

ÄHTÄRIN YHTEISKOULU 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
3	Havainnot ja tulokset.....	7
3.1	Rakenteet	7
3.1.1	Rakennuksen ulkopuoli.....	7
3.1.2	Salaojat	8
3.1.3	Alapohja	8
3.1.4	Välipohja.....	9
3.1.5	Ulkoseinät.....	9
3.1.6	Väliseinät ja kotelorakenteet	9
3.1.7	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	12
3.3	Olosuhteet	13
3.4	Hiilidioksidimittaukset.....	13
3.5	Sisäilmanäytteet	14
3.5.1	Kuitunäytteiden analyysitulokset.....	14
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 1-5

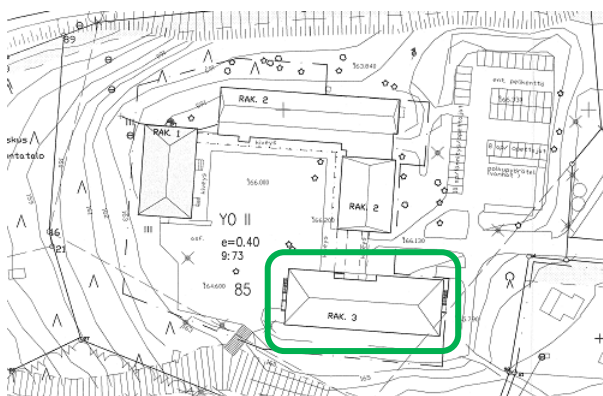
1 KOHDETIEDOT

1.1 Kohteen tunnistetiedot

- Kohde: Ähtärin yhteiskoulu
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 yhteiskoulu, kuvassa rakennus 3, on rakennettu alun perin 70-luvun puolivälissä. Ilmanvaihto on uusittu moderneilla tulo-poisto-ilmanvaihtokoneilla toimivaksi ja tiloihin on tehty vähäisiä tilamuu-
toksia ja pintamateriaaleja on uusittu. Rakennuksen vesikatto on uusittu ja yläpohjan lämmöneris-
tystä on parannettu. Yksittäisissä yhteiskoulun tiloissa on koettu epäiltyä sisäilmaperäistä oireilua,
jonka syyt sekä tarvittavat korjaustoimenpiteet halutaan selvittää. Lisäksi halutaan selvitys raken-
nuksen 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 eläimestä 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 kasvatustapa 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 selvitettävä. 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 merkkiainekaasua 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.

Mitattava alue yleensä alipaineistetaan 10-15 Pascalin alipaineeseen tiiveysmittauslaitteistolla (painneovi) tai muulla tavoin. Erillinen osastointi ei ole välttämätöntä, sillä suuretkin rakennukset pystytään alipaineistamaan tarvittaessa kerralla. Vuotokohdat luokitellaan ohjeen mukaan pistemäisiin, vähäisiin ja merkittäviin ilmapuotoihin. Havainnot valokuvataan ja merkitään pohjakuviin.

Yleisin käyttökohde merkkiainekokeille on tila tai rakennus, jossa on havaittu sisäilmaongelmia. Rakenteiden ilmapuotokohtien 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 kosteuskokemat 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 mittaustilalämpötila 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 alustastaan 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 mittapää.

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.

3 HAVAINNOT JA TULOKSET

3.1 Rakenteet

3.1.1 Rakennuksen ulkopuoli

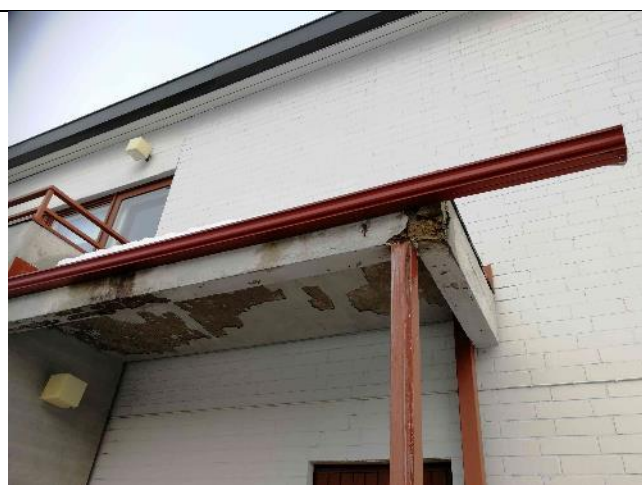
Rakennuksen ulkopuoli tarkastettiin silmämääräisesti.

Räystäskouruissa havaittiin paikkoja, joissa sadevesi on kastellut/kastelee julkisivua. Julkisivun tuulettumaton tiiliverhous kuivuu kastumisen jälkeen hitaasti ja mikrobikasvua voi muodostua rakenteisiin.

Julkisivun tiilipinnoissa ja betonipinnoissa havaittiin kosteusrasitetuilla alueilla maalipinnan irtoamista ja hilseilyä sekä tiilisaumojen vikaantumista. Näitä alueita on kokonaisuudessaan vähän.



Säärasitetut maalatut betoniosat ovat menettäneet maalipinnoitettaan.



Länsipäädyn betonikatoksessa pinnoite on vikaantunut ja paikoin on merkkejä pakkasrapaumasta.



Räystäskouru kastelee tuulettumatonta julkisivumuurausta.

3.1.2 Salaojat

Tutkimuksissa havaittiin, että rakennus on salaojitettu kaikilta muilta sivuilta paitsi luoteisnurkaltaan, jolloin pohjois- ja länsisivuista noin puolet on salaojittamatta tai mahdollisesti vanhaa salaojaa, johon ei ole tarkastuskaivoja.

Tarkastettujen salaojien rakenteellinen kunto on hyvä. Salaojaputkissa ei havaittu pohjilla virtausta estävää kertymää, eikä putkissa havaittu halkeamia, painumia tai liitoksistaan irtoamisia.

Salaojaputkissa ei havaittu merkkejä veden läsnäolosta, eikä vähäisintäkään hienoaineskertymää. Salaojaputkissa oli hämähäkinseittejä ja putket olivat rutikuivat. Tämä voi johtua useasta tekijästä, eikä tähän liity välttämättä ongelmaa. Syytä salaojien kuivuuteen ei voida selvittää muuten kuin kaivamalla rakennuksen ympärystä auki ja selvittämällä maa-ainekerrokset sekä kallion asema. Tähän ei kuitenkaan ole tarpeen ryhtyä, sillä rakennuksen sisäpuolella ei havaittu salaojituksen puutteelliseen toimintaan viittaavia kosteusarvoja.

3.1.3 Alapohja

Rakennuksen alapohjarakenteena on yksinkertainen maanvastainen betonilaatta. Lattiapinnoitteena on muovimatto.

Pohjatäyttö on luonnonhiekkaa, jossa on mukana hienoainesta. Maa-aines mahdollistaa kapillaarisen kosteuden nousun. Rakenteisiin maaperästä noussut kosteus voi aiheuttaa rakenteiden mikrobivaurioitumista.

Alapohjarakenne tarkastettiin tiloista 122 ja 118, johon tehtiin porareivät. Tarkastuspisteet on merkitty liitteen 3 pohjakuvaan tunnuksella AP4 ja AP5.

Luokahuoneen 123 nurkassa kulkevan pystyviemärin ympärillä lattiassa havaittiin pintakosteuden osoittimella kohonnutta kosteutta. Lattian muovimattoa avattiin viemärin ympäriltä ja mattoliimasta

ja tasoitteesta otettiin materiaalinäyte (M9). Materiaalinäytteen tulos oli selvä mikrobikasvu materiaalissa. Vaurio luokkahuoneen lattiassa on paikallinen ja sen on aiheuttanut todennäköisesti viemäriputken liitoksen vuotaminen.

Kohonnutta kosteutta alapohjarakenteessa havaittiin lisäksi luokkahuoneen 122 alapohjassa keskellä huonetta, opetuskeittiön 108 lattiassa pienellä alueella, käytävän 121 lattiassa seinän vieressä sekä opetuskeittiön 118 lattiassa keskellä huonetta. Näiden alueiden kosteutta mitattiin viilto- ja porareikämittauksilla. Viiltomittauksissa muovimaton alta havaittiin lievästi kohonnutta kosteutta luokassa 122 (KM15) ja opetuskeittiössä 108 (KM16) sekä selvästi kosteaa käytävässä 121 (KM17). Alapohjan porareikämittauksissa opetuskeittiössä havaittiin selvästi kosteaa (RK15 ja RK16). Mittaustulokset (KM) ja (RK) on esitetty liitteessä 2.

3.1.4 Välipohja

Rakennuksen vanhan osan välipohjarakenne selvitettiin porauksella mahdollisten välipohjan ääneristekerrosten selvittämiseksi luokkahuoneesta 210. Välipohjassa ei havaittu eristekerrosta.

3.1.5 Ulkoseinät

Ulkoseinien rakenteen selvittämiseksi tehtiin rakenneavauksia rakennuksen ulkoseiniin. Kaksi rakenneavausta tehtiin niin, että ulkoseinän sisäkuoren tiili irrotettiin ja muut avaukset tehtiin poraamalla. Rakenteen kunnan selvittämiseksi eristekerroksen materiaaleista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten.

Rakennuksen ulkoseinät ovat tiili-eristekerros-tiilirakenteisia ja betoni-eristekerros-tiilirakenteisia. Eristemateriaalina on käytetty pääosin mineraalivillaa. Yhdessä avauksessa havaittiin (tila 221, opettajainhuoneen päätyseinä) ulkoseinän eristeenä EPS(styrox)-eriste. Ulkoseinien sisäkuori on betonia rakennuksen päätyseinillä. Tarkastuspisteet on merkitty liitteen 3 pohjakuvaan tunnuksilla US7...US15.

Eristekerroksesta otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyysiä varten. Selvä mikrobikasvu ulkoseinän eristeessä havaittiin tiloissa 123 (M8), 210 (M10) ja ala-aulaan rakennetussa erityisopetustilassa (M19). Epäily mikrobikasvusta materiaalissa havaittiin tiloissa 212 (M25) ja 221 (M26). Näytteissä M25 ja M26 havaittiin muutamia kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja, joka on tavanomaista ulkoseinän eristeissä.

3.1.5.1 Ulkoseinien eristetilan kosteusmittaukset

Ulkoseinien eristetilojen kosteutta mitattiin 9 mittapistestä. Mittauksissa ei havaittu poikkeavaa. Kosteusmittausten tulokset on esitetty liitteenä 2 olevassa taulukossa ja mittapistet on merkitty liitteenä 1 oleviin pohjakuviin tunnuksilla KM9...KM23.

3.1.6 Väliseinät ja kotelorakenteet

Väliseinät ovat tiili- tai puurunkoisia seiniä. Väliseinät lähtevät maanvaraisen laatan päältä.

Väliseiniä tutkittiin tarkemmin kylmiöiden kohdalla sekä jakelukeittiön wc:ssä.

Käyttäjien mukaan opetuskeittiön 109 kylmiössä on mikrobiperäinen haju, joka tarttuu elintarvikkeisiin. Kylmiön käyttö on tämän vuoksi lopetettu. Opetuskeittiön 109 yhteydessä olevaa kylmiötä tutkittiin tekemällä kylmiön seinään rakenneavaus käytävän puolelta. Kylmiön seinän eristevillasta otettiin materiaalinäyte M18. Näytteen tulos oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa.

Myös ruokalan yhteydessä olevan kylmiön seinä tutkittiin rakenneavauksella. Kylmiön seinän eristeestä otettiin materiaalinäyte M17 . Näytteen tulos oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa.

WC 129

Wc:n 129 väliseinässä havaittiin vauriojälkiä. Väliseinän eristetilan kosteus mitattiin (KM34). Eristetilassa ei havaittu kohonnuttua kosteutta. Seinän vaurio on todennäköisesti vanha. Seinä on kuitenkin aistinvaraisesti mikrobivaurioitunut ja myös kuivuneet vauriot voivat aiheuttaa käyttäjille terveydellisiä oireita.

Kotelorakenne ruokalan oviaukon kohdalta

Pintakosteuskartoituksessa havaittiin lievästi kohonnuttua kosteutta putkikotelon ympärillä ruokalan oviaukon kohdalla. Kotelorakennetta avattiin alaosaan ja havaittiin rakenteissa vuotaneen veden aiheuttamia vaurioita.

3.1.7 Vesikatot ja yläpohja

Vesikatto on sahatavarasta paikalla betonisen yläpohjalaatan päälle rakennettu aumakatto. Vesikatteenä toimii profiilipeltikate, joka on kiinnitetty harvalaudoitukseen tiivisteruuvein. Harjalla ja ulkojiireillä ei ole tiivisteitä, eikä peltikatteen alla ole aluskatetta. Myrskyisällä ilmalla tai lumen tuiskutessa vettä/lunta voi tunkeutua harjan tai ulkojiirien kautta.

Yläpohjassa havaittiin harjan ja ulkojiirien kohdalla puhallusvillan painuneen sekä lunta. Puhallusvillaa ja alempaa levyvillaa on tarpeen poistaa näiltä kohdoin riittävässä määrin ja puhdistaa liittyvät kantavat rakenteet. Harja- ja ulkojiirit on tarpeen tiivistää samalla kuitenkin varmistaen yläpohjan riittävä tuulettuminen.

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.



Yleiskuva vesikatteesta.



Tuiskunutta lunta pääsee harjapelin alta yläpohjaan.



3.2 Ilmanvaihto ja tilojen painesuhteet

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää tarkasteltiin ilmamäärien ja mahdollisten kuitulähteiden osalta.

3.2.1 Ilmamäärämittaukset

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

Mitatut ilmamäärät ovat tilojen käyttöön nähden tutkituilta osin riittävät. Ilmanvaihdon säädöt voivat aiheuttaa yksittäisiin tiloihin tarpeettoman suuren alipaineen, mikä voi aiheuttaa ilman kulkeutumista muista tiloista sekä ulkovaipparakenteiden läpi.

3.2.2 Ilmanvaihdon kuitulähteet

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

Ilmanvaihtokanavistossa ei havaittu kuitulähteitä. Alakerran koneen puhdistusluukussa on vähäinen mahdollinen kuitulähde pellityksen raossa mutta sen vaikutus sisäilmaan on vähäinen eikä se tuo selitystä koettuun oireiluun. Yhdessä reikäpeltiäänenvaimentimessa havaittiin vähäinen vikaantumisen reikäpellissä, mikä on mahdollinen kuitulähde mutta sen vaikutus sisäilmaan on vähäinen eikä se tuo selitystä koettuun oireiluun.

Tuloilman jakolaatikot on uusituilta osin eristetty polyesteriäänenvaimennusmateriaalilla, josta ei irtoa mineraalivillakuituja. Tuloilmaelimet on paikoin suunnattu puhaltamaan kattoon päin ja katoissa on paikoin reunapinoitamatonta akustiikkavillaa. Akustiikkavillan reunoista voi irrota kuituja sisäilmaan, mikä voi selittää oireilua kyseisessä tilassa.

3.2.3 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksen painesuhteita mitattiin kahdesta tilasta noin kahden viikon ajan maaliskuun 2019 alussa. Painesuhdemittauksissa mitattiin tilojen 123 ja 201 ja ulkoilman välistä paine-eroa.

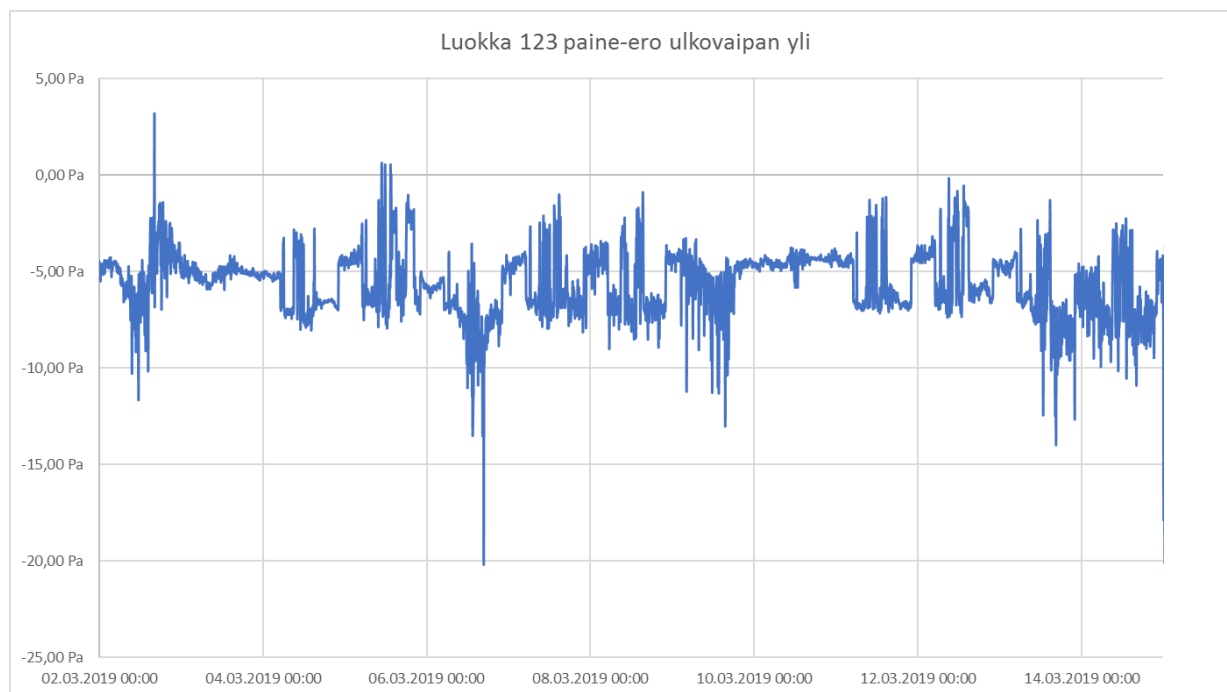
Rakennukseen painesuhteisiin vaikuttaa ilmanvaihdon lisäksi myös ulkoilman olosuhteet (lämpötila, tuuliolosuhteet). Vesisade voi tukkia mittayhteen, mikä aiheuttaa korkeita piikkejä käyrästäöihin.

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

Paine-eron mittauspisteet on merkitty liitteen 3 pohjakuviin P5...P6.

Tila 123 (P1)

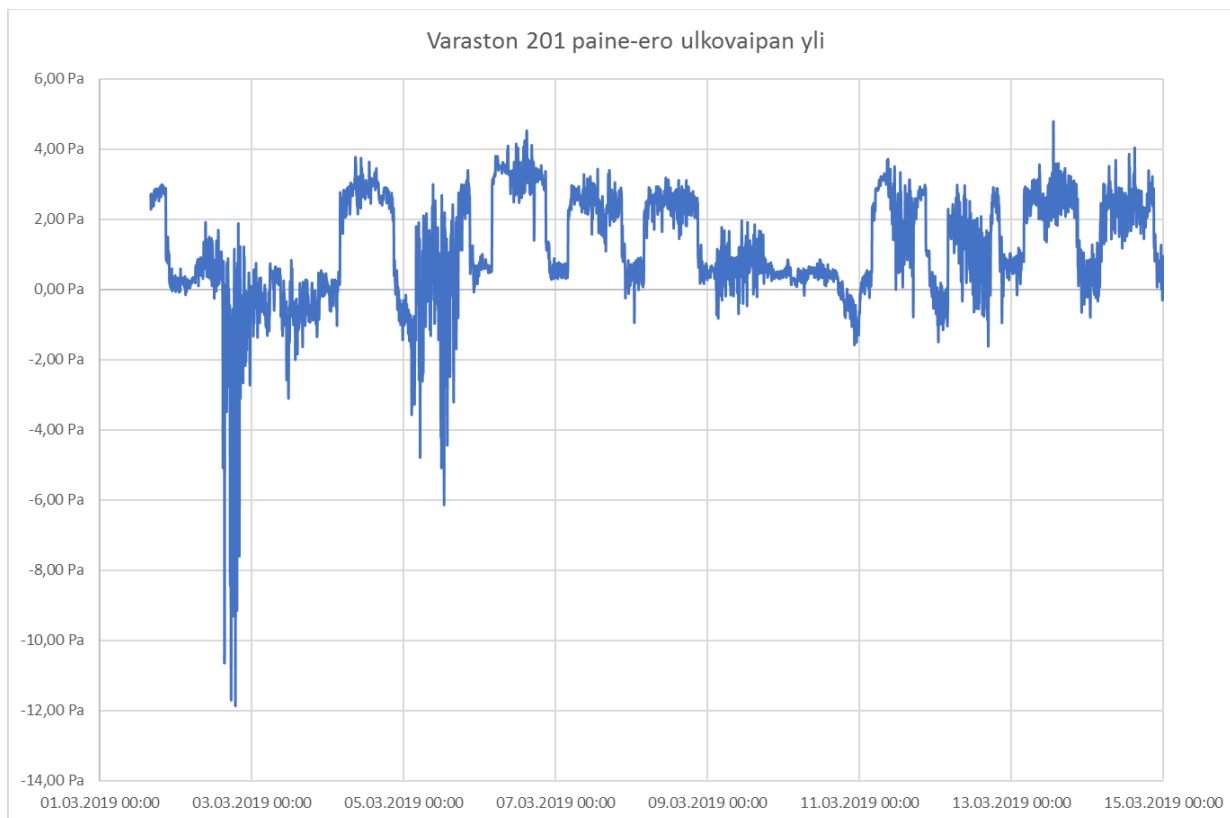
1.-kerroksen luokkahuone 123 oli lähes koko mittausajan lievästi alipaineinen. Paine-ero mittausajana oli lähes optimaalisella tasolla.



Kuvaaja 1. Luokan 123 paine-eromittaus ulkovaipan yli

Tila 201(P2)

2.-kerroksen varasto oli lähes koko mittausajan lievästi ylipaineinen. Jatkuva ylipaine tilassa voi saada sisäilman tuntumaan tunkkaiselta.



Kuvaaja 2. Varaston 201 paine-eromittaus 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 mitatuissa tiloissa mittausaikana oli pääosin Asumisterveysasetuksen raja-arvojen sisällä. Yksittäisinä päivinä lämpötila laski joissakin tiloissa alle 20 °C:een. Tilojen suhteellisessa kosteudessa ei havaittu poikkeavaa.

3.4 Hiilidioksidimittaukset

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin samoista neljästä tilasta kuin lämpötiloja. Hiilidioksidipitoisuudet pysyivät mittausjakson ajan maltillisina, eivätkä ne selitä tiloissa mahdollisesti koettua oireilua. Mittapistet on esitetty liitteen 3 pohjakuviissa merkinnöillä O4-O7.

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

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 7 eri tilasta. Ko. näytteenottotavalla Työterveyslaitoksen ns. suositusraja-arvo on < 0,2 kuitua / cm² samoin kuin Asumisterveysasetuksen toimenpideraja, jota sovelletaan koulu- rakennuksiin.

Näytteet analysoitiin Tampereen asbesti- ja kuitulaboratoriossa. Alla olevassa taulukossa on esitetty tulokset kuitunäytteistä. Liitteessä 5 on esitetty analyysivastaukset.

Liitteen 3 pohjakuvissa näytteenottoaikat on merkitty tunnuksilla K4-K10.

Yhden näytteen tulos ylitti lievästi Työterveyslaitoksen suositusraja-arvojen/Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Muiden näytteiden tulokset olivat alle Työterveyslaitoksen suositusraja-arvojen/Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Näytteiden tulkinnassa on kuitenkin otettava huomioon, että laskeumalevyllä 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]
K4	Luokka 202	0,14
K5	Luokka 123	<0,1
K6	Luokka 209	<0,1
K7	Luokka 112	<0,1
K8	Luokka 122	0,21
K9	Opettajainhuone 221	<0,1
K10	Neuvotteluhuone 212	0,14

3.6 Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tutkimusmenetelmänä oli suoraviljely, jossa on viljelyyn perustuva suku-/lajitason tunnistus ja suuntaa antava määrärajo. Materiaalinäytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:n sisäilmalaboratoriossa Kuopiossa. Analyyseissä 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 mikrobianalyyseistä 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) olleessa 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, näyttemateriaaleista sekä esitetty näytteen tulosten tulkinta. Ensimmäisen sarakkeen väritys kuvaa tulkintaa mahdollisesta materiaalin kosteusvauriosta:

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

Taulukko. Yhteiskoulusta otetut materiaalinäytteet.

	Tila / näyte	Materiaali	Tulkinta
	123, luokkahuone / M8	Mineraalivilla, US-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +++. Useita kosteusvaurioindikaattoreita +, sädesienet +++.

Tutkimuslauseen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

	123, luokkahuone / M9	Mattoliima, ta-soite	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +, sädesienet +++
	210, luokkahuone / M10	Mineraalivilla, US-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat +++. Useita kosteusvaurioindikaattoreita +, sädesienet +++.
	210, luokkahuone / M11	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta
	124, ruokala / M17	Mineraalivilla, kylmiön seinän eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +++. Ei kosteusvaurioindikaattoreita.
	121, käytävä / M18	Mineraalivilla, kylmiön seinän eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +. Kosteusvaurioindikaattoreita Aspergillus versicolor + ja sädesienet +.
	Erityisopetustila ala-aula / M19	Mineraalivilla, US-eriste	Vahva viite vauriosta, homeet, hiivat ++/+++ . Kosteusvaurioindikaattoreita +.
	122, luokkahuone / M20	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta.
	132, luokkahuone / M21	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta.
	209, luokkahuone / M22	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta.
	205, luokkahuone / M23	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta
	201, varasto / M24	Mineraalivilla, US-eriste	Ei viitettä vauriosta.
	212, työtila / M25	Mineraalivilla, US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +. Kosteusvaurioindikaattoreita +.
	221, opettajien huone / M26	EPS (Syrox), US-eriste	Heikko viite vauriosta, homeet, hiivat +. Sädesienet +.

3.7 Merkkiainekokeet

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

3.7.1 Tutkitut tilat ja alueet

Merkkiainekoe suoritettiin tiloihin 109, 123, 201 ja 210.

3.7.1.1 Luokka 109

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Lattian ja seinän liitos on tiivistetty, mutta tästä huolimatta havaittiin merkittäviä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja → ikkunapenkin laattoja irronnut kiinnityksestään
- Kannakkeiden kohdalla merkittäviä ilmavuotoja

3.7.1.2 Luokka 123

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Merkittäviä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja – Paikoitellen silmämääräisesti havaittavissa ilmayhteys eristetilaan → ikkunapenkin laattoja irronnut
- Kannakkeiden kohdalla merkittäviä ilmavuotoja

3.7.1.3 Varasto 201

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 merkittäviä ilmavuotoja
- Kannakkeiden kohdalla vähäisiä ilmavuotoja

3.7.1.4 Luokka 210

Merkkiainekokeen perusteella havaittiin:

- Vähäisiä ilmavuotoja lattian ja seinän liitoksessa koko mitatulla alueella, vaikka seinän ja lattian liitosta on tiivistetty
- Ulkoseinän ja ikkunan liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja
- Ulkoseinän ja betonipilarin liitoksissa merkittäviä ilmavuotoja
- Kiinnikkeiden kohdalla ilmavuotoja

3.7.2 Yhteenveto merkkiainekokeen tutkimustuloksista

Merkkiainekoe suoritettiin rakennuksen ulkoseiniin ja sen liittymiin. Merkkiainekoe suoritettiin neljässä erillisessä tilassa; 3 luokkatilaa ja varasto. Merkkiainekokeen aikana paine-ero mitattavan rakenteen yli oli pääasiassa rakennuksen normaaliolotilassa oleva 5-10 Pa, tilassa 201 kuristettiin tuulilmanvaihtoa niin, että saatiin tasainen ~10 Pa alipaine mitattavan rakenteen yli.

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

Otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien perusteella seuraavissa rakenteissa havaittiin viitteitä kosteusvaurioista:

- eteläosan ulkoseinän eriste luokkien 210 ja 123 kohdalla. Vaurio on seurausta räystäskourun ja syöksytorven liitosten vuotamisesta, vuotava vesi pääsee kastelemaan ulkoseinää.
- 1.kerroksen aulaan rakennetun erityisopetustilan ulkoseinän alaosan eriste. Vaurio on seurausta ulkopuolisen kosteuden siirtymisestä rakenteisiin.
- luokan 123 nurkassa kulkevan pystyviemärin kohdalla lattian tasoitteessa. Vaurion on aiheuttanut todennäköisesti viemäriputken liitoksen vuoto.
- heikko viite vauriosta havaittiin 2.kerroksen tilojen 212 ja 221 ulkoseinän eristeessä.
- ruokalan ja opetuskeittiön 109 yhteydessä olevien kylmiöiden seinissä havaittiin heikko viite vauriosta.

Lisäksi aistinvaraisesti havaittiin mikrobivaurioita ruokalan oviaukon kohdalla olevassa putkikotelossa ja wc:ssä 129. Alapohjarakenteessa havaittiin kohonnutta kosteutta viiltomittauksissa muovimaton alta luokissa 109, 122 ja 123 sekä käytävässä 121. Rakennekosteusmittauksissa kohonnutta kosteutta havaittiin opetuskeittiön 118 lattiassa. Alapohjarakenteen kohonneen kosteuden syy on maakosteuden nousu rakenteeseen. Todennäköistä on, että alapohjassa on muovimaton alla mikrobivaurioita näillä kohdilla.

Rakenteiden tiiveyttä on pyritty parantamaan rakenteiden liitosten tiivistyksillä. Tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella tiivistystyö ei ole täysin onnistunut ja rakenteiden liitoksiin on jäänyt merkittäviä ilmapuotokehtia.

Kuitumittauksessa havaittiin yhdessä näytteessä (luokka 122) lievä toimenpiderajan ylitys. Kuitulähde on todennäköisesti luokan sisäinen ja toimenpiteenä suositellaan luokan kuitusiivousta.

Tehdyt kuitumittaukset, painesuhdemittaukset, olosuhdemittaukset sekä ilmamäärämittaukset eivät tuoneet esille sellaisia tekijöitä, jotka voisivat selittää tiloissa koettuja oireita. Havaitut mikrobivauriot sekä ilmayhteys niihin korostuivat tiloissa, joissa on koettu oireilua. Rakennuksessa koettu oireilu liittyy todennäköisesti tilakohtaisiin kosteus- ja mikrobivaurioihin.

Kosteus- ja mikrobivauriot on lähtökohtaisesti korjattava tai ilmayhteys sisäilmaan on estettävä. Havaitut vauriot ovat rakennuksen kokoon nähden kohtalaisella alueella ja korjattavissa. Luokkien 210 ja 123 osalta korjaus edellyttää tiiliverhouksen purkua ja ulkoseinäeristeen purkua syöksytorven läheisyydestä. Lisäksi välipohjan osalta on tarpeen uusia pintamateriaalia muutaman neliömetrin alalta. Luokan 123 pystyviemärin lähellä oleva vaurio voidaan korjata piikkaamalla kastunut betoni pois ja viemärin korjauksen jälkeen tekemällä uusi betonirakenne kemiallisesti kuivuvalla betonilla. Sisääntuloaulaan rajoittuvan erityisopetustilan ulkoseinän eristettä on tarpeen uusia ikkunalinjan alapuolelta.

Vanhoihin kylmiöihin muodostuu usein mikrobikasvua sisäilman kosteuden tiivistyessä niiden rakenteisiin. Vanhojen kylmiöiden purkaminen ja tarvittaessa korvaaminen uusilla poistaa kylmiöihin liittyvän mikrobiongelman. Keittiöön ja ruokalaan liittyvien kotelorakenteiden vaurioituneet rakenteet on tarpeen uusia myös elintarviketilaan liittyvien määräysten vuoksi.

Yläpohjaan havaittiin ajoittain pääsevän vesikatteen epätiiviyyskohdista lunta. Yläpohjan eriste pääsee joissain määrin kastumaan, ainakin pintakerroksestaan. Toimenpiteenä on eristeiden poisto harjan ja ulkojiirien läheisyydestä, liittyvien kantavien rakenteiden puhdistus sekä uusien eristeiden asennus. Harjat ja ulkojiirit on tarpeen varustaa tiivisteillä ja samalla varmistaa yläpohjan riittävä tuuletus. Räystäskourujen ja syöksytorvien uusiminen on suositeltavaa uusien kosteusvaurioiden välttämiseksi.

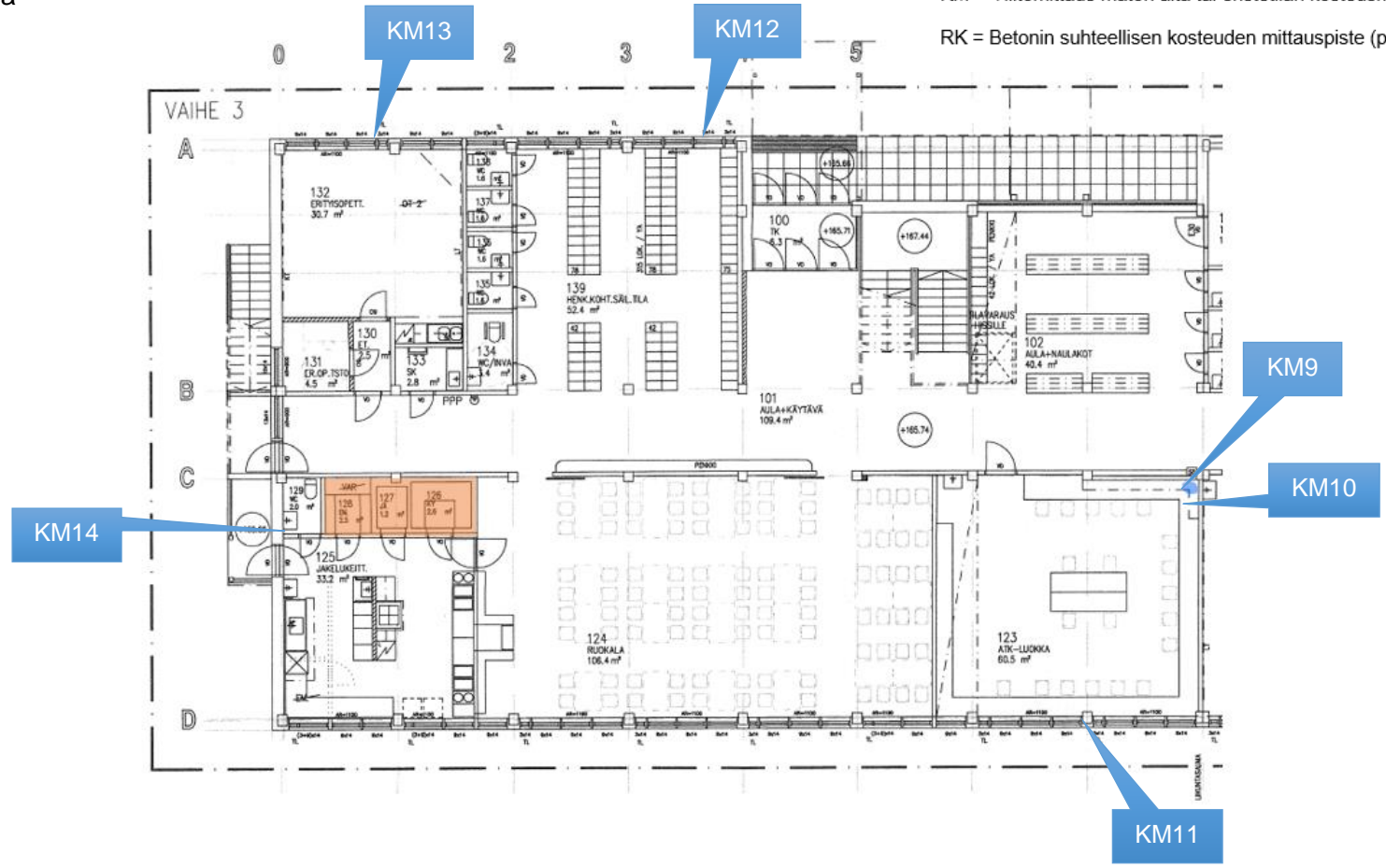
Rakennus on perustettu kalliomaalla ja epätasaisuutta on todennäköisesti tasattu luonnonhiekalla, jonka päälle asetetun muovin ja eristekerroksen päälle maanvarainen betonilaatta on valettu. Kallion epätasaiset muodot voivat ohjata vettä epätavanomaisiin suuntiin. Salaojissa ei havaittu vettä, eikä rakennuksen reuna-alueilla yleisesti koholla olevia kosteusarvoja. Tiloihin, joihin alapohjan kautta nouseva kosteus haitallisella tavalla tunkeutuu, suositellaan vaihdettavaksi kosteutta sietävä lattian pintamateriaali. Luokkatilojen pintamateriaalivalinnoissa on syytä kiinnittää huomiota ulkoseinä- ja katonrakenteiden ilmatiiveyden parantamiseen.

LIITE 1. Rakennuksen pohjakuvat, joissa tehdyt pintakosteusmittaukset, eristestilan kosteusmittaukset sekä porareikämittaukset

1.kerros länsiosia

KM = Viilto- tai eristestilan kosteusmittauspiste

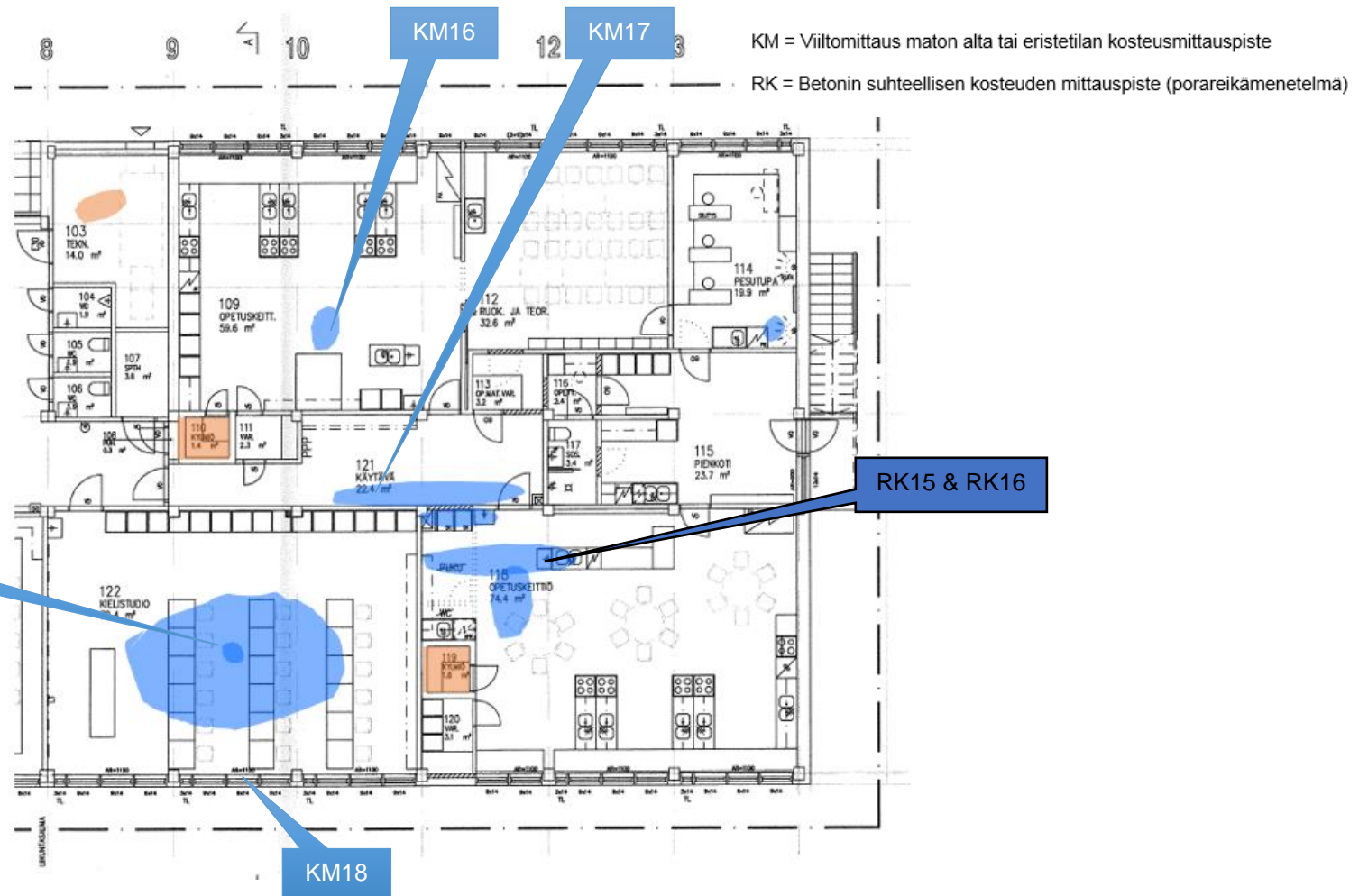
RK = Betonin suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämenetelmä)



- 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.

1.kerros itäosa



KM = Viiltomittaus maton alta tai eristetilan kosteusmittauspiste
 RK = Betonin suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämenetelmä)

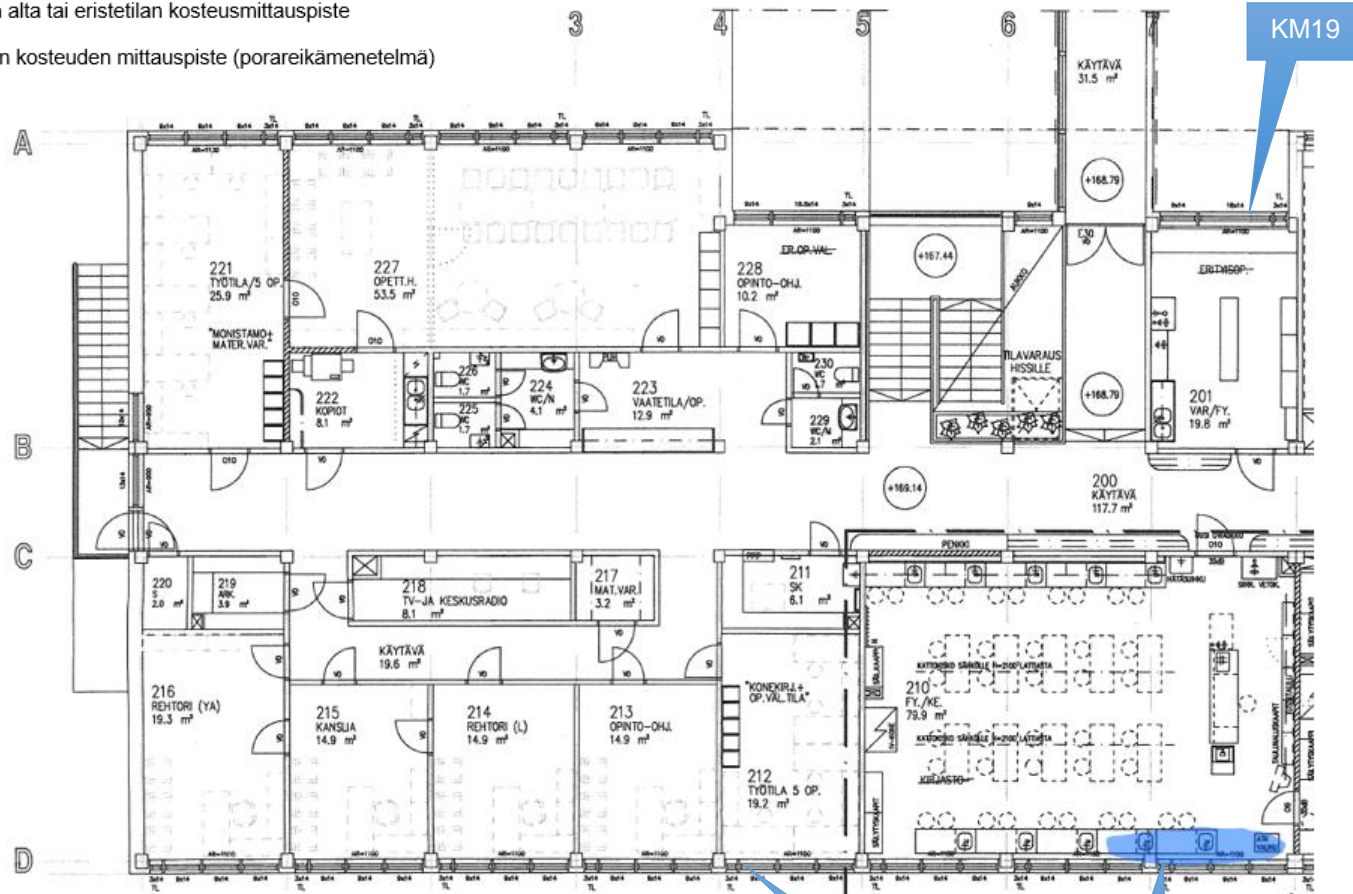
- Pintakosteusilmaisimella ei todettu kohonneita kosteusarvoja; Gann 40-70
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiassa; Gann 70-85, vertailuarvo 40-70
- Pintakosteusilmaisimella todettiin kohonneita kosteusarvoja lattiassa; Gann 85-100+, vertailuarvo 70-85

Tutkimuslauseen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

2.kerros länsiosa

KM = Viiltoimittaus maton alta tai eristetilan kosteusmittauspiste

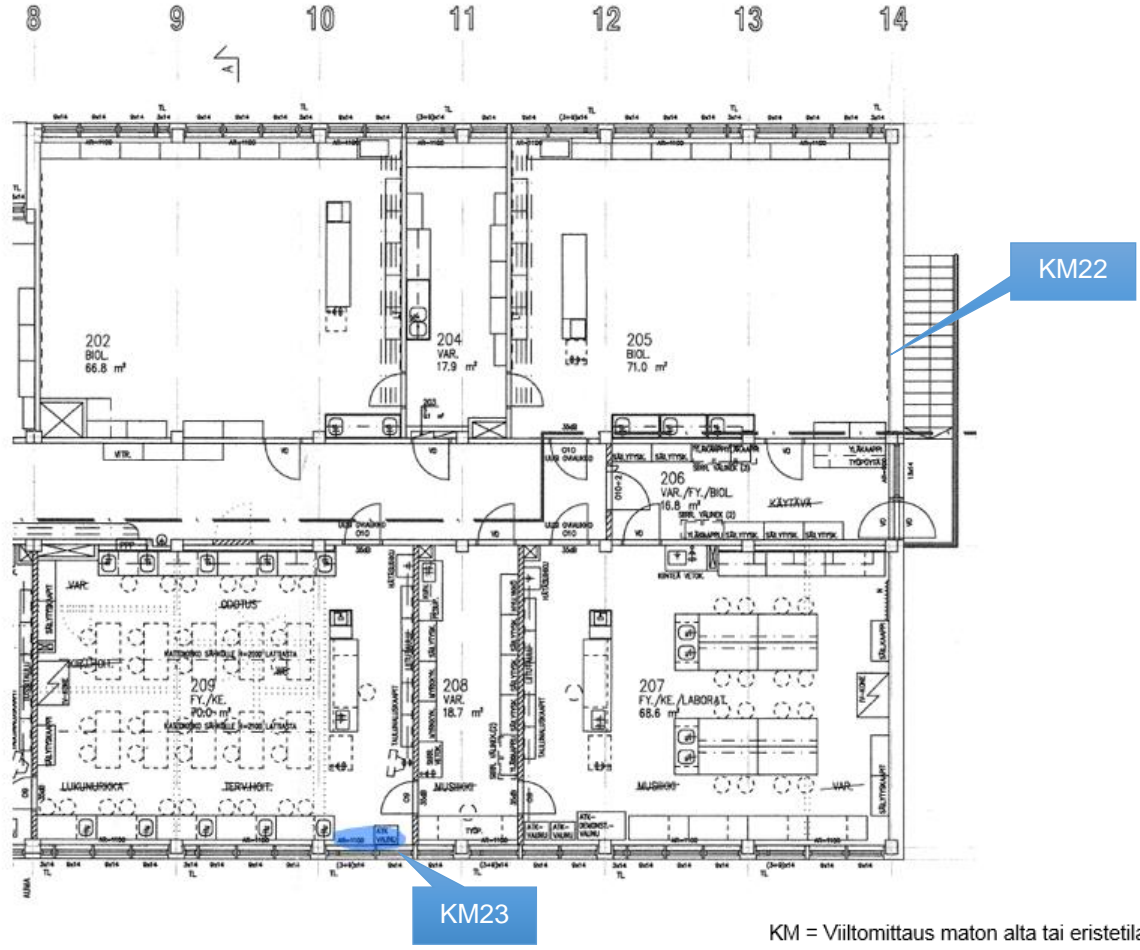
RK = Betonin suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämenetelmä)



- 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

Tutkimuslauseen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

2.kerros itäosa



KM = Viiltomittaus maton alta tai eristetilan kosteusmittauspiste
 RK = Betonin suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämenetelmä)

- 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

Tutkimuslauseen 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
RK15	118 op.keittiö	78,2	10,9	12,6	40
RK16	118 op.keittiö	85,0	18,6	13,5	60

Taulukko 2. Viiltomittausten ja eristetilan kosteusmittausten tulokset

Mittapiste	Tyyppi	Tila	RH %	°C	a (g/m ³)
KM9	Viiltomittaus maton alta	123 luokkahuone	68,6	18,9	11,1
KM10	Viiltomittaus maton alta	123 luokkahuone	47,3	19,2	7,8
KM11	Eristetilan kosteusmittaus	123 luokkahuone	88,2	5,6	6,3
KM12	Eristetilan kosteusmittaus	Ala-aula erityisopetustila	45,9	10,0	4,3
KM13	Eristetilan kosteusmittaus	132 erityisopetustila	36,5	13,8	4,4
KM14	Kotelon kosteusmittaus	129 wc	20,9	19,6	3,5
KM15	Viiltomittaus maton alta	122 luokkahuone	68,9	19,5	11,5
KM16	Viiltomittaus maton alta	109 opetuskeittiö	73,8	20,1	12,8
KM17	Viiltomittaus maton alta	121 käytävä	80,0	19,7	13,5
KM18	Eristetilan kosteusmittaus	122 ent. kielistudio	32,1	15,5	4,3
KM19	Eristetilan kosteusmittaus	201 varasto	32,7	13,8	3,9
KM20	Eristetilan kosteusmittaus	212 työtila	30,4	14,9	3,9
KM21	Eristetilan kosteusmittaus	210 luokkahuone	71,7	7,3	5,7
KM22	Eristetilan kosteusmittaus	205 luokkahuone	27,3	19,2	4,5
KM23	Eristetilan kosteusmittaus	209 luokkahuone	30,0	15,6	4,0

Taulukko 3. Sisäilman olosuhteet

Mittapiste	Tila	RH %	°C	a / g/m ³
SI14	118 op.keittiö	11,5	20,0	2,0
SI15	123 luokkahuone	26,4	20,4	4,7
SI16	ala-aula erityisopetustila	26,6	19,6	4,5
SI17	132 erityisopetustila	24,2	20,8	4,4
SI18	129 wc	16,7	20,0	2,9

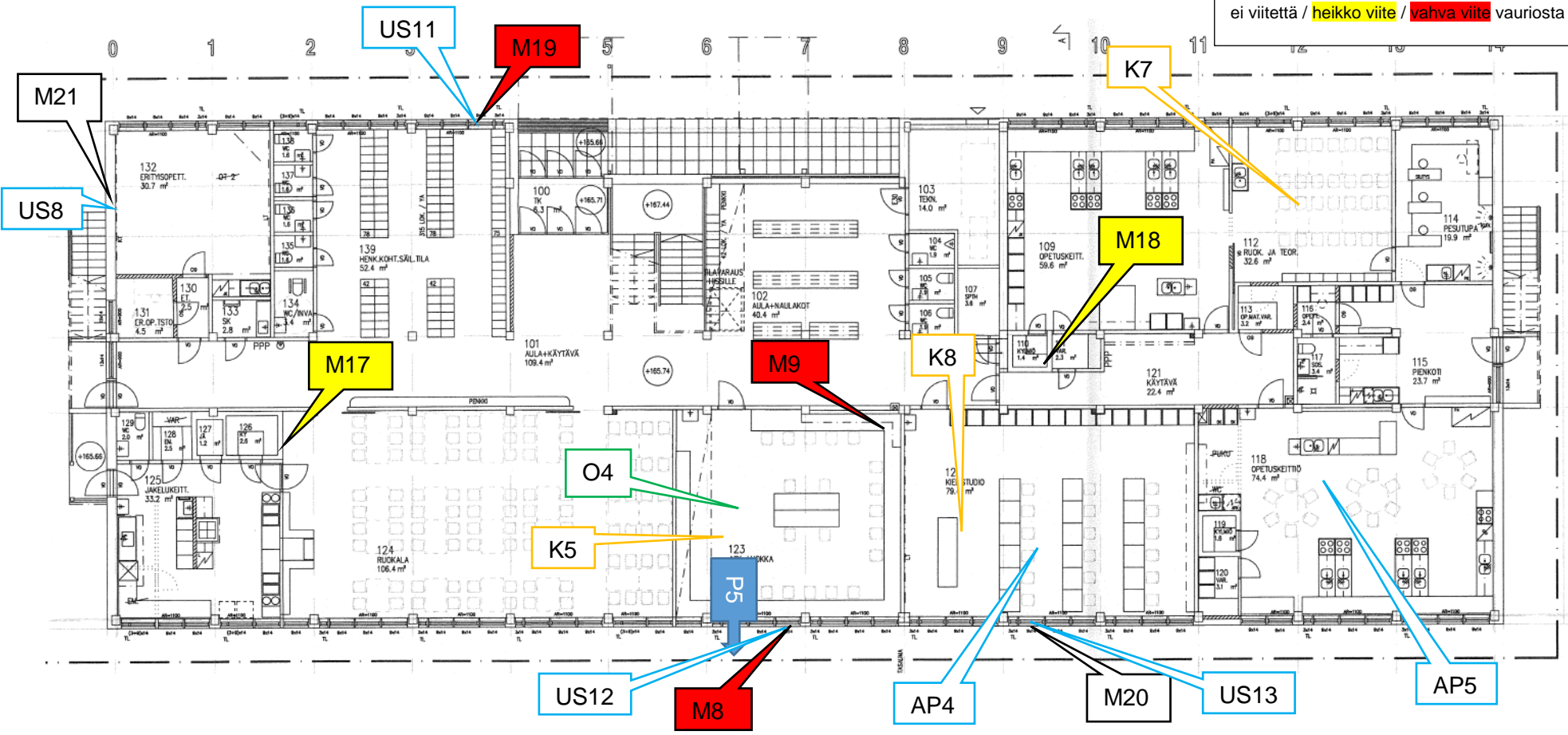
Tutkimuslauseen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

SI19	122 luokkahuone	21,4	20,1	3,7
SI20	109 op.keittiö	20,6	20,5	3,7
SI21	121 käytävä	22,0	20,0	3,8
SI22	122 ent. kielistudio	20,2	20,6	3,6
SI23	201 varasto	24,1	20,6	4,3
SI24	212 työtila	20,7	22,1	4,1
SI25	210 luokkahuone	21,8	22,6	4,3
SI26	205 luokkahuone	23,2	21,2	4,3
SI26	209 luokkahuone	16,0	22,4	3,2

LIITE 3: Rakennuksen pohjakuvat, joissa tehdyt rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

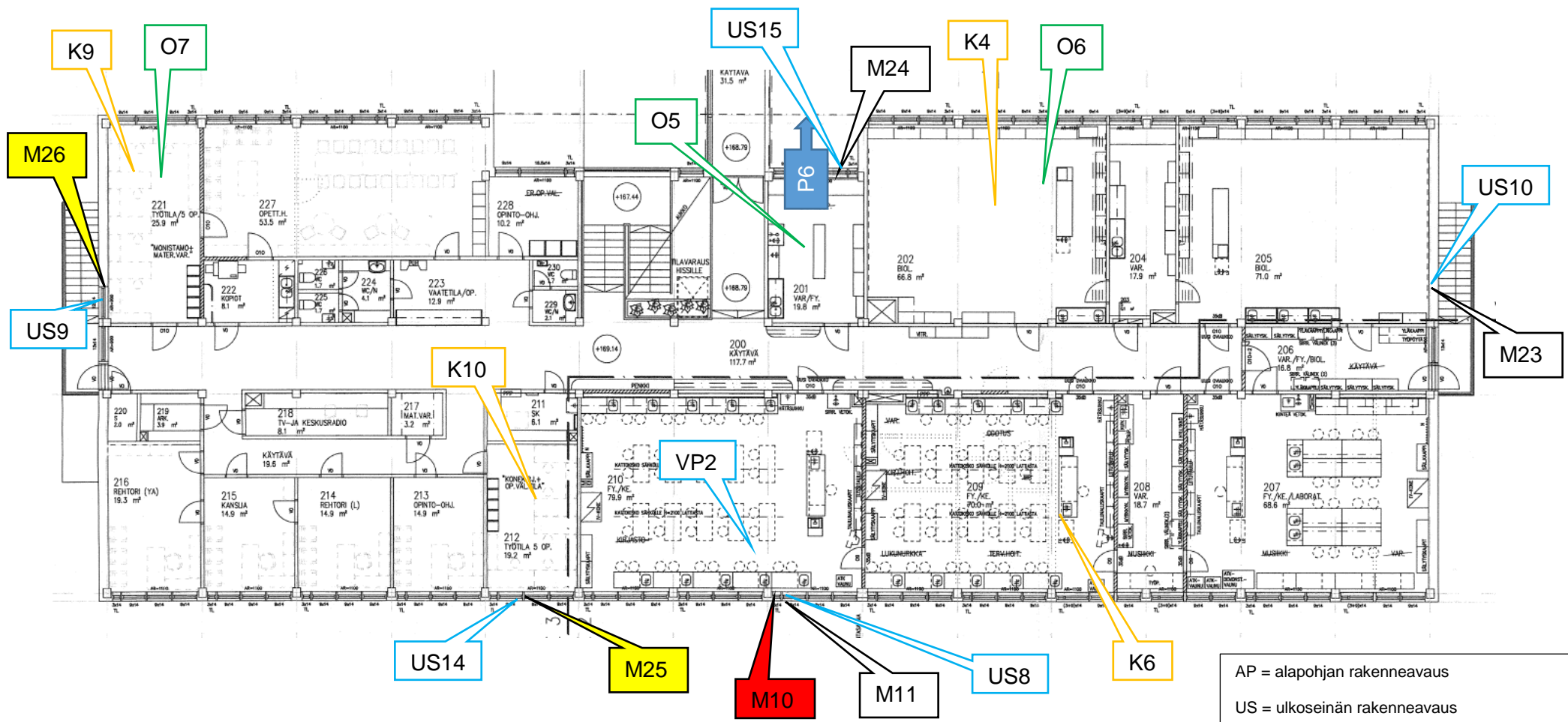
1.kerros

- AP = alapohjan rakenneavaus
- US = ulkoseinän rakenneavaus
- O = olosuhdemittaus
- P = paine-eromittaus
- K = kuitulaskeumanäyte
- M = materiaalinäyte,
- ei viitettä / **heikko viite** / **vahva viite** vauriosta



Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

2.kerros



- AP = alapohjan rakenneavaus
- US = ulkoseinän rakenneavaus
- O = olosuhdemittaus
- P = paine-eromittaus
- K = kuitulaskeumanäyte
- M = materiaalinäyte,
- ei viitettä / heikko viite / vahva viite vauriosta

Tutkimuselosteen saa kopioida ainoastaan kokonaisuudessaan.

LIITE 4: 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 mikroskopimalla 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.

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 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:
	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, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M3, mineraalivilla, Rak. 2. luokka 142. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M4, mineraalivilla, Rak. 2. inva-wc 137. vanhan us-eriste	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	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, indikaattorimikrobeita 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 takaa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

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

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 tulosyhteenvetoon ja johtopäätökseen, näytteen M3 osalla tulosyhteenvetoon. 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 määritysrajan

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 pesäkemäärä.

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

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

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

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (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
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (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
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (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	+			

KÄSITELTY LUKION RAPORTISSA

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 210. 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.	++(N)	+++ (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 määritysraja on 1 pmy/0,5 ml.

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 tulkinnassa.

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:
	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 määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M21, mineraalivilla, rak.3. luokka 132. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M22, mineraalivilla, rak.3. luokka 209. US-eriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M23, mineraalivilla, rak.3. luokka 205. US-eriste	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M24, mineraalivilla, rak.3. tila 201. US-eriste	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	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

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, sekatäyttö, 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 sekatäyttö, 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



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 määrittärajän

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 pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Näyte: M17, mineraalivilla, ruokailu rak.3. 124. kylmiön seinän eriste (tutkimustunnus: RM191537)

	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

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen sädesienitulokset voi olla ++ (< 50 pmy/alusta).

Näyte: M18, mineraalivilla, rak.3. käytävä 121. kylmiön seinän eriste (tutkimustunnus: RM191538)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	<mr
* Aspergillus versicolor	+(1)	+(6)	*sädesienet	+(9)

Näyte: M19, mineraalivilla, rak.3. erityisopetustila ala-aula. US-eriste (tutkimustunnus: RM191539)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	++	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	++	+++	muut bakteerit	+(YK)
* Aspergillus-ryhmä Restricti		+(22)	*sädesienet	<mr
Aspergillus sp.	+			
Cladosporium sp.	+	+++		
steriilit	+			

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)

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

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

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

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

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

Näyte: M28, puu, yhdyskäytävä, katon puupaikki (tutkimustunnus: RM191548)

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

raportti RM2019-273



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

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

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

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

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

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

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

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

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

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)	BAKTEERIT	(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 5: Analyysivastaukset 2 viikon kertyneen pölyn kuitulaskennasta



190318_023

SIVU 1 / 2

ANALYYSIRAPORTTI

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

MINERAALIVILLAKUITUANALYYSI

Analyysimenetelmä:
Tilaaajan 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.



190318_023

SIVU 2 / 2

ANALYYSIRAPORTTI



Heli Knuutila
laatupäällikkö

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



Tiedot ajankohtaisten lakisääteisten verojen ja maksujen suorituksista sekä vastuuvakuutustiedot voitte tarkistaa tilaajavastuu.fi palvelusta.