



# Raportti VOC-MITTAUKSET SISÄILMASTA

LÄNSIRANNAN KOULU, LAPPAJÄRVI

12.4.2019

## Sisällys

Sisällys .....	1
1.TAUSTATIETOA TUTKIMUKSESTA.....	2
1.1 Tutkimuskohde.....	2
1.2 Tilaaja.....	2
1.3 Vastaava tutkija .....	2
2.TUTKIMUSTULOKSET .....	3
2.1 HUOMIOITA JA AISTINVARAISIA HAVAINTOJA .....	3
2.2 VOC-MITTAUKSET .....	3
3.YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET .....	5
4.MITTALAITTEET JA -MENETELMÄT .....	5
5.PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUS .....	5

# 1.TAUSTATIETOA TUTKIMUKSESTA

Kyseessä on Lappajärvellä sijaitseva vuonna 1979 rakennettu puurunkoinen koulurakennus. Opetus- päivähoitotiloihin tehtiin aistinvaraisia ja rakenteita avaavia tutkimuksia. Osana sisäilmatutkimuksia oli sovittu lisätutkimuksena selvitettäväksi VOC-yhdisteiden (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden) pitoisuuksia tiloista paremman kokonaiskuvan saamiseksi sisäilmasta. Mittaukset tehtiin eri puolilta rakennusta keräämällä ilmanäytteet viidestä eri tilasta,

Mittaukset tehtiin 1.4.2019, jolloin rakennus oli normaalisti käytössä. Mittauspäivänä tutkimustiloissa työskenneltiin ja oleiltiin normaalisti ennen ilmanäytteiden ottamista. Ilmanvaihto oli normaalikäyttötilassa. Näytteen keräämisen aikana tutkittava tila oli kuitenkin aina tyhjä.

## 1.1 Tutkimuskohde

Länsirannan koulu  
Ylirannantie 89  
62630 Karvala

## 1.2 Tilaaja

Lappajärven kunta  
Anne Övermark  
Maneesitie 5A, 62600 Lappajärvi  
Puh. 044 3699 505  
[anne.overmark@lappajarvi.fi](mailto:anne.overmark@lappajarvi.fi)

## 1.3 Vastaava tutkija

Esa Kemppainen, RTA, Proleader Oy  
Risto Kreko, kuntotutkija

## 2.TUTKIMUSTULOKSET

### 2.1 HUOMIOITA JA AISTINVARAISIA HAVAINTOJA

- Tutkittujen tilojen sisäilmassa ei aistittu poikkeuksellisia hajuja
- Tutkittavissa tiloissa normaalia opetustoimintaa ennen näytteen ottoa.

### 2.2 VOC-MITTAUKSET

#### Sisäilmanäytteet

Sisäilman VOC-pitoisuudet ja profiilit määritettiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen III 11.4.2016 mukaisella ilmanäytteenotolla (ISO 16000-6:2004). Taulukossa 1 on esitetty VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), ja huomioitu tavanomaisesta poikkeavat yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet. Näytteet on analysoitu Mikrobioni Oy:ssä.

Viitearvoja: Mikäli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistoissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016) ja yksittäisen yhdisteen  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015) **Asunnoille on lisäksi säädetty** seuraaville sisäilmaongelmiin liittyville yksittäisille yhdisteille erilliset toimenpiderajat tolueenivasteella laskettuna; 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 2-etyyli-1-heksanoli (2-EH) ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), naftaleeni ja styreeni ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylittyessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvitettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseissä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit) ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira Ohje 8/2016).

## Tulosten tulkinta

Sisäilmanäytteet kertovat todellisen tilanteen VOC-yhdisteiden osalta, millaista ilmaa käyttäjät hengittävät tutkimushetkellä.

Taulukko 1. Sisäilman TVOC-pitoisuudet 1.4.2019.

Mittauspiste	TVOC-pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Huomioita yksittäisistä yhdisteistä
1 Erityisopettaja	27*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 39% TVOC:sta
2 Ryhmis, tila 203	43*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 21% TVOC:sta nonanaalipitoisuus 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3 Käytävä, tila 102	26*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 47% TVOC:sta
4 Luokkahuone, tila 103	21*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 39% TVOC:sta
5 Luokkahuone, tila 139	36*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 42% TVOC:sta

\*Näytteiden TVOC-pitoisuuteen sisältyy pieniä pitoisuuksia yhdisteitä, joita ei kyetty luotettavasti tunnistamaan.

### Arvio VOC-näytteistä:

Näytteiden VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudet olivat pieniä. Yhdessä tilassa, Nonanaali yhdisteen pitoisuus ylittää lievästi P90 viitearvon. P90 on arvo = Persentiili eli sadannes- tai prosenttipiste kuuluu ns. fraktiileihin eli jakauman osuuspisteisiin. Se ilmoittaa muuttujan arvon, jonka alapuolelle viiteaineiston tuloksista jää 90 %.

- tila 203, Ryhmis, tilan nonanaalipitoisuus 7,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ylittää lievästi viitearvon 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Valtanen ym. 2016 Työpaikkojen sisäilman VOC-viitearvot. Sisäilmaseminaari 2016.) Nonanaalia esiintyy mm. puutuotteissa, lastulevyssä, lattiavahassa ja linoleumissa. Yksittäisen yhdisteen pitoisuuden pitäisi olla < 10% mitatusta TVOC-arvosta. TVOC-pitoisuuden ollessa hyvin alhainen tätä ei kuitenkaan yleensä tarvitse huomioida, Työterveyslaitos Toimiston sisäilman tutkiminen 2011.

### **3.YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET**

Sisäilmanäytteiden kokonaispitoisuudet olivat kaikissa tiloissa matalia. Mittausolosuhteet olivat normaalit ja sisäilman lämpötila oli välillä +18...+25 °C. Koska sisäilman VOC-yhdisteet ja niiden terveysvaikutukset ovat osittain tuntemattomia, ja mittaukseen liittyy lukuisia epävarmuustekijöitä, ei pelkkien mittausten perusteella voi yleensä tehdä luotettavia päätelmiä sisäilman terveydellisestä laadusta. Mittausepävarmuudeksi arvioimme 40...45%. Mittausepävarmuus huomioiden sisäilmanäytteiden kokonaispitoisuudet eivät ylitä toimistojen viitearvoa 100 µg/m<sup>3</sup>. Alapohjasta on aiemmissa tutkimuksissa löydetty paikallisia kosteita /vaurioituneita alueita. Alapohjassa havaituilla vaurioilla on sisäilman VOC-pitoisuuksia lisäävä vaikutus. Rakennuksen ilmanvaihtuvuus pystyy kuitenkin pitämään VOC-pitoisuudet alhaisella tasolla. Osin rajalliseen nykytietämykseen perustuen arvioimme sisäilman olosuhteet kohtuulliseksi. Suosittelemme rakennuksen ilmanvaihdon pitämistä päällä 2+2 tuntia rakennuksen käyttöaikaa pidempänä ja osakäytöllä 24/7 tuntia.

### **4.MITTALAITTEET JA -MENETELMÄT**

Ilmakeräimenä käytettiin GilAir+ ilmakeräintä, kalibroitu 25.10.2018 ja Mikrobioni Oy:n lähettämiä Tenax TA adsorbenttikeräimiä. Kohteessa käytettiin kenttänollanäytettä.

Menetelmä; (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira Ohje 8/2016), sekä Mikrobioni Oy:n toimittamaa näytteenotto-ohjetta.

Analyysi; Mikrobioni Oy VC2019-073

### **5.PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUS**

Seinäjoella 12.4.2018

Esa Kemppainen, Proleader Oy

puh. 050-3044671

Rakennusterveysasiantuntija RTA VTT-C-21559-26-15

Liitteet: Mikrobioni Oy VC2019-073, paikannuspiirustus

Esa Kemppainen  
ProLeader Oy  
Impivaarantie 25  
60420 Seinäjoki



## TULOSRAPORTTI

### KOHDE:

Länsirannan koulu

### NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Risto Kreko, ProLeader Oy, 1.4.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 3.4.2019 ja VOC-analysit on tehty 5.4.2019.

### ANALYYSIT:

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

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatin (TXIB) pitoisuus on laskettu puhtaan vertailuaineen avulla. Yhdisteen omalla vasteella lasketut tulokset on merkitty tulostaulukkoon tähdellä (\*).

Tulosraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun näytteen keräysaikaan.

TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 35 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 19 – 38 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat suurempia ja niiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.

Puhtaiden, vertailuaineen avulla laskettujen yhdisteiden määrittämissä raja on keskimäärin 4 ng/näyte, jolloin se on 10 litran näytteelle 0,4 µg/m<sup>3</sup>. TVOC-pitoisuudelle määrittämissä raja on 10 µg/m<sup>3</sup>.

### TULOKSEN TULKINTA:

Jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistossa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää 100 µg/m<sup>3</sup>, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016).

Asunnoissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja on 400 µg/m<sup>3</sup> ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m<sup>3</sup> tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015). Lisäksi seuraaville sisäilmaongelmiin liittyville yksittäisille yhdisteille on säädetty erilliset toimenpiderajat tolueenivasteella laskettuna; 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) (10 µg/m<sup>3</sup>), 2-etyyli-1-heksanoli (10 µg/m<sup>3</sup>),

styreeni (40 µg/m<sup>3</sup>) ja naftaleeni (10 µg/m<sup>3</sup>).

Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan (50 µg/m<sup>3</sup>) ylittyessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvitettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseisessä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit), ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/216).

Asunnoissa yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat tyypillisesti välillä 5-20 µg/m<sup>3</sup> ja kokonaispitoisuudet (TVOC) 120-350 µg/m<sup>3</sup> (Järnström, 2007).

#### ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

\* laskettu yhdisteen omalla vasteella.

**Näyte: 1, Erityisopettaja. 45 minuuttia/8.950 litraa (tutkimustunnus: VC190176, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9dm<sup>3</sup>)**

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m <sup>3</sup> )
TVOC	27
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>	
dodekaani	0.2
heksadekaani	0.3
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
undekaani	0.4
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	
tolueeni	0.3 (*0.2)
<b>TERPEENIT</b>	
3-kareeni	1
alfa-pineeni	1.1
limoneeni	0.3
<b>YKSIARVOISET ALKOHOLIT</b>	
2-etyyli-1-heksanoli	0.9 (*1.4)
fenoli	0.3
<b>ALDEHYDIT</b>	
bentsaldehydi	0.9
dekanaali	0.9
heksanaali	0.6
heptanaali	0.3
nonanaali	2.4



---

oktanaali	0.4
<b>KETONIT</b>	
asetofenoni	0.6
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaaanidioli di-isobutyraatti	0.7 (*0.4)
<b>PIIYHDISTEET</b>	
dekametyylisyklopentasiloksaani	2.8
<b>MUUT YHDISTEET</b>	
Ftaalihappoanhydridi	0.3
<b>TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET</b>	
	10 (39% TVOC:sta)

---

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittärajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte: 2, Tila 203. Ryhmis. 45 min./9.095 litraa (tutkimustunnus: VC190177, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9dm<sup>3</sup>)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m <sup>3</sup> )
TVOC	43
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>	
dodekaani	0.3
heksaani	0.2
heksadekaani	0.4
tetradekaani	0.4
undekaani	0.2
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	
1,2,4-trimetyylibentseeni	0.4
bentseeni	0.6
etyylibentseeni	0.2
<b>TERPEENIT</b>	
3-kareeni	1.5
alfa-pineeni	4.6
limoneeni	0.4
<b>YKSIARVOISET ALKOHOLIT</b>	
2-etyyli-1-heksanoli	0.3 (*0.3)
fenoli	0.2
<b>ALDEHYDIT</b>	
bentsaldehydi	0.6
dekanaali	1.5
dodekanaali	0.2
heksanaali	1.6
heptanaali	0.7
nonanaali	7.4
oktanaali	0.8
<b>KETONIT</b>	
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0.4
asetofenoni	0.4
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	1.9 (*1.4)
2-(2-Butoksietoksi) etanoliaseaatti	2.6
<b>PIIYHDISTEET</b>	
dekametyylisyklopentasiloksaani	5
<b>MUUT YHDISTEET</b>	

Ftaalihappoanhydridi 0.2

---

**TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET**

8.9 (21% TVOC:sta)

---

Näyte: 3, Tila 102. Käytävä 45 min. / 9.096 litraa (tutkimustunnus: VC190178, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9dm<sup>3</sup>)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m <sup>3</sup> )
TVOC	26
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>	
dodekaani	0.2
heksadekaani	0.2
pentadekaani	0.2
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
undekaani	0.2
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	
bentseeni	0.2
<b>TERPEENIT</b>	
3-kareeni	0.4
alfa-pineeni	0.7
<b>YKSIARVOISET ALKOHOolit</b>	
2-etyyli-1-heksanoli	0.4 (*0.7)
fenoli	0.2
<b>ALDEHYDIT</b>	
bentsaldehydi	0.7
dekanaali	1.2
heksanaali	0.8
heptanaali	0.4
nonanaali	3
oktanaali	0.6
<b>KETONIT</b>	
asetofenoni	0.6
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatti	0.3 (*0.2)
<b>PIIYHDISTEET</b>	
dekametyylisyklopentasiloksaani	2.5
<b>MUUT YHDISTEET</b>	
Ftaalihappoanhydridi	0.2
<b>TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET</b>	
	12 (47% TVOC:sta)

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittärajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte: 4, Tila 103. Luokkahuone/ 46 min./ 9.169 litraa (tutkimustunnus: VC190179, näytteenottoaika 46min, näytetilavuus 9,1dm<sup>3</sup>)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m <sup>3</sup> )
TVOC	21
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>	
heksaani	0.4
heksadekaani	0.3
pentadekaani	0.2
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	
bentseeni	0.3
naftaleeni	0.2
tolueeni	0.9 (*0.8)
<b>TERPEENIT</b>	
3-kareeni	0.2
alfa-pineeni	0.2
<b>YKSIARVOISET ALKOHOLIT</b>	
2-etyyli-1-heksanoli	0.3 (*0.5)
fenoli	0.3
<b>ALDEHYDIT</b>	
bentsaldehydi	0.7
dekanaali	1.3
heksanaali	0.7
heptanaali	0.4
nonanaali	2.5
oktanaali	0.6
undekanaali	0.2
<b>KETONIT</b>	
asetofenoni	0.6
<b>HAPOT</b>	
nonaanihappo	0.2
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.4 (*0.2)
<b>PIIYHDISTEET</b>	
dekametyylisyklopentasiloksaani	0.3
<b>MUUT YHDISTEET</b>	

Ftaalihappoanhydridi 0.4

---

**TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET**

8 (39% TVOC:sta)

---

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittärajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte: 5, Tila 139. Luokkahuone 45 min./ 9.095 litraa (tutkimustunnus: VC190180, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9,1dm<sup>3</sup>)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m <sup>3</sup> )
TVOC	36
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>	
dekaani	0.2
dodekaani	0.2
heksadekaani	0.4
nonaani	0.2
pentadekaani	0.2
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
undekaani	0.5
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	
1,2,4-trimetyylibentseeni	0.2
bentseeni	0.3
etyylibentseeni	0.2
tolueeni	0.3 (*0.2)
<b>TERPEENIT</b>	
3-kareeni	0.5
alfa-pineeni	0.9
<b>YKSIARVOISET ALKOHOLIT</b>	
2-etyyli-1-heksanoli	0.4 (*0.7)
fenoli	0.4
<b>ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT</b>	
2-fenoksietanoli	0.4
<b>ALDEHYDIT</b>	
bentsaldehydi	1.1
dekanaali	2.6
heksanaali	0.8
heptanaali	0.2
heptanaali	0.4
nonanaali	3.4
oktanaali	0.8
undekanaali	0.3
<b>KETONIT</b>	
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0.3
asetofenoni	0.9
<b>HAPOT</b>	



nonaanihappo	0.4
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.5 (*0.2)
<b>PIIYHDISTEET</b>	
dekametyylisyklopentasiloksaani	2.5
dodekametyylisykloheksasiloksaani	0.2
<b>MUUT YHDISTEET</b>	
2,2-dimetoksibutaani	0.2
Ftaalihappoanhydridi	0.6
<b>TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET</b>	
	15 (42% TVOC:sta)

Näyte sisälsi paljon pieniä määriä erilaisia yhdisteitä, joiden tunnistaminen riittävällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Kuopiossa, 9.4.2019

Jani Mäkelä

Mikrobioni Oy

**TAUSTAA:**

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrynpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC-yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50-250°C asteen välissä.

VOC-yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetoni, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC-yhdisteitä.

Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC-yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, asunnoissa tavallisesti alle 600 µg/m<sup>3</sup> ja toimistoissa alle 250 µg/m<sup>3</sup>. Asunnoissa yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tavallisesti alle 15 µg/m<sup>3</sup>. Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC-pitoisuustasot ovat useita kertaluokkia suurempia. Toimistotyypisissä tiloissa yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat yleensä alle 5 µg/m<sup>3</sup>.

VOC-päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrynpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC-yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC-yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC-yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojaruustusta.

**VIITTEET:**

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

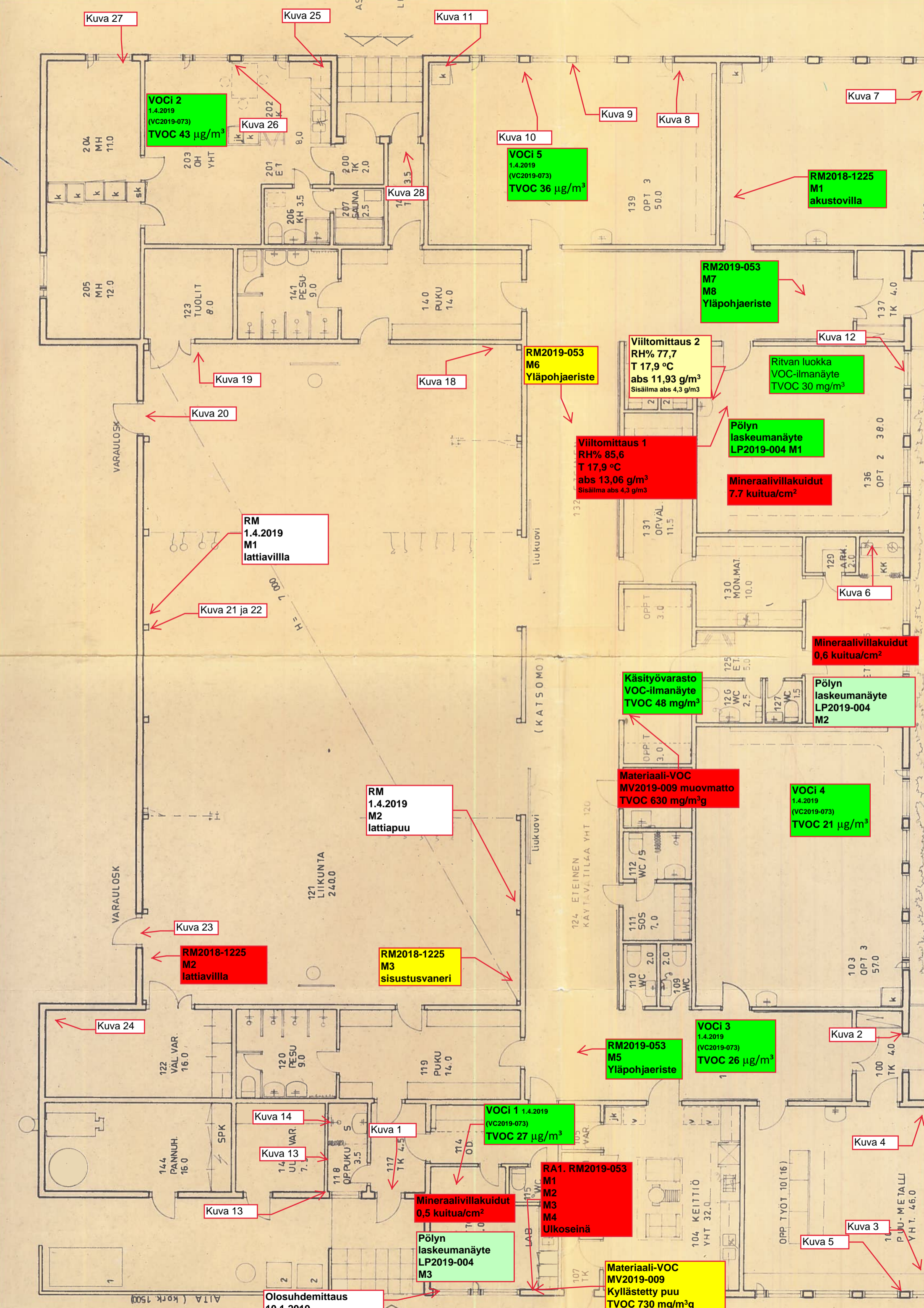
Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

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

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

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

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.



Kuva 7

RM2018-1225  
M1  
akustovilla

RM2019-053  
M7  
M8  
Yläpohjaeriste

Ritvan luokka  
VOC-ilmanäyte  
TVOC 30 mg/m<sup>3</sup>

Mineraalivillakuidut  
7.7 kuitua/cm<sup>2</sup>

Pölyn laskeumanäyte  
LP2019-004  
M2

VOCi 4  
1.4.2019  
(VC2019-073)  
TVOC 21 µg/m<sup>3</sup>

Materiaali-VOC  
MV2019-009 muovmatto  
TVOC 630 mg/m<sup>3</sup>g

VOCi 3  
1.4.2019  
(VC2019-073)  
TVOC 26 µg/m<sup>3</sup>

RM2019-053  
M5  
Yläpohjaeriste

VOCi 1  
1.4.2019  
(VC2019-073)  
TVOC 27 µg/m<sup>3</sup>

RA1. RM2019-053  
M1  
M2  
M3  
M4  
Ulkoseinä

Materiaali-VOC  
MV2019-009  
Kyllästetty puu  
TVOC 730 mg/m<sup>3</sup>g

Kuva 11

Kuva 10

VOCi 5  
1.4.2019  
(VC2019-073)  
TVOC 36 µg/m<sup>3</sup>

Kuva 9

Kuva 8

Kuva 28

Kuva 18

RM2019-053  
M6  
Yläpohjaeriste

Viiltomittaus 1  
RH% 85,6  
T 17,9 °C  
abs 13,06 g/m<sup>3</sup>  
Sisäilma abs 4,3 g/m<sup>3</sup>

Mineraalivillakuidut  
0,6 kuitua/cm<sup>2</sup>

Kuva 6

Mineraalivillakuidut  
0,6 kuitua/cm<sup>2</sup>

Käsityövarasto  
VOC-ilmanäyte  
TVOC 48 mg/m<sup>3</sup>

RM  
1.4.2019  
M2  
lattiapuu

RM2018-1225  
M3  
sisustusvaneri

Kuva 27

Kuva 25

VOCi 2  
1.4.2019  
(VC2019-073)  
TVOC 43 µg/m<sup>3</sup>

Kuva 26

Kuva 19

Kuva 20

RM  
1.4.2019  
M1  
lattiavilla

Kuva 21 ja 22

Kuva 23

RM2018-1225  
M2  
lattiavilla

Kuva 24

Kuva 14

Kuva 13

Kuva 13

Kuva 1

Mineraalivillakuidut  
0,5 kuitua/cm<sup>2</sup>

Pölyn laskeumanäyte  
LP2019-004  
M3

Olosuhtemittaus  
10.1.2019

Kuva 4

Kuva 3

Kuva 5