

SIRATE

Ilmasta Hyvää.

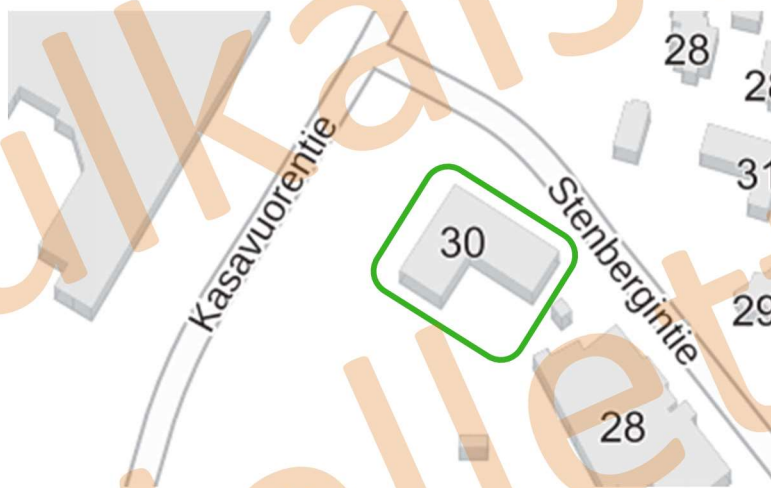


Tutkimusraportti

Sisäilmaongelman jatkoselvitys 2024

Kielikyöpy Grani

Stenbergintie 30
02700 Kauniainen



15.11.2024
Projektinumero: 7823

Sirate Group Oy

www.sirategroup.fi
etunimi.sukunimi@sirategroup.fi
Y-tunnus 2496984-4

Tampere

Tampereentie 495
33880 Lempäälä
Puh. 046 851 4392

Turku

Lemminkäisenkatu 59
20520 Turku
Puh. 046 850 5088

Kuopio

Oppipojankuja 4
70780 Kuopio
Puh. 040 089 7727

Jyväskylä

Alasinkatu 1 - 3
40321 Jyväskylä
Puh. 050 359 5837

Helsinki

Kaupintie 2
00440 Helsinki
Puh. 050 541 994

Sisällysluettelo

1 Yleistiedot	2
1.1 Kohteen perustiedot	2
1.2 Yhteystiedot	2
1.2.1 Tilaaja	2
1.2.2 Tutkimusten vastuhenkilö	2
1.2.3 Tutkimushenkilöt	2
1.3 Tutkimuksen ajankohta	2
1.4 Tutkimuksen tausta ja tavoite	2
1.4.1 Aiemmin tehdyt korjaukset	3
2 Tutkimusmenetelmät	4
2.1 Pölyn koostumus	4
2.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaaleista	4
3 Tehdyt havainnot, tutkimukset ja mittaukset	5
3.1 Sisäilman pölyn koostumus	5
3.2 Muovimattojen VOC-emissiot	5
3.3 Ilmanvaihto	7
4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	8
4.1 Toimenpidesuosituksat	8
Allekirjoitukset	8
Liitteet	8

1 Yleistiedot

1.1 Kohteen perustiedot

Kielikylpy Grani
Stenbergintie 30, 02700 Kauniainen

1.2 Yhteystiedot

1.2.1 Tilaaja

Kauniaisten kaupunki, tilakeskus

1.2.2 Tutkimusten vastuhenkilö

vanhempi asiantuntija, RI
Rakennusterveysasiantuntija C-26480-26-21
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-27254-24-22
Sirate Group Oy, Lemminkäisenkatu 59, 20720 TURKU

1.2.3 Tutkimushenkilöt

vanhempi asiantuntija, RI

1.3 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset kohteessa tehtiin 9.10.2024.

1.4 Tutkimuksen tausta ja tavoite

Tiloissa on havaittu sisäilmaan liitettävää oireilua jo vuonna 2023, jonka jälkeen rakennukseen tehtiin korjaustoimia. Korjausten yhteydessä tilaelementtien väliset saumat tiivistettiin, jolloin käyttäjältä saadun tiedon mukaan sisäilman laatu parani. Vuonna 2024 oireilua kuitenkin taas havaittiin, joskin hieman erityyppistä, eikä aiemmin sisäilmassa havaittu maakellarimaista hajua enää havaittu. Tilojen käyttäjät hankkivat tiloihin tilakoh-
taisia ilmanpuhdistimia, joiden myös koettiin parantavan ilmanlaatua.

Nyt tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää voiko lattiapinnoitteina käytetyistä muovimatoista emittoitua sisäilmaan VOC-yhdisteitä ja millainen on sisäilman pölyn koostumus.

1.4.1 Aiemmin tehdyt korjaukset

- Pintarakenteiden tiivistyskorjauksia elastisella massalla.
- Tilaelementtisaumojen laaja tiivistyskorjaus vuonna 2023.

Osittainen
julkaisu
kielletty

2 Tutkimusmenetelmät

2.1 Pölyn koostumus

Huonepölyn koostumusta ja tilojen kuitu- ja hiukkaslähteitä tutkittiin pyyhintäpölynäytteiden avulla. Pyyhintä-näytteitä kerättiin pinnoille ja/tai ilmanvaihtokanavaan laskeutuneesta pölystä uudelleensuljettaviin muovipus-seihin. Näytteet analysoitiin akkreditoidussa laboratoriossa (Labroc OY).

2.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) materiaaleista

Materiaalinäytteet otettiin puhtain välinein lattiapäällysteistä sekä pintalaatasta kahdelta eri syvyydeltä. Näiden perusteella arvioitiin VOC-yhdisteiden imeytymistä betonilaattaan. Näytteet analysoitiin akkreditoidussa labo-ratoriossa (Labroc Oy).

Yleisesti hyväksytyt ja käytössä olevat haihtuvien orgaanisten eli VOC-yhdisteiden pitoisuusmäärittäytävät ovat ilmanäytteet, pintaemissionäytteet (FLEC) sekä materiaalinäytteet betonista tai lattiapäällysteestä (bulk). (1) Asumisterveysasetuksessa (2) annetaan toimenpiderajat sisäilman VOC-pitoisuuksille. Ilmanäytteiden perus-teella ei kuitenkaan voida selvittää VOC-yhdisteiden imeytymistä betonirakenteeseen eikä betonipinnan emis-sionopeutta. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (3) mukaan: "Alan kotimaiset toimijat ja tutkimuslaitok-set ovat ohjeistaneet näytteenottokäytäntöjä betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteen korjaustarpeen ar-viointissa."

Tulosten tulkinta

Näytetulosten tulkinnassa käytettiin Työterveyslaitoksen bulk-emissioille määrittämiä viitearvoja (Taulukko 1, (4)).

Taulukko 1. Työterveyslaitoksen viitearvoja eri materiaalien bulk-emissioille

Materiaali/yhdiste	Viitearvo
PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)	
TVOC	200 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	70 µg/m ³ g
PVC, jossa pehmittimenä DINCH, DINP tai DIDP	
TVOC	500 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	50 µg/m ³ g
C9-alkoholit	320 µg/m ³ g
Betoni ja tasoite	
TVOC	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	40 µg/m ³ g
Linoleum	
TVOC	650 µg/m ³ g
Propaanihappo	100 µg/m ³ g

3 Tehdyt havainnot, tutkimukset ja mittaukset

3.1 Sisäilman pölyn koostumus

Pölynkoostumusnäytteiden avulla arvioitiin huoneen sisäilmassa olevan pölyn koostumusta. Pölynkoostumusnäytteitä otettiin kahden tilan ilmanpuhdistimien suodattimista. Yhteenveto näytteistä on esitetty kootusti alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) ja analyysivastaus on liitteenä 1.

Pölynkoostumus ilmansuodattimissa

Molemmissa kerätyissä näytteissä esiintyi tavanomaisen huonepölyn lisäksi ulkoilma- tai rakennuspölyä, joista eroteltuja pölytyyppejä olivat silikaattinen kiviainespöly (ulkoilmapöly) ja kalkkikivi (rakennusmateriaalipöly). Kiviainespöly on todennäköisesti kertynyt huonepinnoille ainakin osittain tuloilmajärjestelmän kautta. Teollisia mineraalikuituja ei esiintynyt näytteissä. Näytteenottokohdat on merkitty kuvaan 1.

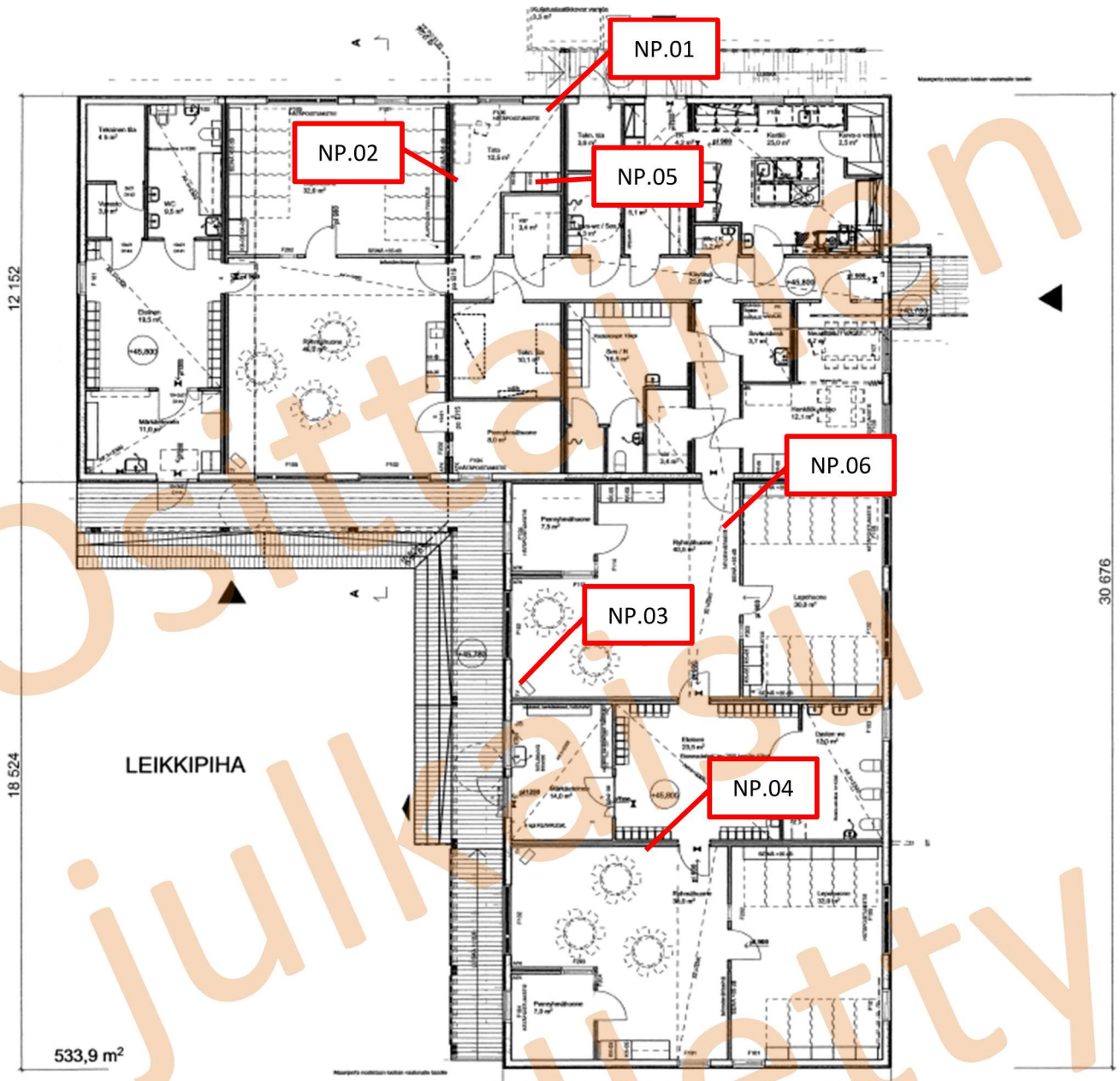
Taulukko 2. Yhteenveto ilmanpuhdistimien suodattimista otetuista pölynkoostumusnäytteistä.

Pölynkoostumusnäytteet ilmanpuhdistimien suodattimista					
Näytteenottopaikka	Näytetunnus	Tulos	Pölytyypin tarkenne	Osuus	Tulkinta
Toimistotila 011	NP.05	tavanomainen huonepöly	- hilse, kloridit	vähäisiä määriä	normaali
		katupöly tai rakennusmateriaalin kivi-pöly	- silikaattinen kiviainespöly	jonkin verran	
		rakennusmateriaalipöly	- kalkkikivi, TI-oksidit	jonkin verran	
		ulkoilmapölyä	- kasvi-/hyönteisperäinenpöly	vähäisiä määriä	
Ryhmähuone	NP.06	tavanomainen huonepöly	- karvat, kloridit	vähäisiä määriä	normaali
		katupöly tai rakennusmateriaalin kivi-pöly	- silikaattinen kiviainespöly	vähäisiä määriä	
		rakennusmateriaalipöly	- kalkkikivi	jonkin verran	

3.2 Muovimattojen VOC-emissiot

Muovimatot sisältävät PVC-muovin lisäksi pehmittimiä, jotka on lisätty mattoon asennuksen helpottamiseksi. Yleisimpänä pehmittimenä muovimatossa on ollut flataatti eli DEHP (2-etyyliheksaali) vuoteen 2007 asti. Vuodesta 2007 asti muovimatoissa pehmittimenä on ollut DINP, DIDP ja DINCH. Tuloksia tulkittaessa tulee huomioida, että muovimaton ja liiman raaka-aineena voi olla 2-etyyli-1-heksanolia, joten näytteessä sitä voi esiintyä pieninä pitoisuuksina.

Lattiapäällysteen kunnon ja emissiopotentiaalin selvittämiseksi otettiin päällysteestä materiaalinäytteitä VOC-analyysiin. Näytteitä otettiin yhteensä neljä kappaletta ja näytteenottopaikat on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 1), yhteenveto tuloksista on taulukossa 2 ja analyysivastaus on liitteenä 2.



Kuva 1. Näytteenottokohdat. NP.01...NP.04 ovat muovimatoista ja NP.05 ja NP.06 ovat ilmansuodattimista.

Materiaalinäytteiden VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat saman kaltaisia ja kaikilta osin alle viitearvojen. Näytteessä esiintyneiden C9-C10 -alkoholien perusteella PVC-päällysteessä on käytetty pehmittiminä DINCH, DINP tai DIDP-ftalaatteja. Tuloksen perusteella lattiapinnoitteena käytetyssä muovimatossa ei ole merkittävää emisio potentiaali eikä siitä pitäisi emittoitua merkittävästi VOC-yhdisteitä sisäilmaan.

Näytteenoton yhteydessä havaittiin mattojen alta lievää lastulevyn hajua, mikrobiperäistä hajua ei havaittu.

Taulukko 3. Yhteenvedo muovimattojen VOC-emissioista.

Tila	2-etyyli-1-heksanoli [µg/m ³ g]	C8...C10-alkoholit [µg/m ³ g]	TVOC [µg/m ³ g]	Tulkinta
Toimistotila 011				
NP.01, PVC-matto	40	17	170	normaali
Toimistotila 011				
NP.02, PVC-matto	27	18	160	normaali
Tila 024				
NP.03, PVC-matto	26	-	150	normaali
Tila 030				
NP.04, PVC-matto	16	-	100	normaali
Viitearvo, PVC	50	320	500	

3.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon toimivuutta arvioitiin vuonna 2022 tehdyn mittauspöytäkirjan avulla. Pöytäkirjassa esitettyjen mittaustulosten perusteella suunniteltu ilmanvaihto toteutuu.

Taulukko 4. Ilmavirtojen mittauspöytäkirja 25.8.2022

TULOILMA										POISTOILMA									
Tila	Kpl	Venttiili tyyppi	m/s	Pa	Asento mm/rivi	kuristin max.as	Säädät. l/s	Vaadit. l/s	Ero %	Kpl	Venttiili tyyppi	m/s	Pa	Asento mm/rivi	kuristin max.as	Säädät. l/s	Vaadit. l/s	Ero %	Huomautukset
TK1 PK1		95% 47Hz									80% 40Hz								
05 WC										3	KSO-160	56	3			92	90	2	
01 Eteinen		KTS-160/360	55	8			39	40	-3										
02 Märkä eteinen										3	KSO-160	53	3			95	90	6	
06 Lepohuone		RSKP-250	10	K=46,7			148	144	3	1	EVA-800×150	67	2,5			135	144	-6	
07 Ryhmahuone		RSKP-250	8,5	K=46,7			136	144	-6										
03 Varasto										1	KSO-100						3		
04 Tekninen tila										1	KSO-100						3		
TK3 PK3		100% 49Hz									100% 49Hz								
09 Tekn. tila										1	KSO-100	29	-12			4	3	33	
010 Inva WC										1	KSO-160	20	15			28	30	-7	
011 Tsto	1	STQA-125	14	14			16	20	-20	1	KSO-125	27	6			18	20	-10	
013 Var.											ei pääsyä						3		
014 Käytävä		KTS-160/360	9	15			27	35	-23										
	1	RSKP-160	7	K=20			53	50	6										
015 Vaatehuolto										1	KSO-160	18	7			20	25	-20	
017 WC										1	KSO-160	37	11			28	30	-7	
022 Sos/h		RSKP-125	18	K=11,7			50	50	0	2	KSO-160	37	8			59	64	-8	
										1	KSO-125	26	3			16	15	7	
										1	KSO-160	34	7			28	30	-7	
023 Var.										1	KSO-100	30	-12			4	3	33	
019 Neuvottelu/VASU	1	RSKP-160	7	K=20			53	50	6	2	KSO-160	25	10			52	50	4	
020 Henkilök. tauko	1	RSKP-160	14	K=20			75	70	7										
021 Siivouskeskus										1	KSO-160	22	5			21	25	-16	
012 Tekninen tila										1	KSO-100						7		
TK2 PK2		100%,50Hz									100%, 50Hz								
08 Pienryhmahuone	1	KTS-125/360	19	15			31	30	-23	1	KSO-125	158	-1			32	30	-20	Tuloa ei enempää
025 Pienryhmahuone	1	KTS-125/360	15	12			21	20	5										
024 Ryhmahuone	1	ZAEE-250	8	K=48,8			138	144	-4	1	EVA-600×150	49	4			165	164	1	
026 Lepohuone	1	RSKP-250	10	K=46,7			148	144	3	1	EVA-600×150	100	2			142	144	-1	
027 Eteinen	1	KTS-160/360	76	8			46	46	0										
028 Lasten WC										3	KSO-160	20	15			83	90	-8	
029 Märkäeteinen										4	KSO-160	18	15			105	120	-13	
030 Ryhmahuone	1	Siipip. D=580×130	1,85				139	144	-3	1	Siipip. D=380×80	1,4				43			Poistoa ei kuvassa
031 Pienryhmahuone		KTS-125/360	25	9			21	20	5										
032 Lepohuone	1	Siipip. D=580×130	1,95				147	144	2	1	EVA-600×150	18	7			148	144	3	
TK4 PK4		100% 49,5Hz									100% 49,5Hz								
018 Keittiö	2	RHKH-250	4,5	K=50,5			214	220	-3	1	URH-250	57	3			143	140	2	
										1	KSO-200	86	25			80	90	-11	

4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanpuhdistimien suodattimista otetuissa pölynkoostumusnäytteissä ei todettu teollisia mineraalivillakuituja. Kerätyissä näytteissä esiintyi tavanomaisen huonepölyn lisäksi ulkoilma- tai rakennuspölyä, joista eroteltuja pölytyyppejä olivat silikaattinen kiviainespöly (ulkoilmapöly) ja kalkkikivi (rakennusmateriaalipöly). Kiviainespöly on todennäköisesti kertynyt huonepinnoille ainakin osittain tuloilmajärjestelmän kautta. Pölyn määrä oli normaali.

Lattiamatosta otettujen VOC-näytteiden ja aistinvaraisten havaintojen perusteella lattiapäällysteessä tai sen liimassa ei ole merkittävää emissiopotentiaalia, eikä siitä pitäisi emittoitua merkittävästi VOC-yhdisteitä sisäilmaan.

Vuonna 2022 tehdyn ilmamäärämittauspöytäkirjan mukaan ilmanvaihto toimii suunnitellusti ja ilmamäärät ovat riittäviä.

Tutkimusten perusteella sisäilman pöly, muovimattojen emissiot tai ilmanvaihto eivät selitä tiloissa koettua oireilua. Muovimatoissa on kuitenkin hieman emissiopotentiaali, joten on suositeltavaa vielä tutkia sisäilman VOC-yhdistepitoisuutta ainakin kahdella näytteellä. Sisäilmaan VOC-yhdisteitä emittoituu muistakin materiaaleista kuin muovimatoista.

4.1 Toimenpidesuosituksset:

1. Sisäilman VOC-mittaus.

Allekirjoitukset

Turku 15.11.2024
Sirate Group Oy

vanhempi asiantuntija, RI
Rakennusterveysasiantuntija C-26480-26-21
Rakenteiden kosteuden mittaja C-27254-24-22

Liitteet

- Tutkimusraportti, pölynkoostumus
- Tutkimusraportti, VOC-analyysi materiaalinäytteestä

PÖLYNKOOSTUMUS

Tilaaaja:	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	30.10.2024
Kohde:	Kielikylypy, Kauniainen	Toimitettu laboratorioon:	31.10.2024
Projektinnumero:	7823.2	Laboratorio:	Tampere

Menetelmät:

Tilaaajan toimittamat pyyhintänäytteet tai edustava osa siitä tutkittiin stereomikroskoopilla ja pyyhkäisyelektronimikroskoopilla.

Näytteestä tutkittiin seuraavat pölytyypit:

- silikaattinen kiviainespöly (tyypillisesti katupöly tai rakennusmateriaaleista peräisin oleva kivipöly)
- rakennusmateriaalipöly (kalkkikivi, kipsi, Ti-oksidi)
- metallipöly
- ulkoilmapöly (kasvi-/hyönteisperäinen pöly, siitepöly)
- itiöt ilman lajimääritystä
- huonepöly (tekstiilikuidut, hilse, karvat, kloridit, selluloosakuidut)

Myös edellä mainituista pölytyypeistä poikkeavat partikkelit raportoidaan, mikäli sellaisia näytteessä havaitaan.

Pölytyypit tunnistetaan niiden ulkomuodon sekä alkuainekoostumuksen perusteella, ja niiden suhteellista

määrää näytteessä arvioidaan silmämääräisesti. Suhteellinen määräarvio on kuvattu: (+++) = runsaasti, (++) = jonkin verran, (+) = yksittäisesti.

Mineraalivillakuitujen määrä arvioidaan asteikolla: (+++) = runsaasti, (++) = jonkin verran, (+) = yksittäisesti.

Menetelmällä ei voida määrittellä sellaista orgaanista pölyä, jota ei voida ulkomuodon perusteella tunnistaa. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

Näytteenottaja:

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Pölynkoostumus
NP.05	Ilmanpuhdistimen suodatin, Tila 011	• silikaattinen kiviainespöly (++) • ulkoilmapölyä • kasvi-/hyönteisperäinen pöly (+) • rakennusmateriaalipölyä • kalkkikivi (++) • Ti-oksidi (+) • huonepölyä • hilse (+) • kloridit (+)
NP.06	Ilmanpuhdistimen suodatin, oleskelutila	• silikaattinen kiviainespöly (+) • rakennusmateriaalipölyä • kalkkikivi (++) • huonepölyä • karvat (+) • kloridit (+)



VOC-ANALYYSI MATERIAALINÄYTTEESTÄ

Tilaaaja':	Sirate Group Oy	Tilauspäivä:	30.10.2024
Kohde':	Kielikylpy, Kauniainen	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero':	7823.2	Vastaanottopäivä:	31.10.2024
Näytteenottaja':		Analysointipäivät:	4.11.2024
Näytteenottopäivät':	9.10.2024		

TULOKSEN TULKINTA

Tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat). Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös kohteen teknisistä havainnoista.

Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille	
PVC pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)	
TVOC	200 µg/m³g
2-etyyli-1-heksanoli (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	70 µg/m³g
PVC pehmittimenä DINCH (diisononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)	
TVOC	500 µg/m³g
2-etyyli-1-heksanoli (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	50 µg/m³g
C9-alkoholit	320 µg/m³g
TASOITTEET JA BETONI	
TVOC	50 µg/m³g
2-etyyli-1-heksanoli (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	40 µg/m³g
LINOLEUM	
TVOC	650 µg/m³g
propanihappo (yhdisteen omalla vasteella laskettu tulos)	100 µg/m³g

LISÄTIEDOT

Koska näytteitä ei ole toimitettu laboratorioon päästöttömäksi todetussa pakkausmateriaalissa, tuloksiin liittyy hieman tavanomaista suurempi mittausepävarmuus. Pakkausmateriaalin mahdollista vaikutusta tuloksiin ei ole huomioitu.

ANALYYSITULOKSET

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä. Tulokset on ilmoitettu toluleenivasteella laskettuna. Mikäli tunnistetun yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle 1 µg/m³g, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa. Yhdisteiden CAS-numeroita on saatavilla laboratoriosta, tai osoitteesta <https://labroc.fi/wp-content/uploads/2021/04/CAS-numerot-1.pdf>.

Näyte'	Näytteenottopaikka'	Materiaali'	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
NP.01	Tila 011	Muovimatto	5	2.2
Ryhmä	Yhdiste		Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)	Oma vaste (µg/m³g)
TVOC	-		170	
VVOC	Etikkahappo		27	
TERPEENIT	Longifoleeni		1	
AROMAATTISET HIILIVEDYT	Tolueeni		2	2
MUUT YHDISTEET	Alkoholiseos		17	
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	Metyylisyklopentaani		3	
	Sykloheksaani		2	
	Tetradekaani		1	
HAPOT	2-Etyyliheksaanihappo		30	
ESTERIT JA LAKTONIT	3-metyylisyklopentyyli asetaatti		1	
ALDEHYDIT	Nonanaali		8	
	Heksanaali		4	
	Oktanaali		1	
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	2-(2-Butoksietoksi) etanoli		2	

YKSIARVOISET ALKOHOLIT	2-Etyyli-1-heksanoli	29	40
	6-Metyyli-1-oktanoli	4	
	1-Pentanoli	1	
	1-Nonanoli	1	
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		61 (35%)	

Näytekommentit:

VVOC = hyvin haihtuvat orgaaniset yhdisteet. TVOC-alueen ulkopuoliset, heksaania helpommin haihtuvat yhdisteet. Pitoisuus suuntaa antava, koska yhdisteet läpäisevät keräimen helposti. Pitoisuutta ei ole laskettu TVOC-tulokseen.

Alkoholiseos = C8 – C10-alkoholeja.

Näyte sisälsi paljon erilaisia yhdisteitä pienillä tulkinnan kannalta merkityksellöillä pitoisuustasoilla, jonka vuoksi kaikkien tunnistaminen riittäväällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte'	Näytteenottopaikka'	Materiaali'	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
NP.02	Tila 011	Muovimatto	5.1	2.2
Ryhmä	Yhdiste		Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)	Oma vaste (µg/m³g)
TVOC	-		160	
VVOC	Etikkahappo		15	
TERPEENIT	Longifoleeni		1	
AROMAATTISET HIILIVEDYT	Tolueeni		2	2
MUUT YHDISTEET	Alkoholiseos		18	
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	Heksaani		2	
	Metyylisyklopentaani		2	
	Sykloheksaani		1	
	Tetradekaani		1	
HAPOT	2-Etyyliheksaanihappo		35	
ALDEHYDIT	Nonanaali		5	
	Heksanaali		3	
	Oktanaali		1	

ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	1-(2-Butoksietoksi) etanoli	2	
	2-(2-Etoksietoksi) etanoli	1	
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	2-Etyyli-1-heksanoli	20	27
	1-Pentanoli	1	
	1-Nonanoli	1	
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		59 (36%)	

Näytekomentit:
VVOC = hyvin haihtuvat orgaaniset yhdisteet. TVOC-alueen ulkopuoliset, heksaania helpommin haihtuvat yhdisteet. Pitoisuus suuntaa antava, koska yhdisteet läpäisevät keräimen helposti. Pitoisuutta ei ole laskettu TVOC-tulokseen.

Alkoholiseos = C8 – C10-alkoholeja.

Näyte sisälsi paljon erilaisia yhdisteitä pienillä tulkinnan kannalta merkityksellömillä pitoisuustasoilla, jonka vuoksi kaikkien tunnistaminen riittäväällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte'	Näytteenottopaikka'	Materiaali'	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
NP.03	Tila 024	Muovimatto	5.1	2.2
Ryhmä	Yhdiste		Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)	Oma vaste (µg/m³g)
TVOC	-		150	
VVOC	Etikkahappo		9	
TERPEENIT	Longifoleeni		2	
	alfa-Pineeni		1	
AROMAATTISET HIILIVEDYT	Tolueeni		2	2
MUUT YHDISTEET	Alkoholiseos		15	
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	Heksaani		2	
	Metyyliisyklopentaani		2	
	Sykloheksaani		1	
HAPOT	2-Etyyliheksaanihappo		22	

ALDEHYDIT	Nonanaali	5	
	Heksanaali	3	
	Oktanaali	1	
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	2-(2-Etoksietoksi) etanoli	4	
	1-(2-Butoksietoksi) etanoli	3	
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	2-Etyyli-1-heksanoli	19	26
	6-Metyyli-1-oktanoli	3	
	1-Pentanoli	1	
	1-Nonanoli	1	
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		59 (40%)	

Näytekommentit:

VVOC = hyvin haihtuvat orgaaniset yhdisteet. TVOC-alueen ulkopuoliset, heksaania helpommin haihtuvat yhdisteet. Pitoisuus suuntaa antava, koska yhdisteet läpäisevät keräimen helposti. Pitoisuutta ei ole laskettu TVOC-tulokseen.

Alkoholiseos = C8 – C10-alkoholeja.

Näyte sisälsi paljon erilaisia yhdisteitä pienillä tulkinnan kannalta merkityksettömillä pitoisuustasoilla, jonka vuoksi kaikkien tunnistaminen riittävällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte'	Näytteenottopaikka'	Materiaali'	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
NP.04	Tila 030	Muovimatto	5	2.2
Ryhmä	Yhdiste	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)		Oma vaste (µg/m³g)
TVOC	-	100		
VVOC	Etikkahappo	10		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	Tolueeni	2		2
MUUT YHDISTEET	Alkoholiseos	7		
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	Heksaani	1		
	Metyyli syklopentaani	1		
	Tetradekaani	1		
HAPOT	2-Etyyliheksaanihappo	6		
	Heksaanihappo	2		
ALDEHYDIT	Nonanaali	9		
	Heksanaali	3		
	Oktanaali	1		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	2-(2-Etoksietoksi) etanoli	2		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	2-Etyyli-1-heksanoli	11		16
	6-Metyyli-1-oktanoli	2		
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		47 (46%)		

Näytekommentit:
VVOC = hyvin haihtuvat orgaaniset yhdisteet. TVOC-alueen ulkopuoliset, heksaania helpommin haihtuvat yhdisteet. Pitoisuus suuntaa antava, koska yhdisteet läpäisevät keräimen helposti. Pitoisuutta ei ole laskettu TVOC-tulokseen.

Alkoholiseos = C8 – C10-alkoholeja.

Näyte sisälsi paljon erilaisia yhdisteitä pienillä tulkinnan kannalta merkityksettömillä pitoisuustasoilla, jonka vuoksi kaikkien tunnistaminen riittävällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

ANALYYSIT

Emissionäytteet kerättiin mikrokammiolaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC-MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L).

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja TXIB:n (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatti) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näytemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty analyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo ainoastaan sen, mitä yhdisteitä ja missä keskinäisessä suhteessa, tutkitusta materiaalista emittoituu käytetyissä olosuhteissa.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määrittäjä TVOC pitoisuudelle on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. TVOC-tuloksen mittausepävarmuus on 29 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat: Tolueeni 25%, Styreeni 25%, 2-Etyyli-1-heksanoli 43%, Naftaleeni 32% ja TXIB 67%. Mittausepävarmuuden laskennassa on otettu huomioon näytteenoton toistettavuus. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden pitoisuuden määrittäjä semikvantitatiivinen.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot

tutkija, FT

VIITTEET

ISO 16000-6, 2021, Indoor air - Part 6: 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.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri Laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.