

Lappajärven Yhteiskoulu

Rakennustekninen tutkimusraportti



PROLEADER OY, ESA KEMPPAINEN
PÄIVÄMÄÄRÄ 4.7.2018

Sisälllys

TIIVISTELMÄ	4
1. Tutkimuksen perustiedot.....	5
2. Kohteen perustiedot	6
2.1 Kohteen yleistiedot	6
2.1.1 Yhteiskoulu	6
2.1.2 Kirjasto.....	7
2.3 Tiedossa olevat sisäilmaongelmat.....	7
3.0 Lähtötiedot	8
3.1 Käytettävissä olleet asiakirjat	8
3.2 Muut tietolähteet	8
4. Tutkimusmenetelmät.....	8
4.1 Materiaalinäytteet (mikrobianalyysi).....	8
4.2 Materiaalinäytteet (haitta-aineet)	8
4.4 Kosteusmittaukset	9
4.4.1 Pintakosteuskartoitus	9
4.4.2 Hetkellinen kosteusmittaus	9
4.4.3 Viiltomittaus	9
4.4 Olosuhdemittaukset.....	10
4.9 Käytetyt mittalaitteet:.....	10
5. RAKENNETEKNISTEN TUTKIMUSTEN TULOKSET	11
5.1 Pihan rakenteet.....	11
5.1.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	12
5.2 Ulkoseinärakenne.....	13
5.2.1 Havainnot asiakirjoista.....	13
5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset.....	14

5.2.3 Johtopäätökset maanpaineseinistä	20
5.2.4 Johtopäätökset ulkoseinistä.....	22
5.3 Alapohjarakenne	26
5.3.1 Kellarin alapohjarakenne	26
5.3.2 Rakenneavaukset ja tutkimukset.....	26
5.3.3 Rakenneavaus ja tutkimukset terveydenhoitajan huone	30
5.3.4 Rakenneavaus ja tutkimukset puutyöluokassa.....	31
5.3.5 Rakenneavaus ja tutkimukset kotitalousluokassa	32
5.3.5 Johtopäätökset.....	33
5.3.6 Toimenpidesuosituksset	34
5.3.7 Epäselviksi jääneet asiat	34
5.4 Välipohjarakenteet	35
5.4.1 Kuivien tilojen välipohjarakenne.....	35
5.4.2 Vanhojen märkätilojen välipohjarakenne	35
5.4.3 Rakenneavaukset ja tutkimukset välipohjille.....	35
5.4.4 Johtopäätökset.....	37
5.4.5 Toimenpidesuosituksset	37
5.5 Yläpohjarakenteet	37
5.5.1 Vanhaosa.....	37
5.5.2 Havainnot ja mittaustulokset.....	37
5.5.4 Johtopäätökset.....	37
5.5.5 Toimenpidesuosituksset	37
6.0 LVI-järjestelmät.....	38
6.1.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	38
6.1.2 Havainnot.....	38
6.1.3 Epäselviksi jääneet asiat	38
7.0 Sisäilman olosuhdemittaukset.....	39

7.1 Kellari. Kuraattorin huone	39
7.2 1-kerroksen luokka 13.....	39
7.3 II-kerroksen luokka 2.....	40
7.4 II-kerroksen luokka 1	40
7.5 Kellari. Kotitalousluokka.....	41
7.6 Johtopäätökset olosuhdemittauksista	41
7.7 Toimenpidesuosituksset	41
8.0 Kosteustekniset tutkimukset	41
8.1 Pintakosteuskartoitus	41
8.2 Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus	42
8.3 Viiltomittaus	42
8.5 Johtopäätökset kosteusmittauksista	43
9.0 Muiden selvitysten tulokset	43
10.0 Altistumisen arviointi.....	44
11. Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista.....	45
12. Allekirjoitukset	46
13. Liitteet	46
Liite 1. Lähtötietoaineisto	46

TIIVISTELMÄ

Toimeksiannon tarkoituksena oli selvittää asiakirjojen ja tutkimusten pohjalta ulkoseinä-ala-yläpohjarakenteet, jotka sisäisten ja ulkoisten olosuhteiden vuoksi, tai niiden puutteiden takia voivat aiheuttaa sisäilmahaittaa. Kiinteistössä tehtiin aistinvaraisia havaintoja, rakenneavauksia, kosteusmittauksia, otettiin materiaalinäytteitä mikrobi-haitta-aineanalyysiin, lisäksi tehtiin sisäilman hetkellisiä olosuhdemittauksia. Tutkimukset tehtiin vuonna 1967 rakennetussa rakennusosissa. Rakennus oli käytössä tutkimusten yhteydessä. Alapohjarakenteissa havaittiin mikrobivaurioita kaikissa tutkituissa kellaritiloissa (kuraattorin-, terveydenhoitajan- ja puutyöluokan tiloissa). Havaittujen vaurioiden syynä on todennäköisesti maaperästä diffuusiolla siirtyvä kosteus orgaanista materiaalia sisältävään eristemateriaaliin, vanhat märkätilat (korjaamattomat mikrobivauriot) ja työterveyshoitajan tilassa havaittu vesivahinko, joka on viimeksi kastellut orgaanista materiaalia sisältävät eristeet. Kellarin maanvastaisien seinärakenteiden eristemateriaaleissa havaittiin mikrobivaurioita. Kellarin maanvastaaiset seinärakenteet eivät toimi kosteustieteellisesti oikein ja ne ovat tiedetysti riskirakenteita. Luokkahuoneiden ulkoseinissä ja välipohjassa havaittiin mikrobivaurioituneita rakennusmateriaaleja. Ulkoseinissä havaittujen vaurioiden todennäköisimpänä syynä on sadeveden kostuttamat eristemateriaalit ja välipohjan vaurioiden syynä on vanhan keittolan aiheuttama korjaamaton kosteusvaurio.

Korjaussuositus:

- kellarin maanvastaisten seinärakenteiden peruskorjaus
- ulkoseinien tiivistyskorjaukset ja/tai ulkoseinärakenteen muuttaminen tuulettuvaksi
- koneellisesti tuuletetun kellarin lattian rakentaminen tai alapohjarakenteen uusiminen
- paikallisia korjauksia välipohjarakenteille luokassa 13, atk-luokassa ja liikuntasaumojen kohdalla
- kellarin alipaineisuuden vähentäminen
- Homevaurioituneiden pintojen korjaus-puhdistustöissä noudatetaan RT 18-11238 ohjekorttia, Homevaurioituneen rakennusosan puhdistusohje
- Kosteus – ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku Ratu 82-0383 ohjetta
- PAH-yhdisteitä sisältävien rakennusmateriaalien purkutöissä tulee noudattaa RATU-kortissa 82-0381 ohjetta

1. Tutkimuksen perustiedot

Tutkimuskohde

Lappajärven yhteiskoulu

Hyytisentie 5

62600 Lappajärvi

Kiinteistötunnus: 233-403-4-542

Tutkimuksen tilaaja

Lappajärven kunta

Anne Övermark, tekninen johtaja

Maneesintie 5A

62600 Lappajärvi

gsm: 044 369 9505

e-mail: anne.overmark@lappajarvi.fi

Käyttäjät

Lappajärven kunta

Tutkimuksiin osallistuneet henkilöt

Esa Kemppainen, vastaava kuntotutkija Rakennusterveysasiantuntija VTT-C-21559-26-15

Joni Vuoto, kuntotutkija Asbesti- ja haitta-aineasiantuntija VTT-C-23017-33-17

Tutkimusten tavoite ja rajaukset

Toimeksiannon tarkoituksena oli selvittää asiakirjojen ja tutkimusten pohjalta ne ulkoseinä-ala-välipohjarakenteet, jotka sisäisten ja ulkoisten olosuhteiden vuoksi, tai niiden puutteiden takia voivat aiheuttaa sisäilmahaittaa. Havaintoja ja tutkimuksia tehtiin:

- kellarikerros
 - entinen kuraattorin tila (alkuperäinen perunoiden perkaustila)
 - terveystoimittaja
 - puutyöluokka
 - kotitalousluokka
- 1-kerros
 - atk-luokka
 - luokka
 - kuraattori
- 2-kerros
 - luokka 2
 - luokka 1
 - luokka 8

Tutkimusten ajankohta

Tutkimukset tehtiin 19.4.2018 - 4.6.2018 välisenä aikana.

2. Kohteen perustiedot

2.1 Kohteen yleistiedot

2.1.1 Yhteiskoulu

Kuntotutkimusten kohteena on koulukiinteistö. Koulurakennus on valmistunut vuonna 1967 ja siinä on kaksi kerrosta ja kellarikerros, joka on osittain maan alla rakennuksen sijaitessa rinteessä. Rakennukseen on toteutettu laajennus, laajennusvuodesta ei ole tietoa. Tiloihin on toteutettu tilamuutoksia ja pintaremontteja. Rakennus on perustettu maanvaraisesti teräsbetonianturoiden varaan. Kellarikerroksessa sijaitsevat sosiaalitilat, keittiö, ruokala, terveydenhoitaja ja luokkatiloja. Ylemmissä kerroksissa sijaitsee luokkatiloja sekä kahden kerroksen korkuinen liikuntasali. Kattorakenteena on pulpettikatto. Vesikatteena on peltikate ulkopuolisella vedenpoistolla. Kohteen kantavina rakenteina toimivat teräsbetoniset pilarit ja

palkit sekä kantavat väliseinät. Alapohjana on maanvarainen teräsbetonilaatta, jonka päällä on mineraalivillalämmöneriste ja pintalaatta. Ulkoseinä on tiili-villa-tiili-ulkoseinät. Sadevedet ovat osittain johdettu suoraan sadevesikaivoihin. Rakennuksen lämmitysmuoto on kaukolämpö ja lämmönjako on toteutettu vesikiertoisilla radiaattoreilla. Kohteessa on tulo- poistoilmanvaihto osin luokkakohtaisilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Tutkimuskohdetta on esitetty kuvassa 1.

2.1.2 Kirjasto

Ei ole tutkittu.



Kuva 1. Tutkimuskohde. Vasemmalla yhteiskouluun liittyvä lukio.

2.3 Tiedossa olevat sisäilmaongelmat

Tiloissa on koettu sisäilmaongelmiin viittaavaa oireilua

3.0 Lähtötiedot

3.1 Käytettävissä olleet asiakirjat

Tilaaaja toimitti tutkimussuunnitelman lähtökohdaksi suunnitteluasiakirjoja. Lähtötiedot ovat rakennuksen ikään nähden välttäviä. Tämän tutkimussuunnitelman laatimiseen ei ole käytetty muita lähtötietoja.

- arkkitehtipiirustuksia vuodelta 1967

Lähtötieto-aineisto on yksityiskohtaisemmin esitetty liitteessä 1.

3.2 Muut tietolähteet

Ramboll Oy, kuntoarvioraportti	23.3.2018
Työterveyslaitos VOC-mittaus 365764	26.10.2017
STUK tutkimusseloste	19.2.2018
Asbestikartoitusraportti	29.1.1992
Rakennusselityssivuja	vuosi 1967
ARK-pohjapiirustus 1-kerros	19.10.1967
ARK-pohjapiirustus 2-kerros	19.10.1967

4. Tutkimusmenetelmät

4.1 Materiaalinäytteet (mikrobianalyysi)

Tutkimusten yhteydessä otettiin alapohja- ulkoseinä- ja välipohjarakenteista yhteensä 22 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Materiaalinäytteet otettiin Mikrobioni Oy:n Rakennusmateriaalinäytteen ottaminen -ohjekortin AO4 mukaisesti. Näytteet toimitettiin laboratorioon kolmen vuorokauden kuluessa näytteiden ottamisesta. Tulosten tulkintaan käytettiin Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa. Mikrobioni Oy on Finas Acreditoitu tutkimuslaitos.

4.2 Materiaalinäytteet (haitta-aineet)

Tutkimusten yhteydessä otettiin 3 materiaalinäytettä PAH-analyysiin ja 5 materiaalinäytettä asbestianalyysiin.

4.4 Kosteusmittaukset

Tutkimusten yhteydessä tehtiin pintakosteuskartoituksia, hetkellisiä kosteusmittauksia ja viiltomittauksia.

4.4.1 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteudenosoittimen toiminta perustuu materiaalien vesipitoisuuden yhteydessä tapahtuvaan materiaalien sähköisten ominaisuuksien muutoksiin. Eri materiaalien sähköiset ominaisuudet ovat keskenään hyvin erilaisia, joten mittaustulokset voivat olla hyvin epätarkkoja. Mittaustuloksiin vaikuttaa myös mm. rakenteiden sisällä olevat putket, teräkset sekä keskenään erilaiset betonilaadut.

Pintakosteudenosoittimella tehtyjen määritysten perusteella ei tehty mitään päätelmiä rakenteiden kosteudesta. Pintakosteudenosoittimella suoritettiin ainoastaan rakenteiden vertailevaa havainnointia ja määritettiin alueita, joihin kohdistettaisiin myöhemmin tehtävät viilto-, näytepala- tai porareikämenetelmällä toteutettavat kosteusmittaukset.

4.4.2 Hetkellinen kosteusmittaus

Rakenteen hetkellisellä kosteusmittauksella tarkoitetaan suuntaa antavaa kosteusmittausmenetelmää, jota voidaan käyttää rakenteiden kosteuspitoisuuden selvittämiseen esimerkiksi sisätiloissa asentamalla mittapää tutkittavan kerroksellisen rakenteen sisälle rakenteeseen poratun reiän kautta. Menetelmällä mitataan materiaalihuokosten ilmatilan suhteellista kosteuspitoisuutta. Mittapää tiivistetään vesihöyrytiivillä elastisella massalla porausreikään. Kosteusmittaus tehdään putkittamattomasta reiästä. Käytettävän mittapään tasaantumisaika on tyypillisesti lyhyt, noin 15...45 minuuttia. Rakenteen hetkellisillä kosteusmittauksilla sisätiloissa tasalämpöisissä rakenneosissa voidaan riittävän luotettavasti selvittää, onko rakenneosan kosteuspitoisuus poikkeavan korkea. Menetelmällä voidaan selvittää esimerkiksi väliseinärakenteen, kerroksellisen välipohjarakenteen täyttökerroksen, puukoolatun lattiarakenteen tai ulkoseinärakenteen lämmöneristekerroksen kosteuspitoisuutta. Lähde Ympäristöopas 2016.

4.4.3 Viiltomittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti

vesihöyrytiiviksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa. Viillosta voidaan mittauksen jälkeen tehdä havainnot päällysteen tartunnasta alustaan, liiman koostumuksesta ja väristä sekä päällysteen alapuolisista hajuista. Viiltomittausten kohdistus tehdään pintakosteuskartoituksen tuloksia ja rakennetyypitietoja hyödyntäen. Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään vähintään referenssimittaus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta. Viiltomittauksia tehdään siinä laajuudessa, että saadaan riittävän kattavasti määriteltyä alueet, joilla kosteuspitoisuus on koholla. Viiltomittausten lukumäärä määräytyy kohdekohtaisesti. Viiltomittaukset soveltuvat hyvin kuntotutkimuksen mittausmenetelmäksi, sillä niitä on helppo tehdä nopeasti ja mittauskohdat pystytään paikkaamaan lähes huomaamattomiksi. Lähde Ympäristöopas 2016.

4.4 Olosuhdemittaukset

Sisäilman olosuhteita mitattiin tutkimusten yhteydessä. Sisäilman olosuhdemittauksissa mitattiin sisäilman paine-eroa ulkoilmaan nähden, sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta sekä hiilidioksidipitoisuutta. Olosuhdemittausten yhteydessä ilmavirtoja selvitettiin myös merkkisavun avulla. Olosuhdemittausten tulkinnassa käytettiin Asumisterveysasetuksen ja rakentamismääräysten arvoja.

Lisäksi tehtiin aistinvaraisia havainnot. Kaikki tutkimukset tehtiin ja materiaalinäytteet otettiin Proleader Oy:n toimesta.

4.9 Käytetyt mittalaitteet:

- pintakosteustunnistin Gann Hydrotest LG 3, pintakosteustunnistin B50, kalibroitu 10/2017
- kosteusmittari Vaisala HM40 näyttölaite ja 16 kpl HMP40S kosteus- ja lämpötilamittapäätä. Mittapäät kalibroitu 28.8.2017
- kosteusmittari Vaisala HMI41 näyttölaite ja 2 kpl HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapäätä. Mittapäät kalibroitu 28.8.2017
- Ilmamäärämittari TSI Velocical 9565-P, kalibroitu 22.9.2016 ja ilmalaadun mittapäätä TSI 982 (kosteus, lämpötila ja hiilidioksidipitoisuus)

5. RAKENNETEKNISTEN TUTKIMUSTEN TULOKSET

5.1 Pihan rakenteet



Kuva 2. Rakennus sijaitsee idästä länteen viettävässä rinnemaastossa. Itäisivulla asfalttipinta.



Kuva 3. Eteläjulkisivu ja näkymä lukion suuntaan. Kuvassa näkyy kellarin alapohjan alapuolisen putkikanaalin alipaineistusjärjestelmä.



Kuva 4. Näkymä länsisivulla.

5.1.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

5.1.3.1 Johtopäätökset

Maanvastaisiin- ulkoseinärakenteisiin kohdistuu kosteus-sadekuormaa eniten rakennuksen itä-länsisivuille. Pääosa sateista tulee luoteesta.

5.1.3.2 Toimenpide-ehdotukset

Suosittellemme:

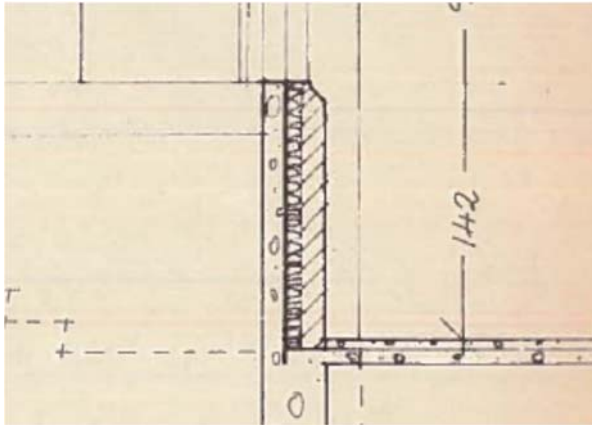
- kuntoarviossa mainitut salaojiin ja sadevedenpoistoon liittyvät tutkimukset
- liian loivan maan kallistuskorjaukset rakennuksen itä- länsisivuilla.

5.2 Ulkoseinärakenne

5.2.1 Havainnot asiakirjoista

5.2.1.1 Kellarin maanvastainen seinärakenne

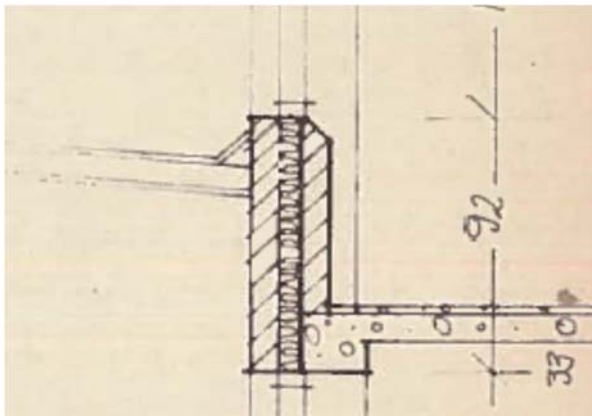
Kellarin pitkän sivun ulkoseinärakenne muodostuu tiiliseinästä, lämmöneristekerroksesta, bitumisivelystä ja kantavasta teräsbetonisesta perusmuurista. Ulkoseinärakenne on rakennusajankohdalle ominainen.



Kuva 5. Suunnitelmien mukainen seinärakenne kellarissa (etelä-pohjoissuunta)

5.2.1.2 ulkoseinä

Maanpäälliskerrosten ulkoseinärakenne koostuu rapatusta punatiilimuuratusta sisäkuoresta, lämmöneristyskerroksesta (100 mm), kalkkihiekkamuurauksesta.



Kuva 6. Suunnitelmien mukainen seinärakenne etelä-pohjoissuunnassa.

5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset

5.2.2.1 Kellarin maanvastainen seinärakenne

Kellarin maanvastaiseen seinärakenteeseen tehtiin 1 rakenneavaus. Avauksesta otettiin 2 materiaalinäytettä (M3 ja M7) mikrobianalyysiin ja 2 materiaalinäytettä asbesti- ja PAH-analyysiin. Avausten tarkoituksena selvittää ulkoseinärakenteet, seinämateriaalien mahdollinen vaurioituminen ja haitta-aineet.

Rakenneavaus RA1 ja RA3

Kuraattorin huoneen alapohjaan ja ulkoseinään tehtiin 1 rakenneavaus. Rakenneavaukset tehtiin kuivaporaamalla kantavaan betonikerrokseen saakka.

Todettu kellarin seinärakenne:

- rappaus 15 mm
- punatiili 130 mm
- mineraalivilla 100 mm
- bitumisively
- kantava betoniseinä



Kuva 7. Kellarin rakenneavauskohta RA1.

Seinäarakenteen eristetilan suhteellinen kosteus mitattiin ennen rakenneavausta käyttäen hetkellistä kosteusmittausmenetelmää. Eristetilan suhteellinen kosteus oli 43,3 RH %.

Ulkoseinän rakenneavauskohdasta otettiin mineraalivillasta materiaalinäyte (M3) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* +(22), **Aspergillus ochraceus* +(21), **Scopulariopsis sp* (+7) ja **sädesientä* + (14). Analyysivastaus on liitteessä 2. Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

Viereisen varastohuoneen ulkoseinän sijoitetun ikkunan yläpuolelta otettiin ulkoseinäeristeestä materiaalinäyte mikrobianalyysiin (M7). Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa ei ollut mikrobikasvua materiaalissa.

Ulkoseinäarakenteesta otettiin tiilitasoitteesta ja ulkoseinän pikisivelestä 2 materiaalinäytettä asbestianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella tiilitasoitteessa ja pikisivelelyssä ei havaittu asbestia.

Kellarin ulkoseinän pikisivelestä otettiin materiaalinäyte PAH-analyysiin. Analyysivastauksen perusteella pikisivelely ei sisältänyt PAH-yhdisteitä ja materiaali voidaan toimittaa kaatopaikalle normaalina rakennusjätteenä.

Rakenneavaus 1-kerroksen luokan 13 ulkoseinään.

1-kerroksen luokkahuoneen 13 ulkoseinään ikkunoiden alapuolelle tehtiin 2 rakenneavausta. Rakenneavaukset tehtiin kuivaporaamalla reikä eristekerrokseen saakka. Rakenneavauksista otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M10 ja M11). Avausten tarkoituksena oli selvittää ulkoseinäarakenteet ja eristemateriaalien mahdollinen vaurioituminen.

Todettu ulkoseinä rakenne:

- rappaus 15 mm
- punatiili 130 mm
- mineraalivilla 100 mm
- kalkkihiekkatiili 130 mm

Ulkoseinän ulkonurkan rakenneavauskohdasta otettiin mineraalivillasta materiaalinäyte (M10) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella Mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* +(1), *Syncephalastrum sp.* +, *Penicillium sp* +++, **sädesientä* +++ (T) ja muut bakteerit +(YK). Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 3.

Ulkoseinän länsikulman rakenneavauskohdasta otettiin mineraalivillasta materiaalinäyte (M11) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella Mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* +++, *Cladosporium* +, **sädesientä* +++ (21) ja muut bakteerit +(YK). Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 3.

Rakenneavaus 2-kerroksen luokan 2 ulkoseinään.

2-kerroksen luokkahuoneen 2 ulkoseinään ikkunoiden alapuolelle tehtiin 3 rakenneavausta. Rakenneavaukset tehtiin kuivaporaamalla reikä eristekerrokseen saakka sekä ottamalla materiaalinäyte jalkalistan takaa. Rakenneavauksista otettiin kolme materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M15, M16 ja M17). Avausten tarkoituksena oli selvittää materiaalien mahdollinen vaurioituminen.

Ulkoseinään poratun reiän kautta havaittiin selvä ilmavirtaus eristetilasta sisätilaan. Ikkunakarmin ja seinärakenteen välinen lista poistettiin. Merkkisavulla havaittiin ilmayhteys eristetilasta sisätiloihin. Avauskohdassa ei havaittu ikkunakarmin alapuuta.

Ulkoseinän länsisivun rakenneavauskohdasta otettiin mineraalivillasta materiaalinäyte (M15) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* +**Aspergillus versicolor* +(3), **Aspergillus sydowii* +(3). *Cladosporium sp.* +,**Eurotium sp.* +(1), **sädesientä* +++ (T) ja muut bakteerit +. Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 5.

Ulkoseinän eteläpäädyn rakenneavauskohdasta otettiin mineraalivillasta materiaalinäyte (M16) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* +++, **Aspergillus sydowii* +(32), **Eurotium sp.* +(20), *Syncephalastrum sp.* +, **Aspergillus ochraceus* +(3), *Mycor sp* +, **sädesientä* +(17) ja muut bakteerit +(YK). Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 5.

Ulkoseinän eteläpäädyn rakenneavauskohdasta otettiin jalkalistan takaa rappauslaastista materiaalinäyte (M17) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella rappauslaastissa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* +++, **Fusarium sp.* (+13), **Aspergillus sydowii* +(2), **Eurotium sp.* +(2), *Aspergillus flavus* . +, **Aspergillus ochraceus* +(1), *Mycor sp* +, *Aspergillus ryhmä Nigri*, **Aspergillus ustus* +(1), **sädesientä* +(8) ja muut bakteerit +++. Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 5.

Rakenneavaus 2-kerroksen luokan 1 ulkoseinään.

2-kerroksen luokkahuoneen 1 ulkoseinään ikkunoiden alapuolelle tehtiin 2 rakenneavausta. Rakenneavaukset tehtiin kuivaporaamalla reikä eristekerrokseen saakka. Rakenneavauksista otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M18, ja M19). Avausten tarkoituksena oli selvittää materiaalien mahdollinen vaurioituminen.

Ulkoseinään poratun reiän kautta havaittiin selvä ilmavirtaus eristetilasta sisätilaan. Talotekniikkakuilun kautta ei havaittu ilmavirtaa alapuolisista tiloista luokkahuoneeseen.

Ulkoseinän itäsivun rakenneavauskohdasta otettiin mineraalivillasta materiaalinäyte (M18) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* + **sädesientä* + (T) ja muut bakteerit +(YK). Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 5.

Ulkoseinän itäisivun rakenneavauskohdasta otettiin ikkunakarmin alapuolisesta muovikalvosta materiaalinäyte (M19) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* + *sädesientä +++ (T) ja muut bakteerit +. Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 5.

Rakenneavaus 2-kerroksen luokan 8 ulkoseinään ja alakattoon.

2-kerroksen luokkahuoneen 8 ulkoseinään ikkunoiden alapuolelle tehtiin kaksi rakenneavausta. Rakenneavaukset tehtiin kuivaporaamalla. Rakenneavauksista otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M20, ja M21). Avausten tarkoituksena oli selvittää materiaalien mahdollinen vaurioituminen.

Ulkoseinään poratun reiän kautta havaittiin selvä ilmavirtaus eristetilasta sisätilaan.

Ulkoseinän itäisivun rakenneavauskohdasta otettiin ikkunakarmin alapuolisesta muovikalvosta materiaalinäyte (M20) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp* + *sädesientä +++ (T) ja muut bakteerit +. Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja. Analyysivastaus on liitteessä 5.

Alakattopinnoitteena käytetystä kuitulevystä (kostunut kohta) otettiin kuivaporaamalla materiaalinäyte (M21) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella kuitulevyssä ei ollut mikrobikasvua materiaalissa. Analyysivastaus on liitteessä 5.



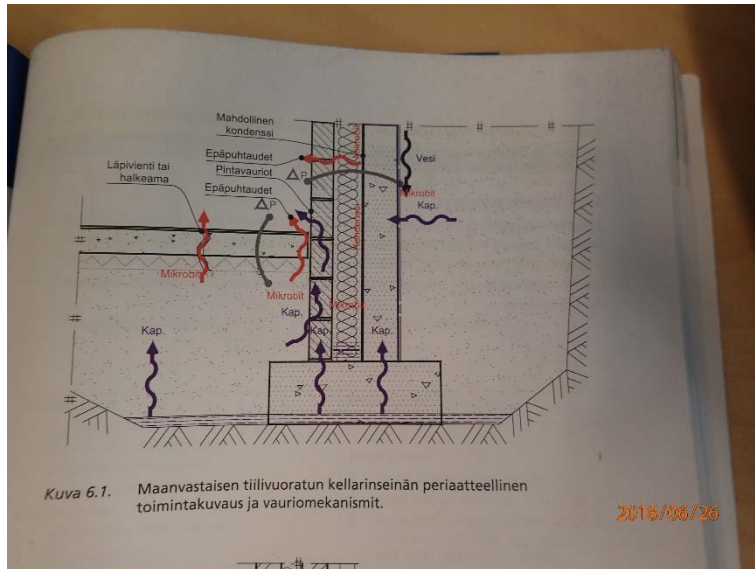
Kuva 8. Ulkopuitteen kautta päässyt vettä ikkunalasien välitilaan.



Kuva 9. Toteutettu alakattorakenne.

5.2.3 Johtopäätökset maanpaineisistä

Kellariseinä voi ympäri vuoden olla kosketuksissa lämpimän ja kostean pohjamaan kanssa. Maaperässä oleva kosteus siirtyy kapillaarisesti ylöspäin ja myös villatilaan. Kantavan betonirakenteen sisäpintaan sivellyn vedeneristeen tekninen käyttöikä on ylittynyt.



Kuva 10. Kellarin maanpaineiseinien vaurioitumismekanismit. Lähde; Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen.

5.2.3.1 Riskiarvio

Maanvastaistenseinien eristeissä havaitut mikrobikasvustoista on todennäköisesti sisäilmayhteys ja haitallinen altistuminen mikrobeille on mahdollista. Tilojen mahdollinen alipaineisuus tehostaa epäpuhtauksien pääsyä sisäilmaan.

5.2.3.2 Toimenpide-ehdotukset kellarin maanpaineisiin ja kantaville väliseiniin

Rakenteen purkaminen ja uusiminen sisäpuolelta ja ulkopuolelta tehtävät lämmön- ja vedeneristys. Ulkopuolisten korjausten yhteydessä uusitaan salaojitus-sadevesijärjestelmät ja varmistetaan maanpinnan kallistukset rakennuksesta poispäin viettäväksi.

Tekninen näkökulma

Rakennusfysikaalisesti toimivin maanvastaisen seinän rakenneratkaisu on käännetty rakenne, jossa vedeneriste sijaitsee kantavan seinän ulkopinnassa ja lämmöneriste uloimpana rakennekerroksena. Vedeneriste toimii myös rakenteen ilmansulkuna. Jäävä rakenne kuivataan ennen veden-lämmöneristeiden asennusta. Seinärakenteiden alaosiin tehdään kapillaarikatkokäsittely. Sisäpuolinen tiilimuuraus, lämmöneristeet ja pikisivelyt poistetaan ja jäävät betonipinnat puhdistetaan hiekkapuhaltamalla ja lämpökäsittelyllä. Tiilimuurauksen tilalle muurataan kevytbetoniharkkomuuraus. Muurauksen sisäpintaan lisätään hyvin vesihöyryä läpäisevä tasoitus-pintakäsittely. Kantavien väliseiniä alaosiin suositellaan kapillaarikatkon katkaisevaa käsittelyä. Väliseinärakenteiden alaosista tulisi poistaa rappausta noin 200 mm:n korkeudelle. Seinäpinnat tulisi puhdistaa esimerkiksi hiekkapuhaltamalla ja lämpökäsittelyllä. Rappaus uusitaan käyttämällä kosteudenkeräyslaastia. Seinäpinnat pinnoitetaan kosteutta läpäisevällä silikaattimaalilla. Korjauksen arvioitu tekninen käyttöikä on 30 vuotta.

Terveydellinen näkökulma

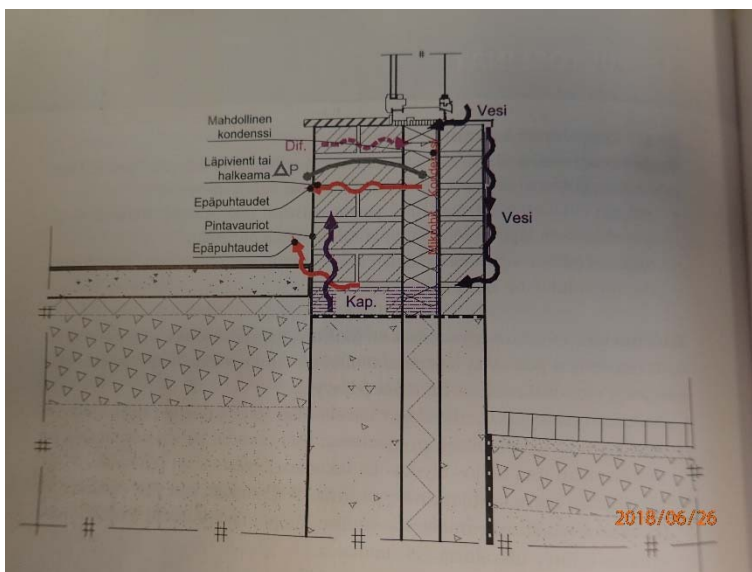
Korjausvaihtoehdossa ulkopuolista kosteusrasitusta vähennetään merkittävästi ja rakenteesta tehdään rakennusfysikaalisesti toimiva. Vaurioituneet materiaalit uusitaan ja PAH-pitoiset vedeneristeet poistetaan. Korjausvaihtoehto on terveydellisestä näkökulmasta varsin toimiva.

Taloudellinen näkökulma

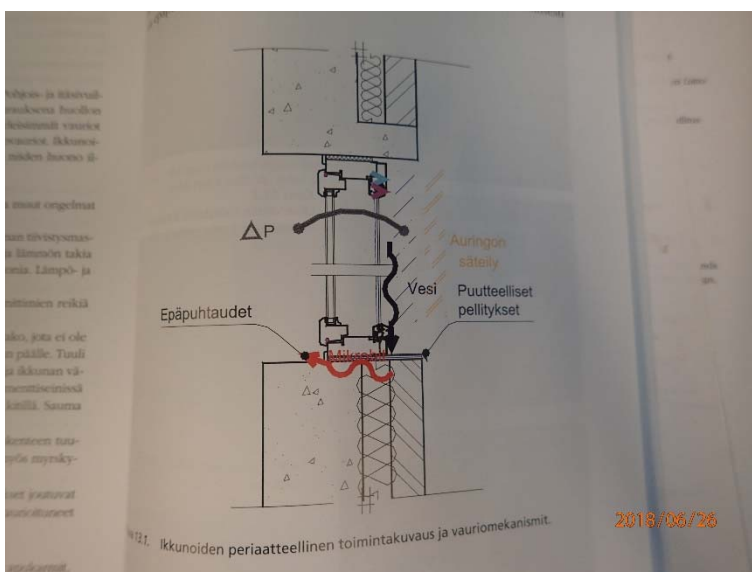
Taloudellisesta näkökulmasta korjausvaihtoehto on kallis, koska korjauksia tehdään ulkoseinärakenteen molemmiin puolin.

5.2.4 Johtopäätökset ulkoseinistä

Ulkoseinärakenteesta puuttuvan tuuletusvälin takia ulkoseinärakenteen kuivumiskyky on heikko, mikä on johtanut yleisesti lämmöneristeiden, ikkunarakenteiden ja ikkunoiden apukarmien kosteusvaurioihin. Kosteuden vaikutus ilmenee todettuna mikrobikasvuna mineraalivilloissa sekä mikrobi- ja lahovaurioina ikkunoissa ja näiden apukarmien puurakenteissa ainakin kosteusrasitetuimmilla etelä-länsijulkisivuilla. Rakennetyypin erityispiirteisiin kuuluu lisäksi usein sisäkuoren huono ilmatiiveys. Ilmatiiveyspuutteet esiintyvät varsinkin ikkuna- ja oviliittymissä.



Kuva 11. Ulkoseinien vaurioitumismekanismit. Lähde; Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen.



Kuva 12. Ikkunoiden vaurioitumismekanismit. Lähde; Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen



Kuva 13. Julkisivumuurauksen vedenpidätyskyvyssä on puutteita.



Kuva 14. Jälkisaumaukseen käytetty muurauslaasti rapautuu herkästi.



Kuva 15. Julkisivussa on useita kohtia, mistä sadevesi pääsee helposti eristetilaan.

5.2.4.1 Riskiarvio

Rakennetyyppejä toteutettiin pitkään ilman erillistä tiiliulkokuoren takana olevaa tuuletusväliä, joka alkoi yleistyä vasta 1980-luvulla. Tuulettamattomien ulkoseinärakenteiden (tiili-villa-tiili ja tiili-villa-betoni) lämmöneristeet ja seinärakenteet kastuvat pääosin kahdesta syystä:

- pitkään jatkunut viistosade, jota tuuli painaa viistosti ulkoseinälle, vesi tunkeutuu ulkoverhouksen läpi eristetilaan
- sadevesi pääsee vuotamaan seinän eristetilaan ikkuna- tai räystäspellitysten kautta.

5.2.4.2 Toimenpide-ehdotukset ulkoseinille

5.2.4.2.1 Seinärakenteen sisäpinnan muuttaminen tiiviiksi

Vaihtoehto 1

Korjausvaihtoehdossa ulkoseinärakenteen sisäpinnat tiivistetään ja eristetilan kautta tulevat ilmavuotoreitit katkaistaan vedeneristämällä.

Tekninen näkökulma

Ratkaisun tekninen käyttöikä ei ole tiedossa, koska kyseessä vielä suhteellisen uusi korjaustapa. Tiivistettävältä alueelta puhdistetaan ja poistetaan maalipinta ja lattiapinnoitteet. Sisäpuolisen tiiliseinän sisäpinta rapataan rappauslaastilla. Tiivistykset tehdään ilmatiivistemateriaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Puisia jalkalistoja ei saa käyttää, mikäli rakenteessa on ollut kapillaarista kosteuden nousua. Tiivistyskorjausten yhteydessä on aina poistettava ulkoseiniltä kalusteet, lämpöpatterit, putket koteloinnit ja väliseinät, jotta niiden taakse jäävät liitokset voidaan tiivistää. Nykyisin on käytettävissä ruiskutettavia vedeneristeitä. Vaihtoehto 1 tulee joka tapauksessa toteuttaa, vaikka päädytään korjaustapaan 2.

Terveydellinen näkökulma

Ulkoseinien mikrobivaurioituneet eristemateriaalit jäävät paikoilleen. Lisäksi seinärakenteen läpi tuleva sadevesi voi edelleen aiheuttaa ongelmia. Herkimmät käyttäjät voivat saada edelleen oireita rakennuksessa, mikäli tiivistyskorjaukset epäonnistuvat ja ne eivät ole tiiviitä.

Taloudellinen näkökulma

Selvästi vaihtoehtoa 2 edullisempi ratkaisu.

5.2.4.2.2 Tuulettumattoman tiiliverhotun seinän muuttaminen tuulettuvaksi

Vaihtoehto 2

Ratkaisu soveltuu tiili-villa-tiili-seinille, joissa on käytetty 130 mm:n vahvuisia tiiliä – silloin seinärakenteen muuttaminen tuulettuvaksi onnistuu ilman sokkelirakenteen levennystä tai tiiliseinän uutta kannatusta.

Tekninen näkökulma

Ulkopuolinen verhomuuraus ja lämmöneristeet puretaan pois, lahonneet ja mikrobivaurioiset rakenteet poistetaan, sisäkuoren ulkopinta tasataan ja puhdistetaan. Uusi tiiliverhous muurataan 85 mm:n paksuisista tiilistä. Tuuletusraon leveydeksi sopii 30-50 mm. Alimman tiilirivin joka 2. pystysauma jätetään auki. Muuraussiteet ja liikuntasaumot tehdään rakennesuunnitelmien mukaan.

Terveydellinen näkökulma

Korjausvaihtoehdossa vaurioituneet materiaalit ja vaurioitumisen syyt poistetaan, joten ratkaisu on terveydellisestä näkökulmasta turvallinen.

Taloudellinen näkökulma

Taloudellisesta näkökulmasta korjausvaihtoehto on kallis. Korjauskustannuksia tulee arvioida kokonaisuus huomioiden ja arvioituja korjauskustannuksia tulee arvioida uudisrakentamisen kustannuksiin.

5.3 Alapohjarakenne

5.3.1 Kellarin alapohjarakenne

Lähtötietojen perusteella rakennuksen alapohjatyypinä on maanvarainen kaksoisbetonilaatta. Alapohjan alapuolelle on sijoitettu rakennuksen pituussuuntainen talotekniikkaa palveleva putkikanaali. Putkikanaali on alipaineistettu. Kellarin alapohjarakenne on sijoitettu ainakin kahdelle eri korkeudelle +75,1 ja +74,8. Kellarissa alapohjat on päällystetty pääosin muovimatolla ja pohjalaatan päältä koolatuilla puulattioilla. Maanvastaisissa alapohjissa kosteusteknisen riskin muodostaa maaperästä nouseva diffuusiokosteus, mahdollisesti myös kapillaarikosteus ja huonosti kosteutta kestävät materiaalit. Tiiviitä pintamateriaaleja käytettäessä kosteus voi kerääntyä lattiapäällysteen alle ja käynnistää kemiallisen hajoamisreaktion.

5.3.2 Rakenneavaukset ja tutkimukset

Kellarin alapohjarakenteisiin tehtiin 4 kpl rakenneavauksia. Avauksista otettiin 8 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin, 2 materiaalinäytettä asbestianalyysiin ja 2 materiaalinäytettä PAH-analyysiin. Avausten tarkoituksena oli selvittää alapohjarakenteet ja materiaalien mahdollinen vaurioituminen ja haitta-aineet.

Alapohjarakenteisiin tehtiin pintakosteuskartoituksia ja pintakosteustulosten perusteella myös viiltokosteusmittauksia tai hetkellisiä kosteusmittauksia.

5.3.2.1 Rakenneavaus ja tutkimukset kylmäkonehuone.

Kuraattorin käyttöön varatut tilat koostuvat yhteensä neljästä eri tilasta. Tilojen kohdalla on aiemmin ollut perkaustila, jäähdytyskonehuone, kylmiö ja talouskellari. Kuraattorin huoneessa rakenneavaukset tehtiin jäähdytyskonehuoneen ja perkaustilan kohdalle.

Tilan alapohjan pintakosteudet vaihtelivat välillä 55...67. Alapohjan eristetilan kosteus mitattiin hetkellisesti (HKM2). Hetkellisen kosteusmittauksen perusteella (RH 37,3 %) eristetilan kosteus oli tutkimushetkellä normaali. Pohjalaatan läpi porattiin reikä. Merkkisavun avulla havaittiin ilmavirran suunta, joka oli sisätiloista maaperään. Todennäköisesti alipaineistettu putkikanaali alipaineistaa myös putkikanaalia ympäröiviä alapohjia. Pohjalaatan alapuolisen hiekkatäytön kosteus mitattiin hetkellisesti (HKM3). Hetkellisen kosteusmittauksen perusteella (RH 94,9 %) eristetilan kosteus lähellä kapillaarialuetta.

Todettu alapohjarakenne kylmäkonehuoneen kohdalla:

- muovimatto ja tasoite
- pintabetonilaatta 80 mm
- betonilaatta 80 mm
- lastuvillalevy 100 mm
- pikisively
- betoni 30 mm
- hieno hiekkakerros



Kuva 16. Kuraattorin huoneeseen ulkoseinän läheisyyteen tehty rakenneavaus

Rakenneavauksesta otettiin 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M1 ja M2). Ulkoseinän läheisyyteen tehdystä rakenneavauksesta otettiin seinän ja alapohjan rajapintaan sijoitetusta pahvista materiaalinäyte (M1) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* +(10), **Aspergillus ochraceus* +(25), *steriilit* (+) ja *muut bakteerit* +(YK). Analyysivastaus on liitteessä 2. Tähdellä merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

Pintabetonilaatan alapuolisesta lastuvillaeristeestä otettiin materiaalinäyte (M2) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* +(12), **Scopulariopsis sp* +++(T), **sädesientä* +++(T) ja *muut bakteerit* +++. Analyysivastaus on liitteessä 2.

5.3.2.2 Rakenneavaus ja tutkimukset perkaustila

Toinen rakenneavaus tehtiin perkaustilan lattiaan kohtaan missä muovimaton alapuolella oli tasoitekerroksen irtoamisen aiheuttama pullistuma. Rakenneavauksesta otettiin 3 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M4, M5 ja M6), 2 materiaalinäytettä asbestianalyysiin ja 2 materiaalinäytettä PAH-analyysiin. Rakenneavauskohdasta aistittiin mikrobiperäistä hajua.

Todettu alapohjarakenne perkaustilan kohdalla:

- muovimatto
- tasoitekerros n. 20 mm + tervapaperi
- vanha maalipinnoite
- pintabetonilaatta
- vedeneristyskerros
- betonikerros
- mineraalivillakerros
- bitumisively
- pohjabetonilaatta



Kuva 17. Perkaustilan rakenneavauskohta. Kuvassa tasoitekerros poistettu ja näkyvillä perkaustilan alkuperäinen lattiapinta.

Tasoitekerroksesta otettiin materiaalinäyte (M4) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella tasoitekerroksessa ja tervapaperissa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* +++(T), **Scopulariopsis sp.* + (12), *Penicillium* +, **Tritirachium sp.* +++ (T) **sädesientä* +++(T) ja muut bakteerit +. Analyysivastaus on liitteessä 2.

Betonikerrosten välisestä bitumikermistä otettiin materiaalinäyte (M5) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella bitumikermissä oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* + (6), **Scopulariopsis sp* + (3), *Penicillium* +, **Tritirachium sp.* + (7) **sädesientä* +++(T) ja muut bakteerit +. Analyysivastaus on liitteessä 2.

Pohjalaattaa vasten sijoitetusta mineraalivillakerroksesta otettiin materiaalinäyte (M6) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* + (4), **Scopulariopsis sp* + (1), *steriilit* +, **Tritirachium sp.* + (6) **sädesientä* +++(T) ja muut bakteerit +(YK). Analyysivastaus on liitteessä 2.

Vanhasta lattiapinnoiteesta, tervapaperista ja bitumikermistä otettiin materiaalinäytteet asbestiaineanalyysiin (ASB3 ja ASB 4). Analyysivastauksen perusteella lattiapinnoitteessa, tervapaperissa eikä bitumikermissä havaittu asbestia. Analyysivastaus on liitteessä 4.

Vanhasta lattiapinnoiteesta, tervapaperista ja bitumikermistä otettiin materiaalinäytteet PAH-analyysiin (PAH3 ja PAH4). Analyysivastauksen perusteella lattiapinnoitteessa, tervapaperissa eikä bitumikermissä havaittu PAH-yhdisteitä ja tutkitut materiaalit voidaan toimittaa kaatopaikalle normaalina rakennusjätteenä. Analyysivastaus on liitteessä 5.

5.3.3 Rakenneavaus ja tutkimukset terveydenhoitajan huone

Terveydenhoitajan huoneen alapohjaa tutkittiin aluksi pintakosteustunnistimella. Pintakosteustunnistimen lukemine perusteella havaittiin poikkeavia mittaustuloksia kiintokalusteiden läheisyydessä. Keittiökalusteiden edustalle tehtiin viiltomittaus. Viiltomittauksen mukaan lattialaatta oli märkä (RH 97,7%). Läheltä käsienspesuallasta poistettiin pala muovimattoa. Maton alla havaittiin vettä.



Kuva 18. Vettä muovimatton alla.

Pintabetonilaatan läpi porattiin reikä ja mitattiin eristetilän kosteus käyttäen hetkellistä kosteusmittausmenetelmää (HKM4). Kosteuden ylittyessä yli RH 90% otettiin mittapää pois mittausreiästä.



Kuva 19. Eristetilän kosteusmittaukset käynnissä.

Seuraavaksi eristetilan kosteutta mitattiin lepohuoneen välioven läheisyydessä. Hetkellisen kosteusmittauksen (HKM5) tulos oli (RH % 96). Eristetila on vedenkastelema. Eristetilasta aistittiin mikrobiperäistä hajua.



Kuva 20. Vesivahinko ulottuu koko tilaan. Laajuus tulee selvittää.

Tilasta ei otettu materiaalinäytteitä, koska kyseessä vesivahinko

5.3.4 Rakenneavaus ja tutkimukset puutyöluokassa

Ulko-oven ja ilmanvaihtokoneen edessä porattiin reikä puulattian läpi eristetilaan. Hetkellisen kosteusmittaustuloksen perusteella (HKM6) eristetila oli kuiva (RH 36,6%). Kosteusmittausreikää suurennettiin ja todettiin alapohjarakenne. Alapohjarakenteesta otettiin 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin (M8 ja M9).



Kuva 21. Puutyöluokan rakenneavauskohta

Pohjalaattaa vasten olleesta mineraalivillasta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin (M8). Analyysivastauksen perusteella mineraalivillassa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Eurotium* + (4), *Penicillium sp.* +++, **Aspergillus versicolor* +++ (7) **sädesientä* +++(33) ja muut bakteerit +++. Analyysivastaus on liitteessä 3.

Puuponttilaudan alapuolisesta tervapaperista otettiin materiaalinäyte (M9) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella tervapaperissa ei ollut mikrobikasvua materiaalissa.

Puutyöluokan lattiarakenteen eristetilan kosteutta mitattiin ulkoseinän läheisyydessä (HKM). Hetkellisen kosteusmittauksen (HKM7) tulos oli (RH 27,7%). Eristetila oli tutkimushetkellä kuiva. Puutyöluokan pohjalaatan päälle on jäänyt rakennusaikaisia jätteitä.

5.3.5 Rakenneavaus ja tutkimukset kotitalousluokassa

Kotitalousluokan alapohjaa tutkittiin aluksi pintakosteustunnistimella. Pintakosteustunnistimen lukemien perusteella ei havaittu poikkeavia mittaustuloksia. Opetuspöydän edustalle tehtiin viiltomittaus. Viiltomittauksen mukaan lattialaatta oli kuiva (RH 58,5%).

Betonikerrosten välisestä lastuvillaeristeestä otettiin materiaalinäyte (M 22) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen perusteella lastuvillalevyssä oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa sisältäen mm. **Aspergillus versicolor* +(12), **Tritirachium sp.* +(12), *Verticillium sp.* +, **Aspergillus ochraceus* +(10), *Penicillium sp.* +, *Acremonium sp.* +(1), **sädesientä* +(15) ja muut bakteerit +.



Kuva 22. Opettajanhuoneen talotekniikkakuilusta havaittiin voimakas ilmavirtaus sisätiloihin. Kuilun edustalla matto oli irti alustasta.



Kuva 23. Tilan paine-eroa mitattaessa havaittiin tilan olevan ajoittain jopa -40 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden.

5.3.5 Johtopäätökset

Maanvastaisissa lattioissa ongelmia aiheuttaa se, että laatta voi ympäri vuoden olla kosketuksissa lämpimän ja kostean salaoja- ja täyttökerroksen tai pohjamaan kanssa. Maaperän kosteustilanne vaihtelee paljonkin eri vuodenaikojen ja vuosien mukaan, mikä pitää ottaa huomioon alapohjan toimivuuden selvittämisessä.

5.3.5.1 Kuraattorin tila

Havaittujen vaurioiden todennäköisenä syynä on diffuusiokosteuden aiheuttamat vauriot orgaanista materiaalia sisältävässä lämmöneristeessä (Toja) ja vanha korjaamaton kosteusvaurio perkaustilan kohdalla.

5.3.5.2 Terveystilojen tila

Havaittujen vaurioiden syynä on vesivahinko.

5.3.5.3 Puutyöluokka

Havaittujen vaurioiden todennäköisenä syynä on diffuusiokosteuden aiheuttamat vauriot lämmöneristeessä ja orgaanista materiaalia sisältävissä rakennusjätteissä.

5.3.5.4 Kotitalousluokka

Havaittujen vaurioiden todennäköisenä syynä on diffuusiokosteuden aiheuttamat vauriot orgaanista materiaalia sisältävässä lämmöneristeessä (Toja).

5.3.6 Toimenpidesuosituks

Suosittelomme

- puutyöluokan lattiarakenteen tekninen käyttöikä noin 40-vuotta on ylittynyt ja rakennetyyppi tulisi uusia
- korjaustoimenpiteitä kellarin alapohjarakenteille
 - Vaihtoehto 1
 - koneellisesti tuuletetun lattian rakentaminen. Vaihtoehdossa pintabetonilaatta ja eristeet puretaan. Pohjabetonilaatta puhdistetaan mekaanisesti. Eristetilaan järjestetään koneellisesti tuuletettu ilmatila.
 - Vaihtoehto 2
 - rakenteen uusiminen.

5.3.7 Epäselviksi jääneet asiat

- Kaikkia tiloja ei ole tutkittu.

5.4 Välipohjarakenteet

5.4.1 Kuivien tilojen välipohjarakenne

Ensimmäisen kerroksen välipohjarakenne koostuu pintabetonilaatasta ja kantavasta betoniholvista.

5.4.2 Vanhojen märkätilojen välipohjarakenne

Aiemmin märkätiloina toimineiden tilojen välipohjarakenne koostuu pintabetonilaatasta vedeneristyskerroksesta ja kantavasta betoniholvista.

5.4.3 Rakenneavaukset ja tutkimukset välipohjille

5.4.3.1 Luokka 13

Lattiapinnoitteena käytetyn muovilaatan kiinnityksen on käytetty asbestia sisältävää mustaa liimaa, jonka johdosta välipohjatilaan ei tehty rakenneavausta. Lattiapinnan pintakosteudet olivat välillä 55...63. Pintakosteustulokset eivät viittaa epänormaaliin kosteuteen.

ATK-luokan vastaisella seinällä havaittiin irtonaisia muovilaattoja.



Kuva 24. Luokan 13 mikrobivaurioitunutta lattiapinnoitetta.

Lattiatasoitteesta läheltä ATK-luokan vastaista väliseinää otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin (M12). Analyysivastauksen perusteella lattiatasoitteessa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. **Fusarium* + (13), *Penicillium sp.* +++, **Aspergillus sydowii* + (3) ja muut bakteerit +++. Analyysivastaus on liitteessä 3.

Seinätasoitteesta ATK-luokan vastainen väliseinä otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin (M13). Analyysivastauksen perusteella seinätasoitteessa oli selvä mikrobikasvu materiaalissa sisältäen mm. *Penicillium sp.* +, **Aspergillus sydowii* + (3), *sädesieni* +++ (T) ja muut bakteerit +++ (YK). Analyysivastaus on liitteessä 3.

5.4.3.2 ATK-luokka

ATK-luokassa on aiemmin sijainnut rakennuksen keittola. Lattiarakenteeseen tehtiin rakenneavaus luokan 13 vastaisen väliseinän läheisyyteen.

todettu välipohjarakenne ATK-luokka:

- laatoitus ja kiinnityslaasti
- huonolaatuinen betonivalu
- suojabetonikerros (yhteispaksuus laattapinnasta 97 mm)
- vedeneriste 5mm
- kantava betoniholvi ≥ 160 mm

Vedeneristeestä otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin (M14). Analyysivastauksen (QPCR-analyysi) perusteella lattiatasoitteessa oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa sisältäen mm. *Streptomyces* 6600, *Bakteereja* 260000 ja *Mycobakterium* 69000. Analyysivastaus on liitteessä 4. Tulos viittaa vanhaan kuivuneeseen kosteusvaurioon materiaalissa.

5.4.3.3 Opetuksenohjaajan tila

Opon huonetta tutkittiin pelkästään aistinvaraisesti. Tila sijaitsee kellarissa olevan perkaustilan päällä. Välipohjaholvissa havaittiin liikuntasauha. Tilassa havaitut hajuhaitat saattavat olla peräisin perkaustilasta tulevista ilmavuodosta tai ongelmista ulkoseinässä.

5.4.4 Johtopäätökset

Välipohjarakenteessa havaittiin mikrobivaurioita entisen keittolan alueella ja viereisen luokkahuoneessa väliseinän läheisyydessä. Vauriot ovat todennäköisesti syntyneet keittolan vedenkäytöstä ja puutteissa vedeneristyksissä.

5.4.5 Toimenpidesuosituks

Suosittelimme keittolan vedeneristeiden poistamista tai kermieristeiden kapselointia välipohjarakenteen sisälle. Luokkahuoneen 13 lattian pintarakenteet tulee uusia. Nykyisen lattiapinnoitteen kiinnitysliima sisältää asbestia ja purkutyö tulee tehdä asbestipurkuna. Opinto-ohjaajan lattiapinnoite tulisi myös uusia. Uusimisen yhteydessä ilmayhteys kellarikerrokseen katkaistaan vedeneristämällä.

5.5 Yläpohjarakenteet

5.5.1 Vanhaosa

Ei ole tutkittu

5.5.2 Havainnot ja mittaustulokset

Ei ole tutkittu

5.5.4 Johtopäätökset

Ei ole tutkittu

5.5.5 Toimenpidesuosituks

Ei ole tutkittu

6.0 LVI-järjestelmät

6.1.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Opetustiloissa ilmanvaihtojärjestelmänä toimii opetustilakohtaiset ilmanvaihtokoneet ja muualla ilmanvaihto on järjestetty keskitetysti.



Kuva 25. Opetustilakohtaiset ilmanvaihtokoneet



Kuva 26. Kellariin rakennettu ilmanvaihtojärjestelmä.

6.1.2 Havainnot

Ilmanvaihto oli normaalisti päällä. Ilmanvaihdon kokonaisvaltainen säätö saattaa olla hankalaa.

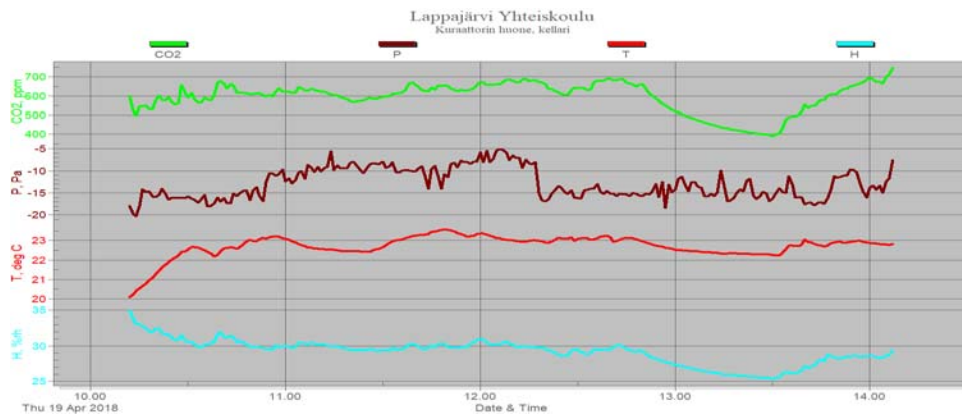
6.1.3 Epäselviksi jääneet asiat

Pitkäkestoisia yli 2-viikon mittaisia olosuhdemittauksia ei tehty.

7.0 Sisäilman olosuhdemittaukset

Rakennukseen tehtiin olosuhdemittaukset kenttätutkimusten yhteydessä. Mittauksella seurattiin paine-eroja ulkovaipan yli, sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, sisäilman lämpötilaa sekä suhteellista kosteutta. Rakennuksen ilmanvaihto oli normaalisti päällä tutkimusten yhteydessä.

7.1 Kellari. Kuraattorin huone



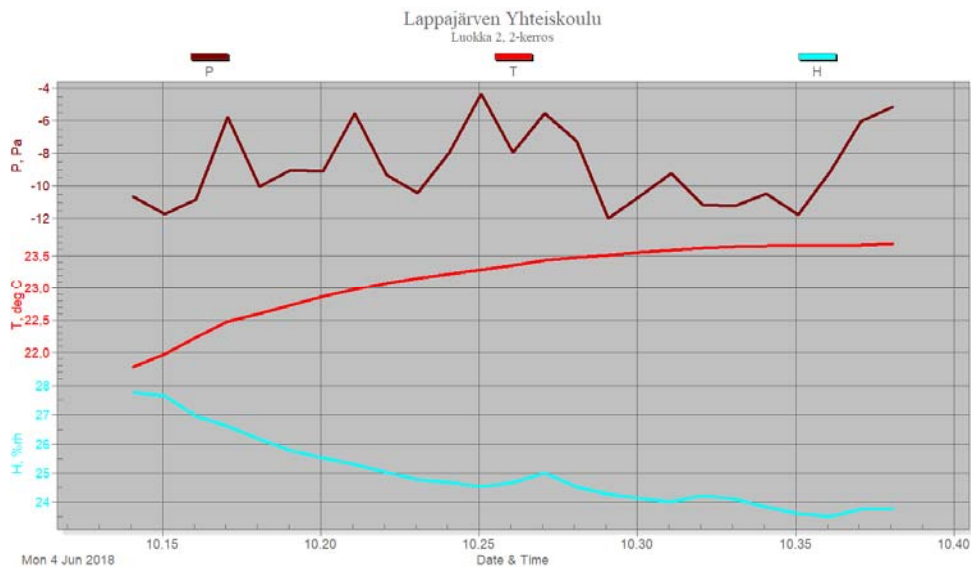
Kuva 27. Kellaritila keskimäärin -13 Pa alipaineinen. Paine-erot vaihtelivat -5,2...-20,2 Pa:n välillä. CO₂, lämpötila ja kosteus olivat normaalilla tasolla.

7.2 1-kerroksen luokka 13



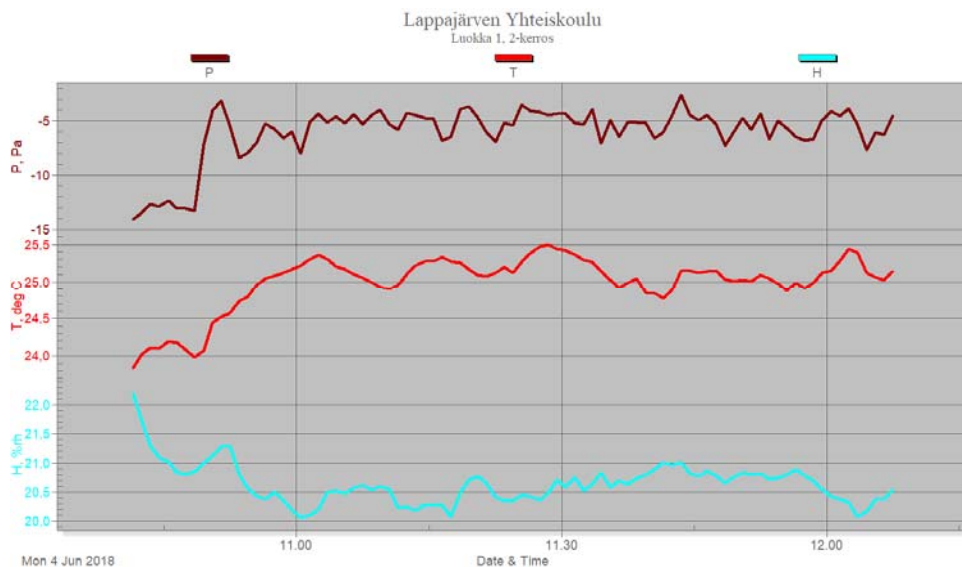
Kuva 28. I-kerros keskimäärin -6 Pa alipaineinen. Paine-erot vaihtelivat -4,0...-21,6 Pa:n välillä. CO₂, lämpötila ja kosteus olivat normaalilla tasolla.

7.3 II-kerroksen luokka 2



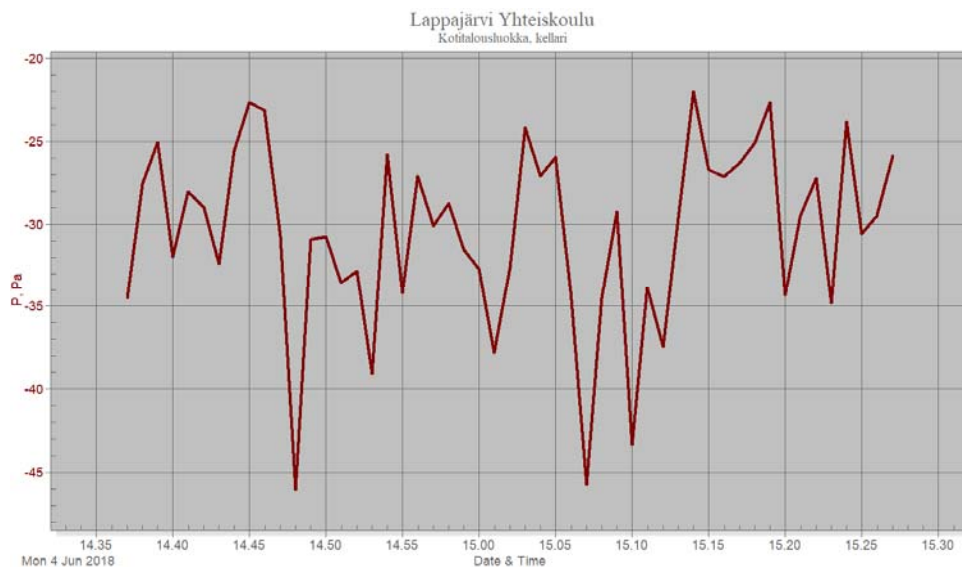
Kuva 29. II-kerros keskimäärin -9 Pa alipaineinen. Paine-erot vaihtelivat -4,3...-12,0 Pa:n välillä. CO₂, lämpötila ja kosteus olivat normaalilla tasolla.

7.4 II-kerroksen luokka 1



Kuva 30. II-kerros keskimäärin -6 Pa alipaineinen. Paine-erot vaihtelivat -2,6...-14,1 Pa:n välillä. CO₂, lämpötila ja kosteus olivat normaalilla tasolla.

7.5 Kellari. Kotitalousluokka



Kuva 31. Kellarin kotitalousluokka keskimäärin -30 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Paineerot vaihtelivat -22,0...-46,1 Pa:n välillä.

7.6 Johtopäätökset olosuhdemittauksista

Hetkellisten olosuhdemittausten perusteella kellaritilat ovat liian alipaineisia ulkoilmaan nähden. Opetustilakohtaisten ilmanvaihtokoneiden johdosta samaan aikaan mitatuissa luokkakohtaisissa mittaustuloksissa havaittiin eroja. Kellarin alipaineisuuteen saattaa vaikuttaa putkikanaalin alipaineistus.

7.7 Toimenpidesuosituksien

Kellarin alipaineisuutta tulisi alentaa

8.0 Kosteustekniset tutkimukset

8.1 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoituksessa tutkittiin satunnaisesti muutamia hoitotiloja ja käytäviä. Pintakosteuksien määrittämisiä rajoitti tilojen käyttö. Pintakosteuskartoituksen havainnot on esitetty paikannuspiirustuksissa.

8.2 Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus

Hetkellisiä kosteusmittauksia tehtiin kuraattorin huone, terveydenhoitajan huone ja puutyöluokka. Mitta-anturit on kalibroitu 28.8.2017. Mittauksen kokonaismittaustarkkuus on arviolta noin $\pm 2 - 10$ RH-yksikköä

Taulukko 1. Hetkellisen kosteusmittauksen tulokset.

Tila	Mittaustunnus	RH [%]	T [°C]	Abs [g/m ³]	Sijainti
kuraattori	HKM1	43,3	15,6	5,8	seinän eristetila
kuraattori	HKM2	37,6	17,3	5,5	kylmiön lattian eristetila
kuraattori	HKM3	94,9	13,2	10,9	alapohjan hiekkatäyttö
terveydenhoitaja	HKM4	> 90,0	vettä		keittiökaapin edusta
terveydenhoitaja	HKM5	95,9	19,6	16,2	lepohuoneen edusta
puutyöluokka	HKM6	36,6	19,9	6,3	ulkoseinusta ulko-ovi
puutyöluokka	HKM7	27,7	20,5	4,9	ulkoseinusta

8.3 Viiltomittaus

Taulukko 2. Viiltomittauksen tulos

Tila	Mittaustunnus	RH [%]	T [°C]	Abs [g/m ³]	Sisäilman olosuhteet			Huom
					RH [%]	T [°C]	Abs [g/m ³]	
terveydenhoitaja	VM1	97,7	21,6	18,5	35,1	21,2	6,5	15 min
kotitalousluokka	VM2	58,5	21,0	10,7	19,9	21,0	3,6	23 min

8.5 Johtopäätökset kosteusmittauksista

Hetkelliset kosteusmittaukset

Hetkellisten kosteusmittauksen perusteella terveydenhoitajan alapohjassa on vesivahinko. Kuraattorin huoneen seinän eristetila ja alapohja kylmiön kohdalla oli mittaushetkellä kuivia. Puutyöluokan alapohja oli mittaushetkellä kuiva.

Viiltomittaukset

Suomen Betonitieto Oy:n sekä Lattian- ja seinäpäällysteliiton ry:n julkaisussa Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet 2007 on esitetty, että suhteellinen kosteus välittömästi lattiapinnoitteen alla ei saa nousta yli 85 %. Terveydenhoitajan huoneessa oli vesivahinko. Kotitalousluokan lattiapinnoitteen alusta oli kuiva.

9.0 Muiden selvitysten tulokset

Rakennukseen on suoritettu tilaajan toimesta ilmanäytteenotto useasta tilasta sekä rakenneavauksia ja materiaalinäytteenottoja. Tulosten perusteella osassa ulkoseinien eristeitä on viitteitä kosteusvaurioon. Ilmanäytteissä havaittiin paikoin kosteusvaurioindikaattoreita ja aktinomykeettejä, joiden olemassaolo saattaa viitata kosteusvaurioon rakennuksen rakenteissa. Suosittelemme materiaalinäytteenottoa kattavasti ulkoseinän lämmöneristeistä, maanvastaisten seinien lämmöneristeistä ja alapohjan kaksoislaatan lämmöneristeistä. Korjaussuosituksena on maanvastaisten seinien ulkopuolisen vedeneristyksen toteutus, salaojien uusiminen ja routasuojaus. Yläpohjan ja vesikaton rakenteet tulisi tutkia mahdollisten vesivuotojen havaitsemiseksi ja yläpohjan riittävän tuulettumisen toteamiseksi. Vedenohjauksen detaljipuutteet suosittelemme korjattavaksi mahdollisimman pian ulkoseinärakenteen kosteusrasituksen vähentämiseksi.

10.0 Altistumisen arviointi

Valviran ”Ohje asunnon terveyshaitan selvittämiseen” (4/2017) julkaisussa on luvussa ”5.8. Terveyshaittaa aiheuttavan olosuhteen arviointi” (sivut 35-37) esitetty ohjeet terveyshaittaa aiheuttavan olosuhteen vakavuuden arviointiin. Vakavuuden arviointi perustuu altistumisolosuhteiden ja altistumisen kokonaisarviointiin, jossa huomioidaan asumisterveysasetuksen 3§:n mukaisesti mm. altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto.

- rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita, ja rakenteiden korjauslaajuus koskee useita eri rakennusosia (esim. julkisivu, alapohja)
- ilmavuotoreitit rakenteista tai epäpuhtauslähteestä ovat järjestelmällisesti toistuvia ja niitä on useita.
- tilat ovat merkittävästi alipaineisia ympäröiviin tiloihin tai ulkoilmaan nähden.

Arvoimme, että haitallinen altistumisolosuhde on alla mainituissa tiloissa todennäköinen:

- **kellarin tilat**
- **1-2 kerrosten luokkahuoneet**

11. Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

Kellarin maanvastaiset seinärakenteet:

- rakenteen purkaminen ja uusiminen sisäpuolelta ja ulkopuolelle tehtävät lämmön- ja vedeneristys. Ulkopuolisten korjausten yhteydessä uusitaan salaojitussadevesijärjestelmät ja varmistetaan maanpinnan kallistukset rakennuksesta pois päin viettäviksi.

Maanpäälliset ulkoseinärakenteet:

- Vaihtoehto 1
 - korjausvaihtoehdossa ulkoseinärakenteen sisäpinnat tiivistetään ja eristetilan kautta tulevat ilmapuoretit katkaistaan vedeneristämällä
- Vaihtoehto 2
 - tuulettumattoman tiiliverhotun seinän muuttaminen tuulettuvaksi. Ratkaisu soveltuu tiili-villa-tiili-seinille, joissa on käytetty 130 mm:n vahvuisia tiiliä – silloin seinärakenteen muuttaminen tuulettuvaksi onnistuu ilman sokkelirakenteen levennystä tai tiiliseinän uutta kannatusta. Korjausvaihtoehdossa toteutetaan myös vaihtoehdossa 1 esitetyt korjaukset

Maanvastaiset alapohjarakenteet:

- Vaihtoehto 1
 - koneellisesti tuuletetun lattian rakentaminen. Vaihtoehdossa pintabetonilaatta ja eristeet puretaan. Pohjabetonilaatta puhdistetaan mekaanisesti. Eristetilaan järjestetään koneellisesti tuuletettu ilmatila.
- Vaihtoehto 2
 - rakenteen uusiminen.

Välipohjarakenteet:

- suosittelemme keittolan vedeneristeiden poistamista tai kermieristeiden kapselointia välipohjarakenteen sisälle
- luokkahuoneen 13 lattian pintarakenteet tulee uusida. Nykyisen lattiapinnoitteen kiinnityssiima sisältää asbestia ja purkutyö tulee tehdä asbestipurkuna. Opinto-ohjaajan lattiapinnoite tulisi myös uusida. Uusimisen yhteydessä ilmayhteys kellarikerrokseen katkaistaan vedeneristämällä

Yläpohjarakenteet:

- ei ole vielä tutkittu

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- kellarin alipaineisuutta tulisi vähentää

12. Allekirjoitukset

Seinäjoella 4.7.2018

Esa Kemppainen

Esa Kemppainen

vastaava kuntotutkija, RTA VTT-C-21559-26-15

ProLeader Oy

13. Liitteet

Liite 1 Lähtötietoaineisto

Liite 2 Mikrobioni RM2018-446

Liite 3 Mikrobioni RM2018-531

Liite 4 Mikrobioni QR2018-076

Liite 5 Mikrobioni RM2018-641

Liite 6 Labroc 71210/asb

Liite 7 Labroc 71210/PAH

Liite 8 Labroc 72536/asb

Liite 9 Labroc 72536/PAH

Liite 10 Paikannuspiirustukset

Liite 1. Lähtötietoaineisto

Tilaaaja on toimittanut lähtötietona seuraavat asiakirjat:

Ramboll Oy, kuntoarvioraportti	23.3.2018
Työterveyslaitos VOC-mittaus 365764	26.10.2017
STUK tutkimusseloste	19.2.2018
Asbestikartoitusraportti	29.1.1992
Rakennusselityssivu	vuosi 1967
ARK-pohjapiirustus 1-kerros	19.10.1967
ARK-pohjapiirustus 2-kerros	19.10.1967

Esa Kempainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Lappajärven Yläaste, kellari

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Esa Kempainen ja Joni Vuoto, ProLeader Oy, 19.4.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 20.4.2018 ja viljelty 20.4.2018.

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

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on homeille 11 % (M2-alusta) ja 12 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 21 % ja sädesienille 30 %. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. 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:
	1, Pahvi, RA1. Alkuperäisen lattialaatan ja ulkoseinän välistä	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	2, Toja, RA1. Lattian pohjalaatan päältä	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, Mineraalivilla, RA1. Ulkoseinäeriste pohjalaatan päältä	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	4, Tasoite ja tervapaperi, RA2. Lattian yläpinnan tasoite vanhan lattiapinnan päältä	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	5, Bitumikermi, RA2. Vedeneriste betonilaattojen välistä	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	6, Mineraalivilla, RA2. Lattiaeriste pohjalaatan päältä	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	7, Mineraalivilla, RA3. Ulkoseinäeriste ikkunan päältä	vähän homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 4.5.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

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 määrittäysrajan

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: 1, Pahvi, RA1. Alkuperäisen lattialaatan ja ulkoseinän välistä (tutkimustunnus: RM182405)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus ochraceus	+(10)	+(25)	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus versicolor	+(7)	+(10)	*sädesienet	<mr
steriilit		+		
Penicillium sp.	+			

Näyte: 2, Toja, RA1. Lattian pohjalaatan päältä (tutkimustunnus: RM182406)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Aspergillus versicolor		+(12)	muut bakteerit	+++
*Scopulariopsis sp.	+++ (T)	+++ (T)	*sädesienet	+++ (T)

Näyte: 3, Mineraalivilla, RA1. Ulkoseinäeriste pohjalaatan päältä (tutkimustunnus: RM182407)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	++	++	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus versicolor	+(11)	+(22)	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus ochraceus	+(20)	+(21)	*sädesienet	+(14)
*Scopulariopsis sp.	+(7)	+(2)		

Näyte: 4, Tasoite ja tervapaperi, RA2. Lattian yläpinnan tasoite vanhan lattiapinnan päältä (tutkimustunnus: RM182408)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Scopulariopsis sp.	+(12)	+(3)	muut bakteerit	+
Penicillium sp.	+	+	*sädesienet	+++ (T)
*Aspergillus versicolor	+++ (T)	+++ (T)		
*Tritirachium sp.	+++ (T)	+++ (T)		

Näyte: 5, Bitumikermi, RA2. Vedeneriste betonilaattojen välistä (tutkimustunnus: RM182409)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
*Tritirachium sp.	+(7)	+(3)	muut bakteerit	+
*Aspergillus versicolor	+(6)	+(3)	*sädesienet	+++ (T)
*Scopulariopsis sp.	+(3)			
Penicillium sp.	+	+		

Näyte: 6, Mineraalivilla, RA2. Lattiaeriste pohjalaatan päältä (tutkimustunnus: RM182410)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
*Tritirachium sp.	+(6)		muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus versicolor	+(4)	+(2)	*sädesienet	+++ (T)
*Scopulariopsis sp.	+(1)			
steriilit	+			

Näyte: 7, Mineraalivilla, RA3. Ulkoseinäeriste ikkunan päältä (tutkimustunnus: RM182411)

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

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.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Lappajärven yläaste

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Esa Kemppainen, ProLeader Oy, 9.5.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 11.5.2018 ja qPCR-analyysit on tehty 14.5.2018 ja 15.5.2018.

ANALYYSIT:

qPCR (kvantitatiivinen polymeerasiketjureaktio) menetelmä mittaa sekä elävien, että kuolleiden mikrobien määrää spesifisesti niin, että vain analyysin kohteeksi valitut mikrobit mitataan. Laboratorioon lähetetyistä näytteistä analysoidaan aina seuraavat mikrobiryhmät, joiden pitoisuuksille tulosten tulkinta perustuu: homeet ja hiivat, Penicillium ja Aspergillus (mittaa Penicillium- ja Aspergillus-homesukujen sekä Paecilomyces variotii-lajin edustajat), ja Streptomyces-bakteerisuku (viitteet: US EPA, Rintala ym. 2006).

Lisäksi voidaan pyynnöstä tehdä kaikkien bakteerien määrää (bakteerit) ja Mycobacterium-bakteerisuvun määrää (Mycobacterium) mittaava analyysi (viitteet: Kärkkäinen ym. 2010, Torvinen ym. 2010).

TULOKSEN TULKINTA:

Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n kokoamaa validointiaineistoa. Validoinnissa samoista näytteistä on analysoitu mikrobit käyttäen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaista laimennossarjamenetelmää sekä qPCR-menetelmää ja tuloksia on verrattu keskenään.

qPCR-menetelmän tulos vastaa Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen laimennossarjaviljelyn tulostulkinnan ohjearvoja siten, että qPCR-tulos viittaa homeiden ja hiivojen osalta mikrobikasvuun, jos kaikkien homeiden ja hiivojen pitoisuus ylittää 100 000 CE/g tai Penicillium/Aspergillus/P.variotii-ryhmän pitoisuus ylittää 60 000 CE/g. Tulkintana on epäily mikrobikasvusta silloin kun homeiden ja hiivojen pitoisuus on välillä 10 000 - 100 000 CE/g tai Penicillium/Aspergillus/P.variotii-ryhmän pitoisuus on välillä 10 000 - 60 000 CE/g.

Sädesienille ei ole tällä hetkellä käytössä koko ryhmän kattavaa qPCR-menetelmää. Streptomyces sp. on yksi yleisimmistä rakennuksissa esiintyvistä sädesienistä ja sen esiintyminen yli 6 000 CE/g pitoisuuksina viittaa sädesienikasvuun materiaalissa. Pitoisuudet 3 000 - 6 000 CE/g tulkitaan epäilyksi.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmien määrittäysrajat vaihtelevat riippuen näytemateriaalista ja menetelmästä. Määrittäysrajat on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on Yleishome-menetelmälle 40 %, Penicillium/Aspergillus -menetelmälle 26 %, Streptomyces -menetelmälle 24 %, Yleisbakteeri -menetelmälle 63 % ja Mykobakteeri -menetelmälle 32 %. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. 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:	Tulosityhteenveto:	Johtopäätös:
	14, Bitumikermi, ATK-luokan lattian vedeneriste pintalaatan alta	homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni sädesienipitoisuus	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

Lisätietoja:

Menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenvetoon ja johtopäätökseen.

Kuopiossa, 16.5.2018

Helena Rintala

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

CE (cell equivalent) = soluekvivalentti; itiö, rihmaston osa, tms. solu tai solun osa, jossa on DNA:ta

< mr = alle määrittäjärajan

+ = pieni pitoisuus (tulos menetelmän lineaarisen mittausalueen ulkopuolella, jolloin kvantitointi ei ole luotettava).

Tulokset on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Näyte: 7, Bitumikermi, ATK-luokan lattian vedeneriste pintalaatan alta (tutkimustunnus: QR180301)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	< mr	Streptomyces	6600
Penicillium ja Aspergillus	< mr	Bakteerit	260000
		Mycobacterium	69000

Määrittäjärajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 430 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 600 CE/g, Streptomyces 520 CE/g, Bakteerit 990 CE/g ja Mycobacterium 2200 CE/g.

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen Streptomyces-tulos voi olla < 6 000 CE/g.

VIITTEET:

Pietarinen V-M, H. Rintala, A. Hyvärinen, U. Lignell, P. Kärkkäinen and A. Nevalainen. 2008. Quantitative PCR of fungi and bacteria in building materials and comparison to culture-based analysis. Journal of Environmental Monitoring 10:655 - 663.

Rintala H. and A. Nevalainen. 2006. Quantitative measurement of streptomycetes using real-time PCR. Journal of Environmental Monitoring 8:745-749.

Kärkkäinen, P. M. Valkonen, A. Hyvärinen, A. Nevalainen and H. Rintala. 2010. Determination of bacterial load in house dust using qPCR methods, chemical markers and culture. Journal of Environmental Monitoring 12, 759-768.

Torvinen, E., P. Torkko, A. Nevalainen and H. Rintala. 2010. Real-time PCR detection of environmental mycobacteria in house dust. Journal of Microbiological Methods 82:78-84.

US Environmental protection Agency (<http://www.epa.gov/microbes/moldtech.htm#primers>)

Esa Kempainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Lappajärven yläaste

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Esa Kempainen ja Joni Vuoto, ProLeader Oy, 9.5.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 11.5.2018 ja viljelty 11.5.2018.

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

Laboration menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on homeille 11 % (M2-alusta) ja 12 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 21 % ja sädesienille 30 %. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. 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:
	8, Mineraalivilla, Kellari. Puutyöluokka	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	9, Tervapaperi, Kellari. Puutyöluokka	vähän homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	10, Mineraalivilla, 1-kerros. luokka 13. Ulkoseinän eriste Etelä/ Länsikulma	paljon homeita, indikaattorimikrobia. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	11, Mineraalivilla, 1-kerros. luokka 13. Ulkoseinän eriste Länsikulma laajennuksen lähellä	paljon homeita, indikaattorimikrobia. Vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	12, Tasoite, 1-kerros. luokka 13. Lattiatasoite ATK-luokan väliseinän läheltä	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	13, Tasoite, 1-kerros. luokka 13. Seinäntasoite ATK-luokan väliseinän läheltä	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobia. Bakteereissa paljon sädesieniä (kts. lisätiedot)	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Lisätietoja:

Koska näytteessä 2 todettiin vain yksittäiset homepesäkkeet, näytemateriaalia tarkasteltiin myös suoraan valomikroskooppilla. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa.

Näytteiden 4 ja 6 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosyhteenvetoon. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 25.5.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

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 määrittäjärajan

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: 8, Mineraalivilla, Kellari. Puutyöluokka (tutkimustunnus: RM182880)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Eurotium sp.		+(4)	muut bakteerit	+++
Penicillium sp.	+++	+++	*sädesienet	+++ (33)
*Aspergillus versicolor	+++ (T)	+++ (T)		

Näyte: 9, Tervapaperi, Kellari. Puutyöluokka (tutkimustunnus: RM182881)

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

Näyte: 10, Mineraalivilla, 1-kerros. luokka 13. Ulkoseinän eriste Etelä/Länsikulma (tutkimustunnus: RM182882)

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

Näyte: 11, Mineraalivilla, 1-kerros. luokka 13. Ulkoseinän eriste Länsikulma laajennuksen lähellä (tutkimustunnus: RM182883)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Cladosporium sp.		+	muut bakteerit	+(YK)
Penicillium sp.	+++	+++	*sädesienet	+++ (21)

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen sädesienitulos voi olla + (< 20 pmy/alusta).

Näyte: 12, Tasoite, 1-kerros. luokka 13. Lattiatasoite ATK-luokan väliseinän läheltä (tutkimustunnus: RM182884)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Fusarium sp.	+(13)		muut bakteerit	+++
*Aspergillus sydowii		+(3)	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+++	+++		

Näyte: 13, Tasoite, 1-kerros. luokka 13. Seinätasoite ATK-luokan väliseinän läheltä (tutkimustunnus: RM182885)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+++ (YK)
*Aspergillus sydowii	+(3)		*sädesienet	+++ (T)

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen muiden bakteerien tulos THG-alustalla voi olla + (< 75 pmy/alusta).

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.

Esa Kempainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Lappajärven Yhteiskoulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Esa Kempainen, ProLeader Oy, 4.6.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 5.6.2018 ja viljelty 5.6.2018.

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

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on homeille 11 % (M2-alusta) ja 12 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 21 % ja sädesienille 30 %. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. 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:
	15, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 2. Ulkoseinä ikkunan alta Länsisivu	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	16, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 2. Ulkoseinä ikkunan alta Ulkokulma. Eteläpääty	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	17, Rappauslaasti, II-kerros. Luokka 2. Ulkoseinä jalkalistan takaa Ulkokulma. Eteläpääty	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	18, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 1. Ulkoseinä ikkunan alta. Itäsivu	vähän homeita, bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	19, Muovi, II-kerros. Luokka 1. Ulkoseinä ikkunakarmin alta. Itäsivu	vähän homeita, bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	20, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 8. Ulkoseinä ikkunan alta. Itäsivu. Rakennuksen keskiosa	vähän homeita, bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	21, kuitulevy, II-kerros. Luokka 8. Sisäkaton verhou levy. kostunut kohta.	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa

	22, Lastuvillaeriste (Toja), Kellari. Kotitalousluokan alapohjaeriste pohjalaatan päältä	kohtalaisesti homeita, myös indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
--	---	--	--------------------------------------

Lisätietoja:

Näytemateriaalia näytteestä 7 tarkasteltiin myös suoraan valomikroskoopilla. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoja eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 18.6.2018

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

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 pesäkemäärää.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Näyte: 15, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 2. Ulkoseinä ikkunan alta Länsisivu (tutkimustunnus:**RM183446)**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
* Aspergillus versicolor	+(2)	+(3)	*sädesienet	+++ (T)
* Aspergillus sydowii		+(3)		
Cladosporium sp.		+		
* Eurotium sp.		+(1)		

Näyte: 16, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 2. Ulkoseinä ikkunan alta Ulkokulma. Eteläpääty**RM183447)**

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	++	+++	muut bakteerit	+(YK)
* Aspergillus sydowii	++(32)	+(5)	*sädesienet	+(17)
* Eurotium sp.	+(1)	+(20)		
Syncephalastrum sp.	+	+		
* Aspergillus ochraceus	+(2)	+(3)		
Mucor sp.	+	+		

Näyte: 17, Rappauslaasti, II-kerros. Luokka 2. Ulkoseinä jalkalistan takaa Ulkokulma.

Eteläpääty (tutkimustunnus: RM183448)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	++	+++	muut bakteerit	+++
*Fusarium sp.	+(13)	+(4)	*sädesienet	+(8)
*Aspergillus sydowii		+(2)		
*Eurotium sp.		+(2)		
Aspergillus flavus	+	+		
*Aspergillus ochraceus	+(1)	+(1)		
Mucor sp.		+		
Aspergillus- ryhmä Nigri		+		
*Aspergillus ustus	+(1)			

Näyte: 18, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 1. Ulkoseinä ikkunan alta. Itäsiivu (tutkimustunnus: RM183449)

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

Näyte: 19, Muovi, II-kerros. Luokka 1. Ulkoseinä ikkunakarmin alta. Itäsiivu (tutkimustunnus: RM183450)

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

Näyte: 20, Mineraalivilla, II-kerros. Luokka 8. Ulkoseinä ikkunan alta. Itäsiivu. Rakennuksen keskiosa (tutkimustunnus: RM183451)

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

Näyte: 21, kuitulevy, II-kerros. Luokka 8. Sisäkaton verhou levy. kostunut kohta.
(tutkimustunnus: RM183452)

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

Näyte: 22, Lastuvillaeriste Kellari. Kotitalousluokan alapohjaeriste pohjalaatan päältä
(Toja), (tutkimustunnus: RM183453)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonais määrä	++	++	Kokonais määrä	+
*Aspergillus versicolor	+(12)	+(12)	muut bakteerit	+
*Tritirachium sp.	+(12)	+(1)	*sädesienet	+(15)
Verticillium sp.		+		
*Aspergillus ochraceus	+(10)	+(5)		
Penicillium sp.		+		
*Acremonium sp.	+(1)	+(1)		

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.

ASBESTIANALYYSI			
Tilaja:	ProLeader Oy		
Kohde:	Lappajärven yläaste	Tilauspäivä:	19.4.2018
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	20.4.2018
Menetelmät:			
<p>Asbestianalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysi suoritetaan tilaajan toimittamista näytteistä soveltaen standardia ISO22262-1 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia Nikon SMZ745 sekä polarisaatiomikroskooppia Nikon CiPOL ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisyelektronimikroskooppia Jeol JSM6300/6400 tai läpäisyelektronimikroskooppia Leo 912. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.</p>			
TULOKSET: Näytteenottaja: Joni Vuoto			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Menetelmä VM/EM*	Asbestipitoisuus
1	Tiilitasoite, kellarin ulkoseinä	VM	Ei sisällä asbestia.
2	Pikisively, kellarin ulkoseinä	VM	Ei sisällä asbestia.
3	Vanha lattiapinnoite + tervapaperi, kellarin lattia	VM	Ei sisällä asbestia.
4	Bitumikermi, kellarin vanhan lattian vesieriste	VM	Ei sisällä asbestia.

*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi



Tomi Tolppi
 Tutkija, FM
 050 4395 079

PAH-ANALYYSI																				
Tilaaaja:		ProLeader Oy																		
Kohde:		Lappajärven yläaste											Tilauspäivä:		19.4.2018					
Projektinumero:													Toimituspäivä:		20.4.2018					
Menetelmät:																				
Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittapevarmuus on 24 % ja määrittärajana on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.																				
TULOKSET: Näytteenottaja: Joni Vuoto [mg/kg]																				
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Naftaleeni	Asenaftaleeni	Asenaftteeni	Fluoreeni	Fenantreeni	Antraseeni	Fluoranteeni	Pyreeni	Bentso(a)antraseeni	Kryseeni	Bentso(b)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni	Bentso(a)pyreeni	Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	Dibentso(a,h)antraseeni	Bentso(ghi)peryleeni	PAH-yht.*		
2	Pikisively, kellarin ulkoseinä	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2,2	< 2	3,9	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30		
3	Vanha lattiapinnoite + tervapaperi, kellarin lattia	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30		
4	Bitumikermi, kellarin vanhan lattian vesieriste	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3,0	2,6	3,3	2,3	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30		

* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu.

Näytteitä 2, 3 ja 4 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.



Mikko Kivelä
Tutkija, laboratorioanalyytikko
050 4388 912

ASBESTIANALYYSI			
Tilaja:	ProLeader Oy		
Kohde:	Lappajärven yläaste	Tilauspäivä:	9.5.2018
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	11.5.2018
Menetelmät:			
Asbestianalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysi suoritetaan tilaajan toimittamista näytteistä soveltaen standardia ISO22262-1 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia Nikon SMZ745 sekä polarisaatiomikroskooppia Nikon CiPOL ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisyelektronimikroskooppia Jeol JSM6300/6400 tai läpäisyelektronimikroskooppia Leo 912. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.			
TULOKSET: Näytteenottaja: Esa Kemppainen			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Menetelmä VM/EM*	Asbestipitoisuus
1	1.krs, ATK-luokan vedeneriste pintalaatan alta	VM	Ei sisällä asbestia.

*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi



Tapani Arola
Tutkija, FM
050 4113 779

PAH-ANALYYSI																				
Tilaaaja:		ProLeader Oy																		
Kohde:		Lappajärven yläaste											Tilauspäivä:			9.5.2018				
Projektinumero:													Toimituspäivä:			11.5.2018				
Menetelmät:																				
Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittapevarmuus on 24 % ja määrittärajana on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.																				
TULOKSET: Näytteenottaja: Esa Kemppainen [mg/kg]																				
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Naftaleeni	Asenaftaleeni	Asenaftteeni	Fluoreeni	Fenantreeni	Antraseeni	Fluoranteeni	Pyreeni	Bentso(a)antraseeni	Kryseeni	Bentso(b)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni	Bentso(a)pyreeni	Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	Dibentso(a,h)antraseeni	Bentso(ghi)peryleeni	PAH-yht.*		
1	1.krs, ATK-luokan vedeneriste pintalaatan alta	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3,5	7,2	2,3	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30		

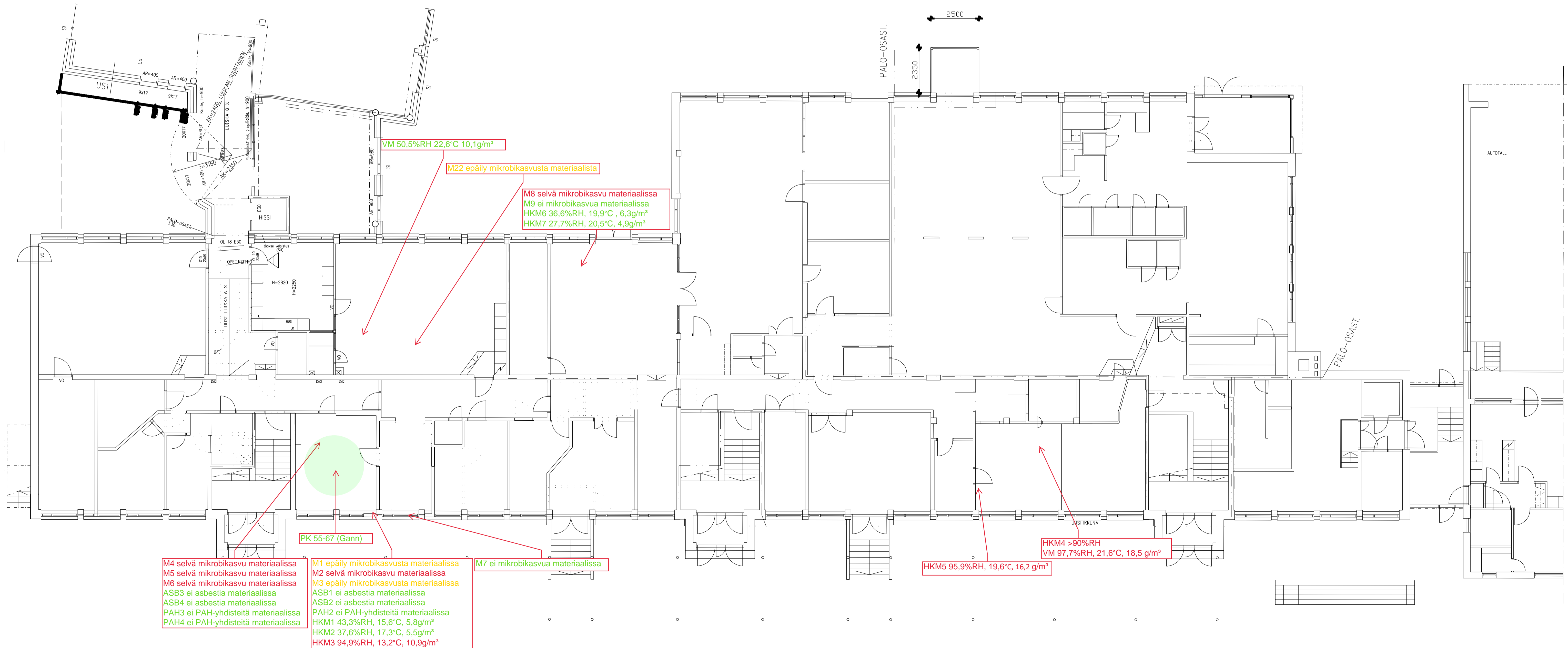
* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu.

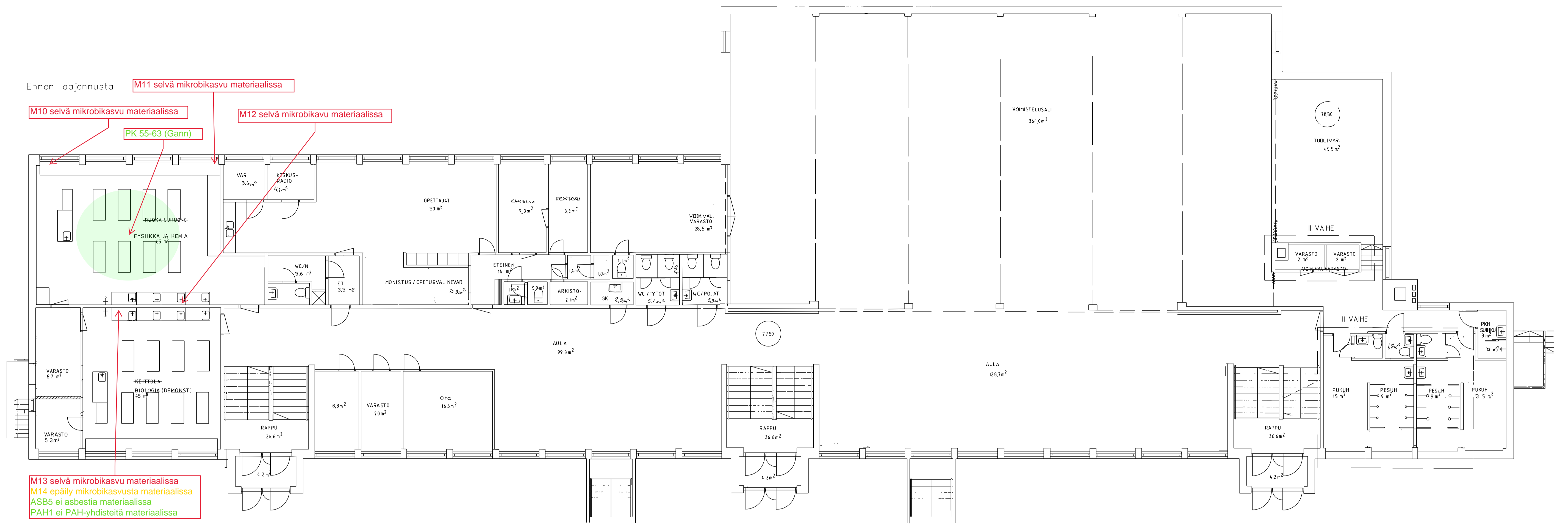
Näytettä 1 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.



Mikko Kivelä
Tutkija, laboratorioanalyytikko
050 4388 912

MERKKIEN SELITYKSET				
R	RAKENNEVAUUS	VÄRIKOODIT	R1	RAKENNEVAUUS
M1	MIKROBITTAUS MATERIAALISTA	NORMAALI TULOS	M1	MATERIAALINÄYTTEEN
Mi	MIKROBITTAUS ILMASTA	POIKKEAVA TULOS		TULOS VASTAA
PAH	PAH-NÄYTE MATERIAALISTA	EPÄVARMA TULOS		NORMAALIA
PAHi	PAH-NÄYTE ILMASTA			
ASB	ASBESTINÄYTE MATERIAALISTA			
ASBi	ASBESTINÄYTE ILMASTA	POIKKEAVA TULOS	ASBi	ASBESTINÄYTE.
ASBp	ASBESTINÄYTE PÖLYSTÄ			TUTKIMUSTULOS
K	KUITUNÄYTTEET LASKEUMANÄYTTEET			SISÄLTÄÄ ASBESTIA
H	HIUKKASET			
PEM	PÖLYN KOOSTUMUS			
NH3	AMMONIAKKIKKI			VOC-ILMANÄYTE
HCHO	FORMALDEHYDI			EPÄVARMA TULOS
VOGi	VOC-ILMANÄYTE	EPÄVARMA TULOS	VOGi	
VOcf	FLEC-MITTAUSTULOS			
VOcb	FLEC-MITTAUSTULOS (BETONISTA)			
VOcm	MATERIAALINÄYTTEEN TUTKIMUS			
TVOCm	MATERIAALINÄYTTEEN TUTKIMUS			
Δp	PAINE-EROMITTAUS			
CO2	HIILIDIOKSIDIMITTAUS			
RH+T+	LÄMPÖTILA JA SUHTEELLINEN KOSTEUS			
VM	VIILTOMITTAUS			
HKM	HETKELLINEN KOSTEUSMITTAUS			
PR	PORAREIKÄKOSTEUSMITTAUS			
NPM	NÄYTEPALAKOSTEUSMITTAUS			
MAK	MERKKIAINEKOE			
PK	PINTAKOSTEUS			





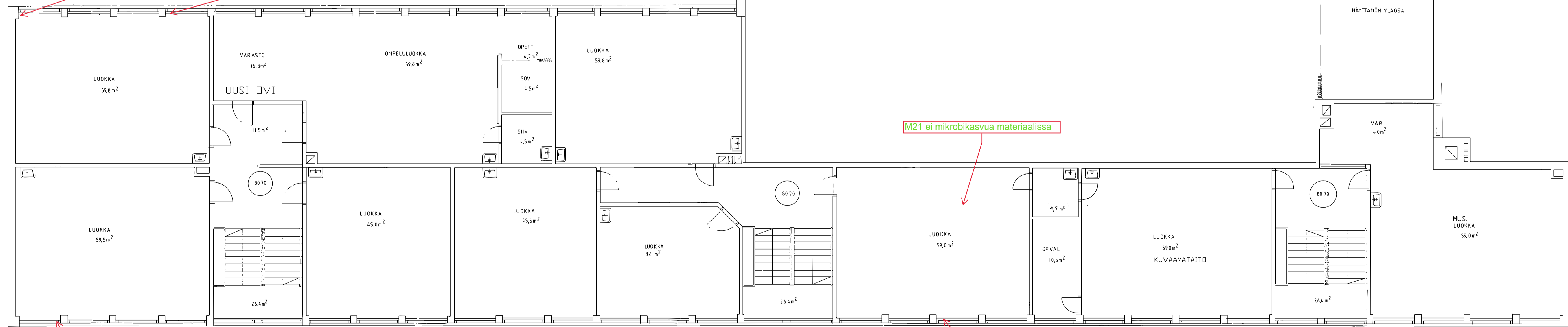
MERKKIEN SELITYKSET				
R	RAKENNEVAUS	VÄRIKOODIT	R1	RAKENNEVAUS
M1	MIKROBIMITTAUS MATERIAALISTA	NORMAALI TULOS	M1	MATERIAALINÄYTTEEN
Mi	MIKROBIMITTAUS ILMASTA	POIKKEAVA TULOS		TULOS VASTAA
PAH	PAH-NÄYTE MATERIAALISTA	EPÄVARMA TULOS		NORMAALIA
PAHi	PAH-NÄYTE ILMASTA			
ASB	ASBESTINÄYTE MATERIAALISTA			
ASBi	ASBESTINÄYTE ILMASTA	POIKKEAVA TULOS	ASBi	ASBESTINÄYTE.
ASBp	ASBESTINÄYTE PÖLYSTÄ			TUTKIMUSTULOS
K	KUITUNÄYTTEET LASKEUMANÄYTTEET			SISÄLTÄÄ ASBESTIA
H	HIUKKASET			
PEM	PÖLYN KOOSTUMUS			
NH3	AMMONIAKKI			VOC-ILMANÄYTE
HCHO	FORMALDEHYDI			EPÄVARMA TULOS
VOCi	VOC-ILMANÄYTE	EPÄVARMA TULOS	VOCi	
VOCf	FLEC-MITTAUSTULOS			
VOCb	FLEC-MITTAUSTULOS (BETONISTA)			
VOCm	MATERIAALINÄYTTEEN TUTKIMUS			
TVOCm	MATERIAALINÄYTTEEN TUTKIMUS			
Δp	PAINE-EROMITTAUS			
CO2	HIILIDIOKSIDIMITTAUS			
RH+T+	LÄMPÖTILA JA SUHTEELLINEN KOSTEUS			
VM	VIILTOMITTAUS			
HKM	HETKELLINEN KOSTEUSMITTAUS			
PR	PORAREIKÄKOSTEUSMITTAUS			
NPM	NÄYTEPALAKOSTEUSMITTAUS			
MAK	MERKKIAINEKOE			
PK	PINTAKOSTEUS			

MERKKIEN SELITYKSET				
R	RAKENNEVAUS	VÄRIKOODIT	R1	RAKENNEVAUS
M1	MIKROBIMITTAUS MATERIAALISTA	NORMAALI TULOS	M1	MATERIAALINÄYTTEEN TULOS VASTAA NORMAALIA
Mi	MIKROBIMITTAUS ILMASTA	POIKKEAVA TULOS		
PAH	PAH-NÄYTE MATERIAALISTA	EPÄVARMA TULOS		
PAHi	PAH-NÄYTE ILMASTA			
ASB	ASBESTINÄYTE MATERIAALISTA			
ASBi	ASBESTINÄYTE ILMASTA	POIKKEAVA TULOS	ASBi	ASBESTINÄYTE. TUTKIMUSTULOS SISÄLTÄÄ ASBESTIA
ASBp	ASBESTINÄYTE PÖLYSTÄ			
K	KUITUNÄYTTEET LASKEUMANÄYTTEET			
H	HIUKKASET			
PEM	PÖLYN KOOSTUMUS			
NH3	AMMONIAKKI			VOC-ILMANÄYTE EPÄVARMA TULOS
HCHO	FORMALDEHYDI			
VOCi	VOC-ILMANÄYTE	EPÄVARMA TULOS	VOCi	
VOCf	FLEC-MITTAUSTULOS			
VOCb	FLEC-MITTAUSTULOS (BETONISTA)			
VOCm	MATERIAALINÄYTTEEN TUTKIMUS			
TVOCm	MATERIAALINÄYTTEEN TUTKIMUS			
Δp	PAINE-EROMITTAUS			
CO2	HIILIDIOKSIDIMITTAUS			
RH+T+	LÄMPÖTILA JA SUHTEELLINEN KOSTEUS			
VM	VIILTOMITTAUS			
HKM	HETKELLINEN KOSTEUSMITTAUS			
PR	PORAREIKÄKOSTEUSMITTAUS			
NPM	NÄYTEPALAKOSTEUSMITTAUS			
MAK	MERKKIAINEKOE			
PK	PINTAKOSTEUS			

2. KRS 1:100

M16 selvä mikrobikasvu materiaalissa
M17 selvä mikrobikasvu materiaalissa

M15 selvä mikrobikasvu materiaalissa



M21 ei mikrobikasvua materiaalissa

M18 selvä mikrobikasvu materiaalissa
M19 selvä mikrobikasvu materiaalissa

M20 selvä mikrobikasvu materiaalissa