

Tutkimusselostus

Moision liikuntahalli

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus hankesuunnittelua varten

15.1.2026



1 Tiivistelmä

Tutkimuskohteena ollut Moision vuonna 2003 rakennettu liikuntahalli sijaitsee Turun pohjoispuolella, Moision kaupunginosassa. Rakennus on perustettu paaluille ja siinä on kantava teräsbetoninen alapuolelta eristetty maanvastainen alapohja. Ulkoseinät ovat kalkkiahiekkatiiltä ja julkisivuistaan lautaverhoiltuja. IV-konehuoneen välipohja on betonirakenteinen. Yläpohja on puurakenteinen ja vesikatteena on konesaumattulla pellillä katettu harjakatto. Rakennuksen sadevedet ohjataan katteilta maanalaiseen sadevesijärjestelmään. Tiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ja kunnallistekniikka on tuotu hallille viereisestä koulurakennuksesta.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää liikuntahallin rakenteiden kuntoa ja toimia hanke-suunnittelun lähtötietoina kosteus- ja sisäilmatekniseltä kannalta. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on selvittää kiinteistössä havaittujen sisäilmaongelmien aiheuttajaa mahdollisten pikaisten korjaustarpeiden arvioimiseksi. Tutkimuksen yhteydessä tarkastettiin kaikki sisätilat, rakennuksen ulkopuoli, yläpohja ja vesikatto aistinvaraisesti. Tutkimukseen kuului pintakosteuskartoitus, rakennekosteusmittaukset ja rakenneavaukset. Rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteitä niissä mahdollisesti esiintyvän mikrobikasvun ja haitta-aineiden todentamiseksi. Rakennuksen tiiveyttä tutkittiin merkkisavulla ja merkkiaineella tehdyillä tutkimuksilla. Sisäilman laatua ja siihen mahdollisia laatupuutteita aiheuttavia tekijöitä arvioitiin sisäilmasta ja lattiapäällysteestä otetuilla näytteillä (VOC/TVOC sisäilmasta, Bulk-VOC materiaalinäyte), tasopintojen mineraalikuitunäytteillä ja sisäilman olosuhdemittauksilla. Tutkimuksen yhteydessä rakennuksen ilmanvaihdon toiminta tarkastettiin ja salaojalinjat kuvattiin.

Rakennuksen ulkopuolisen kosteusrasitteen arvioitiin olevan tavanomainen eikä alapohjassa havaittu viitteitä poikkeavasta kosteudesta tai sen aiheuttamista vaurioista. Rakennuksen salaojalinjat ovat pääosin toimivia. Olemme suositelleet pintamaan uusimista ja muokkaamista rakennuksen länsipäädystä perustusten kosteusrasitteen pienentämiseksi. Lisäksi olemme suositelleet yksittäisen salaojalinjan korjaamista rakennuksen pohjoisreunalla.

Huonetiloissa suoritettujen tutkimusten yhteydessä alapohjan todettiin olevan epätiivis ja tiloihin kulkeutuu vuotoilmavirtaa kantavan alapohjan alla olevasta perusmaasta. Alapohja on ilmayhteydessä ulkoseiniin, joista vuotoilmaa kulkeutuu huonetiloihin myös mineraalivillaläpysäytysten kautta. Tilojen normaalilla ilmanvaihdon käyttöteholla vuotoilmavirran kulkeutuminen alapohjasta ja ulkoseinien eristetiloihin on mahdollista mutta vähäisempää kuin koeolosuhteissa.

Rakennuksen lautaverhotun julkisivun alaosassa havaittiin systemaattisia kosteusvaurioita, jotka ovat aiheutuneet sadeveden imeytymisestä tasaisiksi leikattujen julkisivulautojen päihin. Tämän lisäksi ulkoverhouksen tuuletus arvioitiin osittain puutteelliseksi. Olemme suositelleet ulkoverhouksen alaosan uusimista siten, että rakenne pääsee tuulettumaan ja julkisivua pitkin valuva vesi ei imeydy ulkoverhouslautoihin.

Terveydenhoitajan työskentelytiloissa oleva muovimatto todettiin kemiallisesti vaurioituneeksi mutta materiaali- tai rakenteellisen vaurion ei havaittu heikentävän sisäilmanlaatua. Olemme suositelleet lattiapäällysteen uusimista rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä. Ennen lattioiden uudelleenpäällystämistä tulee varmistua alustan kemiallisesta puhtaudesta.

Rakennuksen vesikatteessa havaittiin runsaasti pienialaisia ruostevaurioita ja pinnoitteen irtoamista. Katteen ei kuitenkaan havaittu vuotavan. Olemme suositelleet kateen huoltokorjausta. Korkean osan aluskatteessa havaitut yksittäiset kiinnityspuutteet tulee korjata nopealla aikataululla. Huonetilojen puolelta tehdyssä tarkastuksessa sisäkatoissa ei havaittu merkkejä yläpohjansuunnasta sattuneista vesivuodoista eikä akustiikkamateriaaleissa havaittu avoimia mineraalikuitupintoja. Rakennuksen keskiosalla puku- ja pesuhuonetilojen sisäkatot on toteutettu mineraalivillalevyillä, joissa havaittiin tilojen korkean ilmankosteuden aiheuttamia materiaaliuutoksia. Olemme suositelleet alakattojen uusimista ko. tilojen käyttötarkoitukseen sopivalla tuotteella.

Rakennuksen ilmanvaihtokoneet ovat toimintakuntoisia, eikä niiden osalta havaittu sisäilman laatua merkittävästi heikentäviä tekijöitä. Ilmanvaihtokoneen TK01 toiminnalliset osat



ovat teknisen käyttöikänsä lopulla, mihin liittyen koneen puhaltimet suositellaan uusittavaksi peruskorjauksen yhteydessä. Lisäksi iv-koneen ulkoilman otto suositellaan varustettavaksi lumisuojoilla, jotta lumi ei pääsisi kulkeutumaan suodattimille heikentäen niiden läpivirtausta. Ilmanvaihtokone TK02 suositellaan uusittavaksi peruskorjauksessa rakennusautomaatioon liitettävään malliin, että sen toiminnan tarkempi valvonta ja säätö on mahdollista. Ennen peruskorjausta suosittelemme ilmavirtausten säätöä molempien ilmanvaihtokoneiden palvelualueilta.

Tutkimusten pohjalta tehtiin tilojen olosuhdearvio. Olosuhdearvion tulos on C: "Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella".

Yhteenveto tärkeimmistä suositelluista toimenpiteistä sekä niiden kiireellisyysjärjestys on esitetty raportin lopussa.



Sisällys

1	Tiivistelmä	2
2	Tutkimuksen yleistiedot	7
2.1	Tutkimuskohde	7
2.2	Tutkimuksen tilaaja	7
2.3	Tutkimuksen tekijät	7
2.4	Tutkimuksen tavoite ja ajankohta	7
2.5	Tutkimusmenetelmät ja vertailuarvot	7
3	Kohteen kuvaus ja lähtötiedot	11
3.1	Kohteen kuvaus	11
3.2	Lähtötietoaineisto	13
4	Piha-alue	13
4.1	Havainnot	13
4.2	Salaojajärjestelmän toimivuus	16
4.2.1	Salaojakuvaus	17
4.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	18
5	Alapohjat	18
5.1	Rakenne	18
5.2	Havainnot	19
5.3	Materiaalinäytteet lattiapäällysteistä (BULK-VOC)	20
5.4	Alapohjan ilmatiiveys ja merkkiainekokeet	21
5.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	26
6	Ulkoseinät	26
6.1	Rakenne	26
6.2	Havainnot	28
6.3	Rakenneavaukset, kosteusmittaukset ja materiaalinäytteet	31
6.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	35
7	Välipohjat	35
7.1	Rakenne	35
7.2	Havainnot	36
7.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	38
8	Ikkunat ja ulko-ovet	38
8.1	Rakenne	38
8.2	Havainnot	38
8.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	40
9	Väliseinät	40
9.1	Rakenne	40
9.2	Havainnot	42
9.3	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet	43
9.4	Väliseinien ilmatiiveys	46
9.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	46



10	Vesikatto ja yläpohja	46
10.1	Rakenne	46
10.2	Havainnot	47
10.2.1	Vesikatto	47
10.2.2	Yläpohja	49
10.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	54
10.3.1	Vesikatto	54
10.3.2	Yläpohja	54
11	Ilmanvaihto	54
11.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	54
11.2	Ilmanjako ja kanavisto	58
11.3	Ilmavirtamittaukset	60
11.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	60
12	Sisäilman ja lattiamateriaalin VOC-mittaukset, tasopintojen mineraalikuidut ja olosuhdeseurantamittaukset	61
12.1	Sisäilman VOC-mittaukset ja lattiamateriaalin VOC-päästöt (BULK)	62
12.2	Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet	63
12.3	Paine-eromittaukset	64
12.4	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	64
12.5	Hiilidioksidipitoisuus	65
12.6	Sisäilman TVOC	65
12.7	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	65
12.7.1	Sisäilman VOC-mittaukset ja lattiamateriaalin VOC-päästöt	65
12.7.2	Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet	66
12.7.3	Huonetilojen paine-ero ulkoilmaan nähden	66
12.7.4	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	66
12.7.5	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	67
12.7.6	Sisäilman TVOC	67
13	Olosuhdearvio	68
13.1	Menetelmäkuvaus	68
13.2	Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	69
13.3	Rakennusosien riskitekijät	70
13.4	Ilmastointijärjestelmä	71
13.5	Biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden tutkimukset	72
13.6	Olosuhdearviointin tulos	73
14	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	74
14.1	Huolto- ja kunnostustyöt ennen peruskorjausta:	74
14.2	Rakennuksen peruskorjauksessa huomioitavia asioita:	74

Liitteet

Liite 1. Pohjakuva (1 sivu)

Liite 2. Testausseloste, materiaalinäytteen suoraviljely (N1 – N4). Turun yliopisto,
28.10.2025 (9 sivua)

Liite 3. VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta. Työterveyslaitos, 17.9.2025 (5 sivua)

Liite 4. VOC-emissiot materiaalista. Työterveyslaitos, 10.9.2025 (3 sivua)

Liite 5. Testausseloste, Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk. Turun yliopisto,
22.9.2025 (3 sivua)

Liite 6. Olosuhdeseurantamittausten kuvaajat (8 sivua)

Liite 7. Viemäreitten TV-kuvauslinjat (1 sivu)



2 Tutkimuksen yleistiedot

2.1 Tutkimuskohde

Yli-Maarian koulu, liikuntahalli
Moision koulutie 2
20400 Turku

2.2 Tutkimuksen tilaaja

Turun kaupunki, Tilapalvelut
Yhteyshenkilö: Johanna Kaipia, johanna.kaipia@turku.fi, p. 040 489 4574

2.3 Tutkimuksen tekijät

AFRY Finland Oy
Veistämönaukio 1-3
20100 Turku

Vastaava tutkija: Mari Soininmäki, RTA
mari.soininmaki@afry.com, p. 044 7688239

Timo Hautalampi RTA, iv-tarkastelut
Eveliina Mattila RTA, vesikate ja yläpohjatilat
Toni Veiro, asiantuntija, viemärikuvaukset
Linda Selin RI (amk), avustavat tehtävät
Olli Väätäinen RI (amk), avustavat tehtävät

2.4 Tutkimuksen tavoite ja ajankohta

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on toimia rakennuksen hankesuunnittelun lähtötietoina kosteus- ja sisäilmatekniseltä kannalta. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin ilmavaihtoa sekä salaoja- viemärikuvausta lukuun ottamatta muu LVIS-tekniikka.

Tutkimusajankohta

Tutkimuksen kenttätöitä tehtiin syys – lokakuun 2025 aikana. Kuitunäytteiden keräysaika oli 2.9.-16.9.2025. Sisäilman olosuhteita mitattiin aikavälillä 11.9.-25.9.2025.

2.5 Tutkimusmenetelmät ja vertailuarvot

Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehtiin, jotta päästiin tarkastamaan rakennekerroksia ja niiden kuntoa sekä kosteusvauriokohdissa mahdollisten vaurioiden ja kosteuslähteiden tarkastamiseksi. Rakennekerroksia tarkastettiin sekä porareikien kautta, että laajemmista rakennekerroksiin avatuista aukoista.

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin kiviainesrakenteissa aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteudenilmaisinta Gann Hydrotest LG2 mittapäällä LB70. Pintakosteudenilmaisimen kohdistettiin kartoitettavan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapäähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähköjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakorroosumat, teräsketjut, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Laitteella ei

voi mitata rakennekosteutta eikä se sovellu kaikille materiaaleille, kuten parketille, laminaatille tai tekstiilimatoille.

Puun kosteusmittaus piikkimittausmenetelmällä

Kenttätutkimuksissa käytettiin puurakenteissa aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä niin kutsuttua piikkimittauslaitetta (Gann Hydromette BL Compact). Menetelmässä puuhun lyödään kaksi metallielektrodia, joiden välistä sähkönjohtavuutta mitataan. Tulos on suunta antava, sillä laitteen ilmaisemaan kosteuspitoisuuslukemaan liittyy huomattava mitausepävarmuus. Mittaustulos riippuu sähkönjohtavuuteen vaikuttavista tekijöistä, joita kosteuden lisäksi ovat mm. puun tiheys, pihkaisuus, kyllästesuolat ja -aineet ja mahdolliset piilossa olevat kiinnikemetallit. Mittauksella voidaan kuitenkin tunnistaa selvästi kuiva ja selvästi märkä materiaali.

Rakennekosteusmittaus eristetilasta

Rakenteiden eristetilojen kosteus- ja lämpötilaolosuhteita mitattiin ns. puikkomittauksena, jossa mittausanturi työnnettiin rakenteen eristetilaa. Anturina käytettiin Vaisala Oy:n valmistamia HMP42 -kosteus- ja lämpötilamittapäitä. Mittarin annettiin tasaantua vallitseviin olosuhteisiin ennen tulosten lukua. Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP42 -mittapään mitaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,2$ °C. Mittalaittevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheämmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapää > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen $\pm 1,5$ %RH. Käytetyt mittausanturit on kalibroitu AFRY Finland Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä 5/2025

Mikrobinäyte materiaalista

Materiaaleista otettiin laboratoriotutkimuksia varten näytteitä, jotka analysoitiin elinkykyisten mikrobien suhteen mikrobimäärien ja lajijakauman suuntaa antavalla suoraviljelymenetelmällä. Menetelmässä elinkykyisen mikrobien määrä ja lajisto määritetään ja tulkitaan neljällä elatusainealustalla Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) ja sen soveltamisohjeen (Valvira; ohje 8/2016) mukaisesti.

Analyysissä käytetty mikrobikasvun runsauden mukainen asteikko (- ei kasvua / (+) yksittäinen pesäke / + vähän kasvua / ++ kohtalainen kasvu / +++ runsas kasvu / ++++ erittäin runsas kasvu / Y ylikasvu) on vain suuntaa antava.

Näytteistä, joiden kasvua ei voitu varmasti selvittää viljelymenetelmällä, tehtiin suoramikroskopiointi eli ns. natiivitarkastelu, mikäli se oli näytemateriaalin / näytemäärän puolesta mahdollista.

Natiivitarkastelu; näytteen suora mikroskopiointi, sienirihmasto ja itiöiden havainnointi; rajoitettu, enimmillään sukutason tunnistus.

Näytteiden viljelyn ja analysoinnin suoritti Turun yliopiston Aerobiologian yksikkö, jolla on Ruokaviraston hyväksyntä mikrobinäytteiden asumisterveysanalyysille.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus

Sisäilman hiilidioksiditasojen seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Viitearvoina sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle käytetään Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) -ohjekorin tavoitetasoja S1 - S3 ja toimenpiderajana Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 8 § säädettyä tasoa (1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) n. 1 550 ppm.

Ilman lämpötilan- ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Sisäilman kosteudelle ei ole asetettu selkeitä viitearvoja, Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 5 § on säädetty, että "huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.

Viitearvoina sisäilman lämpöolosuhteille käytetään Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) -ohjekorin tavoitetasoja S1 - S3 soveltaen ja toimenpiderajana Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 6 § säädettyä.

Ympäristöministeriön asetus 1009/2017 4 § mukaan "Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona on käytettävä lämpötilaa 21 celsiusastetta".

Sisäilman TVOC seurantamittaus

Sisäilman TVOC (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä) seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB+CO2+TVOC.

Sisäilman sisältämien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärät ilmoitetaan tuloksissa yksikössä bbp.

Paine-eron seurantamittaus

Tilojen painesuhteiden seurantamittaus tehtiin kahden viikon seurantana etäluettavalla Miran DLS loggerijärjestelmällä, joka on suunniteltu erityisesti kiinteistöjen olosuhteiden seurantaan. Mitta-anturityyppi: Miran DLS IAQ.THB-H9+DP.

Mitattaessa painesuhteita ulkokuoren yli käytetään viitearvona Ympäristöministeriön asetusta 1009/2017, jonka 21 § on painesuhteista säädetty: "...suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan".

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira 2016) mukaan: "jos alipaineisuus on yli 15 Pa, niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa".

Merkkiainekokeet

Rakenteiden mahdollisia ilmapuotoja tutkittiin ohjekortin RT 14-11197 "Rakenteiden ilmatiivyyden tarkastelu merkkiainekokein" mukaisella menetelmällä. Merkkiainekokeessa tutkittavaan rakenteeseen tai tilaan johdettiin letkulla merkkiainekaasua. Merkkiainekaasuna käytettiin vedyn (5 %) ja typen (95 %) seosta. Ilmapuodot todettiin vetyilmaisimella (Inficon Sensistor XRS9012) ja luokiteltiin pienimmästä suurimpaan ohjekortin mukaisella asteikolla: pistemäinen, vähäinen tai merkittävä.

Painesuhteet ja ilmapuotojen tutkiminen merkkisavulla

Rakennuksen ja rakenteiden ilmapuutuksia sekä rakennuksen painesuhteita tarkasteltiin merkkisavun avulla.

Hetkellisten paine-eron mittaaminen

Hetkellistä paine-eroa mitattiin manometrillä Testo 512.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näyte kerättiin huoneilmasta Tenax TA - adsorbenttiin. Näyte analysoitiin kaasukromatografisesti akkreditoidussa Työterveyslaitoksen kemian laboratoriossa. Tarkempi analyysimenetelmäkuvaus on esitetty analyysivastauksessa (raportin liitteenä). Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhdistettä kuutiometrissä ilmaa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sisäilman VOC-mittaus on yleisesti käytetty menetelmä rakennusmateriaalien kemiallisen vaurioitumisen ja emissiolähteiden arvioimiseen. Sosiaali- ja terveysministeriön keväällä 2015 antaman Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) mukaan haihtuvien orgaanisten



yhdisteiden toluleenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneil-massa on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vastaavasti yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen toluleenivas-teella lasketun pitoisuuden toimenpideraja-arvo huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Havaituista yksittäisistä VOC-yhdisteistä 2-etyyli-1-heksanolin toimenpideraja-arvo on $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, TXIB:lle $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, naftaleenille $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja styreenille $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (STM 545/2015). Ana-lyysilaboratorion (TTL) suosituksen mukaan mittausepävarmuuden määrittämisessä aktiivi-näytteille käytetään keskimäärin $\pm 30 \%$ mittausepävarmuutta.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaalista, ns. bulk-näyte

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet analysoitiin ns. bulk-menetelmällä, jossa tarkasteltava ma-teriaalinäyte irrotettiin alustastaan ja pakattiin välittömästi näytteenoton jälkeen alumiini-folioon ja muovipussiin. Työterveyslaitoksen kemian laboratoriossa näytteet hienonnettiin ja näytteenottokammiossa lämmityksessä puhtaaseen tyypeen emittoituneet VOC-yhdis-teet analysoitiin kaasukromatografisesti. Tarkempi menetelmäkuvaus on esitetty analyysi-vastauksessa.

Yhdisteiden pitoisuudet on ilmoitettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuloksia on verrattu Työterveyslai-toksen viitearvoihin (Työterveyslaitoksen viitearvot kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille, päivitetty 11.10.2023), joita voidaan hyödyntää saatujen tulosten arvioinnissa. Menetel-mällä kerätyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M1).

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

TVOC $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2-etyyli-1-heksanoli $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2) PVC, jossa pehmentimenä DINCH (di-isonyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyli-ftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

TVOC $5001 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2-etyyli-1-heksanoli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

C9-alkoholit $3201 \mu\text{g}/\text{m}^3$

3) Tasoitteet ja betoni

TVOC $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2-etyyli-1-heksanoli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4) Linoleum

TVOC $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Propaanihappo $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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

Tasopintojen teolliset mineraalikuidut

Tasopinnoille laskeutuneitten teollisten mineraalikuitujen määritys tehtiin kahden viikon pölylaskeumasta Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (8/2016) mukaisella menetelmällä, jossa teollisten mineraalikuitujen määrä ilmoitetaan pinta-alayksikköä koh-den. Huolellisesti puhdistetulle tasopinnalle kahden viikon aikana laskeutuneelle pölylle pai-netaan lujasti nk. geeliteippi, johon tarttuneet mineraalikuidut lasketaan. Geeliteipiltä las-ketaan valomikroskoopin avulla sellaiset teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vä-hintään $3 \mu\text{m}$ ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Tuloksena ilmoitetaan tutkitta-vasta tilasta otettujen näytteiden (vähintään 3 kpl) keskiarvo. Näytteet analysoi Turun Yli-opiston Aerobiologian Yksikkö.

Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukainen toimenpideraja teollisille mineraalikuiduille on 0,2 kpl/cm² kahden viikon pöylaskeumassa laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus huomioiden.

Ilmavirtamittaukset

Tulo- ja poistoilmavirtoja mitattiin manometrillä Swema 3000. Poistoilmavirtoja mitattiin ilmavirtamittarilla SwemaFlow 235, joka perustuu kuumalanka-menetelmään.

Mitattuja ilmavirtoja verrataan viimeisten suunnitelmien mukaisiin ilmavirtoihin ja suunnittelun aikaisiin määräyksiin, kuten Rakennusmääräyskokoelman osaan D2.

Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) 9 § on säädetty asuntojen käytön aikaiseksi vähimmäisulkoilmavirraksi 0,35 l/m²s, josta voidaan poiketa alaspäin vain perustellusti. Asumisterveysasetuksen 10 § määrittää kouluille, päiväkodeille ja muille vastaaville tiloille minimi ulkoilmavirraksi 6 l/s henkilöä kohden, josta voidaan poiketa alaspäin vain perustellusti vähimmäistasolle 4 l/s asti.

Uusien rakennusten vähimmäismitoitussarvo (Ympäristöministeriö 1009/2017 9 §) on 6 l/s henkilöä kohden. FINVAC ry:n suositus toimistoympäristössä on huomattavasti korkeampi, 10–20 l/s henkilöä kohden.

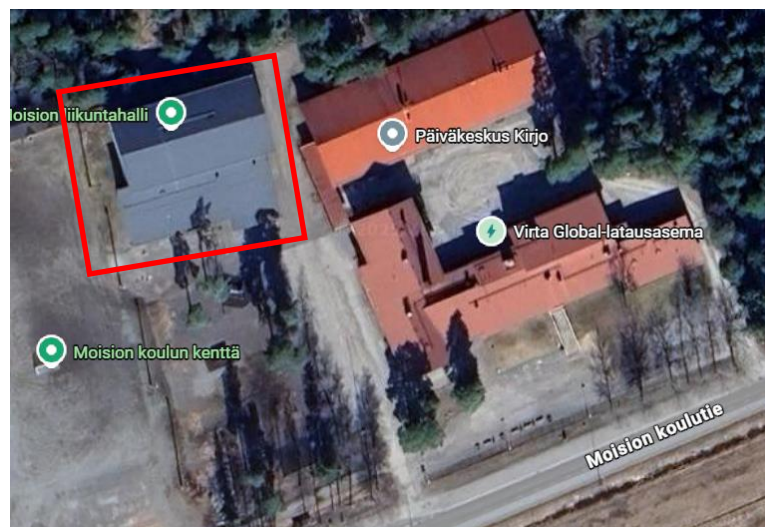
Ilmavirta saa poiketa suunnitteluarvoista järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti enintään ± 10 % ja huonekohtaisesti ± 20 % (Ympäristöministeriön asetus 1009 / 2017).

3 Kohteen kuvaus ja lähtötiedot

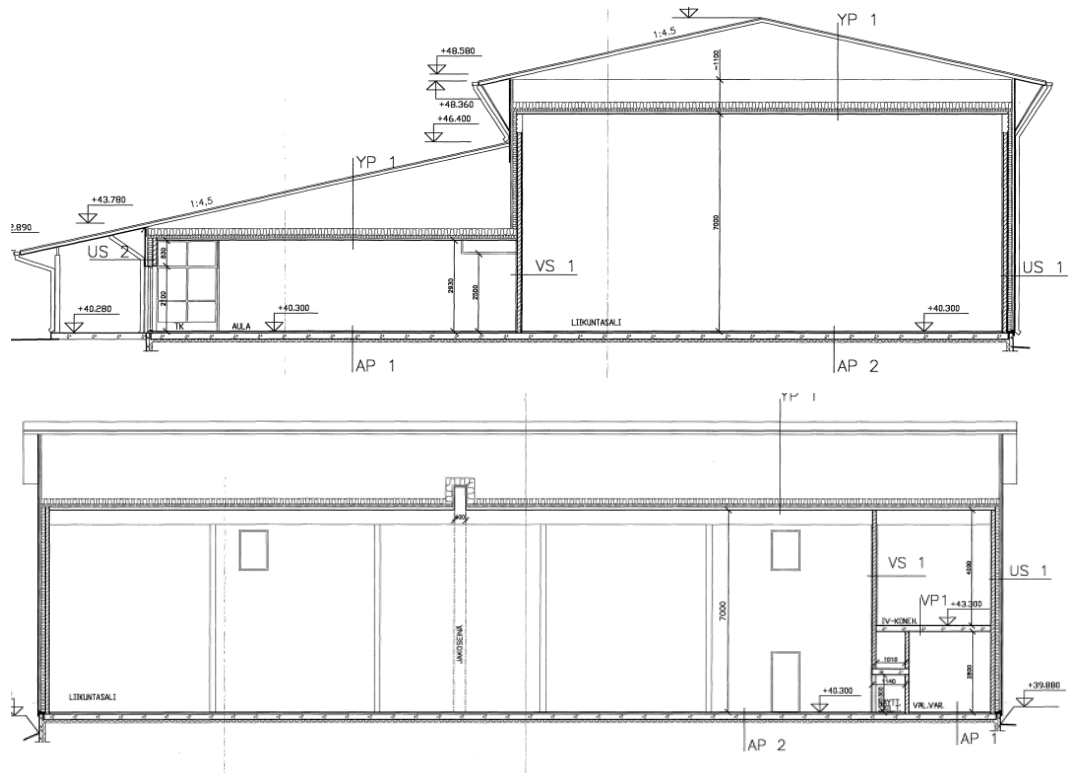
3.1 Kohteen kuvaus

Kohde on vuonna 2003 rakennettu Moision liikuntahalli, joka sijaitsee Moision koulutalon pihapiirissä. Rakennus on pääosin yksikerroksinen, IV-konehuone sijaitsee toisessa kerroksessa. Rakennus on perustettu paaluille ja siinä on kantava teräsbetoninen alapuolelta eristetty maanvastainen alapohja. Ulkoseinät ovat kalkkihiekkatiiltä ja julkisivuistaan lautaverhoituja. Yläpohja on puurakenteinen ja vesikatteena konesaumattu pellillä katettu harjakatto. IV-konehuoneen välipohja on betonirakenteinen.

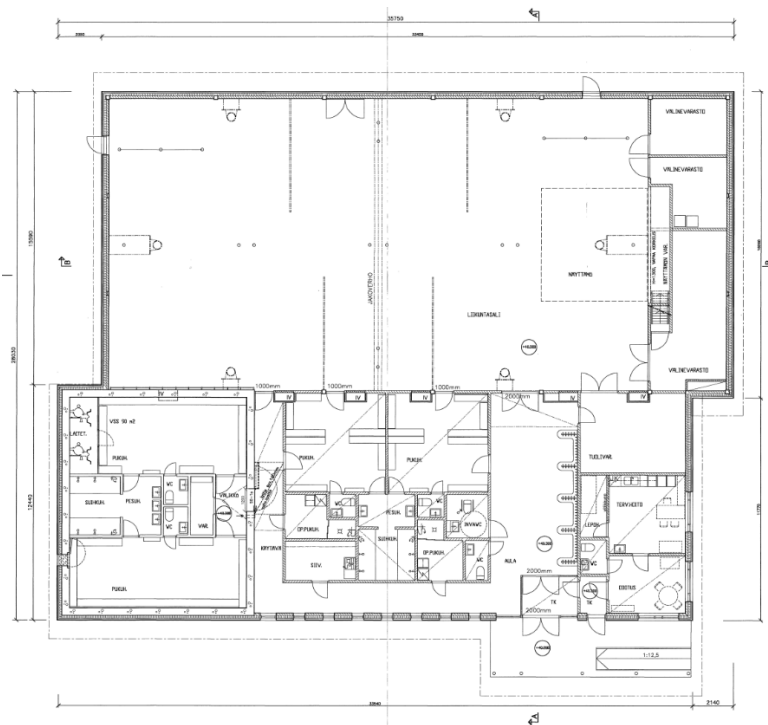
Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto. Kunnallistekniikka on tuotu hallille viereisestä koulurakennuksesta. Esitietoina olevien piirrosten mukaan rakennuksen matalammassa etuosassa olevissa tiloissa on vesikiertoinen lattialämmitys.



Kuva 1. Ilmakuva Moision koulutaloista. Tutkittavana oleva liikuntarakennus on rajattu kuvaan punaisella (lähde: Google Maps).



Kuvat 2 ja 3. Vuonna 2003 rakennettu Moision liikuntahalli on pääosin yksikerroksinen, IV-konehuone sijaitsee 2. kerroksessa. (ARK 004 ja ARK 005, leikkaus A-A ja B-B, Turun kaupunki Talotoimi, 20.3.2002).



Kuva 4. Moision liikuntahallin pohjakuva. (ARK 002, Turun kaupungin Talotoimi, 20.3.2002).

3.2 Lähtötietoaineisto

Tutkimussuunnitelmaa laadittaessa käytössä olivat seuraavat tilaajan toimittamat lähtötiedot:

- Perustietolomake, 6.8.2025
- Pohjakuva
- Näytteenottoraportti, Teolliset mineraalivillakuidut, Kiwa Inspecta, 8.3.2023

Lisäksi käytössä oli suunnitelma-asiakirjoja eri vuosilta, jotka haettiin kaupungin arkistosta ja skannattiin tutkijoiden käyttöön:

- ARK-, RAK-, LVIS-kuvia vuodelta 2002

Kohdekierroksella (22.8.2025) ja kiinteistönhoitajalta sekä Moision koulun rehtorilta haastattelussa esille tulleet tiedot:

- Terveystietojen työtiedoissa on koettu sisäilmaan viittaavaa oireilua.

Kiinteistömanagerilta saadun tiedon mukaan kiinteistössä ei ole tehty suurempia korjauksia.

4 Piha-alue

4.1 Havainnot

Rakennus sijaitsee tasamaalla Turun Moiossa Moision koulutalon länsipuolella. Rakennus rajautuu etelä- ja länsipuoliltaan hiekkapintaiseen urheilukenttään ja pohjoispuolelta metsämaahan. Rakennuksen vierustat ovat etelä-, pohjois- ja itäreunoilta karkeaa salaojatoraa ja osittain hienompaa hiekkaa. Länsireunalla rakennuksen vierusta on nurmialuetta. Rakennuksen vierusmaan kallistus kuljettaa pinta- ja sadevesiä kauemmas rakennuksesta. Rakennuksen länsipuolelle, nurmialueen kohdalle, rakennuksen vierustaan on syntynyt nurmeton painanne, johon pintavedet voivat kerääntyä.

Rakennuksen maalatuissa betonisokkeleissa ei havaittu halkeamia tai rapautumista, eikä jälkiä merkittävästä kastumisesta tai maapohjasta rakenteeseen nousevasta kosteudesta. Paikallisesti sokkelipinnoilla havaittiin hyvin pienialaista maalipinnan hilseilyä. Sokkeleiden saumakohtiin asennetussa elastisessa massassa havaittiin kovettumista ja halkeilua rakennuksen itäpäädyssä, mutta ei muita merkittäviä puutteita.



Kuvat 5 ja 6. Rakennuksen vierustat ovat pääosin karkearakeista salaojasoraa. Rakennuksen länsireunalla vierusta on multavaa nurmialuetta. Nurmialueen ja sokkelin välissä havaittiin painunut, multava alue, johon pintavedet pääsevät kerääntymään.



Kuvat 7 ja 8. Sorastettu vierusmaa kallistaa pintavedet kauemmas rakennuksesta. Sokkelipinnoilla ei havaittu merkkejä kastumisesta tai runsaan kosteuden aiheuttamista vaurioista.



Kuvat 9 ja 10. Sokkeleiden saumakohtiin on asennettu elastinen massa. Rakennuksen itäpäädyssä saumamassassa havaittiin halkeilua.

Rakennuksen kattovedet johdetaan sadevesikourujen ja syöksytorvien kautta maanpinnalle, josta se kulkeutuu maanalaisten purkuputkien kautta rakennuksen pohjois- ja länsipuolella oleviin avo-ojiin. Rakennuksen länsireunalla sadevedenpoistojärjestelmä liittyy koulun pihalla olevaan sadevesikaivoon. Sadeveden poistojärjestelmät ovat käytössä olleita suunnitelmia vastaavia, eikä niissä havaittu puutteita.

Rakennuksen pohjoispuolella, jossa sadevesi tuodaan alas korkealta katto-osalta, syöksytorvessa havaittiin sulanapitokaapeli. Muissa syöksytorvissa sulanapitokaapeleita ei havaittu.



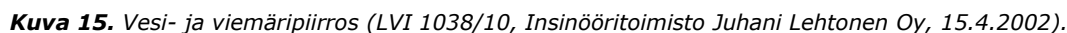
Kuvat 11 ja 12. Rakennuksen kattovedet johdetaan sadevesikourujen ja syöksytorvien avulla maanalaaiseen sadevesijärjestelmään. Sadevesijärjestelmissä ei havaittu puutteita.



Kuvat 13 ja 14. Rakennuksen pohjoisreunalla olevaan sadevesisyyöksyyn on asennettu sulapitokaapeli. Muissa syöksytorvissa ei havaittu sulapitokaapeleita.

4.2 Salaojajärjestelmän toimivuus

Rakennuksen vierellä havaittiin salaojajärjestelmien tarkastuskaivoja. Tutkimuksen yhteydessä salaojajärjestelmän toimivuutta arvioitiin pistokoemaisesti salojakaivoista viemärilinja kuvaamalla.



Rakennuksen ympärillä olevat salaojalinjat ovat alkuperäiset rakennuksen rakennusvuodelta 2003. Tutkimuksen yhteydessä rakennuksen välittömässä läheisyydessä olevia salaojalinjoja tarkastettiin tv-kuvauksella satunnaisella otannalla.

Rakennuksen salaojat kuvattiin niiltä osin kuin se oli mahdollista, kuitenkin niin että kuvauksista saatiin kohtuullisen hyvä käsitys salaojalinjojen yleiskunnosta. Kuvauksissa oli käytössä Insinööritoimisto Juhani Lehtonen Oy 23.5.2002 päivitetty LVI-asemapiirros.

Salaojakaivot ovat näkyvillä rakennuksen ympärillä ja niiden paikat täsmäävät käytössä olevien LVI-asemapiirrosten kanssa.

Tutkimuksien yhteydessä salaojia kuvattiin yhteensä 124,9 m. Kuvausten perusteella sala-
ojalinjat ovat toiminnallisesti hyvässä kunnossa lukuun ottamatta salaojakaivojen SOK1 ja
SOK2 välistä linjaa rakennuksen takana. Kuvauksen havainnot on koottu taulukkoon 1. Ku-
vauskohdat ja -suunnat sekä salaojien sijainnit on esitetty liitteen 7 asemapiirroksessa.

Kuvauksissa SOTV11 ja SOTV13 havaittiin linjan olevan poikki rakennuksen takana, pohjoisenspuolella olevalla seinustalla.

Taulukko 1. Salaojaviemäreiden TV-kuvaustaulukko.

SALAOJIEN TV-KUVAUS								
Kuvaus n:o	Kuvaus-kohta	Kuvaus-suunta	Putki-materiaali	Koko / mm	Havainnot	Kuvattu matka / m	Kunto-luokka	
SOTV11	SOK4	V	M	100	Linja sortunut 19,4 metrin kohdalla. Linjassa havaittiin myös jonkin verran juuria.	19,4	2	
SOTV12	SOK4	M	M	100	Linjassa lievää aaltoilua. Ei vaikuta linjan toimivuuteen.	19,2	4	
SOTV13	SOK5	M	M	100	Linja sortunut 16,6 metrin kohdalla	16,6	2	
SOTV14	SOK5	M	M	100	Linja toiminnallisesti hyvässä kunnossa.	18,2	5	
SOTV15	SOK6	M	M	100	Linja toiminnallisesti hyvässä kunnossa.	16,1	5	
SOTV16	SOK6	M	M	100	Linja toiminnallisesti hyvässä kunnossa.	35,4	5	
						124,90		
Kuntoluokat						Jäljellä oleva tekninen käyttöikä		
		Toiminnallisesti hyväkuntoinen				yli 10 v.		
KL5								
KL4		Tyydyttävässä kunnossa, ei välitöntä uusimis- tai korjaustarvetta				5-10 v.		
KL3		Välttävässä kunnossa, painehuhtelu tai korjaustarve lähivuosina				3-5 v.		
KL2		Heikkokuntoinen, teknisesti vanhentunut, heti korjattava tai uusittava				1-3 v.		
KL1		Jäljellä olevaa käyttöikää ei voi määrittää				0-1 v.		



Kuvat 16 ja 17. Vasemmalla kuva SOTV13 linjan rikkoutumisesta. Oikealla kuva SOTV11 linjassa havaituista juurikasvustosta.

4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vierusta on koostumukseltaan pääosin soraa ja maan pinnanmuodot ohjaavat pintavedet kauemmas rakennuksesta. Rakennuksen itäreunalla rakennuksen vierusta on nurmea, ja sokkelin vierelle on syntynyt pintavesiä keräävä painanne. Rakennuksen sadevedenpoistojärjestelmissä ei havaittu puutteita.

Rakennuksen salaojat kuvattiin suurelta osin koko rakennuksen ympäri. Kuvausten perusteella salaojat ovat hyvässä toiminnallisessa kunnossa, lukuun ottamatta rakennuksen takana olevaa salaojalinjaa. Rakennuksen pohjoisreunan sokkeleissa ei tutkimuksen yhteydessä havaittu merkkejä kohonneesta kosteusrasitteesta.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme pohjoisreunan salaojajärjestelmässä havaitun puutteen korjaamista nopealla aikataululla. Pohjoisreunalla oleva salaojalinja tulee uusida noin 2 metrin matkalta rikkoutuneen kohdan ympäriltä. Lisäksi suosittelemme vierusmaan uusimista karkearakenteiseen soraan ja pinnanmuotojen muokkaamista rakennuksen länsipäädyssä.

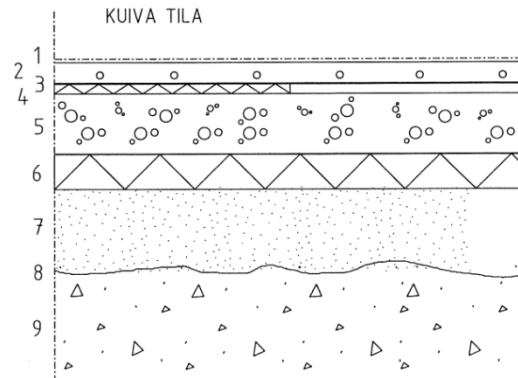
5 Alapohjat

5.1 Rakenne

Käytössä olleiden esitetietojen mukaan rakennuksessa on kantava betonialapohja.

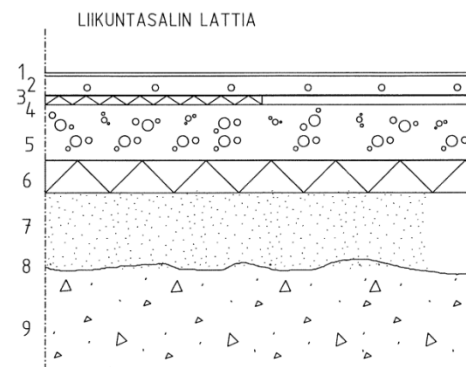
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan kuivissa tiloissa alapohjan rakenne on ylhäältä alas (rakennetyyppi AP1):

- pintamateriaali
- pintabetoni 70 mm
- sitkeä paperi
- askeläänieriste 30 mm
- kantava teräsbetoni-laatta 220 mm
- EPS-eriste 100 mm
- tiivistetty salaojasora 200 mm
- suodatinkangas
- täyttömaa tai maapohja



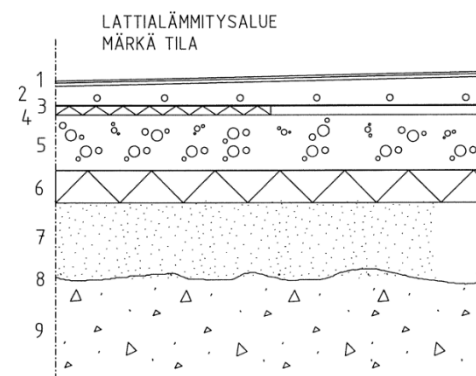
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan liikuntasalin alueella alapohjan rakenne on ylhäältä alas (rakennetyyppi AP2):

- saumaton massalattia
- pintabetoni 70 mm
- sitkeä paperi
- askeläänieriste 30 mm
- kantava teräsbetoni-laatta 200 mm
- EPS-eriste 100 mm
- tiivistetty salaojasora 200 mm
- suodatinkangas
- täyttömaa tai maapohja



Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan märkätiloissa alapohjan rakenne on ylhäältä alas (rakennetyyppi AP3):

- vedeneristys muovimatto
- pintabetoni 70 mm, kallistettu
- sitkeä paperi
- askeläänieriste 30 mm
- kantava teräsbetoni-laatta
- EPS-eriste 100 mm
- tiivistetty salaojasora 200 mm
- suodatinkangas
- täyttömaa tai maapohja



5.2 Havainnot

Käytössä olleiden esitietojen mukaan liikuntahallissa on teräspaaluperustus ja kantava, alapuolelta lämpöeristetty betonialapohja. Alapohjan rakennetta ei varmistettu sisäkautta poraamalla, sillä esitietojen mukaan tilojen lattioihin on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys.

Kuivien huonetilojen, pukuhuoneitten ja sosiaalitilojen lattiat on päällystetty muovimatoilla. Pukuhuonetiloissa maton reuna on nostettu viereiselle seinäpinnalle. Kuivissa huonetiloissa lattianrajaan on asennettu liimatut muovijalkalistat.



Kuvat 18 ja 19. Terveystietäjän odotustilan ja aulan lattioihin on asennettu muovimatto. Jalkalistoina on käytetty liimaamalla kiinnitettyä muovilistaa.

Pesutilojen lattiat ovat kostean tilan muovimattoja hitsatuin saumoin. Liikuntasalin lattiaan on asennettu saumaton massalattia. Lattiapinnat ovat hyväkuntoisia, eikä niiden yhteydessä havaittu poikkeavaan alustan kosteuteen tai vaurioihin viittaavia materiaali muutoksia tai kupruilua.



Kuvat 20 ja 21. Pukuhuoneissa lattiaan asennetun muovimaton reuna on nostettu viereiselle seinäpinnalle. Pesutilojen lattiaan on asennettu kostean tilan muovimatto hitsatuin saumoin.

Tutkimusten aikana kaikki lattiapinnat kartoitettiin pintakosteuden ilmaisimella, eikä niillä havaittu poikkeuksellisen korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.

5.3 Materiaalinäytteet lattiapäällysteistä (BULK-VOC)

Tutkimuksen yhteydessä terveydenhoitajan huonetilan 132 lattiaan asennetusta vaaleankeltaisesta muovimatosta otettiin BULK VOC-materiaalinäyte lattiapäällysteestä vapautuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrittämiseksi ja lattian mahdollisen korjaustarpeen ja -tavan arvioimiseksi. Näytteen BULK1 sijainti on esitetty raportin liitteen 1 pohjakuvasssa ja alkuperäinen analyysivastaus raportin liitteenä 4. Tarkat tutkimustulokset johtopäätöksineen on esitetty raportin kappaleessa 12 yhdessä sisäilman VOC-näytetulosten kanssa.

Muovimaton todettiin olevan kemiallisesti vaurioitunut ja emittoivan runsaasti 2-etyyli-1-heksanolia. Mitattu emissio ylittää Työterveyslaitoksen materiaaliemissioille käyttämän viitearvon ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$), mutta lattiamateriaalilla ei havaittu olevan sisäilmanlaatua heikentävää vaikutusta.

5.4 Alapohjan ilmatiiveys ja merkkiainekokeet

Merkkisavulla suoritettujen tarkastelujen mukaan huonetiloihin virtaa ilmaa ulkoseinien kohdalta lattialiittymistä, huoneitten nurkka-alueilta ja paikallisesti jalkalistojen sekä matonkäänteiden reunoilta. Tämän lisäksi väestönsuojan edessä olevan levytetyn lattian alta havaittiin tapahtuvan ilmavirtausta huonetiloihin suuntaan.

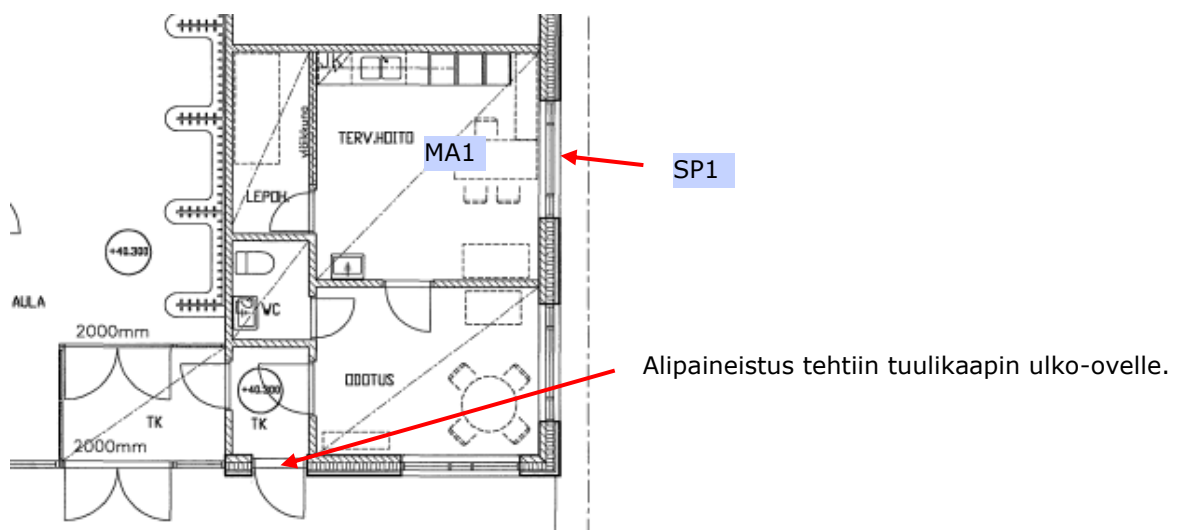


Kuvat 22 ja 23. Ulkoseinänurkkien kohdalla jalkalistan takaa havaittiin tapahtuvan ilmanliikettä huonetilan suuntaan. Käytävällä 103 väestönsuojan edessä olevan käytävän lattia on pieneltä alueelta levytetty. Levytetyn lattian alta tapahtuu ilmanliikettä lattiasta huonetiloihin.

Merkkisavutarkastelun lisäksi alapohjan ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla, joita tehtiin terveydenhoitajan huonetilaan 132 ja käytävälle 103. Lattioissa olevien lämmityskaapeleiden takia merkkiainekaasu syötettiin rakenteen alle ulkokautta, sokkelin läpi porattujen syöttöreikien kautta.

Merkkiainekoe MA1

Merkkiainekoe MA1 tehtiin terveydenhoitajan huoneeseen 132, kantavan alapohjan alueelle. Koetilanteessa huonetila alipaineistettiin Blowerdoor-järjestelmällä (muoviovi ja poistoilmahuone) noin 9 Pa ulkoilmaan nähden ja merkkiainekaasua syötettiin yhdestä syöttöpisteestä alapohjan eristetilaan noin 6 minuutin ajan nopeudella 3 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin kaasun syötön aikana ja noin 5 minuutin ajan syötön lopettamisesta.



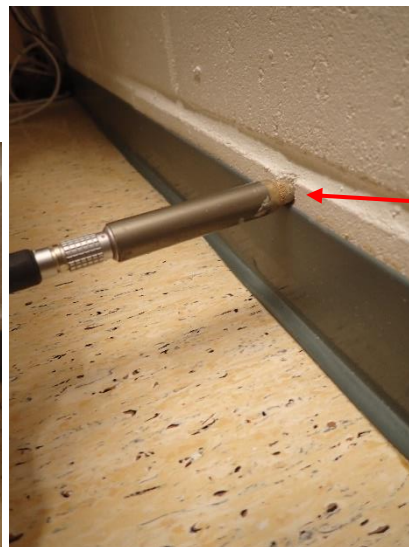
Kuva 24. Alapohjan merkkiainekoe MA1 terveydenhoitajan työhuoneessa 132. Merkkiaine syötettiin kantavan alapohjan alle syöttöpisteen SP1 kohdalta, ulkokautta sokkelin läpi porausta reiästä.

Merkkiainekokeessa MA1 vuotoa havaittiin seuraavasti (havainnot on esitetty myös kuvissa 27 - 33):

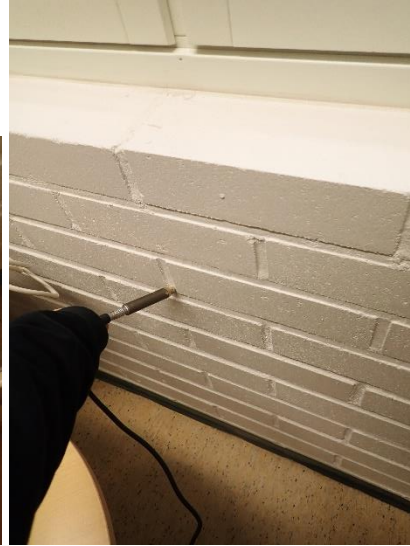
- Ulkoseinän ja lattian liittymästä, kohdista, joissa muovinen jalkalista ei ollut tiiviisti kiinni maton pinnassa tai matto jäänyt vajaaksi ulkoseinältä.
- Ulkoseinällä muovisen jalkalistan päältä kohdista, joissa jalkalista ei ollut tiiviisti kiinni alustassa (liimaus pettänyt / tiilisaumausten kohdalta)
- Ulkoseinällä pistorasioiden kohdalta
- Paikallisesti tiilimuurauksen saumoista ylempänä ulkoseinäpinnalla
- Ikkunan alaliittymä sekä tiilisauamat ikkunan ympärillä
- Väliseinän ja lattian liittymästä kohdista, joissa liittymä ei ole tiivis (kuten ulkoseinällä)
- Vuotoa havaittiin myös naapuritilan (odotushuone 131) puolella, ulkoseinän ja lattian liittymästä nurkka-alueella



Kuvat 25 ja 26. Koejärjestelyt, alapohjan merkkiainekoe MA1 tilassa 132. Kuvassa 25 merkitty kaasu-syöttökohta ja kuvassa 26 alipaineistuslaitteet tuulikaapin ovella.



Kuvat 27 ja 28. Vuotokohtia havaittiin paikoissa, joissa jalkalista ei ole muovimaton päällä tiiviisti (maton reuna ei ulotu seinälle saakka) sekä jalkalistan päältä kohdista, joissa jalkalista ei ollut tiiviisti kiinni seinäpinnassa, erityisesti tiilimuurauksen saumojen kohdilla.



Kuvat 29 ja 30. Vuotokohtia havaittiin ulkoseinällä olevien kiinnitysten kohdilla, kuten pistorasiasta. Lisäksi vuotoa havaittiin pistemäisesti sisäverhouksen muurauksen tiilisaumojen läpi paikallisesti.



Kuvat 31 ja 32. Vuotokohtia havaittiin ikkunan ja ulkoseinän liittymistä, ikkunan nurkka-alueilta sekä sisäkuoren tiilimuurauksen saumojen kohdilta.

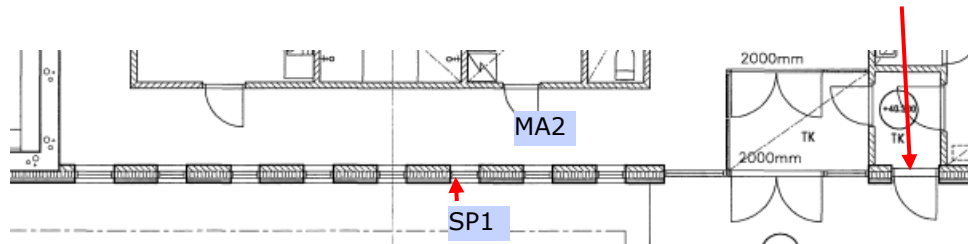


Kuvat 33. Vuotoa havaittiin myös väliseinän ja lattian liittymästä jossa jalkalista ei ole tiiviisti kiinni lattiapinnoitteessa (listan ja maton saumassa rako).

Merkkiainekoe MA2

Merkkiainekoe MA2 tehtiin käytävään 103, kantavan alapohjan alueelle. Koetilanteessa koko käytävä alipaineistettiin Blowerdoor-järjestelmällä (muoviovi ja poistoilmapuhallin) noin 10 Pa ulkoilmaan nähden ja merkkiainekaasua syötettiin yhdestä syöttöpisteestä (SP1) alapohjan eristetilaan noin 5 minuutin ajan nopeudella 3 l/min. Merkkiaineen kulkeutumista huonetilaan seurattiin kaasun syötön aikana ja noin 5 minuutin ajan syötön lopettamisesta.

Alipaineistus tehtiin tuulikaapin ulko-ovelle.



Kuva 34. Alapohjan merkkiainekoe MA2. Merkkiaineen syöttöpiste SP1 ulkokautta sokkelin läpi maanvaraisen laatan alle.

Kokeessa MA2 vuotoa havaittiin seuraavasti (havainnot on esitetty myös kuvissa 37 – 42):

- Ulkoseinän ja lattian liittymästä, koko matkalla
 - erityisesti kohdista, joissa muovinen jalkalista ei ollut tiiviisti kiinni lattiapinnoitteen päällä
- Jalkalistan päältä, tiilisaumojen kohdilta
- Ikkunan nurkkaliittymistä
- Tuulikaapin viereisen väliseinän ja ulkoseinän liittymästä
- ovien liittymistä



Kuvat 35 ja 36. Koejärjestelyt, merkkiainekoe MA2. Kuvassa 35 kaasun syöttöpiste. Alipaineistus toteutettiin samalla menetelmällä kuin merkkiainekokeessa MA1. Käytävätilan 103 alipaine oli tutkimushetkellä noin 10 Pa ulkovaipan yli.



Kuvat 37 ja 38. Vuotokohtia havaittiin lattian ja ulkoseinän liittymästä, lähes koko käytävän matkalla. Vuoto oli runsaampaa kohdissa, joissa jalkalista ei ole lattiapinnoitteen päällä tiiviisti.



Kuvat 39 ja 40. Vuotoa havaittiin kaasun leviämisen alueella ikkunoiden nurkka-alueilla sekä jalkalistan päältä tiilisauvojen kohdilla.



Kuvat 41 ja 42. Vuotoa havaittiin ulko-oven liittymistä.

5.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksien yhteydessä ei havaittu viitteitä alapohjan poikkeavasta kosteudesta. Tilojen lattiaan asennetut muovipinnoitteet ovat hyväkuntoisia, eikä niiden yhteydessä havaittu värimuutoksia tai kupruilua. Terveystenhoitajan työhuoneen vaaleankeltainen muovimatto on kemiallisesti vaurioitunut, mutta maton ei havaittu aiheuttavan sisäilmariskiä tiloissa (Ks. raportin osio "12 Sisäilman ja lattiamateriaalin VOC-mittaukset, tasopintojen mineraalilukuidut ja olosuhdeseurantamittaukset"). Vastaavaa mattoa on asennettu muihinkin terveydenhoitajan työtiloissa oleviin huoneisiin. On mahdollista, että matto on vaurioitunut jo asennusvaiheessa tai se ikääntyessään alkaa hajoamaan kemiallisesti.

Rakennuksen alapohja on epätiivis ja ilmayhteydessä tiiliverhottuihin ulkoseiniin, joiden kautta huonetiloihin virtaa epäpuhtauksia sisältävää ilmaa. Rakenteista ja alapohjan alla olevasta perusmaasta kulkeutuvat vuotoilmavirrat heikentävät tilojen sisäilmanlaatua. Tämän lisäksi havaittiin ilmapvirtausta alapohjansuunnasta huonetiloihin väestönsuojan oviaukon kohdalla olevan levytetyn lattian alta, jonne ilmapvirtojen mukana kulkeva pöly pääsee kerääntymään.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme lattiapäällysteen uusimista terveydenhoitajan työskentelytiloista. Ennen lattioiden uudelleen päällystämistä alustan (puhdas betoni) kemiallinen puhtaus tulee varmistaa lattiapinnalta tehtävin FLEC-kammionäyttein.

Suosittellemme lisäksi alapohjan rakenneliittymien ja ulkoseinien tiiveyden parantamista rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä (Ks. myös raportin osio "6 Ulkoseinät"). Väestönsuojan edustalla olevan levytetyn lattian liittymät betonipintaiseen lattiaan tulee toteuttaa kaasutiiviisti.

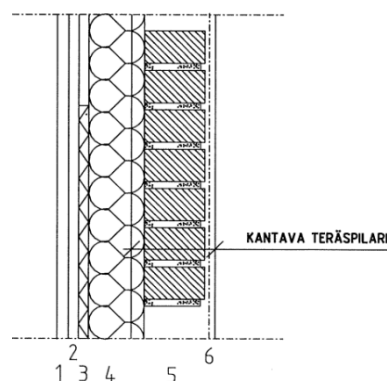
6 Ulkoseinät

6.1 Rakenne

Rakennuksen ulkoseinien sisäpinnat ovat maalattua tiiltä ja julkisivuistaan laudoitettuja tai levytettyjä. Korkealla liikuntasaliosalla ulkoseinien kantavat pilarit ovat terästä. Väestönsuojan kohdalla seinäpinnat ovat sisäkuoresta maalattua betonia.

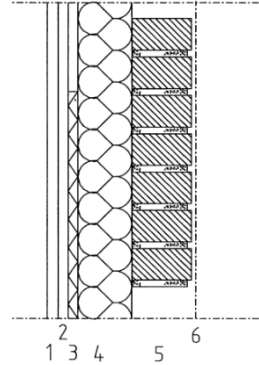
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan liikuntasalin ulkoseinän rakenne on ulkoa sisälle (rakennetyyppi US1):

- lautaverhous 25 mm tai vaneriverhous
- ristiinkoolaus 35x35 mm + ilmarako
- tuulensuojavilla 30 mm
- koolaus 50x125 k600 + mineraalivilla 125 mm
- kalkkihiekkatiili 130 mm + kantavat teräspilarit
- pintakäsittely



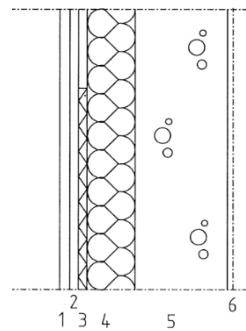
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan ulkoseinän rakenne on ulkoa sisälle (rakennetyyppi US2):

- lautaverhous 25 mm tai vaneriverhous
- ristiinkoolaus 35x35 mm + ilmarako
- tuulensuojavilla 30 mm
- koolaus 50x125 k600 + mineraalivilla 125 mm
- kalkkiahiekkatiili 130 mm, kantava
- pintakäsittely

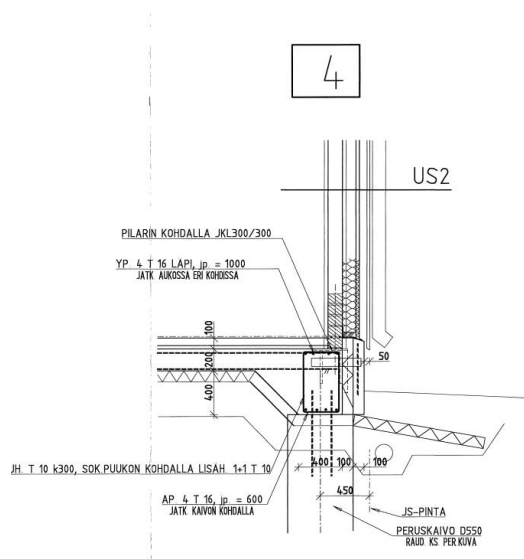


Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan väestönsuojan ulkoseinän rakenne on ulkoa sisälle (rakennetyyppi US3):

- lautaverhous 25 mm tai vaneriverhous
- ristiinkoolaus 35x35 mm + ilmarako
- tuulensuojavilla 30 mm
- koolaus 50x125 k600 + mineraalivilla 125 mm
- teräsbetoni 400 mm
- pintakäsittely



Lähtötietojen (RAK F1003, 20.6.2002) ulkoseinän puurunkoisen osuuden alla olevan sokkelin yläpinta on viistetty ja ulkoverhous jatkuu sokkelin päälle. Sokkelin ja ulkoverhouksen välissä on kapea tuuletusrako.



Kuva 43. Puurunkoisen ulkoseinän alla oleva sokkeli on viistetty ja verhous jatkuu sokkelin päälle. Julkisivulaudoituksen ja sokkelin välissä on kapea tuuletusrako (RAK F1003, 20.6.2002, Optiplan Oy).

6.2 Havainnot

Ulkopuoli

Rakennuksen ulkoseinät ovat lautaverhottuja tai vanerilla levytettyjä. Julkisivuissa ei aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita. Ulkoverhous tuulettuu rakenteen alareunassa ja levysaumoissa olevien tuuletusrakojen kautta. Rakennuksen länsireunalla vaneriverhotun julkisivulevyn alareunassa havaittiin yksittäinen pellityksen mekaaninen vaurio, joka ei vaikuta ulkoverhouksen tuulettumiseen.

Ikkunoiden tai niiden yhteyteen asennettujen vesipeltien reunoilla ei havaittu vesitiiveyspuutteita. Rakennuksen pohjois- ja itäreunoilla olevien ulko-ovien/haalausovien alareunoihin on asennettu kynnyspellit, jotka kallistuvat pois päin oviaukosta. Ovien ja ikkunoiden vesipeltien kiinnitykset ovat kunnossa ja kallistukset asianmukaisia.



Kuvat 44 ja 45. Rakennuksen ulkoverhous on laudoitettu tai verhottu vanerilevyin.



Kuvat 46 ja 47. Rakennuksen ulkoverhous on laudoitettu tai verhottu vanerilevyin.



Kuvat 48 ja 49. Laudoitettu julkisivu tuulettuu seinän alaosan ilmaraon kautta. Vaneriverhotuilla osuuksilla julkisivu tuulettuu vanerilevyjen alareunassa olevien tuuletusrakojen kautta. Länsipäädyssä vaneriverhotun julkisivun pellityksessä havaittiin yksittäinen mekaaninen vaurio (ympyröity).



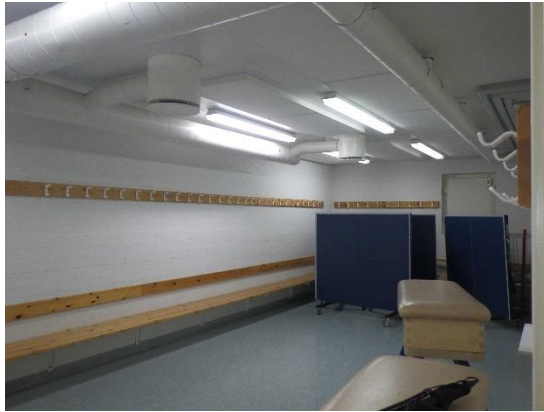
Kuvat 50 ja 51. Ikkunoiden alle ja haalausovien yhteyteen asennettujen vesi- ja kynnyspeltien kallistus on riittävä, eikä peltien reunoilla havaittu merkittäviä epätiiveysalueita.

Sisätilat

Rakennuksen länsipuolella tilojen ulkoseinien sisäpinnat ovat huone- ja varastotiloissa sekä käytävillä maalattua tiiltä. Rakennuksen itäpäädyssä sijaitsevan väestönsuojan kohdalla seinien sisäpinnat ovat maalattua betonia. Seinäpinnoilla ei havaittu halkeilua, kosteuden aiheuttamiksi arvioituja jälkiä tai merkkejä ikkuna-alueiden vesivuodoista.



Kuvat 52 ja 53. Terveystilojen työskentelytiloissa ja liikuntasalissa ulkoseinien sisäpinnat ovat maalattua tiiltä. Seinäpinoilla ei havaittu viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista.



Kuvat 54 ja 55. Rakennuksen itäpuolen pukuhuoneet sijaitsevat väestönsuojatiloissa ja niiden ulkoseinät ovat maalattua betonia.

Ulkoseinien tiiveyttä arvioitiin merkkisavulla pistokoemaisesti suoritetuissa tarkastuksissa. Merkkisavutarkastelussa ulkoseinien alaosiin asennettujen pistorasioitten, ikkunoiden alaliittymien, jalkalistojen yläreunojen ja paikallisesti tiilisäumoihin olevien ohuitten halkeamien kohdalla havaittiin ilmanliikettä ulkoseinästä huonetilojen suuntaan. Alapohjaan tehtyjen merkkiainekokeiden yhteydessä alapohjan todettiin olevan ilmayhteydessä ulkoseinien eristetiloihin, ja seinäpinoilla sekä rakenneliittymissä on runsaasti epätiivelyskohtia (Ks. raportin osio "5.4 Alapohjan ilmatiiveys ja merkkiainekokeet").



Kuvat 56 ja 57. Merkkisavutarkastelussa tiiliverhottujen ulkoseinien liittymissä ja seiniin asennettujen pistorasioitten reunoilla havaittiin ilmavirtausta rakenteesta huonetilojen suuntaan.

6.3 Rakenneavaukset, kosteusmittaukset ja materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteen toteutus ja kunto tarkastettiin ulkokautta lautaverhottuihin julkisivuihin tehdyillä rakenneavauksilla neljästä kohdasta, R1 – R4. Tämän lisäksi ulkoseinien kuntoa tutkittiin sisäkautta tehdyillä rakenneporauksilla neljästä kohdasta, R5 – R8. Poraukset tehtiin terveydenhoitajan työhuoneesta 132 ja käytävältä 103, ikkunan alapuolelle ja ulkoseinän alaosaan. Rakenneporausten kohdalla tehtiin eristetilän kosteusmittaus.

Avaukset ja mittaus-/näytteenottopisteet on esitetty raportin liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa. Avauksien kohdalta tehtyjen kosteusmittausten ja eristeistä otettujen materiaalinäytteiden tulokset on esitetty tekstin lopussa olevissa taulukoissa ja näytteiden testausseleste raportin liitteenä 2.

Jokaisessa avauksessa ulkoseinäverhouksen takana havaittiin ristiinkoolaus (20 mm vaakaa ja 50 mm pystyyn) sekä tuulensuojamineraalivilla. Ulkoseinän puurungon alle oli asennettu kosteuden nousua sokkelista puurunkoon estävä kermikaista. Sokkelin yläreuna on esitietojen mukaisesti kalliistettu tuuletuksen ja mahdollisen sokkelin päälle kerääntyvän kosteuden poistumista tehostavasti. Verhouksen takana oleva vaakakoolaus on asennettu lähelle sokkelin ulkopinnan korkeutta, jolloin rakenteen tuuletus on heikentynyt. Tasaisesti alareunastaan leikattujen ulkoverhouslautojen taustapinoilla havaittiin kaikissa avauskohdissa runsaita kosteusjälkiä ja tummaa mikrobikasvua sekä seinän ylempiin osiin verrattuna olevaa kohonnutta puunkosteutta (alareunassa korkeimmillaan p% 21, korkeammalla 10...12 p%) piikkikosteusmittarilla tehdyssä tarkastuksessa. Verhouksen alareunan kosteusjäljet jatkuvat vaakakoolaukseen saakka. Ylempänä laudoituksessa ei havaittu kosteusjälkiä tai värimuutoksia.

Terveydenhoitajan työhuoneen ulkoseinään ulkokautta tehdyssä avauksessa **R1** julkisivulaudoituksen alaosassa sekä alimman vaakakoolauslaudan alareunan ulkopinnalla havaittiin runsaasti kosteusjälkiä ja verhouslautojen taustoissa näkyvää mikrobikasvua. Lautojen alaosat olivat pehmenneitä. Kosteusjälkien alueella puun kosteus oli myös korkeampi (p% 16...21) kuin korkeammalla rakenteessa (p% 9...12). Ulkoseinärakenne myös tuulettuu todennäköisesti heikosti, sillä verhouksen takana oleva vaakakoolaus on asennettu lähelle sokkelin ulkopinnan korkeustasoa. Korkeammalla ulkoverhouksen taustassa tai ulkoseinän muissa puuosissa ei havaittu merkkejä kosteuden tai mikrobikasvun aiheuttamista vaurioista, eikä eristetilän takana olevassa tiilipinnassa todettu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia. Huoneen ulkoseinän sisäkautta tehdyissä porauksissa **R5** ja **R6**, ulkoseinän eristetilän kosteus todettiin tavanomaiseksi (MP1 ja MP2), eikä mineraalivillasta otetuissa materiaalinäytteissä N1 ja N2 havaittu viitteitä mikrobikasvun aiheuttamista vaurioista.



Kuvat 58 ja 59. Rakenneavaus R1 terveydenhoitajan työhuoneen 132 kohdalla. Ulkoverhouslautojen taustoissa havaittiin kosteusjälkiä ja värimuutoksia. Verhouslautojen kosteus oli kosteusjälkien alueella korkeampi kuin lautojen ylemmissä osissa, ja laudat olivat selvästi pehmenneitä muutosalueen kohdalta.



Kuvat 60 ja 61. Rakenneporaukset R5 ja R6, tila 132. Rakenneporauksien kohdasta otettiin ulkoseinän eristeestä näytteet mikrobianalyysia varten (N1 ja N2).

Liikuntasalin varastojen kohdalle ulkokautta tehdyssä avauksessa **R2** julkisivulautojen taustojen alaosissa havaittiin runsaasti kosteusjälkiä ja pehmentymää sekä ylempiä osia korkeampaa puunkosteutta (p% 19...21) ja näkyvää mikrobikasvua. Ulkoverhouksen takana oleva vaakakoolaus on asennettu avauksen R1 tapaan sokkelin etureunan korkeustasolle, ja se heikentää rakenteen tuulettuvuutta. Kosteusjälkiä tai värimuutoksia ei havaittu vaakakoolauksen yläpuolella olevissa ulkoverhouksen osissa tai sisempänä olevissa ulkoseinän puuosissa, eikä ulkoseinän sisäverhouksena olevan tiilen eristetilan puoleisilla pinoilla havaittu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.

Avauksen reunalla, vaneriverhotun julkisivun reunalla olevassa listassa havaittiin mikrobikasvuun viittaavia tummia pilkkuja. Vaurioalue sijaitsee kohdassa, jossa verhouksen levyjen välissä oleva tippapelti on irronnut paikaltaan.



Kuvat 62 ja 63. Rakennearaus R2 liikuntasalin varastojen kohdalla. Ulkoseinän rakenne vastaa avauksen R1 havaintoja. Julkisivuverhouksautojen alaosissa sekä vanerijulkisivun reunalla olevan puulistan syrjässä havaittiin näkyvää mikrobikasvua.

Rakennuksen itäpäädyn väestönsuojassa olevien pukuhuonetilojen kohdalle ulkokautta tehdyssä avauksessa **R3** julkisivulaudoituksen alaosissa havaittiin aiempien avausten tavoin runsaita kosteusjälkiä, pehmentymää ja näkyvää mikrobikasvua sekä verhouksautojen ylempiin osiin verrattuna koholla olevaa puunkosteutta (p% 19...21). Näkyvää mikrobikasvua havaittiin myös verhouksautojen takana olevan vaakakoolauksen ulkopinnoilla. Eristetilan takana olevassa ulkoseinän sisäverhouksena olevan betonin ei havaittu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.



Kuvat 64 ja 65. Rakenneseavaus R3 liikuntasalin pukuhuonetilojen kohdalla. Julkisivuverhouslautojen alaosissa sekä vaakakoolauslautojen ulkopinnoilla havaittiin näkyvää mikrobikasvua. Verhouslautojen alaosat ovat pehmenneitä ja kosteusjälkien kohdalla puunkosteus oli selvästi korkeampi kuin ylempänä rakenteessa.

Käytävän 103 ulkoseinään ikkunan alle ulkokautta tehdyssä avauksessa **R4** julkisivulaudoituksen alaosassa havaittiin runsaasti kosteusjälkiä, pehmentymää ja ylempiä osia korkeampaa puunkosteutta (p% 16...19) sekä näkyvää mikrobikasvua. Näkyvää mikrobikasvusta havaittiin myös alimman vaakakoolauslaudan ulkopinnalla. Lautojen alaosat olivat pehmenneitä. Ulkoseinän muissa puuosissa ei havaittu merkkejä kosteuden tai mikrobikasvun aiheuttamista vaurioista, eikä eristetilän takana olevassa tiilipinnassa todettu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia. Käytävän ulkoseinän sisäkautta tehdyissä porauksissa **R7** ja **R8**, ulkoseinän eristetilän kosteus todettiin tavanomaiseksi (MP3 ja MP4), eikä mineraalivillasta otetuissa materiaalinäytteissä N3 ja N4 havaittu viitteitä mikrobikasvun aiheuttamista vaurioista.



Kuvat 66 ja 67. Rakenneseavaus R4 käytävän 103 kohdalla. Ulkoverhouslautojen taustoissa sekä vaakakoolauksessa havaittiin runsaasti kosteusjälkiä sekä pehmentymää.



Kuvat 68 ja 69. Rakenneavaus R7, käytävä 103. Avauskohdasta otettiin ulkoseinän eristeestä näyte mikrobianalyysia varten (N3).



Kuvat 70 ja 71. Rakenneavaus R8, käytävä 103. Rakenneavauksen kohdalta otettiin ulkoseinän eristeestä näyte mikrobianalyysia varten (N4).

Taulukko 2. Rakennuksen ulkoseinien eristetilän hetkelliset kosteusmittaukset, 14.10.2025.

Mittapiste	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Kosteus-sisältö (g / m ³)	Anturi nro.
R5, 132 ikkunan alla	46,0	15,5	6,10	Pori /42
R6, 132 seinän alaosa	45,9	15,0	5,90	Pori /42
sisäilma	32,1	21,6	6,12	Pori/2
R7, 103 yläikkunan alla	42,6	17,0	6,18	Pori /42
R8, 103 seinän alaosa	49,4	14,5	6,14	Pori /42
sisäilma	32,9	20,5	5,88	Pori/2
ulkoilma	58,1	12,2	6,00	Pori /1

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittaolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittausten kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ± 3 %RH-yksikköä.

Ulkoseinien eristetiloissa ei havaittu poikkeavan korkeaa kosteutta. Eristetilan kosteussisältö vastasi ulko- ja sisäilman kosteussisältöä.

Taulukko 3. Tutkimuksien yhteydessä ulkoseinien rakenneavauksista otettujen materiaalinäytteiden mikrobialalyysitulokset tilakohtaisesti. Vaurioituneiksi määritetyt näytteet esitetty lihavoidulla näytetunnuksella, **Nx** ja punaisella pohjalla. Mahdollisesti vaurioituneiksi määritetyt näytteet on esitetty lihavoidulla näytetunnuksella, **Nx**. US = Ulkoseinä. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteessä 2.

Näyte-tunnus	Tila	Rakenne-osa	Näytteenotto-kohta	Avaus-tunnus	Tulos
N1	132 terveydenhoitaja	US, ikkunan alta	lämmöneriste, mineraalivilla	R5	ei mikrobikasvua
N2	132 terveydenhoitaja	US, seinän alaosa	lämmöneriste, mineraalivilla	R6	ei mikrobikasvua
N3	103 käytävä	US, ikkunan alta	lämmöneriste, mineraalivilla	R7	ei mikrobikasvua
N4	103 käytävä	US, seinän alaosa	lämmöneriste, mineraalivilla	R8	ei mikrobikasvua

6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen sisäpinnoiltaan tiiliverhotut ulkoseinät ovat epätiivisiä ja mahdollistavat vuotoilmavirtojen liikkumisen alapohjan alla olevasta perusmaasta huonetiloihin. Ulkoseinien eristetiloissa ei havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta tai mikrobivaurioista. Julkisivuverhouksen alaosaan sekä laudoituksen takana olevan vaakakoolauksen yhteydessä todettiin kuitenkin merkkejä laajasta kastumisesta sekä kohonneen kosteuden aiheuttamaa mikrobikasvua. Julkisivuverhouksen takana oleva alimmainen vaakakoolaus heikentää ainakin paikallisesti rakenteen tuulettumista.

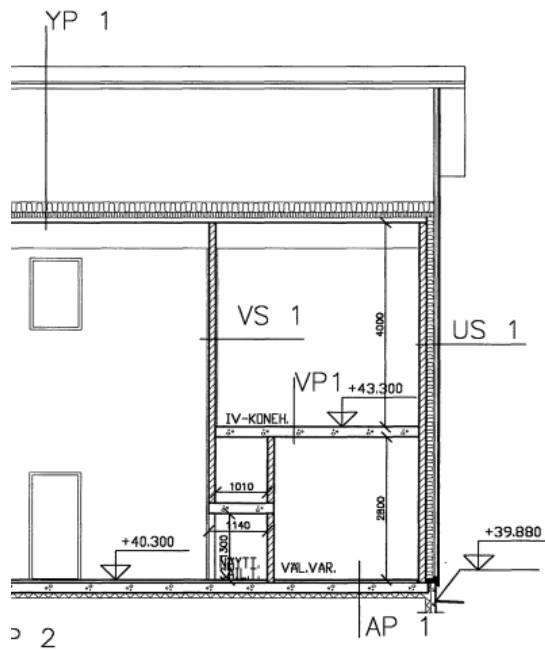
Ulkoverhoukseen tehtyjen avausten yhteydessä vaneriverhotun julkisivun reunassa olevassa listassa havaittiin näkyvää mikrobikasvua. Avauskohdan yläpuolella oleva vesipelti on irronnut osittain paikaltaan.

Toimenpide-ehdotus: Olemme suositelleet tiiliverhottujen ulkoseinien tiiveyden parantamista sisäilmanlaatua turvaavana toimenpiteenä (Ks. raportin osio "5 Alapohjat"). Lisäksi suosittelemme ulkoverhouksen alaosan uusimista kahden alimman vaakakoolauslaudan korkeudelle saakka. Samassa yhteydessä alimmainen vaakakoolaus tulee nostaa siten, että ulkoseinän tuuletusrako jää avoimeksi. Sadeveden imeytyminen ulkoverhoukseen tulee estää julkisivuun alaosaan asennettavalla tippalistalla tai lautojen alareunat viistäväällä. Lisäksi suosittelemme rakennuksen länsipään vanerijulkisivun pellityksen korjaamista ja verhouksen reunalla olevan listan uusimista korjattavan pellin alapuoliselta osalta.

7 Välipohjat

7.1 Rakenne

Esitietojen mukaan rakennuksen välipohja IV-konehuoneen kohdalla on teräsbetonia.



Kuva 72. Moision koulun liikuntahallin välipohjarakenne iv-konehuoneessa (VP1) (Lähde: ARK 005, Turun kaupunki Talotoimi, 20.3.2002).

7.2 Havainnot

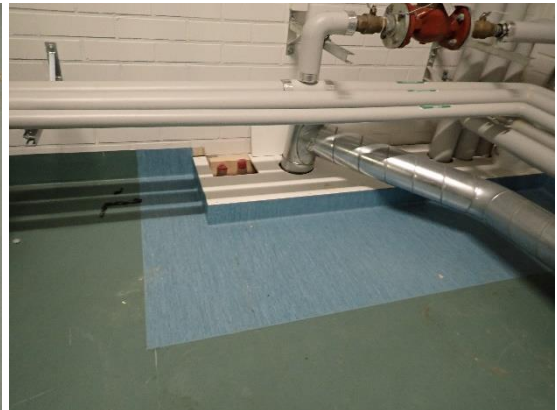
Liikuntahallin ylemmän kerroksen ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla lattiarakenne on välipohjaa. Konehuoneen lattiapinnat on päällystetty muovimatolla. Mattoa on uusittu paikallisesti lattiassa olevien välipohjaläpiviennin kohdalta. Välipohjan läpiviennit on tiivistetty palouretaanilla, eikä niiden yhteydessä havaittu ilmanliikettä merkkisavulla tehdyssä tarkastuksessa.

Konehuoneessa olevan lämminvesisäiliön vierellä lattiapinta kastuu laitteesta vuotavasta vedestä. Laitteelta lattiakaivoon kulkevan viemäriputken kallistus on puutteellinen.

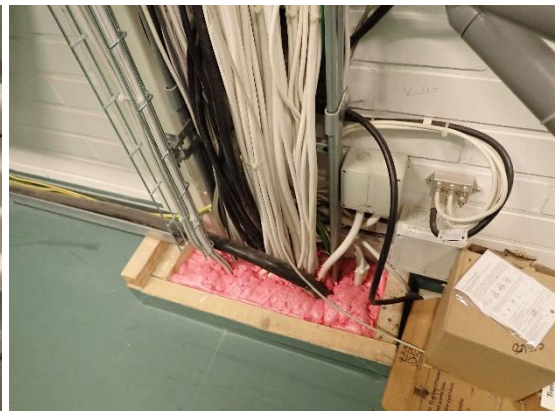
Tilojen aistinvaraisen tarkastuksen yhteydessä lattiapinnoille tehdyssä pintakosteuskartoituksessa, pinnoilla ei havaittu poikkeavan korkeita pintakosteusilmaisimen lukemia.



Kuvat 73 ja 74. IV-konehuoneen yleisilme on siisti. Konehuoneessa olevan lämminvesisäiliön alla lattia kastuu vuotovedestä. Laitteelta tulevan viemäroinnin kallistus on puutteellinen (nuoli).



Kuvat 75 ja 76. Vesisäiliön alle vuotanut hiukan vettä. Ympäristössä ei havaittu pintakosteuskartoituksessa poikkeavia lukemia. Välipohjan läpivientien kohdalla mattoa uusittu osittain.



Kuvat 77 ja 78. Välipohjan läpivientejä on tiivistetty palouretaanilla, näkyvillä olleissa läpivienneissä ei havaittu merkittäviä puutteita.

7.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Liikuntahallin välipohjan pinnoilla ei havaittu viitteitä kosteuden aiheuttamista vaurioista tai epätiiveydestä. Ilmanvaihtokonehuoneessa oleva lämminvesisäiliö valuttaa vettä lattialle ja sen viemäroinnin kallistus on puutteellinen.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme vettä lattialle vuotavan säiliön korjaamista sekä koneelta lähtevän viemäriin kallistuksen muuttamista siten, että vesi kulkeutuu tehokkaasti lattiakaivoon.

8 Ikkunat ja ulko-ovet

8.1 Rakenne

Rakennuksen ikkunat ovat kaksipuitteisia puu-alumiini-ikkunoita, joiden sisempään puitteeseen on asennettu lämpöpumppio. Terveystilojen huonetilassa olevissa ikkunoissa on lasitetut tuuletusikkunat.

Rakennuksen pääsisäänkäynnin kohdalla ulko-ovet lasiaukollisia metalliovia. Rakennuksen muilla seinustoilla olevat huolto-ovet ovat ulkopinnoiltaan puupaneloituja ja sisäpinnoiltaan metallisia umpiovia. Ovipumpuilla varustettujen huolto-ovien alareunaan on asennettu potkupellit.

8.2 Havainnot

Ikkunat

Rakennuksen kaksipuitteiset puu-alumiini-ikkunat ovat hyväkuntoisia.

Tilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä ikkunoiden yhteydessä ei havaittu merkkejä vesivuodoista. Merkkisavutarkastelussa ikkunaliittymissä havaittiin paikallisia epätiiveyskohtia ja alapohjaan tehtyjen merkkiainekokeiden yhteydessä ikkunaliittymissä havaittiin alapohjasta peräisin olevia vuotoilmavirtoja (Ks. raportin osio 5.4 Alapohjan ilmatiiveys ja merkkiainekokeet”).

Tutkimusten yhteydessä terveystilojen työtilojen ikkunoita ja käytävän 103 ikkunoita avattiin, eikä niiden toimivuudessa havaittu puutteita.



Kuvat 79 ja 80. Terveystilojen työtilojen kaksipuitteiset puu-alumiini-ikkunat ovat hyväkuntoisia. Ikkunoissa on lasitetut tuuletusluukut. Ikkuna-alueella tai lasiväleissä ei havaittu viitteitä ikkunoiden vesivuodoista.

Ulkopuolen tarkastuksen yhteydessä ikkunoiden vesipellityksissä ei havaittu puutteita.



Kuvat 81 ja 82. Käytävällä 103 olevien ikkunoiden liittymissä havaittiin paikallisia epätiivelysalueita.

Ulko-ovet

Rakennuksen pääsisäänkäynnin metalliset ulko-ovet ovat hyväkuntoisia, eikä niiden käynneissä havaittu merkittäviä puutteita. Ovet ovat sääsuojassa rakennuksen edustalla olevan katoksen alla.

Ulkopinnoistaan puupaneloitujen huolto-ovien alle on asennettu ovesta ulospäin kallistuvat kynnykselistat, jotka ohjaavat veden kauemmas oviaukosta. Ovilehdissä tai niiden pielirakenteissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita. Liikuntasalissa ovien metallisilla sisäpinnoilla havaittiin paikallisia kolhuja.



Kuvat 83 ja 84. Pääsisäänkäynnin yhteydessä olevien metallisten ulko-ovien yhteydessä ei havaittu merkittäviä puutteita.



Kuvat 85 ja 86. Rakennuksen huolto-ovet ovat puupaneloituja. Ovien yhteydessä ei havaittu puutteita.



Kuvat 87 ja 88. Huolto-ovien liikuntasalin puoleisilla pinnoilla havaittiin paikallisia kolhuja. Oviin on asennettu ovipumput.

8.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen ikkunat ja ulko-ovet ovat hyväkuntoisia, eikä niiden yhteydessä havaittu merkkejä poikkeavan kosteuden aiheuttamista vaurioista tai rakenneosan aiheuttamista vesivuodoista.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme ikkunoiden ja ulko-ovien huoltokorjaamista rakennukseen tehtävien laajempien korjaustoimien yhteydessä.

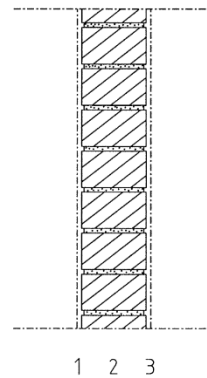
9 Väliseinät

9.1 Rakenne

Lähtötietojen mukaan väliseinät ovat osittain tiilirakenteisia ja osittain levyrakenteisia, väestönsuojan väliseinät ovat betonia. Esitietojen mukaan väliseinät ovat eristeettämiä.

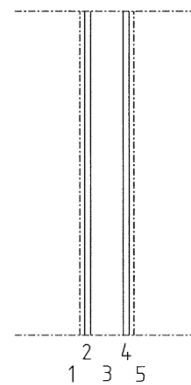
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan tiilirakenteisen väliseinän rakenne on (rakennetyyppi VS1):

- pintakäsittely
- kalkkiehkekatiili 130 mm
- pintakäsittely



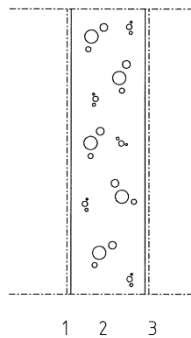
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan levyrakenteisen väliseinän rakenne on (rakennetyyppi VS2):

- pintakäsittely
- kipsilevy 13 mm
- teräsranka väh. 66 mm
- kipsilevy 13 mm
- pintakäsittely



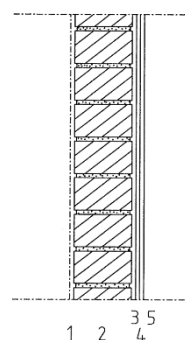
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan väestönsuojan kantavan väliseinän rakenne on (rakennetyyppi VS3):

- pintakäsittely
- betoniseinä 400 mm
- pintakäsittely



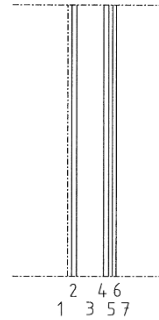
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan märkätilojen tiilirakenteisen väliseinän rakenne on (rakennetyyppi VS4):

- pintakäsittely
- kalkkiehkekatiili 130 mm
- märkätilatasoite
- vedeneriste, sivellettävä
- kiinnityslaasti ja laatoitus



Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan märkätilojen levyrakenteisen väliseinän rakenne on (rakennetyyppi VS5):

- pintakäsittely
- kipsilevy 13 mm
- teräsranka väh. 66 mm
- kipsilevy 13 mm
- mahdollinen vedeneristeen edellyttämä pohjustus
- vedeneriste, sivellettävä
- kiinnityslaasti ja laatoitus



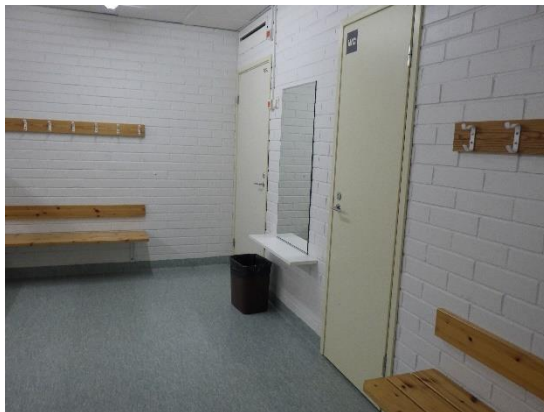
9.2 Havainnot

Rakennuksen väliseinät ovat maalattua tai tasoitettua tiiltä, maalattua betonia tai kipsilevyä. Käytössä olleiden esitietojen mukaan kiviaineiset, kantavat väliseinät alkavat alapohjan kantavan laatan päältä, lattiatinnan alapuolelta.

Tilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä väliseinäpinnoilla ei havaittu kosteusjälkiä tai kosteuden aiheuttamiksi arvioituja materiaali muutoksia. Kivirakenteisten väliseinien alaosissa ei havaittu kohonneita pintakosteusilmaisimen lukemia.



Kuvat 89 ja 90. Väliseinät ovat pääasiassa maalattuja tiiliväliseiniä.



Kuvat 91 ja 92. Pukuhuoneitten kohdalla olevat väliseinät ovat rakennuksen keskiosalla maalattua tiiltä ja itäreunan väestönsuojatilojen kohdalla kipsilevyä (nuoli).

9.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Tutkimusten yhteydessä väestönsuojatiloissa oleviin pesu- ja wc-tiloihin rajautuviin kipsilevyseiniin sekä pukuhuoneessa olevaan hormiin tehtiin viisi rakenneavausta (R9 – R13) rakenteen ja mahdollisten vaurioiden toteamiseksi. Avauksista ei otettu materiaalinäytteitä.

Rakenneavaus **R9** tehtiin tilan 110 levyrakenteiseen hormiin, jonka sisällä kulkee ilmanvaihtokanava. Hormin pinnat on levytetty kipsilevyllä ja runko on terästä. Hormin levytyksissä ei havaittu kosteusjälkiä tai merkkejä vaurioista. Hormin sisällä ei havaittu tapahtuvan ilmanliikettä eikä hormin yhteydessä havaittu poikkeavia hajuja.



Kuvat 93, 94, 95 ja 96. Pukuhuonetilan 110 hormin avaus, R9. Hormi on siisti, pinnoilla ei havaittu viitteitä vaurioista.

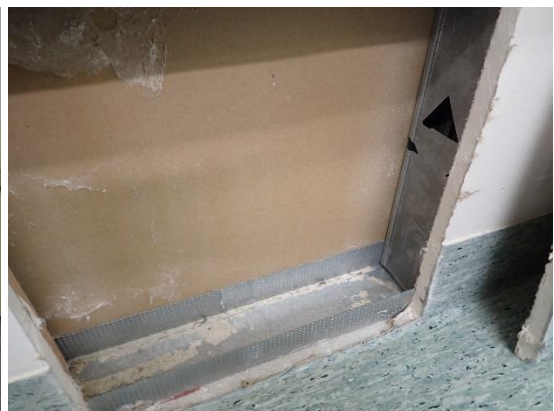
Rakenneavaukset R10 – R13 tehtiin väestönsuojan kohdalla sijaitsevan pukuhuoneen 123 levyrakenteisiin väliseiniin. Väliseinien rungot ovat teräs- tai puurakenteiset ja molemmat pinnat levytetty kipsilevyllä.

Rakenneavaus **R10** tehtiin pukuhuoneen 123 ja wc:n 124 väliseen seinään. Avauksen alueella väliseinän levytyksissä tai teräsrunkossa ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita. Väliseinäavauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavia, vaurioihin viittaavia hajuja.



Kuvat 97, 98, 99 ja 100. Rakenneavaus R10 pukuhuoneen 123 ja wc:n 124 välisessä seinässä. Avauskohta oli siisti eikä siinä havaittu aistinvaraisesti viitteitä vaurioista.

Rakenneavaus **R11** tehtiin pukuhuoneen 123 ja pesuhuoneen 125 väliseen seinään. Avauksen alueella väliseinän levytyksissä, teräsrungossa tai oven reunalle asennetussa apukarmissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita. Väliseinäavauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavia, vaurioihin viittaavia hajuja.



Kuvat 101 ja 102. Rakenneavaus R11 pukuhuoneen 123 ja pesuhuoneen 125 välisessä seinässä. Avauskohta oli siisti eikä siinä havaittu aistinvaraisesti viitteitä vaurioista.

Rakenneavaus **R12** tehtiin pukuhuoneen 123 ja suihkuhuoneen 126 väliseen seinään. Avauksen alueella väliseinän levytyksissä tai teräsrungossa ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita. Väliseinäavauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavia, vaurioihin viittaavia hajuja.



Kuvat 103 ja 104. Rakenneavaus R12 pukuhuoneen 123 ja suihkuhuoneen 126 välisessä seinässä. Avauskohta oli siisti eikä siinä havaittu aistinvaraisesti viitteitä vaurioista.

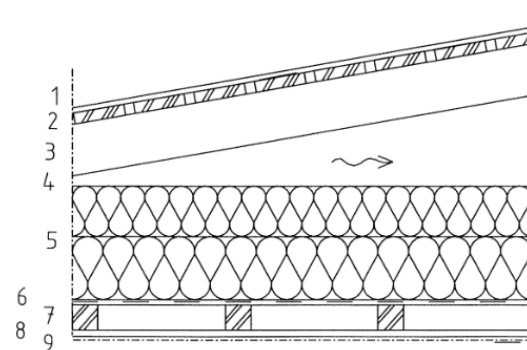
Rakenneavaus **R13** tehtiin varastona toimivan pukuhuoneen 127 ja wc:n 128 väliseen seinään. Avauksen alueella väliseinän levytyksissä tai teräsrungossa ei havaittu kosteuden aiheuttamia vaurioita. Väliseinäavauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavia, vaurioihin viittaavia hajuja.



Kuvat 105, 106, 107 ja 108. Rakenneavaus R13 pukuhuoneen 127 ja wc:n 128 välisessä seinässä. Avauskohta oli siisti eikä siinä havaittu aistinvaraisesti viitteitä vaurioista.

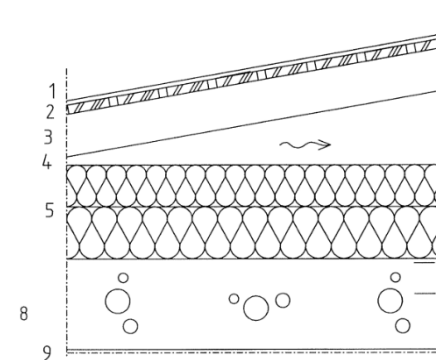
Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan yläpohjan rakenne on ylhäältä alas (rakennetyyppi YP1):

- konesaumattu peltikate
- laudoitus 25x100 k 110
- kattokannattajat
- tuuletettu ilmatila
- mineraalivilla 100 mm
- puhallusvilla 200 mm
- höyrysulkumuovi
- koolaus 50x50 k 300
- kipsilevy 13 mm
- pintakäsittely/alakatto



Lähtötietojen (RAK F2001, 1.8.2002) mukaan väestönsuojan kohdalla yläpohjan rakenne on ylhäältä alas (rakennetyyppi YP2):

- konesaumattu peltikate
- laudoitus 25x100 k 110
- kattokannattajat
- tuuletettu ilmatila
- mineraalivilla 100 mm
- puhallusvilla 200 mm
- teräsbetoniholvi, kantava
- pintakäsittely/alakatto



10.2 Havainnot

Tutkimusten aikana rakennuksen yläpohjan ja vesikatteen kuntoa arvioitiin sisäkautta huonetilojen aistinvaraisten tarkastusten yhteydessä, sekä yläpohjatilojen katselmoinnilla. Vesikatteen kunto tarkastettiin katteelta.

10.2.1 Vesikatto

Vesikaton kunto tarkastettiin katteelta käsin niiltä osin kuin kulku oli turvallista ilman apuvälineitä. Katteelle nouseaan rakennuksen länsipäädyssä olevien irtotikkaiden avulla. Matalamman ja korkeamman kateosan välissä on kiinteät talotikkaat. Kaikilla kateosilla on kulussillat, joiden yhteydessä ei havaittu puutteita. Katteille on asennettu lumiesteet, eikä niiden sijoittelussa tai kiinnityksessä havaittu puutteita.

Vesikaton rivipeltikate on alkuperäinen. Koko rakennuksen alueella, sekä matalammalla, että korkeammalla kateosalla, vesikatteilla havaittiin paikallista kattopinnoitteen hilseilyä. Pinnoitteen vaurioiden alla on havaittavissa katteen ruostumista.



Kuvat 110 ja 111. Vesikatolla on asianmukaiset kulkusillat sekä lumiesteet.



Kuvat 112 ja 113. Kaikilla kateosilla on havaittavissa melko paljon katteen pinnoitteen vaurioita ja näillä kohdin pelti on ruostunut.



Kuvat 114 ja 115. Katteen pinnoitteen vaurioita on koko katolla ja näillä kohdin pelti on ruostunut.

Rakennuksen räystäät ovat harvalaudoitettuja ja yläpohjatilat tuulettuvat lautojen välissä olevien rakojen kautta. Räystäiden maalinpinta hyväkuntoinen.

Katon vedenpoisto on toteutettu ulkopuolisten räystäskourujen ja syöksytorvien kautta. Katteiden vedenpoistossa ei havaittu puutteita.

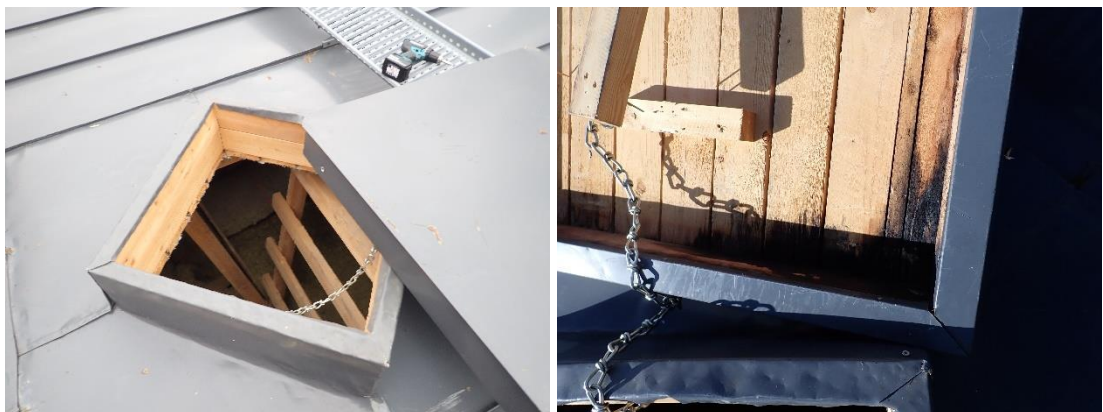


Kuvat 116 ja 117. Räystäskouruissa, syöksytorvissa tai räystäslaudoituksissa ei havaittu puutteita. Yläpohjatilat tuulettuvat räystäslautojen raoista. Sadevesi poistuu katteilta maanalaiseen sadevesijärjestelmään.

10.2.2 Yläpohja

Tutkimusten yhteydessä yläpohjan kuntoa tarkasteltiin kaikkien vesikatoilla olevien katto-
luukkujen kautta sekä pistokoemaisesti yläpohjatilasta. Luukuista kaksi sijaitsee korkealla
kateosalla, liikuntasalin kohdalla, ja yksi rakennuksen eteläpuolella, matalamman katteen
osalla. Luukut on kiinnitetty kattorakenteisiin ketjuilla. Luukkujen kohdalla yläpohjassa on
pitkittäin yläpohjan poikki kulkusiltoja.

Matalamman osan yläpohjatilassa vesikatteen alla olevissa puisissa kattorakenteissa ei ha-
vaittu kosteusjälkiä tai merkkejä katteen kautta tapahtuneista vesivuodoista. Katteen alle
on asennettu kuitukangasta oleva aluskate, jonka yhteydessä ei havaittu epätiiveyskohtia.
Yläpohjatilasta tuulettuu räystäällä olevien tuuletusrakojen kautta, eikä tuuletuksessa havaittu
puutteita. Kattoluukun kannen kohdalla havaittiin kosteusjälkiä mutta ei muita merkkejä
luukun kautta tapahtuvasta vesivuodosta.



Kuvat 118 ja 119. Matalamman osan katteella on yksi luukku yläpohjatilasta. Luukun sisäpinnalla
havaittiin kosteusjälkiä mutta ei muita merkkejä luukun kohdalta tapahtuvasta vesivuodosta.

Yläpohjan eristeenä on käytetty puhallusvillaa. Eristekerroksen todettiin olevan tasainen.
Yläpohjassa kulkevat ilmanvaihtoputket on lämpöeristetty mineraalivillalla. Yläpohjan

lämmöneristeissä ei havaittu puutteita. Lämmöneristeen alla todettiin esitietojen mukainen höyrysulkumuovi, mutta sen tiiveyttä ei päästy arvioimaan.



Kuvat 120 ja 121. Yläpohjaan on asennettu pitkittäin kulkevat kulkusillat. Yläpohjatilassa ei havaittu merkkejä katteen vesivuodoista tai puutteellisesta tuuletuksesta. Yläpohjan eristeenä on käytetty puhallusvillaa.



Kuvat 122 ja 123. Vesikaton puuosissa tai eristeenä olevassa puhallusvillassa ei havaittu puutteita tai merkkejä katteen vesivuodoista. Yläpohjassa kulkevat ilmanvaihtokanavat on lämpöeristetty mineraalivillalla. Yläpohja tuulettuu räystäällä olevien rakojen kautta.



Kuvat 124 ja 125. Vesikaton puuosissa tai eristeenä olevassa puhallusvillassa ei havaittu puutteita tai merkkejä katteen vesivuodoista. Yläpohjassa kulkevat ilmanvaihtokanavat on lämpöeristetty mineraalivillalla. Yläpohja tuulettuu räystäällä olevien rakojen kautta.

Ylemmällä kattotasolla on kaksi luukku yläpohjatilaan. Yläpohjan kuntoa arvioitiin molempien luukkujen kautta. Yläpohjatilassa olevissa vesikaton puuosissa ei havaittu kosteusjälkiä tai merkkejä katteen vesivuodoista. Katteen alle asennetun kuitukangasta olevan aluskatteen yksittäisessä saumakohtassa havaittiin avoin alue. Yläpohjatilassa kulkevat putket on lämpöeristetty.

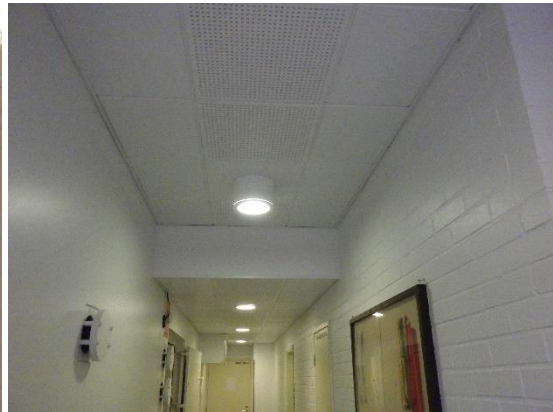


Kuvat 126 ja 127. Ylemmällä kattotasolla on kaksi huoltoluukku, joista molemmista tarkasteltiin yläpohjan kuntoa. Kummastakaan kohdasta vesikaton alusrakenteissa ei havaittu merkittäviä puutteita tai jälkiä katteen vesivuodoista.

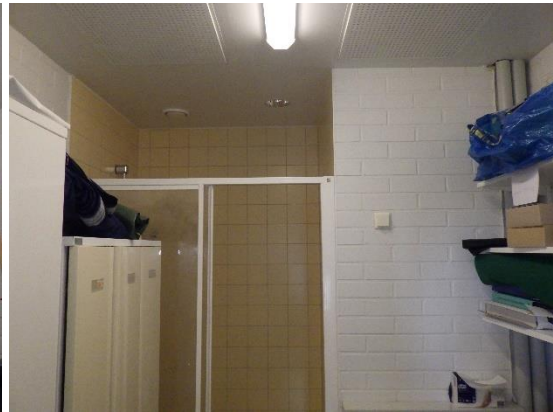


Kuvat 128 ja 129. Aluskatteessa todettiin yksittäinen saumakohta ja yksi alue, jossa aluskatteen kiinnitys on irronnut.

Huonetilojen sisäkatot rajautuvat pääosin yläpohjaan. Terveystoimittajan työskentelytiloissa, opettajien pukuhuonetiloissa ja siivouskeskuksessa kiinteät sisäkatot ovat kipsilevyä. Osa kattopinnoista on tehty avattavilla akustiikkakipsilevyillä. Liikuntahallin isossa aula- ja aulasta lähtevillä käytävillä sisäkatot ovat listoille asennettua akustiikkakipsilevyä. Kattopinnoilla ei havaittu kosteuskätkiä tai merkkejä yläpohjansuunnasta tapahtuneista vesivuodoista.



Kuvat 130 ja 131. Huonetilojen ja käytävien sisäkatot ovat kipsilevyä. Osa kattopinnoista on toteutettu akustiikkakipsilevyillä.



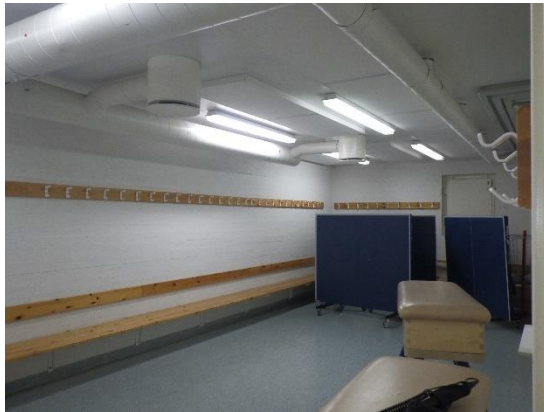
Kuvat 132 ja 133. Siivouskeskuksen sisäkatto on kipsilevyä. Opettajien pukuhuoneessa katon keskiosa on toteutettu akustiikkakipsilevyillä.

Liikuntasalissa kipsilevyä olevaan kattopintaan on kiinnitetty mineraalivilla-akustiikkalevytystä. Levyt ovat ehjiä ja niiden reunat ja saumakohdat on peitetty listoin. Kattopintoihin

kiinnitettyjä akustiikkalevytyksiä havaittiin myös väestönsuojatiloissa olevien pukuhuoneitten betonisissa sisäkatoissa. Levyissä tai kattopinnoissa ei havaittu viitteitä vaurioista.



Kuvat 134 ja 135. Liikuntasalin sisäkattoon on asennettu akustiikkalevytystä. Levyt ovat ehjiä ja niiden saumat peitetty listoilla.



Kuvat 136 ja 137. Väestönsuojatiloissa olevien pukuhuoneitten sisäkattoon on asennettu akustiikkalevytystä. Levyjen yhteydessä ei havaittu avoimia mineraalivillapintoja.

Rakennuksen keskiosalla olevissa pukuhuoneissa sekä pesutiloissa alaslasketut katot ovat listoille asennettua mineraalivilla-akustiikkalevyä. Levytysten alapinnoilla havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä ja pinnan aaltoilua erityisesti pesuhuoneissa sekä paikallisesti myös pukuhuoneitten puolella, pesuhuoneen ovien edustoilla.



Kuvat 138 ja 139. Keskiosan pesutilojen ja pukuhuoneitten sisäkatot ovat listoille asennettua akustiikkalevyä. Levyissä havaittiin kosteusjälkiä ja sisäilman runsaan kosteuden aiheuttamia pintamuutoksia.

10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

10.3.1 Vesikatto

Vesikatolla ei havaittu muita puutteita kuin runsaina esiintyneet pistemäiset pinnoitteen vauriot, joiden kohdalla kattopellin pinta on ruostunut. Vaurioita esiintyy koko rakennuksen katteilla, eikä tarkka syy vaurioille selvinnyt tutkimusten yhteydessä. On mahdollista, että kattopellin pinnassa on ollut ruostejälkiä jo ennen pinnoitusta ja pinnoite on irronnut sen alla tapahtuneen ruostumisen vuoksi.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme katteen huoltomaalausta ja ruostevauriokohtien puhdistusta. Vauriot ovat pistemäisiä, mutta niiden runsaan määrän vuoksi huoltokorjaus on helpompaa toteuttaa koko katteella samalla kertaa.

10.3.2 Yläpohja

Rakennuksen yläpohjassa ei havaittu merkkejä katteen vesivuodoista tai tuuletuksen puutteista. Yläpohjassa kulkevat talotekniikkaputket on lämpöeristetty asianmukaisesti. Vesikatton alla olevassa aluskatteessa havaittiin yksittäinen avoin saumakohta.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme aluskatteessa havaittujen auenneiden alueiden uudelleen kiinnittämistä.

Huonetilojen kipsilevyllä toteutetuissa sisäkatoissa ei havaittu puutteita ja kattoon kiinnitetty akustiikkalevytykset ovat hyväkuntoisia. Pukuhuoneitten ja pesutilojen sisäkattoihin asennetuissa mineraalivilla-akustiikkalevytyksissä havaittiin runsaan sisäilmankosteuden aiheuttamia kosteusjälkiä ja materiaaliuutoksia.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme pukuhuone- ja pesutiloissa olevien mineraalivillalevyä olevien alakattojen uusimista rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä.

11 Ilmanvaihto

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtokoneita on kaksi, joista TK01 palvelee pääosaa rakennuksen tiloista sisältäen liikuntasalin, sekä puhu- ja pesuhuonetilat. Ilmanvaihtokone TK02 palvelee terveydenhoitajan (entinen neuvola) tiloja. Ilmanvaihtokoneiden lisäksi rakennuksessa on yksi erillispoistopuhallin, joka palvelee wc-tilojen poistoilmanvaihtoa. Ilmanvaihtokone TK01 sijaitsee rakennuksen 2. kerroksen ullakkotilan iv-konehuoneessa. Ilmanvaihtokone TK02 sijaitsee rakennuksen ensimmäisen kerroksen tuolivarastossa (tila 109). Alla on esitetty tiivistetysti ilmanvaihtokoneiden sijaintitunnukset, palvelualueet ja suunnitteluilmavirrat.

- TK01, liikuntasali, +3690 / -3500 l/s
- TK02, terveydenhoitaja (ent. neuvola), ±100 l/s
- TK01PF02, wc-tilat, - 190 l/s

Ilmanvaihtokone TK01 on moduulirakenteinen ja sen käyntiä ohjataan rakennusautomaation kautta. Kone käy rakennusautomaation aikaohjelman mukaisesti, mutta liikuntasalissa on liiketunnistimet, jotka tehostavat käyntiä aikaohjelman ulkopuolella. Lisäksi käyntiä voidaan tehostaa lisäaikakytkimellä.

Ilmanvaihtokone TK02 on ns. pakettikone, jota ei ole liitetty rakennusautomaatioon. Ilmanvaihtokoneen TK02 käyttö tapahtuu paikallisen käsiohjauskytkimen kautta.

Ilmanvaihtokone TK1

- Valmistaja: KOJA, valmistettu vuonna 2002
- Palvelualue: liikuntasali, pesu- ja pukuhuonetilat, varastot ja aputilat.
- Käyntiaika: täysteho (100 %) ma-pe klo 09-15, muun ajan minimiteho (40 %)

- Lisäaikaohjauksella mahdollisuus tehostaa käynti täysteholle (100 %) käyntiteholla ollessa sitä pienempi.
- Salissa liiketunnistimet, jotka tehostavat minimiteholla (40 %) perusteholle (70 %) aikaohjelman ulkopuolella.
- Ilmanvaihtokoneen kokoonpano on seuraava: Sulkupellit, suodattimet, pyörivä LTO, lämmityspatterit, suoravetoiset puhaltimet ja äänenvaimennusosat.
 - Puhaltimet ovat taajuusmuuttajat ohjatut.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut havaittujen merkintöjen mukaan 08/2025. Suodattimia vaihdetaan 2 kertaa vuodessa. Suodattimien suodatusluokka on tulo- ja poistoilmasuodattimien osalta ePM1 55 %.

Seuraavissa kuvissa on esitetty havaintoja ilmanvaihtokoneesta TK01:



Kuva 140. Yleiskuva ilmanvaihtokoneesta TK01.



Kuvat 141 ja 142. Yleiskuvat ulkoilmakammion alta ja tuloilman suodatinosasta. Ulkoilmakammio on varustettu viemäröinnillä, mutta lattialla on vanhoja vuotojälkiä. Suodatin osan pohjalla on laajalti vanhoja vuotojälkiä ja hitsausseamat ovat alkaneet ruostumaan.



Kuvat 143 ja 144. Yleiskuvat lto:n ja lämmityspatterin välisestä osasta ja tuloilmapuhaltimesta. Lto:n ja lämmityspatterin välissä ei havaittu merkkejä kerääntyneestä kosteudesta ja tuloilmapuhallin oli siistikuntoinen.



Kuvat 145 ja 146. Yleiskuvat äänenvaimennuskaseteista ja äänenvaimennetusta kammio-osasta. Äänenvaimennusmateriaalit olivat hyväkuntoiset ja mahdollisesti uusitut koneeseen (poistopuolella eri materiaalia). Silmämääräisen arvion perusteella äänenvaimennusmateriaali on polyesterikuitu.



Kuvat 147 ja 148. Yleiskuvat poistoilmapuhaltimesta ja poistopuolen äänenvaimennuskaseteista. Puhallin oli hieman pölyyntynyt ja äänenvaimentimet olivat keränneet pölyä pinnoille. Silmämääräisen arvion perusteella äänenvaimennusmateriaali on kangaspinnoitettu mineraalivilla.

Ilmanvaihtokone TK2

- Valmistaja: Meptek (malli: Ilto 450), valmistettu vuonna 2012
- Palvelualue: Terveystieteiden keskus (ent. neuvola), tilat: 131, 132, 133 ja 134
- Käyntiaika: Jatkuva vakioteho, muutettavissa käsiohjauskytkimeltä
- Ilmanvaihtokoneen kokoonpano on seuraava: Sulkupellit, suodattimet, vastavirta LTO (kuutio), lämmityspatteri ja suoravetoiset puhaltimet.

Suodattimien viimeisin vaihtoajankohta on ollut havaittujen merkintöjen mukaan 08/2025. Suodattimia vaihdetaan 2 kertaa vuodessa. Suodattimien suodatusluokka on tulo- ja poistoilmasuodattimien osalta ePM1 55 %.

Seuraavissa kuvissa on esitetty havaintoja ilmanvaihtokoneesta TK02:



Kuvat 149 ja 150. Yleiskuvat pakettikoneesta TK02 ja sen käsiohjauskytkimestä.



Kuvat 151 ja 152. Yleiskuvat tulo- ja poistoilmasuodattimista. Tulopuolella on karkeasuodatin ja ka-settimallinen suodatin ja poistopuolella pelkkä karkea suodatin. Suodattimet ovat puhtaat.



Kuvat 153 ja 154. Yleiskuvat lämmityspatterista ja lämmönsäätimestä. Patteri on hieman likainen ja lämmitystehoa säädetään käsitermostaatilla.

Huippuimurit

Huippuimureita on yksi ja se on rinnastettu ilmanvaihtokoneen TK01 käyntiin.



Kuvat 155 ja 156. Huippuimuri sijaitsee rakennuksen matalan osan vesikatolla. Silmämääräisen arvioon perusteella se on samalta vuodelta ilmanvaihtokoneen kanssa (2002).

11.2 Ilmanjako ja kanavisto

Ilmanvaihtokanavisto on toteutettu pyöreällä kierresaumakanavalla. Ilmanvaihtokanavat kulkevat pääosin rakenteissa piilossa. Havaintojen ja lähtötietojen mukaan ilmanvaihtokanavistot ovat pääosin rakennusvuodelta 2002.

Ilmanvaihdon päätelaitteet ovat liikuntasalissa tuloilman osalta syrjäyttäviä piennopeuslaitteita ja poistoilman osalta kattoasenteisia poistoilmasäleiköitä. Muissa tiloissa on sekoittava ilmanvaihto ja päätelaitteet ovat pääosin tuloilmahajottajia sekä kartiomallisia poistoilma-venttiileitä. Yksittäisiä muita päätelaitteina havaittiin tuloilmaventtiileitä. Päätelaitteet ovat rakentamisvuodelta 2002.

Kanaviston ja päätelaitteiden osalta ei havaittu mahdollisia kuitulähteitä ja pölykertymä oli komponenttien osalta vähäistä.

Ilmanvaihtokoneiden ulkoilmanotot ovat seinäasenteisia harvalamellisäleiköitä.

Seuraavissa kuvissa on esitetty havaintoja ilmanvaihdon päätelaitteista ja kanavistosta.



Kuvat 157 ja 158. Yleiskuvat tuloilmahajottajasta ja sen mittaus-/säätöosasta.



Kuvat 159 ja 160. Yleiskuvat poistoilmaventtiileistä. Venttiileissä on tiiviste renkaat, mutta se jäi kuvan ottamisessa asennuskaulukseen.



Kuvat 161 ja 162. Yleiskuvat tuloilmakanavasta (vasen kuva) ja poistoilmakanavasta (oikea kuva). Tuloilmakanava on lähes puhdas ja poistoilmakanavassa on hieman pölyyntymistä.



Kuvat 163 ja 164. Yleiskuvat ulkoilmasäleiköistä. Vasemmassa kuvassa on ilmanvaihtokoneen TK01 ulkoilmasäleikkö ja oikeassa kuvassa TK02 ulkoilmasäleikkö.

11.3 Ilmavirtamittaukset

Tilakohtaisia tulo- ja poistoilmavirtoja mitattiin otannalla tiloista: 110, 114, 116, 132 ja 133. Mittaukset suoritettiin ilmanvaihtokoneiden päiväkäytön mukaisilla käyntitehoilla. Tilakohtaisten ilmamäärämittausten mittaustulokset on esitetty tiivistetysti alla olevassa taulukossa 4.

Taulukko 4. Tilakohtaisten ilmamäärien mittaustulokset 15.10.2025. Taulukossa on esitetty ilmanvaihtopiirustusten (15.4.2002, Insinööritoimisto Juhani Lehtonen Oy, Ilmanvaihtopiirustus) mukainen suunniteltu ilmamäärä, mitattu ilmamäärä sekä mitatun ilmamäärän ero (%) suunniteltuun ilmamäärään nähden. Yli 20 % suunnitteluarvoista poikkeavat ilmamäärät on esitetty taulukossa **punaisella**.

Tila	Mitattu tuloilma [l/s]	Suunniteltu tuloilma [l/s]	ERO [%]	Mitattu poistoilma [l/s]	Suunniteltu poistoilma [l/s]	ERO [%]
110	174	160	9	-40	-50	-20
114	tilassa ei tuloilmapäätelaitetta			-22	-30	-27
116	tilassa ei tuloilmapäätelaitetta			-137	-160	-14
132	24	35	-31	-27	-35	-20
133	12	15	-20	-12	-15	-20

Ilmanvaihtokoneen TK02 kokonaisilmavirtauksia ei määritetty tutkimuksen yhteydessä. Ilmanvaihtokoneelle TK01 mitattiin täydellä (100 %) käyntiteholla kokonaistuloilmavirtaukseksi 3600 l/s (suunnitteluarvo: 3690 l/s) ja kokonaispoistoilmavirtaukseksi 3630 l/s (suunnitteluarvo: -3500 l/s). Eroa mitattujen ja suunniteltujen kokonaisilmavirtausten välillä oli <5 %.

11.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihtokone TK01 alkuperäinen vuodelta 2002, ja ilmanvaihtokone TK02 vuodelta 2012. Oletettavasti TK02 on uusittu noin 10 vuoden käyttövuoden jälkeen, koska se on alkuperäisissä vuoden 2002 ilmanvaihtosuunnitelmissa. Ohjekortin RT 18-10922 "Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot" mukaan ilmanvaihtokoneiden tilastollinen tekninen käyttöikä on puhaltimien osalta normaalilla käytöllä 20...25 vuotta, ja patte- reiden osalta noin 40 vuotta normaalilla käytöllä. Teknisen käyttöiän mukaan ilmanvaihtokoneen TK01 puhaltimien tekninen käyttöikä on loppuillaan. Yleiskunnoltaan molemmat ilmanvaihtokoneet ovat vielä tyydyttävässä kunnossa eikä koneissa havaittu kuitulähteitä.

Toimenpide-ehdotus: Suosittelemme ilmanvaihtokoneelle TK01 puhaltimien uusintaa

peruskorjauksen yhteydessä. Puhaltimiksi suositellaan EC-mallisia puhaltimia, jotka eivät tarvitse erillisiä taajuusmuuttajia ja ovat hyötysuhteeltaan parempia taajuusmuuttajilla varustettuihin puhaltimiin verrattuna.

Ilmanvaihtokoneen TK01 ulkoilman suodatinosan pohjalla oli vanhoja kosteusjälkiä, sekä alkavaa korroosiota. Jäljet viittaavat siihen, että tuiskulumi ja/tai vesi pääsevät suodattimille. Lumi heikentää niiden läpivirtaavaa kokonaisilmamäärää, ja kastuneet suodattimet voivat toimia itsessään myös hajun lähteenä. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme viimeistään peruskorjauksen yhteydessä korjaamaan TK01 suodatinosan kosteusvauriot, ja varustamaan ulkoilmanotto lumisuojailla.

Ilmanvaihtokone TK02 toimii itsenäisesti, eikä sen toimintaa ole mahdollista valvoa tai ohjata rakennusautomaation kautta. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme ilmanvaihtokoneen uusimista rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä ja liittämistä sen osaksi rakennusautomaatiojärjestelmää.

Rakennuksen alkuperäisen huippuimurin tekninen käyttöikä on vastaavasti loppuillaan. Aistinvaraisesti toiminnassa ei havaittu puutteita. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme huippuimurin uusimista peruskorjauksen yhteydessä.

Tutkimuksissa suoritettujen ilmanvaihtokanaviston puhtauden tarkasteluissa ei havaittu merkittävää pölyyntymistä. Kanavistot olivat pistokoeluonteisen tarkastelun perusteella lähes puhtaita, eikä kanavistossa havaittu kuitulähteitä. Ilmanvaihdon päätelaitteet ovat alkuperäisiä. Päätelaitteissa ei havaittu kuitulähteitä. Tilojen ilmajaot ovat havaintojen perusteella tilojen käyttötarkoituksiin soveltuvia. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme kanaviston puhtauden tarkastelua viiden vuoden välein ja suorittamaan seuraavan puhdistuksen tarkasteluiden perusteella. Päätelaitteet ovat teknisesti toimivia, eikä niiden uusiminen ole välttämätöntä peruskorjauksen yhteydessä.

Ilmamäärämittausten perusteella ilmanvaihtokoneen TK01 kokonaistulo- ja poistoilmavirtaukset olivat lähes suunnitteluarvojen mukaisia. Ilmanvaihtokoneen TK02 kokonaisilmamäärä ei määritetty, mutta palvelualueen tilakohtaisten mittausten perusteella ilmamäärät jäivät hieman vajaiksi suunnitteluista tulo- ja poistoilmamääräistä. Ilmanvaihtokoneen TK01 palvelualueen osalta tilakohtaisten poistoilmamäärien havaittiin jäävän hieman vajaiksi. **Toimenpide-ehdotus:** Suosittelemme ennen peruskorjausta tarkastamaan ilmanvaihtokoneen TK02 oikean käyntinopeuden, niin että suunnitellut tulo- ja poistoilmamäärät täyttyvät. Samassa yhteydessä suosittelemme tarkastamaan TK01 palvelualueen pesu- ja pukuhuonetilojen poistoilmamäärät.

Toimenpide-ehdotukset: Suosittelemme ennen rakennuksen laajempia korjauksia TK02 ilmamäärien säätöä, ja ilmanvaihtokoneen TK01 palvelualueen pesu- ja pukuhuonetilojen poistoilmamäärien säätöä. Kanavien puhdistustarpeen arviointia on suositeltava suorittaa viiden vuoden välein ja suorittaa puhdistus tarkasteluiden perusteella.

Peruskorjauksen yhteydessä suosittelemme uusimaan ilmanvaihtokoneen TK01 puhaltimet EC-malliseksi, sekä uusimaan pakettikoneen TK02 ja liittämään sen rakennusautomaatiojärjestelmään. Lisäksi suosittelemme korjaamaan ilmanvaihtokoneen TK01 suodatinosan kosteusvauriot, ja varustamaan ulkoilmanoton lumisuojailla.

12 Sisäilman ja lattiamateriaalin VOC-mittaukset, tasopintojen mineraalikuidut ja olosuhdeseurantamittaukset

Tutkimusten yhteydessä tiloista otettiin sisäilmassa olevien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrää ja -laatua mittaavia VOC-ilmanäytteitä kahdesta huonetilasta; terveydenhoitajan työhuoneesta 132 (VOC1) ja varastosta 105 (VOC2). Lisäksi terveydenhoitajan työhuoneen 132 muovimatosta otettiin materiaalinäyte BULK1 materiaalin VOC-päästöpotentiaalin määrittämiseksi.

Tutkimusten aikana huonetilojen tasopinnoille kerääntyvien mineraalikuitujen määrää tutkittiin kahden viikon laskeuma-ajan jälkeen otetuilla kuitunäytteillä (3 kpl). Tasopintojen kuitukeräyskohdat on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksilla K1 – K3.

Käyttötilojen sisäilmaolosuhteita; lämpötila ja suhteellinen kosteus, hiilidioksidipitoisuus ja TVOC (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä) mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena kahden viikon ajan (11.9. – 25.9.2025) kahdesta mittauspisteestä, liikuntasalista 104 (Olos.1) ja terveydenhoitajan työhuoneesta 132 (Olos.2). Tämän lisäksi samalla ajanjaksolla mitattiin terveydenhoitajan työhuoneen 132 ja käytävän 103 painesuhdetta ulkoilmaan nähden.

Olosuhteita ja paine-eroa mittaavien antureiden sijainnit on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksilla Olos.1 – Olos.2 ja PA1 – PA2. Mittausjaksolla tilat olivat normaalikäytössä. Sisäilmaolosuhteiden mittauskäyrät on esitetty raportin liitteessä 6.

Taulukko 5. Sisäilman olosuhteita ja tilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena kahden viikon ajan tiloissa 103, 104 ja 132. Taulukossa PAx = paine-ero, T = lämpötila, RH = suhteellinen kosteus, CO2 = hiilidioksidipitoisuus ja TVOC = VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuus (ppb).

Tila	Olosuhtemittarit	Ilmansuunta
Liikuntasali 104	Olos.1 (RH/T/CO2/TVOC)	-
Terveydenhoitaja 132	Olos.2 (RH/T/CO2/TVOC) + PA2	itä
Käytävä 103	PA1	etelä

12.1 Sisäilman VOC-mittaukset ja lattiamateriaalin VOC-päästöt (BULK)

Sisäilman VOC-yhdistepitoisuudet mitattiin 2.9.2025 terveydenhoitajan työhuoneesta 132 (VOC1) ja liikuntahallin varastosta 105 (VOC2). Tutkimusten yhteydessä terveydenhoitajan työhuoneen 132 lattiaan asennetusta muovimatosta otettiin materiaalinäyte (BULK1) lattiapäällysteen VOC-emissiopotentialin arvioimiseksi.

Taulukossa 6 on esitetty kohteesta kerättyjen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyyysien tulokset. Sisäilmanäytteiden keräykseen käytettiin Tenax TA-adsorbenttia ja BULK-emissionäytteen keräykseen Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorbenttia. Tulokset on esitetty yhdisteiden omilla vasteilla laskettuina. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatiot (TVOC) on laskettu tolueenivasteella. Analyysitulokset on tulkinut erikoisasiantuntija Jarno Komulainen, FM (kemia), AFRY Finland Oy.

Tuloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksessa (STM 545/2015) annettuihin toimenpideraja-arvoihin sekä Työterveyslaitoksen käyttämiin viitearvoihin ”Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilma kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille toimistotyyppisissä kohteissa, päivitetty 4.4.2024”. Taulukon sininen väri tarkoittaa TTL:n kyseiselle yhdisteelle käyttämän viitearvon ylitystä ja harmaa väri tarkoittaa tieteellisessä kirjallisuudessa yhdisteelle raportoidun hajukynnyksen ylitystä.

Sisäilman VOC-yhdisteiden näytteenotokohdat on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksilla VOC1 ja VOC2 ja alkuperäiset testausselosteen raportin liitteenä 3. Lattiamateriaalista otetun BULK VOC materiaalinäytteen sijainti on esitetty raportin liitteessä 1 tunnuksella BULK1 ja näytteen testausselosteen raportin liitteenä 4.



Taulukko 6. Tunnistettujen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien ja materiaalinäyte analyysin tulokset. Sinisellä korostetut tulokset tarkoittavat Työterveyslaitoksen ko. yhdisteelle käyttämän viitearvon ylitystä ja harmaalla korostetut tulokset tieteellisessä kirjallisuudessa raportoidun hajukynnyksen ylitystä. VOCx = sisäilman VOC-näyte, BULKx = irrotetusta materiaalista tehty VOC-analyysi. Sisäilmanäytteiden testausseosteet on esitetty raportin liitteessä 3 ja materiaalinäytteen testausseoste liitteessä 4.

Yhdiste	VOC1 132 terveydenhoitaja [µg/m³]	BULK1 132 terveydenhoitaja muovimatto [µg/m³g]	VOC2 105 varasto [µg/m³]
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt			
2,2,4,6-pentametyyliheptaani		1	
Aromaattiset hiilivedyt			
tolueeni	0,4		0,4
Terpeenit ja niiden johdannaiset			
α-pineeni	1		1
3-kareeni	0,7		0,6
Yksiarvoiset alkoholit			
etanoli	5		
1-butanoli	2	4	1
1-pentanol	1		2
2-metyyli-1-propanoli	0,5		0,4
2-etyyli-1-heksanol	4	150	1
Typpiyhdisteet			
kaprolaktaami	0,4		
Fenolit			
fenoli	0,4		0,4
Alkoholi- ja fenolieetterit			
2-butoksietanol	0,4	3	
2-(2-etoksietoksi)etanoli (Dowanoli)	1		3
2-(2-butoksietoksi)etanoli	0,6		0,4
Aldehydit			
n-pentanaali	0,5		
n-heksanaali	1		0,8
n-heptanaali	0,5		
n-oktanaali	0,6		0,6
n-nonanaali	1		1
n-dekanaali	0,9		0,8
bentsaldehydi	1		1
furfuraali	0,4		
Ketonit			
3-heptanoni	0,4	10	
Esterit ja laktonit			
etyyliasettaatti	0,4		
Orgaaniset hapot			
etikkahappo	24		64 (7)
propaanihappo	1		1
butaanihappo	0,6		0,5
pentaanihappo	1		1
heksaanihappo	3		4
Piiyhdisteet			
oktametyylisyklotetrasiloksaani	2		
dekametyylisyklopentasiloksaani	0,8		
TVOC	30	110	20

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Vastaavasti yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja-arvo huoneilmassa on 50 µg/m³. STMa 545/2015:ssa on erikseen asetettu toimenpideraja-arvoksi 2-etyyli-1-heksanolille 10 µg/m³, TXIB:lle 10 µg/m³, naftaleenille 10 µg/m³ ja styreenille 40 µg/m³.

12.2 Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet

Tilojen yleisilme oli siisti. Yläpölyä todettiin paikoin kohtalaisesti. Tilapinnoilla ei havaittu pinnoittamatonta mineraalivillaa tai rikkoutuneita akustiikkatuotteita. Tasopinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen määrät mitattiin kahden viikon laskeumasta kolmella

rinnakkaisella näytteellä kolmesta huonetilasta; aulasta 102 (K1-1 – K1-3), pukuhuoneesta 123 (K2-1 – K2-3) ja terveydenhoitajan työhuoneesta 132 (K3-1 – K3-3).

Tasopinnoilla ei havaittu Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajat ylittäviä määriä mineraalikuituja.

Näytteenottokohdat on esitetty liitteen 2 pohjakuvassa sekä kootusti alla olevassa taulukossa 6. Näytteiden alkuperäinen analyysivastaus on esitetty raportin liitteenä 5.

Taulukko 7. Tutkimuksien yhteydessä huonetilojen tasopinnoilta otettujen kuitulaskeumanäytteiden (keräysaika 14 vrk, mittausjakso 2.9. – 16.9.2025) tutkimustulokset tilakohtaisesti. Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajan ylittävät tulokset on esitetty lihavoiduilla näytetunnuksilla, **Kx** ja punaisella pohjalla. Näytteiden alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty raportin liitteessä 5.

Näyte-tunnus	Tila	Näytteenottokohta	Tulos, kuitua kpl/cm ²	Tulkinta, yksittäinen näyte	Tulkinta, näytesarja
K1-1	102	naulakko	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K1-2	102	naulakko	<0,09	tavanomainen	
K1-3	102	naulakko	0,14	tavanomainen	
K2-1	123	matala penkki	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K2-2	123	matala penkki	<0,09	tavanomainen	
K2-3	123	matala penkki	<0,09	tavanomainen	
K3-1	132	työpöytä	<0,09	tavanomainen	ei ylitä toimenpiderajaa
K3-2	132	näyttötaso	<0,09	tavanomainen	
K3-3	132	ylähylly	<0,09	tavanomainen	

12.3 Paine-eromittaukset

Tutkimusten yhteydessä huonetilojen painesuhteita tutkittiin kahden viikon seuranta-mittauksena (11.9. – 25.9.2025) kahdesta mittauspisteestä, käytävältä 103 ja terveydenhoitajanhuoneesta 132. Mittauspisteet on esitetty liitteen 2 pohjakuvassa tunnuksilla PA1 (103) ja PA2 (132) ja mittauskäyrät liitteen 6 kuvissa 1 ja 2.

Mittausjakson aikana keskituulennopeus oli 4 m/sekunnissa ja suunta pääosin lännestä tai luoteesta.

Mittausjakson aikana liikuntahallin käytävä 103 (PA1) oli pääsääntöisesti hieman alipaineinen ulkoilman suhteen. Mittauskäyrässä havaittiin mittausjakson alussa jakso, jolloin tila olivat vuoroin ali- tai ylipaineinen (- 10... +10 Pa) ja painesuhteen havaittiin vaihtelevan äkkinäisesti. Mittausjakson lopulla tilan alipaineisuus vakiintui noin 2 Pa tasolle. Mittauskäyrässä ei havaittu vuorokaudenaikaista vaihtelua eivätkä tilan painesuhteet muuttuneet viikonloppujen aikana. Mittausjaksolla käytävän tilan paine-ero oli lähellä tasapaineisuutta ja mittauskäyrässä havaittiin vain hetkittäistä yli 15 Pa alipaineistumista.

Seurantajakson aikana terveydenhoitajan työhuone (PA2) oli pääsääntöisesti hieman alipaineinen ulkoilman suhteen. Mittauskäyrässä havaittiin kuitenkin vallitsevien tuuliolojen aiheuttamaa ylipaineistumista. Mittausjakson alussa mittauskäyrässä havaittiin jakso, jolloin tilan painesuhde vaihteli äkkinäisesti -10...+10 Pa välillä. Vastaava jakso nähtiin myös käytävän 103 mittauskäyrässä. Mittausjakson keskivaiheilla mittauskäyrässä havaittiin voimakasta painevaihtelua, joka todennäköisesti johtuu mittalaitteen ulkoilmaan menevään putkeen päässeestä vedestä, joka hetkellisesti tukkii mitta-anturin.

12.4 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Mittausjaksolla ulkoilman lämpötila vaihteli välillä 4...23 °C. Lämpimintä ulkoilma oli mittausjakson alussa (11.9.2025), jolloin päiväaikainen lämpötila nousi hieman 23 °C yli. Mittausjakson loppupuolella (23.9. – 25.9.2025) ulkoilman lämpötilat alkoivat laskea ja olivat pääsääntöisesti alle 10 °C.

Mittausjakson alussa, ulkoilman ollessa lämpimimmillään, huonetilojen lämpötila nousi käyttöaikaan jopa lähelle +24 °C:ta. Tämän jälkeen huonetilojen lämpötilat asettuivat 19...23 °C:een tuntumaan. Huonelämpötiloissa havaittiin pientä (noin $\pm 1...1,5$ °C) päiväaikaista, lähinnä ulkoilman lämpiämisestä aiheutuvaa nousua. Huonelämpötilat eivät mittausjakson aikana nousseet yli 24 °C:een. Mittauspisteet on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa tunnuksilla Olos.1 – Olos.2 ja mittauskäyrät liitteen 6 kuvissa 3 ja 4.

Kohteessa sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana pääasiassa välillä 35...75 %RH. Mittausjakson lopussa sisäilman suhteellinen kosteus mittauspisteissä laski alle 40 %RH samalla kun ulkoilman lämpötila alkoi laskea.

Pääosan mittausjaksosta ulkoilman suhteellinen kosteus oli välillä 80...100 %RH. Huonetilojen suhteellisen kosteuden mittaustuloksissa havaittiin käyttöaikaan tilojen käytöstä johtuvaa nousua. Viikonlopun aikana (20.-22.9.) sisäilman suhteellinen kosteus kasvoi 65 RH% tuntumaan molemmissa mitatuissa tiloissa huonetiloissa. Nousu selittyy tilojen ilmanvaihdon käyntitehon pienenemisestä.

12.5 Hiilidioksidipitoisuus

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin kahdesta eri tilasta kahden viikon seurantamittauksena. Mittauspisteet on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa tunnuksilla Olos.1 – Olos.2 ja mittauskäyrät liitteen 6 kuvissa 5 ja 6.

Tutkituissa tiloissa ei yleisesti havaittu poikkeuksellisen korkeita hiilidioksidipitoisuuksia. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden havaittiin nousevan käyttöaikaan korkeimmillaan n. 600 ppm tuntumaan. Mittaustulosten perusteella tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyi kaikissa tiloissa alle Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajan 1550 ppm.

Terveystieteen työhöoneen 132 mittauskäyrässä (Olos.2) on selkeästi nähtävissä tavallinen hiilidioksidipitoisuuden nousu tilan käyttöaikoina, ja yöllä sekä viikonloppuisin pitoisuudet laskivat ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden tasolle. Liikuntasalin 104 mittauskäyrässä (Olos.1) havaittiin ilta- ja viikonloppuajan tilojen käytöstä johtuvaa, hetkellistä hiilidioksiditasojen nousua, mikä laski nopeasti ulkoilman taustapitoisuuden tasolle.

12.6 Sisäilman TVOC

Huonetilojen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismääriä (TVOC) mitattiin muiden olosuhtemittausten ohella. Mittauspisteet on esitetty liitteen 2 pohjakuvassa tunnuksilla Olos.1 – Olos.2 ja mittauskäyrät liitteen 6 kuvissa 7 ja 8.

Molempien tilojen TVOC pitoisuudet olivat normaalitasolla matalia (10...100 ppb). Liikuntasalissa 104 havaittiin käyttöaikaan ajoittaista TVOC-pitoisuuksien nousua, joka laski nopeasti perustasolle. Terveystieteen huonetilassa havaittiin käyttöaikaan (torstait 11.9. ja 25.9.) hetkellistä voimakasta TVOC-pitoisuuden nousua, jolloin TVOC-pitoisuus nousi korkeimmillaan 1000...1400 ppb pitoisuuteen.

Molemmissa tutkituissa tiloissa havaittiin hienoista päiväaikaista TVOC pitoisuuksien nousua sekä selvempää tasojen nousua viikonlopun 20.-22.9. aikana, jolloin myös huoneilman suhteellisessa kosteudessa havaittiin nousua.

12.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

12.7.1 Sisäilman VOC-mittaukset ja lattiamateriaalin VOC-päästöt

Kaikkien tutkittujen tilojen yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet sekä niiden summapitoisuudet (TVOC) alittavat Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) niille esittämät toimenpideraja-arvot.

Tilasta 132 tutkittiin sisäilman lisäksi lattiapinnoitteen VOC-emissiot materiaalinäytteellä BULK1. Tulosten mukaan kyseessä on todennäköisimmin PVC-muovimatto, jossa on pehmittimenä di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti eli DEHP. Sen on todettu hajoavan alkalisisessä kosteudessa tuottaen emissiotuotteenaan 2-etyyli-1-heksanolia, joka oli BULK-emissionäytteen pääemissio. Mitattu emissio $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ylittää TTL:n sille käyttämän viitearvon. 2-

ettyyli-1-heksanolia esiintyy myös tilan 132 sisäilmassa (VOC1), mutta mitattua pitoisuutta voidaan kokemustemme mukaan pitää tavanomaisena ja se alittaa Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) sille asettaman toimenpideraja-arvon.

Molempien tutkitun tilan sisäilmassa esiintyi kohonneena pitoisuutena etikkahappoa. Sen pääasialliset lähteet sisäilmaan ovat desinfiointiaineet sekä orgaaninen jäte, kuten biojätteet tai kukkamulta. Muutoin kaikkien tutkittujen tilojen sisäilmassa esiintyi tavanomaisia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä erittäin pieninä pitoisuuksina. Niiden pääasiallisia lähteitä sisäilmaan ovat muovi ja muovituotteet; linoleumi; puu ja puutuotteet; hajusteet sekä pesu- ja desinfiointiaineet.

Toimenpide-ehdotukset: Olemme suositelleet terveydenhoitajan tiloissa olevan vaalean-keltaisen muovimaton saneerausta tiloista rakennuksen seuraavien laajempien korjausten yhteydessä. Korjausten yhteydessä tulee varmistua alustan kemiallisesta puhtaudesta (Ks. raportin osio "5 Alapohjat"). Lattiapäällysteen ei arvioida aiheuttavan tiloissa tämänhetkistä sisäilmariskiä.

12.7.2 Huonetilojen kuitulaskeumanäytteet

Tutkituissa huonetiloissa ei havaittu Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) toimenpiderajaa ylittäviä mineraalikuitupitoisuuksia kahden viikon laskeumasta tasopinnoilta otetuissa näytteissä.

Toimenpide-ehdotukset: Ei toimenpide-ehdotuksia.

12.7.3 Huonetilojen paine-ero ulkoilmaan nähden

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmavaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) todetaan, että rakennuksen ulko- ja ulospuhallusvirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Kokemuksen mukaan ylipaineisuus voi aiheuttaa myös tunkkaisuuden tunnetta tiloissa. Sisäilman kosteusliä oli seurantajakson aikana hyvin pieni, joten ylipaineisuudesta ei ole välitöntä haittaa rakenteille.

Tehtyjen seurantamittausten mukaan rakennuksen painesuhteet ulkoilman suhteen ovat hallinnassa ja tilat ovat lievästi yli- tai alipaineisia ulkoilman suhteen. Mittausjaksolla tuuliolot olivat maltilliset, eikä huonetilojen mittauskäyrissä näkynyt selkeää tuulenpaineesta aiheutuvaa painesuhdevaihtelua. Ilmanvaihdon tutkimusten yhteydessä tilojen ilmavirtojen todettiin olevan lähes suunnitteluarvojen mukaisia (TK1) tai hieman suunnitteluarvoja pienempiä (TK2).

Toimenpide-ehdotus: Mittaustulosten mukaan huonetilojen painesuhteet ovat lähellä tasapainotilaa. Tällä hetkellä painesuhteisiin ei suoraan liity toimenpidetarvetta. Olemme suositelleet TK2 ilmanvaihtokoneen säätämistä suunnitteluarvojen mukaiseksi.

12.7.4 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötila on yksi keskeinen viihtyvyystekijä. Korkea lämpötila aiheuttaa epämuokavuutta. Lämpöviihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja, mutta tyytyväisten osuuden on todettu olevan suurin, kun lämpötila on +21...+22 °C. Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan sisäilman lämpötilan tavoitearvo lämmityskaudella on +21 °C. Yleensä sisäilmaan liitettävät oireet lisääntyvät lämpötilan noustessa yli +22 °C. Korkea lämpötila, ilmankosteus sekä auringsäteily lisäävät materiaalien pinnoilta haihtuvien yhdisteiden määrää ja siten osaltaan hajuhaittoja. Alhainen lämpötila taas voi olla epämuokavuustekijä käyttäjille aiheuttaen mm. vedon tunnetta. Rakennuksessa on toimistotiloja, joten tilojen lämpöolosuhteiden tulosten tulkinnassa käytetään toimistotilojen osalta Sisäilmastoluokitus 2018 viitearvoja ja muiden tilojen osalta Asumisterveysasetusta. Asumisterveysasetuksen mukaan toimenpiderajan ylittymisenä lämmityskauden ulkopuolella pidetään +20...+32 °C. ulkopuolisia lämpötiloja.

Sisäilman suhteellisen kosteuspitoisuuden suositukseksi pidetään noin 20...60 %RH. Tämän saavuttaminen ei ole aina mahdollista, sillä sisäilman suhteellinen kosteus määräytyy suurelta osin ulkoilman kosteuden mukaan, kun rakennuksessa ei ole kostutusta.

Tutkittujen tilojen sisäilman lämpötilat ovat pääosin Asumisterveysasetuksen lämmityskauden ulkopuolelle asettamien toimenpiderajojen mukaisia. Tutkituissa huonetiloissa sisäilman suhteellisen kosteuden todettiin olevan vuodenaikaan nähden tyypillinen.

Toimenpide-ehdotus: Ei toimenpide-ehdotuksia.

12.7.5 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa rakennuksen käyttötilojen ilmanvaihdon riittävyyttä käyttäjien määrään nähden. Korkea hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa tiloissa oleskeleville yleisesti väsymystä ja mm. päänsärkyä. Lisäksi korkea hiilidioksidipitoisuus kuvaa hyvin myös muiden ihmisperäisten päästöjen määrää ja tällöin sisäilma koetaan raskaaksi ja tunkkaiseksi.

Asumisterveysasetuksen mukainen sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus, käytännössä noin 1550 ppm (STMa 545/2015). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on noin 400 ppm.

Huonetilojen sisäilman hiilidioksiditasoissa havaittiin selkeää käytönaikaista nousua, joka ei ylittänyt Asumisterveysasetuksen (STM 545/2015) toimenpiderajaa.

Toimenpide-ehdotus: Olemme suositelleet TK2:n ilmavirtojen säätämistä suunnitteluarvojen mukaisiksi.

12.7.6 Sisäilman TVOC

Huonetiloissa havaittiin paikallisesti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärien (TVOC) nousua. Tasojen nousu liittyy selvästi tilojen käyttöön.

Toimenpide-ehdotus: Ei toimenpide-ehdotuksia.



13 Olosuhdearvio

13.1 Menetelmäkuvaus

Olosuhdearvio on laadittu Työterveyslaitoksen julkaisun ”Sisäilmastoselvitys ja olosuhdearviointi, ohje työpaikkojen sisäilmastoselvityksiä ja olosuhdearviointeja tekeville”, Isokääntä Päivi ja Rautiala Sirpa, 2023 mukaisesti. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota sisäilman laadun ohje- ja viitearvoihin, rakenteiden mikrobivaurioitumiseen, ilmapuotoreitteihin, kuitulähteisiin, ilmanvaihdon toimivuuteen, betonirakenteiden poikkeaviin kosteuspitaisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Olosuhdearvioinnin tulos antaa tiivistetyn kokonaiskuvan sisäilman laadusta ja olosuhteista sekä toimenpidetarpeesta tutkimusalueella. Olosuhdearviointi voidaan tehdä koko rakennuksesta, sen osasta tai yksittäisestä tilasta.

Olosuhdearvioinnin raportoinnissa ei arvioida terveydellistä merkitystä, eikä oteta kantaa mahdollisiin terveyshaittoihin tai löydösten ja oireilun syy-seuraussuhteeseen.

Olosuhdearviossa tarkastellaan seuraavia osa-alueita:

1. Ilmatiiveys ja vuotoilma
2. Rakennusosien riskitekijät
3. Ilmastointijärjestelmä ja
4. Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

Osa-alueet pisteytetään ja olosuhdearvioinnin tulos sijoittuu yhteenlasketun kokonaispistemäärän perusteella luokkaan A-D. Jokaisesta osa-alueesta voi saada 0...3 pistettä sen mukaan, miten kriteerit täyttyvät. Kriteerit on esitetty Työterveyslaitoksen julkaisussa taulukoissa 5-8. Olosuhdearviointi tehdään valitsemalla Työterveyslaitoksen taulukoista kohta, jonka kriteereistä täyttyy suurin osa. Eri osa-alueiden pisteet lasketaan yhteen, jolloin kokonaispistemäärä voi olla välillä 0...12.

Olosuhdearvioinnin tulosta arvioidaan asteikolla A...D seuraavasti:

- A.** Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä
- B.** Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä
- C.** Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä
- D.** Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 9–12 pistettä

13.2 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 8. Rakennusosien ilmatiiveydestä ja vuotoilmasta selvitettäviä ja arvioitavia asioita sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 1).

Rakennusosien vuotoilmareittien ja epätiiviiden materiaalien todentaminen ja arviointi	
vuotoilmareittien määrä	vuotoilmareittejä: ei ole, on erittäin vähän, on vähän, on jonkin verran, on paljon
vuotoilmareittien koko ja epätiivin materiaalin laajuus	vuotoilmareitti on: pistemäinen, pieni, keskikokoinen, suuri epätiivistä materiaalia ^a : ei ole, on pienialaisesti, on laaja-alaisesti, on erittäin laaja-alaisesti
Todetun vuotoilmareitin tai epätiivin materiaalin sijainnin vaikutuksen arviointi	
vuotoilmareitin sijainnin vaikutus epäpuhtausriskiin	sijainti: ei lisää, voi lisätä vähän, voi lisätä jonkin verran, voi lisätä paljon epäpuhtaan ^b vuotoilman riskiä
Ilmatiiviyden ja vuotoilman kulkeutumisen todentaminen ja arviointi	
rakennusosien ilmatiiviys tai tutkimusalueen ilmanvuotoluku (q_{50}) vuotoilman tai hajun kulkeutuminen ja kesto	ilmatiiviys on: erittäin hyvä, hyvä, keskimääräinen, huono q_{50} on: nykymääräyksiä parempi, nykymääräysten mukainen, nykymääräyksiä heikompi, nykymääräyksiä paljon heikompi vuotoilmaa tai hajua: ei kulkeudu, kulkeutuu ajoittain, kulkeutuu lähes kokoaikaisesti, kulkeutuu kokoaikaisesti
paine-eron vaikutus vuotoilman kulkeutumiseen	paine-eron keskiarvo ^c : ei lisää kulkeutumista, lisää vähän, lisää jonkin verran, lisää paljon vuotoilman kulkeutumista

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti ilmatiiviyttä ja vuotoilman määrä kohteessa arvioidaan seuraavasti: **”Vuotoilmareittejä on jonkin verran ja vuotoilmaa kulkeutuu. 2 pistettä”**. Arvio koskee kaikkia tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Alapohjan, ulkoseinärakenteiden ja lattiatasen alapuolelta alkavien väliseinien liittymissä sekä seinien sisäpinnoilla on runsaasti epätiiveysalueita, joiden kautta virtaa ilmaa sisätiloihin.
- Rakennuksen tilat ovat pääosan ajasta lievästi alipaineisia ulkoilman suhteen eli ilman kulkeutuminen epäpuhtaista tiloista huoneisiin on jatkuvaa.
- Rakennuksen ilmatiiviys on heikko, minkä vuoksi rakennuksen painesuhteet todennäköisesti vaihtelevat voimakkaasti tuulenpaine-erojen vaihtelun mukaan. Tuulenpaineen vaihtelu aiheuttaa ilman pumppausliikkeen, joka siirtää ilmavirtojen mukana epäpuhtauksia rakenteista ja maaperästä sisäilmaan.

13.3 Rakennusosien riskitekijät

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 9. Tutkimusalueen rakenneosista selvitettäviä ja arvioitavia asioita sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 2).

Rakennusosan riskitekijä, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	
kosteustekninen/-vaurion riski	riskejä sisältävän rakennusosan määrä, laajuus, sijainti
muun epäpuhtauslähteen riski	rakennusosan riskimateriaalin ^b määrä, laajuus, sijainti
Rakennusosan toteutunut riski, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	
poikkeava kosteus rakennusosassa	poikkeavan kosteuden määrä, laajuus, sijainti
näkyvä kosteusvaurio pintamateriaalissa	näkyvien kosteusvaurioiden ^a määrä, laajuus, sijainti
näkyvä kosteusvaurio rakennusosan sisällä, mistä kulkeutui vuotoilmaa	näkyvien kosteusvaurioiden ^a määrä, laajuus, sijainti
Tilaosan riskitekijä, jolla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun ja olosuhteisiin.	
tilapinnan tai tilavarusteen materiaali, jossa on päästöriski	riskimateriaalin ^b sijainti, laajuus, määrä

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti ” **Rakennusosissa on jonkin verran riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun ja olosuhteisiin. 2 pistettä**”. Arvio koskee tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Kantavan alapohjan alueella pohjamaasta huonetiloihin virtaava ilma sisältää maaperän epäpuhtauksia.
- Vuotoilmavirrat kulkevat huonetiloihin mineraalivillaeristeitä sisältävistä rakenteista.
- Tiloissa on mineraalikuituja sisältäviä akustiikkamateriaaleja sekä putkieristeitä, joista voi vapautua mineraalikuituja huonetiloihin
- Terveystieteiden tutkimusten mukaan muovi- ja muovimaton todettiin sisältävän 2-etyyli-1-heksanolia.

13.4 Ilmastointijärjestelmä

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 10. Tutkimusalueen ilmastointijärjestelmästä selvitettäviä ja arvioitavia asioita sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 3).

Järjestelmäkokonaisuuden laatu ja vaikutus sisäilman lämpöoloihin ja paine-eroihin.	
järjestelmän laatu ja vaikutus sisäilman lämpöoloihin	tyyppi, ikä/elinkaaren vaihe, tavoitearvot, lämmitys/LTO, jäähdytys, kostutus, suodatus, kondenssiriskit, jäätymisriskit, vesi-/lumiriskit, kanavisto, ohjaustapa, säätöarvot, käyttöarvot, käyttöajat, kokonaisilmavirta, korvaus-, siirto- ja palautusilma, ilmanjakotapa ja suuntaus, muutokset, toimivuus
rakennusautomaatio ja sen toimivuus	ohjaustapa, säätöarvot, käyttöarvot, käyttöajat, antureiden kunto, tulo- ja poistoilmavirtojen tasapaino
järjestelmän aiheuttama paine-ero ja sen vaikutus	kosteusrasitus rakennusosiin, vuotoilma rakennusosista, tulo- ja poistoilmavirtojen tasapaino, erillispoistot, korvaus-, siirto- ja palautusilma
Järjestelmän epäpuhtauslähteet ja epäpuhtauksien kulkeutumisriski sisäilmaan.	
kone, kanavat, päätelaitteet ja suodatus	epäpuhtauslähteet ^a , puhtaus ^a , suodatusluokka, tiiviys
Järjestelmän vaikutus tilojen sisäilmaan	
tilojen ilmavirrat ja niiden suhde suunnitteluarvoihin	tavoitearvot, mitoitusarvot tulo- ja poistoilmavirta, ulkoilmavirta ^a
tilojen sisäilman aistinvarainen laatu ja olosuhteet	aistinvarainen; laatu ^a , lämpöolot ^a , järjestelmän melu ^a , haju, ilmanvaihtuvuus
Erillisen jäähdytysjärjestelmän tai -laitteen vaikutus tilojen sisäilmaan.	
erillinen jäähdytysjärjestelmä tai -laite	kunto, toimivuus, lämpöolot ^a , puhtaus ^a

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti kohteen ilmastointijärjestelmää arvioidaan seuraavasti: **”Ilmastointijärjestelmä toimii hyvin, eikä heikennä sisäilmanlaatua ja olosuhteita. 1 pistettä”**. Arvio koskee koko tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Ilmanvaihtokone TK1 ja rakennuksen huippuimuri ovat käyttöikänsä loppupuolella
- TK2 ilmanvaihtokonetta ei ole liitetty rakennusautomaatioon

13.5 Biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden tutkimukset

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti osa-alueessa arvioidaan seuraavia tekijöitä:

Taulukko 11. Esimerkkejä tutkimusalueelta olosuhdearviointia varten tarvittaessa selvitettävistä tekijäistä (Lähde: Isokääntä & Rautiala, 2023, taulukko 4).

Olosuhdearviointia varten tarvittaessa selvitettäviä tekijöitä	
biologiset tekijät	mikrobit (bakteerit ja sienet)
fysikaaliset tekijät	ilman virtausnopeus (veto), pintalämpötila, sisäilman lämpötila, sisäilman suhteellinen kosteus, ääniolosuhteet (melu), radon, ulkoilmavirta
kemialliset tekijät	ammoniakki, asbesti, formaldehydi, hiilidioksidi, hiilimonoksidi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), hiukkaset, polysykliset aromaattiset yhdisteet (PAH), teolliset mineraalikuidut

Työterveyslaitoksen kriteeristön mukaisesti kohteessa ” **Biologisia, fysikaalisia ja/tai kemiallisia tekijöitä on vähän. 1 piste.** Arvio koskee tutkittuja tiloja.

Perustelut:

- Yksittäiset mittaus- ja/tai analyysitulokset eivät täytyä vaadittua tai suositeltua ohjearvoa, raja-arvoa, viitearvoa tai toimenpiderajaa suhteessa tutkimusalueen kokoon.

Biologiset tekijät:

- Huonetiloihin virtaa ilmaa rakennuksen alla olevasta perusmaasta, jossa havaitaan aina mikrobikasvua.
- Ulkoverhouksen alaosissa havaittiin näkyvää mikrobikasvua. Vaurioiden sijainnin takia niiden merkitys sisäilmanlaatuun on vähäinen.

Fysikaaliset tekijät:

- Tiloihin kulkeutuu ilmaa mineraalivillalla eristetyistä rakenneosista, jolloin mineraalikulitujen kulkeutuminen tiloihin on mahdollista.

Kemialliset tekijät:

- Terveydenhoitajan työtiloissa oleva muovimatto sisältää 2-etyyli-1-heksanolia.

13.6 Olosuhdearvioinnin tulos

Olosuhdearvion tulos on kohteeseen tehtyjen tutkimusten perusteella **C**: "Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella".

Tulos muodostuu neljän osa-alueen perusteella, jotka pisteytetään seuraavasti:

Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma	2 p
Rakennusosien riskitekijät	2 p
Ilmastointijärjestelmä	1 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	1 p

Yhteensä

6 p

14 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

Tässä luvussa on esitetty yhteenveto suositelluista toimenpiteistä. Tarkemmat suositukset löytyvät edellä kunkin luvun lopusta. Esitetyt korjaustoimenpidesuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma.

Alla on esitetty tärkeimmät toimenpide-ehdotukset kiireellisyysjärjestyksessä.

14.1 Huolto- ja kunnostustyöt ennen peruskorjausta:

- Piha-alue (kohta 4)
 - Salaojajärjestelmässä havaitun puutteen korjaus
- Välipohjat (kohta 7)
 - lattialle vuotavan vesisäiliön ja sen viemäröinnissä havaittujen puutteiden korjaus ilmanvaihtokonehuoneessa
- Vesikatto ja yläpohja (kohta 10)
 - aluskatteen auenneiden alueiden korjaus
- Ilmanvaihto (kohta 11)
 - Ilmanvaihtokoneen TK01 palvelualueen pesu- ja pukuhuonetilojen poistoilmavirtausten tarkastusmittaus ja tarpeenmukainen säätö.
 - Ilmanvaihtokoneen TK02 säädettyjen käyntinopeuksien tarkastus ja tarpeenmukainen säätö (tilakohtaiset ilmavirtausten täytyminen huomioiden)
 - Ilmanvaihtokanaviston puhdistustarpeen arviointi viiden vuoden välein ja tarpeen mukainen puhdistus tarkasteluiden perusteella.

14.2 Rakennuksen peruskorjauksessa huomioitavia asioita:

- Piha-alue (kohta 4)
 - vierusmaan uusiminen karkearakeiseen soraan ja pinnanmuotojen muokaus rakennuksen länsipäädyssä
- Alapohja, ulkoseinät ja väliseinät (kohdat 5, 6 ja 9)
 - lattiapäällysteen uusiminen terveydenhoitajan työskentelytiloissa
 - korjauksissa on varmistettava alustan kemiallinen puhtaus
 - alapohjan, ulkoseinän ja lattiatason alapuolelta alkavien tiiliväliseinien rakenneliittymien ja aukkokohtien tiivistäminen
 - Lautaverhotun julkisivun uusiminen alaosaan tippanokalliseksi koko rakennuksesta ulkoverhouksen toimiva tuuletus huomioiden
- Ikkunat- ja ulko-ovet (kohta 8)
 - huoltokorjaukset rakennuksen laajempien korjausten yhteydessä
- Vesikatto ja yläpohja (kohta 9)
 - vesikatteen huoltokorjaus, jos sitä ei päätetä uusida peruskorjauksessa
 - pukuhuone- ja pesutiloissa olevien mineraalivilla-alakattojen uusiminen
- Ilmanvaihto (kohta 10)
 - Ilmanvaihtokoneen TK01 puhaltimien uusiminen EC-puhaltimiksi.
 - Ilmanvaihtokoneen TK01 ulkoilmanoton varustaminen lumisuojoilla ja ulkoilman suodatinosan kosteusvaurioiden korjaus.
 - Ilmanvaihtokoneen TK02 uusiminen ja liittäminen rakennusautomaatiojärjestelmään

Turussa 15.1.2026

AFRY Finland Oy

Tarkastanut:



Mari Soininmäki, FT
rakennusterveysasiantuntija
C-21596-26-15



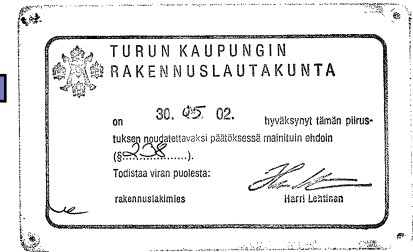
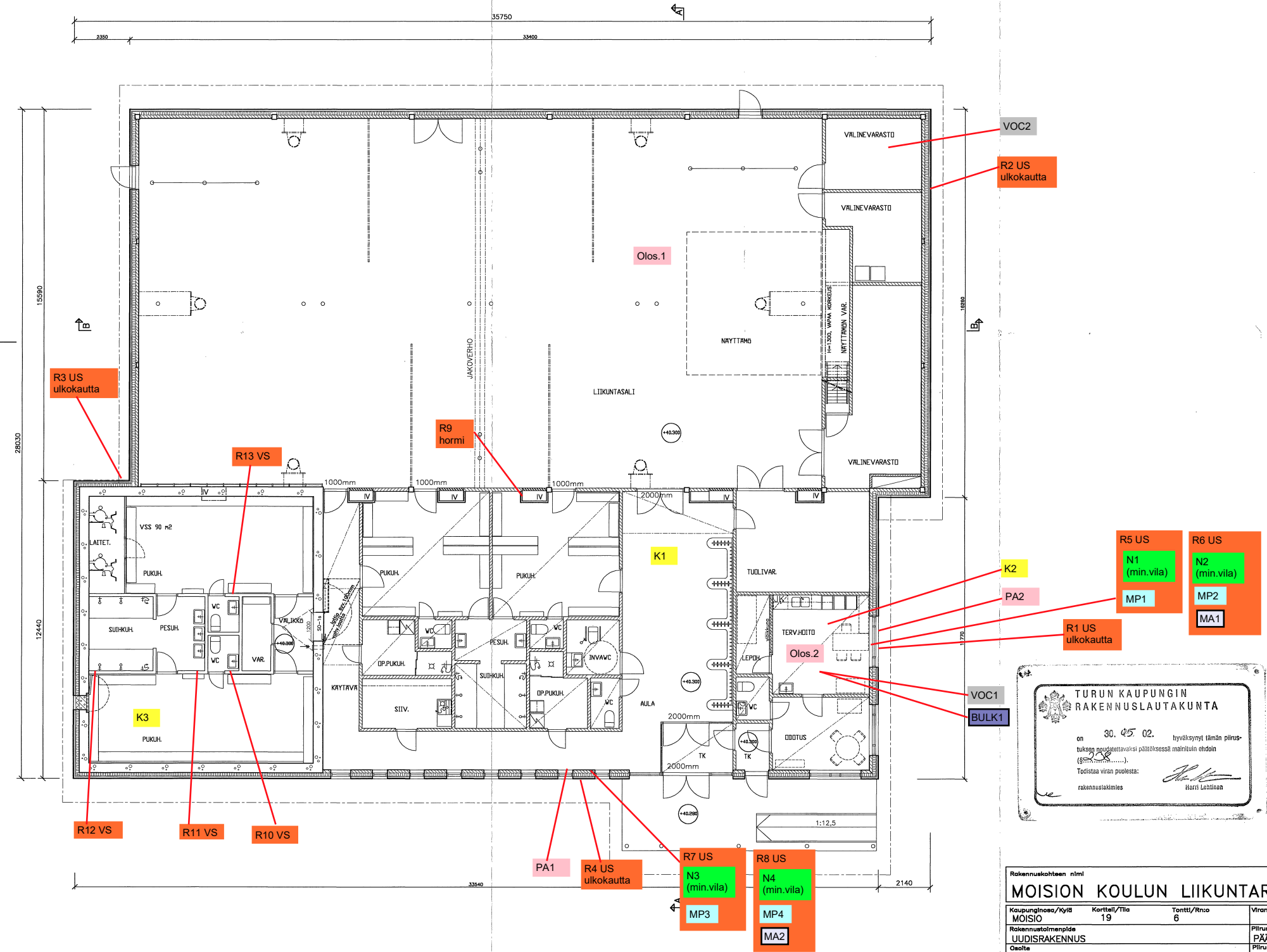
Mika Korpi, RI (YMK)
rakennusterveysasiantuntija
C-25420-26-20

Jakelu Johanna Kaipia
Kati Kuosmanen

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

- Rx Rakenneavaus
MPx Kosteusmittauspiste
MAx Merkkiainekoe
Nx Mikroinäyte
Olos.X Olosuhdeseurantamittaus
PAx Paine-eromittaus
Kuitunäyte tasopinnalta
VOCx VOC-näyte sisäilmasta
BULKx VOC-näyte materiaalista

Lihavoitu näytetunnus ja musta yhtenäinen kehä selittävät ympärillä tarkoittaa poikkeavaa tulosta, esim. mikrobikasvustoa, kosteutta tai ilmavuotoa.
Katkoviivalla toteutettu kehys tarkoittaa mahdollisesti poikkeavaa



Rakennuskohteen nimi						
MOISION KOULUN LIIKUNTARAKENNUS						
Kaupunginosa/Kylä	Korttel/Tila	Tontti/Rnro	Viranomaisen arki-sterimerkintä varten			
MOISIO	19	6				
Rakennuskohteen nimi			Piirustusta	Julkaisun		
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS	2 (18)		
Osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaava		
MOISION KOULUTIE 2, 20400 TURKU			POHJA	1:100		
Pääsuunnitelma			1.KERROS			
0000743						
	TURUN KAUPUNKI TÄTÖTOIMI LINNAKATU 39 20100 TURKU (02) 2624111	Piiritt.	Tiedosto	Suunnitelma	Piiritt.	Muutos
		PS	A_F2001.DWG			
		Suunnittelija	Xref	ARK 002		
		P.Suominen-rak.ins				
		Tarkentaja	Ohjelma/versio	Pvm.	Työnro	
		T.Gerke ark.SAFA	Acad14+Pom14	20.3.2002	01004	

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausselosteen tunniste: MoisionKoulutie2_VALMAT_AFRY_14151025.xlsb

TESTAUSSELOSTE: materiaalinäyte, suoraviljely (Valvira, 2016)

Selosteen sisältö rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely (Valvira) 4 kpl

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaja: AFRY Finland Oy / Mari Soininmäki
Veistämönaukio 1-3, 20100 Turku
Laskutus: verkkolasku, viite: 3031-tre/Sari, 101032494-001
Toimitusosoite: mari.soininmaki@afry.com

Tiedot näytteenotosta:

Näytteenottopvm: 14.-15.10.2025

Kohde: Moision liikuntahalli, Moision koulutie 2 Tku
Näytteenottaja: E. Mattila, M. Soininmäki

Näytteet: Kuvaus (materiaali)Laboratorion
antama tunniste

N1.	Tila 132 US eriste (mineraalivilla)	CA164
N2.	Tila 132 US eriste (mineraalivilla)	CA165
N3.	Tila 103 US eriste (mineraalivilla)	CA166
N4.	Tila 103 US eriste (mineraalivilla)	CA167

Analyysi: Menetelmä: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määrittäminen ja mikrosienilajiston tunnistus.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016

Pessi ja Jalkanen, 2018, Laboratorio-opas. Rakennusmateriaalinäytteen suoraviljely

Analyysi sisältää viljelyyn perustuvan suku/lajitason tunnistuksen ja semikvantitatiivisen määräärvion. Viljely tehdään suoraan maljoille ilman laimennusta. Mikrobit viljelyyn perustuvana menetelmä selvittää vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit. Kosteusvaurioindikoivat ryhmät on merkitty *.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei anneta laskennallista mittausepävarmuusarviota. Pesäkelaskennan epävarmuus vaihtelee kasvualustoittain, 5 – 13.5 %. Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Menetelmä on akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä. Tarkempi kuvaus on liitteessä.

Näytteet: Saapuneet 15.10.2025; viljely: 15.10.2025 / Raisa Ilmanen
Analyysi: Raisa Ilmanen, Marika Viljanen

Huomioit: Laboratorion huomioita, lisäanalyysit: Näytteistä, joiden kasvua ei voitu varmasti selvittää viljelymenetelmällä, tehdään suoramikroskopiointi vain mikäli se on näytemateriaalin / näytemäärän puolesta mielekäästä.

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoitun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratorion kautta. Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Menetelmätiedot ja tulosten tulkintaperiaatteet ovat liitteessä.

Testausselosteen osittainen kopioiminen tai kopioiminen ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.



CA164

Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat:**N1. Tila 132 US eriste (mineraalivilla)**

CA164

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	—	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		Yht. —
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		Yht. —
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		Yht. —

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseloste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
MoisionKoulutie2_VALMAT_AFRY_14151025.xlsb

CA165

N2. Tila 132 US eriste (mineraalivilla)

CA165

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	—	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		Yht. —
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		Yht. —
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		Yht. —

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseloste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
MoisionKoulutie2_VALMAT_AFRY_14151025.xlsb

CA166

N3. Tila 103 US eriste (mineraalivilla)

CA166

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	—	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		Yht. —
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		Yht. —
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		Yht. —

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseloste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
MoisionKoulutie2_VALMAT_AFRY_14151025.xlsb

CA167

N4. Tila 103 US eriste (mineraalivilla)

CA167

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *		+	1 kpl
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset (M2-alusta)		Yht. +	
Homesienet	<i>Alternaria</i>	+	
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset (Hagem)		Yht. +	
Homesienet	<i>Alternaria</i>	+	
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Geotrichum</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, kserofiiliset (DG-18)		Yht. ++	
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

* Kosteusvauriota indikoiva ryhmä

Näytekohtaiset huomiot

Näytemateriaali oli lievästi tummentunutta.

Näytekohtainen tulkinta viljelystä

Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Lausunto

Yhteenveto tuloksista

Näyte /Lab.tunniste	Mikrobikasvun esiintyminen näytteittäin
N1. /CA164	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N2. /CA165	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N3. /CA166	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.
N4. /CA167	Käytetyllä viljelymenetelmällä ei havaittu mikrobikasvustoa.

Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään analyysillä varmistettua mikrobikasvua tai korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota rakennuksen sisäpinnalla tai sisäpuolisessa rakenteessa. Toimenpideraja ylittyy myös mikäli sisätiloissa oleva voi altistua muussa rakenteessa tai tilassa olevalle mikrobikasvulle. Terveyshaitan arvioinnissa tilaa on arvioitava kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttää altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski. (STM:n asetus 545/2015)

Tulosten arviointi

Näytekokonaisuudessa ei ole näytteitä, joiden perusteella tulisi harkita toimenpiderajan ylitystä.

Rajaus:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valviran ohje 8/2016) kuvatus toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen ja rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua. Näitä muita tiloja ja rakenteita ovat esimerkiksi kellarit, rakennusten alapohjat ja yläpohjat. Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. Ilmayhteyden osoittamisessa voidaan käyttää esimerkiksi merkkiaineita tai -savuja.

Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöin ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä (Valviran ohje 8/2016).

Testausselosteeseen liittyvät laboratorion kirjaamat poikkeamat tai huomiot on esitetty etusivulla. Mahdolliset näytekohtaiset huomiot tai poikkeamat on esitetty näytekohtaisten tulosten yhteydessä.

Huomioitavaa

Epäilyistä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava arvioitaessa altistumisen todennäköisyyttä.

Menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.

Selosteen vahvistavat:

Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 28.10.2025

Marika Viljanen
FM, tutkimusteknikko

Satu Saaranen
FL, laboratoriopäällikkö

RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEEN SUORAVILJELY, Valvira 2016: ANALYYSIMENETELMÄ JA TULKINTAPERIAATTEET

Käyttötarkoitus ja merkitys terveyshaitan selvittämisessä

Asumisterveysasetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Toimenpideraja on terveydensuojeluvalvonnan kynnyсарво sille, milloin on ryhdyttävä toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Terveyshaittaa arvioitaessa ja siihen liittyvää toimenpiderajaa sovellettaessa on huomioitava altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttyä altistumiselta sekä muut vastaavat tekijät.

Näytteenotto ja analyysi:

Näytteenotto: Ks. Pessi ja Jalkanen, 2018

Viljely: Osanäyte rakennusmateriaalista viljellään suoraan kullekin kasvualustatyypille. Viljely tehdään 5 vrk sisällä näytteenotosta. Kasvatusajat: pesäkelaskenta 7±1 vrk, sienimääritys 7–14 vrk, aktinomykeettilaskenta 14±1 vrk. Kasvatuslämpötila: 25±3 °C. Kasvualustat: Taulukko 1.

Taulukko 1. Analyysissä käytetyt kasvualustat

	Kasvualusta ja sillä kasvavat mikrobit
THG	Tryptoni-hiivauute-glukoosialusta; aktinomykeetit ja muut bakteerit
M2	2 % mallasuutealusta; mesofiiliset sienet
Hagem	Hagem-alusta; mesofiiliset sienet
DG18	Dikloraani-glyseroli-18-alusta; kserofiiliset, muita sieniä kuivemmassa kasvavat sienet; vesiaktiivisuusvaatimus $a_w = 60 - 80$)

Analysointi: Materiaalin mikrobimäärä määritetään kasvattamalla mikrobit, jolloin vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat, elinkykyiset mikrobit ovat laskettavissa. Menetelmä on semikvantitatiivinen eli tulos ilmoitetaan runsaussuhdeasteikolla (ks. Taulukko 2.). Sienilajisto tunnistetaan viljelmästä mikroskoipoimalla. Bakteereista tyypitetään ryhmänä aktinomykeetit. Jos näyte on tulkittavissa vaurioituneeksi ennen määrääaikaa, voidaan näyte tarvittaessa raportoida alustavasti.

Akkreditoitu menetelmä: Asumisterveys, mikrobiologia. Rakenteen mikrobikasvua selvittävä menetelmä

Testattava materiaali: Rakennusmateriaali

Testityyppi, mittausalue: Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinomykeetit), semikvantitatiivinen määrittäminen ja mikrosienilajiston tunnistus.

Testausmenetelmä: Suoraviljely.

- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016, päivitys 2020.

- Pessi ja Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas, Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät.

Analysointi ja tulosten tulkinta perustuvat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016) ja sitä tukevaan Laboratorio-opaaseen (Pessi ja Jalkanen, 2018). Menetelmä on laboratorion akkreditoidussa pätevyysalueessa (www.finas.fi).

Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksyttyjen menetelmien rekisterissä.

Tulosten esittäminen: Tulokset ilmoitetaan suhteellisella asteikolla (Taulukko 2.). Kosteusvauriota indikoivat mikrobit (Taulukko 3.) on merkitty *. Mikäli sienien tai aktinomykeettien määrät ylittävät runsaan rajan (<50 pesäkettä / malja), raportoidaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärät. Muiden bakteerien kuin aktinomykeettien määriä ei käytetä tulkinnassa, mutta niiden pesäkemäärät ilmoitetaan vastaavalla asteikolla.

Epävarmuutta lisäävät seikat ilmoitetaan näytekohtaisessa tulkinnassa. Ylikasvutilanteessa jonkun mikrobin kasvunopeus käytetyllä kasvualustalla on muita huomattavasti nopeampi, jolloin kyseinen mikrobi voi peittää alleen muita pesäkkeitä. Ylikasvu heikentää pesäkemääräarvion tarkkuutta. Ylikasvu ei tarkoita ko. mikrobin vallitsevuutta.

Taulukko 2. Pesäkemäärä/malja (tulkinta)

-	0 kpl (ei mikrobeja)
+	1–19 kpl (niukasti mikrobeja)
++	20–49 kpl (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	50–199 kpl (runsasti mikrobeja)
++++	≥ 200 kpl (erittäin runsasti mikrobeja)

AEROBIOLOGIA

TURKU

 Testausseloste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
 MoisionKoulutie2_VALMAT_AFRY_14151025.xlsb

Suoramikroskopointi lisäanalyysinä:

Viljelymenetelmällä mikrobikasvustoa osoittamaton rakennusmateriaalinäyte voi olla vaurioitumaton, mutta kasvusto voi olla myös kuivunut tai ko. sieni ei kasva käytetyillä alustoilla. Tällainen kasvusto voidaan mahdollisesti havaita suoramikroskopioimalla. Laboratorio tekee analyysin erillisestä tilauksesta (tutkimuspyyntö).

Suoramikroskopointi onnistuu luotettavasti vain kovilta materiaaleilta, kuten puu. Materiaalin mahdolliselta värimuutosalueelta tai satunnaisesti valituista kohdista tehdyiltä valomikroskooppipreparaateilta havainnoidaan sienirihmasto ja -itiöt. Kattava tai laikuittainen rihmasto näytepinnassa osoittaa sienikasvustoa. Mikroskooppilla varmennettu sienirihmasto useassa kohden näytettä viittaa sienikasvustoon näytteessä. Menetelmällä ei havaita aktinomykeettikasvustoja.

Tulkinnan perusteet

Toimenpiderajan katsotaan ylittyvän ja rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa, kun sienien tai aktinomykeettien pesäkemäärät ovat runsaat (+++ / ++++). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, kun sieniä tai aktinomykeettejä on kohtalaisesti tai niukasti (++/+), mutta lajistossa on useita kosteusvaurioindikaattoreita (muuten kuin yksittäisinä pesäkkeinä).

Toimenpiderajan ylittymistä on tällöin harkittava suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylitä, jos on epäiltävissä, että niukat tai kohtalaiset mikrobimäärät selittyvät muutoin. Suoramikroskopoinnilla voidaan vahvistaa tulkintaa.

Usean indikaattorin esiintyminen pieninä määrinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

Semikvantitatiiviselle tulokselle ei voida antaa laskennallista mittaasepävarmuusarviota. Epävarmuutta tulokseen laboratoriossa aiheuttavat näytteen käsittely ja osanäytteen viljely maljoille sekä pesäkelaskennan epävarmuus (pesäkelaskennan epävarmuus, n. 6–10 %). Näytekohtaisessa tulosten tulkinnassa otetaan huomioon tuloksen muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.

Kosteusvauriota indikoiva lajisto

Kosteusvaurioon viittaavina on esitetty Valviran soveltamisohjeen (2016) mukaisesti kosteusvauriolle tyypilliset mikrobiryhmät (Taulukko 3.). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Näytekohtaisessa tulkinnassa on voitu lisäksi mainita muu poikkeava lajisto. Ohjeen kosteusvauriota indikoivan lajiston taulukkoon tehtiin 19.2.2020 päivityksessä sieninimistön muutoksista johtuvia tarkennuksia. Nimistöselkiytyksellä on pyritty välttämään virhetulkintoja esimerkiksi verrattaessa DNA-pohjaisiin tai kemiallisiin tunnistusmenetelmiin.

Rajaukset

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (2016) mukaiset tulkintaohjeet soveltuvat asumis-, oleskelu- tai työpaikkakäytössä oleviin sisätiloihin, joissa ei ole sellaista tuotantoon tai toimintaan liittyvää mikrobilähdettä, jonka vaikutusta ei voida sulkea pois tulosten tulkinnasta.

Toimenpiderajoina esitettyjä pitoisuusrajoja ei voida suoraan soveltaa eristemateriaaleihin, jotka ovat kosketuksessa maaperän tai ulkoilman kanssa (alapohjarakenteet ja lämmöneristeet). Maaperän tai ulkoilman kanssa suorassa kosketuksessa oleviin lämmöneristeisiin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa lämmöneristeessä. Rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä havaittu mikrobikasvu liittyy kuitenkin usein todellisiin, rakennusteknisesti havaittuihin kosteusvaurioihin. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään asetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaisena toimenpiderajan ylityksenä vain silloin, kun rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin. Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöinkään ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä. (Valvira, 2016)

Mikrobikasvun merkitys rakennuksessa

Yllä kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen tai rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua (Valvira, osa IV, 2016). Toimenpiderajat eivät ole terveysperusteisia, vaan niiden avulla osoitetaan olosuhde, eli mikrobikasvu materiaalissa. Toimenpiderajan ylittyminen vaatii nimensä mukaisesti toimenpiteitä siltä, jonka vastuulla haitta on. Toimenpiteitä voivat olla haitan selvittäminen ja tarvittaessa poistaminen tai rajoittaminen. (Valvira, osa I, 2016). Terveyshaitan arvioinnissa huomioidaan mikrobikasvun laajuus, sijainti, ilmayhteys sisäilmaan ja painesuhteet, jotka kaikki vaikuttavat altistumisen todennäköisyyteen ja määrään.

Viitteet

Pessi, A-M ja Jalkanen, K, 2018. Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto- ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan kustannus Oy, Pori. 2018. 76 ss.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015 ([finlex.fi](https://www.finlex.fi))

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

AEROBIOLOGIA

TURKU

Testausseloste, materialinäytteen suoraviljely, Valvira 8/2016
MoisionKoulutie2_VALMAT_AFRY_14151025.xlsb

Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa I,
Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 (päivitetty
25.4.2016) www.valvira.fi

Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa IV,
Valvira Ohje 8/2016 Dnro 2731/06.10.01/2016 (päivitetty
19.2.2020) www.valvira.fi

Taulukko 3. Testausselosteen tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreina käytetyt mikrobiryhmät

(Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016; päivitetty 19.2.2020). Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä *-merkillä. Suku- / lajiryhmätarkkuus noudattelee mikroskooppisesti toteutettavissa olevaa tunnistustarkkuutta viljellyistä pesäkkeistä. Taulukossa on esitetty myös aiemmin käytetty nimitys kosteusvaurioindikoiviksi todetuista suvuista sekä esimerkkejä ryhmiin sisällytetyistä lajeista tai suvuista. Lyhenteet: sr. = sukuryhmä, lr. = lajiryhmä.

Selosteessa käytetty nimitys	Aiemmin käytetty nimitys; ryhmään kuuluvia sukuja tai lajeja
aktinomykeetit	aktinomykeetit; mm. suvut <i>Streptomyces</i> , <i>Nocardia</i> , <i>Pseudonocardia</i> , <i>Nocardiopsis</i>
<i>Acremonium</i> s.r.	<i>Acremonium</i> ; mm. <i>Sarocladium</i> , <i>Gliocladium</i> , <i>Acremonium</i> ; aiemmat <i>Acremonium</i> -lajit
<i>Alternaria</i> , <i>Ulocladium</i> l.r..	<i>Ulocladium</i> ; <i>Alternaria</i> sektiot <i>Ulocladioides</i> , <i>Ulocladium</i> , <i>Pseudoulocladium</i> = aiempi <i>Ulocladium</i> -suku
<i>Aspergillus fumigatus</i> l.r.	<i>Aspergillus fumigatus</i> ; <i>A. fumigatus</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus ochraceus</i> l.r..	<i>Aspergillus ochraceus</i> ; mm. <i>A. ochraceus</i> , <i>A. westerdijkiae</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus restricti</i> l.r..	<i>Aspergillus penicillioides</i> / <i>Aspergillus restrictus</i> ; <i>Aspergillus</i> sektio <i>restricti</i> mm. <i>A. penicillioides</i> , <i>A. restrictus</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus versicolores</i> l.r.	<i>Aspergillus sydowii</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> ; mm. <i>A. jensenii</i> , <i>A. puulaauensis</i> , <i>A. sydowii</i> , <i>A. versicolor</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus terreus</i> l.r..	<i>Aspergillus terreus</i> ; <i>A. terreus</i> ja lähilajit
<i>Aspergillus usti</i> l.r..	<i>Aspergillus ustus</i> ; <i>A. sektio usti</i> mm. lajit <i>A. ustus</i> , <i>A. puniceus</i>
<i>Aspergillus</i> , <i>Eurotium</i> l.r.	<i>Eurotium</i> ; <i>Aspergillus</i> sektio <i>Aspergillus</i> , aiempi <i>Eurotium</i> -suku
<i>Engyodontium</i> s.r.	<i>Engyodontium</i> ; suvut <i>Engyodontium</i> ja <i>Parengyodontium</i>
<i>Chaetomium</i> s.r.	<i>Chaetomium</i> ; <i>Chaetomium</i> -tyyppiset homeet; suvut <i>Chaetomiaceae</i> ; mm. <i>Chaetomium</i> , <i>Botryotrichum</i> , <i>Humicola</i>
<i>Exophiala</i> s.r.	<i>Exophiala</i> ; <i>Exophiala</i> -tyyppiset homeet; mm. suvut <i>Exophiala</i> , <i>Phaeococcomyces</i> , <i>Rhinocladiella</i> , <i>Ramichloridium</i>
<i>Fusarium</i> s.r.	<i>Fusarium</i> ; <i>Fusarium</i> ja <i>Neocosmospora</i> –suvut
<i>Geomyces</i> s.r.	<i>Geomyces</i> ; <i>Pseudogymnoascus</i> -suku, ja suvuton muoto <i>Geomyces</i>
<i>Oidiodendron</i>	<i>Oidiodendron</i> –suku
<i>Paecilomyces</i>	<i>Paecilomyces</i> ; <i>Paecilomyces</i> -suku ja suvusta erotettu <i>Purpureocillium</i> –suku
<i>Purpureocillium</i>	
<i>Phialophora</i> s.r.	<i>Phialophora sensu lato</i> ; mm. suvut <i>Phialophora</i> , <i>Cadophora</i> , <i>Coniochaeta</i>
<i>Scopulariopsis</i> s.r.	<i>Scopulariopsis</i> ; suvut <i>Scopulariopsis</i> , <i>Microascus</i>
<i>Sporobolomyces</i>	<i>Sporobolomyces</i> -suku
<i>Coelomycetes</i> s.r.	<i>Sphaeropsidales</i> ; mm. <i>Didymella</i> , <i>Phoma</i>
<i>Stachybotrys</i> , <i>Memnoniella</i>	<i>Stachybotrys</i> -suku; nyt <i>Stachybotrys</i> ja <i>Memnoniella</i> -suvut
<i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i> –suku
<i>Tritirachium</i> .	<i>Tritirachium</i> –suku
<i>Wallemia</i>	<i>Wallemia</i> –suku

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Saaja:

AFRY Finland Oy

Turku

Mari Soininmäki

Veistämönaukio 1-3

20100 TURKU



Analyysi: VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta
Näytteenottaja: Olli Väättäinen
Viite: 101032495-001
Näytteenottopvm: 2.9.2025
Vastaanottopvm: 3.9.2025
Käsittelijä(t): Kuusisto Kim

Menetelmä(t):

KEMIA-TY-031*

VOC-määrittäminen ilmanäytteestä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

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(C₆) ja n-heksadekaanin(C₁₆) väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty. Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset (µg/m³) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämisraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 µg/m³ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksymä asumisterveys tutkimuksiin.

* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL25-03987-010 358614
Mittauskohde: Moision koulu, liikuntasali
Mittauspiste: 132 Terveystoiminta
Näytteenottoaika: 2.9.2025 8:49 - 9:34
Ilmamäärä: 9,08 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		30 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m ³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,7 µg/m ³
α-Pineeni	80-56-8	1 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	2 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	4 µg/m ³
Etanoli ²	64-17-5	5 µg/m ³
2-Metyyli-1-propanoli	78-83-1	0,5 µg/m ³
1-Pentanol	71-41-0	1 µg/m ³
Moniarvoiset alkoholit		
1,2-Propaanidoli eli propyleeniglykoli ¹	57-55-6	2 µg/m ³
Fenolit		
Fenoli	108-95-2	0,4 µg/m ³
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli ¹	112-34-5	0,6 µg/m ³
2-Butoksietanoli	111-76-2	0,4 µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli ¹	111-90-0	1 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	0,9 µg/m ³
Furfuraali	98-01-1	0,4 µg/m ³
Heksanaali ¹	66-25-4	1 µg/m ³
Heptanaali	111-71-7	0,5 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	1 µg/m ³
Oktanaali	124-13-0	0,6 µg/m ³
Pentanaali ¹	110-62-3	0,5 µg/m ³
Ketonit		

Altiste	CAS-numero	Tulos
3-Heptanoni	106-35-4	0,4 µg/m ³
Hapot		
Butaanihappo eli voi happo	107-92-6	0,6 µg/m ³
Etikkahappo ²	64-19-7	24 µg/m ³
Heksaanihappo eli kapronihappo	142-62-1	3 µg/m ³
Pentaanihappo eli valeriaanahappo	109-52-4	1 µg/m ³
Propaanihappo	79-09-4	1 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
Etyyliasetatti	141-78-6	0,4 µg/m ³
Typpiyhdisteet		
Kaprolaktaami	105-60-2	0,4 µg/m ³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	2 µg/m ³
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	0,8 µg/m ³

¹ Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

² TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

TTL25-03987-011 358609
Mittauskohde: Moision koulu, liikuntasali
Mittauspiste: 105 Varasto
Näytteenottoaika: 2.9.2025 8:51 - 9:36
Ilmamäärä: 8,95 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		20 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,4 µg/m ³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
3-Kareeni	13466-78-9	0,6 µg/m ³
α-Pineeni	80-56-8	1 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	1 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	1 µg/m ³
2-Metyyli-1-propanoli	78-83-1	0,4 µg/m ³
1-Pentanoli	71-41-0	2 µg/m ³
Moniarvoiset alkoholit		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli ¹	57-55-6	5 µg/m ³
Fenolit		
Fenoli	108-95-2	0,4 µg/m ³
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli ¹	112-34-5	0,4 µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli ¹	111-90-0	3 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	0,8 µg/m ³
Heksanaali ¹	66-25-4	0,8 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	1 µg/m ³
Oktanaali	124-13-0	0,6 µg/m ³
Hapot		
Butaanihappo eli voi happo	107-92-6	0,5 µg/m ³
Etikkahappo ^{2,3}	64-19-7	64 µg/m ³
Heksaanihappo eli kapronihappo	142-62-1	4 µg/m ³
Pentaanihappo eli valeriaanahappo	109-52-4	1 µg/m ³
Propaanihappo	79-09-4	1 µg/m ³

¹ Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

Altiste	CAS-numero	Tulos
---------	------------	-------

² TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

³ Tolueeniekvivalentina 7µg/m3

Tulosten tarkastelu:

Näyte on kerätty Tenax TA -adsorptioputkeen.

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

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

ISO 16000-6:2021 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalenteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalentina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalentina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Työterveyslaitoksen Laboratoriotoiminta on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristöpalvelut

17.9.2025



Hovi Hanna
erityisasiantuntija
Helsinki



Viitasaari Susanna
asiantuntija
Helsinki

Saaja:

AFRY Finland Oy

Turku

Mari Soininmäki

Veistämönaukio 1-3

20100 TURKU



Analyysi: VOC-emissiot materiaalista
Näytteenottaja: Olli Väättäinen
Viite: 101032494-001
Näytteenottopvm: 2.9.2025
Vastaanottopvm: 3.9.2025
Käsittelijä(t): Kuusisto Kim

Menetelmä(t):

KEMIA-TY-031*

VOC-analyysi kokonaisemissionäytteestä

Näytteen 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), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

Analyysimenetelmä kuuluu akkreditoinnin piiriin, emissionäytteenottoa ei ole akkreditoitu.

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 (C_6) ja n-heksadekaanin (C_{16}) väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty. Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset on ilmoitettu yksikössä mikrogrammaa kuutiometriä ja 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.

Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittysraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte.

* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL25-04116-002 BULK2
Mittauskohde: Moision koulu, liikuntasali
Mittauspiste: Terveystenhoitaja 132, muovimatto
Näytteenottoaika: 2.9.2025
Massa: 3,12 g
Keräin: 253559
Ilmamäärä: 2,52 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		110 µg/m ³ g
Alifaattiset hiilivedyt		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	13475-82-6	1 µg/m ³ g
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	4 µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli ¹	104-76-7	150 µg/m ³ g
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-Butoksietanoli	111-76-2	3 µg/m ³ g
Ketonit		
3-Heptanoni	106-35-4	10 µg/m ³ g

¹ Pitoisuus on kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

Tulosten tarkastelu:

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

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä.

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

ISO 16000-6:2021 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalenteina (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 (dietyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- C9-alkoholit 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

4) Linoleum

- TVOC 650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- Propaanihappo 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Työterveyslaitoksen Laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristöpalvelut

10.9.2025



Hovi Hanna
erityisasiantuntija
Helsinki



Kuusisto Kim
asiantuntija
Helsinki

AEROBIOLOGIA

TURKU

Tunniste: MoisionKoulu_KUITU_AFRY_160925.xlxb

TESTAUSSELOSTE: Teolliset mineraalikuidut, laskeumapöly 14 vrk

Selosteen sisältö: Laskeutuneen pölyn (14 vrk) geeliteippinäytteitä

9 kpl, c-k834 – c-k842

Asiakkaalta saadut tiedot:

Tilaaaja: AFRY Finland Oy
Veistämönaukio 1-3, 20100 Turku

Laskutus: verkkolasku, viite: 101032494-001/Salokangas, Soininmäki

Toimitusosoite: mari.soininmaki@afry.com

Tiedot näytteenotosta: Näytteenottoajanjakso: 2.9. - 16.9.2025

Kohde: Moision koulu, liikuntahalli

Näytteenottaja: Olli Väättäinen

Analyysi:**Menetelmä: Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä, 14 vrk laskeutunut pöly**

Sisäinen menetelmä, valomikroskopia

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Valvira Ohje 8/2016

Menetelmä on tarkoitettu mittaamaan pinnoille laskeutuneen pölyn kuitumäärää STM:n asetuksen 23.4.2015/545, 19 § ja asetusta soveltavan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira, 2016) mukaisen toimenpiderajan ylittymisen arvioimiseksi. Menetelmä on Finas -akkreditoinnin piirissä ja Ruokaviraston hyväksymä.

Geeliteipillä kerätystä laskeutuneesta pölystä lasketaan valomikroskoopin avulla teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Tulos ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Laskenta suoritetaan kahden viikon laskeutuneesta pölystä, jota varten näytteet on otettu 14 vrk aiemmin puhdistetulta tasopinnalta.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti tutkittavista tiloista on aina syytä ottaa useampia näytteitä; näytemäärä riippuu huonetilan pinta-alasta (ohjeena vähintään kolme 14 cm² näyteteippiä).

Tulosten tulkinta ja esitystapa:

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STM, asetus 23.4.2015/545, 19 § Hiukkasmaiset epäpuhtaudet). Toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus ylittyy mittausepävarmuus huomioiden (Valvira, 2016).

Tuloksina ilmoitetaan näytekohtaiset kuitupitoisuudet, joita verrataan toimenpiderajaan 0,2 kuitua/cm². Toimenpideraja ylittyy näytteen osalta, jos sen pitoisuus mittausepävarmuus huomioiden ylittää ko. pitoisuuden (Valvira, 2016). Laboratorion lukemaepätarkkuus kuitulaskennassa on 29,5 %. Lukemaepätarkkuutta käytetään analyysin mittausepävarmuutena huomioimatta jakaumaoletuksia.

Näytteet: Näytteet saapuneet laboratorioon: 16.9.2025
Analyysi: 18.9.2025 - 19.9.2025 / Satu Saaranen

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä www.finas.fi tai laboratoriosta. Lausunto kuuluu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.



Tulokset:

Näytteiden ottoon, sijoittumiseen sekä tiloihin liittyvät tiedot on saatu asiakkaalta

Näyte, lab.tunniste	Tila	Tulos		Huom.
		kuitua/näyte	kuitua/cm ²	
K1-1 (c-k834)	102 aula: naulakko	1	< 0,09	(1
K1-2 (c-k835)	102 aula: naulakko	1	< 0,09	(1
K1-3 (c-k836)	102 aula: naulakko	2	0,14	
K2-1 (c-k837)	123 pukuhuone: matala penkki	0	< 0,09	(1
K2-2 (c-k838)	123 pukuhuone: matala penkki	1	< 0,09	(1
K2-3 (c-k839)	123 pukuhuone: matala penkki	1	< 0,09	(1
K3-1 (c-k840)	132 terv. hoito: työpöytä	0	< 0,09	(1
K3-2 (c-k841)	132 terv. hoito: näyttötaso	0	< 0,09	(1
K3-3 (c-k842)	132 terv. hoito: ylähyllä	1	< 0,09	(1

Laboratorion huomioita:

⁽¹⁾ Kuitupitoisuus alittaa laskennallisen määrittäysrajan.

Tulosten tulkinta

Toimenpideraja alittui kaikissa näytteissä.

Rakennuksessa esiintyvien teollisten mineraalikuitujen merkitys

Tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016). Tulokinnassa ei ole huomioitu näytteenottoon liittyviä virhelähteitä.

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm². Teolliset mineraalikuidut ovat ensisijaisesti muiden oleskelutilojen kuin asuin ympäristöjen olosuhteita heikentävä tekijä. Kuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet akustiikkalevyt sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot. (Valvira, 2016).

Tulosten merkitystä pohdittaessa on tärkeää nähdä kokonaiskuva näytteenotto kohteesta ja harkita sen perusteella toimenpiteitä. Korjaavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- mineraalivillojen pinnoitus lasikuitukankaalla tai sideaineella
- ilmastointi- ja ilmanvaihtoputkien puhdistaminen
- mineraalivillojen poistaminen tai korvaaminen

Lopullinen analyysitulosten tulkinta, jossa on huomioitu siihen vaikuttavat tekijät (virhelähteet ja tilan erityispiirteet) sekä muuna ajankohtana tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset, on näytteenottosuunnitelman tekijän, näytteenottajan tai tutkimuksen teettäjän vastuulla.

Viitteet

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Asumisterveysasetuksen pykälä 19, Valvira 8/2016. Päivitys 3.5.2024. Saatavilla: <https://valvira.fi/terveydensuojelu/asumisterveys>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4.2015/545. Saatavilla: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545

Selosteen vahvistajat:

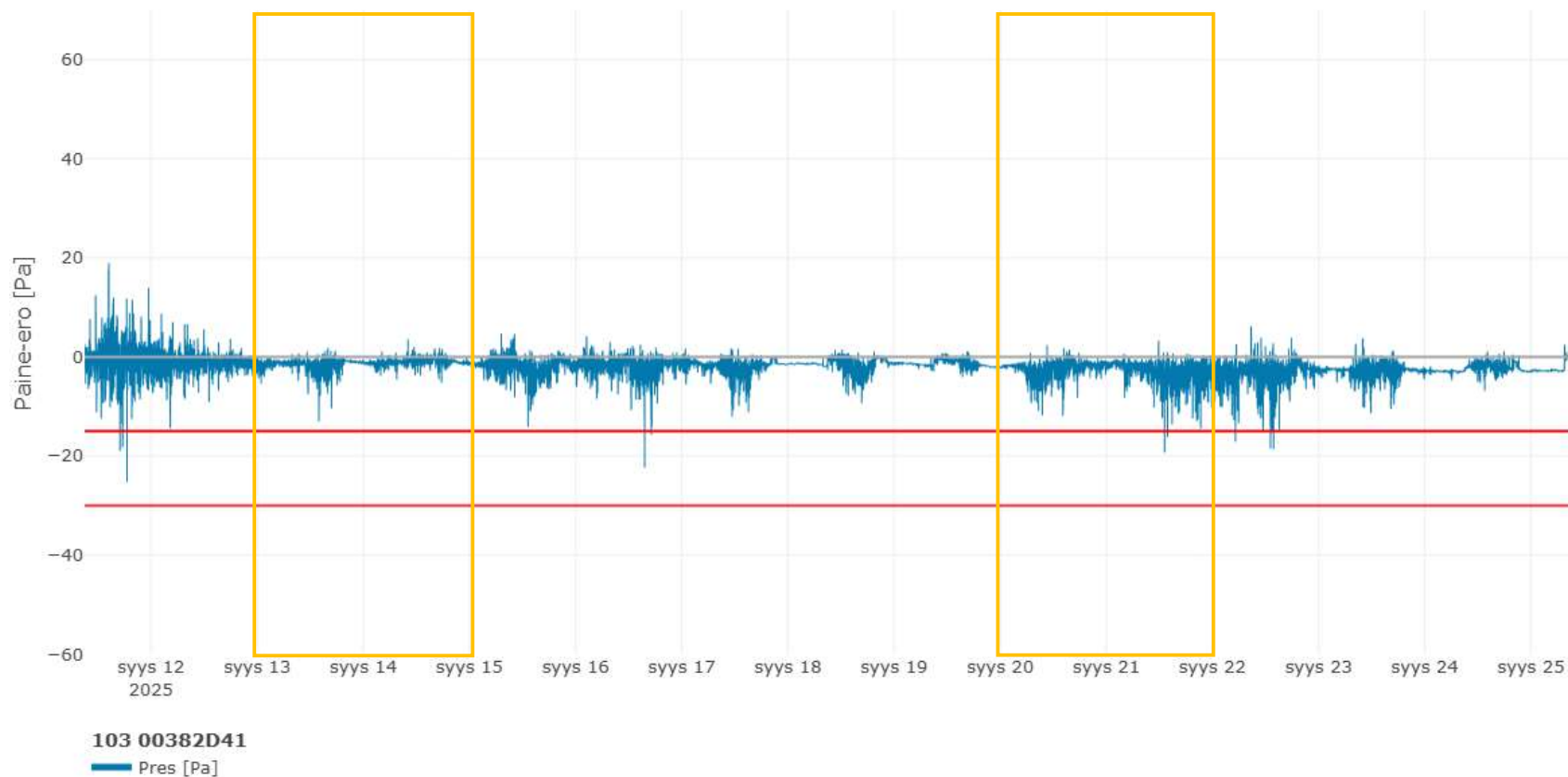
Turun yliopisto, Aerobiologian laboratorio 22.9.2025

Marika Viljanen
FM, tutkimusteknikko

Satu Saaranen
FL, laboratoriopäällikkö

PA1 / Paine-ero – Käytävä 103

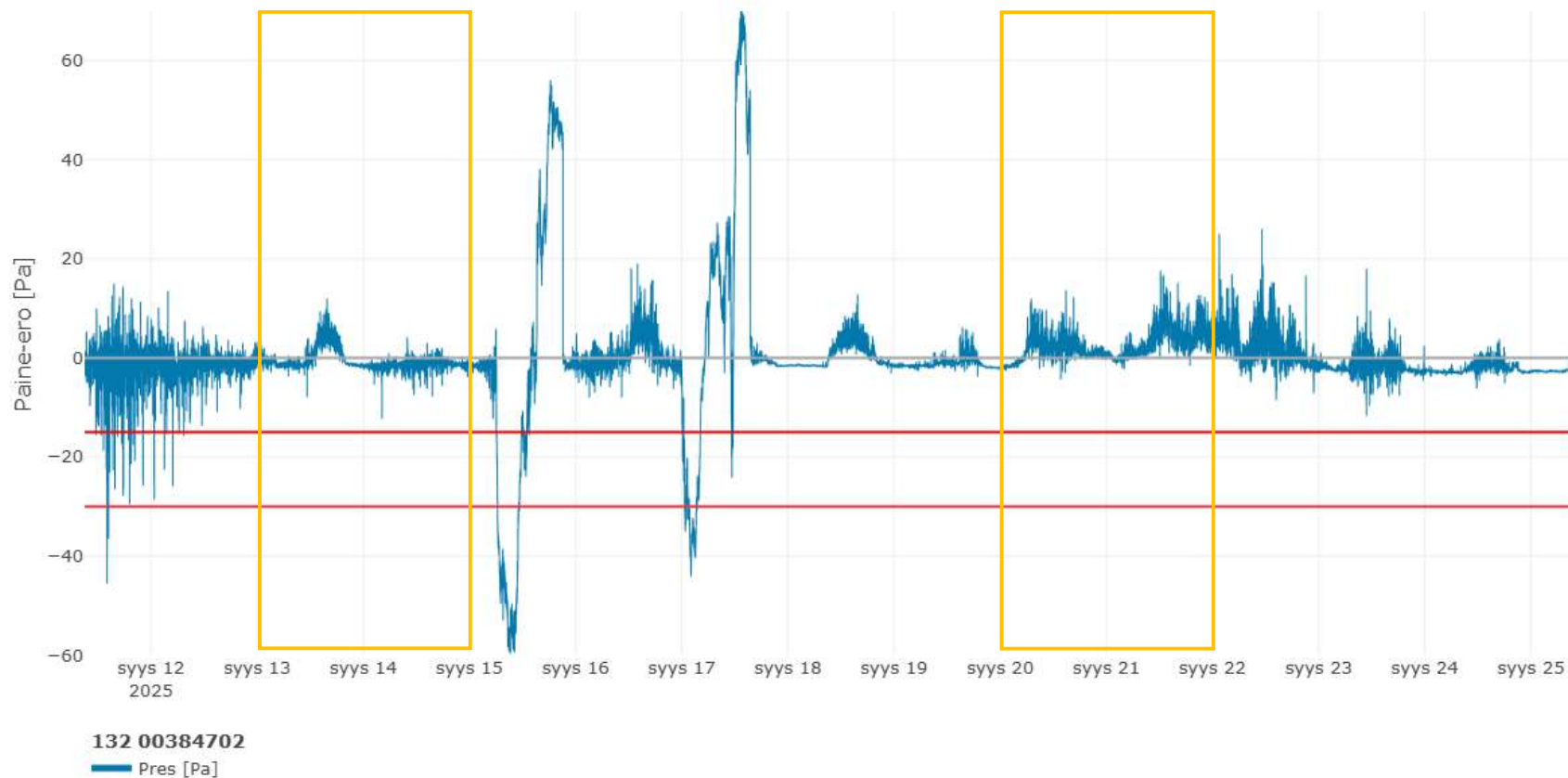
Moision koulu, liikuntahalli



Kuva 1. Käytävän 103 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Harmaalla viivalla on merkitty paine-eron 0-taso ja punaisella viivalla on merkitty Asumisterveysasetuksen toimenpideraja -15 Pa ja -30 Pa. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

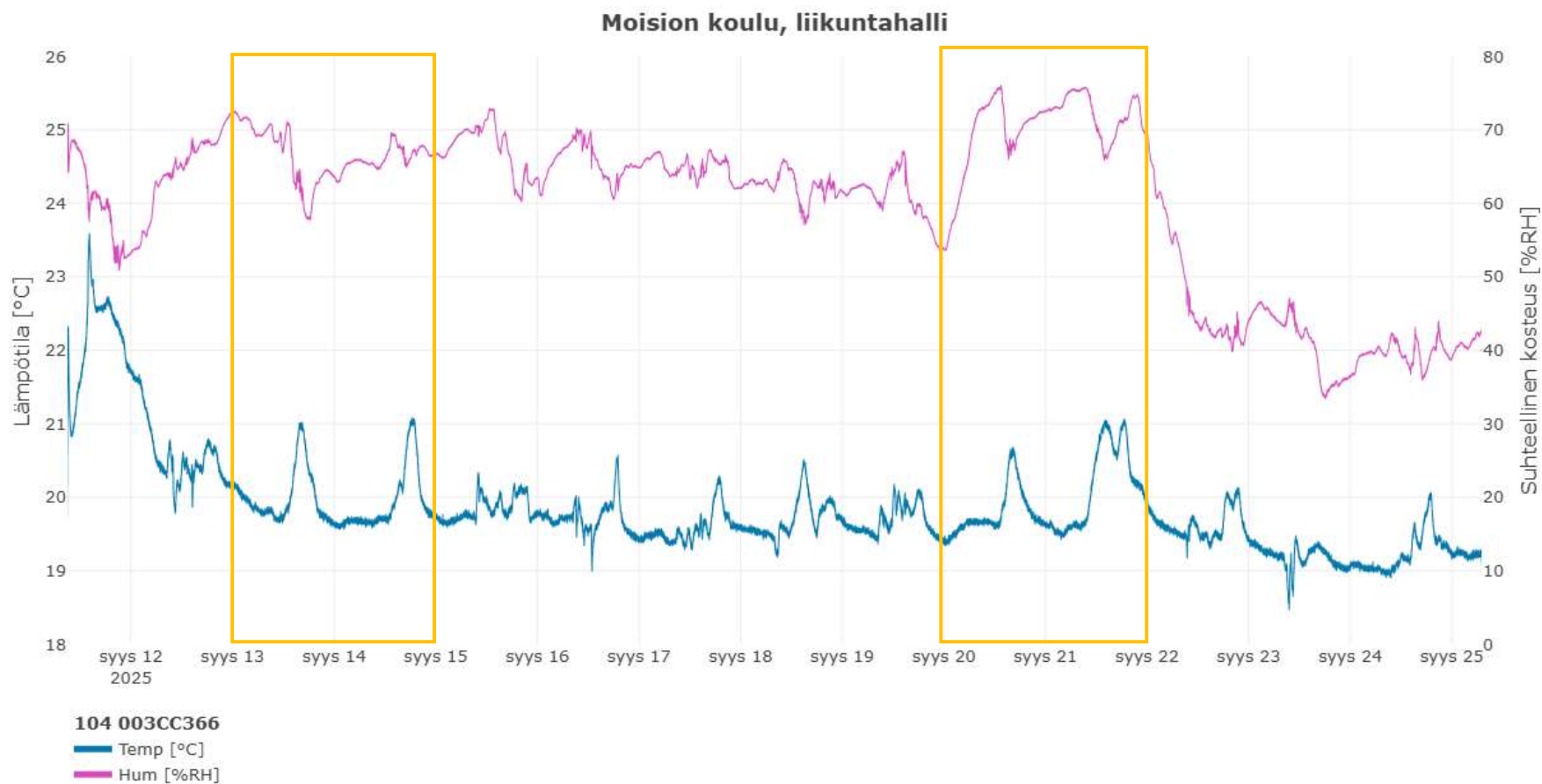
PA2 / Paine-ero – Terveystenhoitaja 132

Moision koulu, liikuntahalli



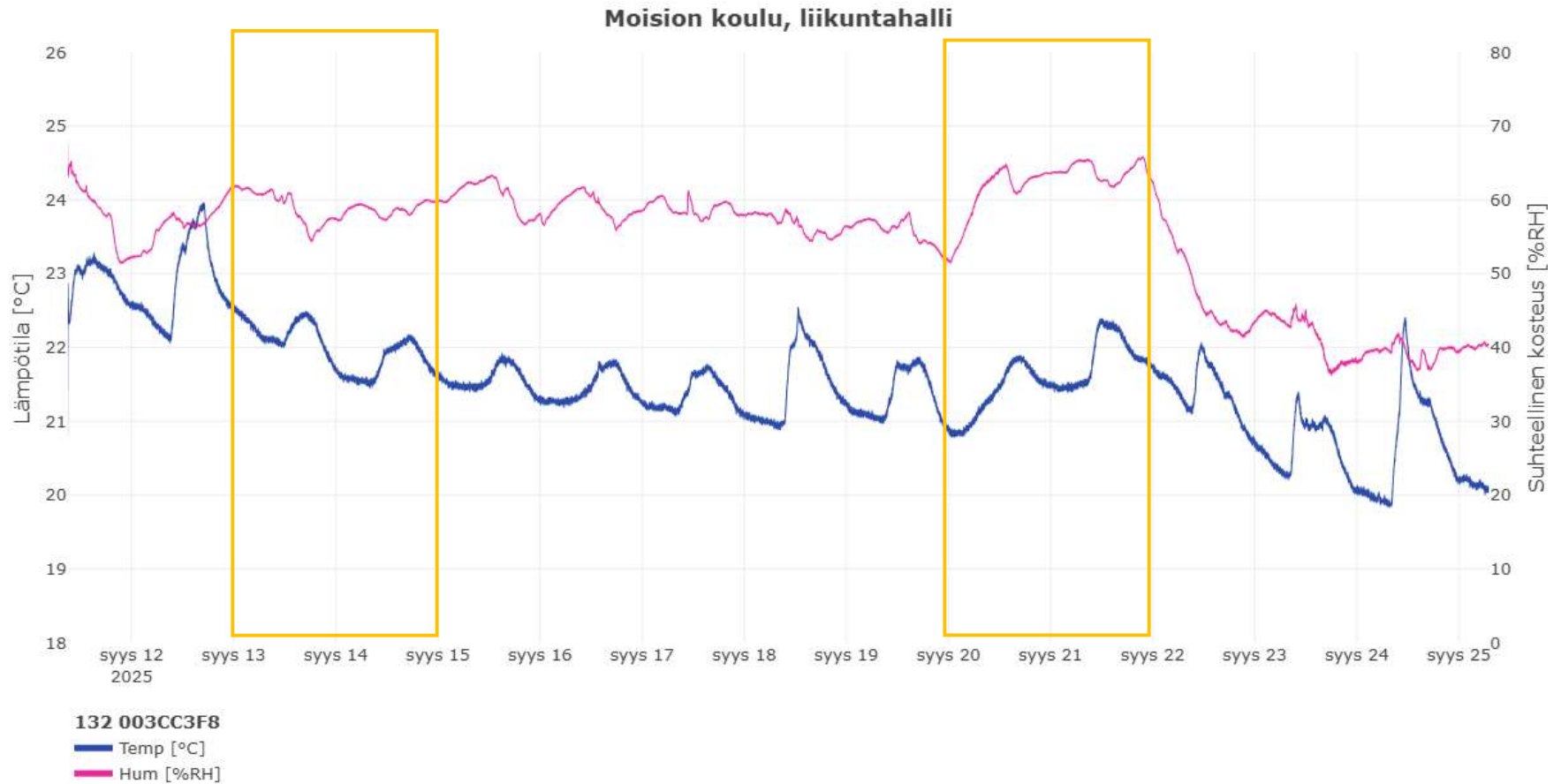
Kuva 2. Tilan 132 ja ulkoilman välinen paine-ero aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Harmaalla viivalla on merkitty paine-eron 0-taso ja punaisella viivalla on merkitty Asumisterveysasetuksen toimenpideraja -15 Pa ja -30 Pa. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

Olos.1 / Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Liikuntasali 104



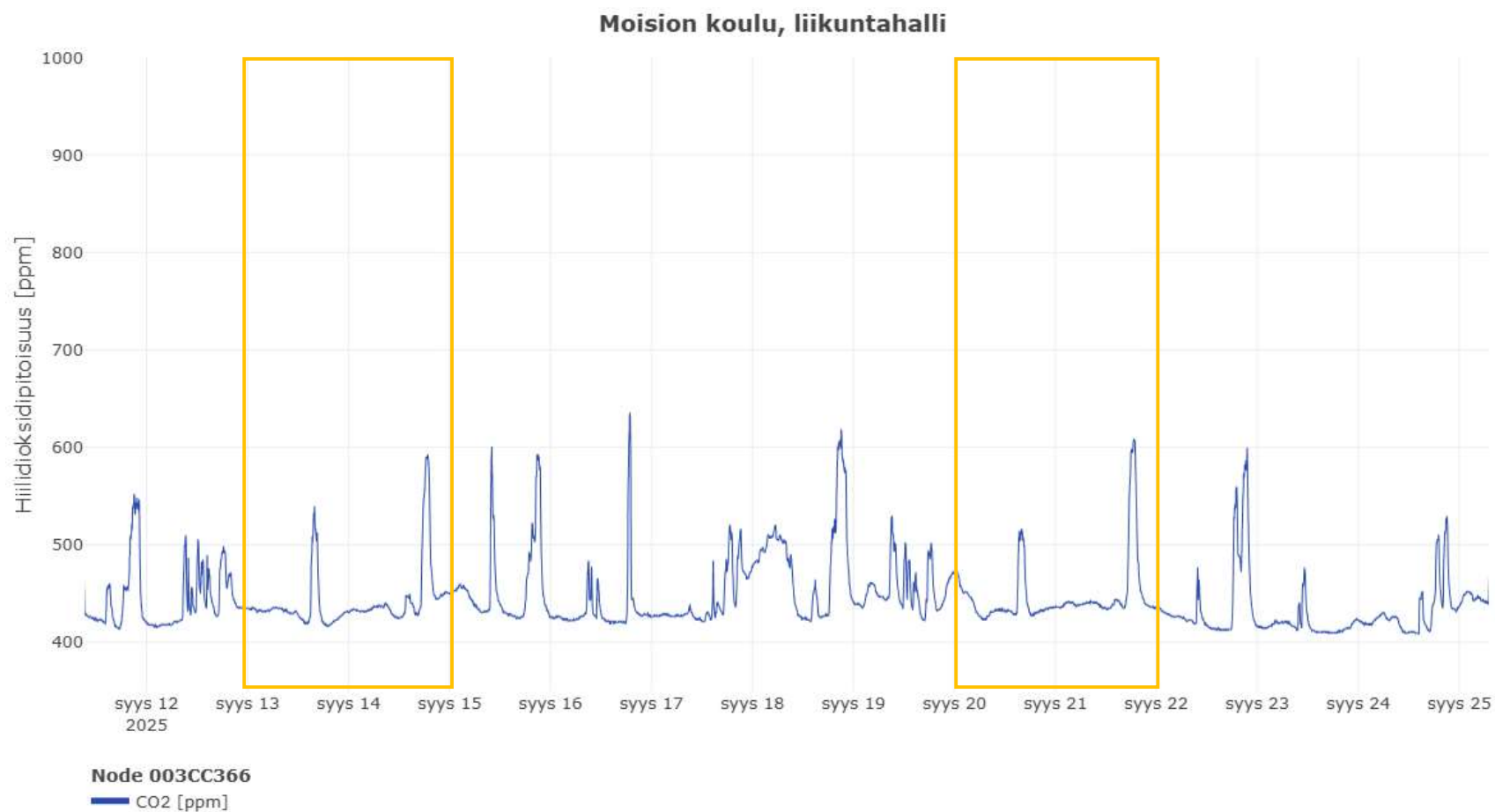
Kuva 3. Liikuntasalin 104 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

Olos. 2 / Suhteellinen kosteus ja lämpötila – Terveystenhoitaja 132



Kuva 4. Tilan 132 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

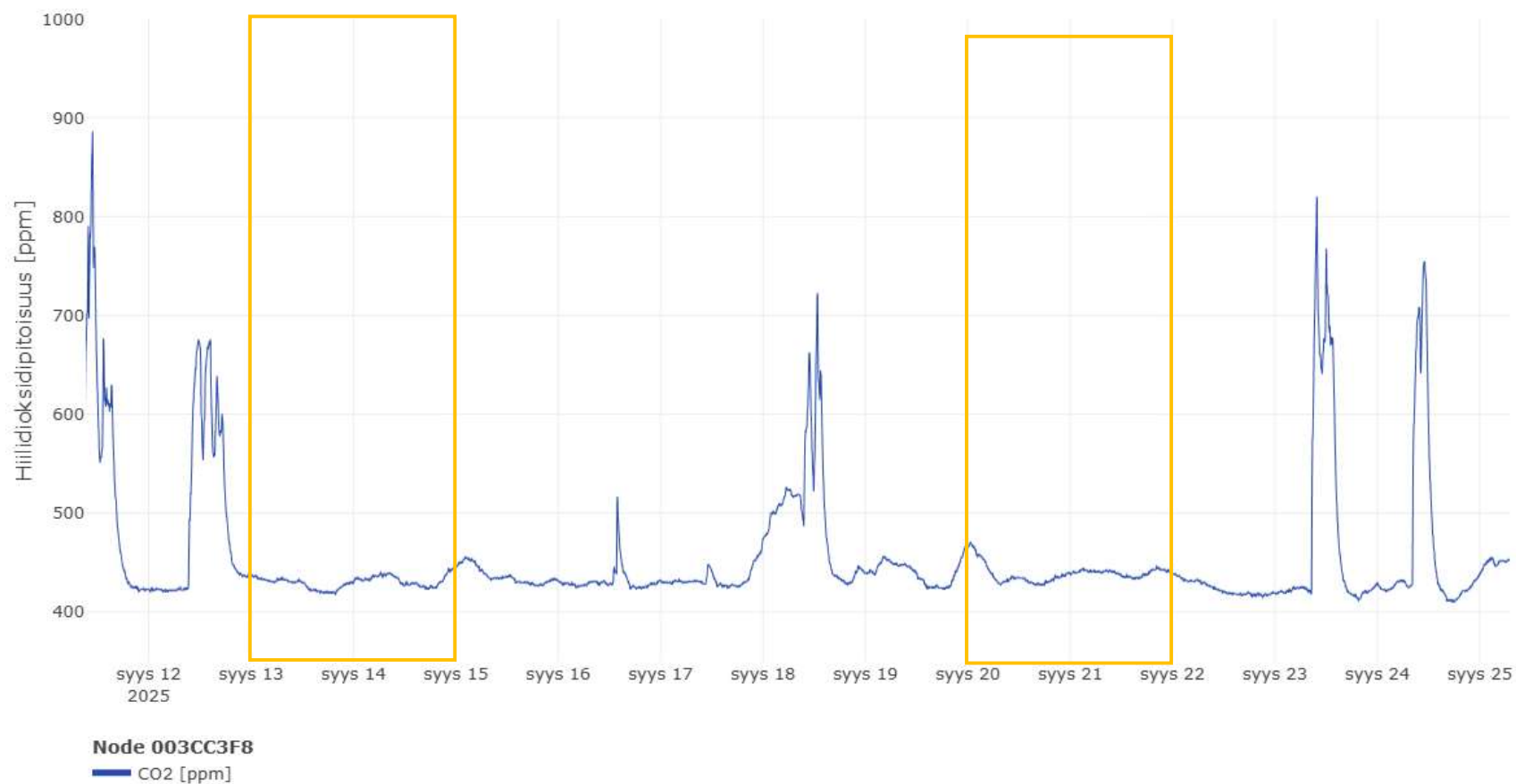
Olos.1 / Hiilidioksidipitoisuus – Liikuntasali 104



Kuva 5. Liikuntasalin 104 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

Olos.2 / Hiilidioksidipitoisuus – Terveystenhoitaja 132

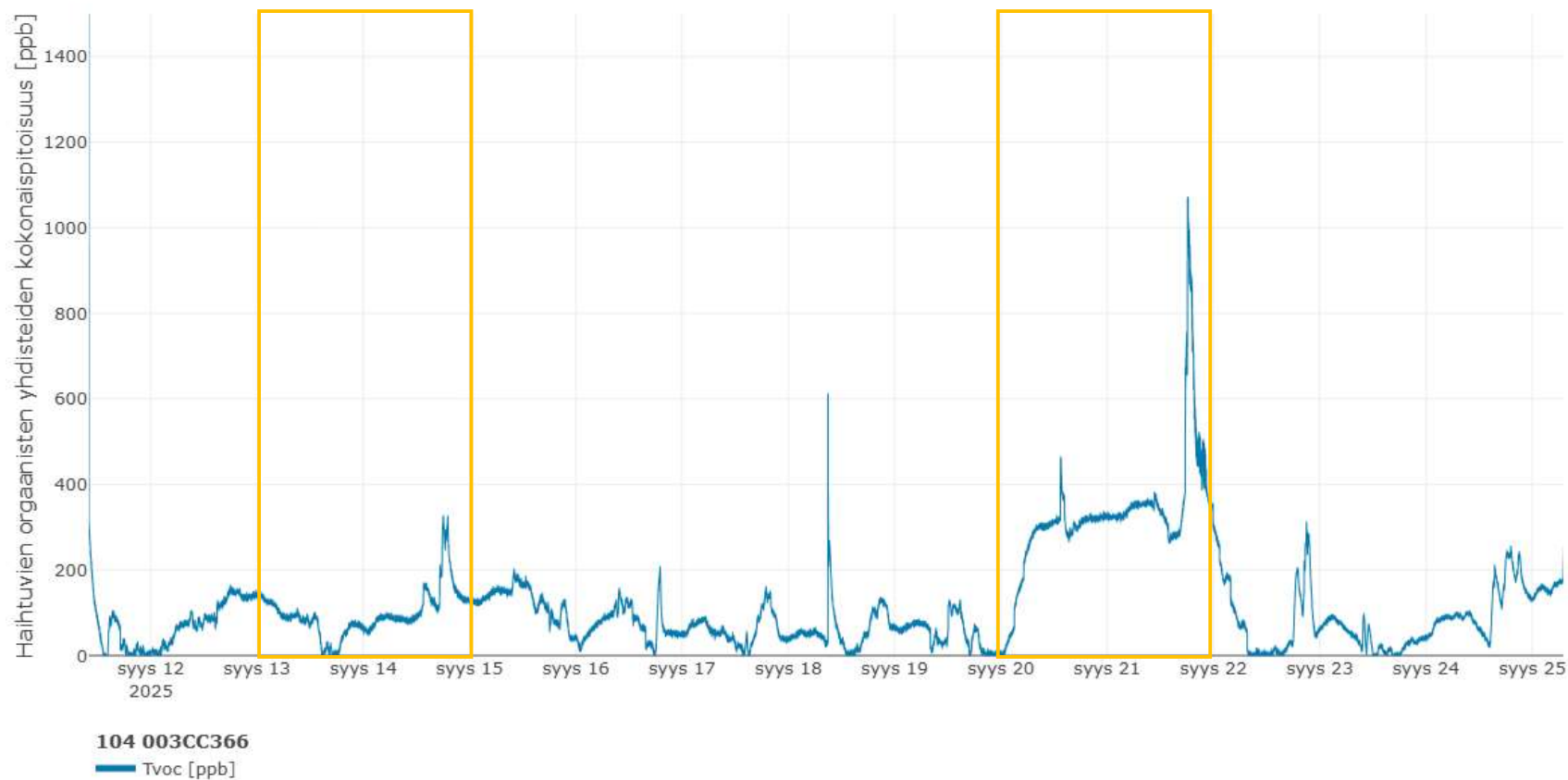
Moision koulu, liikuntahalli



Kuva 6. Tilan 132 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

Olos.1 / TVOC-pitoisuus – Liikuntasali 104

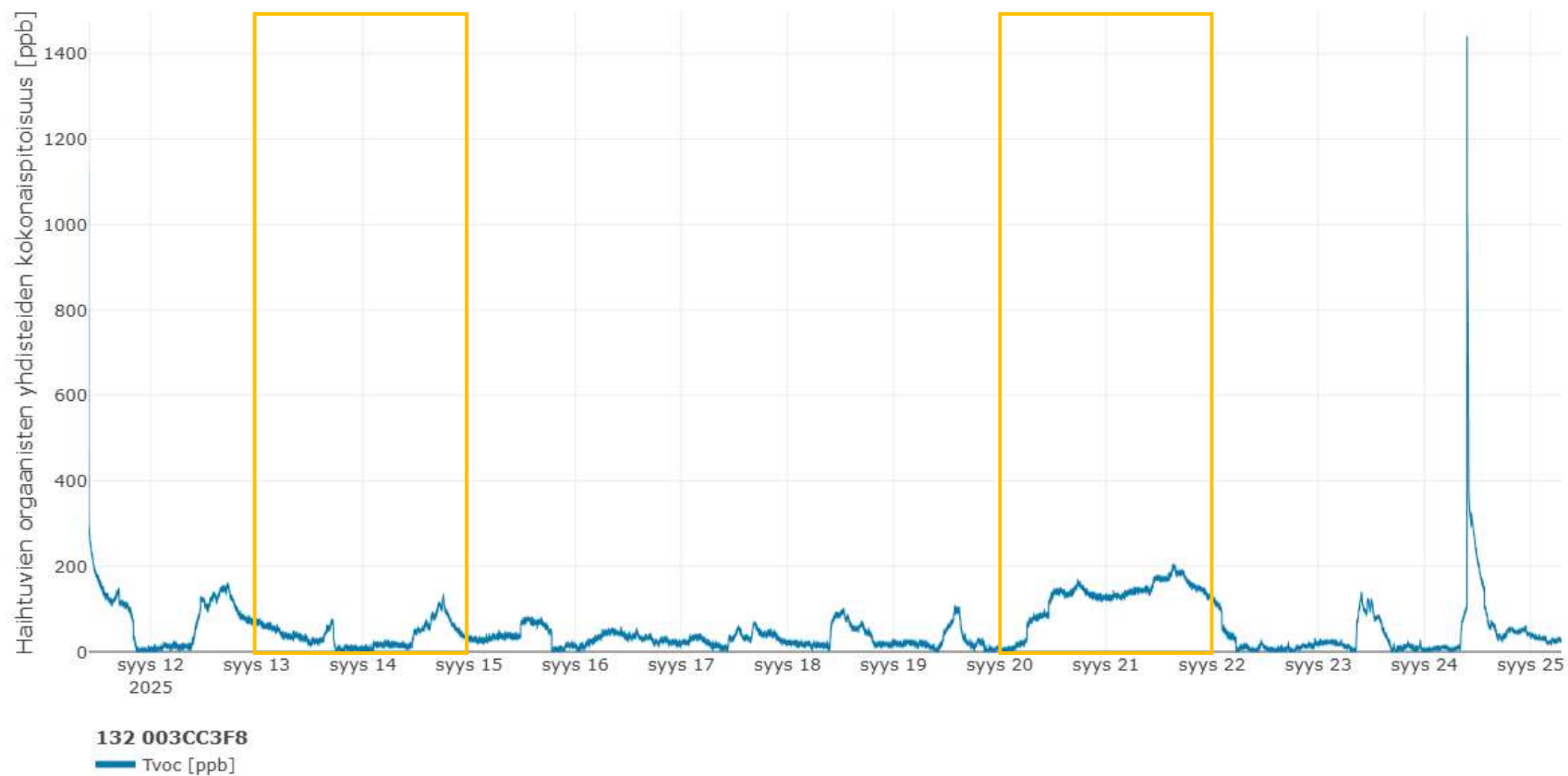
Moision koulu, liikuntahalli



Kuva 7. Liikuntasalin 104 sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

Olos.2 / TVOC-pitoisuus – Terveystenhoitaja 132

Moision koulu, liikuntahalli



Kuva 8. Tilan 132 sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus aikavälillä 11.9.–25.9.2025. Viikonloput on merkitty kuvaan oransseilla lokeroilla.

