

Tutkimusraportti

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

4015 Lahnuksen koulu

Vanha Lahnuksentie 15

02970 Espoo



© Elinympäristön tietopalvelu Liiteri, 8.5.2025

25.6.2025

Projektinumero: 8257

Pysyvä rakennustunnus: 101239952W

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	4
1 Yleistiedot	6
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite	6
1.2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus	7
1.3 Lähtötiedot	8
1.3.1 Käytössä olleet asiakirjatiedot	8
1.3.2 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset	9
2 Tutkimusmenetelmät	10
3 Rakennetekniset tutkimukset	11
3.1 Rakennuksen ulkopuoliset havainnot	11
3.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	12
3.2 Alapohjat, maanvastaiset seinät ja kanaalit	13
3.2.1 Alapohjarakenteet	13
3.2.2 Havainnot ja tutkimukset	15
3.2.3 Maanvastainen seinärakenne	18
3.2.4 Havainnot ja tutkimukset	19
3.2.5 Putkitunnelit ja kanaalit	20
3.2.6 Merkkiainetutkimukset	22
3.2.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	22
3.3 Ulkoseinät	24
3.3.1 Rakenteet	24
3.3.2 Havainnot ja tutkimukset	25
3.3.3 Merkkiainetutkimukset	35
3.3.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	36
3.4 Välipohjat	37
3.4.1 Rakenteet ja tutkimukset	37
3.4.2 Merkkiainetutkimukset	38
3.4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	38
3.5 Väliseinät	39
3.5.1 Rakenteet ja tutkimukset	39
3.5.2 Merkkiainetutkimukset	41
3.5.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	41
3.6 Yläpohja ja vesikatto	42

3.6.1 Rakenteet ja tutkimukset	42
3.6.2 Merkkiainetutkimukset	45
3.6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	48
4 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset	49
4.1 Painesuhteet.....	49
4.2 Sisäilman olosuhteet	50
4.2.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus.....	51
4.2.2 Sisäilman VOC-arvot (pbb), suuntaa antava.....	52
4.2.3 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	53
4.3 Teolliset mineraalikuidut	53
4.4 VOC-mittaukset sisäilmasta (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)	54
4.5 Muut havainnot ja huomiot	56
4.6 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset	57
5 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset	58
5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus	58
5.2 Tuloilmajärjestelmän puhtaus.....	58
5.3 Ilmamäärämittaukset	61
5.4 Teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavista	62
5.5 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset	62
6 Yhteenveto johtopäätöksistä ja toimenpide-ehdotuksista	63
6.1 Toimenpide-ehdotukset	64
Allekirjoitukset.....	65
Liitteet	65
Kirjallisuus.....	66

Tiivistelmä

Lahnuksen koulussa tehtiin huhti-toukokuussa 2025 kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen tavoitteena oli selvittää syyt rakennuksen käyttäjien kokemille puutteille sisäilman laadussa. Lahnuksen koulu on valmistunut vuonna 1958. Rakennus on pääosin betoni- ja tiilirakenteinen. Rakennukseen on tehty perusparannus vuonna 2000. Perusparannuksen yhteydessä rakennuksen kylkeen on rakennettu ilmastointikonehuone ja wc-torni.

Tutkimusmenetelminä olivat aistinvaraiset tarkastelut, pintakosteuskartoitus, ilmavuototutkimukset, materiaalinäytteiden otto mikrobianalyysiin, kuitunäytteiden otto, VOC-ilmanäytteiden otto sekä olosuhde- ja paine-eroseurannat. Ilmanvaihdon puhtautta ja toimivuutta arvioitiin kuitunäytteiden ja ilmamäärämittausten avulla.

Tehdyn kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella merkittävimmät syyt sisäilman laadun puutteille ovat sokkelirakenteisiin ja pilareiden taakse jätetyt orgaaniset vaurioitumaan päässeet korkkieristeet ja laudoitukset, sekä alapohjan kanaalit, joissa havaittiin vanhoja lastuvillalevyisiä eristeitä ja pikisivelyitä, sekä purkamattomia asbestipitoisia putkieristeitä. Näistä rakenneosista havaittiin merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan.

Ulkoseinien tutkimuksessa havaittiin paikallinen mikrobivaurio pohjakerroksen ruokasalin kohdalla sekä pohjoispuolen sisäänkäynnin portaikon alla. Rehtorin huoneen päätyseinässä, joka on tiili-mineraalivilla-tiili rakenteinen, havaittiin epäily mikrobikasvusta. Kopiohuoneen ja neuvotteluhuoneen välille on jätetty väliseinäksi vanhaa ulkoseinärakennetta, jonka eristetilassa havaittiin epäily mikrobikasvusta. Luokahuoneiden ulkoseinien asbestisementtilevytyksissä ulkoseinärakenteissa ja ikkunaliittymien tutkimuksessa ei havaittu vaurioita. Ikkunoiden väleissä pilareiden kohdilla on peltilevytykset ja niiden takana on tuulensuojalevytys sekä mineraalivillaeriste pilaria vasten. Pohjakerroksessa tehdyn avauksen perusteella sadevedet ovat voineet vaurioittaa näitä rakenteita. Ulkoseinärakenteiden epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan merkkiainekokeessa havaituista ilmavuotokohdista paine-erojen mahdollistamana.

Alapohjarakenteet ovat pääosin uusitut. Pintakosteustarkasteluissa havaittiin yksittäisiä kohonneita pintakosteusarvoja. Ruokasalissa havaittiin viitteitä patteriventtiilien vuodoista, tämä on voinut olla osasyynä ruokasalin seinän alaosan vaurioon. Suihkutilassa 016 havaittiin lattiasa ja seinässä halkeama ja sen viereisessä sosiaalitalassa 017 muovimaton alla oli kohonnutta kosteutta. Kiinteistönhoitajan tilassa 004 vuotaa pumppu lattialle. Merkkiainekokeessa havaittiin, että alapohjan läpiviennit ja rakenneliitokset olivat epätiivisiä. Kanaaleista on yhteys alapohjaan ja vesiputkien läpivientien kautta taloteknisiin pystykuiluihin. Käytävässä kulkeva kanaali oli lievästi ylipaineinen tilojen suhteen, joka mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan.

Vesikatossa ja yläpohjatilassa havaittiin kiireellisiä huolto- ja korjaustarpeita. Yläpohjan eristeessä todettiin yksittäisessä materiaalinäytteessä mikrobikasvua. Yläpohjan ja sisäilman välillä havaittiin ilmavuotoja läpivientien kohdilla. Yläpohjan sisäilmavaikutukset olivat paikallisia.

Rakennuksen välipohjat ovat betonia ja väliseinät pääosin kivirakenteisia. Rakenteissa ei todettu sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Rakennuksen ilmanvaihto oli tutkimusjakson aikana jatkuvasti käytönaikaisilla asetuksilla, jolloin painesuhteet ulkoilman suhteen olivat jatkuvasti pääosin lähellä tasapainetta. Ilmamäärät olivat hiilidioksidin seurantamittausten ja kahden tilan ilmamäärämittausten perusteella riittävät tilojen käyttäjämääriin nähden.

Pohjakerroksen lattialämmitykset eivät toimi ja tiloissa on saattanut olla pitkän aikaa puutteellinen lämmitys. Seurantamittauksissa havaittiin, että luokan 210 huoneilman lämpötila oli asumisterveysasetuksen lämmityskauden toimenpiderajan + 20 °C alapuolella.

Kuitulaskeumanäytteissä havaittiin toimenpiderajan ylitys luokissa 109 ja 208. Ilmanvaihtojärjestelmässä on jonkin verran kuitulähteitä, muina kuitulähteinä voivat toimia ulkoseinärakenteiden ilmavuodot.

1 Yleistiedot

Tutkimuskohde

4015 Lahnuksen koulu
Vanha Lahnuksentie 15, 02970 Espoo

Rakennusvuosi: 1958

Peruskorjaus: 2000

Kerrosala: 1 559 m²

Tilavuus: 5 180 m³

Tilaaja

Marja Tuomela, Sisäilma-asiantuntija
P. 040 506 6560, marja.tuomela@espoo.fi

Tilapalvelut-liikelaitos
Tekniikantie 15
02070 Espoon kaupunki

Tutkimusten vastuhenkilö

Kati Kangasniemi, asiantuntija, RKM, PKA
rakennusterveysasiantuntija C-25004-26-19

Sirate Group Oy, Kaupintie 2, 00440 HELSINKI
kati.kangasniemi@sirategroup.fi, p. 040 500 5046

Tutkimushenkilöt

Kati Kangasniemi, kuntotutkija, RTA
Ville Holmberg, kuntotutkija

Laboratoriot

Labroc Oy
Mitta Oy

Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset kohteessa tehtiin aikavälillä 8.4. – 27.5.2025

1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

Rakennuksen käyttäjät ovat kokeneet sisäilman laadussa puutteita. Ongelmalliseksi koettuja tiloja ovat olleet pohjakerroksessa sijaitseva terveydenhoitajan huone 010, varasto/pukuhuonetila 014, ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat ATK-tila 108 ja luokkahuone 109, toisessa kerroksessa sijaitsevat opetusvälinevarasto 202, rehtorin- ja opettajien huoneet 206 ja 207, luokkahuone 208, tekstiilityön luokka 210. Tämän tutkimukset tavoitteena on selvittää oireilutilojen olemassa olevat rakenteet sekä niiden vaikutusta sisäilman laatuun.

1.2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus

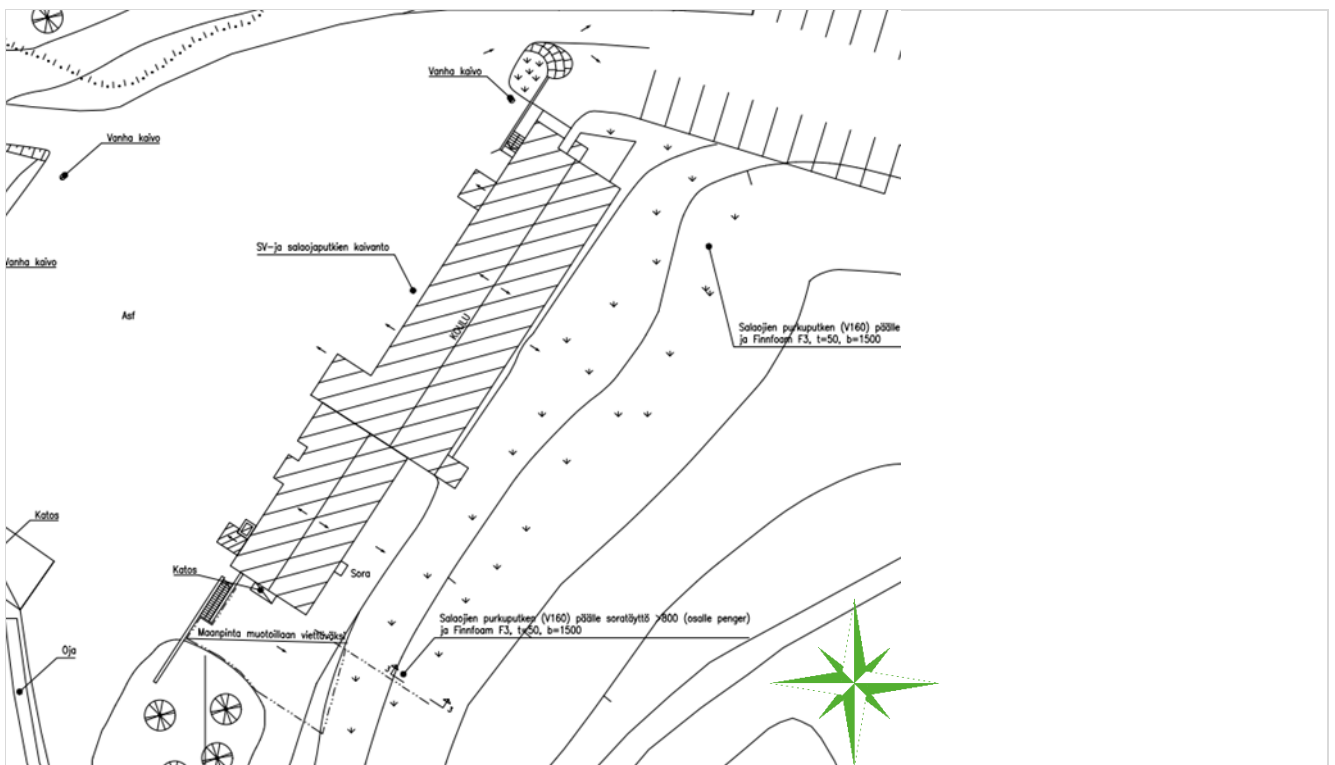
Tutkimuskohteena oleva koulurakennus on valmistunut vuonna 1958. Rakennuksen pinta-ala on noin 1 559 m² ja tilavuus on noin 5 180 m³. Rakennuksessa on tiloja kolmessa kerroksessa, joista osa sijaitsee osittain maanpinnan alapuolella. Rakennus sijaitsee rinteessä, pihan puolelta koulu on kaksikerroksinen ja tienpuolelta kolmikerroksinen. Rakennukseen on tehty perusparannus vuonna 2000.

Pääasialliset rakenneratkaisut

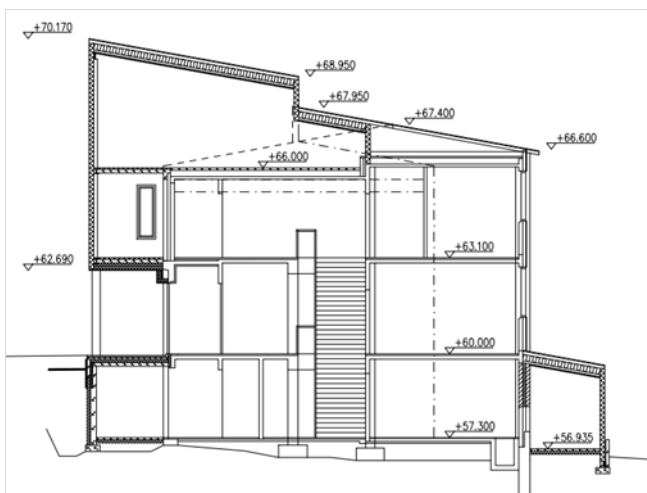
Rakennus on perustettu perusmaan tai kallion päälle betonianturoiden varaan. Alapohja on maanvastainen teräsbetonilaatta, alapohjarakenne on uusittu perusparannuksen yhteydessä. Rakennuksen rungon keskellä lattian alla kulkee putkikanaali, jossa on osittain teräslevyinen kansi. Lisäksi kanaaleja kulkee ulkoseinän vierellä, näiden kanaalien päälle on vuoden 2000 peruskorjaussuunnitelmien mukaan valettu betonikansi. Ulkoseinät ovat betoni- ja tiilirakenteisia, väli- ja yläpohjat ovat betonirakenteisia. Vesikattorakenteet ovat puurakenteisia ja vesikatteenä on loiva konesaumattu peltikate. Rakennuksen julkisivut ovat muurattua tiiltä ja aaltoasbestilevyä.

Perusparannuksen yhteydessä rakennuksen kylkeen on rakennettu laajennus, jossa sijaitsee jokaisessa kerroksessa wc-tiloja. Pohjakerroksessa sijaitsevat puku- ja suihkutilat on uusittu ja liikuntasaliin on lisätty uusi porrasyhteys. Henkilökunnan sosiaalitilat ja terveydenhoitajan työtila on uusittu. Keittiön paikkaa on muutettu rakennuksen pätyyn, johon on rakennettu aputiloja keittiötä varten.

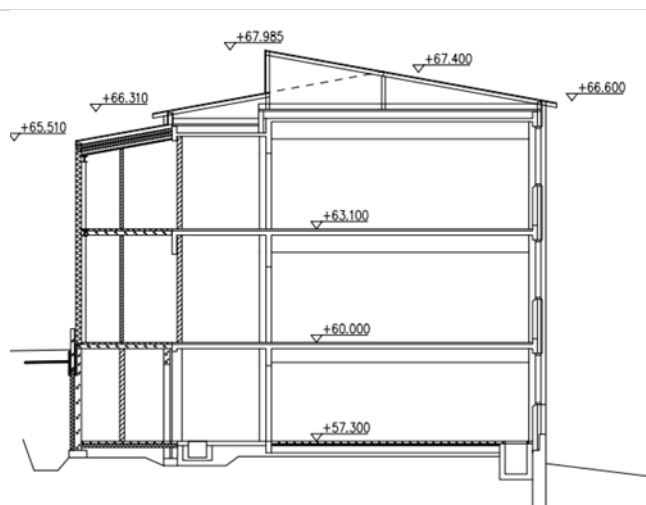
Rakennusta palvelee lämmöntalteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihdonkonehuone on rakennettu ja ilmanvaihto on asennettu vuoden 2000 peruskorjauksen yhteydessä. Kiinteistön lämmitysmuotona on öljylämmitys ja lämmönluvotustapana on vesikiertoinen patterilämmitys. LVIS-tekniikkaa on uusittu, mutta joitakin vanhoja asennuksia on jätetty purkamatta.



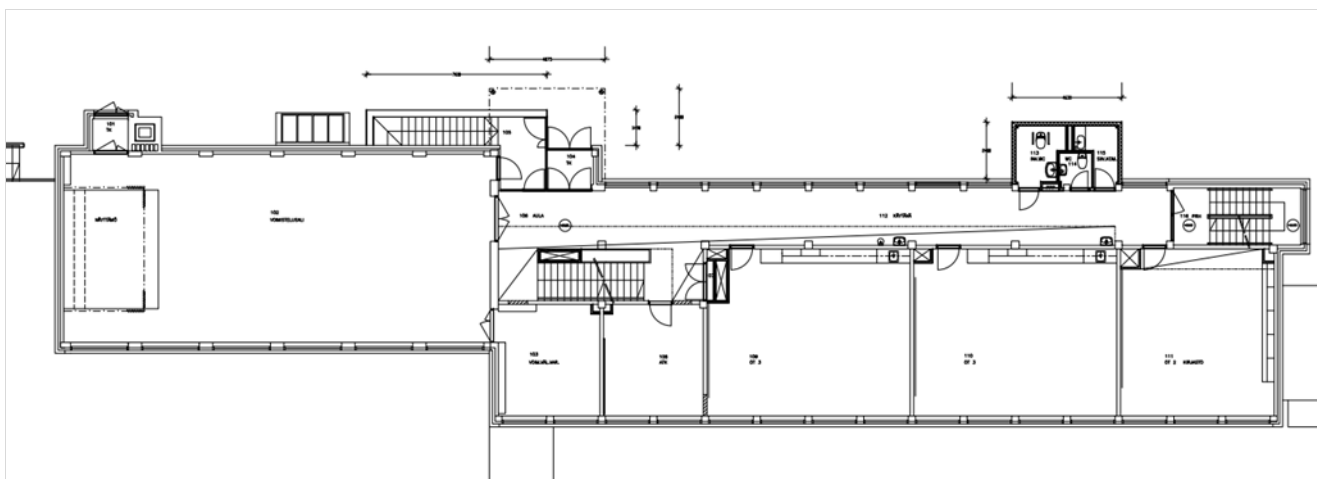
Kuva 1. Asemapiirros, muutos ja laajennus piirros 12.3.1999.



Kuva 2. Leikkaus B-B, ARK muutos ja laajennus piirros 1999.



Kuva 3. Leikkaus C-C, ARK muutos ja laajennus piirros 1999.



Kuva 4. 1. kerroksen pohjakuva. Rakennuksen 1. ja 2. kerroksessa on molemmissa 3 luokkahuonetta ja henkilökunnantiloja, liikuntasali sijaitsee rakennuksen 1. kerroksessa teknistentilojen ja pukuhuonetilojen yläpuolella. Pohjakerroksessa sijaitsee lisäksi ruokala, teknistentöiden luokka ja terveydenhoitajan huone.

1.3 Lähtötiedot

1.3.1 Käytössä olleet asiakirjatiedot

- Kosteus- ja homevaurioiden kartoitus, Espoon kaupunki, Tekninen keskus, 6.4.1998
- Muutos ja laajennus ARK kuvia, 1999
- Rakennusselitys 9.4.1999
- Kuntoarvio, Raksystems Oy, 26.2.2021
- Sisäilmastarkastus, Tarkastusryhmä, Espoon kaupunki, 10.4.2024
- Palokatko tarkastus, KT Paloturvapalvelut Oy, 26.7.2024
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistusraportti, LVI Trio Oy, 1.10.2024

1.3.2 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset

10.4.2024 Espoon kaupungin tarkastusryhmän sisäilmatarkastuksen tarkoituksena oli selvittää sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä koulurakennuksessa. Tarkastuksessa havaittiin rakenteissa ja läpivienneissä epätiiviyskohtia. Tekniikkakuilujen lattialuukut eivät olleet tiiviitä. Käytävän alakaton ja porrashuoneen katon pinnoitteissa havaittiin värimuutoksia. Teknisen työn ulkoseinän sisäpinnan rappaus on irtaillut seinän alaosaan. Luokahuoneiden pesualtaiden ylivuotoputket olivat likaisia ja aiheuttivat tiloihin hajuhaittoja. Pintakosteusmittauksissa ei havaittu kohonneita kosteuksia. Ruokalaa ja keittiötä palvelevan ilmanvaihtokoneen TK3 raitisilmasäleikkö oli likainen ja tukossa. Tarkastuksessa havaittiin, että pistokoeluontoisissa mittauksissa tulo- ja poistoilmavirrat eivät vastanneet suunnitteluarvoja.

Tiloissa tehtiin paine-erojen ja olosuhteiden seurantamittauksia. Olosuhteet olivat olleet mittauksien ajan hyvällä tasolla. Paine-ero ulkoilmansuhteen vaihteli IV-koneiden käyntiaikojen mukaan lievistä alipaineisuudesta kohtalaiseen alipaineisuuteen.

LVI-Trio suoritti ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen 1.10.2024 ja säätötyöt 15.11.2024.

2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät on esitetty alla tiivistetystä ja kattavasti liitteessä 1.

Rakenne ja kosteustekniset tutkimukset

- **Kosteusmittaukset**
 - Rakennusten kivrakenteiset pinnat kartoitettiin pintakosteudenosoittimella poikkeavien kosteusalueiden havaitsemiseksi.
 - Kosteuspoikkeama-alueille tehtiin tarkkoja viilto- ja rakennekosteusmittauksia.
- **Rakenneavauksin** todettiin päärakennetyyppien toteutus. Rakenteiden kunto arvioitiin aistinvaraisesti ja materiaalinäyttein. Avauspaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuviissa.
- **Materiaalinäytteiden mikrobiologista** kuntoa analysoitiin suoraviljelymenetelmällä ja tulokset tulkittiin Asumisterveysasetuksen (1) ja sen soveltamisohjeen (2) mukaisesti. Materiaalinäytteiden tulokset on merkitty tekstin joukkoon ja kuviin kolmiportaisella värikoodilla: **vihreä** – ei poikkeavaa mikrobikasvua, **oranssi** – ei aktiivista kasvua, näyte on lajistoltaan poikkeava ja **punainen** – aktiivista mikrobikasvua.
- **Merkkiainekokein** selvitettiin rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoreittejä RT 14-11197-ohjekorttia (3) soveltaen. Merkkiainekokeet tehtiin tehostetussa alipaineessa (-10 Pa).
- **Haitta-aineet** selvitettiin tutkimusten yhteydessä työturvallisuuden varmistamiseksi materiaalinäyttein RT 103501-ohjekortin (4) mukaisesti.

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

- **Paine-eroseurannoin** selvitettiin ilman kulkusuuntaa sekä ilmanvaihdon toimintaa. Mittauspaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuviissa. Tuloksia verrataan Asumisterveysasetuksen (1) ja sen soveltamisohjeen (2) ohjearvoihin.
- **Olosuhdeseurannoilla** selvitettiin sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta. Tuloksia verrataan Asumisterveysasetuksen (1) toimenpiderajoihin ja/tai Sisäilmastoluokituksen 2018 (5) tavoitearvoihin.
- **Teollisten mineraalikuitujen** esiintymistä huonepinnoilla selvitettiin kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä vuonna 2021 päivitetyn Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2) osan III mukaisesti. Tuloksia verrataan Asumisterveysasetuksen (1) toimenpiderajaan.
- **Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC)** kokonaispitoisuus (TVOC) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritettiin sisäilmasta kerättävillä VOC-ilmanäytteillä. Tulokset tulkittiin Asumisterveysasetuksessa (1) annettujen toimenpiderajojen perusteella soveltamisohjetta (2) noudattaen sekä toimistotyyppisissä ympäristöissä Työterveyslaitoksen antamien viitearvojen perusteella (6).

Ilmanvaihdon selvitykset

- **Tulo- ja poistoilmamääriä** mitattiin pistokoemaisesti päätelaitteista vai kanavista. Tuloksia verrataan suunnitteluarvoihin, Asumisterveysasetukseen (1) ja sen soveltamisohjeeseen (2).
- **Ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta** ja mahdollisia teollisten mineraalikuitujen lähteitä selvitettiin pistokoemaisesti tehdyin visuaalisin tarkastuksin LVI 39-10409-ohjekorttia (7) soveltaen. Visuaalisen tarkistuksen tueksi kerättiin geeliteippinäytteitä tuloilmakanavista.

3 Rakennetekniset tutkimukset

3.1 Rakennuksen ulkopuoliset havainnot

Rakennuksen piha-alueet ovat pääosin asfalttia, soraa ja nurmea. Nurmen puolella rakennuksen vieruskaistalla on mukulakiveä. Maanpinta viettää pääosin rakennuksesta pois päin (kuvat 5, 6 ja 7). Rakennuksen vierustoilla ei ole runsasta kasvillisuutta. Perusparannuksen yhteydessä maanvastaiseen seinärakenteeseen on asennettu vedeneristys ja alarinteen puolelle patolevytyks. Patolevytyksen takana ei ole vedeneristystä (kuva 10). Keittiön päädyssä on poteromainen syvennys, jossa kaadot ovat heikot ja sadevesi jää rakenteiden vierustalle (kuva 9). Keittiön ulkokulmassa jätekatoksen vieressä havaittiin pienellä alueella aiheutuvan ylimääräistä kosteusrasitusta sokkelille ja liikuntasalin sekä luokkasiiven liittymäkohtaan on kertynyt lehtiä ja kariketta (kuvat 11 ja 12). Perusparannuksen yhteydessä on uusittu salaojat ja tehty uusi sadevesijärjestelmäkaivoineen, joihin syöksytorvet on ohjattu.



Kuva 5. Pihan puolella päällysteenä on kohtalaisen hyväkuntoinen asfaltti. Kaadot ovat riittävästi pois päin rakennuksesta.



Kuva 6. Teknistentilojen ja terveydenhoitajan päädyssä rakennuksen vierustäyttönä on soraa/hiekkaa.



Kuva 7. Tien puoleisella sivulla sokkelin vieressä on mukulakiveys.



Kuva 8. Sisäänkäynnin vieressä havaittiin sokkelissa kaksi peltilevyin peitettyä aukkoa, joiden käyttötarkoitus ei selvinnyt.



Kuva 9. Keittiön sisäänkäynnin taakse jää varjoinen ja kostea potero, josta sadevedet haihtuvat hitaasti. Ulkoseinä oli vaurioitunut muurin päälle satavista vesistä.



Kuva 10. Tien puoleiselle sivulle on asennettu perusmuurilevytyks, jossa olleesta reiästä voitiin todeta, ettei sen alla ole vedeneristettä tai lämmöneristettä.



Kuva 11. Rakennuksen keittiön puoleiseen päädyn sokkeliin kohdistuu kosteusrasitusta maaperästä.



Kuva 12. Taloteknisen kaapin ja seinän väliin on kertynyt lehtiä ja kariketta.

3.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen piha-alueiden kallistukset ovat pääosin kunnossa ja vierustäyttö on läpäisevää maa-ainesta. Maanvastaisessa seinärakenteessa on vedeneristys ja sokkelin ulkopintaan on asennettu patolevytyks. Maanvastaiseen seinärakenteeseen ja sokkeliin on ennen peruskorjausta saattanut kohdistua ylimääräistä kosteusrasitusta. Keittiön päädyn sokkeliin kohdistuu heikkojen maaperän kallistusten ja ulkonurkan väärän täyttömaan vuoksi kosteusrasitusta. Rakennuksen vierelle jäävä karie ja lehdet maatu ja pidättää kosteutta, joten sokkelin vierustat tulisi pitää puhtaina.

Toimenpide-ehdotukset

- Keittiön päädyn sade- ja hulevesien johtamisen parantaminen sekä sokkelin vierustojen puhdistus karikkeesta.
- Normaaliin ylläpitoon kuuluvasti sadevesikaivojen ja rännikaivojen tyhjennys ja huolto.
- Salaojien ja hulevesijärjestelmän kuvaaminen ja tarvittaessa huuhtelu 5–10 vuoden välein.

3.2 Alapohjat, maanvastaiset seinät ja kanaalit

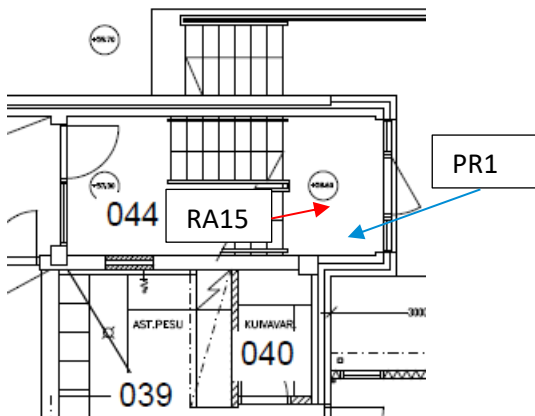
3.2.1 Alapohjarakenteet

Rakennus on perustettu osittain kallion päälle ja osittain kantavalle maapohjalle betonianturoiden ja betonipilarien varaan. Lähtötietojen perusteella vanhoja maanvaraisia alapohjia on perusparannuksen yhteydessä purettu ja uusittu. Lähtötiedoista ei täysin selvinnyt, mitkä alapohjat olivat kokonaan uusittuja, mutta tutkimuksen perusteella alapohjat on uusittu muualla kuin lämmönjakohuoneessa ja muissa teknisissä tiloissa. Alapohjarakenteet selvitettiin tiloista 044 (RA15), 038 (RA16) ja 022 (RA8). Terveystieteiden huoneessa ja pukuhuoneissa on sähköinen lattialämmitys, jota ei saatu toimimaan, jonka vuoksi lattiaan ei voitu tehdä reikiä (tilat 008-018). Teknisentyön tilojen 022 pontattu puulattia on uusittu peruskorjauksen yhteydessä.

Uusittu alapohjarakenne on muutos ja laajennos piirrosten mukaan ylhäältä alaspäin seuraava:

Lattiapäällyste
Teräsbetoni-laatta 70 mm
Sepeli 200 mm
Suodatinkangas

RA15 ja RA16, 044 käytävä, 038 varasto, alapohja



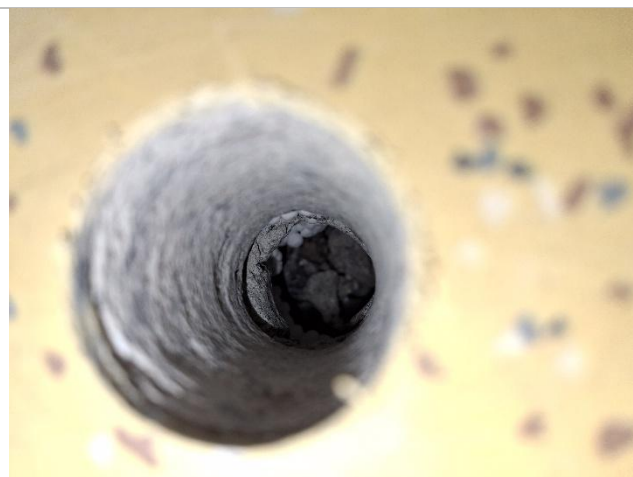
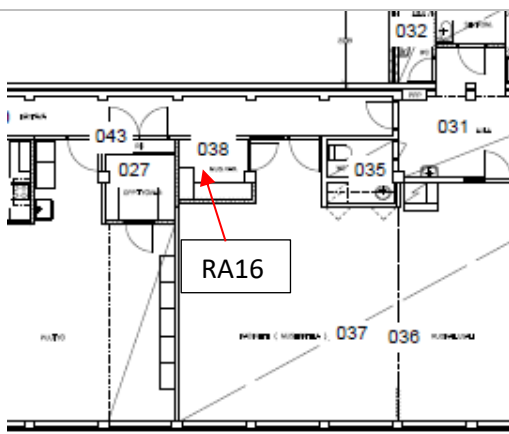
Todettu rakenne:

Lattiapäällyste
Teräsbetoni-laatta ~80 mm
Sepeli ~250 mm
(Suodatinkangas)

Huomiot:

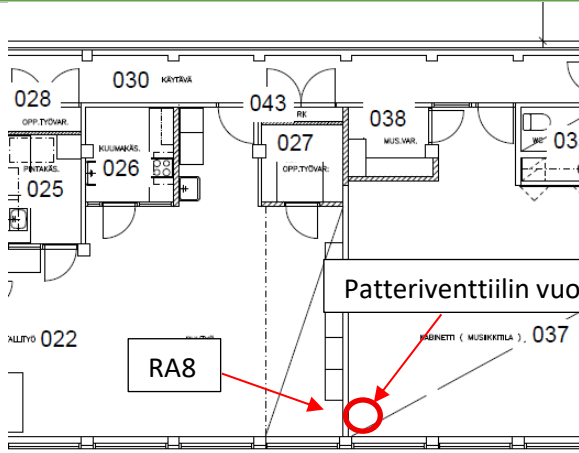
Alapohjalaatat ja sepelikerros olivat kuivia. Sepelikerros oli vähintään 250 mm syvä. Mahdollista suodatinkangasta ei voitu havaita.

Alapohjalaatan suhteellinen kosteus mitattiin PR1.1 30 mm ja PR1.2 50 mm syvyydeltä, kosteus oli normaali (54-59 %RH, 15-16 °C).



Kuva 13. Alapohjan rakennetarkastukset RA15 ja RA16.

RA8, 022 tekninen työ, alapohja, koolattu puulattia



Todettu rakenne ylhäältä alaspäin:

Lattialankku 28 mm
Koolaus ja mineraalivilla ~80 mm
Teräsbetoni-laatta
(kanaali)

Eristevillassa todettiin avatussa kohdassa normaalit kosteusolosuhteet 26,9 %RH, 22,5 °C.

Eristevillasta kerättiin materiaalinäyte **M8** mikrobialyysiin, näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta.



Huomiot/havainnot:

Rakenneavaus tehtiin teknisen työn luokan ruokasalin ja ulkoseinän vastaiseen nurkkaan. Lattiarakenne on uusittu peruskorjauksen yhteydessä. Eristevilla on asennettu suoraan teräsbetoni-laatan päälle.

Kuva 14. Alapohjan rakennetarkastus RA8 teknisentyön luokka.

3.2.2 Havainnot ja tutkimukset

Lattiapäällysteenä on huonetiloissa yleisesti linoleumi. Käytävätiloissa ja ruokasalissa lattiapäällysteenä on vinyylilaattaa. Linoleumi ja vinyylilaatta päällysteissä tiloissa on muoviset jalkalistat. Lattiapäällysteissä ei havaittu aistinvaraisesti vaurioita. Märkätiloissa ja wc-tiloissa on laatoitus, rakennusselostuksen perusteella märkätiloihin on asennettu vedeneristys. Vedeneristysten tekninen käyttöikä tulee vastaan noin 5 vuoden kuluttua. Jakelukeittiössä ja tuulikaapissa lattiapinnoitteena on akryylibetoni. Pukuhuoneissa ja muutamassa aputilassa sekä ilmanvaihtokonehuoneessa on seinille nostettu muovimatto. Teknisentyön luokassa ja liikuntasalissa on pontattu lankkulattia.

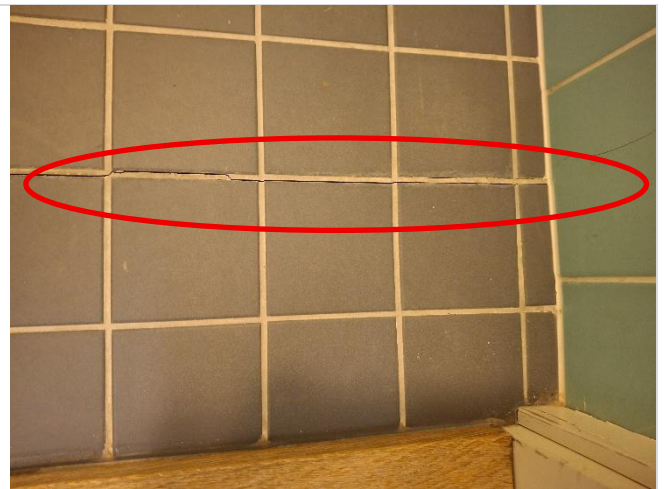
Pintakosteustarkasteluissa havaittiin yksittäisiä kohtia, joissa esiintyi kohonneita pintakosteusarvoja. Pohjoispäädyn portaiden alla (044) oli pienellä alalla lievästi kohonneita arvoja, lattiapäällysteenä on vinyylilaatta. Portaan seinän alaosaan kohdistuu ulkopuolista sadevesien aiheuttamaa kosteusrasitusta. Portaiden alle tehtiin porareikämittaukset kahdelle syvyydelle, alapohjarakenteen kosteus oli normaali (54-59 %RH, 15,2-15,6 °C).

Ruokasalin (037) teknisentyön luokan vastaisen väliseinän ja ulkoseinän nurkassa havaittiin patteriventtiilin vuodon aiheuttamaa ylimääräistä kosteutta lattiassa pienellä alalla. Lattiapäällysteenä ruokasalissa on vinyylilaatta ja ulkoseinän vieressä kulkee kanaali, alapohjarakenteena kanaalin kohdalla on liittolaatta. Lattiarakennetta avattiin teknisentyön luokan (022) puolelta (kuva 14).

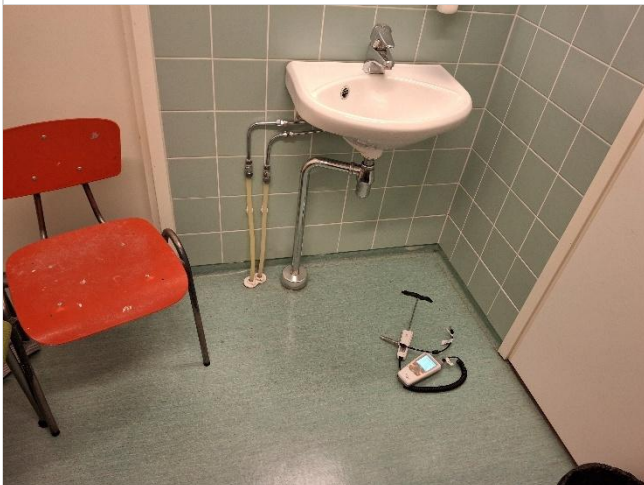
Sosiaalitulassa (017) havaittiin poikkeavia pintakosteusarvoja käsienvesualtaan alapuolella. Kohdassa kulkevat vesiputket lattialaatan alle, mutta todennäköisempi syy kohonneeseen kosteuteen on viereisen suihkutilan (016) rakenteisiin päässeet suihkuvedet. Suihkutilassa on lattiassa laatoitus ja sosiaalitulassa (017) ovensuussa on laattasaumassa suurehko halkeama, josta syntyy epäily, että vedeneriste olisi myös revennyt. Sosiaalitulassa lattiamateriaalina on muovimatto. Viiltomittauksen (VK2) perusteella muovimaton alla on ylimääräistä kosteutta (94 %RH, 16,1 g/m³, 19,9 °C). Muovimatto on irti alustasta ja muovimaton alla havaittiin märän betonin hajua. Tiloissa on toimimaton lattialämmitys. (kuvat 15-16)



Kuva 15. Sosiaalitulassa 017 havaittiin kohonnutta kosteutta viiltomittauksessa VK2 muovimaton alla. Mahdollisesti kosteus on päässyt lattiarakenteeseen suihkutilan 016 lattiassa olevan halkeaman kautta.



Kuva 16. Suihkutilassa 016 on lattialaatoituksen saumassa koko oven suun levyinen ja seinälle nouseva halkeama. Kohdassa on mahdollisesti vedeneristeet revenneet.



Kuva 17. Viiltomittaus tehtiin tilaan 017, jossa havaittiin kohonnutta kosteutta todennäköisesti viereisen suihkutilan lattialaatoituksen vuoksi.



Kuva 18. Terveystilojen huoneessa 010 tarkastettiin linoleumin kunto ja tehtiin viiltomittaus VK1. Linoleumi oli kunnossa ja viiltomittauksen tulos oli normaali.

Terveystieteiden tilassa (010) tarkastettiin lattiapäällysteenä olevan linoleumin kunto viiltomittauksen (VK1) avulla. Olosuhteet linoleumin alla olivat tavanomaiset (42 %RH, 7,8 g/m³, 19,9 °C), Linoleumi oli hyvin kiinni alustassaan ja liima sekä tasoite olivat hyvässä kunnossa. Linoleumin alla oli sille tyypillinen haju. Huoneen seinä-lattialiittymiin oli asennettu elastinen massaus, jonka asennus on ollut huolimatonta. Seinä-lattialiittymään on asennettu muovilista, joka rakoilee ja oli osin irti alustasta. Terveystieteiden huoneen pintaremontti on valmistunut tilaajalta saatujen tietojen mukaan lokakuussa 2024 (kuva 18).

Kiinteistöhuollon tilassa (004) vuotaa pumppu lattialle. Pumppu näyttää huonokuntoiselta (kuva 19). Alapohjalaatassa havaittiin kohonnutta kosteutta ja lattialla oli irtovettä. Kattilahuoneen (003) lattiapinta oli kohtalaisen huonokuntoinen. Teknistentilojen 001 ja 002 lattiat olivat likaiset, mutta hyvässä kunnossa.

Taulukko 1. Viiltomittauksen tulokset. Normaali = alle 70 %RH, koholla 70-85 %RH, poikkeava = yli 85 %RH

Mittauspiste		Materiaali	Pinta-kosteus	Mittaustulokset			Tuloksen tulkinta
Nro	Tila		GANN	%RH	T [°C]	a [g/m ³]	
VK1	010	linoleumi	47-56	42,0	21,3	7,8	Normaali
<i>sisäilma</i>	<i>010</i>			32,5	20,8	5,9	
VK2	017	muovimatto	70-90	94,0	19,9	16,1	Kohonnut
<i>sisäilma</i>	<i>017</i>			36,0	19,7	6,1	



Kuva 19. Kiinteistöhuollon tilassa 004 vuotaa pumppu lattialle.



Kuva 20. Pohjakerroksen tiloissa on vanhoja venttiilejä, myös uudemmat venttiilit, kuvassa takana, tulisi jo uusia.

3.2.3 Maanvastainen seinärakenne

Pohjakerroksen pääsisäänkäynnin puoleinen seinä on kokonaan maanvastainen. Maanvastaiseen seinärakenteeseen on asennettu peruskorjauksen yhteydessä ulkopuolinen vedeneristys. Maanvastaiset seinärakenteet selvitettiin rakenneavauksin käytävätilasta 030 (kuva 21) ja porraskäytävästä 044 (kuva 22). Käytävän 030 kohdalla maanvastaisen seinärakenteen eristeet on mahdollisesti uusittu polystyreenieristeiksi ja porraskäytävässä 044 on todennäköisesti alkuperäinen maanvastainen seinärakenne.

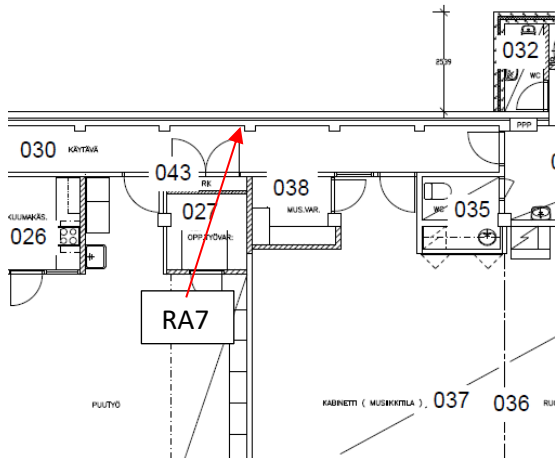
MVS1, käytävä 030, RA7

Tiili 130 mm
Ilmarako ~30 mm
Polystyreenilevy 50 mm
Pikisively
Teräsbetoni

MVS2, porraskäytävä 044, RA

Rappaus ~30 mm
Tiili 50 mm
Ilmarako ~60 mm
Mineraalivilla 80-100 mm
Teräsbetoni

RA7, 030 käytävä, maanvastainen seinä, MVS1



Todettu rakenne sisältä ulos päin:

Tiili 130 mm
Ilmarako ~30 mm
Polystyreenilevy 50 mm
Pikisively
Teräsbetoni

Mikrobinäyte materiaalista **M7** kerättiin seinän alaosaan polystyreenistä. Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua.

Huomiot/havainnot:

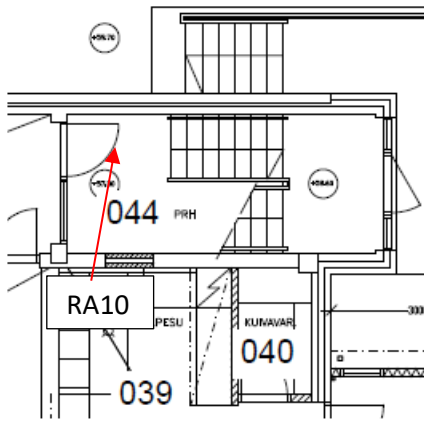
Rakenneavaus tehtiin maanvastaisen seinärakenteen alaosaan. Avauksessa havaittiin kosteaan maaperään viittaavaa hajua.

Kuva 21. Maanvastainen seinärakenne käytävän 030 kohdalla.

Taulukko 2. Yhteenveto maanvaraisesta seinärakenteesta kerättyjen materiaalinäytteiden tuloksista.

Näyte	Tila	Rakenneosa	Materiaali	Tuloksen tulokinta
M7	RA7, 030	MVS	polystyreeni	ei kasvua
M10	RA10, 044	MVS	mineraalivilla	ei kasvua

RA10, 044 käytävä, maanvastainen seinä, MVS2



Todettu rakenne sisältä ulos päin:

Rappaus ~30 mm
Tiili 50 mm
Ilmarako ~60 mm
Mineraalivilla 80-100 mm
Teräsbetoni

Mikrobinäyte materiaalista **M10** kerättiin seinän alaosaan mineraalivillasta. Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua.



Huomioit/havainnot:

Rakenneavaus tehtiin maanvastaisen seinärakenteen alaosaan. Avauksessa havaittiin kosteaan maaperään viittaavaa hajua.

Kuva 22. Maanvastainen seinärakenne porraskäytävän 044 kohdalla.

3.2.4 Havainnot ja tutkimukset

Maanvastaisia seinärakenteita tarkasteltiin pintakosteudentunnistimella. Maanvastaisissa seinissä ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja tai viitteitä vaurioista.

Maanvastaisia seinärakenteita on todennäköisesti osin uusittu sisäkautta käytävään 030 tehdyn rakennetarkastuksen RA7 perusteella. Eristeenä käytävän kohdalla havaittiin polystyreenilevytyt. Porraskäytävässä 044 eristeenä oli alkuperäinen mineraalivilla. Molemmista eristeistä kerättiin materiaalinäytteet mikrobianalyyysiin, materiaalinäytteissä M7 ja M10 ei havaittu mikrobikasvua. Molempien rakenneavausten sisällä havaittiin kostea maaperään viittaavaa hajua.

Maanvastaista seinärakennetta on muutettu väliseinärakenteiksi peruskorjauksen yhteydessä tiloissa 018, 017 ja 014. Muutetut seinärakenteet on käsitelty kappaleessa 3.5 väliseinät.

3.2.5 Putkitunnelit ja kanaalit

Alapohjan alla kulkee kaksi kanaalia. Toinen sijaitsee käytävän kohdalla ja toinen kulkee tienpuoleisen ulkoseinän vieressä. Käytävätilassa kulkevan kanaalin päällä on epätiivis metallilevytys. Ulkoseinän vieressä kulkevan kanaalin päällä oli betonivalu (liittolaatta) sekä lattiapäällysteenä linoleumia ja vinyylilaattaa. Ulkoseinän vieressä kulkevan kanaalin tarkastusluukku oli kaasutiivis, mutta kanaalissa havaittiin useita epätiiviyiskohtia sisäilman suhteen. Kanaaleissa havaittiin lievää PAH-yhdisteisiin viittaava hajua sekä maaperämäistä hajua. Hajunlähteitä oli useita.

Käytävätilassa kulkevan kanaalin kannen ja kanaalin välissä havaittiin runsaasti sahanpurua ja muuta roskaa. Kanaalin pohjalla ja seinämien alaosissa on lastuvillalevytys (Tojax), jonka päällä on tasoitus/korppuvalu. Betonipinnoilla on pikisivelyä, joka toimii PAH-yhdisteisiin viittaavan hajun lähteenä. Betonirakenteissa havaittiin reikiä ja rakoja, joiden kohdalta maaperä on esillä. Kanaalissa havaittiin sekä tiivistämättömiä, että uretaanimassalla tiivistettyjä taloteknisiä läpivientejä. Kanaalissa on käytöstä poistettuja putkia, joiden eristeissä on mahdollisesti haitta-aineita. Kanaalin pohjalla on sahanpurua yms. muuta pienempikokoista rakennusjätettä, joka voi sisältää haitta-aineita. Kanaalissa havaittiin tummunutta puuta, joka viittaa kanaalin kosteusrasituksen olleen aiemmin suurempi.

Ulkoseinän vieressä kulkeva kanaali tarkastettiin ruokasalissa sijaitsevan tarkastusluukun kautta (kuva 23). Kanaalin pohjalla on lastuvillalevytys (Tojax), jonka päällä on tasoitus/korppuvalu. Betonipinnoilla on pikisivelyä. Tiilirakenteet eivät ole silmämääräisesti tiiviitä (kuva 24). Kanneksi valettu liittolaatta on tuettu tiilimuurauksen päälle. Kanaalissa on tiivistämättömiä taloteknisiä läpivientejä. Kanaalin pohjalla, luukun kohdalla olevassa syvennyksessä havaittiin rakennusjätettä. Lämpöjohtojen kohdilla havaittiin vanhoja valumajälkiä. Kanaalissa oli hiirienjätöksiä.



Kuva 23. Ruokasalin 036 lattiassa on kaasutiivis tarkastusluukku



Kuva 24. Kanaalista oli kuitenkin ilmayhteys alapohjarakenteeseen ja ulkoseinärakenteeseen.



Kuva 25. Kanaaleissa kulkee vesiputkia suojauputissa.



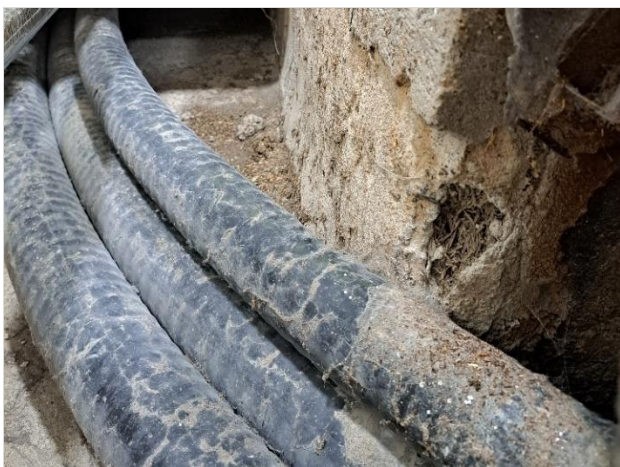
Kuva 26. Vesiputkien suojauputitus on osin puutteellinen.



Kuva 27. Käytävällä olevan kanaalin pohjan ja sivun väli auennut. Suora yhteys maaperään.



Kuva 28. Kanaalissa vesijohtojen suojauputkia, varaus- ja lämpöputkia, joiden kautta ilma pääsee kulkemaan ympäröiviin tiloihin.



Kuva 29. Kanaalin seinillä tasoitteen takana tojaks levytys.



Kuva 30. Kanaaliin jäänyt vanhoja lämpölinjoja purkamatta, joissa mahdollisesti asbestipitoinen eriste.

3.2.6 Merkkiainetutkimukset

Merkkiainetutkimuksia tehtiin tiloissa terveydenhoitaja 010 (MAK4 alapohja) ja käytävään 030 (MAK5 maanvastainen seinä eristetila). Terveydenhoitajan huoneen alapohjaan tehdyssä merkkiainetutkimuksessa havaittiin merkkiainetta kulkeutuvan sisäilmaan oven karmien alapäistä, väliseinän alareunoista ja käytävällä olevasta kanaalista. Kanaalin betonirakenteissa oli havaittavissa rakoja, joista näki suoraan maaperään.

Käytävän 030 maanvastaisen seinän eristetilaan laskettu merkkiaine havaittiin tiiliseinän, pilarien ja palkkien rakenneliitoksissa olevista pienistä halkeamista ja rei'istä, wc-tilan 032 alakaton päällä olevasta reiästä ja aulan 031 alakaton päällä olevista patteriputkien läpivienneistä, sekä pilarin takaa seinään tehdyn syvennyksen kohdalta.



Kuva 31. Terveydenhoitajan huoneen alapohjaan laskettu merkkiaine kulkeutui käytävän kanaaliin epätiiviu- den betonirakenteiden kautta.



Kuva 32. Käytävän 030 maanvastaisen seinän eristetilaan laskettu merkkiaine kulkeutui aulan 031 alakaton päällä olevien patterin läpivienteihin ja seinässä olevaan syvennykseen.

3.2.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenne on uusittu porraskäytävään, keittiöön ja ruokailutilaan, teknisentyön tilaan sekä pesu-, puku- ja sosiaalitiloihin ja terveydenhoitajan huoneeseen. Uusituissa maanvaraisissa teräsbetonilaatta alapohjissa ei havaittu viitteitä vaurioista tai maaperän aiheuttamasta kosteudesta. Teknisentyön puukoolatun lattian mineraalivillaeristeessä havaittiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Vaurio on voinut aiheutua väliseinän toisella puolella sijaitsevan ruokasalin patteriventtiilin vuodosta. Mineraalivilla on asennettu suoraan paljaan betonipinnan päälle, joten se on voinut olla toinen vaurioita aiheuttava tekijä. Teknisentyön tilan lattiarakenteen osalta suositellaan lisätutkimuksia mahdollisen vaurion selvittämiseksi.

Pesutiloissa, pukuhuoneissa, sosiaalitilassa ja terveydenhoitajan tiloissa on sähköinen lattialämmitys, joka ei ole toiminnassa. Lattialämmitystermostaateissa ei ole pattereita. Voidaan olettaa, että tilojen lämmitys on ollut pitkään puutteellinen. Toimiva lattialämmitys kuivattaa rakenteita ja ilmaa sekä vähentää kosteusriskien todennäköisyyttä.

Tutkimuksessa havaittiin kolme pienialaista vesivahinkoa, joista sosiaalitilan 017 vahinko edellyttää lisäselvitystä lattian kostumiseen johtaneista syistä ja viereisen pesutilan 016 lattia- ja seinälaatoituksen vaurio tulee korjata (edellyttää todennäköisesti koko märkätilan remonttia). Ruokasalissa on erittäin vanhoja patterinventtiilejä, joissa kaikissa on vuotovaara ja teknisentyön väliseinän vieressä sijaitseva venttiili on vuotanut. Kostunut alue on kuitenkin hyvin pieni ja rakenteena on liittolaatta, eikä lattiapäällysteessä havaittu vaurioita, joten se voidaan

jättää luonnolliselle tasaantumiselle. Kiinteistöhuollon tilassa 004 sijaitseva pumppu tulee huoltaa/uusia ja lattiarakenne kuivattaa.

Maanvastaiset seinärakenteet on vedeneristetty ja lämmöneristetty ulkoapäin. Tiloissa 014, 017, 018 ja 031 maanvastaisia seiniä on muutettu väliseiniksi. Pitkässä käytävätilassa 030 maanvastaisen seinän eristeenä on polystyreenilevytys ja porraskäytävässä 044 on alkuperäinen mineraalivillaeristys. Eristeistä kerätyissä näytteissä ei havaittu mikrobivaurioita. Seinärakenteiden sisällä havaittu kostean maaperänhaju, saattaa kuitenkin viitata vaurioon jossakin kohtaa seinärakennetta, todennäköisesti pilareiden takana on korkkieristettä, jota havaittiin väliseinäksi muutetun pilarin kohdalla.

Kanaaleissa on useita epäpuhtauslähteitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun. Kanaaleista ei ole poistettu peruskorjauksen yhteydessä kaikkea orgaanista ja osin vaurioitunutta materiaalia, myös asbestia sisältäviä vanhoja putkieristeitä on jätetty osin purkamatta. Kanaalien seinämissä on pikisivelyitä. Ulkoseinän vieressä kulkevasta kanaalista on ilmayhteys alapohjaan ja ulkoseinärakenteisiin sekä käytävässä kulkevaan epätiivillä metallikansilla peitettyyn kanaaliin. Käytävän kanaali on paine-eroseurannan perusteella lievästi ylipaineinen tilojen suhteen, joten epäpuhtaudet voivat kulkeutua epätiiviyiskohtien ja paine-erojen mahdollistamana sisäilmaan.

Alapohjasta ja kanaaleista on merkkiainekokeen perusteella yhteys sisäilmaan. Maanvastaisten seinärakenteiden eristetiloista on merkkiainekokeen perusteella useita ilmayhteyksiä sisäilmaan. Kanaaleista on vesiputkien suojaputkien läpivientien kautta ilmayhteys taloteknisiin pystykuiluihin, jotka kulkevat luokkatiloihin.

Toimenpide-ehdotukset

- Kanaalien puhdistus ja kunnostus, joka sisältää mm. vanhojen tojax-levyjen poiston ja kanaalien rakenteelliset korjaukset. Ennen korjaukseen ryhtymistä tulee selvittää kanaalien haitta-aineet erityisesti asbestin osalta.
- Käytävän kanaaliin suositellaan kaasutiivistä kantta.
- Alapohjan rakenneliittymien ja läpivientien tiivistys epäpuhtauksien leviämisen ehkäisemiseksi.
- Maanvastaisen seinärakenteen tiivistäminen epäpuhtauksien leviämisen ehkäisemiseksi, pilareiden takana on todennäköisesti vaurioitunutta korkkieristettä.
- Lattialämmityksen saattaminen toimintakuntoon puku-, suihku-, sosiaalitiloissa sekä terveydenhoitajan tilassa (tilat 008-018).
- Sosiaalitila 017 lattian kosteusvaurion syyn tarkentaminen ja sen viereisen suihkutila 016 remontoiminen.
- Ruokasalin 036-037 patteriventtiilien uusiminen.
- Teknisentyön tilan lattiarakenteen tarkemmat tutkimukset mahdollisen vaurion ja vaurioalueen selvittämiseksi.

3.3 Ulkoseinät

3.3.1 Rakenteet

Alkuperäiset ulkoseinät ovat ulkopinnaltaan puhtaaksimuurattua punatiiltä, ja nauhaikkunoiden kohdalla ulkopintana on aaltoasbestisementtilevy. Sokkelit ovat vaakalautamuottiin valettua maalattua teräsbetonia. Laajennososat ovat teräsrunkorakenteisia 150 mm Paroc-elementtejä. WC-tornin Paroc-elementin ulkopinnassa on minerit-kuitusementti-aaltolevy. Tutkimukset kohdistettiin alkuperäisiin ja osin korjattuihin seinärakenteisiin.

US1 Päätyseinät sisältä ulospäin lueteltuna:

Maali ja rappaus 20 mm

Tiili 115 mm

Mineraalivilla 100 mm

Tiili

US2 luokkahuoneiden puoleiset ulkoseinät

Maali ja kahitiili 130 mm

Mineraalivilla ~100 mm

Kovalevy 7 mm

Ilmarako ~25-30 mm

Asbestisementtilevy

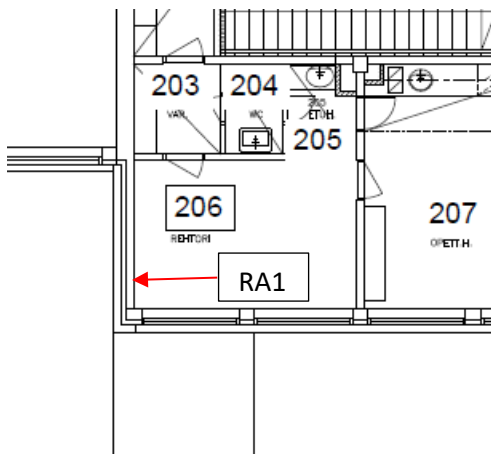
US3 Ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseinät ja wc-tornin ulkoseinät

Paroc-elementti 151 mm

Wc-tornissa julkisivuna minerit-levytys

3.3.2 Havainnot ja tutkimukset

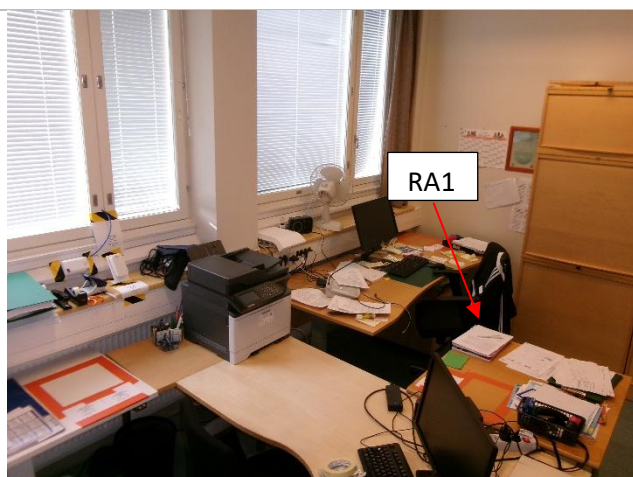
RA1, 206, Ulkoseinä US1



Todettu rakenne sisältä ulos päin:

Maali ja rappaus 20 mm
Tiili ~130 mm
Mineraalivilla 100 mm
Tiili (ulkoverhous)

Mikrobinäyte materiaalista **M1** kerättiin mineraalivillasta. Näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta. Näytteessä esiintyi neljää eri kosteusvaurioindikaattorilajia.

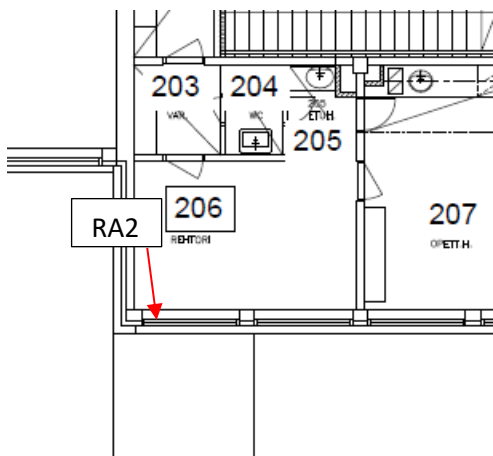


Huomiot/havainnot:

Rakennearaus tehtiin päätyseinän alaosaan. Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai vaurioon viittaavia jälkiä. Eristevilla oli hieman rusehtavaa ja sen seassa oli hieman tummaa hippua.

Kuva 33. Päätyseinän rakennearaus rehtorinhuoneeseen 206.

RA2, 206, Ulkoseinä, ikkunan tilkeväli



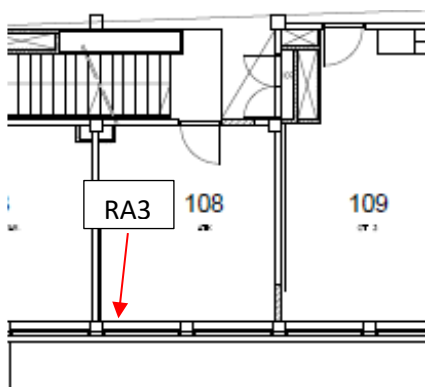
Todettu rakenne ylhäältä alaspäin:

Ikkunan karmi
Apukarmi
Uretaani
Mineraalivilla
Mahdollisesti puulevy tms.
Mineraalivilla

Mikrobinäyte materiaalista **M2** kerättiin mineraalivillasta uretaanin alta. Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua.

Kuva 34. Ikkunan tilkevälän tutkimus rehtorin huoneessa 206.

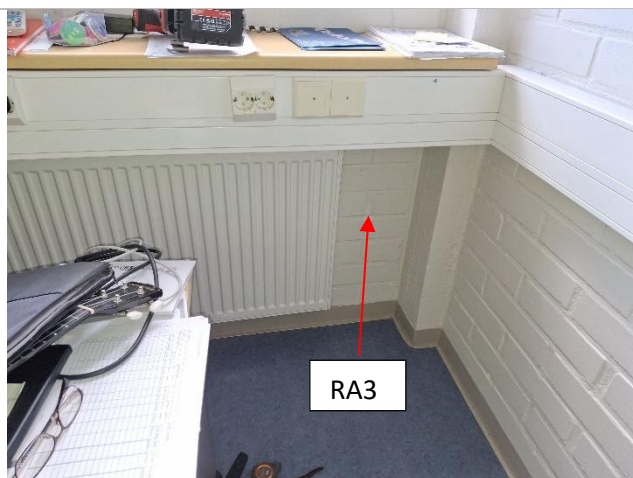
RA3, 108, Ulkoseinä US2



Todettu rakenne sisältä ulos päin:

Maali ja kahitiili 130 mm
Mineraalivilla ~100 mm
Kovalevy 7 mm
Ilmarako ~25-30 mm
Asbestisementtilevy

Mikrobinäyte materiaalista **M3** kerättiin mineraalivillasta. Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua.

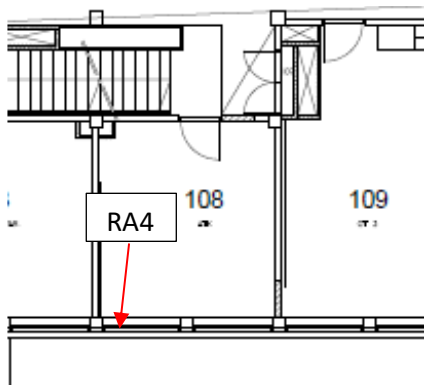


Huomioit/havainnot:

Rakenneavaus tehtiin pitkäsivun ulkoseinän alaosaan. Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai vaurioon viittaavia jälkiä.

Kuva 35. Ulkoseinärakenteen tutkimus 1 krs. huoneessa 108.

RA4, 108, Ulkoseinä, ikkunan tilkeväli



Todettu rakenne sisältä ulos päin:

Ikkunan karmi
Uretaani
Apukarmi
Mineraalivilla

Mikrobinäyte materiaalista **M4** kerättiin mineraalivillasta apukarmin alta. Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua.

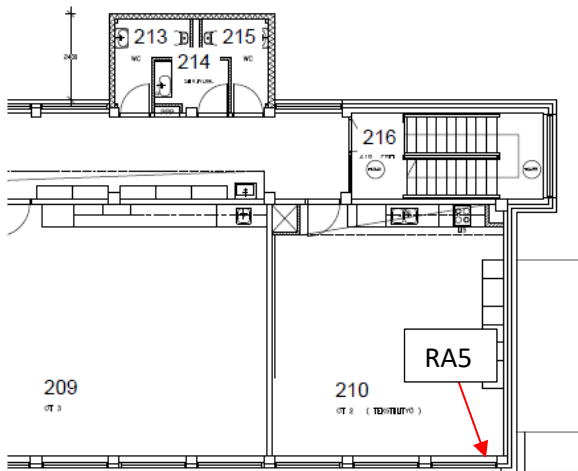


Huomiot/havainnot:

Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai vaurioon viittaavia jälkiä.

Kuva 36. Ikkunan tilkevälän tutkimus huoneessa 108.

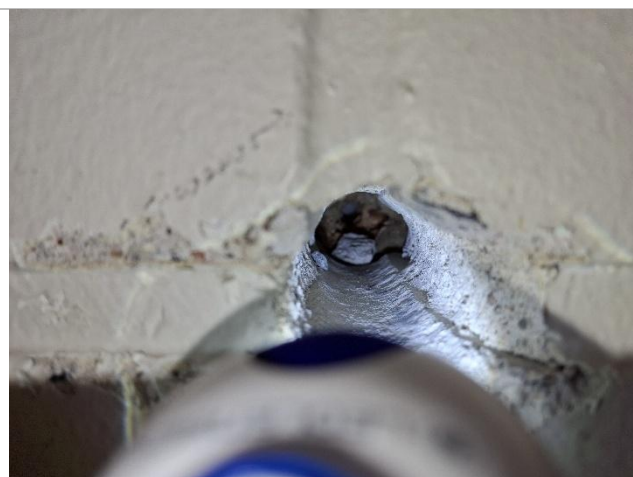
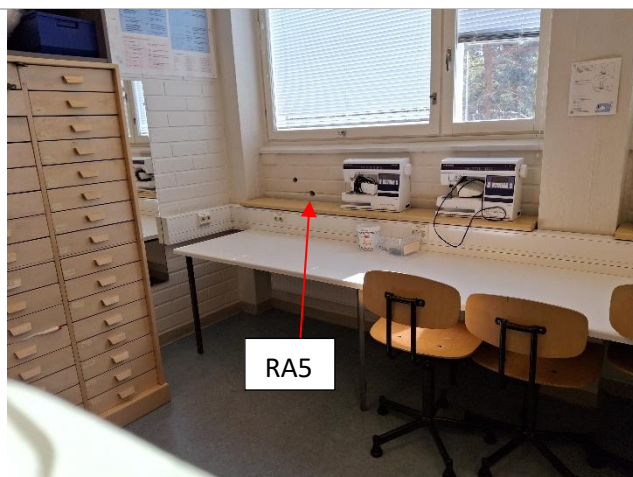
RA5, 210, Ulkoseinä US2



Todettu rakenne sisältä ulos päin:

Maali ja kahitiili 130 mm
Mineraalivilla ~50 mm
Kovalevy 7 mm
Rima/Ilmarako ~25-30 mm
Asbestisementtilevy

Mikrobinäyte materiaalista **M5** kerättiin mineraalivillasta ikkunan alta. Näytteessä ei havaittu mikrobikasvua.

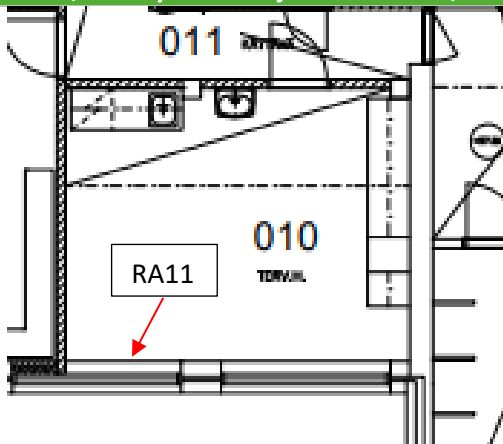


Huomiot/havainnot:

Rakenneavaus tehtiin pitkänsivun ulkoseinään ikkunan alle lähelle ulkokulmaa. Avauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai vaurioon viittaavia jälkiä.

Kuva 37. Ulkoseinän rakennetutkimus 2. krs huoneessa 210.

RA11, Terveystenhoitajan huone 010, Ulkoseinä, uusittu sisältäpäin



Todettu rakenne sisältäpäin lueteltuna:

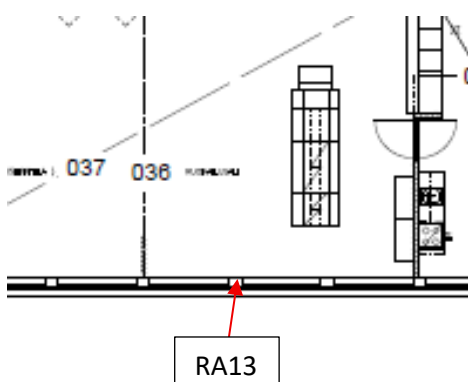
Punatiili ~115 mm
Polystyreenilevytytys
Tiili 130 mm

Huomiot/havainnot:

Rakenne on uusittu. Rakenteessa ei havaittu viitteitä vaurioista.

Kuva 38. Ulkoseinärakenteen tutkimus pohjakerroksen terveydenhoitajan huoneeseen 010.

RA13, Ruokasali 036, ulkoseinä, sokkeli



Todettu rakenne ulkoapäin lueteltuna:

Teräsbetoni 100 mm
Puu (muottilauta) 25 mm
Korkki 80 mm

Materiaalin mikrobinäyte **M13** kerättiin korkista, näytteessä havaittiin selvä mikrobikasvu. Avauksessa todettiin mikrobiperäinen haju.

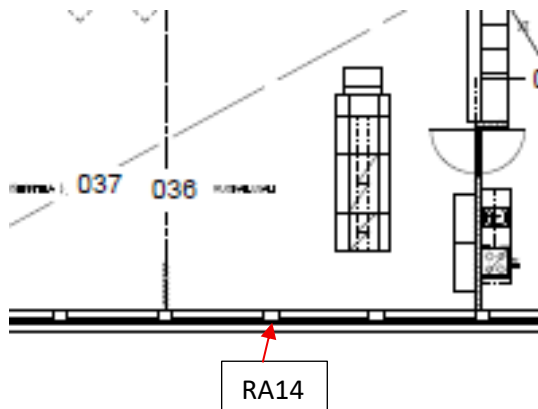


Huomiot/havainnot:

Betonisokkelin takana havaittiin muottilaudoitusta ja korkkieristettä. Avauksessa havaittiin mikrobiperäinen haju.

Kuva 39. Sokkelirakenteen tutkimus pilarin kohdalle pohjakerrokseen.

RA14, Ruokasali 036, Ulkoseinä US1



Todettu rakenne ulkoapäin lueteltuna:

Tiili 130 mm
Mineraalivilla 85 mm
Tiili ~115 mm

Mineraalivillasta kerätyssä materiaalinäytteessä **M14** havaittiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.

Huomiot/havainnot:

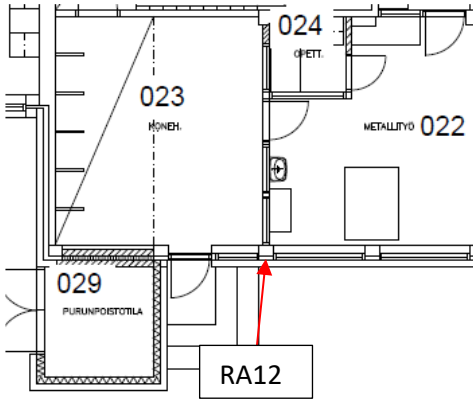
Rakenneavaus tehtiin pilarin kohdalle.

Kuva 40. Ulkoseinärakenteen tutkimus pilarin kohdalle pohjakerrokseen.

Taulukko 3. Ulkoseinästä kerättyjen materiaalinäytteiden mikrobitulokset.

Näyte	Tila	Rakenneosa	Materiaali	Tuloksen tul- kinta
M1	RA1, 206	US, päätyseinä	mineraalivilla	poikkeava lajisto
M2	RA2, 206	US, ikkunan tilkeväli	mineraalivilla	ei kasvua
M3	RA3, 108	US, pitkäsivu, ikkunan alta	mineraalivilla	ei kasvua
M4	RA4, 108	US, ikkunan tilkeväli	mineraalivilla	ei kasvua
M5	RA5, 210	US, pitkäsivu ikkunan alta	mineraalivilla	ei kasvua
M13	RA13, 036	US, sokkeli	korkki	mikrobikasvu
M14	RA14, 036	US, tiiliverhouksen takaa	mineraalivilla	mikrobikasvu

RA12, 023, Ulkoseinä, pilarin kohta, ulkoapäin



Todettu rakenne ulkoa sisälle päin:

Pellitys
Tuulensuojalevy
Mineraalivilla
Teräsbetonipilari

Mineraalivillalla on suora ulkoilmayhteys.
Aistinvaraisesti arvioiden rakenne oli vaurioitunut.



Huomiot/havainnot:

Rakenneavaus tehtiin pitkänsivun ulkoseinään pilarin kohdalle. Tuulensuojalevyn pinnassa oli jonkin verran kosteusjälkiä. Sen alaosassa oleva kittaukset ovat hapertuneet ja sadevesiä voi päästä kulkeutumaan rakenteen sisälle. Eristevillassa havaittiin kosteusjälkiä ja ilmapuotojälkiä. Puurakenteissa oli kosteusjälkiä. Pilarin ja ulkoseinärakenteen välissä on uretaanivaahdotus.

Kuva 41. Ulkoseinärakenteen tarkastus pilarin kohdalle ikkunoiden väliin pohjakerroksessa.

Ulkoseinien sisäpinnoilla ei havaittu vaurioita tai kohonnutta kosteutta pintakosteuskartoituksessa.

Rakennuksen pohjoispäässä ulkoapäin katsottuna päädyn sisääntulon vasemmalla puolella on ulkoseinässä ulkopuolisen kosteusrasituksen aiheuttama kosteusvaurio portaiden alla (porraskäytävä 044). Rakenteena on ulkoa sisälle päin lueteltuna tiilivuoraus – betoni – mineraalivilla ja tiili. Sisäseinästä on irrotettu tiili ja mineraalivilla on osin esillä. Lämmöneriste on aistinvaraisesti arvioituna vaurioitunut ja siitä on suora yhteys sisäilmaan (kuvat 42 ja 43).



Kuva 42. Päädyn sisääntulon kohdalla betonimuuri jatkuu ulkoseinälle ja sen päälle satava vesi pääsee kastelemaan ulkoseinärakennetta.



Kuva 43. Vaurio sijaitsee portaiden alla. Seinästä on poistettu tiili, vaurioituneesta lämmöneristeestä on suora sisäilmayhteys.

Terveystenhoitajan huoneen (010) ulkoseinärakenne on sisältä päin uusittu. Ulkoseinälattialiitokseen on asennettu elastinen tiivistemassa, mutta massa oli silmämääräisesti epätiivis. Ulkoseinälattialiitokseen oli asennettu muovinen jalkalista, joka oli liimattu huolimattomasti ja oli osin irronnut seinästä (kuvat 44 ja 45)



Kuva 44. Terveystenhoitajan huoneen 010 ulkoseinärakenne on uusittu.



Kuva 45. Seinä-lattialiitokseen muovilistan taakse oli asennettu elastinen massa, joka ei ole tiivis.

Ulkoseinärakenteita on purettu peruskorjauksen yhteydessä, kun rakennuksen kylkeen on rakennettu ilmanvaihtokonehuone ja wc-torni. Tutkimuksessa havaittiin, että uuden ja vanhan ulkoseinärakenteen liitoskohdat ovat epätiiviitä. Epätiiviyys koskee wc-tornin kaikkia kerroksia ja sivuja (kuva 47), sekä iv-konehuoneen ja toisessa kerroksessa sijaitsevan opetusvälinevaraston 202 ulkoseinän liitoskohtia.



Kuva 46. Kuvassa vasemmalla tumma uloke on wc-torni ja oikealla harmaa lisäosa on iv-konehuone.



Kuva 47. Rakenneliittymät uuden ja vanhan rakenteen välillä ovat epätiivit.

Ulkoseinien tiilimuurauksissa ja saumauksissa havaittiin jonkin verran vaurioita (kuva 48). Saumauksien huoltokorjaus on ajankohtainen. Sokkelissa havaittiin useita halkeamia, josta suurimmassa oli tapahtunut rakenteen sivuttaista siirtymistä (kuva 50). Sokkelin maalipinta oli paikoin irronnut. Tien puolelle sokkeliä vasten on asennettu perusmuurilevytyt.



Kuva 48. Sadevesikourun päästä vuotaa vesiä ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla. Tiiliverhouksen ulkopinnassa on rapautumaa.



Kuva 49. Pohjakerroksesta nousee portaat ensimmäiseen kerrokseen. Sadevesikouru on rikottu. Vieressä on pohjakerroksen tyttöjen pukuhuoneeseen tehty valoaukko.



Kuva 50. Sokkelissa havaittiin useita halkeamia. Teknistentilojen kohdalla on pystyhalkeama, jossa havaittiin hieman rakenteen siirtymää.



Kuva 51. Ulkorakenteet ovat rapautuneet. Talon toisella puolella oleva muuri oli myös rapautunut.

Ikkunat on uusittu peruskorjauksen yhteydessä, ikkunat ovat kaksipuitteisia puu-alumiini MSE-ikkunoita. Ikkunat ovat pääosin hyvässä kunnossa. Tuuletusikkunoiden väleissä havaittiin paikoin vähäisiä kosteusjälkiä ja tiivisteissä kulumia (kuva 53). Osasta tuuletusikkunoita on puutteellisia kahvoja. Ikkuna-ulkoseinäliitoksia tutkittiin kolmesta kohdasta. Ikkunoiden tilkevälit ovat vaahdotettua polyuretaania, kiinnitysaluspuita on mahdollisesti uusittu kestopuisilla uusilla aluspuilla peruskorjauksen yhteydessä. Ikkuna-seinäliitosten kittaukset rakoilivat yleisesti.

Ikkunoiden tilkevälejä tutkittiin rehtorinhuoneesta 206 ja terveydenhoitajan huoneesta 010, sekä luokahuoneesta 210. Rehtorinhuoneesta 209 ja luokahuoneesta 210 todettiin ikkunan alapuoliseksi rakenteeksi apukarmi, uretaanimassa ja mineraalivilla. Mineraalivillasta kerättiin materiaalinäytteet M2 ja M5 ikkunan alta. Näytteissä ei havaittu mikrobikasvua.

Rakennuksen teknisten tilojen ulko-ovet ovat huonokuntoiset (kuva 55). Lämmönjakohuoneen ovi on vääntynyt ja turvonnut.



Kuva 52. Ikkunapellitykset olivat paikoin epätiivit.



Kuva 53. Tuuletusikkunoiden sisälle on päässyt hieman kosteutta. Osassa ikkunoita tiivisteet olivat huonossa kunnossa.



Kuva 54. Päätyoven alle pääsee sadevesiä, jotka kastelevat portaikon laattaa. Raossa näkyi vaurioitunutta puurakennetta.



Kuva 55. Teknistentilojen ovet olivat huonossa kunnossa.

3.3.3 Merkkiainetutkimukset

Merkkiainetutkimuksia tehtiin tiloissa tekstiilityöluokka 210 (MAK1), rehtorin huone 206 (MAK2) ja terveydenhoitajan huone 010 (MAK3). Tekstiilityöluokan 210 ulkoseinän eristetilaan tehdyssä merkkiainetutkimuksessa havaittiin merkkiainetta patterikannakkeiden ja ikkunautojen kiinnityksistä, seinä-lattialiitoksista, seinä-pilariliitoksista ja ikkuna-pilariliitoksista. Rehtorin huoneen 206 ulkoseinän eristetilaan tehdyssä merkkiainetutkimuksessa havaittiin merkkiainetta kulkeutuvan sisäilmaan seinä-lattialiitoksesta ja varaston 203 alakaton päällä olevista läpivienneistä. Terveydenhoitajan huoneen 010 ulkoseinän eristetilaan tehdyssä merkkiainetutkimuksessa havaittiin merkkiainetta ikkunautojen kiinnityksistä, seinä-lattialiitoksista, seinä-pilariliitoksista, ikkuna-pilariliitoksista, palkin ja väliseinän liitoksesta sekä lämpöputkien läpivienneistä, jotka tulevat kanaalista.



Kuva 56. Rehtorin huoneen 206 ulkoseinän eristetilaan laskettua merkkiainetta havaittiin varaston 203 alakaton päällä olevista läpivienneistä.



Kuva 57. Terveydenhoitajan huoneen 010 ulkoseinän eristetilaan laskettua merkkiainetta kulkeutui ulkoseinän vieressä olevaan kanaaliin ja sitä kautta lämpöputkien läpivientien kautta sisälle.

3.3.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Toisessa kerroksessa sijaitsevan rehtorin huoneen 206 tiili-mineraalivilla-tiili rakenteisessa ulkoseinän lämmöneristeessä havaittiin epäily mikrobikasvusta. Toisen ja ensimmäisen kerroksen pitkälle sivulle tehdyissä neljässä rakenneavauksessa ei havaittu vaurioita ulkoseinän mineraalivillaisessa lämmöneristeessä. Pohjakerroksessa todettiin vaurioita ruokasalin 036 kohdalla ulkoseinän lämmöneristeessä ja sokkelin rakenteissa (muottipuu ja korkkieriste). Pohjakerroksessa havaittiin myös vaurioita betonipilaria vasten olevassa mineraalivillassa sekä tuulensuojalevyssä.

Sokkelirakenteessa ja pilareiden takana maanvaraisten seinien kohdilla havaittiin vaurioitunutta orgaanista korkkieristettä. Korkkieristettä on käytetty alkuperäisten kuvien perusteella myös välipohjien kohdalla ja se on mahdollisesti vaurioitunutta.

Pilareiden kohdalle ikkunoiden väleihin on asennettu peltilevytykset, joiden alla on tuulensuojalevy ja mineraalivilla. Yhden avauksen perusteella voidaan arvioida, että pellitysten liittymien saumamassaukset ovat hapertuneet, sadevedet pääsevät kastelemaan tuulensuojalevyjen reunoja. Betonipilaria vasten asennetussa mineraalivillassa havaittiin likaantumaa ja vaurioita.

Tutkimuksen perusteella asbestisementtilevytettyjen ulkoseinien osat ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa, mutta tiiliverhottujen ulkoseinien osalla havaittiin pienellä otannalla vaurio ja epäily vauriosta.

Merkkiainekokeen perusteella ulkoseinärakenteissa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja rakenneliitoksissa, läpivienneissä ja kiinnikkeiden kohdilla.

Portaikun 044 alle on syntynyt ulkopuolisen kosteusrasituksen vuoksi kohtalaisen pienialainen ja helposti korjattava kosteusvaurio.

Toimenpide-ehdotukset

- Pohjoispuoleisen sisäänkäynnin vasemmanpuoleiseen ulkoseinään kohdistuvan kosteusrasituksen poistaminen (pellitys). Porraskäytävän 044 pohjakerroksen portaiden alla sijaitsevan kosteusvaurion korjaaminen.
- Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaukset rakenneliittymiin, patteri- ja ikkunautojen kiinnikkeisiin. Tiivistyskorjausten yhteydessä kontrolloivat merkkiainekokeet tiivistyksien onnistumisen varmistamiseksi.

3.4 Välipohjat

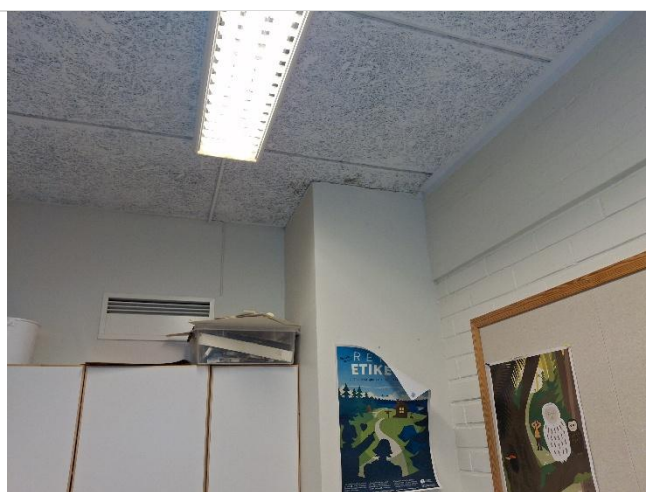
3.4.1 Rakenteet ja tutkimukset

Peruskorjauksen yhteydessä kattoihin on pääosin jätetty vanhat lastuvillalevytykset. Näkyviltä osin lastuvillalevyt on maalattu. Tiloissa on jonkin verran kipsilevyisiä kotelointeja ja kipsilevytyksin alas laskettuja kattoja, sekä vähäisesti mineraalivilla levytyksiä. Liikuntasalin suihkutilojen katoissa on puupaneloinnit.

Käytävien kattoihin 112 ja 212 on asennettu vanhojen lastuvillalevyjen päälle ruiskutettu akustoiva paloluokiteltu luonnonkuitupohjainen pinnoite (kuva 58). Pinnoite on useasta kohtaa rikkoontunut ja kosketettaessa se pölisee. Pinnoitteeseen on syntynyt läpivientien ja wc-tornin liittymään tummaa ilmavuotojälkeä.



Kuva 58. Käytävissä ja osissa luokkatiloja on katossa lastuvillalevyjen päälle ruiskutettu luonnonkuitupohjainen pinnoite.



Kuva 59. Luokkahuoneiden katoissa on pääosin vanhat maalatut lastuvillalevytykset.



Kuva 60. Pohjakerroksessa osassa käytävää on reikäkipsilevyillä alaslaskettua kattoja.



Kuva 61. Terveystieteiden huoneen 010 akustolevyjen päällä havaittiin mineraalivillan paloja.

Lattiapäällysteenä on huonetiloissa yleisesti linoleumi. Käytävätiloissa ja ruokasalissa lattiapäällysteenä on vinyylilaattaa. Linoleumi ja vinyylilaatta päällysteissä tiloissa on muoviset jalkalistat. Lattiapäällysteissä ei havaittu aistinvaraisesti vaurioita. Märkätiloissa ja wc-tiloissa on laatoitus, rakennuskelostuksen perusteella

märkätiloihin on asennettu vedeneristys. Vedeneristysten tekninen käyttöikä tulee vastaan noin 5 vuoden kuluttua. Jakelukeitissä ja tuulikaapissa lattiapinnoitteena on akryylibetoni. Pukuhuoneissa ja muutamassa aputilassa sekä ilmanvaihtokonehuoneessa on seinille nostettu muovimatto. Teknisentyön luokassa ja liikuntasalissa on pontattu lankkulattia.

Rehtorinhuoneessa (206) tarkastettiin lattiapäällysteenä olevan linoleumin kunto viiltomittauksen (VK3) avulla. Olosuhteet linoleumin alla olivat tavanomaiset (28 %RH, 5,3 g/m³, 21,6 °C), Linoleum oli hyvin kiinni alustassaan ja liima sekä tasoite olivat hyvässä kunnossa. Linoleumin alla oli sille tyypillinen haju.

3.4.2 Merkkiainetutkimukset

Merkkiainetutkimus tehtiin tilan ruokailusali 036 ja luokkahuone 209 välillä (MAK6). Luokkahuoneen 209 tuloilmakanavat suljettiin tilan alipaineistamiseksi. Merkkiainetta laskettiin ruokasalin taloteknisen pystykotelon sisään ja merkkiainetta havainnoitiin luokkahuoneen 209 tekniikkakuilun sisältä. Tekniikkakuilun sisällä oli tiivistämättömiä läpivientejä, joista kaasu havaittiin.



Kuva 62. Ruokasalin pystykoteloon laskettiin merkkiainetta.



Kuva 63. Luokkatilassa 209 havaittiin merkkiainetta tekniikkakuilun sisältä läpivientien kohdalta. Kotelon pohjalla oli paljon rakennusjätettä.

3.4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Lattiapäällysteissä ja välipohjarakenteissa ei havaittu vaurioita. Välipohjien läpivientien havaittiin olevan tiivistämättä taloteknisten pystykuilujen sisällä.

Akustoiva luonnonkuitupohjainen pinnoite käytävien ja osassa luokkien katoissa on paikoin rikkoutunut ja se pölisee.

Toimenpide-ehdotukset

- Akustoivan luonnonkuitupohjaisen alakattopinnoitteen korjaus ja käsittely pölyämättömäksi.
- Välipohjien läpivientien tarkastus ja tiivistys tekniikkakuilujen kohdilla. Läpivienneistä menee putkia suojaputkissa. Suojaputkien päät tulee myös tiivistää.

3.5 Väliseinät

3.5.1 Rakenteet ja tutkimukset

Peruskorjauksessa uusitut ja lisätyt väliseinät ovat pohjakerroksessa muurattuja 85-130 mm kalkkikiekkakiviseiniä (VS1 ja VS2). Muualla uudet seinät ja uudet talotekniikka kuilut on muurattu 85 mm kahi-väliseinäpönttihakkoista (VS3). Lisäksi tiloihin on tehty joitakin teräsrunkaisia mineraalivillaeristeisiä kipsilevyseiniä (VS4). Alkuperäiset väliseinät ovat tiili ja betonirakenteisia.

Tilan 201 ja 202 väliin on jätetty vanhaa ulkoseinärakennetta väliseinäksi iv-konehuoneen lisäyksen vuoksi. Vanhan ulkoseinän rakenteet tarkastettiin, rakenteena oli alkuperäinen tiili – mineraalivilla – tiili sekä tilan 201 puolelle lisätyt metalliranka ja mineraalivilla – kipsilevy. Alkuperäisestä lämmöneristeestä kerättiin materiaalinäyte **M6** mikrobialyysiin ja näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta (kuva 64).

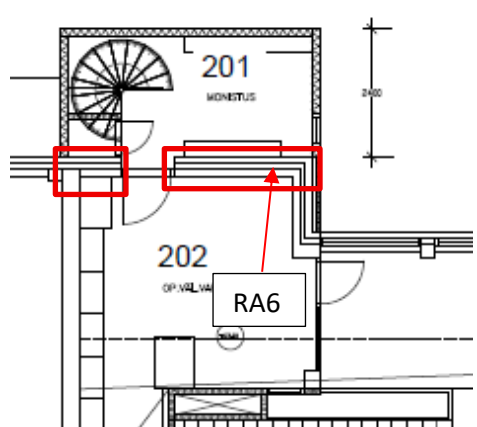
Liikunnanopettajan tilan 014, sosiaalitilan 017 ja siivouskeskuksen 018 takaseinä on ollut aiemmin maanvastainen seinärakenne. Seinästä on purettu eristekerrokset ja sisäpuolinen tiiliverhoilu. Seinärakenteena on betoni, jonka takapinnalla varasto 015 ja sähköpääkeskus 019 on maalilla peitetty pikisively. Sivelyssä ei havaittu kovin voimakasta hajua, sivelystä kerättiin näytteet haitta-ainekartoitukseen. Jostain syystä väliseinän ja kantavan betonipilarin väliin on jätetty korkkieriste, joka on peitetty laudalla. Korkista kerättiin materiaalinäyte **M9** mikrobialyysiin, näytteessä havaittiin selvä mikrobikasvu (kuva 65).

Pikisivelystä ja korkkieristeestä kerättiin näytteet haitta-ainekartoitukseen. Pikisivelystä kerätyssä näytteessä ei havaittu asbestia. Näytteissä ei esiintynyt vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä.

Taulukko 4. Yhteenveto väliseinistä kerättyjen materiaalinäytteiden mikrobialyysistä.

Näyt e	Tila	Rakenneosa	Materiaali	Tuloksen tul- kinta
M6	RA6, 202	VS, vanha ulkoseinä	mineraalivilla	poikkeava lajisto
M9	RA9, 014	VS, pilarin takaa	korkki	mikrobikasvu

RA6, 202, Väliseinä, entinen ulkoseinärakenne

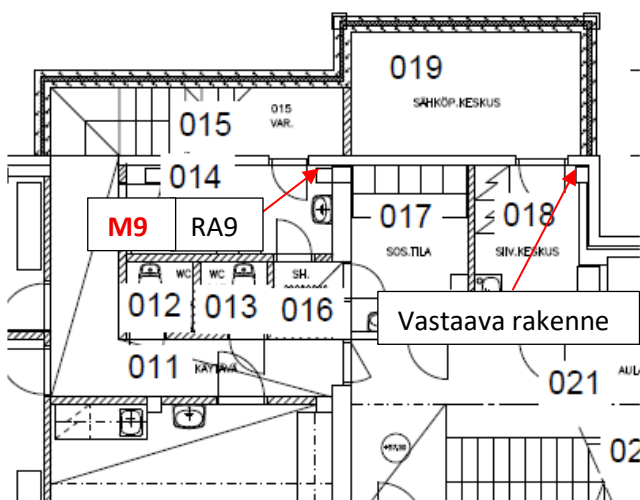


Todettu rakenne:
Maali ja kahitiili 130 mm
Mineraalivilla ~100 mm
Tiili
Metalliranka ja mineraalivilla
Kipsilevy

Mikrobinäyte materiaalista **M6** kerättiin mineraalivillasta vanhasta ulkoseinärakenteesta. Näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta.

Kuva 64. Entisen ulkoseinän rakennetutkimus tilassa 202.

RA9, 014, Väliseinä, pilarin takaosa



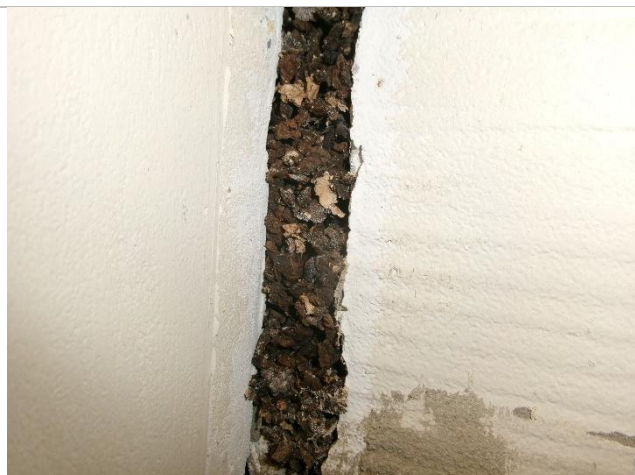
Todettu rakenne:

Vanhan ulkoseinän eristeet on purettu, mutta betonisen pilarin ja betoniseinän väliin on jätetty alkuperäinen korkkieriste.

Korkkieristettä on noin 50 mm ja sen välistä näkyi vaurioitunutta puurakennetta.

Korkkieristeestä kerättiin materiaalinäyte **M9** mikrobialyysiin. Näytteessä havaittiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.

Eriste on peitetty laudalla ja siitä on ilmayhteys sisäilmaan.



Kuva 65. Pohjakerroksen entisen maanvastaisen ja nykyisen väliseinän rakennetutkimus.



Kuva 66. Alkuperäiseen ulkoseinärakenteeseen oli jätetty toiselle puolelle pikisively, joka oli peitetty maalilla.



Kuva 67. Yleiskuva tilasta 014.

3.5.2 Merkkiainetutkimukset

Merkkiainetutkimus tehtiin tilan opetusvälinevaraston 202 (MAK8) vanhan ulkoseinän eristetilaan (nykyinen väliseinä). Merkkiainetta havaittiin kopiohuoneen 201 väli- ja ulkoseinän rakenneliitoksista ja väliseinän läpivienneistä.



Kuva 68. Merkkiaine kulkeutui tilaan vanhan ja uuden rakenteen liitoksesta.



Kuva 69. Patteriputkien läpivienti oli epätiivis.

3.5.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

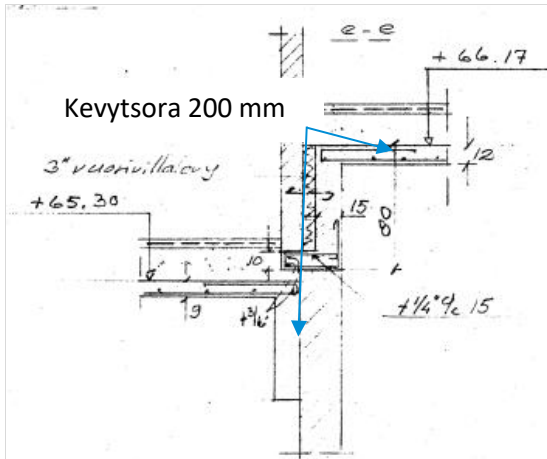
Muutamaan tilaan on jätetty vanhoja ulkoseinärakenteita väliseinärakenteiksi. Tilan 201 ja 202 välisessä seinärakenteessa havaittiin epäily mikrobikasvusta ja seinärakenteen sisältä on ilmayhteys sisäilmaan. Pohjakerroksessa kantavan betonipilarin taakse on jätetty vaurioitunutta korkkieristettä, josta on ilmayhteys tilan 014 sisäilmaan. Vanhoihin maanvastaisiin seiniin oli jätetty toiselle puolelle pikisivelyt, jotka oli peitetty maalilla.

Toimenpide-ehdotukset

- Tilan 201 ja 202 välisen seinärakenteen tiivistäminen tai eristeiden purkaminen.
- Tilassa 014 sijaitsevan pilarin takana olevan korkkieristeen poistaminen ja siivouskeskuksessa 018 sijaitsevan pilarin takaosan tarkastaminen, onko siellä korkkieristettä, voidaanko poistaa vai tuleeko se kapseloida.

3.6 Yläpohja ja vesikatto

3.6.1 Rakenteet ja tutkimukset



YP1 on alkuperäisten rakennuspiirustusten mukaan ylhäältä alaspäin seuraava:

Konesaumattu sinkitty pelti
Ruodelaudoitus
Tuuletusväli
Pintalaatta 50 mm
Kevytsora 200 mm
Teräsbetoni 120 mm

Kuva 70. Alkuperäinen leikkauskuva yläpohjarakenteesta.

Yläpohjarakenteena (YP1) on alkuperäisten piirustusten perusteella kaksoislaattarakenne, jonka välissä on 200 mm kevytsoraa. Pintalaattaa ei havaittu tarkastuksessa, kevytsorakerros havaittiin betonilaatan päällä. Kevytsoran päälle on asennettu puhallusvilla mahdollisesti peruskorjauksen yhteydessä tai aiemmin. Kevytsoran alla havaittiin bitumipintainen paperi. Erististä kerättiin materiaalinäytteet M11 mineraalivillasta ja M12 kevytsorasta ilmanvaihtoputken vierestä. Mineraalivillassa ei havaittu mikrobikasvua, mutta kevytsorassa havaittiin selvä mikrobikasvu.

YP2, joka sijaitsee iv-konehuoneen kohdalla, rakenne on muutos ja laajennos piirustuksien mukaan ylhäältä alaspäin seuraava:

Konesaumattu sinkitty pelti 0,6 mm
Ruodelaudoitus 25 mm
Tuuletusväli 200 mm
Tuulensuojamineraalivilla 30 mm
Mineraalivillalevy 200 mm
Höyrynsulkumuovi 0,2 mm
Teräspoimulevy 70 mm
Hattulista, kuumasinkitty
Kipsilevy 13 mm

YP3, joka sijaitsee wc-tornin kohdalla, rakenne on muutos ja laajennos piirustuksien mukaan ylhäältä alaspäin seuraava:

Konesaumattu sinkitty pelti 0,6 mm
Ruodelaudoitus 22 mm
Tuuletusväli 100 mm
Tuulensuojamineraalivilla 50 mm
Mineraalivillalevy 150 mm
Höyrynsulkumuovi 0,2 mm
Hattulista, kuumasinkitty
Kipsilevy 13 mm

Taulukko 5. Yhteenveto yläpohjasta (YP1) kerättyjen materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tuloksista.

Näyt e	Tila	Rakenneosa	Materiaali	Tuloksen tul- kinta
M11	Yläpohja	Yläpohja, kevytsoran päältä	mineraalivilla	ei kasvua
M12	Yläpohja	Yläpohjan alapinta	kevytsora	mikrobikasvu



Kuva 71. Vanha sinetöity kulkuluukku sijaitsee opettajienhuoneen 207 katossa.



Kuva 72. Luukusta ei pääse enää kulkemaan. Kulkuyläpohjatilaa on vesikaton kautta.

Liikuntasalin kohdalta (alempi katto) aluslaudoitus ja kattotuolien yläpaarteet on uusittu kauttaaltaan. Peruskorjauksen yhteydessä harjakattoa on korotettu ja muutettu jaetuksi harjakatoksi ilmanvaihtokanaalien asennusta varten. Muutoin aluslaudoitus ja muut katon tukirakenteet ovat pääosin alkuperäisiä.

Alkuperäisessä aluslaudoituksessa ja yläpaarteissa havaittiin yleisesti kosteus- ja valumajälkiä, jotka ovat tulleet asennuksen jälkeen. Puuosissa on myös betonijäämiä ja värimuutoksia, jotka ovat tulleet ennen asennusta. Kosteus ja valumajäljet ovat peräisin kondenssista tai vuodoista, mahdollisesti molempien aiheuttamia.

Räystään alaosissa havaittiin tummentumaa, joka voi viitata ilmavuotoihin. Viemärintuuletusputken läpivienti on vuotanut. Kohdan alapuolella on IV-konehuone ja vesikatteen suuntainen yläpohja, joten rakennetarkastusta ei voitu tehdä. Ilmanvaihdon läpiviennin kohdalla havaittiin myös vuotojälkiä. Uusituissa rakenteissa ei havaittu muita vuotojälkiä, uusituissa rakenteissa ja pellin alapinnassa on kuitenkin kosteusjälkiä, jotka viittaavat kondenssiin.

Ilmanvaihtokanavan läpiviennin ympärille on tehty ns. tukkovalu. Viemäreiden tuuletusputket ovat yläpohjatilassa eristämättömät. Ilmanvaihtokanavien eristyksessä havaittiin puutteita. Puhallusvillan asennuksessa havaittiin puutteita.



Kuva 73. Ilmanvaihtokanavan ympärille on tehty ns. tukkovalu. Kanavan ympäriltä puuttuu kanavaeriste.



Kuva 74. Puhallusvilla oli asennettu puutteellisesti liikuntasalin päällä.



Kuva 75. Yläpohjatilaa iv-konehuoneen kohdalta. Ilmanvaihtokanavien teippaukset puuttuvat.



Kuva 76. Puhallusvilla oli kasaantunut. Alkuperäisissä alusrakenteissa oli kosteusjälkiä, syntyajankohdasta ei ole tietoa.



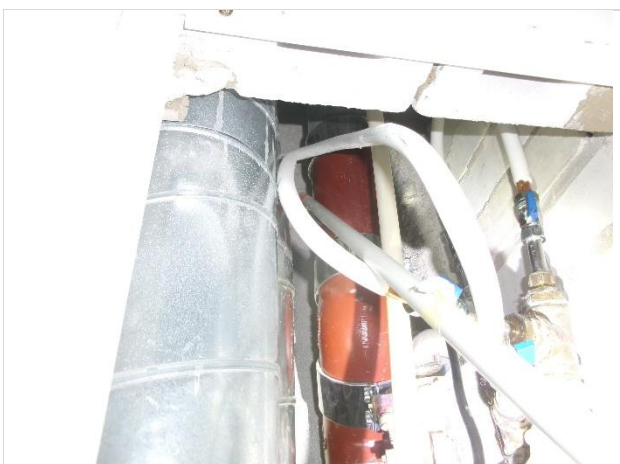
Kuva 77. Alusrakenteissa läpivientien kohdilla vuotojälkiä.



Kuva 78. Ilmanvaihtokanavien eristeet auenneet monin paikoin.

3.6.2 Merkkiainetutkimukset

Merkkiainetutkimukset tehtiin tilojen opettajanhuone 207 (MAK7) ja opetusvälinevarasto 202 (MAK9). Opettajanhuoneen yläpohjaan tehdyssä merkkiainekokeessa ei havaittu vuotoja yläpohjasta. Opetusvälinevaraston merkkiaine laskettiin yläpohjan ja ilmanvaihtokonehuoneen lattian väliseen tilaan. Merkkiainetta havaittiin kopiohuoneen 201 kierreportaikun kohdalta vanhan yläpohjan ja ilmanvaihtokonehuoneen lattian liitoksesta sekä tilan 205 tekniikkakuilun yläpohjan läpivientien kohdalta.



Kuva 79. Tilan 205 tekniikkakuilusta havaittiin merkkiainetta, joka laskettiin opetusvälinevaraston yläpohjaan (nykyinen välipohja)

Vesikatto

Vesikatto on uusittu ja puuttuvia räystäitä on lisätty perusparannuksen yhteydessä. Vesikatteessa havaittiin paikoin pitkälle edennyt korroosiota. Katteen pinnassa on sammal- ja leväkasvustoa. Katto on melko loiva, eikä katteen alla ole aluskatetta, joka voi lisätä vuoto- ja kondenssiriskiä, eikä täytä ohjeistuksia katon kaltevuuden osalta. Viemärin tuuletusputkissa havaittiin vuotojälkiä, putket on asennettu niin, että muodostuu vastasauma. Liittymien ja läpivientien tiivistysmassaukset ovat käyttöiän päässä, ne ovat hapertuneet, halkeilleet ja osin irti alustasta. Talotikkaiden kiinnitys on heikko, se on osin irti talotikkaiden ja lappeiden välillä.

Räystäslautoituksen maalipinta on huonossa kunnossa. Sadevesikourujen ja syöksytorvien maalipinta hilseilee.



Kuva 80. Räystäslautojen maalipinta kulunut pois ja laudat ovat likaantuneet



Kuva 81. Sadevesikourujen ja syöksytorvien maalipinta hilseilee.



Kuva 82. Kulku yläpohjatilaan on vesikatolla olevien luukkujen kautta.



Kuva 83. Kulku yläpohjatilaan on vesikatolla olevien luukkujen kautta. Kuvassa näkyvän viemäriputken kohdalla havaittiin vuotoa.



Kuva 84. Viemärin tuuletusputken läpivienti tulisi korjata.



Kuva 85. Viemärin tuuletusputken läpiviennin kohdalla jälkiä vesivuodosta, edellisen kuvan viemäriputki sisältä.



Kuva 86. Korotetun osan ja wc-tornin katto.



Kuva 87. Kulkuluukun kohdalla maali hilseillyt ja korroosiota.



Kuva 88. Kattopellissä paikoin paljon korroosiota.



Kuva 89. Sähköjohdot olivat kattopeltiä vasten. Tiivistysmassaukset ovat hapertuneet ja irronneet alustastaan.

3.6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikate on uusittu 25 vuotta sitten, katteessa on korroosiojälkiä ja tiivistysmassauksissa havaittiin puutteita. Räystäiden ja vesikourujen maalipinnat ovat huonossa kunnossa. Katto on loiva, eikä aluskatetta ole asennettu. Yläpohjatilassa havaittiin puutteellisia eristyksiä ja teippauksia kanavien ja putkistojen osalla sekä liikuntasalin kohdalla havaittiin yläpohjan eristyksessä puutteita. Läpivientien tiiviydessä havaittiin puutteita. Vesikatolla tulisi tehdä kattava huoltokorjaus ja läpivientien korjaus. Yläpohjan eristyksen puutteet tulisi korjata. Yläpohjan eristeessä havaittiin pienellä otannalla vaurio. Yläpohjan merkkiainekokeiden perusteella yläpohja on kohtalaisen tiivis sisäilman suhteen, mutta läpivientien kohdalla havaittiin ilmanvuotoa.

Toimenpide-ehdotukset

- Vesikaton huoltokorjaus ja läpivientien tiivistys.
- Sähköjohtojen asianmukainen kannakointi vesikatolla.
- Kanavien ja putkistojen eristysten korjaaminen yläpohjatilassa.
- Vesikaton kunnan ja tiiveyden säännöllinen seuraaminen vesikatolta ja yläpohjatilasta käsin, katon loivuuden ja aluskatteen puuttumisen vuoksi.
- Sisäpuolelta yläpohjaan kulkevien läpivientien tiivistys.

4 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

4.1 Painesuhteet

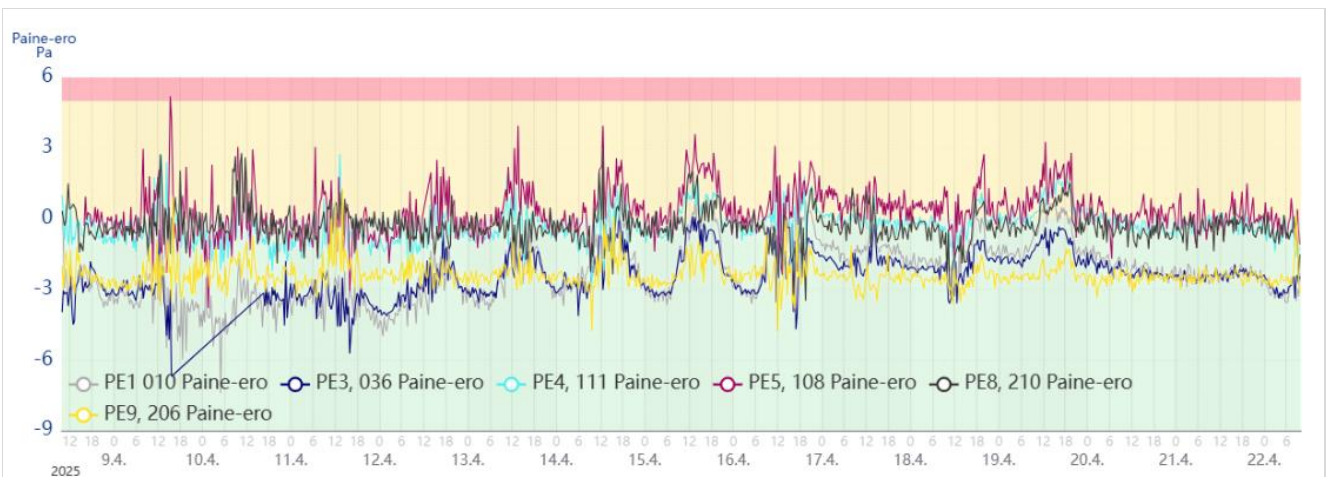
Paine-eroseurantamittausten tulosten perusteella rakennuksen ilmanvaihto on pääosin tasapainossa. Tutkittujen tilojen paine-erot ulkoilmaan nähden olivat mittausjakson ajan Asumisterveysasetuksen mukaiset (alle -15 Pa).

Rakennuksen paine-eroja seurattiin jatkuvatoimisesti 8.4.-22.4.2025 välisellä ajalla ulkovaipan yli yhteensä 6 eri tilassa (010, 036, 111, 108, 210, 206). Lisäksi seurattiin käytävän ja kanaalin (tilan 011) sekä tekniikkakoteloiden ja luokkatilojen (109 ja 210) välistä paine-eroa. Ilmanvaihtokoneen TK1 käyntiaikaa seurattiin paine-eroseurannan avulla. Ilmanvaihto oli mittausjakson aikana päällä 24/7.

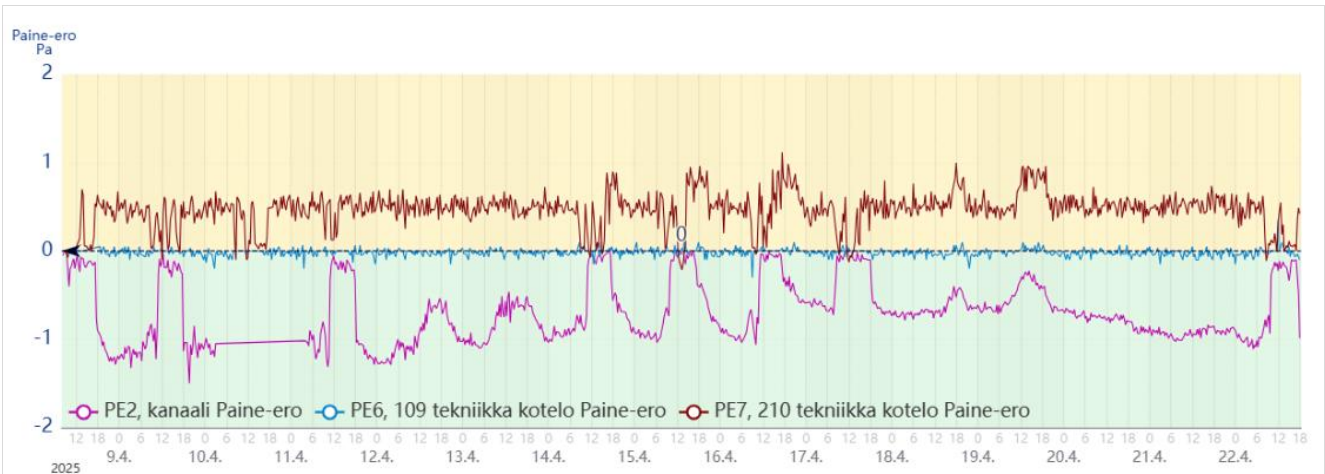
Paine-erot ulkoilmaan olivat mitatuissa tiloissa pääosin hyvällä tasolla. Tiloissa 108, 111 ja 210 paine-ero kävi useammin ylipaineisena kuin muissa tiloissa, keskiarvon ollessa -0,3...0,3 mittausjakson aikana.

Kellarissa mitattiin kanaalin ja käytävän välistä paine-eroa. Kanaali oli keskimäärin 0,7 Pa ylipaineinen käytävään nähden, mikä mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen kanaalista sisäilmaan.

Tiloissa 109 ja 210 mitattiin paine-eroa tekniikkakotelon ja luokkatilan välillä. Tilassa 109 mittauksessa ei havaittu merkittävää paine-eroa tekniikkakoteloon, mikä viittaa välipohjien läpivientien olevan tiiviitä. Tilassa 210 mittauksessa havaittiin poikkeavaa paine-eroa tekniikkakoteloon. Havaitun poikkeaman takia tekniikkakoteloon tehtiin merkkiainekoe katso kohta 3.4.2 merkkiainetutkimus. Mittauspisteet on esitetty pohjakuvissa liitteessä 2.



Kuva 90. Kuvaajassa tilojen paine-ero ulkoilmaan nähden.



Kuva 91. Kuvaajassa on esitetty kanaalin ja tekniikkakuilujen paine-ero sisäilmaan nähden.

Taulukko 6. Paine-eromittaus tulokset 8.4 – 22.4.2025

Mittauspiste	Tila ja minkä suhteen mitattiin	Paine-eron vaihteluväli (Pa)	Keskiarvo (Pa)	
PE1	010 ↔ ulos	-7,4...1,0	-2,3	
PE2	011-kanaali ↔ sisäilma	-1,5...0,0	-0,7	
PE3	036 ↔ ulos	-6,7...0,3	-2,4	
PE4	111 ↔ ulos	-2,9...2,7	-0,3	
PE5	108 ↔ ulos	-3,8...5,2	0,3	
PE6	109-tekniikkakotelo ↔ sisäilma	-0,3...0,3	0,0	
PE7	210-tekniikkakotelo ↔ sisäilma	-0,2...1,1	0,5	
PE8	210 ↔ ulos	-3,5...2,9	-0,3	
PE9	206 ↔ ulos	-4,8...1,3	-2,4	
PE10	IV-kone TK1	Seurattiin koneen käyntiaikaa		

4.2 Sisäilman olosuhteet

Tilojen sisäilman olosuhteita seurattiin jatkuvatoimisesti 8.4.-22.4.2025 välisenä aikana seitsemässä eri tilassa. Tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuudet olivat kaikissa tutkituissa tiloissa Sisäilmastoluokassa S2, hyvä sisäilmasto, mikä viittaa siihen, että ilmamäärät ovat tilojen käyttäjämääriin nähden riittäviä. Tulosten perusteella tilojen sisäilman lämpötilaa voidaan pitää normaalina lukuun ottamatta tilan 210 lämpötilaa, joka suurimman osan ajasta ei täyttänyt Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen opetustilan lämpötilan vähimmäisvaatimusta (huoneilman lämpötila lämmityskaudella yli +20 °C). Sisäilman suhteellinen kosteus oli tiloissa keskimäärin 8-57 RH%, joka oli vuodenaikaan nähden normaalilla tasolla. Jatkuvatoimisten VOC-mittarien tuloksista ei voida tehdä muita johtopäätöksiä rakennuksen kemiallisista epäpuhtauksista kuin, että rakennuksen käyttö lisää pitoisuuksia.

Olosuhdeseurannalla selvitettiin ilmanvaihdon riittävyyttä ja sisäilman olosuhteita (lämpötila, VOC (ppb), suhteellinen kosteus, hiilidioksidi) mittausjaksolla 8.4. – 22.4.2025 etäluettavilla loggereilla (Mairi). Mittaukset suoritettiin pistokoeluonteisesti eri puolilta tutkittavia tiloja. Sisäilman olosuhteita seurattiin 7 mittauspisteessä: 108, 109, 206, 207, 208, 210 ja 010. Mittauspisteet on esitetty pohjakuviissa liitteessä 2.

Yhteenvedo sisäilman olosuhdemittauksista on taulukossa 7.

Taulukko 7. Yhteenveto sisäilman olosuhteiden mittauksista 8.4 – 22.4.2025.

Mittauspi ste	Tila	Lämpötila (°C)	Lämpötila ka. (°C)	*VOC-pitoisuus, ka. (ppb)	Suhteellinen kosteus (RH%)	Suhteellinen kosteus ka. (RH%)	Hiilidioksidipitoi suus max. (ppm)
OS1	108	21,0...22,9	21,9	352	7...56	28,3	550
OS2	109	21,0...25,1	22,4	689	9...57	29,4	840
OS3	206	20,8...22,5	21,7	522	8...55	28,5	610
OS4	207	20,7...23,8	22,1	694	8...57	28,8	570
OS5	208	20,2...22,7	20,7	1128	8...58	31,0	840
OS6	210	18,5...21,5	19,3	807	9...61	32,4	880
OS7	010	19,3...21,1	20,1	ei voc-anturia	8...60	32,8	620

*VOC-pitoisuus on suuntaa antava (mm. ei tiedetä mitä kemiallisia yhdisteitä se sisältää)

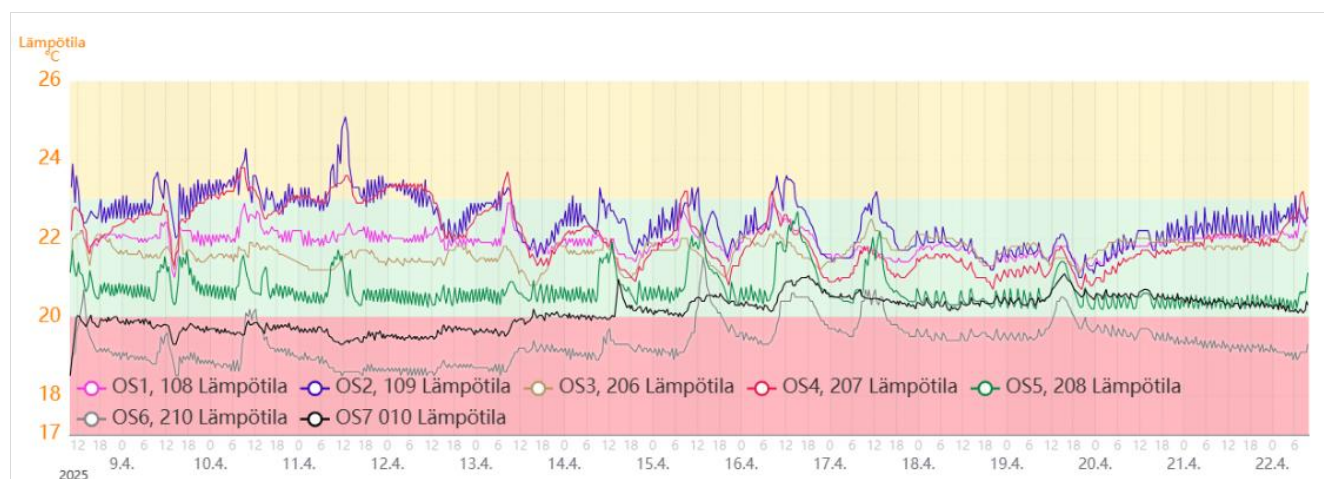
Seurannassa olevista tiloista luokka 210 oli asumisterveysasetuksen huoneilman lämpötilan lämmityskauden toimenpiderajan + 20 °C alapuolella. Tilan 210 lämpötila ylitti vain hetkellisesti + 20 °C mittausjakson aikana. Mittausjakson aikana ulkoilman lämpötila vaihteli välillä -3 ... +19 °C ja oli keskimäärin 6,5 °C.

Sisäilman VOC-arvot ovat erittäin suuntaa antavia, eikä niille ole mitään virallista ohjeistusta. VOC-seurannan mukaan tilassa 208 oli korkein keskiarvolukema (1128 ppb). Muissa tiloissa keskiarvot olivat (352–807 ppb). Matalin keskiarvo todettiin tilassa 108 (352 ppb).

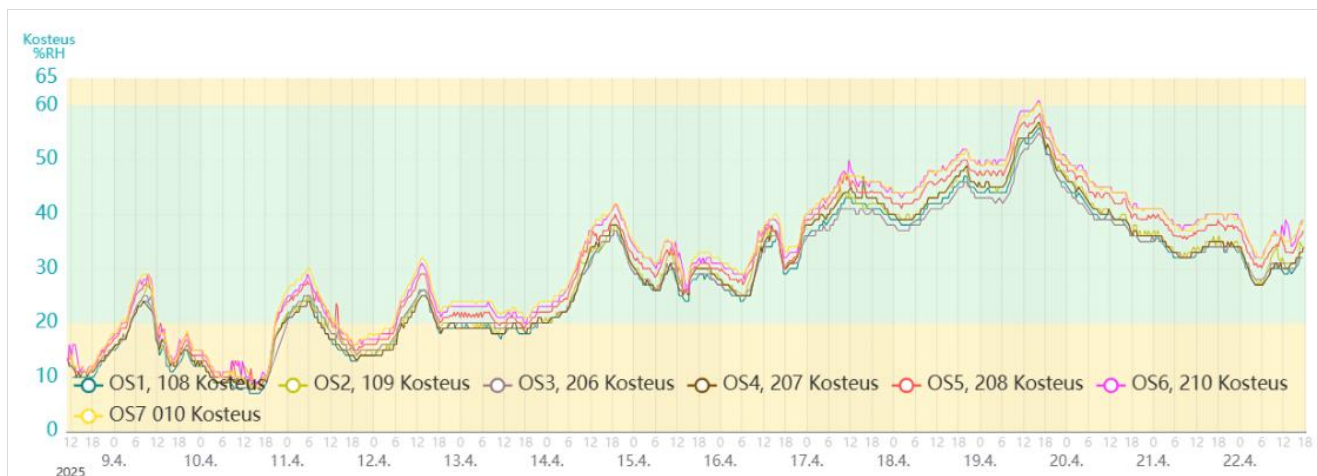
Sisäilman suhteellinen kosteus mitatuissa tiloissa vaihteli 14...41 RH%:n välillä, joka on vuodenaikaan nähden normaali.

4.2.1 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Luokan 210 lämpötila ylitti vain hetkellisesti + 20 °C mittausjakson aikana.



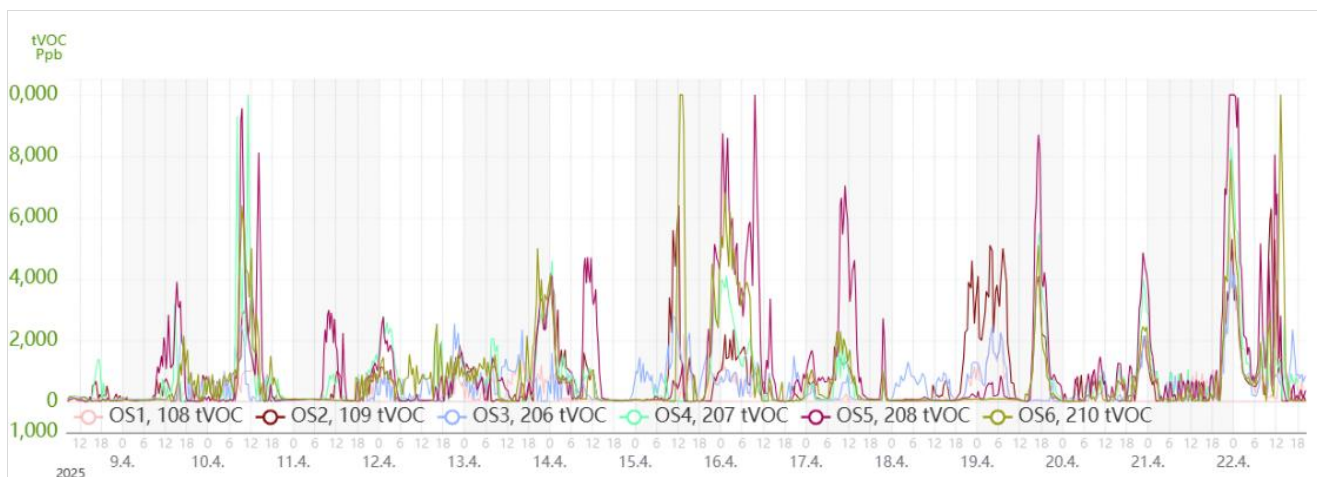
Kuva 92. Seurantajakson aikana tilojen 010 ja 210 lämpötila käy alle 20 °C. Tila 010 oli vähällä käytöllä jakson aikana.



Kuva 93. Tilojen sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) vaihtelee tavanomaisesti vuodenaikaan ja sääoloihin nähden.

4.2.2 Sisäilman VOC-arvot (ppb), suuntaa antava

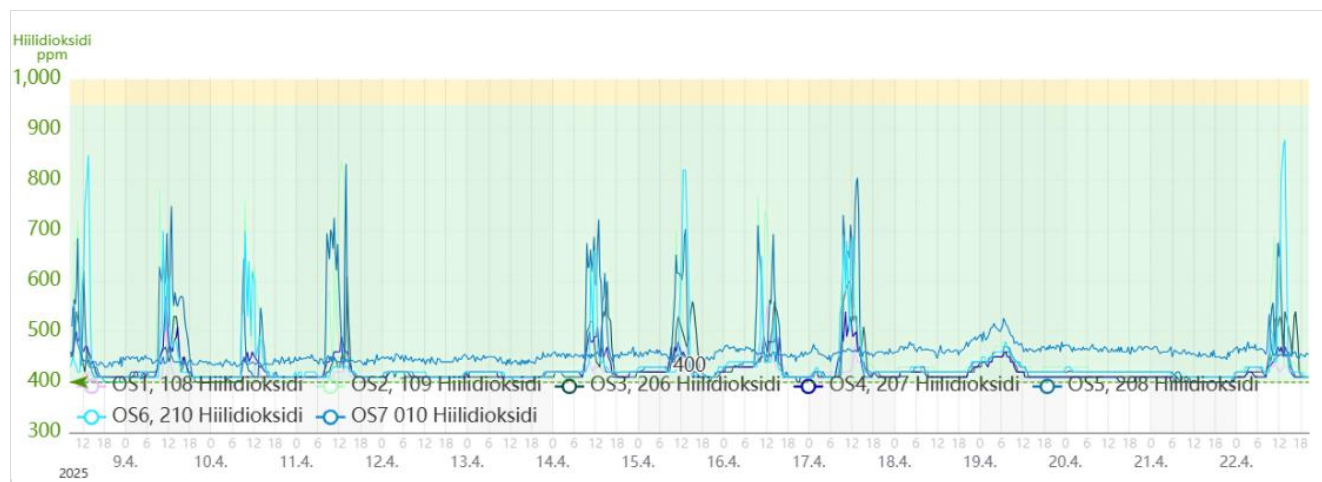
Tilojen sisäilman VOC-arvoja seurattiin 8.4.-22.4.2025 välisenä aikana 6 eri tilassa. Tiloissa 109 ja 210 tutkittiin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet kertamittauksena (tulokset 47–65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja VOC-seurantamittauksissa tilan 210 VOC-keskiarvo oli toiseksi korkein (807 ppb). Kuvaajasta nähdään, että koulun käyttö nostaa VOC-arvoja. Yleensä käyttöajan ulkopuolella mitattuja VOC-pitoisuuksia pidetään tilan rakennusmateriaaleista ja kalusteista tulevana. Seurantamittauksessa havaittiin VOC-käyrissä lukuisia piikkejä käytönajan ulkopuolella. Tuloksien perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä rakennuksesta peräisin olevista kemiallisista epäpuhtauksista.



Kuva 94. Suuntaa antavien VOC-seurantamittauksien (ppb) tulokset.

4.2.3 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuutta seurattiin 8.4.-22.4.2025 välisenä aikana 7 eri tilassa. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli kaikissa mittapisteissä hyvällä tasolla (Sisäilmastoluokassa S2) koko mittausjakson ajan (kuva 95). Tuloksen perusteella ilmanvaihto on ollut riittävä tilojen henkilömäärään nähden.



Kuva 95. Kuvaaja tilojen hiilidioksidipitoisuuksien mittauksista 8.4. – 22.4.2025.

4.3 Teolliset mineraalikuidut

Teollisten mineraalikuitujen määrää sisäilmassa arvioitiin geeliteippinäytteiden avulla vuonna 2021 päivitetyn Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (10) osan III mukaisesti. Tutkittavista tiloista otettiin kolme näytettä. Näytteet kerättiin geeliteipeillä kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä suoraan huonepinnoilta, jotka mittausjakson alkaessa oli puhdistettu. Näytteet kerättiin tiloista 010, 108, 109, 206 ja 208.

Näytteiden mineraalikuitupitoisuus ylitti mittausepävarmuus huomioiden tiloissa 109 ja 208 yhdessä näytteessä kolmesta Asumisterveysasetuksen raja-arvon 0,2 kuitua/cm²

Yhteenvedo mittauksista on esitetty taulukossa 8. Näytteenottopaikat on esitetty pohjakuvaliitteessä 2. Mittauksien tulokset on esitetty analyysivastauksessa liitteessä 4 (MK 10402).

Taulukko 8. Yhteenvedo kuitunäytteiden tuloksista.

Kuidut sisäilmasta, huonepinnoille 14 vrk aikana laskeutunut pöly, epävarmuutena laboratorion ilmoittamaa lukemaepävarmuus 30 %				
Tila	Näytetunnus	Kuituja [kpl/cm ²]	Mittausepävarmuus [kpl/cm ²]	Tulos [kpl/cm ²] (epävarmuus huomioiden)
Tila 010	K1.1	0	(0–0)	Normaali
	K1.2	0	(0–0)	Normaali
	K1.3	0	(0–0)	Normaali
Tila 108	K2.1	0	(0–0)	Normaali
	K2.2	0	(0–0)	Normaali
	K2.3	0	(0–0)	Normaali
Tila 109	K3.1	0,29	(0,203–0,377)	Poikkeava
	K3.2	0	(0–0)	Normaali
	K3.3	0,14	(0,098–0,182)	Normaali
Tila 206	K4.1	0,21	(0,147–0,273)	Koholla
	K4.2	0,14	(0,098–0,182)	Normaali
	K4.3	0	(0–0)	Normaali
Tila 208	K5.1	0	(0–0)	Normaali
	K5.2	0	(0–0)	Normaali
	K5.3	0,29	(0,203–0,377)	Poikkeava

4.4 VOC-mittaukset sisäilmasta (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)

Tiloista kerättiin kolme ilmanäytettä VOC-analyysiin. Näytteet kerättiin eri puolilta rakennusta tiloista, joissa käyttäjät olivat kokeneet heikkoa sisäilmalaatua. Tilat 210 ja 010 olivat aamusta olleet tyhjillään ja tilassa 109 oli ollut yksi oppitunti ennen näytteen keräystä.

Näytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) olivat näytteissä tavanomaisia 28 – 65 µg/m³. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet eivät ylittäneet Asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksien vertailussa työterveyslaitoksen toimistoympäristön viitearvoihin nähden voitiin havaita tavanomaisia käytöstä (ihmisistä, ruokailuista ja siivouksesta) aiheutuvia VOC-päästöjä. Näytteissä ei esiintynyt poikkeavia määriä lattiapäällysteisiin viittaavia päästöjä. Näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 9, laboratorion analyysivastaus (253697/VC) on kokonaisuudessaan tämän raportin liitteenä 4. Näytteenottopisteet on merkitty liitteen 2 pohjakuvaan.

Taulukko 9. Yhteenvedo sisäilman VOC-mittausten tuloksista.

Yhdiste	Toimenpideraja, As.terv.as. (µg/ m ³)	Viitearvo, TTL (µg/ m ³)	VOC1, Luokka 210 (µg/ m ³)	VOC2, Luokka 109 (µg/ m ³)	VOC3, Tila 010 (µg/ m ³)
Alifaattiset hiilivedyt					
Heptaani		2	-	-	-
Aromaattiset hiilivedyt					
Tolueeni		2	-	-	1
Bentseeni		1	-	-	-
Ksyleenit (m,o,p) yhteensä		4	-	-	-
Etyylibentseeni		2	-	-	-
1,2,4-Trimetyylibentseeni		1	-	-	-
Styreeni	40		-	-	-
Terpeenit					
a-Pineeni		6	2	-	1
Kareeni		4	-	-	-
Limoneeni		4	-	-	-
Alkoholit					
Butanoli		3	-	-	-
2-Etyyli-1-heksanoli	10	6	-	-	-
Bentsyylialkoholi		7	-	-	-
2-Metyyli-1-propanoli		2	-	-	-
C ₉ -alkoholit		10	-	-	-
Glykolit ja glykolieetterit					
1,2-Propaanidioli		9	-	-	-
2-(2-Etoksietoksi)etanoli		6	-	-	-
2-Fenoksietanoli		2	-	-	-
2-(2-Butoksietoksi)etanoli		7	-	-	-
2-Butoksietanoli		3	-	-	-
1-Metoksi-2-propanoli		4	-	-	-
Aldehydit ja Ketonit					
Bentsaldehydi		2	-	-	-
Nonanaali		4	1	3	3
Dekanaali		2		2	3
Heksanaali		5	-	-	-
Oktanaali		1	-	-	-
Pentanaali		2	-	-	-
Heptanaali		1	-	-	-
Asetofenoni		1	-	-	-
Orgaaniset hapot					
Heksaanihappo		5	-	-	-
Propaanihappo		3	-	-	-
Pentaanihappo		2	-	-	-
Esterit					
Texanol		9	-	-	-
TXIB	10	3	-	-	-
n-Butyyliasetaatti		3	-	-	-
Etyyliasetaatti		5	-	-	-
Pii-yhdisteet					
Dekametyylisyklopentasiloksaani		6	-	10	-
Oktametyylisyklotetrasiloksaani		3	-	-	-
Fenolit					
Fenoli		2	-	-	-
Muu					
Hiilivetyseos				-	-
TVOC	400	>80	47	65	28

4.5 Muut havainnot ja huomiot

Tilat olivat pääosin siistit. Korkeiden kaappien ja johtohyllyjen päällä oli kohtalaisen paljon vanhaa pölykertymää, muutoin tasot ja lattiat olivat puhtaita.

Pohjakerroksessa liikunnanopettajan pukuhuoneen suihkussa (016) haisi tutkimusten aikana ajoittain viemäri. Tiloissa aika ajoin esiintyvä viemärinhaju on todennäköisesti peräisin kuivuneista lattiakaivoista/hajulukoista, kun tutkimuksien aikana havaittiin hajua ja lattiakaivoihin laskettiin vettä, haju katosi.

Terveystieteiden huoneessa (010) havaittiin tunkkainen sisäilma. Huone on vähäisessä käytössä ja huoneeseen oli asennettu ilmanpuhdistin ennen tutkimuksia. Katselmus käynnin yhteydessä havaittiin, että ilmanpuhdistimen käytöstä tuli myös hajua huoneeseen. Ilmanpuhdistin oli otettu pois käytöstä tutkimusten ajaksi.

Huoneessa 108 ei ole pienissä ikkunoissa avauskahvoja, joten huonetta on hankala tuulettaa.

Rehtorin huoneessa havaittiin tunkkainen sisäilma ja sen viereisessä huoneessa tunkkaista hajua.

Tekstiilityön luokassa 210 on tullut liesituulettimen kanavan kautta lunta/vettä hellan päälle useaan kertaan. Katossa ei havaittu vuotojälkiä, joten vesi on valunut kanavan sisältä. Lattiapäällysteessä ei havaittu vaurioita. Saatujen tietojen mukaan kanavaan on tehty korjauksia, jotka eivät ole auttaneet.



Kuva 96. Siivouskeskuksessa 018 havaittiin vanhoja sähköasennuksia ja putkiasennuksia, joiden eristeissä on haitta-aineita.



Kuva 97. Tiloissa oli jonkin verran yläpölykertymää. Kuva terveydenhoitajan huoneen 010 läheltä käytävästä.

4.6 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Tutkittujen tilojen paine-erot ulkoilmaan nähden olivat asumisterveysasetuksen mukaiset (alle -15 Pa). Pääosin tilojen paine-ero oli lähellä tasapainetta ja suurimmat paine-erojen vaihtelut johtuivat tilojen käytöstä.

Kellarissa mitattiin kanaalin ja käytävän välistä paine-eroa. Kanaali oli keskimäärin 0,7 Pa ylipaineinen käytävään nähden, mikä mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen kanaalista sisäilmaan.

Sisäilman lämpötilamittausten perusteella lämpötilat mitatuissa tiloissa olivat pääosin Asumisterveysasetuksen mukaiset lukuun ottamatta tilan 210 lämpötilaa, jossa lämpötila oli lähes koko mittausajan alle + 20 °C. Suositellaan tilan 210 pidempää lämpötilan seurantamittausta talviaikaan ja tarvittaessa lämpötilan nostamista.

Tiloista kerättiin kolme VOC-näytettä (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) näytteissä ei havaittu poikkeavia rakennuksesta peräisin olevia määriä VOC-yhdisteitä. Jatkuvatoimisten mittalaitteiden tulokset osoittivat TVOC-pitoisuuden kohoamista tiloja käytettäessä.

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä sisäilmassa tutkittiin viidellä 14 vrk:n laskeumanäytteellä. Näytteiden mineraalikuitupitoisuus ylitti mittausepävarmuus huomioiden tiloissa 109 ja 208 yhdessä näytteessä kolmesta Asumisterveysasetuksen raja-arvon 0,2 kuitua/cm². Mahdollisia kuitulähteitä kartoitettiin aistinvaraisin havainnoin, ilmanvaihtojärjestelmän kartoituksessa sekä tuloilmakanavista kerätyillä geelinäytteillä. Ilmanvaihtokanavissa esiintyi hieman teollisia mineraalikuituja. Tiloissa oli vähäisesti mineraalivillalevytyksin alas laskettuja kattoja, mutta paikoin alaslaskujen päällä havaittiin epäpuhtauksia, kuten mineraalivillan paloja. Kuituja voi päästä sisäilmaan myös ulkoseinärakenteista ilmavuotojen mukana.

Toimenpide-ehdotukset

- Ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteiden käsittely kuitujen sidonta-aineella
- Yläpölyjen ja alaslaskettujen kattojen yläpuolisten epäpuhtauksien poisto
- Kuitulähteisiin tehtyjen toimenpiteiden jälkeen tilojen kuitusiivous.
- Kuitusiivouksen jälkeen 14 vrk kuitulaskeumanäytteiden uusintamittaukset.
- Tilan 210 pitkäaikaisen lämpötilaseurannan toteuttaminen syksyllä 2025 - talvella 2026. Jos lämpötila on seurannan mukaan edelleen alle + 20 °C, suositellaan toimenpiteitä lämpötilan nostamiseksi tilassa.

5 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset

5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus

Rakennuksen ilmanvaihto on uusittu perusparannuksen yhteydessä vuonna 2000. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus on tehty 1.10.2024 ja säätötyöt 15.11.2024.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on toteutettu neljällä tuloilmakoneella ja usealla erillispoistolla. Yleistiloja ja opetustiloja palvelee lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone TK1/PK1. Liikuntasalia palvelee lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone TK2/PK2. Ruokalan ja keittiön tuloilmaa hoitaa ilmanvaihtokone TK3 ja ruokalan ja keittiön poistoilma poistuu 2 huippumurin kautta ulos. Teknisen työn luokan tuloilmaa hoitaa tuloilmakone TK4 ja poisto hoidetaan vesikatolla sijaitsevan poistopuhaltimen kautta. Edellä mainittujen ilmanvaihtokoneiden lisäksi wc tiloilla on oma erillinen poistopuhallin vesikatolla.

Liikuntasalin 102 kattoon on jätetty vanhoja käytöstä poistettuja ilmanvaihdon päätelaitteita. Ruokasalissa 036 havaittiin käytöstä poistettu iv-kanava.

5.2 Tuloilmajärjestelmän puhtaus

Ilmanvaihdon toimintaa arvioitiin edellisissä kappaleissa esitetyillä paine-ero- ja olosuhdemittauksilla. Tuloilmapäätteiden ja kanavien puhtautta tarkasteltiin visuaalisesti sekä tuloilmakanavista kerättyjen kuitunäytteiden avulla. Tuloilmanvaihdon päätelaitteet sijaitsevat väliseinien yläosissa ja poistoilmanvaihdon päätelaitteet sijaitsivat pääosin sen viereisen väliseinän kohdalla. Luokissa sijainti oli siten, että tuloilmapäätelaitteet sijaitsevat käytävän puoleisen seinän yläosassa ja poistoilmapäätelaitteet luokkien etuosassa.

Kanavat ja päätelaitteet olivat visuaalisesti tarkasteltuna puhtaat. Pohjakerroksessa kanavissa havaittiin hieman siitepölyä ja terveydenhoitajan huoneessa 010 kanavan suulla oli vähäisesti kivipartikkeleita, jotka ovat kulkeutuneet sinne todennäköisesti edellisenä syksynä tehdyn pintaremontin yhteydessä. Ruokasalin 036 kanavassa havaittiin vähäinen määrä metallisiruja. Opettajanhuoneen 207 kanavien hajottajia ei saa irrotettua ja kanavien kannakoinnissa havaittiin puutteita.

Ilmanvaihtokoneiden suodattimet uusitaan kaksi kertaa vuodessa. Ilmanvaihtokoneiden suodattimet oli vaihdettu edellisen kerran noin kaksi viikkoa ennen koneiden tarkastusta. Ilmanvaihtosuodattimien todettiin olevan hieman liian lyhyitä koneen tuloilma-aukkoon nähden. Kiinteistöhuollon kertoman mukaan edelliset suodattimet olivat olleet liian isot ja tilalle oli laitettu suodatinvalmistajan suosittelema koko. Liian lyhyen suodattimen vuoksi osa ulkoilmasta kulkeutuu suodattimen ohi koneeseen.

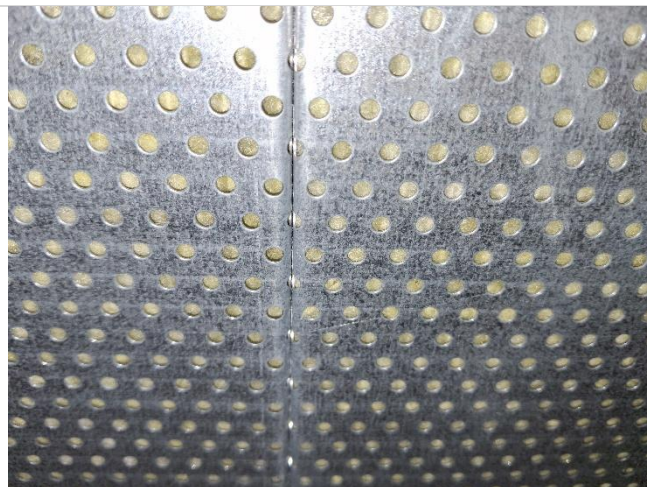
Kammioissa oli vähäisiä määriä hyönteisiä ja muuta ulkoa kulkeutuneita irtopartikkeleita, sekä kevyttä pölykertymää, kokonaisuudessaan ilmanvaihtokoneet olivat sisältä kohtalaisen puhtaita. Tuloilmakammion pohjalla havaittiin hieman kosteusjälkiä, joka viittaa siihen, että aiemmin kammioon on päässyt tuiskulumia, ongelma on saatujen lähtötietojen mukaan korjattu. Poistoilmakammion pohjalla havaittiin ohut öljymäinen kalvo.

Poistopuhallinkammioissa havaittiin hieman karkeaa pölykertymää. TK1 poistopuhallinkammiossa on viallinen teipillä korjattu sähkökytkentä.

Vesikatolla tarkastettiin erillispoistojen toiminta. Erillispoistot toimivat tarkastuksen aikana teknistentöiden luokan poistokonetta PK4 lukuun ottamatta. PK4 toiminee silloin kun teknistentöiden luokassa tehdään erillispoistoa vaativia töitä. Teknistentöiden opettajalla ei kuitenkaan ollut tietoa, miten konetta säädetään. Säätolaitte sijaitsee opettajatilassa 024. TK2 erillispoistosta puuttuivat merkinnät vesikatolta.



Kuva 98. Yleiskuva ilmanvaihtokonehuoneesta.



Kuva 99. Ilmanvaihtokonehuoneen äänen eristeenä on käytetty reikäpellillä peitettyä mineraalivillaa.



Kuva 100. TK1 poistopuhallinkammion sähkökytkentä tulisi korjata asianmukaisesti.



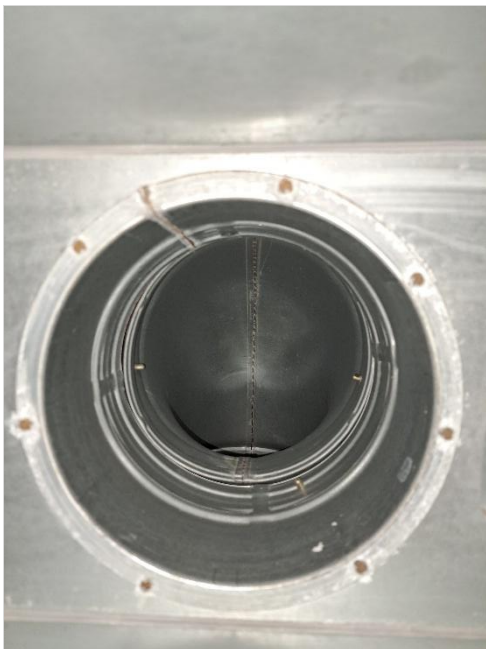
Kuva 101. Tuloilmakammiot olivat kohtalaisen puhtaat.



Kuva 102. Ilmanvaihtokoneen sisällä havaittiin hieman korroosiojälkiä.



Kuva 103. Suodattimien kokoa oli muutettu, koska edelliset olivat olleet liian pitkiä, mutta nykyiset ovat hieman liian lyhyet ja mahdollistavat ohivuotoja.



Kuva 104. Tuloilmanvaihdon kanavat olivat tarkastetuilta osin luokissa puhtaat. Kuvassa luokkahuone 111 kanava.



Kuva 105. Hajottajissa olevat äänenvaimentimet olivat puhtaita, kuvassa luokkahuone 111 tuloilman äänenvaimennin.



Kuva 106. Ruokasali 036 tuloilmakanavassa havaittiin vähäinen määrä metallisiruja.



Kuva 107. Terveystieteiden huoneen 010 kanavassa oli hieman siitepölykertymää ja vähäisesti kivipartikkeleita kanavan suulla sekä hajottajalaatikossa.



Kuva 108. Terveystieteiden huoneen 010 hajottajalaatikon sisällä oli hieman tasoitteen paloja, ne ovat jääneet sinne todennäköisesti huoneen pintaremontista.



Kuva 109. Terveystieteiden huoneen tuloilmakanavan tarkastusluukku on kyseiselle kanavakoolle liian pieni ja siitä aiheutuu ohivuotoa.



Kuva 110. Kuvassa on teknistien luokan ilmanvaihdon säätölaite. Tutkimuksessa ei täysin selvinnyt erillispoiston toimivuus tai sen käytönaikainen tuloilman säätö.



Kuva 111. Tutkimushetkellä kaikki muut erillispoistot olivat päällä paitsi teknistien luokkaa palveleva erillispoistokone. Kuvan erillispoistosta puuttui merkinnät.

5.3 Ilmamäärämittaukset

Rakennuksen ilmanvaihto on päällä 24/7 koko ajan samalla asetuksella. Ilmanvaihdon kello oli oikeassa ajassa.

Kahden luokkatilan 109 ja 209 ilmamäärät mitattiin pistokoeluoontoisesti 14.5.2025, rakennuksen normaalin käytön aikana. Mitattuja ilmamääriä verrattiin suunnitteluarvoihin. Seuraavassa taulukossa on esitetty tilakohtaisesti mitatut ilmamäärät sekä tiloihin suunniteltu määrä.

Mitatut ilmamäärät poikkeavat hieman suunnitelluista arvoista. Luokkahuoneen 209 poistoilmamäärä on noin 13 % suurempi kuin suunniteltu ja tuloilmamäärä lähellä suunniteltua arvoa. Luokkahuoneen 109 tuloilmamäärä oli noin 11 % pienempi kuin suunniteltu ilmamäärä. Poistoilmamäärä oli lähellä suunniteltua arvoa.

Taulukko 10. Ilmamäärämittauksien tulokset.

Tila	Tiedot	Mitattu ilmamäärä (l/s)	Suunniteltu ilmamäärä (l/s)
TK1/PK1 yleistilat ja opetustilat			
209 luokkahuone 1. krs, tulo	3 kpl tuloventtiilejä	+172	+165
209 luokkahuone 1. krs, poisto	6 kpl poistoventtiilejä	-182	-161
109 luokkahuone 2. krs, tulo	3 kpl tuloventtiilejä	+160	+180
109 luokkahuone 2. krs, poisto	5 kpl poistoventtiilejä	-187	-180

5.4 Teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavista

Tuloilmakanaviston puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti ja tuloilmakanavista otettujen geeliteippinäytteiden avulla. Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tuloilmajärjestelmässä selvitettiin geelinäyttein kolmesta tilasta, eri kerroksista. Näytteet kerättiin päätelaitteiden kautta kanavan suulta. Kuitupitoisuudet tuloilmakanavissa olivat tavanomaisia (< 1 kuitua/cm²). Tuloilmakanavien pinnoilta otettujen geeliteippinäytteiden teollisten mineraalikuitujen pitoisuuksille ei ole olemassa viitearvoja asunnoille, kouluille tai päiväkodeille. Työterveyslaitoksen havaintoaineistossa pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 10-30 kuitua/cm². (7)

Geeliteippinäytteiden tulokset on esitetty taulukossa 11. Kuitukertymät olivat vähäisiä. Testausseloste on kokonaisuudessaan liitteenä 4 (Labroc 253498/MVL). Näytteiden keräyskohdat on esitetty liitteen 2 pohjakuvissa.

Taulukko 11. Mineraalikuitunäytteiden tulokset ilmanvaihtojärjestelmästä 30.4.2025.

Teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavista, tuntematon laskeuma-aika					
Tila	Näytetunnus	Näytteenotto-paikka	Tuloilmakone	Tulos [kpl/cm ²]	Tulkinta
Pohjakerros, 010	KK1	Tuloilmakanava pääte- elimen kautta	TK1	8,7	Normaali
1. kerros, 109	KK2	Tuloilmakanava pääte- elimen kautta	TK1	3,0	Normaali
2. kerros, 208	KK3	Tuloilmakanava pääte- elimen kautta	TK1	1,1	Normaali

5.5 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneiden todettiin olevan suhteellisen hyväkuntoisia ja puhtaita. Suodattimien säännöllisestä vaihtamisesta on huolehdittu, mutta oikean suodatin koon löytymisessä on ollut haasteita. Yhdessä poistopuolen kammiossa havaittiin öljymäistä ainesta pohjalla, joka tulisi poistaa ja selvittää aineen alkuperä. Ilmanvaihtojärjestelmä on aistinvaraisesti arvioiden puhdas. Ilmanvaihtojärjestelmässä on kuitenkin teollisten mineraalikuitujen lähteitä.

Mitatut ilmamäärät tiloissa täyttävät Asumisterveysasetuksen vähimmäisvaatimuksen 4 l/s/hlö ilmamäärille.

Toimenpide-ehdotukset

- Ilmanvaihtokoneiden suodattimien vaihto oikean kokosiin.
- Ilmanvaihtokoneiden kammioiden pohjien puhdistus.
- Tilan 207 tuloilmakanavien kannakoimisen parantaminen.
- TK1 tuloilmakammion viallisen sähkökytkennän korjaaminen.
- Teknisentyön tilan erillispoiston toimivuuden tarkastaminen.
- Poistoilmakoneen merkitseminen.

6 Yhteenveto johtopäätöksistä ja toimenpide-ehdotuksista

Tehdyn kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella merkittävimmät syyt sisäilman laadun puutteille ovat sokkelirakenteisiin ja pilareiden taakse jätetyt orgaaniset vaurioitumaan päässeet korkkieristeet ja laudoitukset, sekä alapohjan kanaalit, joissa havaittiin vanhoja lastuvillalevyisiä eristeitä ja pikisivelyitä, sekä purkamattomia asbestipitoisia putkieristeitä. Näistä rakenneosista havaittiin merkittäviä ilmapuotoja sisäilmaan.

Ulkoseinien tutkimuksessa havaittiin paikallinen mikrobivaurio pohjakerroksen ruokasalin kohdalla sekä pohjoispuolen sisäänkäynnin portaikon alla. Rehtorin huoneen päätyseinässä, joka on tiili-mineraalivilla-tiili rakenteinen, havaittiin epäily mikrobikasvusta. Kopiohuoneen ja neuvotteluhuoneen välille on jätetty väliseinäksi vanhaa ulkoseinärakennetta, jonka eristetilassa havaittiin epäily mikrobikasvusta. Luokahuoneiden ulkoseinien asbestisementtilevytteisissä ulkoseinärakenteissa ja ikkunaliittymien tutkimuksessa ei havaittu vaurioita. Ikkunoiden väleissä pilareiden kohdilla on peltilevytykset ja niiden takana on tuulensuojalevytys sekä mineraalivillaeriste pilaria vasten. Pohjakerroksessa tehdyn avauksen perusteella sadevedet ovat vaurioittaneet näitä rakenteita. Ulkoseinärakenteiden epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan merkkiainekokeessa havaituista ilmapuotokohdista paine-erojen mahdollistamana.

Alapohjarakenteet ovat pääosin uusitut. Pintakosteustarkasteluissa havaittiin yksittäisiä kohonneita pintakosteusarvoja. Ruokasalissa havaittiin viitteitä patteriventtiilien vuodoista, tämä on voinut olla osasyynä ruokasalin seinän alaosan vaurioon. Suihkutilassa 016 havaittiin lattiassa ja seinässä halkeama ja sen viereisessä sosiaalitalassa 017 muovimaton alla oli kohonnutta kosteutta. Kiinteistönhoitajan tilassa 004 vuotaa pumppu lattialle. Merkkiainekokeessa havaittiin, että alapohjan läpiviennit ja rakenneliitokset olivat epätiivisiä. Kanaaleista on yhteys alapohjaan ja vesiputkien läpivientien kautta taloteknisiin pystykuiluihin. Käytävässä kulkeva kanaali oli lievästi ylipaineinen tilojen suhteen, joka mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan.

Vesikatossa ja yläpohjatilassa havaittiin kiireellisiä huolto- ja korjaustarpeita. Yläpohjan eristeessä todettiin yksittäisessä materiaalinäytteessä mikrobikasvua. Yläpohjan ja sisäilman välillä havaittiin ilmapuotoja läpivientien kohdilla. Yläpohjan sisäilmavaikutukset olivat paikallisia.

Rakennuksen välipohjat ovat betonia ja väliseinät pääosin kivirakenteisia. Rakenteissa ei todettu sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Rakennuksen ilmanvaihto oli tutkimusjakson aikana jatkuvasti käytönaikaisilla asetuksilla, jolloin painesuhteet ulkoilman suhteen olivat jatkuvasti pääosin lähellä tasapainetta. Ilmamäärät olivat hiilidioksidin seurantamittausten ja kahden tilan ilmamäärämittausten perusteella riittävät tilojen käyttäjämääriin nähden.

Pohjakerroksen lattialämmitykset eivät toimi ja tiloissa on saattanut olla pitkän aikaa puutteellinen lämmitys. Seurantamittauksissa havaittiin, että luokan 210 huoneilman lämpötila oli asumisterveysasetuksen lämmityskauden toimenpiderajan + 20 °C alapuolella.

Kuitulaskeumanäytteissä havaittiin toimenpiderajan ylitys luokissa 109 ja 208. Ilmanvaihtojärjestelmässä on jonkin verran kuitulähteitä, muina kuitulähteinä voivat toimia ulkoseinärakenteiden ilmapuodot.

6.1 Toimenpide-ehdotukset

Kiireelliset toimenpiteet

- Kanaalien puhdistus ja kunnostus, joka sisältää mm. vanhojen tojox-levyjen poiston ja kanaalien rakenteelliset korjaukset. Ennen korjaukseen ryhtymistä tulee selvittää kanaalien haitta-aineet erityisesti asbestin osalta.
- Tilassa 014 sijaitsevan pilarin takana olevan korkkieristeen poistaminen ja siivouskeskuksessa 018 sijaitsevan pilarin takaosan tarkastaminen, onko siellä korkkieristettä, voidaanko poistaa vai tulee se kapseloida.
- Käytävän kanaaliin suositellaan kaasutiivistä kantta.
- Alapohjan rakenneliittymien ja läpivientien tiivistys epäpuhtauksien leviämisen ehkäisemiseksi.
- Maanvastaisen seinärakenteen tiivistäminen epäpuhtauksien leviämisen ehkäisemiseksi, pilareiden takana on todennäköisesti vaurioitunutta korkkieristettä.
- Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaukset rakenneliittymiin sekä patteri- ja ikkunautojen kiinnikkeisiin. Tiivistyskorjauksien yhteydessä kontrolloivat merkkiainekokeet tiivistyksien onnistumisen varmistamiseksi.
- Välipohjien läpivientien tarkastus ja tiivistys tekniikkakuilujen kohdilla. Läpivienneistä menee putkia suojaputkissa. Suojaputkien päät tulee myös tiivistää.
- Sisäpuolelta yläpohjaan kulkevien läpivientien tiivistys.
- Tilan 201 ja 202 välisen seinärakenteen tiivistäminen tai eristeiden purkaminen.
- Tiivistyskorjauksien yhteydessä kontrolloivat merkkiainekokeet tiivistyksien onnistumisen varmistamiseksi.
- Sosiaalitila 017 lattian kosteusvaurion syyn tarkentaminen ja sen viereisen suihkutila 016 remontoiminen.
- Pohjoispuoleisen sisäänkäynnin vasemmanpuoleiseen ulkoseinään kohdistuvan kosteusrasituksen poistaminen (pellitys). Porraskäytävän 044 pohjakerroksen portaiden alla sijaitsevan kosteusvaurion korjaaminen.
- Vesikaton huoltokorjaus ja läpivientien tiivistys.
- Ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteiden käsittely kuitujen sidonta-aineella.
- Yläpölyjen ja alaslaskettujen kattojen yläpuolisten epäpuhtauksien poisto.
- Kuitulähteisiin tehtyjen toimenpiteiden jälkeen tilojen kuitusiivous.
- Kuitusiivouksen jälkeen 14 vrk kuitulaskeumanäytteiden uusintamittaukset.

Normaalit toimenpiteet

- Ruokasalin 036–037 patteriventtiilien uusiminen.
- Sähköjohtojen asianmukainen kannakointi vesikatolla.
- Akustoivan luonnonkuitupohjaisen alakattopinnoitteen korjaus ja käsittely pölyämättömäksi.
- Teknisentyön tilan lattiarakenteen tarkemmat tutkimukset mahdollisen vaurion ja vaurioalueen selvittämiseksi.
- Kanavien ja putkistojen eristysten korjaaminen yläpohjatilassa.
- Tilan 210 pitkäaikaisen lämpötilaseurannan toteuttaminen syksyllä 2025 - talvella 2026. Jos lämpötila on seurannan mukaan edelleen alle + 20 °C, suositellaan toimenpiteitä lämpötilan nostamiseksi tilassa.
- Ilmanvaihtokoneiden suodattimien vaihto oikean kokoisiin.
- Ilmanvaihtokoneiden kammioiden pohjien puhdistus.
- Tilan 207 tuloilmakanavien kannakoimisen parantaminen.
- Teknisentyön tilan erillispoiston toimivuuden tarkastaminen.

25.6.2025

Projektinumero 8257

- Poistoilmakoneen merkitseminen.

Huoltotoimenpiteet

- TK1 tuloilmakammion viallisen sähkökytkennän korjaaminen.
- Keittiön päädyn sade- ja hulevesien johtamisen parantaminen sekä sokkelin vierustojen puhdistus karikkeesta.
- Vesikaton kunnon ja tiiveyden säännöllinen seuraaminen vesikatolta ja yläpohjatilasta käsin, katon loivuuden ja aluskatteen puuttumisen vuoksi.
- Normaaliin ylläpitoon kuuluvasti sadevesikaivojen ja rännikaivojen tyhjennys ja huolto.
- Salaojien ja hulevesijärjestelmän kuvaaminen ja tarvittaessa huuhtelu 5-10 vuoden välein.
- Lattialämmityksen saattaminen toimintakuntoon puku-, suihku-, sosiaalitiloissa sekä terveydenhoitajan tilassa (tilat 008–018).

Allekirjoitukset

Helsinki 25.6.2025

Sirate Group Oy



Kati Kangasniemi
asiantuntija, RKM
Rakennusterveysasiantuntija C-25004-26-19



Ville Holmberg
asiantuntija, kuntotutkija
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-25147-24-19
Rakennusten tiiviyyden mittaaja C-25385-31-20
Rakennusten lämpökuvaaja C-25388-25-20

Liitteet

1. Tutkimusmenetelmät
2. Paikannuskuvat
3. Vauriokartta
4. Tutkimusraportti, Mikrobiviljely materiaalinäytteestä, 254408/RMS, 23.5.2025, Labroc Oy
Tutkimusraportti, Mikrobiviljely materiaalinäytteestä, 255769/RMS, 23.5.2025, Labroc Oy
Tutkimusraportti, Mikrobiviljely materiaalinäytteestä, 255513/RMS, 28.5.2025, Labroc Oy
Tutkimusraportti, Mikrobiviljely materiaalinäytteestä, 255264/RMS, 28.5.2025, Labroc Oy
Tutkimusraportti, Teollisten mineraalikulitujen määrä laskeumapölystä, MK10402, 16.5.2025, Mitta Oy
Tutkimusraportti, Teollisten mineraalikulitujen pitoisuus laskeumapölystä, 253498/MVL, 6.5.2025, Labroc Oy
Tutkimusraportti, VOC-analyysi ilmanäytteestä, 253697/VC, 9.5.2025, Labroc Oy

Kirjallisuus

1. **Asumisterveysasetus 2015.** *Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.* Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.
2. **Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016.** Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Valvira, 2016. Dnro 2731/06.10.01/2016.
3. **RT 14-11197.** *Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein, ohjekortti.* Rakennustietosäätiö RTS, 2015.
4. **RT 103501.** *Haitalliset aineet rakennuksissa - Tutkijan ohje.* Rakennustieto, lokakuu 2022.
5. **RT 07-11299.** *Sisäilmastoluokitus 2018, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.* Rakennustietosäätiö RTS 2018.
6. **Työterveyslaitos, VOC- ja mikrobiviitearvot.** *Työterveyslaitos 10.3.2021.*
7. **LVI 39-10409.** *Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkistus -ohjekortti.* Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto 2007.
8. **RT 103333.** *Betonin suhteellisen kosteuden mittaus -ohjekortti.* Rakennustietosäätiö RTS 2021.
9. **Merikallio 2007.** *Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet.* Merikallio T, Niemi S, Komonen J, Suomen Betonitieto Oy, 2007.
10. **Laboratorio-opas 2018.** *Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät.* Pessi, A-M, Jalkanen, K, Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy, 2018.
11. **RakMk D2 2012.** *Suomen rakentamismääräyskokoelma. D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet.* Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto 2010.
12. **Ilmanvaihtoasetus 2017.** *Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017.* Ympäristöministeriö 2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>.
13. **Seppänen 2019.** *Opas ilmanvaihdon mitoittamiseen muissa kuin asuinrakennuksissa.* Seppänen O, ym. The Finnish Association of HVAC Societies (FINVAC), 2019 . <https://finvac.org/iv-opaat/>.
14. **Työsuojelu.fi.** Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>.
15. **IV-perustelumuistio 2019.** *Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje ja perustelumuistio.* Kuntien sisäilmaverkosto.
16. **TTL Kuidut 2016.** *Teolliset mineraalikuidut.* Työterveyslaitos 2016. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/Teolliset-mineraalikuidut.pdf>.
17. **VOC-katsaus 2021.** *Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyyppisissä työympäristöissä.* Wallenius, Hovi, Mahiout, Remes, Rautiala, Jokela, Leino, Liukkonen, Työterveyslaitos 2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:9789522619570>.
18. **RT 14-11239.** *Rakennuksen lämpökuvaus.* Rakennustieto Oy ja Rakennustietosäätiö RTS 2016.

Liite 1. Tutkimusmenetelmät

Rakenne- ja kosteustekniset tutkimukset

Kosteusmittaukset

Pintakosteuskartoitus

Huonetilojen kivirakenteiset lattia- ja seinäpinnat kartoitettiin pintakosteudenosoittimella mahdollisten kosteuspoikkeamien havaitsemiseksi. Pintarakenteiden kosteuden arviointiin käytettiin GANN Hydromette UNI1/UNI2 -laitetta LB71/LB70 -mittapäällä. Mittaustulokset ovat suuntaa antavia ja saadut arvot mittalaittekohtaisia. Pintakosteudenilmaisimen lukemiin vaikuttavat kosteuden lisäksi kosteuden rakenteen pintaa nostamat suolakerrostumat, teräkset ja eri materiaalien koostumukset sekä rakenteiden pintaosien vaihtelut. Kartoituksen yhteydessä tehtiin aistinvaraisia havaintoja mm. näkyvistä kosteusvauriojäljistä ja poikkeavista hajuista.

Viiltomittaukset

Suhteellisen kosteuden mittaukset lattiapäällysteen alta tehtiin asettamalla päällysteen alle viillon kautta kalibroitu kosteusmittausanturin mittapää (Vaisala HM42 Probe). (8) Tehty viilto ja mittapään rajapinta tiivistettiin kitillä ja mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla oleviin olosuhteisiin vähintään 15 min. Mittauksen aikana sisäilman, viillon alapuolisen ilmatilan ja mitta-anturiin lämpötilan tulee olla lähellä toisiaan ($\pm 0,5$ °C). Mittaustulokset luettiin Vaisalan HM40 -näyttölaitteella.

Tavoite-, ohje- ja viitearvot

Useimpien liimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 % mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus päällysteen alla liimatilassa ei saa ylittää tätä arvoa. (9)

Porareikämittaukset

Rakenteiden kosteusjakaumat selvitettiin tarkkoina suhteellisen kosteuden mittauksina porareikämenetelmällä. (8) Porareikämittauksissa mitataan rakenteeseen porattuun, halkaisijaltaan 16 mm olevaan reikään tasaantuneen ilmatilan suhteellinen kosteus (%RH) ja lämpötila (T). Mittausreiät puhdistettiin imuroimalla ja tiivistettiin reiänpohjaan ulottuvilla mittauspukilla/sähkösuojaputkilla. Putkien juuret tiivistettiin kitillä. Putkien yläpääts tiivistettiin Vaisalan tiivistetulpilla ja/tai kitillä. Mittausreikien olosuhteiden annettiin tasaantua vähintään 3 vuorokautta, jonka aikana lämpötilojen tuli olla vakaat. Mittaukset tehtiin niissä lämpötiloissa, joissa rakenne on normaalikäytössä. Mittauksissa käytettiin Vaisala HM40 -rakennekosteuden mittaria sekä kalibroituja HMP40S -antureita. Anturien tasaantumisaika mittauspisteissä oli vähintään 1 tunti.

Kosteusmittausten virhetarkastelu

Rakennekosteusmittaukset tehtiin tilojen normaalissa käyttölämpötilassa eikä rakenteen ja huoneilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa. Mittausvyvydet määritettiin 1 mm tarkkuudella. Käytettyjen anturien tarkkuus on $\pm 1,5$ %RH (välillä 0–90 %) ja $\pm 2,5$ %RH (välillä 90–100 %). Mittapäiden kalibroitajankohda ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi. Mittauksen kokonaismittausepävarmuusluokka oli siten noin ± 2 RH-yksikköä (välillä 0–90 %) ja ± 4 RH-yksikköä (välillä 90–100 %). Käytetyt kosteusmittausanturit on kalibroitu 12.10.2024.

Rakenneavaukset

Rakennetutkimuksissa tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakenneavauksia, joista aistinvaraisesti todettiin päärakennetyyppien toteutus ja kunto. Lisäksi otettiin tarvittaessa materiaalinäytteitä mikrobi tutkimuksiin. Pölyn leviäminen rakenneavauksia tehtäessä estettiin kohdepoistoa käyttämällä (H-luokan imuri). Rakenneavauksiin tehtiin ainoastaan väliaikaiset, ilmatiiviit paikkaukset. Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet on merkitty

liitteen 2 pohjakuviin ja tekstissä olevat tilanumeroinnit viittaavat liitteen 2 numerointiin. Materiaalinäytteiden tulokset on merkitty tekstin joukkoon ja kuviin kolmiportaisella värikoodilla: **vihreä** – ei poikkeavaa mikrobikasvua, **oranssi** – ei aktiivista kasvua, näyte on lajistoltaan poikkeava ja **punainen** – aktiivista mikrobikasvua. Vastaavaa värikoodausta ongelman/vaurion asteesta on sovellettu myös muihin näytteisiin.

Mikrobinäytteet materiaaleista

Näytteenottopaikat perustuivat lähtötietoihin ja kohteessa tehtyihin havaintoihin. Näytteet pyrittiin ottamaan vaurioituneimmasta kohdasta tai sellaisesta kohdasta rakennetta, jossa vaurioitumisen todennäköisyys on suurin. Näytteenottopaikat on merkitty liitteen 2 pohjakuviin.

Suoraviljelymenetelmä

Materiaalinäytteet kerättiin puhtailla välineillä puhtaaseen muovipussiin ja toimitettiin viimeistään kolmen päivän sisällä analysoitavaksi laboratorioon. Näytteet analysoitiin suoraviljelymenetelmällä akkreditoidussa ja Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa (Labroc Oy). Tarkempi menetelmäkuvaus on esitetty analyysivastauksessa.

Mikrobinäytteiden viitearvot – suoraviljelymenetelmä

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

Taulukko 12. Suoraviljelymenetelmän tulosasteikko. (2)

Tulos	Merkitys
-	Ei mikrobeja
+	1–19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
++	20–49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	50–199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)
++++	≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analysoitua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua. (1) Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. (2)

Rakennusmateriaalissa **voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa**, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykettejä runsaasti (+++/++++). Suoraviljelyn tulokset **voivat viitata mikrobikasvustoon** silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita. (2)

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteusvauriota, vaikka mikrobikasvua ei välttämättä ole ehtinyt muodostua. Kosteusvaurio voidaan todeta näkyvänä kosteusvauriojälkenä tai pintakosteusosoittimen tai rakennekosteusmittausten avulla. Pintakosteusosoittimen antama positiivinen tulos (osoittimen näyttämä mittaustulos on kostealla/märällä alueella) tulee varmentaa rakennekosteusmittauksen avulla ennen kuin toimenpiderajan katsotaan ylittyneen. (2)

Toimenpiderajan ylittävä lahovaurio voidaan todeta puurakenteen näkyvänä muutoksena tai mekaanisena lujuuden menetyksenä. Aistinvaraisen arvion perusteella todettuna toimenpiderajan ylittymisenä pidetään kosteusvauriojäljen lisäksi sekä homeen hajua että näkyvää mikrobikasvustoa. (2)

Kuivan näytteen viljely suositellaan tehtäväksi viimeistään viiden päivän sisällä näytteenotosta. Kosteaa näyte suositellaan viljeltävän näytteenottoa seuraavana päivänä, koska kosteuden voidaan ajatella vaikuttavan

mikrobipitoisuuteen säilytyksen aikana. Näytteet säilytetään kylmässä (+4...+8 °C) ennen viljelyä sekä mahdollisen suoramikroskopointitarpeen ja/tai uudelleenviljelytarpeen varalta. (2; 10)

Ilmavuototutkimukset merkkiaineella

Merkkiainetutkimuksella selvitettiin RT 14-11197 -ohjekortin (3) mukaisesti rakenteiden tiiveyttä sekä ilmavuotoja alueilta, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Merkkiainetta (viisiprosenttista vedyn ja typen seosta) laskettiin tutkittavaan tilaan tai rakenteeseen ja sen kulkeutumista sisäilmaan havainnoitiin vetyilmaisimella (Adixen 9012 XRS Hydrogen Leak Detector). Merkkiainetutkimuksen edellyttämä paine-ero (n. 10 Pa) tutkittavan rakenteen yli saatiin aikaiseksi joko rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän avulla tai säädettävällä puhaltimella (Retrotec DM32). Paine-eroa tutkittavan rakenteen yli seurattiin paine-eroantureilla (Series MS Magnesense, Dwyer). Havaitut ilmavuotopaikat on esitetty pohjakuvaliitteessä (liite 3). Tutkimusten apuna käytettiin merkkisavua.

Tulosten tulkinta

Ilmavuotohavainnot luokiteltiin soveltaen RT 14-11197 -ohjekorttia: "Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein" pistemäisiksi, vähäisiksi tai merkittäviksi. (3)

Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

Painesuhteet

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin 2 viikon mittaisia paine-eroseurantamittauksia rakennuksen ulkovaipan yli sekä eri tilojen välillä. Mittauksissa käytettiin etäluettavia paine-eroantureita (Iotsu L2 DP01, Sensirion SDP800, mittausalue ± 50 Pa, mittaustarkkuus ± 1 %/HK Instruments DPT250-R8-AZ-D, mittausalue ± 50 Pa, mittaustarkkuus $1\% \pm 1$ Pa) ja tulokset tallennettiin 2,5 minuutin välein LoraWAN yhteyden kautta pilvipalvelimelle (Mairi.fi). Mittausten aikana ilmanvaihtojärjestelmä oli tavanomaisissa käyttöasetuksissaan. Mittauspaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuviissa.

Painesuhteiden ohjearvot

Rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, suunnitellaan ulkoilmaan nähden alipaineiseksi. Rakennuksen ali- tai ylipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden läpi kulkevan vuotoilmavirran suuntaan ja huoneilman kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Rakennuksen alipaine ulkoilmaan nähden ei saa olla yli 30 Pa. Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta. (11) Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pa, tulee sen syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. (2)

Ympäristöministeriön asetukseen (12) perustuvan, vuonna 2019 julkaistun oppaan mukaan uusien, muiden kuin asuinrakennusten, kokonaistulo- ja poistoilmavirrat mitoitetaan yhtä suuriksi siten, ettei rakennusvaipan yli synny haitallisia paine-eroja. Ilmavirtojen lopullinen asettelu/säätö on tehtävä siten, ettei ilmanvaihto aiheuta ylipainetta rakennuksen ulkovaipan yli eikä alipaine ole haitallisen suuri (yleensä alle 5 Pa). (13)

Rakennuksen käyttäjän ulkopuolisen ilmanvaihdon tulee olla sellainen, että rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan ei aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Tämän lisäksi käyttäjän ulkopuolella ilmanvaihto ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin esimerkiksi korvausilman puutteesta syntyneen liiallisen alipaineisuuden vuoksi. (2)

Rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. (12)

Sisäilman olosuhdeseurannat

Sisäilman olosuhteita (lämpötila, hiilidioksidipitoisuus, suhteellinen kosteus) mitattiin 2 viikon mittaisin seurantamittauksin etäluettavilla ilmanlaatumittareilla (Iotsu L2 AQ08/AQ05, mittaustarkkuudet: LT $\pm 0,5$ °C, RH $\pm 2\%$, CO₂ ± 30 ppm + 3% lukemasta/Elsys ERS CO2, mittaustarkkuudet LT $\pm 0,2$ °C, RH $\pm 2\%$, CO₂ ± 50 ppm / 3% lukemasta). Tulokset tallennettiin 2,5 minuutin välein LoraWAN yhteyden kautta pilvipalvelimelle (Mairi.fi). Mittauspaikat on esitetty liitteen 2 pohjakuvissa.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on $2\ 100\ \text{mg/m}^3$ (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (1) Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on n. 400 ppm.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta voidaan pitää ihmisistä peräisin olevien epäpuhtauksien esiintymisen indikaattorina ja sen perusteella voidaan arvioida ilmanvaihdon riittävyttä tilojen käyttöön nähden. Tilanteissa, joissa ilmanvaihto on todettu tämän asetuksen mukaiseksi, mutta ilmanvaihto on riittämätön suhteessa tilojen epätaivomaiseen käyttöön, on terveyshaitan ehkäisemiseksi ensisijaisesti tehtävä muutoksia tilojen käyttötapaan. Hiilidioksidi itsessään ei aiheuta kyseisissä pitoisuuksissa terveyshaittaa. (2)

Sisäilmastoluokitus 2018 (5) mukaiset tavoitearvot sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle (suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) ovat:

- < 350 ppm; luokka S1, yksilöllinen sisäilmasto
- < 550 ppm; luokka S2, hyvä sisäilmasto
- < 800 ppm; luokka S3, tyydyttävä sisäilmasto.

Sisäilmastoluokitus 2018 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden apuna, kun tavoitteena on rakentaa entistä terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamisen lisäksi soveltuvien osien myös korjausrakentamisessa

Huoneilman lämpötilan toimenpideraja

Toimenpideraja huoneilman lämpötilalle palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa on lämmityskaudella 20–26 °C. (2)

Toimenpideraja huoneilman lämpötilalle palvelutaloissa, vanhainkodeissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämmityskauden ulkopuolella 20–30 °C. (2)

Toimenpideraja huoneilman lämpötilalle lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa on lämmityskauden ulkopuolella 20–32 °C. (2)

Sisäilmastoluokitus 2018 (5) mukaiset tavoitearvot sisäilman lämpötiloille lämmityskaudella ovat:

- 21–22 °C; luokka S1, yksilöllinen sisäilmasto
- 20–22 °C; luokka S2, hyvä sisäilmasto
- 20–23 °C; luokka S3, tyydyttävä sisäilmasto.

Huoneilman suhteellinen kosteus

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä. (1) Asetuksessa ei säädetä tarkkoja suhteellisen kosteuden rajoja, joiden välillä ilman suhteellinen kosteus (RH %) voi vaihdella. Huoneilman suhteellisen kosteuden suosituksena on aiemmin

ollut 20–60 %. Tämän lisäksi on todettu, että sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä, eikä näistä arvoista poikkeamista voida pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät. Toisaalta kylminä pakkasjaksoina huoneilman 60 % suhteellinen kosteus aiheuttaa jo suuren mikrobikasvun riskin rakenteiden sisäpintojen kylmimmissä kohdissa. (2)

Työsuojeluhallinnon suosituksen mukaan ilman suhteellinen kosteus tulisi työpaikoilla olla noin 30–50 prosenttia. (14)

Tuloilman lämpötila

Vakioilmavirtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilman lämpötilan on hyvä olla pari astetta (2 °C) huoneen tavoitelämpötilaa (21–22 °C) matalampi. Tämä mahdollistaa tuloilman laskeutumisen oleskeluvyöhykkeelle, sekoittumisen huoneilmaan ja ilman vaihtumisen koko huoneessa. (15)

Tarpeenmukaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilman lämpötilan on hyvä olla 3–4 °C huoneen tavoitelämpötilaa (21–22 °C) matalampi (ks. luku 3.3). Tällä varmistetaan, että mitoitustehon ilmavirtoja pienempikin ilmavirta sekoittuu hyvin huoneilmaan ja ilma vaihtuu muuallakin kuin katon rajassa. (15)

Teolliset mineraalikuidut

Teollisten mineraalikuitujen määrää sisäilmassa arvioitiin geeliteippinäytteiden avulla vuonna 2024 päivitetyn Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2) osan III mukaisesti. Tutkittavasta tilasta otettiin vähintään kolme näytettä. Näytteet kerättiin geeliteipeillä kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä suoraan huonepinnoilta, jotka mittausjakson alkaessa oli puhdistettu. Kuitujen lukumäärä laskettiin valomikroskoopin avulla akkreditoidussa laboratorioissa (Mitta Oy).

Teollisten mineraalikuitujen viitearvot

Teollisten mineraalikuitujen toimenpiderajana on kahden viikon pölylaskeumasta määritettynä 0,2 kuitua/cm². (1)

Teollisia mineraalikuituja ovat mm. keraamiset kuidut, eristevilla- ja lasikuidut. Keraamisia kuituja tavataan pääasiassa teollisuudessa (metalliteollisuus, energiantuotanto), joten niiden esiintyminen toimistoympäristössä on epätodennäköistä. Eristevillojen pääkäyttötarkoitus on lämmön tai äänen eristys. Kuidut ovat epäsäännöllisen muotoisia ja kokoisia. Niitä valmistetaan keräyslasista (lasivilla), kiviaineksesta (vuorivilla eli kivivilla) ja kuonasta (kuonavilla). Villatuotteet myydään levyinä, mattoina tai kouruina. Eristevillakuitujen poistumisaika elimistöstä on muutamia viikkoja tai kuukausia; ne eivät todennäköisesti aiheuta pitkäaikaisia terveysvaikutuksia. Eristevillakuidut aiheuttavat ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä, ja ne saattavat altistaa ylähengitysteiden tulehduksille. Eristevillakuiduissa sideaineena käytetty fenoliformaldehydihartsia voi herkistää ihoa ja limakalvoja. (16)

Teollisten mineraalikuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet mineraalikuituiset akustiikkalevyt huonetiloissa sekä avonaiset mineraalivillaaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot. (2)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritettiin sisäilmasta kerätyillä aktiivisilla VOC-näytteillä. VOC-näytteet kerättiin pumpun avulla Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorbentteihin. Pumpun virtausnopeus oli n. 0,2 l/min ja näytekoiko n. 9 dm³. Näytteet analysoitiin akkreditoidussa ja Ruokaviraston hyväksymässä laboratorioissa (Labroc Oy) käyttäen ISO 16000-6 -standardiin pohjautuvaa analyysimenetelmää, jossa näytteet analysoidaan kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS).

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (1)

Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketuille pitoisuuksille on esitetty taulukossa (**Taulukko 14.**).

Taulukko 13. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat yksittäisille VOC-yhdisteille

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyratti (TXIB)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Styreeni	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Työterveyslaitoksen viitearvot toimistotyyppisille työympäristöille

Työterveyslaitoksen viitearvot toimistotyyppisille työympäristöille on päivitetty maaliskuussa 2021 Työterveyslaitoksen tekemän katsauksen (17) pohjalta. Aineisto perustuu Työterveyslaitoksen vuosina 2010–2019 analysoimiin näytteisiin (toimistot $n = 3872$, koulut $n = 3583$, päiväkodit $n = 727$, terveydenhuollon tilat $n = 1607$, kaikki yhteensä $n = 9789$). Viitearvoiksi on valittu aineiston P90-pitoisuudet (**Taulukko 14.**). Taulukossa on esitetty yksittäisten yhdisteiden esiintyvyydet ko. näyteaineistossa.

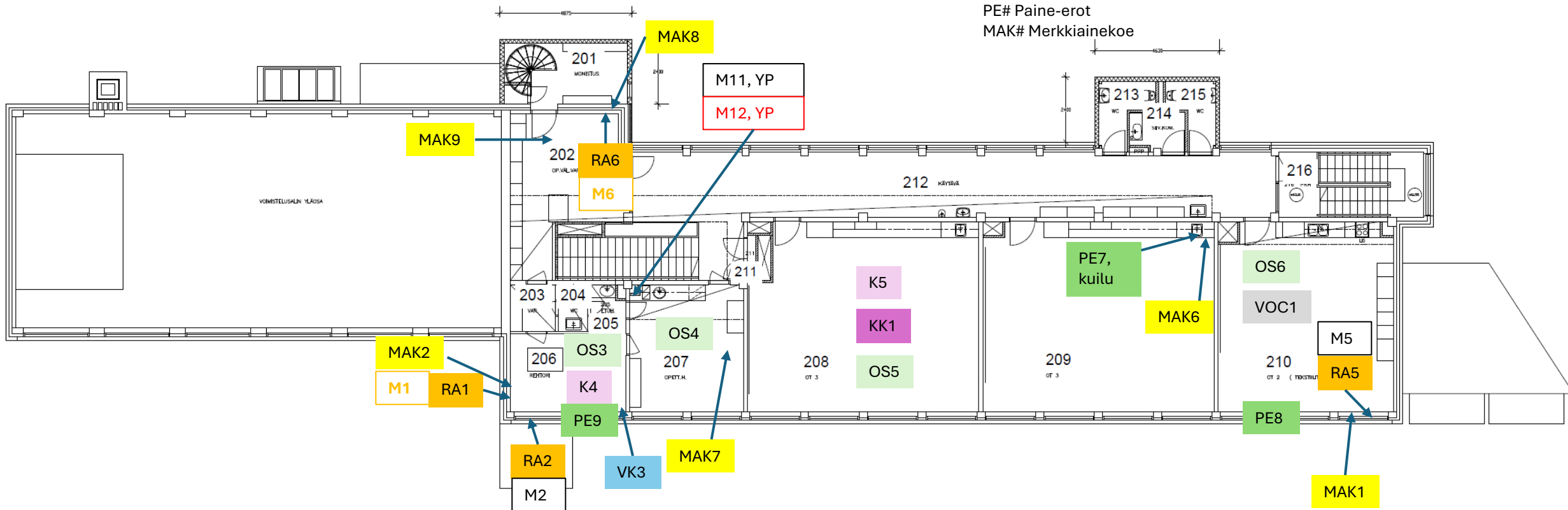
Taulukko 14. Työterveyslaitoksen viitearvot (6) ja esiintyvyys (17) toimistotyyppisten työympäristöjen sisäilman VOC-yhdisteille. Yhdisteiden pitoisuudet on C9-alkoholeja (*) lukuun ottamatta määritetty yhdisteen omalla vasteella.

Yhdiste	CAS-numero	TTL viitearvo [µg/m³]	Esiintyvyys [%]
Alifaattiset hiilivedyt			
Heptaani	142-82-5	2	15
Aromaattiset hiilivedyt			
Tolueeni	108-88-3	2	81
Bentseeni	71-43-2	1	65
Ksyleenit (m,o,p) yhteensä		4	60
Etylibentseeni	100-41-4	2	23
1,2,4-Trimetyyli-bentseeni	95-63-6	1	15
Aldehydit ja ketonit			
Bentsaldehydi	100-52-7	2	78
Nonanaali	124-19-6	4	80
Dekanaali	112-31-2	2	62
Heksanaali	66-25-3	5	56
Oktanaali	124-13-0	1	38
Pentanaali	110-62-3	2	32
Heptanaali	111-71-1	1	17
Asetofenoni	98-86-2	1	23
Alkoholit			
Butanoli	71-36-3	3	73
2-Etyyli-1-heksanoli (2EH)	104-76-7	6	64
Bentsyylialkoholi	100-51-6	7	19
2-Metyyli-1-propanoli	78-83-6	2	21
C ₉ -alkoholit		10*	
Esterit			
Texanol (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyraatti)	25265-77-4	9	23
TXIB (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti)	6846-50-0	3	23
n-Butyyliasetaatti	123-86-4	3	14
Etyylisasetaatti	141-78-6	5	14
Fenolit			
Fenoli	108-95-2	2	20
Glykolit ja glykolieetterit			
1,2-Propaanidioli	57-55-6	9	56
2-(Etoksietoksi)etanoli	111-90-0	6	21
2-Fenoksietanoli	122-99-6	2	22
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	112-34-5	7	17
2-Butoksietanoli	111-76-2	3	19
1-Metoksi-2-propanoli	107-98-2	4	14
Orgaaniset hapot			
Heksaanihappo	142-62-1	5	39
Propaanihappo	109-52-4	3	19
Pentaanihappo	109-52-4	2	12
Pii-yhdisteet			
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-3	6	72
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	3	
Terpeenit			
α-Pineeni	80-56-8	6	64
Kareeni	498-15-7	4	32
Limoneeni	138-86-3	4	25
TVOC		> 80	

Liite 2 Pohjakuvat, sijaintikartta 2. kerros

RA# Rakenneavaus
M# Mikrobinäyte
PR# Porareikä
VK# Viiltomittaus
VOC# Haihtuvat orgaaniset yhdisteet
K# Teolliset mineraalikuidut pinnoilta
KK# kanavakuidut
OS# Olosuhteet
PE# Paine-erot
MAK# Merkkiainekoe

AP alapohja
MVS maanvastainen seinä
US ulkoseinä
VP Välipohja
VS väliseinä
YP Yläpohja

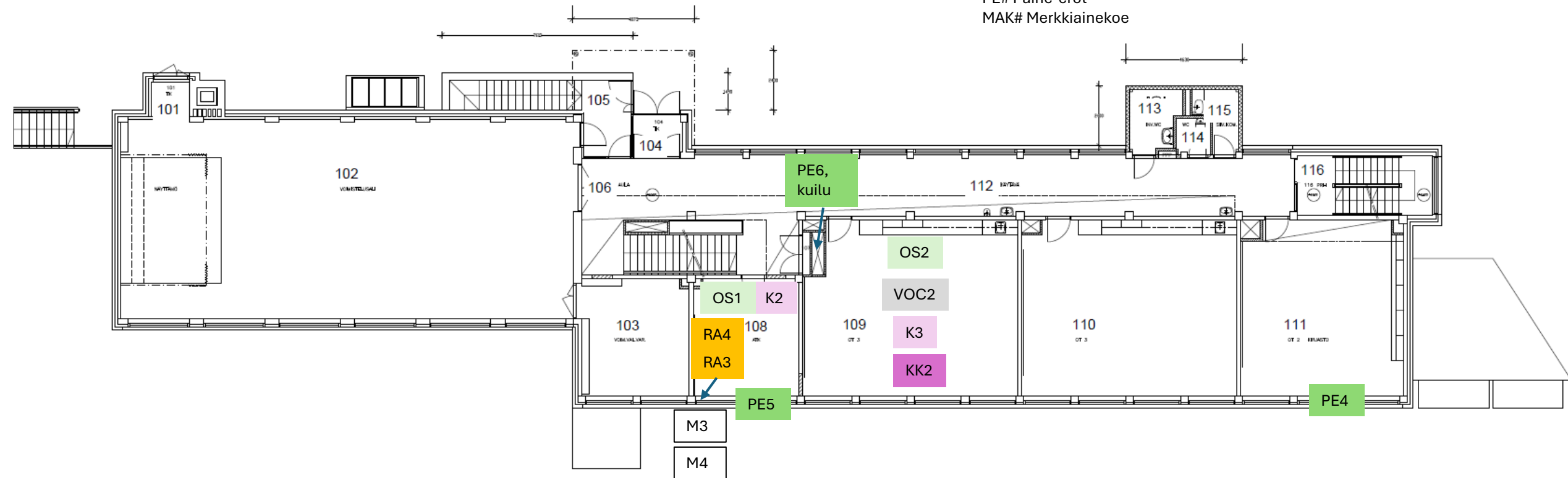


Liite 2 Pohjakuivat, sijaintikartta

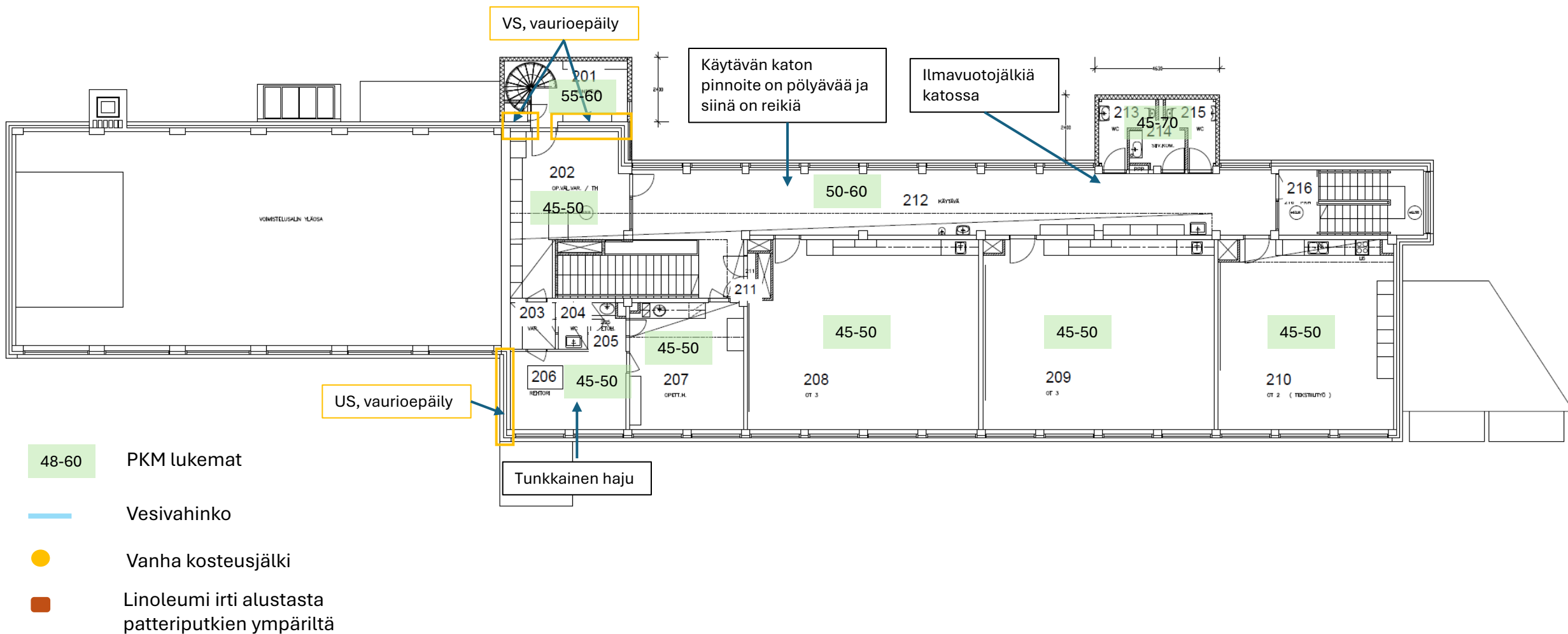
1. kerros

RA# Rakenneavaus
M# Mikrobinäyte
PR# Porareikä
VK# Viiltomittaus
VOC# Haihtuvat orgaaniset yhdisteet
K# Teolliset mineraalikuidut pinnoilta
KK# kanavakuidut
OS# Olosuhteet
PE# Paine-erot
MAK# Merkkiainekoe

AP alapohja
MVS maanvastainen seinä
US ulkoseinä
VP Välipohja
VS väliseinä
YP Yläpohja

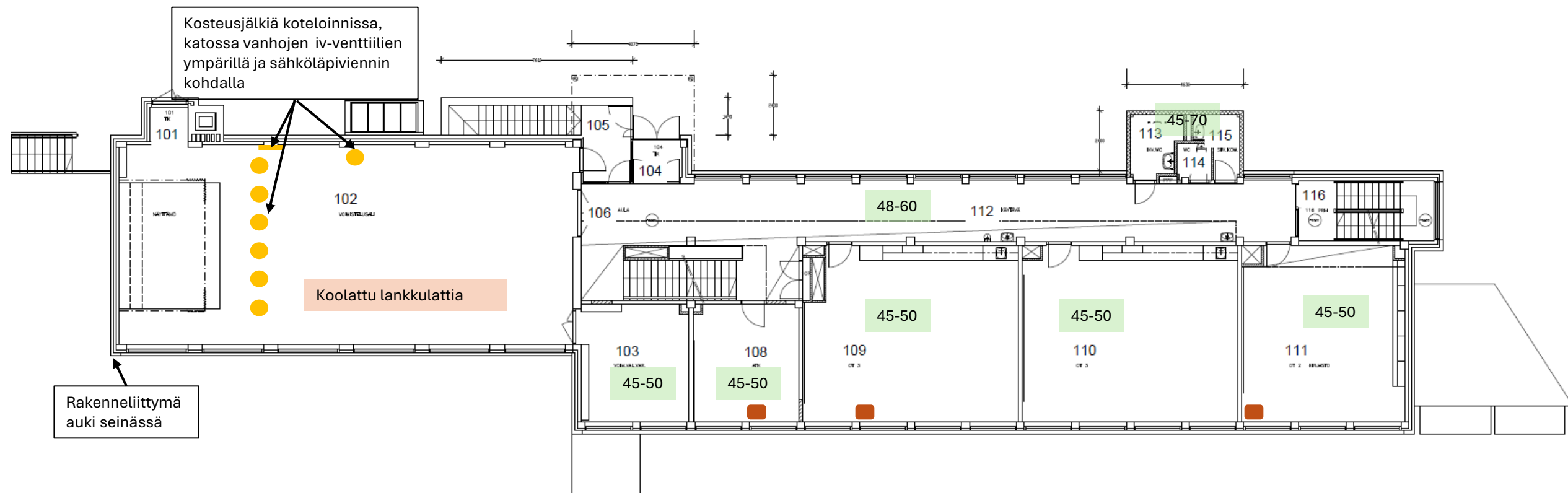


Liite 3 Havainto ja vauriokuvat 2. kerros



Liite 3 Havainto ja vauriokuvat

1. kerros



48-60 PKM lukemat

Vesivahinko

Vanha kosteusjälki

Linoleumi irti alustasta patteriputkien ympäriltä

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaja:	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	7.5.2025
Kohde:	Lahnuksen koulu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero:	8257	Vastaanottopäivä:	7.5.2025
Näytteenottaja:	Kati Kangasniemi	Viljelypäivät:	9.5.2025
Näytteenottopäivät:	7.5.2025		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	1, Mineraalivilla, RA1, 206, ulkoseinä	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	2, Mineraalivilla, RA2, 206, ulkoseinä-ikkunaliitos	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	3, Mineraalivilla, RA3, 108, ulkoseinä	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	4, Mineraalivilla, RA4, 108, ulkoseinä-ikkunaliitos	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	5, Mineraalivilla, RA5, 210, ulkoseinä ikkunan alta	homeet ja bakteerit alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	6, Mineraalivilla, RA6, 202, vanha ulkoseinä, nyk. väliseinä	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	7, Styrox, RA7, 030, maanvastainen seinä	homeet alle määrittäysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	8, Mineraalivilla, RA8, 022, koolattu puulattia	kohtalaisesti homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

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

LISÄTIEDOT

Näytteiden 1 ja 6 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhteenvedoon ja näytteen 6 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.

ANALYYSITULOKSET

Näyte': 1, Mineraalivilla, RA1, 206, ulkoseinä

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	++	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus ochraceus (lr)	+(4)	+(1)	*aktinomykeetit	+(1)
*Aspergillus versicolores (lr)	+(4)			
*Aspergillus; Eurotium (lr)		+(3)		

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen tulokset M2- ja DG18-alustoilla voivat olla + (< 30 pmy/alusta).

Näyte': 2, Mineraalivilla, RA2, 206, ulkoseinä-ikkunaliitos

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

Näyte': 3, Mineraalivilla, RA3, 108, ulkoseinä

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

Näyte': 4, Mineraalivilla, RA4, 108, ulkoseinä-ikkunaliitos

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
*Engyodontium (sr)	+(2)		*aktinomykeetit	<mr
Geotrichum sp.	+			
Cladosporium sp.		+		

Näyte': 5, Mineraalivilla, RA5, 210, ulkoseinä ikkunan alta

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

Näyte': 6, Mineraalivilla, RA6, 202, vanha ulkoseinä, nyk. väliseinä

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

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

Näyte': 7, Styrox, RA7, 030, maanvastainen seinä

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte': 8, Mineraalivilla, RA8, 022, koolattu puulattia

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	++	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus ochraceus (Ir)		+(1)	*aktinomykeetit	<mr
*Aspergillus versicolores (Ir)		+(1)		

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 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.

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. +358 50 325 0612

marja.hanninen@labroc.fi

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 mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi 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 28 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-oppaan (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 asumisterveyystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

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

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaja':	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	13.5.2025
Kohde':	Lahnuksen koulu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinumero':	8257	Vastaanottopäivä:	13.5.2025
Näytteenottaja':	Kati Kangasniemi	Viljelypäivät:	15.5.2025
Näytteenottopäivät':	13.5.2025		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	9, Korkki, Tila 014, pilarin takaa	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa

LISÄTIEDOT

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.

ANALYYSITULOKSET

Näyte': 9, Korkki, Tila 014, pilarin takaa

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

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 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.

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. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi

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 mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi 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 28 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-oppaan (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 asumisterveyystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

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

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaja':	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	14.5.2025
Kohde':	Lahnuksen koulu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinumero':	8257	Vastaanottopäivä:	14.5.2025
Näytteenottaja':	Kati Kangasniemi	Viljelypäivät:	15.5.2025
Näytteenottopäivät':	14.5.2025		

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
	10, Mineraalivilla, 044, Maanvastainenseinä	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	11, Mineraalivilla, Yläpohja	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	12, Kevytsora, Yläpohjan eriste yläpohjalaattaa vasten	vähän homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

LISÄTIEDOT

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.

ANALYYSITULOKSET

Näyte': 10, Mineraalivilla, 044, Maanvastainenseinä

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

Näyte': 11, Mineraalivilla, Yläpohja

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Alternaria sp.	+		muut bakteerit	+(YK)
steriilit	+		*aktinomykeetit	+(5)
Penicillium sp.		+		
Cladosporium sp.		+		
hiivat		+		

Näyte': 12, Kevytsora, Yläpohjan eriste yläpohjalaattaa vasten

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Cladosporium sp.	+	+	*aktinomykeetit	+++ (T)
*Chaetomium (sr)	+(4)			
*Alternaria;Ulocladium (sr)	+(1)			

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 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.

sr = sukuryhmä

lr= lajiryhmä

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

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Marja Hänninen

tutkija, mikrobiologi

p. +358 50 325 0612

marja.hanninen@labroc.fi

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 mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi 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 28 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-oppaan (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 asumisterveyystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

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

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaja':	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	15.5.2025
Kohde':	Lahnuksen koulu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinumero':	8257	Vastaanottopäivä:	15.5.2025
Näytteenottaja':	Kati Kangasniemi	Viljelypäivät:	16.5.2025
Näytteenottopäivät':	15.5.2025		

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
	13, Korkki, Tila 036 sokkeli	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	14, Mineraalivilla, Tila 036 ulkoseinä	vähän homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykeettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa

LISÄTIEDOT

Tulokset on raportoitu 7 vrk:n tarkastelun jälkeen. Näytteessä on todettu selvä aktinomykeettikasvu 7 vrk kohdalla tehtyjen pesäkelaskentojen perusteella, joten bakteerialustojen toista lukua (14 vrk) ei tarvita.

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.

ANALYYSITULOKSET

Näyte': 13, Korkki, Tila 036 sokkeli

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
*Aspergillus versicolores (lr)	+++ (T)	+++ (T)	*aktinomykeetit	+++ (T)
Cladosporium sp.		+		
*Tritirachium sp.		+(1)		

Näyte': 14, Mineraalivilla, Tila 036 ulkoseinä

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+
Cladosporium sp.		+	*aktinomykeetit	+++ (T)
*Aspergillus restricti (lr)		+(8)		

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 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.

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. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi

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 mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi 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 28 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-oppaan (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 sienirihmastoa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään kahta indikaattorimikrobia ja vähintään 3 pesäkettä/alusta kutakin (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - suoramikroskopoinnissa kasvustoa osoittava määrä sienirihmastoa 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 asumisterveyystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

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

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN MÄÄRÄ LASKEUMAPÖLYSSÄ

TUTKIMUSRAPORTTI MK 10402 | 16.05.2025

TILAUKSEN TIEDOT

Tilaaaja	Kohde	
Sirate Group Oy	Lahnuksen koulu	
	Näytteenottaja	Näytteenottopäivämäärä
	Ville Holmberg	22.4.2025
Jakelu	Tilauspäivämäärä	Näytetoimituspäivämäärä
ville.holmberg@sirategroup.fi	02.05.2025	02.05.2025

MITTAUSTULOKSET

Mittaukset on suoritettu 8. - 16.5.2025. Näytetunnus, näytteenottopaikka ja laskeuma-aika ovat asiakkaan toimittamaa tietoa.

Näytetunnus	Näytteenottopaikka	Laskeuma-aika	Kuitupitoisuus [kuitua/cm ²]	Huomio
K1.1	Tila 010	14 vrk	< 0.1	
K1.2	Tila 010	14 vrk	< 0.1	
K1.3	Tila 010	14 vrk	< 0.1	
K2.1	Tila 108	14 vrk	< 0.1	
K2.2	Tila 108	14 vrk	< 0.1	
K2.3	Tila 108	14 vrk	< 0.1	
K3.1	Tila 109	14 vrk	0.29	
K3.2	Tila 109	14 vrk	< 0.1	
K3.3	Tila 109	14 vrk	0.14	
K4.1	Tila 206	14 vrk	0.21	Vaihteluväli 0,16-0,26 kuitua/cm ² .
K4.2	Tila 206	14 vrk	0.14	
K4.3	Tila 206	14 vrk	< 0.1	
K5.1	Tila 208	14 vrk	< 0.1	
K5.2	Tila 208	14 vrk	< 0.1	
K5.3	Tila 208	14 vrk	0.29	

MUUTA

Menetelmän kuvaus
Pinnoilta geeliteipeille otetut näytteet analysoitiin Mitta Oy:n betoni- ja haitta-ainelaboratoriossa (Ostomiehentie 13, 90420 Oulu). Laboratoriossa näytteistä on analysoitu polarisaatiomikroskoopilla teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on yli 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Kuidut on analysoitu teipin koko pinta-alalta (14 cm ²) vähintään 100 x suurennoksella. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tuloksista

Analyysin alin ilmoitettava pitoisuus (määritysraja) on 0,1 kuitua/cm². Tuloksella < 0,1 kuitua/cm² tarkoitetaan määritysrajan alittavaa tulosta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Raportin osittainen kopiointi ilman lupaa on kielletty.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Osa III, Asumisterveysasetus § 14-19) teollisten mineraalikuitujen toimenpiderajaksi on määritetty kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm². Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan näytemäärä riippuu huonetilan pinta-alasta ja suositeltavaa on ottaa vähintään kolme näytettä samasta tilasta. **Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa ilmoitetun viitearvon 0,2 kuitua/cm² ylittävät pitoisuudet laskeumanäytteille on lihavoitu.** Laboratorion kuitulaskennan mittaausepävarmuus on 23 %. Ilmoitamme tuloksen vaihteluvälin tarvittaessa.

Työterveyslaitos on antanut toimistotyyppisten työpaikkojen tuloilmakanavan teollisten mineraalikuitujen pitoisuudelle viitearvon 10-30 kuitua/cm². (Tuomi, T., Wallenius, K., Mahiout, S., Rautiala, S. & Lappalainen, S. (2020) Teolliset mineraalikuidut toimistotyyppisissä työtiloissa: Esiintyminen, altistumisen arviointi, terveysvaikutukset ja päästöjen hallinta. Työterveyslaitos, Helsinki. 59 s.)

TUTKIJA

Piia Manninen
Tutkija
+358406217124
piia.manninen@mitta.fi

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ			
Tilaaaja':	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	30.4.2025
Kohde':	Lahnuksen koulu	Toimitettu laboratorioon:	30.4.2025
Projektinnumero':	8257	Laboratorio:	Kuopio
Menetelmät: Geeliteipille kerätystä laskeumapölystä laskettiin valo-/polarisaatiomikroskooppia käyttäen teolliset mineraalikuidut, 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. 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 hiukkasjakauman 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': Kati Kangasniemi			
Näyte'	Näytteenottopaikka'	Näytteen kertymäaika'	Kuitua/ cm ² *
1	Kuitunäyte iv-kanavasta huone 010	-	8,71
2	Kuitunäyte iv-kanavasta huone 109	-	3,00
3	Kuitunäyte iv-kanavasta huone 208	-	1,07

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

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Henri Poddikin
tutkija
p. +358 44 776 0475
henri.poddikin@labroc.fi

VOC-ANALYYSI ILMANÄYTTEESTÄ			
Tilaaja':	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	2.5.2025
Kohde':	Lahnuksen koulu	Laboratorio:	Kuopio
Projektinumero':	8257	Vastaanottopäivä:	2.5.2025
Näytteenottaja':	Kati Kangasniemi	Analysointipäivät:	7.5.2025
Näytteenottopäivät':	30.4.2025		

TULOSTEN TULKINTA

Asunnoissa ja muissa oleskelutiloissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja tolueenivasteella laskettuna on 400 µg/m³ ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m³ (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 545/2015). Lisäksi neljälle sisäilmaongelmiin liittyvälle yksittäiselle yhdisteelle on säädetty erilliset toimenpiderajat. Omalla vasteella lasketut toimenpiderajat ovat TXIB:lle 16 µg/m³ ja 2-etyyli-1-heksanolille 15 µg/m³. Tolueenivasteella lasketut toimenpiderajat ovat styreenille 40 µg/m³ ja naftaleenille 10 µg/m³.

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

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa tulostaulukossa TVOC toimenpiderajan ylittymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

Ei toimenpiderajan ylityksiä
Toimenpideraja ylittyy

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä. Yhteenvetotaulukko on muodostettu vertaamalla tuloksia asumisterveysasetuksen toimenpiderajoihin. Mikäli näytteessä havaitut pitoisuudet ylittävät jonkun toimenpiderajan mittausepävarmuus huomioiden, se mainitaan alla olevan taulukon lisätieto-kentässä. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös kohteen teknisistä havainnoista.

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Lisätietoja
	1, Luokka 210	Ei toimenpiderajan ylityksiä	
	2, Luokka 109	Ei toimenpiderajan ylityksiä	
	3, Terveystenhoitaja	Ei toimenpiderajan ylityksiä	

ANALYYSITULOKSET

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tulokset on ilmoitettu tolueenivasteella laskettuna. Mikäli tunnistetun yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa. Laboratoriossamme analysoitujen VOC-ilmanäytteiden tolueeniekvivalenttina lasketuista pitoisuuksista muodostettujen tunnuslukujen avulla voi arvioida asettuuko oman näytteen pitoisuudet mille tasolle muiden meillä analysoitujen näytteiden joukossa. Arvoja ei voi käyttää raja-, toimenpideraja- tai viiteraja-arvoina. Tunnusluvut löytyvät osoitteesta <https://labroc.fi/voc-ilmanaytteiden-tunnuslukuja/>. Yhdisteiden CAS-numeroita on saatavilla laboratoriosta, tai osoitteesta <https://labroc.fi/wp-content/uploads/2021/04/CAS-numerot-1.pdf>.

Näyte	1	2	3						
Näytteenottoaika (min)	61	60	60						
Näytetilavuus (l)	8,1	8,1	8,1						
Ryhmä ja yhdiste	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
TVOC	47	65	28						
ALIFAATTISET HIILIVEDYT									
Alifaattisia hiilivetyjä ⁴⁾	6	11							
Heksaani	10	9							
Metyyliisiklopentaani	11	10							
Nonaani			2						
Oktaani			1						
AROMAATTISET HIILIVEDYT									
Tolueeni			1						
Tolueeni ⁴⁾			1						
TERPEENIT									
alfa-Pineeni	2		1						
ALDEHYDIT									
Dekanaali		2	3						
Nonanaali	1	3	3						
PIIYHDISTEET									
Dekametyyliisiklopentasilok-saar		10							

³⁾ Tulos laskettu yhdisteen omalla vasteella

⁴⁾ Näytteestä löytyneiden tunnistamattomien alifaattisten ja/tai alisyklisten hiilivetyjen summapitoisuus.

ANALYYSIT

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

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja TXIB:n (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti) pitoisuus on laskettu puhtaan vertailuaineen avulla.

Tutkimusraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuihin näytetietoihin. '-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot.

MÄÄRITYSRAJA

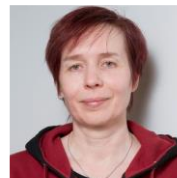
Yksittäisen yhdisteen määritysraja on 5 litran näytteelle keskimäärin $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. TVOC-pitoisuudelle määritysraja on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 27 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat (suluissa tolueeniekvivalenttituloksen mittausepävarmuus): Tolueeni 19% (20%), Styreeni 23% (37%), 2-Etyyli-1-heksanoli 33% (95%), Naftaleeni 30% (45%) ja TXIB 41% (40%). Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.



Päivi Niskanen
tutkija, laboratorioanalytikko
p. +358 44 744 0668
paivi.niskanen@labroc.fi



Arja Asikainen
tutkija, FT
p. +358 44 776 0471
arja.asikainen@labroc.fi

VIITTEET

ISO 16000-6, 2021, Indoor air - Part 6: Determination of organic compounds (VOC, SVOC) in indoor and test chamber air by active sampling on sorbent tubes, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS FID.

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

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

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

ASBESTIANALYYSI			
Tilaaaja:	Sirate Group Oy		Tilauspäivä: 27.5.2025
Kohde:	Lahnuksen koulu		Toimitettu laboratorioon: 28.5.2025
Projektinnumero:	8257		Laboratorio: Helsinki, Konala
Menetelmät: Asbestianalyysi on akkreditoitu menetelmä. Analyysi suoritetaan tilaajan toimittamista näytteistä soveltaen standardia ISO22262-1:2012 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia sekä polarisaatiomikroskooppia ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäiselektronimikroskooppia (SEM/EDS). Taulukossa asbestin esiintyminen on havainnollistettu tummennuksella: tummennus tarkoittaa, että kyseinen näyte sisältää asbestia. Asbestin laatu on ilmoitettu tulos -sarakeessa. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF -muodossa ilman suojausta. Laboratorion lisäämät näytetiedot kursivilla. Tämä on testauslaboratorion analyysiraportti, eikä se vastaa VNa (789/2015) tarkoitettua asbestikartoitusta.			
Näytteenottaja: Kati Kangasniemi			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Menetelmä VM/EM*	Tulos
1	Käytävä 044, MVS, tasoite	EM	Ei sisällä asbestia.
2	Varasto 015, väliseinä, pikisively	EM	Ei sisällä asbestia.

*VM = optinen analyysi, EM = elektronimikroskooppi



Jonna Hautamäki
tutkija, geologi, LuK
p. +358 44 338 7397
jonna.hautamaki@labroc.fi

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

PAH-ANALYYSI																		
Tilaja:											Tilauspäivä: 27.5.2025							
Kohde:											Toimitettu laboratorioon: 28.5.2025							
Projektinnumero: 8257											Laboratorio: Tampere							
Menetelmät:																		
Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä. PAH-analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287:2006. Materiaalinäytteeseen lisättiin sisäinen standardi ja sitä uutettiin toluenilla ultraäänihäuteessa. Uutos suodatettiin teflon-suodattimen läpi, jonka jälkeen se analysoitiin kaasukromatografialaitteistolla johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori. Näytteestä analysoitiin 16 kpl yleisimpiä PAH-yhdisteitä. Menetelmän yhdistekohtainen määrittäysraja on 1 mg/kg. Tulokset on ilmoitettu mg/kg tuorepainoa. Menetelmän mittauspövarmuus on keskimäärin 30 % (95 % luottamusväliillä). Mittauspövarmuutta ei ole huomioitu tulosten tulkinnassa. Mittauspövarmuuslaskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittauspövarmuutta. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulosten raportointi OmaLabroc-järjestelmässä. Sähköpostilla toimitettavat tulokset PDF-muodossa ilman suojausta.																		
Näytteenottaja: Kati Kangasniemi											[mg/kg]							
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Naftaleeni	Asenaftaleeni	Asenafteni	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.*
3	Varasto 015, väliseinä, pikisively	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,6	1,2	1,1	<1	<1	<1	<1	<1	3,5	<16
4	Sosiaalitala 014, väliseinä, korkki	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<16

* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu. (Ratu-kortti 82-0381)

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



Matias Häyrynen
tutkija, laboratorioanalyttikko
p. +358 44 779 9301
matias.hayrynen@labroc.fi



Jussi Rinne
tutkija, laborantti
p. +358 40 778 7857
jussi.rinne@labroc.fi