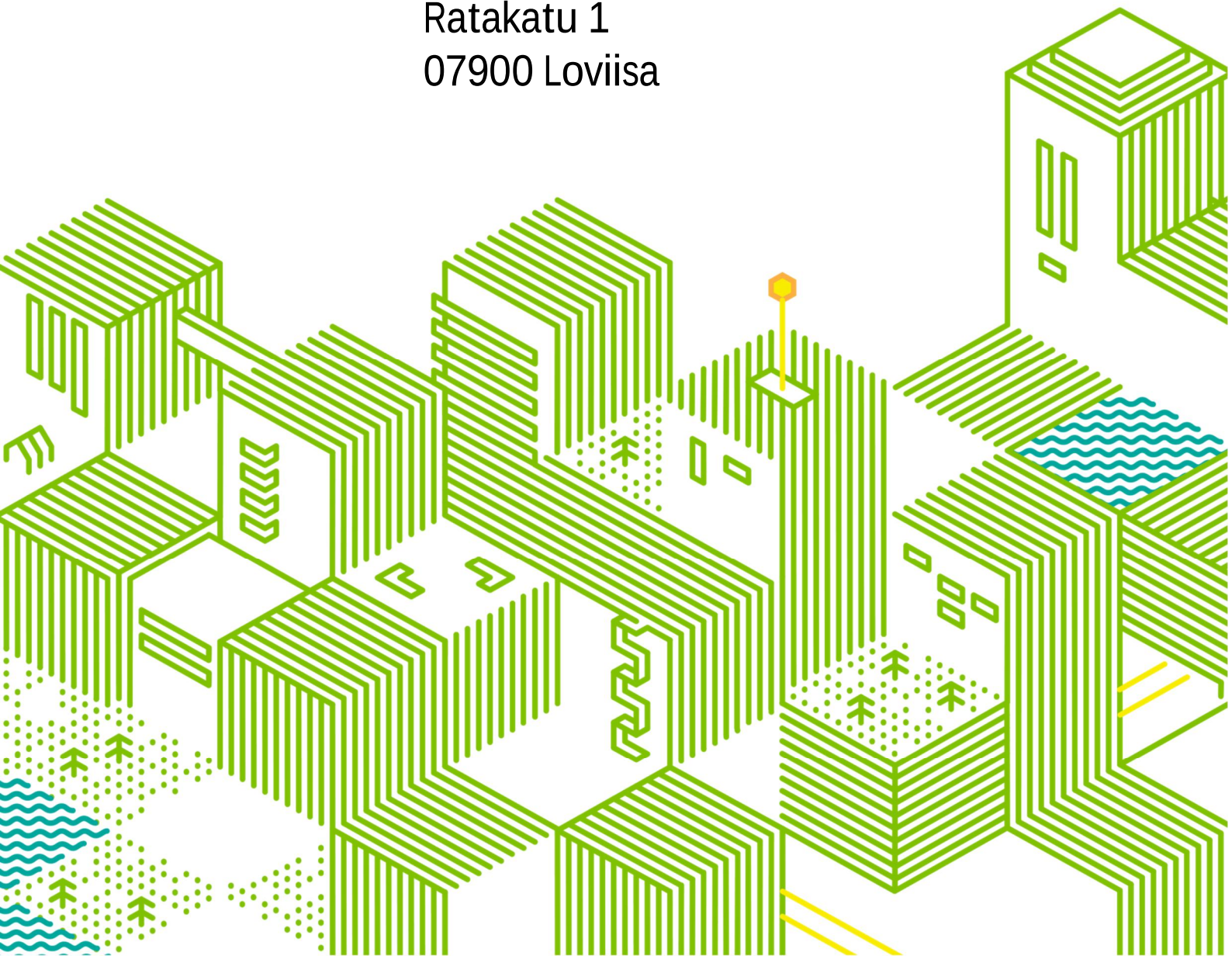


Jatkotutkimusraportti

Päiväys 3.5.2018
Projekti Harjurinteen koulukeskus
Jatkotutkimukset
Tilaaja Loviisan kaupunki/Tilapalvelut
Kohde Harjurinteen koulukeskus
Ratakatu 1
07900 Loviisa



Sisällys

1	Yhteystiedot.....	2
1.1	Kohde	2
1.2	Tilaaaja	2
1.3	Konsultti	2
2	Johdanto	3
2.1	Kohteen yleistiedot, tutkimusten tarkoitus ja tavoite	3
2.2	Lähtötiedot	3
2.3	Tutkimusmenetelmät.....	3
3	Perustiedot kiinteistöstä	3
4	Aistinvaraiset havainnot.....	3
5	Kosteusmittaukset onteloiden sisältä.....	6
6	Kosteusmittaukset lattiarakenteesta.....	7
6.1	Ontelotilojen kosteuspitoisuuden vaikutus välipohjarakenteiden kosteuspitoisuuteen.....	8
7	Kosteusmittaukset kerroksellisesta välipohjarakenteesta	8
8	Materiaalien VOC -yhdisteet	9
9	FLEC -näytteet.....	16
10	Materiaalinäytteet, mikrobit	19
11	Yhteenveto tutkimustuloksista.....	20
12	Jatkotutkimukset	20
13	Toimenpidesuosituksien	21
14	Liitteet	21

1 Yhteystiedot

1.1 Kohde

Harjunteen koulukeskus
Ratakatu 1
07900 Loviisa

1.2 Tilaaja

Loviisan kaupunki/Tilapalvelut
PL 11
07901 Loviisa

Antti Kinnunen, tilapalvelupäällikkö
puh +358 440 555 412
email antti.kinnunen@loviisa.fi

1.3 Konsultti

Sitowise Oy
Pormestarinkatu 2
53100 Lappeenranta

Tapani Moilanen, rakennusterveysasiantuntija, rkm
puh 040 193 8006
email tapani.moilanen@ramboll.fi

Johanna Tamminen, insinööri (AMK)
puh 044 427 9339
email johanna.tamminen@sitowise.com

Teemu Pirinen, rakennusinsinööri (AMK)
puh +358 44 427 9477
email teemu.pirinen@sitowise.com

Riina Paju, rakennusinsinööri (AMK)
puh +358 44 427 9268
email riina.paju@sitowise.com

2 Johdanto

Harjunteen koulukeskuksen jatkotutkimukset ovat jatkoa loppuvuodesta 2017 valmistuneelle sisäilman laatua selvittäneelle tutkimukselle.

2.1 Kohteen yleistiedot, tutkimusten tarkoitus ja tavoite

Tutkimusten kohteena oli Loviisan kaupungin Harjunteen koulukeskuksen uusi osa, joka on valmistunut 2014. Jatkotutkimusten tarkoituksena oli jatkaa ala- ja välipohjien kosteuskartoitusta sekä selvittää, onko mahdollinen kosteus aiheuttanut vaurioita pintamateriaaleissa.

2.2 Lähtötiedot

Lähtötietoina oli käytettävissä:

- Sisäilman laatuun liittyvä selvitystyö 2017, Wise Group Oy
- Kosteusmittausraportti 2014, Cramo
- Rakennepiirustukset

2.3 Tutkimusmenetelmät

- Kosteusmittaukset
 - o pintakosteusmittaukset Gann Hydromette Compact LB 70
 - o viilto- ja porareikämittaukset Vaisala SHM40Mittauskaluston kalibrointi on suoritettu yrityksen sisäisen laadunvarmistuksen mukaisesti.
- Materiaalien VOC -emissiot, BulkVOC -näytteet
- Pintamateriaalien VOC -emissiot
 - o Flec -menetelmä, Tenax TA -Carbograph -adsorptioputki

3 Perustiedot kiinteistöstä

Tutkimusten kohteena oleva rakennus on kolmekerroksinen, vuonna 2014 valmistunut koulukeskuksen laajennusosa.

4 Aistinvaraiset havainnot

1. kerros

- tuulikaapin 101 alakattotilassa välipohjaontelolaatan alapinnassa oli havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä
- esiopetustilassa 114 oli havaittavissa vesivuotoa alakattotilassa välipohjaontelolaatan sisäpuolelta. Ontelolaatan alapinnalla oli havaittavissa mineraalisäostumia ja vettä. Alakattokannatinkiskojen päällä vuotokohdassa oli ruostetta, vettä ja muita epäpuhtauksia, jotka olivat suorassa sisäilmayhteydessä sisätiloihin alakatotilan kautta.
- ontelon sisältä mitattiin 99,6 RH% kosteus (yläkautta tilasta 207)

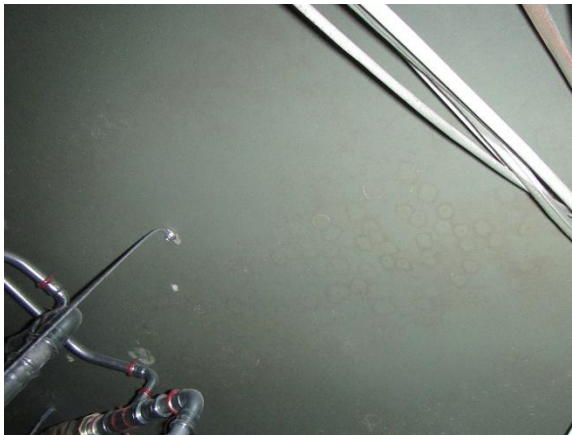
- o vuotopaikan yläpuolelta, maton ja betoni välistä mitattiin viiltomittauksessa kosteuspitoisuudeksi 92,6 RH%
- sähkölaatikoista ei havaittu hajuhaittaa, kuten 2. krs ja 3. krs sähkölaatikoista havaittiin

2. kerros

- tilojen 203 – 208 osalla lattiarakenteessa olevista ”sähkö” laatikoista tehtiin seuraavia havaintoja:
 - o laatikoiden pohjissa olevat näkyvät reiät oli suljettu muoviteipillä
 - § näkymättömissä olevia reikiä ei ollut suljettu
 - o tilassa 208 oleva laatikon alla oleva ontelolaatan yläpinta on puhkaistu ja ontelosta on ilmayhteys sisätiloihin
 - § ontelosta mitattiin 88,4 RH% kosteus
 - § todennäköisesti kyseisessä ontelossa on edelleen vapaata vettä
 - mittauspisteen alapuolella tilassa 115, ontelon alapinnalla kosteusjälki
 - o tilassa 207 laatikosta mitattiin 60,2 RH% kosteuspitoisuus
 - § tilan 204 laatikosta mitattiin 17 RH% kosteuspitoisuus
 - § tämä mittaustulos viittaa siihen, että välipohjarakenteessa on edelleen tavallista korkeampia kosteuspitoisuuksia
 - o kaikista laatikoista havainnoitiin saman tyyppinen hajuhaitta, kuin lattiapinnoitteiden alta BulkVOC -näytteiden oton yhteydessä havaittiin
- länsipäädyn ikkunoiden väliin pääsee tuiskulunta
 - o lunta havaittiin useana eri kertana talven 2018 aikana
 - o kaikissa ikkunoissa havaittiin sama ongelma
 - o sulava lumi kastelee karmirakenteita ja vaurioittaa niitä, sekä mahdollistaa epäpuhtauksien syntymisen rakenteessa

3. kerros

- lattian sähkölaatikoista havaittiin samankaltainen hajuhaitta, kuin 2. krs laatikoista
- länsipäädyn ikkunoiden väliin pääsee tuiskulunta
 - o lunta havaittiin useana eri kertana talven 2018 aikana
 - o kaikissa ikkunoissa havaittiin sama ongelma
 - o sulava lumi kastelee karmirakenteita ja vaurioittaa niitä, sekä mahdollistaa epäpuhtauksien syntymisen rakenteessa



Tuulikaappi 101 kosteusjälkiä välipohjaontelolaatan alapinnassa



Tila 114 vesivuotokohta



Tila 114 ontelolaatan alapinnan mineraalisäostumia ja vettä



Tila 114 ruosteisia alakattokannatinkiskoja



Tila 208 lattiarakenteen "sähkölaatikko"



Tila 207 lattiarakenteen "sähkölaatikko"



Lunta ikkunan välissä tuiskun jälkeen

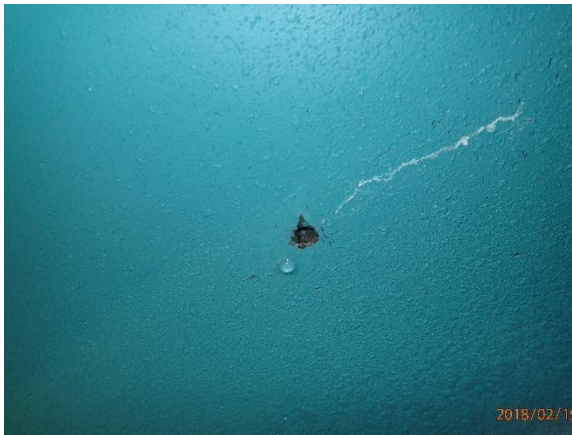
5 Kosteusmittaukset onteloiden sisältä

Ontelolaataston onteloiden sisäpuolista kosteutta kartoitettiin alakattorakenteita avaamalla. Ensivaiheessa laataston kosteuspitoisuus kartoitettiin pintakosteuden osoittimella. Pintakosteuskartoituksen jälkeen suoritettiin onteloiden sisäpuolisen ilmatilan suhteellisen kosteuden mittaukset satunnaisotantana niin, että voitiin muodostaa käsitys laataston yleisestä tilanteesta. Kartoitus on tehty 2. ja 3. krs väliseen välipohjarakenteeseen kattavasti tilojen 202-211 osalla. Mittauspisteet ja tulokset on esitetty liitteissä 9 ja 1.

Kartoituksen yhteydessä tehdyt havainnot:

- tila 204, laataston alapinnalla eteläsivun ikkunan vierellä näkyvä vesivuotojälki
 - ko. kohdalta on käyttäjiltä saadun tiedon mukaan tullut vettä alakattolevytykselle ja levyjä on vaihdettu
 - avauksen yhteydessä havaittiin levyjen vaihto
 - vuotojäljen kohdalle tehdystä reiästä tuli vettä n. 3-4 litraa
 - vettä on tullut lattialle tämän avauksen jälkeen
 - ontelon sisätilan kosteuspitoisuus oli 13.3.2018 RH% 92,2
 - imukuivaus oli jatkunut n. 3 vko
 - seuraava mittaus tehtiin 26.3.2018 ja kosteuspitoisuus oli edelleen samalla tasolla
 - ontelossa on ilmeisesti edelleen vettä, joka ei ole poistunut imukuivauksesta huolimatta
 - endoskoopilla tarkastettaessa havaittiin ontelon pohjalla edelleen vesimärkää lietettä
- tila 203, laataston alapinnalla eteläsivun ikkunan vierellä näkyvä vesivuotojälki
 - ontelon sisätilan kosteuspitoisuus oli 19.2.2018 RH% 94,6
- läheskään kaikki onteloiden vedenpoistoreiät eivät olleet auki (betonin täyttämää)
- laataston reunimmaisissa onteloissa on raudoituksesta ja varausaukoista johtuen betonia ja reunimmaisat ontelot eivät ole yhtenäisesti auki päihin saakka
- kantavien Delta -palkkien täyttövalubetoni on työntynyt onteloiden sisälle ja sulkenut päiden vedenpoistoreikiä
 - vedenpoistoreikiä ei ole työaikana porattu auki, koska betoni on sulkenut niitä

- mittaustulosten mukaan onteloiden sisäilman kosteus vaihteli välillä 12,5 – 94,6 RH%
 - sisäilman kosteus mittausajankohtana oli 10 – 12 RH%
 - mittauspisteitä oli kaikkiaan 28 kpl
 - pisteiden kosteusjakauma kappaleina oli seuraava:
 - 0 - 40 RH% 7 kpl
 - 40 - 60 RH% 4 kpl
 - yli 60 RH% 17 kpl
 - tulosten perusteella voidaan todeta, että 7 mittauspisteen tulos on normaalilla tasolla tai kosteuspitoisuus on sellaisella tasolla, että siitä ei ole haittaa materiaaleille
 - loppuissa mittauspisteistä kosteuspitoisuus on korkeampi kuin RH% 40
- lattiapinnoitteen alta mitattiin viiltomittausmenetelmällä kosteuspitoisuuksia kaikissa kolmessa kerroksessa
 - tulokset ja niiden analysointi on tehty raportin kohdassa 6 Kosteusmittaukset lattiarakenteesta



Tila 204 vesivuotoa ontelolaatasta



Tila 204 ontelolaatasta vuotanutta vettä

6 Kosteusmittaukset lattiarakenteesta

Tilojen alapohjan ja välipohjien pintakosteudet tutkittiin kattavasti kaikista kerroksista. Kohdissa, joista mitattiin poikkeuksellisia pintakosteutta indikoivia lukemia, tehtiin lattiapinnoitteen alta viiltomittaukset suhteellisen kosteuspitoisuuden selvittämiseksi. Mittauspisteet on merkattu liitteenä 10 olevaan paikannuskuvaan ja mittaustulokset ovat liitteenä 2.

Kerroksen 1 tiloista mitattiin yli 85 RH% kosteuspitoisuuksia viiltomittauksina muovimattopinnoitteen alta tiloista 114 ja 146.

Kerroksen 2 tiloista mitattiin yli 85 RH% kosteuspitoisuuksia viiltomittauksina muovimattopinnoitteen alta tiloista 202, 204, 207, 208, 218, 224 ja 244. Porareikämittauksilla mitattiin yli 85 RH% kosteuspitoisuuksia tiloista 203, 207, 208, 218 ja 244.

Kerroksen 3 tiloista mitattiin yli 85 RH% kosteuspitoisuuksia viiltomittauksina muovimattopinnoitteen alta tiloista 302, 304, 307, 326 ja 328. Porareikämittauksilla mitattiin yli 85 RH% kosteuspitoisuuksia tiloista 302 ja 304.

6.1 Ontelotilojen kosteuspitoisuuden vaikutus välipohjarakenteiden kosteuspitöisuuteen

Neuvotteluissa 23.3.2018 Skanska Talonrakennus Oy:n ja Vahanen Rakennefysiikka Oy:n edustajat esittivät seuraavaa:

Ontelolaataston ontelotiloihin jääneellä vedellä ei ole merkitystä rakenteen kosteuskäyttäytymiselle. Lisäksi he esittivät, että veden jääminen onteloihin on "normaalia rakennustuotannossa", eikä sillä ole merkitystä rakenteen kestävyys- ja pitkäikäisyyden kannalta. Perusteluna oli seuraava: ontelolaattojen betonin tiiveys on niin hyvä, ettei onteloissa oleva kosteus siirry ympäröiviin rakenteisiin.

Fise Oy:n ylläpitämässä rakennusvirhepankin kortissa RVP-T-BE-31 on käsitelty tätä asiaa ja se on yleisesti tiedetty/tunnistettu ongelma elementtirakentamisessa. Lisäksi kaikki ontelolaattavalmistajat tuotekorteissaan ja asennusohjeissaan painottavat laattojen suojaamista työ-/kuljetusaikana sekä vedenpoiston varmistamista.

Asian selvittämiseksi kohteessa tehtiin RT-kortin mukaiset kosteusmittaukset niiltä kohdilta, joissa ontelolaatassa oli havaittu näkyvää vettä tai korkeita onteloiden kosteuspitoisuuksia.

7 Kosteusmittaukset kerroksellisesta välipohjarakenteesta

Välipohjarakenteesta 1. ja 2. krs välillä (päällekkäiset tilat 114 ja 207) havaittiin vesivuotoa ontelolaatasta tilaan 114. Tilasta 207 mitattiin vuotopaikan yläpuolelta seuraavia kosteuspitoisuuksia:

Mittauspiste VM/PR 76

- ontelotila (yläkautta läpi onteloon)	98,5 RH%
- porareikä 70 mm (ontelon/pintabetoni raja)	96,5 RH%
- näytepala 20 mm	83,9 RH%
- viiltomittaus	92,8 RH%

Välipohjarakenteesta 2. ja 3. krs välillä (päällekkäiset tilat 204 ja 304) havaittiin vesivuotoa ontelolaatasta tilaan 204. Tilasta 304 mitattiin vuotopaikan yläpuolelta seuraavia kosteuspitoisuuksia:

Mittauspiste V 5

- ontelotila (alakautta)	99,6 RH%
- porareikä 70 mm (ontelon/pintabetoni raja)	94,4 RH%
- porareikä 20 mm	90,4 RH%
- viiltomittaus	84,1 RH%

Näissä molemmissa mittauspisteissä kosteuspitoisuudet ylittivät arvostelusyvytydellä 70 mm pinnoitettavuuden raja-arvona olevan 85,0 RH%.

Pisteessä VM/PR 79 havaittiin viiltomittauksessa selvästi viitearvona 85,0 RH% ylittävä kosteuspitoisuus pinnoitteen alta.

Pisteessä V 5 pintakerros 20 mm havaittiin porareikämittauksessa selvästi pinnoitettavuuden vaatimuksen 75,0 RH% ja pinnoitevalmistajan viitearvon 85,0 RH% ylittävä kosteuspitoisuus välipohjarakenteen pintakerroksessa.

Näiden tulosten perusteella ontelotilan kosteus pyrkii fysiikan lakien mukaisesti pienempää pitoisuutta kohti. Kosteuden siirtymistä edistävät myös betonirakenteessa olevat ja siihen luonnollisesti kuuluvat mikrohalkeamat sekä selvästi näkyvät halkeamat. Näiden halkeamien kautta alapinnan vuotojäljet ovat syntyneet ja näitä halkeamia on varmuudella myös ontelolaatan yläpinnalla.

8 Materiaalien VOC -yhdisteet

Materiaalien VOC -näytteitä (BulkVOC) otettiin yhteensä 43 kpl, 19 eri tilasta ja 21 eri näytteenotopisteestä. Näytteenotot suoritettiin 19.2., 20.2., 23.3. ja 26.3. Näytteet otettiin sekä lattiapinnoina olevasta muovimatosta sekä sen alla olevasta tasoitteesta. Näytteistä oli poistettu mahdollisimman tarkkaan pinnoinnituksen asennuksessa käytetty kiinnitysliima. Tulokset on esitetty taulukossa 1. Materiaalinäytteiden emissiot tutkittiin Työterveyslaitoksen Helsingin laboratoriossa ja Työterveyslaitoksen analyysivastauksien 373252, 373531, 374896 ja 375269 kopiot ovat liitteinä 3-6. Näytteiden ottopaikat on merkitty paikannuskuvaan, joka on liitteenä 11.

Taulukko 1. VOC-yhdisteiden emissiot ja TVOC materiaalista, BulkVOC. TVOC = mitattujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus. TTL analyysivastaus 373252, 373531, 374896 ja 375269 liitteet 3-6.

	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 135		Tila 125	
	1 Muovimatto	1.2 Tasoite	2 Muovimatto	2.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	-	67	69*	8*
Yksiarvoiset alkoholit				
bentsyylialkoholi	140	-	-	-
1-butanoli	47	4	5	3
C9 -alkoholit	1100*	-	-	-
2-etyyli-1-heksanoli	130	2	17	-
2-metyyli-1-propanoli	-	-	2	-
Moniarvoiset alkoholit				
tunnistamaton glykoli	140*	-	-	-
Alkoholi- ja fenolieetterit				
2-(2-butoksietoksi)etanoli	30	-	-	-
2-butoksietanoli	210	-	26	-
Aldehydit				
bentsaldehydi	37	-	-	-
Ketonit				
asetoni	-	2	-	-
TVOC*	2000	70	110	10
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 114		Tila 179	
	3 Muovimatto	3.2 Tasoite	10 Muovimatto	10.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	44*	290*	30*	-
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	3	5	3	4
2-etyyli-1-heksanoli	17	-	8	-
2-metyyli-1-propanoli	1	1	-	2
Aldehydit				
bentsaldehydi	-	-	1	-
Ketonit				
asetoni	-	2	-	-
TVOC*	80	300	90	< 10

	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 208		Tila 203	
	4 Muovimatto	4.2 Tasoite	5 Muovimatto	5.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	43*	-	41*	-
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	30	37	43	55
2-etyyli-1-heksanoli	150	6	180	13
2-metyyli-1-propanoli	6	4	6	5
Ketonit				
asetoni	-	3	-	8
TVOC*	290	20	370	30
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 239		Tila 328	
	6 Muovimatto	6.2 Tasoite	7 Muovimatto	7.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	55*	-	57*	-
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	2	15	5	4
2-etyyli-1-heksanoli	21	1	45	-
2-metyyli-1-propanoli	2	6	2	1
Aldehydit				
bentsaldehydi	-	-	1	-
Ketonit				
asetoni	-	3	-	-
TVOC*	90	< 10	110	< 10
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 307		Tila 322	
	8 Muovimatto	8.2 Tasoite	9 Muovimatto	9.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	52*	-	45*	-
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	26	15	3	13
2-etyyli-1-heksanoli	44	3	16	2
2-metyyli-1-propanoli	4	3	2	-
Ketonit				
asetoni	-	2	-	2
TVOC*	130	< 10	80	< 10
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 218		Tila 302	
	11 Muovi- matto	11.2 Tasoite	12 Muovimatto	12.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	160*	-	150*	10*
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	7	13	4	2
2-etyyli-1-heksanoli	66	1	31	-

2-metyyli-1-propanoli	1	2	2	-
Aldehydit				
bentsaldehydi	-	-	1	-
TVOC*	290	< 10	220	10
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 327		Tila 207	
	13 Muovi- matto	13.2 Tasoite	14 Muovimatto	14.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	76*	15*	95*	13*
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	8	6	17	13
2-etyyli-1-heksanoli	49	3	79	2
2-metyyli-1-propanoli	3	2	4	3
Ketonit				
asetoni	-	-	2	5
TVOC*	150	20	200	20
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 202		Tila 208	
	15 Muovi- matto	15.2 Tasoite	16 Muovimatto	16.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	109*	89*	91*	64*
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	4	12	3	10
2-etyyli-1-heksanoli	23	-	13	1
2-metyyli-1-propanoli	-	4	-	5
Ketonit				
asetoni	7	120	1	67
TVOC*	180	100	150	80
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 244		Tila liikuntasali	
	17 Muovi- matto	17.2 Tasoite	18 Muovimatto	18.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
tolueeni	48	-	330	5
Hiilivetyseokset				
hiilivetyseos	181*	140*	1220*	220*
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	2	12	8	12
2-etyyli-1-heksanoli	11	-	320	1
2-metyyli-1-propanoli	-	2	-	2
Ketonit				
asetoni	2	58	34	110
TVOC*	240	150	1900	230
	Pitoisuus (µg/m³g)			
	Tila 114		Tila 303	

	19 Muovi- matto	19.2 Tasoite	20 Muovimatto	20.2 Tasoite
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	148*	250*	140*	280*
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	6	16	2	19
2-etyyli-1-heksanoli	100	2	11	1
2-metyyli-1-propanoli	-	2	-	4
Ketonit				
asetoni	5	270	3	38
TVOC*	330	260	210	300
Pitoisuus (µg/m³g)				
	Tila 304		Tila 207	
	21 Muovi- matto	21.2 Tasoite	22 Muovimatto	
Aromaattiset hiilivedyt				
hiilivetyseos	134*	160*	131*	
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	3	14	6	
2-etyyli-1-heksanoli	26	2	21	
2-metyyli-1-propanoli	-	3	-	
Ketonit				
asetoni	3	71	4	
TVOC*	200	170	200	

*merkityt aineet ja TVOC on määritetty tolueenivasteella

Betonirakenteen liian korkea kosteuspitoisuus voi aiheuttaa pinnoitemateriaaleissa kemiallisia hajoamisreaktioita ja/tai mikrobikasvustoa. Kosteuden aiheuttama pinnoitemateriaalien hajoamisreaktiot voidaan havaita kiinnitysliiman koostumuksen ja alustaan tartunnan muuttumisesta sekä normaalista poikkeavien hajujen esiintymisestä pinnoitteen alla ja sisäilmassa. Kun pinnoitemateriaalin hajoamisreaktio on käynnistynyt, se jatkuu, vaikka rakenne myöhemmin kuivuisikin.

Työterveyslaitos on antanut Bulk -emissioille viitearvoja. PVC:lle, jossa pehmentimenä on DINCH, DINP tai DEHP, viitearvot ovat: TVOC 500 µg/m³g, 2-etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g ja C9-alkoholit 320 µg/m³g. Tasoitteelle ja betonille viitearvot ovat: TVOC 50 µg/m³g ja 2-etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g.

135 musiikkiluokan muovimattopinnoitteen TVOC -emissio, 2000 µg/m³, oli poikkeuksellisen korkea ja ylitti TTL:n viitearvon monikertaisesti. Näytteestä analysoitiin TTL:n viitearvot ylittäviä pitoisuuksia myös 2-etyyli-1-heksanolia ja C9 -alkoholeja. Myös tasoitteen TVOC -pitoisuus ylitti TTL:n viitearvon. Tulos viittaa vahvasti pintamateriaaleissa käynnistyneeseen alkalisen kosteuden aiheuttamaan hajoamisreaktioon. Tilassa on käytetty lattiapinnoitteena vaahtopohjaista muovimattoa.

125 luokan muovimatosta otettu näyte irtosi helposti alustasta ja kaikki kiinnitysliima jäi kiinni alustaan. BulkVOC -näytteiden TVOC -emissiopitoisuus oli normaalilla tasolla eikä yhdenkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus noussut poikkeuksellisen korkeaksi.

114 esikoululuokasta otettiin näytteet kahdesta kohdasta. Muovimattopinnoite irtosi helposti alustasta ja lähes kaikki kiinnitysliima jäi kiinni alustaan. Näytepisteen 3 muovimatto -näytteen TVOC -

emissiopitoisuus oli normaalilla tasolla eikä yhdenkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus noussut poikkeuksellisen korkeaksi. Tasoitenäytteen 3.2 TVOC -pitoisuus ylitti TTL:n viitearvon moninkertaisesti. Näytepisteen 19 muovimatonäytteen 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus ylitti TTL:n viitearvon samoin kuin näytepisteen tasoitenäytteen TVOC -pitoisuuskin.

179 luokan muovimaton alapintaan jäi palan irrotusvaiheessa kiinni liimaa ja tasoitetta. Materiaalinäytteiden emissiopitoisuudet olivat normaalilla tasolla eikä yhdenkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus noussut poikkeuksellisen korkeaksi.

208 luokasta otettiin näytteet kahdesta eri kohdasta. Näytepisteen 4 muovimaton TVOC -emissiopitoisuus jäi alle TTL:n viitearvon, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli poikkeuksellisen korkea ja ylitti TTL:n viitearvon. Tasoitenäytteen 4.2 tulos ei ollut poikkeuksellisen korkea. Näytepisteen 16 tasoitteen TVOC -emissiopitoisuus ylitti TTL:n viitearvon, mutta muovimatonäytteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

203 luokan muovimatonäytteen alapintaan jäi näytteen irrotusvaiheessa paikoin liimaa, joka kuitenkin irtosi alapinnasta hyvin helposti pois. Muovimaton TVOC -emissiopitoisuus jäi alle TTL:n viitearvon, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli poikkeuksellisen korkea ja ylitti TTL:n viitearvon. Tasoitteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

239 luokan materiaalinäytteiden emissiopitoisuudet olivat normaalilla tasolla eikä yhdenkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus noussut poikkeuksellisen korkeaksi.

328 tilan muovimattopinnoite irtosi helposti alustasta ja kiinnitysliimaa jäi kiinni pinnoitteen alapintaan vain hyvin vähän. Muovimatonäytteen TVOC -emissiopitoisuus ei ollut korkea, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli lähellä TTL:n viitearvoa. Tasoitenäytteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

307 luokan muovimaton alapintaan jäi palan irrotusvaiheessa kiinni liimaa ja tasoitetta. Näytteen TVOC -emissiopitoisuus ei ollut korkea, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli lähellä TTL:n viitearvoa. Tasoitteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

322 luokan muovimaton alapintaan jäi palan irrotusvaiheessa kiinni liimaa ja tasoitetta. BulkVOC -näytteen TVOC -emissiopitoisuus oli normaalilla tasolla eikä yhdenkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus noussut poikkeuksellisen korkeaksi. Tasoitteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

218 huoneen muovimaton TVOC -emissiopitoisuus jäi alle TTL:n viitearvon, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli poikkeuksellisen korkea ja ylitti TTL:n viitearvon. Tasoitteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

302 aulan materiaalinäytteiden emissiopitoisuudet olivat normaalilla tasolla eikä yhdenkään yksittäisen yhdisteen pitoisuus noussut poikkeuksellisen korkeaksi.

327 huoneen muovimatonäytteen TVOC -emissiopitoisuus ei ollut korkea, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli lähellä TTL:n viitearvoa. Tasoitteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

207 luokan muovimatonäytteessä oli havaittavissa koostumuksen muuttumista: matto murtui taitettaessa ja oli koostumukseltaan kovettunutta. Muovimaton TVOC -emissiopitoisuus jäi alle TTL:n viitearvon, mutta 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus oli poikkeuksellisen korkea ja ylitti TTL:n viitearvon. Tasoitteen tulos ei ollut poikkeuksellinen. Tilasta otetusta muovimattovertailunäytteestä 22 ei analysoitu poikkeuksellisen korkeita pitoisuuksia VOC -yhdisteitä.

202 aulan tasoitenäytteen TVOC -pitoisuus ylitti TTL:n viitearvon. Muovimatonäytteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

244 käytävän tasointenäytteen TVOC -pitoisuus ylitti TTL:n viitearvon. Muovimattönäytteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

Liikuntasalin materiaalinäytteiden tulokset ylittivät TTL:n viitearvot moninkertaisesti. Lisäksi muovimattönäytteestä analysoitiin poikkeuksellisen korkea pitoisuus 2-etyyli-1-heksanolia.

303 luokan tasointenäytteen TVOC -pitoisuus ylitti TTL:n viitearvon. Muovimattönäytteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

304 luokan tasointenäytteen TVOC -pitoisuus ylitti TTL:n viitearvon. Muovimattönäytteen tulos ei ollut poikkeuksellinen.

Tilojen 135, 208, 203, 114, 218, 207, 202, 244, 303, 304 ja liikuntasalin näytteistä analysoitiin TTL:n viitearvot ylittäviä pitoisuuksia VOC -yhdisteitä. Lisäksi tilojen 327, 328 ja 307 muovimattönäytteiden 2-etyyli-1-heksanolipitoisuudet olivat lähellä TTL:n viitearvoa. Viitearvot ylittävät ja lähellä viitearvoa olevat pitoisuudet viittaavat pintamateriaalien vaurioitumiseen betonin alkalisen kosteuden vaikutuksesta. Muovimattossa ja sen alla aistittava poikkeuksellinen voimakas/paha haju sekä pinnoitteen heikentynyt tartunta alustaan ovat myös merkkejä kosteuden aiheuttamasta vaurioitumisesta.



Tila 135 BulkVOC -näyte muovimatosta



Tila 135 tasoitteen pinta näytteenottokohdassa



Tila 125 BulkVOC -näyte muovimatosta



Tila 125 tasoitteen pinta näytteenottokohdassa



Tila 114 BulkVOC näytteenotto kohta



Tila 203 BulkVOC -näyte



Tila 203 näytteenotto kohta



Tila 328 BulkVOC -näyte



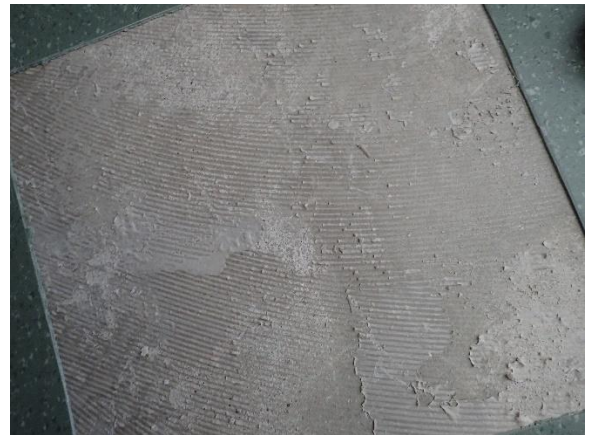
Tila 307 BulkVOC



Tila 322 BulkVOC



Tila 179 BulkVOC



Tila 179 näytteenotto kohta



9 FLEC -näytteet

Harjunteen koulukeskuksen uuden puolen tiloista otettiin yhteensä kymmenen VOC -materiaaliemissionäytettä Flec -menetelmällä Tenax TA Carbograpf -adsorbenttiputkiin. Näytteet otettiin lattiapäällysteen alapuolisesta rakenteesta. Tasoitepinnasta oli poistettu liimat mahdollisimman tarkkaan ennen mittausta. Näytteet analysoi Työterveyslaitoksen Helsingin laboratorio ja Flec -näytteenoton tulokset on esitetty taulukossa 2. Työterveyslaitoksen analyysivastauksen 372793 kopio on liitteenä 7. Näytteiden ottopaikat on merkitty paikannuskuvaan, joka on liitteenä 11.

Flec -analyysimenetelmän mittausepävarmuus on ilman näytteenottoa 9 -59 % yhdisteestä riippuen. Tolueenivasteella määritettyjen yksittäisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittua suurempia.

Taulukko 4. VOC-yhdisteiden emissiot ja TVOC materiaalista Flec -menetelmällä. TVOC = mitattujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus. TTL analyysivastaus 372793, liite 7.

	Pitoisuus (µg/m³h)			
	1. kerros			
	2. Tila 135	1. Tila 125	3. Tila 114	10. Tila 179
Yksiarvoiset alkoholit				
bentsyylialkoholi	32	-	-	-
1-butanoli	26	49	32	33
C9 -alkoholit*	110*	-	-	-
2-etyyli-1-heksanoli	10	4	5	3
2-metyyli-1-propanoli	-	12	8	14
Alkoholi- ja fenolieetterit				
2-butoksietanoli	23	14	-	-
Aldehydit				
bentsaldehydi	7	-	-	-
Ketonit				
asetoni	21	67	13	-
TVOC*	190	70	40	< 30
	Pitoisuus (µg/m³h)			
	2. kerros			
	4. Tila 208	5. Tila 203	6. Tila 239	
Aromaattiset hiilivedyt				
tolueeni	50	-	-	
Yksiarvoiset alkoholit				
bentsyylialkoholi	1	-	-	
1-butanoli	620	240	73	
2-etyyli-1-heksanoli	160	110	26	
2-metyyli-1-propanoli	46	18	19	
Ketonit				
asetoni	48	53	51	
TVOC*	300	230	80	
	Pitoisuus (µg/m³h)			
	3. kerros			
	7. Tila 328	8. Tila 307	9. Tila 322	
Aromaattiset hiilivedyt				
tolueeni	-	-	24	
Yksiarvoiset alkoholit				
1-butanoli	59	130	62	
2-etyyli-1-heksanoli	9	23	9	
2-metyyli-1-propanoli	19	25	22	
Ketonit				
asetoni	110	23	46	
TVOC*	< 60	110	100	

*merkitty määritetty tolueenivasteella

Flec -menetelmällä otetuille materiaalien emissionäytteiden tuloksille ei ole annettu lainsäädännössä raja- tai toimenpidearvoja. TTL on omiin tutkimustuloksiinsa perustuen antanut viitearvon 2-etyyli-1-heksanolille, $50 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Flec-tuloksia tarkastellaan suhteessa näytteestä analysoituihin yhdisteisiin, rakenteeseen ja vallitseviin olosuhteisiin.

135 musiikkiluokan pinnoitteen alapuolisen pinnan TVOC -emissio oli $190 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Näytteestä analysoitiin poikkeuksellisia emissiopitoisuuksia C9 -alkoholeja. Mittauskohdasta mitattiin viiltomittauksena pinnoitteen alta RH 81,2 %.

125 luokan TVOC -emissiopitoisuus oli $70 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Mittauskohdasta pinnoitteen alta mitattiin RH 72,6 %.

114 esikoululuokan TVOC -emissiopitoisuus oli alhainen, $40 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$.

179 luokan TVOC -emissiopitoisuus oli myös alhainen, $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$.

208 luokasta mitattiin kaikkein korkein TVOC -emissiopitoisuus, $300 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Näytteestä analysoitiin poikkeuksellisia pitoisuuksia mm. 1-butanolia, 2-etyyli-1-heksanolia ja 2-metyyli-1-propanolia. Mittauskohdan suhteellinen kosteus (RH) pinnoitteen alta oli 88,1 %.

203 luokasta mitattiin korkea TVOC -emissiopitoisuus, $230 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Näytteestä analysoitiin 1-butanolia ja 2-etyyli-1-heksanolia. Näytteenottokohdan pinnoitteen alapuolinen suhteellinen kosteuspitoisuus oli 80,0 %.

239 luokasta mitattu TVOC -emissiopitoisuus oli $80 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Mittauskohdan RH % oli 82,3.

328 tilan lattiarakenteen pinnan TVOC -emissiopitoisuus oli $< 80 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Mittauskohdan pinnoitteen alapuolinen RH oli 90,9 %.

307 luokasta mitattu TVOC -emissiopitoisuus oli $110 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Mittauskohdan RH % oli 87,0.

322 luokasta mitattu TVOC -emissiopitoisuus oli $100 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Mittauskohdan RH % oli 84,6.

Lattiapäällysteen alapuolisten pintojen Flec -näytteenotolla mitattiin poikkeuksellisia TVOC -emissiopitoisuuksia kolmesta tilasta: 135, 208 ja 203. Näiden tilojen tulokset viittaavat pintamateriaaleissa käynnistyneeseen hajoamisreaktioon, jonka on aloittanut betonin alkalinen kosteus. Näytteistä analysoitiin asetonia, jota on voinut syntyä VOC -yhdisteiden hapettumistuotteena.



Tila 125 Flec -näytteenotto



Tila 114 Flec -näytteenotto



Tila 135 Flec -näytteenotto kohta

10 Materiaalinäytteet, mikrobit

Tutkimusten yhteydessä rakenteista otettiin yhteensä 3 kpl materiaalinäytteitä. Näytteiden mikrobipitoisuuden analysoinnin suoritti suoraviljelymenetelmällä Kuopion Työterveyslaitos. Tulokset on esitetty taulukossa 3 ja TTL:n analyysivastaus 375197 on liitteenä 8. Näytteiden ottopaikat on merkitty paikannuskuvaan, joka on liitteenä 11.

Taulukko 3. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet pmy (pesäkettä muodostavaa yksikköä), TTL analyysivastaus 375197 (liite 8)

Näyte, tila, materiaali	Pitoisuus pmy (kosteusvaurioindikaattorit)	Tulos
MMS 1, Tila 207 muovimatto, tasoite, liima	-	Ei viitettä vauriosta
MMS 2, Tila 304 muovimatto, tasoite, liima	-	Ei viitettä vauriosta
MMS 3, Tila 307 kattopinta, vaalea ruiskutasoite	-	Ei viitettä vauriosta

Näytteistä ei analysoitu mikrobivaurioon viittaavia pitoisuuksia tai mikrobilajeja.

11 Yhteenveto tutkimustuloksista

Maanvaraisissa alapohjarakenteissa havaittiin yhdessä viiltomittauspisteessä liikuntasalin pinnoitteen alta kohonnutta suhteellisen kosteuden pitoisuutta. Maanvaraisiin alapohjarakenteisiin ei tehty porareikämittauksia, koska rakenteessa on vesikiertoinen lattialämmitys.

Tuulettuvissa ala- ja välipohjarakenteissa havaittiin tutkimusten yhteydessä kohonneita suhteellisen kosteuden pitoisuuksia viilto- ja porareikämittauksissa. Kohonneita kosteuspitoisuuksia havaittiin Delta-palkkien yläpuolella olevassa pintalaatassa. Yksittäisten onteloiden kohdilla havaittiin myös kohonneita kosteuspitoisuuksia pintalaatassa ja ontelolaatan ja pintalaatan rajapinnassa sekä pintakerroksessa (alle 20 mm syvyydeltä). Alapohjarakenteet onteloiden kosteusmittauksia ei ole tämän tutkimuksen yhteydessä tehty.

Ontelolaataston onteloiden kosteusmittauksissa havaittiin yli puolessa mittauspisteitä kohonnutta RH% kosteutta ontelon sisällä. Neljässä tilassa havaittiin ontelolaatan alapinnalla pölynsidontakäsittelyn jälkeen syntyneitä vesivuotojälkiä. Näitä tiloja olivat, 114, 115, 203 ja 204. Kahdessa tilassa ontelolaataston onteloista havaittiin vesivuotoa/vettä. Näitä tiloja olivat, 114 ja 204. Käyttäjiltä saatujen tietojen mukaan kahdessa tilassa alakattolevyjä on uusittu vesivuotojen vuoksi. Näitä tiloja olivat 115 ja 204. Kattava tarkastelu on tehty vain tilojen 201-208 alueelle. Muilla osilla tarkastelua tehty satunnaisotannalla käytävätiloista ja käyttäjiltä saatujen tietojen perusteella. Luokkatiloissa alakatot ovat kiinteitä, akustiikkalevyt ruuvikiinnitteisiä. Luokkatilojen kattava tarkastus edellyttää levytysten purkua niin, että visuaalinen tarkastus ja kosteusmittaukset ovat mahdollisia. Käytävätilojen osalla kattava tarkastelu on mahdollista, koska alakattolevytys on T-listojen varassa.

Materiaalien VOC -näytteiden (BulkVOC) ja Flec -näytteenottojen tulokset viittaavat siihen, että betonin alkalinen kosteus on käynnistänyt pinnoitusmateriaaleissa hajoamisreaktion. Tätä päätelmää tukee myös liitteenä 12 oleva Ramboll Finland Oy/Leif Wirtanen lausunto tutkimustuloksista.

Materiaalimikrobinäytteiden tulokset sen sijaan viittaavat siihen, että betonin alkalinen kosteus on toistaiseksi estänyt mikrobien kasvun kosteilla betonipinnoilla.

Pinnoitemateriaaleja vaurioittanut kosteus voi johtua siitä, että pinnoite on asennettu liian kostealle alustalle ja/tai siitä, että kosteus siirtyy ontelolaatassa ontelon suuremmasta kosteuspitoisuudesta pienempään betonissa olevien mikrohalkeamien kautta.

12 Jatkotutkimukset

Suosittellemme seuraavia jatkotutkimuksia:

- kaikkien alakattotilojen kattavat tarkastukset alakatot avaamalla
- onteloiden kattavat kosteusmittaukset
 - alapohja
 - välipohja
 - yläpohja
- edellisten mittausten ja tarkastusten perusteella rakenteen viilto- ja porareikäkosteusmittaukset

13 Toimenpidesuosituks

- ala- ja välipohjarakenteiden pinnoitteiden purku niistä tiloista kuin rakenteesta on havaittu ko-honneita kosteuspitoisuuksia
 - osittaiset korjaukset tilassa eivät ole suositeltava vaihtoehto
- märkien ontelolaatastojen imukuivaus
- pintalaatta rakenteiden kuivaus, pintakerroksen jysintä, kuumennuskäsittely tai kapselointi valitun korjausmenetelmän mukaan

Lappeenrannassa 3.5.2018

Sitowise Oy



Tapani Moilanen
ryhmäpäällikkö, korjausrakentaminen
rakennusterveysasiantuntija, rkm
VTT-C 8467-26-12



Johanna Tamminen
asiantuntija, korjausrakentaminen
insinööri (AMK)

14 Liitteet

Liite 1	Kosteusmittaustulokset, ontelot
Liite 2	Kosteusmittaustulokset
Liite 3	TTL analyysivastaus, materiaali bulkvoc 373252
Liite 4	TTL analyysivastaus, materiaali bulkvoc 373531
Liite 5	TTL analyysivastaus, materiaali bulkvoc 374896
Liite 6	TTL analyysivastaus, materiaali bulkvoc 375269
Liite 7	TTL analyysivastaus, Flec -näytteet 372793
Liite 8	TTL analyysivastaus, materiaalmikrobit 375197
Liite 9	Paikannuskuva, onteloiden kosteusmittauspisteet
Liite 10	Paikannuskuva, kosteusmittauspisteet
Liite 11	Paikannuskuva, näytteet
Liite 12	Ramboll, VOC -emissiotulosten tarkastelu

Kosteusmittaustulokset
Puikkomittaus ontelotila
2.krs

Harjuntien koulukeskus
Loviisa

19.2.2018

Sisäilma

Mittauspiste	Tila	RH (%)	T (°C)	a (g/m ³)
PU 1	204	64	20,7	11,26
PU 2	204	63,4	20,3	11,2
PU 3	204	81,3	21,3	15,6
PU 4	203	94,2	22,3	18,7
PU 5	202	72	20,8	13,14
PU 6	203	64,2	21,5	12,12
PU 7	203	12,5	21,5	2,37
PU 8	203	19,1	21,2	3,55
PU 9	244	60,6	21,7	11,6
PU 10	203	26,6	21,7	4,83
PU 11	203	20,3	21,2	3,77
PU 12	203	24,1	21,4	4,4
PU 13	203	18,4	21,6	3,6
PU 14	202	70,8	20,5	12,66
PU 15	202	58,2	20,6	10,46
PU 16	202	70,8	20,5	12,66
PU 17	202	58,3	21	10,6
PU 18	202	17,4	20,5	3,11
PU 19	207	52,5	20,3	9,23
PU 20	207	47,4	20,2	8,32
PU 21	207	76,6	20,3	13,54
PU 22	207	72,6	19,7	12,37
PU 23	207	66,2	19,6	11,22
PU 24	207	66,8	19,6	11,32
PU 25	208	76,5	20,1	13,52
PU 26	208	76	20	13,49
PU 27	208	64,2	21,5	12,1
PU 28	208	70,9	20,6	12,68

19.2.2018

RH (%)	T (°C)	a (g/m ³)
5,7	21	1,04

	RH % 10-40
	RH % > 60
	RH % >= 60

1. kerros		Porareikämittaus			Viiltomittaus					
		20 mm			70 mm			Pinnoitteen alta		
Mittauspiste	Tila	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)
VM 55	114							86,3	17,9	13,23
VM 56	114							71	21,3	13,26
VM 57	103							62,6	20,6	11,26
VM 58	103							81,3	23	16,75
VM 59	103							78,4	23,8	16,87
VM 60	107							64,5	25,7	15,46
VM 61	179							72	20,3	12,7
VM 62	179							76,7	19,2	12,67
VM 63	178							82	24,9	18,85
VM 64	184							69,1	21,8	13,01
VM 65	146							56,4	20,4	10
VM/NP 66	146	74,2 *	21,4	13,98				85,4	19,1	14,07
VM 67	123							82,1	24,2	18,14
VM 68	125							72,6	22,3	14,42
VM 69	126							66,6	26,3	16,53
VM 70	126							78,9	25,9	19,22
VM 71	129							71,7	20,3	12,7
VM 72	137							80	19,4	13,39
VM/NP 73	135	75,3 *	21,3	14,1				81,2	16,9	11,75
VM 74	126							52,1	19	8,49
VM 75	125							56,2	19,9	9,71

* näytepalamittauksena 0 - 10 mm syvyydeltä

Sisäilma

	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	
19.2.2018	12,4	18,5	1,98	RH % 60 - 75 RH % > 75 RH % >= 85
21.2.2018	11	20,1	1,92	
26.3.2018	10,1	20,9	1,88	

2. kerros		Porareikämittaus			Viiltomittaus					
		20 mm			70 mm			Pinnoitteen alta		
Mittauspiste	Tila	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)
VM 27	204							79,2	21,3	14,78
VM 28	204							72,4	20,6	12,98
VM/PR 29	204	78,8	21,4	14,85	84,6	21,5	15,97	85	20,6	15,28
VM 30	205							76,2	20,9	13,95
VM 31	207							77,6	19,7	13,2
VM/PR 32	207							75,8	19,1	12,49
VM 33	207							61,6	20,5	10,99
VM 34	208							79,2	20,3	13,96
VM/PR 35	208	83,5	21,5	15,76	86,5	21,6	16,49	88,1	20,5	15,75
VM 36	202							77,2	21,3	14,42
VM 37	202	84,5	21,3	15,84	88,9	21,2	16,55	90,2	21,1	16,66
VM/PR 38	203	88,5	23,8	19,07	84,1	24,2	18,53	80	24,5	17,91
VM/PR 39	244	87,6	20,7	15,84	85,3	21,4	16	87,7	21,8	16,86
VM 40	244							83,6	21,2	15,44
VM 41	242							81,4	20,3	14,39
VM 42	241							65,9	20,7	11,87
VM 43	240							69,1	22,3	13,71
VM 44	239							82,3	21,5	15,56
VM 45	238							66,6	21	12,25
VM 46	215							64	19,6	10,83
VM 47	215							76,6	20,7	13,83
VM 48	212							77,1	21,3	14,4
VM/PR 49	218	86,1	21,6	16,34	87,1	21,4	16,4	87,3	21	16,03
VM 50	212							78,6	21,1	14,5
VM 51	212							78,7	19,8	13,48
VM/PR 52	224	79,1	20,5	14,14	81,1	20,3	14,31	85,8	19,3	14,27
VM 53	224							81,4	18,3	12,73
VM 54	229							77,1	16,8	11,03
VM/PR 76	207	83,9*	22,2	16,58	96,5 **	20,2	16,96	92,8	19	16,34
VM 77	207							88,6	20,6	15,88
VM 78	207							80,2	20,8	14,6
VM 79	207							78,1	21,1	14,46
VM 80	202							86	21,2	15,88
VM 81	203							83,9	24,4	18,7

* näytepalamittauksena 0 - 10 mm syvyydeltä

** ontelolaatan päältä n. 60 -70 mm

Sisäilma

	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)
19.2.2018	5,7	21	1,04
23.3.2018	12,9	22,1	2,53
26.3.2018	14,7	21,3	2,71

RH % 60 - 75

RH % > 75

RH % >= 85

3. kerros		Porareikämittaus						Viiltomittaus		
		20 mm			70 mm			Pinnoitteen alta		
Mittauspiste	Tila	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)
VM 01	304							67,8	20,4	11,98
VM 02	304							76,7	19,9	13,23
VM/PR 03	304	79,5	20,8	14,4	76,6	20,7	13,84	88,6	20,3	15,63
VM 04	302							80,6	20,6	14,5
VM 05	307							76	18,9	12,34
VM 06	307							78,4	19,3	13,07
VM/PR 07	307	81,2	20,1	14,16	83,6	20,1	14,54	87	19,3	14,51
VM 08	303							73,3	24,5	16,41
VM 09	303							77,9	23,5	16,53
VM 10	303							83,4	20,2	17,42
VM 11	303							80,6	21,9	15,57
VM 12	303							78,7	20,9	14,36
VM/PR 13	302	85,1	20,5	15,22	87,7	20,5	15,68	88,2	20,2	15,5
VM 14	308							82,9	19,3	13,8
VM 15	308							79,1	19,4	13,28
VM 16	302							84,8	18,2	13,24
VM 17	328							90,9	20,6	16,34
VM 18	326							54,4	20,8	9,87
VM 19	326							83	18,7	13,34
VM 20	325							73,7	19	12,08
VM 21	326							83,4	19,2	13,79
VM/PR 22	326	75,1	20,2	13,2	75,3	20,3	13,26	88,1	20,4	15,63
VM 23	328							82,6	20,2	14,53
VM 24	323							80,3	20,1	14,04
VM 25	322							84,6	19,6	14,3
VM 26	322							81,1	19,4	13,59

* näytepalamittauksena 0 - 10 mm syvyydeltä

Porareikämittaus 23.3.2018							Viiltomittaus 10.11.2017			
V 5	304	90,4	21,5	17,13	94,4	21,3	17,65	84,1	22,1	16,5

Sisäilma

	RH (%)	T (°C)	a (g/m³)	
19.2.2018	11,7	20,6	2,13	RH % 60 - 75
23.3.2018	19,9	22	3,83	
10.11.2017	40,1	21,6	7,7	RH % >= 85

Sitowise Oy
Riina Paju
Kymminlinnantie 6
48600 KOTKA



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite:	Harjurinteen koulu
Näytteen kerääjät:	Teemu Pirinen, Riina Paju
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla,
Tulopvm.:	23.02.2018
Käsittelijä(t):	Susanna Viitasaari, Niina Ahonen

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin 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 mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-1

Näyte/keräin: 255057

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

135, P: 4,25g

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

19.02.2018

Ilmamäärä:

2,20 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,4,6,8,8-Heptametyylinonaani	10	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	2	µg/m ³ g
Ksyleenit (p,m)	2	µg/m ³ g
Styreeni	10	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi 1)	140	µg/m ³ g
1-Butanoli	47	µg/m ³ g
C9-alkoholit**	1100	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli 2)	130	µg/m ³ g
Etanoli 3)	1	µg/m ³ g
1-Heptanoli 4)	16	µg/m ³ g
1-Heksanoli	1	µg/m ³ g
1-Oktanoli 5)	11	µg/m ³ g
1-Pentanoli	3	µg/m ³ g
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
Tunnistamaton glykolit**	140	µg/m ³ g
EETTERIT		
2-Pentyylifuraani	1	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	30	µg/m ³ g
2-Butoksietanoli 6)	210	µg/m ³ g
1-Metoksi-2-propanoli	2	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 7)	1	µg/m ³ g
Bentsaldehydi	37	µg/m ³ g
Heksanaali	3	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetofenoni	7	µg/m ³ g
Asetoni 8)	1	µg/m ³ g
2-Heksanoni	3	µg/m ³ g
2-Heptanoni	3	µg/m ³ g
4-Metyyli-2-pentanoni	2	µg/m ³ g
2-Oktanoni	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	2000	µg/m ³ g

Työterveyslaitos

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 4) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 5) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 6) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
- 7) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 8) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

CK18-00876-2

Näyte/keräin: 253155

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

125, P: 4,54g

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

19.02.2018

Ilmamäärä:

2,14 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Dekaani	1	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	1	µg/m ³ g
Styreeni	3	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	69	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	5	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	17	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Butoksietanoli 2)	26	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	110	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.
- 2) Mittausepävarmuus saattaa olla tavallista suurempi.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-3

Näyte/keräin: 253551

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

114, P: 4,91

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

19.02.2018

Ilmamäärä:

2,30 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etylibentseeni	2	µg/m ³ g
Isopropylibentseeni	1	µg/m ³ g
Ksyleenit (p,m)	1	µg/m ³ g
Ksyleeni (o)	1	µg/m ³ g
Propylibentseeni	1	µg/m ³ g
Styreeni	13	µg/m ³ g
Tolueeni	1	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	44	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	17	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	80	µg/m ³ g

1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-4 Näyte/keräin: 253691
 Mittauspaikka: Harjuntien koulu
 Mittauskohde: 208, P: 4,53g
 Analysointipvm.: 13.03.2018/SMA
 Näytteenottoaika: 19.02.2018
 Ilmamäärä: 2,31 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Sykloheksaani	6	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	2	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	43	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	30	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli 2)	150	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	6	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	290	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.
- 2) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-5 Näyte/keräin: 253617
 Mittauspaikka: Harjunteen koulu
 Mittauskohde: 203, P: 4,64g
 Analysointipvm.: 13.03.2018/SMA
 Näytteenottoaika: 19.02.2018
 Ilmamäärä: 2,37 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	2	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	1	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	41	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	43	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	180	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	6	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	370	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.
 2) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

CK18-00876-6 Näyte/keräin: 253004
 Mittauspaikka: Harjunteen koulu
 Mittauskohde: 239, P: 5,02g
 Analysointipvm.: 13.03.2018/SMA
 Näytteenottoaika: 20.02.2018
 Ilmamäärä: 2,29 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	55	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	21	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	90	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-7

Näyte/keräin: 255052

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

328, P: 4,77g

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

20.02.2018

Ilmamäärä:

2,29 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Sykloheksaani	8	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	2	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	57	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	5	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	45	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	110	µg/m ³ g

1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-8

Näyte/keräin: 253690

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

307, P: 4,90g

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

20.02.2018

Ilmamäärä:

2,28 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Sykloheksaani	4	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	6	µg/m ³ g
Isopropylibentseeni	1	µg/m ³ g
Ksyleenit (p,m)	2	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	52	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	26	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	44	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	4	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	130	µg/m ³ g

1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-9

Näyte/keräin: 253688

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

322, P: 4,56g

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

20.02.2018

Ilmamäärä:

2,20 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	1	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	45	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	16	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	80	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

CK18-00876-10

Näyte/keräin: 241624

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu

Mittauskohde:

179, P: 4,91g

Analysointipvm.:

13.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

20.02.2018

Ilmamäärä:

2,18 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etylibentseeni	2	µg/m ³ g
Isopropylibentseeni	2	µg/m ³ g
Ksyleenit (p,m)	2	µg/m ³ g
Ksyleeni (o)	1	µg/m ³ g
Propylibentseeni	2	µg/m ³ g
Styreeni	20	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	30	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	8	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	90	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-245°C.

Tulosten tarkastelu

Näytteet 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.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ haihtuneena grammaa kohti materiaalia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$). Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- C9-alkoholit 320¹ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

4) Linoleum

- TVOC 650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- Propani happo 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373252

14.03.2018

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

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Viitasaari
laboratorioanalyytikko
Helsinki

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

Sitowise Oy
Johanna Tamminen
Pormestarinkatu 2
53100 LAPPEENRANTA



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite:	Harjunteen koulu
Näytteen kerääjät:	T.Pirinen, R.Paju, J.Salminen
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla,
Tulopvm.:	27.02.2018
Käsittelijä(t):	Susanna Viitasaari, Kim Kuusisto

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin 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-hekseenin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta, kyseiset aineet mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-1

Näyte/keräin: 253683

Mittauspaikka: Harjuntien koulu, luokka 135

Mittauskohde: Bulk Voc 1.2, tasoite, P:1,70g

Analysointipvm.: 150318/KKU

Näytteenottoaika: 22.02.2018

Ilmamäärä: 4,41 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	67	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	4	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m ³ g
Etanoli 2)	7	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	70	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

CK18-00957-2

Näyte/keräin: 252896

Mittauspaikka: Harjuntien koulu, luokka 123

Mittauskohde: Bulk Voc 2.2, tasoite, P:3,21g

Analysointipvm.: 150318/KKU

Näytteenottoaika: 22.02.2018

Ilmamäärä: 4,29 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	8	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	10	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-3

Näyte/keräin: 253647

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, esikoulu 114

Mittauskohde:

Bulk Voc 3.2, tasoite, P:1,61g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,62 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	290	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	5	µg/m ³ g
Etanoli 2)	4	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	1	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	300	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-255 °C.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-4

Näyte/keräin: 254707

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, luokka 208

Mittauskohde:

Bulk Voc 4.2, tasoite, P:1,28g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,63 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	37	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	6	µg/m ³ g
Etanoli 1)	6	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	4	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	3	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³ g

- 1) 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-5

Näyte/keräin: 254721

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, luokka 205

Mittauskohde:

Bulk Voc 5.2, tasoite, P:0,61g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,75 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	55	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	13	µg/m ³ g
Etanoli 1)	14	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	5	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	5	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	8	µg/m ³ g
PIIYHDISTEET		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani**	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	30	µg/m ³ g

- 1) 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-6

Näyte/keräin: 253792

Mittauspaikka: Harjunteen koulu, luokka 239

Mittauskohde: Bulk Voc 6.2, tasoite, P:1,13g

Analysointipvm.: 150318/KKU

Näytteenottoaika: 22.02.2018

Ilmamäärä: 4,59 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	15	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
Etanoli 1)	4	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	6	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

- 1) 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

CK18-00957-7

Näyte/keräin: 254718

Mittauspaikka: Harjunteen koulu, käytävä 302

Mittauskohde: Bulk Voc 7.2, tasoite, P:2,40g

Analysointipvm.: 150318/KKU

Näytteenottoaika: 22.02.2018

Ilmamäärä: 4,61 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	4	µg/m ³ g
Etanoli 1)	7	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-8

Näyte/keräin: 238738

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, luokka 308

Mittauskohde:

Bulk Voc 8.2, tasoite, P:1,62g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,59 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOOLIT		
1-Butanoli	15	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	3	µg/m ³ g
Etanoli 1)	9	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	3	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

- 1) 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-9

Näyte/keräin: 253147

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, luokka 322

Mittauskohde:

Bulk Voc 9.2, tasoite, P:1,32g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,42 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	13	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m ³ g
Etanoli 1)	15	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	4	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylietteri**	1	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 2)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

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

CK18-00957-10

Näyte/keräin: 254773

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, luokka 179

Mittauskohde:

Bulk Voc 10.2, tasoite, P:1,53g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,39 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	4	µg/m ³ g
Etanoli 1)	19	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-11

Näyte/keräin: 252846

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, toimistohuone 218

Mittauskohde:

Bulk Voc 11, muovimatto, P:4,08g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,54 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylisykloheksaani**	2	µg/m ³ g
Sykloheksaani	7	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	6	µg/m ³ g
Isopropylibentseeni	1	µg/m ³ g
Propylibentseeni	1	µg/m ³ g
Tolueeni	33	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos**	1) 160	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	7	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	66	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	1	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylieetteri**	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	290	µg/m ³ g

1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 150-270 °C.

CK18-00957-12

Näyte/keräin: 253162

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, toimistohuone 218

Mittauskohde:

Bulk Voc 11.2, tasoite, P:2,31g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,50 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	13	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m ³ g

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-13

Näyte/keräin: 253043

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, aula 302

Mittauskohde:

Bulk Voc 12, muovimatto, P:3,68g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,10 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylisykloheksaani**	2	µg/m ³ g
Sykloheksaani	3	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	3	µg/m ³ g
Isopropylibentseeni	1	µg/m ³ g
Tolueeni	39	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos**	1) 150	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	4	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	31	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylietteri**	2	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³ g
HAHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	220	µg/m ³ g

1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 150-270 °C.

CK18-00957-14

Näyte/keräin: 253502

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, aula 302

Mittauskohde:

Bulk Voc 12.2, tasoite, P:3,29g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,57 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos**	1) 10	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
HAHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	10	µg/m ³ g

1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.

Työterveyslaitos

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 373531

19.03.2018

CK18-00957-15

Näyte/keräin: 255086

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, luokka 327

Mittauskohde:

Bulk Voc 13, muovimatto, P:4,25g

Analysointipvm.:

150318/KKU

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

4,63 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylisykloheksaani**	1	µg/m ³ g
Sykloheksaani	2	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	2	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	76	µg/m ³ g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	1	µg/m ³ g
a-Pineeni	2	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	8	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	49	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	3	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylieetteri**	3	µg/m ³ g
KETONIT		
3-Heptanoni**	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	150	µg/m ³ g

1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivet-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 150-270 °C.

CK18-00957-16

Näyte/keräin: 253523
Mittauspaikka: Harjunteen koulu, luokka 327
Mittauskohde: Bulk Voc 13.2, tasoite, P:3,31g
Analysointipvm.: 150318/KKU
Näytteenottoaika: 22.02.2018
Ilmamäärä: 4,35 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	15	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	6	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	3	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.

Tulosten tarkastelu

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.

Näytteet on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkiin.

Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320 µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propanihappo 100 µg/m³g

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

Työympäristölaboratoriot



Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki



Kim Kuusisto
laboratorioanalyytikko
Helsinki

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

Sitowise Oy
Johanna Tamminen
Pormestarinkatu 2
53100 LAPPEENRANTA



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite:	Harjunrinteen koulu
Näytteen kerääjät:	Tapani Moilanen
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammiolla,
Tulopvm.:	22.03.2018
Käsittelijä(t):	Susanna Viitasaari

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammiolaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin 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 mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 374896

05.04.2018

CK18-01303-1

Näyte/keräin: 255399

Mittauspaikka:

Harjunrinteen koulu, opetustila 211/207

Mittauskohde:

VOC 14 muovimatto, P:4,26g

Analysointipvm.:

28.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

20.03.2018

Ilmamäärä:

1,83 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	1	µg/m ³ g
Sykloheksaani	2	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etylibentseeni	1	µg/m ³ g
Tolueeni	13	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 1)	95	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	17	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	79	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	4	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 2)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	200	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-235°C.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella. Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 374896

05.04.2018

CK18-01303-2

Näyte/keräin: 253674

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, opetustila 211/207

Mittauskohde:

VOC 14.2 tasoite, P:4,51g

Analysointipvm.:

28.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

20.03.2018

Ilmamäärä:

3,79 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	13	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	13	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	3	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 2)	5	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää pääasiassa alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Kiehumispisteväli on noin 185°C-215°C.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

Tulosten tarkastelu

Näytteet 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.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ haihtuneena grammaa kohti materiaalia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$). Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- C9-alkoholit 320¹ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

4) Linoleum

- TVOC 650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- Propani happo 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 374896

05.04.2018

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

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Viitasaari
laboratorioanalyytikko
Helsinki

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

Sitowise Oy
Johanna Tamminen
Pormestarinkatu 2
53100 LAPPEENRANTA



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite:	Harjunteen koulu/uusi osa
Näytteen kerääjät:	Tapani Moilanen
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammiolla,
Tulopvm.:	29.03.2018
Käsittelijä(t):	Susanna Viitasaari, Kim Kuusisto

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammiolaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin 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 mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-1

Näyte/keräin: 255013

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 15, tila 202

Mittauskohde:

Muovimatto, P:5,16g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

2,03 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	5	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etyylibentseeni	1	µg/m ³ g
Tolueeni	39	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	36	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	73	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	4	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	23	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylieetteri**	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	7	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	180	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-2

Näyte/keräin: 241608

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 15.2, tila 203

Mittauskohde:

Tasoite, P:4,15g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

4,07 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	89	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	12	µg/m ³ g
Etanoli 2)	2	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	4	µg/m ³ g
1-Propanoli 3)	4	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	120	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	100	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-3

Näyte/keräin: 255340

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu/uusi osa, BulkVoc 16, tila 208

Mittauskohde:

Matto, P:4,86g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

2,09 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	5	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etylibentseeni	2	µg/m ³ g
Tolueeni	41	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	41	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	50	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	13	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylieetteri**	3	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	1	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	150	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-4

Näyte/keräin: 253003

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu/uusi osa, BulkVoc 16.2, tila 208

Mittauskohde:

Tasoite, P:3,52g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

4,04 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	7	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	64	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	10	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
Etanoli 2)	1	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	5	µg/m ³ g
1-Propanoli 3)	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	67	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	80	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-5

Näyte/keräin: 253079

Mittauspaikka:

Harjurinteen koulu/uusi osa, BulkVoc 17, tila 244

Mittauskohde:

Matto, P:4,36g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

2,00 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	6	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	48	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	41	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	140	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	11	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	240	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-6

Näyte/keräin: 255315

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 17.2, tila 244

Mittauskohde:

Tasoite, P:4,81g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

3,99 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	140	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	12	µg/m ³ g
Etanoli 2)	1	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
1-Propanoli 3)	5	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	58	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	150	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-7

Mittauspaikka:

Mittauskohde:

Analysointipvm.:

Näytteenottoaika:

Ilmamäärä:

Näyte/keräin: 237657

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 18, liik.sali

Pohja matto, P:0,82g

050418/KKU

26.03.2018

3,85 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	50	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Styreeni	2	µg/m ³ g
Tolueeni	330	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	300	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	920	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	8	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	320	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Butoksietanoli	4	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	34	µg/m ³ g
4-Hydroksi-4-metyyli-2-pentanoni**	22	µg/m ³ g
HALOGEENIYHDISTEET		
1-Klooridodekaani**	14	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	1900	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-8

Näyte/keräin: 254733

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu/uusi osa, BulkVoc 18.2, liik.sali

Mittauskohde:

Tasoite, P:3,30g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

3,82 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	5	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	220	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	12	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
Etanoli 2)	1	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
1-Propanoli 3)	4	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	110	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	230	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-9

Näyte/keräin: 253161

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 19, tila 114

Mittauskohde:

Matto, P:4,29g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

1,98 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	6	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etylibentseeni	1	µg/m ³ g
Isopropylibentseeni	1	µg/m ³ g
Ksyleenit (p,m)	1	µg/m ³ g
Propylibentseeni	1	µg/m ³ g
Styreeni	14	µg/m ³ g
Tolueeni	63	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	48	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	100	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	6	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	100	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	5	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	330	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-10

Mittauspaikka:

Mittauskohde:

Analysointipvm.:

Näytteenottoaika:

Ilmamäärä:

Näyte/keräin: 254750

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 19.2, tila 114

Tasoite, P:2,04g

050418/KKU

26.03.2018

3,92 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	5	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	250	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	16	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m ³ g
Etanoli 2)	2	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	2	µg/m ³ g
1-Propanoli 3)	6	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	270	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	260	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivet-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-11

Näyte/keräin: 237635

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu/uusi osa, BulkVoc 20, tila 303

Mittauskohde:

Matto, P:4,28g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

1,85 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	5	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	52	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	40	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	100	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	11	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylieetteri**	1	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	210	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-12

Näyte/keräin: 207364

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu/uusi osa, BulkVoc 20.2, tila 303

Mittauskohde:

Tasoite, P:2,30g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

3,83 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	3	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	280	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	19	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	1	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	4	µg/m ³ g
1-Propanoli 2)	6	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 3)	38	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	300	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-13

Näyte/keräin: 253686

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu/uusi osa, BulkVoc 21, tila 304

Mittauskohde:

Matto, P:4,96g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

1,93 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	5	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	32	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	34	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	100	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	3	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	26	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylieetteri**	1	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	3	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	200	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-14

Näyte/keräin: 253134

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 21.2, tila 304

Mittauskohde:

Tasoite, P:3,48g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

3,62 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	1	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos**	1)	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	14	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m ³ g
Etanoli	2)	µg/m ³ g
2-Metyyli-1-propanoli	3	µg/m ³ g
1-Propanoli	3)	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni	4)	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	170	µg/m ³ g

- 1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 175-235 °C.
- 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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

CK18-01443-15

Näyte/keräin: 252897

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu/uusi osa, BulkVoc 22, tila 207

Mittauskohde:

Matto, P:4,09g

Analysointipvm.:

050418/KKU

Näytteenottoaika:

26.03.2018

Ilmamäärä:

1,78 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2-Metyylipentaani 1)	6	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	39	µg/m ³ g
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 2)	42	µg/m ³ g
Hiilivetyseos** 3)	89	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	6	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	21	µg/m ³ g
EETTERIT		
Butyylietteri**	1	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetoni 4)	4	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	200	µg/m ³ g

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 70-100 °C.
- 3) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 180-235 °C.
- 4) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

Tulosten tarkastelu

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektrietokantaa. 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.

Näytteet on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkiin.

Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyliiftalaatti)

- TVOC 500 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320 µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propanihappo 100 µg/m³g

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375269

10.04.2018

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

Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot



Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki



Kim Kuusisto
laboratorioanalyttikko
Helsinki

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

Sitowise Oy
Johanna Tamminen
Pormestarinkatu 2
53100 LAPPEENRANTA



VOC-analyysi FLEC-näytteestä

Asiakasviite:	Harjurinteen koulu, Loviisa
Näytteen kerääjät:	Teemu Pirinen, Riina Paju, Riina Paju, Johanna Tamminen, Jaakko Salminen
Analyysin kuvaus:	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden emissio; ATD-GC-MS,
Tulopvm.:	26.02.2018
Käsittelijä(t):	Sari Snell, Susanna Viitasaari

Analyysintimenetelmä

Näytteet on kerätty FLEC-menetelmällä 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 kokonaisemissio (TVOC) tolueeniekvivalenttina. Kokonaisemissio on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden emissiot on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-20 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaisemissio tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä emissioita, mikäli emissiot ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittua suurempia, ja niiden emissiomääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määritysraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli noin 1 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 2 dm³:n näytteelle, jos FLEC-kammion läpi johdettu ilmavirta on 200 cm³/min.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 372793

13.03.2018

CK18-00931-1

Näyte/keräin: 252849

Mittauspaikka: Harjuntien koulu, Loviisa, Näyte 1

Mittauskohde: luokka 125/115

Analysointipvm.: 11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika: 21.02.2018

Ilmamäärä: 2,34 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Etylibentseeni	2	µg/m ² h
Styreeni	6	µg/m ² h
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	49	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	4	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	12	µg/m ² h
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Butoksietanoli	14	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 1)	67	µg/m ² h
2-Butanoni 2)	2	µg/m ² h
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	4	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	70	µg/m ² h

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: 372793

13.03.2018

CK18-00931-2

Näyte/keräin: 252898

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu, Loviisa, Näyte 2

Mittauskohde:

luokka 122/135

Analysointipvm.:

11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

21.02.2018

Ilmamäärä:

2,23 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	32	µg/m ² h
1-Butanoli	26	µg/m ² h
C9-alkoholit**	110	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	10	µg/m ² h
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Butoksietanoli	23	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 1)	2	µg/m ² h
Bentsaldehydi	7	µg/m ² h
Heksanaali	6	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 2)	21	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	190	µg/m ² h

- 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: 372793

13.03.2018

CK18-00931-3

Näyte/keräin: 253745

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, Loviisa, Näyte 3

Mittauskohde:

114/112 Esikoulu

Analysointipvm.:

11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

21.02.2018

Ilmamäärä:

2,27 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Styreeni	2	µg/m ² h
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	32	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	5	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	8	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 1)	3	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 2)	13	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	40	µg/m ² h

- 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: 372793

13.03.2018

CK18-00931-4

Näyte/keräin: 253599

Mittauspaikka:

Harjunteen koulu, Loviisa, Näyte 4

Mittauskohde:

luokka (212)/208

Analysointipvm.:

11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

2,23 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	50	µg/m ² h
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	1	µg/m ² h
1-Butanoli 1)	620	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	160	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	46	µg/m ² h
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	6	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	7	µg/m ² h
Nonanaali	4	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 3)	48	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	300	µg/m ² h

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 372793

13.03.2018

CK18-00931-5

Näyte/keräin: 253763

Mittauspaikka:

Harjuntien koulu, Loviisa, Näyte 5

Mittauskohde:

luokka (203)/207

Analysointipvm.:

11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika:

22.02.2018

Ilmamäärä:

2,27 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	240	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	110	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	18	µg/m ² h
1-Propanoli 1)	6	µg/m ² h
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	2	µg/m ² h
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
1-Metoksi-2-propanoli	2	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	6	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 3)	53	µg/m ² h
3-Heptanoni**	8	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	230	µg/m ² h

- 1) 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.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 372793

13.03.2018

CK18-00931-6

Näyte/keräin: 255383

Mittauspaikka: Harjunteen koulu, Loviisa, Näyte 6

Mittauskohde: luokka 239/(202)

Analysointipvm.: 11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika: 22.02.2018

Ilmamäärä: 2,34 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	73	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	26	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	19	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 1)	3	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 2)	51	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	80	µg/m ² h

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

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

CK18-00931-7

Näyte/keräin: 253577

Mittauspaikka: Harjunteen koulu, Loviisa, Näyte 7

Mittauskohde: käytävä 328

Analysointipvm.: 11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika: 23.02.2018

Ilmamäärä: 2,27 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Sykloheksaani	3	µg/m ² h
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	59	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	9	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	19	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 1)	110	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<60	µg/m ² h

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

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 372793

13.03.2018

CK18-00931-8

Näyte/keräin: 253131

Mittauspaikka: Harjunrinteen koulu, Loviisa, Näyte 8

Mittauskohde: luokka 307/(313)

Analysointipvm.: 11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika: 23.02.2018

Ilmamäärä: 2,27 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	130	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	23	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	25	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 1)	2	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 2)	23	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	110	µg/m ² h

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: 372793

13.03.2018

CK18-00931-9

Näyte/keräin: 253638

Mittauspaikka: Harjuntien koulu, Loviisa, Näyte 9

Mittauskohde: luokka 322/(303)

Analysointipvm.: 11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika: 23.02.2018

Ilmamäärä: 2,23 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni	24	µg/m ² h
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	62	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	9	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	22	µg/m ² h
1-Propanoli 1)	3	µg/m ² h
ALDEHYDIT		
n-Butanaali 2)	3	µg/m ² h
Nonanaali	2	µg/m ² h
KETONIT		
Asetoni 3)	46	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	100	µg/m ² h

- 1) 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.

CK18-00931-10

Näyte/keräin: 255336

Mittauspaikka: Harjuntien koulu, Loviisa, Näyte 10

Mittauskohde: luokka 179 (101)

Analysointipvm.: 11.03.2018/SMA

Näytteenottoaika: 23.02.2018

Ilmamäärä: 2,34 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Styreeni	3	µg/m ² h
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	33	µg/m ² h
2-Etyyli-1-heksanoli	3	µg/m ² h
2-Metyyli-1-propanoli	14	µg/m ² h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<30	µg/m ² h

Tulosten tarkastelu

Näytteet 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.

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

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Viitasaari
laboratorioanalyttikko
Helsinki

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

Sitowise Oy
Johanna Tamminen
Pormestarinkatu 2
53100 LAPPEENRANTA



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Johanna Tamminen
Näytteenottoaika: Harjuntien koulu, uusi osa
Näytteenottopäivämäärä: 26.3.2018
Vastaanottopäivämäärä: 28.3.2018
Näytemäärä: 3 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

<u>Mikrobiryhmät</u>	<u>Kasvatusalustat</u>	<u>Kasvatus- lämpötila</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
Mesofiilliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiilliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiilliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiilliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. MMS1, tila 207, muovimatto, tasoite, liima
2. MMS2, tila 304, muovimatto, tasoite, liima
3. MMS3, tila 307, kattopinta, vaalea ruiskutasoite

Tulosten tulkinta

ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar
1.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
2.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
3.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, *Streptomyces* = aktinobakteeri (sädesieni)

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

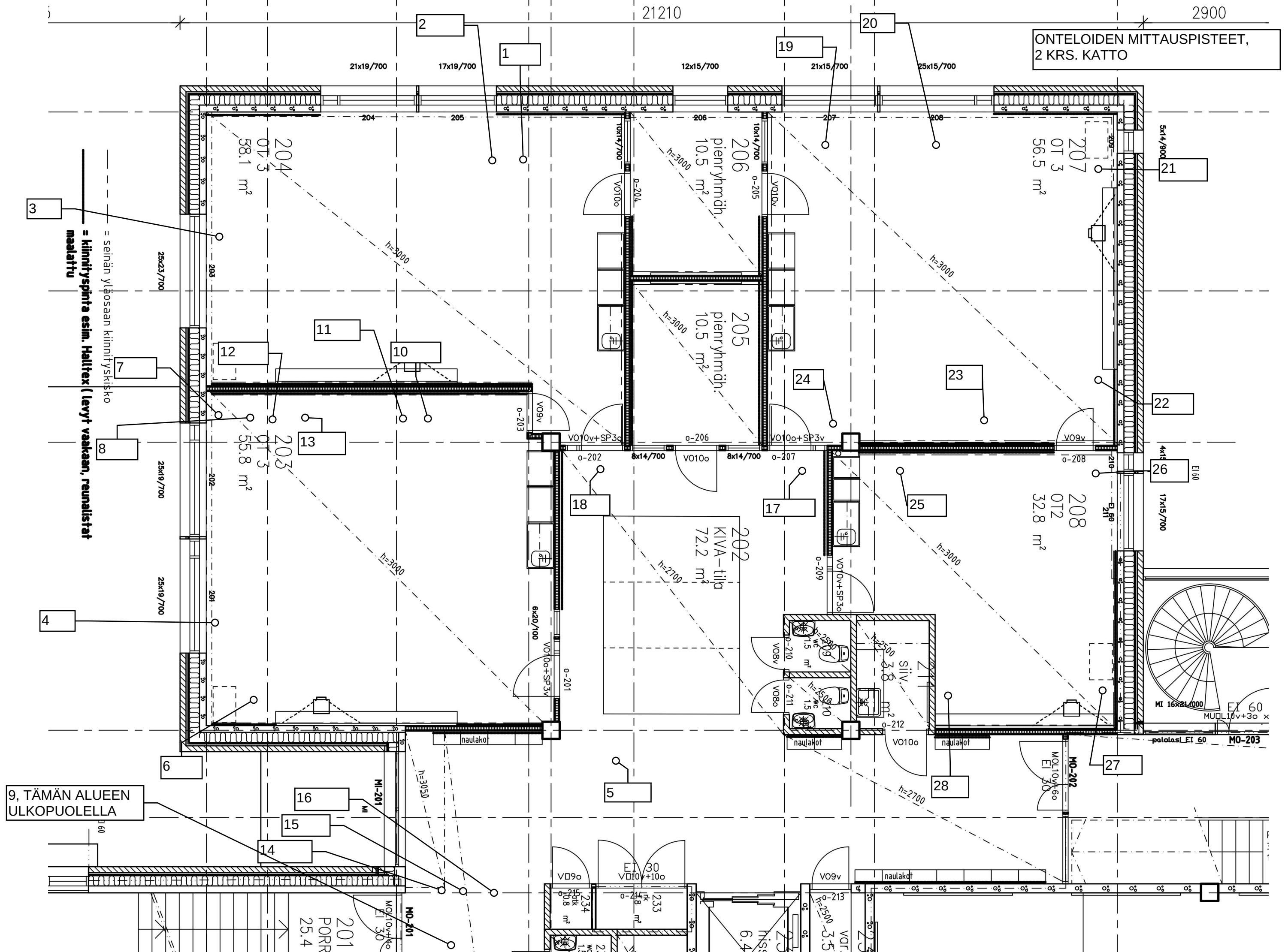
Työympäristölaboratoriot

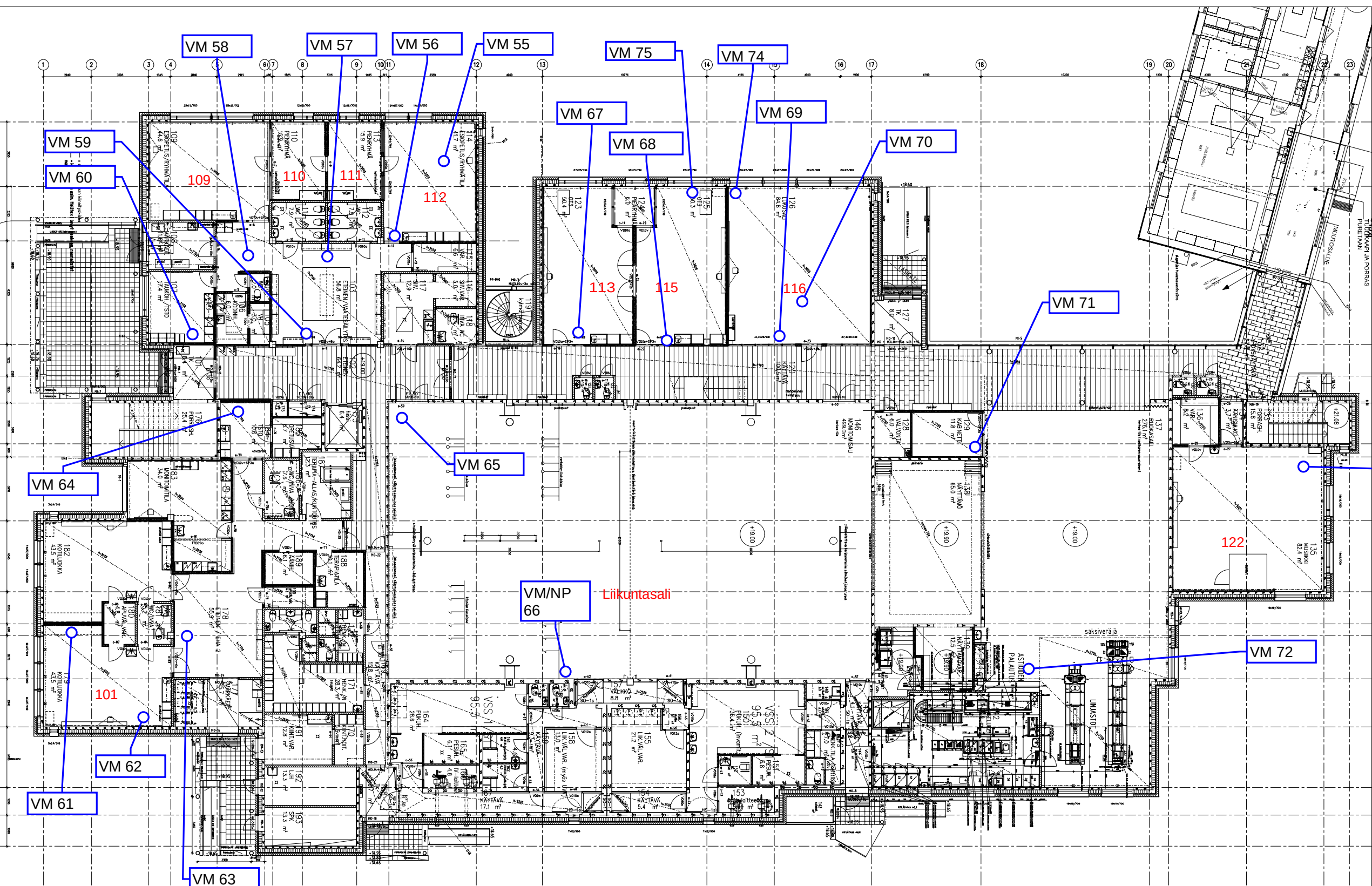


Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio



Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio



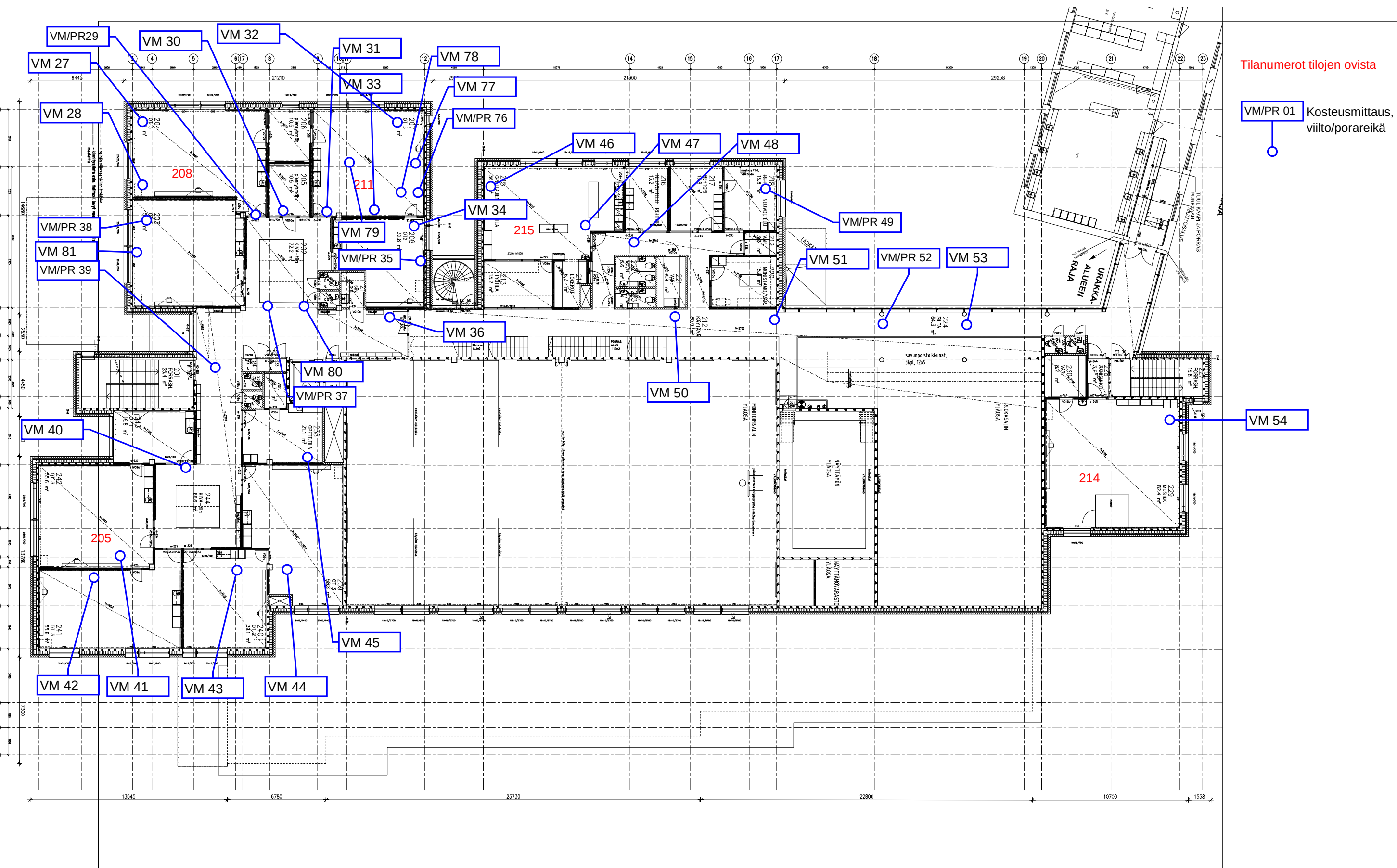


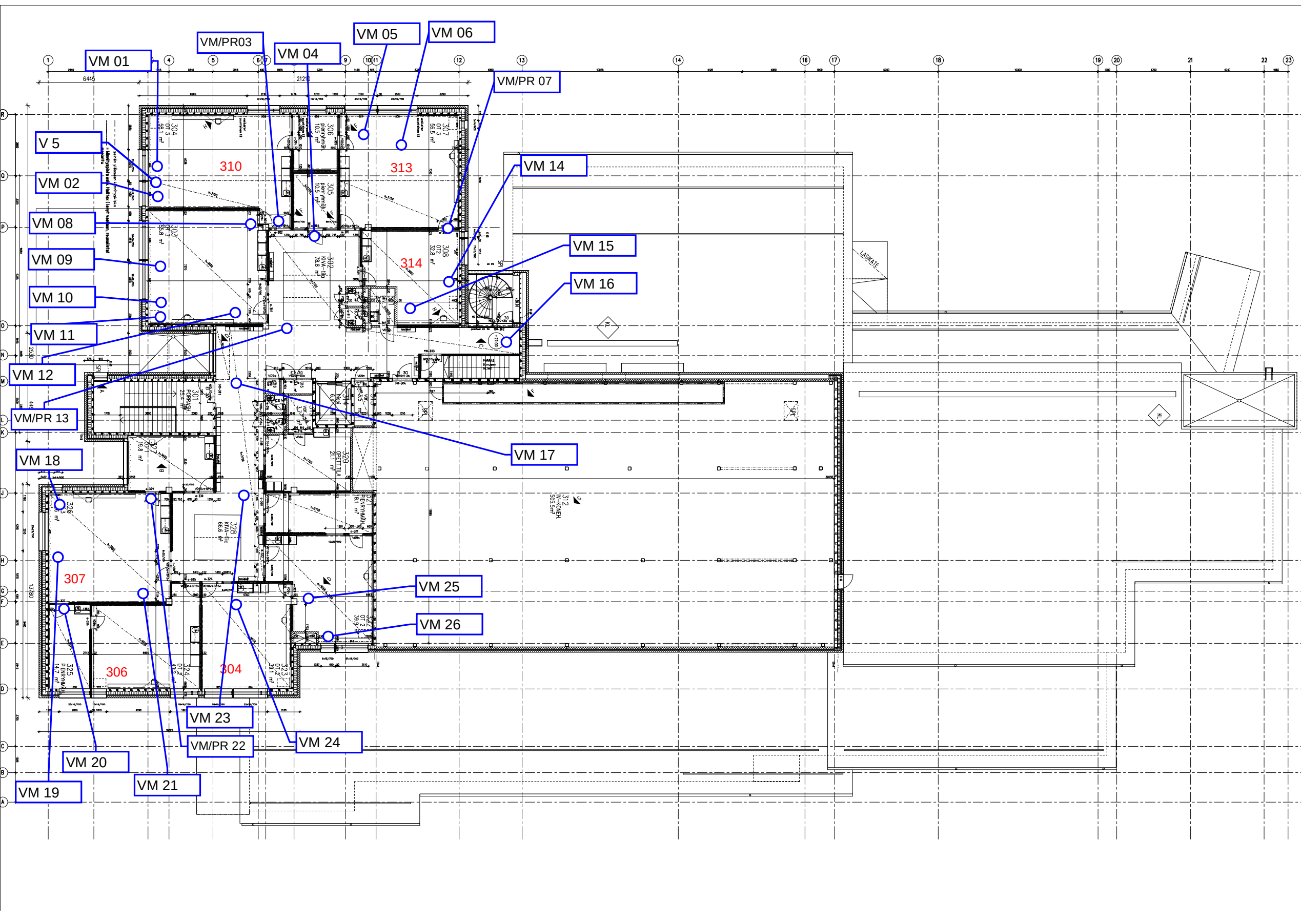
Tilanumerot tilojen ovista

VM/NP 01 Kosteusmittaus,
viilto, näytepala

VM/NP
73

VM 72





Tilanumerot tilojen ovista

VM/PR 01 Kosteusmittaus,
viilto/porareikä

V 5 Kosteusmittaus, viilto
10.11.2017



Flec VOC 3
Bulk VOC, muovimatto 3
Bulk VOC, tasoite 3.2
RH 84,2 %

Bulk VOC, muovimatto 19
Bulk VOC, tasoite 19.2
RH 86,3 %

Flec VOC 1
Bulk VOC, muovimatto 2
Bulk VOC, tasoite 2.2
RH 72,6 %

Flec VOC 2
Bulk VOC, muovimatto 1
Bulk VOC, tasoite 1.2
RH 81,2 %

Flec VOC 10
Bulk VOC, muovimatto 10
Bulk VOC, tasoite 10.2
RH 76,7 %

Bulk VOC, muovimatto 18
Bulk VOC, tasoite 18.2
RH 85,4 %

Flec VOC 5
Bulk VOC, muovimatto 5
Bulk VOC, tasoite 5.2
RH 80,0 %

MMS 1
Materiaalimikrobit

Bulk VOC, muovimatto 14
Bulk VOC, tasoite 14.2
Bulk VOC, muovimatto 22
RH 92,8 %

Flec VOC 4
Bulk VOC, muovimatto 4
Bulk VOC, tasoite 4.2
RH 88,1 %

Bulk VOC, muovimatto 11
Bulk VOC, tasoite 11.2
RH 87,3 %

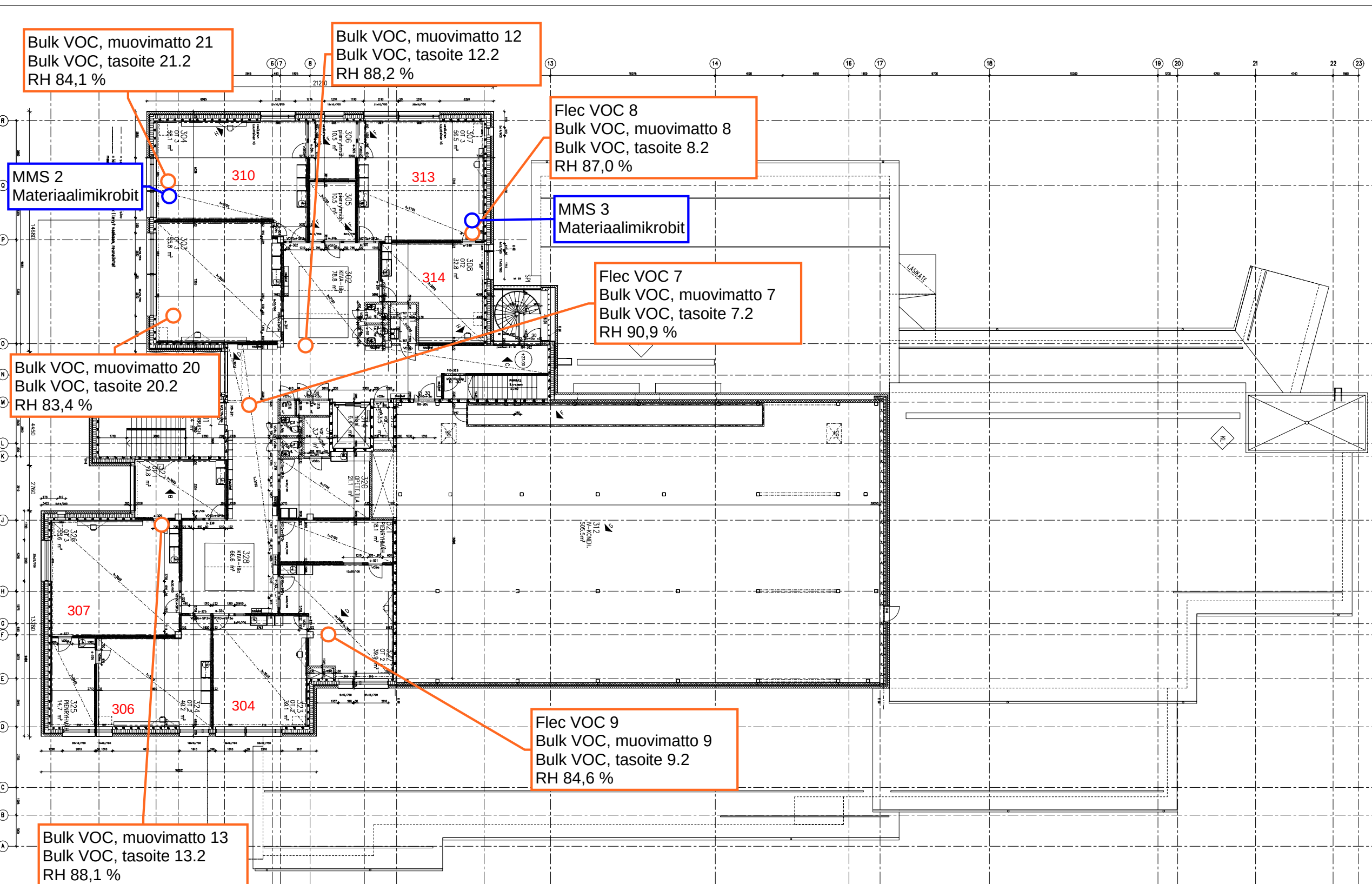
Bulk VOC, muovimatto 15
Bulk VOC, tasoite 15.2
RH 90,2 %

Flec VOC 6
Bulk VOC, muovimatto 6
Bulk VOC, tasoite 6.2
RH 82,3 %

Bulk VOC, muovimatto 17
Bulk VOC, tasoite 17.2

Bulk VOC, muovimatto 16
Bulk VOC, tasoite 16.2
RH 88,1 %

Tilanumerot tilojen ovista



Tilanumerot tilojen ovista

Vastaanottaja
Loviisan kaupunki/tilapalvelu/Antti Kinnunen

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.5.2018

HARJUNRINTEEN KOULU, LOVIISA VOC-EMISSIONTULOSTEN TARKASTELU

HARJUNRINTEEN KOULU, LOVIISA
VOC-EMISSIONTULOSTEN TARKASTELU

Päivämäärä **3.5.2018**
Laatija **Leif Wirtanen, TkT**
Tarkastaja **Tapani Moilanen**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	tulokset	1
2.1	VOC-näytteet	1
2.2	Kosteusmittaukset	4
3.	tulosten tarkastelu	4
3.1	Kosteusmittaukset	4
3.2	VOC-emissionmittaukset	5
4.	johtopäätöksiä	5

1. JOHDANTO

Harjunrinteen koulussa osoitteessa Ratakatu 1, 07900 Loviisa, on tehty kosteusmittauksia ja kerätty VOC-emissionäytteitä lattiarakenteen pinnalta. Kohteessa on lisäksi otettu näytteitä muovimattopäällysteestä ja maton alla olevasta tasoitekerroksesta VOC-bulk analyysia varten.

Tässä asiakirjassa tarkastellaan kohteen kosteusmittausten ja VOC-analyysien tuloksia.

2. TULOKSET

2.1 VOC-näytteet

Alla olevaan taulukkoon on kerätty VOC-näytteiden tuloksia. Taulukossa ilmoitettu suhteellisen kosteuden arvo on päällysteen alta viiltomittauksena tehdyn mittauksen tulos.

Tila 125/115		RH 72,6 %	
AROM. HIILIVEDYT	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
Etyylibentseeni	2	X	-
Styreeni	6	X	-
YKSIARV. ALKOH.			
1-butanoli	49	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	4	17	
2-metyyli-1-propanoli	12	X	-
ALKOH. ja FENOLIEETTER			
2-butoksietanoli	14	X	-
KETONIT			
Asetoni	67	-	-
2-butanoni	2	-	-
PIIYHDISTEET			
Dekametyylisyklopentasilok.	4	-	-
TVOC	70	110 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ (HUOM! Analyysivastauksen raportissa lukee huone 123 tasoitteen osalta).

Tila 122/135		RH 81,2 %	
YKSIARV. ALKOH.	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
Bentsyylialkoholi	32	-	-
1-butanoli	26	X	X
C9-alkoholit	110	1100	-
2-etyyli-1-heksanoli	10	130	2
ALKOH. ja FENOLIEETTER			
2-butoksietanoli	23	X	-
ALDEHYDIT			
n-butanaali	2	X	-
bentsaldehydi	7	X	-
heksanaali	6	X	-
KETONIT			
Asetoni	21	X	X
TVOC	190	2000 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	70 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Tila 114/112		RH 84,2 %	
AROM. HIILIVEDYT	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
Styreeni	2	X	-
YKSIARV. ALKOH.			
1-butanoli	32	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	5	17	-
2-metyyli-1-propanoli	8	X	X
ALDEHYDIT			
n-butanaali	3	-	-
KETONIT			
Asetoni	13	-	X
TVOC	40	80 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	300 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 290 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Maton bulk-näytteessä esiintyi lisäksi pieniä määriä useita eri aromaattisia yhdisteitä ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi lisäksi etanolia.

Tila (212)/208		RH 88,1 %	
AROM. HIILIVEDYT	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
Tolueeni	50	-	-
YKSIARV. ALKOH.			
bentsyylialkoholi	1	-	-
1-butanoli	620	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	160	150	6
2-metyyli-1-propanoli	46	X	X
MONIARV. ALKOHOLIT			
propyleeniglykoli	6	-	-
ALDEHYDIT			
n-butanaali	7	-	X
nonanaali	4		-
KETONIT			
Asetoni	48	-	X
TVOC	300	290 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Tila (203)/207		RH 80,0 %	
YKSIARV. ALKOH.	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
1-butanoli	240	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	110	180	13
2-metyyli-1-propanoli	18	X	X
1-propanoli	6	-	-
MONIARV. ALKOHOLIT			
propyleeniglykoli	2	-	-
MONIARV. ALKOHOLIT			
propyleeniglykoli	2	-	-
ALKOH. ja FENOLIEETTER			
1-metoksi-2-propanoli	2	-	-
ALDEHYDIT			
n-butanaali	6	X	X
KETONIT			
Asetoni	53	-	X
3-heptanoni	8	-	-
TVOC	230	370 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	30 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 41 µg/m³g ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 14 µg/m³g. (HUOM! Analyysivastauksen raportissa lukee huone 205 tasoitteen osalta).

Tila (239)/(202)		RH 82,3 %	
<i>YKSIARV. ALKOH.</i>	FLEC [µg/m²h]	BULK matto	BULK tasoite
1-butanoli	73	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	26	21	1
2-metyyli-1-propanoli	19	X	X
<i>ALDEHYDIT</i>			
n-butanaali	3	-	X
<i>KETONIT</i>			
Asetoni	51	-	X
TVOC	80	90 [µg/m³g]	<10 [µg/m³g]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 55 µg/m³g ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 4 µg/m³g.

Tila 328 (käytävä)		RH 90,9 %	
<i>ALIF. HIILIVEDYT</i>	FLEC [µg/m²h]	BULK matto	BULK tasoite
Sykloheksaani	3	X	-
<i>YKSIARV. ALKOH.</i>			
1-butanoli	59	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	9	45	-
2-metyyli-1-propanoli	19	X	X
<i>KETONIT</i>			
Asetoni	110	-	-
TVOC	<60	110 [µg/m³g]	<10 [µg/m³g]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 57 µg/m³g ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 7 µg/m³g. (HUOM! Analyysivastauksen raportissa lukee käytävä 302 tasoitteen osalta).

Tila 307/(313)		RH 87,0 %	
<i>YKSIARV. ALKOH.</i>	FLEC [µg/m²h]	BULK matto	BULK tasoite
1-butanoli	130	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	23	44	3
2-metyyli-1-propanoli	25	X	X
<i>ALDEHYDIT</i>			
n-butanaali	2	X	X
<i>KETONIT</i>			
Asetoni	23	-	X
TVOC	110	130 [µg/m³g]	<10 [µg/m³g]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 52 µg/m³g ja tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 9 µg/m³g. (HUOM! Analyysivastauksen raportissa lukee huone 308 tasoitteen osalta).

Tila 322/(303)		RH 84,6 %	
AROM. HIILIVEDYT	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
Tolueeni	24	-	-
YKSIARV. ALKOH.			
1-butanoli	62	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	9	16	2
2-metyyli-1-propanoli	22	X	X
1-propanoli	3	-	-
ALDEHYDIT			
n-butanaali	3	-	-
Nonanaali	2	-	-
KETONIT			
Asetoni	46	-	X
TVOC	100	80 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	<10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Tila 179/(101)		RH 76,7 %	
AROM. HIILIVEDYT	FLEC [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]	BULK matto	BULK tasoite
Styreeni	3	X	-
YKSIARV. ALKOH.			
1-butanoli	33	X	X
2-etyyli-1-heksanoli	3	8	-
2-metyyli-1-propanoli	14	X	X
TVOC	<30	80 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	<10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]

Maton bulk-näytteessä esiintyi hiilivetyseosta 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ sekä useita aromaattisia hiilivetyjä. Tasoitteen bulk-näytteessä esiintyi etanolia 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Yllä esitettyjen VOC-tulosten lisäksi kerättiin tässä käsitellystä rakennuksesta 3 bulk-näytettä sekä matosta että tasoitteesta. Näiden tulokset olivat linjassa yllä esitettyjen tulosten kanssa.

Rakennuksen uudesta osasta kerättiin niin ikään useita bulk-näytteitä matosta ja tasoitteesta VOC-analyysiä varten. Näiden näytteiden yhdisteet olivat pääsääntöisesti samoja kuin mitä on esitetty yllä, mutta pitoisuudet olivat kauttaaltaan jonkin verran korkeammat.

2.2 Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksia tehtiin sekä porareikämittauksina, näytepalamittauksina että viiltomittauksina. Kosteusmittausten tuloksia ei esitetä tässä tarkemmin, vaan niitä käsitellään kohdassa tulosten tarkastelu.

3. TULOSTEN TARKASTELU

3.1 Kosteusmittaukset

Ensimmäisen kerroksen osalta voidaan todeta, että kosteusmittaustulokset päällysteen alta mitattuna antavat korkeampia arvoja kuin 20 mm syvyydestä betonista mitatut arvot, mikä osoittaa kosteuden kerääntyneen päällysteen alle. Mitatut kosteuspitoisuudet olivat kuitenkin pääsääntöisesti melko alhaiset 6 mittaustuloksen ylittäessä RH 80 %.

Ylempien kerrosten kosteusmittaustulokset olivat keskimäärin korkeammat kuin ensimmäisen kerroksen tulokset. Tulokset osoittavat myös, että kosteus on joko tasaantunut varsin hyvin läpi koko pintabetonilaatan arvojen ollessa kaikissa mittaussyvyyksissä varsin samankaltaisia tai sitten kosteus oli kerääntynyt erityisesti päällysteen alle. Kosteus pyrkii ajan myötä tasaantumaan läpi koko betonilaatan, joten suuret erot päällysteen alta mitattuna verrattuna syvemmältä betonista mitattuihin arvoihin on tuloksena hieman yllättävä. Yksi syy voi olla betonipinnan kastuminen ennen päällysteen asentamista.

3.2 VOC-emissiomittaukset

VOC-mittaustulosten osalta keskityttiin pääsääntöisesti FLEC-mittauksiin, sillä FLEC-mittaus on standardisoitu VOC-emissioiden mittaamenetelmä. Bulk-VOC-näytteille on Työterveyslaitos esittänyt viitearvoja, mutta tulosten tulkinnan helpottamiseksi olisi hyvä tietää käytetyn lattianpäällysteen tyyppi (käytetty tuote).

Useissa näytteissä esiintyi yksiarvoisia alkoholeja, joista 1-butanoli ja 2-etyyli-1-heksanoli ovat tyypillisiä mattoliimasta emittoituvia yhdisteitä. Näistä on 2-etyyli-1-heksanolille esitetty Asumisterveysasetuksessa nk. toimenpideraja, joka on $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kyseistä yhdistettä voi emittoitua myös muovipäällysteestä alkalisen hydrolyysin seurauksena. Kolmas tyypillinen muovipäällysteen hajoamista indikoiva yhdisteryhmä on C8 - C11 -alkoholit. Ne ovat osa nk. hiilivetyseosta, jota esiintyi erityisesti maton bulk-VOC näytteissä.

Yhdessä näytteessä esiintyi bentsyylialkoholia, joka on tyypillinen epoksimaaleista ja -pinnoitteista haihtuva yhdiste, joten sen esiintyminen on hiukan yllättävää. Propyleeniglykoli on tavanomaisista sisäseinä- ja kattomaaleista emittoituvia yhdiste, joten sen esiintyminen FLEC-näytteissä indikoi kyseisen yhdisteen adsorboitumista pinnoille ilmasta.

Asetoni on tyypillinen liuotin ja sillä voi olla useita lähteitä.

4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Kosteusmittaustuloksissa esiintyi varsin suurta hajontaa, joten olisi hyvä, jos betonivalujen ajankohtaan ja rakentamisen aikaisiin olosuhteisiin, mukaan lukien mahdolliset vesivahingot, saataisiin lisäselvyyttä.

Kosteusmittaustulosten ja VOC-emissiotulosten välillä ei ole selkeää korrelaatiota vaikkakin trendi näyttäisi osoittavan emissioiden kasvavan kosteuspitoisuuden kohotessa. Yksi syy tälle voi olla, että kohonnut kosteuspitoisuus ei ole vielä ehtinyt aikaansaada lattianpäällysteen ja sen liiman selkeää hajoamista.

Mitään yksiselitteistä raja-arvoa esim. liiman hajoamisreaktioiden alkamiselle ei ole voitu osoittaa, mutta tavanomaisten liimojen alkalinkestävyys ei ole "huippuluokkaa". Mahdollisen matala-alkalisen tasoitteen käytöstä ei ole tietoa. Se hidastaisi omalta osaltaan mahdollisten hajoamisreaktioiden alkamisajankohtaa ja nopeutta.

Kohonneet kosteusarvot ja päällysteen/mattoliiman tyypillisiä hajoamisreaktioiden yhteydessä haihtuvia yhdisteitä näytteissä kuitenkin esiintyi, mikä voi viitata hajoamisreaktioiden alkaneen. Vahvaa viitettä vauriosta ei tulosten mukaan kuitenkaan ole, joten kohteessa olisi hyvä tarkastella lähtötietojen lisäksi mm. mattoliiman kuntoa (mahdollista hajoamista/saippuoitumista).

Ramboll Finland Oy
Espoossa 2.5.2018



Leif Wirtanen

Tkt

Johtava asiantuntija, Osastopäällikkö
Korjausrakentaminen

M +358 50 311 1221

leif.wirtanen@ramboll.fi

RAMBOLL