

5.1.2024

Luonnosversio 1.0, 5.12.2023

Sisäilmatekninen kuntotutkimus

Pansion koulu
Pernontie 29
20240 Turku



Tutkimuksen tilaaja

Turun kaupunki

Johanna Kaipia, sisäilma-asiantuntija

PL 355

20101 Turku

johanna.kaipia@turku.fi

Tutkimuskohde

Kiinteistön nimi:

Pansion koulu

Kiinteistön osoite:

Pernontie 29, 20240 Turku

Rakennuksen tyyppi:

Koulurakennus

Tutkimusajankohta

21.9.2023 IV-tutkimukset ja VOC-materiaalinäytteenotto 21.9.2023

20.10.2023 VOC-ilmanäytteenotto

Tutkimuksen suorittajat

Caverion Suomi Oy

Lemminkäisenkatu 59

20520 Turku

Jaana Vainio, asiantuntija

puh. 050 514 8895

jaana.vainio@caverion.com

Michael Nyby, asiantuntija

puh. 050 464 3225

michael.nyby@caverion.com

Liitteet

Liite 1. Tutkimukset merkittynä pohjakuviin

Liite 2. Sisäilman VOC-analyysi 31489 (3 sivua)

Liite 3. Materiaalinäytteen VOC-analyysi 30543 (3 sivua)

Viitteet

VOC- ilmanäytteenotto -raportti, Kiwa Inspecta 12.6.2023

Caverion Suomi Oy vastaa antamastaan lausunnosta Turun kaupungin ja Caverion Suomi Oy:n solmiman puitesopimuksen ehtojen mukaisesti.

Raportin julkaisu kokonaisuudessaan puitesopimuksen ehtojen mukaisesti.

Sisällysluettelo

1. Tutkimuksen tarkoitus	4
1.1 Tutkimuksen rajaus	4
1.2 Tutkimuskalusto	4
1.3 Menetelmäkuvaukset ja viitearvot	5
1.3.1 VOC-näytteet sisäilmasta	5
1.3.2 VOC-materiaalinäytteet (Bulk)	5
2. Sisäilman epäpuhtausmittausten tulokset	6
2.1.1 Yleiset havainnot	6
2.1.2 Sisäilman VOC-mittaus	6
2.1.3 VOC-materiaalinäytteet	7
3. Ilmastointijärjestelmä	8
3.1.1 Luokkahuone 28 ja luokkahuone 29	8
3.1.2 Paine-eromittaukset	8
3.1.3 Havaintoja	9
4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	10
5. Päiväys ja allekirjoitukset	10

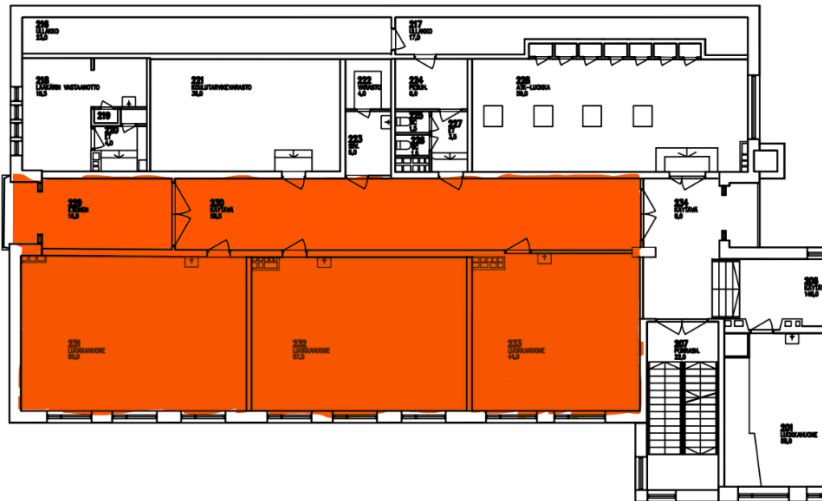
1. Tutkimuksen tarkoitus

Kolmannen kerroksen luokkatiloista (231, 232 ja 233) on otettu 6.6.2023 VOC-ilmanäytteet. Näytteenotossa luokan 231 sisäilmassa analysoitiin tuolloin 2,4-tolueenidi-isosyanaattia.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää esiintyykö sisäilmassa edelleen 2,4-tolueenidi-isosyanaattia tai muita isosyanaatteja ja millä pitoisuustasolla. Lisäksi pyritään selvittämään ko. yhdisteen lähde näytteenoton avulla ja arvioimaan tilojen ilmanvaihdon vaikutusta asiaan. Raportoinnissa arvioidaan, että onko riskiä työperäiselle altistumiselle sekä mitä toimenpiteitä yhdisteen esiintyminen edellyttää ja millä aikataululla.

1.1 Tutkimuksen rajaus

Tutkimukset rajautuivat luokkatilaan 231 ja sen ympäröiviin tiloihin.



Kuva 1. Rakennuksen 2. kerroksen tutkittavat tilat on rajattu punaisella.

1.2 Tutkimuskalusto

Ilmanvaihdon kuntotutkimus suoritetaan Suomen LVI-liitto ry:n (SuLVI) ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimus - ohjeistusta soveltaen. IV-tutkimuksissa käytettiin seuraavaa mittauskalustoa:

- paine-ero Swema 3000 -monitoimimittari, kalibroitu 2/2023

VOC-ilmanäyte:

- Ilmanäytteen keräin
- Kvartisivilla-Tenax TA-Carbograph 5TD näyteputket

1.3 Menetelmäkuvaukset ja viitearvot

1.3.1 VOC-näytteet sisäilmasta

Sisäilman VOC-näytteiden avulla tarkistettiin kemiallisten yhdisteiden pitoisuus sisäilmassa ja onko sisäilmassa haitalliseksi luokiteltuja tai materiaalien hajoamiseen viittaavia yhdisteitä. Ilmanäytteet otettiin yhdistelmäkeräinputkiin normaaliolosuhteissa. Ilmanäytteet on otettu oleskeluvyöhykkeeltä tilan tai huoneen keskialueelta, noin metrin korkeudesta. Tarkemmat menetelmäkuvaukset on esitetty liitteenä olevassa analyysivastauksessa.

Taulukko 1. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat huoneilmassa (STM:n asetus 545/2015).

Yhdiste	Toimenpideraja tolueenivasteella määritettynä
TVOC	400 µg/m ³
Yksittäinen yhdiste	50 µg/m ³
TXIB	10 µg/m ³
2-etyyli-1-heksanoli	10 µg/m ³
Naftaleeni	10 µg/m ³ (hajua ei saa esiintyä)
Styreeni	40 µg/m ³

Sisäilman VOC-pitoisuuksien tulkinnassa on sovellettu myös Työterveyslaitoksen julkaisua Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyyppisissä työympäristöissä -julkaisua (Työterveyslaitos 2021) sekä Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilman kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille 11.10.2023.

1.3.2 VOC-materiaalinäytteet (Bulk)

VOC-materiaalinäyte otettiin sellaisten tilojen lattiamateriaalista, joissa oli syytä epäillä vauriota päällysteissä. Vertailunäytteitä ei otettu.

Lattiamateriaaleista otetuista materiaalinäytteistä ei ole asumisterveysasetuksessa asetettu toimenpiderajaa. Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvoja asiakas- ja seurantanäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä, eivätkä materiaalien päästöluokitusta. Materiaalinäytteiden perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä sisäilman laadusta, mutta voidaan kartoittaa VOC-emissioiden päästölähteitä

Tarkastuksen aikana otettu VOC materiaalinäyte käärittiin alumiinifolioon ja suljettiin ilmatiiviiseen muovipussiin. Tarkemmat menetelmäkuvaukset ja viitearvot laboratoriotutkimuksista liitteenä olevassa analyysivastauksessa.

Taulukko 2. Työterveyslaitoksen viitearvoja materiaalinäytteille. Vuoteen 2007 asti muovimatoissa yleisimmin käytetty pehmitin oli DEHP.

Tarkasteltava osatulos	Materiaalikohtaiset viitearvot			
	PVC, pehmitin DEHP (vanhat mattopäällysteet)	PVC, pehmitin DINCH, DINP tai DIDP (uudemmat päällysteet)	Linoleum	Tasoiitteet, betoni
TVOC*)	200 µg/m ³ g	500 µg/m ³ g	650 µg/m ³ g	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1heksanoli**)	70 µg/m ³ g	50 µg/m ³ g	-	40 µg/m ³ g
C9 alkoholit*)	-	320 µg/m ³ g	-	-
Propaanihappo**)	-	-	100 µg/m ³ g	-

*) Tolueenin vasteella ilmoitettuna, **) omalla vasteella ilmoitettuna, #)viitearvo on suuntaa antava

2. Sisäilman epäpuhtausmittausten tulokset

2.1.1 Yleiset havainnot

- Luokissa ei havaittu kemiallista hajua.
- Luokkien 231, 232 ja 233 viereisessä käytävässä oli voc-ilmanäytteenoton aikana (20.10.2023) rakennustarvikkeita ja Koulutarvikevarastossa 221 tehtiin purkutöitä. Varastossa oli purkutyon edellyttämät suojaukset ja alipaineistukset.
- Tutkittujen luokkien muovimattojen pinta oli erittäin kulunut
- Tiloissa on erillisiä ilmanpuhdistimia, mutta ne olivat sammutettu ennen näytteenottoa

2.1.2 Sisäilman VOC-mittaus

Sisäilman VOC-näytteitä otettiin luokista 231 ja 232. Taulukossa 3. on esitetty näytteiden VOC-analyysin kokonaispitoisuus (TVOC) (µg/m³), etikkahapon sekä Dekametyylisyklo-pentasiloksaanin tulokset. Tarkemmat tulokset ovat analyysivastauksessa, joka on tämän raportin liitteenä 2. Näytteet on analysoitu Bestlab-laboratoriossa Kempeleellä.

Taulukko 3. Ilmasta otettujen VOC-näytteiden tulokset

Näyte	Tila	TVOC (µg/m ³)	Etikkahappo	Dekametyylisyklo-pentasiloksaani
1	Luokka 232 / 28	30	7	14
2	Luokka 231 / 29	30	17	12

Sisäilman VOC-mittausten tarkoituksena oli arvioida sisäilman laatua ja tunnistaa mahdollisesti rakennusmateriaalien kemiallisesta hajoamisesta peräisin olevia yhdisteryhmiä. Tuloksia verrattiin Työterveyslaitoksen uusimpaan viitearvojen julkaisuun: Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilman kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille 11.10.2023.

Sisäilman VOC-näytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) eivät ylittäneet Työterveyslaitoksen viitearvojen tolueenivasteella laskettua kokonaispitoisuutta $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kyseisen julkaisun viitearvojen osalta ylityksiä oli molempien luokkien osalta Dekametyyliisyklopentasiloksaanissa. Yhdistettä esiintyy puhdistusaineissa ja kosmetiikassa. Lisäksi pitoisuutta havaittiin myös nopeasti haihtuvassa etikkahapossa. Luokista 6.6.2023 otettujen näytteiden luokassa 231 havaittua 2,4-tolueenidi-isosyanaattia ei uusissa näytteissä havaittu.

Muovipäällysteiden hajoamiseen viittaavia tuloksia ei havaittu, lukuun ottamatta 2-Etyyli-1-heksanolia, jota näkyi pieni pitoisuus tuloksissa.

2.1.3 VOC-materiaalinäytteet

Luokan 231 välipohjan muovimattopäällysteestä ja sen liimasta otettiin VOC-analysiin 1 materiaalinäyte, koska luokassa ei havaittu muita materiaaleja, jotka olisivat voineet toimia isosyanaattilähteenä. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Taulukossa 4 on esitetty bulk-materiaalinäytteen kokonaispitoisuus (TVOC) ja 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuus. Analyysivastaus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

Taulukko 4. Muovimatosta otetun VOC-näytteen tulokset

Näyte	Tila	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2-etyyli-1-heksanoli
1	Luokka 231 / 29	50	22

Materiaalinäytteen tuloksen tulkinnassa tulisi tietää tarkemmin tutkitun muovipäällysteen ominaisuuksista, kuten materiaalin pehmittimen tyyppi. Kuitenkin tässä tapauksessa pehmittimen tyypistä huolimatta muovipäällysteen 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuus on alle työterveyslaitoksen viitearvojen (50 tai $70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).



Kuva 1. Luokan 231 muovimaton liima on kovettunut.



Kuva 2. Muovimatosta ja liimasta otettiin VOC-Bulk-materiaalinäyte

3. Ilmastointijärjestelmä

Tutkimusalueen luokkahuoneissa on tilakohtaiset ilmanvaihtokoneet. Käytävän päädyssä sijaitsevassa 218 lääkärin vastaanoton tiloissa on oma koneellinen tulo- ja poistoilmakone. Luokkahuoneiden käytävätilassa on ainoastaan alkuperäiset painovoimaisen ilmanvaihdon venttiilit.

Luokkahuoneita palvelevat Swegon Compact Air syrjäyttävät ilmanvaihtokoneet pyörivillä lämmöntalteenottolaitteilla. Toimintaperiaatteena on siirtää ilmaa hitaalla nopeudella ja meluttomasti. Tuloilma ohjautuu iv-koneen alaosaan ja poistoilma yläosaan. Tuloilman ilmavirta kulkeutuu lattiaa pitkin ja nousee vähitellen lämmitessään. Tuloilman lämpötila säätyy suhteessa poistoilman lämpötilaan poistoilma-anturin avulla. Tuloilman tulisi aina olla alilämpöistä tilan lämpötilaan nähden. Ilmanvaihtokoneiden toimintaa ohjaavat läsnäoloanturit. Koneet käyvät hitaalla virtauksella kunnes anturit havaitsevat läsnäolon.

3.1.1 Luokkahuone 28 ja luokkahuone 29

Ilmanvaihtokoneet on sijoitettu tilojen nurkkaan ulkoseinän läheisyyteen, jolloin kanavavedot jäävät lyhyiksi ja kanavapainehäviöt ovat tällöin pienempiä. Tästä syystä ilmanvaihtokanaviston tulisi olla mahdollisimman suora ja kulmakappaleiden määrä vähäinen. Varsinkin luokkahuoneen 29 kanavavedoissa on käytetty/jouduttu käyttämään useita kulmakappaleita.

Koneiden edessä on kalusteita. Valmistajan antama suojaetäisyys on 1 metri tuloilmaritilästä. Suojaetäisyys oli riittävä, mutta kaikki esteet (ihmiset, pulpetit, piano yms.) vaikuttavat tuloilmavirran siirtymiseen luokkatilan perälle asti.

3.1.2 Paine-eromittaukset

Luokkatiloista ja niiden viereisen käytävän hetkellisiä paine-eroja mitattiin. Taulukossa 5 on esitetty paine-eromittausten tulokset.

Taulukko 5. Hetkelliset paine-eromittaukset

Tila	Paine-ero sisä- <> ulkoilma	Paine-ero tila <> käytävä
Luokka 232 / 28	-16 ... -18 Pa	-1 ... -3 Pa
Luokka 231 / 29	-10 ... -12 Pa	+1 ... +2 Pa

Luokkahuoneet olivat alipaineisia. Aistinvaraisesti havaittuna myös käytävä oli selkeästi alipaineinen. Käytävän yhteydessä olevassa varastotilassa (luokkahuonetta 28 vastapäätä) ei ole korvausilmaventtiilejä / koneellista ilmanvaihtoa. Paine-ero oli +14 ... +16 Pa ylipaineinen käytävään nähden.

3.1.3 Havainnointia



Kuva 3. Tutkituissa luokkahuoneissa on tilakohtaiset Swegon Compact Air ilmanvaihtokoneet.



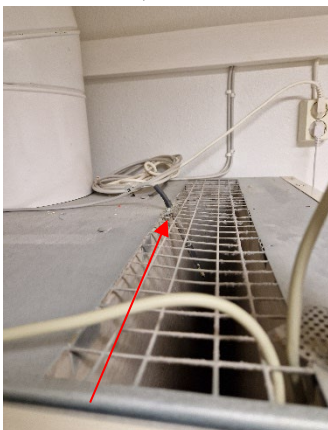
Kuva 4. Ilmanvaihtokoneet ja suodattimet olivat puhtaat. Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa.



Kuva 5. Ilmanvaihtokoneen toimintaa normaalivirtauksen ja pienvirtauksen välillä ohjataan läsnäoloanturilla.



Kuva 6. Kanvavedoissa tulisi pyrkiä turhien käyrien asentamiseen kanavapainehäviön minimoimiseksi.



Kuva 7. Tuloilmalämpötilaa ohjataan poistoilmalämpötila-anturin avulla.



Kuva 8. Mm. käytävällä on alkuperäiset painovoimaisen ilmanvaihdon venttiilit.

4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kokonaisuudessaan tilat ovat siistit, eikä niissä havaittu poikkeavaa, kemiallista hajua. VOC-ilmanäytteiden pitoisuudet eivät ylitä asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja kokonaispitoisuuksien, eivätkä yksittäisien yhdisteiden osalta. Tuloksia verrattiin myös Työterveyslaitoksen uusimpaan viitearvojulkaisuun: Työterveyslaitoksen viitearvot sisäilman kemiallisille yhdisteille ja mikrobeille 11.10.2023. Kyseisen julkaisun viitearvojen osalta ylityksiä oli molempien luokkien osalta Dekametyyliisoklopentasiloksaanissa, jota esiintyy puhdistusaineissa ja kosmetiikassa. Luokasta 231 6.6.2023 otetussa näytteessä havaittua 2,4-tolueenidi-isosyanaattia ei uusissa näytteissä havaittu.

Muovipäällysteiden hajoamiseen viittaavia tuloksia ei havaittu, lukuunottamatta 2-Etyyli-1-heksanolia, jota näkyi pieni pitoisuus VOC-ilmanäytteiden tuloksissa. Myös VOC-materiaalinäytteessä esiintyi ko. yhdistettä, mutta sen pitoisuus alitti työterveyslaitoksen viitearvot (50 tai 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, riippuen muovimaton pehmittimestä). Tutkittujen luokkien muovimattopäällysteiden pinnat ovat kuluneet ja luokan 231 muovimattinäytteen mukaan, myös mattojen liima on kovettunutta, joten muovimattojen uusiminen on suositeltavaa lähivuosina.

Luokassa 231 ei havaittu materiaaleja, jotka olivat voineet toimia isosyanaattilähteinä. Isosyanaatteja voi vapautua huoneilmaan mm. polyuretaanituotteita työstäessä tai isosyanaatteja sisältävien liimojen, lakkojen ja maalien käytöstä.

Nykyisellään luokkahuonetilojen koko luokkahuonetilan ilmanvaihtuvuus ei todennäköisesti ole riittävä. IV-koneet ovat sijoitettu luokkatilojen etuosaan, IV-koneet on sijoitettu luokkatilojen etuosaan. Valkotaulut ja näytöt estävät IV-koneiden sijoittamisen keskemälle luokkatilaa. Suosittelemme ilmanvaihtokoneiden siirtoa luokkatiloissa takaosaan tai muita tilajärjestelyjä siten, että tuloilma pääsee leviämään paremmin koko luokkatilaan. Vaihtoehtoisesti suosittelemme poistoilman päätelaitteen sijoittamista tuloilmakoneen vastakkaiselle puolelle, jolloin ilmanvaihtuvuus varmistuu koko tilassa.

Koko koulun ilmanvaihdon toimivuus olisi syytä selvittää mitattujen suurien paine-erojen vuoksi.

5. Päiväys ja allekirjoitukset

Turussa 5.1.2023



Jaana Vainio, insinööri (AMK)

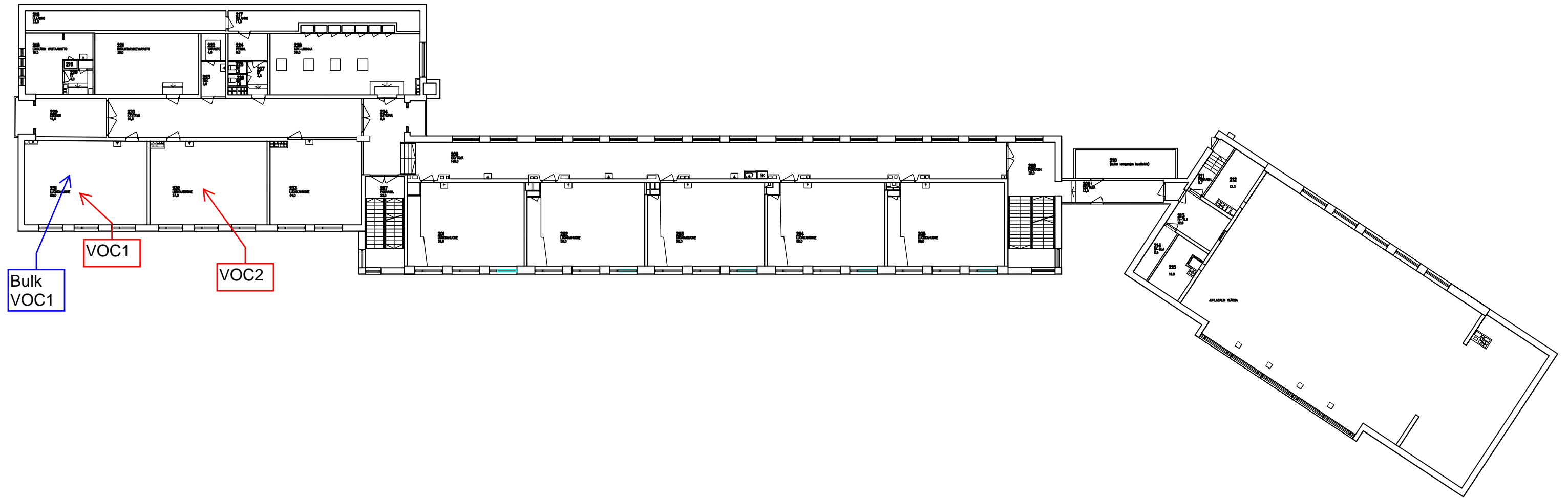
Asiantuntija

Raportin tarkastanut:



Johanna Holmström

Rakennusterveysasiantuntija



Pansion koulu ja kirjasto
Pernontie 29
2. kerros

1:300
A3

TilajaCaverion Oy
Jaana Vainio**SISÄILMAN VOC-ANALYYSI****Kohde/ Projekti:**

36870358

Pansion koulu

Näytteenottopäivämäärä:

20.10.2023

Näytteenottaja:

Jaana Vainio

**Menetelmä**

Aktiivisesti yhdistelmäkeräinputkiin (kvartsivilla-Tenax TA-Carbograph 5TD) kerätyt huoneilman näytteet tutkitaan käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteensyöttöä, kromatografista erottelua ja massaselektiivistä ilmaisinta. Menetelmä pohjautuu standardiin ISO 16000-6:2021. Yhdisteiden pitoisuudet määritetään kvantitatiivisesti niiden omilla standardivasteilla tai semikvantitatiivisesti tolueeniekvivalentteina. TVOC-summapitoisuus määritetään tolueeniekvivalenttina heksaanin ja heksadekaanin välillä eluoituvien yhdisteiden vasteista. TVOC-alueen yhdisteiden ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB. Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään. Raportointiraja 9 l näytteelle on $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jonka alle jääviä pitoisuuksia ei ilmoiteta raportilla. Tulkinta pohjautuu Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaiseen tarkasteluun toimenpiderajan ylittymisestä. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näyte	Tila (näytteenottoaika)	Aika	Tulkinta
1	Luokka 232/28	46,05 min	Toimenpideraja ei ylity
2	Luokka 231/29	45,18 min	Toimenpideraja ei ylity

Lisätiedot:

Tulos kertoo hetkellisestä sisäilman laadusta. Tavanomainen tulos ei poissulje mahdollista sisäilmaongelman aiheuttajaa eikä tilassa havaittava VOC-yhdisteen lähde välttämättä tarkoita sisäilmaongelmaa.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty



Tulokset:

Pitoisuus / näyte	1.	2.
Kerätty ilmamäärä (dm ³)	9,21	9,05
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m ³	µg/m ³
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	0,7	0,6
ALKOHOLIT		
1-Butanoli		0,8
2-Etyyli-1-heksanoli	0,6	0,8
ALDEHYDIT		
Heksanaali		1
Bentsaldehydi	1	1
Nonanaali	2	2
KETONIT		
Asetoni*		2
Asetofenoni	0,6	
HAPOT		
Etikkahappo*	7	17
Heksaanihappo		3
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
a-Pineeni		0,6
GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT		
1,2-Propanidioli		4
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	7	4
FENOLIT		
Fenoli	0,7	0,9
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	14	13
TVOC	30	30

*) Erittäin haihtuvat VVOC-yhdisteet, pitoisuus suuntaa antava yhdisteen osittain läpäistessä keräimen.

Eurofins bestLab Oy

Arttu Harmaala

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty



LIITE. Sisäilman VOC-analyysit ja tulosten tarkastelu

Asumisterveysanalytiikassa huoneilman näytteillä tutkitaan sisäilmassa näytteenottohetkellä esiintyvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrää ja laatua. Sisäilman VOC-pitoisuuteen vaikuttavat tilan käyttö ja sijainti, materiaaliratkaisut, huolto- ja ylläpitohistoria sekä ilmanvaihdolliset, huoneilman lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen liittyvät olosuhteet. Sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 545/2015 perustuvat VOC-yhdisteiden toimenpiderajat asunnoille ja muille oleskelutiloille, eivät ole terveysperusteisia. Epätavanomaisen korkeat VOC-pitoisuudet voivat kuitenkin toisinaan heikentää sisäilman laatua.

Toimenpideraja katsotaan ylittyneeksi, kun tulos ja mittausepävarmuuden alaraja ylittävät kyseiselle yhdisteelle asetetun viitteellisen pitoisuuden (ks. taulukko 1).^[2] Mittausepävarmuus raportoidaan yhdistekohtaisesti testauselosteen tulostaulukossa toimenpiderajan ylittävien tai sen läheisyydessä olevien tulosten osalta, ilmoittamalla yhdisteen keskimääräinen pitoisuus ± virherajat 95 % luottamuvälillä.

Taulukko 1. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat huoneilmassa.^[2]

Tarkasteltava osatulos	Toimenpideraja *)
TVOC	400 µg/m ³
Yksittäinen yhdiste	50 µg/m ³
TXIB **)	10 µg/m ³
2-etyyli-1-heksanoli	10 µg/m ³
Naftaleeni	10 µg/m ³ (hajua ei saa esiintyä)
Styreeni	40 µg/m ³

*) Tolueenivasteena määritettyinä. **) 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyaatti

Toimistotyöpaikoilla sisäilman kemiallinen laatu on tehokkaan ilmanvaihdon vuoksi suhteellisen puhdasta ja emissiotasot asetettuihin toimenpidearvoihin nähden ovat tyypillisesti alhaisempia.^[3] Teollisuusympäristöjen osalta tuloksia tarkastellaan yleensä suhteessa teollisuuden sisäympäristöjen ominais- ja tavoitetasoihin sekä yksittäisten yhdisteiden osalta haitallisiksi tunnistettuihin pitoisuuksiin.^[4-5]

VIITTEET

- [1] ISO 16000-6:2021 Determination of organic compounds (VOC, SVOC) in indoor and test chamber air by active sampling on sorbent tubes, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS FID.
- [2] Valvira Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, osat I (päivitetty 25.4.2016) ja III (päivitetty 8.10.2021). Saatavissa: <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>
- [3] Työterveyslaitos (2021) Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyypisissä työympäristöissä. Päästölähteet, mittausmenetelmät, pitoisuustasot ja terveysvaikutukset. Verkkojulkaisu. Saatavilla: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140940/TTL_978-952-261-957-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y (haettu 2.11.2022)
- [4] Työterveyslaitos (2012) Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/872>
- [5] Sosiaali- ja terveysministeriö (2020) HTP-ARVOT 2020. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162457/STM_2020_24_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty



Tilaaja

Caverion Suomi Oy
Jaana Vainio

MATERIAALINÄYTTEEN VOC-ANALYYSI**Kohde/ Projekti:**

Pansion koulu, Luokka 231/29

Näytteenottopäivämäärä:

21.9.2023

Näytteenottaja:

Jaana Vainio

**Menetelmä**

Materiaalien emissionäytteet kerätään mikrokammio (μ CTE) -laitteistolla johtamalla puhdasta typpeä testauskammion kautta adsorptiokeräysputkeen (Tenax TA-Carbograph 5TD). Näytteet kerätään $25 \pm 2^\circ\text{C}$ lämpötilassa ilman kosteutusta. Menetelmä tuottaa suuntaa antavaa tietoa materiaalista testausolosuhteissa haihtuvien emissioiden laadusta ja suhteellisista määristä. Näytteet tutkitaan käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteensyöttöä, kromatografista erottelua ja massaselektiivistä ilmaisinta. Menetelmä pohjautuu standardiin ISO 16000-6:2021 sekä keräysmenetelmän osalta sisäiseen menetelmään KLAB.230.03. Yhdisteiden pitoisuudet määritetään niiden omilla vasteilla tai tolueenivasteina sekä tunnistetaan puhtaiden vertailuaineiden ja/tai NIST-massaspektrikirjaston avulla. TVOC-summapitoisuus määritetään tolueeniekvivalenttina heksaanin ja heksadekaanin välillä eluoituvien yhdisteiden vasteista. TVOC-alueen yhdisteiden ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB. Raportointiraja on $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jonka alle jääviä pitoisuuksia ei ilmoiteta raportilla. Testauskammion ilmanäytteestä analysoidut pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ilmoitetaan testattavan näytteen tuorepainoon (g) vakioituna \pm mittauserävarmuus 95 % luottamustasolla (TVOC ja yksittäiset vertailuarvoja vastaavat analyytit). Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa ja tila (näytteenottoaikka)
VOC1	Muovimatto, liima, tasoite	Välipohja, luokka 231/29

Lisätiedot:

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty



Tulokset:

Näyte	1.
Massa (g)	3,52
Kerätty ilmamäärä (l)	2,28
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m³ g
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
Sykloheksaani	1
Heptaani	1
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
Tolueeni	3
ALKOHOLIT	
1-Butanoli	1
2-Etyyli-1-heksanoli	22
ALDEHYDIT	
Nonanaali	2
KETONIT	
3-Heptanoni	1
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	
Junieeni ⁽¹⁾	14
GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT	
1-Metoksi-2-propanoli	2
2-Butoksietanoli	2
FENOLIT	
Fenoli	2
TVOC	50

¹⁾ Yhdisteen pitoisuus laskettu tolueeniekvivalenttina.

Eurofins bestLab Oy

Annika Rinne

Eurofins bestLab Oy

Arttu Harmaala

Reportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty



LIITE. Bulk-emissiotestaus mikrokammion menetelmällä ja tulosten tarkastelu

Bulk-emissiotestaus mallintaa materiaalien VOC-päästöjä niiden käyttöä, ylläpitoa ja elinkaarta vastaavassa tilanteessa. Bulk-emissiotestausta voidaan hyödyntää esim. kartoitettaessa yksittäisiä sisäilman VOC-lähteitä tai materiaaleja tutkittavan tilan sisäilman laatuun vaikuttavina tekijöinä. Lattiapinnoitteiden alapuolelta huoneilmaan kulkeutuvia päästöjä säätelevät mm. pinnoitteen ja reuna-alueiden läpäisevyys/tiiveys sekä tilassa vallitsevat olosuhteet (ilmanvaihdon tehokkuus, suhteellinen kosteus, lämpötila). Yksittäisten materiaalien, kuten lattiamattopinnoitteiden bulk-emissioipitoisuuksiin vaikuttavat materiaalityypin ja valmistelaadun ohella mm. materiaalin ikä, käytetyt kiinnitysaineet sekä pinnoitteeseen asennus- tai ylläpitovaiheessa kohdistuneet rasitteet. Tulokset eivät ole suoraan verrattavissa muilla bulk-emissio menetelmillä ja/tai erilaisissa testausolosuhteissa saatuihin tuloksiin. Materiaalitestauksen tuloksista ei voi vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin.

Materiaalinäytteiden kokonaisemissioiden tutkimusmenetelmälle ei ole virallisia viitearvoja. Tulosten arvioinnissa voidaan suuntaa antavasti hyödyntää Työterveyslaitoksen vastaavalla menetelmällä keräämää vertailuaineistoa (Taulukko 1).^[2-4] Yksittäinen näytetulos antaa tiedon vain kyseisen näytteenottokohdan suhteellisista päästöistä testausolosuhteissa. Tulokseen vaikuttaa testattavan materiaalin epätasaisuus, kuten liiman ja tasoitteen osuus lattiamattopallassa.

Taulukko 1. Bulk-emissioiden testausmenetelmän vertailuarvot eri materiaaleille.^[2-3]

Tarkasteltava osatulos	Materiaalikohtaiset vertailuarvot:			
	PVC (pehmitin DEHP)	PVC (pehmitin DINCH, DINP tai DIDP)	Linoleum	Tasoitteet, betoni
TVOC *)	200 µg/m ³ g ⁽¹⁾	500 µg/m ³ g ^(#,2)	650 µg/m ³ g ⁽⁴⁾	50 µg/m ³ g ⁽²⁾
2-etyyli-1-heksanoli **)	70 µg/m ³ g ⁽¹⁾	50 µg/m ³ g ⁽¹⁾	-	40 µg/m ³ g ⁽³⁾
C ₉ -alkoholit *)	-	320 µg/m ³ g ^(#,4)	-	-
Propanihappo **)	-	-	100 µg/m ³ g ⁽²⁾	-

*) Tolueenin vasteella ilmoitettuna. **) Omalla vasteella ilmoitettuna. #) Vertailuarvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden mukaan emissiotasot nousevat ajan myötä. Vertailuarvot edustavat TTL:n asiakasnäytteiden ¹⁾ 70 %, ²⁾ 80 %, ³⁾ 85 % tai ⁴⁾ 90 % persenttiilejä.

VIITTEET

- [1] ISO 16000-6:2021 Determination of organic compounds (VVOC, VOC, SVOC) in indoor and test chamber air by active sampling on sorbent tubes, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS FID.
- [2] Härkönen K. (2012) Vaurioitumattomien lattiapintamateriaalien referenssitiedon kartuttaminen bulk-emissiotutkimuksilla, TAMK.
- [3] Työterveyslaitos (2019) Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Verkkojulkaisu, päivitetty 27.2.2017.
- [4] Ympäristöministeriö (2022) Muovimatolla päällystetyt betonilattiat - Vauriot, korjaustarpeet ja korjaaminen. Verkkojulkaisu ([linkki](#)), haettu 2.11.2022.
- [5] Backlund P *et al.* (2010) Bulk-emissiotestausmenetelmien vertailua. Sisäilmastoseminaari 10. Sisäilmayhdistys ry, Aalto-yliopisto, TKK, LVI-tekniikka. SIY Raportti 28. s.213-218.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

