



# Kaukajärven koulun sisäilmaan liittyvät jatkotutkimukset ja altistumisolosuuhdearvio

Tutkimusselostus 18.4.2024, päivitetty  
28.6.2024

Päivitys koski altistumisolosuuhdearviointia vesikatto- ja yläpohjarakenteiden tutkimusten jälkeen (raportti 28.6.2024). Nämä tutkimukset eivät aiheuttaneet muutoksia altistumisolosuuhdearviointiin. Päivitetty teksti raportissa **keltaisella**

Kaukajärven koulu  
Juvankatu 13  
33710 Tampere

## Tiivistelmä

Kohteeseen tehtiin aiemmin kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus osana mahdollisen peruskorjauksen tarveselvitystä (Kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus, tutkimusselostus 19.2.2024 - päivitetty 10.6.2024, IdeaStructura Oy), jonka tulosten perusteella suositeltiin jatkotutkimuksena tarkentavia sisäilmaan liittyviä tutkimuksia. Kosteus- ja rakenneteknisen kuntotutkimuksen ja tässä esitettyjen sisäilmaan liittyvien jatkotutkimusten tulosten perusteella laadittiin altistumisolosuhteen arviointi, joka on myös esitetty tässä tutkimusselostuksessa.

### *Merkitäinekokeet /ilmavuotojen tarkastelu*

Merkitäinekokeissa todettiin alapohja-ulkoseinä-liittymistä ilmavuotoa rakennuksen alkuperäisosilla (rakennusosat A-D) sekä laajennusosalla (rakennusosa E). Alapohjan ilmavuodot olivat merkittäviä erityisesti alapohja-pilariliittymissä, mutta ilmavuotoja todettiin myös alapohja-ulkoseinäliittymissä. Alapohjan epätiivien tekniikkakanaalien tarkastusluukkujen kautta on ilmeisiä ilmavuotoja sisäilmaan. Merkittävää ilmavuotoa havaittiin myös alkuperäisosan maanvastaisten seinien lämmöneristekerroksesta sisäilmaan.

Mikrobivaurioituneista kevyistä ulkoseinä-rakenteista havaittiin merkitäinekokeissa runsaasti merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan rakennuksen alkuperäis- ja laajennusosilla.

### *Kuitulaskeumamittaukset*

Rakennuksessa todettiin olevan kuitulähteitä erityisesti alakattorakenteissa ja putkieristeissä. LVISA-kuntotutkimuksessa (Raportti 5.4.2024, HepaConsulting Lukkari Oy) avoimia mineraalivillapintoja havaittiin olevan myös paikoin ilmanvaihtojärjestelmässä. Kohteeseen toteutettiin kuitulaskeumamittauksia eri ilmanvaihdon palvelualueilta ja eri puolilta rakennusta. Asumisterveysasetuksen toimenpideraja 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup> ylittyi vain ruokalan osalta mittavirhe (30 %) alentavasti huomioon otuna. Kuitenkin on huomioon otettava, että lähes jokaisessa tilassa esiintyi kuituja, vaikka toimenpideraja (0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>) ei ylittynytäkään.

### *Altistumisolosuhtearvio*

Altistumisolosuhteen arvioinnin piiriin kuuluu säännöllisessä käytössä olevat tilat. Esimerkiksi varastotilat tai vastaavat tilat eivät kuulu altistumisolosuhteen arviointiin.

### *Arvio altistumisen todennäköisyydestä*

#### 1. kerros

- Rakennuksen 1. kerroksen yksittäisissä tiloissa 131C, 125C, 100A, 120A, 117A, 131E ja 126E altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **erittäin todennäköinen**
- Muissa kuin edellä mainituissa 1. kerroksen tiloissa, altistumisolosuhteen arvioidaan olevan yleisesti 1. kerroksen tiloissa **todennäköinen**

## 2. kerros

- A-osan 2. kerroksen aulatiloiissa altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **erittäin todennäköinen** ja ruokalassa **todennäköinen**
- A-osan keittiössä altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **mahdollinen** ja opettajanhuoneessa **epätodennäköinen**
- B-osan 2. kerroksen tiloissa altistumisolosuhteen arvioidaan olevan yleisesti **todennäköinen**, mutta tiloissa 244B ja 261B altistumisolosuhteen arvioidaan olevan vain **mahdollinen**
- Rakennuksen 2. kerroksen C- ja D-osalla altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **mahdollinen**

## 3. kerros

- Rakennuksen 3. kerroksen tilojen altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **epätodennäköinen**

### *Toimenpide-ehdotukset*

#### Koulun alkuperäisosa (rakennusosat A-D)

Jotta tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde saataisiin laskettua tasolle *mahdollinen*, tulisi koulun alkuperäisosalla tehdä vähintään seuraavia toimenpiteitä (huom! tässä esitetyt toimenpiteet on tarkoitettu vain ns. käyttöä turvaaviksi toimenpiteiksi, jolla tilojen käyttö saadaan jatkettua eteenpäin määritetty arvioitu aika):

- Alapohjan pilariliittymien tiivistyskorjaus maaperäyhteyden katkaisemiseksi
- Alapohjan läpivientien tiivistäminen
  - Käytännössä tarkoittaa kyseisillä alueilla alapohja-ulkoseinä-liittymän tiivistystä kauttaaltaan
- Luokkatilojen vesipisteiden kohdalla olevien pystykotelorakenteiden tiivistys
- Maanvastaisten seinien tiiviiden parantaminen
- 1.kerroksen lattialuukkujen tiiviiden parantaminen ja tekniikkatunnelista käyttötiloihin olevien avoimien ilmavuotoreittien tiivistäminen sekä varmistaminen, että tekniikkatunneli ja siitä edelleen lähtevät tekniikkakanaalit ovat alipaineisia sisäilmaan nähden. Painesuhteiden jatkuvatoiminen seurantamittaus
- 1.kerroksen niiden tilojen alapohja-seinäliittymien tiivistäminen, joissa on valupaperissa todettu poikkeavia mikrobilöydöksiä
- 1. ja 2.kerroksen kevyiden ulkoseinärakenteiden tiiviiden parantaminen (vaihtoehtoisesti vauriokohtien korjaus)
- 1.kerroksen väestönsuojan yläpuolisen tilan eriyttäminen käyttötiloista tiiviyttä parantavilla toimenpiteillä ja väestönsuojan yläpuolisen tilan koneellinen alipaineistus mahdollisuuksien mukaan

- 2.kerroksen A-osan tuulikaapin 201A jatkokorjaukset nyt tehtyjen korjaustenkin jälkeisen todetun mikrobiperäisen hajun takia, jos alustatilan alipaineistaminen ei ole riittävä toimenpide
  - Alustatilan ja käyttötilan välisen painesuhteiden jatkuvatoiminen mittaus alipaineistuksen toimivuuden varmistamiseksi
- Alakattotilojen sisällä olevien kuitulähteiden poistaminen/pinnoittaminen
  - Koskee erityisesti ruokalan alakattoa
- B-osan vanhojen akustolevyjen poisto
- Osassa tiloja todetun liiallisen alipaineisuuden poistaminen ilmanvaihdon tasapainotuksella ja paine-erojen seuranta jatkutoimisilla mittauksilla

### Koulun laajennusosa (rakennusosa E)

Jotta tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde saataisiin laajennusosalla laskettua tasolle *mahdollinen*, tulisi tiloissa tehdä vähintään seuraavia toimenpiteitä (huom! tässä esitetyt toimenpiteet on tarkoitettu vain ns. käyttöä turvaaviksi toimenpiteiksi, jolla tilojen käyttö saadaan jatkettua eteenpäin määritetty arvioitu aika):

- Alapohja-ulkoseinä-liittymien tiiviiden parantaminen
- Alapohjan pilariliittymien tiiviiden parantaminen
- Ikkunoiden välissä olevien kevyiden ulkoseinärakenteiden tiivistäminen tai vaihtoehtoisesti uusiminen, niiltä osin kun ei ole vielä uusittu
- Kevyiden ulkoseinärakenteiden tiiviiden parantaminen tai vaihtoehtoisesti uusiminen tiloissa 211E ja 219E
- Lattialuukun tiivistäminen ja lattian allaolevan teknikkakanaalin alipaineistaminen käyttötiloihin nähden sekä painesuhteiden jatkuvatoiminen seuranta

Tilaaaja	Tampereen Tilapalvelut Oy  Yht. hlöt: Kiinteistömanageri Joonas Nikula 041 730 0617 joonas.nikula@tilapa.fi  Sisäilma-asiantuntija Laura Pyykkö 044 4309 632 laura.pyykkö@tilapa.fi
Tilattu työ	Kosteus- ja rakenneteknisen kuntotutkimuksen jälkeiset sisäilmaan liittyvät jatkotutkimukset ja rakennuksen altistumisolosuhteen arvion laatiminen
Kohde	Kaukajärven koulu Juvankatu 13 33710 Tampere
Ajankohta	Kenttätutkimukset 3/2024 Kosteus- ja rakenneteknisen tutkimuksen vesikatto- ja yläpohjarakenteiden tutkimukset toukokuussa 2024 (päivitetty raportti 28.6.2024)
Tekijä	Ideastructura Oy Viinikankatu 47, 33800 Tampere  Tutkijat: Harri Karvonen, RI, KVKT, RTA 050 439 4837 harri.karvonen@ideastructura.com  Salla Tuulos-Tikka, DI, RTA 050 533 3505 salla.tuulos-tikka@ideastructura.com  Joonas Ketko, DI 050 548 9940 joonas.ketko@ideastructura.com  Tutkija ja tutkimuksista vastaava: Kimmo Lähdesmäki, DI, RTA 050 384 5538 kimmo.lahdesmaki@ideastructura.com

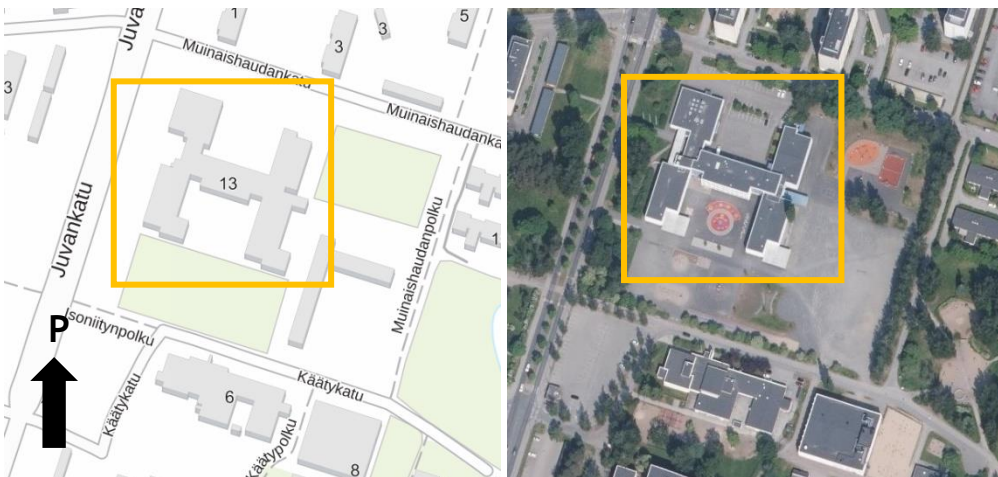
## Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	2
1 Kohteen yleiskuvaus.....	7
1.1 Lähtökohta tutkimukselle .....	8
1.2 Tutkimusten tavoite ja rajaus .....	8
2 Lähtötiedot .....	9
3 Tutkimusmenetelmät .....	10
4 Merkkiainekokeet ilmapuotoreittien selvittämiseksi .....	11
4.1 Tutkimuksissa todetut mikrobivauriot.....	11
4.2 Suoritetut merkkiainekokeet rakennusosioittain .....	12
4.2.1 Rakennuksen alkuperäisosa.....	12
4.2.2 Rakennuksen laajennusosa .....	17
4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	19
5 Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut .....	21
5.1 Kuitulähteet.....	21
5.2 Kuitulaskeumanäytteet.....	21
5.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	23
6 Altistumisolosuhteen arviointi ja toimenpide-ehdotukset .....	24
6.1 Altistumisolosuhteen arviointi (päivitys 28.6.2024) .....	24
6.1.1 Yleistä altistumisolosuhteen arvioinnista ja altistumisarvioinnin osa-alueet .....	24
6.1.2 Arvio altistumisen todennäköisyydestä - rakennuksen alkuperäisosa .....	27
6.1.3 Arvio altistumisen todennäköisyydestä, laajennusosa .....	28
7 Päiväys ja allekirjoitukset .....	30

Liitteet 1-3

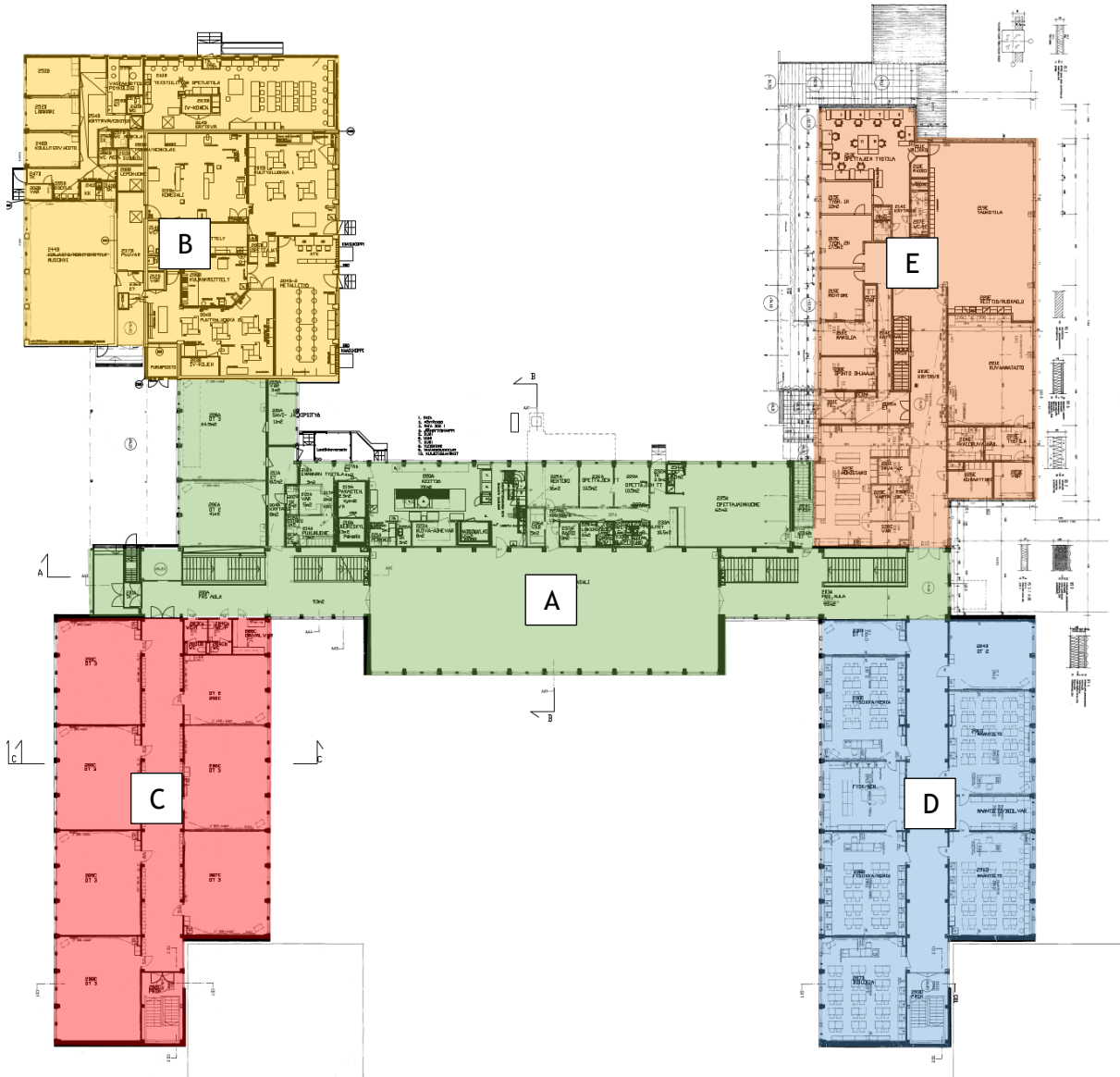
## 1 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuskohteenä oleva Kaukajärven koulu on valmistunut alun perin 1970-luvun alussa ja se sijaitsee Kaukajärven kaupunginosassa osoitteessa Juvankatu 13 Tampere. Rakennus on betonirunkoinen. Koulurakennusta on laajennettu 1990-luvulla. Laajennusosalla alapohjarakenteena on maanvastainen betonilaatta alapuolisella lämmöneristeellä ja alkuperäisosalla alapohjarakenteena on ns. maanvastainen kaksoislaattarakenne. Yläpohjarakenteen kantavana rakenteena ovat teräsbetoni- ja ontelolaatat ja B-osalla kevytbetonilankut. Kattomuotona on sisäänpäin kallistettu vesikatto bitumikermikatteella. Vesikatossa on sisäpuolinen vedenpoisto. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ja lämmönjakotapana on vesikiertoinen patterilämmitys.



**Kuva 1. Kaukajärven koulu karttakuva (kuva a) sekä ilmakuvassa (kuva b). (kuvien lähde: paikkatietoikkuna.fi).**

Koulurakennus on jaettu viiteen eri rakennusosaan (A, B, C, D ja E) kuvan 2 mukaisesti, joista rakennusosat A-d ovat ns. alkuperäisosaa ja E-osa on 1990-luvulla valmistunut laajennusosa. A-osalla on kolme maanpäällistä kerrosta, C-, D- ja E-osilla on kaksi kerrosta ja B-osan on yksikerroksinen. 1-kerroksinen B-osa on samassa korkeusasemassa, kun muiden osien toiset kerrokset.



Kuva 2. Rakennuksen 2. kerroksen pohjakuva ja sen osat.

## 1.1 Lähtökohta tutkimukselle

Kaukajärven kouluun suoritettiin kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus vuoden 2023 ja 2024 vaihteessa /15/, jossa todettiin rakennuksessa olevan mikrobivaurioituneita rakenteita sekä muita sisäilmanlaatuun vaikuttavia riskitekijöitä. Kuntotutkimuksen /15/ yhteydessä ei selvitetty mikrobivaurioiden mahdollista vaikutusta sisäilmaan.

## 1.2 Tutkimusten tavoite ja rajaus

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa rakennuksen altistumisolosuhteiden arvio sekä tehdä altistumisolosuhteen muodostamista varten tarvittavat jatkotutkimukset. Lopullinen altistumisolosuhde muodostetaan aikaisemman kuntotutkimuksen /15/, kouluun suoritettujen teknisen tarkastuksen /16/, LVISA-kuntotutkimuksen /17/ sekä tässä tutkimuksessa tehtyjen jatkotutkimusten perusteella.



Tässä tutkimusselostuksessa esitetyistä tutkimuksista on ennen tutkimuksia sovittu tutkimusten sisältö, johon kuului rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelua merkkiainekokein, kuitulaskeumanäytteiden otto ja kuitulähteiden kartoitus. Tutkimustulosten luotettavuus on riippuvainen mittauspisteiden edustavuudesta ja otosten laajuudesta, jolloin otantatutkimuksissa yleisesti käytettävillä havaintomäärillä tutkimuksiin sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta. Kenttätutkimusten aistinvaraiset havainnot ovat subjektiivisia näkemyksiä. Lisäksi käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa.

Jatkotutkimus sisältää altistumisolosuhteiden arvion lisäksi ehdotuksia korjaustoimenpiteistä. Altistumisolosuhtearvion yhteydessä on annettu ns. käyttöä turvaavia toimenpiteitä, joilla altistumisolosuhteen todennäköisyyttä voidaan laskea. Kunkin tutkimusaiheen lopussa on annettu tarkemmat korjaustoimenpide-ehdotukset, jotka sisältävät sekä käyttöä turvaavia toimenpiteitä että mahdollisesti myös laajempia korjausehdotuksia. Laajemmat korjausehdotukset on esitetty tarkemmin aikaisemmassa kuntotutkimuksessa /15/.

Tutkimusta voidaan hyödyntää korjaussuunnitelmien laadinnassa. Annetut korjausehdotukset eivät ole rakennustöiden työselitys, vaan tilaajan tulee erikseen laadituttaa varsinainen korjaussuunnitelma.

Tässä raportissa tutkimustulokset esitetään tutkimusaiheittain ja tarvittaessa näissä erikseen rakennusosittain.

## 2 Lähtötiedot

Näitä tutkimuksia tehtäessä käytössä oli alla lueteltuja asiakirjoja. Alla lueteltuihin asiakirjoihin, raportteihin tai lähteisiin tässä raportissa viitattaessa käytetään alla olevaa numerointia:

- /1/ Rakenneleikkaukset alkuperäisosalta, Harry W. Schreck 1969
- /2/ Rakenneleikkaukset E-osalta, Harry W. Schreck & Heikki Hietula 1992
- /3/ Kuntotutkimus, Difina Oy 2016
- /4/ Tutkimusselostus hajuhaitasta C-porraskäytävässä, Dimen Oy 2018
- /5/ Kattokuntotarkastus, Tampereen Tilapalvelut Oy 2019
- /6/ Tilan 244B ulkoseinärakenteen kosteustekniset tutkimukset, Dimen Oy 2020
- /7/ Vesikaton huoltotarkastuksia, Katto tutka Oy 2020-2021
- /8/ Vesikaton PTS-kartoitus, Kattotutka Oy 2020
- /9/ Pohjapiirustukset, Tampereen Tilapalvelut Oy 2021
- /10/ Tilan 124C Tarkastusraportti, Werker Palvelut Oy 2022
- /11/ Sisäilman radonmittaus, STUK 2022
- /12/ Vesivahinkokorjauksen kohdekatselmus tilasta 132C, A-insinöörit 2022
- /13/ Sisäänkäynnin (tuulikaappi 201A C-osan länsiosalla) hajuhaitan selvitystoimenpiteet, Omakiinteistö Oy 2023/2024

- /14/ Rakennuksen asbesti- ja haitta-ainetutkimus, IdeaStructura Oy 2024
- /15/ Kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus, IdeaStructura Oy 2024
- /16/ Tekninen tarkastus, IdeaStructura Oy 2024
- /17/ LVISA-kuntotutkimus, HEPAConsulting Lukkari Oy 2024
- /18/ Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, Työterveyslaitos 2017

### 3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisten havaintojen lisäksi merkkiainekokeita ja kuitulaskeumanäytteiden ottoa. Lisäksi rakenteista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalysoitavaksi. Käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Liitteessä 1 on esitelty tarkemmin käytetyt tutkimusmenetelmät ja -laitteet ja niiden käyttöön liittyvä epävarmuustarkastelu. Kuitulaskeuman näytteenotto on tehty asumisterveysasetuksen soveltamisohjeistuksen mukaisesti. Kuitu- ja materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit teetettiin Labroc Oy:n laboratorioissa.

## 4 MERKKIAINEKOKEET ILMAVUOTOREITTIIEN SELVITTÄMISEKSI

### 4.1 Tutkimuksissa todetut mikrobivauriot

Kouluun suoritettussa kosteus- ja rakenneteknisessä kuntotutkimuksessa /15/ on rakenteissa todettu mikrobivaurioita. Tarkemmat tutkimustulokset mikrobivaurioista on esitetty raportissa /15/, mutta tiivistetty yhteenveto todetuista mikrobivaurioista rakennusosioittain ja rakenneosittain on lueteltu alla:

Rakennuksen alkuperäisosa:

- Alapohjan valupapereissa todettua mikrobikasvustoa väliseinäliittymässä
- E/D-osan aulassa kevyissä ulkoseinärakenteissa todettua mikrobikasvustoa ikkunoiden alla

Rakennuksen E-osa:

- Luokan 126E kevyessä ulkoseinärakenteessa ikkunan välissä mikrobikasvustoa
- Luokan 219E kevyessä ulkoseinärakenteessa välissä mikrobikasvustoa ikkunan alla

Jatkotutkimusten yhteydessä selvitettiin laajemmalla otannalla alapohjan betonilaatan ja seinien välissä olevan valupaperin kuntoa. Jatkotutkimuksissa otettiin rakennuksen alkuperäisosalta valupaperista yhteensä 4 materiaalinäytettä. Laboratorioanalyysin perusteella yhdessä näytteessä oli selvä mikrobikasvu materiaalissa. Materiaalinäytteiden näytteenottoapaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuvissa ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 3.

**Taulukko 1.**

Näyte	Tila, rakenne	Materiaali	Tulosten tulkinta
*M22	Tila 132C, alapohja	Valupaperi	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
M24	Tila 127C, alapohja	Valupaperi	Ei mikrobikasvua materiaalissa
M25	Tila 117A, alapohja	Valupaperi	Selvä mikrobikasvu materiaalissa
M26	Tila 140D, alapohja	Valupaperi	Ei mikrobikasvua materiaalissa
M27	Tila 264B, alapohja	Valupaperi	Ei mikrobikasvua materiaalissa

\*näyte M22 on otettu kosteus- ja rakenneteknisten kuntotutkimusten yhteydessä tammikuussa 2024

Altistumisolosuhteiden tekemistä varten selvitettiin merkkiainekokein mahdolliset ilmavuotoreitit mikrobivaurioituneista rakenteista ja alapohjasta sisäilmaan.

## 4.2 Suoritetut merkkiainekokeet rakennusosioittain

### 4.2.1 Rakennuksen alkuperäisosa

Rakennuksen alkuperäisosalla selvitettiin ilmavuotoreittejä mikrobivaurioituneista kevytrakenteisista ulkoseinärakenteista ja alapohjarakenteesta sisäilmaan. Aikaisemmassa tutkimuksessa /15/ havaittiin maanvastaisten seinärakenteiden sisältä maaperään/ mikrobivaurioon viittaavaa hajua, joten myös maanvastaisten seinärakenteiden tiivyyttä tarkasteltiin merkkiainekokein. Merkkiainekokeiden aikana paine-ero ulkovaipan yli vaihteli välillä -4...-7 Pa. Alapohjaan nähden tilat olivat noin -0,4 Pa alipaineisia. Merkkiainekokeet tehtiin iv-järjestelmän muodostamassa käytönaikaisessa tilanteessa. Havainnot alkuperäisosan merkkiainekokeista on esitetty alla kuvissa tilakohtaisesti.

#### Tila 127C



Kuvat 3 a-b. a) Merkkiainekokeissa merkittävää ilmavuotoa pilarin kohdalta ja sähkökourun kohdalta. b) Ulkoseinä-alapohjaliittymässä ei havaittu ilmavuotoa. Saumassa liimamassa/kitti.



Kuvat 4 a-b. a) Yleiskuva merkkiaineen syöttökohdalta. b) Vähäistä ilmavuotoa muovilistan takaa pilariliittymästä. Pilariliittymää on tiivistetty edellisen kuvan mukaisella massalla.

**Tila 131C**



Kuvat 5 a-d. a) Yleiskuva merkkiaineen syöttökohdasta. b) Merkittävää ilmavuotoa ulkoseinäliittymästä ja pilarin juuresta. c) Merkittävää ilmavuotoa havaittiin maanvastaisen seinän pilari- ja alapohjaliittymästä sekä sähkökourun kohdalta. d) Maanvastaisen seinän kuorimuurissa on halkeama, josta ilmavuoto on mahdollinen.



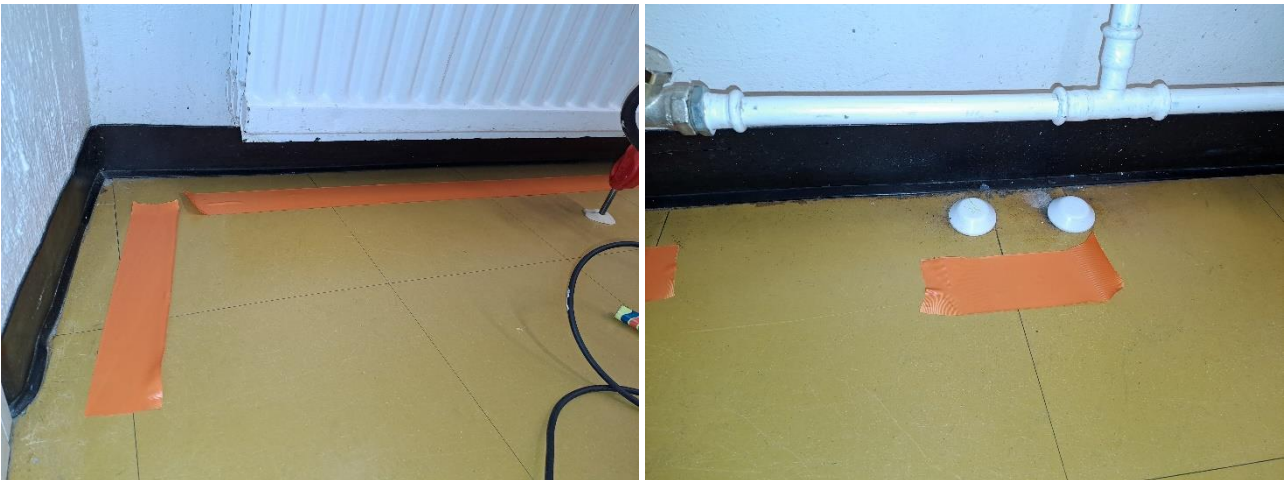
Kuvat 6 a-b. a) Luokkien vesipisteiden kohdalla on kuvan mukainen kotelorakenne. b) Tilan 131C kotelorakenteen sisällä on alapohjaläpivienni ja sieltä on yhteys maanvastaisen seinän eristetilaan. Sekä alapohjan läpiviennistä ja maanvastaisesta seinästä havaittiin ilmavuotoa.

### Tila 137D



Kuvat 7 a-b. a) Merkittävää ilmavuotoa vanhojen patteriputkien läpiviennin kohdalta. b) Merkittävää ilmavuotoa alapohja-ulkoseinä-liittymästä ja vanhojen patteriputkien läpiviennin kohdalta.

### Tila 119A



Kuvat 8 a-b. a) Merkittävää ilmavuotoa ulkoseinän ja pilarin liittymistä. Alapohjan ja ulkoseinän liittymässä listan takana on selvä rako. b) Merkittävää ilmavuotoa vanhojen patteriputkien läpiviennin kohdalta.

### Aula 100A



Kuvat 9 a-b. a) Yleiskuva aulasta 100A. Merkkiainetta syötettiin maanvastaisen seinän kuorimuurauksen taakse. b) Ilmavuotoa havaittiin valokatkaisimen kohdalta.

### Aula 131E



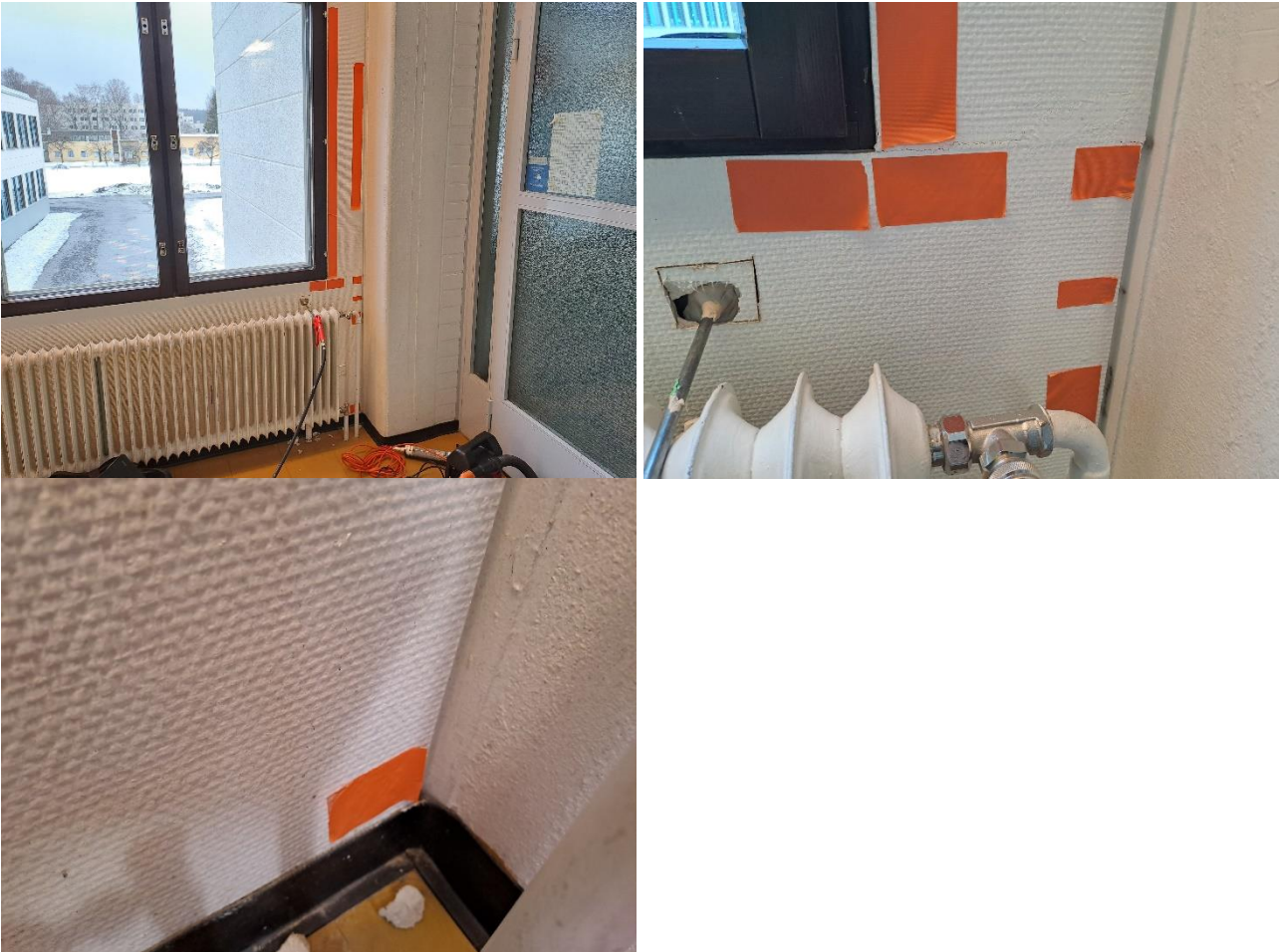
Kuvat 10 a-d. a) Yleiskuva merkkiainekokeista aulassa 131E. b) Merkittävää ilmavuotoa ikkunaliittymistä. c) Merkittävää ilmavuotoa patterikannakkeen kohdalta. d) Merkittävää ilmavuotoa alapohja- ja pilariliittymästä.

## Aula 230A



Kuvat 11 a-d. a) Yleiskuva aulan 230A merkkiainekokeista idän puoleiselta seinustalta. b-d) Merkittävää ilmavuotoa todettiin ikkunaliittymistä.





Kuvat 12 a-c. a) Yleiskuva aulan 230A merkkiainekokeista etelän puoleiselta seinustalta. b) Merkittävää ilmavuotoa ikkunaliittymästä, levysaumasta ja pilariliittymästä. c) Merkittävää ilmavuotoa pilari-välipohja-ulkoseinä-liittymästä.

#### 4.2.2 Rakennuksen laajennusosa

Rakennuksen laajennusosalla (E-osa) selvitettiin ilmavuotoreittejä tilan 219E mikrobivaurioituneesta ulkoseinärakenteesta, 2. kerroksen käytävän kevytrakenteisesta ulkoseinästä sekä pohjakerroksen alapohjasta.

Merkkiainekokeiden aikaan tilat olivat n. -7 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Alapohjaan paine-ero oli n. -2,5 Pa. Merkkiainekokeet tehtiin ilmanvaihdon muodostamassa normaalissa käytönaikaisessa tilanteessa. Havainnot E-osan merkkiainekokeista on esitetty alla kuvissa tilakohtaisesti.

**Tila 127E**



**Kuva 13.** Alapohja-ulkoseinäliittymästä todettiin vähäistä ilmavuotoa ja pilariliittymän kohdalta merkittävää ilmavuotoa.

**Tila 219E**



**Kuvat 14 a-c.** a) Yleiskuva tilan 219E kevytrakenteiseen ulkoseinään tehdystä merkkiainekokeesta. Lämpöpatteri on irronnut osin kannakkeistaan. b) Merkittävää ilmavuotoa ikkunaliittymistä ja patterikannakkeen kohdalta. c) Merkittävää ilmavuotoa ulkoseinä-välipohja-pilari-liittymästä.

## Käytävä 203E



Kuvat 15 a-d. a) Yleiskuva käytävään 203E tehdyistä merkkiainekokeista. b) Merkittävää ilmavuotoa ikkunaliittymästä ja patterikannakkeen kohdalta. c) Levyseinän saumakohdissa on halkeamia. d) Levyseinässä ja yläpohjaliittymässä on epätiiviyiskohtia.

### 4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Merkkiainekokeita tehtiin rakennuksen maanvastaisiin seiniin ja kevytrakenteisiin ulkoseiniin, joista osassa oli kosteus- ja rakenneteknisessä kuntotutkimuksessa /15/ todettu poikkeavia mikrobilöydöksiä. Merkkiainetta syötettiin myös alapohjalaatan alle, jonka avulla pyrittiin selvittämään mahdollista maaperäyhteyttä sisäilmaan. Tuloksia tulkittaessa täytyy kuitenkin huomioida, että merkkiainekaasu leviää samalla todennäköisesti myös ns. kaksoislaattarakenteen eristetilaan, koska merkkiaineen syöttökohtaa ei pääse tiivistämään alimmaisen betonilaatan merkkiaineen syöttöreian kohdalta, jolloin merkkiainekokeissa tehdyt havainnot voivat olla vuotoja myös kaksoislaattarakenteen eristetilasta.

Alkuperäisosalla alapohja-ulkoseinä-liittymästä havaittiin merkittäviä ilmavuotokohtia. Merkittävää vuotoa havaittiin myös alapohjan vanhojen patteriputkien läpivientien kohdalta sekä pilarien juurilta. C- ja D- osien alapohja-ulkoseinä-liittymiä on rakennuksen historian aikana tiivistetty liimamassalla/kitillä, jonka todettiin rajoittavan ainakin jossakin määrin ilmavuotoja

alapohjasta sisäilmaan. Liimamassalla/kitillä tiivistetyiltä osuuksilta havaittiin jonkin verran kuitenkin ilmavuotoja. Kosteus- ja rakenneteknisessä kuntotutkimuksessa alapohja-pilari-liittymään tehtiin yksi suurempi rakenneavaus rakennuksen alkuperäisosalle, jonka perusteella erityisesti pilariliittymien kohdalla yhteys sisäilman ja maaperän välillä on selvästi mahdollinen.

Alkuperäisosalla havaittiin myös merkittäviä ilmavuotoreittejä maanvastaisten sekä kevytrakenteisten ulkoseinien eristetiloista sekä luokkatilan vesipisteen kohdalla olevasta pystykotelorakenteesta. Ulkoseinärakenteissa ilmavuoto oli merkittävintä ikkunaliittymissä, mutta vuotoa havaittiin myös seinärakenteen pysty- ja vaakaliittymistä, halkeamista sekä patterikannakkeiden kohdalta.

Koulun laajennusosalla (E-osa) havaittiin niin ikään merkittäviä vuotoja kevytrakenteisten ulkoseinien eristetilasta. Vuotoa havaittiin merkittävimmin ikkunaliittymistä, mutta myös patterikannakkeiden kohdalta sekä ulkoseinien pysty- ja vaakaliittymistä. Alapohjasta havaittiin vähäistä vuotoa alapohja-ulkoseinä-liittymästä ja merkittävää vuotoa pilariliittymästä.

Jatkotutkimuksissa sekä muissa aikaisemmissa tutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella alkuperäisosalle toimenpide-ehdotuksena suositellaan ns. käyttöä turvaavina toimenpiteinä

- 1.kerroksen alapohja-pilariliittymien tiiviyden parantaminen, joka käytännössä tarkoittaa kyseisillä alueilla alapohja-ulkoseinä-liittymän tiivistystä kauttaaltaan
  - Väliseinien kohdalla varauduttava väliseinien alaosan rakenneavaukseen, jotta pilari saadaan tiivistettyä kauttaaltaan alapohjaan
- 1.kerroksen lattialuukkujen tiiviyden parantaminen ja tekniikkatunnelista käyttötiloihin olevien avoimien ilmavuotoreittien tiivistäminen sekä lattian alla olevan tekniikkatunnelin /kanaalien alipaineistaminen käyttötiloihin nähden
- 1.kerroksen niiden tilojen alapohja-seinäliittymien tiivistäminen, joissa on valupaperissa todettu poikkeavia mikrobilöydöksiä
- 1.kerroksen pystykotelorakenteiden tiiviyden parantaminen (ainakin A-, C- ja D-osilla)
- 1.kerroksen maanvastaisien seinärakenteiden tiiviyden parantaminen
- 1. ja 2.kerroksen kevyiden ulkoseinärakenteiden tiiviyden parantaminen (vaihtoehtoisesti vauriokohtien korjaus)
- C-osan luokan 125C alapohja-väliseinä-liittymän tiivistys havaitun mikrobivaurioituneen valupaperin johdosta
- A-osan luokan 117A alapohja-ulkoseinä-liittymän tiivistys havaitun mikrobivaurioituneen valupaperin johdosta

Laajennusosalla (E-osa) käyttöä turvaavina toimenpiteinä suositellaan

- 1.kerroksen alapohja-ulkoseinä-rakenneliittymien tiiviyden parantaminen
- 1.kerroksen ikkunavälien mikrobivaurioituneiden eristeiden vaihtaminen kotitalouden luokassa 126E
- 2.kerroksen kevyiden ulkoseinärakenteiden tiiviyden parantaminen (vaihtoehtoisesti vauriokohtien korjaus)
- Ikkunoiden välissä olevien puurunkoiset/ levytettyjen osien tiivistyskorjaukset ja ikkunan välisen rakenteen korjaaminen/ uusiminen niiltä osin, kun vielä ei ole tehty
- Tekniikkakanaalin lattialuukkujen tiivistys ja varmistaminen, että lattian alla oleva tekniikkakanaali on alipaineinen käyttötiloihin nähden

Mahdollisessa perusparannusvaiheen laajemmat rakennetekniset toimenpide-ehdotukset kaikkien rakennusosien osalta on esitetty kosteus- ja rakenneteknisen kuntotutkimuksen tutkimusselostuksessa.

## 5 SISÄILMAN TEOLLISET MINERAALIVILLAKUIDUT

### 5.1 Kuitulähteet

Kuitulähteitä on kartoitettu kosteus- ja rakenneteknisessä kuntotutkimuksessa /15/, teknisessä tarkastuksessa /16/ sekä LVISA-kuntotutkimuksessa /17/. Em. tutkimusten perusteella rakennuksessa pinnoittamatonta mineraalivillaa esiintyy alakattorakenteissa, alakattojen putkieristeissä, alkuperäisosan vanhoissa akustolevyissä, seinien ja välipohjien läpivienneissä ja IV-koneiden anturiläpivienneissä. Ruokalan metallisäleikkökaton päältä havaittiin myös irtonaista mineraalivillaa.

Rakennuksen vanhemmissa ilmanvaihdon äänenvaimentimissa on käytetty äänenvaimennusmateriaalina pinniotettua mineraalivillaa, mutta selkeästi avoimia pintoja ei niistä havaittu /17/.

Kuitulähteitä tarkasteltiin koko rakennuksen osalta, mutta ei kuitenkaan siinä määrin kattavasti, että tarkastuksessa olisi tarkastettu esimerkiksi jokainen ilmanvaihdon äänenvaimennin erikseen, jos jo aikaisemmin saman aikakauden äänenvaimentimessa todettiin olevan mahdollisia kuitulähteitä.

### 5.2 Kuitulaskeumanäytteet

Rakennuksen tiloista otettiin teollisten mineraalikuitujen kuitulaskeumanäytteitä kahden viikon pöylaskeumasta. Näytteet otettiin tilojen pinnoilta siten, että valittu pinta puhdistettiin huolellisesti ja merkittiin varoitusteipeillä. Pinnalle 14 vuorokauden aikana laskeutuneesta pölystä otettiin geeliteippimenetelmällä näyte, joka toimitettiin laboratorioon.

Näytteitä otettiin yhteensä yhdeksästä tilasta, joista jokaisesta otettiin kolme näytettä, joista saatuja kuitujen mittaustuloksia mittavirheellä huomioonotettua keskiarvoa verrattiin asumisterveysasetuksen toimenpiderajaan (0,2 kuitua / cm<sup>2</sup>). Mittausjakson aikana kolmeen näytteenottokohtaan oli kuitenkin kohdistunut tilojen käytöstä aiheutuneita toimenpiteitä, jonka johdosta näistä kohdista näytettä ei toimitettu laboratorioon analysoitavaksi.

Kuitulaskeumanäytteitä otettiin eri puolilta rakennusta sekä eri ilmanvaihdon palvelualueilta. Näytteet otettiin tiloista:

- Luokka 127C (näytteet K1.1-3)
- Luokka 135D (näytteet K2.1,3)
- Luokka 117A (näytteet K3.1-3)

- Kotitalousluokka 126E (näytteet K4.1-3)
- Musiikkiluokka 244B (näytteet K5.2-3)
- Ruokala A (näytteet K6.1-3)
- Opettajanhuone 213E (näytteet K7.1-2)
- Opettajanhuone 235A (näytteet K8.1-3)
- Luokka 312A (näytteet K9.1-3)

Näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 2. Taulukossa esitetään keskiarvotulokset myös laboratorion ilmoittama mittavirhe (30 %) tulosta laskevasti huomioon.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti mahdollinen toimenpideraja katsotaan ylittyneeksi vain, jos tulos ylittää toimenpiderajan myös mittavirhe otettuna huomioon.

Näytteenottokohdat on esitetty liitteen 2 pohjapiirustuksissa ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 4.

**Taulukko 2. Tilapinnoilta kerättyjen kuitunäytteiden tulokset kahden viikon pölylaskeumasta otettuna. Asumisterveysasetuksen toimenpideraja on 0,2 kuitua /cm<sup>2</sup>. Näytteestä lasketaan mukaan > 20 µm pituiset kuidut.**

Näyte	Tila	Tulos kuitua/cm <sup>2</sup>	Keskiarvo kuitua/cm <sup>2</sup>	Keskiarvo mittavirhe (30 %) huomioon
K1.1	Tila 127C, kaapin päältä	0,21	0,14	0,098
K1.2	Tila 127C, hyllyn päältä	<0,07		
K1.3	Tila 127C, pöydän päältä	0,21		
K2.1	Tila 135D, kaapin päältä	0,07	0,04	0,028
K2.3	Tila 135D, pöydän päältä	<0,07		
K3.1	Tila 117A, kaapin päältä	0,14	0,12	0,084
K3.2	Tila 117A, kaapin päältä	0,07		
K3.3	Tila 117A, pöydän päältä	0,14		
K4.1	Tila 126E, kaapiston päältä	<0,07	0,02	0,014
K4.2	Tila 126E, kaapiston päältä	0,07		
K4.3	Tila 126E, kaapin päältä	<0,07		
K5.2	Tila 224B, kaapin päältä	0,07	0,04	0,028
K5.3	Tila 224B, hyllyn päältä	<0,07		
K6.1	Ruokasalin pianon päältä	0,07	0,31	0,217
K6.2	Ruokasalin kaapin päältä	0,14		
K6.3	Ruokasalin hyllyn päältä	0,71		
K7.1	Tila 213E, kaapin päältä	<0,07	0,04	0,028
K7.2	Tila 213E, pöydän päältä	0,07		
K8.1	Tila 235A, kaapin päältä	<0,07	<0,02	0,014
K8.2	Tila 235A, pöydän päältä	<0,07		
K8.3	Tila 235A, pöydän päältä	<0,07		
K9.1	Tila 312A, pöydän päältä	<0,07	<0,02	0,014
K9.2	Tila 312A, kaapin päältä	<0,07		
K9.3	Tila 312A, seinän vierestä petrimaljaan	<0,07		

Asumisterveysasetuksen toimenpideraja 0,2 kuitua / cm<sup>2</sup> ylittyi vain ruokalan osalta. Ruokalan mittapisteestä K6.3 kuitujen määräksi laskettiin 0,71 kuitua/ cm<sup>2</sup>, mutta muissa ruokalan mittapisteissä K6.1 ja K6.2 kuituja oli selvästi vähemmän (0,07 ja 0,14 kuitua/ cm<sup>2</sup>).

Rakennuksen muissa tiloissa, joissa kuitulaskeumamittaukset toteutettiin, ei toimenpideraja ylittynyt yhdessäkään näytteiden keskiarvotuloksessa, kun tulosta tarkasteltiin mittavirhe (30 %) huomioituna.

On kuitenkin huomioitava, että useassa näytteessä esiintyi kuituja ja kuitulähteiden tarkastuksessa havaittiin useita mahdollisia kuitulähteitä, joten kuitulähteiden poistamista/pinnoittamista suositellaan tehtäväksi.

### 5.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Koulusta otetuissa kuitulaskeumanäytteissä asumisterveysasetuksen toimenpideraja 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup> ylittyi vain yhdessä tilassa (ruokala) mittavirhe (30 %) huomioon otettuna. Muiden tilojen osalta kuitulaskeumanäytteiden toimenpideraja ei ylittynyt. On kuitenkin huomioitava, että lähes jokaisessa tilassa ainakin osassa näytteistä esiintyi kuituja.

Kouluun tehdyssä kuitulähteiden kartoituksessa havaittiin useita mahdollisia sisäilman kuitulähteitä. Vaikka asumisterveysasetuksen toimenpideraja ei kuitujen osalta ylittynytkään vain kuin yhdessä tilassa, suositellaan seuraavat kuitulähteet joko pinnoitettavaksi tai poistettavaksi:

- Alakattotilojen sisällä olevien kuitulähteiden poistaminen/pinnoittaminen
- Rikkoutuneiden akustolevyjen vaihto
- Ruokalan metallisäleikkökaton päältä villalähteiden poistaminen ja niiden pääsyn estäminen sisäilmaan
- B-osalla vanhojen akustolevyjen vaihto
- E-osan tuloilmaventtiilien tasaustaatikoiden suojaamattoman mineraalivillan pinnoitus
- Ilmanvaihtokoneiden (TK1, TK2, TK4, TK10, TK11 ja TK13) anturiläpivientien kuitupintojen pinnoitus

## 6 ALTISTUMISOLOSUHTEEN ARVIOINTI JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

### 6.1 Altistumisolosuhteen arviointi (päivitys 28.6.2024)

Koulun altistumisolosuhteiden arvioimisessa käytetään hyödyksi aiemmin tehtyjä tutkimuksia (kosteus- ja rakenneteknistä kuntotutkimusta /15/, teknistä tarkastusta /16/ ja LVISA-kuntotutkimusta /17/. Tässä raportissa esitetyt sisäilmaan liittyvät jatkotutkimukset tehtiin maaliskuussa 2024 ja yläpohjarakenteiden osalta toukokuussa 2024. Yläpohjarakenteiden tutkimustulokset eivät aiheuttaneet muutoksia altistumisolosuhteen arviointiin.

#### 6.1.1 Yleistä altistumisolosuhteen arvioinnista ja altistumisarviointin osa-alueet

Lähteen /18/ perusteella: ”Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu teknisen kokonaisuuden hallintaan, jossa otetaan huomioon rakennus- ja talotekniikan sekä rakennuksesta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutus sisäilmaston laatuun. Rakenteissa, pintamateriaaleissa ja talotekniikassa voi olla poikkeavia sisäympäristön epäpuhtauslähteitä. Altistumisolosuhteiden arvioinnissa tulee huomioida mm. päästölähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaan sekä muut epäpuhtauksien leviämiseen vaikuttavat tekijät kuten ilmanvaihto, paine-erot, mahdollisesti toiminta tiloissa ja ulkoilmaolosuhteet (esim. tuuli, hiukkaslähteet)”. Arvioinnissa ei oteta kantaa havaintojen terveydelliseen merkitykseen, vaan sisäilmasto-ongelman terveydellisen merkityksen arvioinnin tekee sisäilmasto-ongelmiin perehtynyt lääkäri tai terveysalan muu ammattilainen käyttäen hyödyksi tässä arvioitua altistumisolosuhteen todennäköisyyttä.

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään seuraavien osa-alueiden perusteella /18/:

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

Arvioitaessa lopullista altistumisen todennäköisyyttä, käytössä on neliportainen asteikko /18/:

- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde on epätodennäköinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde on mahdollinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde on todennäköinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde on erittäin todennäköinen

Rakenteissa todetuilla mikrobilöydöksillä ja niistä sisäilmaan olevilla ilmayhteyksillä ajatellaan olevan yleensä keskimäärin suurempi painoarvo tehtäessä altistumisolosuhteen arviointia kuin esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmään liittyvillä mahdollisilla epäpuhtauslähteillä. Lisäksi



rakenneteknisillä tutkimuksilla sekä materiaalinäytteillä on yleisesti suurempi painoarvo kuin suoraan sisäilmasta mitatuilla tutkimustuloksilla.

## 1. Rakenteiden mikrobivaurioiden laajuus

Koulun alkuperäisosan alapohjarakenteen ja seinärakenteiden liitoksessa on käytetty valupaperikaistaleita, joista 2/5 materiaalinäytteestä todettiin mikrobivauriota (tilat 125C ja 117A). Valupaperi sijaitsee alapohjan pintabetonilaatan ja muuratun seinärakenteen välissä.

Mikrobivaurioita havaittiin myös kevytrakenteisten ulkoseinien lämmöneristetilasta. Kevytrakenteisia ulkoseiniä on pääasiassa käytetty vain aulatiloissa. Merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin runsaasti ilmayhteyksiä lämmöneristetilasta sisäilmaan.

Maanvastaisista seinärakenteista otetuissa materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvustoa, mutta lämmöneristekerroksesta havaittiin aistinvaraisesti mikrobivaurioon/maaperään viittaavaa hajua. Maanvastaisten seinien lämmöneristekerroksesta todettiin myös merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan.

Mikrobiperäistä hajua havaittiin jatkotutkimusten yhteydessä myös tuulikaapissa (201A) ja sen läheisyydessä. Tuulikaapin alapuolista tilaa on kuntotutkimuksen aikana alipaineistettu ja tuulikaapin alapohjan liittymiä tiivistetty.

Rakennuksen laajennusosalla (E-osa) havaittiin mikrobivaurioita kevytrakenteisessa ulkoseinärakenteessa tilassa 219E ja ikkunoiden välissä seinän lämmöneristekerroksessa tilassa 126E.

## 2. Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot

Koulun alkuperäis- ja laajennusosan painesuhteet ulkoilmaan verrattuna vaihtelevat aiemmin tehdyn teknisen tarkastuksen yhteydessä tehtyjen painesuruntojen perusteella pääosin noin +1...-20 Pa välillä /16/. Erityisesti rakennuksen 1. kerroksen A-osassa ja 3. kerroksessa todettiin alipaineisuutta käytön aikana. Osassa tiloja alipaineisuus on suurempaa käytön ajan ulkopuolella, mikä viittaa käyntiin jääviin erillispoistoihin. 2. kerroksen osalta painesuhteet olivat pääsääntöisesti melko hyvällä tasolla, mutta vaihtelua on myös eri ilmanvaihtokoneiden palvelualueiden välillä.

Rakennuksen alkuperäisosan alapohja-ulkoseinäliittymässä todettiin merkkiainekokeilla rakennuksen käytön aikaisessa tilanteessa merkittävää ilmavuotoa. Ilmavuotoa havaittiin myös alapohjan pilariliittymien kohdalta. Alkuperäisosalla alapohjan ja muurattujen seinärakenteiden välissä on paikoin mikrobivaurioitunutta valupaperia, jonka nähdään olevan käytännössä suorassa ilmayhteydessä sisäilmaan. Ilmayhteyttä valupaperista sisäilmaan rajoittaa ainoastaan muovinen jalkalista, jonka tiedetään olevan paikoin heikosti kiinni alustassaan. Alapohjan läpivientien todettiin olevan myös epätiivittä. Alapohjan läpivientejä on erityisesti luokkatilojen vesipisteiden kohdalla olevissa pystykotelorakenteissa.

Alkuperäisosan maanvastaisten seinien eristetilasta havaittiin merkittäviä ilmavuotokohtia sisäilmaan. Vaikka maanvastaisten seinien materiaalinäytteistä ei todettu mikrobikasvustoa, havaittiin kuorimuurauksen takaa mikrobivaurioon/maaperään viittaavaa hajua.

Laajennusosalla havaittiin merkkiainekokeilla alapohja-ulkoseinä-liittymästä vähäistä ilmavuotoa ja pilariliittymän kohdalta merkittävää ilmavuotoa. Merkkiainekokeiden perusteella alkuperäisosalla on siis alapohjaliittymistä maaperäyhteyksiä sisäilmaan.

Alkuperäis- ja laajennusosalla ilmavuotoreittejä todettiin mikrobivaurioituneiden kevyiden ulkoseinä-rakenteiden ikkunaliittymistä, patterikannakkeissa, sisäverhouslevyjen saumoista sekä liittymistä pysty- ja vaakarakenteisiin. Aiemmin tehtyjen painesuhdemittausten perusteella lattian alla oleva tekniikkakanaali on ylipaineinen käyttötiloihin nähden ja lattialuukut ovat epätiivitä, jonka johdosta epäpuhtaista tekniikkakanaaleista on ilmavirtauksia käyttötiloihin päin.

### 3. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun

Koulurakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Koulun ilmanvaihto on toteutettu yhdeksällä tulo-poistokoneella, keittiön tuloilmakoneella ja lisäksi usealla erillispoistolla. Tuloilmakoneista vanhimmat on asennettu 1990-luvun alkupuolella ja uusin v. 2019. Erillispoistojen iästä ja osin palvelualueista ei ole tietoa. HEPAConsulting Lukkari Oy:n tekemässä iv-kuntotutkimuksessa (raportti 5.4.2024) todettiin ilmanvaihtokoneissa jonkin verran pääasiassa pienehköjä huolto- ja korjaustarpeita. Iv-kanavien puhtaustaso vaihtelee kanavakohtaisestikin huomattavasti ollen P1-P2 tasoilla. Iv-kanavissa on riittämättömästi puhdistusluukkuja kattavaan puhdistukseen. Iv-koneissa todettiin vähäisiä mineraalikuituriskejä ja E-osan alkuperäisissä tuloilmalaitteissa päällystämätöntä mineraalivillaa. Muissa osissa uudempien tuloilmapäätelaitteiden etulevyjä on asennettu väärin, mikä heikentää tuloilmanjakoa tiloissa.

Koululuokkien ilmamäärät pääsääntöisesti täyttävät asumisterveysasetuksen vaatimuksen 6 l/s/hlö, mutta osassa tiloja jäädyään 4...6 l/s, hlö tasolle. Toisaalta osassa tiloja henkilöperustainen ilmamäärä on yli 10 l/s, hlö viitaten ilmanvaihdon tasapainotustarpeeseen. Iv-kuntotutkimuksessa todettiin osin vajausta ja epätasapainoa myös iv-koneiden ilmamäärissä.

### 4. Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet

Rakennuksen mahdolliset sisäilman epäpuhtaudet liittyvät koulussa todettuihin rakenteiden mikrobivaurioihin sekä sisäilmassa esiintyviin teollisiin mineraalivillakuituihin. Rakennuksen alkuperäisosalta todettiin tiloissa 125C ja 117A mikrobivaurioitunutta valupaperia alapohjan ja seinärakenteiden liittymissä. Mikrobivaurioita todettiin myös kevytrakenteisissa ulkoseinissä. Lattian alla olevista tekniikkatunnelista/ -kanleista on ilmeisiä ilmavuotoja käyttötiloihin päin.

Kuitulähteitä alkuperäisosalla on mm. alakatoissa, putkieristeissä ja väliseinä-läpivienneissä. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän tulokoneiden anturiläpivienneissä ja E-osan tuloilmaelimissä.

Koulusta otetuissa kuitulaskeumanäytteissä asumisterveysasetuksen toimenpideraja 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup> ylittyi vain yhdessä ruokalasta otetussa näytteessä mittausepävarmuus (30 %) huomioon otettuna. Muiden tilojen osalta kuitulaskeumanäytteiden toimenpideraja ei ylittynyt. Huomioitavaa on kuitenkin, että lähes jokaisessa tilassa ainakin osassa näytteistä esiintyi kuituja.

## 6.1.2 Arvio altistumisen todennäköisyydestä - rakennuksen alkuperäisosa

### 1. kerros

Koulun alkuperäisosalla tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen arvioidaan olevan 1. kerroksessa pääsääntöisesti **todennäköinen**. Merkittävämmäksi tekijäksi altistumisolosuhdetta arvioitaessa muodostuu ilmayhteys maaperästä alapohjan pilariliittymien ja muiden läpivientien kautta. Kuitenkin tiloissa 131C, 125C, 100A, 120A, 117A ja 131E tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **erittäin todennäköinen**. Tiloissa 125C ja 117A altistumisen todennäköisyyttä lisääväksi tekijäksi katsotaan alapohjan valupaperista tehdyt mikrobilöydökset ja ilmayhteys niistä sisäilmaan. Tilassa 131C todennäköisyyttä lisää maanvastaisen seinän eristetilasta havaittu mikrobivaurion/maaperän haju sekä runsaat ilmavuodot. Aulan 131E todennäköisyyttä lisää kevytrakenteisten ulkoseinien mikrobilöydökset ja ilmavuodot mikrobivaurioituneilta ulkoseiniltä sekä putkitunnelin epätiivis luukku. A-osan käytävällä 100A altistumisen todennäköisyyttä lisää mahdolliset avoimet putkiläpiviennit epäpuhtaasta putkitunnelista käytävätilaan sekä suora ilmayhteys väestönsuojan päällisestä, josta havaittiin vanhoja muottilautoja sekä lievää mikrobiperäistä hajua.

### 2. kerros

Koulun alkuperäisosalla tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen arvioidaan olevan 2. kerroksessa pääsääntöisesti **mahdollinen tai todennäköinen**. Merkittävämmäksi tekijäksi B-osassa altistumisolosuhdetta arvioitaessa muodostuu ilmayhteys maaperästä alapohjan pilariliittymien ja muiden läpivientien kautta. B-osalla tiloissa 224B ja 161B tiloissa altistumisolosuhteen arvioidaan olevan vain mahdollinen, koska alapohjaliittymiä on historian aikana tiivistetty. Altistumisolosuhteen arvioidaan olevan C- ja D- osilla mahdollinen luokkatilojen vesipisteiden kohdalla olevien epätiivien pystykoteloiden vuoksi. Pystykotelorakenteista voi olla ilmayhteyksiä myös alemman kerroksen kotelorakenteisiin ja siten myös edelleen mahdollisesti yhteys maaperään asti.

A-osan ruokalassa altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **todennäköinen** tilassa todettujen teollisten mineraalivillakuitujen vuoksi (laskeumanäytteissä kuituja yli Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan). Ruokalasta on suora ilmayhteys keittiöön, jolloin kuituja voi kulkeutua myös ko. alueelle. Suoran ilmayhteyden vuoksi keittiön altistumisolosuhteen arvioidaan oleva mahdollinen.

2. kerroksen aulatiloissa 200A ja 203A altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **erittäin todennäköinen**. Aulatiloissa on mikrobivaurioituneita kevytrakenteisia ulkoseiniä, joista on merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan. Lisäksi aulassa 200A on mikrobivaurioon/maaperään viittaavaa hajua, joka kulkeutuu sisäilmaan tuulikaapista 201A. Tuulikaapin alapohjasta 201A on hiljattain poistettu lahovaurioituneet muottilaudat ja tuulikaapin alapohjaa on tiivistetty, mutta hajua kulkeutuu edelleen tuulikaapin läheisyyteen.

### 3. kerros

Koulun alkuperäisosalla tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen arvioidaan olevan 3. kerroksessa pääsääntöisesti **epätodennäköinen**. 3. kerroksen rakenteista ei ole tutkimusten

yhteydessä havaittu mikrobivaurioituneita rakennusmateriaaleja tai todettu muita olosuhteita heikentäviä tekijöitä.

Jotta tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhte saataisiin laskettua tasolle *mahdollinen*, tulisi koulun alkuperäisosalla tehdä vähintään seuraavia toimenpiteitä (huom! tässä esitetyt toimenpiteet on tarkoitettu vain ns. käyttöä turvaaviksi toimenpiteiksi, jolla tilojen käyttö saadaan jatkettua eteenpäin määritetty arvioitu aika):

- Alapohjan pilariliittymien tiivistyskorjaus maaperäyhteyden katkaisemiseksi
- Alapohjan läpivientien tiivistäminen
  - Käytännössä tarkoittaa kyseisillä alueilla alapohja-ulkoseinä-liittymän tiivistystä kauttaaltaan
- Luokkatilojen vesipisteiden kohdalla olevien pystykotelorakenteiden tiivistys
- Maanvastaisten seinien tiiviiden parantaminen
- 1.kerroksen lattialuukkujen tiiviiden parantaminen ja tekniikkatunnelista käyttötiloihin olevien avoimien ilmavuotoreittien tiivistäminen sekä varmistaminen, että tekniikkatunneli ja siitä edelleen lähtevät tekniikkakanaalit ovat alipaineisia sisäilmaan nähden. Painesuhteiden jatkuvatoiminen seurantamittaus
- 1.kerroksen niiden tilojen alapohja-seinäliittymien tiivistäminen, joissa on valupaperissa todettu poikkeavia mikrobilöydöksiä
- 1. ja 2.kerroksen kevyiden ulkoseinärakenteiden tiiviiden parantaminen (vaihtoehtoisesti vauriokohtien korjaus)
- 1.kerroksen väestönsuojan yläpuolisen tilan eriyttäminen käyttötiloista tiiviyttä parantavilla toimenpiteillä ja väestönsuojan yläpuolisen tilan koneellinen alipaineistus mahdollisuuksien mukaan
- 2.kerroksen A-osan tuulikaapin 201A jatkokorjaukset nyt tehtyjen korjaustenkin jälkeisen todetun mikrobiperäisen hajun takia, jos alustatilan alipaineistaminen ei ole riittävä toimenpide
  - Alustatilan ja käyttötilan välisen painesuhteiden jatkuvatoiminen mittaus alipaineistuksen toimivuuden varmistamiseksi
- Alakattotilojen sisällä olevien kuitulähteiden poistaminen/pinnoittaminen
  - Koskee erityisesti ruokalan alakattoa
- B-osan vanhojen akustolevyjen poisto
- Osassa tiloja todetun liiallisen alipaineisuuden poistaminen ilmanvaihdon tasapainotuksella ja paine-erojen seuranta jatkutoimisilla mittauksilla

### 6.1.3 Arvio altistumisen todennäköisyydestä, laajennusosa

#### 1 kerros

Koulun laajennusosalla (E-osa) 1. kerroksen tilojen osalla tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen arvioidaan olevan pääsääntöisesti **todennäköinen**. Merkittävämmäksi

tekijäksi altistumisolosuhdetta arvioitaessa muodostuu maaperäyhteys alapohja ulkoseinä- ja pilariliittymistä. Tilassa 126E altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **erittäin todennäköinen**. Tilan 126E ikkunoiden välissä olevaa kevyttä ulkoseinä-rakennetta ei ole uusittu ja sen lämmöneristekerroksesta todettiin mikrobivaurio. Ko. ikkunavälin kevyen ulkoseinä-rakenteen ilmatiiviyttä ei testattu merkkiainekokein, mutta rakenneavauksesta tehtyjen havaintojen perusteella höyrynsulkumuovin tiivistyksissä voi olla paikoin puutteita, jolloin epäpuhtauksia voi kulkeutua sisäilmaan.

## 2 kerros

E-osan 2. kerroksen tilojen osalla tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen arvioidaan olevan yleisesti **epätodennäköinen**. Tilassa 219E kevyt ulkoseinä-rakenne on kuitenkin mikrobivaurioitunut ja rakenteesta on merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan. Vastaavaa kevyttä ulkoseinä-rakennetta on myös tilan 211E kohdalla. Tiloissa 211E ja 219E altistumisolosuhteen arvioidaan olevan **todennäköinen**.

Jotta tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde saataisiin laajennusosalla laskettua tasolle *mahdollinen*, tulisi tiloissa tehdä vähintään seuraavia toimenpiteitä (huom! tässä esitetyt toimenpiteet on tarkoitettu vain ns. käyttöä turvaaviksi toimenpiteiksi, jolla tilojen käyttö saadaan jatkettua eteenpäin määritetty arvioitu aika):

- Alapohja-ulkoseinä-liittymien tiiviyden parantaminen
- Alapohjan pilariliittymien tiiviyden parantaminen
- Ikkunoiden välissä olevien kevyiden ulkoseinä-rakenteiden tiivistäminen tai vaihtoehtoisesti uusiminen niiltä osin, kun ei ole vielä uusittu
- Kevyiden ulkoseinä-rakenteiden tiiviyden parantaminen tai vaihtoehtoisesti uusiminen tiloissa 211E ja 219E
- Lattialuukun tiivistäminen ja lattian allaolevan teknikkakanaalin alipaineistaminen käyttötiloihin nähden sekä painesuhteiden jatkuvatoiminen seuranta

## 7 PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET

Tampereella 18.4.2024 (päivitetty 28.6.2024)

IdeaStructura Oy



Joonas Ketko  
DI



Kimmo Lähdesmäki  
DI, rakennusterveysasiantuntija RTA



Salla Tuulos-Tikka  
DI, rakennusterveysasiantuntija RTA



Harri Karvonen  
RI, rakennusterveysasiantuntija RTA

### LIITTEET

Liite 1: Käytetyt tutkimusmenetelmät ja -laitteet, 1 sivu

Liite 2: Pohjapiirustukset näytteenotto- / tutkimuspisteineen, 3 sivua

Liite 3: Materiaalinäytteiden suoraviljelyiden laboratorioanalyysit, 5 sivua

Liite 4: Kuitulaskeumanäytteiden laboratorioanalyysi, 1 sivu

## Käytetyt tutkimusmenetelmät ja -laitteet

### Tutkimuksessa käytetty mittauskalusto.

Laite/mittari	Tyyppi/malli	Huom
Mikromanometri	DPM TT550S	Paine-ero- ja ilmavirtamittaukset. Ilmavirtojen mittaus ilmanvaihtolaitteista laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Tarkkuus $\pm 0,1$ Pa (20 °C) ja $\pm 0,1$ m/s (20 °C)
Merkkiainelaitteisto	Inficon Sensistor XRS9012 + typpi-vety-kaasuseos	Laitetta käytetään mm. rakenteellisten epätiiviyiskohtien havainnoimiseen. Mittaustarkkuus riippuu rakenteen yli vallitsevista painesuhteista, laitteen herkkyysasetuksesta ja rakenteeseen syötettävän kaasun määrästä.

### 1. Merkkiainekokeet

Merkkiainekokeet tehtiin RT14-11197 *Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein* -ohjeistuksen mukaisesti rakennuksen ns. käyttötilassa, eli painesuhteiden ulkovaipan yli ollessa tavallisessa käyttöä vastaavassa tasossa.

### 2. Kuitukartoitus

Kuitukartoitus tehtiin aistinvaraisesti ja tarvittaessa endoskooppia hyödyntäen tarkistaen kaikki kokemusperäiseen tietoon perustuvat mahdolliset sisäilman kuitulähteet

### 3. Kuitulaskeumanäytteiden otto

Kuitulaskeumanäytteet otettiin 14 vrk ajan pinnalle laskeutuneesta pölystä. Näytteenottoa puhdistettiin ensin huolellisesti, alue merkittiin varoitusteipein ja pinnalle laskeutuneesta pölystä otettiin näytteet geeliteippimenetelmällä, jotka toimitettiin laboratorioon analysoitaviksi. Näytteitä otettiin kustakin tilasta kolme rinnakkaista, joista asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti laskettiin kolmen näytteen keskiarvo, jota verrattiin mittavirhe huomioon ottaen asumisterveysasetuksen toimenpiderajaan.





2 kerros



### 3 kerros



## Liite 3. Materiaalinäytteiden suoraviljelyiden laboratorioanalyysit

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTEESTÄ, SUORAVILJELY			
<b>Tilaaaja':</b>	IdeaStructura Oy Joonas Ketko, joonas.ketko@ideastructura.com	<b>Tilauspäivä:</b>	8.3.2024
<b>Kohde':</b>	Kaukajärven koulu	<b>Laboratorio:</b>	Kuopio
<b>Projektinnumero':</b>		<b>Vastaanottopäivä:</b>	8.3.2024
<b>Näytteenottaja':</b>	Joonas Ketko	<b>Viljelypäivät:</b>	12.3.2024
<b>Näytteenottopäivät':</b>	M24-M27 7.3.2024		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

## YHTEENVETO TULOISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	M24, Pahvi, Tila 127C, alapohjan valusauma	vähän homeita ja bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M25, Pahvi, Tila 117A, alapohjan valusauma	vähän homeita, mutta indikaattorimikrobeita, paljon bakteereita ja bakteereissa paljon aktinomykettejä (kts. lisätiedot)	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M26, Pahvi, Tila 140D, alapohjan valusauma	vähän homeita ja bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M27, Pahvi, Tila 264B, alapohjan valusauma	vähän homeita ja bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580  
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

**LISÄTIEDOT**

Näytteistä M24, M26 ja M27 otettiin myös teippinäytteet suoraan mikroskooppiseen tarkasteluun. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa.

Näytteiden M25 ja M26 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenvedoon ja näytteen M26 osalta myös johtopäätökseen.

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580  
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

#### ANALYYSITULOKSET

##### Näyte': M24, Pahvi, Tila 127C, alapohjan valusauma

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus; Eurotium (lr)	+(1)	+(1)	*aktinomykeetit	+(5)

##### Näyte': M25, Pahvi, Tila 117A, alapohjan valusauma

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+++
*Aspergillus versicolores (lr)	+(5)	+(5)	*aktinomykeetit	+++ (T)
Aspergillus candidus (lr)	+	+		
*Aspergillus restricti (lr)		+(17)		

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

##### Näyte': M26, Pahvi, Tila 140D, alapohjan valusauma

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Aspergillus candidus (lr)	+	+	*aktinomykeetit	+(2)
*Aspergillus restricti (lr)		+(10)		

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

##### Näyte': M27, Pahvi, Tila 264B, alapohjan valusauma

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Aspergillus candidus (lr)	+	+	*aktinomykeetit	+(5)
*Aspergillus fumigatus (lr)	+(1)			
Aspergillus niger (lr)		+		
*Trichoderma sp.		+(1)		

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580  
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

**Tulostaulukon merkintöjen selitykset:**

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määrittämissä rajat

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.

sr = sukuryhmä

lr = lajiryhmä

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



**Marja Hänninen**, Tutkija, Mikrobiologi  
p. 050 325 0612, marja.hanninen@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580  
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

## ANALYYSIT

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia siirrettiin 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 aktinomykeettien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyyssi on akkreditoitu ja ruokaviraston hyväksymä. Hyväksyntä edellyttää, että menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen mukaisesti ja menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjalla saatuihin tuloksiin on varmistettu.

## 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 (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 29 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnessa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näyteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

## TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratoriooppaan (2018) mukaisesti.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä enintään + JA - bakteerien pesäkemäärä enintään + JA - alle kahta indikaattorimikrobia/taksonia (mukaan lukien aktinomykeetit) JA - suoramikroskopoinnissa ei kasvustoa osoittavaa määrää sienirihmasto
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään kahta indikaattorimikrobia ja vähintään 3 pesäkettä/alusta kutakin (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - suoramikroskopoinnissa kasvustoa osoittava määrä sienirihmasto TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

## 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.

A.-M. Pessi ja K. Jalkanen: Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näyteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

H. Rintala, P. Tegelberg, M. Hänninen, H. Marttila, T. Meklin. Indikaattorimikrobien merkitys viljelytulosten tulkinnessa – suoraviljelyn, laimennossarjaviiljelyn ja qPCR-menetelmän vertailu. Sisäilmastoseminaari 2023

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580  
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

## Liite 4. Kuitulaskeumanäytteiden laboratorioanalyysi, 1 sivu

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ					
Tilaja:		IdeaStructura Oy	Tilauspäivä:		25.3.2024
Kohde:		Kaukajärven koulu	Toimitettu laboratorioon:		25.3.2024
Projektinnumero:			Laboratorio:		Tampere
<b>Menetelmät:</b>					
Geeliteipille kerätystä laskeumapölystä laskettiin valo-/polarisaatiomikroskooppia käyttäen teolliset mineraalikuluidut, joiden halkaisija on yli 3µm ja pituuden suhde halkaisijaan on vähintään 3:1.					
Sisäinen menetelmä pohjautuu menetelmään, joka on esitetty VTT:n tiedotteessa 2360 Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt (2006) sekä TTL:n ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen (2017).					
Menetelmän määrittämisraja yhdelle teippinäytteelle on 0,07 kuitua/cm2 ja kolmen teippinäytteen keskiarvolle 0,02 kuitua/cm2.					
Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on 30%.					
Näytteissä, jotka eivät ole 14 vrk laskeumapölynäytteitä ja joiden kuitupitoisuus on yli 7 kuitua/cm2 liittyy laboratorion teknisen mittausepävarmuuden lisäksi poissonin jakaumasta tuleva hiukkasjakautuman mittausepävarmuus. Poissonin jakaumasta johtuva mittausepävarmuus on korkeintaan 19%.					
Laskelma ei huomioi näytteenoton mittausepävarmuutta. Näytteenotosta vastaa tilaaja.					
Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti.					
Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.					
Näytteenottaja: Joonas Ketko					
Näyte	Näytteenottoaika	Näytteen kertymäaika	Kuitua/ cm <sup>2</sup> *	Keskiarvo kuitua/ cm <sup>2</sup> *	
K1	K1.1 Tila 127C kaapin päältä	14 vrk	0,21	0,14	
	K1.2 Tila 127C hyllyn päältä		<0,07		
	K1.3 Tila 127C pöydän päältä		0,21		
K2	K2.1 Tila 135D kaapin päältä	14 vrk	0,07	0,04	
	K2.3 Tila 135D pöydän päältä		<0,07		
K3	K3.1 Tila 117A kaapin päältä	14 vrk	0,14	0,12	
	K3.2 Tila 117A kaapin päältä		0,07		
	K3.3 Tila 117A pöydän päältä		0,14		
K4	K4.1 Tila 126E kaapiston päältä	14 vrk	<0,07	0,02	
	K4.2 Tila 126E kaapiston päältä		0,07		
	K4.3 Tila 126E kaapin päältä		<0,07		
K5	K5.2 Tila 244B kaapin päältä	14 vrk	0,07	0,04	
	K5.3 Tila 244B hyllyn päältä		<0,07		
K6	K6.1 Ruokasalin pianon päältä	14 vrk	0,07	0,31	
	K6.2 Ruokasalin kaapin päältä		0,14		
	K6.3 Ruokasalin hyllyn päältä		0,71		
K7	K7.1 Tila 213E kaapin päältä	14 vrk	<0,07	0,04	
	K7.2 Tila 213E pöydän päältä		0,07		
K8	K8.1 Tila 235A kaapin päältä	14 vrk	<0,07	<0,02	
	K8.2 Tila 235A pöydän päältä		<0,07		
	K8.3 Tila 235A pöydän päältä		<0,07		
K9	K9.1 Tila 312A pöydän päältä	14 vrk	<0,07	<0,02	
	K9.2 Tila 312A kaapin päältä		<0,07		
	K9.3 Tila 312A seinän vierestä suoraan petrimaljaan		<0,07		

\*STM:n asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista määrittelee teollisten mineraalikuluitujen toimenpiderajaksi 0,2 kuitua/cm2 kahden viikon aikana pinnolle laskeutuneessa pölyssä. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje suosittelee otettavan vähintään kolme rinnakkaista näytettä/tila. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty.

\*-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Vesa Kontio, Tutkija, Geologi  
p. 050 439 5076, vesa.kontio@labroc.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oyn antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544322-4 | PUH. 010 524 9580  
OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU