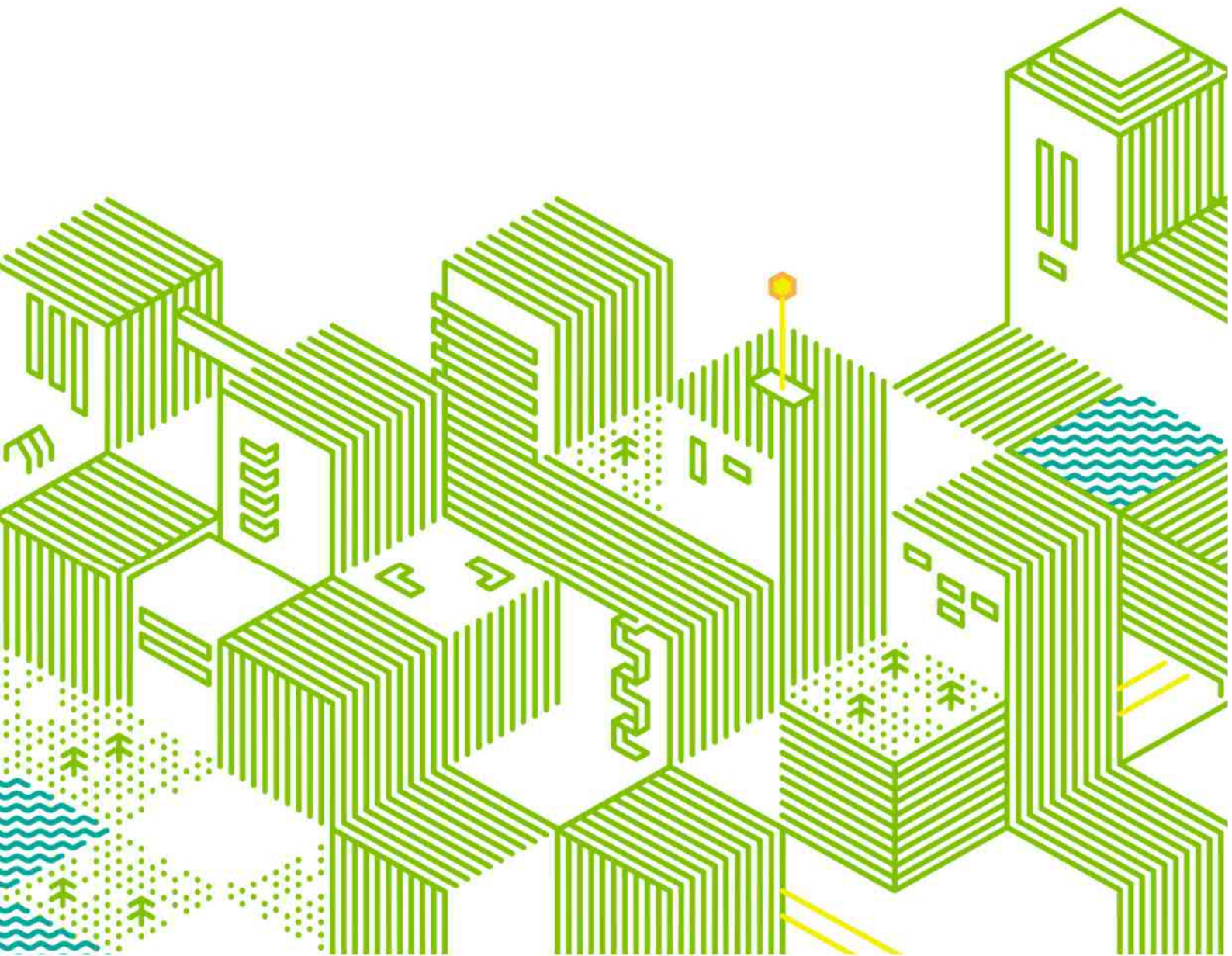


Rakenne-, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Päiväys	11.10.2021
Projekti	Kuntotutkimus
Tilaaja	Espoon kaupunki
Kohde	Laakakiven päiväkoti Suotorpantie 9 02130 Espoo



Sisältö

1	Tiivistelmä.....	3
2	Yhteystiedot.....	5
2.1	Kohde	5
2.2	Tilaaja	5
2.3	Kuntotutkijat	5
3	Tutkimuksen perustiedot	6
3.1	Toimeksiannon tausta ja tavoitteet	6
3.2	Lähtötiedot	6
3.3	Kohteen yleistietoja	6
3.3.1	Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset.....	7
4	Yleistä tutkimuksesta	7
4.1	Tutkimuksen suoritus	7
4.2	Käytetyt tutkimusvälineet	8
5	Alapohjat	8
5.1	Rakennetyypit	8
5.2	Rakenteesta tehty havainnot	11
5.2.1	Aistinvaraiset havainnot	11
5.2.2	Rakenneavauksissa tehty havainnot.....	14
5.3	Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset	16
5.3.1	Kosteuskartoitus.....	16
5.3.2	Rakennekosteusmittaus.....	16
5.3.3	Rakenteiden ja materiaalien VOC-tutkimukset	16
5.3.1	Merkkiainekokeet.....	17
5.4	Johtopäätökset	22
5.5	Toimenpide-ehdotukset	22
5.5.1	Korjausvaihtoehto, siirtävä korjaus	22
6	Ulkoseinät ja julkisivut	24
6.1	Rakennetyypit	24
6.2	Rakenteesta tehty havainnot	26
6.2.1	Aistinvaraiset havainnot	26
6.2.2	Rakenneavauksissa tehty havainnot.....	32
6.3	Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset	40
6.3.1	Mikrobialaalyysit	40
6.3.2	Merkkiainekokeet.....	42
6.4	Johtopäätökset	44
6.5	Toimenpide-ehdotukset	45
6.5.1	Lisä- ja jatkotutkimustarpeet	45
6.5.2	Korjausvaihtoehto A, tiivistyskorjaus.....	45
6.5.3	Korjausvaihtoehto B, kevyt tiivistyskorjaus	46
6.5.4	Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet	46
7	Väliseinät	47

7.1	Rakennetyypit.....	47
7.2	Rakenteesta tehtyt havainnot	48
7.2.1	Rakenneavauksissa tehtyt havainnot.....	48
7.3	Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset.....	48
7.3.1	Mikrobialaalyysit.....	48
7.4	Johtopäätökset	49
7.5	Toimenpide-ehdotukset.....	49
7.5.1	Liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet	49
8	Yläpohja ja vesikattorakenteet.....	49
8.1	Rakennetyypit.....	49
8.2	Rakenteesta tehtyt havainnot	52
8.2.1	Aistinvaraiset havainnot	52
8.2.2	Rakenneavauksissa tehtyt havainnot.....	59
8.3	Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset.....	61
8.3.1	Mikrobialaalyysit.....	61
8.4	Johtopäätökset	62
8.5	Toimenpide-ehdotukset.....	62
8.5.1	Lisä- ja jatkotutkimustarpeet	62
8.5.2	Huoltotoimenpiteet.....	63
8.5.3	Korjausvaihtoehto, siirtävä korjaus	63
9	Koonti jatkotoimenpiteistä.....	63
9.1	Lisä- ja jatkotutkimustarpeet.....	63
9.2	Huoltotoimenpiteet	63
9.3	Ensisijaiset korjaustoimenpiteet.....	64
9.4	Vaihtoehtoiset korjaustoimenpiteet.....	65
10	Liitteet	66

1 Tiivistelmä

Tutkittava rakennuksena oli vuonna 1993 valmistunut päiväkotirakennus Espoon Pohjois-Tapiolan kaupunginosassa. Lähtötiedoissa esitetyn käyttäjäpalautteen mukaan tiloissa on koettu sisäilmaan liitettyjä ylähengitystieinfektioita ja ajoittain viemärin hajua. Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää kohteen rakenteiden kuntoon, turvallisuuteen ja terveellisyteen sekä korjausmenetelmiin vaikuttavia tekijöitä kohteessa toteutettavia teknisiä korjauksia silmällä pitäen.

Alapohjarakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyteen tai turvallisuuteen liittyvät korjaustarpeet liittyivät lattian pintamateriaalien (linoleum, muovimatto) viitearvot ylittäviin VOC-yhdistepitoisuuksiin ja maanvaraisissa alapohjarakenteissa havaittuihin epätiiveyksiin, minkä seurauksena voi sisäilmaan kulkeutua tavanomaista enemmän epäpuhtauksia kuten VOC-yhdisteitä sekä mikrobeja, niiden osasia tai aineenvaihduntatuotteita. Vanhemmissa pintamateriaaleissa havaittujen korkeiden VOC-yhdistepitoisuuksien arvioidaan olevan todennäköisesti seurausta materiaalin vaurioitumisesta alapohjarakenteessa olevan kosteuden ja betonin alkalisuuden seurauksena. Tiivistyskorjausten yhteydessä uusitun linoleumin tutkimuksissa mitattu korkea VOC-yhdistepitoisuus voi sen sijaan olla seurausta uudemman materiaalin tavanomaista korkeammista päästöistä, jotka kuitenkin pienenevät ajan kuluessa. Muut alapohjarakenteissa havaitut virheet ja puutteet liittyivät ryömintätilaisen alapohjan täyttökerrosten hienojakoisuuteen ja kapilaarisiin ominaisuuksiin, ryömintätilan tuuletuksen puutteelliseen toteutukseen sekä märkätiloissa vedeneristeenä käytetyssä muovimatossa havaittuihin epätiiveyksiin. Havaituilla virheillä ja puutteilla ei toistaiseksi vielä ole merkittävää vaikutusta esimerkiksi rakennuksen terveydellisiin olosuhteisiin. Mikäli mahdollista, on havaittuja virheitä ja puutteita kuitenkin suositeltavaa korjata kohteessa suoritettavien vauriokorjausten yhteydessä.

Ulkoseinä- ja julkisivurakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyteen tai turvallisuuteen liittyvät korjaustarpeet liittyivät erityisesti seinärakenteiden alaosissa mikrobianalyysillä havaittuihin mikrobivaurioihin ja ulkoseinärakenteissa havaittuihin epätiiveyksiin, jotka mahdollistavat mikrobien, niiden osien ja aineenvaihduntatuotteiden pääsyn sisäilmaan ilmanvaihdon ollessa alipaineinen (10 Pa) suhteessa ulkoilmaan. Mikrobivaurioiden arvioidaan olevan pääosin seurausta rakennuksen ulkoseinärakenteiden alaosiin kulkeutuneista sade- ja sulamisvesistä. Tutkimusten perusteella arvioidaan mikrobivaurioita muodostuneen ensisijaisesti ulkoseiniin, joiden viereisinä pintarakenteina on sade- ja sulamisvesiä hyvin läpäisevä kasvukerros, ja joiden alareunan etäisyys ympäröivästä maanpinnasta ei ole ollut riittävä. Vesileikkihuoneen (103) ulkoseinärakenteessa havaittujen mikrobien arvioidaan sen sijaan olevan todennäköisimmin seurausta rakenteen lämpö- ja kosteusteknisessä toteutuksessa havaitusta virheestä ja vesileikkihuoneen käytöstä syntyvästä sisäpuolisesta kosteusrasituksesta. Muut ulkoseinä- ja julkisivurakenteissa havaitut virheet ja puutteet liittyivät julkisivun tuuletuksen toteutukseen ja ikkunoiden vesipellitysten asennuksessa havaittuihin puutteisiin, jotka voivat tietyissä olosuhteissa lisätä ikkunoihin ja ikkunaa ympäröiviin seinärakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta.

Väliseinärakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyyteen tai turvallisuuteen liittyvät virheet ja puutteet liittyivät erityisesti väliseinä- ja alapohjarakenteen liittymässä havaittuihin epätiiveyksiin, jotka mahdollistavat maaperässä olevien mikrobien, niiden osien ja aineenvaihduntatuotteiden pääsyn sisäilmaan ilmanvaihdon ollessa alipaineinen suhteessa ulkoilmaan. Rakenneavauksen perusteella sijaitsee väliseinän alaohjauspuu lisäksi ympäröivän lattiapinnan alapuolella, mikä lisää kosteus- ja mikrobivaurion riskiä väliseinän alaohjauspuussa. Rakenneavauksen yhteydessä alaohjauspuusta otetussa materiaalinäytteessä ei kuitenkaan havaittu toimenpiderajat ylittäviä määriä mikrobeja. Maanvaraisissa alapohjarakenteissa havaittuihin epätiiveyksien korjaamiseksi on väliseinärakenteille kuitenkin suositeltavaa suorittaa korjaustoimenpiteitä.

Yläpohjassa ja vesikattorakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyyteen tai turvallisuuteen liittyvät korjaustarpeet liittyivät erityisesti vesikatteen ja yläpohjaan läpi tapahtuneiden vuotojen korjauksiin. Puutteellisten lähtötietojen ja havaintojen perusteella on mahdollista, että osa korjauksista on sisältänyt ainoastaan vesikattorakenteiden tiivistyksiä tai paikallisia korjauksia eikä esimerkiksi kastuneiden yläpohjaeristeiden ja sisäverhouslevyjen vaihtamista. Tarkasteluiden perusteella arvioidaan vesikattovuotojen olevan todennäköisimmin seurausta aluskatteessa olevien epäjatkuvuuskohtien ja aluskatteen epätiividiiden läpivientien kautta yläpohjaan kulkeutuneesta sade- tai sulamisvedestä. Sade- ja sulamisvedet ovat voineet päästä rakenteeseen esimerkiksi harjakoteloiden tuuletusrakojen, kattolyhtyjen liittymärakenteiden (rintataiteet, räystäät ja ikkunaliittymät) tai katteessa olevien epätiividiiden läpivientien (hormit) kautta. Muut yläpohja- ja vesikattorakenteissa havaitut virheet ja puutteet liittyivät esimerkiksi vesikatolle rajoittuvien ulkoseinien ja yläpohjan liittymärakenteen suunnitelmasta poikkeavaan toteutukseen, minkä seurauksena on yläpohjan tuuletus paikoin osin estynyt. Havaitulla virheellä ei tutkimuksen perusteella kuitenkaan toistaiseksi ole ollut merkittävää vaikutusta rakennuksen terveydellisiin olosuhteisiin.

2 Yhteystiedot

2.1 Kohde

Laakakiven päiväkot
Suotorpantie 9
02140 Espoo

2.2 Tilaaja

Jari Hyötyläinen
Tilapalvelut-liikelaitos
PL 6200 (Tekniikantie 15)
02070 Espoon kaupunki

2.3 Kuntotutkijat

Sitowise Oy
Linnoitustie 6
02600 Espoo
puh 020 747 6000

Jussi Erkkilä, ins. AMK, rakennusterveysasiantuntija C-23650-26-17
puh 044 427 9354
email jussi.erkkila@sitowise.com

Joona Vauhkonen, ins. AMK, rakennusterveysasiantuntija C-25014-26-19
puh 040 833 0271
email joona.vauhkonen@sitowise.com

Topias Konttinen, avustava kuntotutkija, rakenteiden kosteuden mittaaja C-24512-24-18
puh 044 587 4043
email topias.konttinen@sitowise.com

3 Tutkimuksen perustiedot

3.1 Toimeksiannon tausta ja tavoitteet

Tarjouspyynnön (Espoon kaupunki, Tarjouspyyntö 4026/2018, 18.05.2021) mukaisesti tutkimukset tehdään tulevia teknisiä korjauksia varten. Tutkimuksilla selvitetään kohteen rakenteiden kuntoon, turvallisuuteen ja terveellisyyteen sekä korjausmenetelmiin vaikuttavat tekijät.

Tutkimusten yhteydessä suoritettiin myös asbesti- ja haitta-ainekartoitus, mistä on laadittu erillinen kartoitusraportti.

3.2 Lähtötiedot

Toimeksiantoa varten konsultilla oli käytössä seuraavat sähköiset dokumentit, jotka olivat jo tarjouspyynnön liitteenä:

- Lupapiirustukset.zip
- RAKpiirustukset.zip
- Kuntoarvio_3169.pdf
- Katsastusmuistio, 3169 Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo, 30.7.2018.pdf
- Merkkiainekokeita.pdf

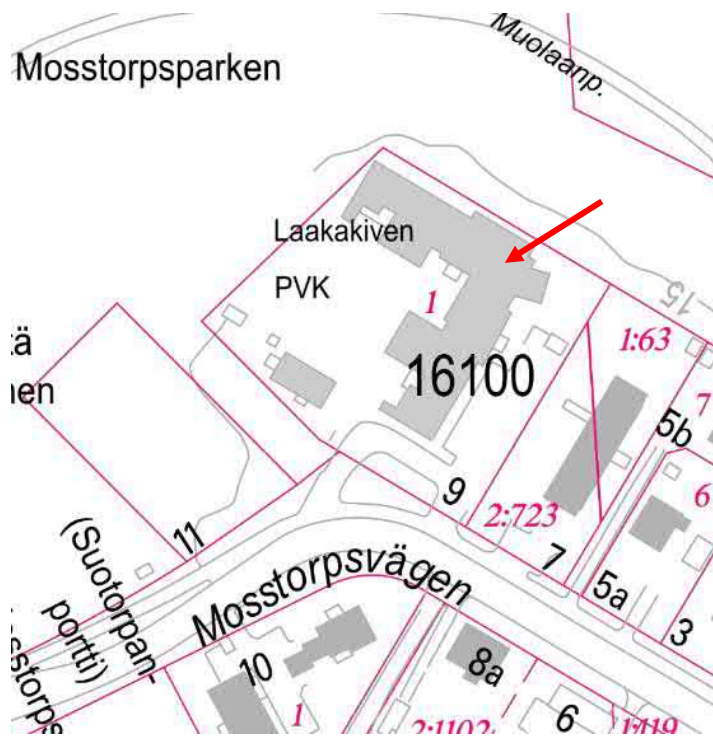
Tutkimusten yhteydessä käytössä oli lisäksi seuraava dokumentti:

- Työvaihepöytäkirja, Hanke 3169, Työnumero T180002072, 19.5.2021
- Mikrobitutkimusraportti, Delete Finland Oy, 21.3.2019
- Laakakiven päiväkodin sisäilmakorjaukset, Työmaakokous 3, Espoon Tilapalvelut, 19.3.2019

3.3 Kohteen yleistietoja

Tutkittava rakennus (VTJ-PRT: 102483003A) on vuonna 1993 valmistunut päiväkotirakennus Espoon Pohjois-Tapiolan kaupunginosassa. Rakennuksen kantavat rakenteet ovat puurakenteisia. Rakennuksen julkisivut ovat lauta- ja levyverhoiltuja. Alapohjat ovat paikoin maanvaraisia ja paikoin ryömintätilaisia betonirakenteita. Vesikatot ovat pääosin tyypiltään pulpetti- tai harjakattoja, jossa katemateriaalina on rivisaumakate. Paikoin katemateriaalina on käytetty kumibitumikermiä. Yläpohjarakenteet ovat lappeen suuntaisia. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Käyttötarkoitus:	Lasten päiväkodit
Kerrosala:	956 m ²
Kerrosluku:	1
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- ja poistojärjestelmä



Kuva 3.1. Laakakiven päiväkodin sijainti asemapiirroksessa.

3.3.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

- Alapohja- ja ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaus 2018–2019
- Kuntoarvio + PTS (Espoon kaupunki) 2019
- Merkkiainetutkimus, Tilat 101/113 ja 134/135 (Raksystems Insinööritoimisto Oy) 2019
- Rakenne- ja ilmanvaihtotekninen katsastus (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy) 2018
 - Katsastuksesta laaditussa raportissa esitetyn käyttäjäpalautteen mukaan tiloissa on koettu sisäilmaan liitettyjä ylähengitystieinfektioita ja ajoittain viemärin hajua.
- Peruskorjaus 2005

4 Yleistä tutkimuksesta

4.1 Tutkimuksen suoritus

Ensimmäisen vaiheen tutkimukset kohteessa suoritettiin ajalla 6.-9.7.2021, jolloin kohteessa suoritettiin myös sisäpuolisia muutostöitä (mm. kalusteasennuksia). Lisäksi 31.8.2021 suoritettiin kohteessa ulkoseinärakenteiden lisätutkimuksia sekä asbesti- ja haitta-ainekartoitus.

Tutkimuksen sisältö pääkohdittain:

- Alapohjarakenteiden ja alustilan kuntotutkimus
 - Alapohjarakenteiden ja alustatilan aistinvarainen kartoitus
 - Alapohjarakenteiden rakennetutkimukset rakenneporauksin
 - Lattiarakenteiden pintakosteuskartoitus ja rakennekosteusmittaus
 - VOC-näytteenotto lattian pintamateriaalista
 - Alapohjarakenteiden tiiveystarkastelu merkkiainekokeilla

- Ulkoseinä- ja julkisivurakenteiden kuntotutkimus
 - Ulkoseinä- ja julkisivurakenteiden sekä ikkunoiden ja ulko-ovien aistinvarainen kartoitus
 - Ulkoseinärakenteiden sisä- ja ulkopuolelta käsin tehtävät rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto mikrobialalyysiä varten
 - Ulkoseinärakenteiden tiiveystarkastelu merkkiainekokeilla
- Yläpohja- ja vesikattorakenteiden kuntotutkimus
 - Yläpohja- ja vesikattorakenteiden aistinvarainen kartoitus
 - Yläpohjarakenteiden rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto mikrobialalyysiä varten
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus

4.2 Käytetyt tutkimusvälineet

- Pintakosteusilmaisimet: Gann B 55 BL, teleskooppi + lukulaite BL UNI11
- Rakennekosteusmittaus: Vaisala HM40-näyttölaite sekä HM42- ja HMP40S-mittapäät
- Merkkiaineilmaisimet: Kimo DF 110
- Alipaineistuslaitteisto: Retrotec 5101 Classic + DM32 Digital Gauge
- Tarkastuskamera (endoskooppi): Laserliner

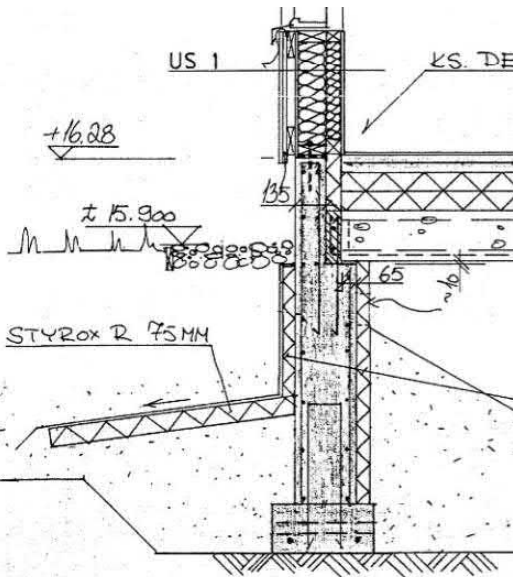
5 Alapohjat

5.1 Rakennetyypit

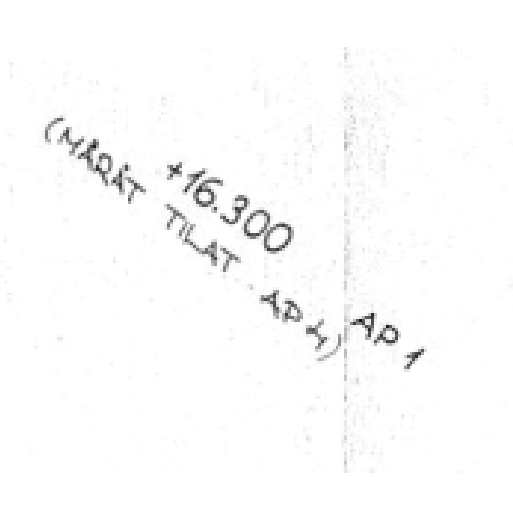
Käytössä olevien suunnitelma-asiakirjojen perusteella rakennuksessa on alapohjarakenteita ainakin seitsemän (7) eri rakennetyyppiä (AP1–AP7), joista alapohjarakenteet AP3 ja AP6 ovat varastojen ja katosten alapohjarakenteita, joita ei sisällytetty tutkimuksiin.

Maanvarainen alapohjarakenne (AP1), rakennetarkasteluilla todennettu rakenne, rakenteet ylhäältä päin lueteltuna		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
3/2	linoleum (vanha/uusi)	
≤ 1	tasoite	
80	teräsbetoni-laatta	
–	sitkeä suojapaperi	
100/150	polystyreenilevy (EPS)	
–	alustäyttö (hiekkä)	
Rakennetarkastelu suoritettiin rakennekosteusmittauksen yhteydessä alapohjarakenteen läpi porattujen mittareikien (Ø 16 mm) kautta tarkastuskameralla. Suunnitelma-asiakirjoissa on alapohjan reuna-alueille (ulkoseinälinja) esitetty asennettavaksi sisäaluetta paksu lämmöneristyskerros.		

Ryömintätilainen alapohjarakenne (AP2), rakennetarkasteluilla todennettu rakenne, rakenteet ylhäältä päin lueteltuna

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
3/2	linoleum (vanha/uusi)	
≤ 1	tasoite	
80	teräsbetonilaatta	
–	sitkeä suojapaperi	
150	polystyreenilevy (EPS)	
200	ontelolaatta	
ka. 600	ryömintätila	
–	alustäyttö (hieno hiekka/siltti)	
Rakennetarkastelu suoritettiin rakennekosteusmittauksen yhteydessä ontelolaatan yläpintaan porattujen mittareikien (Ø 16 mm) kautta tarkastuskameralla. Ontelolaattaa, ryömintätilaa ja alustäyttöä tarkasteltiin alapohjassa olevan tarkastusluukun kautta.		

Maanvarainen alapohjarakenne, märkätilat (AP4), rakennetarkasteluilla todennettu rakenne, rakenteet ylhäältä päin lueteltuna

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
2	muovimatto	
110	teräsbetonilaatta	
–	sitkeä suojapaperi	
100	polystyreenilevy (EPS)	
–	alustäyttö (hiekka)	

Rakennetarkastelu suoritettiin rakennekosteusmittauksen yhteydessä alapohjarakenteen läpi porattujen mittareikien (Ø 16 mm) kautta tarkastuskameralla. Rakennepiirustuksessa (RAK-1) on taulukossa esitetty rakennetyyppi esitetty tunnuksella AP4.

5.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

5.2.1 Aistinvaraiset havainnot



5.1. Yleiskuva kuivien tilojen linoleum-päällysteistä. Tiivistyskorjausten yhteydessä on tiivistettyjen alapohjaliittymien läheisyydessä ollut vanha linoleumi uusittu noin 0,3 metri etäisyydelle alapohjaliittymästä.



5.2. Yleiskuva märkätilojen lattian pintamateriaalina ja vedeneristeenä käytetystä muovimastosta. Vesileikkihuoneessa (109) ja tuulikaapeissa on, muista märkätiloista poiketen, lattian pintamateriaalina käytetty keraamista laattaa.



5.3. Märkätilojen muovimaton tarkastuksissa havaittiin tilojen 102, 104, 105, 124, 154 ja 155 muovimattojen saumoissa paikoin epätiiveyttä.



5.4. Muovimaton liitos pesualtaiden viemäriputkeen toteutettu ohjeiden mukaisella ylösnostolla. Muovimaton ja viemärin juuren tiivistys joustavalla massalla oli kuitenkin jäänyt tekemättä. Pesuhuoneissa 154 ja 155 havaittiin lattiassa epätiiviyttä vesijohtojen läpivientejä.



5.5. Märkätilojen muovimattoja ei ole liitetty ovikynnykseen rakennusohjeiden mukaisesti.



5.6. Pesuhuoneiden 154 ja 155 ovet ovat kynnyksettä. Pesuhuoneen puolella ei silmämääräisten tarkastusten perusteella havaittu rakennusohjeiden mukaista loivaa luiskaa.¹



5.7. Ryömintätilan huolto-/tarkastusluukkuna on käytetty kevyttä neliökantta, joka ei ole kääntöissä. Luukku sijaitsi varastossa (117).



5.8. Yleiskuva ryömintätilasta. Silmämääräisen tarkastelun perusteella on perusmaa hyvin hienojakoista hiekkaa tai silttiä, jonka pinnalla oli paikoin silmin havaittavaa mikrobikasvua. Ryömintätilan vapaa korkeus on pääosin yli 0,6 m.

¹ RT-ohjekortin 84-11166 "Märkätilojen rakenteet" mukaisesti liikkumis- ja toimimisesteiden kulun helpottamiseksi kynnyksen sijasta voidaan tehdä pesuhuoneen puolelle loiva luiska (kuva 12 d).



5.9. Ryömintätilassa olevat viemärit ovat olivat kannakoitu paikoin vanneteräksillä kannakoiduilla tukiarinalla ja paikoin pelkillä vanneteräksillä. Toteutettu kannakointi (mm. kannakointitapa ja -välit) ei kuitenkaan ole nykyisten rakennusohjeiden mukaisia.



5.10. Pistokoeluonteisesti tehtyjen tarkastusten perusteella on viemäriputkien ontelolaatan läpiviennit tiivistetty betonivalulla. Valustopparina käytetyt mineraalivillalevyt olivat monin paikoin jääneet poistamatta.



5.11. Ryömintätilassa oli huomattavasti rakennusjätettä (mm. EPS-eristettä, mineraalivillaa, kipsilevyä, pahvipakkauksia), joista osa on orgaanista tai sisältää orgaanisia materiaaleja.



5.12. Ryömintätilan tuuletus ulkoilmaan on järjestetty sokkeliin tehtyjen tuuletusreikien (6 kpl, Ø 150 mm) kautta. Tuuletusreikiin oli asennettu säleiköt. Tuuletusreiät sijaitsivat ainoastaan rakennuksen pohjoiseen rajoittuvalla sokkelilinjalla.

5.2.2 Rakenneavauksissa tehtyt havainnot



5.13. Ryhmähuoneessa (113) ryömintätilaista alapohjarakennetta (AP2) tarkasteltiin kosteusmittauksen (KO.04-AP) yhteydessä ontelolaa-
tan yläpintaan poratun porareiän kautta.



5.14. Porareiästä ja pintamateriaalista irrote-
tun palan perusteella on tiivistyskorjausten yh-
teydessä uusitun linoleumin alla selkeä tasoite-
kerros.



5.15. Pukuhuoneessa (144) alapohjarakennetta (AP1) tarkasteltiin kosteusmittauksen (KO.02-
AP) yhteydessä alapohjarakenteen läpi poratun
porareiän kautta. Tarkastelukohdassa oli ala-
pohjaeristeen paksuus arviolta 150 mm (mah-
dollinen reuna-alueen eristys).



5.16. Porareiästä ja pintamateriaalista irrote-
tun palan perusteella on mahdollista, että alku-
peräinen linoleum on asennettu suoraan teräs-
betonilaatan päälle ilman tasoitekerrosta.



5.16. Käytävällä (121) alapohjarakennetta (AP1) tarkasteltiin kosteusmittauksen (KO.08-AP) yhteydessä alapohjarakenteen läpi poratun porareiän kautta. Tarkastelukohdassa oli alapohjaeristeen paksuus arviolta 100 mm.



5.17. Porareiästä ja pintamateriaalista irrote-
tun palan perusteella on linoleumin alla toden-
näköisesti ohut tasoitekerros.



5.18. Pienryhmähuoneessa (136) alapohjara-
kennetta (AP1) tarkasteltiin kosteusmittauksen
(KO.10-AP) yhteydessä alapohjarakenteen läpi
poratun porareiän kautta. Tarkastelukohdassa
oli alapohjaeristeen paksuus arviolta 100 mm.



5.19. Porareiästä ja pintamateriaalista irrote-
tun palan perusteella on mahdollista, että alku-
peräinen linoleum on asennettu suoraan teräs-
betonilaatan päälle ilman tasoitekerrosta.



5.20. WC-tilassa (111) alapohjarakennetta (AP4) tarkasteltiin kosteusmittauksen (KO.04-AP) yhteydessä alapohjarakenteen läpi poratun porareian kautta. Tarkastelukohdassa oli alapohjaeristeen paksuus arviolta 100 mm. Muovimatto on mahdollisesti asennettu suoraan teräsbetonilaatan päälle ilman tasoitekerrosta.



5.21. Liikuntasalissa (130) alapohjarakennetta (AP7) tarkasteltiin kosteusmittauksen (KO.03-AP) yhteydessä alapohjarakenteen läpi poratun porareian kautta. Tarkastelukohdassa (reuna-alue) oli alapohjaeristeen paksuus arviolta 100 mm. Linoleum on mahdollisesti asennettu suoraan teräsbetonilaatan päälle ilman tasoitekerrosta

5.3 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

5.3.1 Kosteuskartoitus

Kosteuskartoitus käsitti alapohjarakenteiden pintakosteuden kartoittamisen koko rakennuksen alueella. Kohonneita pintakosteuden mittausarvoja havaittiin ainoastaan keittiössä. Kosteuskartoituksessa havaitut poikkeavien pintakosteuden mittausarvojen alueet ovat esitetty tutkimuskartassa (Liite 2).

5.3.2 Rakennekosteusmittaus

Rakennekosteusmittaus käsitti alapohjarakenteiden rakennekosteusmittaukset pintakosteuskartoituksessa saatujen tulosten tarkemmaksi tarkastelemiseksi. Rakennekosteusmittaukset suoritettiin viiltomittauksina muovimaton alle sekä porareikämittauksina kahteen eri syvyyteen (A ja 0,4xA). Mittauspisteet on esitetty tutkimuskartassa (Liite 2). Alapohjan rakennekosteusmittausten tulokset on esitetty liitteenä olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa (Liite 5). Rakennekosteusmittaukset suoritettiin ajalla 6.–9.7.2021.

Rakennekosteusmittauksissa ei alapohjarakenteissa havaittu kosteuspitoisuuksia, jotka ylittäisivät käytetyille pintamateriaaleille määritettyjä kriittisiä kosteuspitoisuuksia.

5.3.3 Rakenteiden ja materiaalien VOC-tutkimukset

Alapohjarakenteen päällysteistä otettiin 4 kpl materiaalinäytteitä (n. 100 mm*100 mm), joista analysoitiin päällystemateriaalista vapautuvia VOC-yhdisteitä. Materiaalinäytteet BULK.01-AP, BULK.03-AP ja BULK.04-AP otettiin kohdista, joissa rakennekosteusmittauksissa havaittiin kohonneita kosteuspitoisuuksia. Materiaalinäyte BULK.02-AP otettiin kohdasta, jossa porareikä- ja viiltomittauksissa ei havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia (referenssinäyte).

Näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa tutkimuskartassa (Liite 2). Materiaalinäytteiden analyysivastaukset ovat raportin liitteenä (Liite 4). Lattiamateriaalin VOC-näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Alapohjan lattiapäällysteiden VOC-näytteiden tulokset.

Tunnus	Sijainti	Materiaali	2-Etyyli-1-heksanoli [µg/m ³ g]	Propani- happo [µg/m ³ g]	TVOC [µg/m ³ g]	Tuloksen tul- kinta
BULK.01-AP	WC 111	muovi- matto	530	–	440	viitearvo ylit- tyy
BULK.02-AP (referenssi)	RYHMÄH. 113	linoleum, uusi	–	210	550	viitearvo ylit- tyy
BULK.03-AP	ETEINEN 126	linoleum, vanha	1	22	210	viitearvo ei ylity
BULK.04-AP	RYHMÄH. 160	linoleum, vanha	–	150	440	viitearvo ylit- tyy

Tutkimuksissa havaittiin muovimatossa (BULK.01-AP) viitearvot ylittäviä pitoisuuksia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (TVOC) ja 2-Etyyli-1-heksanolia.² Linoleumin osalta havaittiin viitearvot ylittäviä propaanihapon pitoisuuksia materiaalinäytteissä BULK.02-AP ja BULK.04-AP (referenssinäyte).³

5.3.1 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteiden tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainekokeilla. Merkkiainekokeet suoritettiin soveltaen ohjetta RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokeissa. Merkkiainekasuna käytettiin typpi-vety-seosta (N₂ 95%, H₂ 5%). Kaasu syötettiin alapohjarakenteeseen poratun reiän kautta, ja sen kulkeutuminen rakenteessa (lämmöneristetilassa) havainnoitiin kaasudetektorilla. Tiivistyskorjattujen rakenteiden merkkiainekokeet suoritettiin alipaineistamalla (-10 Pa) tarkasteltava tila suhteessa ulkoilmaan/ryömintätilaan. Tiivistyskorjaamattomien rakenteiden tarkastelu suoritettiin tilojen normaaleissa käyttöolosuhteissa ja tarvittaessa alipaineistamalla (-10 Pa) tarkasteltava tila suhteessa ulkoilmaan/ryömintätilaan.

Merkkiainekokeet suoritettiin 7.–9.7.2021. Kokeiden suoritusalueet ja rakenteisiin syötetyn kaasun määrät ovat esitetty raportin liitteenä olevassa tutkimuskartassa (Liite 2).

² Muovimaton osalta on PVC:n pehmittimeksi arvioitu DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti), joka on perinteisesti ollut käytetyin PVC:n pehmitin vanhemmissa muovimatoissa. Kyseiselle materiaalille on Työterveyslaitoksen (TTL) määrittämä viitearvo 2-Etyyli-1-heksanolille 70 µg/m³g. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) viitearvo on 200 µg/m³g.

³ Linoleumin osalta on Työterveyslaitoksen (TTL) määrittämä viitearvo propaanihapolle 100 µg/m³g. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) viitearvo on 650 µg/m³g.

ME.01-AP (ryhmähuone 160)

Lähtötietojen ja rakenteita rikkomattomien havaintojen perusteella on alapohjan ja ulkoseinän välinen liittymä tiivistyskorjattu. Merkkiainekaasu syötettiin alapohjarakenteen alustäyttöön lähelle ulkoseinälinjaa. Tarkastelun suorittamiseksi alipaineistettiin ryhmähuone noin 10 Pascalia suhteessa ulkoilmaan.

Merkkiainekokeen havainnot:

- Säännöllisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja ulkoseinän liittymästä sekä pistorasioista sisäilmaan.
- Yksittäinen ilmanvuotoreitti alapohjan ja väliseinän liittymästä sisäilmaan.



5.21. Yleiskuva tarkastellusta huonetilasta (ryhmähuone 160).



5.22. Yleiskuva tarkastellusta huonetilasta (ryhmähuone 160).



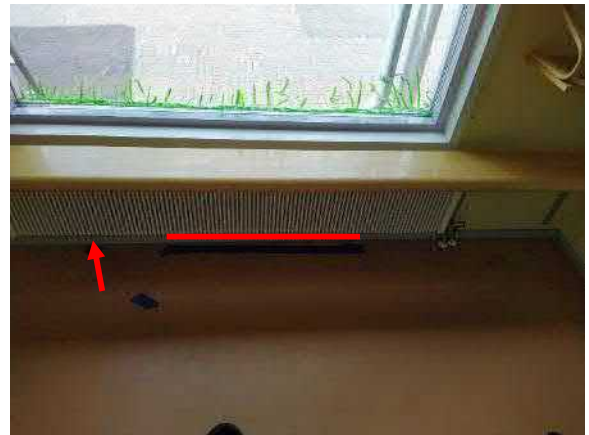
5.23. Yksittäinen ilmanvuotoreitti alapohjan ja väliseinän liittymästä sisäilmaan (punainen nuoli).



5.24. Säännöllisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja ulkoseinän liittymästä sekä pistorasioista sisäilmaan (punainen nuoli ja viiva).



5.25. Säännöllisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja ulkoseinän liittymästä sekä pistorasioista sisäilmaan (punainen nuoli ja viiva).



5.26. Säännöllisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja ulkoseinän liittymästä sisäilmaan (punainen nuoli ja viiva).

ME.02-AP (liikuntasali 130)

Rakenteita rikkomattomien havaintojen perusteella ei liikuntasalin 130 alapohjarakenteita ole tiivistyskorjattu. Tarkastelun suorittamiseksi syötettiin merkkiainekaasu alapohjarakenteen alustäyttyön lähelle ulkoseinälinjaa. Tarkasteltu suoritettiin kaksi vaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa alipaineistettiin liikuntasali noin 10 Pascalia suhteessa ulkoilmaan. Toisessa vaiheessa suoritettiin tarkastelu tarkasteluhetken käyttöolosuhteissa ilman alipaineistusta.

Merkkiainekokeen havainnot (1. vaihe, -10 Pa):

- Säännöllisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja lasijulkisivun liittymästä sisäilmaan.



5.27. Yleiskuva tarkastellusta huonetilasta (liikuntasali 130).



5.28. Säännöllisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja lasijulkisivun liittymästä sisäilmaan (sininen viiva).

Merkkiainekokeen havainnot (2. vaihe, -3 Pa):

- Yksittäinen ilmanvuotoreitti alapohjan ja lasijulkisivun liittymästä sisäilmaan.



5.29. Yksittäinen ilmanvuotoreitti alapohjan ja lasijulkisivun liittymästä sisäilmaan (sininen viiva).



5.30. Rakenneavauksen kohdalla havaittiin ilmanvuotoa höyrynsulkumuovin ja kipsilevyn välistä.

ME.03-AP (ryhmähuone 118)

Lähtötietojen ja rakenteita rikkomattomien havaintojen perusteella on alapohjan ja ulkoseinän välinen liittymä tiivistyskorjattu. Tarkasteltu suoritettiin kaksi vaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa syötettiin merkkiainekaasu ryömintätilaan (100 litraa) ja toisessa vaiheessa alapohjarakenteen eristekerrokseen lähelle ulko- ja väliseinälinjoja. Molemmissa vaiheissa oli ryhmähuone alipaineistettu noin 10 Pascalia suhteessa ryömintätilaan.

Merkkiainekokeen havainnot (1. vaihe, ryömintätila):

- Ilmanvuotoa alapohjarakenteesta olevasta huolto-/tarkastusluukusta sisäilmaan.



5.31. Ilmanvuotoa alapohjarakenteesta olevasta huolto-/tarkastusluukusta sisäilmaan.

Merkkiainekokeen havainnot (2. vaihe, eristetila):

- Yksittäisiä ilmanvuotoreittejä alapohjan ulkoseinäliittymistä ja ulkoseinän pistorasiasta sisäilmaan.
- Yksittäisiä ilmanvuotoreittejä alapohjan väliseinäliittymistä sisäilmaan.



5.32. Yksittäisiä ilmanvuotoreittejä alapohjan väliseinäliittymistä sisäilmaan (punainen nuoli).



5.33. Yksittäinen ilmanvuotoreitti alapohjan ulkoseinäliittymistä sisäilmaan (punainen nuoli).



5.34. Yksittäisiä ilmanvuotoreittejä alapohjan ulkoseinä- ja väliseinäliittymistä sekä ulkoseinän pistorasiasta sisäilmaan (punainen nuoli).

5.4 Johtopäätökset

Tutkimusten perusteella vastaa toteutetut alapohjarakenteet pääosin suunnitelma-asiakirjoissa esitetyjä rakenteita. Huomattavia poikkeavuuksia suunnitelma-asiakirjoihin havaittiin mm. siirtymäläaatan (AP7) rakennekerrosten paksuuskien osalta.

Alapohjarakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyteen tai turvallisuuteen liittyvät korjaustarpeet liittyivät lattian pintamateriaalien (linoleum, muovimatto) viitearvot ylittäviin VOC-yhdistepitoisuuksiin ja maanvaraisissa alapohjarakenteissa havaittuihin epätiiveyksiin, minkä seurauksena voi sisäilmaan kulkeutua tavanomaista enemmän epäpuhtauksia kuten VOC-yhdisteitä sekä mikrobeja, niiden osasia tai aineenvaihduntatuotteita. Tutkimusten perusteella arvioidaan lattian pintamateriaaleina käytettyjen alkuperäisen linoleumin ja muovimaton tekninen käyttöikä ylittyneeksi.

Pintamateriaaleiden korkeiden VOC-yhdistepitoisuuksien aiheuttajan, sekä mahdollisen vauriolajuuden ja sisäilmahaitan tarkempi selvittäminen edellyttäisi lisätutkimusten suorittamista. Alapohjarakenteille tehtyjen rakennetarkasteluiden ja kosteusmittausten perusteella arvioidaan vanhemmissa pintamateriaaleissa havaittujen korkeiden VOC-yhdistepitoisuuksien olevan todennäköisesti seurausta materiaaliin vaurioitumisesta. Vaurioituminen voi olla seurausta esimerkiksi alapohjarakenteessa olevan kosteuden ja betonin alkalisuuden aiheuttamasta kemiallisesta hajoamisesta. Havaintojen perusteella on todennäköistä, että lattian pintamateriaalit on asennettu monin paikoin suoraan betonilaatan päälle, mikä nykytiedon mukaan mahdollistaa pintamateriaalin ja sen kiinnityksessä käytettyjen liimojen kemiallisen hajoamisen materiaaleille määritettyä kriittistä kosteuspitoisuutta alhaisemmissa kosteuspitoisuuksissa. Kohteessa tehdyn tiivistyskorjausten yhteydessä uusitun linoleumin tutkimuksissa mitattu korkea VOC-yhdistepitoisuus voi sen sijaan olla seurausta uudemman materiaalin tavanomaista korkeammista päästöistä, jotka kuitenkin pienevät ajan kuluessa.

Muut alapohjarakenteissa havaitut virheet ja puutteet liittyivät ryömintätilaisen alapohjan täyttökerrosten hienojakoisuuteen ja kapilaarisiin ominaisuuksiin, ryömintätilan tuuletuksen puutteelliseen toteutukseen sekä märkätiloissa vedeneristeenä käytetyssä muovimatossa havaittuihin epätiiveyksiin. Havaituilla virheillä ja puutteilla ei toistaiseksi vielä ole merkittävää vaikutusta rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimivuuteen tai esimerkiksi rakennuksen terveellisyteen. Havaittuja virheitä ja puutteita on kuitenkin suositeltavaa korjata kohteessa suoritettavien vauriokorjausten yhteydessä.

5.5 Toimenpide-ehdotukset

5.5.1 Korjausvaihtoehto, siirtävä korjaus

Aikaisemmin kohteessa suoritettuihin korjaustoimenpiteisiin ja kohteessa koettuihin sisäilmaongelmiin perustuen suositellaan alapohjarakenteiden ensisijaisina toimenpiteinä alapohjarakenteiden tiivistyskorjausta. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on estää maaperässä muodostuvien epäpuhtauksien kulkeutuminen huoneilmaan ja uusia kosteusvaurioituneet lattiapinnat.

Alapohjarakenteille esitetyt toimenpiteet edellyttävät, että rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset salaojitukset toimivat nykytilannetta vastaavasti koko alapohjarakenteiden korjauksella tavoiteltavan teknisen käyttöikänsä.

Maanvaraisen alapohjarakenteen (AP1, AP4 ja AP7) tiivistyskorjaus pääkohdittain:

- Lattian pintamateriaalien purkaminen ja alustan käsittely mekaanisesti.
- Alapohjan liittymärakenteiden (väli- ja ulkoseinäliittymät) ja läpivientien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
 - Ulko- ja väliseinäliittymien vaihtoehtoisia tiivistystapoja on käsitelty tarkemmin kyseistä rakennusosaa käsittelevässä luvussa.
- Lattian tasoitus sekä uusien pintamateriaalien ja mahdollisen erillisen vedeneristyksen asennus.

Ryömintätilaisten alapohjarakenteiden (AP2 ja AP5) tiivistyskorjaus pääkohdittain:

- Lattian pintamateriaalien purkaminen ja alustan käsittely mekaanisesti.
- Alapohjan ulkoseinäliittymien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
 - Ulkoseinäliittymän vaihtoehtoisia tiivistystapoja on käsitelty tarkemmin kyseistä rakennusosaa käsittelevässä luvussa.
- Lattian tasoitus sekä uusien pintamateriaalien ja mahdollisen erillisen vedeneristyksen asennus.
- Alapohjassa olevan tarkastusluukun vaihtaminen kaasutiiviiseen kansistoon.
- Ryömintätilan koneellinen tuuletus ja alipaineistaminen suhteessa yläpuolisiin huonetiloihin.
 - Toimenpiteiden yhteydessä suositellaan sokkeliin/perusmuuriin lisättäväksi tuuletusaukkoja/-putkia siten, että ryömintätilaan ei jää umpinaisia tai tuulettumattomia tiloja.

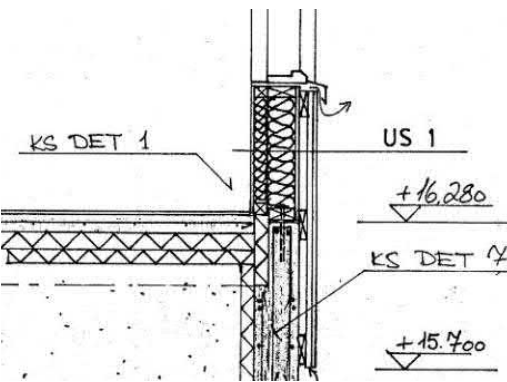
Ryömintätilan lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan parantamiseksi, sekä ryömintätilaan muodostuvien epäpuhtauksien vähentämiseksi suositellaan lisäksi ryömintätilassa olevan perusmaan korvaamista lämpöä paremmin eristävällä kapilaarikerroksella (esimerkiksi kevytsora). Perusmaata suositellaan poistettavaksi siten, että ryömintätilan korkeutta saadaan kasvatettua niiltä osin, joissa ryömintätilan vapaa korkeus on alle ohjearvon (0,8 m).

Vesi- ja viemärilaitteiden osalta suositellaan ryömintätilassa olevien viemäriputkien kannakointien ja mahdollisten puutteellisten kallistusten korjaamista.

6 Ulkoseinät ja julkisivut

6.1 Rakennetyypit

Käytössä olevien suunnitelma-asiakirjojen perusteella rakennuksessa on ulkoseinärakenteita ainakin viittä (5) eri rakennetyypiä (US1–US5). Ulkoseinärakenne (US4) on varaston lämmöneristämätön seinärakenne, jota ei sisällytetty rakennetutkimuksiin.

Lautaverhoiltu ulkoseinärakenne (US1), rakenneavauksilla todennettu rakenne, rakenteet sisältäpäin lueteltuna		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
13	kipsilevy	
45	vaakakoolaus (45x45, k600), välissä mineraalivilla	
–	rakennusmuovi	
125	runkotolppa (125x45, k600), välissä mineraalivilla	
9	kipsilevy	
25	vaakakoolaus (25x100)	
25+25	peiterimalaudoitus (25x150+25x45)	
Tutkimusten yhteydessä tehtiin ulkoseinärakenteeseen yksitoista rakenneavausta (RA.01...04-US, RA.07-, RA.09-, RA.14...18-US). Rakenneavaukset RA.04-, RA.07- ja RA.09-US ja tehtiin rakennuksen sisäpuolelta käsin ja ulotettiin tuulensuojalevyn sisäpintaan saakka. Rakenneavaukset RA.01...03-US ja RA.14...18-US tehtiin rakennuksen ulkopuolelta käsin ja ulotettiin rakennusmuovin ulkopintaan saakka.		

6.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

6.2.1 Aistinvaraiset havainnot



6.1. Yleiskuva etelään rajoittuvista julkisivuista (pysäköintialue). Tarkastuksissa havaittiin etelään rajoittuvalla lautaverhoilulla julkisivulla suhteellisesti eniten julkisivuverhouksen ja ikkunoiden maalipinnan hilseilyä.



6.2. Yleiskuva itään rajoittuvasta lautaverhoilusta julkisivusta (pysäköintialue).⁴ Tarkastuksissa havaittiin julkisivulla ainoastaan vähäistä julkisivuverhouksen ja ikkunoiden maalipinnan hilseilyä.



6.3. Yleiskuva liikuntasalin A130 itään rajoittuvasta levyverhoillusta julkisivusta ja siinä olevasta lasijulkisivujärjestelmästä (takapiha). Suunnitelma-asiakirjoista poiketen on lasijulkisivujärjestelmän runkorakenteet puuta.



6.4. Yleiskuva pohjoiseen rajoittuvasta lautaverhoillusta julkisivusta (takapiha). Tarkastuksissa havaittiin julkisivulla selvää ikkunoiden maalipinnan (pintamaali) hilseilyä.

⁴ Rakenne- ja ilmanvaihdetekninen katsastuksesta laaditun raportin (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018) perusteella on rakennuksen itäjulkisivulla ollut aikaisemmin istutusalue, jonka kasvillisuus on kasvanut katsastushetkellä paikoin kiinni julkisivussa.



6.5. Yleiskuva länteen rajoittuvasta lautaverhoillusta julkisivusta (takapiha). Tarkastuksissa havaittiin julkisivulla selvää ikkunoiden maalipinnan (pintamaali) hilseilyä.



6.6. Yleiskuva etelään rajoittuvista julkisivuista (sisäpiha). Tarkastuksissa havaittiin julkisivuilla ainoastaan vähäistä julkisivuverhouksen ja ikkunoiden maalipinnan hilseilyä.



6.7. Yleiskuva länteen rajoittuvasta lautaverhoillusta julkisivusta (sisäpiha). Tarkastuksissa havaittiin julkisivulla ainoastaan vähäistä julkisivuverhouksen ja ikkunoiden maalipinnan hilseilyä.



6.8. Yleiskuva länteen rajoittuvasta levyverhoillusta julkisivusta (sisäpiha). Tarkastuksissa havaittiin julkisivulla ainoastaan vähäistä ikkunoiden maalipinnan hilseilyä.



6.9. Rakennuksen ulko-ovet ovat rakenteeltaan pääosin levyrakenteisia ja pintakäsittelyltään peittomaalattuja. Ulko-ovien kunnossa tai toiminnassa ei havaittu erityisiä korjaustarpeita/puutteita.



6.10. IV-konehuoneen (110) ja sähköpääkeskuksen (109) ulko-ovien ulkopintaan on asennettu peiterimalauditus. Potkupeltien pintakäsittely oli irronnut laajalti, mutta muilta osin ei ulko-ovien kunnossa tai toiminnassa havaittu erityisiä korjaustarpeita/puutteita.



6.11. Rakennuksen ikkunat ovat pääasiassa puisia kolmilasisia eristyslasi-ikkunoita (MEK). Paikoin ikkunoiden viereen on asennettu lisäksi erillinen tuuletusluukku.



6.12. Rakennuksessa on myös puisia sisästä naukeavia, kaksipuitteisia kolmilasisia tuuletusikkunoita (MSE).



6.13. Osa ikkunoista (MEK) on uusittu sisäänaukeaviksi, kaksipuitteisiksi kolmilasisiksi-puualumiini-ikkunoiksi (MSE). Ikkunat ovat asennettu vanhojen ikkunoiden karmeihin.



6.14. Lautaverhoilulla julkisivuosalla on ikkunauukkojen yläreunan kautta tapahtuva julkisivuverhouksen tuuletus järjestetty ainoastaan peiterimalaudoituksen välissä olevien rakojen kautta.



6.15. Lautaverhoiluilla julkisivuilla ikkunoiden (MSE/MEK) vesipellit ovat asennettu siten, että se ei mahdollista seinärakenteen tuuletusta. Mittauksen perusteella vaihtelee vesipeltien kallistus välillä 5–20°. Vesipellit ovat kiinnitetty karmeihin nauloilla.



6.16. Ikkunoiden ulkopuolen peitelistoituksissa havaittiin paikoin rakoja, jotka voivat mahdollistaa viistosateen pääsyn seinärakenteeseen.



6.17. Rakennuksen kaakkoiskulmalla havaittiin ikkunoiden verhopaneeleissa käyritystä, joka voi mahdollistaa viistosateen pääsyn paneelien taakse.



6.18. Levyverhotuilla julkisivuilla ikkunoiden (MSE/MEK) vesipellit ovat asennettu siten, että se ei mahdollista seinärakenteen tuuletusta. Mittauksen perusteella vaihtelee vesipeltien kallistus välillä 5–20°. Vesipellit ovat kiinnitetty karmeihin nauloilla.



6.19. Levyverhotuilla julkisivuilla on ikkuna-aukkojen yläreunassa tuuletusaukko. Ikkunaliittymien yläreunaan oli lisäksi asennettu suojapelti.



6.20. Liikuntasalin kohdalla on vesikatteen räystäskouruihin valuvat sadevedet osin ohjattu kourujen päästä rakennuksen seinustalle, missä oli julkisivun alareunan levyverhouksessa ja sokkelissa kosteusjälkiä ja leväkasvustoa.



6.21. Takapihalla (pohjoissivu) on vesikatteen sadevedet ohjattu pääosin syöksytorvea pitkin avokouruihin. Paikoin syöksytorvien kohdalla sokkeleissa oli havaittavissa kosteusjälkiä ja leväkasvustoa.



6.22. Sisäpihalla ja pysäköintialueella vesikaton syöksyputket on yhdistetty rännikaivoihin. Kyseillä kohdin ei sokkelissa ollut havaittavissa viitteitä kosteusrasituksesta.



6.23. Pistokoeluonteisesti tehtyjen mittausten perusteella vaihtelee julkisivuverhouksen etäisyys ympäröivästä maanpinnasta välillä 0,05–0,75 m. Pienimmillään etäisyys on sisäpihan puolella ja suurimmillaan rakennuksen pohjoissivulla.

6.2.2 Rakenneavauksissa tehty havainnot



6.24. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.01-US, missä ulkoseinän räystääsraakenne on toteutettu samalla tavoin kuin rakenneavauksessa RA.03-US. Eristemateriaalin ulkopinnasta otetussa materiaalinäytteessä (MA.01-US) oli heikko viite vauriosta.



6.25. Rakenneavauksen RA.01-US kohdalla vesikaton aluskate on tuotu ulkoseinärakenteen yli suojalistan päälle (punainen nuoli).



6.26. Yleiskuva ulkoseinän (US2) rakenneavauksesta RA.02-US. Rakenneavauksen kohdalla on ulkoverhous ulotettu noin 0,5 metriä puurunkoisen ulkoseinän alareunan alapuolelle. Rakenneavauksen kohdalla ei höyrynsulkuna toimivaa rakennusmuovia ole tiivistetty alapohja-liittymään.



6.27 Rakenneavauksen kohdalla oli rakenteen sisäpuolella seinän alareunassa olevassa vaakakoolauksessa ja kipsilevyssä silmin havaittavia kosteusjälkiä. Koolauksen alapinnasta otetusta materiaalinäytteestä (MA.03-US) tehdyssä suoramikroskopoinnissa oli viite sienikasvustosta. Alaohjauspuun alapinna materiaalinäytteessä (MA.02-US) oli heikko viite vaurioista.



6.28. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.03-US. Räystäällä ulkoseinän tuuletus on toteutettu julkisivulautoihin porattujen reikien (Ø30 mm, k300) ja lautaverhouksen ja räystäslaudoituksen välissä olevan noin 25 mm korkean tuuletusraon kautta.



6.29. Räystäällä on tuuletusrakoihin ja -reikiin asennettu teräksinen pieneläinverkko. Lisäksi räystääsrakon eteen on asennettu puinen suoja-lista. Rakenneavauksen kohdalla vesikaton aluskate tuotu ulkoseinärakenteen yli suoja-astian päälle (punainen nuoli).



6.30. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.04-US. Mittauksen perusteella on ulkoseinän alareuna lattiapinnan tasossa.



6.31. Rakenneavauksen (RA.04-US) kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan ulkopinnassa (alareuna) tummentumaa. Mineraalivillan alareunasta otetussa materiaalinäytteessä (MA.06-US) oli heikko viite vauriosta.



6.32. Rakenneavauksen RA.04-US kohdalla ei ulkoseinän alareunan alaohjauspuun yläpinnassa tai kipsilevytyksessä ollut silmin havaittavia viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioita.



6.33. Rakenneavauksen RA.04-US kohdalla alaohjauspuun alapuolella havaittiin muovikalvolla pinnoitettu mineraalivillakaista, josta otetussa materiaalinäytteessä (MA.08-US) oli vahva viite vauriosta. Mineraalivillakaistan alapuolella oli lisäksi vielä kermikaista.



6.34. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.07-US. Mittauksen perusteella on ulkoseinän alareuna lattiapinnan tasossa. Rakenneavauksen kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan reunoissa tummentumaa. Mineraalivillan sivureunasta otetussa materiaalinäytteessä (MA.11-US) oli heikko viite vauriosta.



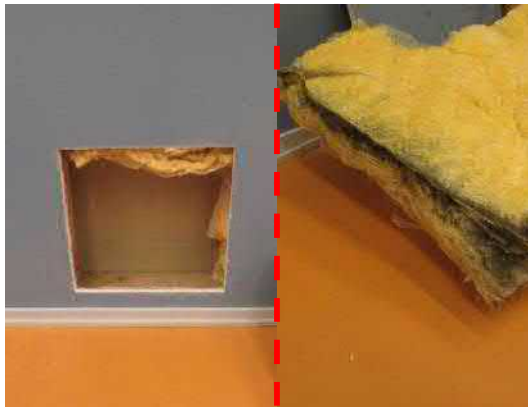
6.35. Rakenneavauksen (RA.07-US) kohdalla havaittiin alaohjauspuun kiinnikkeessä ruostetta (punainen nuoli). Muilta osin ei rakenneavauksessa ollut silmin havaittavia viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista.



6.36. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.09-US. Mittauksen perusteella on ulkoseinän alareuna lattiapinnan tasossa. Rakenneavauksen kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan reunoissa lievää tummentumaa. Mineraalivillan alareunasta otetussa materiaalinäytteessä (MA.13-US) oli heikko viite vauriosta.



6.37. Rakenneavauksen RA.09-US kohdalla ei ulkoseinän alareunan alaohjauspuun yläpinnassa tai kipsilevytyksessä ollut silmin havaittavia viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioita.



6.38. Yleiskuva ulkoseinän (US2) rakenneavauksesta RA.08-US. Mittauksen perusteella on ulkoseinän alareuna lattiapinnan tasossa. Rakenneavauksen kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan reunoissa tummentumaa.



6.39. Rakenneavauksen RA.08-US kohdalla havaittiin alaohjauspuun kiinnikkeessä vähäisesti pintaruostetta (punainen nuoli). Alaohjauspuun alapinnasta ja mineraalivillakaistasta otetussa materiaalinäytteissä (MA.12- ja MA.16-US) oli molemmissa vahva viite vauriosta. Mineraalivillakaistan alapuolella oli vielä kermikaista.



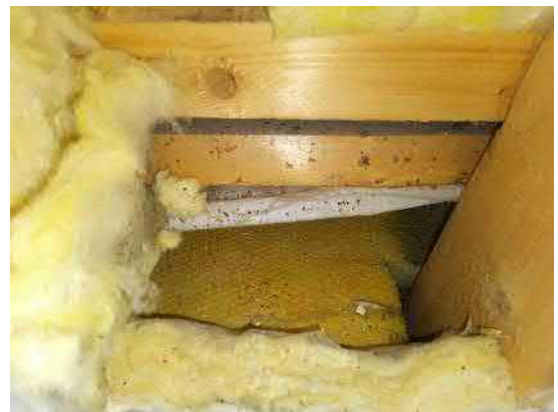
6.40. Yleiskuva liikuntasalin (130) lasijulkisivujärjestelmän pieleen tehdystä rakenneavauksesta RA.10-US.



6.41. Rakenneavauksen RA.10-US kohdalla ei ulkoseinän höyrynsulkumuovia ole tiivistetty lasijulkisivun karmirakenteisiin. Karmin ja apukarmin välinen tilkerako oli tiivistetty PU-vaahdolla.



6.42. Yleiskuva kattolyhdyn ulkoseinän (US3) rakenneavauksesta RA.06-US. Rakenneavauksen kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan reunoissa lievää tummentumaa, minkä perusteella otettiin seinärakenteesta käytetystä mineraalivillasta materiaalinäyte mikrobimääritystä varten (MA.10-US). Näytteessä ei ollut viitteitä mikrobivaurioista.



6.43. Rakenneavauksen RA.06-US kohdalla ei ulkoseinän ja yläpohjan liitosta ole toteutettu suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Rakenne-liittymän toteutukseen liittyviä yksityiskohtia on käsitelty tarkemmin yläpohja ja vesikattorakenteista tehdyissä havainnoissa (kts. kuva 8.36).



6.44. Yleiskuva levyverhotun ulkoseinän (US3) rakenneavauksesta RA.13-US. Rakenneavauksen kohdalla oli tuulensuojalevynä käytettyjen kipsilevyjen alareunassa kosteusjälkiä. Toisessa kipsilevyssä oli myös levyyn kohdistuneen iskun tmv. seurauksena syntynyt vaurio. Lisäksi mineraalivillan ulkopinnassa oli laajalti tummentumaa.



9.45. Rakenneavauksen RA.13-US yhteydessä otettiin alaohjauspuusta ja alaohjauspuun alla olevasta mineraalivillakaistasta materiaalinäytteet (MA.17- ja MA.18-US) mikrobimääritystä varten. Mineraalivillakaistan alapuolella oli lisäksi kermikaista.



6.46. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.14-US. Rakenneavauksen kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan ulkopinnassa ja reunoissa tummentumaa.



6.47. Rakenneavauksen RA.14-US yhteydessä otettiin alaohjauspuun alapinnasta materiaalinäyte (MA.19-US) mikrobimääritystä varten.



6.48. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.15-US. Rakenneavauksen kohdalla oli tuulensuojalevynä käytettyjen kipsilevyjen alareunassa kosteusjälkiä.



6.49. Rakenneavauksen RA.15-US kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan ulkopinnassa paikoin tummentumaa.



6.50. Rakenneavauksen RA.15-US kohdalla on ulkoseinän höyrynsulkumuovien vaakasauma liimitetty noin 0,3 m. Limitystä ei ole tiivistetty höyrynsulkuteipillä tms.



6.51. Rakenneavauksen RA.15-US yhteydessä otettiin alaohjauspuusta ja alaohjauspuun alla olevasta mineraalivillakaistasta materiaalinäytteet (MA.20- ja MA.21-US) mikrobimääritystä varten. Mineraalivillakaistan alapuolella oli lisäksi kermikaista.



6.52. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.16-US. Rakenneavaus tehtiin kohtaan, jonka alapuolella olevaan sokkeliin oli kohdistunut huomattavaa kosteusrasitusta (syöksytorvi). Rakenneavauksen yhteydessä otettiin alaohjauspuusta materiaalinäyte (MA.22-US) mikrobimääritystä varten.



6.53. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.17-US. Rakenneavaus tehtiin kohtaan, jonka alapuolella olevaan sokkeliin oli kohdistunut huomattavaa kosteusrasitusta (syöksytorvi). Rakenneavauksen yhteydessä otettiin alaohjauspuusta ja alaohjauspuun alla olevasta mineraalivillakaistasta materiaalinäytteet (MA.23- ja MA.24-US) mikrobimääritystä varten.



6.54. Yleiskuva ulkoseinän (US1) rakenneavauksesta RA.18-US. Rakenneavauksen kohdalla oli tuulensuojalevynä käytettyjen kipsilevyjen alareunassa kosteusjälkiä.



6.55. Rakenneavauksen RA.18-US kohdalla oli ulkoseinän mineraalivillan ulkopinnassa laajalti tummentumaa.



6.56. Rakenneavauksen RA.18-US kohdalla oli alaohjauspuun yläpinnassa kosteusjälkiä. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin alaohjauspuusta ja alaohjauspuun alla olevasta mineraalivillakaistasta materiaalinäytteet (MA.25- ja MA.26-US) mikrobimääritystä varten.



6.57. Rakenneavauksen RA.18-US kohdalta tehdyn tarkastelun perusteella on sokkeliliittymä toteutettu suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Rakenneavauksen kohdalla oli sokkelin sisäpinnassa olevan EPS-eristeen (punainen nuoli) ja ulkoseinän sisäpuolella olevan koolauksen välissä ilmarako.

6.3 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

6.3.1 Mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteesta otettiin yhteensä 23 kappaletta materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Näytteet otettiin ulkoseinään tehdyistä rakenneavauksista. Laboratorioanalyysit on suoritettu laimennosviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteen analyysivastaukset ovat tutkimusraportin liitteenä (Liite 3).

Taulukko 6.1. Mikrobianalyysien tulokset.

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MA.01-US	SÄHKÖP.K. 109	ulkoseinän eristevilla, yläosa, sisäpinta	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.02-US	VESIL.H. 103	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	heikko viite vauriosta
MA.03-US	VESIL.H. 103	ulkoseinän lisäkoolaus, alaosa, alapinta	puu	viittaa sienikasvustoon
MA.04-US	VESIL.H. 103	ulkoseinän eristevilla, yläosa, sisäpinta	mineraalivilla	viittaa vaurioon
MA.05-US	RYHMÄH. 160	ulkoseinän eristevilla, yläosa, sisäpinta	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta

MA.06-US	RYHMÄH. 159	ulkoseinän eristevilla, ala- osa, ulkopinta	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.08-US	RYHMÄH. 159	ulkoseinän alaohjauspuun tiivistysvillakaista	mineraalivilla	vahva viite vauriosta
MA.10-US	KÄTÄVÄ 132	ulkoseinän tiivistysvilla- kaista, yläosa	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
MA.11-US	P.RYHMÄH. 136	ulkoseinän eristevilla, ala- osa, sivureuna	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.12-US	LIIKUNTAS. 130	ulkoseinän alaohjauspuun tiivistysvillakaista	mineraalivilla	vahva viite vauriosta
MA.13-US	TOIMNEP.H 106	ulkoseinän eristevilla, ala- osa, alareuna	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.15-US	RYHMÄH. 159	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	vahva viite vauriosta
MA.16-US	LIIKUNTAS. 130	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	vahva viite vauriosta
MA.17-US	RYHMÄH. 118	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	heikko viite vauriosta
MA.18-US	RYHMÄH. 118	ulkoseinän alaohjauspuun tiivistysvillakaista	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
MA.19-US	RYHMÄH. 135	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	heikko viite vauriosta
MA.20-US	RYHMÄH. 113	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	ei viitettä vauriosta
MA.21-US	RYHMÄH. 113	ulkoseinän alaohjauspuun tiivistysvillakaista	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.22-US	KODINH.H. 105	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	ei viitettä vauriosta
MA.23-US	SÄHKÖ- PÄÄK. 109	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	ei viitettä vauriosta
MA.24-US	SÄHKÖ- PÄÄK. 109	ulkoseinän alaohjauspuun tiivistysvillakaista	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta

MA.25-US	RYHMÄH. 159	ulkoseinän alaohjauspuu, alaosa, alapinta	puu	heikko viite vauriosta
MA.26-US	RYHMÄH. 159	ulkoseinän alaohjauspuun tiivistysvillakaista	mineraalivilla	vahva viite vauriosta

Materiaalinäytteistä saatujen tulosten perusteella esiintyy ulkoseinärakenteiden alaohjauspuun alapinnassa ja alaohjauspuun alapuolella olevassa tiivistysvillakaistassa monin paikoin kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa, joista yhteensä seitsemässä näytteessä mikrobien määrä ja lajisto ylittivät asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan. Mikrobivaurioita esiintyi erityisesti itään rajoittuvilla julkisivuilla. Lisäksi yhdeksässä materiaalinäytteessä havaittiin niukasti kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa ja muita ulkoilmassa tyypillisesti esiintyviä mikrobeja. Materiaalinäytteen elinkykyisten sieni-itiöiden määrä ei kuitenkaan ylitä asumisterveysasetuksen mukaista toimenpiderajaa.

6.3.2 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteiden tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainekokeilla. Merkkiainekokeet suoritettiin soveltaen ohjetta RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokeissa. Merkkiainekasuna käytettiin typpi-vety-seosta (N₂ 95%, H₂ 5%). Kaasu syötettiin ulkoseinärakenteeseen poratun reiän kautta joko ulko- tai sisäkautta, ja sen kulkeutumista rakenteessa (lämmöneristetilassa) havainnoitiin kaasudetektorilla. Tiivistyskorjattujen rakenteiden merkkiainekokeet suoritettiin alipaineistamalla (-10 Pa) tarkasteltava tila suhteessa ulkoilmaan. Tiivistyskorjaamattomien rakenteiden tarkastelu suoritettiin tilojen normaaleissa käyttöolosuhteissa ja tarvittaessa alipaineistamalla (-10 Pa) tarkasteltava tila suhteessa ulkoilmaan.

Merkkiainekokeet suoritettiin 7.–9.7.2021. Kokeiden suoritusalueet ja rakenteisiin syötetyn kaasun määrät ovat esitetty raportin liitteenä olevassa tutkimuskartassa (Liite 2).

ME.04-US (ryhmähuone 160)

Lähtötietojen ja rakenteita rikkomattomien havaintojen perusteella on ulkoseinän liittymärakenteet tiivistyskorjattu. Merkkiainekasuu syötettiin ulkoseinän eristetilaan lähelle alapohjaliittymää. Tarkastelun suorittamiseksi alipaineistettiin ryhmähuone noin 10 Pascalia suhteessa ulkoilmaan.

Merkkiainekokeen havainnot:

- Yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän ja alapohjan liittymästä sisäilmaan.
- Yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän sisäverhouslevyssä olevien kiinnikkeiden ja pistorasoiden kohdalta sisäilmaan.



6.58. Yleiskuva tarkastellusta huonetilasta (ryhmähuone 160).



6.59. Yleiskuva tarkastellusta huonetilasta (ryhmähuone 160).



6.60. Yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän ja alapohjan liittymästä sekä sisäverhouslevyissä olevien kiinnikkeiden ja pistorasioiden kohdalta sisäilmaan (punainen nuoli).



6.61. Yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän ja alapohjan liittymästä sekä sisäverhouslevyissä olevien kiinnikkeiden kohdalta sisäilmaan (punainen nuoli).

ME.05-US (ryhmähuone 101)

Lähtötietojen ja rakenteita rikkomattomien havaintojen perusteella on ulkoseinän liittymärakenteet tiivistyskorjattu. Merkkiaineikaasu syötettiin ulkoseinän eristetilaan lähelle alapohjaliittymää. Tarkastelun suorittamiseksi alipaineistettiin ryhmähuone noin 10 Pascalia suhteessa ulkoilmaan.

Merkkiainekokeen havainnot:

- Säännöllisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän alapohja- ja ikkunaliittymistä sisäilmaan.
- Yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän sisäverhouslevyissä olevien kiinnikkeiden ja pistorasioiden kohdalta sisäilmaan.



6.62. Säännöllinen ilmavuotoreitti ulkoseinän alapohjaliittymistä sisäilmaan (punainen viiva). Yksittäinen ilmanvuotoreitti pistorasian kohdalta sisäilmaan (punainen nuoli).



6.63. Useita yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän alapohjaliittymän ja sisäverhouslevyssä olevien kiinnikkeiden kohdalta sisäilmaan (punainen nuoli). Säännöllinen ilmavuotoreitti ikkunaliittymästä sisäilmaan (punainen viiva).



6.64. Useita yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän alapohjaliittymän ja sisäverhouslevyssä olevien kiinnikkeiden kohdalta sisäilmaan (punainen nuoli). Säännöllinen ilmavuotoreitti ikkunaliittymästä sisäilmaan (punainen viiva).



6.65. Säännöllinen ilmavuotoreitti ikkunaliittymästä sisäilmaan (punainen viiva). Yksittäisiä ilmavuotoreittejä ulkoseinän alapohjaliittymän ja sisäverhouslevyssä olevien kiinnikkeiden kohdalta sisäilmaan (punainen nuoli).

6.4 Johtopäätökset

Tutkimusten perusteella vastaa toteutetut ulkoseinä- ja julkisivurakenteet yksittäisiä detaljeja lukuun ottamatta suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä rakenteita.

Ulkoseinä- ja julkisivurakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyyteen tai turvallisuuteen liittyvät korjaustarpeet liittyivät erityisesti seinärakenteiden alaosissa mikrobianalyseillä havaittuihin mikrobivaurioihin ja ulkoseinärakenteissa havaittuihin epätiiveyksiin, jotka mahdollistavat mikrobien, niiden osien ja aineenvaihduntatuotteiden pääsyn sisäilmaan ilmanvaihdon ollessa alipaineinen (10 Pa) suhteessa ulkoilmaan.

Ulkoseinä- ja julkisivurakenteille tehtyjen rakennetarkasteluiden perusteella arvioidaan ulkoseinän alaosissa paikoin havaittujen mikrobivaurioiden olevan todennäköisesti seurausta rakennuksen seinustalla kulkeutuvien sade- ja sulamisvesien pääsystä perusmuuri-/sokkelirakenteisiin ja edelleen ulkoseinärakenteiden alaosiin. Tutkimusten perusteella arvioidaan mikrobivaurioita muodostuneen ensisijaisesti ulkoseiniin, joiden viereisinä pintarakenteina on (ollut) sade- ja sulamisvesiä hyvin läpäisevä kasvukerros⁵, ja joiden alareunan etäisyys ympäröivästä maanpinnasta ei ole riittävä⁶. Vesileikkihuoneen (103) mineraalivillan sisäpinnassa ja lisäkoolauksessa havaittujen mikrobien arvioidaan sen sijaan olevan todennäköisimmin seurausta rakenteen lämpö- ja kosteusteknisessä toteutuksessa havaitusta virheestä ja vesileikkihuoneen käytöstä syntyvästä sisäpuolisesta kosteusrasituksesta; mineraalivillan sisäpinnassa ja lisäkoolauksessa havaitut mikrobit sijait-sivat kahden tiiviin rakennekerroksen (höyrynsulkumuovi ja vedeneriste) välissä.

Muut ulkoseinä- ja julkisivurakenteissa havaitut virheet ja puutteet liittyivät julkisivun tuuletuksen toteutukseen, mitkä eivät täytä nykyisiä rakennusohjeita. Havaituilla virheillä ja puutteilla ei tois-taiseksi vielä ole merkittävää vaikutusta rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimivuuteen tai esimerkiksi rakennuksen terveellisyyteen. Mikäli mahdollista, on havaittuja virheitä ja puutteita kuitenkin suositeltavaa korjata kohteessa suoritettavien vauriokorjausten yhteydessä.

Myös ikkunoiden vesipellitysten asennuksessa, kuten esimerkiksi vesipeltien kallistuksissa ja tai-toksissa, havaittiin paikoin puutteita, jotka voivat tietyissä olosuhteissa lisätä ikkunoihin ja ikkunaa ympäröiviin seinärakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Tarkastuksissa ei ikkunoissa tai niihin liittyvissä julkisivurakenteissa kuitenkaan havaittu kuin maalipinnan vaurioita.

6.5 Toimenpide-ehdotukset

6.5.1 Lisä- ja jatkotutkimustarpeet

Ulkoseinän alareunaan kohdistuvan kosteusrasituksen vähentämiseksi voi olla tarpeellista, että myös perusmuuri- ja sokkelirakenteille, sekä rakennuksen ulkopuolisille kuivatusrakenteille suori-tetaan korjaustoimenpiteitä. Tarvittavien korjaustoimenpiteiden määrittämiseksi tulisi rakennuk-sen ulkopuolisille kuivatusrakenteille suorittaa tarkempia tutkimuksia.

6.5.2 Korjausvaihtoehto A, tiivistyskorjaus

Mikrobivaurioituneiden ulkoseinärakenteiden ensisijaisena korjaustoimenpiteenä suositellaan ti-iivistyskorjausta. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on poistaa seinärakenteessa oleva mikrobi-vaurioituneet rakennusmateriaalit ja ehkäistä alapohjan täyttökerroksissa olevien epäpuhtauksien kulkeutuminen huoneilmaan. Rakenteessa todennettujen mikrobivaurioiden sijainnin ja laajuuden perusteella suositeltava, RT-ohjekortin 14-11197 ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiai-nekokein” mukainen, tavoitetaso tiivistyskorjaukselle tulisi olla vähintään 2 ”Merkittävä tiiveyden parantaminen”

⁵ Rakenne- ja ilmanvaihtotekninen katsastuksesta laaditun raportin (Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 2018) perusteella on rakennuksen itäjulkisivulla ollut aikaisemmin istutusalue, jonka kasvillisuus on kasvanut katsastushetkellä paikoin kiinni julkisivussa.

⁶ Tutkimusten perusteella esiintyy toimenpiderajan ylittäviä mikrobivaurioita ulkoseinärakenteiden alareunoissa, joi-den etäisyys ympäröivästä maanpinnasta on alle 0,4 metriä.

Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaus pääkohdittain:

- Ulkoseinän alareunan sisäverhouslevyjen, lisäkoolausten, alaohjauspuun ja eristemateriaalien purkaminen.
- Ulkoseinän alapuolisen sokkeli- ja alapohjaliittymän tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
- Ulkoseinän alareunan runkorakenteiden, lisäkoolausten, eristemateriaalien ja sisäverhouslevyjen jälleenrakennus.

Lisäksi ulkoseinärakenteille, joissa havaittiin joko heikko viite tai ei viitettä vauriosta, suositellaan tehtäväksi kohdassa 6.5.3 esitetty kevyt tiivistyskorjaus.

Tiivistyskorjauksella korjattujen rakenteiden tiiveyttä on suositeltavaa tarkastella säännöllisin väliajoin tehtävillä merkkiainekokeilla.

6.5.3 Korjausvaihtoehto B, kevyt tiivistyskorjaus

Ulkoseinärakenteiden vaihtoehtoisena korjaustoimenpiteenä voidaan harkita myös kevyempää tiivistyskorjausta. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on ehkäistä ulkoseinän alaohjauspuussa ja alapohjan täyttökerroksissa esiintyvien mikrobiperäisten ja mahdollisten muiden epäpuhtauksien kulkeutuminen huoneilmaan. Rakenteessa todennettujen mikrobivaurioiden sijainnin ja laajuuden perusteella suositeltava, RT-ohjekortin 14-11197 "Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein" mukainen, tavoitetaso tiivistyskorjaukselle tulisi olla vähintään 2 "Merkittävä tiiveyden parantaminen". Ulkoseinärakenteessa olevassa höyrynsulkumuovin saumausten tiiveydestä riippuen on kuitenkin mahdollista, että esitetyllä korjauksella ei saavuteta vaadittavaa tavoitetasoa, minkä perusteella on esitetyn korjaustoimenpiteen onnistuminen suositeltavaa varmistaa esimerkiksi yhden huonetilan käsittävällä mallikorjauksella ennen laajempien tiivistyskorjausten suorittamista.

Ulkoseinärakenteiden kevyt tiivistyskorjaus pääkohdittain:

- Ulkoseinän alareunan sisäverhouslevyjen, lisäkoolausten ja koolausten välissä olevien eristemateriaalien purkaminen.
- Ulkoseinän alapohja- ja ikkunaliittymien sekä ulkoseinän höyrynsulkumuovissa olevien läpivientien ja muiden mahdollisten epätiiveyskohtien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
 - Kevyemmässä tiivistyskorjauksessa käytettävä tiivistystuotteet liitetään ulkoseinän höyrynsulkumuoviin.
- Ulkoseinän alareunan lisäkoolausten, koolausten välissä olevien eristemateriaalien ja sisäverhouslevyjen jälleenrakennus.

Tiivistyskorjauksella korjattujen rakenteiden tiiveyttä on suositeltavaa tarkastella säännöllisin väliajoin tehtävillä merkkiainekokeilla.

6.5.4 Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet

Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjausten yhteydessä suositellaan lisäksi julkisivuverhousten uusimista. Julkisivuverhouksen uusimisen tarkoituksena on parantaa julkisivun tuuletusta ja ulkoseinän lämpö- ja kosteusteknistä toimivuutta.

Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjausten yhteydessä suositellaan puuikkunoiden maalauskorjausta. Puuikkunoiden maalauskorjaus suositellaan toteutettavaksi esimerkiksi Ratu-ohjekortissa

F32-0349 "Puuikkunoiden kunnostaminen ja maalauskorjaus. Menekit ja menetelmät" esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Maalauskorjaus on suositeltavaa suorittaa vähintään karmin ulko-osille ja ulkopuitteille.

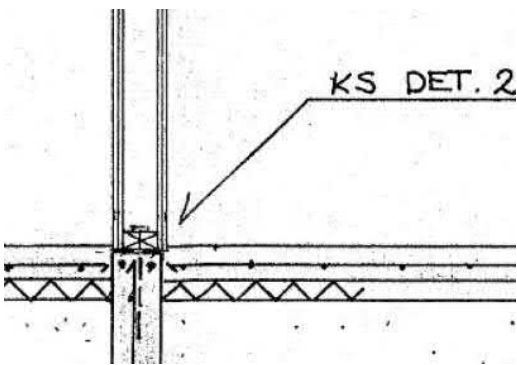
Puuikkunoiden maalauskorjauksen sisältö pääkohdittain:

- karmin tiivistyksen tarkastus ja kunnostus tarvittaessa
- maalipinnan puhdistus
- irtonaisen ja lohkeilevan maalin poisto
- huonokuntoisten lasilistojen poistaminen
- pintojen hionta, puhdistus ja mahdollinen paikkaus
- mahdollisten puhtaiden puupintojen pohjamaalaus
- poistettujen lasituslistojen uusiminen
- valmiiksi maalaus
- vesipellitysten korjaus (mm. tiivistys) ja huoltomaalaus
- tuuletusluukkujen/-ikkunoiden tiivistys, tuuletuksen tarkistus ja puhdistus.

7 Väliseinät

7.1 Rakennetyypit

Käytössä olevien suunnitelma-asiakirjojen perusteella rakennuksessa on väliseinärakenteita ainakin kuutta (6) eri rakennetyyppiä (VS1–VS6). Suunnitelma-asiakirjojen perusteella ovat väliseinärakenteet (VS1, VS2, VS4 ja VS5) kantavia puurunkorakenteisia (sahatavara/kertopuu) väliseiniä, joista väliseinärakenne (VS1) käsittää pääosan rakennuksen väliseinistä. Rakenteita rikkomattomien tarkastusten perusteella märkätilojen väliseinät ovat kiviaineisia.

Kantava väliseinärakenne (VS1), rakenneavauksilla todennettu rakenne		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
15	kangaspintainen puukuitulevy (akus-tolevy)	
26	kipsilevy (2x)	
95	kertopuutolppa (95x63, k600), välissä mineraalivilla	
26	kipsilevy (2x)	
15	kangaspintainen puukuitulevy (akus-tolevy)	
Tutkimusten yhteydessä tehtiin väliseinärakenteeseen yksi rakenneavaus (RA.05-VS), joka ulotettiin seinärungon toisella puolella olevan kipsilevyn sisäpintaan saakka.		

7.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

7.2.1 Rakenneavauksissa tehdyt havainnot



7.1. Yleiskuva ryhmähuoneiden (159 ja 160) välisen kantavan väliseinän rakenneavauksesta RA.05-VS. Seinässä olevat kangaspintaist akustolevyt ulottuivat noin 3 metrin korkeuteen. Rakenneavauksen kohdalla ei väliseinärakenteissa ollut silmin havaittavia viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista.



7.2 Rakenneavauksen kohdalta tehdyn mittauksen perusteella ulottuu väliseinän kestopuinen alaohjauspuu noin 50 mm viereisen lattiatapinnan alapuolelle, minkä perusteella otettiin alaohjauspuun alapinnasta materiaalinäyte mikrobimääritystä varten (MA.07-VS). Materiaalinäytteenoton yhteydessä havaittiin rakenneliittymästä silmin havaittava ilmayhteys alapohjan täyttökerrokseen.

7.3 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

7.3.1 Mikrobianalyysit

Väliseinärakenteesta otettiin 1 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Näyte otettiin väliseinään tehdystä rakenneavauksesta. Laboratorioanalyysit on suoritettu laimennosviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteen analyysivastaus on tutkimusraportin liitteenä (Liite 3).

Taulukko 7.1. Mikrobianalyysien tulokset.

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MA.07-VS	RYHMÄH. 160	väliseinän alaohjauspuu, alapinta	puu	heikko viite vauriosta

Materiaalinäytteessä (MA.09-YP) havaittiin kohtalaisesti ulkoilmassa tyypillisesti esiintyviä mikrobeja (Penicillium). Materiaalinäytteen elinkykyisten sieni-itiöiden määrä ei kuitenkaan ylitä asu-misterveysasetuksen mukaista toimenpiderajaa.

7.4 Johtopäätökset

Tutkimusten perusteella vastaa väliseinärakenne (VS1) pääosin suunnitelma-asiakirjoissa esitetyjä rakennetta.

Väliseinärakenteessa (VS1) havaitut merkittävimmät terveellisyyteen tai turvallisuuteen liittyvät virheet ja puutteet liittyivät erityisesti väliseinä- ja alapohjarakenteen liittymässä havaittuihin epätiiveyksiin, jotka mahdollistavat maaperässä olevien mikrobien, niiden osien ja aineenvaihduntatuotteiden pääsyn sisäilmaan ilmanvaihdon ollessa alipaineinen suhteessa ulkoilmaan. Rakenneavauksen perusteella sijaitsee väliseinän alaohjauspuu lisäksi ympäröivän lattiapinnan alapuolella, mikä lisää kosteus- ja mikrobivaurion riskiä väliseinän alaohjauspuussa. Rakenneavauksen yhteydessä alaohjauspuusta otetussa materiaalinäytteessä ei kuitenkaan havaittu toimenpiderajat ylittäviä määriä mikrobeja.

7.5 Toimenpide-ehdotukset

7.5.1 Liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet

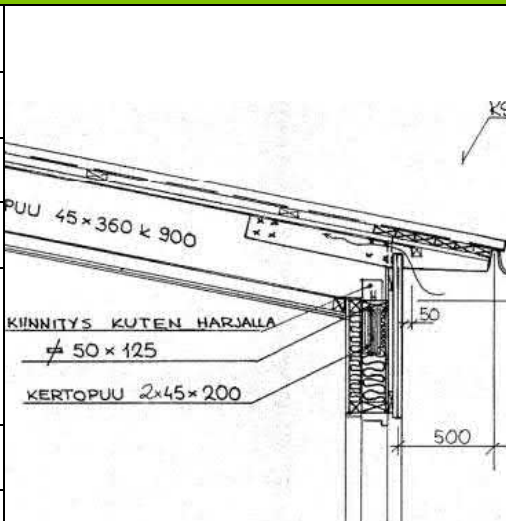
Kohdassa 5.5.1 maanvaraisille alapohjarakenteille (AP1) esitetty siirtävä korjaus on suositeltavaa suorittaa siten, että tiivistys saadaan liitettyä väliseinän alaohjauspuun alapuolella olevan perusmuurin yläpintaan. Perusmuurin yläpinnan sijaitessa ympäröivän lattiapinnan alapuolella, tulisi liittymärakenteen tiivistys edellyttämään väliseinien alaohjauspuun poistamista ja perusmuurin korottamista lattiapinnan tasoon, tai sen yläpuolelle, esimerkiksi kevytsoraharkolla. Tiivistyksen tekeminen lattiapinnan tasossa tai sen alapuolella olevaan alaohjauspuuhun voi johtaa alaohjauspuun kosteus- ja mikrobivaurioitumiseen.

8 Yläpohja ja vesikattorakenteet

8.1 Rakennetyypit

Käytössä olevien suunnitelma-asiakirjojen perusteella rakennuksessa on yläpohjarakenteita ainakin kuusi (6) eri rakennetyyppiä (YP1A, YP1–YP5). Yläpohjarakenteet YP3 ja YP4 ovat varastojen ja katosten lämmöneristämättömiä yläpohja-/vesikattorakenteita, joita ei sisällytetty rakennetutkimuksiin.

Lähtötietojen perusteella on yläpohjien (YP1A, YP1, YP3, YP4 ja YP5) vesikatteena ollut aikaisemmin kuituvahvisteinen aaltomineraalilevy, joka on uusittu konesaumatuksi peltikatteeksi vuonna 2005 toteutetun peruskorjauksen yhteydessä.

Yläpohjarakenne, konesaumakatto (YP1/YP1A), rakenneavauksilla todennettu rakenne, rakenteet alhaalta päin lueteltuna		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
26	kipsilevy (2x)	
45	koolaus (45x45, k400)	
–	rakennusmuovi	
360	kertopuu (45x360, k900) tai liimapuu (165x360, k900), välissä mineraalivilla (150+100), tuulensuojavilla (30 mm), tuuletusväli (80 mm)	
–	aluskate	
–	korotusrima	
–	ruodelaudoitus	
–	konesaumatta peltikate	
Tutkimusten yhteydessä tehtiin yläpohjarakenteeseen yhteensä kaksi rakenneavausta (RA.11-YP ja RA.12-YP), joista rakenneavaus RA.11-YP ulotetiin aluskatteen alapuoliseen tuuletusväliin. Rakenneavauksen RA.12-YP kautta tehty tarkastelu ulotettiin mineraalivillakerrokseen. Taulukossa esitetyt vesikattorakenteet perustuvat käytössä olevissa rakennesuunnitelmissa esitettyihin tietoihin.		

Yläpohjarakenne, kermikatto (YP2), suunnitelma-asiakirjoissa esitetty rakenne, alhaaltapäin luoteltuna

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
26	kipsilevy (2x)	
45	koolaus (45x45, k450)	
–	rakennusmuovi	
360	kertopuu (45x360, k900), välissä mineraalivilla (150+100), tuulensuojavilla (30 mm), tuuletusväli (80 mm)	
–	kallistusrimat	
19	raakaponttilaudoitus	
–	(kumi)bitumikermi (2x)	

Tutkimusten yhteydessä ei rakenteelle suoritettu rakennetutkimuksia tai muita tarkastuksia. Taulukossa esitetyt rakennekerrokset ja niiden paksuudet perustuvat käytössä olevissa rakennesuunnitelmissa esitettyihin tietoihin.

Yläpohjarakenne, liikuntasali (YP5), suunnitelma-asiakirjoissa esitetty rakenne, alhaaltapäin luoteltuna

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
26	kipsilevy (2x)	
45	koolaus (45x45, k400)	
–	rakennusmuovi	
360	kertopuu (2x 45x360, k950), välissä mineraalivilla (150+150), tuulensuojavilla (30 mm), ilmaväli (30 mm)	
45	koolaus (45x45) ja tuuletusväli	
–	aluskate	
–	korotusrima	
–	ruodelaudoitus	
–	konesaumatta peltikate	

Tutkimusten yhteydessä ei rakenteelle suoritettu rakennetutkimuksia tai muita tarkastuksia. Taulukossa esitetyt rakennekerrokset ja niiden paksuudet perustuvat käytössä olevissa rakennesuunnitelmissa esitettyihin tietoihin.

8.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

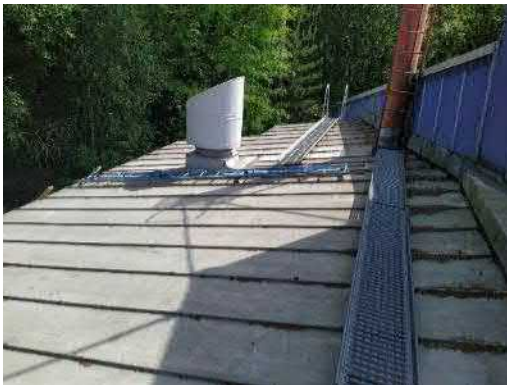
8.2.1 Aistinvaraiset havainnot



8.1. Yleiskuva etelään suuntautuvan rakennusosan vesikatoista.



8.2. Yleiskuva länteen suuntautuvan rakennusosan vesikatoista.



8.3. Yleiskuva IV-konehuoneen (110) yläpuolisesta vesikatosta. Vesikatolla olevien päätelaitteiden huoltamiseksi/tarkastamiseksi on vesikatolle asennettu kattosilloja ja lape-/huoltotikkaita.



8.4. Yleiskuva liikuntasalin (130) vesikatolta. Rakennusohjeiden mukaisesti vierekkäisten peltirivien hakasaumoja ei tulisi sijoittaa kohdakain, vaan ne tulisi porrastaa vähintään 100 mm.



8.5. Yleiskuva liikuntasalin (130) pulpettikaton yläreystäään tuulettuvasta harjakotelosta. Mitäusten perusteella on rintataitteen taitepelti nostettu noin 0,25 m pystypinnalle.



8.6. Harjakoteloiden kohdalla on rintataitteen taitepellin yläreunaan tehty reunakäänne, joka rajoittaa tuiskulumen ja viistosateen pääsyä yläpohjaan.



8.7. Yleiskuva länteen suuntautuvan rakennusosan vesikatteen tuulettuvasta harjakotelosta. Harjakotelo liittyy aulan (129) kattolyhdyn seinärakenteeseen. Kuvassa harjakotelon oikealla puolella oleva lapeosuus on kallistettu kohti kattolyhdyn seinärakennetta.



8.8. Harjakotelon päällyspellitystä oli tiivistetty siveltävällä vedeneristysmassalla aulan (129) kattolyhdyn seinäliittymän kohdalla. Lähtötietojen mukaan on liittymän alapuoliseen aulatilassa (129) tapahtunut vesikattovuoto.



8.9. Käytävän (121) yläpuolella sijaitsevan harjakotelon taitepelti on nostettu noin 0,10 m pystypinnalle. Taitepellin yläreunaan tehty reuna-käänne, joka rajoittaa tuiskulumen ja viistosateen pääsyä yläpohjaan.



8.10. Vesikattoon liittyvien seinärakenteiden kohdalla on taitepelti nostettu noin 0,20 m pystypinnalle. Taitepellin yläreunaan tehty reuna-käänne, joka rajoittaa tuiskulumen ja viistosateen pääsyä yläpohjaan.



8.11. Sisäänkäyntikatosten vesikatteen pitkittäisen rintataitteen taitepelti (vasen) on nostettu noin 0,10 m pystypinnalle. Poikittaisen rintataitteen taitepelti (oikea) on nostettu noin 0,15 m pystypinnalle (peiteriman päälle).



8.12. Rakenteita rikkomattoman tarkasteluiden perusteella ei poikittaisten rintataitteiden sauma ole täysin tiivis (peltiä on leikattu).



8.13. Liikuntasalin (130) takan savuhormin läpivienti ja hormien vieressä olevien talotikkaiden jalusta oli tiivistetty kangasvahvistetulla sivelävällä vedeneristysmassalla. Talotikkaiden jalustan kohdalla oli vedeneristysmassassa epätiiveyttä.



8.14. Liikuntasalin (130) takan savuhormi oli lähes kiinni viereisessä seinärakenteessa, mikä vaikeuttaa läpiviennin tiivistystä.



8.15. Yleiskuva IV-konehuoneen (110) poistoilmahajottajasta ja hormikotelosta, jonka saumauksia oli tiivistetty kangasvahvistetulla sivelävällä vedeneristysmassalla. Hormi oli varustettu yläpuolisella vedenohjaimella.



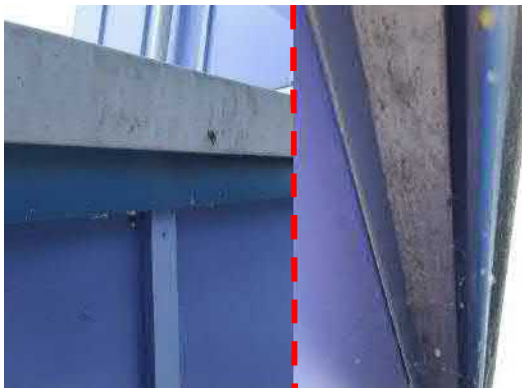
8.16. Yleiskuva wc-tilan (111) yläpuolella olevasta poistoilmakoneesta, joka on sijoitettu hyvin lähelle harjakoteloä. WC-tilassa (111) on lähtötietojen mukaan tapahtunut vesikattovuotoja. Silmämääräisissä tarkastuksissa ei hormin (400x400) pellityksissä kuitenkaan havaittu erityisiä virheitä tai puutteita.



8.17. Yleiskuva keittiön (138) yläpuolella olevasta poistoilmakoneesta ja tuuletusviemäristä. Silmämääräisissä tarkastuksissa ei hormin (>400x400) ja tuuletusputken tyvikartion toteutuksessa havaittu erityisiä virheitä tai puutteita.



8.18. Lähtötietojen mukaan on eteisessä (114) tapahtunut vesikattovuoto keväällä 2021. Silmämääräisten havaintojen perusteella on eteisen (114) kattolyhdyn korjaustoimenpiteet sisältäneet ainakin rintataitteen taitepellitysten uusimisen.



8.19. Yleiskuva liikuntasalin (130) pulpettikaton päätyräystästä. Tarkastusten perusteella on pulpettikattojen pääty- ja harjaräystäiden tuuletusrakoon asennettu myrskypelti, jonka reunataive on kuitenkin paikoin puutteellinen (kuvassa). Lisäksi räystäspellin alareuna ulottuu ainoastaan noin 40 mm tuuletusraon alareunan tason alapuolella.⁷



8.20. Yleiskuva liikuntasalin (130) kattolyhdyn räystäästä. Tuuletusrakoon on asennettu myrskypelti. Räystäspellin alareuna ulottuu ainoastaan noin 40 mm tuuletusraon alareunan tason alapuolella.¹

⁷ RT-ohjekortin 80-11202 mukaisesti, jos räystäässä on tuuletusrako, räystäspellin alareunan tulee olla vähintään 70 mm tuuletusraon alareunan tason alapuolella.



8.21. Sivuräystästä tehtyjen silmämääristen arvioiden perusteella ulottuu räystäs noin 0,6 metrin etäisyydelle julkisivun ulkopinnasta. Räystäslaudoituksessa oli laajalti silmin havaittavaa leväkasvustoa.



8.22. Harjakaton sivuräystästä tehtyjen silmämääristen arvioiden perusteella ulottuu räystäs noin 0,3 metrin etäisyydelle julkisivun ulkopinnasta. Räystäslaudoituksessa oli laajalti silmin havaittavaa leväkasvustoa.



8.23. Räystäskouruissa havaittiin paikoin runsaasti havuja ym. roskaa.



8.24. Yleiskuva liikuntasalin (130) kattolyhdystä. Kattolyhtyjen vesikatteena on (kumi)bitumikermi. Kattolyhtyjen vesikatteen sadevedet on ohjattu ulosheittäjällä seinälinjan ulkopuolella olevaan syöksyputkeen (punainen nuoli).



8.25. Kattolyhtyjen vesikatteen tarkastuksissa havaittiin vesikatteessa paikoin jälkiä veden lammikoitumisesta, minkä arvioidaan ensisijaisesti olevan seurausta tukkeutuneista ulosheittäjistä.



8.26. Kattolyhtyjen vesikatteen tarkastuksissa havaittiin kermien saumoissa ainoastaan yksittäisiä osin avonaisia saumauksia ja höyrypusseja.



8.27. Mittausten perusteella on kattolyhtyjen räystäään padotuskorkeus nykyisten rakennusohjeiden mukainen. Räystäskallistukset ovat mittausten perusteella vähintään 4°.



8.28. Vesikaton lumiasteiden, kattosiltojen ja lapetikkaiden kiinnitys on tehty katteen pystysaumoihin ilman katetta läpäiseviä reikiä.



8.29. Pienryhmähuoneessa (158) havaittu vuotojälki sijaitsi kuvassa olevan kattolyhdyn alapuolella olevalla lapeosuudella, jolle oli johdettu mm. kattolyhdyn vesikatteen sadevedet. Tarkastusten perusteella on taitepelti nostettu noin 0,20 m pystypinnalle. Taitepellin yläreunaan on tehty lisäksi reunakäännö, joka rajoittaa tuiskulumen ja viistosateen pääsyä yläpohjaan.



8.30. Silmämääräisesti tarkasteltuna ovat kattolyhdyn ikkunoiden vesipeltien kallistukset puutteelliset. Vesipellit ovat asennettu karmeissa olevaan asennusuraan. Vesipellit ovat kiinnitetty karmiin nauloilla. Vesipellin alle oli asennettu lisäksi erillinen myrskypelti. Havaintojen perusteella on vesipellin sisäkulmat avoimia (punainen nuoli).

8.2.2 Rakenneavauksissa tehdyt havainnot



8.31. Yleiskuva yläpohjan (YP1) rakenneavauksesta RA.11-YP. Rakenneavauksen kohdalle ei sattunut yläpohjan kantavia runkorakenteita, minkä perusteella perustuu rakennetyypeissä esitetyt runkorakenteet ja niiden mitat käytössä olevissa rakennesuunnitelmissa esitettyihin mittoihin.



8.32. Yleiskuva ulkoseinä- ja yläpohjaliittymästä. Kuvassa ulkoseinän tuulensuojalevytys. Ryhmähuoneen (158) katossa havaitun vesivuodon vauriolaajuuden selvittämiseksi otettiin yläpohjaeristeen ulkoreunasta materiaalinäyte mikrobimääritystä varten (MA.09-YP), jossa havaittiin niukasti kosteusvauriomikrobeja.



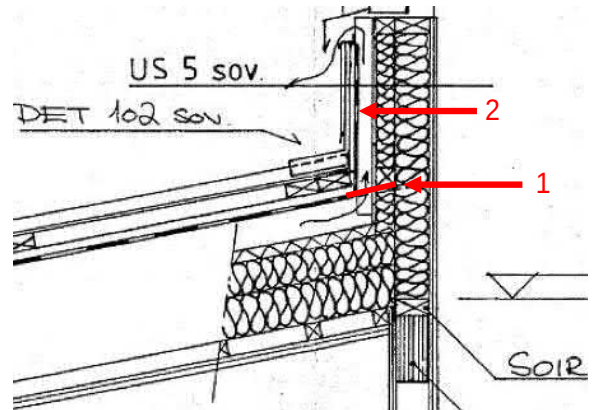
8.33. Rakenneavauksen RA.11-YP kautta yläpohjan tuuletusvälistä otetussa kuvassa havaittiin aluskatteen reunassa painuma (punainen nuoli), joka voi mahdollistaa aluskatetta pitkin valuvan kondenssi-/vuotoveden pääsyn yläpohjaan.



8.34. Yleiskuva kattolyhdyn ulkoseinän (US3) rakenneavauksesta (RA.06-US), jonka yhteydessä tarkasteltiin ulkoseinän ja yläpohjan liittymää.



8.35. Rakenneavauksen kohdalla ei ulkoseinän ja yläpohjan liitosta ole toteutettu suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Vesikaton aluskatetta ole nostettu ulkoseinälle, vaan se on tuotu ulkoseinän ulkopuolella olevan vaakakoolauksen alle, minkä seurauksena yläpohjan tuuletusväli ei ole yläreunasta avoin (kts. kuva 8.36).



8.36. Ruutukaappaus rakenneleikkauksesta (RAK 14), jossa on esitetty kattolyhdyn ulkoseinän ja yläpohjan liittymärakenne. Aluskate on tuotu ulkoseinärakenteeseen (1). Suunnitelma-asiakirjoissa aluskate on esitetty nostettavaksi ulkoseinän tuuletusvälin ulkopintaan (2).



8.37. Yleiskuva yläpojan (YP1A) rakenneavauksesta RA.12-YP. Rakenneavauksen kohdalla on yläpohjan kantavana runkorakenteena käytetty liimapuupalkkia (165x360) käytössä olevien rakennesuunnitelmien mukaisesti.



8.38. Rakenneavauksen kohdalla havaittiin yläpohjaeristeen alapinnassa värjäymää. Mahdollisen kosteus- ja mikrobivaurion tarkastamiseksi otettiin eristemateriaalista materiaalinäyte mikrobimääritystä varten (MA.14-YP).

8.3 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

8.3.1 Mikrobianalyysit

Yläpohjarakenteista otettiin yhteensä 2 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Näytteet otettiin yläpohjiin sisäpuolelta käsin tehdyistä rakenneavauksista. Laboratorioanalyysit on suoritettu laimennosviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteen analyysivastaukset ovat tutkimusraportin liitteenä (Liite 3).

Taulukko 8.1. Mikrobianalyysien tulokset.

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MA.09-YP	P.RYHMÄH. 158	seinäliittymä, eristekerroksen alapinta	mineraalivilla	heikko viite vauriosta
MA.14-YP	RYHMÄH. 119	seinäliittymä, eristekerroksen alapinta	mineraalivilla	ei viitettä vauriosta

Materiaalinäytteessä (MA.09-YP) havaittiin niukasti kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa (*A. restricti*) ja muita ulkoilmassa tyypillisesti esiintyviä mikrobeja (*Cladosporium*, *Penicillium*). Materiaalinäytteen elinkykyisten sieni-itiöiden määrä ei kuitenkaan ylitä asumisterveysasetuksen mukaista toimenpiderajaa.

8.4 Johtopäätökset

Tutkimusten perusteella vastaavat toteutetut yläpohjarakenteet yksittäisiä detaljeja lukuun ottamatta alkuperäisissä suunnitelma-asiakirjoissa esitetyjä rakenteita. Vesikaton peruskorjauksesta ei ollut käytössä suunnitelma-asiakirjoja, minkä perusteella konesaumatus peltikatteen suunnitelmien mukaisuutta ei kyetä arvioimaan.

Yläpohjassa ja vesikattorakenteissa havaitut merkittävimmät terveellisyys- tai turvallisuuteen liittyvät korjaustarpeet liittyivät erityisesti vesikatteen ja yläpohjaan läpi tapahtuneiden vuotojen korjauksiin. Puutteellisten lähtötietojen ja havaintojen perusteella on mahdollista, että osa korjauksista on sisältänyt ainoastaan vesikattorakenteiden tiivistyksiä tai paikallisia korjauksia eikä esimerkiksi kastuneiden yläpohjaeristeiden ja sisäverhouslevyjen vaihtamista. Vuotojen määrästä ja kestosta riippuen on mahdollista, että yläpohjassa on paikoin kosteus- ja mikrobivaurioituneita rakennusmateriaaleja vuotoalueiden läheisyydessä. Lähtötietojen perusteella on vuotoja havaittu ainakin WC-tilassa (111), eteisessä (114), aulaassa (129) ja pienryhmähuoneessa (158).⁸

Yläpohjassa ja vesikattorakenteille tehtyjen rakennetarkasteluiden perusteella arvioidaan vesikattovuotojen olevan todennäköisimmin seurausta aluskatteessa olevien epäjatkuvuuskohtien ja aluskatteen epätiiviyden läpivientien kautta yläpohjaan kulkeutuneesta sade- tai sulamisvedestä. Sade- ja sulamisvedet ovat voineet päästä rakenteeseen esimerkiksi harjakoteloiden tuuletusrakojen, kattolyhtyjen liittymärakenteiden (rintataiteet, räystäät ja ikkunaliittymät) tai katteessa olevien epätiiviyden läpivientien (hormit) kautta. Tutkimuksiin liittyvät rajaukset huomioiden ei vesikatteen alapintaan aika-ajoin tiivistyvän kondenssiveden mahdollisuutta vuotoveden lähteenä voida kuitenkaan täysin sulkea pois.⁹

Muut yläpohja- ja vesikattorakenteissa havaitut virheet ja puutteet liittyivät rakenteen toteutuksessa tehtyihin kosteusteknisiin virheisiin, kuten esimerkiksi vesikatolle rajoittuvien ulkoseinien ja yläpohjan liittymärakenteen suunnitelmasta poikkeavaan toteutukseen, minkä seurauksena on yläpohjan tuuletus paikoin osin estynyt. Havaitulla virheellä ei tutkimuksen perusteella kuitenkaan toistaiseksi ole ollut merkittävää vaikutusta rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimivuuteen tai esimerkiksi rakennuksen terveellisyys- tai turvallisuuteen. Liittymärakenteelle suoritettujen rakennetutkimusten suppea laajuus huomioiden on liittymärakenteen lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa suositeltavaa tarkastella tarkemmin.

8.5 Toimenpide-ehdotukset

8.5.1 Lisä- ja jatkotutkimustarpeet

Yläpohja- ja vesikattorakenteille (YP1/YP1A) esitettyjen siirtävien korjausten yhteydessä suositellaan lisäksi vesikatolle rajoittuvien ulkoseinien ja yläpohjan liittymärakenteiden tuulettavuuden laajempia tarkastuksia vesikatteen yläpuolelta tehtävin rakenneavauksin.

⁸ Aulan (129) vesikattovuodon korjausten osalta on käytössä olevassa sisäilmakorjauksen työmaakokouspöytäkirjassa (Espoon Tilapalvelut 2019) tehtyinä korjaustoimenpiteinä esitetty säilytettävien kosteus-/mikrobivaurioituneiden puuosien mekaaninen käsittely (hionta/höyläys) ja alueella olleiden mineraalivillieristeiden uusiminen.

⁹ Tutkimukset eivät sisältäneet vesikatteen yläpuolelta käsin tehtäviä rakenneavauksia, jonka yhteydessä on mahdollista tarkastella mm. vesikatteen alapuolista tuuletusta ja katteen alapintaan aika-ajoin mahdollisesti tiivistynyttä kosteutta.

8.5.2 Huoltotoimenpiteet

- vesikaton ja räystäskourujen puhdistus

8.5.3 Korjausvaihtoehto, siirtävä korjaus

Yläpohja- ja vesikattorakenteiden ensisijaisina toimenpiteinä suositellaan siirtävää korjausta. Korjauksen ensisijaisena tavoitteena on uusia vuotojen seurauksena todennäköisesti kosteus- ja mikrobivaurioituneet rakennusmateriaalit, sekä ehkäistä sade- ja sulamisvesien kulkeutuminen yläpohjaan.

Yläpohja- ja vesikattorakenteiden (YP1/YP1A) siirtävä korjaus pääkohdittain:

- vesikattorakenteiden avaus aikaisemmin havaittujen vuotokohtien kohdalta, pl. aula (129)
- vuotoalueiden kohdalla olevien rakennusmateriaalien uusiminen ja/tai mekaaninen puhdistus
- vesikattorakenteiden uusiminen avauskohdassa
- kattolyhtyjen puutteellisesti toteutettujen räystäsrakenteiden korjaukset
- harjakoteloiden korottaminen tai olevien tuuletusaukkojen ummistaminen ja tuuletuksen järjestäminen esimerkiksi harjakotelon päälle asennettavien alipainetuulettimien avulla
- liikuntasalin (130) takan savuhormin kotelointi ja kotelon verhous esimerkiksi pinnoitetulla ja sinkityllä teräsohutlevyllä
 - Teräsohutlevytys liittäminen vesikatteeseen ja sementtikuitulevyllä verhoiltuun julkisivuun tulee toteuttaa RT-ohjekortissa 85-11158 "Konesaumattu peltikatto" esitettyjen ohjeiden mukaisesti.
- peltikatteiden poikittaisten rintataitteiden saumausten tiivistys esimerkiksi kangasvahvistetulla polyuretaanimassalla

Yläpohja- ja vesikattorakenteiden (YP2) siirtävä korjaus pääkohdittain:

- (kumi)bitumikermässä esiintyvien höyrypussien ja epätiivien saumojen korjaus

9 Koonti jatkotoimenpiteistä

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen. Puutteiden korjaamiseksi voi olla myös muita mahdollisia ratkaisuja ja pääsääntöisesti käytettävät korjausmenetelmät päätetään korjaussuunnittelun yhteydessä.

9.1 Lisä- ja jatkotutkimustarpeet

- Rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden ja perusmuurirakenteissa olevien vedeneristysten tarkastelu.
- Ulkoseinien ja yläpohjan liittymärakenteiden tuulettuvuuden laajempia tarkastuksia vesikatteen yläpuolelta tehtävin rakenneavauksin.

9.2 Huoltotoimenpiteet

- Vesikaton ja räystäskourujen puhdistus.

9.3 Ensisijaiset korjaustoimenpiteet

Alapohjarakenteet

Maanvaraisen alapohjarakenteen tiivistyskorjaus:

- Lattian pintamateriaalien purkaminen ja alustan käsittely mekaanisesti.
- Alapohjan liittymärakenteiden (väli- ja ulkoseinäliittymät) ja läpivientien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
- Lattian tasointi sekä uusien pintamateriaalien ja mahdollisen erillisen vedeneristyksen asennus.

Ryömintätilaisten alapohjarakenteiden tiivistyskorjaus:

- Lattian pintamateriaalien purkaminen ja alustan käsittely mekaanisesti.
- Alapohjan ulkoseinäliittymien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
- Lattian tasointi sekä uusien pintamateriaalien ja mahdollisen erillisen vedeneristyksen asennus.
- Alapohjassa olevan tarkastusluukun vaihtaminen kaasutiiviiseen kansistoon.
- Ryömintätilan koneellinen tuuletus ja alipaineistaminen suhteessa yläpuolisiin huonetiloihin.
 - Toimenpiteiden yhteydessä suositellaan sokkeliin/perusmuuriin lisättäväksi tuuletusaukkoja/-putkia siten, että ryömintätilaan ei jää umpinaisia tai tuulettumattomia tiloja.
- Ryömintätilassa olevan perusmaan korvaaminen lämpöä paremmin eristävällä kapilaarikerroksella (esimerkiksi kevytsora)
- Ryömintätilassa olevien viemäriputkien kannakointien ja mahdollisten puutteellisten kallistusten korjaus.

Ulkoseinät ja julkisivut

Mikrobivaurioituneiden ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaus:

- Ulkoseinän alareunan sisäverhouslevyjen, lisäkoolausten, alaohjauspuun ja eristemateriaalien purkaminen.
- Ulkoseinän alapuolisen sokkeli- ja alapohjaliittymän tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
- Ulkoseinän alareunan runkorakenteiden, lisäkoolausten, eristemateriaalien ja sisäverhouslevyjen jälleenrakennus.
- Julkisivuverhouksen uusiminen sekä ulkoseinän tuuletuksen, sekä sadevesirasitusta ja -vuotoja vähentävien rakenteellisten ratkaisujen korjaus (ei välttämätön).

Muiden kuin mikrobivaurioituneiden ulkoseinärakenteiden kevyt tiivistyskorjaus:

- Ulkoseinän alareunan sisäverhouslevyjen, lisäkoolausten ja koolausten välissä olevien eristemateriaalien purkaminen.
- Ulkoseinän alapohja- ja ikkunaliittymien sekä ulkoseinän höyrynsulkumuovissa olevien läpivientien ja muiden mahdollisten epätiiveyskohtien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
 - Kevyemmässä tiivistyskorjauksessa käytettävä tiivistystuotteet liitetään ulkoseinän höyrynsulkumuoviin.
- Ulkoseinän alareunan lisäkoolausten, koolausten välissä olevien eristemateriaalien ja sisäverhouslevyjen jälleenrakennus.

- Julkisivuverhouksen uusiminen sekä ulkoseinän tuuletuksen, sekä sadevesirasitusta ja –vuotoja vähentävien rakenteellisten ratkaisujen korjaus (ei välttämätön).

Puuikkunoiden maalauskorjaus (ei välttämätön):

- karmin tiivistyksen tarkastus ja kunnostus tarvittaessa
- maalipinnan puhdistus
- irtonaisten ja lohkeilevan maalin poisto
- huonokuntoisten lasilistojen poistaminen
- pintojen hionta, puhdistus ja mahdollinen paikkaus
- mahdollisten puhtaisten puupintojen pohjamaalaus
- poistettujen lasituslistojen uusiminen
- valmiiksi maalaus
- vesipellitysten korjaus (mm. tiivistys) ja huoltomaalaus
- tuuletusluukkujen/-ikkunoiden tiivistys, tuuletuksen tarkistus ja puhdistus.

Yläpohja ja vesikattorakenteet

Yläpohja- ja vesikattorakenteiden (YP1/YP1A) siirtävä korjaus:

- vesikattorakenteiden avaus aikaisemmin havaittujen vuotokohtien kohdalla
- vuotoalueiden kohdalla olevien rakennusmateriaalien uusiminen ja/tai mekaaninen puhdistus
- vesikattorakenteiden uusiminen avauskohdassa
- kattolyhtyjen puutteellisesti toteutettujen räystäsrakenteiden korjaukset
- harjakoteloiden korottaminen tai olevien tuuletusaukkojen ummistaminen ja tuuletuksen järjestäminen esimerkiksi harjakotelon päälle asennettavien alipainetuulettimien avulla
- liikuntasalin (130) takan savuhormin kotelointi ja kotelon verhous esimerkiksi pinnoitetulla ja sinkityllä teräsohutlevyllä
 - Teräsohutlevytys liittäminen vesikatteeseen ja sementtikuitulevyllä verhoiltuun julkisivuun tulee toteuttaa RT-ohjekortissa 85-11158 "Konesaumattu peltikatto" esitettyjen ohjeiden mukaisesti.
- peltikatteiden poikittaisten rintataitteiden saumausten tiivistys esimerkiksi kangasvahvistetulla polyuretaanimassalla

Yläpohja- ja vesikattorakenteiden (YP2) siirtävä korjaus:

- (kumi)bitumikermässä esiintyvien höyrypussien ja epätiivien saumojen korjaus

9.4 Vaihtoehtoiset korjaustoimenpiteet

Ulkoseinät ja julkisivut

Mikrobivaurioituneiden ulkoseinärakenteiden kevyt tiivistyskorjaus:

- Ulkoseinän alareunan sisäverhouslevyjen, lisäkoolausten ja koolausten välissä olevien eristämateriaalien purkaminen.
- Ulkoseinän alapohja- ja ikkunaliittymien sekä ulkoseinän höyrynsulkumuovissa olevien läpivientien ja muiden mahdollisten epätiiviskohtien tiivistys tarkoitukseen soveltuvalla tiivistystuotteilla.
 - Kevyemmässä tiivistyskorjauksessa käytettävä tiivistystuotteet liitetään ulkoseinän höyrynsulkumuoviin.

- Ulkoseinän alareunan lisäkoolausten, koolausten välissä olevien eristemateriaalien ja sisäverhouslevyjen jälleenrakennus.
- Julkisivuverhouksen uusiminen sekä ulkoseinän tuuletuksen, sekä sadevesirasitusta ja –vuotoja vähentävien rakenteellisten ratkaisujen korjaus (ei välttämätön).

10 Liitteet

Liite 1:	Tutkimusmenetelmät ja käsitteet (6 sivua)
Liite 2:	Tutkimuskartta (1 sivu)
Liite 3:	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi (9 sivua)
Liite 4:	Materiaalinäytteiden (bulk) VOC-määrittely (10 sivua)
Liite 5:	Rakennekosteusmittaukset (4 sivua)

Espoossa 11.10.2021

Sitowise Oy

Joona Vauhkonen, ins. AMK, KVKI (FISE), RTA (C-25014-26-19)

Tarkastanut:

Jussi Erkkilä, ins. AMK
Rakennusterveysasiantuntija C-23650-26-17

TUTKIMUSMENETELMÄT JA KÄSITTEET

1 Mikrobianalyysit materiaalinäytteestä

Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja mahdollisia kosteusvaurioita voidaan tutkia normaalien kosteusmittausten lisäksi mikrobianalyysin. Tietyn mikrobilajikkeet indikoivat rakenteen kosteusvaurioista, johtuen eri mikrobilajikkeiden vaatimista erilaisista kosteusolosuhteista sekä käytetyistä analysointimenetelmistä. Esimerkiksi aktinobakteerit (sädesienet eli aktinomykeetit) vaativat korkean vesiaktiivisuuden ($RH > 90\ldots 95\%$) rakenteessa pesäkkeen kehittymistä varten, mikä viittaa materiaalin kastumiseen ja vaurioitumiseen.

Huomioitavaa on, että mahdolliset mikrobivauriot rakenteissa saattavat vaikuttaa myös tilojen sisäilmaan heikentävästi, mikäli mikrobivaurion aiheuttamat emissiot pääsevät kulkeutumaan rakennuksen sisäilmaan.

Rakennuksen mikrobeja voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä ja näytteenottotavoilla (materiaali-, sively- ja ilmanäyte).

1.1 Materiaalinäytteen laimennossarjamenetelmä

Menetelmä on yksi Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksessa hyväksytyistä analyysitavoista. Analyysi kertoo mikrobien tarkan määrän ja niiden lajiston.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on vähintään 10^4 pmy/g (pesäkettä muodostavaa yksikköä/g) tai aktinobakteerien pitoisuus on 3 000 pmy/g. Aktinobakteerien esiintymistä arvioidaan lisäksi niiden indikaattorimerkityksen avulla, kun niiden pitoisuudet ovat alle 3 000 pmy/g. Vaikka sienipitoisuus jää alle 10^4 pmy/g, voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g, tai näytteen sienilajikkeisto on epätavallisen yksipuolinen (1 – 2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin $> 5\,000$ pmy/g.

1.2 Materiaalinäyte suoraviljelymenetelmällä

Menetelmä on yksi Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksessa hyväksytyistä analyysitavoista. Analyysi kertoo mikrobien suuntaa-antavan määrän ja niiden lajiston.

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

-	=	ei mikrobeja
+	=	1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
++	=	20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	=	50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)
++++ $\geq$		200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden, hiivojen ja aktinobakteerien kokonaismäärät ovat pieniä (-/+ /+++), lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereja runsaasti (+++/++++).

23.9.2021

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.

1.3 QPCR -analyysi

QPCR-menetelmä (kvantitatiivinen polymeerasiketjureaktiomenetelmä) perustuu näytteessä olevan, spesifisen DNA-jakson määrän mittaamiseen sekä mikrobien tunnistamiseen hyödyntämällä home- ja hiivasienille, bakteereille ja aktinobakteereille (sädesienille) ominaisia DNA-jaksoja. Tunnistettavaa mikrobiryhmää, -sukua tai -lajia varten synteettisesti luotu lyhyt DNA-jakso, ns. aluke, kiinnittyy vastaavaan DNA-sekvenssiin tutkittavassa näytteessä, jonka jälkeen jakso monistuu mittaustasolle. Analyysitulokset ilmoitetaan esim. materiaalinäytteissä yksikössä CE (soluekvivalenttia)/g.

Viljelymenetelmään verrattuna qPCR-menetelmän etuja ovat nopeus ja se, että analyysin avulla havaitaan sekä elinkykyiset että viljelykelvottomat (kuolleet tai hidaskasvuiset), mutta mahdollisesti sisäilman laatuun haitallisesti vaikuttavat mikrobit ja itiöt.

QPCR-analyysissä määrittäminen kohdistetaan haluttuihin, ennalta valittuihin mikrobiryhmiin, -sukuihin tai -lajeihin, joihin tavallisimmin kuuluvat mm. kaikki homeet ja hiivat, *Aspergillus*- ja *Penicillium*-homesukujen sekä *Streptomyces*-aktinobakteerisuvun edustajat. Kattavammin näytteen mikrobilajisto, ml. kosteusvaurioindikaattorit, saadaan selville käyttämällä viljelymenetelmiä.

QPCR-menetelmä on Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksessa mikrobikasvun toteamiseen hyväksytty menetelmä silloin, kun qPCR-analyysillä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjamenetelmällä saatuihin tuloksiin on osoitettu esim. akkreditoinnilla. Menetelmällä saaduille tuloksille ei siis ole asumisterveysasetuksessa määritettyjä toimenpiderajoja, vaan tulosten tulkinta perustuu laboratorioiden määrittämiin raja- tai ohjearvoihin.

2 Kosteustekniset tutkimukset

2.1 Kosteuskartoitus

Kartoituksessa rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioidaan pintakosteusilmaisimella, jonka mittaus perustuu suurtaajuudella tapahtuvaan materiaalin dielektrisyysvakion mittaukseen. Laite mittaa materiaalin kosteuden 25...50 mm syvyydestä. Mittalaite antaa virheellisen tuloksen, mikäli mitaussyvyydellä on metallia (putket, sähkövastuskaapeloinnit, peltiverhoukset, jne.)

Pintakosteudenilmaisimella tehtyjen havaintojen tarkastelussa ja tulosten arvioinnissa tulee huomioida, ettei kyseisellä menetelmällä kyetä mittaamaan rakenteen kosteuspitoisuutta vaan ainoastaan arvioimaan materiaalien kosteuspitoisuutta. Saatujen arviointituloksien luotettavuutta on tarkasteltava huomioiden mm. rakennetyyppi, pintamateriaali, vedeneristyskerroksen sijainti ja tyyppi sekä rakenteiden kuivanaoloaika (aikaväli, jolloin ei ole suoritettu rakenteita kastelevaa käyttöä).

2.2 Rakennekosteusmittaus

Kosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 14–10984 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus).

Rakenteista tehtävistä kosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitetulla mittapäällä. Kiviainesrakenteiden kosteusmittauksissa poratut mittausreiät puhdistetaan ja tulpataan porauksen jälkeen. Tulpatuissa mittausrei'issä kosteuden annetaan tasaantua vähintään kolme vuorokautta ennen mittausta.

On huomioitava, että mittaustulokset kyseisillä mittausmenetelmillä ovat hetkellisiä ja ne kuvastavat vain rakenteen mittausajankohtana ollutta kosteustilaa. Mikäli rakenteen kosteusteknistä toimintaa halutaan tarkastella tarkemmin, mittaukset tulee suorittaa pitempiäaikaisina seuranta-mittauksina eri vuodenaikoina.

Rakennekosteusmittausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

2.3 Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitetulla mittapäällä. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa. Viillosta voidaan mittauksen jälkeen tehdä havaintoja päällysteen tartunnasta alustaan, liiman koostumuksesta ja väristä sekä päällysteen alapuolisista ha-juista. Viiltomittausten kohdistus tehdään pintakosteuskartoituksen tuloksia ja rakennetyyppitie-toja hyödyntäen. Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle tehdään vähintään referenssimi-taus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta. Viiltomittauksia tehdään siinä laajuudessa, että saadaan riittävän kattavasti määriteltyä alueet, joilla kosteuspitoisuus on kohollaan.

3 Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset

Suoritettujen rakenneavausten sijainnit määritetään riskirakennekartoituksen ja rakenteiden kos-teuskartoituksen yhteydessä tehtävien havaintojen mukaan. Rakenneavausten päätarkoituksena on määrittää rakennetyypit ja rakenneratkaisut sekä verrata rakenteiden alkuperäisten suunnitel-mien mukaisuutta ja rakenteellista toimivuutta. Rakenneavausten yhteydessä tarkastellaan raken-teiden vaurioitumisasteita ja vaurioiden laajuutta.

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

- rakenteiden ja rakennemittojen kirjaus sekä vertaus vanhoihin suunnitelmiin
- aistinvaraisesti havaittavien vaurioiden kirjaus
- avauskohdan valokuvaus
- analyysinäytteenotto ja kosteusmittaus, mikäli näin on määritetty

Rakenneavausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

23.9.2021

4 Merkkiainekokeet, tiiveystarkastelut

Merkkiainekokeella tarkoitetaan tutkimusmenetelmää, jossa erityistä kaasua ja sitä havaitsevaa mittalaitetta apuna käyttäen selvitetään rakenteen sisällä ja rakenteen läpi tapahtuvia ilmapirtauksia.

Merkkiainekokeilla on mahdollista selvittää rakenteiden ja liittymien epätiiveyttä ja ilmavuotoja. Merkkiaine voidaan syöttää tarkasteltavaan rakenteeseen tai rakenteen ulkopuolelle, kuten esimerkiksi alapohjan ryömintätilaan. Riittävällä otannalla saadaan selville mitkä vuodoista tai epätiiveyksistä ovat systemaattisia ja mitkä satunnaisia. Lisäksi merkkiainekokeella voidaan arvioida rakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan.

Merkkiainekokeiden suorituksen osalta on huomioitava, että suuria huonetiloja ei välttämättä tarkasteta kauttaaltaan, vaan merkkiainekokeella pyritään ensisijaisesti tarkastamaan eri rakenneyhteyksissä esiintyvien liittymärakenteiden tiiveyttä.

5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, eli VOC-yhdisteet (Volatile Organic Compounds) ovat huoneilmassa kaasuja. VOC-yhdisteet voivat olla yhteydessä ihmisten kokemiin terveys- ja hajuhaittoihin ja erityisesti asumisviihtyvyyttä vähentäviin tuntemuksiin.

VOC-yhdisteiden päästölähteitä sisätiloissa ovat muun muassa

- rakennusmateriaalit
- huonekalut
- tekstiilit
- toimistotarvikkeet
- kosmetiikkatuotteet

Myös ihminen ja kotieläimet ovat VOC-päästölähteitä.

5.1 VOC-yhdisteet ilmanäytteestä

VOC-mittausten tuloksissa tarkastellaan VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuutta (TVOC) sekä tiettyjen yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuuksia. Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen mukaisesti tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpiderajana on huoneilmassa 400 µg/m³. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³. Eräistä sisäympäristöissä sisäilmaongelmiin liittyvien yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajoista on asumisterveysasetuksessa säädetty lisäksi erikseen.

Eräiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat ilmasta (STMa 545/2015)

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli diisobutyraatti (TXIB)	10 µg/m ³
2-etyyli-1-heksanoli (2-EH)	10 µg/m ³
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, 10 µg/m ³
Styreeni	40 µg/m ³

Tämän lisäksi Työterveyslaitos (TTL) on laatinut toimistotyyppisiin työympäristöihin soveltuvia sisäilmaston viitearvoja, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin.

5.2 VOC-yhdisteet materiaalinäytteestä

Jos halutaan selvittää, onko rakennusmateriaali syynä sisäilmaongelmiin, siitä voidaan tutkia VOC-yhdisteiden emissioita mikrokammiolaitetta hyödyntävällä kokonaisemissiomenetelmällä. Kokonaisemissio- eli ns. bulk-määritys kertoo kyseisen materiaalin kokonaisemissiot yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Kokonaisemissiotulos auttaa esimerkiksi selvittämään sisäilmassa havaittujen yhdisteiden päästölähteen, mutta analyysitulosta ei voi käyttää sisäilmapitoisuuksien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tai pintaemissiopitoisuuksien ($\text{mg}/\text{m}^2\text{h}$) arviointiin. Samasta materiaalinäytteestä voidaan analysoida lisäksi, formaldehydi-, aldehydi- ja ammoniakkiemissiot.

Työterveyslaitos (TTL) on asettanut osalle materiaaleista viitearvot palvelunäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissiomenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa.

5.3 VOC-yhdisteet FLEC-mittauksella

Jos halutaan selvittää, onko rakennusmateriaali syynä sisäilmaongelmiin, siitä voidaan tutkia kahdella erilaisella FLEC-mittausmenetelmällä: tarkemmalla mittausmenetelmällä (ISO 160000-10) tai kevyemmällä mittausmenetelmällä (NT BUILD 484). Molemmat menetelmät ovat rakenteita rikkomattomia.

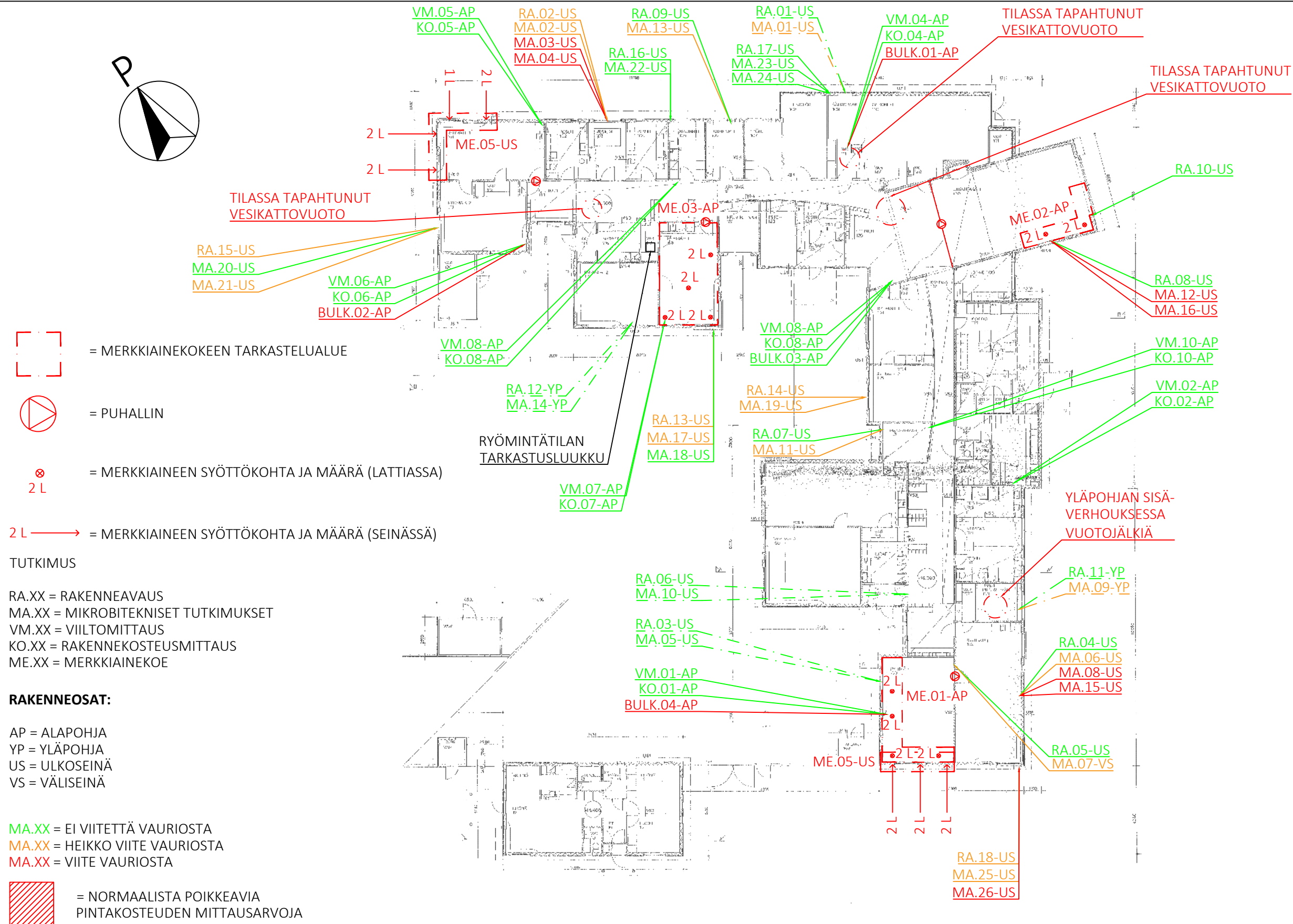
Tutkimuskohteessa tehtävä FLEC-mittaus tehdään pääsääntöisesti NT BUILD 484 menetelmän mukaisesti, jossa puhalluspumppu pumppaa huoneilmaa sisäänmenoaukkoon asennetun keräimen läpi kammioon. Sisäänmenoaukkoon asetetun keräimen tarkoitus on ainoastaan puhdistaa kammioon johdettavaa huoneilmaa. Kammiosta ilma kulkeutuu ulostuloaukkoon ja pumppujen avulla keräysaukkoihin kiinnitettyihin keräimiin, joista varsinaiset VOC-pitoisuudet mitataan.

FLEC-mittausmenetelmällä otetuille materiaalien emissionäytteiden tuloksille ei ole annettu lainsäädännössä toimenpiderajoja tai HTP-arvoja. Tutkimuskohteissa pääsääntöisesti tehtävällä FLEC-mittausmenetelmällä (NT BUILD 484) saatuja tuloksia voidaan arvioida mittausmenetelmällä (ISO 16 000-10) määritettyihin ohjeellisiin arvoihin, mutta tulosten tulkinnassa tulee huomioida sisäilman lämpötilan ja kosteuden vaikutus mittaustuloksiin.

FLEC-mittausmenetelmän etu muihin näytteenottomenetelmiin on esimerkiksi se, että saatu emissionopeus voidaan muuntaa laskukaavan kautta huoneilman pitoisuudeksi, jos tiedossa on emittoiva pinta-ala, huoneen tilavuus sekä ilmanvaihtokerroin.

Rakennuskohteen nimi ja osoite
LAAKAKIVEN PÄIVÄKOTI
SUOTORPANTIE 9
02310 ESPOO

Piirustuksen sisältö
TUTKIMUSKARTTA,
POHJAPIIRUSTUS



Sitowise Oy
Joona Vauhkonen
Linnoitustie 6
02600 Espoo



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Joona Vauhkonen
Näytteenottoaika: Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo
Näytteenottoajankohda: 6.7.2021
Vastaanottoajankohda: 9.7.2021
Näyttemäärä: 7 kpl
Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Työterveyslaitoksen laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät

Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset bakteerit ja aktinomykeetit

Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
2% mallasuuteagar (M2-agar)
Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

Kasvatus- lämpötila

25 °C
25 °C
25 °C
25 °C

Kasvatus- aika

7 vrk
7 vrk
7 vrk
7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. MA.01-US, yläosa, eristevilla, sisäpinta
2. MA.02-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
3. MA.03-US, alaosa, lisäkoolaus, alapinta
4. MA.04-US, yläosa, eristevilla, sisäpinta
5. MA.05-US, yläosa, eristevilla, sisäpinta
6. MA.06-US, alaosa, eristevilla, ulkopinta
7. MA.07-VS, alaosa, alaohjauspuu, alapinta

Tulosten tulkinta

heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
viittaa sienikasvustoon
viittaa vaurioon
ei viitetä vauriosta
viittaa vaurioon
heikko viite vauriosta

Analyytitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar		
1.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>A., Eurotium</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Geotrichum</i> + hiivat, vaalea +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
2.	Yhteensä + <i>Fusarium</i> * +(7)	Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(3) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Fusarium</i> * +(9)	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * +(2)		
3.	Yhteensä + <i>Fusarium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
4.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Coelomycetes</i> * +(1)	Yhteensä ++ <i>A. restricti</i> * ++(23) <i>A., Eurotium</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Geomyces</i> * +(1) hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * +(2)		
5.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolores</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
6.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. restricti</i> * +(10) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
7.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi tai laji- / sukuryhmä, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinomykeetti (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Huomiot:

- Näytteen 3 suoramikroskopoinnissa havaittiin sienirihmastoja, mikä voi viitata homekasvustoon tai lahovaurioon.

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio

Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio

Tiedoksi:

jussi.erkkila@sitowise.com

Sitowise Oy
Joona Vauhkonen
Linnoitustie 6
02600 Espoo



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Joona Vauhkonen
Näytteenottoaika: Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo
Näytteenottopäivämäärä: 8.7.2021
Vastaanottopäivämäärä: 14.7.2021
Näytemäärä: 9 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Työterveyslaitoksen laboratoriotoiminta on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät

Kasvatusalustat

		Kasvatus- lämpötila	Kasvatus- aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

- MA.08-US, alaosa, alaohjauspuun tiivistysvillakaista
- MA.09-YP, ulkoseinäliittymä, alapinta
- MA.10-US, yläosa, tiivistysvillakaista
- MA.11-US, alaosa, sivureuna
- MA.12-US, alaosa, alaohjauspuun tiivistysvillakaista
- MA.13-US, alaosa, alareuna
- MA.14-YP, seinäliittymä, alapinta
- MA.15-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.16-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta

Tulosten tulkinta

vahva viite vauriosta

heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta

heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar		
1.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. restricti</i> * +++ <i>A. versicolores</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>Aureobasidium</i> + <i>Chaetomium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
2.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(4) <i>Cladosporium</i> + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
3.	Yhteensä + <i>Arthrimum</i> + <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä + <i>Arthrimum</i> + <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
4.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(3) <i>A. versicolores</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolores</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
5.	Yhteensä ++ <i>Fusarium</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. restricti</i> * ++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Geomyces</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * +		
6.	Yhteensä + <i>Beauveria</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(3)	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(2)		
7.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + hiivat, vaalea +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
8.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. restricti</i> * +++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
9.	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. restricti</i> * + <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + <i>A. versicolores</i> * + <i>Coelomycetes</i> * + <i>Fusarium</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi tai laji- / sukuryhmä, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinomykeetti (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
KuopioMari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio**Tiedoksi:**

jussi.erkkila@sitowise.com

Sitowise Oy
Joona Vauhkonen
Linnoitustie 6
02600 Espoo



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Joona Vauhkonen; Topias Konttinen
Näytteenottoaika: Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo
Näytteenottopäivämäärä: 31.8.2021
Vastaanottopäivämäärä: 3.9.2021
Näytemäärä: 10 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
 Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
 Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
 Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Työterveyslaitoksen laboratoriotoiminta on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025.

<u>Mikrobiryhmät</u>	<u>Kasvatusalustat</u>	<u>Kasvatus- lämpötila</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

- MA.17-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.18-US, alaosa, alaohjauspuun tiivistysvillakaista
- MA.19-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.20-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.21-US, alaosa, alaohjauspuun tiivistysvillakaista
- MA.22-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.23-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.24-US, alaosa, alaohjauspuun tiivistysvillakaista
- MA.25-US, alaosa, alaohjauspuu, alapinta
- MA.26-US, alaosa, alaohjauspuun tiivistysvillakaista

Tulosten tulkinta

heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta

heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta

ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta

heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar	THG-agar
1.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä ++ <i>Botrytis</i> + <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
2.	Yhteensä + <i>A. versicolores</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * -
3.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(4) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
4.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
5.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(5) <i>Cladosporium</i> +		Yhteensä + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
6.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä + steriilit +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
7.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
8.	Yhteensä + <i>Geomyces</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + <i>A. restricti</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> +		Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
9.	Yhteensä + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> + steriilit +		Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
10.	Yhteensä ++ <i>Aureobasidium</i> + <i>Coelomycetes</i> * + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> +++ <i>Coelomycetes</i> * + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +		Yhteensä ++ <i>Alternaria</i> , <i>Ulocladium</i> * + <i>Aureobasidium</i> + <i>Coelomycetes</i> * ++ <i>Exophiala</i> * + hiivat, vaalea ++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi tai laji- / sukuryhmä, A. = *Aspergillus*, *Streptomyces* = aktinomykeetti (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Huomiot:

1. Näytteiden 4 ja 6 suoramikroskopoinnissa ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta.

Työympäristölaboratoriot

Sirpa Pennanen
johtaja
Kuopio

Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio

Tiedoksi:

jussi.erkkila@sitowise.com

Sitowise Oy
Joona Vauhkonen
Linnoitustie 6
02600 Espoo



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite:	Joona Vauhkonen / K21569.1 / 19745
Näytteen kerääjät:	Topias Konttinen
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammiolla,
Tulopvm.:	13.07.2021
Käsittelijä(t):	Susanna Viitasaari, Aku Helin

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammiolaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin typpeä Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta, kyseiset aineet mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

CK21-02256-1

Näyte/keräin: 253836

Mittauspaikka: Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo, P:3,98g

Mittauskohde: BULK.01-AP, muovimatto, märkätila

Analysointipvm.: 15.07.2021/SMA

Näytteenottoaika: 09.07.2021

Ilmamäärä: 2,60 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Karyofylleeni	2	µg/m ³ g
Junipeeni	20	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli 1)	530	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Butoksietanoli	1	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Nonanaali	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	440	µg/m ³ g

1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

CK21-02256-2

Näyte/keräin: 254775

Mittauspaikka: Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo, P:3,82g

Mittauskohde: BULK.02-AP, linoleum, uusi

Analysointipvm.: 15.07.2021/SMA

Näytteenottoaika: 09.07.2021

Ilmamäärä: 2,52 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Heptaani	4	µg/m ³ g
Oktaani	6	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	1	µg/m ³ g
Styreeni	1	µg/m ³ g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni	6	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	13	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	4	µg/m ³ g
Etanoli 1)	3	µg/m ³ g
1-Heptanoli 2)	14	µg/m ³ g
1-Heksanoli 3)	6	µg/m ³ g

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

Yhdiste		Tulos	Yksikkö
1-Oktanoli	4)	15	µg/m³g
1-Pentanoli	5)	18	µg/m³g
1-Propanoli	6)	2	µg/m³g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT			
2-(2-Butoksietoksi)etanoli		1	µg/m³g
2-Butoksietanoli		24	µg/m³g
Dipropyleeniglykolibutyylieetteri-isomeerit		18	µg/m³g
Dipropyleeniglykolimetyylieetteri		37	µg/m³g
ALDEHYDIT			
n-Butanaali	7)	27	µg/m³g
Bentsaldehydi		6	µg/m³g
2-Dekanaali		12	µg/m³g
Dekanaali		7	µg/m³g
Heksanaali		76	µg/m³g
2-Heksanaali		2	µg/m³g
Heptanaali		24	µg/m³g
2-Heptanaali		9	µg/m³g
2-Nonenaali		5	µg/m³g
Nonanaali		48	µg/m³g
2-Oktenaali		7	µg/m³g
Oktanaali		54	µg/m³g
Pentanaali		40	µg/m³g
2-Pentenaali		3	µg/m³g
2-Undekanaali		4	µg/m³g
KETONIT			
Asetoni	8)	37	µg/m³g
2-Heptanoni	9)	7	µg/m³g
2-Pentanoni		3	µg/m³g
Sykloheksanoni		8	µg/m³g
HAPOT			
Butaanihappo eli voihihappo	10)	51	µg/m³g
Etikkahappo	11)	220	µg/m³g
Heksaanihappo, kapronihappo	12)	72	µg/m³g
Pentaanihappo, valeriaanahappo	13)	43	µg/m³g
Propaanihappo	14)	210	µg/m³g
ESTERIT JA LAKTONIT			
gamma-Butyrolaktoni		2	µg/m³g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		550	µg/m³g

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 3) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 4) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 5) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 6) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 7) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 8) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 9) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 10) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 11) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 12) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 13) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 14) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

CK21-02256-3

Näyte/keräin: 252898

Mittauspaikka: Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo, P:3,97g

Mittauskohde: BULK.03-AP, linoleum, vanha (sininen)

Analysointipvm.: 15.07.2021/SMA

Näytteenottoaika: 09.07.2021

Ilmamäärä: 2,40 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	1	µg/m ³ g
Styreeni	2	µg/m ³ g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni	70	µg/m ³ g

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	3	µg/m ³ g
1-Butanoli	9	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
Etanoli 1)	1	µg/m ³ g
1-Heptanoli	2	µg/m ³ g
1-Heksanoli	1	µg/m ³ g
1-Oktanoli	2	µg/m ³ g
1-Pentanoli	3	µg/m ³ g
2-Propanoli 2)	1	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	2	µg/m ³ g
2-Butoksietanoli	7	µg/m ³ g
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	27	µg/m ³ g
Dipropyleeniglykolimetyylieetteri	19	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 3)	5	µg/m ³ g
Bentsaldehydi	7	µg/m ³ g
Dekanaali	1	µg/m ³ g
Heksanaali	10	µg/m ³ g
Heptanaali	4	µg/m ³ g
Nonanaali	8	µg/m ³ g
Oktanaali	10	µg/m ³ g
Pentanaali	5	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	4	µg/m ³ g
2-Heptanoni	2	µg/m ³ g
2-Butanoni 5)	1	µg/m ³ g
HAPOT		
Butaanihappo eli voi-happo	6	µg/m ³ g
Etikkahappo 6)	41	µg/m ³ g
Heksaanihappo, kapronihappo	5	µg/m ³ g
Pentaanihappo, valeriaanahappo	3	µg/m ³ g
Propaanihappo	22	µg/m ³ g
ESTERIT JA LAKTONIT		
Texanol 7)	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	210	µg/m ³ g

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 5) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 6) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 7) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyyraatti

CK21-02256-4

Näyte/keräin: 255381

Mittauspaikka:

Laakakiven päiväkot, Suotorpantie 9, Espoo, P:3,96g

Mittauskohde:

BULK.04-AP, linoleum, vanha (beige)

Analysointipvm.:

15.07.2021/SMA

Näytteenottoaika:

09.07.2021

Ilmamäärä:

2,41 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Heptaani	3	µg/m ³ g
Metyyliisykloheksaani	49	µg/m ³ g
Oktaani	4	µg/m ³ g
Sykloheksaani	9	µg/m ³ g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni	42	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	2	µg/m ³ g
1-Butanoli	6	µg/m ³ g
Etanoli 1)	2	µg/m ³ g
1-Heptanoli	4	µg/m ³ g
1-Heksanoli	2	µg/m ³ g
2-Metyyli-2-propanoli*** 2)	2	µg/m ³ g
1-Oktanoli	4	µg/m ³ g
1-Pentanoli	4	µg/m ³ g
1-Propanoli 3)	1	µg/m ³ g
2-Propanoli 4)	3	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	2	µg/m ³ g
2-Butoksietanoli	13	µg/m ³ g
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	51	µg/m ³ g
Dipropyleeniglykolimetyylieetteri	54	µg/m ³ g

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 5)	20	µg/m³g
Bentsaldehydi	4	µg/m³g
Dekanaali	1	µg/m³g
Heksanaali	15	µg/m³g
Heptanaali	8	µg/m³g
Nonanaali	10	µg/m³g
2-Oktenaali	2	µg/m³g
Oktanaali	21	µg/m³g
Pentanaali	9	µg/m³g
KETONIT		
Asetoni 6)	13	µg/m³g
2-Heptanoni 7)	7	µg/m³g
HAPOT		
Butaanihappo eli voi-happo 8)	39	µg/m³g
Etikkahappo 9)	160	µg/m³g
Heksaanihappo, kapronihappo 10)	43	µg/m³g
Pentaanihappo, valeriaanahappo 11)	28	µg/m³g
Propaanihappo 12)	150	µg/m³g
ESTERIT JA LAKTONIT		
gamma-Butyrolaktoni	2	µg/m³g
Texanol 13)	2	µg/m³g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	440	µg/m³g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 5) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 6) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 7) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 8) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 9) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 10) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 11) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 12) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrintialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 13) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyraatti

Tulosten tarkastelu

Näyte on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (***) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6:2011 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ haihtuneena grammaa kohti materiaalia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$). Tällä

menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320¹ µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propaanihappo 100 µg/m³g

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 425484

19.07.2021

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Viitasaari
asiantuntija
Helsinki

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

23.9.2021

Kohteen tiedot			
Kohde:	Päiväkoti	Ajankohta:	Mittaputkien asennus 6.7.2021 klo 08:00-15:00 Mittaus: 9.7.2021 klo 08:00-15:00 Viiltokosteusmittaus: 9.7.2020, klo. 08:00-15:00
Osoite:	Suotorpantie 9, Espoo	Mittaaja:	Topias Konttinen, Sitowise Oy

Mittauskalusto	
Pintakosteuden ilmaisim:	Gann B 55 BL, teleskooppi + lukulaite BL UNI11
Viilto-/rakennekosteus:	Vaisala SHM40 + mittapää, Vaisala lukulaite HMI41 + HMP42, Vaisala lukulaite HM40 + HM42
Käytetyt anturit:	(1) N4150999 (2) R2550253 (3) R2550255 (5) R2550249 (6) N4150998 (7) L4530534 (8) N4150997 (9) L4350511 (10) MP10 (11) R2550252 (12) L4350513 (13) R2550250 (14) H3250050 (15) N4150995 (16) L4530538 (18) R2550254 (19) L4350512 (20) N421001 (21) N4310163 (22) S1420001 (23) N4310166 (24) N4310164 (25) B3140005 (26) X4540019

Mittausolosuhteet	
Sisäilman RH/lämpötila:	9.7.2021 Ryhmähuone 160, 51.3 % / 24.4 C / 11.46 g/m3 9.7.2021 Ryhmähuone 101 54.0 % / 24.4 C / 12.08 g/m3
Ulkoilman RH/lämpötila:	9.7.2021 48.0 % / 24.4 C
Mitattava rakenne:	Betoninen alapohja
Selitteet	
Mittautunnisteet	KO.01(rakennekosteusmittaus) VM.01(viiltokosteusmittaus)
Tasaantumisaika	Mittapään tasaantumisaika putkessa ennen tuloksen lukemista
Kork. [mm]:	Mittapisteen korkeus lattiasta

23.9.2021

Mittaustulokset								
Mittauspaikka / mittaustunnus	Rakenne / materiaali	Kork. [mm]	Anturi	Tasaan- tumis- aika [min.]	Mittaus- syvyys [mm]	RH (%)	T (°C)	Abs (g/m3)
KO.01	betoni		1	60	16	51,3	23,5	10,89
KO.01	betoni		2	60	40	51,1	23,4	11,77
KO.01	eriste		3	60		60,1	23,2	12,56
VM.01			25	20		53,4	23,7	11,49
KO.02	betoni		5	60	16	57,4	23,5	12,16
KO.02	betoni		6	60	40	58,1	23,5	12,31
KO.02	eriste		7	60		61,9	23,2	12,94
VM.02			22	20		60,0	23,6	12,79
KO.03	betoni		8	60	16	54,9	22,8	11,21
KO.03	betoni		9	60	40	53,2	22,4	10,81
KO.03	eriste		10	60		60,5	22,4	12,06
VM.03			23	20		50,7	23,6	10,78
KO.04	betoni		11	60	16	65,7	24,6	14,85
KO.04	betoni		12	60	40	67,3	24,7	15,25
KO.04	eriste		13	60		64,7	24,6	14,62
VM.04			24	20		67,2	24,9	15,39
KO.05	betoni		14	60	16	51,9	24,5	11,66
KO.05	betoni		15	60	40	51,4	24,5	11,66
KO.05	eriste		16	60		63,2	22,7	12,77
VM.05			22	20		50,1	24,9	11,50
KO.06	betoni		18	60	16	48,9	22,7	9,90
KO.06	betoni		1	60	40	48,2	22,7	9,75

23.9.2021

Mittaustulokset								
Mittauspaikka / mittaustunnus	Rakenne / materiaali	Kork. [mm]	Anturi	Tasaan- tumis- aika [min.]	Mittaus- syvyys [mm]	RH (%)	T (°C)	Abs (g/m3)
KO.06	eriste		2	60		63,7	21,7	12,18
VM.06			22	20		47,3	23,0	10,76
KO.07	betoni		3	60	16	48,8	24,6	10,99
KO.07	betoni		5	60	40	47,3	24,4	10,58
KO.07	eriste		6	60		59,7	22,8	12,19
VM.07			23	20		48,6	24,6	10,95
KO.08	betoni		7	60	16	49,1	23,9	10,66
KO.08	betoni		19	60	40	50,2	23,9	10,90
KO.08	eriste		8	60		63,3	22,2	10,90
VM.08			24	20		48,4	24,3	10,73
KO.09	betoni		9	60	16	60,4	24,3	13,39
KO.09	betoni		10	60	40	60,5	24,2	13,37
KO.09	eriste		11	60		60,6	24,2	13,26
VM.09			25	20		59,4	24,6	13,41
KO.10	betoni		12	60	16	60,3	23,3	12,66
KO.10	betoni		13	60	40	60,7	23,5	12,91
KO.10	eriste		14	60		63,4	23,0	13,05
VM.10			21	20		61,1	23,4	12,85

23.9.2021

Mittaustarkkuustarkastelu

Rakenteen ja yläpuolisen ilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa, joten lämpöoloista johtuen mittauksiin ei syntynyt mittausepätarkkuutta. Mittapäiden kalibrointiajankohta ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi.

Mittauksen kokonaismittatarkkuus oli noin ± 3 RH-yksikköä.

Sitowise Oy
Espoossa 23.9.2020

Topias Konttinen, Rakenteiden kosteuden mittaja C-24512-24-18