

ÄHTÄRIN LUKIO

SISÄILMATUTKIMUS, TIIVISTELMÄ



TUTKIMUSSELOSTE

TYÖNUMERO: 500200

Jakelu:

Ähtärin kaupunki
Ostolantie 17
63700 Ähtäri

Sisällysluettelo

1	KOHDETIEDOT	3
1.1	Kohteen tunnistetiedot	3
1.2	Työn kuvaus ja taustat	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	4
2.1	Materiaalinäytteiden otto	4
2.2	Kuitulaskeumanäytteet	4
2.3	Merkkiainekokeet	4
2.4	Pintakosteusmittaukset	5
2.5	Betonin rakennekosteusmittaukset	5
2.6	Eristetilan kosteusmittaukset	5
2.7	Viiltomittaukset	5
2.8	Sisäilman olosuhdemittaukset	6
2.9	VOC-ilmanäytteiden otto	6
2.9.1	Tulosten tulkinta	7
3	Havainnot ja tulokset	8
3.1	Rakenteet	8
3.1.1	Rakennuksen ulkopuoli	8
3.1.2	Salaojat	8
3.1.3	Alapohjat ja perustukset	9
3.1.4	Välipohja	9
3.1.5	Ulkoseinät	9
3.1.6	Vesikatot ja yläpohja	10
3.2	Ilmanvaihto ja tilojen painesuhteet	11
3.2.1	Ilmamäärämittaukset	11
3.2.2	Ilmanvaihdon kuitulähteet	11
3.2.3	Rakennuksen painesuhteet	11
3.3	Olosuhteet	12
3.4	Hiilidioksidimittaukset	13
3.5	Sisäilmanäytteet	13
3.5.1	Kuitunäytteiden analyysitulokset	13
3.5.2	VOC-ilmanäyte	13
3.6	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset	14
3.7	Merkkiainekokeet	17
3.7.1	Tutkitut tilat ja alueet	17
3.7.2	Yhteenveto merkkiainekokeen tutkimustuloksista	17

4	Johtopäätökset ja toimenpiteet.....	18
---	-------------------------------------	----

LIITTEET 1-6

1 KOHDETIEDOT

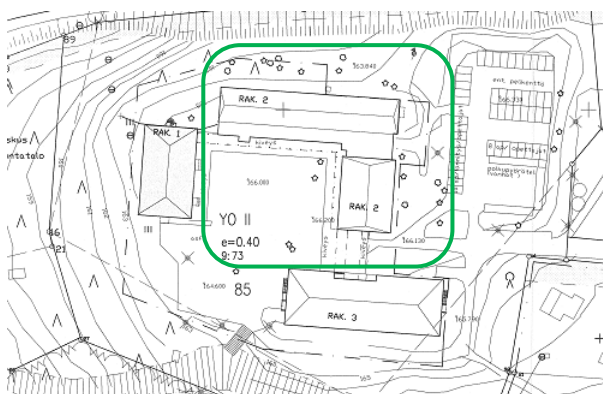
1.1 Kohteen tunnistetiedot

- Kohde: Ähtärin lukio
Lukiontie 1
63700 Ähtäri
- Tilaaja: Ähtärin kaupunki
Kaupunginjohtaja
Jarmo Pienimäki
- Tutkijat: RKM Engineering
Antti Salonen
Anu Pettersson
Olavi Penttilä
Petri Autio
Elmeri Sorsa
Joel Vataja

1.2 Työn kuvaus ja taustat

Ähtärin lukio, kuvassa rakennus 2, on rakennettu alun perin vuonna 1952 ja sitä on laajennettu 1960-luvun alussa. Yhteiskoulu toimii erillisessä rakennuksessa ja sen sisäilmatutkimus on raportoitu omassa raportissaan. Rakennusta 1 ei tämän tutkimuksen yhteydessä tutkittu. Lukion luokissa on erilliset ilmanvaihtokoneet. Rakennus on peruskorjattu 2001-2002, jolloin on rakennettu muun muassa osalle rakennusta uusi vesikatto.

Rakennuksen ulkoseinärakenteista on aiemmissa tutkimuksissa löydetty kosteus-/mikrobivaurioita, joiden vaikutusta sisäilmaan on pyritty vähentämään tiivistyskorjauksilla. Vaurioituneita materiaaleja on paikoin uusittu. Tehdyistä korjauksista huolimatta tiloissa koetaan epäiltyjä sisäilmaperäisiä oireita. Tutkimukselle pyritään löytämään syyt koetuille oireille sekä selvittää tarvittavat korjaustoimenpiteet. Lisäksi halutaan selvitys rakennuksen yleisestä kunnosta osana Ähtärin kaupungin opetustilojen tarpeen kartoittamista lähivuosien tarpeita ajatellen.



Asemakuvasta ympyröity tässä raportissa tutkittu alue.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Materiaalinäytteiden otto

Materiaalinäytteiden tutkimisella pyritään toteamaan tai poissulkemaan mikrobikasvu rakenteessa.

Rakenteista otetaan materiaalinäytteitä käyttäen desinfioituja näytteenottovälineitä sekä suojakäsineitä. Näytteet laitetaan suljettaviin pusseihin ja suljettiin tiiviisti. Näytteenottovälineet desinfioidaan ja suojakäsineet vaihdetaan jokaisen näytteenoton välissä. Näytteet analysoidaan suoraviljelymenetelmällä.

Materiaalinäytteiden suoraviljelyn tuloksia tulkitaan laboratorion analyysivastauksessa olevan taulukon mukaisesti. Yksinkertaistettuna on normaalia, että materiaalinäytteissä on niukasti sienimikrobeja, jotka eivät ole kosteusvaurioon viittaavia. Jos näiden mikrobien lisäksi esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja, on se heikko-vahva viite vauriosta riippuen siitä, kuinka runsaasti kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja on. Kohtalaisina tai runsaina pitoisuuksina erilaisten sienimikrobien esiintyminen viittaa vaurioon.

Sienimikrobien lisäksi näytteistä tutkitaan bakteereja. Bakteereista etsitään aktinobakteereja eli sädesieniä, joiden esiintyminen viittaa heikosti-vahvasti vaurioon, riippuen siitä kuinka paljon aktinobakteereja näytteessä on. Muut näytteistä löytyvät bakteerit ovat yleensä lähtöisin ihmisestä tai eläimistä ja niiden esiintyminen on tavanomaista, eivätkä viittaa vaurioon.

Näytteet viljellään kolmelle eri alustalle (agar), jotta erilaisissa olosuhteissa kasvavat mikrobit saadaan parhaiten selville.

Rakennuksen ulkoseinä- ja lattiarakenteisiin tehtiin rakenneavauksia, joista otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyysiä varten. Materiaalinäytteitä otettiin myös vaurioituneiksi epäilyistä pintamateriaaleista varsinaisia rakenteita rikkomatta. Materiaalinäytteet otettiin aseptisesti minigrip-tyyppisiin pusseihin, jotka suljettiin ilmatiiviisti. Materiaalinäytteet toimitettiin analyysilaboratorioon mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen. Materiaalinäytteenotto on kuvattu tarkemmin kappaleessa 3.6. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset

Materiaalinäytteet tutkittiin akkreditoidussa Mikrobioni Oy:n laboratoriossa suoraviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteistä analysoitiin sieni-itiöiden ja bakteerien määrät ja lajisto. Tarkempi kasvatuspa on esitetty liitteenä 5 olevassa laboratorion analyysiraportissa

2.2 Kuitulaskeumanäytteet

Laskeumapölynäytteillä tutkitaan 14 vrk:n pölylaskeumasta sisäilmassa esiintyviä mineraalivillakuituja. Laskeumapölynäytteen ottoa varten asennetaan huoneisiin tasaiset puhtaat alustat 14 vrk:n ajaksi. Tämän jälkeen alustalta otetaan näyte painamalla siihen geeliteippi ja näyte toimitettiin laboratorioon analysoitavaksi. Näytteestä lasketaan mineraalivillakuitupitoisuus valomikroskooppia käyttäen (kuitua/cm²). Mineraalivillakuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm². Tämän rajan ylittävän kuitumäärän tapauksessa on kuitulähde selvitetävä. Kuitunäytetuloksia on käsitelty kohdassa 3.5.1. sekä liitteessä 6.

2.3 Merkkiainekokeet

Merkkiainekoe on tarkka menetelmä rakennuksen ilmapuotokohtien paikannukseen. Rakenteisiin syötetään merkkiainekaasua, jota mitataan analysaattorilla. Mitattava tila yleensä alipaineistetaan. Mittalaitteisto on hyvin herkkä ja havaitsee pienimmätkin vuotokohdat, joten menetelmä soveltuu korkeaa tarkkuutta vaativiin kohteisiin, kuten tiivistyskorjausten esitutkimuksiin ja jälkitarkistuksiin.

Merkkiainekoe toteutetaan RT-kortin ohjeiden mukaisesti (RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein). Merkkiainekokeessa rakenteisiin syötetään merkkiaineakaasua joko rakenteen toiselta puolelta tai porattavien syöttöreikien kautta. Merkkiaineena käytetään typpi-vetyseosta, jossa on tyyppiä 95% ja vetyä 5%. Mittari havaitsee vuotokohdista läpi pääsevän vedyn ja tyyppiä käytetään vain laimentamaan vetypitoisuutta, jolloin ei ole syttymis- tai räjähdysvaaraa.

Kuntotutkimuksen yhteydessä mitattavalle alueelle tehdään n.10 Pascalin alipaine tiiveysmittauslaitteistolla (paineovi) tai muulla tavoin. Erillinen osastointi ei ole välttämätöntä, sillä suuretkin rakennukset pystytään alipaineistamaan tarvittaessa kerralla. Vuotokohdat luokitellaan ohjeen mukaan pistemäisiin, vähäisiin ja merkittäviin ilmavuotoihin. Havainnot valokuvataan ja merkitään pohjakuviin.

Yleisin käyttökohde merkkiainekokeille on tila tai rakennus, jossa on havaittu sisäilmaongelmia. Rakenteiden ilmavuotokohtien kautta voi kulkeutua sisäilmaan esimerkiksi mikrobeja, radonia, pölyä tai muita epäpuhtauksia. Vanhoja rakenteita voidaan joissain tapauksissa tiivistää ja kapseloida rakenteiden uusimisen sijaan. Tiivistyskorjaus on yleensä huomattavasti edullisempaa kuin rakenteiden uusiminen.

2.4 Pintakosteusmittaukset

Mahdollisten kosteusvaurioiden paikallistamiseksi koulurakennuksen lattioiden ja seinien alaosien pintakosteudet mitattiin GANN Hydrotest LG 1 -pintakosteudenosoittimella ja B 50 -mittapäällä. Pintakosteudenosoitin kertoo rakenteen kosteusrasituksesta 0-70 mm syvyydellä, mutta se ei kerro materiaalin kunnosta.

2.5 Betonin rakennekosteusmittaukset

Betonin suhteellisen kosteuden mittauksilla saadaan selvitettyä rakenteen kosteusteknistä käyttäytymistä sekä rakenteen kosteusjakamaa, josta voidaan arvioida mihin suuntaan kosteus rakenteessa liikkuu. Mittaustulosten perusteella voidaan arvioida, onko rakenteessa ympäristöön nähden ylimääräistä kosteutta ja ovatko kosteuslukemat rakenteen toiminnan kannalta liian korkeita. Tulosten perusteella voidaan myös arvioida kosteusvaurion syytä ja laajuutta.

2.6 Eristetilan kosteusmittaukset

Ulkoseinien eristerakenteisiin kohdistuvien kosteusmittaustulosten tulkinta perustuu suhteellisen kosteuden asemesta absoluuttiseen kosteuteen (g/m^3), koska mittauslämpötila vaikuttaa merkittävästi suhteelliseen kosteuteen. Eristetilan kosteusmittauksilla saadaan tietoa, kohdistuuko eristerakenteisiin aktiivista kosteusrasitusta vai ovatko mahdolliset mikrobinäytteissä todetut vauriot vanhempaa perua.

2.7 Viiltomittaukset

Viiltomittauksella tutkitaan lattiapinnoitteen, kuten muovimaton alapuoliseen liimapintaan kohdistuvaa kosteusrasitusta. Mittauksessa pinnoitteeseen tehdään viilto ja pinnoitetta irrotetaan alustaan hieman. Viillon kautta mittapää työnnetään pinnoitteen alle. Tämän jälkeen lattiapinnoitteen viiltokohta tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä. Mittapään tasaantumisaika on n. 20 minuuttia. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 14-10984. Mittalaitteina käytettiin Vaisala HMI 41 mittalaitetta ja HMP 42 mittapäättä.

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ylittyykö lattiapinnoitteen alla useimpien mattoliimojen kriittisenä pidettävä suhteellisen kosteuden arvo, joka on 85 %. Suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla liimatilassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Vanhemmissa lattiapinnoitemateriaaleissa suhteellisen kosteuden arvo lattiapinnoitteen alla olisi suositeltavaa olla alle 75 %, jotta voitaisiin olla varmoja liiman ja pinnoitteen kunnosta.

2.8 Sisäilman olosuhdemittaukset

Sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta mitattiin Trotecin BZ30 jatkuva-toimisilla mittareilla.

Tulosten tulkinta

Huoneilman kosteus

Huoneilman kosteus on tavallisesti 20 – 60 %. Ilmastollisista syistä tälle välille ei aina päästä eikä näistä arvoista poikkeamista voida pitää terveyshaittana, jos muut terveydelliset edellytykset täyttyvät. Asumisterveysasetuksen mukaan sisäilman kosteutta arvioitaessa tulee ottaa huomioon myös kosteuslisän vaikutus. Kosteuslisällä tarkoitetaan sisätiloissa syntyvää lisäkosteutta (esimerkiksi hengitys, suihkussa käynti, ruoan laitto tai pyykin kuivatus) ulkoilmaan nähden. Mikäli kosteuslisä on enemmän kuin noin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla nousee.

Liian kuiva sisäilma voi heikentää hengitysteiden värekarvojen liikettä ja heikentää liman poistumista hengitysteistä. Tällöin limakalvot ovat alttiimpia tulehduksille.

Huoneilman lämpötila

Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan toimistojen lämpötilan suunnitteluarvot S1-luokassa (yksilöllinen sisäilmasto) talviajalle ovat 20-23 °C ja kesäajalle 23-25 °C.

Asumisterveysasetuksen mukaan huoneilman lämpötilan tulisi olla lämmityskaudella 20...26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella 20...32 °C. Työpaikoilla kevyeen istumatyöhön suositellaan 21...25 °C.

Hiilidioksidin ohjearvot

Asumisterveysasetuksen mukaan hiilidioksidin toimenpideraja sisäilmassa on 2100 mg/m³ (1150 ppm) korkeampi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Yli 2700 mg/m³ hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa merkitsee, ettei ilmanvaihto ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla.

Sisäilmanlaadun tavoitearvot hiilidioksidipitoisuudelle Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan:

- S1: ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + hiilidioksidilisä <350 ppm, yksilöllinen sisäilmasto
- S2: ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + hiilidioksidilisä <550 ppm, hyvä sisäilmasto
- S3: ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + hiilidioksidilisä <800 ppm, tyydyttävä sisäilmasto

Hiilidioksidipitoisuus toimistorakennuksissa vaihtelee yleensä välillä 350...2500 ppm. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on tavallisesti noin 350...400 ppm.

2.9 VOC-ilmanäytteiden otto

VOC-ilmanäytteistä ja tulosten tulkinnasta

VOC-emissiot ovat haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (Volatile Organic Compounds). Haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOCit ovat kaasuja, joita voi emittoitua nesteistä tai kiinteistä aineista. Sisäilman VOCit voivat olla lähtöisin rakennus- ja sisustusmateriaaleista kuten puu, muovit, kumit, maalit, lakat, liimat ja monet hartsit. VOCja voi muodostua suoraan materiaaleista tai niiden hajoamistuotteista.

Tutkimusselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Materiaalien emissioon vaikuttavat ympäristöolosuhteet ja materiaalista itsestään johtuvat tekijät. Lisäksi ihmisen toiminta tuottaa VOCja, kuten siivouksessa käytetyt aineet, kemikaalit, ruuanlaitto yms. Rakennuksessa oleva mikrobikasvu voi tuottaa aineenvaihduntatuotteenaan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joita kutsutaan mikrobi VOCEiksi eli MVOCEiksi (Microbial Volatile Organic Compounds).

Mittausta VOC-yhdisteiden kokonaismäärästä käytetään lyhennettä TVOC(Total Volatile Organic Compounds).

VOC-ilmanäytteet otetaan keräämällä ilmassa olevia orgaanisia yhdisteitä pumpulla adsorbenttiputkeen. Näytteenottoaika on 90 minuuttia.

2.9.1 Tulosten tulkinta

Sisäilmanäytteiden tuloksia tulkitaan Asumisterveysasetuksen mukaisesti. Asetuksessa annetaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpiderajaksi huoneilmassa $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eduskunnan julkaisun Rakennusten kosteus- ja homeongelmat 1/2012 mukaan toimistotiloissa pidetään epätavallisena yli $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ TVOC-pitoisuutta.

Asumisterveysasetuksessa on annettu lisäksi seuraaville orgaanisille yhdisteille toimenpiderajat: TXIB $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2-etyyli-1-heksanoli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Naftaleeni $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Styreeni $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Muiden yhdisteiden kohdalla yksittäisen yhdisteen toimenpideraja, jos sen tolueenivasteella laskettu pitoisuus huoneilmassa ylittää on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3 HAVAINNOT JA TULOKSET

3.1 Rakenteet

3.1.1 Rakennuksen ulkopuoli

Rakennus sijaitsee ympäristöönsä korkeammalla, kalliomaalla ja voi osin olla perustettu kallion vaaraan. Rakennuksen sokkeli on paikallavalettua, maalattua betonia. Rakennuksen sokkeliinjaa on erotettu perusmaasta paikoin patolevyllä, lähinnä pohjois- ja länsisivustoilla. Rakennuksen ympärillä on osin pihakiveystä, osin asfalttia ja sorastusta. Asfalttipinnoitteen kunto on heikko, pihakiveyksen tyydyttävä/hyvä. Kattosadevedet on ohjattu räystäskouruja ja syöksytorvia pitkin sadevesikaivoihin.

Rakennus on kaksikerroksinen ja osin kellarilla varustettu. Niiltä osin, kun maanvaraista kellaria ei ole, on juhlasalien alla ilmatila, jota on pyritty alipaineistamaan. Alipaineistamisella pyritään siihen, että epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan ilmatilasta sisäilmaan. Rakennus on puurunkoinen ja puuverhottu. Sokkeli on pohjoisosassa korkea ja maalattua betonia. Rakennuksen päädyt ovat maalattua tiiltä. Koska räystääs on erittäin lyhyt, kohdistuu julkisivupintoihin, ikkunoihin ja niiden liittymiin enemmän kosteusrasitusta. Betonipinnoissa havaittiin kosteusrasitetuilla alueilla maalipinnan irtoamista ja hilseilyä. Päätyjen tiilikuoret eivät ole tuulettuvia.



Rakennuksen yhdistää yläasteeseen katos sekä kulku-putki.



Sokkeliin kohdistuu kosteusrasitusta. Salaojitus loppuu kuvan oikeaan reunaan.

3.1.2 Salaojat

Tutkimuksissa havaittiin, että rakennus on salaojitettu itäsivustaltaan, sekä osin pohjois- ja eteläsi-
vuiltaan.

Tarkastettujen salaojien rakenteellinen kunto on pääosin hyvä. Salaojaputkissa ei havaittu pohjilla virtausta estävää kertymää.

Salaojaputkissa ei havaittu merkkejä veden läsnäolosta, eikä juurikaan hienoainesta. Salaojaputkissa oli hämähäkinseittejä ja putket olivat rutikuivat. Tämä voi johtua useasta tekijästä, eikä tähän liity välttämättä ongelmaa. Rakennuksen sijainti ympäristöä ylemmällä kalliomaalla ja hiekkatäytön päällä johtaa todennäköisesti siihen, että pohjavettä ja vyöhykettä, jossa vajovesi muuttuu pohjavedeksi ei rakennuksen kohdalla ole. Pintavedet saattavat vajota hyvin läpäisevän täyttökerroksen läpi kalliokerrokseen, joka ohjaa veden muotojaan pitkin.

Syytä salaojien kuivuuteen ei voida selvittää muuten kuin kaivamalla rakennuksen ympäristää auki ja selvittämällä maa-aineskerrokset sekä kallion asema. Tähän ei kuitenkaan ole tarpeen ryhtyä, sillä rakennuksen sisäpuolella ei havaittu salaojituksen puutteelliseen toimintaan viittaavia kosteusarvoja.

3.1.3 Alapohjat ja perustukset

Alapohjarakenteen rakennekerrosten selvittämiseksi tehtiin rakenneavauksia rakennuksen lattioihin. Rakenteiden kunnan selvittämiseksi eristekerroksen materiaaleista otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyysiä varten.

Eteläsiipi (nk. vanha osa)

Rakennuksen alapohjarakenteena on vanhalla osalla alapohjana on yksinkertainen, maanvastainen betonilaatta. Lattiapinnoitteena on muovimatto.

Pohjamaa on luonnonhiekkaa, jossa on mukana hienoainesta. Maa-aines mahdollistaa kapillaarisen kosteuden nousun, jolloin maasta voi siirtyä kosteutta rakenteisiin ja rakenteet voivat vaurioitua siirtyneen kosteuden vaikutuksesta.

Alapohjarakenne tarkastettiin luokasta 145, johon tehtiin porareikä. Tarkastuspiste on merkitty liitteen 4 pohjakuvaan tunnuksella AP1.

Pohjoissiipi (nk. uusi osa)

Pohjoisosassa rakennusta kellarin ja aulan alapohjana on kaksoislaattarakenne, jossa maanvaraisen betonilaatan päällä on bitumisively, kova mineraalivilla ja pintalaatta. Liikuntasalin osalla on ryömintätilainen alapohja, osittain puurakenteisena, mutta myös osalta betonilaatan päällä. Rakennuksen uudemmassa osasta tarkastettiin liikuntasalin alapohjarakenne. Liikuntasaliin tehtiin kaksi rakenneavausta. Tarkastuspisteet on merkitty liitteen 3 pohjakuvaan tunnuksilla AP2-AP3. Alapohjarakenteista otettiin kaksi materiaalinäytettä. Näytteiden tulos oli viite-vahva viite mikrobivauriosta.

3.1.4 Välipohja

Rakennuksen vanhan osan välipohjarakenne selvitettiin läpiporauksella mahdollisten välipohjan ääneneristekerrosten selvittämiseksi. Välipohjien sekatäyttö saattaa aiheuttaa ongelmia kastuttuun. Välipohjan eristeestä otetussa materiaalinäytteessä havaittiin vahva viite mikrobivauriosta.

3.1.5 Ulkoseinät

Ulkoseinien rakenteen selvittämiseksi tehtiin rakenneavauksia rakennuksen ulkoseiniin. Rakenteen kunnan selvittämiseksi eristekerroksen materiaaleista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten.

Vanha osa

Rakennuksen vanhan osan ulkoseinät ovat alaosaltaan betoni-eristekerros-tiilirakenteisia. Eristemateriaalina on käytetty mineraalivillaa. Toisen kerroksen luokassa ulkoseinärakenne muuttuu levyrakenteiseksi sisäpuolelta. Tarkastuspisteet on merkitty liitteen 4 pohjakuvaan tunnuksilla US1-US2. Eristekerroksesta otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyysiä varten. Eristekerroksen useissa materiaalinäytteissä oli viite-vahva viite vauriosta.

Uusi osa

Rakennuksen uuden osan ulkoseinät ovat julkisivultaan pääosin puuverhoiltuja ja sokkeliltaan maalattua betonia. Seiniin tehtiin rakenneavauksia lähinnä betoniosille. Liikuntasalisiiven sisäpihan puoleisella osalla sokkelirakenteena on nk. valesokkelirakenne, jossa ulkoseinän eristeet ovat maanpinnan tasossa. Ulkoseinien eristeissä havaittiin viitteitä vaurioista.

Tutkimusselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Rakennuksen laajennuksen yhteydessä vanhan osan ulkoseinä on osittain jäänyt sisäseinäksi osien välille. Tämän seinän yläosan rakenne selvitettiin WC:n alakaton kautta. Vanhan ulkoseinän eristeet oli jätetty rakenteeseen, eristeestä otettiin materiaalinäyte. Eristeessä havaittiin vahva viite vauriosta.

Yhdyskäytävä

Yhdyskäytävä on jälkikäteen rakennettu yhdistämään lukio vanhaa osaa ja yhteiskoulua. Se eroaa rakenteiltaan muista osista. Eristemateriaalina on käytetty lähinnä polyuretaanieristeitä. Ulkoseinän yläpohja, alapohja- ja seinärakenteet tarkastettiin avauksin. Tarkastuspisteet on merkitty liitteen 4 pohjakuvaan tunnuksilla YK1-YK3. Avauksista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Yhdyskäytävässä on havaittavissa vahva haju ja ilma on aistinvaraisesti huono. Materiaalinäytteissä havaittiin heikko-vahva viite vauriosta.

3.1.6 Vesikatot ja yläpohja

Vesikatto on sahatavarasta paikalla betonisen yläpohjalaatan päälle rakennettu aumakatto. Vesikatteena toimii betoniitiilikate.

Yläpohja on paikalla puutavarasta rakennettu. Eristekerroksena toimii lastusementtilevy (toja tai vastaava), joka on betonisen palopermannon alla. Toja-levy orgaanisena eristeenä vaurioituu herkästi kattovuodoista. Yläpohjan puutavarassa havaittiin mikrobijälkiä, mikä voi kertoa heikosta tuulettuvuudesta. Rakennuksen räystäät ovat lyhyet ja tuulettuminen harjalta vähäistä.

Yläpohjan paikallavalettu betonirakenne on itsessään tiivis mutta läpivientien kautta yläpohjan paikallisista vaurioista voi olla yhteyksiä sisäilmaan. Yläpohjan vauriot voivat selittää yksittäisten ylemmän kerroksen tilojen koettuja oireita. Yläpohja sisältää lisäksi useita riskitekijäitä (vähäinen tuuletuvuus, lastusementtilevyeristys, kaksinkertainen aluskate).



Yleiskuva vesikatteesta. Kulkusiltoja tai lapetikkaita ei ole.



Yleiskuva vesikatteesta. Kulkusiltojen puuttuminen vaikeuttaa huoltoa.



Yläpohjan kannattajissa paikoin mikrobijälkiä.

Viemärin tuuletusputkien kannakointi heikko. Liitokset tehty ilmastointiteipillä. Putkia ei ole eristetty.

3.2 Ilmanvaihto ja tilojen painesuhteet

3.2.1 Ilmamäärämittaukset

Rakennuksen ilmamääriä mitattiin eri puolilta rakennusta tarkoituksena selvittää ilmamäärien riittävyyttä sekä ilmanvaihdon vaikutusta tilojen painesuhteisiin. Ilmanvaihtojärjestelmä perustuu tilakohtaisiin ilmanvaihtokoneisiin.

Luokkatilojen ilmanvaihdossa havaittiin epätasapainoa. Alipaine voi aiheuttaa ilman virtausta tiloihin muista tiloista tai ulkovaipparakenteiden läpi. Ylipaine voi tehdä koetusta sisäilma tunkkaista sekä pitkään jatkuneena aiheuttaa kosteuden kulkeutumista ulkovaipparakenteisiin. Ilmamäärät ovat tasoltaan huomattavan suuret, mikä voi aiheuttaa talvisin ilman kuivuuden korostumista. Ilmamäärät ovat paikoin kaksinkertaiset suositeltuun nähden.

3.2.2 Ilmanvaihdon kuitulähteet

Sisäilman kuitulähteitä tutkittiin kuvaamalla ilmanvaihtokanavistoa, tutkimalla kanavaäänenvaimentimia, avaamalla ilmanvaihtokoneita ja tutkimalla ilmanvaihtokoneiden äänenvaimentimia sekä tarkastamalla päätelaitteiden ja jakolaatikoiden ääneneristyksiä.

Kanavissa itsessään ei havaittu kuitulähteitä. Ilmanvaihtokoneissa esiintyi ainoastaan vähäisiä kuitulähteitä esim. tarkastusluukun eristeen nurkka. Ilmanvaihtokoneiden kuitulähteiden vaikutus sisäilmaan on vähäinen, eikä se tuo selitystä koettuun oireiluun.

Ilmanvaihtokoneita on paikoin sijoitettu kiintokalusteiden sisään ja ääneneristysyistä on käytetty villalevyjä. Villalevyt ovat liikkuneet paikoin pois paikoiltaan ja levyjen reunat ovat pinnoittamattomia ja voivat toimia tilakohtaisena kuitulähteenä. Merkitys sisäilman kannalta on kuitenkin vähäinen, eikä se selitä koettua oireilua.

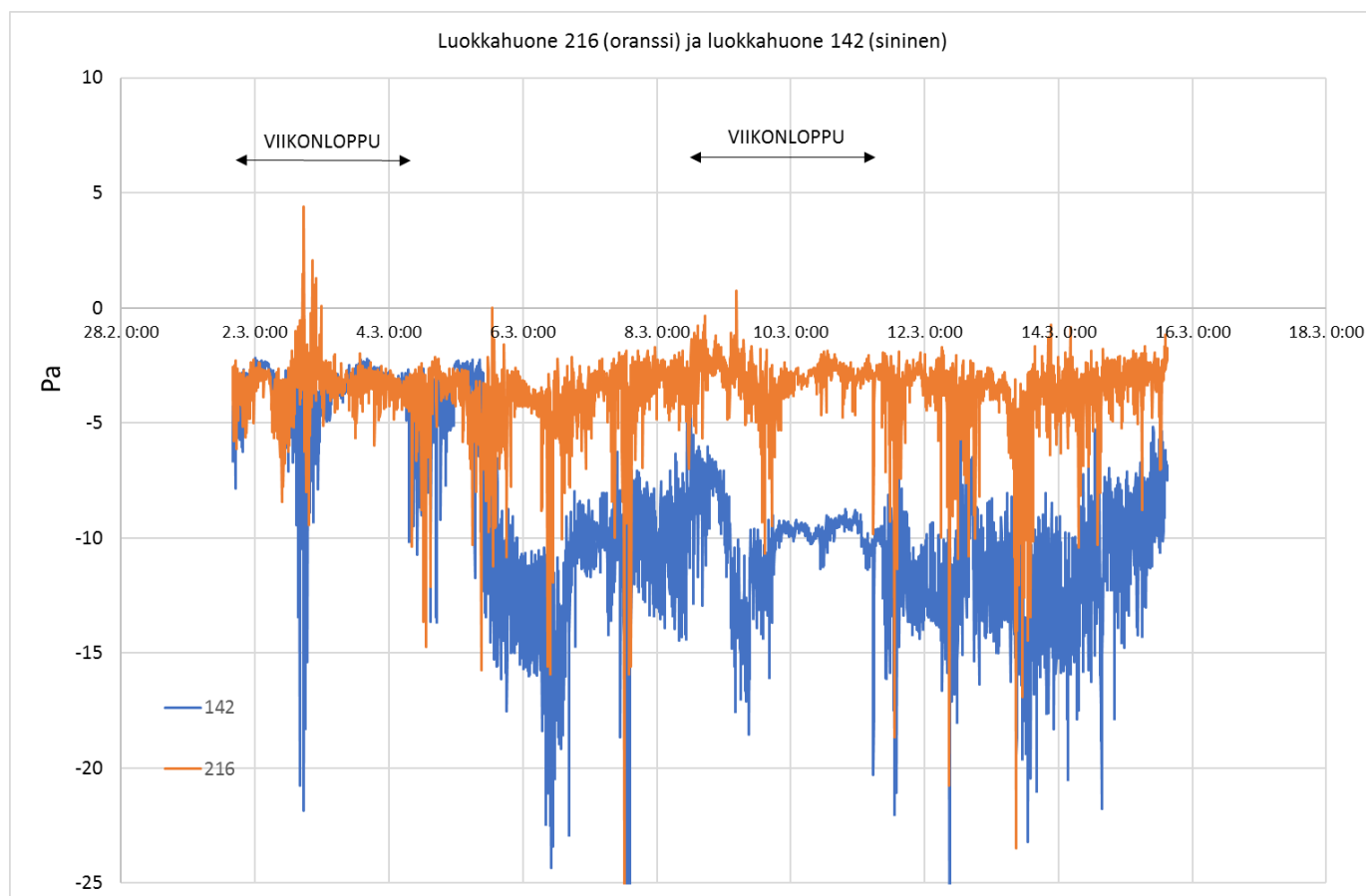
3.2.3 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksen painesuhteita mitattiin tutkimusten yhteydessä keväällä 2019. Painesuhdemittauksissa mitattiin tilan ja ulkoilman välistä paine-eroa kahdesta luokkatilasta. Lisäksi mitattiin painesuhdetta kellarin luokan 027 ja uuden liikuntahallin välillä sekä liikuntasalin 116 ja ryömintätalaisen alapohjan välillä. Rakennukseen painesuhteisiin vaikuttaa ilmanvaihdon lisäksi myös ulkoilman olosuhteet (lämpötila, tuuliolosuhteet).

Optimaalisena painesuhteena pidetään lievää alipainetta 0 Pa...-3 Pa. Voimakkaampi alipaine voi aiheuttaa korostunutta ilmavirtaa rakenteiden läpi, mikä voi heikentää sisäilman laatua. Ylipaine lämmityssä tiloissa aiheuttaa sisäilman kosteuden kulkeutumista eristerakenteisiin.

Luokka 142 on rakennuksen käytönajan puitteissa selvästi alipaineinen. Käytön aikainen ulkopuolinen painesuhde on pääosin alipaineinen, ajoittain voimakkaasti alipaineinen. Luokka 216 on rakennuksen käytönajan ulkopuolella lievästi alipaineinen, pääosin -3.0 Pa ja -4.0 Pa välillä. Käytön aikana painesuhteessa on paikoitellen voimakkaita alipaineepiikkejä, ja harvoin myös lievää ylipainetta. Luokka 027 on jatkuvasti käytönajan ulkopuolella lievästi alipaineinen suhteessa vanhan ulkoseinän takan olevaan liikuntahalliin. Käytön aikainen painesuhde on lievästi ylipaineinen ollen pääosin välillä 0 Pa...7 Pa. Voimakkaan alipaineen vallitessa rakenteiden vaurioista voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan.

Liikuntasalissa näyttämön alla ei ole selvästi alipaineinen liikuntasaliin nähden. Epäpuhtauksia voi päästä kulkeutumaan paine-erojen vaihtelun vuoksi näyttämön alta liikuntasaliin.



Luokkahuoneiden 216 ja 142 paine-eron seurantamittaus ulkovaipan yli.

3.3 Olosuhteet

Lämpötila ja ilman kosteussisältö mitattiin rakennuksessa neljästä tilasta. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat kouluissa lämmityskaudella ovat 20°C - 26°C.

Lämpötila oli tilassa 212 alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan useana päivänä. Muissa tiloissa lämpötila oli alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan yksittäisinä päivinä. Tilojen suhteellisessa kosteudessa ei ollut mittausaikana poikkeavaa.

3.4 Hiilidioksidimittaukset

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin samoista kolmesta tilasta kuin lämpötiloja. Hiilidioksidipitoisuudet pysyivät mittausjakson ajan maltillisina, eivätkä ne selitä tiloissa mahdollisesti koettua oireilua. Mitapisteet on esitetty liitteen 3 pohjakuviissa merkinnöillä O1-O3.

Asumisterveysasetuksen mukaan hiilidioksidin toimenpideraja sisäilmassa on 2100 mg/m³ (1150 ppm) korkeampi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Yli 2700 mg/m³ hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa merkitsee, ettei ilmanvaihto ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla.

Sisäilmanlaadun tavoitearvot hiilidioksidipitoisuudelle Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan:

- S1: ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + hiilidioksidilisiä <350 ppm, yksilöllinen sisäilmasto
- S2: ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + hiilidioksidilisiä <550 ppm, hyvä sisäilmasto
- S3: ulkoilman hiilidioksidipitoisuus + hiilidioksidilisiä <800 ppm, tyydyttävä sisäilmasto

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on tavallisesti noin 350...400 ppm.

3.5 Sisäilmanäytteet

3.5.1 Kuitunäytteiden analyysitulokset

Sisäilmasta otettiin kahden viikon laskeumasta (petrimaljan kansilta) mineraalivillakuitunäytteitä geeliliteippimenetelmällä 3 eri tilasta. Ko. näytteenottotavalla Työterveyslaitoksen ns. suositusraja-arvo on < 0,2 kuitua / cm² samoin kuin Asumisterveysasetuksen toimenpideraja, jota sovelletaan koulurakennuksiin.

Näytteet analysoitiin Tampereen asbesti- ja kuitulaboratoriossa. Alla olevassa taulukossa on esitetty tulokset kuitunäytteistä. Liitteessä 6 on esitetty analyysivastaukset.

Liitteen 4 pohjakuviissa näytteenottoaikat on merkitty tunnuksilla K1-K6.

Kaikki geeliliteippimenetelmällä otetut mineraalivillakuitunäytteet olivat alle Työterveyslaitoksen suositusraja-arvojen/Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Näytteiden tulokinnassa on kuitenkin otettava huomioon, että laskeumalevyillä tehdyissä mittauksissa jokaisen tilan ilman liikkeet vaikuttavat mm. pölylaskeuman määrään ja paikkaan. Tämän vuoksi raja-arvojen alle jäävistä tuloksista ei voida sulkea pois mineraalivillakuitujen olemassaoloa sisäilmassa.

Tulokset kahden viikon pölykertymän kuitulaskennasta.

Näyte	Tila	Kuitupitoisuus [kuitua/cm ²]
K1	Luokka 142	<0,1
K2	Luokka 146	<0,1
K3	Luokka 212	<0,1

3.5.2 VOC-ilmanäyte

Lukion ja yhteiskoulun välisessä käytävässä havaittiin poikkeavaa hajua. Hajun syytä tutkittiin VOC-ilmanäytteen avulla. VOC-ilmanäytteen tuloksessa ei havaittu poikkeavaa, TVOC (kokonaisVOC)-pitoisuus oli alhainen ja minkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus ei ylittänyt Asumisterveysasetuksen 2015 toimenpiderajoja.

Laboratorion analyysivastaus on liitteenä 6.

VOC-ilmanäytteen tulos

Näyte	Tila	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
VOC1	Yhdyskäytävä	33

3.6 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tutkimusmenetelmänä oli suoraviljely, jossa on viljelyyn perustuva suku-/lajitason tunnistus ja suuntaa antava määrärajoitus. Materiaalinäytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:n sisäilmalaboratoriossa Kuopiossa. Analyysissä on käytetty kolmea eri kasvatusalustaa: M2-agar, DG18-agar ja THG-agar ja tulokset on tulkittu käyttäen hyväksi Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa.

Tulokset on tulkittu seuraavien määritelmien mukaisesti:

Ei mikrobikasvua

- sienten pesäkemäärä + (< 30 pmy/malja) JA
- bakteerien pesäkemäärä + (< 75 pmy/malja) JA
- ≤ 2 indikaattorimikrobipesäkettä mukaan lukien sädesienet

Epäily mikrobikasvusta materiaalissa

- sienten pesäkemäärä ++ (30-49 pmy/malja) TAI
- bakteerien pesäkemäärä +++ (≥ 75 pmy/malja) TAI
- ≥ 3 indikaattorimikrobipesäkettä mukaan lukien sädesienet

Selvä mikrobikasvu materiaalissa

- sienten pesäkemäärä +++ (≥ 50 pmy/malja) TAI
- sädesienipesäkemäärä +++ (≥ 20 pmy/malja)

Rakennuksesta 2 ja yhdyskäytävästä otettiin yhteensä 33 materiaalinäytettä. Näytteiden ottoapaikat on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan ja analyysivastaukset on esitetty liitteissä 5-13.

Yleisesti materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulkinnasta voidaan todeta seuraavaa:

- materiaalin toteaminen mikrobivaurioituneeksi riippuu sekä mikrobien kokonaismäärästä että todetusta mikrobilajistosta

- määrällisesti mikrobeja ollessa runsaasti tai erittäin runsaasti lajistosta riippumatta materiaali todetaan pääsääntöisesti vaurioituneeksi = vahva viite vauriosta / selvä mikrobikasvu materiaalissa
- useampia epätavanomaisia lajikkeita (kosteusvauriota indikoivia lajikkeita) ollessa samassa näytteessä kohtalaisesti tai runsaasti, materiaali todetaan pääsääntöisesti vaurioituneeksi
- jos samassa näytteessä on useita epätavanomaisia lajikkeita (kosteusvauriota indikoivia lajikkeita), vaikkakaan määrät eivät olisi runsaita, on silloin yleensä olemassa epäily vaurioista tai heikko viite vaurioista
- yksittäiset pesäkkeet epätavanomaisista lajikkeista (kosteusvauriota indikoivia lajikkeita) eivät useimmiten viittaa vaurioon

Alla olevassa taulukossa on esitetty tiedot materiaalinäytteiden ottokohdasta, näytemateriaaleista sekä esitetty näytteen tulosten tulkinta. Ensimmäisen sarakkeen väriyys kuvaa tulkintaa mahdollisesta materiaalin kosteusvauriosta:

- valkoinen, ei viitettä vauriosta
- keltainen, heikko viite vauriosta
- punainen, vahva viite vauriosta

Taulukko. Lukiosta otetut materiaalinäytteet.

	Tila / näyte	Materiaali	Tulkinta
	Vanha osa		
	150, porrashuone / M1	Mineraalivilla, US-eriste	Ei vauriota, homeet, hiivat +, sädesienet 2 pmy/malja
	145, luokkahuone / M2	Mineraalivilla, US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +++
	142, luokkahuone / M3	Mineraalivilla, US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +/++, sädesienet 9 pmy/malja
	213, luokkahuone / M12	Mineraalivilla, US-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet hiivat +++, sädesienet 1 pmy/malja
	216, luokkahuone / M13	Mineraalivilla, US-eriste levyseinä	Ei viitettä vauriosta
	216, luokkahuone / M14	Mineraalivilla, US-eriste kiviseinä	Vahva viite vauriosta, homeet hiivat +++
	143, luokkahuone / M15	Mineraalivilla, US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +

Tutkimuslauseen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

	146, luokkahuone / M16	Mineraalivilla, US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +/-+++
	144, käytävä / M35	Lattiapinnoite; muovimatto, liima ja tasoite	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +
	212, luokkahuone / M36	Valupaperi, VP-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat, sädesienet +++
	142, luokkahuone / M37	Muovilaatta, VP-pinnoite	Ei viitettä vauriosta
	Uusi osa		
	137, inva-WC / M4	Mineraalivilla, sisäseinäksi jääneen vanhan ulkoseinän eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +++, sädesienet 5 pmy/malja
	119, voimisteluvälinevarasto / M5	Mineraalivilla, US-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +/-+++
	113, aula / M6	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta, homeet, hiivat +/-
	116, liikuntasali / M7	Mineraalivilla, US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +/-++
	118, liikuntasali / M29	Sekatatäyttö, alapohjan täyttö	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +
	118, liikuntasali / M30	Puu, lattian alin kerros betonia vasten	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +++, sädesienet 1 pmy/malja
	116, liikuntasali / M31	Mineraalivilla, lastu, muu sekätäyttö alapohjassa	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat, bakteerit +/-
	026, luokkahuone / M32	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta
	026, luokkahuone / M33	Mineraalivilla, US-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +++, sädesienet 2 pmy/malja
	027, kirjasto / M34	Tasoite ja liima muovimaton alta	Ei viitettä vauriosta
	Yhdyskäytävä		
	Yhdyskäytävä / M27	Mineraalivilla, US-eriste liittymässä vanhaan ulkoseinään	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +/-+++ , sädesienet 7 pmy/malja
	Yhdyskäytävä / M27	Puu, katon puupalkki	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +/-

3.7 Merkkiainekokeet

Merkkiainekokeella pyrittiin selvittämään ulkoseinärakenteen ja ulkoseinän liittymien osalta, onko rakenteissa hallitsemattomia ilmavuotoja.

3.7.1 Tutkitut tilat ja alueet

Merkkiainekoe suoritettiin luokkiin 145, 146 ja 213 sekä liikuntasaliin.

3.7.1.1 Luokka 145

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Merkittäviä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa koko mitatulla alueella
- Pilarin ja ulkoseinän liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja kaikkien pilarien alueella
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa pistemäisiä ilmavuotoja paikoitellen
- Ulkoseinän rakenneliitoksessa (harkkoseinä/kipsilevyseinä) merkittävää ilmavuotoa
- Kannakkeiden kohdalla vähäisiä vuotoja

3.7.1.2 Luokka 146

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Merkittäviä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa koko mitatulla alueella
- Pilarin ja ulkoseinän liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja kaikkien pilarien alueella
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa pistemäisiä ilmavuotoja paikoitellen
- Ulkoseinän rakenneliitoksessa (harkkoseinä/kipsilevyseinä) merkittävää ilmavuotoa
- Ilmanvaihtoputkien läpivienti kohdissa merkittävää ilmavuotoa

3.7.1.3 Luokka 213

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Vähäisiä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa koko mitatulla alueella
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja

3.7.1.4 Liikuntasali

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Merkittäviä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa koko mitatulla alueella
- Merkittäviä ilmavuotoja levyjen saumakohdissa
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja
- Merkittäviä ilmavuotoja seinän ja pilarien liitoksissa

3.7.2 Yhteenveto merkkiainekokeen tutkimustuloksista

Merkkiainekoe suoritettiin rakennuksen ulkoseiniin ja sen liittymiin. Merkkiainekoe suoritettiin neljässä erillisessä tilassa; 3 luokkatilaa ja liikuntasali. Merkkiainekokeen aikana paine-ero mitattavan rakenteen yli, oli pääasiassa rakennuksen normaaliolotilassa oleva 5-10Pa. Tutkimuksessa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja ulkoseinärakenteissa ja liityntäkohdissa kaikissa tutkituissa tiloissa. Tutkimuksen perusteella voidaan siis todeta, että ulkoilman ja sisäilman välillä on ilmayhteys rakenteiden välillä.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET

Rakennuksessa koettuja sisäilmaperäisiä oireita selittävät rakenteiden kosteus- ja mikrobivauriot, jotka johtuvat osin maakosteuden noususta, osin vanhoista kosteusvaurioista riskirakenteissa. Mikrobivaurioita esiintyy laajalti rakennuksen ulkoseinärakenteissa. Liikunta- ja juhlasalien alapohjista otetuissa näytteissä esiintyi mikrobikasvua ja aluslaudoitus oli silminnähdyn heikkokuntoinen. Rakennuksen välipohjasta otetussa näytteessä esiintyi mikrobikasvua. Rakennuksen maanvaraiset osat kärsivät maakosteuden noususta ja tunkeutumisesta rakenteisiin.

Tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella rakenteissa on merkittäviä ilmapuotoikohtia, joista esim ulkoseinärakenteiden kosteus- ja mikrobivauriot voivat olla yhteydessä sisäilmaan.

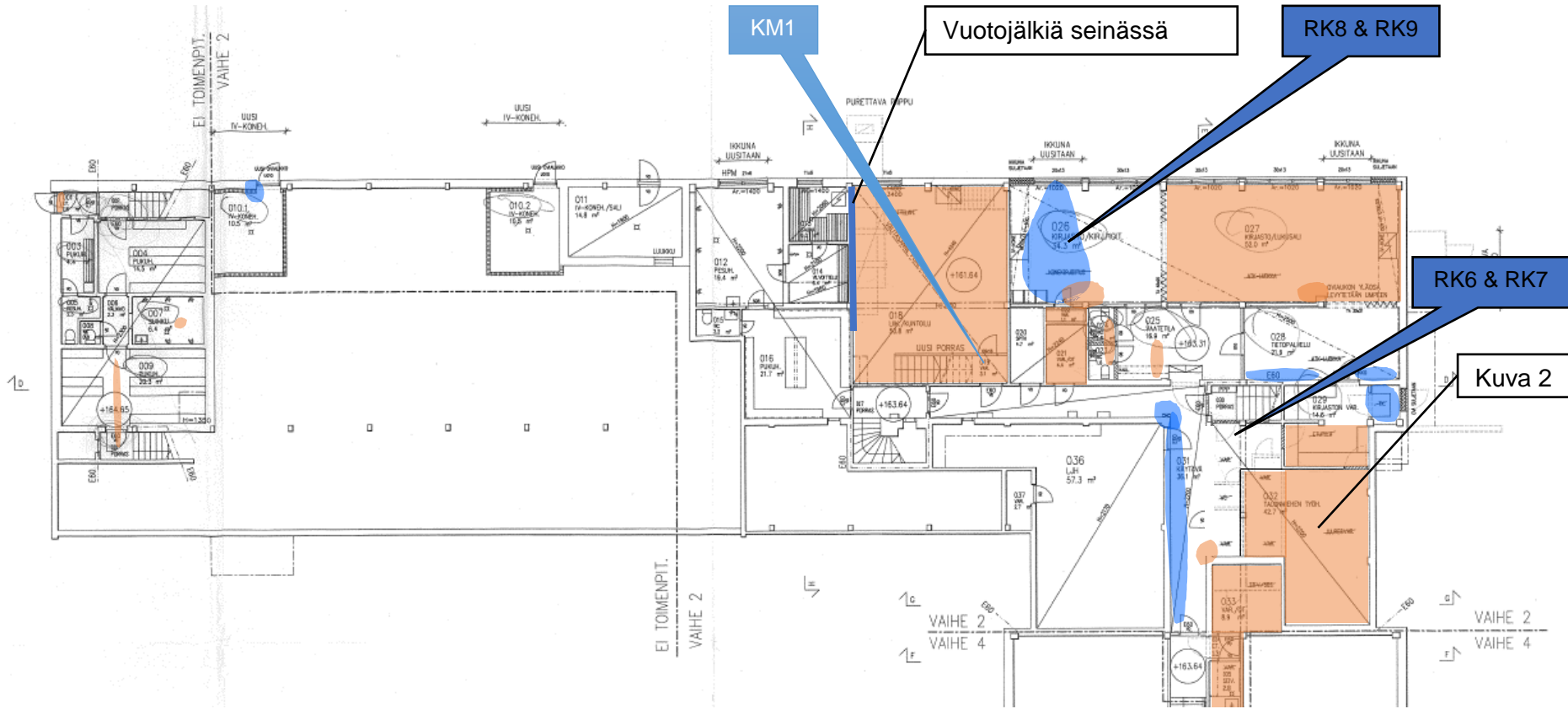
Tehdyt kuitumittaukset, painesuhdemittaukset, olosuhdemittaukset sekä ilmamäärämittaukset eivät tuoneet esille sellaisia tekijöitä, jotka voisivat selittää tiloissa koettuja oireita. Rakennuksessa koettu oireilu liittyy todennäköisesti tilakohtaisiin kosteus- ja mikrobivaurioihin. Huonelämpötila laskee paikoin liian alhaiseksi ja lämmitysjärjestelmään kohdistuu säätötarvetta.

Rakennus on perustettu kalliomaalla ja epätasaisuutta on todennäköisesti tasattu luonnonhiekalla, jonka päälle maanvarainen betonilaatta on valettu. Kallion epätasaiset muodot voivat ohjata vettä epätavanomaisesti suuntiin. Salaojissa ei havaittu vettä, eikä rakennuksen reuna-alueilla yleisesti koholla olevia kosteusarvoja.

Kosteus- ja mikrobivauriot on lähtökohtaisesti korjattava tai ilmayhteys sisäilmaan on estettävä. Havaitut vauriot ovat rakennuksen kokoon nähden huomattavalla alueella. Rakennuksen alapohjan kosteusongelman ja mikrobivaurioiden, ulkoseinärakenteiden ja välipohjan mikrobivaurioiden sekä yläpohjan riskirakenteiden vuoksi korjauskustannukset nousevat merkittäviksi rakennuksen pinta-alan ja luokkien määrään nähden. Korjausta tai käytön lopettamista edeltäväksi ajaksi suositellaan ylipaineistamaan rakennus rakenteiden vaurioiden ja heikon tiiveyden vuoksi.

LIITE 1 Rakennuksen pohjakuvat, joissa tehty pintakosteusmittaukset, eristestilan kosteusmittaukset sekä porareikämittaukset

Rakennus 2 kellari



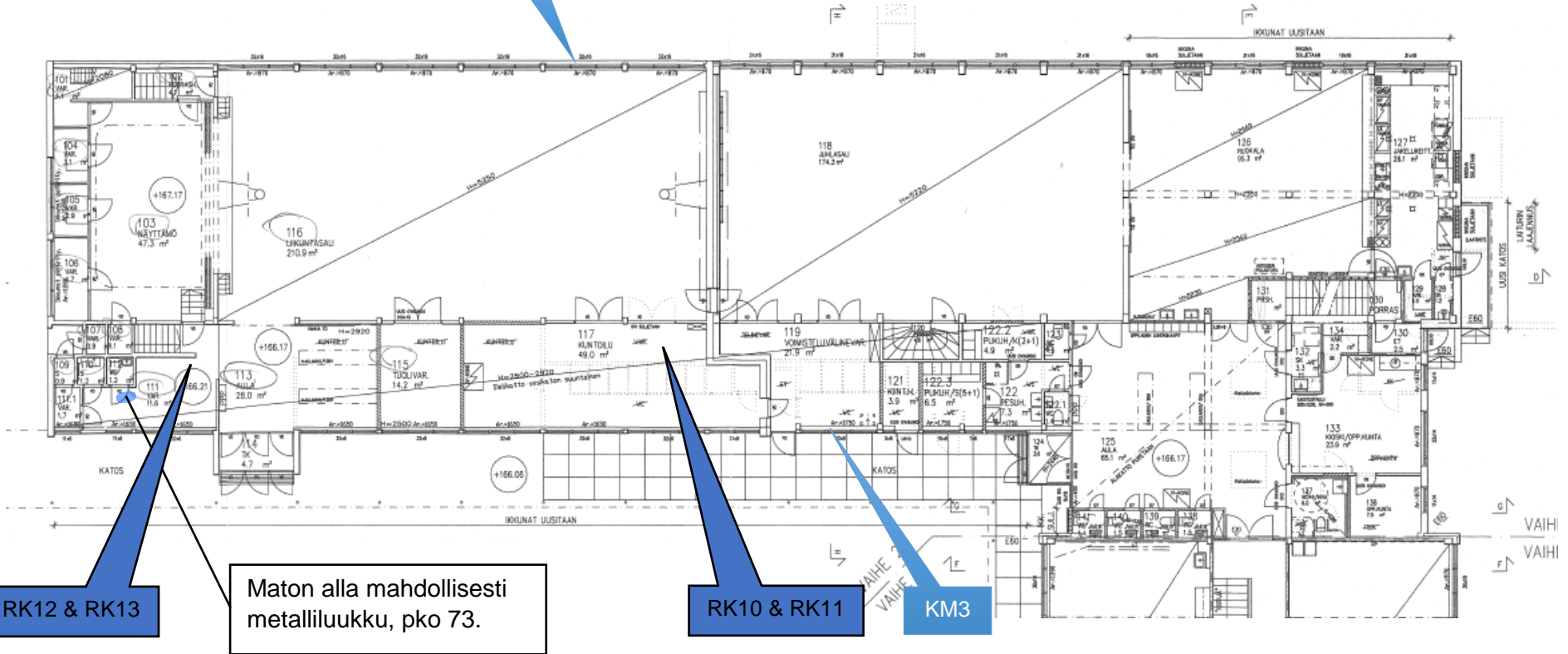
- Pintakosteusilmaisimella ei todettu kohonneita kosteusarvoja Gann 40 - 70
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiassa; Gann 70-85, vertailuarvo 40-70
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiassa; Gann 85-100+, vertailuarvo 70-85
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja seinän alaosassa; Gann 80-135, vertailuarvo 40-65

Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Rakennus 2

1. Kerros

KM2



RK12 & RK13

Maton alla mahdollisesti metalliluukku, pko 73.

RK10 & RK11

KM3



Pintakosteusilmaisimella ei todettu kohonneita kosteusarvoja Gann 40 - 70

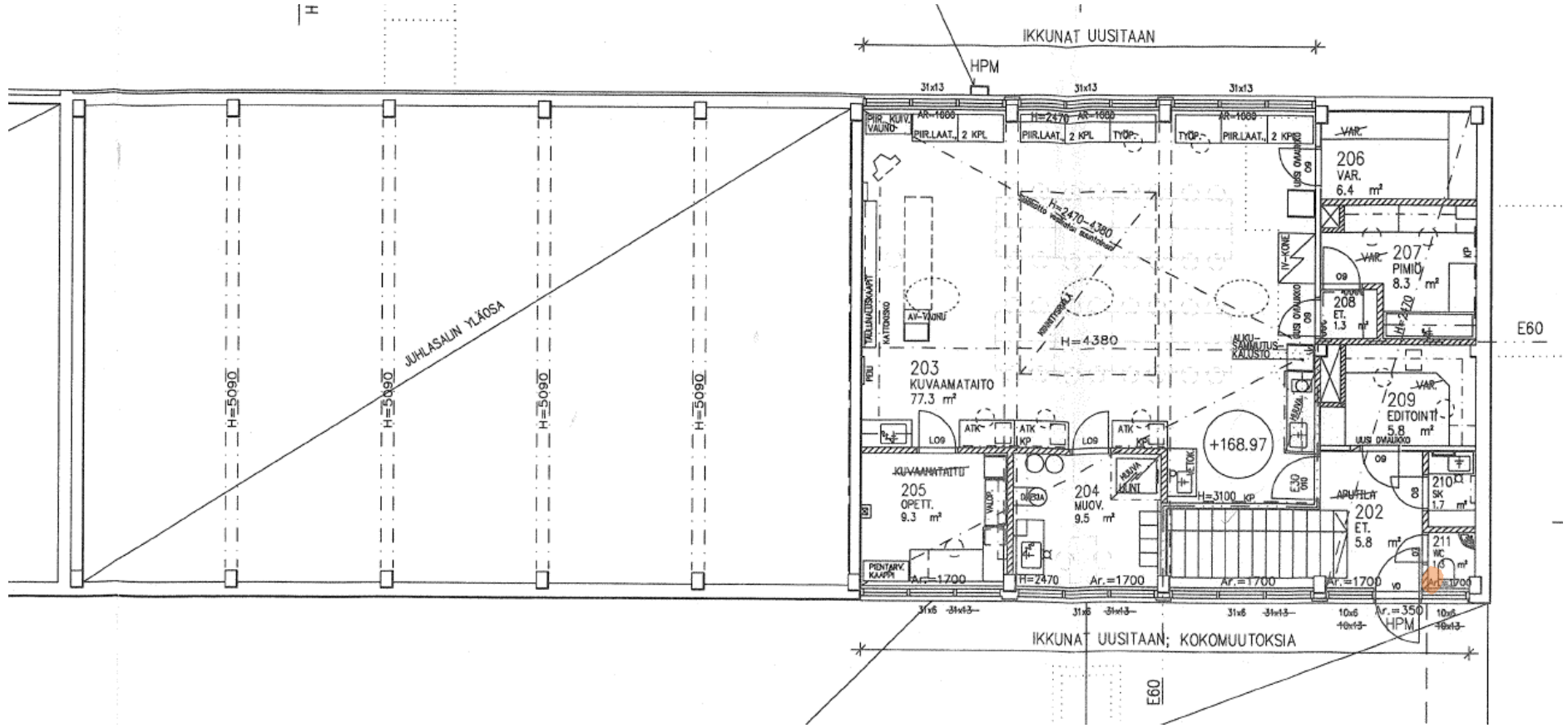


Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiasa; Gann 70-85, vertailuarvo 40-70



Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiasa; Gann 85-100+, vertailuarvo 70-85

Rakennus 2 2. Kerros



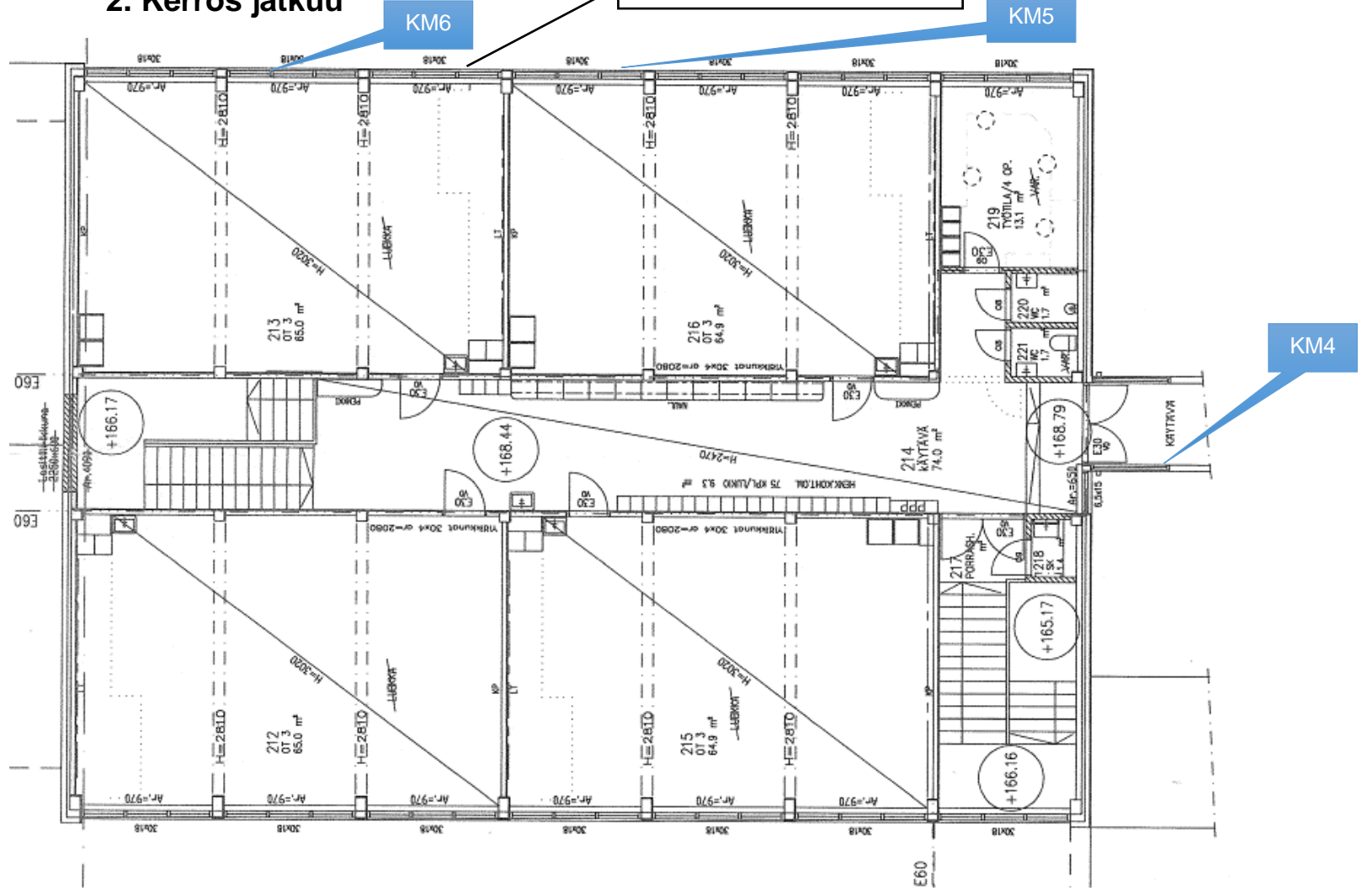
- Pintakosteusilmaisimella ei todettu kohonneita kosteusarvoja; Gann 40-70
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiassa; Gann 70-85, vertailuarvo 40-70
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiassa; Gann 85-100+, vertailuarvo 70-85

Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

Rakennus 2

2. Kerros jatkuu

seinän yläosat kipsilevyä



Pintakosteusilmaisimella ei todettu kohonneita kosteusarvoja; Gann 40-70

Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

LIITE 2: Taulukot kosteusmittauspisteiden tuloksista

Taulukko 1. Betonin suhteellisen kosteuden mittaustulokset

Mittapiste	Tila	RH %	°C	a / g/m ³	Syvyys / mm
RK1	145 luokkahuone	76,2	19,3	12,7	60
RK2	146 luokkahuone	78,1	19,4	13,1	80
RK3	146 luokkahuone	84,1	19,5	14,2	110
RK4	143 luokkahuone	86,4	19,5	14,5	40
RK5	143 luokkahuone	90,3	19,3	15,0	60
RK6	021 käytävä	96,6	21,2	17,9	56
RK7	021 käytävä	98,0	21,1	18,1	84
RK8	026 kirjasto	96,9	19,4	16,2	48
RK9	026 kirjasto	94,4	19,5	15,8	32
RK10	117 kuntoilu	80,0	19,0	13,0	66
RK11	117 kuntoilu	68,7	19,0	11,3	44
RK12	113 aula	76,5	17,9	11,6	66
RK13	113 aula	70,1	17,9	10,7	44
RK14	144 käytävä	80,5	19,1	13,2	80
RK15	144 käytävä	80,2	19,1	13,1	60

Taulukko 2. Viiltomittausten ja eristetilan kosteusmittausten tulokset

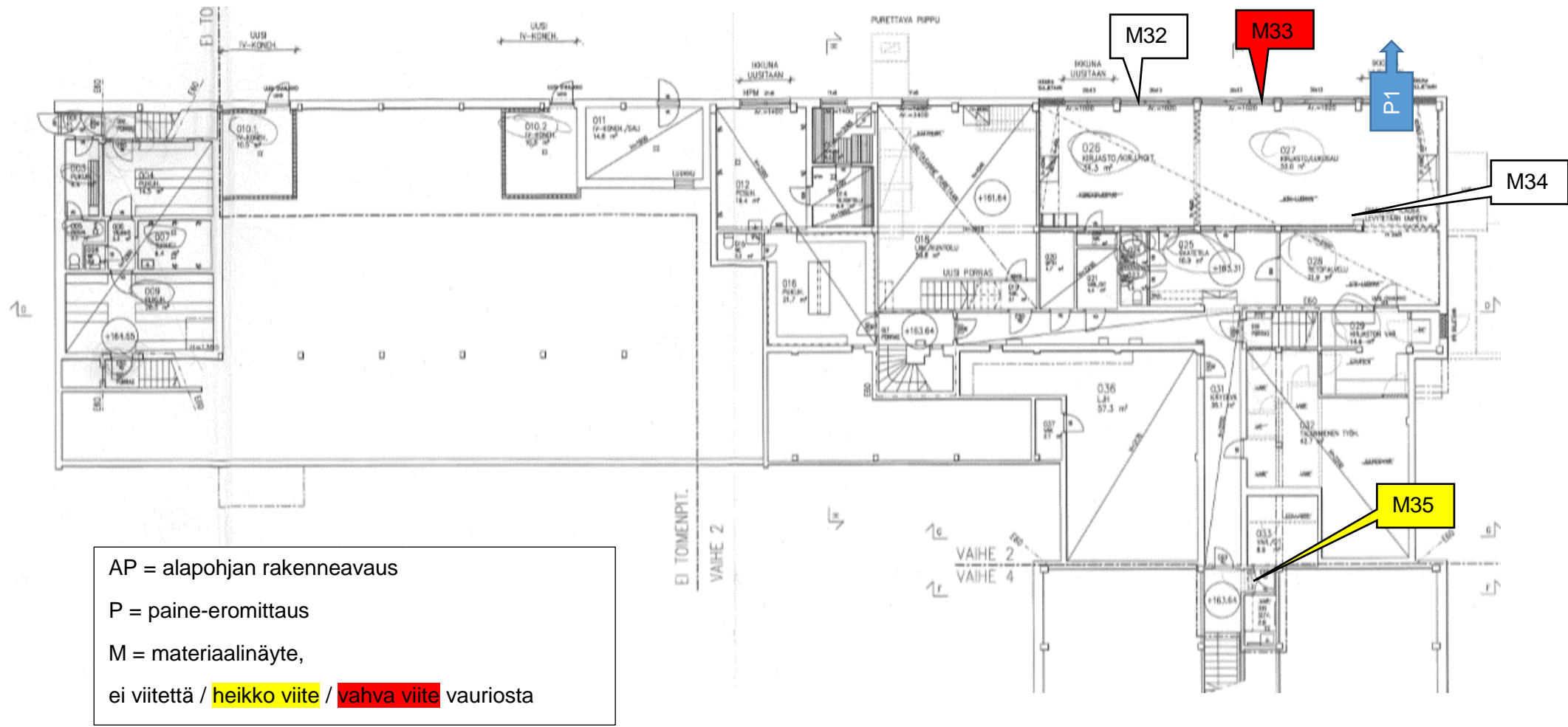
Mittapiste	Tyyppi	Tila	RH %	°C	a / g/m ³
KM1	Viiltomittaus maton alta	018 kuntoilu	96,6	19,4	16,2
KM2	Eristetilan kosteusmittaus	116 liikuntasali	44,6	10,7	4,4
KM3	Eristetilan kosteusmittaus	119 voimisteluvälinevarasto	62,4	6,9	4,8
KM4	Eristetilan kosteusmittaus	Yhdyskäytävä, katto	82,7	2,1	4,6
KM5	Eristetilan kosteusmittaus	216 luokkahuone	74,3	4,7	4,9
KM6	Eristetilan kosteusmittaus	213 luokkahuone	28,1	14,8	4,0
KM7	Eristetilan kosteusmittaus	145 luokkahuone	34,0	14,0	4,1
KM8	Eristetilan kosteusmittaus	146 luokkahuone	24,4	18,9	4,0

Taulukko 3. Sisäilman olosuhteet

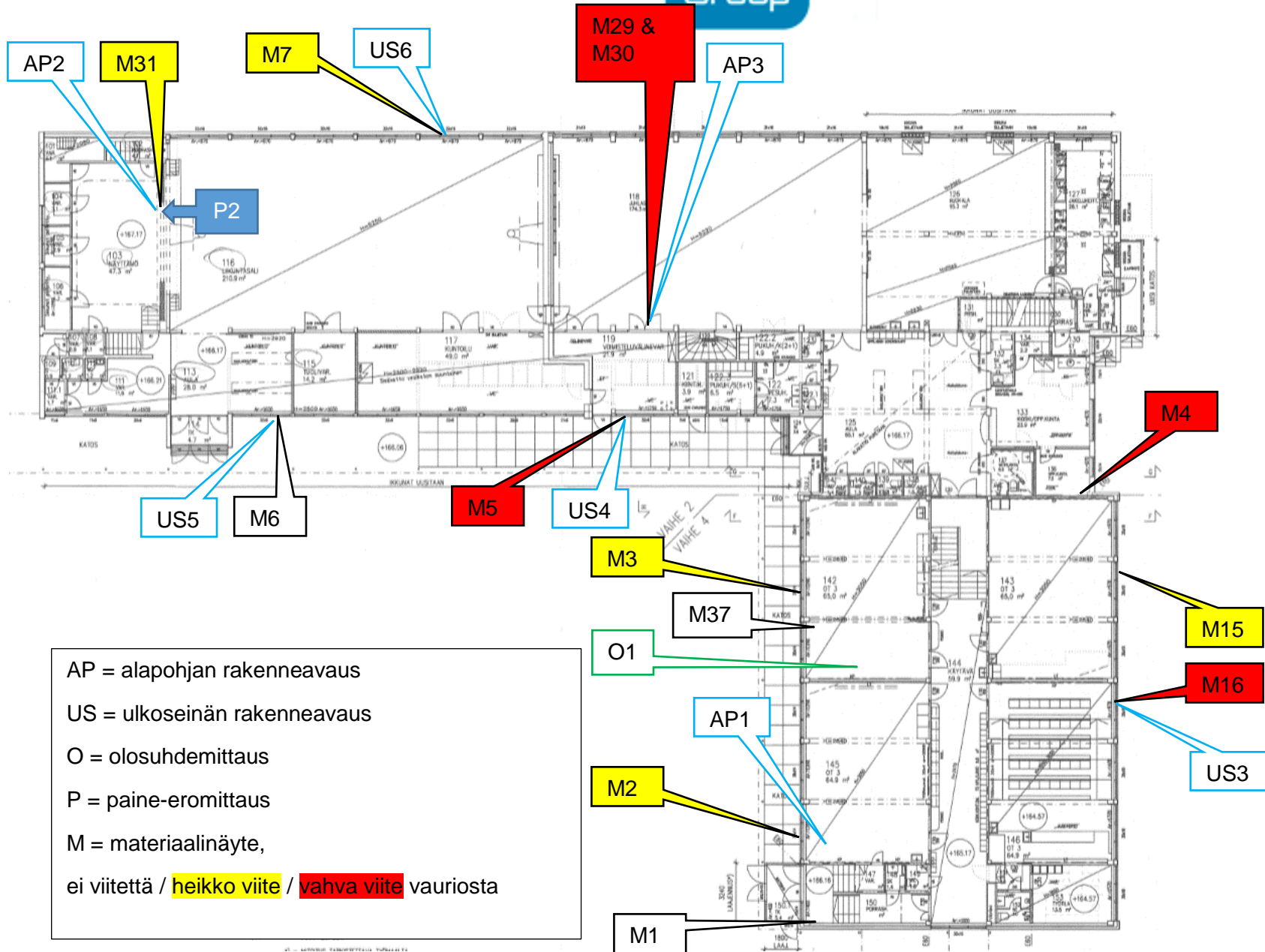
Mittapiste	Tila	RH %	°C	a / g/m ³
SI1	145 luokkahuone	11,4	20,3	2,1
SI2	146 luokkahuone	12,3	20,3	2,1
SI3	143 luokkahuone	11,2	20,7	2,0
SI4	021 käytävä	12,4	21,3	2,4
SI5	117 kuntoilu	15,3	20,1	2,6
SI6	113 aula	13,2	20,0	2,3
SI7	144 käytävä	11,4	20,5	2,0
SI8	018 kuntoilu	27,0	20,2	4,6
SI9	116 liikuntasali	24,6	21,0	4,5
SI10	119 voimisteluvvsto	27,1	19,2	4,5
SI11	Yhdyskäytävä	27,1	20,4	4,8
SI12	216 luokkahuone	23,5	21,4	4,4
SI13	213 luokkahuone	19,1	20,8	3,4

LIITE 3 Rakennuksen pohjakuvat, joissa tehdyt rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Kellarikerros

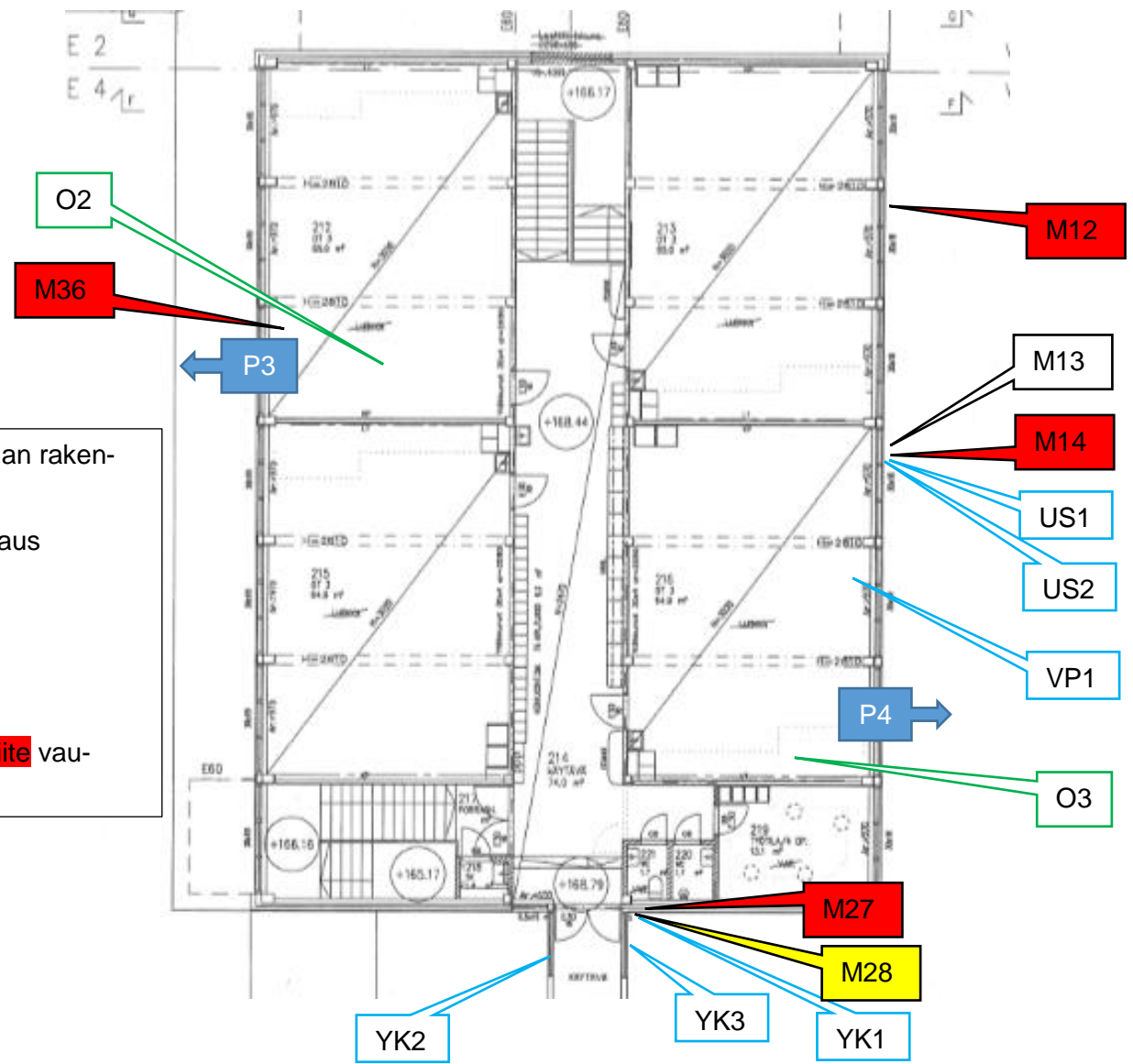


1.krs



Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

2. krs



US, VP = ulkoseinän tai välipohjan rakenne-
neavaus
 YK = yhdyskäytävän rakenneavaus
 P = paine-eromittaus
 O = olosuhdemittaus
 M = materiaalinäyte,
 ei viitettä / heikko viite / vahva viite vau-
 riosta

Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

LIITE 5 Analyysivastaukset mikrobiviljelystä

raportti RM2019-264



Anu Pettersson
RKM Group Oy
Haikanvuori 1A
33960 Pirkkala



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

500200 Lukiotie 1, Ähtäri

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Anu Pettersson ja Antti Salonen, Olavi Penttilä, RKM Group Oy, 25.2.2019 ja 27.2.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 28.2.2019, lisänäytteet 28.2.2019 ja viljelty 28.2.2019.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa.

tulkinta	tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien sädesienet)
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien sädesienet) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - sädesienipesäkemäärä: +++

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml.

raportti RM2019-264


MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 22 % ja sädesienille 32 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnessa.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	M1, mineraalivilla, Rak. 2. porrashuone 150. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia vain yksittäiset pesäkkeet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M2, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 145. US-eriste	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobia. Vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M3, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 142. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobia (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M4, mineraalivilla, Rak. 2. inva-wc 137. vanhan us-eriste	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M5, mineraalivilla, Rak. 2. voimisteluvälinevarasto 119. US-eriste	paljon homeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M6, mineraalivilla, Rak. 2. aula 113. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia vain yksittäiset pesäkkeet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M7, mineraalivilla, Rak. 2. liikuntasali 116. US-eriste	kohtalaisesti homeita, vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M8, mineraalivilla, Rak. 3. luokka 123. US-eriste pilarin välillä	paljon homeita, indikaattorimikrobia, bakteereita paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

M9, mattoliima, tasoite, Rak. 3. luokka 123 lattia, pylväsmännin läheistä	vähän homeita, indikaattorimikrobia. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
M10, mineraalivilla, Rak. 3. luokka 210. US-eriste pilarin takaa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
M11, mineraalivilla, Rak. 3. luokka 210. US-eriste porauksesta	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
M12, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 213. US-eriste	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
M13, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 216. US-eriste levyseinä	vähän homeita, bakteerit alle määntysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
M14, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 216. US-eriste kiviseinä	paljon homeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
M15, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 143. US-eriste	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita, Bakteerit alle määntysrajan	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
M16, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 146. US-eriste	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Lisätietoja:

Näytteet M1-M3 on otettu 25.2.2019, M4 ja M8-M11 26.2.2019, M5-M7 ja M12-M16 27.2.2019.

Näytteen M2 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenvetoon ja johtopäätökseen, näytteen M3 osalla tulosityhteenvetoon. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 14.3.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

raportti RM2019-264


ANALYYSITULOKSET:

Merkintöjen selitykset:

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (sädesienet)	THG (muut bakteerit)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määrittämissä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

* = kosteusvaurioindikaattori.

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärää.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Näyte: M1, mineraalivilla, Rak. 2. porrashuone 150. US-eriste (tutkimustunnus: RM191496)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
			*sädesienet	+(2)

Näyte: M2, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 145. US-eriste (tutkimustunnus: RM191497)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
*Engyodontium sp.	+(25)	+(17)	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus versicolor	+(12)	+(24)	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+	+		
Aspergillus sp.	+			
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+(3)		

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen tulos M2- ja DG18- alustoilla voi olla ++(< 50 pmy/alusta).

raportti RM2019-264



Näyte: M3, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 142. US-eriste (tutkimustunnus: RM191498)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+(26)	muut bakteerit	+(YK)
Penicillium sp.	+	+	*sädesienet	+(9)
*Aspergillus versicolor		+(1)		

Menetelmän mittaasepävarmuus huomioiden näytteen tulos DG18-alustalla voi olla +(< 30 pmy/alusta).

Näyte: M4, mineraalivilla, Rak. 2. inva-wc 137. vanhan us-eriste (tutkimustunnus: RM191499)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus ustus		+(2)	muut bakteerit	+(YK)
Aspergillus-ryhmä Nigri	+		*sädesienet	+(5)
Cladosporium sp.	+			
Mucor sp.	+(YK)			
Penicillium sp.	+++	+++		

Näyte: M5, mineraalivilla, Rak. 2. voimisteluvälinevarasto 119. US-eriste (tutkimustunnus: RM191500)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	+
Cladosporium sp.		+++	muut bakteerit	+
steriilit		+	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+	+		
Aspergillus-ryhmä Nigri		+		

Näyte: M6, mineraalivilla, Rak. 2. aula 113. US-eriste (tutkimustunnus: RM191501)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Cladosporium sp.		+	*sädesienet	+(1)
steriilit		+		
*Eurotium sp.		+(1)		
hiivat	+			

raportti RM2019-264



Näyte: M7, mineraalivilla, Rak. 2. liikuntasali 116. US-eriste (tutkimustunnus: RM191502)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
Cladosporium sp.		+	*sädesienet	<mr
hiivat	+			

Näyte: M8, mineraalivilla, Rak. 3. luokka 123. US-eriste pilarin takaa (tutkimustunnus: RM191503)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	++	++	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus versicolor	+(22)	+(14)	*sädesienet	+++ (T)
*Engyodontium sp.	+(2)			
*Phialophora sensu lato		+(1)		

Näyte: M9, mattoliima, tasoite, Rak. 3. luokka 123 lattia, pystyviemärin läheltä (tutkimustunnus: RM191504)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä		+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus ochraceus		+(1)	*sädesienet	+++ (T)

Näyte: M10, mineraalivilla, Rak. 3. luokka 210. US-eriste pilarin takaa (tutkimustunnus: RM191505)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Aspergillus versicolor	+(6)	+(2)	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus ustus		+(3)	*sädesienet	+++ (T)
Aspergillus sp.	+	+		
*Engyodontium sp.	+(1)			
*Acremonium sp.	+(1)			
Penicillium sp.	+++	+++		

raportti RM2019-264



Näyte: M11, mineraalivilla, Rak. 3. luokka 216. US-eriste porauksesta (tutkimustunnus: RM191506)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
			*sädesienet	<mr

Näyte: M12, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 213. US-eriste (tutkimustunnus: RM191507)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
*Acremonium sp.	+(1)		*sädesienet	+(1)
Cladosporium sp.	+++	+++		

Näyte: M13, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 216. US-eriste levyseinä (tutkimustunnus: RM191508)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+			

Näyte: M14, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 216. US-eriste kiviseinä (tutkimustunnus: RM191509)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	++	+	muut bakteerit	+(YK)
Cladosporium sp.	+++	+++	*sädesienet	<mr

Näyte: M15, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 143. US-eriste (tutkimustunnus: RM191510)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
*Aspergillus versicolor	+(4)	+(2)		
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+(1)		
Penicillium sp.	+	+		

raportti RM2019-264



Näyte: M16, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 146. US-eriste (tutkimustunnus: RM191511)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	+
*Engyodontium sp.	+(11)	+++ (T)	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus versicolor	+(2)	+(3)	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+	+		

VIITTEET:

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

Reiman M, Haatainen S, Kallunki H, Kujanpää L, Laitinen S, Rautiala S. Laimennossarja ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistyksen raportti 13, s. 337-342.

raportti RM2019-273



Anu Pettersson
RKM Group Oy
Haikanvuori 1A
33960 Pirkkala



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

500200 Lukiontie 1, Ähtäri

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Anu Pettersson, Antti Salonen ja Olavi Penttilä, RKM Group Oy, 28.2.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 1.3.2019 ja viljelty 1.3.2019.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa.

tulkinta	tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien sädesienet)
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien sädesienet) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - sädesienipesäkemäärä: +++

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määräysraja on 1 pmy/0,5 ml.

raportti RM2019-273


MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:illä muille bakteereille 22 % ja sädesienille 32 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

YHTEENVETO TULOISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	M17, mineraalivilla, ruokailu rak.3. 124. kylmiön seinän eriste	kohtalaisesti homeita, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M18, mineraalivilla, rak.3. käytävä 121. kylmiön seinän eriste	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M19, mineraalivilla, rak.3. erityisopetustila ala-aula. US-eriste	paljon homeita, indikaattorimikrobia Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M20, mineraalivilla, rak.3. luokka 122. US-eriste	vähän homeita, bakteerit alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M21, mineraalivilla, rak.3. luokka 132. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M22, mineraalivilla, rak.3. luokka 208. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M23, mineraalivilla, rak.3. luokka 206. US-eriste	homeet ja bakteerit alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M24, mineraalivilla, rak.3. tila 201. US-eriste	homeet ja bakteerit alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M25, mineraalivilla, rak.3. tila 212. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M26, styrox, rak.3. op.huone 221. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobia	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

raportti RM2019-273



	M27, mineraalivilla, yhdyskäytävä. seinäliittymän US-villa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M28, puu, yhdyskäytävä. katon puupalkki	vähän homeita, bakteerit alle määrittäysrajan, mutta mikroskopoinnissa rihmastoa ja itiöitä (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M29, sekätäyttö, rak.2. liikuntasali 118. alapohjan täyttö	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M30, puu, rak.2. liikuntasali 118. alapohja. alin kerros ennen betonia	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M31, mineraalivilla. lastu. muu sekätäyttö, rak.2. liikuntasali 116. näyttämön alta alapohja	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M32, mineraalivilla, rak.2. luokka 026. ulkoseinän alaosakotelon vierestä	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M33, mineraalivilla, rak.2. luokka 026. US-eriste US-alaosa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M34, tasoite. liima, rak.2. tila 027. muovimaton alta	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M35, muovimatto. liima. tasoite, rak.2. käytävän 144 alaosan lattia	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobia	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M36, välipohjan eriste. valupaperi, rak.2. luokka 212. välipohja	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M37, muovilaatta, rak.2. luokka 142. lattia	homeet alle määrittäysrajan, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

Näytteen M17 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenvedon ja johtopäätökseen.

Näytemateriaaleja näytteistä M28 ja M37 tarkasteltiin myös suoraan valomikroskoopilla. Tarkastelussa näytteessä M28 todettiin rihmastoa ja itiöitä. Näytteessä M37 ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

raportti RM2019-273



Kuopiossa, 15.3.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

raportti RM2019-273



Näyte: M20, mineraalivilla, rak.3. luokka 122. US-eriste (tutkimustunnus: RM191540)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	<mr
steriilit	+			

Näyte: M21, mineraalivilla, rak.3. luokka 132. US-eriste (tutkimustunnus: RM191541)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
			*sädesienet	<mr

Näyte: M22, mineraalivilla, rak.3. luokka 209. US-eriste (tutkimustunnus: RM191542)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
steriilit	+		*sädesienet	<mr

Näyte: M23, mineraalivilla, rak.3. luokka 205. US-eriste (tutkimustunnus: RM191543)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte: M24, mineraalivilla, rak.3. tila 201. US-eriste (tutkimustunnus: RM191544)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

raportti RM2019-273



Näyte: M25, mineraalivilla, rak.3. tila 212. US-eriste (tutkimustunnus: RM191545)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	FHG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	<mr
Cladosporium sp.		+	*sädesienet	+(3)
*Eurotium sp.		+(2)		
*Aspergillus fumigatus		+(1)		
Aspergillus- ryhmä Nigri		+		

Näyte: M26, styloxi, rak.3. op.huone 221. US-eriste (tutkimustunnus: RM191546)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	<mr
			*sädesienet	+(3)

Näyte: M27, mineraalivilla, yhdyskäytävä. seinäliittymän US-villa (tutkimustunnus: RM191547)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	+
Cladosporium sp.	+	+++	muut bakteerit	+(YK)
*Chaetomium sp.	+(13)	+(1)	*sädesienet	+(7)
Penicillium sp.	+	+		
*Aspergillus ustus	+(2)	+(1)		
hiivat		+		

Näyte: M28, puu, yhdyskäytävä. katon puupalkki (tutkimustunnus: RM191548)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		

raportti RM2019-273



Näyte: M29, sekatäyttö, rak.2. liikuntasali 118. alapohjan täyttö (tutkimustunnus: RM191549)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	++	+++	muut bakteerit	+(YK)
*Ulocladium sp.	+(22)	+(12)	*sädesienet	<mr
*Paecilomyces sp.	+(12)			
hiivat	+			
Mucor sp.		+		

Näyte: M30, puu, rak.2. liikuntasali 118. alapohja. alin kerros ennen betonia (tutkimustunnus: RM191550)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+++	+++	muut bakteerit	+++
*Paecilomyces sp.	+++ (T)	+++ (T)	*sädesienet	+(1)

Näyte: M31, mineraalivilla. lastu. muu sekatäyttö, rak.2. liikuntasali 116. näyttämön alta alapohja (tutkimustunnus: RM191551)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus fumigatus	+(2)		*sädesienet	<mr
*Paecilomyces sp.	+(2)			
Alternaria sp.	+			

Näyte: M32, mineraalivilla, rak.2. luokka 026. ulkoseinän alaosakotelon vierestä (tutkimustunnus: RM191552)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.		+	muut bakteerit	+
			*sädesienet	<mr

raportti RM2019-273



Näyte: M33, mineraalivilla, rak.2. luokka 026. US-eriste US-alaosa (tutkimustunnus: RM191553)

	M2	DG18	THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä +
*Aspergillus versicolor	+(25)	+++ (T)	muut bakteerit +(YK)
Penicillium sp.	+	+	*sädesienet +(2)
*Aspergillus ochraceus		+(1)	
*Ulocladium sp.	+(1)		
Cladosporium sp.		+++	
*Engyodontium sp.	+++ (T)		

Näyte: M34, tasoite. liima, rak.2. tila 027. muovimaton alta (tutkimustunnus: RM191554)

	M2	DG18	THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä +
Penicillium sp.		+	muut bakteerit +(YK)
			*sädesienet <mr

Näyte: M35, muovimatto. liima. tasoite, rak.2. käytävän 144 alaosan lattia (tutkimustunnus: RM191555)

	M2	DG18	THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä +
*Acronium sp.	+(10)	+(15)	muut bakteerit +(YK)
Penicillium sp.	+		*sädesienet <mr

Näyte: M36, välipohjan eriste. valupaperi, rak.2. luokka 212. välipohja (tutkimustunnus: RM191556)

	M2	DG18	THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä +++
Penicillium sp.	+++	+++	muut bakteerit +++
			*sädesienet +++ (T)

raportti RM2019-273



Näyte: M37, muovilaatta, rak.2. luokka 142. lattia (tutkimustunnus: RM191557)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(pmy/malja)
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*sädesienet	<mr

VIITTEET:

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

Reiman M, Haatainen S, Kallunki H, Kujanpää L, Laitinen S, Rautiala S. Laimennossarja ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistyksen raportti 13, s. 337-342.

LIITE 6 Analyysivastaukset 2 viikon kertyneen pölyn kuitulaskennasta

 Tampereen asbesti-
ja kuitulaboratorio

190318_023

SIVU 1 / 2

ANALYYSIRAPORTTI

Tilaja: RKM Group Oy	Kohde: 500200 Ähtärin yhteiskoulu ja lukio
Tilauspäivä: 18.3.2019 Analysointipäivä: 18.3.2019	Näytteenottaja: Antti Salonen

MINERAALIVILLAKUITUANALYYSI

Analysimenetelmä:
Tilajan toimittama geeliteippinäyte (BM Dustlifter™) painetaan puhtaalle aluslasille. Yli 20 µm pitkien mineraalivillakuitujen määrä lasketaan valomikroskoopilla. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.

TULOKSET

Asiakkaan näytetunnus	Laboratorion työnumero	Näytetiedot	Tulos (kuitua/cm ²)
K1	190318_032	Luokka 142. Lukio	< 0,10
K2	190318_033	Luokka 146. Lukio	< 0,10
K3	190318_034	Luokka 212. Lukio	< 0,10
K4	190318_035	Luokka 202. Yhteiskoulu	0,14
K5	190318_036	Luokka 123. Yhteiskoulu	< 0,10
K6	190318_037	Luokka 209. Yhteiskoulu	< 0,10
K7	190318_038	Luokka 112. Yhteiskoulu	< 0,10
K8	190318_039	Luokka 122. Yhteiskoulu	0,21
K9	190318_040	Opettajainhuone. Yhteiskoulu.	< 0,10
K10	190318_041	Neuvotteluhuone. Yhteiskoulu.	0,14

Mineraalivillakuitujen toimenpideraja normaalisti siivotulle pinnalle kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä on 0,20 kuitua/cm². Toimistorakennusten tuloilmakanavien pinnoilla mineraalivillakuitujen keskimääräinen pitoisuus on 10–30 kuitua/cm².

Tampereen asbesti-
ja kuitulaboratorio

190318_023

SIVU 2 / 2

ANALYYSIRAPORTTI



Heli Knuutila
laatupäällikkö

raportti VC2019-044



Anu Pettersson
RKM Group Oy
Haikanvuori 1A
33960 Pirkkala



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

500200 Lukiotie 1, Ähtäri

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Anu Pettersson, RKM Group Oy, 26.2.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 1.3.2019 ja VOC-analyysit on tehty 1.3.2019.

ANALYYSIT:

Ilmanäytteet kerättiin Tenax TA adsorbenttiin ja analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteistolla. Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto NIST11) ja niiden pitoisuudet laskettiin tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). TVOC-pitoisuus määritettiin laskemalla yhteen kaikkien yhdisteiden tolueeniekvivalentteina määritetyt pitoisuudet n-heksaanin ja heksadekaanin väliltä.

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatin (TXIB) pitoisuus on laskettu puhtaan vertailuaineen avulla. Yhdisteen omalla vasteella lasketut tulokset on merkitty tulostaulukkoon tähdellä (*).

Tulosraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun näytteen keräysaikaan.

TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 35 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 19 – 38 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat suurempia ja niiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.

Puhtaiden, vertailuaineen avulla laskettujen yhdisteiden määrittämissä raja on keskimäärin 4 ng/näyte, jolloin se on 10 litran näytteelle 0,4 µg/m³. TVOC-pitoisuudelle määrittämissä raja on 10 µg/m³.

TULOKSEN TULKINTA:

Jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistossa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää 100 µg/m³, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016).

Asunnoissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja on 400 µg/m³ ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m³ tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015). Lisäksi seuraaville sisäilmaongelmiin liittyville yksittäisille yhdisteille on säädetty erilliset toimenpiderajat tolueenivasteella laskettuna; 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatti (TXIB) (10 µg/m³), 2-etyyli-1-heksanoli (10 µg/m³),

raportti VC2019-044



styreeni (40 µg/m³) ja naftaleeni (10 µg/m³).

Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan (50 µg/m³) ylityessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvitettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseisessä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit), ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/216).

Asuminoissa yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat tyypillisesti välillä 5-20 µg/m³ ja kokonaispitoisuudet (TVOC) 120-350 µg/m³ (Järnström, 2007).

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

* laskettu yhdisteen omalla vasteella.

Näyte: 1, yhdyskäytävä 80cm (tutkimustunnus: VC190105, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 6dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
TVOC	33
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
heksadekaani	0.2
tetradekaani	0.3
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
Styrene	0.2 (*0.2)
etyyli-bentseeni	0.2
m-Ksyleeni	1.2
tolueeni	4.9 (*5.5)
TERPEENIT	
3-kareeni	0.5
alfa-pineeni	2
mentoli	0.2
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	0.3 (*0.4)
bentsyylialkoholi	0.2
fenoli	0.2
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-fenoksietanoli	0.5
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	0.5
dekanaali	2.6

raportti VC2019-044



heksanaali	1.2
heptanaali	0.5
nonanaali	3.6
oktanaali	0.4
oktanaali	1.3

PIIYHDISTEET

dekametyylisyklopentasiloksaani	0.6
dodekametyylisykloheksasiloksaani	0.4
heksametyylisyklotrisiloksaani	0.6
oktametyylisyklotetrasiloksaani	0.5

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

8.9 (27% TVOC:sta)

Kuopiossa, 8.3.2019

Jani Mäkelä

Mikrobioni Oy

TAUSTAA:

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrinpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC-yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50-250°C asteen välissä.

VOC-yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetonit, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC-yhdisteitä.

Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC-yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, asunnoissa tavallisesti alle 600 µg/m³ ja toimistoissa alle 250 µg/m³. Asunnoissa yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tavallisesti alle 15 µg/m³. Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC-pitoisuustasot ovat useita kertaluokkia suurempia. Toimistotyyppisissä tiloissa yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat yleensä alle 5 µg/m³.

VOC-päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrinpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC-yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC-yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC-yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojavarustusta.

VIITTEET:

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

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

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

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

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

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

RKM Group Oy
Haikanvuori 1 A, 33960 Pirkkala
Y-tunnus: 1892257-2
info@rkmgrou.fi



Anu Pettersson
Tutkimusinsinööri (DI), sisäilma-asiantuntija
Rakennusterveysasiantuntijan sertifiikaatti
C-10275-26-13



Antti Salonen
Tutkimusinsinööri (DI), sisäilma-asiantuntija
Rakennusterveysasiantuntijan sertifiikaatti
C-24560-26-19