

TUTKIMUSSELOSTUS

KÖSTER VAP I 2000
HAITTA-AINEIDEN LÄPÄISEVYYSTUTKIMUS

11.9.2017



Alimex Oy
Huvilakatu 12
04400 Järvenpää

1 Johdanto

1.1 Tavoite

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää KÖSTER VAP I 2000 läpäisevyyttä rakenteissa tyypillisesti esiintyvillä haitallisilla aineilla. Tavoitteena oli tutkia voidaanko pinnoitetta käyttää haitta-aineita sisältävien rakenteiden VOC-diffuusion sulkuna vähentämään rakenteista sisäilmaan kulkeutuvien haitallisten aineiden määrää sisäilman laadun varmistamiseksi.

1.2 Materiaali

KÖSTER VAP I 2000 on kaksikomponenttinen epoksihartsi. Tuote on vähäpäästöinen (Bremer Umweltinstitut). Tuote levitetään yhdellä kertaa yhtenä kerroksena. Sitä käytetään pohjusteena ja vesihöyryn diffuusion rajoittamiseen betonialustoilla ja estämään lattiapäällysteiden kosteus.

KÖSTER VAP I 2000 soveltuu riittämättömän vedeneristyksen ja rakenteessa nousevan kosteuden hallintaan. Tuotetta käytetään pohjusteena vähentämään vesihöyryn diffuusiota epoksi- tai polyuretaanipinnoitteiden alla tai vastaavasti tartuntana höyrytiivissä lattiapinnoituksissa esim. PVC, kumi, puu tai muovimatto.

KÖSTER VAP I 2000:lla voidaan täyttää ja injektoida halkeamia ennen varsinaista pinnoitusta tuotteella.

Tuote soveltuu sisä- ja ulkotiloihin vaaka- ja pystypinnoille.

1.3 Tutkimuksen tekijät

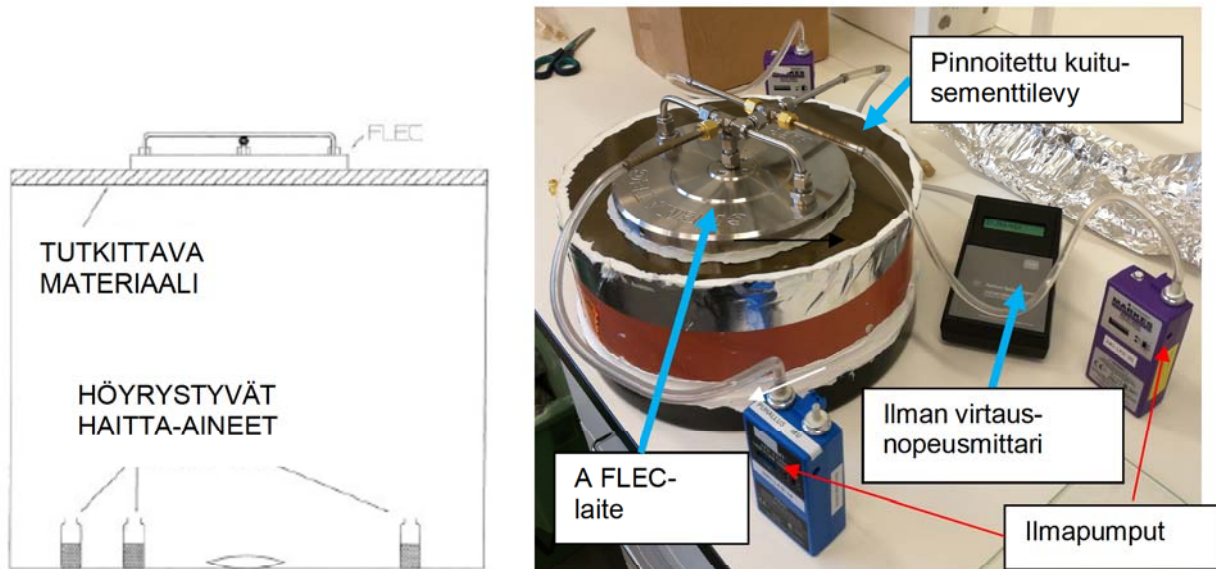
Laboratoriotutkimus tehtiin Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n toimesta Espoossa. Tutkimuksen tekijöinä toimivat Juho Laaksonen ja Janne Sievola. Materiaalien asennuksen osallistuivat Jorma Sikstus ja Teemu Allonen Alimex Oy:stä.

2 Tutkimusmenetelmä

KÖSTER VAP I 2000 läpäisevyyttä haitta-aineille tutkittiin ns. säiliömenetelmällä, jossa PVC-putkesta rakennetun ilmatiiviin säiliön kanneksi asennetaan tutkittava materiaali (kuva 1). Koejärjestelyä on käytetty kahdessa aikaisemmassa diplomityössä (Diplomityöt Janne Sievola 2008 (TKK), Hanna Keinänen 2009 (TKK)) ja kansainvälisessä tutkimusartikkelissa (Meininghaus, R. & Uhde, E. 2002 [1]).

Haitta-aineina tutkittiin PAH-yhdisteitä sisältävää murskattua valuasfalttia ja kolmea MVOC -yhdistettä kemikaalimesteenä (2-pentanoni, 2-pentanol 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 tasaisesti kiehumispisteväliä 102,0 - 218,0 °C (VOC-kiehumispisteväli 50-250°C).





Kuva 1. Periaatekuva koesäiliöstä ja kuva mittauksesta.

Säiliötä rakennettiin kolme kappaletta. Säiliön kanneksi asennettiin kuitusementtilevy (Minerit Windstopper 4 mm, Cembrit Oy). Kuitusementtilevy pinnoitettiin KÖSTER VAP I 2000:llä yhteen kertaan materiaalitoimittajan ohjeistuksella. Materiaalimenekki oli 450 g/m^2 . Sekoitus ja levitys tehtiin materiaalitoimittajan ohjeen mukaan. Kammion reunat tiivistettiin alumiiniteipillä.

Kammiot suljettiin 17.4.2017. Pinnoittamattoman kuitusementtilevyn VOC-läpäisevyys oli mitattu aikaisemmin vastaavalla koejärjestelyllä (analyysitulokset liitteessä 4).

Koekappaleet säilytettiin laboratoriossa, jonka olosuhteita seurattiin koko tutkimuksen ajan. Sisäilman lämpötila oli tutkimusajan välillä $20,7 \dots 24,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ilman suhteellinen kosteus oli $11,3 \dots 39,2 \text{ RH } \%$.

FLEC-mittaus tehtiin Työterveyslaitoksen mittausohjeen mukaisesti (liite 1). Pintatuoton mittauksessa FLEC-laite asetettiin tiiviisti tutkittavaa materiaalia vasten (kuva 1). Ennen mittausta kammiota tuuletettiin vähintään 30 minuuttia ja huuhdeltiin tämän jälkeen vähintään 10 minuuttia. FLEC-kammioon puhallettiin adsorbentti (Tenax TA+ carbograph) kautta suodatettu ilma. FLEC-kammion poistoilmasta kerättiin kaksi ilmanäytettä Tenax TA + carbograph-adsorbentteihin. Näytteet analysointiin kaasukromatografi/massaspektrometrillä Työterveyslaitoksen toimesta. Yksittäiset yhdisteet analysoitiin joko puhtaiden vertailunäytteiden tai tolueenin vastetekijän perusteella. Pintatuoton mittauksessa sisäilman lämpötila oli $23,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ilman suhteellinen kosteus oli $48,6 \text{ } \%$.

Mittaukset tehtiin 24.7.2016 yhdeksän viikon kuluttua kammioiden sulkemisen jälkeen. Mittauksen yhteydessä otettiin noin $0,08 \text{ ml}$ VOC-ilmanäyte yhden tutkittavan säiliön sisältä (koekappale 1). VOC-ilmanäytteellä selvitettiin lähtökonsentraatio kammion sisällä.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tutkittujen yhdisteiden pintatuotot ja pitoisuus säiliön sisällä on esitetty taulukossa 1. Kokonaispintatuotto (TVOC) KÖSTER VAP I 2000 pinnalla oli <math><20 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>. Koejärjestelyssä käytettyjä yhdisteitä ei havaittu FLEC-mittauksissa. Muita yhdisteitä ei mitauksissa havaittu. Määritysraja yksittäisille yhdisteille on keskimäärin noin $1 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 2 dm^3 :n ilmanäytteelle (tolueeniekvivalenttina). Pintatuotot pinnoittamattoman kuitusementtilevyn pinnalla on esitetty taulukossa 2 ja liitteessä 4. Analyysivastaukset on esitetty liitteissä 2 ja 3.

Taulukko 1. KÖSTER VAP I 2000 pintatuottojen keskiarvot ja pitoisuudet säiliön sisällä 2-pentanonille, 2-heptanonille, 2-pentanolille ja naftaleenille. Pitoisuudet säiliön sisäpuolella ovat suuntaa antavia (harmaalla).

	2-pentanoni	2-pentanol	2-heptanoni	naftaleeni
Yhdisteen kiehumispiste	102 °C	119 °C	151 °C	218 °C
Moolimassa	86,13 g/mol	88,15 g/mol	114,19 g/mol	128,18 g/mol
Mitatun pintatuoton keskiarvo	<math>< 1 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>	<math>< 1 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>	<math>< 1 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>	<math>< 1 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}</math>
Pitoisuus säiliön sisällä (koekappale 1)	1 300 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 400 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	320 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Taulukko 2. Pintatuotot pinnoittamattomalle kuitusementtilevyille.

	2-pentanoni	2-pentanol	2-heptanoni	naftaleeni
Pinnoittamattoman kuitusementtilevyn pintatuotot	114...160 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	139...160 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	179...220 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	145...240 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$

Analyysistä saaduista pintatuotoista ja säiliöiden konsentraatioista laskettiin pinnoitteen diffuusiokertoimet tutkituille yhdisteille. KÖSTER VAP I 2000 diffuusiokertoimet on esitetty taulukossa 3. Yhdisteiden diffuusiokertoimen laskennassa pintatuottona käytettiin määritysrajaa $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Laskennassa huomioitiin kuitusementtilevyn vaikutus läpäisevyyteen. Pinnoituksen kalvonpaksuutena käytettiin 0,45 mm.

Taulukko 3. KÖSTER VAP I 2000 diffuusiokertoimet 2-pentanonille, 2-pentanolille, 2-heptanonille ja naftaleenille. Harmaalla merkityt arvot on laskettu analyysimenetelmän määritysrajan $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ arvolla, jolloin diffuusiokerroin voi olla merkittävästi laskennallista arvoa pienempi.

	2-pentanoni	2-pentanol	2-heptanoni	naftaleeni
Yhdisteen kiehumispiste	102 °C	119 °C	151 °C	218 °C
Diffuusiokerroin [m^2/s]	<math>< 0,096 \times 10^{-12}</math>	<math>< 0,089 \times 10^{-12}</math>	<math>< 0,319 \times 10^{-12}</math>	<math>< 20,064 \times 10^{-12}</math>

4 Johtopäätökset

Tutkimustulosten perusteella KÖSTER VAP I 2000 voidaan käyttää haitta-aineiden hallinnassa. Tutkitut VOC- ja PAH-yhdisteet eivät siirtyneet pinnoitteen läpi.

Lasketut diffuusiokertoimet kuvaavat VOC-diffuusion suuruusluokkaa. Lasketut diffuusiokertoimet ovat varmalla puolella suuren säiliön lähtöpitoisuuden takia ja koska todelliset pintatuotot ovat pienempiä kuin laskennassa käytetty analyysimenetelmän määrittäjäraja. Lähimpänä todellista diffuusiokertoimen arvoa on yhdisteistä helpoiten höyrystyvän yhdisteen 2-pentanonin arvo. Muiden tutkittujen yhdisteiden todellinen diffuusiokerroin on samaa suuruusluokkaa kuin 2-pentanonin.

Materiaalin soveltuvuus haitta-aineiden hallintaan

Tutkimustuloksen osoittavat, että KÖSTER VAP I 2000 epoksi sulkee hyvin koko VOC-kehumispistealueen yhdisteitä ja PAH-yhdisteitä. Esimerkkeinä rakenteiden VOC-kehumispistealueen yhdisteistä ovat betonirakenteisiin imeytyneet yhdisteet pinnoitteiden ja päällysteiden ikääntymisestä ja kosteusvaurioitumisen seurauksena. PAH-yhdisteet koskevat yleensä vanhoja kivihiilitervasivelyitä (kreosootti) ja valuasfaltia. Tutkimus ei käsitä kivihiilitervasivelyiden tai valuasfaltin joissain tapauksissa sisältäviä helposti haihtuvia öljyhiilivety-yhdisteitä.

Lisäksi KÖSTER VAP I 2000 toteutetulla rakenteiden epätiiviyyskohtien tiivistyksellä voidaan estää esimerkiksi radonkaasujen tai hiukkasmaisten epäpuhtauksien kuten mikrobien kulkeutuminen sisäilmaan.

KÖSTER VAP I 2000 tulee muodostaa yhtenäinen jatkuva kerros, joka peittää huokokset ja halkeamat. Tutkimuksen mukaan kokonaisuutena tulee olla 450 g/m^2 . Tutkimustulokset käsittelevät vain tutkittua materiaalia ja käytettyä sekoitussuhdetta.

Yhtenä kerroksen levittäessä tulee kiinnittää huomiota, että pinnoite on yhtenäinen eikä siinä ole huokosia tai ilmakuplia. Epätasaiset alusta tulee tasoittaa. Ilmakuplat, huokokset tai halkeamat pinnoitteessa heikentävät haitta-aineitasulun toimivuutta.

Espoossa 11.9.2017

Vahanen Rakennusfysiikka Oy



Janne Sievola, DI



Juho Laaksonen, DI

- Liitteet:
1. VOC-näytteenotto FLEC-laitteella, Työterveyslaitos
 2. Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 24.7.2017, VOC-analyysi FLEC-näytteestä
 3. Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 24.7.2017, VOC-analyysi ilmanäytteestä
 4. Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 1.9.2009, pinnoittamaton kuitusementtilevy

Lähteet: Meininghaus, R. & Uhde, E. 2002. Diffusion studies of VOC mixtures in a building material. Indoor Air, Vol 12. s. 215–222

