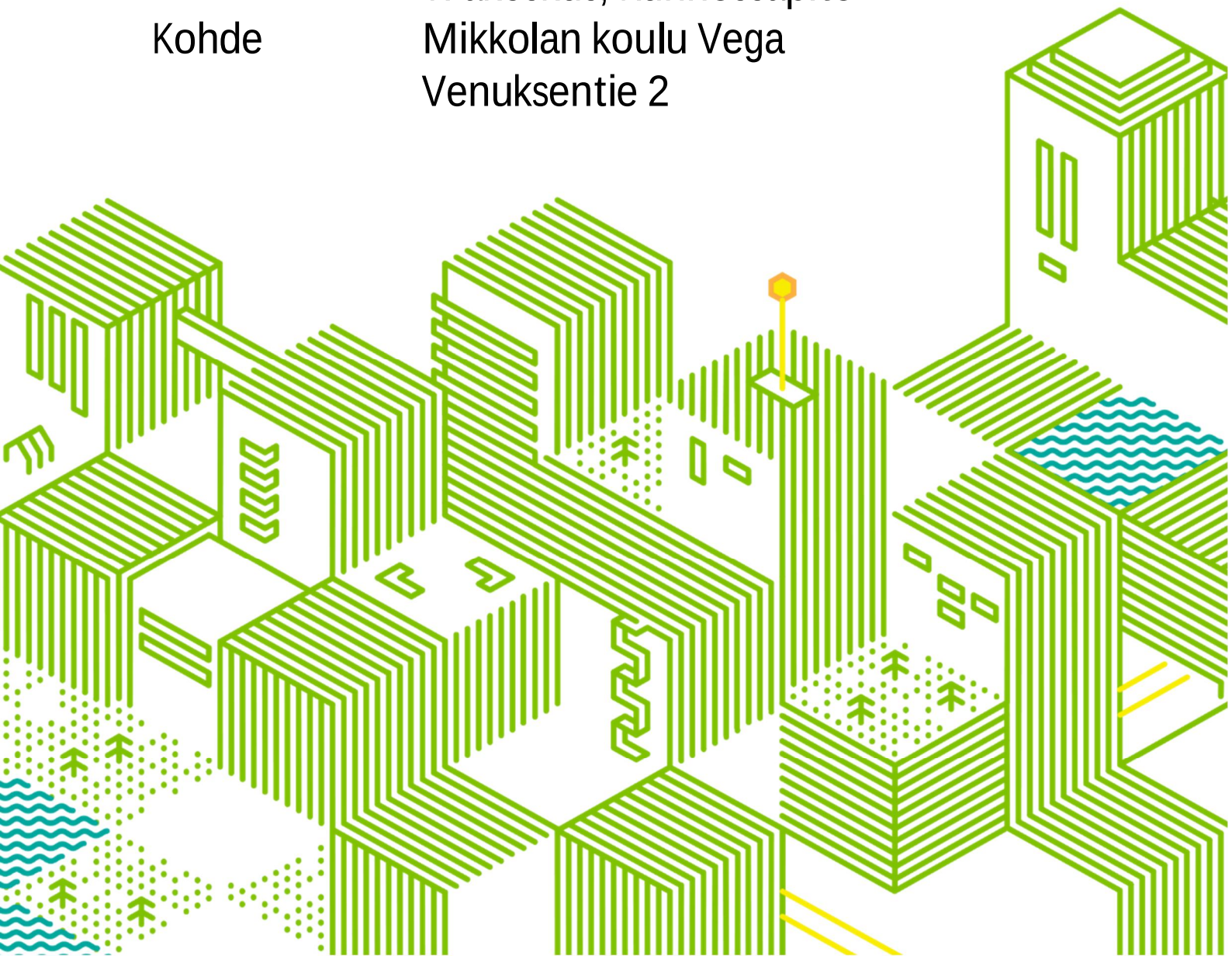


Rajattu sisäilma- ja rakennetekninen kuntotutkimus

Päiväys	19.4.2021
Projekti	Kuntotutkimus
Tilaaaja	Vantaan kaupunki, Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala Tilakeskus, Kunnossapito
Kohde	Mikkolan koulu Vega Venuksentie 2



Sisältö

1	Tiivistelmä.....	3
2	Yhteystiedot.....	5
	2.1 Kohde	5
	2.2 Tilaaja	5
	2.3 Kuntotutkijat	5
3	Tutkimuksen perustiedot	6
	3.1 Toimeksiannon tausta, tavoitteet	6
	3.2 Lähtötiedot	6
	3.3 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset	6
	3.4 Kohteessa suoritettut korjaukset	7
	3.5 Kohteen yleistietoja	8
4	Piha-alue ja ympäristö.....	9
	4.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset	9
	4.2 Rakenteesta tehdyt havainnot	9
	4.3 Johtopäätökset	12
	4.4 Toimenpide-ehdotukset	12
5	Alapohjarakenne	13
	5.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset	13
	5.2 Rakennetyypit	14
	5.3 Rakenteesta tehdyt havainnot	14
	5.4 Ryömintätilasta tehdyt havainnot	16
	5.5 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset	18
	5.5.1 Kosteuskartoitus	18
	5.5.2 Rakennekosteusmittaus	18
	5.5.3 Rakenteiden ja materiaalien VOC-tutkimukset	20
	5.6 Johtopäätökset	22
	5.7 Toimenpide-ehdotukset	23
6	Ulkoseinärakenne	23
	6.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset	23
	6.2 Rakennetyypit	25
	6.3 Rakenteesta tehdyt havainnot	27
	6.4 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset	31
	6.4.1 Mikrobianalyysit	31
	6.4.2 Merkkiainekokeet	32
	6.4.3 Haitta-aineet	38
	6.5 Johtopäätökset	39
	6.6 Toimenpide-ehdotukset	40
7	Paine-eromittaukset	40
	7.1 Johtopäätökset	41
	7.2 Toimenpide-ehdotukset	41

8	Muut havainnot	42
8.1	Huoneen 101 luukun tarkastus.....	42
8.2	Johtopäätökset	42
8.3	Toimenpide-ehdotukset.....	42
9	Yhteenveto	43
10	Liitteet	44

1 Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli vuonna 1975 valmistunut koulurakennus, johon on tehty muutos- ja laajennustöitä vuonna 2000 suoritettussa perusparannuksessa. Lisäksi rakennukseen on suoritettu lukuisia sisäilmatutkimuksia sekä -korjauksia vuosien varrella. Toimeksiannon tavoitteena oli toteuttaa rakennukselle rajattu sisäilma- ja rakennetekninen kuntotutkimus, jossa tutkittiin rakenteet ja niiden kunto, sekä mahdolliset vaurioiden aiheuttajat. Lisäksi tarkasteltiin sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimustulosten perusteella rakennuksen merkittävimmät vauriot painottuvat rakennuksen maanvaraisiin alapohjarakenteisiin sekä ulkoseinärakenteisiin. Rakennuksen tuulettumattoman tiili-villa-tiili -rakenteen lisäksi ulkoseinät ovat ns. valesokkelirakenteita, joissa ulkoseinän lämmöneriste jatkuu lattiapinnan alapuolelle. Tuulettumattoman ulkoseinärakenteen kuivumiskyky on heikko, jonka vuoksi nykyistä ulkoseinärakennetta voidaan pitää riskialttiina kosteusvaurioille. Ulkoseinien kosteusrasitusta on lisännyt piha-alueiden sadevesien puutteellinen vedenohjaus sekä lyhyt räystäsrakenne. Laboratorioanalyysien perusteella ulkoseinärakenteissa todettiin mikrobivaurioita 85 % (11/13) otetuista näytteistä. Merkkiainekokein ulkovaipparakenteista todettiin yksittäisiä ilmavuotoja sisäilmaan, mutta laaja-alaisia ilmavuotoja ei merkkiainekokein todettu. Vaikka ilmavuotojen määrä on vähäinen, ei voida kuitenkaan kokonaan poissulkea, etteikö epäpuhtaudet pääsisivät kulkemaan sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua.

Tutkimustulosten perusteella ulkoseinärakenteille on suositeltavaa toteuttaa lähitulevaisuudessa purkava korjaus, jossa tiili-villa-tiiliulkoseinärakenteesta poistetaan vaurioituneet rakenneosat ja materiaalit, ja ulkoseinärakenne uusitaan rakennusfysikaalisesti toimivaksi. Korjausta suunniteltaessa on huomioitava myös muille rakenteille (esim. yläpohja/räystäs, sokkeli, pintavesien ohjaus) mahdollisesti suoritettavat toimenpiteet ja korjausten vaatimat muutokset. Vaihtoehtoisesti rakenteille voidaan toteuttaa siirtävänä korjauksena tiivistyskorjauksia. Huomioitavaa kuitenkin on, että mikäli rakenteiden kosteusrasituksen syytä ei poisteta, jatkuu rakenteiden vaurioituminen. Tilannetta tulee seurata ja mahdollisten tiivistyskorjausten laadunvarmistusta on suositeltavaa toteuttaa säännöllisesti noin kahden vuoden välein.

Rakennuksen alapohjat ovat osittain maanvaraisia betonilaattoja ja osittain ryömintätilallisia. Maanvaraisissa alapohjissa (ts. lattioissa) todettiin monin paikoin kohonneita kosteuspitoisuuksia muovimattopäällysteen alla. Märät alueet sijoittuvat pääosin vuonna 2000 peruskorjauksen yhteydessä suoritettujen alapohjakorjauksien alueille. Kosteusmittausten perusteella voidaan olettaa, että lattiapäällyste on asennettu liian kostean betonin päälle ja tiiviin lattiapäällysteen vuoksi rakenne ei ole päässyt kuivumaan. Pitkäaikainen ja korkea kosteuspitoisuus lattiapäällysteen alla on vaurioittanut paikoin muovimattoja sekä liima-ainesta. Toteutetuissa bulk-VOC-näytteissä todettiin osittain muovimattojen kemiallista vaurioitumista sekä aistinvaraisesti mikrobivaurioitumista muovimattojen alapuolisessa rakenteessa. Tutkimustulosten perusteella alapohjarakenteelle on suositeltavaa toteuttaa ensisijaisesti lattiapäällysteiden vaihto, betonilaatan jyrskintä ja kuivatus tiloissa, joissa on todettu kohonneita kosteuspitoisuuksia.

Ryömintätilat on varustettu koneellisella poistoilmanvaihdolla. Ryömintätilallisissa alapohjarakenteissa ei todettu puutteita, jotka vaikuttaisivat heikentävästi sisäilman laatuun. Aistinvaraisen arvion perusteella ryömintätilan ilmanvaihto on riittävä, mutta tarkastus hetkellä lumi oli osittain peittänyt tuuletuspaalut. Lumisina talvina korvausilma tulee ryömintätilaan arviolta rakenteiden kautta. Havaintojen perusteella tilanne ei kuitenkaan aiheuttanut tarkastushetkellä riskiä kosteuden tiivistymiselle. Ryömintätilan tuuletuspaalujen toiminta ja niiden toimivuus on suositeltavaa selvittää viimeistään kesällä, jotta korvausilmaa pääsee kulkeutumaan tilaan riittävästi. Ryömintätilan lämpö- ja kosteusolosuhteet ovat yleensä kriittisimmät kevään, kesän ja syksyn aikana.

Rakennuksen sisäilma on pääosin alipaineinen ulkoilmaan nähden, mikä lisää epäpuhtauksien kulkumista ulkoseinärakenteesta sisäilmaan. Ilmanvaihtoon on suositeltavaa toteuttaa säätötyö kiireisenä korjauksena.

3 Tutkimuksen perustiedot

3.1 Toimeksiannon tausta, tavoitteet

Toimeksiannon tavoitteena on toteuttaa rakennukselle rajattu sisäilma- ja rakennetekninen kuntotutkimus, jossa tutkitaan rakenteet ja niiden kunto, sekä mahdolliset vaurioiden aiheuttajat. Tutkimuksia tehdään korjaustarpeen kartoittamiseksi osakorjaushanketta varten.

Pihalla oleva asuinrakennus ei kuulunut tutkimuslaajuuteen.

Kiinteistökierron suoritettiin 17.12.2020 ja tutkimusten kenttätöitä suoritettiin 18.12.2020 ja 13.1.2021 välisenä aikana sekä 22.-26.2.2021 välisenä aikana.

3.2 Lähtötiedot

Käytössä olleet piirustukset ja asiakirjat:

- Alkuperäiset RAK-piirustukset, insinööritoimisto Harry Pyykko & CO, 1973
- Perusparannuksen ARK- ja RAK-piirustukset, Insinööritoimisto Raksystems Oy ja Vantaan kaupunki, 1994-2001
- Sisätilojen muutostöiden ARK-piirustukset, Arkkitehtitoimisto Esa Piironen Oy, 2005
- Kellarin tiivistyskorjauksen RAK-piirustukset, Finnmap Consulting, 2012
- Sisäilmastoteknisen korjauksen RAK-piirustukset, Sweco, 2015
- Tiivistyskorjausten RAK-piirustukset, Sweco, 2017 ja 2018

3.3 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset

- 2017, Liikuntasalin lattian kosteusmittaukset, Sweco

Liikuntasalin lattiassa on paikoitellen kohtia, jossa alapuolinen kosteus pääsee nostamaan laatan suhteellista kosteutta. Mitatuissa kohdissa ei missään kosteus ollut niin korkea, jotta se estäisi rakenteen pinnoittamista tiiviillä pinnoitteella. Liikuntavälinevaraston teräsbetonilaatan kosteuden kertymistä tulee vähentää parantamalla alapohjarakenteen lämmöneristystä.

- 2017, Vesivahinkojen kosteuskartoitus, A-Kumppanit

Poikien wc:n lavuaariin oli laitettu paperia ja jätetty hana päälle, jonka johdosta vettä oli valunut lattiarakenteisiin. Vesi on levinnyt lavuaarista lattialle. Lattiapinnoitteena on muovimatto, joten se on estänyt suurimman veden pääsyn lattiarakenteisiin. Wc:n lattiasta on noin puolet vaurioitunut. Viereisen wc:n lattian edusta on vaurioitunut kynnyksen kohdalla. Viereisessä luokahuoneessa mitattiin lattialta seinien läheisyydestä kohonneita arvoja. Käytävän lähiseinät ovat vaurioituneet noin 10 cm maksimikorkeudeltaan. Lattiavauriot sijoittuvat seinien läheisyyteen mistä vesi on päässyt muovimaton alapuolelle.

- 2017, Ympäristökeskuksen tarkastuskertomus (nro. 87535)

Luokassa 109 ja liikuntasalin pukuhuoneessa 225 sekä niiden läheisyydessä olevissa tiloissa voidaan pitää terveyshaittaa todennäköisenä. Tarkastuksessa on annettu korjauskehoitus tiloihin 225 ja 109. Lisäksi on suositeltu tarkempia tutkimuksia tiloihin 238, 212, 232, IVKH (tilojen 155 ja 158 yläpuolella) sekä kellari/väestönsuojatiloihin.

- 2017, Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus, Sweco

Todettu kohonnutta kosteutta lattiassa ja väliseinässä tiloissa 225, 226, 228 sekä alapohjassa tilassa 232.

- 2017, Sisäilman toksisuus selvitys, Vakatuuli Oy

Yhdessä tilassa (Lyyra tila 1051) todettiin lievästi toksinen tulos (12 sisäilmanäytettä yhteensä).

- 2015, Liikuntasalin lattian kuntotutkimus, Sweco

Liikuntasalin lattian rakennusmateriaalinäytteissä ei havaittu viljelytuloksen tai aistinvaraisen arvioinnin perusteella viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymä oli epätiivis, jolloin epäpuhtaudet voivat siirtyä alapohjalaatan alta sisäilmaan.

- 2014, Sisäilmasto ja kosteustekninen kuntotutkimus, Sweco

Sisäilman laatu oli mittaushetkellä mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja mineraalivilakuitujen osalta normaali. Vegan liikuntasalissa havaitut normaali sisäilmasta poikkeavat mikrobit pääsevät tilaan todennäköisesti rakenteen ilmapuotojien kautta.

Vegan opettajainhuoneessa havaittiin sisäilmassa mikrobiperäinen haju, mikä on viite mikrobiperäisten mahdollisesti terveystahtaa aiheuttavien yhdisteiden pääsystä sisäilmaan. Tilan paine-erot vaihtelivat enemmän ja tilan alipaine oli muita Vegan tiloja suurempi ulkoilmaan nähden, mikä lisää epäpuhtauksien siirtymistä rakenteen ilmapuotojen kautta sisäilmaan.

Vegassa havaittiin ilmapuotojia seinän ja lattiarajassa niissä kohdin, joissa lattiapinnoitteessa havaittiin vaurioita tai lattiapinnoitteen liittyminen seinään ei ollut täydellinen. Tiivistyskorjaukset estivät ilmapuodot ikkunankarmin ja ulkoseinän liittymistä, mutta ei ikkunankarmien puuliitosten välistä, sillä vuotoja havaittiin myös korjatuista luokista.

Vegan opetustiloissa mitatut ilmamäärät olivat riittävät käyttöön nähden. Tulo- ja poistoilmamäärät olivat riittävän tasapainossa lukuun ottamatta luokkaa 209, missä poistoilmamäärä oli 36 % tuloilmamäärästä.

- 2014, Ruokalan hajuhaitan selvitys, Sisäilmainisinööri

Ruokalassa todettiin hajuhaittaa akvaarion epäsiisteydestä johtuen.

- 2013, Merkkiainekokeet, SSM Oy
- 2011, Sisäilmasto ja kosteustekninen kuntotutkimus, Finnmap Consulting Oy
- 2011, Merkkiainekokeet tiivistyskorjauksen jälkeen, Finnmap Consulting Oy

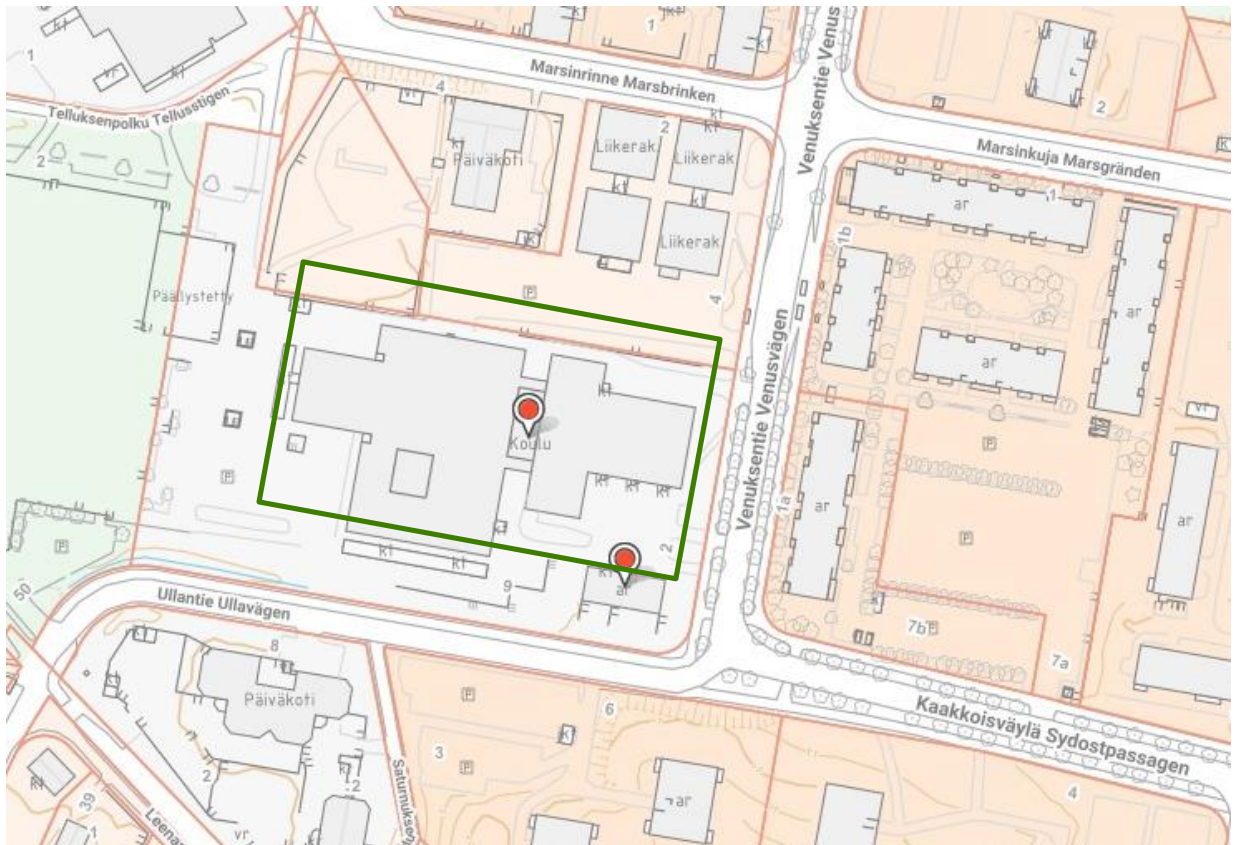
3.4 Kohteessa suoritettavat korjaukset

- 2000, Perusparannus (Salaojat, Sadevesi, ikkunat, sisätilojen muutokset, alapohjarakenteen uusimisia, ryömintätilan kunnostus)
- 2012, Kellarin tiivistyskorjaukset ja lattian epoksointi
 - Lähtötietojen perusteella kellaritilat on tiivistetty kauttaaltaan sekä tilat 136, 148, 149, 165, 166, 167, 168, 170, 171, käsityöluokat 2 kpl, 237.
- 2015, Sisäilmastotekninen korjaus
 - suunnitelmien mukaiset tiivistyskorjattavat tilat: 101, 106, 109, 111, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 150, 152, 153, 155, 158, 171, 201, 205, 208, 209, 211, 238 ja 216 (liikuntasali)
- 2018, Tiivistyskorjaukset
 - 208, 208a, 208b, 209, 210, 212, 245, 216 (liikuntasali), 232, 225, 226.

3.5 Kohteen yleistietoja

Rakennus on pääosin yksikerroksinen betonipilari-palkki-rakenteinen koulurakennus. Osittain liikuntasaliivissä on kellari. Rakennus on valmistunut vuonna 1975. Rakennukseen on tehty muut- ja laajennustöitä vuonna 2000 perusparannuksessa. Alapohjarakenteena on osittain lämmöneristeellinen maanvarainen betonilaatta sekä osittain ryömintätalallinen alapohjarakenne. Ulkoseinät ovat tiili-villa-tiilirakenteisia. Vesikattona on tasakatto, bitumikermikatteella.

Käyttötarkoitus: Koulu
Rakennuksia: 1
Kerros määrä: 1 + osittainen kellari + ilmanvaihtokonehuone 2. kerroksessa
Tilavuus: 19 710 m³
Kerrosala: 5 140 m²
Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistojärjestelmä
Lämmitys: Kaukolämpö vesikiertopatterein



Kuva 3.1 Mikkolan koulun Vega-rakennus (merkitty vihreällä) karttapalvelun kuvassa. (<https://kartta.vantaa.fi/>)



Kuva 3.2 Yleiskuvaa pihan puolelta.

4 Piha-alue ja ympäristö

4.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Salaoja-, ja sadevesijärjestelmälle sekä piha-alueille on tehty perusparannustöitä vuonna 2000. Perusparannuksessa mm. salaojia on korjattu sekä osittain uusittu, rakennusta ympäröiviä kallistuksia sekä sadevesien ohjauksia on parannettu (RAK R24-A, 2000).

4.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

Rakennuksen vierustalla on pääosin asfalttipihaa. Osittain myös laatoitusta, istutuspenkkejä ja hiekkaa. Rakennuksen liikuntasalin päädyssä on rinne, joka kaataa rakennukseen päin. Liikuntasalin kohdalla sokkeli on matala (~200 mm) ja sokkelissa sekä alimmissa tiilissä on merkkejä koho-
neesta kosteusrasituksesta. Rakennuksen etelän puoleisen sisäänkäynnin kohdalla on myös matala sokkeli. Havaintojen perusteella pihan kaadot johtavat hulevedet sadevesiviemäriin. Rakennuksen sisäänkäyntien kohdalla on osittain tasanteita ja porraskanteita, joissa sadevedet pääsevät kulkeutumaan sokkeli- ja ulkoseinärakenteisiin, aiheuttaen kosteusrasitusta.

Rakennuksessa on kaksi sisä-/valopihaa. Käytössä olleiden suunnitelmien perusteella myös valopihat on salaojitettu. Valopihojen pinnoitteena on laatoitusta ja mukulakiveä. Sadevedet on ohjattu sadevesikaivoihin. Valopihoilla on jonkin verran istutuksia.

Rakennuksen räystäättömyys altistaa ulkoseinärakenteen viistosateelle. Paikoin tiilimuurauksessa on havaittavissa laastisaumojen rapautumista. Ikkunoiden ulkoilmaa vasten olevat puuosat ovat lähes kauttaaltaan tummuneita ja osittain niissä on myös alkavaa lahoa. Yleisesti valopihojen ulkoseinärakenteissa ei todettu yhtä paljon kosteuden ja/tai auringon aiheuttamaa vaurioitumista kuin muissa julkisivuissa.



Kuva 4.1. Yleiskuva liikuntasalin päädyistä. Sokkelissa on havaittavissa tummentumaa (levä-ym. kasvustoa)



Kuva 4.2. Rakennuksen etelän puoleisen sisäänkäynnin kohdalla on myös matala sokkeli.



Kuva 4.3. Pohjoisen puoleinen sisäänkäynti. Betonitasanne ohjaa vettä sokkeli- ja ulkoseinärakenteisiin.



Kuva 4.4. Lännen puoleinen sisäänkäynti. Betoninen porrastasanne ohjaa vettä sokkeli- ja ulkoseinärakenteisiin.



Kuva 4.5. Yleiskuva idän puoleiselta valopihalta.



Kuva 4.6. Yleiskuva lännen puoleiselta valopihalta.



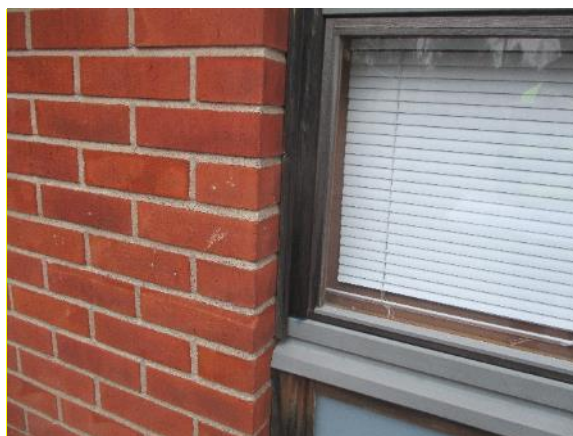
Kuva 4.7. Yleiskuva rakennuksen etelän puoleiselta julkisivulta. Rakennuksen vierustana on hiekkaa.



Kuva 4.8. Havaintojen ja saatujen lähtötietojen perusteella ikkunat ovat uusittu perusparannuksen yhteydessä. Ikkunoiden vesipeltien kaa-doissa ei havaittu puutteita.



Kuva 4.9. Sadevedet on ohjattu osittain syöksytorvilla sadevesijärjestelmään. Syöksytorvista tuleva roiskevesi on aiheuttanut paikoin kosteusrasitusta sokkeli-/perustusrakenteisiin.



Kuva 4.10. Ikkunoiden ulommissa listoissa tummentumia lähes kauttaaltaan kaikilla julkisivuilla.

4.3 Johtopäätökset

Rakennuksen vierustalla oleva maa on paikoin melko tasainen, mikä voi aiheuttaa kovilla sateilla sadevesien kulkeutumista sokkeli- ja perustusrakenteisiin. Lisäksi rakennuksen ulkopuolisilla betonitasanteilla ja ulkoportailta todettiin merkkejä sadevesien kulkeutumisesta sokkeli ja perustusrakenteisiin. Liiallinen kosteusrasitus voi aiheuttaa riskin sokkelissa ja ulkoseinärakenteen alaosassa olevien eristeiden vaurioitumisesta. Liikuntasalin päädyssä oleva rinne kaataa rakennukseen päin mikä lisää sokkeli- ja perustusrakenteiden kosteusrasitusta.

Rakennuksen vesikaton sadevesiä on osittain ohjattu syöksytorvilla sadevesijärjestelmään. Kyseisissä kohdissa todettiin sokkelissa selkeitä merkkejä roiskevesistä, mikä osaltaan lisää sokkeli- ja ulkoseinärakenteiden kosteusrasitusta ja voi aiheuttaa mikrobivaurioitumista.

Ikkunoiden vesipellityksien liitoskohdissa sekä pellitysten kiinnityksissä ei havaittu selkeitä epätiiveyskohtia, joiden kautta kosteus pääsee kulkeutumaan ulkoseinärakenteeseen. Havaintojen mukaan pellityksiä on uusittu perusparannuksen yhteydessä. Uusituissa ikkunarakenteissa ei todettu viitteitä vesien kulkeutumisesta rakenteisiin (ks. kohta 6.3). Ulkoseinärakenteiden kuntoa on käsitelty tarkemmin kappaleessa 6.

Vuoden 2000 perusparannuksen yhteydessä salaojajärjestelmään on lisätty uusia salaojia sekä korjattu alkuperäisiä. Salaojajärjestelmän nykyinen kunto ei ole tiedossa. Salaojajärjestelmän huuhtelu on suositeltavaa tehdä noin viiden vuoden välein.

4.4 Toimenpide-ehdotukset

Ulkopuolisten porrastasanteiden kaadot on suositeltavaa korjata rakennuksesta poispäin viettäväksi. Vesikatoilta tulevat syöksyputket on suositeltavaa jatkaa suoraan kaivoon meneviksi, jotta roiskevedet eivät kastele sokkelirakennetta.

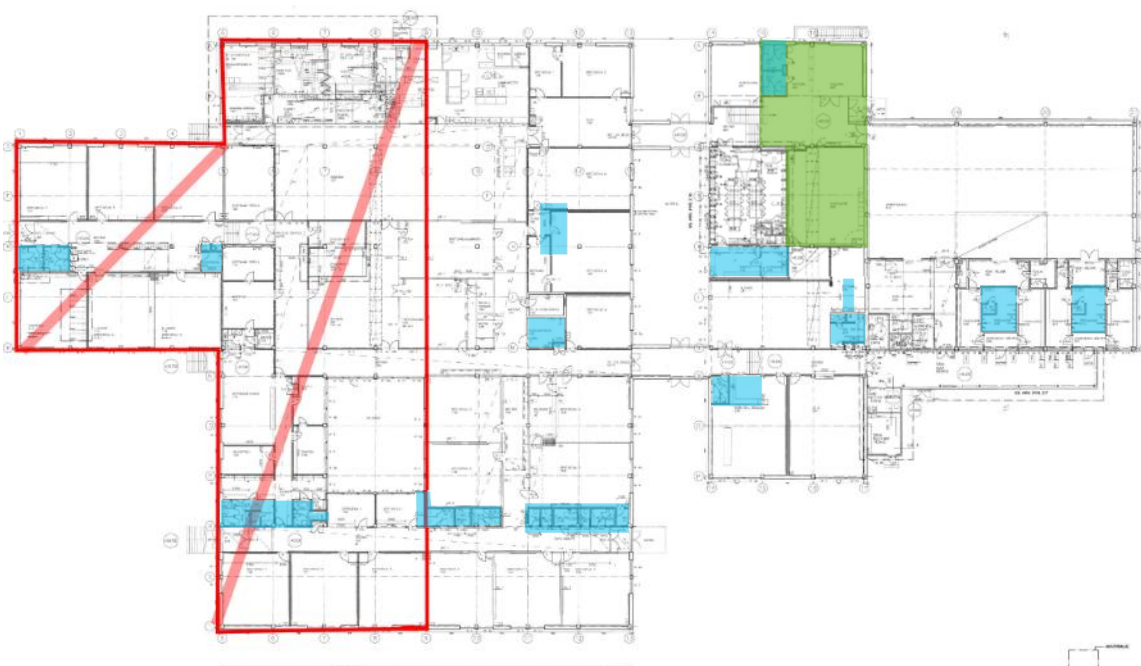
Liikuntasalin päätyyn on suositeltavaa toteuttaa vastakaato, jotta hulevedet eivät kulkeudu sokkelirakenteeseen.

Rakennuksen salaojajärjestelmälle on suositeltavaa toteuttaa salaojien kuvaus ja huuhtelu, jolla selvitetään salaojajärjestelmän nykyinen kunto sekä mahdolliset puutteet ja vauriot. Mahdolliset

salaojajärjestelmän korjaus/uusimistoimenpiteet on suositeltavaa ajoittaa sokkelirakenteen korjaustoimenpiteiden yhteyteen.

5 Alapohjarakenne

Lähtötietojen mukaan rakennuksen alapohjarakenteena on osittain maanvarainen lämmöneristetty teräsbetoni-laatta ja osittain ryömintätilallinen alapohja, jossa kantavana rakenteena on ontelolaatat.



Kuva 5.1. Rakennuksen ryömintätilallinen alapohjarakenne merkitty punaisella. Rakennuksen kellari on merkitty vihreällä. Perusparannuksessa uusitut alapohjarakenteet on esitetty sinisellä.

5.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

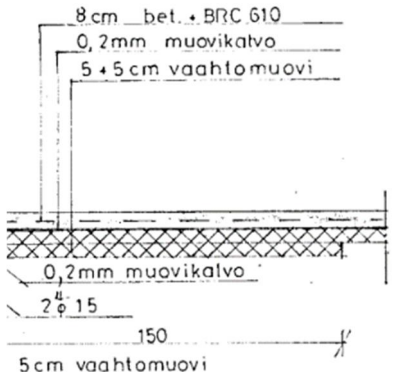
Rakennukseen on tehty tilojen muutos- ja perusparannustöitä vuosina 2000. Perusparannuksen yhteydessä mm. märkätilojen lattiaa ja vedeneristystä on uusittu. Perusparannuksen yhteydessä on uusittu alapohjarakenteen alla ja sisällä kulkevia viemäreitä, joiden yhteydessä on uusittu alapohjan betoni tai pintabetoni-laatta sekä lämmöneristeet.

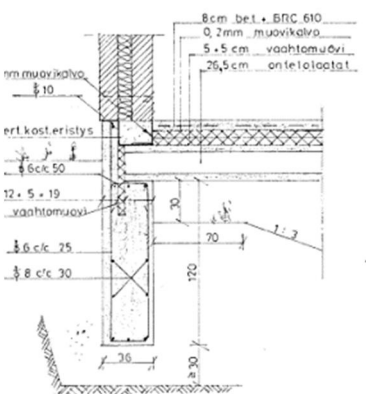
Vuosien 2012, 2015 ja 2018 korjauksissa on uusittu lattioiden pintamateriaaleja tiivistyskorjausten yhteydessä.

Liikuntasalin alapohjarakennetta on tutkittu vuonna 2017. Rakenteessa todettiin kohtia, jossa alapuolinen kosteus pääsee nostamaan laatan suhteellista kosteutta. Mitatuissa kohdissa ei missään

kosteus ollut niin korkea, että se estäisi rakenteen pinnoittamista tiiviillä pinnoitteella. Liikuntavälinevaraston teräsbetoni- ja keraamilaatan kosteuden kertymistä on suositeltu vähennettävän parantamalla alapohjarakenteen lämmöneristystä.

5.2 Rakennetyypit

Maanvastainen alapohjarakenne alkuperäisten (1973) rakennepiirustusten mukaisesti, leikkaus 44-44		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
80	teräsbetoni	
0,2	muovikalvo	
50 + (50)	vaahтомуovi (reuna-alueilla 100)	

Ryömintätilallinen alapohjarakenne alkuperäisten (1973) rakennepiirustusten mukaisesti, leikkaus 16-16		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
80	teräsbetoni	
0,2	muovikalvo	
50 + 50	vaahтомуovi	
265	ontelolaatta	
>300	ilmatila	
-	maatäyttö	

5.3 Rakenteesta tehtyt havainnot

Alapohjarakenteeseen ei tutkimusten yhteydessä toteutettu rakenneavauksia. Alapohjarakenteen päällysteenä toimii ensimmäisessä kerroksessa kuivissa tiloissa (luokkatilat) muovimatto tai vinyylilaatta (käytävät) ja märkätiloissa keraaminen laatta. Tekstiilityön luokassa on vinyylilankku. Keittiössä on muovimatto. Kellarin lattiat ovat maalattuja. Liikuntasalissa on urheilupinnoite (joustolattia).

Lattiapäällysteissä todettiin normaalia kulumista. Pääosin muovimaton saumat olivat aistinvaraisesti ehjiä. Ruokailutilassa oli yksittäinen avoin muovimaton sauma sekä tekstiilityön luokassa avoin vinyylilankun sauma.

Märkätilojen lattiapäällysteissä ei todettu normaalista kulumisesta poikkeavia vaurioita.



Kuva 5.2. Yleiskuva käytävien lattiapäällysteistä.



Kuva 5.3. Yleiskuva WC-tilojen lattiapäällysteistä.



Kuva 5.4. Yleiskuva keittiön lattiapäällysteistä.



Kuva 5.5. Tekstiilityön luokassa on lattiapäällysteenä vinyylilankku.



Kuva 5.6. Liikuntasalissa on urheilupinnoite (joustolattia).



Kuva 5.7. Luokkatiloissa on lattiapäällysteenä pääosin muovimatto.

5.4 Ryömintätilasta tehdyt havainnot

Ryömintätila kartoitettiin kauttaaltaan. Ryömintätilan laajuus vastaa lähtötiedoissa esitettyä ryömintätilan laajuutta (esitetty kuvassa 5.1). Ryömintätilaa on lähtötietojen ja havaintojen perusteella kunnostettu vuoden 2000 perusparannuksen yhteydessä. Ryömintätilan maa-aineksena on kevytsoraa (n. 200 mm). Ryömintätila on tuuletettu koneellisesti. Poistoventtiilejä on yhteensä 4 kpl. Korvausilma johdetaan tuuletuspaalujen kautta ryömintätilaan (Ø 160 mm.). Korvausilmaputket olivat pääosin lumen peitossa tutkimushetkellä.

Ryömintätilassa oli yleisilmeeltään siisti. Ryömintätilan ilma oli tutkimushetkellä melko lämmin, koska tuuletusputkien kautta ei kulkeudu viileää ulkoilmaa korvausilmana. Sataanut lumipeite tukkii pääosin tuuletusputket. Paikallaan valettujen sokkelipalkkien pinnoilla todettiin vähäisiä määriä muottilautojen jäämiä.

Ryömintätilassa kulkee viemäriputkia. Putkia ei ole lämmöneristetty. Putkissa todettiin kaksi lievää vuotokohtaa (tilan 136 ja käytävän 129 alapuolella).

Ryömintätilassa sijaitsee salaojien tarkastuskaivoja. Tutkimuksen yhteydessä yhdessä salaojakai-vossa todettiin vettä putkien alapuolella. Muissa kaivoissa ei todettu vettä tutkimushetkellä. Salaojakaivossa putkia ei ole lyhennetty, mikä voi vaikeuttaa kuvaus ja huoltotoimenpiteitä.

Ryömintätilasta todettiin useita alapohjarakenteen ontelolaatan läpi tulevia putkiläpivientejä alapohjarakenteen ontelolaatan läpi. Läpiviennit olivat aistinvaraisesti epätiivitä. Ryömintätilassa todettiin muutama käytöstä poistettu viemäri, joita ei ole tukittu.



Kuva 5.8. Yleiskuva ryömintätilasta.



Kuva 5.9. Yleiskuva ryömintätilasta.



Kuva 5.10. Ryömintätiloissa on koneellinen poisto. Poistokanavassa ei ole päätelaitetta.



Kuva 5.11. Ryömintätilassa sijaitsee salaojien tarkastuskaivoja



Kuva 5.12. Alapohjarakenteen läpivientejä on tiivistetty uretaanilla.



Kuva 5.13. Pilareiden kohdalla alapohjarakenteessa todettiin muottilautojen jäämiä.



Kuva 5.14. Ryömintätilassa todettiin kaksi lievää putkivuotoa.



Kuva 5.15. Ryömintätilassa todettiin kaksi lievää putkivuotoa.

5.5 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

5.5.1 Kosteuskartoitus

Rakennuksen alapohjarakenteelle suoritettiin kosteuskartoitus. Poikkeavia pintamittausarvoja todettiin pienillä alueilla luokissa 102, 109, 164, 166, 211 ja 238. Sekä käytävillä, ruokalassa ja aula-
 lassa 169. Kellarin alapohjarakenteessa todettiin kohonneita pintamittausarvoja kauttaaltaan. Alueet on esitetty raportin liitteenä 2 olevissa tutkimuskartoissa.

5.5.2 Rakennekosteusmittaus

Rakennekosteusmittaus käsitti alapohjarakenteen (AP) rakennekosteusmittaukset. Kosteusmittauksia suoritettiin viiltokosteusmittauksina (VM) lattiapinnoitteen alle sekä porareikämittauksina (KO) betonilaattaan. Kosteusmittauksia tehtiin alueille, joiden pintakosteusarvoissa oli todettu poikkeama. Kosteusmittausten mittauspisteet on esitetty liitteen 2 tutkimuskartoissa. Kosteusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Viiltomittausten tulokset

Tunnus	Sijainti	Rakenne	Suhteellinen kosteus RH [%]	Lämpötila t [°C]	Absoluuttinen kosteus a [g/m³]
VM.01-AP	Tila 109	Muovimaton alapuolelta	67,0	19,7	10,73
VM.02-AP	Tila 109	Muovimaton alapuolelta	43,6	19,8	7,10
VM.03-AP	Tila 102	Muovimaton alapuolelta	66,1	20,3	11,64
VM.04-AP	Tila 102	Muovimaton alapuolelta	41,2	21,2	7,68
VM.05-AP	Tila 161	Muovimaton alapuolelta	74,2	20,2	12,98
VM.06-AP	Tila 148	Muovimaton alapuolelta	83,8	19,1	13,80
VM.07-AP	Tila 164	Muovimaton alapuolelta	96,4	19,7	16,39
VM.08-AP	Tila 166	Muovimaton alapuolelta	92,9	20,4	16,40
VM.09-AP	Tila 135	Muovimaton alapuolelta	69,3	18,3	10,90
VM.10-AP	Tila 148	Muovimaton alapuolelta	45,7	19,6	7,72
VM.11-AP	Tila 211	Muovimaton alapuolelta	78,1	17,9	11,98
VM.12-AP	Tila 238	Muovimaton alapuolelta	97,5	20,3	17,21
VM.13-AP	Tila 129	Muovimaton alapuolelta	90,1	19,6	15,29
VM.14-AP	Tila 150	Muovimaton alapuolelta	96,7	12,3	10,52

VM.15-AP	Tila 232	Muovimaton alapuolelta	94,5	18,3	14,82
VM.16-AP	Tila 251	Muovimaton alapuolelta	93,1	20,3	16,48
VM.17-AP	Tila 109	Muovimaton alapuolelta	65,2	17,8	9,94
VM.18-AP	Tila 157	Muovimaton alapuolelta	69,8	18,9	11,35
VM.19-AP	Tila 157	Muovimaton alapuolelta	89,3	19,1	14,63
VM.20-AP	Tila 171	Muovimaton alapuolelta	67,4	20,3	11,90
	Tila 135	Sisäilma 29.12.2020	28,0	19,5	4,70
	Tila 102	Sisäilma 28.12.2020	25,8	20,8	4,64
		Ulkoilma 29.12.2020	86,0	-3	3,34
		Ulkoilma 28.12.2020	96,0	0	4,66
	Tila 129	Sisäilma 23.2.2021	30,6	19,2	5,05
	Tila 238	Sisäilma 23.2.2021	28,9	20,0	5,02
		Ulkoilma 22.2.2021	92,0	-10	2,02

Viiltomittauksissa todettiin selkeästi kohonneita kosteusmittausarvoja mittauspaikoissa VM.07-AP, VM.08-AP, ja VM.12-AP-VM.16-AP sekä VM.19-AP. Kaikki kohonneet kosteusmittauspaikat sijaitsevat maanvaraisen alapohjarakenteen alueella.

Lievästi kohollaan olevia kosteusmittausarvoja todettiin mittauspaikoissa VM.06-AP ja VM.11-AP.

Viiltomittauspisteen VM.14-AP lämpötila oli mittauksen aikana alle ohjearvon, joten tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus.

Kosteusvaurioiden mikrobikasvusto alkaa pääsääntöisesti tasapainokosteuden (RH) ylittäessä 80 %:a. Mikrobikasvu voi alkaa myös alhaisemmassa tasapainokosteudessa, mikäli ravinne- ja lämpöolosuhteet ovat sopivat. Mikrobikasvu on nopeimmillaan 20 – 30 °C:ssa. Kaseinipohjainen lattia-tasoite voi vaurioitua tasapainokosteuden ylittäessä 75 %:a.

Taulukko 5.2. Porareikämittausten tulokset

Tunnus	Sijainti	Rakenne	Mittaus-syvyys [mm]	Suhteellinen kosteus RH [%]	Lämpötila t [°C]	Absoluuttinen kosteus a [g/m³]
KO.01-AP	Tila 238	Betonilaatta	20	94,7	20,0	16,39
KO.02-AP	Tila 238	Betonilaatta	40	95,5	19,8	16,34
KO.03-AP	Tila 211	Betonilaatta	20	75,8	17,8	11,51
KO.04-AP	Tila 211	Betonilaatta	40	74,8	17,8	11,38
KO.05-AP	Tila 148	Betonilaatta	20	82,1	19,3	13,64
KO.06-AP	Tila 148	Betonilaatta	40	84,9	19,1	13,94
KO.07-AP	Tila 164	Betonilaatta	20	94,0	19,8	16,07
KO.08-AP	Tila 164	Betonilaatta	40	96,1	19,5	16,16
KO.09-AP	Tila 166	Betonilaatta	20	88,0	19,8	15,10
KO.10-AP	Tila 166	Betonilaatta	40	89,2	19,4	14,93
KO.11-AP	Tila 161	Betonilaatta	20	69,5	20,2	12,16
KO.12-AP	Tila 161	Betonilaatta	40	73,1	20,0	12,67

Porareikämittauspisteissä KO.01 ja KO.02 sekä KO.07-KO.10 todettiin kohonnutta kosteutta betonilaatassa. Eri syvyyksiin toteutetuissa kosteuspinta-alueissa absoluuttiset kosteuspitoisuudet olivat hyvin lähellä toisiaan, jonka perusteella arvioidaan, että kosteus on peräisin vuonna 2000 toteutetuista alapohjan korjauksista. Kyseisissä tiloissa (tilat 238, 164 ja 166) todettiin myös viiltomittauksissa erittäin korkeita kosteuspitoisuuksia.

Mittauspisteissä KO.03-KO.06 todettiin lievästi koholla olevia kosteuksia (RH% 75 – RH% 85). Tilasta 211 toteutetussa viiltomittauksessa todettiin lievästi koholla oleva kosteuspitoisuus. Tilan 148 viiltokosteudet olivat tavanomaisia.

5.5.3 Rakenteiden ja materiaalien VOC-tutkimukset

Alapohjarakenteen päällysteistä otettiin 8 kpl materiaalinäytteitä, joista analysoitiin päällystämateriaalista, alapuolisesta liima-aineksesta sekä tasoitteesta vapautuvia VOC-yhdisteitä.

Opetustilasta 129 näyte otettiin lattianpinnoitteena olevasta vinyylilaatasta sekä laattojen liima-aineksesta. Muissa opetustiloissa näytteet otettiin muovimatoista sekä sen alla olevasta tasoitteesta ja liima-aineksesta.

Näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa tutkimuskartassa (liite 2). Materiaalinäytteiden analyysivastaukset ovat raportin liitteessä 5. Lattiamateriaalin VOC-näytteiden tulokset on esitetty taulukossa 5.3.

Taulukko 5.3. Alapohjan lattiapäällysteiden VOC-näytteiden tulokset.

Tunnus	Si-jainti	Materiaali	2-Etyyli-1-heksanoli [µg/m³g]	Alkoholit [µg/m³g]	TVOC [µg/m³g]	Tuloksen tulkinta
BULK.01-AP	Tila 238	muovimatto + liima	0,5	2,1	10	viitearvo ei ylity
BULK.02-AP	Tila 211	muovimatto + liima	633,5	1465	1553	viitearvo ylittyy
BULK.03-AP	Tila 164	muovimatto + liima	0,8	1,5	55	viitearvo ei ylity
BULK.04-AP	Tila 148	muovimatto + liima	-	1378	1465	viitearvo ylittyy
BULK.05-AP	Tila 166	muovimatto + liima	-	924	952	viitearvo ylittyy
BULK.06-AP	Tila 161	muovimatto + liima	223,3	331	362	viitearvo ylittyy
BULK.07-AP	Tila 129	vinyyli-laatta + liima	90,2	122	141	viitearvo ylittyy
BULK.08-AP	Tila 157	muovimatto + liima	48,7	62	93	viitearvo ei ylity

Tiloista 211, 148 ja 166 otetuissa näytteissä (BULK.02-AP, BULK.04-AP ja BULK.05-AP) lattiapäällysteiden TVOC-pitoisuuksien todettiin ylittävän Työterveyslaitoksen määrittämän viitearvon 500 µg/m³g (uudemmat PVC-matot, joissa pehmittimenä on DINCH, DINP tai DIDP¹). Näytteissä (BULK.02-AP, BULK.04-AP ja BULK.05-AP) todettiin kohonneena pitoisuutena myös alkoholeja. Näytteissä BULK.02-AP, BULK.06-AP ja BULK.07-AP todettiin kohonneena pitoisuutena 2-etyyli-1-heksanolia, mikä indikoi muovimaton kemiallisesta hajoamisesta.

Tulosten tulkinnassa on huomioitu laboratorion antama mittausepävarmuus (50 %).

¹ PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

TVOC 500 µg/m³g

2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

C9-alkoholit 320 µg/m³g

Näytteiden BULK.02 sekä BULK.04-06-AP kohdalla todettiin kemiallista tuoksua liima-aineksessa, joka tukee laboratorioanalyysissä havaittuja kohonneita pitoisuuksia.

Tilojen 164 ja 157 (BULK.03 ja BULK.08) kohdalla muovimaton alapuolinen liima-aines ja tasoite oli tummentunut. Näytteenottokohdissa todettiin lievää mikrobiperäistä tuoksua, joka viittaa tasoitteen ja liima-aineksen mikrobivaurioitumiseen.



Kuva 5.16. BULK.03-AP näytteenottokohta. Liima-aineksessa tummentumaa (tila 164).



Kuva 5.17. BULK.08-AP näytteenottokohta. Liima-aineksessa tummentumaa (tila 157, ruokala).

5.6 Johtopäätökset

Rakennuksessa on osin maanvastainen alapohjarakenne ja osin ryömintätilallinen alapohjarakenne, jota on lähtötietojen perusteella osittain saneerattu vuosien saatossa. Kosteusmittauksen sekä bulk-VOC-näytteiden ja aistinvaraisten havaintojen perusteella, uusimisen yhteydessä on tiivis lattiapinnoite asennettu paikoin liian kostean alustan päälle, eikä rakenne ole päässyt kuivumaan. Tiiviin lattiapäällysteen alle jäävä kosteus voi aiheuttaa sekä mikrobivaurioita että päällysteissä käytettyjen liimojen ja pehmitinaineiden kemiallista hajoamista, jotka heikentävät sisäilman laatua. Tutkimustulosten perusteella kyseinen riski on monin paikoin toteutunut.

Todetut kohonneet kosteusarvot lattiapäällysteiden alapuolella ovat pääosin sellaisilla alueilla, joissa on tehty korjauksia alapohjarakenteelle vuoden 2000 perusparannuksessa. Kohonneita kosteuspitoisuuksia sijaitsee lähinnä maanvaraisen alapohjarakenteen alueella. Tehdyillä tutkimuksilla ei täysin voida poissulkea myös alapohjarakenteeseen maaperästä kapillaarisesti nousevaa kosteutta, mutta sen vaikutus sisäilman laatuun ja materiaalien mahdolliseen vaurioitumiseen on nykyisellään vähäinen.

Laajemmin alapohjarakenteen kosteustekniseen tai rakennusfysikaaliseen toimivuuteen ei voida ottaa kantaa nyt tehdyillä tutkimuksilla.

Ryömintätila oli yleisilmeeltään siisti, eikä rakenteissa todettu aistinvaraisella tarkastelulla kosteutta. Ryömintätilassa ei todettu mikrobivaurioon viittaavaa tuoksua. Ryömintätila on koneellisesti tuuletettu ja ryömintätilan tuuletus on havaintojen perusteella normaalitilassa riittävä. Tutkimushetkellä ryömintätila oli vuodenaikaan nähden melko lämmin, koska tuuletusputket olivat lumen peitossa. Todennäköisesti ryömintätilaan tulee korvausilmaa sisätiloista. Tilanne ei kuitenkaan aiheuta tarkasteluhetkellä riskiä kosteuden tiivistymiselle, mutta ryömintätilan tuuletuspääljujen toimivuus on suositeltavaa korjata pikaisesti, jotta korvausilmaa pääsee kulkeutumaan tilaan riittävästi.

Ryömintätilasta käsin katsottuna alapohjarakenteen läpiviennit ovat aistinvaraisesti arvioiden epätiiviitä, mutta tiivistyskorjaussuunnitelmissa on esitetty detaljipiirustuksia läpivientien tiivistämiselle. Todennäköisesti ryömintätilasta tulevat ilmavuodot ovat vähäisiä.

5.7 Toimenpide-ehdotukset

Tutkimustulosten perusteella alapohjarakenteelle on suositeltavaa toteuttaa ensisijaisesti lattiapäällysteiden vaihto tiloissa, joissa on todettu kohonneita kosteuspitoisuuksia sekä lattiapäällysteiden vaurioitumista. Uusimisen yhteydessä on suositeltavaa jyrsiä betonilaattaa pois riittävästi sekä kuivattaa rakenne. Ennen uusien päällysteiden asentamista on suositeltavaa varmistaa porareikämittauksin jäävän betonirakenteen kosteuspitoisuus.

Lattiapäällyste on suositeltavaa uusia ja betonilaattaa jyrsiä tiloissa:

- Varasto 165 sekä osittain opetustila 166
- Opetusvälinevarasto 161
- Siivouskeskus 162 sekä käytävä sen vieressä ja osittain opetustila 164
- Musiikkiluokka 211
- Osittain Maantieto ja Biologian luokka 238
- Luokka 148 WC-tiloja vasten oleva seinusta sekä käytävä 129 WC-tilojen kohdalla
- Keittiön ja ruokalanvälinen käytävä (linjaston kohdalla), tila 157

Ryömintätilassa todetut putkivuodot on suositeltavaa korjata ja käytöstä poistetut viemärit on suositeltavaa tulpata palo- ja kaasutiiviisti.

6 Ulkoseinärakenne

Lähtötietojen mukaan rakennuksen pääasiallinen ulkoseinärakenne on tiili-villa-tiili-rakenne. Ikkunoiden kohdalla ulkoseinärakenteena on elementti-ikkunat, joissa alin aukko on levytetty sisäpuolelta. Paikoin rakennuksen sokkelin ulkokuori on korkeampi.

6.1 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

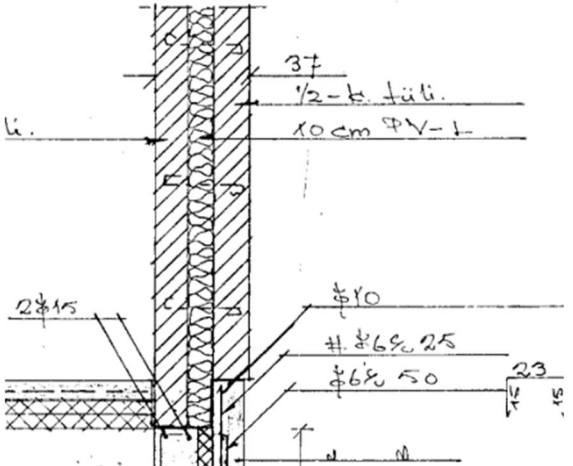
Lähtötietojen mukaan ikkunat on saneerattu vuoden 2000 perusparannuksen yhteydessä. Lisäksi, ulkoseinärakenteille on suoritettu sisäpuolisia tiivistyskorjauksia vuosina 2012, 2015 ja 2018.



Kuva 6.1. Vega-rakennuksen ensimmäisen kerroksen tiivistetyt luokkatilat. Punaisella on merkitty vuosina 2011-2012 tiivistetyt tilat, joihin on toteutettu laadunvarmistuksena merkkiainekokeita. Vihreällä on merkitty tilat, joihin on toteutettu suunnitelmat vuosina 2015 ja 2017. Lähtötietojen perusteella ei ole täyttä varmuutta tiivistysten tarkasta laajuudesta ja toteutuksesta.

6.2 Rakennetyypit

Pääasiallinen ulkoseinärakenne alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan (leikkaus 1-1, 1973)

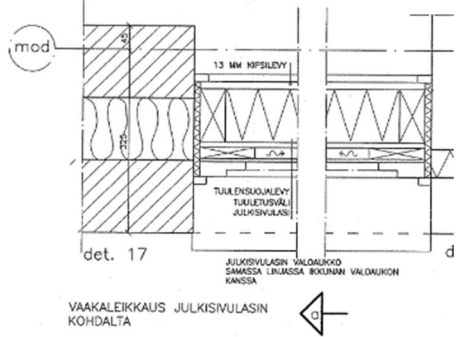
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
130	tiili	
100	mineraalivilla	
130	tiili	

Pääasiallinen ulkoseinärakenne rakenneavausten RA.03, RA.08, RA.09 ja RA.10 mukaan.

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
130	punainen reikätiili	
170	mineraalivilla	
130	kalkkihiekkatiili	

Sokkelin ja alimman tiilen välissä todettiin bitumisively. Sively ei sisällä asbestia eikä PAH-yhdisteitä. Rakennearauksissa RA.09 ja RA.10 todettiin eristetilassa jyräjän tmv. pesä.

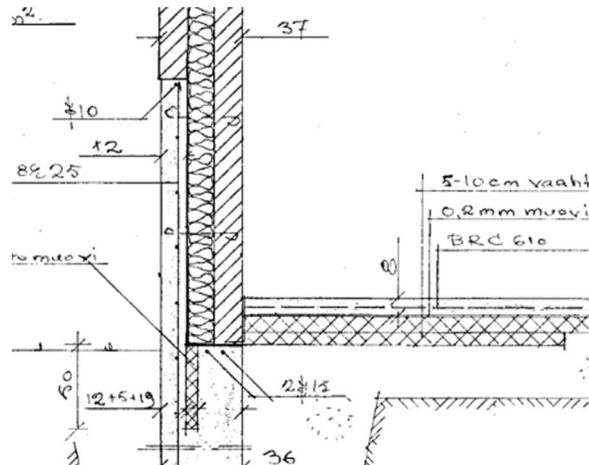
Ulkoseinärakenne uusittujen ikkunaelementtien kohdalla lueteltuna ulkoa sisäänpäin (Ikkuna-detelji, ARK-411, Raksystems Oy, 2000)

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
-	Julkisivulasi	
-	Tuuletusväli	
-	Tuulensuojavaneri	
-	Mineraalivilla	
-	Höyrynsulkumuovi	
130	Kipsilevy	

Ulkoseinärakenne uusittujen ikkunaelementtien kohdalla, rakenneavausten RA.01, RA.02, RA.04, RA.05, RA.06 ja RA.07 mukaan, lueteltuna ulkoa sisäänpäin.

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
-	Julkisivulasi	
25	Tuuletusväli/Koolauspuu	
12	Tuulensuojavaneri	
100	Mineraalivilla	
-	Höyrynsulkumuovi (avausta ei jatketu)	

Ulkoseinärakenne korkeamman sokkelin kohdalla, alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan (leikkaus 9-9, 1973)

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
-	Betoni (sokkeli)	
-	Mineraalivilla	
-	Tiili	

Ulkoseinärakenne uusittujen ikkunaelementtien kohdalla, rakenneavausten RA.01, RA.02, RA.04, RA.05, RA.06 ja RA.07 mukaan, lueteltuna ulkoa sisäänpäin.

Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
-	Betoni (sokkeli)	
100	Mineraalivilla	
120	kalkkihiekkatiili	

Sokkelin sisäpinnassa ei todettu bitumisivelyä.

6.3 Rakenteesta tehdyt havainnot

Rakennuksen pääasiallista ulkoseinärakennetta tarkasteltiin ulkopuolelta tehdyillä rakenneavauksilla RA.03, RA.08, RA.09 ja RA.10. Rakenne on lähtötietojen ja tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella ns. valesokkelirakenne, koska ulkoseinän lämmöneriste jatkuu alapohjalaatan alapuolelle. Tehtyjen rakenneavausten perusteella todetut ulkoseinärakenteet vastaavat suunnitelmissa esitettyjä ulkoseinärakenteita.

Rakenneavauksista poistettiin alimman rivin tiili. Rakenteesta ei todettu tuuletusväliä. Alimman tiilen ja sokkelin välissä todettiin bitumisively kapillaarikatkona. Sively jatkuu sokkelin sisäpinnassa. Lämmöneristeenä olevassa mineraalivillassa todettiin mikrobiperäistä tuoksua kaikissa tiilirakenteeseen tehdyissä avauksissa. Rakenneavausten RA.09 ja RA.10 kohdalla eristeessä todettiin

olevan jyrsijän tmv. pesä. Kohdissa todettiin jyrsijän ulostetta sekä paljon orgaanista materiaalia eristeen seassa.

Ikkunaelementteihin toteutettiin yhteensä kuusi rakenneavausta. Avauksissa tehtyjen havaintojen perusteella ikkunaelementtien rakenteet on uusittu. Pääosin elementtien ulkopuolisissa rakenteissa todettiin tummentumia runkokuissa ja listoituksissa. Ikkunaelementtien julkisivulasitetussa osassa todettiin tuuletusraot ala- ja yläosassa.

Mineraalivilloissa todettiin paikoitellen tummentumia ulkoreunoissa ja nurkissa. Rakenneavauksissa ei todettu runkopuiden sisäosissa merkkejä vesivuodoista tai kohonneesta kosteusrasituksesta. Rakenneavauksen RA.02-US elementin ja ulkoseinärakenteen välissä todettiin rako, mikä voi lisätä viistosateella veden kulkeutumista rakenteeseen. Ikkunaelementteihin toteutetuissa rakenneavauksissa ei todettu lämmöneristeissä mikrobivaurioon viittaavaa tuoksua. Tutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella ikkunaelementtien kohdalla rakenteiden vedenohjausjärjestelmät ovat asianmukaisia.



Kuva 6.2. RA.03-US. Liikuntasalin pääty. Kohdalla matala sokkeli ja tiilien ulkopinnassa leväkasvustoa.



Kuva 6.3. RA.03-US. Mineraalivilla jatkuu n. 200 mm sokkelin alapuolelle. Sokkeli on n. 200 mm ympäröivää maan pintaa ylempänä.



Kuva 6.4. RA.08-US. Sokkelin sisäpinnassa on sively. Sively ei sisällä asbestia tai PAH-yhdisteitä.



Kuva 6.5. RA.09 ja RA.10 todettiin eristeessä jyrsijän pesä ja ulostetta.



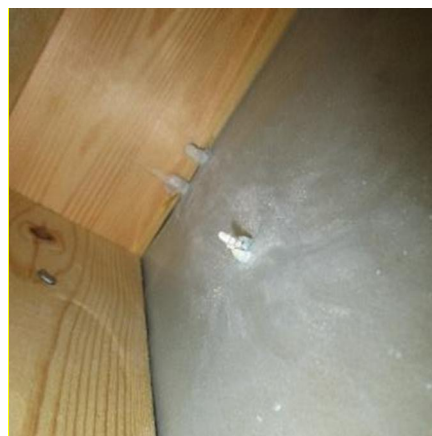
Kuva 6.6. RA.09 ja RA.10 todettiin eristeessä jyrsijän pesä ja ulostetta.



Kuva 6.7. RA.11-US. Sokkelin sisäpinnassa ei todettu bitumisivelyä.



Kuva 6.8. RA.01-US. Ikkunoiden kohdalla todettiin rakenteessa höyrynsulkumuovi. Kohdassa muovit on limitetty, mutta ei ole teipattu.



Kuva 6.9. Ikkunoiden kohdalla rakenteessa on useita höyrynsulun lävistäviä ruuveja.



Kuva 6.10. RA.05-US. Rakenneavauskohdassa höyrynsulkumuovi ei ylety runkopuun ja sisäverhouslevyn väliin eikä sitä ole teipattu.



Kuva 6.11. RA.04-US. Tuulensuojalevyssä todettiin tummentumaa ulkopinnalla.



Kuva 6.12. RA.06-US. Ikkunaelementin runko-
puissa todettiin tummentumaa alaosassa.



Kuva 6.13. RA.05-US. Ikkunaelementtien kohdalla mineraalivillan nurkissa todettiin tummentumaa, joka viittaa ilman liikkumiseen rakenteessa.



Kuva 6.14. RA.01-US. Ikkunaelementtien runko-
puiden välit on tiivistetty mineraalivillalla.



Kuva 6.15. Toisen sisäpihan oven viereisessä ik-
kunassa on sisäpuolella kosteusvauriojälkiä.

6.4 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

6.4.1 Mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteiden kuntoa arvioitiin ottamalla rakenneavausten yhteydessä materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Materiaalinäytteet MA.01, MA.02 sekä MA.04-MA.08 ovat otettu ikkunaelementtien lämmöneristeestä. Muut materiaalinäytteet ovat otettu tiili-villa-tiilirakenteisen ulkoseinärakenteen lämmöneristeestä.

Taulukko 6.1. Materiaalinäytteiden tulokset

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MA.01-US	Tila 153	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MA.02-US	Tila 125	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Epäily mikrobikasvustosta
MA.03-US	Tila 218	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Epäily mikrobikasvustosta
MA.04-US	Tila 134	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MA.05-US	Tila 134	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MA.06-US	Tila 113	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MA.07-US	Tila 164	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MA.08-US	Tila 167	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MA.09-US	Tila 103	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.10-US	Tila 114	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.11-US	Tila 130	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.12-US	Tila 153	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.13-US	Tila 148	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.14-US	Tila 130	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.15-US	Tila 135	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.16-US	Tila 112	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.17-US	Tila 101	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.18-US	Tila 108	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.19-US	Tila 130	Ulkoseinän lämmöneriste	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa
MA.20-US	Tila 111	US/SOK lämmöneriste	Mineraalivilla	Epäily mikrobikasvustosta

Analyysivastaukset ovat liitteessä 3.

Näytteissä, joissa on todettu mikrobikasvustoa (MA.09-MA.19), todettiin analyysivastauksissa kohonneita pitoisuuksia sädesieniä (kosteusvaurioindikaattorimikrobi) sekä muita kosteusvaurioindikaattorimikrobilajeja. Näytteiden kokonaishomesienipitoisuudet olivat myös koholla (+++/++++).

Näytteissä MA.02, MA.03 ja MA.20 todettiin analyysivastauksissa lievästi kohonneina pitoisuuksina kosteusvaurioindikaattorimikrobilajeja (mm. sädesienet, *Chaetomium sp.*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus versicolor*)

6.4.2 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteiden tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainekokein. Merkkiainekokeet suoritettiin käyttöolosuhteissa. Merkkiainekokeiden aikana sisätiloissa vallitsi noin 4...11 Pascalin suuruinen alipaine suhteessa ulkoilmaan. Merkkiainekokeita suoritettiin tiloihin, joissa ei lähtötietojen mukaan ole tehty tiivistyksiä, sekä tiloihin, joissa on lähtötietojen mukaan tiivistetty ulkoseinärakenteita.

Rakenneosan tarkastelut suoritettiin syöttämällä seinärakenteen eristerokkseen tyypivety-kaasua (N₂ 95%, H₂ <5%) (4 l/min). Kaasun kulkeutumista rakenteessa havainnoitiin kaasudetektorilla.

Kokeiden suoritusalue on esitetty raportin liitteenä olevassa tutkimuskartassa (liite 2).

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot liikuntasalissa (ME.01-US):

- ilmavuotokohta pitkällä sivulla patterin kannakkeen kohdalla
- ilmavuotoa pitkällä sivulla pilarin kohdalla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä

Rakennuksen päädyssä vastaavista rakenteista ei todettu vuotoja. Lähtötietojen ja aistinvaraisten havaintojen mukaan liikuntasalin rakenteita on tiivistetty vuoden 2017 jälkeen (Sweco 2017).



Ilmavuotoa patterikannakkeesta (liikuntasali)



Ilmavuotoa AP-US-liittymästä (liikuntasali)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 112 (ME.02-US):

- Ei vuotoja

Lähtötietojen mukaan tilan 112 ulkoseinärakenteita ei ole tiivistetty. Aistinvaraisten havaintojen mukaan liikuntasalin rakenteita on tiivistetty vuoden 2015 tiivistyskorjauksissa (Sweco 2015).

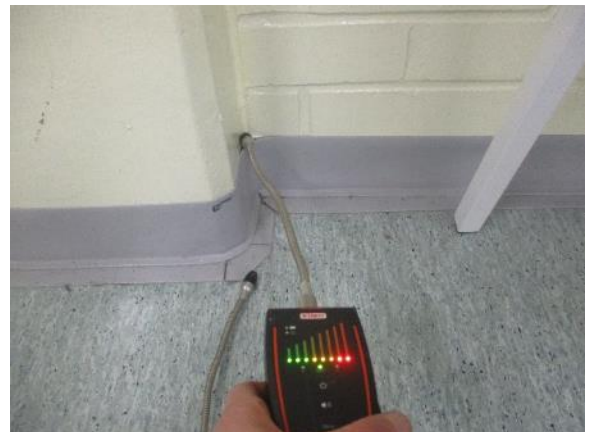
Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 130 (ME.03-US):

- selkeää ilmavuotoa päätyseinällä pilarin molemmilla puolilla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä
- ilmavuotokohta samalla seinustalla alapohjan ulkoseinän liittymässä

Lähtötietojen ja aistinvaraisten havaintojen mukaan tilan 130 rakenteita on tiivistetty vuoden 2015 jälkeen (Sweco 2015).



Ilmavuotokohdat luokan päätyseinustalla (tila 130)



Ilmavuotoa pilarin kohdalla AP-US-liittymästä (tila 130)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 153 (ME.04-US):

- pistemäistä ilmavuotoa ulkoseinä- ja alapohjarakenteen liittymästä
- pistemäinen ilmavuoto ikkunaelementin ja ulkoseinärakenteen liittymästä



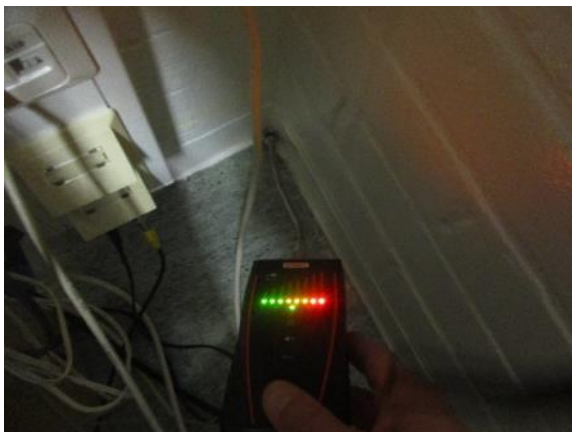
Ilmavuotoa paikat tilassa 153.



Ilmavuotoa ikkunan karmista (153)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 114 (ME.05-US):

- selkeää ilmavuotoa nurkassa alapohja- ja ulkoseinärakenteen liittymästä
- lievä pistemäinen Ilmavuoto ikkunaelementin ja ulkoseinän liittymästä



Ilmavuotoa alapohjan ja ulkoseinän liittymästä (tila 114)



Lievä pistemäinen Ilmavuoto ikkunaelementin ja ulkoseinän liittymästä (tila 114)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 238 (ME.06-US):

- ilmavuotoa ikkunasivulla pilarin kohdalla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä
- pistemäinen Ilmavuoto ikkunakarmin kohdalla
- lieviä pistemäisiä Ilmavuotoja tiilisaumoista (useampi kohta)



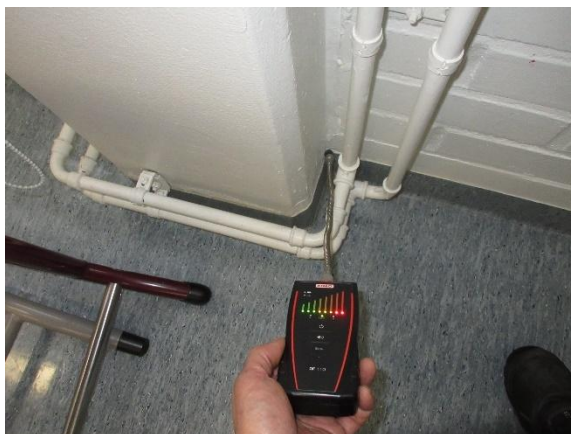
Ilmavuotoa ikkunasivulla pilarin kohdalla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä (tila 238)



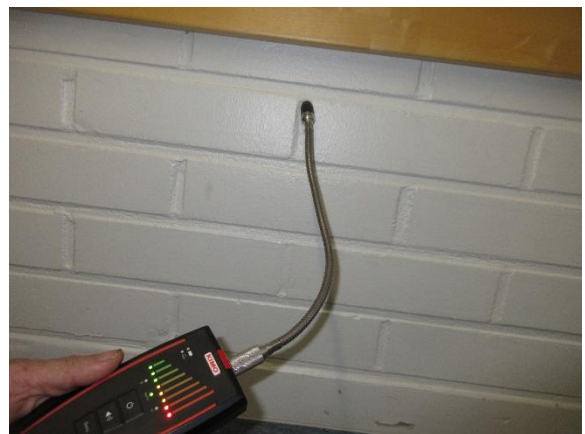
Pistemäinen Ilmavuoto ikkunakarmin kohdalla (tila 238)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 237 (ME.07-US):

- ilmavuotoa ikkunasivulla pilarin kohdalla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä
- pistemäinen Ilmavuoto ikkunaelementin ja ulkoseinän liittymästä
- pistemäisiä Ilmavuotoja tiilisaumoista (useampi kohta)



Ilmavuotoa ikkunasivulla pilarin kohdalla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä (tila 237)



Pistemäisiä Ilmavuotoja tiilisaumoista (useampi kohta, tila 237)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 135 (ME.08-US):

- pistemäinen Ilmavuoto ikkunakarmin kohdalla
- pistemäinen Ilmavuoto ikkunaelementin ja ulkoseinän liittymästä



Pistemäinen Ilmavuoto ikkunaelementin ja ulkoseinän liittymästä (tila 135)



Pistemäinen Ilmavuoto ikkunakarmin kohdalla (tila 135)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 208 (ME.09-US):

- ilmavuotoja ikkunakarmin kohdalla



Ilmavuotoa ikkunakarmin kohdalla (tila 208)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 167 (ME.10-US):

- selkeää ilmavuotoa muovimaton ylösnoston kohdalla
- ilmavuotoa tiiliseinän ja pilarin liittymästä
- ilmavuotoja ikkunakarmin kohdalla
- pistemäisiä ilmavuotoja tiilisaumoista (useampi kohta)



Ilmavuotoa tiiliseinän ja pilarin liittymästä (tila 167)



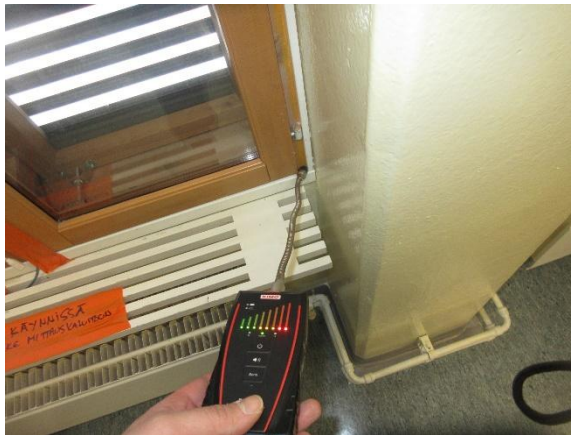
Selkeää ilmavuotoa nurkassa muovimaton ylösnoston kohdalla (tila 167)



Pistemäisiä ilmavuotoja tiilisaumoista (useampi kohta)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 171 (ME.11-US):

- ilmavuotoja ikkunakarmin kohdalla
- ilmavuotoa ikkunaelementin ja pilarin liittymästä muovimaton ylösnoston kohdalla



Ilmavuotoa ikkunakarmin kohdalla (tila 171)



Ilmavuotoa ikkunaelementin ja pilarin liittymästä muovimaton ylösnoston kohdalla (tila 171)

Merkkiainekokeessa tehtiin seuraavat havainnot tilassa 101 (ME.12-US):

- ilmavuotoja ikkunakarmin kohdalla
- pistemäisiä ilmavuotoja muovimaton ylösnoston kohdalla
- ilmavuotoa tiiliseinän ja pilarin liittymästä



Ilmavuotoa ikkunaelementin ja pilarin liittymästä muovimaton ylösnoston kohdalla (tila 101)



Pistemäisiä ilmavuotoja muovimaton ylösnoston kohdalla (tila 101)

6.4.3 Haitta-aineet

Rakenneavauksen RA.03-US yhteydessä ulkoseinärakenteen alimman tiilen ja sokkelin betonin välissä olevasta bitumisivellystä otettiin asbesti ja PAH-materiaalinäytteet haitta-aineanalyysiä varten.

Taulukko 6.2. Haitta-aineiden analyysitulokset

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
HA.01-ASB	Tila 103	Sokkelin ja alimman tiilen välinen bitumisively	Bitumisively	Ei sisällä asbestia
HA.01-PAH	Tila 103	Sokkelin ja alimman tiilen välinen bitumisively	Bitumisively	Ei raja-arvoja ylittäviä tuloksia

Tutkitussa asbestimateriaalinäytteessä ei todettu asbestia, eikä tutkitussa PAH-materiaalinäytteessä todettu raja-arvoja ylittäviä tuloksia.

Haitta-aineiden näytteenottopaikat on esitetty liitteen 2 tutkimuskartoissa. Analyysivastaukset on esitetty liitteessä 4.

6.5 Johtopäätökset

Tiili-villa-tiili rakenteiden ulkoseinärakenteiden eristeistä otettiin useita mikrobinäytteitä, joista 85 %:ssa (11/13) todettiin mikrobikasvustoa. Kahdessa näytteessä todettiin epäily mikrobikasvustosta. Ulkoseinärakenteessa todettiin useita tekijöitä, jotka altistavat ulkoseinärakenteen kosteusrasitukselle. Mm. rakennuksen räystäättömyys lisää ulkoseinärakenteeseen kohdistuvaa viistosateen määrää. Tuulettumattomana ulkoseinärakenteen kuivumisedellytykset ovat heikot, mikä mahdollistaa mineraalivillaeristeiden mikrobivaurioitumisen. Oletettavasti kyseisiä vaurioita sijaitsee tiili-villa-tiilirakenteisessa ulkoseinässä kauttaaltaan.

Koska ulkoseinärakenteen lämmöneriste jatkuu alapohjalaatan alapuolelle (ns. valesokkeli), voi maaperästä kulkeutuva kosteus ja hulevedet lisätä ulkoseinärakenteiden alaosan kosteusrasitusta ja mahdollistaa osaltaan lämmöneristeiden mikrobivaurioitumisen.

Tutkimuksen yhteydessä tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella toteutetut sisäpuoliset tiivistyskorjaukset ovat pääosin pitäviä. Paikoitellen ulkoseinärakenteessa todettiin kuitenkin ilmavuotoja, mitkä voivat aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista ulkoseinärakenteista sisäilmaan. Ilmavuotoja todettiin alapohja- ja ulkoseinärakenteen liittymissä alapohjarakenteen lävistävien pilareiden ja ulkoseinänurkkien kohdalla.

Lähtötietojen mukaan ei ole täyttä varmuutta onko tiivistyskorjausten yhteydessä toteutettu laadunvarmistuksena merkkiainekokeita ja millä laajuudella tiivistyskorjaukset on tehty. Tilassa 112 ei suunnitelmien mukaan ole toteutettu tiivistyskorjauksia, mutta nyt tehtyjen tutkimusten mukaan tilassa ei todettu ilmavuotoja ulkoseinärakenteesta. Myös rakenteiden liikkuminen voi aiheuttaa tiivistyskorjauksessa käytettyjen materiaalien irtoamista ja mahdollistaa pistemäiset ilmauodot rakenteesta sisäilmaan.

Ilmavuotojen määrään vaikuttaa oleellisesti myös tilojen painesuhteet verrattuna ulkoilmaan ja eristetilaan. Tutkimuksen yhteydessä toteutettujen paine-eromittausten perusteella (ks. kohta 7) tutkitut tilat ovat valtaosan ajasta alipaineisia ulkoilmaan nähden, mikä voi lisätä ulkoseinän vaurioituneista eristeistä tulevia ilmavuotoja ja heikentää sisäilman laatua.

Lähtötietojen ja tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella ikkunaelementtien rakenteet on uusittu perusparannuksen yhteydessä. Ikkunarakenteiden sisäosissa ei todettu viitteitä mikrobivaurioitumisesta tai kohonneesta kosteusrasituksesta. Ikkunoiden ulkopuitteissa ja tuulensuojalevyissä todettiin tummentumia, jonka perusteella rakenteet altistuvat kosteudelle sekä ulkopinnat myös auringon valolle.

Rakenneavauksissa todettiin, että elementtien kohdalla on rakenteessa höyrynsulkumuovi, mutta höyrynsulkumuovin liitoksissa todettiin paikoin puutteita. Saumoja ei ole teipattu ja yhdessä

avauksessa höyrynsulkumuovia ei ole liitetty ulkoseinärakenteeseen. Höyrynsulkumuoveissa todettiin myös sen lävistäviä ruuveja. Kyseiset tekijät mahdollistavat ilmavuodot rakenteesta sisäilmaan. Ikkunaelementtien kohdalta otetuissa mikrobinäytteissä todettiin yhdessä näytteessä epäily mikrobikasvustosta (1/7, 14 %). Mikrobianalyysien ja aistinvaraisten havaintojen perusteella rakenne on kosteusteknisesti toimiva, eikä paikallisista ilmavuodoista ole merkittävää haittaa rakennuksen sisäilmalle.

Sisäpuolelta tehtyjen havaintojen perusteella ulkoseinärakenteiden sisäpinnoissa ei todettu viitteitä kosteusvaurioista. Tutkimuksien yhteydessä todettiin, että joidenkin tuuletusikkunoiden ulkopuoliset olivat auki, mikä voi aiheuttaa sadevesien kulkeutumista rakenteisiin.

6.6 Toimenpide-ehdotukset

Tutkimustulosten perusteella ulkoseinärakenteille on suositeltavaa toteuttaa lähitulevaisuudessa purkava korjaus, jossa tiili-villa-tiiliulkoseinärakenteesta poistetaan vaurioituneet rakenneosat ja materiaalit, ja ulkoseinärakenne uusitaan rakennusfysikaalisesti toimivaksi. Toimenpiteet vaativat korjaussuunnittelua. Korjausta suunniteltaessa on huomioitava myös muille rakenteille (esim. yläpohja/räystä, sokkeli) mahdollisesti suoritettavat toimenpiteet ja korjausten vaatimat muutokset.

Vaihtoehtoisesti siirtävänä korjauksena suositellaan ulkoseinärakenteiden tiivistämistä sisäpuolelta kauttaaltaan sekä toteutettavan jatkuvaa seurantaa ulkoseinärakenteiden tiiveyden osalta merkkiainekokein. Huomioitava, että kyseisiä ilmavuotopaikkoja esiintyy todennäköisesti myös muissa vastaavissa rakenteissa kuin tässä tutkimuksessa on esitetty. Koska ilmavuotopaikkoja todettiin lähes kaikissa tutkituissa tiloissa ja osin ne toistuvat systemaattisesti ja osin ne eroavat tilakohtaisesti, ei voida antaa tarkkaa tiivistyslaajuutta ulkoseinärakenteiden osalta.

Vaihtoehtoisesti voidaan harkita myös tiivistyskorjausten toteuttamista tilakohtaisesti, jolloin tila kerrallaan päätetään tilan tiivistyskorjaustarpeet, jotka perustuvat tilojen käyttöasteeseen ja -tarpeeseen, tilojen käyttäjien havaintoihin sekä tiloissa tehtyjen merkkiainekokeiden tuloksiin ulkoseinärakenteiden tiiveydestä.

Merkkiainekokeita suositellaan suoritettavan 1-2 vuoden välein, koska tiivistyskorjauksessa käytetyt materiaalit voivat elää ja irrota rakenteiden liikkumisen seurauksena mikä mahdollistaa uusien ilmanvuotopaikkojen syntymisen rakenteisiin.

7 Paine-eromittaukset

Tiloihin 102, 131, 171, 208 ja 238 asennettiin jatkuvatoimiset paine-eromittalaitteet (Tinytag paine-erodataloggeri ja ProDual PEL-DK paine-erolähetin) sisä- ja ulkoilman välisten paine-erojen tutkimiseksi. Painesuhteisiin vaikuttavat mm. ilmanvaihtojärjestelmän asetukset, ulkoilman ja sisäilman välinen lämpötilaero, tilojen käyttö ja tuuliolosuhteet. Seurantamittaukset suoritettiin ajalla 24.2. - 12.3.2021. Paine-eromittauksen kuvaajat on esitetty liitteessä 6.

Taulukko 7.1. Paine-eromittaukset

Tunnus	Tila	Paine-eron vaihteluväli (Pa)	Paine-eron keskiarvo (Pa)
PA.01	Opetustila 238	-22... +25	-7,5
PA.02	Opetustila 208	-32... +8	-8,3
PA.03	Opetustila 131	-17... +10	-5,7
PA.04	Opetustila 102	-30... +9,4	-5,8
PA.05	Opetustila 171	-25...+6,5	-5,9

Tilassa 238 (PA.01) paine-ero ulkoilmaan nähden vaihteli pääosin -16...0 Pa välillä. Käyttöaikoina (ark. 6-18) ilmanvaihtokoneen ollessa oletettavasti 1/1-teholla, paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä oli selkeästi alipaineisempi (-16...-10 Pa) kuin ilta- ja yöaikaan sekä viikonloppuisin (-8...-2 Pa). Tulosten perusteella ilmanvaihtokone käy hetkellisesti päällä viikonloppuisin n. klo 9-10. Keskimäärin paine-ero tilassa oli noin -7,5 Pa.

Tilassa 208 (PA.02) todettiin vastaavasti kuin tilassa 238. Käyttöaikoina (ark. 6-18) ilmanvaihtokoneen ollessa oletettavasti 1/1-teholla, paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä oli selkeästi alipaineisempi (jopa -18 Pa) kuin ilta- ja yöaikaan sekä viikonloppuisin (-8...-2 Pa). Keskimäärin paine-ero tilassa oli noin -8,3 Pa.

Tilassa 131 (PA.03) ei todettu vastaavia jaksotuksia kuin mittapisteissä PA.01 ja PA.02. Paine-eron vaihtelu ulkovaipan yli oli pääsääntöisesti välillä -12...-2 Pa riippumatta viikonpäivästä tai kellonajasta (keskimäärin noin -5,7 Pa).

Tilassa 102 (PA.04) todettiin lievästi suurempia alipaineisuuksia käyttöaikoina, mutta vaihtelu ei ollut yhtä selkeää kuin mittapisteissä PA.01 ja PA.02. Pääosin paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä oli -10...-2 Pa (keskimäärin noin -5,8 Pa).

Tilassa 171 (PA.05) ei todettu vastaavia jaksotuksia kuin mittapisteissä PA.01 ja PA.02. Paine-eron vaihtelu ulkovaipan yli oli pääsääntöisesti välillä -10...0 Pa riippumatta viikonpäivästä tai kellonajasta (keskimäärin noin -5,9 Pa).

7.1 Johtopäätökset

Tutkitut tilat ovat valtaosan ajasta alipaineisia ulkoilmaan nähden, mikä voi lisätä ulkoseinän vaurioituneista eristeistä tulevia ilmapuotoja ja heikentää sisäilman laatua.

Tutkimusten perusteella ilmanvaihtokoneessa on ainakin osassa tiloja käytössä aikaohjelmia. Ilmanvaihdon säädöissä on huomioitava, ettei ulko- ja sisäilman välinen paine-ero olisi merkittävästi alipaineinen käyttöaikoina tai niiden ulkopuolella.

7.2 Toimenpide-ehdotukset

Koska ulkoseinärakenteissa on todettu lähes kauttaaltaan vaurioituneita mineraalivillaeristeitä, sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero on suositeltavaa pyrkiä pitämään mahdollisimman lähellä tasapainotilaa, jotta hallitsemattomien rakenteista tulevien ilmapuotojen määrä on mahdollisimman vähäinen.

Ilmanvaihdon säätötyöt on suositeltavaa toteuttaa kiireellisenä korjauksena.

8 Muut havainnot

8.1 Huoneen 101 luukun tarkastus

Luokan/tilan 101 nurkassa kulkee levyrakenteinen putkikotelo. Kotelon sisällä kulkee sadevesiviemäri. Havaintojen perusteella kotelorakenteesta ei todettu viitteitä vuodoista tai mikrobiperäistä tuoksua. Yläpohjarakenteen betonilaatan läpivienti oli tiivistetty/massattu.



Kuva 8.1. Luokan 101 nurkassa on levytetty putkikotelo.



Kuva 8.2. Putkikotelossa kulkee sadevesiviemäri.



Kuva 8.3. Kotelo on metallirankainen ja kipsilevytetty. Kipsilevyissä ei todettu viitteitä kosteus-/mikrobivaurioista.



Kuva 8.4. Yläpohjan läpivienti on tiivistetty.

8.2 Johtopäätökset

Tarkastetun kotelorakenteen sisällä ei todettu viitteitä kosteus- ja/tai mikrobivaurioista tai ilma- vuodoista. Kotelorakenteen sisällä olevat läpiviennit on aistinvaraisen tarkastelun mukaan tiivistetty.

8.3 Toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksen perusteella rakenteelle ei esitetä toimenpiteitä.

9 Yhteenveto

Ensisijaisesti rakennukselle suositellaan ulkoseinärakenteiden purkavaa korjausta. Korjaustoimenpiteet edellyttävät korjaussuunnittelua. Ulkoseinärakenteen korjaussuunnittelun yhteydessä on suositeltavaa ottaa huomioon myös yläpohjarakenteen ja sokkelirakenteen korjaukset.

Koska vaurioituneesta ulkoseinärakenteesta ei ole todettu laaja-alaisesti merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan, voidaan vaihtoehtoisesti rakenteille toteuttaa siirtävänä korjauksena tiivistyskorjauksia. Huomioitavaa kuitenkin on, että mikäli rakenteiden kosteusrasituksen syytä ei poisteta, jatkuu rakenteiden vaurioituminen. Mahdollisten tiivistyskorjausten laadunvarmistusta on suositeltavaa toteuttaa säännöllisesti vähintään kahden vuoden välein.

Siirtävän korjauksen toimenpide-ehdotukset pääkohdittain:

Julkisivut ja piha-alue

- Ulkopuolisten porrastasanteiden kaatojen korjaus
- Vesikatoilta tulevien syöksyputkien korjaus
- Liikuntasalin päädyn vastakaadon toteutus
- Ikkunarakenteiden huoltokunnostus

Salaojajärjestelmä

- Järjestelmän huuhtelu ja kuvaus
 - Mahdolliset salaojajärjestelmän korjaus/uusimistoimenpiteet määritetään kuvausten perusteella

Sokkelirakenne

- Sokkelirakenteen puhdistus

Alapohjarakenne / ryömintätila

- Ryömintätilan tuulettuvuuden varmistus kesällä
- Vuotavien putkien korjaus ryömintätilassa
- Lattiapäällysteiden uusiminen tiloissa:
 - Varasto 165 sekä osittain opetustila 166
 - Opetusvälinevarasto 161
 - Siivouskeskus 162 sekä käytävä sen vieressä ja osittain opetustila 164
 - Musiikkiluokka 211
 - Osittain Maantieto ja Biologian luokka 238
 - Luokka 148 WC-tiloja vasten oleva seinusta sekä käytävä 129 WC-tilojen kohdalla
 - Keittiön ja ruokalanvälinen käytävä (linjaston kohdalla), tila 157

Uusimisen yhteydessä on suositeltavaa jyrsiä betonilaattaa sekä kuivattaa betonilaattaa ennen päällystämistä.

Ulkoseinärakenne

Ulkoseinärakenteiden peruskorjaus. Vaihtoehtoisesti ulkoseinärakenteiden sisäpuolinen tiivistyskorjaus kauttaaltaan tai tilakohtaisesti. Tiivistyskorjausten osalta suositellaan toteutettavan jatkuvaa seurantaa ulkoseinärakenteiden tiiveyden osalta merkkiainekokein.

Ilmanvaihto

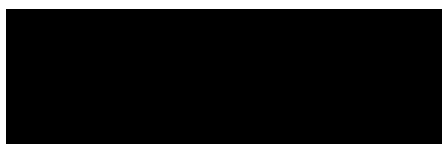
Ilmanvaihdon säätö (kiireellinen)

10 Liitteet

Liite 1:	Tutkimusmenetelmät- ja kuvaukset (8 sivua)
Liite 2:	Tutkimuskartat (2 sivua)
Liite 3:	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit (10 sivua)
Liite 4:	Haitta-aineiden laboratorioanalyysit (2 sivua)
Liite 5:	VOC-analyysi bulk-näytteistä (17 sivua)
Liite 6:	Paine-eromittausten kuvaajat (5 sivua)

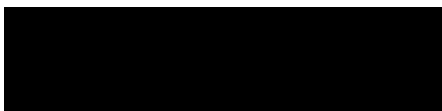
Espoossa 19.4.2021

Sitowise Oy



Lauri Sinelampi DI

Tarkastanut:



Jussi Erkkilä
ins. AMK, Rakennusterveysasiantuntija C-23650-26-17
Sisäilma-asiantuntija C-23277-38-17

TUTKIMUSMENETELMÄT JA KÄSITTEET

1 Haitta-aineet

1.1 Asbesti

Asbesti on yleisnimi eräille luonnossa esiintyville silikaattimineraalikuuduille. Rakennusmateriaalissa asbestia on käytetty lisäämään materiaalin palonkestoa ja lujuutta, suojaamaan kosteushaittoilta ja kemialliselta rasitukselta, sekä parantamaan akustisia ominaisuuksia. Asbestia on käytetty rakentamisessa mm. putkieristeissä, ruiskutettuna eristeenä, tasoitteissa, kiinnityslaasteissa, maa-leissa, liimoissa, rakennuslevyissä, ilmastointikanavissa, muovimatoissa, saumaustaasteissa, kaa-keleissa, vinyylilaatoissa, palokatkoeristeissä, palo-ovissa, proppausmassoissa, sekä vesikatto- ja julkisivumateriaaleissa.

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920 – 1990-luvuilla. Krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Käytännössä jokainen 1920 – 1990 luvun rakennus sisältää asbestia jossain muodossa. Asbestia sisältäviä julkisivujen maali- ja pinnoitetuotteita (mm. Kenitex, Flekson, Decoralt ja Gencoat) on käytetty pääsääntöisesti 1960–1985 välisenä aikana.

1.1.1 Yleisimmät asbestilaadut

Krysotiili (valkoinen asbesti). Käytetty asbestisementtituotteissa, kitkapinnoissa ja tiivisteissä.

Krokidoliitti (sininen asbesti). Krokidoliittia pidetään vaarallisimpana asbestityyppinä. Käytetty ruiskutuseristeenä, erityisesti paloneristeissä, ja kohteissa, joissa tarvittiin haponkestävyyttä. Käyttö kiellettiin 1976.

Amosiitti (ruskea asbesti). Käytetty sekoitettuna magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeenä ja lämmityskattiloiden eristeenä.

Antofylliitti. Louhittiin Suomessa vuoteen 1974 asti. Käytetty tuotteissa, joiden piti olla emäksentäi haponkestäviä kuten asbestipahveissa, sementtimassoissa ja eristemassoissa.

Tremoliitti ja aktinoliitti. Kumpikaan ei ole puhtaana ollut kaupallinen asbestituote, mutta niitä voi esiintyä epäpuhtauksina muissa asbestilaaduissa ja muissa mineraaleissa.

1.1.2 Asbestimateriaalien vaarallisuuden arviointi

* Asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

Tarvikkeet ovat vaarattomia normaalikäytössä ja aiheuttavat vain purettaessa asbestialtistumisvaaran. Tuotteen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan. Vaatimukset suojautumisesta ja työmenetelmistä vaihtelevat työsuojelupiireittäin.

** Suuri asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

Tarvikkeet ovat normaalikäytössä vaarattomia, mutta aiheuttavat purettaessa suuren asbestialtistumisvaaran. Kahden tähden tarvikkeiden purkua saavat tehdä ainoastaan työsuojeluviranomaisen valtuuttamat asbestipurkajat. Tarvikkeen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan.

*** Asbestialtistumisvaara, jos tarvikkeeseen kohdistuu mekaanista rasitusta

Tarvikkeet ovat vaarallisia myös käyttötilanteissa. Vaarallisuus perustuu tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa vapautuvan asbestipitoisen pölyn suureen määrään. Vaurioitunut kolmen tähden tarvike tulee heti eristää siten, ettei vauriokohdasta vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

**** Krokidoliittiasbesti, asbestialtistumisvaara aina

Paljaan ruiskutetun krokidoliittiasbestieristeen katsotaan aiheuttavan aina asbestialtistumisen. Vaarallisuus perustuu työtavasta ja tarvikkeesta aiheutuvaan suureen pölyävyyteen. Krokidoliittipölyä on jo työvaiheen aikana joutunut kaikille tilan pinnoille. Lisäksi tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa siitä vapautuu erittäin helposti suuria määriä asbestipitoista pölyä. Vaurioitunut kohta tulee heti eristää siten, ettei siitä vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

1.1.3 Asbestityön turvallisuus

Valtioneuvoston asetus asbestityöstä (798/2015) mukaan rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, johon voi sisältyä asbestipurkutyötä, on huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä. Asbestikartoitus on dokumentoitava ja se on luovutettava asbestipurkutyöhön ryhtyvän työnantajan tai itsenäisen työsuorittajan käyttöön. Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009 8§) mukaan tulee asbestikartoitus esittää rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten laadittavassa turvallisuusasiakirjassa.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava Valtioneuvoston asetus asbestityöstä (798/2015) esitettyjä periaatteita ja asbestipurkutyön työmenetelmiä. Lisäksi työsuojeluviranomainen on antanut ohjeita asbestityön turvallisuutta koskevan asetuksen soveltamiseksi.

1.2 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteet ovat polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Tyypillisimpiä PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja ovat mm. kivihiilipiki ja –terva, kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, moottoriöljyt, noki ja asfaltti. Rakenteissa esiintyy ennen yleisesti käytettyjä kivihiilitervaan perustuvia eristeitä, joissa on PAH-yhdisteitä sisältäviä bitumia tai kreosoottia. Lisäksi PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden yhteydessä ja niitä esiintyy monin paikoin ihmisen elinympäristössä, mm. savustetussa ruoassa.

PAH-yhdisteet ovat välillisesti syöpävaarallisia, ja ne luokitellaan karsinogeeneihin ja/tai mutageeneihin. PAH-yhdisteille altistuminen tapahtuu useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. Lisäksi ruoansulatuselimistö voi toimia altistumisreittinä PAH-yhdisteille esim. tupakoinnin yhteydessä.

Materiaalin PAH-yhdistepitoisuus tutkitaan asiantuntevassa laboratorioissa ammattilaisten toimesta. Menetelmä on kaasukromatografinen, jossa käytetään massaselektiivistä detektoria.

PAH-yhdisteille yleisesti käytetyissä mittausten menetelmissä analysoidaan US EPA:n priorisoimat 16 PAH-yhdistettä:

- Naftaleeni
- Asenaftyleeni
- Asenafteeni
- Fluoreeni
- Fenantreeni

- Antraseeni
- Fluoranteeni
- Pyreeni
- Bentso[a]antraseeni
- Kryseeni
- Bentso[b]fluoranteeni
- Bentso[k]fluoranteeni
- Bentso[a]pyreeni
- Indeno[1,2,3-cd]pyreeni
- Bentso[g,h,i]peryleeni
- Dibentso[a,h]antraseeni

Tulosten tulokinnassa käytetään pääsääntöisesti havaittujen PAH-yhdisteiden kokonaismäärää, mutta joissakin tapauksissa yksittäisen yhdisteen korkea arvo voi johtaa eritystoimenpiteisiin purkutöissä ja jätteen käsittelyssä. PAH-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg, toimitetaan jäte yleensä ongelmajätelaitokselle (Ratu-ohjekortti 82-0381: Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku. Osastointimenetelmä. Menetelmät).

2 Mikrobianalyysit materiaalinäytteestä

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

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

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

2.1 Materiaalinäytteen laimennossarjamenetelmä

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

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

2.2 Materiaalinäyte suoraviljelymenetelmällä

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

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

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

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

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

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

3 Kosteustekniset tutkimukset

3.1 Kosteuskartoitus

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

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

3.2 Rakennekosteusmittaus

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

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

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

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

3.3 Viiltokosteusmittaus

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

4 Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset

Suoritettujen rakenneavausten sijainnit määritetään riskirakennekartoituksen ja rakenteiden kosteuskartoituksen yhteydessä tehtävien havaintojen mukaan. Rakenneavausten päätarkoituksena on määrittää rakennetyypit ja rakenneratkaisut sekä verrata rakenteiden alkuperäisten suunnitelmien mukaisuutta ja rakenteellista toimivuutta. Rakenneavausten yhteydessä tarkastellaan rakenteiden vaurioitumisasteita ja vaurioiden laajuutta.

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

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

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

5 Merkkiainekokeet, tiiveystarkastelut

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

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

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

6 Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus

Asunnon ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat sekä kemialliset epäpuhtaudet että fysikaaliset olot. Fysikaalisiin oloihin kuuluvat muun muassa sisäilman lämpötila ja kosteus sekä ilmanvaihto (ilman laatu).

Huoneilman lämpötilan osalta noudatetaan Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asu-
misterveysasetuksen mukaista määrittelyä ja liitteessä esitettyjä toimenpiderajoja. Toimenpiderajoja sovelletaan asunnossa vain asuinhuoneiden lämpötilojen terveellisyyden arviointiin. Lämpötila ei myöskään saa aiheuttaa huoneilmassa olevan kosteuden tiivistymistä rakenteisiin tai niiden pinnoille. Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä. Aikaisemmin suosituksena on ollut, että ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 %. Sisäilman kosteutta arvioidaan suhteellisen kosteuden lisäksi myös kosteuslisänä. Kosteuslisällä tarkoitetaan sisätiloissa syntyvää lisäkosteutta (esimerkiksi hengitys, suihkussa käynti, ruoanlaitto tai pyykin kuivatus) ulkoilmaan nähden. Mikäli kosteuslisä on enemmän kuin noin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla nousee.

Ilmanvaihdon arviointiperusteina käytetään sisäilman hiilidioksidipitoisuutta sekä rakennuksen paine-eroja ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei ole mitattu, niin ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm. Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden tai alipaineisuus on yli 15 Pa ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Mittaamalla eri tilojen paine-eroa suhteessa ulkoilmaan voidaan arvioida seinärakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan, jos rakenteissa on ilmavuotoreittejä. Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa. Yleisenä ohjeena pidetään, että normaalissa käyttötilanteessa rakenteiden paine-erojen tulisi olla tasapainossa.

Seurantamittaukset suoritetaan dataloggerin ja siihen liitetyn mittalaitteen avulla. Mittausväli on yleensä 5 minuuttia. Mitattavat suureet ovat huoneilman lämpötila (°C), suhteellinen kosteus (RH%), hiilidioksidipitoisuus (ppm) ja paine-ero (Pa). Paine-eromittauksissa (+) -merkki (plusmerkki) merkitsee ylipainetta (ilmavirta pois päin mitattusta huonetilasta), ja (-) -merkki (miinusmerkki) alipainetta (ilmavirta mitattuun huonetilaan päin).

7 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)

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

VOC-yhdisteiden päästölähteitä sisätiloissa ovat muun muassa

- rakennusmateriaalit
- huonekalut

30.3.2021

- tekstiilit
- toimistotarvikkeet
- kosmetiikkatuotteet

Myös ihminen ja kotieläimet ovat VOC-päästölähteitä.

7.1 VOC-yhdisteet ilmanäytteestä

VOC-mittausten tuloksissa tarkastellaan VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuutta (TVOC) sekä tiettyjen yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuuksia. Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen mukaisesti tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpiderajana on huoneilmassa $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eräistä sisäympäristöissä sisäilmaongelmiin liittyvien yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajoista on asumisterveysasetuksessa säädetty lisäksi erikseen.

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

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

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

7.2 VOC-yhdisteet materiaalinäytteestä

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

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

7.3 VOC-yhdisteet FLEC-mittauksella

Jos halutaan selvittää, onko rakennusmateriaali syynä sisäilmaongelmiin, siitä voidaan tutkia kahdella erilaisella FLEC-mittausmenetelmällä: tarkemmalla mittausmenetelmällä (ISO 16000-10) tai kevyemmällä mittausmenetelmällä (NT BUILD 484). Molemmat menetelmät ovat rakenteita rikkomattomia.

Tutkimuskohteessa tehtävä FLEC-mittaus tehdään pääsääntöisesti NT BUILD 484 menetelmän mukaisesti, jossa puhalluspumppu pumppaa huoneilmaa sisäänmenoaukkoon asennetun keräimen

30.3.2021

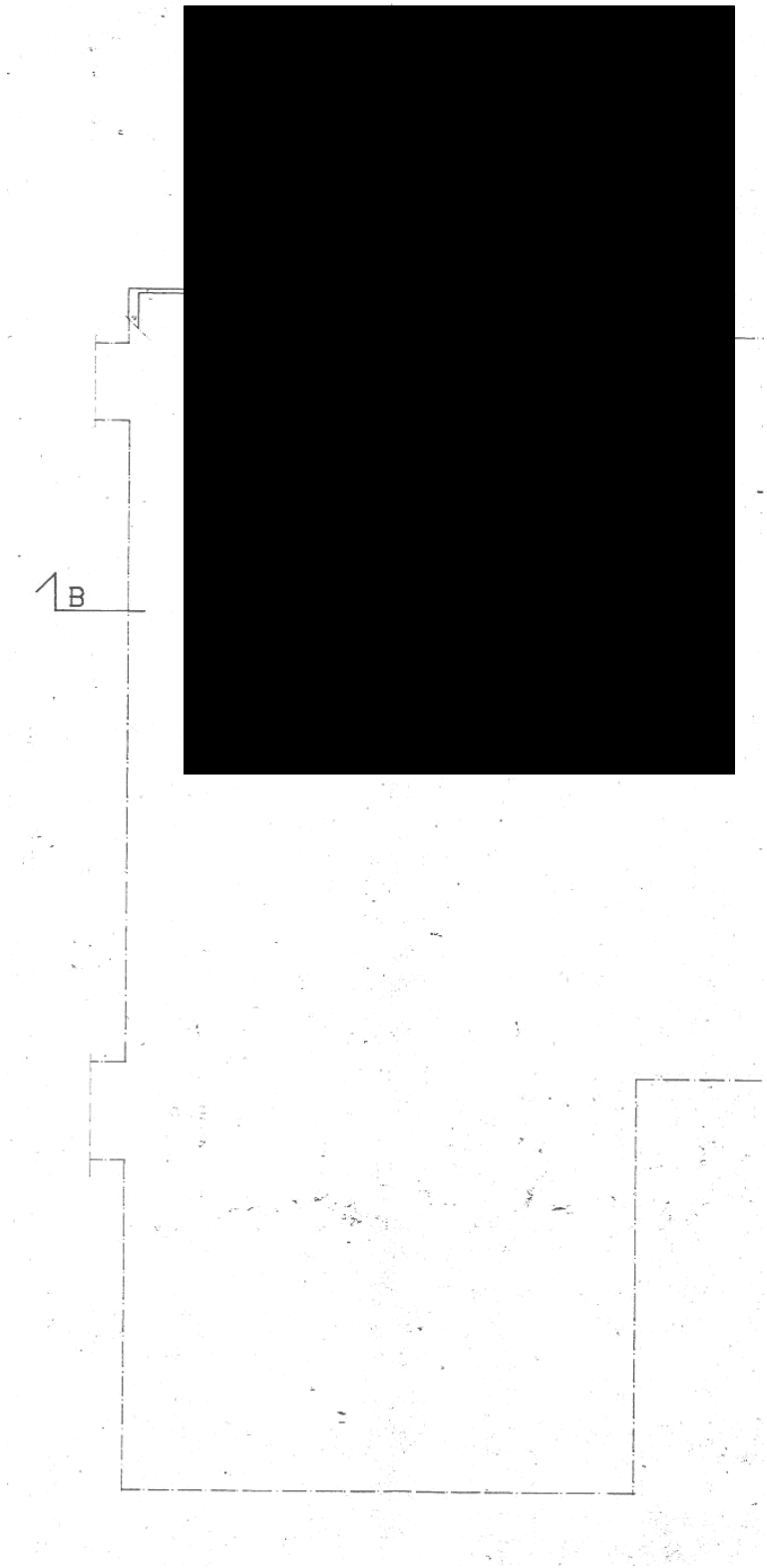
läpi kammioon. Sisäänmenoaukkoon asetetun keräimen tarkoitus on ainoastaan puhdistaa kammioon johdettavaa huoneilmaa. Kammiosta ilma kulkeutuu ulostuloaukkoon ja pumppujen avulla keräysaukkoihin kiinnitettyihin keräimiin, joista varsinaiset VOC-pitoisuudet mitataan.

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

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

Rakennuskohteen nimi ja osoite
MIKKOLAN KOULU, VEGA
VENUKSENTIE 2
VANTAA

Piirustuksen sisältö
TUTKIMUSKARTTA,
KELLARI



RA.XX = RAKENNEAVALUS
MA.XX = MIKROBITEKNISET TUTKIMUKSET
VM.XX = VIILTOMITTAUS
KO.XX = RAKENNEKOSTEUSMITTAUS
ME.XX = MERKKIAINEKOE
ASB.XX = ASBESTIANALYYSI
PAH.XX = PAH-YHDISTEANALYYSI
BULK.XX = VOC-ANALYYSI MATERIAALINÄYTTEESTÄ
PA.XX = PAINE-EROJEN SEURANTAMITTAUS

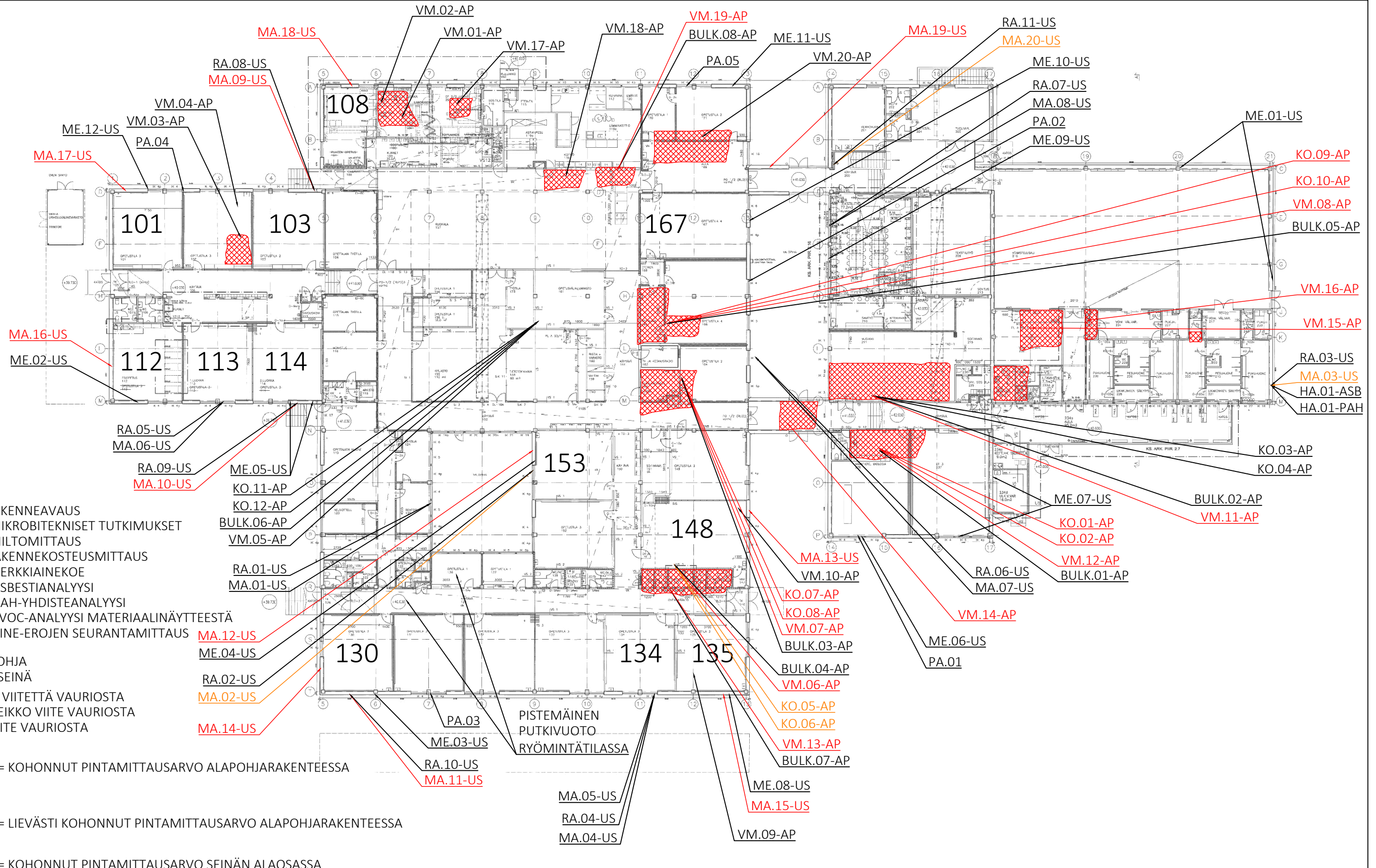
AP = ALAPOHJA
US = ULKOSEINÄ

MA.XX = EI VIITETTÄ VAURIOSTA
MA.XX = HEIKKO VIITE VAURIOSTA
MA.XX = VIITE VAURIOSTA

-  = KOHONNUT PINTAMITTAUSARVO ALAPOHJARAKENTEESSA
-  = LIEVÄSTI KOHONNUT PINTAMITTAUSARVO ALAPOHJARAKENTEESSA
-  = KOHONNUT PINTAMITTAUSARVO SEINÄN ALAOSASSA

Rakennuskohteen nimi ja osoite
MIKKOLAN KOULU, VEGA
VENUKSENTIE 2
VANTAA

Piirustuksen sisältö
TUTKIMUSKARTTA,
1. KERROS



Tilaaaja
0124610-9
Vantaan kaupunki
Tilakeskus
Markkanen Piia

Maksaja

Vantaan Tilakeskus


Kielotie 13
01300 VANTAA

PL 6007
00021 LASKUTUS

Näytetiedot	Näyte	Materiaalit		
	Näyte otettu	21.12.2020	Kellonaika	10.00
	Vastaanotettu	22.12.2020	Kellonaika	15.00
	Tutkimus alkoi	23.12.2020	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Ottopiste	Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa		
	Näytteen ottaja	Erkkilä Jussi, Sitowise Oy		
	Viite	Venuksentie 2/Markkanen Piia		

33947-1: Rakennusmateriaali, MA.01-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta □	ei mikrobikasvustoa	

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+ (1)				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+	+	+	/malja
Cladosporium sp.	*				+	
Penicillium sp.	*		+	+	+	

33947-2: Rakennusmateriaali, MA.02-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta □	epäily mikrobikasvustosta	

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+ (2)				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+	+	+	/malja
Chaetomium sp. #	*				+ (2)	
Cladosporium sp.	*			+		
Eurotium sp. #	*		+ (1)	+ (2)	+ (1)	
Penicillium sp.	*				+	
Penicillium spp.	*		+			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

33947-3: Rakennusmateriaali, MA.03-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □

epäily mikrobikasvustosta

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+ (15)				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		++	++	++	/malja
Cladosporium sp.	*		+		+	
Cladosporium spp.	*			+		
Eurotium sp. #	*			+ (9)		
Mycelia sterilia			+	+		
Penicillium spp.	*		+	+	+	
Trichoderma sp. #	*				+ (1)	

33947-4: Rakennusmateriaali, MA.04-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	-				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+	+	++	/malja
Cladosporium sp.	*		+	+	+	
Penicillium sp.	*			+		
Penicillium spp.	*		+		+	

33947-5: Rakennusmateriaali, MA.05-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+ (1)				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		++	++	++	/malja
Aureobasidium sp.			+		+	
Chaetomium sp. #	*		+ (1)	+ (1)		
Cladosporium spp.	*		++	+	+	
Penicillium spp.	*		+	+	+	
Hiivat			+		+	

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

33947-6: Rakennusmateriaali, MA.06-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □ **ei mikrobikasvustoa**

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	-				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+	+	+	/malja
Aureobasidium sp.			+	+		
Chaetomium sp. #	*		+ (1)		+ (1)	
Cladosporium sp.	*		+	+	+	
Eurotium sp. #	*			+ (2)		
Mycelia sterilia			+			
Penicillium spp.	*		+	+	+	

33947-7: Rakennusmateriaali, MA.07-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □ **ei mikrobikasvustoa**

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	-				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+	+	+	/malja
Chaetomium sp. #	*				+ (1)	
Cladosporium sp.	*		+	+		
Penicillium spp.	*		+			
Hiivat				+	+	

33947-8: Rakennusmateriaali, MA.08-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □ **ei mikrobikasvustoa**

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	-				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		++	++	++	/malja
Aureobasidium sp.			+		+	
Cladosporium sp.	*		+	+	+	
Mycelia sterilia				+		
Penicillium spp.	*		+	++	++	
Hiivat			+			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

33947-9: Rakennusmateriaali, MA.09-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+ (16)				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Chrysonilia sp.					+	
Cladosporium spp.	*		++	++	++	
Eurotium sp. #	*			++		
Mucor sp.			+			
Mycelia sterilia			+			
Penicillium spp.	*		+++	+	+++	

33947-10: Rakennusmateriaali, MA.10-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	+++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*		+++	+++	+++	
Cladosporium sp.	*		+		+	
Penicillium spp.	*		+++	+++	+++	
Rhizopus sp.			+			

33947-11: Rakennusmateriaali, MA.11-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	++++				/malja
Homeet/hiivat	*		++++	++++	++++	/malja
Chaetomium sp. #	*		+			
Cladosporium sp.	*		+	+++	+	
Eurotium sp. #	*			+		
Mycelia sterilia			+	+	+	
Penicillium spp.	*		++++	++++	++++	

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

33947-12: Rakennusmateriaali, MA.12-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	+++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*		+		+	
Aspergillus versicolor #	*			+		
Eurotium sp. #	*			+		
Penicillium spp.	*		+++	+++	+++	

33947-13: Rakennusmateriaali, MA.13-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Chrysosporium/Geomyces sp. #			+	+	+	
Cladosporium sp.	*		+	+	+	
Eurotium sp. #	*			+		
Mycelia sterilia			+			
Penicillium spp.	*		+++	+++	+++	

33947-14: Rakennusmateriaali, MA.14-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+ (8)				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*				+	
Cladosporium sp.	*		+	+	+	
Eurotium sp. #	*			+		
Penicillium spp.	*		++	++	++	
Rhizopus sp.			+			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

33947-15: Rakennusmateriaali, MA15-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	++++				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		++++	++++	++++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*		++	++	++	
Cladosporium sp.	*		+	++	+	
Penicillium spp.	*		++++	++++	++++	

33947-16: Rakennusmateriaali, MA.16-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	+++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus versicolor #	*		+++	+++	+++	
Cladosporium sp.	*			+		
Eurotium sp. #	*			+		
Penicillium spp.	*		++	++	++	

33947-17: Rakennusmateriaali, MA.17-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus versicolor #	*		+++	+++	++	
Chrysosporium/Geomyces sp. #	*		+		+	
Cladosporium sp.	*		+	+	+	
Eurotium sp. #	*			+		
Penicillium spp.	*		+	+	+	

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

33947-18: Rakennusmateriaali, MA.18-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*		+	+		
Aspergillus versicolor #	*		++	+	+	
Chrysosporium/Geomyces sp. #			+		+	
Cladosporium sp.	*		+		+	
Cladosporium spp.	*			+		
Eurotium sp. #	*			+		
Penicillium spp.	*		+	+	+	
Scopulariopsis sp. #	*		+	+	+	
Hiivat			+			

33947-19: Rakennusmateriaali, MA.19-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	+++				/malja
Muut bakteerit	*	+				/malja
Homeet/hiivat	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*				+	
Aspergillus versicolor #	*		+	+	+	
Chrysosporium/Geomyces sp. #			+		+	
Penicillium spp.	*		+++	+++	+++	
Scopulariopsis sp. #	*		+	+	+	
Blastobotrys sp.			+	+	+	

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

33947-20: Rakennusmateriaali, MA.20-US, ulkoseinäeriste, Mikkolan koulu, Vega, Venuksentie 2, Vantaa

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		epäily mikrobikasvustosta				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit #	*	++ (26)				/malja
Muut bakteerit	*	++				/malja
Homeet/hiivat	*		++	++	++	/malja
Aspergillus ochraceus #	*		+ (2)	+ (1)	+ (2)	
Aspergillus versicolor #	*		+ (3)	+ (5)	+ (3)	
Chrysosporium/Geomyces sp. #					+ (1)	
Eurotium sp. #	*			+ (2)		
Penicillium spp.	*		++	++	++	
Scopulariopsis sp. #	*		+ (1)			

* = Akkreditoitu menetelmä

= kosteusvaurioindikaattori, pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö, sp. (mon. spp.) = laji

▢ = tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

Lausunto

Analyysitulosten yhteydessä ilmoitettu näytekohtainen tulosten tulkinta on osa lausuntoa ja perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen seuraavin periaattein:

- ei mikrobikasvustoa: tulos +/-++ ja ei indikaattoreita tai niitä on havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä
- epäily mikrobikasvustosta: suoramikroskooppinalla todettu kasvusto tai tulos +/-++ ja lajistossa useita indikaattoreita
- mikrobikasvustoa: tulos +++/++++, ainoastaan bakteereista peräisin oleva mikrobikasvusto on merkitty erikseen

Suoraviljelyn semikvantitatiivinen tulosasteikko:

- = ei mikrobeja
- + (1-19 pmy): niukasti mikrobeja
- ++ (20-49 pmy): kohtalaisesti mikrobeja
- +++ (50-199 pmy): runsaasti mikrobeja
- ++++ (200 pmy tai yli): erittäin runsaasti mikrobeja

Suoraviljelyn tulos +++ tai ++++ viittaa mikrobikasvuun rakennusmateriaalissa. Mikäli tulos on ++ tai +, huomioidaan tulosten tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyvyys. Tulosten yhteydessä on ilmoitettu kosteusvaurioindikaattoreiden pesäkelukumäärät, mikäli sienten tai aktinomykeettien kokonaispesäkemäärät ovat korkeintaan kohtalaiset (+, ++). Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa. (Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Ohje 8/2016)

Analyysitulokset ja niiden tulkinta koskevat ainoastaan laboratorioon toimitettua näytettä. Laboratorion tekemä tulosten tulkinta ei ota kantaa kosteusvaurion esiintyvyyteen tai rakenteiden korjaustarpeeseen. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon muut tutkittavasta kohteesta tehdyt havainnot.

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Rakennusmateriaalinäytteen suoramikroskopiointi tehdään asiakastilauksen mukaisesti näytteistä, joiden määrä riittää viljelyanalyysin lisäksi suoramikroskopiointiin ja joissa materiaali soveltuu analyysiin. Suoramikroskopiointin tulos ilmoitetaan ei todettu (näytteessä ei ole havaittu rihmastoja) tai todettu (näytteessä on havaittu rihmastoja useassa kohdassa). Suoramikroskopiointilla todettu rihmasto voi viitata vanhaan, kuivuneeseen mikrobikasvustoon.

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittausepävarmuus
Näytetuloksen tulkinta α , Aktinomykeetit #, THG Muut bakteerit, THG Homeet/hiivat, 2 % MALLAS Homeet/hiivat, DG18 Homeet/hiivat, HAGEM Sienten tunnistus, 2 % MALLAS Sienten tunnistus, DG18 Sienten tunnistus, HAGEM	Tuloksen tulkinta on osa lausuntoa Sisäinen menetelmä, suoraviljely Sisäinen menetelmä, suoraviljely Sisäinen menetelmä, suoraviljely Sisäinen menetelmä, suoraviljely Sisäinen menetelmä, suoraviljely Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopiointi Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopiointi Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopiointi	

Analyytituloksen teknisen suorituksen mittausepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

- Materiaalinäytteet: näytteen laimentaminen, siirrostustilavuus ja pesäkelaskenta
- Ilmanäytteet: pesäkelaskenta

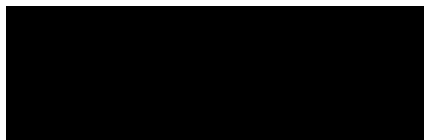
Analyytituloskohtainen hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittausepävarmuuteen. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa.

Tunnistusmenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit		
Kosteusvaurioindikaattorit:		
Acremonium sp.	Chrysosporium/Geomyces sp.	Scopulariopsis sp.
aktinomykeetit	Eurotium sp.	Stachybotrys sp.
Aspergillus fumigatus	Exophiala sp.	Trichoderma sp.
Aspergillus ochraceus	Fusarium sp.	Tritirachium sp.
Aspergillus sydowii	Oidiodendron sp.	Ulocladium sp.
Aspergillus terreus	Paecilomyces sp.	Wallemia sp.
Aspergillus versicolor	Paecilomyces variotii	
Chaetomium sp.	Phialophora sp.	
Muut sienet:		
Absidia sp.	Chrysonilia sp.	Rhinochlamydia sp.
Alternaria sp.	Cladosporium sp.	Rhizopus sp.
Aspergillus sp.	Geotrichum sp.	Verticillium sp.
Aspergillus flavus	hiivat	
Aspergillus niger	Mucor sp.	
Aureobasidium sp.	Mycelia sterilia	
Beauveria sp.	Penicillium sp.	
Botrytis sp.	Phoma sp.	

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyytitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

Yhteyshenkilö Wikman Helena, 010 391 3599, mikrobiologi



Ahlfors Reetta
toimitusjohtaja

Tiedoksi Erkkilä Jussi, jussi.erkkila@sitowise.com;
Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Tilaaaja
0124610-9
Vantaan kaupunki
Tilakeskus

Kielotie 13
01300 VANTAA

Maksaja

Vantaan Tilakeskus

PL 6007
00021 LASKUTUS


Näytetiedot	Näyte	Rakennusmateriaalinäyte
Näyte otettu	18.12.2020	Kellonaika
Vastaanotettu	22.12.2020	Kellonaika 15.00
Tutkimus alkoi	22.12.2020	Näytteenoton syy Tilaustutkimus
Ottopiste	Mikkolan koulu, Venuksentie 2, Vantaa	
Näytteen ottaja	Tilaaajan toimesta	
Viite	Mikkolan koulu/Venuksentie 2	

Analyyysi	Menetelmä	33943-1 Rakennusmateriaalinäyte HA.01-ASB, pikisively Mikkolan koulu, Venuksentie 2, Vantaa	33943-2 Rakennusmateriaalinäyte HA.01-PAH, pikisively Mikkolan koulu, Venuksentie 2, Vantaa	Yksikkö	Epävarmuus-%
PAH-määrittäminen	Sisäinen GC-MSD				
- PAH-yhdisteet yhteensä			3	mg/kg ka	
- PAH-yhdisteet yhteensä (PIMA) x			3	mg/kg ka	
- Naftaleeni x			0,13	mg/kg ka	30
- 2-Metyylinaftaleeni			< 0,1	mg/kg ka	30
- 1-Metyylinaftaleeni			< 0,1	mg/kg ka	30
- Bifenyyli			< 0,1	mg/kg ka	30
- 2,6-Dimetyylinaftaleeni			< 0,1	mg/kg ka	30
- Asenaftaleeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Asenaftaleeni x			0,13	mg/kg ka	30
- 2,3,5-Trimetyylinaftaleeni			< 0,1	mg/kg ka	30
- Fluoreeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Fenantreeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Antraseeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- 1-Metyylifenantreeni			< 0,1	mg/kg ka	30
- Fluoranteeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Pyreeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(a)antraseeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Kryseeni x			< 0,1	mg/kg ka	30
- Bentso(b)fluoranteeni			0,72	mg/kg ka	30
- Bentso(k)fluoranteeni x			0,12	mg/kg ka	30
- Bentso(e)pyreeni			0,40	mg/kg ka	30
- Bentso(a)pyreeni x			0,22	mg/kg ka	30
- Peryleeni			0,47	mg/kg ka	30
- Indeno(1,2,3-cd)pyreeni x			0,16	mg/kg ka	30
- Dibentso(a,h)antraseeni x			0,54	mg/kg ka	30
- Bentso(ghi)perylenei x			0,60	mg/kg ka	30
Asbestin tunnistus	* 1)	ISO 22262-1 ja ISO 22262-2 mod (SEM + SEM/EDS)	Ei sisällä asbestia		

* = Akkreditoitu menetelmä

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

1)=näytteen tutkija Mikrofokus Oy (T346/FINAS/EN ISO/IEC 17025)

Lausunto

Pysyvän jätteen kaatopaikalle sijoittamiselle on PAH-yhdisteiden summapitoisuuden kriteeri 40 mg/kg (luokka A).

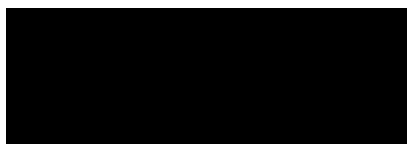
Tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoittamiselle on ehdotus enimmäispitoisuudeksi 150 mg/kg (pienjäte-erät, luokka B1b).

Asetuksessa mainittujen yhdisteiden summapitoisuus testatulle näytteelle on rivillä "PAH-yhdisteet yhteensä (PIMA)" (16 yhdistettä EPA, VNa 202/2006).

Kun PAH-yhdisteitä sisältäviä rakenteita puretaan tai rakennetaan, on syytä suojautua PAH-pitoiselta pölyltä. (Ratu 82-0381) Suojautumisen tarpeelle ei ole selvää pitoisuusrajaa, sillä PAH-yhdisteet voivat levitä ympäristöön materiaalin ja yhdisteen koostumuksesta riippuen pölynä tai haihtuneena yhdisteenä.

Yhteyshenkilö

Lukkarinen Timo, 010 3913 431, kemisti



Ahlfors Reetta
toimitusjohtaja

Tiedoksi

jussi.erkkila@sitowise.com

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Postiosoite

Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin

+358 10 391 350

Faksi

+358 9 310 31626

Y-tunnus

2340056-8

Alv. Nro

FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

Tilaaaja
2335445-0
Sitowise Oy

Maksaja
Vantaan Tilakeskus

Linnoitustie 6
02600 ESPOO

PL 6007
00021 LASKUTUS


Näytetiedot	Näyte	Rakennusmateriaali microChamber LAB		
	Näyte otettu	26.02.2021	Kellonaika	
	Vastaanotettu	01.03.2021	Kellonaika	12.00
	Tutkimus alkoi	01.03.2021	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Tilaaajan toimesta		
	Viite	Venuksentie 2, Vantaa		

	Analyyssi Yksikkö Menetelmä Epävarmuus-%	VOC-analyysi BULK MicroChamber µg/(m3 g) BULK uChamber TD-GC-MSD/FID 50
Näyte		*
4486-1, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.01, Tila 238, muovimatto liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-2, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.02, Tila 211, muovimatto liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-3, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.03, Tila 164, muovimatto liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-4, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.04, Tila 148, muovimatto liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-5, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.05, Tila 166, muovimatto liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-6, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.06, Tila 161, muovimatto liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-7, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.07, Tila 129, vinyylilaatta + liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite
4486-8, Rakennusmateriaali microChamber LAB, Bulk.08, Tila 157, muovimatto + liima, Venuksentie 2, Vantaa		Liite

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, kemisti

Tiedoksi harri.nykanen@sitowise.com

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

Liite testausselesteeseen	2021-04486-01	
Näyte	alk. 01, Tila 238, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.96	µg/(m3 g)
		10
	Malliaineena	Tolueenina
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		3.1
C6-C8		<0.3
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		3.1
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		2.1
2-Etyyli-1-heksanoli	0.5	0.4
Butanoli		<0.3
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		1.7
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		1.9
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		1.9
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propyylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetyylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkyylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasettaatti		<0.3
Butyyliasettaatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		0.4
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		0.4
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3

1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karbonyylit yht.		2.5
Heksanaali		<0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		<0.3
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		0.5
Asetofenoni		<0.3
Karbonyylejä muita		2.0
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		<0.3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<0.3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<0.3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Liite testausselosteeseen	2021-04486-02	
Näyte	Bulk. 02, Tila 211, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.99	µg/(m3 g)
		1553
	Malliaineena	Tolueenina
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		11.6
C6-C8		<0.3
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		11.6
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		1464.9
2-Etyyli-1-heksanoli	633.5	527.9
Butanoli		3.0
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		934.1
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		6.1
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		6.1
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propyylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetyylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyyli-naftaleeni		<0.3
Bifenyylit		<0.3
Alkyylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasettaatti		<0.3
Butyyliasettaatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykoleetterit yht.		16.5
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		8.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		8.2
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykoleetteereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3
1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3

		µg/(m3 g)
Karbonyylit yht.		51.1
Heksanaali		0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		0.7
Nonanaali		1.6
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		0.6
Asetofenoni		<0.3
Karbonyylejä muita		48.0
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		0.4
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		0.4
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		2.3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.5
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		1.4
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Liite testausselesteeseen	2021-04486-03	
Näyte	Bulk. 03, Tila 164, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.97	µg/(m3 g)
		55
	<u>Malliaineena</u>	<u>Tolueenina</u>
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		0.3
C6-C8		<0.3
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		1.5
2-Etyyli-1-heksanoli	0.8	0.7
Butanoli		<0.3
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		0.8
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		52.4
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		52.4
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasetatti		<0.3
Butyliasetatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		<0.3
Dietyleeniglykoli-monoetylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutylieetteri		<0.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3

1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karboonylit yht.		0.5
Heksanaali		<0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		<0.3
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		<0.3
Asetofenoni		<0.3
Karboonyylejä muita		0.5
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		<0.3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<0.3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<0.3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Liite testausselesteeseen	2021-04486-04	
Näyte	Bulk. 04, Tila 148, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.95	µg/(m3 g)
		1465
	<u>Malliaineena</u>	<u>Tolueenina</u>
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		7.9
C6-C8		<0.3
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		7.9
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		1378.4
2-Etyyli-1-heksanoli	#ARVO!	<0.3
Butanoli		1.2
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		4.5
Alkoholeja muita		1372.7
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		14.5
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		14.1
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propyylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetyylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkyylibentseenejä muita		0.4
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasetatti		<0.3
Butyyliasetatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		20.6
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		9.4
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		2.4
2-Fenoksietanoli		8.8
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3

1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karboonylit yht.		39.2
Heksanaali		0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		0.4
Oktanaali		0.7
Nonanaali		1.9
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		0.6
Asetofenoni		<0.3
Karboonyylejä muita		35.2
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		1.0
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		1.0
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		3.0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.5
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		2.2
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0.4
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Liite testausselesteeseen	2021-04486-05	
Näyte	Bulk. 05, Tila 166, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.92	µg/(m3 g)
		952
	<u>Malliaineena</u>	<u>Tolueenina</u>
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		7.9
C6-C8		0.5
>C8-C12		3.5
>C12-C16		3.9
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		924.3
2-Etyyli-1-heksanoli	#ARVO!	<0.3
Butanoli		<0.3
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		924.3
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		3.0
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		2.6
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkylibentseenejä muita		0.4
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasetatti		<0.3
Butyliasetatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		1.3
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		1.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3

1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karboonylit yht.		13.8
Heksanaali		<0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		1.0
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		<0.3
Asetofenoni		0.4
Karboonylejä muita		12.3
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		1.5
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.4
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		0.8
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Näyte	Bulk. 06, Tila 161, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.98	µg/(m3 g)
		362
	<u>Malliaineena</u>	<u>Tolueenina</u>
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		8.5
C6-C8		<0.3
>C8-C12		4.5
>C12-C16		4.0
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		330.5
2-Etyyli-1-heksanoli	223.3	186.1
Butanoli		0.4
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		0.9
Alkoholeja muita		143.2
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		6.0
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		6.0
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasettaatti		<0.3
Butyyliasettaatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		3.8
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		2.7
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		1.0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3
1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3

1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karbonyylit yht.		10.9
Heksanaali		<0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		0.6
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		0.3
Asetofenoni		<0.3
Karbonyylejä muita		10.0
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		0.5
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		0.5
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		2.0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.4
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		1.3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

Liite testausselesteeseen	2021-04486-07	
Näyte	Bulk. 07, Tila 129, vinyylilaatta+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.97	µg/(m3 g)
		141
	<u>Malliaineena</u>	<u>Tolueenina</u>
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		0.4
C6-C8		0.4
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		122.1
2-Etyyli-1-heksanoli	90.2	75.2
Butanoli		<0.3
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		47.0
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		15.2
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		15.2
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propyylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetyylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyl		<0.3
Alkylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasetatti		<0.3
Butyyliasetatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		<0.3
Dietyleeniglykoli-monoetylieetteri		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutylieetteri		<0.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3

1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karboonylit yht.		3.7
Heksanaali		0.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		1.3
Oktanaali		<0.3
Nonanaali		<0.3
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		<0.3
Dekanaali		<0.3
Asetofenoni		0.7
Karboonyylejä muita		1.4
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		<0.3
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaniinihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		<0.3
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		<0.3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<0.3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<0.3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

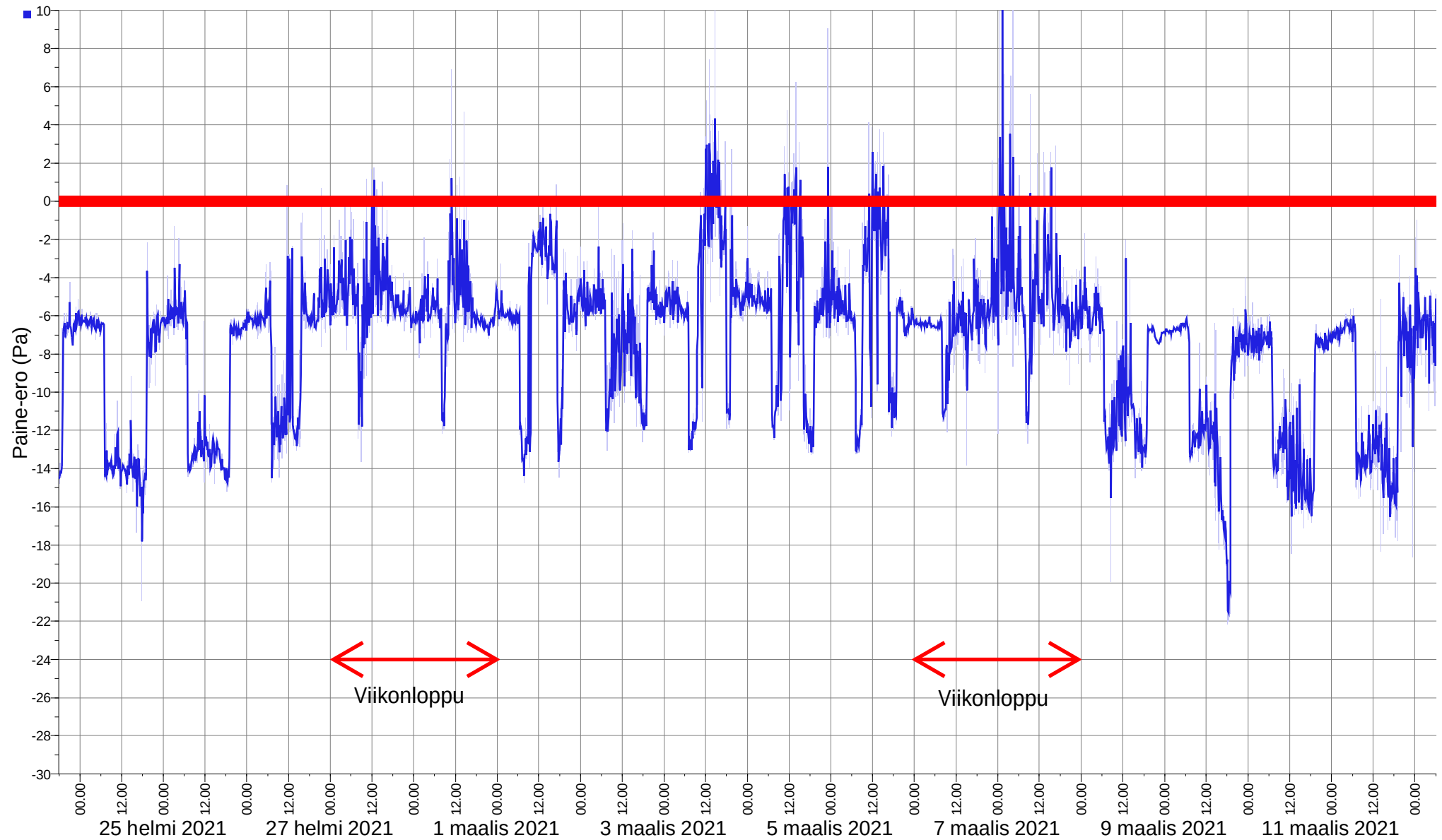
Liite testausselosteeseen	2021-04486-08	
Näyte	Bulk. 08, Tila 157, muovimatto+liima	
		Yhteensä, TVOC
Näytteen massa, g	4.91	µg/(m3 g)
		93
	Malliaineena	Tolueenina
		µg/(m3 g)
Alifaattiset hiilivedyt yht.		0.4
C6-C8		0.4
>C8-C12		<0.3
>C12-C16		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Alkoholit yht.		62.1
2-Etyyli-1-heksanoli	48.7	40.5
Butanoli		<0.3
Fenoli		<0.3
Sykloheksanoli		<0.3
C9-Alkoholit		<0.3
Alkoholeja muita		21.5
		µg/(m3 g)
Aromaattiset yht.		3.1
Bentseeni		<0.3
Tolueeni		3.1
Etyylibentseeni		<0.3
1,3+1,4-Ksyleeni		<0.3
Styreeni		<0.3
1,2-Ksyleeni		<0.3
Propylibentseeni		<0.3
1,3,5-Trimetylibentseeni		<0.3
Naftaleeni		<0.3
1-Metyylinaftaleeni		<0.3
Bifenyyli		<0.3
Alkylibentseenejä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Esterit yht.		<0.3
Etyyliasettaatti		<0.3
Butyyliasettaatti		<0.3
	µg/(m3 g)	µg/(m3 g)
Glykolieetterit yht.		0.5
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		0.5
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		<0.3
TXIB		<0.3
2-Butoksietanoli		<0.3
2-Fenoksietanoli		<0.3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<0.3
Glykolieettereitä muita		<0.3
		µg/(m3 g)
Halogenoidut yhdisteet yht.		<0.3
Tetrakloorieteeni		<0.3

1,1,2,2-Tetrakloorietaani		<0.3
1,4-Diklooribentseeni		<0.3
		µg/(m3 g)
Karbonyylit yht.		24.1
Heksanaali		2.3
2-Furankarboksaldehydi		<0.3
Bentsaldehydi		<0.3
Oktanaali		1.5
Nonanaali		17.1
Pentanaali		<0.3
Heptanaali		0.5
Dekanaali		0.5
Asetofenoni		<0.3
Karbonyylejä muita		2.2
		µg/(m3 g)
Orgaaniset hapot yht.		1.4
Etikkahappo		<0.3
Heksaanihappo		<0.3
Propaanihappo		<0.3
Orgaanisia happoja muita		1.4
		µg/(m3 g)
Terpeenit yht.		0.7
Pineeni		<0.3
Delta-3-kareeni		<0.3
Limoneeni		0.7
		µg/(m3 g)
Muut yhdisteet yht.		0.8
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		0.4
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<0.3
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet		

PA.01 (tila 238)

■ 869100 Paine-ero PA.01

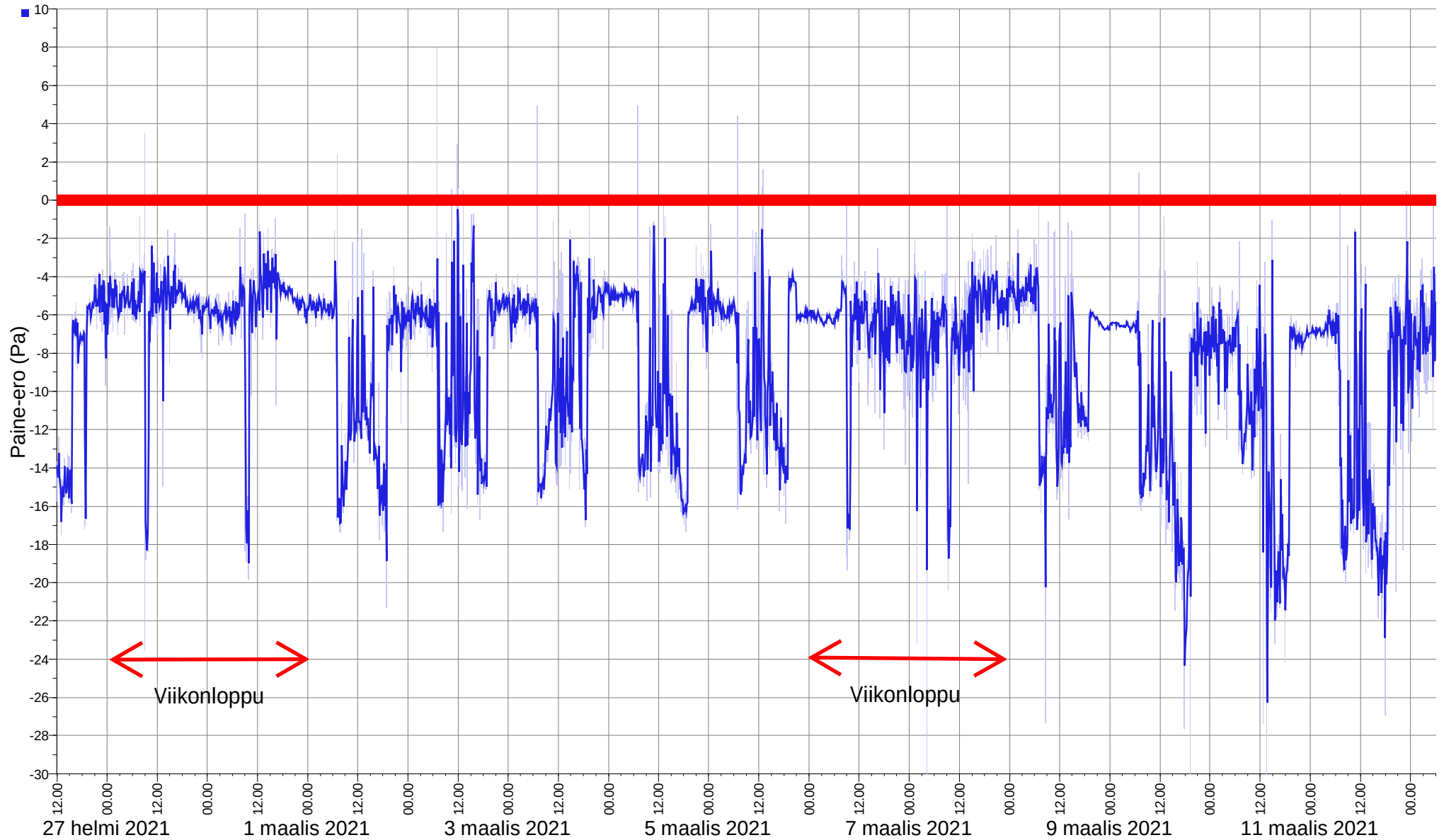
Minimum Reading	-22.19 Pa
Maximum Reading	24.88 Pa
Average Reading	-7.42 Pa



PA.02 (tila 208)

■ 869101 Paine-ero PA.02

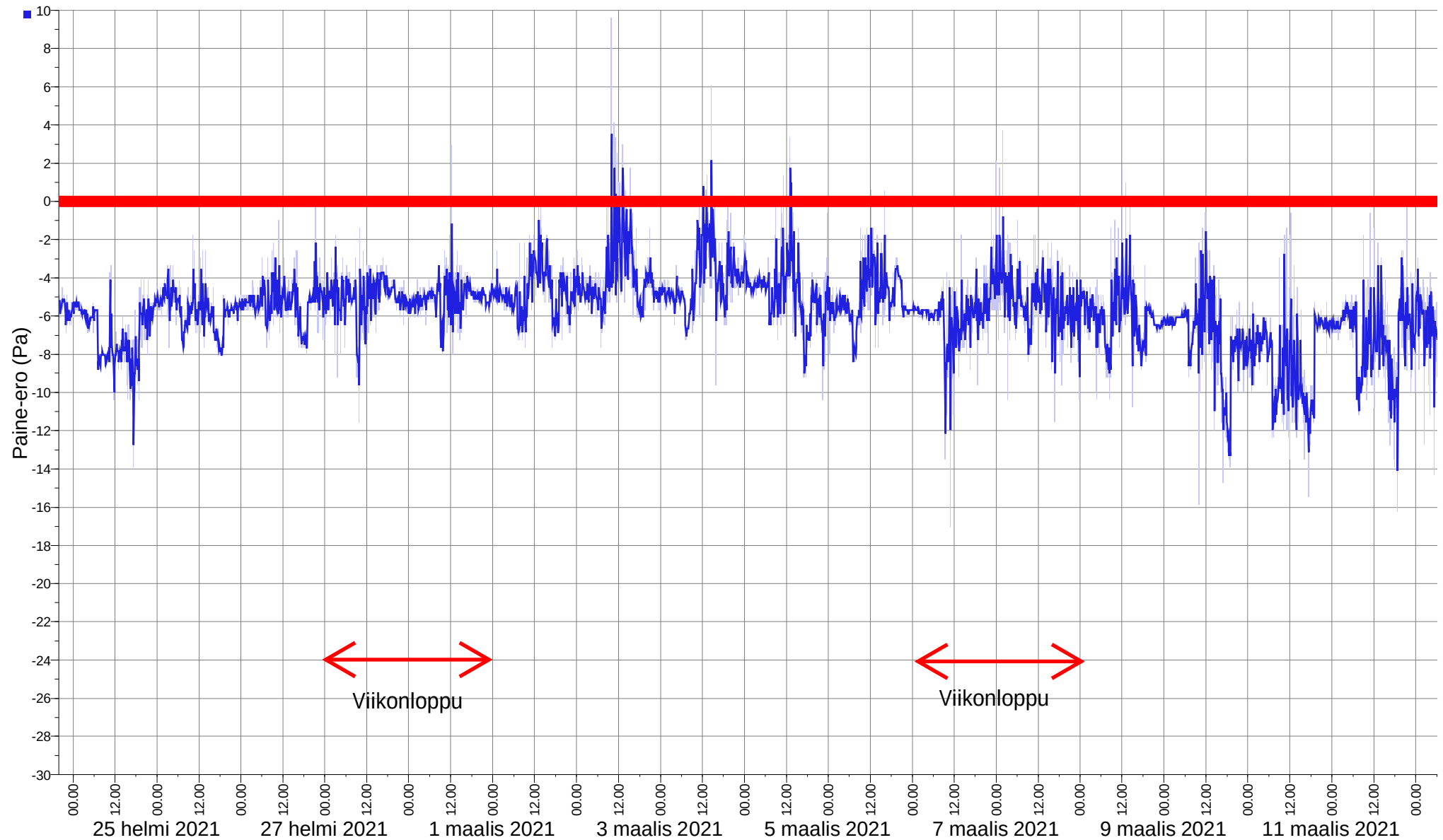
Minimum Reading	-31.99 Pa
Maximum Reading	7.98 Pa
Average Reading	-8.33 Pa



PA.03 (tila 131)

■ 737796 Paine-ero PA.03

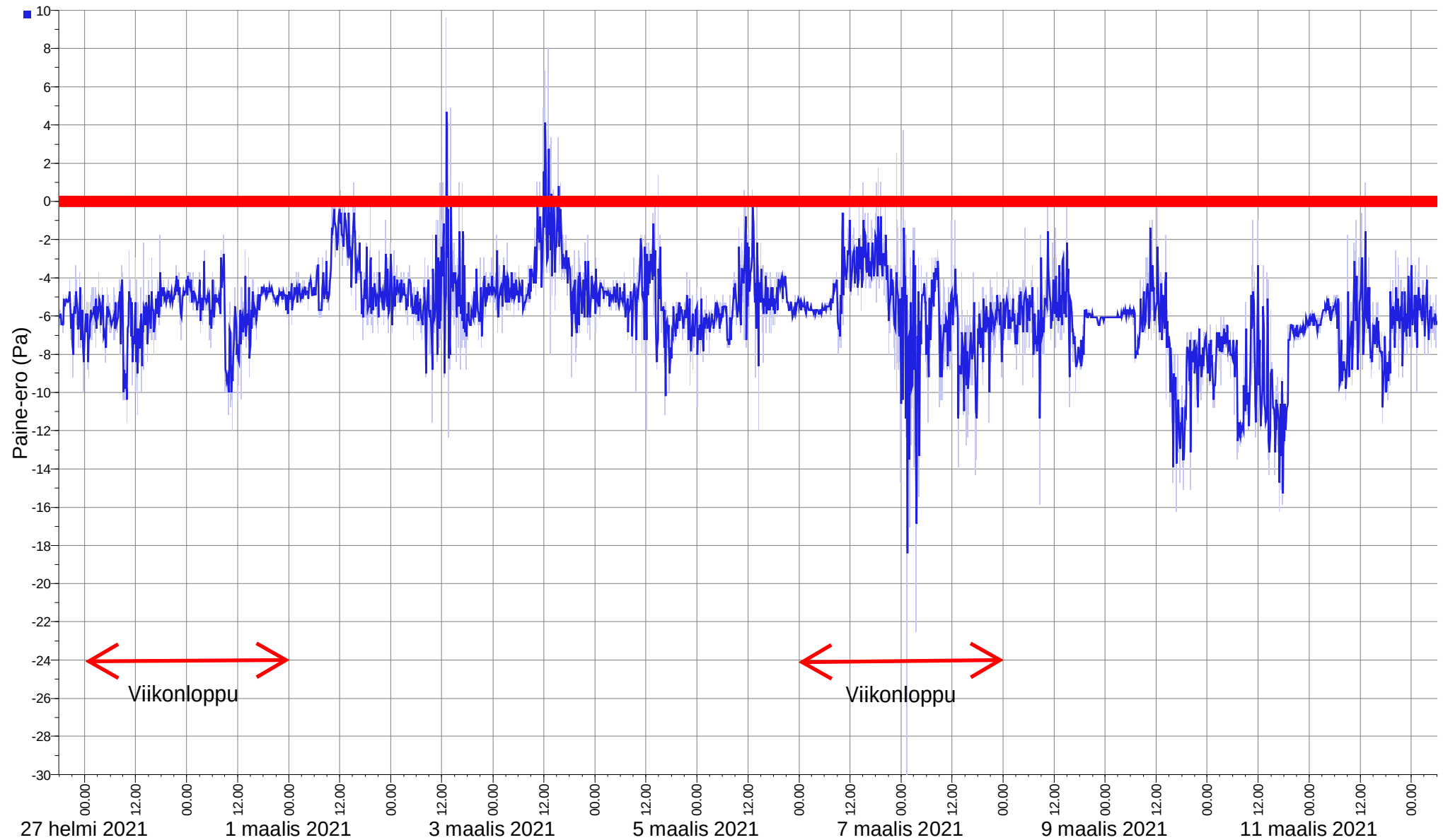
Minimum Reading	-17.1 Pa
Maximum Reading	9.6 Pa
Average Reading	-5.7 Pa



PA.04 (tila 102)

■ 737812 Paine-ero PE.04

Minimum Reading	-30.0 Pa
Maximum Reading	9.6 Pa
Average Reading	-5.8 Pa



PA.05 (tila 171)

■ 712203 Paine-ero PA.05

Minimum Reading	-24.9 Pa
Maximum Reading	6.5 Pa
Average Reading	-5.9 Pa

