

TUTKIMUSSELOSTUS

ARDEX EP 1400

HAITTA-AINEIDEN LÄPÄISEVYYSTUTKMUS
VOC- JA PAH-YHDISTEET

15.1.2018



Ardex Oy
Koskelonkuja 1 A 27
02920 Espoo

Yhteyshenkilö: Heikki Immonen

1 Johdanto

1.1 Tavoite

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää ARDEX EP 1400 epoksihöyrysulku läpäisevyyttä rakenteissa tyypillisesti esiintyville haitallisille aineille. 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

ARDEX EP 1400 on kaksikomponenttinen höyrysulku epoksi. Tuote on vähäpäästöinen. Tuotteella on rakennusmateriaalien päästöluokka M1. Tuote on testattu myös toimivaksi radonpäästöjen sulkuna (SP Technical Research Institute of Sweden, Report 3P02591-1, 2013-05-20). Tuote levitetään kahdessa osassa. Sitä käytetään sisätiloissa höyrysulku epoksina betoni- ja tasoitepinnoilla Ardex -lattiajärjestelmän kanssa.

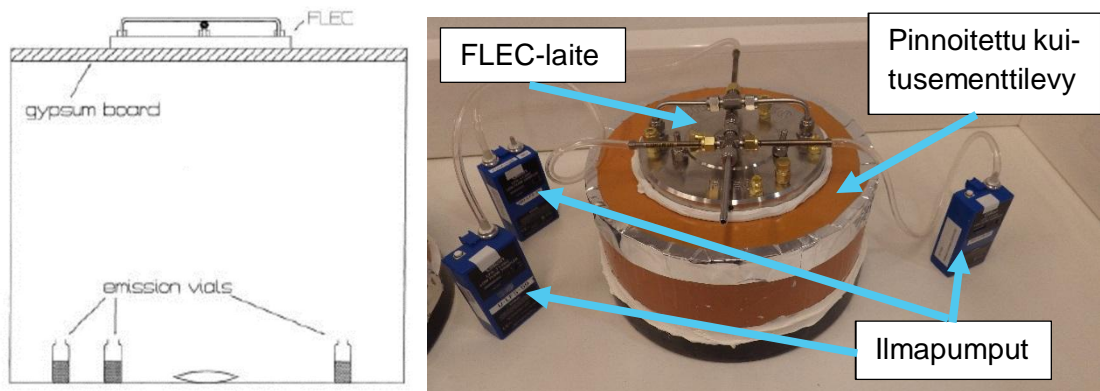
1.3 Tutkimuksen tekijät

Laboratoriotutkimus tehtiin Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n toimesta Espoossa. Tutkimuksen tekijöinä toimivat Janne Sievola ja Terhi Markkula. Materiaalin asennuksen ensimmäiseen vaiheeseen osallistui Heikki Immonen Ardex Oy:stä.

2 Tutkimusmenetelmä

ARDEX EP 1400 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 kemikaalinesteenä (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 kiehumispisteväliltä 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 ARDEX EP 1400:lla kahteen kertaan materiaalityöntekijän ohjeistuksella. Materiaalimenekki oli 600 g/m^2 . Sekoitus ja levitys tehtiin materiaalityöntekijän ohjeen mukaan. Kammion reunat tiivistettiin pinnoitteen lisäksi alumiiniteipillä.

Kammiot suljettiin 18.9.2017. Pinnoittamattoman kuitusementtilevyn VOC-läpäisevyys oli mitattu aikaisemmin vastaavalla koejärjestelyllä (analyysitulokset liitteessä 4).

Koekappaleet säilytettiin laboratorioissa, jonka olosuhteita seurattiin koko tutkimuksen ajan. Sisäilman lämpötila oli tutkimusajan välillä $20,5 \dots 24,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ilman suhteellinen kosteus oli $12,1 \dots 37,5 \text{ RH } \%$.

FLEC-mittaus tehtiin Työterveyslaitoksen mittausohjeen mukaisesti (liite 1). Pintatuoton mittauksessa FLEC-laite asetettiin tiiviisti tutkittavaa materiaalia vasten (kuva 1). Ennen mittauksia kammioita tuuletettiin vähintään 30 minuuttia ja huuhdeltiin tämän jälkeen vähintään 10 minuuttia. FLEC-kammioon puhallettiin adsorbenttia (Tenax TA) kautta suodatettua ilmaa. FLEC-kammion poistoilmasta kerättiin kaksi ilmanäytettä Tenax TA-adsorbentteihin. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratorioissa kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivisiä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yksittäiset yhdisteet analysoitiin joko puhtaiden vertailunäytteiden tai tolueenin vastetekijän perusteella. Pintatuoton mittauksessa sisäilman lämpötila oli $22,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ja ilman suhteellinen kosteus oli $27,4 \text{ } \%$.

Mittaukset tehtiin 21.11.2017 yhdeksän viikon kuluttua kammioiden sulkemisen jälkeen. Mittauksen yhteydessä otettiin noin $0,005 \text{ dm}^3$ VOC-ilmanäyte yhden tutkittavan säiliön sisältä (koekappale 2). VOC-ilmanäytteellä selvitettiin lähtökonsentraatio kammion sisällä.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tutkittujen yhdisteiden pintatuotot ja pitoisuus säiliön sisällä on esitetty taulukossa 1. Kokonaispintatuotto (TVOC) ARDEX EP 1400 pinnalla oli $\leq 20 \text{ } \mu\text{g/m}^2\text{h}$. Koejärjestelyssä käytettyjä yhdisteitä ei havaittu FLEC-mittauksissa. Muut vähäisessä määrin havaitut yhdisteet (bentsyylialkoholi ja bentsaldehydi) ovat tyypillisiä epoksy yhdisteitä.

Määrittämissä yksittäisille yhdisteille on keskimäärin noin 1 µg/m²h 2 dm³:n ilmanäytteenä (tolueeniekvivalenttina). Pintatuotot pinnoittamattoman kuitusementtilevyn pinnalla on esitetty taulukossa 2 ja liitteessä 4. Analyysivastaukset on esitetty liitteissä 2 ja 3.

Taulukko 1. ARDEX EP 1400 pintatuottojen keskiarvot ja pitoisuudet säiliön sisällä 2-pentanonille, 2-heptanonille, 2-pentanolille ja naftaleenille. Pitoisuudet säiliöissä sisäpuolella ovat suuntaa antavia (harmaalla).

	2-pentani	2-pentanol	2-heptani	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	< 1 µg/m ² h	< 1 µg/m ² h	< 1 µg/m ² h	< 1 µg/m ² h
Pitoisuus säiliön sisällä (koekappale 2)	760 000 µg/m ³	950 000 µg/m ³	180 000 µg/m ³	7 000 µg/m ³

Taulukko 2. Pintatuotot pinnoittamattomalle kuitusementtilevyille.

	2-pentani	2-pentanol	2-heptani	naftaleeni
Pinnoittamattoman kuitusementtilevyn pintatuotot	114...160 µg/m ² h	139...160 µg/m ² h	179...220 µg/m ² h	145...240 µg/m ² h

Analyysistä saaduista pintatuotoista ja säiliöiden konsentraatioista laskettiin pinnoitteen diffuusiokerroin tutkituille yhdisteille. ARDEX EP 1400 diffuusiokerroin on esitetty taulukossa 3. Yhdisteiden diffuusiokerroin laskennassa pintatuotona käytettiin määrittämissä 1,0 µg/m²h. Laskennassa huomioitiin kuitusementtilevyn vaikutus läpäisevyyteen. Pinnoituksen kalvonpaksuutena käytettiin 0,60 mm.

Taulukko 3. ARDEX EP 1400 diffuusiokerroin 2-pentanonille, 2-pentanolille, 2-heptanonille ja naftaleenille. Harmaalla merkityt arvot on laskettu analyysimenetelmän määrittämissä 1,0 µg/m²h arvolla, jolloin diffuusiokerroin voi olla merkittävästi laskennallista arvoa pienempi.

	2-pentani	2-pentanol	2-heptani	naftaleeni
Yhdisteen kiehumispiste	102 °C	119 °C	151 °C	218 °C
Diffuusiokerroin [m ² /s]	< 0,219 x 10 ⁻¹²	< 0,175 x 10 ⁻¹²	< 0,926 x 10 ⁻¹²	< 23.719 x 10 ⁻¹²

4 Johtopäätökset

Tutkimustulosten perusteella ARDEX EP 1400 voidaan käyttää haitta-aineiden hallinnassa (haitta-ainesulkuna). Tutkitut VOC- ja PAH-yhdisteet eivät siirtyneet pinnoitteen läpi.

Laskettujen diffuusiokertoimien tarkastelu

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 määrittäysraja. 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

Tutkimustulokset osoittavat, että ARDEX EP 1400 -epoksi sulkee hyvin koko VOC-kehumi-alueen yhdisteitä ja PAH-yhdisteitä. Esimerkkeinä rakenteiden VOC-kehumi-alueen yhdisteistä ovat betonirakenteisiin imeytyneet yhdisteet pinnoitteen ja päällysteiden ikääntymisestä ja kosteusvaurioitumisen seurauksena. PAH-yhdisteet koskevat yleensä vanhoja kivihiilitervasivelyitä (kreosootti) ja valuasfalttia. Tutkimus ei käsitä kivihiilitervasivelyiden tai valuasfaltin joissain tapauksissa sisältäviä helposti haihtuvia öljyhiilivety-yhdisteitä.

Haitta-ainesulkuna ARDEX EP 1400 tulee muodostaa yhtenäinen jatkuva kerros, joka peittää huokokset ja halkeamat. Tutkimuksen mukaan kokonaismenekin tulee olla 600 g/m². Tutkimustulokset käsittävät vain tutkittua materiaalia, menekkiä ja käytettyä sekoitussuhdetta.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Espoossa 15.1.2018

Terhi Markkula, RI AMK
Asiantuntija

Janne Sievola, DI
Asiantuntija

Liitteet:

1. VOC-näytteenotto FLEC-laitteella, Työterveyslaitos
2. Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 1. 12.2017, VOC-analyysi FLEC-näytteestä
3. Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 1.12.2017, 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

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.