

KOSTEUSTEKNISET JA SISÄILMASTON KUNTOTUTKIMUKSET



Ruonalan Koulu
Karhuvuorentie 1
48300 Kotka

30.6.2016

SISÄLLYSLUETTELO

<u>1. TIIVISTELMÄ.....</u>	<u>3</u>
<u>2. KOHTEEN PERUSTIEDOT.....</u>	<u>4</u>
2.1. TUTKIMUSKOHDE	4
2.2. TILAAJA	4
2.3. TUTKIMUKSEN TEKIJÄT	5
2.4. TUTKIMUKSEN KUVAUS	5
2.5. TUTKIMUKSEN AJANKOHTA.....	6
2.6. LÄHTÖTIEDOT.....	6
2.7. TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET.....	6
2.8. LABORATORIOTUTKIMUKSET	6
2.9. KORJAUSHISTORIA.....	6
<u>3. KOSTEUSTEKNISET JA MIKROBITUTKIMUKSET RAKENNEOSITTAI</u>	<u>7</u>
<u>3.1. ULKOSEINÄT</u>	<u>7</u>
3.1.1. RAKENTEET	7
3.1.2. HAVAINNOT	7
3.1.2.1. HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA.....	7
3.1.2.2. MIKROBI- YM. NÄYTTEENOTON TULOKSET	15
3.1.2.3. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	15
<u>3.2. ALAPOHJARAKENTEIDEN KOSTEUSKARTOITUS JA MIKROBINÄYTTEENOTTO</u>	<u>15</u>
3.2.1. HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA	15
3.2.2. MIKROBI-YM NÄYTTEENOTTOJEN TULOKSET	16
3.2.3. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	16
4. SISÄILMAN VOC-MITTAUKSET	17
4.1. NÄYTTEENOTTO	17
4.2. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	17
<u>5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET</u>	<u>19</u>
<u>6. LIITTEET.....</u>	<u>20</u>

1. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Ruonalan koulun tiloissa 117 ja 128 koettujen sisäilmaongelmien syytä ja rakenteiden kuntoa, mahdollista korjaustarvetta rakenneteknisten ja sisäilmaston kuntotutkimusten sekä ilmanvaihdon tarkastuksen avulla. Tutkimus sisälsi rakenneteknisiä kuntotutkimuksia, joiden avulla selvitettiin mm. ulkoseinien ja alapohjien rakenteita kosteus/ ja mikrobivaurioitumisen selvittämiseksi. Tutkimus sisälsi myös sisäilmaston mittauksia haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta. Rakennuksen ilmanvaihdon toimivuutta selvitettiin ilmanvaihdon ilmamäärämittauksilla ja ilmanvaihtokoneiden tarkastuksella. Ilmanvaihdon tarkastus toimitetaan omana raporttinaan.

Tutkimuksessa tehtiin tutkittavien tilojen ulkoseinien alaosiin 10 porareikää, joiden kautta tehtiin aistinvaraisia havaintoja, kerättiin materiaalinäytteitä ja suoritettiin kosteusmittauksia. Tutkimuksen yhteydessä havaittiin molempien rakennusten eristetiloista huoneilmaan kohdistuvassa ilmavirrassa melko selkeä (luokka 128 ja terveydenhoitajan rakennus) tai heikko (luokka 117, varasto 112) epätavallinen ja arviolta mikrobiperäinen haju. Mahdolliset mikrobivauriot eivät arviolta ole levinneet kovin laajoille alueille koska kerätyissä materiaalinäytteissä ei havaittu epätavallisia mikrobipitoisuuksia tai lajistoja. Haju voi kulkeutua melko laajallekin ja hajun aiheuttamiseen ei välttämättä tarvita kovin laajaa mikrobikasvustoa. Käyttäjien kertoman mukaan luokan 128 ulkopuolelle lammikoituu vettä runsailla sateilla ja sulamisvesien aikaan. Suositellaan korjaamaan tilat tiivistyskorjauksella, ottaen huomioon merkkiaineekaasukokeen yhteydessä havaitut ilmavuotoreitit. Merkkiainekokeen perusteella ilmavuotoja seinärakenteiden läpi kohdistuu erityisesti seinien läpivientien ja liittymien kautta.

Luokkien 128, 117, varaston 112 ja terveydenhoitajan luokan ulkoseinille suoritettiin merkkiaineekaasukoe. Rakenteiden läpi havaittiin ilmavuotoja kaikissa tutkituissa tiloissa molemmissa rakennuksissa.

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin luokassa 128 ja kellarikerroksen tauko- ja varastotilassa epätavallisia arvoja pintakosteudentunnistimella. Pintakosteudentunnistimella tehdyt havainnot rajoittuivat noin 20 cm x 20 cm alueelle. Viiltomittauksissa luokan 128 lattiapinnoitteen alta mitatut kosteusarvot ovat hieman koholla ja kellarikerroksen taukotila 109 lattiapinnoitteen alta mitattu kosteusarvo on selvästi koholla. Alueilta kerättyjen mikrobinäytteiden lajistot ja pitoisuudet ovat tavanomaisia, joten kosteushavainnoista huolimatta alueilla ei vaikuta olevan mikrobivaurioita. Suositellaan varmistamaan lattioiden betonirakenteiden kosteus porareikämittauksin ja suorittamaan tarvittavat kuivaustoimet.

Kuudessa tilassa suoritettiin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mittauksia. TVOC pitoisuudet ja yksittäisten aineiden pitoisuudet olivat selvästi alle toimenpiderajojen kaikissa muissa näytteissä paitsi näytteen 3 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuden osalta. Pitoisuus voi olla toimenpiderajan ylittävä. Näyte 3 kerättiin varastosta 112. Suositellaan varmistamaan tilan 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuus varmistusmittauksella. Vaihtoehtoisesti suositellaan varmistamaan varastotilan lattiamaton haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä analysoimalla koepalan VOC-päästöt.

2. KOHTEEN PERUSTIEDOT

2.1. TUTKIMUSKOHDE

Kohde	Ruonalan Koulu
Lähiosoite	Karhuvuorentie 1
Postinumero- ja toimipaikka	48300 Kotka
Valmistumisvuosi	1963, peruskorjattu 2006
Rakennusten lkm	2 kpl
Kerrosten lkm	3 kpl
Pääasiallinen runkomateriaali	Teräsbetonirakenteinen pilari-palkkirunko, ulkoseinät tiili-villa-tiili
Perustamistapa	Osin kallionvaraisesti ja osin kallioon tukeutuvien paalujen varaan
Vesikatto	Tasakatto bitumikermikatteella

2.2. TILAAJA

Kotkan kaupunki
Tekniset palvelut
Kauppakatu 3A
48100 Kotka

Laila Hietala
laila.hietala@kotka.fi
p. 040 530 4254

2.3. TUTKIMUKSEN TEKIJÄT

Raksystems Insinööritoimisto Oy

Vetotie 3 A

01610 Vantaa

Elina Saukko, RI YAMK

puh: 030 6705 597 / 040 3569 765

elina.saukko@rakersystems.fi

Teemu Väänänen, YmpI AMK

puh: 030 6705 627 / 050 449 1026

teemu.vaananen@rakersystems.fi

2.4. TUTKIMUKSEN KUVAUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Ruonalan koulun tiloissa 117 ja 128 koettujen sisäilmaongelmien syytä ja rakenteiden kuntoa, mahdollista korjaustarvetta rakenneteknisten ja sisäilmaston kuntotutkimusten sekä ilmanvaihdon tarkastuksen avulla. Tutkimus sisälsi rakenneteknisiä kuntotutkimuksia, joiden avulla selvitettiin mm. ulkoseinien ja alapohjien rakenteita kosteus/ ja mikrobivaurioitumisen selvittämiseksi. Tutkimus sisälsi myös sisäilmaston mittauksia haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta. Rakennuksen ilmanvaihdon toimivuutta selvitettiin ilmanvaihdon ilmamäärämittauksilla ja ilmanvaihtokoneiden tarkastuksella.

2.5. TUTKIMUKSEN AJANKOHTA

Kiinteistölle tehtiin katselmuskäynti 20.4.2016. Kenttätutkimukset tehtiin 23.5.2016.

2.6. LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuksen lähtötietoina oli runsaasti aineistoa koulun peruskorjausta varten tehdyistä tutkimuksista ja suunnittelusta.

2.7. TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

- Gann Hydrotest LG1 ja LB70 pinta-anturi, kalibroitu 12/2015
- Vaisala Humicap ja mittapääät HM42 3 kpl, kalibroitu 09/2015
- Digitaalikamera
- Materiaalinäytteiden keräämiseksi tarvittava välineistö
- paine-eromittari TSI 9565-P, kalibroitu 8/2015

2.8. LABORATORIOTUTKIMUKSET

Rakenteista ja ilmasta kerättyjen näytteiden laboratorioanalyysit suorittivat:

Metropolilab Oy

Viikinkaari 4

00150 Helsinki

2.9. KORJAUSHISTORIA

Kiinteistöllä on suoritettu laaja peruskorjaus vuonna 2006, jolloin kiinteistön julkisivujen eristeet ja julkisivumuuraus on uusittu. Peruskorjauksen yhteydessä uusittiin myös koulun lattiamateriaalit sekä vesikatto ja siirrettiin ilmanvaihtokonehuoneet katolle.

3. KOSTEUSTEKNISET JA MIKROBITUTKIMUKSET RAKENNEOSITTAI

3.1. ULKOSEINÄT

3.1.1. RAKENTEET

Rakennuksen ulkoseinien rakennepiirustukset olivat osittain käytössä.

Runkorakenne luokan 128 ulkoseinien alaosaan, luokan 117 eteläsivulla ja varasto 112 länsisivuilla oli rakenneavausten perusteella sisäpuolelta lukien:

- pinnoite +tasoite
- punatiili 130 mm
- styrox
- ilmarako noin 20-30 mm.
- seinän ulkopinnan rakenne

Luokan 117 länsisivulle ja terveydenhoitajan erillsrakennuksen seiniin tehtyjen rakenneavausten perusteella näiden tilojen ulkoseinien rakenne on sisäpuolelta lukien:

- pinnoite +tasoite
- punatiili 130 mm
- mineraalivilla 175 mm
- ilmarako n. 30-40 mm.
- seinän ulkopinnan rakenne

Rakenne on yhtenevä piirustuksissa esitettyjen rakennetyyppien kanssa.

3.1.2. HAVAINNOT

3.1.2.1. HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA

Luokassa 128 irrotettiin keskimmäisen ikkunan alapuolen pellitys. Ikkunoiden reunapellit/peitelistat on tiivistetty silikonilla ikkunoiden sivuilta ja alaosan pellityksen päädyistä mutta alaosan pellityksen pitkät sivut ovat tiivistämättömät. Avauksen kautta havaittiin ikkunan karmin tiivisteenä oleva uretaanivahto. Avauksen kautta tai ikkunan pielistä ei havaittu mikrobiperäistä hajua tai merkkejä kosteudesta.

Luokassa 128 luokan ulkoseinien alaosaan tehtiin kolme Ø20 mm porareikää, joiden kautta selvitettiin rakennetta ja suoritettiin hetkelliset kosteusmittaukset. Rakenneavaukset sijoitettiin arviolta riskialteimpiin kohtiin ulkoseinän alaosaan. Kosteusmittausten aikana porareikä tukittiin

teippaamalla ja mitta-anturi sijoitettiin arvionvaraisesti lähelle eristetilan keskiosaa. Kosteusmittausten mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Luokan 128 ulkoseinässä havaittiin lähellä ulkopuolelle vietyä vesipistettä arviolta hieman koholla olevaa kosteutta avauksen AV2 kautta. Hetkellisen mittauksen arvot olivat 21,2 °C, 67,8 %Rh ja 12,54 g/m³. Ulkoseiniin tehtyjen rakenneavausten kautta kohdistui sisäänpäin selkeä ilmvirta, jossa oli aistittavissa epätavanomainen, mikrobiperäinen haju. Haju aistittiin kaikkien avausten kautta.

Tekstiilityön luokassa 117 ulkoseinien alaosiin tehtiin kaksi Ø20 mm porareikää, joiden kautta selvitettiin rakennetta ja suoritettiin hetkelliset kosteusmittaukset. Rakenneavaukset sijoitettiin arviolta riskialtteimpiin kohtiin ulkoseinän alaosaan. Kosteusmittausten aikana porareikä tukittiin teippaamalla ja mitta-anturi sijoitettiin arvionvaraisesti lähelle eristetilan keskiosaa. Kosteusmittausten mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Luokan 117 ulkoseinien kosteusmittauksissa ei havaittu kohonnutta kosteutta. Avauksen AV5 kautta havaittiin seinän eristemateriaalina mineraalivillaa, ja eristetilasta kerättiin näyte M6. Näytteen mikrobipitoisuudet olivat tavanomaisia. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet on esitetty liitteenä 1 olevassa testausselosteessa. Ulkoseiniin tehtyjen reikien kautta aistittiin epätavanomainen mikrobiperäinen haju.

Varastohuone 112 ulkoseinän alaosaan tehtiin yksi Ø20 mm porareikä, jonka kautta selvitettiin rakennetta ja suoritettiin hetkelliset kosteusmittaukset. Kosteusmittauksen tulos on esitetty taulukossa 1. Varaston ulkoseinän eristetilassa ei havaittu kohonnutta kosteutta. Porareikän kautta ei aistittu hajua, joka aistittiin muiden ulkoseiniin tehtyjen avausten kautta.

Terveystilojen rakennuksen ulkoseiniin tehtiin 4 Ø20 mm porareikää, joiden kautta selvitettiin rakennetta, suoritettiin hetkelliset kosteusmittaukset ja kerättiin materiaalinäytteet eristemateriaalista. Rakenneavaukset sijoitettiin arviolta riskialtteimpiin kohtiin ulkoseinän alaosaan. Kosteusmittausten aikana porareikä tukittiin teippaamalla ja mitta-anturi sijoitettiin arvionvaraisesti lähelle eristetilan keskiosaa. Kosteusmittausten mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Terveystilojen rakennuksen ulkoseinien alaosissa ei havaintojen mukaan ole avonaisia tuuletusrakoina käytettyjä saumoja. Tutkimuksen aikana tehtyjen havaintojen perusteella eristetilan ulkopinnassa ei ole huomattavaa tuuletusrakoa. Eristetilasta mitatut hetkelliset kosteusarvot ovat tavanomaisia. Kosteusmittauksen AV11 seinään oli paistanut keskipäivän aurinko ja seinä oli lämmennyt melko paljon.

Koulurakennuksen ja terveystilojen rakennuksen ulkoseinäpintojen pintakosteuksia kartoitettiin pintakosteudentunnistimella. Tunnistimella havaittiin sienien tiilirakenteisen osien pintakosteusarvojen olevan luokkaa 70...80. Kantavien betonirakenteiden pintakosteusarvot olivat yleisesti luokkaa 70...90. Ulkoseinien rakenteissa ei havaittu pintakosteudentunnistimella poikkeavia arvoja.

Kellaritiloissa seinien pintakosteudentunnistimella mitatut arvot olivat yleisesti luokkaa 70...80. Suojahuone 101 pohjoisseinässä havaittiin seinäpinnoitteen kupruilua ja hilseilyä. Pinnoitteesta ja tasoitteesta kerättiin materiaalinäyte M3. Materiaalinäytteessä ei havaittu epätavallista mikrobikasvua.

Luokkien 128, 117, varaston 112 ja terveystilojen luokan ulkoseinille suoritettiin merkkiaineakaasukoe, jossa merkkiaineakaasuna käytettyä typpi-vetykaasua suihkutettiin seinärakenteiden ulkopuolelle, ikkunoiden liittymiin ja ulkoseinien tiilimuurausten tuuletusrakoihin ja halkeamiin. Kaasun kulkeutuminen sisäilmaan tarkastettiin merkkiaineakaasun tunnistimella. Koe

tehtiin tavanomaisissa olosuhteissa paine-eroja muuttamatta klo.10-12 välisenä aikana. Sää tutkimushetkellä oli melko tyyni tuulennopeuden ollessa luokkaa 1-3 m/s. Sisätilojen hetkellisiä paine-eroja ulkoilmaan mitattiin ikkunaluukun yli. Paine-ero oli noin 4 Pascalia alipaineinen sisäänpäin.

Kaasuvuodon suuruutta voidaan arvioida karkeasti säätelemällä tunnistimen herkkyyttä. Tarkkoja arvoja ilmavuotojen suuruudesta ei siis saada mutta tutkijan kokemuksen avulla saadaan karkea arvio vuodon määrästä.

Luokassa 128 havaittiin runsaita vuotoja ikkunoiden liittymien läpi ja vähäisiä vuotoja ulkoseinän alaosaan. Vuotoja havaittiin kaikkien ikkunoiden yhteydessä. Luokan eteläsivulla sijaitsevan ulkoseinänvesipisteen läpivienti vuotaa myös runsaasti. Luokassa 117 havaittiin runsaita vuotoja ikkunoiden liittymien läpi. Ulkoseinärakenteen läpi ei vuotoja havaittu. Varastossa 112 havaittiin selkeitä ilmavuotoja ikkunoiden liittymien läpi. Ulkoseinärakenteen läpi ei vuotoja havaittu.

Terveystieteiden rakennuksessa havaittiin vuotoja ulkoseinien alaosaan ja ikkunoiden liittymistä. Vuodot olivat selviä ja niitä esiintyi useissa kohdissa.



Kuva 1. Luokan 128 ulkoseinää.



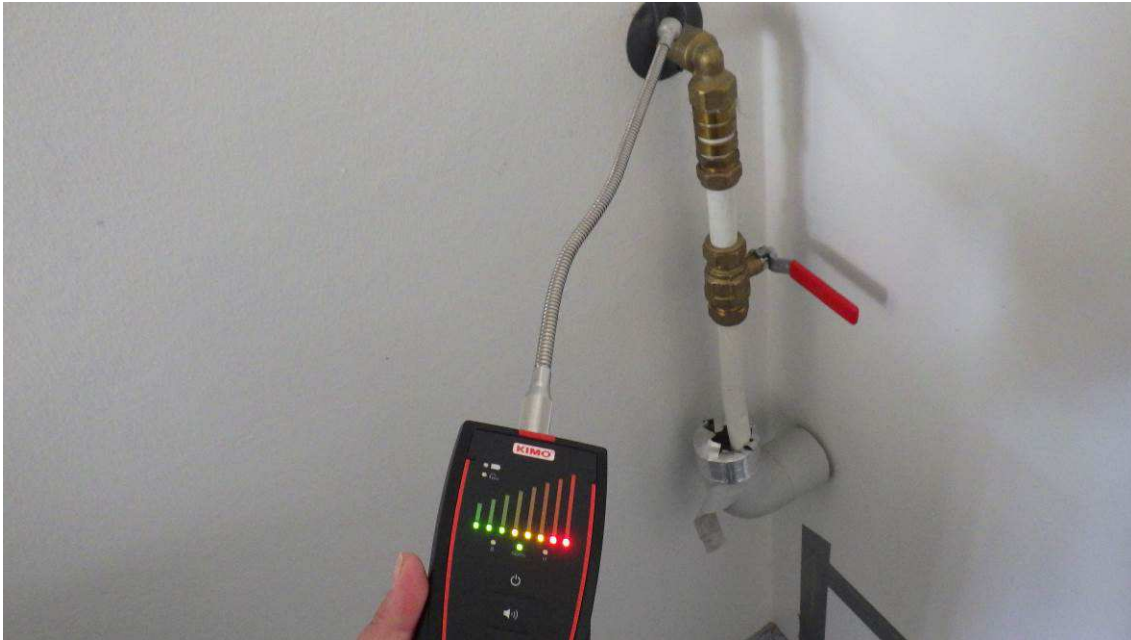
Kuva 2. Luokan 128 keskimmäisen ikkunan alapuolelle tehtiin avaus AV1.



Kuva 3. Ikkunan alapuolen pellitys on tiivistetty vain päädyssä.



Kuva 4. Ikkunan alapuolelta on selvä vuotoilmareitti.



Kuva 5. Ulkoseinän läpi viedyn vesipisteen liitoksen kohdalla on selvä ilmavuoto.



Kuva 6. Ikkunan alapuolen pellityksen päällä havaittiin ilmavuoto.



Kuva 7. Luokan 117 ikkunoiden tiivistyksissä havaittiin luokan 128 kanssa yhtenevät puutteet.



Kuva 8. Terveystieteiden rakennuksen ulkoseinässä ei ole auki jätettyjä saumoja.

Taulukko 1. Lämmöneristetiloista rakenneavausten kautta mitatut kosteusolosuhteet.

Rakenneavaus	Lämpötila [°C]	Suhteellinen kosteus [%]	Absoluuttinen kosteus [g/m ³]
AV2 luokka 128	21,1	67,8	12,54
AV3 luokka 128	21,4	54,2	9,81
AV4 luokka 128	21,8	53,4	10,28
AV5, M6 luokka 117	21,0	50,0	9,17
AV6 luokka 117	21,1	50,5	9,95
AV7 luokka 117	23,1	38,2	7,91
AV8, M7 Th:n rakennus neuvotteluhuone	18,9	51,6	8,35
AV9, M8 Th:n rakennus neuvotteluhuone	18,6	52,2	8,52
AV10, M9 Th:n rakennus Th:n huone	18,7	51,7	8,27
AV11, M10 Th:n rakennus odotushuone	27,4	48,0	12,55
Sisäilma luokka 128	22,5	42,5	8,53
Sisäilma Th:n rakennus neuvotteluhuone	23,5	46,8	9,92
Sisäilma taukotila 109	21,0	45,8	8,45
Ulkoilma	25,4	36,0	8,57

3.1.2.2. MIKROBI- YM. NÄYTTEENOTON TULOKSET

Rakenneavausten AV5, AV8, AV9, AV10 ja AV11 kautta kerättiin eristevillasta materiaalinäytteet. Näytteet kerättiin ulkoseinien lämmöneristeen sisäpinnalta. Näytteiden mikrobipitoisuudet olivat matalia ja alle raja-arvojen. Näytteenottopisteet on esitetty liitteenä 3 olevassa näytteenottokartassa. Näytteiden laboratorioseloste on liitteenä 1. Materiaalinäytteiden perustella ei ole syytä epäillä ulkoseinärakenteiden mikrobi- / kosteusvaurioitumista.

3.1.2.3. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin molempien rakennusten ulkoseinien eristetiloista huoneilmaan kohdistuvassa ilmavirrassa melko selkeä (luokka 128 ja terveydenhoitajan rakennus) tai heikko (luokka 117, varasto 112) epätavallinen ja arviolta mikrobiperäinen haju. Mahdolliset mikrobivauriot eivät arviolta ole levinneet kovin laajoille alueille koska kerätyissä materiaalinäytteissä ei havaittu epätavallisia mikrobipitoisuuksia tai lajistoja. Haju voi kulkeutua melko pitkälle ja hajun aiheuttamiseen ei välttämättä tarvita kovin laajaa mikrobikasvustoa. Suositellaan korjaamaan tilat tiivistyskorjauksella, ottaen huomioon merkkiainekaasukokeen yhteydessä havaitut ilmavuotoreitit. Merkkiainekokeen perusteella ilmavuotoja seinärakenteiden läpi kohdistuu erityisesti seinien läpivientien ja liittymien kautta. Ilmavuotoja havaittiin myös ikkunaliittymien tiivistämättömillä kohdilla. Mikäli ongelma jatkuu tiivistyskorjauksista huolimatta, suositellaan laajempia rakenneavauksia ulkoseinien alaosiin, jotta saadaan selville hajun lähde ulkoseinärakenteessa. Käyttäjien kertoman mukaan luokan 128 ulkopuolelle lammikoituu vettä runsailla sateilla ja sulamisvesien aikaan. Suositellaan parantamaan tältä osin pihan vedenpoistoa lisäämällä hulevesikaivoja tai parantamalla alueen kaatoja.

3.2. ALAPOHJARAKENTEIDEN KOSTEUSKARTOITUS JA MIKROBINÄYTTEENOTTO

3.2.1. HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA

Koulun ja terveydenhoitajan rakennuksen alapohjarakenteille suoritettiin pintakosteuskartoitus. Lattiapintojen pintakosteudentunnistimella havaitut arvot vaihtelivat luokkatiloissa, käytävillä ja terveydenhoitajan tiloissa välillä 55... 75. Kellarin suojatiloissa, varastoissa ja taukotiloissa arvot vaihtelivat välillä 75...90. Lattiapinnoissa havaittiin arviolta kohonneita pintakosteusarvoja (luokkaa 100-110) luokan 128 ulkoseinän vieressä lähellä avauksen AV2 sijaintia. Kohtaan suoritettiin viiltomittaus VM2. Viiltomittauksen kautta mitatut kosteusarvot ovat koholla. Luokan 128 ulkonurkkaan suoritettiin viiltomittaus VM1. Viiltomittauksen kosteusarvot on esitetty taulukossa 2. Viiltomittauksen kohdilta leikattiin muovimatosta materiaalinäytteet M1 ja M2 laboratorion mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysissa ei havaittu epätavallista kasvua.

Kellarin taukotilassa 109 havaittiin epätavallisia pintakosteusarvoja (luokkaa 120) tilan lavuaarin edessä. Kohtaan tehtiin viiltomittaus VM3, ja muovimattopinnasta kerättiin materiaalinäyte M5. Materiaalinäytteen mikrobianalyysissa ei havaittu epätavallista kasvua. Lattiamaton alta mitattu kosteusarvo on kuitenkin selvästi koholla.

Kellarin varasto 110 havaittiin pintakosteudentunnistimella arviolta koholla olevia kosteusarvoja (luokkaa 100-130). Lattiapinnoitteesta ja tasoitteesta kerättiin materiaalinäyte M4. Materiaalinäytteen mikrobianalyysissa ei havaittu epätavallista kasvua.

Taulukko 2. Lattiapinnoitteiden alta mitatut kosteusolosuhteet.

Viiltomittaus	Lämpötila [°C]	Suhteellinen kosteus [%]	Absoluuttinen kosteus [g/m ³]
VM1 luokka 128	21,3	61,6	11,51
VM2 luokka 128	21,0	75,3	13,81
VM3 taukotila 109	20,9	92,6	16,95

3.2.2. MIKROBI-YM NÄYTTEENOTTOJEN TULOKSET

Epätavallisia arvoja pintakosteudentunnistimella ilmaiseilta alueilta kerättiin materiaalinäytteet M1, M2, M4 ja M5. Kaikkien materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja lajistot olivat tavanomaisia. Näytteenottopisteet on esitetty liitteenä 3 olevassa näytteenottokartassa. Näytteiden laboratorioseloste on liitteenä 1. Materiaalinäytteiden perustella ei ole syytä epäillä lattiapinnoitteiden mikrobi- / kosteusvaurioitumista.

3.2.3. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin luokassa 128 ja kellarikerroksen tauko- ja varastotilassa epätavallisia arvoja pintakosteudentunnistimella. Viiltomittauksissa luokan 128 lattiapinnoitteen alta mitatut kosteusarvot ovat hieman koholla ja kellarikerroksen taukotila 109 lattiapinnoitteen alta mitattu kosteusarvo on selvästi koholla. Alueilta kerättyjen mikrobinäytteiden lajistot ja pitoisuudet ovat tavanomaisia, joten kosteushavainnoista huolimatta alueilla ei vaikuta olevan mikrobivaurioita. Suositellaan varmistamaan lattioiden betonirakenteiden kosteus porareikämittauksin ja suorittamaan tarvittavat kuivaustoimet.

4. SISÄILMAN VOC-MITTAUKSET

4.1. NÄYTTEENOTTO

Sisäilman VOC-näytteet kerättiin 23.5.2016 Tenax-putkiin. Näyte toimitettiin MetropoliLabin laboratorioon 24.5.2016. Testausseloste on liitteenä. Näytteenottopisteet olivat:

1. luokka 128
2. luokka 117
3. varasto 112
4. taukotila 109
5. pukuhuone 102
6. Th:n huone 14

4.2. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Asumisterveysasetuksessa (tullut voimaan 15.5.2015) on esitetty VOC-mittauksiin liittyviä toimenpiderajoja. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³.

Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³.

Yksittäisistä yhdisteistä tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpiderajat on annettu seuraaville yhdisteille: TXIB 10 µg/m³, 2-etyyli-1-heksanoli 10 µg/m³, naftaleeni 10 µg/m³ (hajua ei saa esiintyä) ja styreeni 40 µg/m³.

Toimistoissa ja koulussa yms. rakennuksissa ilmanvaihto on yleisesti asuinrakennuksia voimakkaampi, jolloin VOC-pitoisuudet ovat pienempiä. Tutkitussa rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Tulokset

Näytteessä 1 (luokka 128) sisäilman TVOC oli 27 µg/m³. 2-etyyli-1-heksanolia, TXIB, styreeniä ja naftaleenia ei esiintynyt. Muiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alle 10 µg/m³.

Näytteessä 2 (luokka 117) sisäilman TVOC oli 33 µg/m³. styreeni pitoisuus oli 0,4 µg/m³. 2-etyyli-1-heksanolia, TXIB, ja naftaleenia ei esiintynyt. Muiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alle 10 µg/m³.

Näytteessä 3 (varasto 112) sisäilman TVOC oli 72 µg/m³. 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuus oli 8,7 µg/m³, styreeni pitoisuus oli 0,3 µg/m³. TXIB, ja naftaleenia ei esiintynyt. Muiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alle 10 µg/m³.

Näytteessä 4 (taukotila 109) sisäilman TVOC oli 27 µg/m³. 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuus oli 1,1 µg/m³. TXIB, styreeniä ja naftaleenia ei esiintynyt. Muiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alle 10 µg/m³.

Näytteessä 5 (pukuhuone 102) sisäilman TVOC oli 27 µg/m³. 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuus oli 1,1 µg/m³. TXIB, styreeniä ja naftaleenia ei esiintynyt. Muiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alle 10 µg/m³.

Näytteessä 6 (Th:n huone 14) sisäilman TVOC oli $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 2-etyyli-1-heksanolia, TXIB, styreeniä ja naftaleenia ei esiintynyt. Muiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alle $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tulosten tarkastelu

Mittausmenetelmän epävarmuus on 30 %, esimerkiksi TVOC arvon ollessa $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ todellinen pitoisuus on välillä $50,4\text{--}93,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

TVOC pitoisuudet ja yksittäisten aineiden pitoisuudet olivat selvästi alle toimenpiderajojen kaikissa muissa näytteissä paitsi näytteen 3 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuden osalta. Pitoisuus oli näytteessä $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tämä tarkoittaa, että tulos on mittausepävarmuus huomioiden $6,1\text{--}11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Todellinen pitoisuus voi siis olla toimenpiderajan ylittävä. Näyte 3 kerättiin varastosta 112. Varastossa säilytetään runsaasti opetusvälineistöä ja mm. kirjoja. 2-Etyyli-1-Heksanoli on yleisesti liitetty muovimattojen kosteusvaurioitumiseen. Varaston lattiamateriaali on kuitenkin vaihdettu peruskorjauksen yhteydessä ja pintakosteuskartoituksessa ei havaittu epätavallisia arvoja. Suositellaan varmistamaan tilan 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuus varmistusmittauksella. Vaihtoehtoisesti suositellaan varmistamaan varastotilan lattiamaton haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä analysoimalla koepalan VOC-päästöt.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin molempien rakennusten eristetiloista huoneilmaan kohdistuvassa ilmavirrassa melko selkeä (luokka 128 ja terveydenhoitajan rakennus) tai heikko (luokka 117, varasto 112) epätavallinen ja arviolta mikrobiperäinen haju. Mahdolliset mikrobivauriot eivät arviolta ole levinneet kovin laajoille alueille koska kerätyissä materiaalinäytteissä ei havaittu epätavallisia mikrobipitoisuuksia tai lajistoja. Haju voi kulkeutua melko laajallekin ja hajun aiheuttamiseen ei välttämättä tarvita kovin laajaa mikrobikasvustoa. Suositellaan korjaamaan tilat tiivistyskorjauksella, ottaen huomioon merkkiainekaasukokeen yhteydessä havaitut ilmavuotoreitit. Merkkiainekokeen perusteella ilmavuotoja seinärakenteiden läpi kohdistuu erityisesti seinien läpivientien ja liittymien kautta. Ilmavuotoja havaittiin myös ikkunaliittymien tiivistämättömillä kohdilla. Mikäli ongelma jatkuu tiivistyskorjauksista huolimatta, suositellaan laajempia rakenneavauksia ulkoseinien alaosiin, jotta saadaan selville hajun lähde ulkoseinärakenteessa. Käyttäjien kertoman mukaan luokan 128 ulkopuolelle lammikoituu vettä runsailla sateilla ja sulamisvesien aikaan. Suositellaan parantamaan tältä osin pihan vedenpoistoa lisäämällä hulevesikaivoja tai parantamalla alueen kaatoja.

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin luokassa 128 ja kellarikerroksen tauko- ja varastotilassa epätavallisia arvoja pintakosteudentunnistimella. Pintakosteudentunnistimella tehdyt havainnot rajoittuivat noin 20 cm x20 cm alueelle. Viiltomittauksissa luokan 128 lattiapinnoitteen alta mitatut kosteusarvot ovat hieman koholla ja kellarikerroksen taukotila 109 lattiapinnoitteen alta mitattu kosteusarvo on selvästi koholla. Alueilta kerättyjen mikrobinäytteiden lajistot ja pitoisuudet ovat tavanomaisia, joten kosteushavainnoista huolimatta alueilla ei vaikuta olevan mikrobivaurioita. Suositellaan varmistamaan lattioiden betonirakenteiden kosteus porareikämittauksin ja suorittamaan tarvittavat kuivaustoimet.

TVOC pitoisuudet ja yksittäisten aineiden pitoisuudet olivat selvästi alle toimenpiderajojen kaikissa muissa näytteissä paitsi näytteen 3 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuden osalta. Pitoisuus oli näytteessä $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tämä tarkoittaa, että tulos on mittauserävarmuus huomioiden $6,1\text{--}11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Todellinen pitoisuus voi siis olla toimenpiderajan ylittävä. Näyte 3 kerättiin varastosta 112. Varastossa säilytetään runsaasti opetusvälineistöä ja mm. kirjoja. 2-Etyyli-1-Heksanoli on yleisesti liitetty muovimattojen kosteusvaurioitumiseen. Varaston lattiamateriaali on kuitenkin vaihdettu peruskorjauksen yhteydessä ja pintakosteuskartoituksessa ei havaittu epätavallisia arvoja. Suositellaan varmistamaan tilan 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuus varmistusmittauksella. Vaihtoehtoisesti suositellaan varmistamaan varastotilan lattiamaton haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä analysoimalla koepalan VOC-päästöt.

Korjausten suorittaminen suositellaan suorittamaan erillisen korjaussuunnittelun avulla.

6. LIITTEET

LIITE 1: materiaalinäytteiden laboratorioseloste

LIITE 2: VOC-näytteiden laboratorioseloste

LIITE 3: näytteenottokartat

Vantaalla 4.7.2016

RAKSYSTEMS INSINÖÖRITOIMISTO OY



Elina Saukko

Rakennusinsinööri YAMK
puh: 030 6705 597 / 040 3569 765

elina.saukko@rakersystems.fi



Teemu Väänänen

Ympäristöinsinööri AMK
puh: 030 6705 627 / 050 449 1026

teemu.vaananen@rakersystems.fi

Tilaja
0905045-0
Raksystems Insinööritoimisto Oy

Väänänen Teemu

Vetotie 3 A
01610 VANTAA

Maksaja

Raksystems Insinööritoimisto Oy

PL 5202
70701 KUOPIO


Näytetiedot	Näyte	Materiaalinäyte			
Näyte otettu	24.05.2016	Kellonaika			
Vastaanotettu	24.05.2016	Kellonaika	11.40		
Tutkimus alkoi	25.05.2016	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus		
Ottopiste	Karhuvuorentie 1, Kotka				
Näytteen ottaja	Väänänen Teemu				
Viite	Karhuvuorentie 1/Väänänen				

Analyysi	Menetelmä	10740-1 Materiaali- näyte M3 lattia- pinnoite 3 g	10740-2 Materiaali- näyte M4 lattiapinnoite 1,6 g	10740-3 Materiaali- näyte M6 villa 0,8 g	10740-4 Materiaali- näyte M7 villa 1,7 g	Yksikkö
Bakteeripitoisuus	* STM Asumisterveys ohje 2003:1	alle 100	alle 100	1 500	100	kpl/g
Aktinomykeetti- pitoisuus	* STM Asumisterveys ohje 2003:1 viljely	alle 100	alle 100	alle 100	alle 100	kpl/g
Sieni-itiöpitoisuus (2 % mallasagar)	* STM Asumisterveys ohje 2003:1	300	100	200	alle 100	kpl/g
Sieni-itiöpitoisuus (DG-18-agar)	* STM Asumisterveys ohje 2003:1	400	100	400	alle 100	kpl/g
Homesienikasvuston toteaminen	* ISO 16000-21:2013 , suora mikroskopointi	ei todettu	ei todettu			
Sienten tunnistus, mallas	* Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi					
- Penicillium sp.	*	100	100			%
- Penicillium spp.	*			100		%
Sienten tunnistus, DG18	* Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi					
- Cladosporium sp.	*			25		%
- Penicillium sp.	*	100	100			%
- Penicillium spp.	*			75		%

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

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi http://www.metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

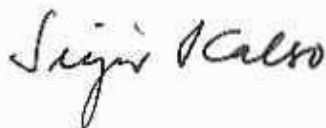
Analyyssi	Menetelmä	10740-5 Materiaali- näyte M8 villa 0,9 g	10740-6 Materiaali- näyte M9 villa 1 g	10740-7 Materiaali- näyte M10 villa 1,5 g	10740-8 Sivelynäyte 7,5cmx7cm M1 muovimatto	Yksikkö
Bakteeripitoisuus	* STM Asumisterveys ohje 2003:1	alle 100	alle 100	alle 100		kpl/g
Aktinomykeetti- pitoisuus	* STM Asumisterveys ohje 2003:1 viljely	alle 100	alle 100	alle 100		kpl/g
Sieni-itiöpitoisuus (2 % mallasagar)	* STM Asumisterveys ohje 2003:1	alle 100	700	1 800		kpl/g
Sieni-itiöpitoisuus (DG-18-agar)	* STM Asumisterveys ohje 2003:1	alle 100	400	2 000		kpl/g
Sienten tunnistus, mallas	* Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi					
- Mycelia sterilia			14			%
- Penicillium sp.	*			100		%
- Penicillium spp.	*		86			%
Sienten tunnistus, DG18	* Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi					
- Mycelia sterilia			75			%
- Penicillium sp.	*		25	100		%
- Penicillium spp.	*					%
Bakteeripitoisuus	STM Asumisterveys ohje 2003				< 1	kpl/cm ²
Aktinomykeetti- pitoisuus	STM Asumisterveys ohje 2003				< 1	kpl/cm ²
Sieni-itiöpitoisuus (2 % Mallas-agar)	STM Asumisterveys ohje 2003				< 1	kpl/cm ²
Sieni-itiöpitoisuus/ DG18-agar	STM Asumisterveys ohje 2003				< 1	kpl/cm ²
Homesienikasvuston toteaminen	* ISO 16000-21:2013 suora mikroskopointi				ei todettu	

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

Analyysi	Menetelmä	10740-9 Sivelynäyte 6cmx10cm M2 muovimatto	10740-10 Sivelynäyte 6,3cmx 6,5cm M5 muovimatto			Yksikkö
Bakteeripitoisuus	STM Asumisterveys ohje 2003	<1	2			kpl/cm ²
Aktinomykeetti- pitoisuus	STM Asumisterveys ohje 2003	<1	<1			kpl/cm ²
Sieni-itiöpitoisuus (2 % Mallas-agar)	STM Asumisterveys ohje 2003	<1	<1			kpl/cm ²
Sieni-itiöpitoisuus/ DG18-agar	STM Asumisterveys ohje 2003	<1	<1			kpl/cm ²
Homesienikasvuston toteaminen	* ISO 16000-21:2013 suora mikroskopointi	ei todettu	ei todettu			

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Wikman Helena, 010 391 3599, Mikrobiologi



Kalso Seija
toimitusjohtaja

Tiedoksi Väänänen Teemu, teemu.vaananen@raksystems.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista 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>

Tilaja
0905045-0
Raksystems Insinööritoimisto Oy

Väänänen Teemu

Vetotie 3 A
01610 VANTAA

Maksaja

Raksystems
Insinööritoimisto Oy

PL 5202
70701 KUOPIO

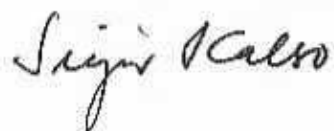

Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC		
	Näyte otettu	23.05.2016	Kellonaika	
	Vastaanotettu	24.05.2016	Kellonaika	11.40
	Tutkimus alkoi	24.05.2016	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Väänänen Teemu		
	Viite	Ruonalan koulu/Väänänen		

Liitteenä tilakohtainen dokumentti yhdisteiden pitoisuuksista.

	Analyysi	TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID)
	Yksikkö	µg/m³
	Menetelmä	ISO 16000-6:2011
	Epävarmuus-%	30
Näyte		*
10811-1, Sisäilma VOC, luokka 128, Ruonalan koulu, Kotka		27
10811-2, Sisäilma VOC, luokka 117, Ruonalan koulu, Kotka		33
10811-3, Sisäilma VOC, varasto 112, Ruonalan koulu, Kotka		72
10811-4, Sisäilma VOC, taukotila 109, Ruonalan koulu, Kotka		27
10811-5, Sisäilma VOC, pukuhuone 102, Ruonalan koulu, Kotka		27
10811-6, Sisäilma VOC, th.n huone 14, Ruonalan koulu, Kotka		22

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, Kemisti



Kalso Seija
toimitusjohtaja

Tiedoksi Väänänen Teemu, teemu.vaananen@raksystems.fi

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>

Liite testausselosteeseen	2016-10811-06		
Näyte	TH:n huone		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		22	75
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,9	1,9	9
2-Etyyli-1-heksanoli	0,9	<1,0	0
Butanoli	1,6	0,7	3
Fenoli	1,4	1,2	6
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	3	2	11
Bentseeni	1,0	1,2	5
Tolueeni	1,1	1,2	6
Etyylibentseeni	0,3	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0,8	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	0,3	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyl	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0,3	<1	0
Etyyliasetaatti	0,3	<1,0	0
Butyylasetaatti	<0,10	<1,0	0
Esteriä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<1,0	<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<0,40	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	15,1	6,7	30
Heksanaali	4,9	2,0	9
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	3,7	1,5	7
Oktanaali	1,6	0,8	4
Nonanaali	4,9	2,5	11
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		3,3	15
Etikkahappo		3,3	15
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	4	2,1	10
Pineeni	3,0	2,1	10
Delta-3-kareeni	0,7	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

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

Liite testausselosteeseen	2016-10811-02		
Näyte	Luokka 117		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		33	71
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,1	1,4	4
2-Etyyli-1-heksanoli	0,7	<1,0	0
Butanoli	0,9	<1,0	0
Fenoli	1,5	1,4	4
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	5	6	19
Bentseeni	2,9	3,5	10
Tolueeni	1,2	1,3	4
Etyylibentseeni	0,3	0,3	1
1,4-Ksyleeni	0,7	0,7	2
Styreeni	0,4	0,4	1
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyl	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0,3	<1	0
Etyyliasettaatti	0,3	<1,0	0
Butyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<1,0	<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<0,40	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri asetaatit		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	12,2	5,9	18
Heksanaali	2,1	0,8	3
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	5,5	2,2	7
Oktanaali	1,2	0,6	2
Nonanaali	3,4	1,7	5
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		0,6	2
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		3,1	9
Etikkahappo		3,1	9
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	10	7,0	21
Pineeni	7,5	5,3	16
Delta-3-kareeni	2,1	1,7	5
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

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

Liite testausselosteeseen	2016-10811-03		
Näyte	Varasto 112		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		72	68
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	17,6	13,7	19
2-Etyyli-1-heksanoli	8,7	8,7	12
Butanoli	5,9	2,3	3
Fenoli	3,0	2,7	4
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	6	5	7
Bentseeni	1,1	1,3	2
Tolueeni	1,7	1,8	3
Etyylibentseeni	0,5	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	1,5	1,5	2
Styreeni	0,3	0,3	0
1,2-Ksyleeni	0,5	0,5	1
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	0,1	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	4,2	1,5	2
Etyyliasettaatti	2,0	0,6	1
Butyyliasettaatti	2,2	0,9	1
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<1,0	<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	0,5	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri asetatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karboonyylit yht.	31,5	16,0	22
Heksanaali	9,7	3,9	5
2-Furankarboksaldehydi	4,1	1,6	2
Bentsaldehydi	3,8	1,5	2
Oktanaali	3,6	1,8	3
Nonanaali	10,3	5,2	7
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		1,0	1
Asetofenoni		<1,0	0
Karboonyyleja muita		1,0	1
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		5,8	8
Etikkahappo		5,8	8
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	9	6,7	9
Pineeni	7,3	5,1	7
Delta-3-kareeni	1,9	1,6	2
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

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

Liite testausselosteeseen	2016-10811-04		
Näyte	Taukotila 109		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		27	65
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,9	3,2	12
2-Etyyli-1-heksanoli	1,1	1,1	4
Butanoli	0,6	<1,0	0
Fenoli	2,3	2,1	8
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	<1	0
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<1,0	<1,0	0
Etyylibentseeni	0,3	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0,7	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyl	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0,8	<1	0
Etyyliasettaatti	0,5	<1,0	0
Butyyliasettaatti	0,3	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetylieetteri	<1,0	<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutylietteri	1,0	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	17,6	9,4	35
Heksanaali	3,2	1,3	5
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	6,1	2,3	9
Oktanaali	2,1	1,0	4
Nonanaali	6,2	3,1	12
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		1,7	6
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		2,2	8
Etikkahappo		2,2	8
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	4	2,7	10
Pineeni	2,9	2,0	7
Delta-3-kareeni	0,9	0,7	3
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

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

Liite testausselosteeseen	2016-10811-05		
Näyte	Pukuh 102		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		27	71
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		2,0	7
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		2,0	7
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	9,0	7,5	28
2-Etyyli-1-heksanoli	1,1	1,1	4
Butanoli	0,8	<1,0	0
Fenoli	7,1	6,4	24
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	2	8
Bentseeni	1,1	1,3	5
Tolueeni	<1,0	<1,0	0
Etyylibentseeni	0,2	0,2	1
1,4-Ksyleeni	0,6	0,6	2
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0,8	<1	0
Etyyliasettaatti	0,6	<1,0	0
Butyyliasettaatti	0,2	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<1,0	<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<0,40	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	9,7	3,6	14
Heksanaali	2,6	1,0	4
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	7,1	2,6	10
Oktanaali	<1,0	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		2,6	10
Etikkahappo		2,6	10
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	2	1,3	5
Pineeni	1,9	1,3	5
Delta-3-kareeni	0,4	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

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

Liite testausselosteeseen	2016-10811-06		
Näyte	TH:n huone		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		22	75
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,9	1,9	9
2-Etyyli-1-heksanoli	0,9	<1,0	0
Butanoli	1,6	0,7	3
Fenoli	1,4	1,2	6
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	3	2	11
Bentseeni	1,0	1,2	5
Tolueeni	1,1	1,2	6
Etyylibentseeni	0,3	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0,8	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	0,3	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0,3	<1	0
Etyyliasetaatti	0,3	<1,0	0
Butyylisasetaatti	<0,10	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<1,0	<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<0,40	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karboonyylit yht.	15,1	6,7	30
Heksanaali	4,9	2,0	9
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	3,7	1,5	7
Oktanaali	1,6	0,8	4
Nonanaali	4,9	2,5	11
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karboonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		3,3	15
Etikkahappo		3,3	15
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	4	2,1	10
Pineeni	3,0	2,1	10
Delta-3-kareeni	0,7	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

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

AV5, M6
21,0°C
50,0 %RH
9,17 g/m³

AV7
23,1°C
38,2 %RH
7,91 g/m³

AV6
21,2°C
50,5 %RH
9,35 g/m³

M3

M4

VM3, M5
22,5°C
42,5 %RH
8,53 g/m³

AV2
21,1°C
67,8 %RH
12,54 g/m³

VM2, M2
21,0°C
75,3 %RH
13,81 g/m³

AV3
21,4°C
54,2 %RH
9,81 g/m³

VM1, M1
21,3°C
61,6 %RH
11,5 g/m³

AV4
21,8°C
53,4 %RH
10,28 g/m³

AV1

