



Meri-Halikon koulu

- **Pienten koulu, isompi luokka (VOC-näyte)**

Pienten koulussa on aiemmin, 1.10.2019 ”Sisäilmatutkimusraportti” Salon kaupunki, otettu runsaasti materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Tulosten perusteella kohteessa ei ole mikrobiologista haittatekijää.

Tämä raportti käsittelee kohteen isommasta luokasta otettua VOC (Volatile Organic Compounds)-näytettä eli määritettiin huoneilmassa esiintyviä kaasumaisia yhdisteitä.

Tulosten tarkastelu

Tulos on epätavanomainen. Työterveyslaitoksen ”Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyyppisillä työpaikoilla” –esityksen mukaan näytteessä on useita yhdisteitä, joiden pitoisuus on suurempi kuin edellä mainitussa koosteessa. Myös TVOC-pitoisuus lähentelee arvoa, mikä viittaa sisäilmahaittaan. Näytteessä korostuvat hapot ja terpeenit ja jonkinasteisesti aldehydit. Kiteytettynä tulokset viittaavat puupohjaisiin päästöihin ja tarkemmin märkään puuhun.

Johtopäätökset

Näytteenoton aikana tiloissa oli kemiallinen haittatekijä, mikä liittyy puumateriaaliin. Tämä syksy on ollut hyvin kostea ja tällä saattaa olla jonkinasteinen merkitys tuloksiin.

Suosituks

Ilmanvaihdon tehostaminen vaikuttaa alentavasti kaasumaisiin yhdisteisiin. Hiilidioksidipitoisuuksia on mitattu ja ne ovat ajoittain liian korkeita. Ilmanvaihtoa suositetaan parannettavaksi.

Tilannetta tarkkaillaan vuoden alkuun saakka, kun lämmityskausi on vaikuttanut myös sisärakenteisiin. Alkuvuodesta kartoitetaan mahdollisia vuotoja putkistoissa, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

- **Päärakennus, luokka laajennuksessa (PAH-näyte)**

Päärakennuksen laajennuksessa esiintyy poikkeavaa hajua, mikä on tervamainen. Tästä johtuen otettiin ilmanäytteenä PAH-näyte. PAH-näytteestä (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) analysoidaan 16 yhdistettä.

Yleensä haju on aistittavissa luokassa, mutta tällä kertaa aistimus oli hyvin vähäinen. Tervamaista hajua esiintyi myös eteisessä, mistä johtuen näyte otettiin molemmista tiloista. Luokan ilmanvaihto suljettiin mahdollisten yhdisteiden vahvistamiseksi.

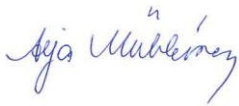
Tulosten tarkastelu

Yhdisteistä haihtuvin on naftaleeni. Sille on asetettu raja-arvoksi $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Otetuissa näytteissä pitoisuudet olivat $0,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Näytteiden perusteella tiloissa ei ole kyseistä hättatekijää.

Johtopäätökset

Näytteiden tulosten perusteella ei ole tarvetta toimenpiteisiin.

Salon kaupunki 1.10.2020



Arja Miihkinen

Liitteet 1. VOC-näyte, sivut 3-6
 2. PAH-näytteet, sivut 7-11

PS Pienten koulun isoon luokkaan toimitetaan Roommaster tulopoisto-ilmanvaihtokone viikolla 42/2020.

Liite 1. Sisäilman VOC-yhdisteet

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 414168

28.09.2020

1 (4)

Salon kaupunki
Arja Miihkinen
Satamakatu 9
24100 SALO



FINAS
Finnish Accreditation Service
T013 (EN ISO/IEC 17025)

VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite: Meri-Halikon koulu
Näytteen kerääjät: Arja Miihkinen
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,
Tulopvm.: 22.09.2020
Käsittelijä(t): Tanja Katovich, Kim Kuusisto

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 mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määritysraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm^3 :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 414168

28.09.2020

CK20-02940-1

Mittauspaikka:

Mittauskohde:

Analysointipvm.:

Näytteenottoaika:

Ilmamäärä:

Näyte/keräin: 358646

Meri-Halikon koulu, Kokkilantie 764, 25230 Angelniemi

"Pienten koulu" iso luokka, iv normaali

250920/KKU

18.09.2020 - 18.09.2020

9,60 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Ksyleenit (p,m)	0,5	µg/m ³
p-Symeeni	0,6	µg/m ³
Tolueeni	0,6	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	6	µg/m ³
a-Pineeni	9	µg/m ³
b-Pineeni	1	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	0,8	µg/m ³
Etanoli 1)	45	µg/m ³
1-Heptanoli	0,8	µg/m ³
1-Heksanoli	0,9	µg/m ³
2-Metyyli-1-propanoli	0,6	µg/m ³
1-Oktanoli	1	µg/m ³
1-Pentanoli	2	µg/m ³
2-Propanoli 2)	4	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Etaanidioli eli etyleeniglykoli***	5	µg/m ³
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	14	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	2	µg/m ³
2-Butoksietanoli	7	µg/m ³
Dipropyleeniglykolidimetyylieetteri	1	µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	15	µg/m ³
2-Etoksietanoli	0,8	µg/m ³
1-Metoksi-2-propanoli	2	µg/m ³
Dipropyleeniglykolidimetyylieetteri	3	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	9	µg/m ³
Dekanaali	2	µg/m ³
2-Furfuraali	6	µg/m ³
Heksanaali	7	µg/m ³
Heptanaali	1	µg/m ³
Nonanaali	6	µg/m ³

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 414168

28.09.2020

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Pentanaali	3	µg/m ³
KETONIT		
Asetofenoni	0,6	µg/m ³
Asetoni 3)	4	µg/m ³
2-Heptanoni	0,7	µg/m ³
2-Butanoni 4)	6	µg/m ³
HAPOT		
Butaanihappo eli voihihappo	3	µg/m ³
Etikkahappo 5)	87	µg/m ³
Heksaanihappo, kapronihappo	21	µg/m ³
Pentaanihappo, valeriaanahappo	7	µg/m ³
Propaanihappo	4	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
n-Butyyliasetaatti	0,5	µg/m ³
Etyylisasetaatti	0,9	µg/m ³
gamma-Butyrolaktoni	1	µg/m ³
HALOGEENIYHDISTEET		
2,3,4,6-Tetrakloorianisoli**	<0,4	µg/m ³
TYPPIYHDISTEET		
1-Metyyli-2-pyrrolidoni	0,6	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	90	µg/m ³

- 1) Tolueeniekvivalenttina 2 µg/m³
TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 5) Tolueeniekvivalenttina 10 µg/m³
TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

4 (4)

Tilaus: 414168

28.09.2020

Tulosten tarkastelu

Näytteet on kerätty Tenax TA-adsorptioputkiin.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä.

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

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

Kolmella tähdellä (***) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6:2011 -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



Kim Kuusisto
laboratorioanalytikko
Helsinki

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

Liite 2. PAH-yhdisteet



Salon kaupunki
Arja Miihkinen
PL 77
24101 SALO

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 414419

25.09.2020

1 (5)

**PAH-määrittäminen ilmanäytteestä**

Asiakasviite: Meri-Halikon koulu
Näytteen kerääjä: Arja Miihkinen
Analyysin kuvaus: PAH-yhdisteet ilmassa,
Tulopvm.: 22.09.2020
Käsittelijä(t): Tanja Katovich, Outi Kammonen

Analysointimenetelmä

Polysykliset aromaattiset hiilivetyjen (PAH) mittausmenetelmässä ilmanäytteestä analysoidaan EPA:n (Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluvirasto) priorisoimat 16 PAH-yhdistettä sekä 2- ja 1-metyylinaftaleenit.

PAH-yhdisteet jakautuvat ilmassa sekä kaasuihin että hiukkasfaasiin. Tyypillinen jako kaasuihin ja hiukkasfaasiin kesken on seuraava:

Naftaleeni, joka on PAH-yhdisteryhmän haihtuvain, on yleensä kaasujakeen pääkomponentti. Kaasujakeessa esiintyvät myös 2- ja 1-metyylinaftaleenit, asenaftyleeni, asenafteeni, fluoreeni, fenantreeni sekä antraseeni. Fluoranteeni ja pyreeni esiintyvät sekä kaasuihin että hiukkasjakeessa.

Hiukkasjakeen yhdisteet ovat vaikeasti huoneen lämpötilassa haihtuvia (kiehumispisteet 375 -545 °C). Tähän ryhmään kuuluvat: bentso[a]antraseeni, kryseeni, bentso[b]fluoranteeni, bentso[k]fluoranteeni, bentso[a]pyreeni, indeno[1,2,3-cd]pyreeni, dibentso[a,h]antraseeni, bentso[ghi]peryleeni sekä lisäksi fluoranteeni ja pyreeni, jotka esiintyvät osittain myös höyrymuodossa.

- Höyryinä esiintyvät PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 0,1 - 1,0 l/min adsorptioputkeen (Orbo 43). Määrittämisraja 100 l näytteelle n. 0,02 µg/m³.
- Hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 1 - 20 l/min teflonsuodattimella (ø 37 mm). Määrittämisraja 400 l näytteelle on n. 0,006 µg/m³

Analyysejä varten yhdisteet uutetaan keräimestä liuottimella ja määritetään käyttäen GC/MS-laitteistoa.

Menetelmän kokonaismittausepävarmuus on yhdistekohtainen 20 - 32%.

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 414419

25.09.2020

CK20-02941-1

Mittauspaikka:

Mittauskohde:

Analysointipvm.:

Näytteenottoaika:

Ilmamäärä:

Näyte/keräin: PAH-134/Orbo-43

Meri-Halikon koulu, Kokkilantie 764, 25230 Angelniemi

Alakoulu, luokka 1-2, ei ilmavaihtoa

23.09.2020/OKA1

18.09.2020 15:55 - 18.09.2020 17:35

100 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Naftaleeni	0,26	µg/m ³
2-Metyylinaftaleeni	0,12	µg/m ³
1-Metyylinaftaleeni	0,07	µg/m ³
Asenaftyleeni	< 0,03	µg/m ³
Asenaftteeni	< 0,03	µg/m ³
Fluoreeni	< 0,03	µg/m ³
Fenantreeni	0,03	µg/m ³
Antraseeni	< 0,03	µg/m ³
Fluoranteeni	< 0,03	µg/m ³
Pyreeni	< 0,03	µg/m ³
Bentso[a]antraseeni	< 0,03	µg/m ³
Kryseeni	< 0,03	µg/m ³
Bentso[b]fluoranteeni	< 0,05	µg/m ³
Bentso[k]fluoranteeni	< 0,05	µg/m ³
Bentso[a]pyreeni	< 0,05	µg/m ³
Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	< 0,05	µg/m ³
Dibentso[a,h]antraseeni	< 0,05	µg/m ³
Bentso[ghi]peryleeni	< 0,05	µg/m ³

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 414419

25.09.2020

CK20-02941-2

Näyte/keräin: PAH-133/Orbo-43

Mittauspaikka:

Meri-Halikon koulu, Kokkilantie 764, 25230 Angelniemi

Mittauskohde:

Alakoulu, eteinen luokan 1-2 edessä

Analysointipvm.:

23.09.2020/OKA1

Näytteenottoaika:

18.09.2020 17:41 - 18.09.2020 19:21

Ilmamäärä:

100 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Naftaleeni	0,20	µg/m ³
2-Metyylinaftaleeni	0,10	µg/m ³
1-Metyylinaftaleeni	< 0,06	µg/m ³
Asenaftyleeni	< 0,03	µg/m ³
Asenaftteeni	< 0,03	µg/m ³
Fluoreeni	< 0,03	µg/m ³
Fenantreeni	0,05	µg/m ³
Antraseeni	< 0,03	µg/m ³
Fluoranteeni	< 0,03	µg/m ³
Pyreeni	< 0,03	µg/m ³
Bentso[a]antraseeni	< 0,03	µg/m ³
Kryseeni	< 0,03	µg/m ³
Bentso[b]fluoranteeni	< 0,05	µg/m ³
Bentso[k]fluoranteeni	< 0,05	µg/m ³
Bentso[a]pyreeni	< 0,05	µg/m ³
Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	< 0,05	µg/m ³
Dibentso[a,h]antraseeni	< 0,05	µg/m ³
Bentso[ghi]peryleeni	< 0,05	µg/m ³

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

4 (5)

Tilaus: 414419

25.09.2020

Tulosten tarkastelu

Jos pitoisuus on jäänyt alle määrittäysrajan, tulostaulukkoon on merkitty määrittäysraja ja sen eteen pienempi kuin -merkki (<).

HTP-ARVOT

Työpaikan ilman haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) ovat sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamia ohjeraja-arvoja

HTP8h naftaleeni 5000 µg/m³

HTP8h bentso(a)pyreeni 10 µg/m³

Muilla mitatuilla PAH-yhdisteillä ei ole ainekohtaista HTP-arvoa.

TAVOITETASOT

Työterveyslaitoksen asettamat tavoitetasot ovat ala- tai työtehtäväkohtaisia suosituksia, joihin työpaikkojen tulisi työolosuhteita kehitettäessä pyrkiä.

Tavoitetaso naftaleeni

50 µg/m³ (kreosoottikyllästämöt ja kyllästetyn puutavaran käsittely)

2 µg/m³ (sisäilma; hajua ei saa esiintyä)

Tavoitetaso bentso(a)pyreeni

<0,1 µg/m³ (koksamot)

<0,01 µg/m³ (muut työpaikat)

PITKÄAIKAISEN ALTISTUMISEN VIITEARVOT

Sisäilmamittauksissa (esim. toimistoympäristöt) sovelletaan yleisesti seuraavia naftaleenin pitkäaikaisen altistumisen terveysperusteisia viitearvoja:

10 µg/m³ (Saksan ympäristöministeriö)

3 µg/m³ Rfc-arvo; USA:n ympäristönsuojeluvirasto EPA)

ASUNNON JA MUUN OLESKELUTILAN VIITEARVO (STM:n asetus 545/2015)

Toimenpideraja naftaleenille

10 µg/m³ (tolueenin vasteella laskettuna; hajua ei saa esiintyä)

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

5 (5)

Tilaus: 414419

25.09.2020

Työterveyslaitos Laboratoriotointiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot



Evgeny Parshintsev
tuotepäällikkö
Helsinki



Outi Kammonen
asiantuntija
Helsinki

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.