

Betton Oy / Vantaa
Juha Tamminen
Vapaalantie 2 B
01650 VANTAA

Uzin PE460 haitta-aineiden läpaisevyystutkimus

1 Johdanto

1.1 Tehtävä

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää Uzin PE460 epoksinnoitteen haitta-aineiden läpaisevyys rakenteissa tyypillisesti esiintyville haitallisille aineille. Tavoitteena oli tutkia voidaanko pinnoitetta käyttää haitta-aineita sisältävien rakenteiden pinnoitteena vähentämään rakenteista sisäilmaan kulkeutuvien haitallisten aineiden määrää.

1.2 Materiaali

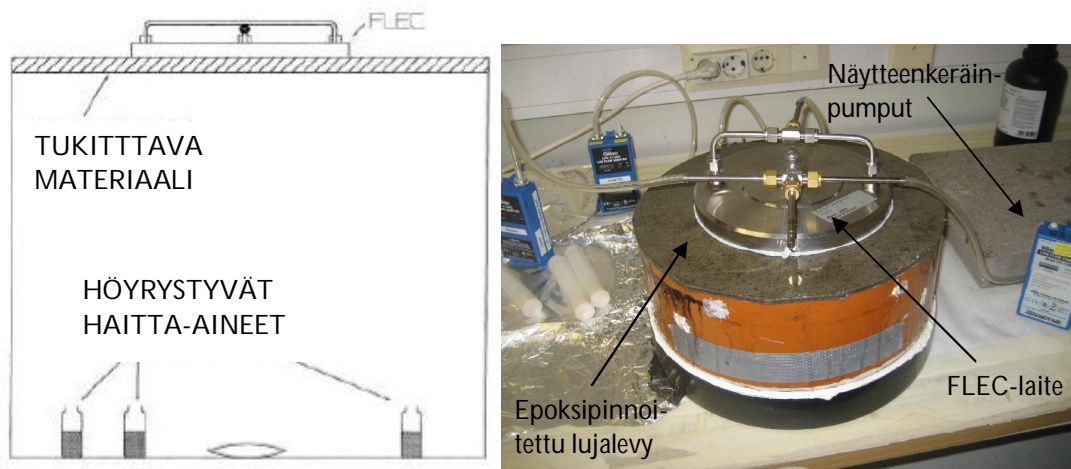
Uzin PE460 on epoksihartsipohjustin alustasta nousevaa kosteutta vastaan sementtita-
soitteille ja betonille. Uzin PE460 on vähäpäästöinen ja EC 1 R luokiteltu. Sitä käytetään kosteussulkuna maanvaraisissa betonilaatoissa maaperästä nousevaa kosteutta vastaan tai uudella betonilla valun jälkeistä kosteutta vastaan. Sitä voidaan käyttää myös alustaa vahvistavana pohjusteena, imukykyisille ja imemättömille pinnoille. Uzin PE460 voidaan käyttää myös tasoitelaastin sideaineena kvartsihiekan kanssa. Tuote soveltuu sisä- ja ulkokäyttöön.

2 Tutkimusmenetelmä

Uzin PE460 läpaisevyyttä haitta-aineille tutkittiin ns. säiliömenetelmällä, jossa PVC-putkesta rakennetun ilmatiiviin säiliön kanneksi asennetaan tutkittava materiaali (kuva 1). Koejärjestelyä on käytetty kahdessa aikaisemmassa tutkimuksessa (Diplomityöt Janne Sievola 2008 (TKK), Hanna Keinänen 2009 (TKK)).

Haitta-aineina tutkittiin PAH-yhdisteitä sisältävää murskattua valuasfalttia ja kolmea MVOOC -yhdistettä kemikaalimesteenä (2-pentanoni, 2-pentanolin ja 2-heptanoni). Tutkittavat haitta-aineet asetettiin säiliön pohjalle, josta yhdisteet haihtuivat kaasuksi säiliön ilmatilaan ja kulkeutuivat VOC -diffuusiona materiaalin läpi. Tutkittavat yhdisteet on valittu kiehumispisteväliltä 102,0-216,2 °C.





Kuva 1. Periaatekuva koesäiliöstä ja FLEC-mittaus materiaalin pinnalta.

Säiliötä rakennettiin yhteensä kuusi, joista kahteen sijoitettiin vesilasi. Vedellä säiliön ilmatilaan saatiin luotua yli 90 %:n suhteellinen kosteus ja tällöin voitiin selvittää suhteellisen kosteuden vaikutus materiaalin haitta-aineiden läpäisevyyteen.

Säiliön kanneksi asennettiin lujalevy (Minerit Windstopper 4 mm, Cembrit Oy), jonka päälle epoksinnoite Uzin PE460 levitettiin kahteen kertaan materiaaliitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Kerrosvahvuus oli materiaalimenekin mukaan 0,6 mm. Kahden koesäiliön kanneksi asennettiin pinnoittamaton lujalevy, jolla selvitettiin levyn vaikutus koetulokseen.

Koekappaleet säilytettiin kellarilaboratoriossa, jonka olosuhteita seurattiin koko tutkimuksen ajan (lämpötila n. 21,1-27,7 °C, ilman suhteellinen kosteus n. 34,5-75,5 %).

Mittauksessa FLEC-laite asetettiin tiiviisti tutkittavaa materiaalia vasten (kuva 1) Työterveyslaitoksen mittausohjeen mukaisesti. Ennen mittausta kammiota tuuletettiin 45 minuuttia. FLEC -kammioon syötettiin adsorbentin (Tenax TA) kautta puhdistettu ilma, josta ilmanäyte kerättiin adsorbenttiin. Näytteet analysointiin kaasukromatografi/ massaspektrometrilla Työterveyslaitoksen toimesta.

Mittaukset tehtiin 12.8.2009 seitsemän viikon kuluttua kammioiden sulkemisen (22.6.2009) jälkeen. Mittauksen yhteydessä otettiin VOC- ilmanäyte säiliön sisältä pinnoitetusta kuivasta ja pinnoittamattomasta säiliöstä. VOC -ilmanäytteellä selvitettiin lähtökonsentraatio kammion sisällä.

3 Tulokset

Uzin PE460 epoksinnoiteen pintatuotoksi naftaleenille saatiin $< 0,1 - 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$ (lähtöpitoisuus oli $5800 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Analyysitulokset liitteenä). Tutkittujen MVOC-yhdisteiden pitoisuuksia ei tuloksissa ilmoitettu. Näiden MVOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$ tai niitä ei havaittu. Säiliön sisällä MVOC-yhdisteitä oli $15\,000 - 29\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Lujalevyn pintatuotot kaikilla yhdisteillä olivat välillä $137-199 \mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$.

Mitatuista pintatuotoista ja säiliöiden konsentraatioista laskettiin epoksinnoitteen diffuusiokerroin naftaleenille. Laskennassa huomioitiin lujalevyn vaikutus läpääisevyyttteen. Uzin PE460:n diffuusiokertoimeksi naftaleenille kuivassa ja kosteassa koejärjestelyssä saatiin sama arvo, joka oli $2,633 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$. Lujalevyn diffuusiokerroin naftaleenille oli $4,045 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$.

Säiliöiden sisällä, joissa oli vesiastia, ilman suhteellinen kosteus oli 93,1 % (22,0 °C) ja 95,0 % (21,9 °C).

4 Johtopäätökset

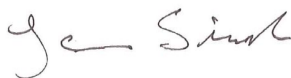
Koejärjestelyssä Uzin PE460 epoksinnoitteen läpääisevyys oli pientä. Tutkimuksessa saatu naftaleenin diffuusiokerroin tutkitulle epoksinnoitteelle on verrattain pieni. Lisäksi helpommin höyrystyvien MVOC-yhdisteiden läpikulkeutuminen (diffuusio) oli vielä vähäisempää kuin naftaleenin.

Epoksinnoitteen pinnalta näytekeräin adsorbentteihin kerätyt ilmanäytteiden pitoisuudet naftaleenilla ja MVOC-yhdisteillä olivat menetelmän määritysrajan tuntumassa ja osa keskimääräisen yhdistekohtaisen määritysrajan alapuolella. Tämän johdosta analyysimenetelmässä vaikeammin havaittavien MVOC-yhdisteiden pitoisuuksia ei ilmoitettu analyysituloksissa tai havaittu analyysissa.

Säiliön ilman korkealla kosteudella ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta epoksinnoitteen läpääisevyyttteen ja tästä syystä tuotetta voidaan käyttää myös kosteilla alustoilla haitta-aineiden hallintaan.

Tuloksien perusteella Uzin PE460:ä voidaan käyttää rakenteiden sisältämien haitta-aineiden hallinnassa sekä kuivalla että kostealla alustalla. Tulokset osoittavat, että pinnoite sulkee hyvin koko VOC-kiehumispistealueen yhdisteitä ja tästä syystä tuotetta voidaan käyttää myös betonirakenteisiin imeytyneiden pinnoitteiden hajoamistuotteiden hallintaan. Pinnoitusmenetelmällä yhtenäisenä sulkevana kerroksena voidaan hallita rakenteiden haitta-aineiden kulkeutumista sisäilmaan käyttäen materiaalitoimittajan ilmoittamaan menekkiä kahtena kerroksena levitettävälle sulkevalle kerrokselle.

Vahanen



Janne Sievola, DI
p. 040 8266 799

Liite: Analyysivastaukset Työterveyslaitos



VAHANEN OY

SIEVOLA JANNE
HALSUANTIE 4
00420 HELSINKI



VOC-analyysi FLEC-näytteistä

As.viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Janne Sievola

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

Tulo.pvm.: 13.08.2009

Analysoija(t): Hilikka Martinkauppi, Terhi Leiviskä

Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax-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 kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 5-30 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm^3 :n aktiiviselle tai 15 d:n passiiviselle näytteelle.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

Tulokset

Näyte/keräin: K368
 LIMS numero: CK09-01641-1
 Mittauspaikka: Flec-mittaus
 Mittauskohde: Flec, koekpl. 2, kuiva, pinnoite
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 2,28 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Dekaani	1	µg/m ² h		
Dodekaani	11	µg/m ² h		
Tridekaani	2	µg/m ² h		
Undekaani	12	µg/m ² h		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Naftaleeni	1) 0,1	µg/m ² h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
Fenoksipropanoli**	46	µg/m ² h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	50	µg/m ² h		

1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

Näyte/keräin: K134
 LIMS numero: CK09-01641-2
 Mittauspaikka: Flec-mittaus
 Mittauskohde: Flec, koekpl. 3, kuiva, pinnoite
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 2,45 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Dodekaani	8	µg/m ² h		
Undekaani	7	µg/m ² h		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Naftaleeni	1) 0,1	µg/m ² h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
Fenoksipropanoli**	36	µg/m ² h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	18	µg/m ² h		

1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

Näyte/keräin: K350
 LIMS numero: CK09-01641-3
 Mittauspaikka: Flec-mittaus

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

Mittauskohde: Flec, koekpl. 4, kostea, pinnatus
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 2,08 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Dekaani	2	µg/m ² h		
Dodekaani	16	µg/m ² h		
Tridekaani	1	µg/m ² h		
Undekaani	18	µg/m ² h		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Naftaleeni	1) 0,1	µg/m ² h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
Fenoksipropanoli**	140	µg/m ² h		
HALOGEENIYHDISTEET	-			
Dikloorimetaani	2) 3	µg/m ² h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	160	µg/m ² h		

1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

2) TVOC-alueen ulkopuolella

Näyte/keräin: K306
 LIMS numero: CK09-01641-4
 Mittauspaikka: Flec-mittaus
 Mittauskohde: Flec, koekpl. 5, lujalevy
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 2,78 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Dekaani	7	µg/m ² h		
Nonaani	2	µg/m ² h		
Undekaani	4	µg/m ² h		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Asenaftyleeni**	1) 2	µg/m ² h		
Asenafteeni**	2) 7	µg/m ² h		
Bentseeni	1	µg/m ² h		
1,1'-Bifenyyli**	3) 4	µg/m ² h		
Dimetyylinaftaleenit**	4) 8	µg/m ² h		
Etyylibentseeni	6	µg/m ² h		
1-Etyyli-2-metyylibentseeni	1	µg/m ² h		
Etyylinaftaleeni**	5) 2	µg/m ² h		
Fenantreeni**	6) 0,6	µg/m ² h		
Fluoreeni**	4	µg/m ² h		
1H-Indeeni**	6	µg/m ² h		
Ksyleenit (p,m)	17	µg/m ² h		

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

Yhdiste		Pitoisuus	Laatu		
Ksyleeni (o)		3	µg/m ² h		
Metyyli-naftaleenit**	7)	37	µg/m ² h		
Naftaleeni	8)	145	µg/m ² h		
Styreeni		4	µg/m ² h		
1,2,3-Trimetyylibentseeni		1	µg/m ² h		
1,2,4-Trimetyylibentseeni		4	µg/m ² h		
Tolueneeni		6	µg/m ² h		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		-			
a-Pineeni		1	µg/m ² h		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		-			
Bentsyylialkoholi		13	µg/m ² h		
1-Butanoli		4	µg/m ² h		
2-Etyyli-1-heksanoli		3	µg/m ² h		
2-Metyyli-1-propanoli		12	µg/m ² h		
1-Pentanoli		4	µg/m ² h		
2-Pentanoli	9)	139	µg/m ² h		
FENOLIT		-			
Fenoli		2	µg/m ² h		
EETTERIT		-			
Bentsofuraani**	10)	0,7	µg/m ² h		
Dibentsofuraani**	11)	6	µg/m ² h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		-			
1-Metoksi-2-propanoli		2	µg/m ² h		
ALDEHYDIT		-			
n-Butanaali	12)	3	µg/m ² h		
Bentsaldehydi		2	µg/m ² h		
Heksanaali		2	µg/m ² h		
Nonanaali		2	µg/m ² h		
KETONIT		-			
2-Heptanoni	13)	178	µg/m ² h		
4-Metyyli-2-pentanoni		5	µg/m ² h		
2-Pentanoni	14)	114	µg/m ² h		
ESTERIT JA LAKTONIT		-			
n-Butyyliasetaatti		14	µg/m ² h		
1-Metoksi-2-propyyliasetaatti		9	µg/m ² h		
HALOGEENIYHDISTEET		-			
Dikloorimetaani	15)	1	µg/m ² h		
RIKKIYHDISTEET		-			
Bentsotiofeeni**		10	µg/m ² h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		1900	µg/m ² h		

1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

2) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

3) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

- 4) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 5) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 6) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 7) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 8) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 9) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 10) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosotissa
 11) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosotissa
 12) TVOC-alueen ulkopuolella
 13) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 14) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 15) TVOC-alueen ulkopuolella

Näyte/keräin: U355
 LIMS numero: CK09-01641-5
 Mittauspaikka: Flec-mittaus
 Mittauskohde: Flec, koekpl. 6, lujalevy
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 2,08 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Dekaani	2	µg/m ² h		
Dodekaani	1	µg/m ² h		
2-Metyylipentaani	1) 2	µg/m ² h		
Nonaani	3	µg/m ² h		
Tetradekaani	2	µg/m ² h		
Undekaani	5	µg/m ² h		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Asenaftyleeni**	2) 4	µg/m ² h		
Asenafteeni**	3) 10	µg/m ² h		
Bentseeni	0,8	µg/m ² h		
1,1'-Bifenyylit**	4) 6	µg/m ² h		
Dimetyylinaftaleenit**	5) 9	µg/m ² h		
Etyylibentseeni	9	µg/m ² h		
1-Etyyli-2-metyylibentseeni	1	µg/m ² h		

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

Yhdiste		Pitoisuus	Laatu		
Etyyliinaftaleeni**	6)	2	µg/m ² h		
Fluoreeni**		4	µg/m ² h		
1H-Indeeni**		9	µg/m ² h		
Ksyleenit (p,m)		29	µg/m ² h		
Ksyleeni (o)		4	µg/m ² h		
Metyyliinaftaleenit**	7)	63	µg/m ² h		
Naftaleeni	8)	240	µg/m ² h		
Styreeni		6	µg/m ² h		
1,2,3-Trimetyylibentseeni		2	µg/m ² h		
1,2,4-Trimetyylibentseeni		5	µg/m ² h		
1,3,5-Trimetyylibentseeni		1	µg/m ² h		
Toluenei		7	µg/m ² h		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		-			
Bentsyylialkoholi		16	µg/m ² h		
1-Butanoli		4	µg/m ² h		
1-Heksanoli		2	µg/m ² h		
2-Metyyli-1-propanoli		19	µg/m ² h		
1-Pentanoli		4	µg/m ² h		
2-Pentanoli	9)	160	µg/m ² h		
FENOLIT		-			
Fenoli		3	µg/m ² h		
EETTERIT		-			
Bentsofuraani**	10)	1	µg/m ² h		
Dibentsofuraani**	11)	7	µg/m ² h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		-			
1-Metoksi-2-propanoli		2	µg/m ² h		
ALDEHYDIT		-			
n-Butanaali	12)	4	µg/m ² h		
Bentsaldehydi		3	µg/m ² h		
Heksanaali		2	µg/m ² h		
Nonanaali		2	µg/m ² h		
KETONIT		-			
2-Heptanoni	13)	220	µg/m ² h		
4-Metyyli-2-pentanoni		7	µg/m ² h		
2-Pentanoni	14)	160	µg/m ² h		
ESTERIT JA LAKTONIT		-			
n-Butyyliaetaatti		21	µg/m ² h		
1-Metoksi-2-propyyliaetaatti		13	µg/m ² h		
RIKKIYHDISTEET		-			
Bentsotiofeeni**		20	µg/m ² h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)		2500	µg/m ² h		

1) TVOC-alueen ulkopuolella

2) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

- 3) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 4) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 5) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 6) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 7) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 8) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
 9) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 10) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosootissa
 11) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosootissa
 12) TVOC-alueen ulkopuolella
 13) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
 14) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Näyte/keräin: U367
 LIMS numero: CK09-01641-6
 Mittauspaikka: Flec-mittaus
 Mittauskohde: Flec, koekpl. 1, kostea, pinnoitesäiliö
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 2,36 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			
Dekaani	3	µg/m ² h		
Dodekaani	6	µg/m ² h		
Tridekaani	2	µg/m ² h		
Undekaani	18	µg/m ² h		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Naftaleeni	1) 0,5	µg/m ² h		
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	-			
Fenoksipropanoli**	50	µg/m ² h		
ALDEHYDIT	-			
Heksanaali	1	µg/m ² h		
Heptanaali	1	µg/m ² h		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	74	µg/m ² h		

- 1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

1.9.2009

Tulosten tarkastelu

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

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalenteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi tai pienempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ haihtuneena pinta-ala- ja aikayksikköä kohden.

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.

VAHANEN OY

SIEVOLA JANNE
HALSUANTIE 4
00420 HELSINKI



VOC-analyysi ilmanäytteistä

As.viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Janne Sievola

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

Tulo.pvm.: 13.08.2009

Analysoija(t): Hilikka Martinkauppi, Terhi Leiviskä

Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax-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 kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 5-30 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittaasepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm^3 :n aktiiviselle tai 15 d:n passiiviselle näytteelle.

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

3.9.2009

Tulokset

Näyte/keräin: F069760
 LIMS numero: CK09-01640-1
 Mittauspaikka:
 Mittauskohde: Säiliö 2, kuiva, ilmanäyte, keräys 1 min
 Analysointipvm: 250809/tle
 Ilmamäärä: 0,075 dm³

Yhdiste		Pitoisuus	Laatu		
AROMAATTISET HIILIVEDYT					
Asenaftyleeni**	1)	47	µg/m ³		
Bentseeni		88	µg/m ³		
1,1'-Bifenyyl**	2)	75	µg/m ³		
Dimetyylinaftaleenit**	3)	120	µg/m ³		
Etyylibentseeni		130	µg/m ³		
Etyylinaftaleeni**	4)	28	µg/m ³		
Fenantreeni**	5)	57	µg/m ³		
Fluoreeni**	6)	66	µg/m ³		
Ksyleenit (p,m)		99	µg/m ³		
Ksyleeni (o)		33	µg/m ³		
Metyylinaftaleenit**	7)	660	µg/m ³		
Naftaleeni	8)	5800	µg/m ³		
Propyylibentseeni		67	µg/m ³		
Styreeni		470	µg/m ³		
1,2,4-Trimetyylibentseeni		35	µg/m ³		
Toluenei		120	µg/m ³		
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET					
a-Pineeni		33	µg/m ³		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT					
Bentsyylialkoholi		60	µg/m ³		
1-Butanoli		340	µg/m ³		
1-Pentanoli		150	µg/m ³		
2-Pentanoli	9)	15000	µg/m ³		
EETTERIT					
Bentsofuraani**	10)	38	µg/m ³		
Dibentsofuraani**	11)	85	µg/m ³		
ALDEHYDIT					
n-Butanaali	12)	120	µg/m ³		
Dekanaali		55	µg/m ³		
KETONIT					
2-Heksanoni		340	µg/m ³		
2-Heptanoni	13)	17000	µg/m ³		

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

3.9.2009

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
2-Butanoni	14) 220	µg/m ³		
4-Metyyli-2-pentanoni	250	µg/m ³		
2-Pentanoni	15) 29000	µg/m ³		
TYPPIYHDISTEET	-			
2-Butanonioksiimi	100	µg/m ³		
RIKKIYHDISTEET	-			
Bentsotiofeeni**	280	µg/m ³		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	330000	µg/m ³		

- 1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 2) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 3) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 4) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 5) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
TVOC-alueen ulkopuolella
- 6) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 7) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 8) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
- 9) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 10) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosootissa
- 11) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosootissa
- 12) TVOC-alueen ulkopuolella
- 13) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 14) TVOC-alueen ulkopuolella
- 15) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Näyte/keräin: U354
LIMS numero: CK09-01640-2
Mittauspaikka:
Mittauskohde: Säiliö 6, luja, ilmanäyte, keräys 1:14min
Analysointipvm: 250809/tle
Ilmamäärä: 0,086 dm³

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
ALIFAATTISET JA ALISYKLISET HIILIVEDYT	-			

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

3.9.2009

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
Dekaani	23	µg/m ³		
AROMAATTISET HIILIVEDYT	-			
Asenaftyleeni**	1) 80	µg/m ³		
Bentseeni	36	µg/m ³		
1,1'-Bifenyyli**	2) 80	µg/m ³		
Dimetyylinaftaleenit**	3) 110	µg/m ³		
Etyylibentseeni	36	µg/m ³		
Etyylinaftaleeni**	4) 25	µg/m ³		
Fenantreeni**	5) 40	µg/m ³		
Fluoreeni**	6) 50	µg/m ³		
Ksyleenit (p,m)	92	µg/m ³		
Ksyleeni (o)	16	µg/m ³		
Metyylinaftaleenit**	7) 580	µg/m ³		
Naftaleeni	8) 4500	µg/m ³		
Propyylibentseeni	26	µg/m ³		
Styreeni	50	µg/m ³		
Tolueeni	60	µg/m ³		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	-			
1-Butanoli	40	µg/m ³		
2-Pentanoli	9) 3400	µg/m ³		
EETTERIT	-			
Bentsofuraani**	10) 8	µg/m ³		
Dibentsofuraani**	11) 66	µg/m ³		
ALDEHYDIT	-			
Dekanaali	76	µg/m ³		
KETONIT	-			
2-Heptanoni	12) 4600	µg/m ³		
2-Pentanoni	13) 2800	µg/m ³		
RIKKIYHDISTEET	-			
Bentsotiofeeni**	250	µg/m ³		
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	29000	µg/m ³		

- 1) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
2) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
3) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
4) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
5) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
TVOC-alueen ulkopuolella
6) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
7) Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)
8) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
Polysyklinen aromaattinen hiilivety (PAH)

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 59681

3.9.2009

- 9) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 10) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosootissa
- 11) Yhdiste esiintyy kivihiilipiessä/kreosootissa
- 12) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 13) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

Tulosten tarkastelu

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

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalenteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

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.