



---

## Roinilan päiväkoti, VOC-yhdisteiden määrittäminen vaurioituneen lattiapäällysteen alapuolisesta betonirakenteesta

Tutkimusraportti

17.8.2020

Projekti 313696



---

## Asiakas

Tuusula Kunnan Tilapalvelu

Yhteishenkilö

Pertti Elg

[pertti.elg@tuusula.fi](mailto:pertti.elg@tuusula.fi)

---

## Tutkimusten tekijä

WSP Finland Oy

Pasilan asema-aukio 1, 00510 Helsinki

Puh. 02 078 6411

Y-tunnus: 0875416-5

[www.wsp.com](http://www.wsp.com)

Vastuhenkilö

Beata Kluczek-Turpeinen

Puh. 050 595 3631

[beata.kluczek-turpeinen@wsp.com](mailto:beata.kluczek-turpeinen@wsp.com)

---

WSP Finland Oy

Pasilan asema-aukio 1, FI00510 Helsinki

Puhelin 0207 864 11

Y-tunnus 0875416-5

[etunimi.sukunimi@wsp.com](mailto:etunimi.sukunimi@wsp.com)

[www.wsp.com](http://www.wsp.com)

17.8.2020

## Tiivistelmä

Toimeksiannon tehtävänä oli määrittää orgaanisten yhdisteiden, nk. VOC-yhdisteiden emissio Roinilan päiväkodin lattian betonipinnalta.

Ennen uusien pintamateriaalien asentamista haluttiin varmistua, että betonipinta on päästöön. Analyysitulosten perusteella saadaan käsitys siitä, onko lattiaamatosta vapautuvia yhdisteitä imeytynyt betoniin.

Tilat 1.30 ja 1.31 valittiin kokeeksi mallihuoneeksi. Niissä tiloissa lattioiden mattopäällysteet sekä kiinnitysliimat poistettiin ja betonilaatan pinta puhdistettiin hiomalla. Mallialueelta otettiin kaksi pintaemissionäytettä (FLEC) puhdistetun betonin pinnalta.

## Tulokset

Näytteiden TVOC -pitoisuudet olivat 1700 ja 2300  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ . TVOC-pitoisuudet ylittävät rakennuksissa olevat tavanomaiset betonin pinnalta mitattu TVOC-arvot, joka on 500–1000  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ .

Näytteissä esiintyi poikkeavan runsaasti C9-alkoholia sekä 6-Metyyli-1-oktanolia ja 1-butanolia.

Mittauksessa ei todettu raja-arvoja ylittävää pitoisuuksia 2-etyyli-1-heksanolista. Yhdistettä oli vähän.

FLEC-tulokset osoittavat, että lattiaamatosta ja liimasta vapautuvia yhdisteitä on imeytynyt betoniin.

## Toimenpide-ehdotukset

Kemialliset yhdisteet imeytyvät helposti tasoitteeseen ja betoniin niiden huokoisuuden takia. Lattiaa jyrsimällä ja hiomalla voidaan tehokkaasti poistaa imeytyneitä yhdisteitä ja näin laskea niiden pitoisuutta lattiarakenteesta.

Hiottu betonilattia voidaan myös käsitellä kapseloivallapinnoitteella, esim. Uzin PE460, Betton Oy tai Ardexin EP2000, jolla imeytyneitä yhdisteitä kuten 2-etyyliheksanoli sekä C9-alkoholit suljetaan betoniin. Epoksinpintoituksen jälkeen lattiat voidaan pinnoittaa halutulla materiaalilla.

Lattian ja seinien liittymäkohdat tiivistetään ilmapuotojen estämiseksi.

### WSP Finland Oy

Raportin koostanut:



### Beata Kluczek-Turpeinen

Sisäilma-asiantuntija, MMT

tarkastanut:



### Peter Mandelin

Sisäilma-asiantuntija, ins.

Eurofins Expert Services Rakentamisen sertifikaatit

Rakennusterveysasiantuntija VTT-C-10446-26-13

## Sisällysluettelo

<b>1. Tutkimuskohde ja lähtötiedot .....</b>	<b>5</b>
1.1. Yleistiedot.....	5
1.2. Tutkimuksen tausta ja tehtävä .....	5
1.3. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus.....	5
<b>2. Tutkimusmenetelmä .....</b>	<b>5</b>
2.1. Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) .....	5
<b>3. Lattian betonipintaemission FLEC mittaukset .....</b>	<b>6</b>
3.1. Havainnot ja mittaukset.....	6
<b>4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....</b>	<b>7</b>

### Liitteet:

Liite 1: Tutkimuskartta

Liite 2: FLEC-VOC analyysi tulokset\_ analyysivastaus 2007080803JLa

# 1. Tutkimuskohde ja lähtötiedot

## 1.1. Yleistiedot

Kohde: Roinilan päiväkot  
Nystenintie 6, 04500 Kellokoski

Tutkimuksen kohteena oli Roinilan päiväkot, joka valmistunut vuonna 2016. Rakennus on betonielementtirakenteinen ja siinä on tuulettava alapohja ja lattialämmitys.

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

## 1.2. Tutkimuksen tausta ja tehtävä

Roinilan päiväkodissa on todettu rakennusvirhe, jonka vuoksi lattian pintamateriaalina olevan muovimaton alla on kosteutta. Tästä johtuen muovimatosta on haihtunut huoneilmaan haitallisia kemikaaleja.

Vuonna 2018 tehdyn korjauksen jälkeen ihmiset ovat alkaneet jälleen oireilla. Keväällä 2020 tehdyn uusintatutkimuksen mukaan tilanne on entisestään pahentunut kemikaalipäästöjen osalta (WSP raportti 30.4.2020). Lattiapäällysteestä vapautuvia yhdisteitä (2-etyyliheksanolia ja C9-alkoholit) on todennäköisesti imeytynyt myös tasoitebetoniin.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli varmistaa FLEC-mittauksen avulla, että betonipinta on päästötön ennen uusien pintamateriaalien asentamista. Analyysitulosten perusteella saadaan käsitys siitä, onko lattiamatosta vapautuvia yhdisteitä imeytynyt betoniin.

Koealueelta otettiin kaksi pintaemissionäyte (FLEC) betonin pinnalta.

## 1.3. Tutkimuksen raja- ja luotettavuus

Tutkimusmenetelmiin liittyy aina tiettyjä epävarmuustekijöitä. Mikäli näytteet otetaan otantana hetkellisesti sisäilmasta, ei voida täysin poissulkea esimerkiksi kemiallisten yhdisteiden esiintymistä sisäilmassa muina aikoina tai muissa tiloissa. Lisäksi materiaalinäytteitä otettaessa paikallisesti ei voida todeta muiden rakenteiden tai rakennusmateriaalien olevan vaurioitumattomia. Yleensä pyritään kuitenkin kohdentamaan näytteenotto todennäköisimpään mahdolliseen vauriopaikkaan.

# 2. Tutkimusmenetelmä

## 2.1. Field and Laboratory Emission Cell (FLEC)

FLEC- näytteessä tutkitaan materiaalin kokonaisemissio painoa kohden, jolloin pystytään määrittämään aiheuttaako materiaalit emissioiden kautta mahdollisesti haitallisia aineyhdisteitä tiloihin. Lisäksi lattianpinnat kohonnut emissionopeustaso (FLEC- mittaus) paljastaa vaurion.

Materiaalien pintaemissiolle ei ole olemassa terveysperustaisia raja- arvoja. Tulosten tulokinnassa kiinnitetään huomiota materiaalista vapautuviin epätavanomaisiin yhdisteisiin, joiden perustella voidaan arvioida emissiolähdettä.

17.8.2020

Näytteiden keräämiseen käytetään erityistä FLEC-laitteistoa, joka vastaa yksittäisille rakennusmateriaaleille laboratoriossa suoritettavaa ns. kammionäytteenottoa. Näytteet kerätään Tenax-adsorbenttiin. Näytteiden pitoisuudet määritetään kaasukromatografisesti standardin ISO16000-10:2006 mukaisesti.

### 3. Lattian betonipintaemission FLEC mittaukset

VOC-yhdisteiden määrittäminen vaurioituneen lattiapäällysteen alapuolisesta betonirakenteesta

FLEC-mittaus betonin pinnasta tehdään aikaisintaan kolmen vuorokauden kuluttua lattiapäällysteen poistosta, kun epäillään mittavaa vauriota ja halutaan selvyyttä rakenteeseen adsorboituneista VOC-yhdisteistä (Järnström H., 2005).

Rakenteen pintaemissio mitattiin FLEC-laitteistolla (Field and Laboratory Emission Cell) NT BUILD 484 (Nordtest 1998) mukaisella menetelmällä.

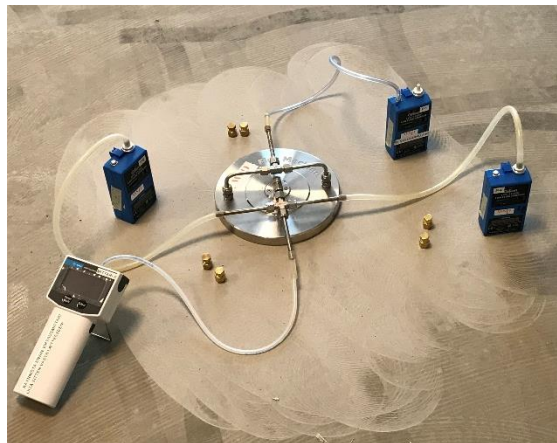
Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akreditoima testauslaboratorio T283.

Rakennuksissa tavanomainen 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus betonin päältä mitattuna on  $<50 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  (tolueenin vasteella laskettuna). TVOC-arvo voi olla 500-1000  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  (Keinänen 2013.)

#### 3.1. Havainnot ja mittaukset

Ennen Flec -näytteenotto, lattioiden mattopäällysteet sekä kiinnitysliimat poistettiin ja betonilaatan pinta puhdistettiin hiomalla. Kolmen vuorokauden kuluttua lattiapäällysteen poistosta otettiin FLEC-näytteet.

Tilat 1.30 (Perhetupa) ja 1.31 valittiin kokeeksi mallihuoneeksi. Mallialueelta otettiin kaksi pintaemissionäytteenottoa (FLEC) puhdistetun betonin pinnalta.



Kuva1. Flec-näytteenotto lattian betonipinnalta

Näytteenottokohdat on merkitty liitteenä olevaan pohjakarttaan (liite 1). Analyysilausunto on raportin liitteenä 2.

17.8.2020

**Taulukko 1.** FLEC- betonipintaemissionäytteen tulokset. Suluissa on yhdisteen suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta.

Tila	TVOC [µg/m <sup>3</sup> ]	2-etyyli-1- heksanoli [µg/m <sup>3</sup> ]	C-9 alkoholit [µg/m <sup>3</sup> ]	6-Metyyli-1- oktanoli [µg/m <sup>3</sup> ]	1-butanoli
<b>Perhetupa 1.30</b>	2300	83 (3,6%)	1410 (61%)	280 (12%)	270 (11%)
<b>Tila 1.31</b>	1700	62 (3,6%)	782 (46%)	200 (11%)	290 (17%)

TVOC-emissiot betoninpinnalta mitattuna olivat 1700 ja 2300 µg/ m<sup>2</sup>h. Sen määrät olivat suuret, mikä osoittaa, että lattiamatosta vapautuvia yhdisteitä imeytynyt betonin.

Rakennuksissa tavanomainen TVOC-arvot betonin pinnalta mitattuna ovat yleensä 500-1000 µg/m<sup>2</sup>h.

Näytteissä C9-alkoholien osuus TVOC:sta oli merkittävä. Näiden yhdisteiden emissiot olivat suuria, jopa 48-61% kokonais-TVOC-pitoisuudesta.

Molemmissa FLEC-näytteissä havaittiin 6-Metyyli-1-oktanolia ja 1-butanoli yli 10 % kokonais-TVOC-pitoisuudesta.

Näytteissä esiintyi myös vähäisissä määrin 2-etyyli-1-heksanolia. Sen osuus oli 3,6 % kokonais-TVOC-pitoisuutta.

## 4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

FLEC-näytteet otettiin puhdistetun betonin pinnalta, kun betonilaatta oli ollut kolme päivää yhteydessä huoneilmaan. TVOC -pitoisuudet olivat 1700 ja 2300 µg/m<sup>2</sup>h.

Näytteissä esiintyi 2-etyyli-1- heksanolia pitoisuudella 62 a 83 µg /m<sup>2</sup>h, jotka olivat 3,6 % kokonais-TVOC :sta.

Muiden kemiallisten yhdisteiden pitoisuudet ovat korkeat mm. C9- alkoholien ja 6-Metyyli-1-oktanolin sekä 1-butanolin osilta. C9- alkoholien osuus kokonaisyhdistepitoisuudesta oli poikkeavan suuri (46–61%), 1-butanolin 11–17% ja 6-Metyyli-1-oktanolin 11–12%.

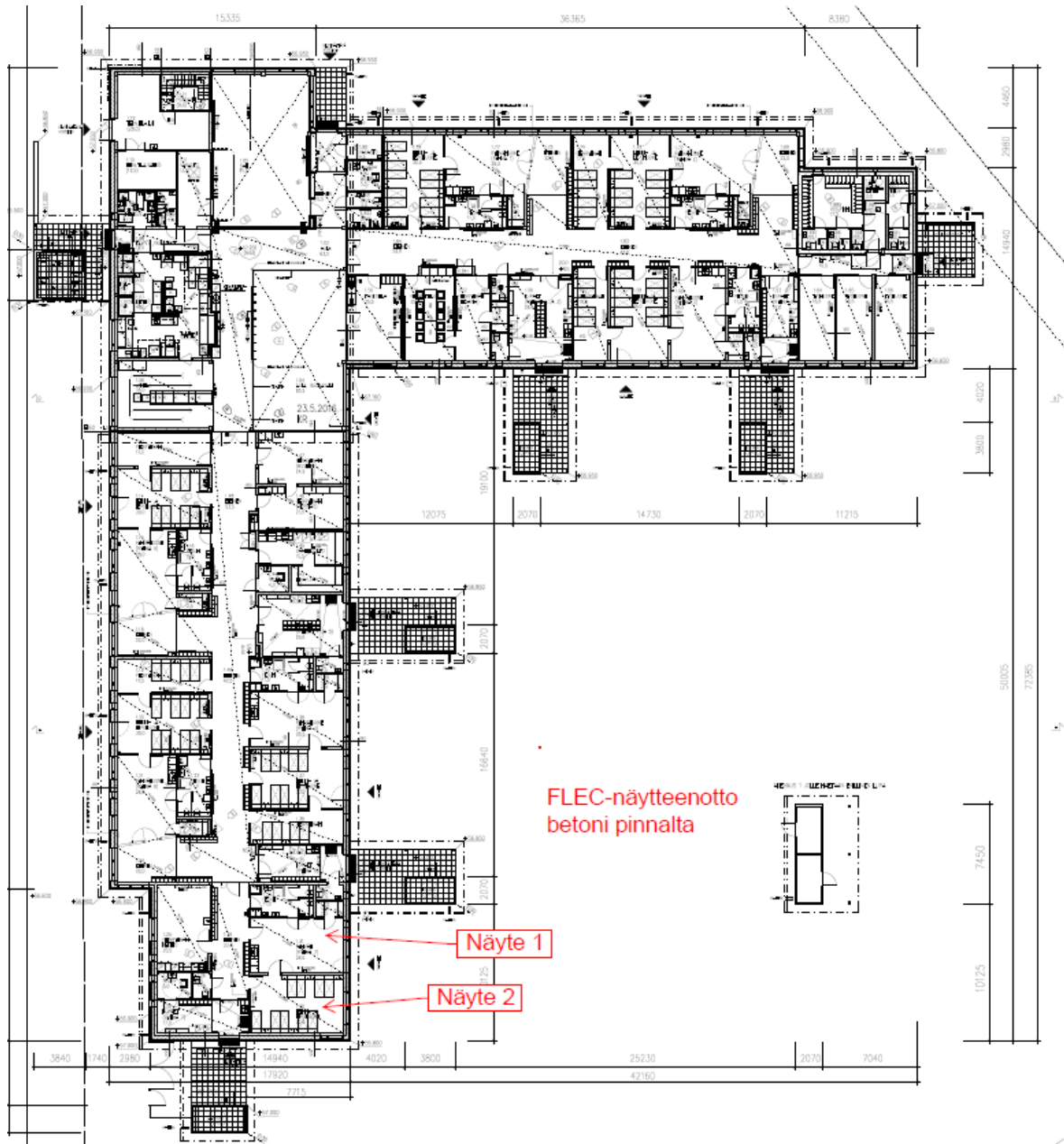
FLEC-tulokset osoittavat, että lattiamatosta ja liimasta vapautuvia yhdisteitä imeytynyt betoniin.

Kemialliset yhdisteet imeytyvät helposti tasoitteeseen ja betoniin niiden huokoisuuden takia. Lattiaa jyrsimällä ja hiomalla voidaan tehokkaasti poistaa niitä yhdisteitä ja näin laskea niiden pitoisuutta lattiarakenteesta.

Hiottu betonilattia voidaan myös käsitellä kapseloivallapinnoitteella, esim. Uzin PE460, Betton Oy tai Ardexin EP2000, jolla imeytynyt yhdisteitä kuten 2-etyyliheksanoli sekä C9-alkoholit suljetaan betoniin. Epoksinpinnoituksen jälkeen lattiat voidaan pinnoittaa halutulla materiaalilla.

Lattian ja seinien liittymäkohdat tiivistetään ilmapuotojen estämiseksi.

17.8.2020



Liite 1. FLEC-näytteenottopaikat



27.7.2020

**Tilaja**

WSP Finland Oy  
Beata Kluczek-Turpeinen  
Pasilan asema-aukio 1  
00520 Helsinki

**FLEC-pintaemissionäytteen VOC-analyysi**

Näytteenottaja Beata Kluczek-Turpeinen  
Näytteenottoaika Roinilan päiväkot  
Näytteenottopäivämäärä 6.7.2020  
Vastaanottopäivämäärä 8.7.2020  
Näyttemäärä 2 kpl  
Analyysin suorituspaikka WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

Näytteenottomenetelmä NT BUILD 484, Building materials: Emission of volatile compounds - On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) Mukailtu.  
Näyte otettu asiakkaan toimesta.

Analyysimenetelmä Adsorptioputkeen (Tenax-TA) FLEC-pintaemissiokeräimen avulla kerätty ilmanäyte analysoitiin TD-GC-MS - laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaaniheksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22-55 % yhdisteestä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 6,3-85 µg/m<sup>2</sup>h (2,15 l näyte). Pitoisuusalueella 1,6-6,3 µg/m<sup>2</sup>h kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 2274 % yhdisteestä riippuen. Määritysraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,9 µg/m<sup>2</sup>h laskettuna 2,15 litran tilavuudelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 µg/m<sup>2</sup>h. Yhdistekohtaiset määritysrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratoriosta. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratoriosta. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

**Tulokset**

**Yhtiön toiminimi**  
WSP Finland Oy

**Puhelin**  
0207 864 11

www.wspgroup.fi

**E-mail**  
etunimi.sukunimi@wsp.com

40320 JYVÄSKYLÄ **URL**  
0875416-5

**Posti- ja käyntiosoite**  
Kympinkatu 3 B

**Y-tunnus**

27.7.2020

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte 1, tila 1.31, Roinilan päiväkoti</b>		
<b>Keräin:</b>	233570	161267	
<b>Analysointipvm:</b>	24.7.2020		
<b>Ilmanäytteiden tilavuus:</b>	2,11 l	2,11 l	Tilavuustiedot saatu asiakkaalta.
<b>Kokonaistilavuus:</b>	6,01 l		
<b>Näytteenottoaika:</b>	30,00 min	30,00 min	Tieto saatu asiakkaalta.
<b>Näytteen oletuspinta-ala:</b>	0,0177 m <sup>2</sup> (jos pinta-ala muu kuin oletettu, näytteenottaja arvioi vaikutuksen tuloksiin)		
			<b>Pitoisuus (µg/m<sup>2</sup>h)</b>
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>		<b>putki</b>
Alifaattiset hiilivedyt	Alifaattisia hiilivetyjä (tarkemmin tunnistamattomia, yht.)*		330
Alkoholit	1-butanoli*, **		290
	2-etyyli-1-heksanoli		62
	trimetyyliheksanoli*		29
	6-metyyli-1-oktanoli (C9alkoholi)*, **		200
	1-nonanoli (C9-alkoholi)*		72
	Muita C9-alkoholeja (tarkemmin tunnistamattomia)*		710
Glykolit	Propyleeniglykoli*		7,7
Ketonit	5-metyyli-2-heptanoni*		2,2
Terpeenit	Alfa-pineeni		1,8
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>			<b>1700</b>

\*Tolueenivaste

\*\*Tulos yli lineaarisuusalueen, tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus

27.7.2020

Näyte/mittauskohde:	Näyte 2, tila 1.30 perhetupa, Roinilan päiväkoti		
Keräin:	271808	277170	
Analysointipvm:	24.7.2020		
Ilmanäytteiden tilavuus:	2,11 l	2,11 l	Tilavuustiedot saatu asiakkaalta.
Kokonaistilavuus:	6,01 l		
Näytteenottoaika:	30,00 min	30,00 min	Tieto saatu asiakkaalta.
Näytteen oletuspinta-ala:	0,0177 m <sup>2</sup> (jos pinta-ala muu kuin oletettu, näytteenottaja arvioi vaikutuksen tuloksiin)		
			<b>Pitoisuus (µg/m<sup>2</sup>h)</b>
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>		<b>putki</b>
Alifaattiset hiilivedyt	Alifaattisia hiilivetyjä (tarkemmin tunnistamattomia, yht.)*		250
Alkoholit	1-butanoli*		270
	2-etyyli-1-heksanoli		83
	trimetyyliheksanoli*		35
	6-metyyli-1-oktanoli (C9alkoholi)*,**		280
	1-nonanoli (C9-alkoholi)*		110
	Muita C9-alkoholeja (tarkemmin tunnistamattomia)*		1300
Glykolit	Propyleeniglykoli*		6,5
Ketonit	5-metyyli-2-heptanoni*		5,0
Terpeenit	Alfa-pineeni		5,2
<b>TVOC<sub>MS</sub>* </b>			<b>2300</b>

\*Tolueenivaste

\*\*Tulos yli lineaarisuusalueen, tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus

WSP Finland Oy  
 Laboratoriopalvelut  
 Sisäilmalaboratorio



2007080803JLa

4 (4)

ANALYYSIVASTAUS

27.7.2020

Jenni Lehtinen  
Tutkija

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta [www.finas.fi](http://www.finas.fi). Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

**Yhtiön toiminimi**  
WSP Finland Oy

**Puhelin**  
0207 864 11

[www.wspgroup.fi](http://www.wspgroup.fi)

**E-mail**  
[etunimi.sukunimi@wsp.com](mailto:etunimi.sukunimi@wsp.com)

40320 JYVÄSKYLÄ **URL**  
0875416-5

**Posti- ja käyntiosoite**  
Kympinkatu 3 B

**Y-tunnus**