

Kupittaaan urheiluhalli, keilahalli / Sisäilman VOC-mittaukset

1 Tutkimuksen yleistiedot

Tutkimuskohde

Kupittaaan urheiluhalli, keilahalli
Tahkonkuja 5
20520 Turku

Tutkimuksen tilaaja

Turun kaupunki, Tilapalvelut
Yhteyshenkilö: Hannele Luoma, hannele.luoma@turku.fi, p. 040 660 4303

Tehtävä

Tutkimuksen tavoitteena on ottaa VOC-näytteet sisäilmasta tiloista, joissa on aiemmissa tutkimuksissa todettu poikkeavia TXIB-pitoisuuksia.

Tutkimusajankohta

Sisäilman VOC-mittaukset tehtiin 4.12.2024. Mittaukset suoritti Linda Selin, AFRY Finland Oy.

Tutkimuksen tekijät

AFRY Finland Oy
Veistämönaukio 1–3
20100 Turku

Vastuullinen tutkija: Heli Teivainen, RI (AMK), RTA, heli.teivainen@afry.com,
p. 041 5152 589
Linda Selin, Insinööriopiskelija

Projekti: 101028682

2 Lähtötilanne ja tutkimuksen tausta

2.1 Lähtötiedot

Lähtötietoina oli tilaajalta saadut asiakirjat:

- Kellarikerroksen pohjakuva
- Tutkimusraportti, Lisätutkimukset, Kupittaaan urheiluhalli, Sirate Group Oy, 25.1.2024
- Tutkimusraportti, VOC-näytteet sisäilmasta, Kupittaaan urheiluhalli, Sirate Group Oy, 30.4.2024

3 Tutkimusmenetelmät

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sisäilmasta

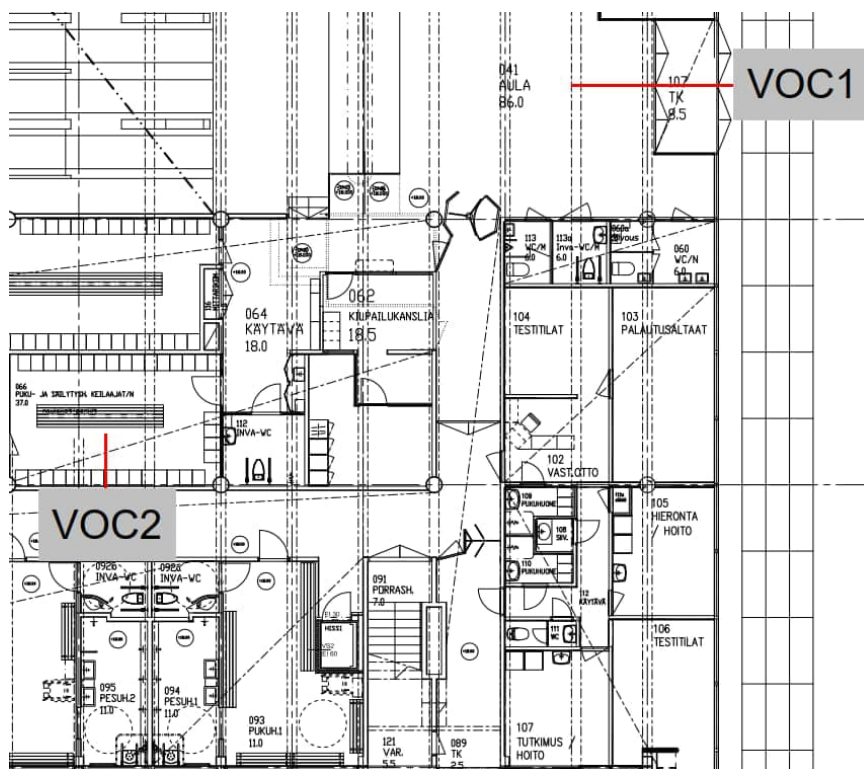
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet kerättiin huoneilmasta Tenax TA – adsorbenttiin. Näytteet analysoitiin kaasukromatografisesti akkreditoidussa Työterveyslaitoksen kemian laboratoriossa. Tarkempi analyysimenetelmäkuvaus on esitetty analyysivastauksessa (raportin liitteenä). Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhdistettä kuutiometrissä ilmaa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sisäilman VOC-mittaus on yleisesti käytetty menetelmä rakennusmateriaalien kemiallisen vaurioitumisen ja emissiolähteiden arvioimiseen.

4 Havainnot ja tutkimustulokset

4.1 Sisäilman VOC-yhdisteiden mittaus

Sisäilman VOC-yhdistepitoisuudet mitattiin 4.12.2024 tiloista aula 041 (näyte VOC1) ja naisten pukuhuone 066 (näyte VOC2). Näytteenottopaikat on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kellarikerroksen pohjakuva, jossa on esitetty näytteenottokohtat VOC1 ja VOC2.

Sisäilmanäytteessä VOC1, joka kerättiin aulasta 041, esiintyi kokemustemme mukaan poikkeavan korkeana pitoisuutena hiilivetyseosta, joka koostuu kiehumapistevälillä 70-270 °C esiintyvistä alifaattisista, alisyklisistä sekä aromaattisista hiilivedyistä. Yleisimmät syyt hiilivetyseosten esiintymiselle sisäilmassa ovat polttoaineet ja öljyt sekä niillä pilaantuneet rakenteet tai niistä valmistetut esineet/tuotteet. Näytteen TXIB:n pitoisuus alittaa sille STMa 545/2015:ssä asetetun toimenpideraja-arvon.

Sisäilmanäytteen VOC2, joka kerättiin naisten pukuhuoneesta 066, TXIB-pitoisuus ylittää STMa 545/2015:ssä annetun toimenpideraja-arvon. Pitoisuus on niin korkea, että se todennäköisesti aiheuttaa myös hajuaistimuksia. TXIB:ta tiedetään käytetyn pehmittimenä PVC-muovituotteissa sekä tikotropian lisääjänä maaleissa. Viimeisimpien tutkimustulosten mukaan TXIB:ta on myös käytetty lähiaikoina myös ainakin elastisissa palotiivistemassoissa.

Näytetulokset on koottu alla olevaan taulukkoon TXIB:n osalta.

Taulukko 1. Kerättyjen ilmanäytteiden tulokset TXIB:n osalta tiloittain. 15.2.2022 ja 13.3.2024 näytetulokset ovat lähtötietoina olleista raporteista (Sirate, 25.1.2023 ja 30.4.2024). 4.12.2024 kerätyt näytteet ovat tämän tutkimuksen yhteydessä otetut näytteet. Toimenpiderajan ylitykset on korostettu **punaisella**.

Yhdiste	Toimenpideraja ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tila 041 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Tila 066 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		15.12.22	13.3.24	4.12.24	15.12.22	13.3.24	4.12.24
TXIB	10	35 (52)	10 (18)	4	80 (110)	31 (55)	44 (54)

5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Naisten pukuhuoneesta 066 kerätyn sisäilmanäytteen TXIB-pitoisuus ylittää Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) toimenpiderajan ja vaatii toimenpiteitä. Aulasta kerätyn näytteen pitoisuudet eivät ylitä toimenpiderajaa, mutta tilassa on aiemmissa tutkimuksissa mitattu toimenpiderajan ylittäviä pitoisuuksia, joten toimenpiteet tämänkin tilan kohdalla ovat suositeltavia, ellei TXIB-lähdettä ole näytteenottojen välillä paikannettu ja poistettu.

Suosittelimme kartoittamaan tiloissa tehdyt korjaukset ja materiaalit ja niiden perusteella paikantamaan TXIB:n lähde. Mahdollisia lähteitä nykytietämyksen valossa ovat mm. PVC-muovituotteet, maalit ja palotiivistemassat. Suosittelemme myös muiden elastisten massojen tutkimista mahdollisen lähteen löytämiseksi.

AFRY Finland Oy

Turussa 13.1.2025

Tarkastanut



Heli Teivainen, RI (AMK)
rakennusterveysasiantuntija
C-6653-26-11



Timo Hautalampi, FM
rakennusterveysasiantuntija
C-23255-26-17

Liitteet: 1 Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 20.12.2024

Saaja:

AFRY Finland Oy

Heli Teivainen

Veistämönaukio 1-3

20100 TURKU



Analyysi: VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta
Näytteenottaja: Linda Selin
Viite: 101028682
Näytteenottopvm: 4.12.2024
Vastaanottopvm: 5.12.2024
Käsittelijä(t): Tillander Sari

Menetelmä(t):

KEMIA-TY-031*

VOC-määrittäminen ilmanäytteestä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

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(C₆) ja n-heksadekaanin(C₁₆) 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 (µg/m³) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä. 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 pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämisraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 µg/m³ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle. Menetelmä on Ruokaviraston hyväksymä asumisterveys tutkimuksiin.

* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL24-05620-001 358511
Mittauskohde: Kupittaaan Keilahalli
Mittauspiste: VOC1, 041 Aula
Näytteenottoaika: 4.12.2024 8:03 - 8:48
Ilmamäärä: 9,05 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		60 µg/m ³
Alifaattiset hiilivedyt		
2-Metyylipentaani ¹	107-83-5	4 µg/m ³
Hiilivetyseokset		
Hiilivetyseos ²		45 µg/m ³ **
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
Limoneeni	5989-27-5	2 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	0,4 µg/m ³
Etanoli ¹	64-17-5	6 µg/m ³
2-Metyyli-2-propanoli ¹	75-65-0	3 µg/m ³ ***
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-Butoksietanoli	111-76-2	2 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,9 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	1 µg/m ³
Heksanaali	66-25-4	0,5 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	1 µg/m ³
Oktanaali	124-13-0	0,4 µg/m ³
Ketonit		
Asetoni ¹	67-64-1	2 µg/m ³
6-Metyyli-5-hepten-2-oni	110-93-0	0,4 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
TXIB (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti) ³	6846-50-0	4 µg/m ³

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

² Kiehumispiste noin 70–270 °C, sisältää alifaattisia, alisyklisiä ja aromaattisia hiilivetyjä.

³ TVOC-alueen ulkopuolella.

TTL24-05620-002 358568
Mittauskohde: Kupittaaan Keilahalli
Mittauspiste: VOC2. 066 naisten pukuhuone
Näytteenottoaika: 4.12.2024 8:08 - 8:53
Ilmamäärä: 8,99 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		20 µg/m³
Aromaattiset hiilivedyt		
Bentseeni	71-43-2	1 µg/m³
Tolueeni	108-88-3	2 µg/m³
Etylibentseeni	100-41-4	0,4 µg/m³
Ksyleenit (p,m)	106-42-3, 108-38-3	2 µg/m³
Ksyleeni (o)	95-47-6	0,7 µg/m³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
Limoneeni	5989-27-5	0,6 µg/m³
Yksiarvoiset alkoholit		
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,4 µg/m³
Etanoli ¹	64-17-5	17 µg/m³
Fenolit		
Fenoli	108-95-2	1 µg/m³
Alkoholi- ja fenolieetterit		
2-Butoksietanoli	111-76-2	3 µg/m³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m³
Heksanaali	66-25-4	0,5 µg/m³
Pentanaali	110-62-3	0,6 µg/m³
Ketonit		
4-Metyyli-2-pentanoni	108-10-1	2 µg/m³
Hapot		
Propanihappo	79-09-4	0,5 µg/m³
Esterit ja laktonit		
TXIB (2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti) ^{2,3}	6846-50-0	44 µg/m³

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

² TVOC-alueen ulkopuolella.

³ Tolueeniekvivalenttina 54µg/n3

Tulosten tarkastelu:

Näyte on kerätty Tenax TA -adsorptioputkeen.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

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 16000-6:2021 -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 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Työterveyslaitoksen Laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristöpalvelut

20.12.2024



Hovi Hanna
erityisasiantuntija
Helsinki



Viitasaari Susanna
asiantuntija
Helsinki