

Tilaaaja:  
Limingan kunta  
Simo Pöllänen  
Iivarinpolku 6  
91900 Liminka

## LIMINGAN LIIKUNTAHALLIN LATTIAMATERIAALITUTKIMUS



## 1. TUTKIMUKSEN LÄHTÖTIEDOT

### 1.1 Yleistä

Tutkimuksen kohteena oli Limingan liikuntahallin sali, joka on rakennettu vuonna 2001. Salin sisäilman laadusta on tullut yksittäisiä kommentteja. Sisäilmatutkimuksessa havaittiin hieman kohonnut määrä 2-etyyliheksanolia, muuten sisäilma oli näytteiden perusteella hyvän laatuista. Hallin lattiapinnoitteesta otettiin materiaalinäyte, josta tehtiin laboratoriossa FLEC-analyysi. Näytteessä havaittiin suuri määrä 2-etyyliheksanolia. Näiden havaintojen ja tutkimusten perusteella otettiin lisänäytteitä lattiapinnoitteesta.

### 1.2 Kiinteistön perustiedot

Osoite:	Lippitie 2, 91900 Liminka
Rakennusten lkm.:	1
Kerros-luku:	1-2
Rakennusvuosi:	2010
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- poisto

### 1.3 Käytettävissä olleet suunnitelmat

Tutkimusta tehdessä käytössä ei ollut suunnitelmia.

### 1.4 Tutkimuksen tekijöiden yhteystiedot

Tilaaaja:  
Limingan kunta  
Simo Pöllänen  
Iivarinpolku 6  
91900 Liminka

Tutkimuksen tekijä:  
Prodeco Oy  
RI Rauno Pakanen  
Terminaalitie 6  
90400 Oulu  
puh. 050 468 0020  
[rauno.pakanen@prodeco.fi](mailto:rauno.pakanen@prodeco.fi)

## 2. NÄYTTEET JA OHJEARVOT

Liikuntasalin lattiapinnoitteesta otettiin seitsemän FLEC-näytettä. Näytteiden koko oli 25\*25cm<sup>2</sup>. Näytteiden alapinnat haisivat voimakkaasti liimalle. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC, volatile organic compounds) määritettiin materiaalista laboratoriossa. Analyysimenetelmä ja mittausepävarmuus on selitetty tarkemmin liitteessä 1.

- Varsinaisia raja-arvoja ei ole määritetty, mutta Suomessa käytetty M1-arvo on 200 µg/m<sup>2</sup>h. M1-merkki tuotteelle merkitsee vähäpäästöisyyttä.

Lisäksi samoille näytteille tehtiin Bulk-emissiotestaus. Bulk-emissionäytteet kerätään vakioituissa olosuhteissa 50 ±5 % suhteellisessa kosteudessa ja 25 ±2°C lämpötilassa. Tätä menetelmää käyttää mm. Työterveyslaitos.

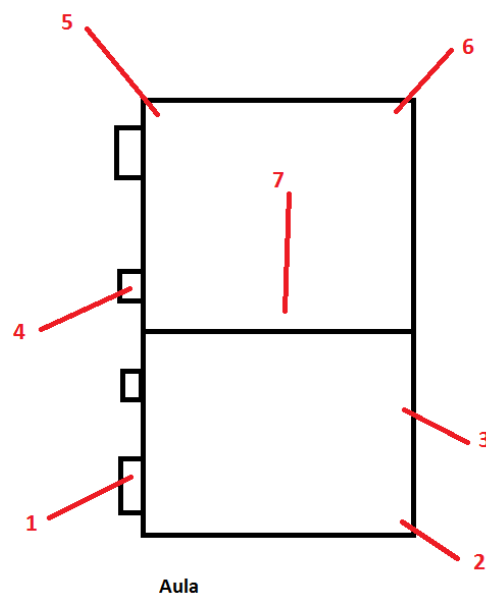
Taulukko 1. Bulk-emissioiden testausmenetelmän viitearvot eri materiaaleille (Työterveyslaitos 2015).

Tarkastettava osatulos	Materiaalikohtaiset viitearvot:			
	PVC (pehmitin DEHP)	PVC (pehmitin DINCH, DINP tai DIDP)	Linoleum	Tasoitteet, betoni
TVOC <sup>1)</sup>	200 µg/m <sup>3</sup> g <sup>1)</sup>	500 µg/m <sup>3</sup> g <sup>2), 2)</sup>	650 µg/m <sup>3</sup> g <sup>4)</sup>	50 µg/m <sup>3</sup> g <sup>2)</sup>
2-etyyli-1-heksanoli <sup>3)</sup>	70 µg/m <sup>3</sup> g <sup>1)</sup>	50 µg/m <sup>3</sup> g <sup>1)</sup>	-	40 µg/m <sup>3</sup> g <sup>3)</sup>
C <sub>9</sub> -alkoholit <sup>1)</sup>	-	320 µg/m <sup>3</sup> g <sup>2), 4)</sup>	-	-
Propanihappo <sup>3)</sup>	-	-	100 µg/m <sup>3</sup> g <sup>2)</sup>	-

<sup>1)</sup> Tolueenin vasteella ilmoitettuna. <sup>2)</sup> Omalla vasteella ilmoitettuna. <sup>3)</sup> Viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden mukaan emissiotasot nousevat ajan myötä.

Viitearvot edustavat TTL:n asiakasnäytteiden <sup>1)</sup> 70 %, <sup>2)</sup> 80 %, <sup>3)</sup> 85 % tai <sup>4)</sup> 90 % persenttileijä.

## 3. TULOKSET



Piirustus 1: Näytteenottokohdat

Näyte 1,  
FLEC 1, TVOC = 440  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 320  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 1, TVOC = 1460  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 1350  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Näyte 2,  
FLEC 2, TVOC = 190  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 110  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 2, TVOC = 740  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 564  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Näyte 3,  
FLEC 3, TVOC = 440  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 390  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 3, TVOC = 1910  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 1759  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Näyte 4,  
FLEC 4, TVOC = 200  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 160  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 4, TVOC = 890  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 792  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Näyte 5,  
FLEC 5, TVOC = 350  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 320  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 5, TVOC = 1350  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 1245  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Näyte 6,  
FLEC 6, TVOC = 240  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 190  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 6, TVOC = 1040  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 913  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

Näyte 7,  
FLEC 7, TVOC = 380  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 310  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   
BULK 7, TVOC = 1330  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ja 2-etyyliheksanolin määrä 1320  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

## 4. TULOSTEN TULKINTA

FLEC-näytteistä ainoastaan yksi näyte alitti M1-arvon ja yksi näyte oli juuri 200  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ . Muut näytteet ylittivät M1-arvon jopa siten, että pelkästään 2-etyyliheksanolin arvo oli yli 200  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ .

BULK-näytteet ylittivät moninkertaisesti Työterveyslaitoksen viitearvon sekä yhdisteiden kokonaismäärän, että 2-etyyliheksanolin määrän osalta.

## 5. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Lattiapinnoitteen uusiminen.

Prodeco Oy  
Rauno Pakanen  
Terminaalitie 6  
90400 Oulu

**Kohde:** Ei tiedossa, Työmäärän WO-00209560  
**Näytteenottaja:** Rauno Pakanen, Prodeco Oy  
**Vastaanottopäivä:** 26.1.2016  
**Näytteenottopäivämäärä:** 28.-29.1.2016  
**Analyysin päivämäärä:** 29.1.2016

## Analyysit

Pintaemissionäytteet kerättiin materiaalien pinnalta johtamalla adsorptiokeräysputkeen (Tenax TA-Carbograph 5TD) puhdistettua ilmaa FLEC -emissiokammion lävitse. Pintaemissiotestaus tehtiin laboratorioolosuhteissa lämpötilan ollessa  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  ja suhteellisen kosteuden  $22 \pm 1\%$ . Näytteet tutkittiin käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteensyöttöä, kromatografista erottelua ja massaselektiivistä ilmaisinta. Testaus pohjautuu menetelmään NT Build 484 ja standardiin ISO 16000-6:2011. Yhdisteet määritetään semikvantitatiivisesti tolueenin vasteina ja tunnistetaan puhtaiden vertailuaineiden ja/tai NIST-massaspektirikijaston avulla. Tulokset ilmoitetaan pinta-alaan ja aikaan vakioituina emissionopeuksina ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ). Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan vähintään  $1 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  esiintyvien yhdisteiden osalta ja kattaen vähintään 2/3 TVOC-alueen (n-heksaanin ja n-heksadekaanin välillä eluoituvat yhdisteet) piikkien yhteispinta-alasta. TVOC-alueen ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB.

## Materiaalinäytteet

Näyte	Tila	Materiaali	Kerätty ilmamäärä (l)
1.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5
2.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5
3.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5
4.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5
5.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5
6.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5
7.	Liikuntahalli	PVC-lattiamatto + liima	1,5

Tulokset kuvastavat laboratorioon toimitetun materiaalin pinnalta haihtuvien yhdisteiden laatua ja emissionopeuksia käytetyissä testausolosuhteissa. Testaus ei siten välttämättä anna kokonaisvaltaista kuvaa emissionopeuksista ja emissioiden laadusta kokonaisen rakenteen osalta (lattiamaton alustan vaikutus).

## Tulokset

Pitoisuus/ näyte Yhdiste ja -ryhmä	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>							
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani							1
Hiilivetyseos*	54	21	14	4	3	1	7
<b>ALKOHOLIT</b>							
<i>Etanoli**</i>							1
<i>1-Butanoli</i>	2		2			1	2
<i>2-Etyyli-1-heksanoli</i>	320	110	390 <sup>#</sup>	160	320	190	310
Bentsyylialkoholi	3	2	4	3	2	1	2
<b>ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT</b>							
2-Butoksietanoli							1
2-Fenoksietanoli						1	
<b>ALDEHYDIT</b>							
<i>Nonanaali</i>	3					1	2
<i>Dekanaali</i>	2						1
<b>HAPOT</b>							
<i>Etikkahappo**</i>							1
<b>KETONIT</b>							
3-Heptanoni	6	4	2	3	3	4	6
<b>TYPPIYHDISTEET</b>							
Pyrroli							2
<b>TVOC (µg/m<sup>2</sup>h)</b>	440	190	440	200	350	240	380

Puhtaita vertailuaineita käyttäen tunnistetut yhdisteet kursivilla.

<sup>\*)</sup> Sisältää pääasiassa alifaattisia hiilivetyjä, joiden kiehumispiste on n. 230-270°C

<sup>\*\*)</sup> Erittäin haihtuvat VVOC-yhdisteet, pitoisuus suuntaa antava yhdisteen läpäistessä keräimen helposti.

<sup>#)</sup> Emissionopeus suuntaa antava, huomattavasti yli vahvimman kalibrointinäytteen.

Inspecta KiraLab



**Henri Hakala**

Laboratorioanalyttikko, AMK

Kemian laboratorio



**Virpi Lämsä**

Asiantuntija, FT

Kemian laboratorio

## LIITE: VOC-pintaemissioiden analyysit FLEC-menetelmällä ja tulosten arviointi

### 1. YLEISTÄ

Testausmenetelmällä kerätyt näytteet kuvaavat mitä yhdisteitä ja millä nopeudella niitä haihtuu materiaalin pinnalta testattua pinta-alaa kohden. Menetelmällä voidaan tutkia sekä materiaalien pinnalta että pinnan läpi haihtuvia yhdisteitä, riippuen materiaalin ominaisuuksista ja läpäisevyydestä. Pintaemissioiden suhteelliset tasot voivat vaihdella vallitsevien ympäristöolosuhteiden kuten lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mukaan. Tulokset täydentävät huoneilman hetkittäisten VOC-mittausten tai bulk-emissiotutkimusten avulla saatavaa tietoa. Esimerkiksi reuna-alueiden tiiveys ja tilassa vallitsevat olosuhteet (ilmanvaihdon tehokkuus, suhteellinen kosteus, lämpötila) säätelevät lattiapinnoitteen läpäisevyyden ohella pinnoitteen alapuolelta huoneilmaan kulkeutuvia päästöjä.

### 2. ANALYYSIMENETELMÄ JA MITTAUSEPÄVARMUUS

VOC-analytiikassa käytetty menetelmä ei sovellu kaikkien emittoivien, kuten rikkiä sisältävien yhdisteiden, määrittämiseen testauskammion näytteestä. Yhdistelmäkeräimien (Tenax TA-Carbograph 5TD) käyttö laajentaa kerättävissä olevien yhdisteiden skaalaa perinteiseen Tenax TA -sorbenttiin nähden ja keräimet sitovat tehokkaammin näytteessä esiintyviä erittäin haihtuvia (VVOC), haihtuvia (VOC) ja puolihaihtuvia orgaanisia SVOC-yhdisteitä. Menetelmällä analysoidut pitoisuudet ovat suuntaa antavia johtuen niiden määrittämisestä tolueenivasteina. Menetelmän laajennettu mittausepävarmuus on 9 % tolueenin määräysrajalla 1 µg/m<sup>2</sup>h, näytetilavuudella 1,5 l ja johdettaessa kammion läpi ilmaa 250 ml/min. Yhdistekohtaiset mittausepävarmuudet ovat kuitenkin suurempia (keskimäärin 70 %) johtuen niiden määrittämisestä tolueenivasteina.

### 3. TULOSTEN ARVIOINNISTA

VOC-analyysit ovat yksittäinen osa kiinteistön sisäilmatutkimusta ja johtopäätöksiin tarvittavaa aineistoa. Yksittäinen pintaemissiotulos antaa tiedon emissionopeuksista vain kyseisessä näytteenotokohdassa mittaushetkellä vallitsevissa olosuhteissa. Tulosten arvioinnissa voidaan hyödyntää asuinrakennusten osalta julkaistua vertailuaineistoa (Järnström 2007) sekä Sisäilmastoluokituksessa 2008 rakennusmateriaalien päästöjen osalta asetettuja tavoitearvoja (sisäilmastoluokat S1 ja S2). Tulosten tarkastelussa on huomioitava, että Sisäilmastoluokituksen tavoitearvot koskevat yksinomaan materiaalivalmisteita ja emissionopeudet FLEC-menetelmällä määritettynä puolestaan päästöjen toteutumista niiden käyttöä, ylläpitoa ja elinkaarta vastavassa tilanteessa. Tuloksista ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin. Tavanomainen tulos ei toisaalta poissulje jatkotutkimusten tarvetta, mikäli tilassa havaitaan poikkeavaa hajua tai käyttäjillä esiintyy sisäilmaongelmaan viittaavia oireita. Sisäilman laatua voivat heikentää monet tekijät, kuten ilmanvaihdon toiminnan puutteet, materiaaleista erittyvät muut yhdisteet, mikrobit ja niiden erittämät toksiinit.

### 4. KIRJALLISUUS

**ISO 16000-6:2011** Determination of volatile organic compounds in indoor air and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID.

**Järnström H (2007)** Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.

**Nordtest NT Build 484 (1998)** Building Materials: Emission of volatile compounds – On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC).

**Rakennustietosäätiö** (2008) Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. RT 07-10946.

**Sosiaali- ja terveysministeriö** (2003) Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. ISBN 952-00-1301-6.

**Ympäristö- ja Terveys** (2009) Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas. ISBN 978-952-9637-38-6.