



Sisäilmatutkimus

Opintien koulu
Opintie 2
16600 Järvelä

Kärkölen kunta
Virkatie 1
16600 Järvelä

Opintien koulun sisäilman mikrobien- ja VOC-yhdisteiden näytteidenotto

Aika 22.12.2016

Tutkijat Ville Vikström, tutkimusinsinööri
Sisäilmatalo Kärki Oy

Toimeksianto

Sisäilman mikrobimääritys ja sisäilman VOC-pitoisuuksien mittaus tilaajan määrittämistä pisteistä.

Käytetyt mittalaitteet

Andersen 6-vaiheimpaktori, Gillian LFS-113DC – pumppu

Tehdyt tutkimukset

22.12.2016 Sisäilman mikrobi-määritykset
22.12.2016 Sisäilman VOC-yhdisteiden määritykset
Ville Vikström / Sisäilmatalo Kärki Oy

Sisäilman mikrobimääritys

Sisäilman mikrobimittausten avulla voidaan arvioida, ovatko sisäilman mikrobipitoisuudet ja -suvusto tavanomaisia. Arvioinnissa otetaan huomioon rakennuksen sijainti, ikä ja vuodenaika sekä mitattavien tilojen toiminta. Monet normaaliin tilan käyttöön liittyvät toiminnot voivat tilapäisesti kohottaa sisäilman mikrobipitoisuuksia sekä muuttaa lajistoa ja täten vaikuttaa ilmanäytteiden tuloksiin ja tulosten tulkintaan. Sisäilmamittauksilla pyritään selvittämään epätavanomainen mikrobilähde (yleensä rakenteiden sisällä oleva mikrobivaurio), joten muut mikrobipitoisuuksiin ja -lajistoon vaikuttavat tekijät tulee mahdollisuuksien mukaan poistaa.

Sisäilman mikrobimittauksilla voidaan myös arvioida mikrobien kulkeutumista vaurioituneista tiloista tai epäpuhtauslähteistä muualla, esimerkiksi porraskäytävästä tai kellaritilasta. Tämä edellyttää luonnollisesti sekä tutkittavan sisätilan ilmanäytteiden, että esimerkiksi kellarista otettujen näytteiden mikrobitulosten lajistovertailua. Yksistään ilmanäytteiden avulla ei voida luotettavasti todeta rakenteiden sisällä havaitun mikrobikasvun vaikutusta sisäilmaan. Altistumisolosuhteita arvioitaessa huomioidaan mm. vaurion laajuus, sijainti, ilmayhteys sisätiloihin ja painesuhteet.

Mittausten suositeltavin ajankohta on talvi, maan ollessa lumen ja jään peitossa, jolloin ulkoilman sienitiöiden ja aktinomykeettien pitoisuudet ovat pienimmillään ja sisäilmassa esiintyvien mikrobien voidaan olettaa olevan peräisin lähes yksinomaan asunnon sisälähteistä. Mikäli sisäilman mikrobimittauksia tehdään sulan maan aikana, samanaikaisesti on otettava näyte myös ulkoilmasta ja selvitettävä ulkoilman mikrobipitoisuus sekä -suvusto.

Sisäilman mikrobinäytteiden tulkinta

Asumisterveysasetuksen ilmanäytteitä koskevat näytteenotto-ohjeet soveltuvat asunnosta tai muusta oleskelutilasta sekä pääsääntöisesti myös kouluista otettaville näytteille, mutta koulujen osalta on toteutettava erilaista näytteenottostrategiaa. Myös tulosten tulkintaohjeet poikkeavat koulujen osalta. Päiväkodeille ei ole olemassa omaa vertailuaineistoa eikä tulkintaohjeita. Päiväkotien pitoisuudet ovat tyypillisesti suuremmat kuin koulujen pitoisuudet, mutta pienemmät kuin asuntojen pitoisuudet.

Taajamassa sijaitsevien asuntojen sisäilman sienipitoisuudet 100 – 500 pmy/m³ ovat poikkeavan suuria talviaikaan. Jos myös näytteen mikrobisuvusto on tavanomaisesta poikkeava, mikrobikasvun esiintyminen on todennäköistä. Alle 100 pmy/m³:n mikrobipitoisuus voi viitata mikrobikasvustoon asunnossa, mikäli näytteen lajistossa esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja eli ns. kosteusvaurioindikaattoreita. Taajamassa sijaitsevan asunnon talviaikainen sienipitoisuus yli 500 pmy/m³ on mikrobikasvustoon viittaava. Suuri bakteeripitoisuus (> 4500 pmy/m³) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tilan käyttöön nähden.

Koulurakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä alle 50 pmy/m³. Vauriutiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50 – 500 pmy/m³. (Kansanterveyslaitoksen julkaisu C2/2008, Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot, Opas ongelmien selvittämiseen, 2007).

Asuntojen ja muiden oleskelutilojen tai koulujen lisäksi toimistotyypisissä rakennuksissa, joissa ei ole todettu kosteusvaurioita, sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä alle 50 pmy/m³. Bakteeripitoisuus yli 600 pmy/m³ viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai epätavanomaiseen mikrobilähteeseen. Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädiesienien esiintyminen yli 5 pmy/m³ pitoisuuksina toimistojen sisäilmassa viittaa mikrobikasvuun rakennuksessa. (Salonen ym. 2007, TTL 2011).

Muiden kuin edellä mainittujen tilojen sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa vertailuaineistoa. Näiden tilojen sisäilman mikrobinäytteiden mikrobilajiston tavanomaisuutta arvioidessa on erityisesti otettava huomioon tilojen toiminnoista tai muista mahdollisista havaituista lähteistä johtuvat taustapitoisuudet sekä rakennustekniset havainnot.

Ilmanäytteiden tulokset

Ilmanäytteitä otettiin yhteensä viisi kappaletta. yksi entisestä kirjastosta, yksi ATK-luokasta, yksi ruokalasta, yksi fysiikan/kemian luokasta (2.kerros) ja yksi musiikkiluokasta. Näytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä. Näytteenotto suoritettiin STM:n Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti. Näytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:n laboratoriossa Kuopiossa.

Näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa paikannuspiirroksessa. Yhteenvedo sisäilman mikrobimäärityksistä on esitetty taulukossa 1. Laboratorion analyysivastaukset kokonaisuudessaan ovat liitteenä.

Taulukko 1. Yhteenveto sisäilman mikrobimääritystuloksista

Näytteenotto kohta	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
B1, Entinen kirjasto	Pieni homepitoisuus (28 pmy/m ³). Pieni bakteeripitoisuus (7 pmy/m ³).	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa.
B2, ATK-luokka	Pieni homepitoisuus (28 pmy/m ³). Pieni bakteeripitoisuus (11pmy/m ³).	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa.
B3, Ruokala	Pieni homepitoisuus (35 pmy/m ³). Pieni bakteeripitoisuus (46 pmy/m ³).	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa.
B4, Fysiikan/kemian luokka (2.kerros)	Pieni homepitoisuus (14 pmy/m ³). Bakteeripitoisuus alle määritysrajan	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa.
B5, Musiikin luokka	Pieni homepitoisuus (4 pmy/m ³). Pieni bakteeripitoisuus (11 pmy/m ³). Indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke.	Ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa.

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määritysrajan

Näytteenotto (VOC)

Näytteenotto suoritettiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen, osa III mukaisesti. Näytteet on otettu huoneen keskialueelta noin 1,0 metrin korkeudelta. Huoneen ovet ja ikkunat olivat suljettuna näytteenoton ajan. Näytteet otettiin tilojen normaalin käyttöajan ulkopuolella. Ilmanvaihdon käyntiasennosta ei ole tietoa. Näytteet on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkiin ja TVOC-pitoisuus on määritetty ISO 16000-6 -standardin mukaan tolueniekvivalentteina. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa Helsingissä.

Näytteitä otettiin yhteensä viisi kappaletta tilaajan määrittämistä huonetiloista. Näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa paikannuspiirustuksessa.

Sisäilman VOC-mittaus

Pelkkä VOC-mittaus on yksinään riittämätön keino selvittää sisäilmaongelmia, se on vain apukeino kokonaisvaltaisessa tutkimuksessa. Sisäilman VOC-mittauksiin päädytään usein silloin, kun oleskelutiloissa on tavanomaisesta poikkeavaa hajua, rakenteita tai materiaaleja, joiden voidaan epäillä sisältävän haitallisia yhdisteitä.

Lähes kaikista rakennusmateriaaleista vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä sisäilmaan, myös täysin virheettömistä materiaaleista. Virheettömien rakennusmateriaalien VOC-päästöt pienenevät yleisesti

ajan mittaan. Jos rakennusmateriaaleissa tapahtuu kosteus/homevaurioita, niin vaurioituneen rakennusmateriaalin VOC-päästöt kasvavat ja/tai niiden koostumus voi muuttua (kemiallisten reaktioiden tai mikrobiologisen aineenvaihdunnan seurauksena).

Noin puolet asuntojen VOC-päästöistä aiheutuu rakennusmateriaaleista, toinen puoli aiheutuu mm. huonekaluista, tekstiileistä, puhdistusaineista, kosmetiikasta sekä asukkaiden ja kotieläinten aineenvaihdunnasta (Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (8/2016)).

Tulosten tulkinta

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (8/2016) 15 § mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tästä poiketen seuraavien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpiderajat ovat:

Taulukko 2. Toimenpiderajat

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli diisobutyraatti (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	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mikäli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus ylittää huoneilmassa $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa poistamiseksi tai rajoittamiseksi ryhdyttävä toimenpiteisiin. Tällä ei kuitenkaan tarkoiteta sitä, että jos kokonaispitoisuus jää alle toimenpiderajan, yksittäisistä haihtuvista orgaanisista yhdisteistä ei voisi aiheutua terveyshaittaa mitatussa pitoisuudessa.

Mikäli kokonaispitoisuuden toimenpiderajan ylittymisen jälkeen todetaan, että ylittyminen johtui yhdisteistä, joista ei ole terveydelle haittaa, toimenpiderajan ylittyminen ei tällöin johda muihin toimenpiteisiin. Kokonaispitoisuuden toimenpiderajan ylittyminen edellyttää yksittäisten yhdisteiden merkityksen selvittämistä.

Mikäli yksittäisen yhdisteen toimenpideraja ylittyy, on yhdisteen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun selvitettävä ja tarvittaessa ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

Mikäli toimenpiderajan ylittymisen jälkeen todetaan, että ylittyminen johtui yhdisteestä, joka ei ole kyseisessä pitoisuudessa terveydelle haitallinen, toimenpiderajan ylittyminen ei johda muihin toimenpiteisiin. Tällaisia yhdisteitä voivat olla esimerkiksi terpeenit tai siloksaanit.

Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen mukaan (Valtanen ym. 2016 Työpaikkojen sisäilman VOC-viitearvot. Sisäilmastoseminaari 2016.) toimistotilojen tavanomainen TVOC-pitoisuus on alle 100 µg/m³. Yksittäisten yhdisteiden tavanomaiset pitoisuudet toimistotiloissa vaihtelevat yhdistekohtaisesti, tavanomaiset pitoisuudet yksittäiselle yhdisteelle ovat luokkaa 1-15 µg/m³.

Taulukko 3. Yhteenveto sisäilman VOC-mittausten tuloksista

Näyte	TVOC (µg/m ³)	Muita havaintoja	Johtopäätös
Entinen kirjasto	20	Suurimmat pitoisuudet yksittäisistä yhdisteistä etanolilla 120 µg/m ³ sekä a-Pineenilla 9 µg/m ³	Etanolin osalta asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyy. A-pineenin pitoisuus on tavanomaisesta poikkeava toimistotyyppisten työpaikkojen sisäilmassa
ATK-luokka	20	Suurimmat pitoisuudet yksittäisistä yhdisteistä a-Pineenilla 8 µg/m ³	A-pineenin pitoisuus poikkeaa normaalista toimistoympäristöstä
Ruokala	30	Suurimmat pitoisuudet yksittäisistä yhdisteistä etanolilla 13 µg/m ³ sekä a-Pineenilla 11 µg/m ³	A-pineenin pitoisuus poikkeaa normaalista toimistoympäristöstä
musiikin luokka	20	Suurimmat pitoisuudet yksittäisistä yhdisteistä a-Pineenilla 8 µg/m ³	A-pineenin pitoisuus poikkeaa normaalista toimistoympäristöstä
fys./kem. luokka (2.krs)	20	Suurimmat pitoisuudet yksittäisistä yhdisteistä a-Pineenilla 6 µg/m ³	A-pineenin pitoisuus poikkeaa normaalista toimistoympäristöstä

Yhteenveto ja jatkotoimenpide-esitykset

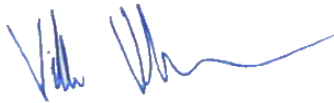
Opintien koulusta otettujen sisäilman mikrobinäytteiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat alhaiset ja mikrobilajistot sisäilmalle tavanomaisia.

Yksittäisellä mittaushetkellä todettu sieni-itiöpitoisuus voi olla pieni, vaikka rakenteissa esiintyisikin mikrobikasvustoja eikä kosteus- ja homevaurion mahdollisuutta voida näin ollen varmuudella sulkea pois, koska yksittäisen otetun sisäilmanäytteen näytteenottoaika on hetkellinen ~ 10 min.

VOC-näytteissä esiintyi lähes kaikissa näytteissä fysiikka/kemian luokkaa lukuun ottamatta poikkeavat a-pineenipitoisuudet. Terpeenien lähteitä voivat olla esimerkiksi parketit ja muut puupohjaiset materiaalit. Lisäksi kirjastossa esiintyi poikkeava etanolipitoisuus, mikä ylittää Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Etanolia käytetään yleisesti mm. puhdistusaineissa. Poikkeavien VOC-pitoisuuksien lähde tulee selvittää tarkemmilla tutkimuksilla.

Sisäilmatalo Kärki Oy

Lappeenrannassa 14.2.2017



Ville Vikström
Tutkimusinsinööri, RI

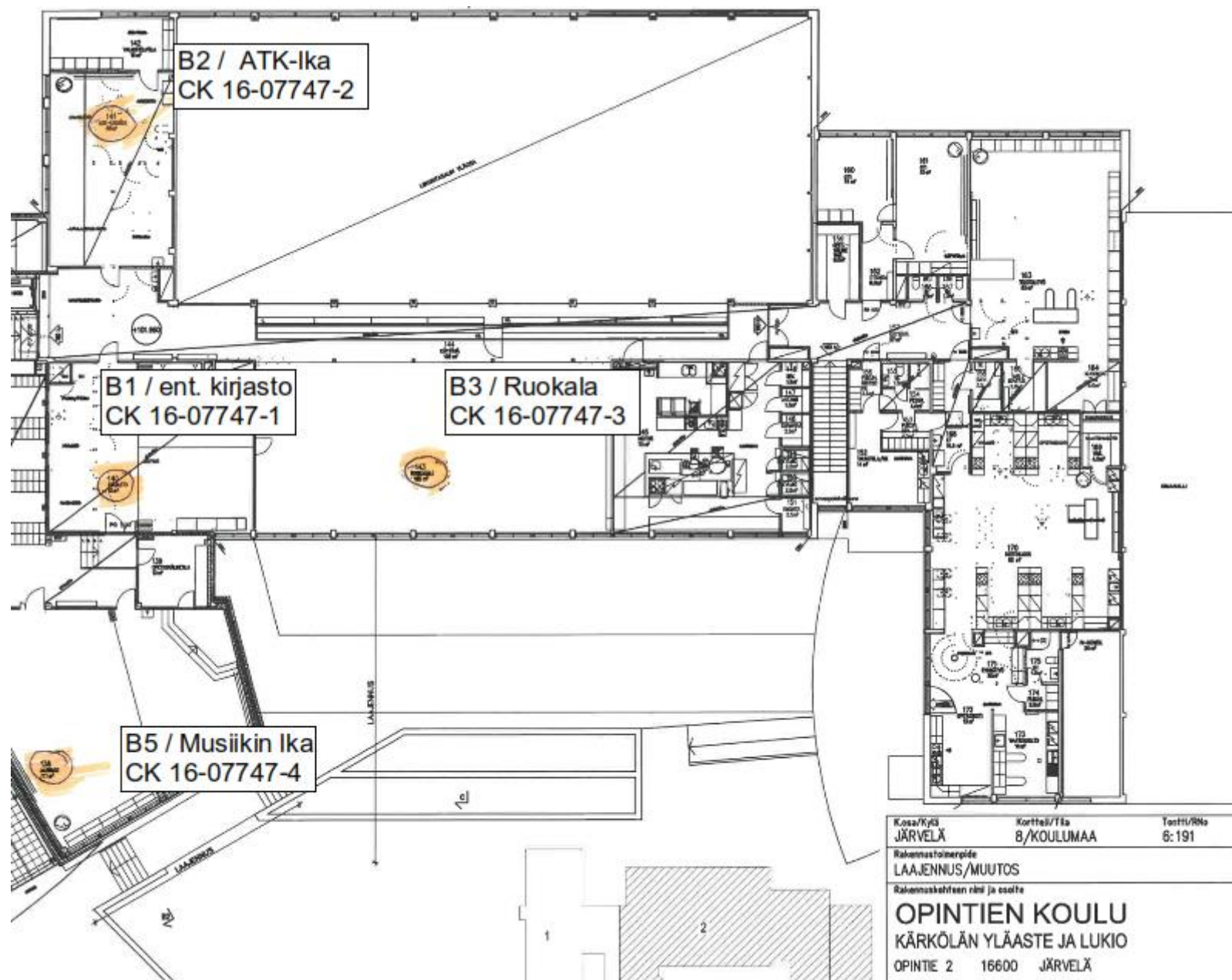
Milja Kiiskinen
Rakennusterveysasiantuntija
VTT-C-10276-26-13

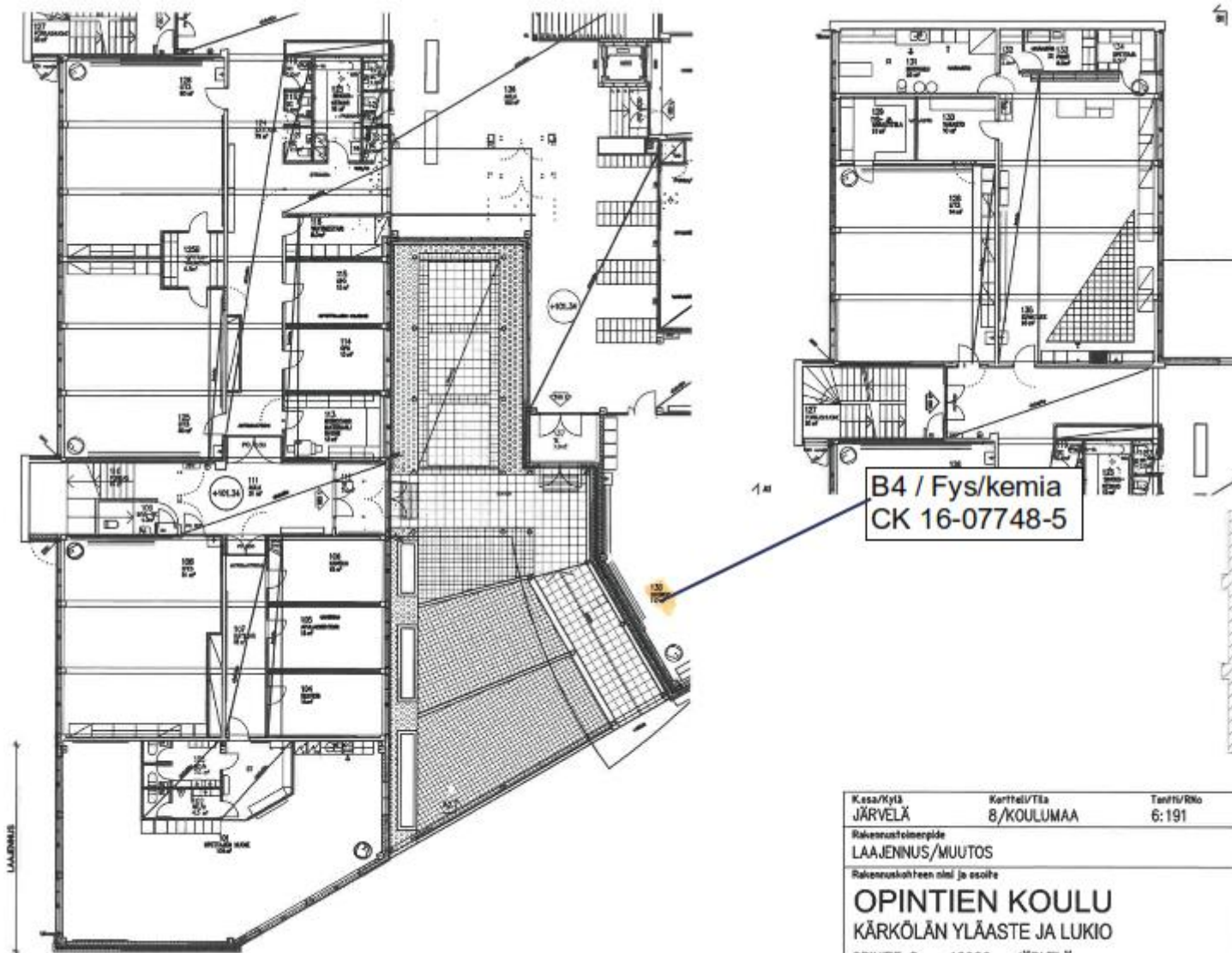
Liitteet

Paikannuspiirros
Laboratorion analyysivastaukset

Jakelu

Jukka Koponen
Kärkölen kunta
Sisäilmatalo Kärki Oy arkisto





K.osa/Kylä JÄRVELÄ	Kortteli/Tila 8/KOULUMAA	Tanhti/Rno 6:191
Rakennustalmergi LAAJENNUS/MUUTOS		
Rakennuskohteen nimi ja osoite OPINTIEN KOULU KÄRKÖLÄN YLÄASTE JA LUKIO OPINTIE 2 16600 JÄRVELÄ		

Ville Vikström
Sisäilmatalo Kärki Oy
Laserkatu 6
53850 Lappeenranta



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Opintien koulu, Kärkölä

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Ville Vikström, Sisäilmatalo Kärki Oy, 22.12.2016. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 27.12.2016.

ANALYYSIT:

Näytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä käyttäen mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustoja homeille ja tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustaa (THG) bakteereille. Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle.

TULOKSEN TULKINTA:

Koulurakennuksista otettujen ilmanäytteiden tulkintaohjeet koskevat vain kivirakenteisia kouluja. Ilmanäytteitä ei suositella käytettäväksi puurakenteisen koulun mikrobivaurion toteamiseen (Meklin ym. 2008).

Kivirakenteisissa kouluissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asuntojen sisäilman pitoisuudet ja yleensä alle 50 pmy/m³ (Meklin ym. 2008). Yksittäisten, 1-2 näytteen suurempi pitoisuus voi viitata kyseisessä tilassa olevaan poikkeukselliseen mikrobilähteeseen ja vaurioon tai muuhun ns. normaalilähteeseen. Vauriotoiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-500 pmy/m³. Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vauriottomien rakennusten näytteiden sienien (homeet ja hiivat) mediaanipitoisuus on alle 12 pmy/m³ ja näytteistä saadaan useita tuloksia, joissa pitoisuudet ovat alle menetelmän määräysrajan. Vaurioituneissa koulurakennuksissa sienien mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 cfu/m³ (Meklin ym. 2008). Bakteeripitoisuus yli 4 500 pmy/m³ viittaa tilan käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienet huomioidaan kosteusvaurioindikaattoreina.

Mikrobihaittaa ei voida todentaa yksinomaan ilmanäytteiden perusteella.

MÄÄRITYSRAJA:

Näytteenottoaika vaikuttaa määräysrajaan. Esimerkiksi 10 minuutin näytteenottoajalla määräysraja on 4 pmy/m³ ja 15 minuutin näytteenottoajalla määräysraja on 2 pmy/m³.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on homeille 12 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä muille bakteereille 9 % (THG-alusta). Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

YHTEENVETO TULOISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	B1, Entinen kirjasto	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	B2, ATK-luokka	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	B3, Ruokala	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	B4, Fysiikan/kemian luokka (2. kerros)	pieni homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
	B5, Musiikin luokka	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa

Lisätietoja:

Näytteiden sieni-itiöpitoisuuksien mediaani oli näytteissä 14 pmy/m³ (huomioiden tulokset sekä M2- että DG18-alustoilta). Johtopäätösten tekemiseen tarvitaan aina myös tiedot rakennuksen teknisestä tarkastelusta.

Kuopiossa, 10.1.2017

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Yksittäisten mikrobisukujen ja/tai lajien osuudet lasketaan osuuksina kokonaispitoisuudesta, joten alla olevassa taulukossa esitetty todellinen kokonaispitoisuus voi laskennallisista syistä poiketa hieman yksittäisten sukujen summasta. Tulokset ilmoitetaan kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Mikrobilähteeseen viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna ja kosteusvaurioindikaattorimikrobit tähdellä.

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määrittämissä rajat

* = kosteusvaurioindikaattori

Näyte: B1, Entinen kirjasto (tutkimustunnus: IA161293)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	28	14	Kokonaispitoisuus	7
steriilit	28	11	muut bakteerit	7
Cladosporium sp.		4	*sädesienet	<mr

Näyte: B2, ATK-luokka (tutkimustunnus: IA161294)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	<mr	28	Kokonaispitoisuus	11
steriilit		25	muut bakteerit	11
Acrodontium sp.		4	*sädesienet	<mr

Näyte: B3, Ruokala (tutkimustunnus: IA161295)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	35	28	Kokonaispitoisuus	46
steriilit	28	21	muut bakteerit	46
*Aspergillus-ryhmä Restricti		4	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	4	4		
hiivat	4			

Näyte: B4, Fysiikan/kemian luokka (2. kerros) (tutkimustunnus: IA161296)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	14	7	Kokonaispitoisuus	<mr
steriilit	14	4		
Acrodontium sp.		4		

Näyte: B5, Musiikin luokka (tutkimustunnus: IA161297)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	4	4	Kokonaispitoisuus	11
*Aspergillus-ryhmä Restricti		4	muut bakteerit	11
steriilit	4		*sädesienet	<mr

VIITTEET:

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

Meklin, Putus, Hyvärinen, Haverinen-Shaughnessy, Lignell, Nevalainen. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 2/2008.

Sisäilmatalo Kärki Oy
Ville Vikström
Laserkatu 6
53850 LAPPEENRANTA



VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite: Opintien koulu, Kärkölä
Näytteen kerääjät: Ville Vikström
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,
Tulopvm.: 23.12.2016
Käsittelijä(t): Susanna Mansikkaviita, Merja Kiviniemi

Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittaasepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämisraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin $4 \text{ ng}/\text{näyte}$ eli $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm^3 :n aktiiviselle tai 15 vrk :n passiiviselle näytteelle.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 349478

04.01.2017

CK16-07747-1 Näyte/keräin: 252486
 Mittauspaikka: Opintien koulu, Kärkölä
 Mittauskohde: entinen kirjasto
 Analysointipvm.: 28.12.2016/SMA
 Näytteenottoaika: 22.12.2016 09:58 - 22.12.2016 11:28
 Ilmamäärä: 9,36 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,7	µg/m ³
Tolueni	0,8	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	4	µg/m ³
Limoneeni	0,8	µg/m ³
a-Pineeni	9	µg/m ³
b-Pineeni	1	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	0,8	µg/m ³
Etanoli	1) 120	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	0,4	µg/m ³
Dekanaali	0,4	µg/m ³
KETONIT		
Asetoni	2) 2	µg/m ³
HAPOT		
Heksaanihappo, kapronihappo	0,7	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,7	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
 Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
 Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
 Tolueeniekvivalenttina 18 µg/m³.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
 Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 349478

04.01.2017

CK16-07747-2 Näyte/keräin: 253714
 Mittauspaikka: Opintien koulu, Kärkölä
 Mittauskohde: ATK-luokka
 Analysointipvm.: 28.12.2016/SMA
 Näytteenottoaika: 22.12.2016 09:58 - 22.12.2016 11:28
 Ilmamäärä: 9,21 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,7	µg/m ³
Tolueni	0,7	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	4	µg/m ³
a-Pineeni	8	µg/m ³
b-Pineeni	0,9	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	0,4	µg/m ³
Etanoli	1) 4	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Fenoksietanoli	0,4	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	0,6	µg/m ³
Dekanaali	1	µg/m ³
Nonanaali	1	µg/m ³
KETONIT		
Asetoni	2) 2	µg/m ³
HAPOT		
Heksaanihappo, kapronihappo	0,7	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	2	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 349478

04.01.2017

CK16-07747-3 Näyte/keräin: 253514
 Mittauspaikka: Opintien koulu, Kärkölä
 Mittauskohde: ruokala
 Analysointipvm.: 28.12.2016/SMA
 Näytteenottoaika: 22.12.2016 12:10 - 22.12.2016 13:40
 Ilmamäärä: 9,36 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,5	µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	0,4	µg/m ³
Tolueeni	0,9	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	5	µg/m ³
Limoneeni	1	µg/m ³
a-Pineeni	11	µg/m ³
b-Pineeni	1	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Etanoli	1)	13 µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	0,7	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	0,6	µg/m ³
Dekanaali	0,5	µg/m ³
Nonanaali	0,6	µg/m ³
Pentanaali	0,4	µg/m ³
KETONIT		
Asetoni	2)	2 µg/m ³
HAPOT		
Heksaanihappo, kapronihappo	0,8	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
Etyyliasetatti	0,4	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,5	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	30	µg/m ³

1) TVOC-alueen ulkopuolella.
 Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 349478

04.01.2017

CK16-07747-4 Näyte/keräin: 253121
 Mittauspaikka: Opintien koulu, Kärkölä
 Mittauskohde: musiikin luokka
 Analysointipvm.: 28.12.2016/SMA
 Näytteenottoaika: 22.12.2016 12:10 - 22.12.2016 13:40
 Ilmamäärä: 9,21 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,8	µg/m ³
Tolueneeni	0,7	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	4	µg/m ³
Limoneeni	0,7	µg/m ³
a-Pineeni	8	µg/m ³
b-Pineeni	0,8	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	0,4	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	0,7	µg/m ³
Etanoli	1) 2	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	0,4	µg/m ³
FENOLIT		
Fenoli	0,9	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Fenoksetanoli	0,6	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	0,6	µg/m ³
Dekanaali	0,6	µg/m ³
Nonanaali	0,6	µg/m ³
KETONIT		
Asetoni	2) 3	µg/m ³
HAPOT		
Heksaanihappo, kapronihappo	1	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,6	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 349478

04.01.2017

CK16-07747-5 Näyte/keräin: 253018
 Mittauspaikka: Opintien koulu, Kärkölä
 Mittauskohde: fys./ kem. luokka (2.krs)
 Analysointipvm.: 28.12.2016/SMA
 Näytteenottoaika: 22.12.2016 12:10 - 22.12.2016 13:40
 Ilmamäärä: 9,00 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,5	µg/m ³
Tolueni	0,6	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	3	µg/m ³
Limoneeni	0,4	µg/m ³
a-Pineeni	6	µg/m ³
b-Pineeni	0,8	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	0,5	µg/m ³
Dekanaali	0,7	µg/m ³
Nonanaali	0,6	µg/m ³
KETONIT		
Asetoni	1) 2	µg/m ³
HAPOT		
Heksaanihappo, kapronihappo	0,7	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,4	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³

1) TVOC-alueen ulkopuolella.
 Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.

Tulosten tarkastelu

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

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

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

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

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

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.

Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Mansikkaviita
laboratorioanalyttikko
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.