

22.10.2010

Jouni Räsänen  
Vantaan kaupunki, Tilakeskus  
Kielotie 13  
01300 Vantaa

## SISÄILMAONGELMIEN SELVITYS RIIHIPELLON PÄIVÄKODIN OPETUSTILASSA 1

Kohde	Riihipellon päiväkot Krankankuja 5 01510 Vantaa
Tilaja	Jouni Räsänen Vantaan kaupunki Tilakeskus Kielotie 13 01300 Vantaa
Tutkimuksen syy	Opetustilassa 1 työskentelevä opettaja on kokenut erilaisia oireita, jotka voidaan yhdistää opetustilassa työskentelyyn.
Tutkijat	Eila Hämäläinen, rakennusterveysasiantuntija, tutkimuspäällikkö Keijo Kovanen, talotekniikan tutkimuspäällikkö Pauli Vaahtoranta, tutkimusinsinööri
Läsnä	opettaja Ulla Kanerva 23.9.2010, 30.10.2010 ja 5.10.2010 huoltomies Harri Kukkonen 28.9.2010
Käytetyt tutkimus-/mittalaitteet	Hygro Palm 1, HygroClip SC04, HygroClip S, kalibroitu 12/2009 Testo 435-4 olosuhde- ja paine-eromittalaite, kalibroitu 12.5.2009 Dräger-virtausilmaisin Swema 125 balometri, kalibroitu 15.2.2010 Swema 3000md paine-eromittari, kalibroitu 9.2.2010
Riskikartoitus asiapapereista	Käytettävissä oli Riihipellon päiväkodin korjaussuunnitelma RAF30001, jossa on esitetty mittaviakin korjaustoimenpiteitä. Käytettävissä ei kuitenkaan ollut asiakirjoja tai tutkimusraportteja, jotka selventäisivät mitä korjauksia on tehty ja miksi.

# Sisäilmakeskus

Kohteen alkuperäisenä alapohjarakenteena on kaksoisbetonilaatta, jonka välissä eristeenä on kevytsora. Alimmainen betonilaatta on kantava ja maanpinnan alapuolella/ samassa tasossa. Alapohjaneristetilaan kohdistuu kosteusrasitus alhaalta ja sivulta päin, sekä kylmään vuodenaikaan riski kosteuden tiivistymisestä talon reuna-alueilla. Alapohjan eristetilat voivat olla ilmayhteydessä keskenään, jolloin esimerkiksi kosteusvaurio voi ilmetä terveysoireina muualla kuin itse vaurioalueella.

#### Tehdyt tutkimukset

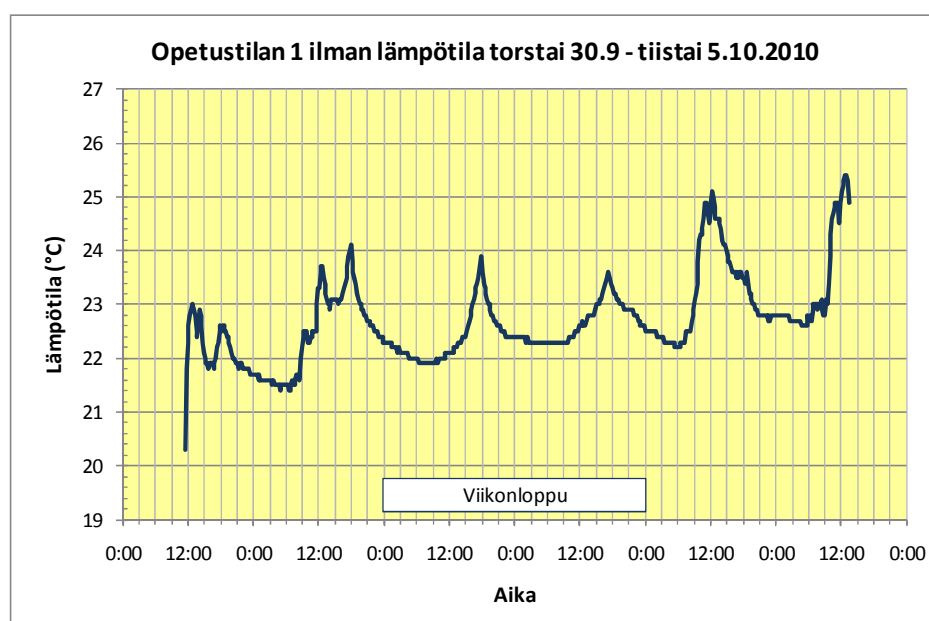
Opetustilan 1 osalta tehtiin seuraavia tutkimuksia sisäilmaongelman selvittämiseksi:

- sisäilman lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus
- painesuhteen seurantamittaus
- ilmanvaihdon toimivuuden selvitys (ilmavirrat, hetkellinen painesuhde)
- ilmanvaihtokoneen hygienia
- lattiapainauman osalta savutestaus (vuotoilmareitin selvitys)
- pölynkoostumusnäyte ja näytteen analysointi (TTL)
- muovimaton materiaali-VOC ja näytteen analysointi (TTL)
- muovimaton kosteuskartoitus pintatunnistimella ja rakennekosteuden mittaustaus

#### Tulokset ja havainnot

##### Sisäilman lämpötila, kosteus ja CO<sub>2</sub>-pitoisuus

Kuvassa 1 on esitetty opetustilassa 1 tehty sisäilman lämpötilan seurantamittaus.

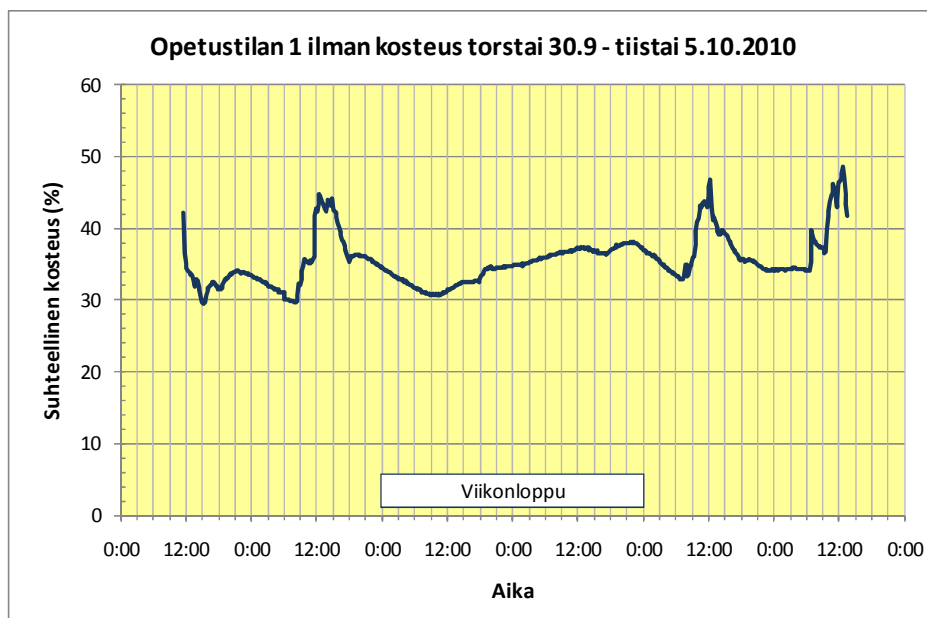


Kuva 1. Sisäilman lämpötila seurantamittauksen aikana.

Kuvan 1 mukaan sisäilman lämpötila on arkisin ollut välillä noin 21...25 °C. Asu-  
misterveysoppaan, jota voidaan soveltaa myös päiväkodeissa, mukaan sisäilman

lämpötila ei saa kohota yli 26 °C, ellei kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä.

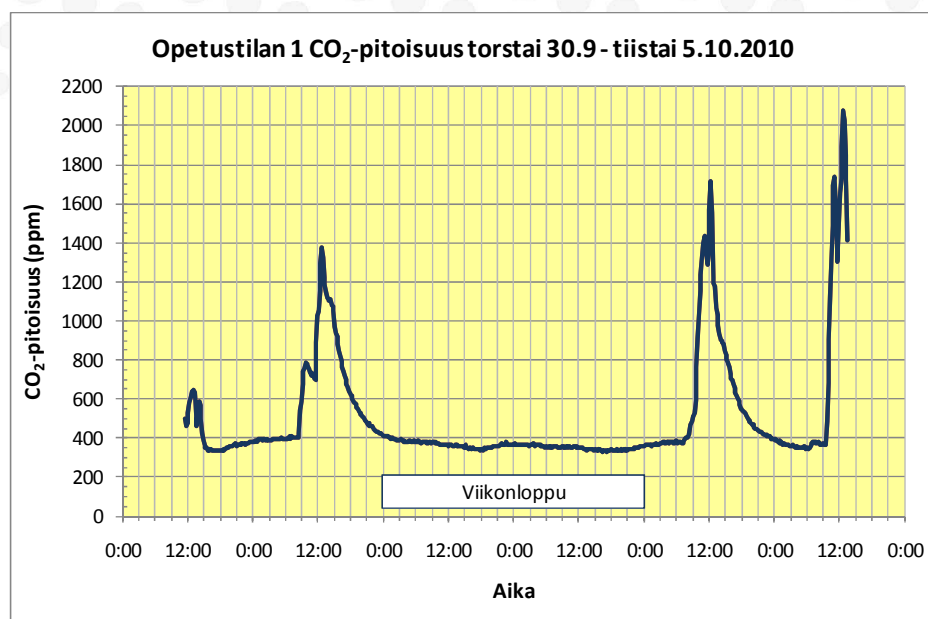
Kuvassa 2 on esitetty opetustilassa 1 tehty sisäilman kosteuden seurantamittaus.



Kuva 2. Sisäilman kosteus seurantamittauksen aikana.

Kuvan 2 mukaan sisäilman kosteus on arkisin ollut välillä noin 30...50 %, joka on vuodenaikaan nähden normaalitasolla.

Kuvassa 3 on esitetty opetustilassa 1 tehty sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus.



Kuva 3. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus seurantamittauksen aikana.

Kuvan 3 mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuus on arkipäivisin noussut jopa yli 2000 ppm:ään. Asumisterveysoppaan mukaan hiilidioksidipitoisuudella ei ole erityistä terveydellistä ohjearvoa. Jos pitoisuus kuitenkin ylittää arvon 1500 ppm, ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla.

### Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin mittaamalla tulo- ja poistoilmavirrat sekä mittaamalla huoneen painesuhde ulkoilmaan nähden. Lisäksi aistinvaraisesti arvioitiin ilmanvaihtokoneen puhtautta.

Taulukossa 1 on esitetty ilmavirtamittausten tulokset. Pienryhmähuone 138 on opetustilan 1 vieressä ja niiden välinen ovi on jatkuvasti auki.

Taulukko 1. Mitatut ja suunnitellut ilmavirrat eri tiloissa.

Tila	Mitattu tuloilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)	Suunniteltu tuloilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)	Mitattu poistoilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)	Suunniteltu poistoilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)
137 Opetustila 1	90,1	75	46,9	50
137 Opetustila 1	65,2	75	51,4	50
137 Opetustila 1			49,8	50
<b>137 Yhteensä</b>	<b>155,3</b>	<b>150</b>	<b>148,1</b>	<b>150</b>
138 Pienryhmätila	27,6	30	36,3	30

Taulukosta 1 havaitaan, että molemmissa huoneissa kokonaisilmavirrat ovat D2:ssa hyväksytyyn poikkeamaan  $\pm 20\%$  puitteissa. D2:n suositusilmavirta päiväkodin ryhmähuoneeseen on  $6 \text{ dm}^3/\text{s}$  henkeä kohden.

Tuloilmakoneen TK01SU01, joka palvelee mm. opetustilaa 1, puhtaudesta tehtiin seuraavia aistinvaraisia havaintoja:

- suodatinkammio, kuva 4:
  - suodatin on puhdas, mutta väärässä asennossa
  - kammion lattialla on kuivuneita kosteusjälkiä
  - lattia on likainen
  - kammiossa ei ole viemäröintiä
- puhallinkammio, kuva 5:
  - puhdas
  - kammiossa ei ole viemäröintiä
- vaimentimet, kuva 6:
  - silmämääräisesti ehjät
  - pinnalla reikäpelti, alla villaa, harson olemassaoloa ei voinut tarkistaa



Kuva 4. Tuloilmasuodattimet ovat väärässä asennossa.



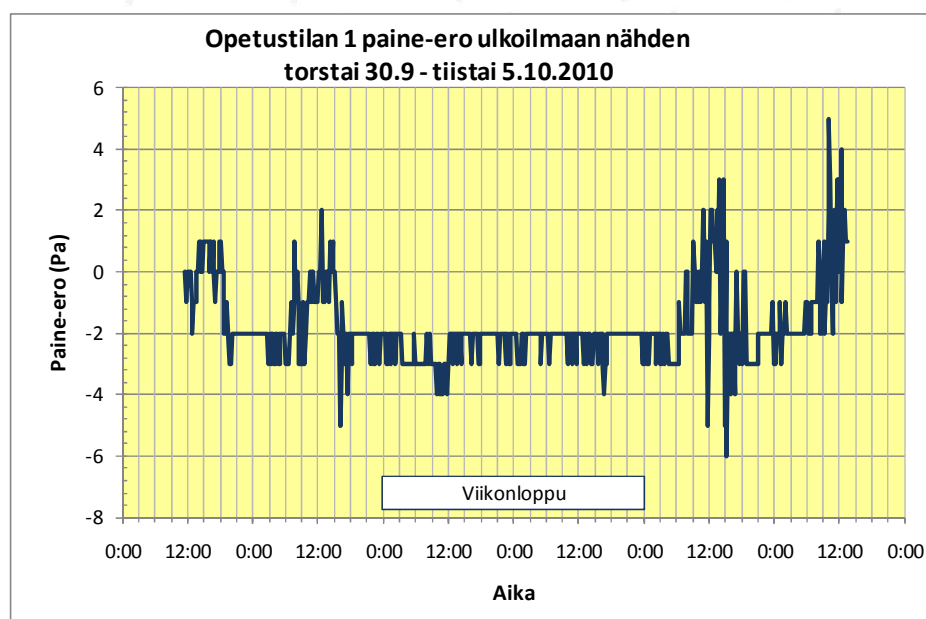
Kuva 5. Puhallinkammio on puhdas.



Kuva 6. Äänenvaimennuskammiossa on reikälevyn alla mineraalivillaa.

## Painesuhteet

Kuvassa 7 on esitetty opetustilassa 1 tehty painesuhteen seurantamittaus.



Kuva 7. Sisäilman painesuhde seurantamittauksen aikana. Positiivinen arvo merkitsee huoneilman ylipaineisuutta ulkoilmaan nähden.

Kuvan 7 mukaan opetustilan 1 painesuhde vaihteli yli- ja alipaineen välillä. Pitkäaikainen ylipaineisuus saattaa aiheuttaa sisäilman kosteuden tiivistymistä rakenteiden sisällä.

## Pintapölyn koostumus

Opetustilan 1 pinnoille kertyvän pölyn koostumuksen selvittämiseksi pyyhittiin tilan säännöllisen siivouksen alla olevia pintoja minigrip-pussilla. Pussi toimitettiin Työterveyslaitokselle analyysiä varten. Analyysilausunto on liitteenä 1.

Analyysin mukaan pintapöly sisältää tavanomaisen, pääasiassa paperi- ja tekstiilikuiduista sekä hilsehiukkasista koostuvan huonepölyn lisäksi runsaasti sekä karkeaa ulkoilmapölyä (kiviaines-, hiekka- ja siitepöly) että kalkkipohjaista rakennusmateriaalipölyä.

## Merkkisavutestaus opetustila 1

Opetustilan 1 lattian ja seinien liittymän mahdollisia vuotoilmareittejä tarkasteltiin merkkiainesavun avulla tilan ollessa 1 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden.

Opetustilan 1 ja keittiön välisen väliseinän ja lattian liittymässä todettiin ilma- vuotoja, joiden suunta oli keittiön päin. Betonisen lattialaatan liikuntasauva



on ulko- ja väliseinien kohdalla tiivistetty tiivistysmassalla, joka oli repeillyt opetustilan 1 ja keittiön välisen väliseinän kohdalta.

### Muovimaton VOC- materiaalinäyte

Opetustilan 1 lattian muovimatosta otettiin materiaalinäyte VOC-analyysia varten. Näyte analysoitiin Työterveyslaitoksella Helsingissä. Analyysilausunto on liitteenä 2. Materiaalinäytteessä ei todettu kohonneita VOC- pitoisuuksia.

### Kosteusmittaukset

Lattiapinnoitteeseen kohdistuvaa kosteusrasitusta tarkasteltiin pintatunnistimella. Pintatunnistimen mukaan kosteusrasitus oli hieman kohonnut paikoin ulkoseinien ja väliseinien kohdalla, minkä perusteella päätettiin tehdä mattoon viilto ja tehdä suhteellisen kosteuden mittaus betonin ja muovimaton rajapinnasta. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoitteen alle viillon kautta. Mittapään mittausepätaarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on vähintään  $\pm 2$  % RH. Mittauksen tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Rakennekosteuden mittaus 24.9.2010

Nro	Anturi	Mittauskohta	RH (%)	T (°C)	Abs (g/m <sup>3</sup> )
1	HMP44	Lattiapinnoitteen alta	66	21,1	12,2
	HMP44	Sisäilma	46	21,8	8,1
	HMP44	Ulkoilma	66	14,4	8,1

Taulukon 2 mukaan rakennekosteus ei ole kohonnut lattiapinnoitteen ja betoni-laatan rajapinnassa. Yleisesti on todettavissa, että päällysteen alapuolisen suhteellisen kosteuden noustessa pitkäkestoisesti yli 90 % vaurioituu päällyste ja liima erittäin suurella todennäköisyydellä. Pintamateriaaleista sisäilmaan haihtuvat kemialliset yhdisteet ja niiden määrä kasvavat oleellisesti, kun pinnoitteen alapuolinen suhteellinen kosteus nousee 80 % ja sen yläpuolelle.

### Yhteenveto ja johtopäätökset

Alkuperäisenä alapohjarakenteena on kaksoisbetonilaatta, jonka välissä eristeenä on kevytsora. Rakenteeseen kohdistuu riski kosteusrasituksesta ja kylmään vuodenaikaan kosteuden tiivistymisestä varsinkin, kun rakennus on ajoittain ylipaineinen. Opetustilan ollessa alipaineinen todetuista vuotokohdista saattaa kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan.

Sisäilman lämpötila oli mittauspäivinä jopa 25 °C. Korkea lämpötila voi lisätä väsymystä, keskittymiskyvyn alenemista ja hengitystieoireilua. Korkea lämpötila voi myös lisätä kaasumaisten epäpuhtauksien vapautumista lähteistään.

Hiilidioksidipitoisuus nousi mittauspäivinä jopa 2000 ppm:ään. Mittaustuloksen mukaan ilmanvaihto ei olisi terveysuojelulain edellyttämällä tasolla. Toisaalta tuloilmavirrat olivat suunnitelmien mukaisia ja vastaavat noin 25 henkilön raitisilmatarvetta. Joko henkilöiden määrä oli selvästi tätä suurempi tai mittausanturi oli alueella (opettajan pöydällä), jota tuloilmavirta ei kunnolla huuhtelee.

Koska opetustilan pintapölyssä ei havaittu mineraalivillakuituja, voidaan todeta, että ilmanvaihtokoneiden äänenvaimentimet eivät vapauta mineraalivillakuituja tuloilmaan. Ulkoilma-peräinen pöly pääsee sisätiloihin, koska ikkunoita joudutaan pitämään välillä auki. Mittauspäivinä ikkunoita ei avattu, mikä voidaan havaita myös hiilidioksidipitoisuustasoista. Kalkkipohjainen rakennusmateriaalipöly on oletettavasti peräisin aiemmin tehdyistä kosteusvauriokorjauksista.

Opetustilan 1 painesuhde ulkoilmaan nähden vaihtelee ollen välillä alipaineinen ja välillä ylipaineinen. Merkkisavukokeen aikana tila oli hieman ylipaineinen, jolloin merkkisavu virtasi opetustilan 1 ja keittiön välisen väliseinän ja lattian liittymässä olevan rakenteen sisälle. Seurantamittauksen mukaan tila on päivisin useita tunteja ylipaineinen, jolloin sisäilman kosteus pääsee rakenteiden sisään ja voi kondensoitua kylmille pinnoille. Tila on kuitenkin pääsääntöisesti alipaineinen, jolloin rakenteista tulee vuotoilmaa huoneeseen päin.

Lattian kosteusmittaus ja muovimatosta otettu materiaali-VOC-näyte eivät tue neet esille seikkoja, jotka selittäisivät opettajan kokemia oireita.

#### Toimenpide-ehdotukset

Jatkotoimenpiteiksi ehdotamme seuraavaa:

- selvitetään korjaussuunnitelmaan RAF30001 liittyvät kuntotutkimusraportit ja muut asiakirjat
- näiden avulla pyritään selvittämään, ovatko korjaustoimenpiteet terveyshaitan poistamiseksi olleet riittävät
- asiakirjojen läpikäynnin jälkeen voidaan esittää tarkemmat jatkotoimenpiteet

Eila Hämäläinen  
tutkimuspäällikkö  
rakennusterveysasiantuntija  
p. 0400 443 710

Pauli Vaahtoranta  
tutkimusinsinööri  
rakennusinsinööri  
p. 040 195 0420

Keijo Kovanen  
talotekniikan tutkimuspäällikkö  
FM  
puh. 0400 474 198

## Sisäilmakeskus



Lähteet	<p>Asumisterveysopas, 3. korjattu painos. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas. Ympäristö ja Terveyslehti 2009.</p> <p>Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2: Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto 2008.</p>
Liitteet	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Työterveyslaitoksen analyysivastaus TY-03/hl/1247-2010</li><li>2. Työterveyslaitoksen analyysivastaus 147935</li></ol>
Jakelu	<p>Tilaja Suomen Sisäkeskus Oy:n arkisto</p>



30.09.2010

SUOMEN SISÄILMAKESKUS OY

Keijo Kovanen

Vapaalantie 2 A (4. krs)

01650 VANTAA

NÄYTTEENNE, 29.9.2010

KOHDE: RIIHIPELLON PÄIVÄKOTI, 23.9.2010

1. Pintapöly, op. tila 1

Elektronimikroskooppisen tarkastelun perusteella pintapölynäyte sisältää tavanomaisen, pääasiassa paperi- ja tekstiilikuiduista sekä hilsehiukkasista koostuvan huonepölyn lisäksi runsaasti sekä karkeaa ulkoilmapölyä (kiviaines-, hiekka- ja siitepöly) että kalkkipohjaista rakennusmateriaalipölyä.

TYÖTERVEYSLAITOS

Aerosolilaboratorio

Esa Vanhala  
tutkija

Heli Lallukka  
erityisasiantuntija



Työterveyslaitos

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 147935

11.10.2010

Suomen Sisäilmakeskus Oy  
Etelä-Suomi  
Pauli Vaahtoranta  
Vapaalantie 2 A  
01650 VANTAA



**FINAS**  
Finnish Accreditation Service  
T013 (EN ISO/IEC 17025)

### VOC-analyysi materiaalinäytteestä

As.viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Pauli Vaahtoranta

Analysoitavat yhdisteet: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS

Tulo.pvm.: 24.09.2010

Analysoija(t): Hanna Hovi, Jekaterina Schwartz

### Analysointimenetelmä

Materiaalinäytettä punnittiin kaasunpesupulloon, jonka kautta johdettiin typpeä Tenax-putkeen. Näyte analysoitiin termodesorptio-kaasukromatografi-massaselektiivinen detektorilla -laitteistolla. Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektri-tietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeni-ekvivalenttina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeni-ekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksa-dekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien.

Kaasunpesupullossa tehty materiaalianalyysi kertoo mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa.

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 147935

11.10.2010

## Tulokset

Näyte/keräin: U323  
 LIMS numero: CK10-01936-1  
 Mittauspaikka: Riihipellon päiväkot  
 Mittauskohde: opetustila1, muovimatto, P: 4,40 g  
 Analysointipvm: 280910/Hovi  
 Ilmamäärä: 4,50 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Styreeni	6	µg/m <sup>3</sup> g		
HIILIVETYSEOKSET	-			
Hiilivetyseos**	1) 16	µg/m <sup>3</sup> g		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET	-			
Junipeeni**	2	µg/m <sup>3</sup> g		
Longisykleeni**	1	µg/m <sup>3</sup> g		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
Bentsyylialkoholi	0,7	µg/m <sup>3</sup> g		
2-Etyyli-1-heksanoli	9	µg/m <sup>3</sup> g		
FENOLIT	-			
2,6-Di-tert-butyli-4-metyylifenoli eli BHT**	4	µg/m <sup>3</sup> g		
ALDEHYDIT	-			
Dekanaali	2	µg/m <sup>3</sup> g		
Nonanaali	3	µg/m <sup>3</sup> g		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	50	µg/m <sup>3</sup> g		

1) Kiehumispiste noin 170-230 °C, sisältää alifaattisia, alisyklisiä ja aromaattisia hiilivetyjä.

## Tulosten tarkastelu

Kahdella tähdellä (\*\*) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Tulokset on annettu yksikössä µg/m<sup>3</sup> haihtuneena grammaa kohti materiaalia (µg/m<sup>3</sup>g).

Omien tutkimuksiemme mukaan tällä menetelmällä analysoitujen vanhojen, vaurioitumattomien materiaalien päästöt (TVOC) ovat olleet alle 50 µg/m<sup>3</sup>g.

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

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 147935

11.10.2010

Työterveyslaitoksen Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus on akkreditoitu testauslaboratorio T013 (FINAS-akkreditointipalvelut, EN ISO/IEC 17025). Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus, Helsingin toimipisteen laboratorio



Hanna Hovi  
asiantuntija



Terhi Leiviskä  
asiantuntija

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