

Juha Kuusijoensuu

ARDEX-SISÄILMAKORJAUSJÄRJESTELMÄN VAIKUTUS VOC-  
PITOISUUKSIIN KAPSELOINTIKORJAUKSISSA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2017

Kuusijoensuu, Juha  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2017  
Sivumäärä: 33  
Liitteitä: 9  
Kuvat 1-6, Juha Kuusijoensuu  
Kuvat 7-8, Janne Sievola  
Asiasanat: Kapselointikorjaus, VOC, tasoitteet, päällysteet, kosteusvaurio

---

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kapselointikorjauksessa käytettävän lattiarakenteen toimivuutta. Kapselointikorjauksen rakenteessa tasoite jää kahden tiiviin kerroksen väliin, minkä seurauksena tasoitteen kosteus ei pääse enää kuivumaan haihtumalla. Pahimmassa tapauksessa päällysteliiman aiheuttama kosteusrasitus yhdessä tasoitteen korkean suhteellisen kosteuden kanssa saattaa aiheuttaa tasoitteessa kiinni olevissa päällystysmateriaaleissa värjäytymistä, irtoamista, mikrobikasvua ja kemiallisia hajoamisreaktioita, jolloin sisäilmaan haihtuu terveydelle haitallisia päästöjä. Työssä tutkittiin toimiiko Ardex-sisäilmajärjestelmän tuotteet siten, että päällysteliiman tuottama ylimääräinen kosteus sitoutuu tasoitteeseen eikä ehdi aiheuttaa muun muassa hajoamisreaktioita päällysteessä.

Työssä tutkittiin tasoitteen suhteellista kosteutta kahden kuukauden ajan maton asennuksesta sekä sitä, miten nopeasti hydrataatioon perustuva tasoite pystyy sitomaan päällysteliiman kosteuden kahden tiiviin kerroksen välissä. Lisäksi selvitettiin, miten kapseloinnin ja päällysteen väliin jäävät tasoitteen rakennekosteus ja mattoliiman kosteus vaikuttavat VOC- ja kosteusvauriopäästöihin päällysteestä.

# EFFECT OF VOC EMISSIONS IN ENCAPSULATION REPAIRS WITH ARDEX INDOOR CLIMATE SYSTEM

Kuusijoensuu, Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2017

Number of pages: 33

Appendices: 9

Pictures 1-6, Juha Kuusijoensuu

Pictures 7-8, Janne Sievola

Keywords: Encapsulation, VOC, fillers, coatings (matter), moisture damages

---

In this thesis, the functionality of the floor structure used for encapsulation repair of indoor air corrections was studied. In the structure of the encapsulation correction, the leveler remains between the two close layers, as a result of which the moisture of the smoothing can no longer be dried by evaporation. In the worst case, the moisture burden caused by the coat adhesive together with the high relative humidity of the smoothing agent may cause discoloration, detachment, microbial growth and chemical degradation reactions in coating materials in the coating, thereby dissipating harmful emissions into the indoor air. The work was done to investigate whether the Ardex indoor air system works so that the excess moisture produced by the coating adhesive binds to the level and does not cause inter alia decomposition reactions in the coating.

In this study, the relative humidity of the levelling compound was explored for 2 months from the positioning of the carpet and how fast the hydrated base can bind the coat adhesive moisture between the two dense layers. In addition, FLEC measurements were done after two and six months in order to study what kind of VOC emissions evaporates from the structure and if the excess moisture in the carpet installation will cause problems with the floor structure used in the encapsulation repair.

# SISÄLLYS

1	KÄSITTEET .....	5
2	JOHDANTO.....	6
3	SISÄILMAN EPÄPUHTAUDET, VOC .....	7
4	LATTIAMATERIAALIT .....	8
4.1	Tasoite.....	8
4.1.1	Tasoitteiden ongelmat .....	9
4.2	Mattoliima.....	10
4.3	Muovimatto.....	10
5	TUTKIMUS .....	11
5.1	Tutkimuksen tavoite.....	11
5.3.	Tutkimusmenetelmät.....	16
5.1.1	FLEC-mittaus .....	16
5.1.2	Kosteusmittaukset.....	18
6	TULOKSET .....	21
6.1	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC .....	21
6.2	Kosteusmittaukset.....	23
7	TULOSTEN TARKASTELU .....	26
7.1	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC .....	27
7.2	Kosteusmittaukset.....	28
8	YHTEENVETO .....	30
9	JATKOTUTKIMUKSET .....	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	

## 1 KÄSITTEET

### KAPSELOINTI

korjausmenetelmä, jolla hallitaan kosteuden siirtymistä kapillaarisesti tai vesihöyryn diffuusiona alustasta pintarakenteeseen ja hallitaan haitta-aineiden ja muiden epäpuh-  
tauksien kulkeutumista sisäilmaan konvektiolla/diffuusiolla materiaalin läpi

### TVOC (Total Volatile Organic Compounds)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä

### VOC (Volatile Organic Compounds)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

### FLEC (Field and Laboratory Emission Cell)

pintaemissioiden keräyslaite

### TOIMENPIDERAJA

Useimmiten lainsäädännössä määrätty pitoisuus, mittaustulos tai ominaisuus, jonka ylittyessä on ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan selvittämiseksi ja sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi rakennuksissa

### EMISSIO

Haihtuminen, materiaalista vapautuu ympäröivään ilmaan kaasumaisessa muodossa olevia yhdisteitä

### SUHTEELLINEN KOSTEUS (RH %)

Suhteellinen kosteus ilmoittaa prosenttilukuna, paljonko vesihöyryä on ilmassa suhteessa suurimpaan mahdolliseen pitoisuuteen

## 2 JOHDANTO

Sekä uusissa että vanhoissa rakennuksissa kosteus lattiarakenteessa voi aiheuttaa ongelmia. Muovipäällysteen alla liian korkea suhteellinen kosteus voi aiheuttaa VOC-päästöjä, jotka ovat terveydelle haitallisia. Nykyään tällaisessa tilanteessa korjaustapaa pohdittaessa päädytään usein kapselointikorjaukseen. Kapseloinnilla estetään alustan kosteutta siirtymästä kapillaarisesti tai kosteusvirran diffuusion avulla pintarakenteisiin ja estetään haitta-aineiden sekä muiden epäpuhtauksien kulkeutuminen huoneilmaan. Kapselointia käytetään usein myös muovimaton kosteusvauriokorjauksissa vaurioituneesta muovimatosta ja mattolimasta alustarakenteeseen imeytyneiden kosteusvaurioyhdisteiden hallintaan. Kapselointikorjauksessa käytettävän rakenteen osalta ei ole tietoa siitä, miten tasoite ja päällysteliima toimivat tiiviiden kerrosten välissä. Betonirakenteessa pinnan suhteellisen kosteuden päällystyshetkellä tulee olla korkeintaan 75 % RH-yksikköä, jotta liiman kosteus pääsee imeytymään betoniin, eikä suhteellinen kosteus pääse nousemaan kriittisen korkeaksi päällysteen alla. (Lappi 2007, 39)

Työn tavoitteena oli selvittää, voidaanko kapselointikorjauksen tasoitevalinnalla vaikuttaa rakenteen toimivuuteen sekä estää päällyste- ja pinnoitevaurioiden syntyminen uudelleen. Tutkimuksessa koekappaleiden rakenne ja aikataulu olivat valituille materiaaleille nopeimmat mahdolliset. Koekappaleiden avulla selvitettiin, mitä tapahtuu päällysteliimasta tulevalle kosteudelle, joka jää rakenteeseen maton ja kapseloinnin väliin. Tutkimuksessa haluttiin myös selvittää aiheutuuko ylimääräisestä kosteudesta terveydelle haitallisia VOC-päästöjä. Tutkimukseen valittiin tasoite, johon kosteus sitoutuu kemiallisesti päällystyksen jälkeen

Kosteusmittaukset tehtiin koekappaleista kahden kuukauden aikana maton asennuksen jälkeen. FLEC-mittaukset tehtiin koekappaleista kahden ja kuuden kuukauden kohdalla. Tutkimus alkoi elokuussa 2016 ja päättyi helmikuussa 2017.

Opinnäytetyö tehtiin Ardex Oy:lle ja tutkimuksen mittaukset teki Vahanen Rakennusfysiikka Oy. Ardex Oy on materiaalivalmistaja, joka valmistaa muun muassa tasoiteita, vedeneristeitä, liimoja ja kapselointituotteita.

### 3 SISÄILMAN EPÄPUHTAUDET, VOC

VOC-yhdisteillä tarkoitetaan sisäilmassa olevia orgaanisia yhdisteitä, joita löytyy aina huoneilmasta. VOC- yhdisteitä haihtuu ilmaan muun muassa rakennusmateriaaleista, huonekaluista sekä käyttäjistä itsestään. Vaurioitumattomista materiaaleista tulevia emissioita kutsutaan primääriemissioiksi ja niiden määrät voivat uusissa materiaaleissa olla suuria. Käytön aikana tai vauriotilanteissa vapautuvia emissioita kutsutaan sekundääriemissioiksi. VOC- yhdisteiden pitoisuuksia huoneilmasta aletaan mitata, jos epäillään, että huoneilmaan haihtuu tai kulkeutuu normaalia suurempia pitoisuuksia VOC-yhdisteitä. (Pitkäranta 2016, 68) Huoneilman kohonneet VOC- yhdisteiden pitoisuudet aiheuttavat ärsytysoireita ja astmaa (Pitkäranta 2016, 15). Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen-julkaisussa on käyty läpi ongelmia, joita betonialustoilla voi ilmetä eri päällystysmateriaalien kanssa sekä sitä, mitä emissioita päällystysmateriaaleista tulee. Päällystysmateriaalista riippuen emittoituu eri VOC-yhdisteitä (Taulukko 1) (Merikallio ym. 2007, 37). VOC-mittauksiin on useita tutkimusmenetelmiä ja on tärkeää löytää menetelmät, jolla saadaan selville rakennuksen todellinen korjaustarve (Keinänen 2013, 24).

Taulukko 1. Rakennustuotteiden VOC-yhdisteitä. (Merikallio ym. 2007, 37)

Rakennustuote	VOC-yhdiste, yhdisteryhmä
Muovimatto (PVC)	alkaanit, aromaattiset yhdisteet, 2-etyyliheksanoli, TXIB (esteriyhdiste)
Parketti (puu)	C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub> -aldehydit, terpeenit
Linoleum	C <sub>5</sub> -C <sub>11</sub> -aldehydit, alifaattiset hapot, bentsaldehydi
Kumimatto	Asetonifenoni, alkyloidit, aromaattiset yhdisteet, styreeni
Liima	C <sub>9</sub> -C <sub>11</sub> -alkaanit, tolueni, styreeni
Lakka	alkaanit, aldehydit

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksesta löytyy ohjeet asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydellisten olosuhteiden valvontaan. Asetuksesta löytyy fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia altistumistekijöitä koskevia vaatimuksia sekä pitoisuusrajoja, joiden ylittyessä on ryhdyttävä selvittämään terveyshaitan syytä, sekä poistettava tai vähennettävä haittaa. (Asumisterveysasetus 2015) Tietoa eri aikakausina käytetyistä rakennusmateriaaleista ja niistä löytyvistä emissioista sekä tilaajan oh-

jeita haitta-ainetutkimukseen löytyy RT-ohjekorteista Haitta-ainetutkimus, rakennustuotteet ja rakenteet, RT 18-11245 sekä Haitta-ainetutkimuksen tilaajanohje RT 18-11244.

## 4 LATTIAMATERIAALIT

### 4.1 Tasoite

Lattiatasoitteen tehtävä on nimensä mukaisesti tasoittaa lattia pintamateriaalin asennusta varten. Itsesiliävän lattiatasoitteen valintaan vaikuttavat monet seikat kuten esimerkiksi kuivumisnopeus, työaika, lujuus, työstettävyys, kerrosvahvuudet ja käyttöalue. (Ardex märkätilakoulutus 2017)

Tasoiitteet voidaan kuivumisen perusteella jakaa kahteen ryhmään. Hydrataatioon perustuvat tasoiitteet sitovat itseensä sekoitetun vesimäärän, kun taas haihtumiseen perustuvat tuotteet haihduttavat tasoiitteeseen sekoitetun veden pois. (Siikanen 2009, 114–115.) Betonirakenteiden tasoiitetyössä tulee huomioida tasoiitteen sisältämän kosteuden vaikutus kuivumisaikaan, joka voi pidentyä koko rakenteessa muutamasta päivästä viikkoihin. Kahden millimetrin paksuinen tasoiitekerros voi nostaa betonin suhteellista kosteutta 20 mm syvyydessä 10 %. (Merikallio ym. 2007, 43) Kapselointikorjauksessa tasoiitteen alapuolella on tiivis pinta, josta tasoiitteen vesi ei pääse imeytymään betoniin ja näin tasoiitteen kuivuminen hidastuu.

Matala-alkalisen tasoiitteen käyttö pienentää riskiä mattoliiman ja maton alkaliselle hajoamiselle sekä terveydelle haitallisten päästöjen syntymiselle. Betonirakenteen pH on yleisesti noin 13, kun matala-alkalisten tasoiitteiden pH on yleensä alle 11. (Keinänen 2013, 19)



#### 4.1.1 Tasoitteiden ongelmat

Rakennusaikana ongelmat tasoitteiden kanssa voivat johtua monista eri syistä. Olosuhteet, kuten viileä ilma, käytetty alusta sekä ilman korkea suhteellinen kosteus tai vetoisuus hidastavat tasoitteiden kuivumista ja sitoutumista. Tasoitteen hidastunut kuivuminen ja sitoutuminen pitää ottaa huomioon päällystysajankohtaa päätettäessä. Lämpimät olosuhteet nopeuttavat tasoitteiden kuivumista ja sitoutumista, jolloin kosteuden haihtuminen nopeutuu ja kemialliset reaktiot tasoitteessa kiihtyvät. (Ardex märkätilakoulutus 2017)

Tasoite valmistetaan sekoittamalla tasoitteeseen valmistajan ilmoittama vesimäärä. Mahdollinen ylimääräinen vesi tasoitteessa lisää kutistumaa, jolloin tuote halkeilee, koska tuotteesta poistuu vettä enemmän kuin on tarkoitus. Lisäksi tuotteen kuivuminen hidastuu, koska hydrataatioon perustuva tuote joutuukin haihduttamaan ylimääräisen veden pois haihtumalla kuivuvan tuotteen tapaan. Tämän seurauksena kuivumisaika pitenee eikä valmistajan ilmoittamiin päällystysajankohtiin voida tukeutua. Ylimääräinen vesi aiheuttaa myös tasoitteen erottumisen ja karkeamman runkoaineen vajoamiseen tasoitteessa pohjalle, jolloin tasoitteen pintaan jää heikompi, poistettava ainekerros. Tästä johtuen on tärkeää varmistaa valmistajan osoittaman oikean vesimäärän käyttö tasoitteessa. (Ardex sisäilmakoulutus 2017)

Myös liian aikaisin tehty maton asennus voi aiheuttaa ongelmia. Liian aikaisesta maton asennuksesta johtuen tasoitteessa on kosteutta ja tasoitteen korkea alkaalinen kosteus pinnoitushetkellä aiheuttaa ftalaattipohjaisten muovipinnoitteiden ja liimojen hajoamisen, jolloin muodostuu terveydelle haitallisia alkoholiyhdisteitä. Nykyään pinnoitevalmistajat ovat korvanneet ftalaatit kasvisöljypohjaisilla pehmittimillä. (Niemi & Järnström 2017, 271) Tasoitteen ominaisuuksiin ja valmistajan ohjeisiin pitääkin perehtyä ennen tasoitetyön aloittamista.

Rakentamisen jälkeiset ongelmat tasoitteissa johtuvat usein itse rakenteesta. Ongelmia aiheutuu, jos esimerkiksi jätetään maanvaraisesta alapohjarakenteesta lämmöneriste kauttaaltaan pois tai lämmöneristettä ei ole riittävästi. Riittämätön lämmöneristys aiheuttaa pitkällä aikavälillä maaperän lämpiämisen rakennuksen alla, minkä seurauksena vesihöyryn määrä maaperässä kasvaa ja vesihöyry alkaa liikkua kohti pienempää

pitoisuutta eli huoneilmaan. Betonin läpi tuleva vesihöyry alkaa kerääntyä lattiassa olevan tiiviin pinnoitteen alle. (Merikallio ym. 2007, 30-31) Kosteus pinnoitteen alla on alkaalista, joten joidenkin pinnoitemateriaalien (esim. PVC-muovimatto) kohdalla mattoliima ja matto saattavat reagoida kosteuden kanssa aiheuttaen huoneilmaan VOC-päästöjä. VOC-päästöistä yleisimpiä ovat alkaanit, TXIB (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyaatti), 2-etyyliheksanoli sekä aromaattiset yhdisteet. (Merikallio ym. 2007, 37)

#### 4.2 Mattoliima

Mattoliima on valittava liimattavan materiaalin perusteella. Ardex-liimoista muovimatolle soveltuu päällysteliima AF 2100 (Ardex tuoteluettelo 2017/1). Mattoliimat ovat pääsääntöisesti yksikomponenttisiä dispersioliimoja, jotka levitetään alustaan yksipuolisesti. Maton liimaus voidaan tehdä märkäliimauksena tai tarraliimauksena. Märkäliimauksessa heti liiman asennuksen jälkeen asennetaan matto liiman päälle. Tarraliimauksessa liiman annetaan hetki ilmottua ennen maton asennusta. Vaikka betonirakenteeseen asennettavan liiman määrä on pieni, nostaa se kuitenkin betonirakenteen pinnan kosteuspitoisuutta. Mikäli liimamäärä on suuri ja alustan imukyky vähäinen, voi suhteellinen kosteus maton alla nousta lähelle 100 %. (Merikallio ym. 2007, 48–49) Tässä tutkimuksessa tasoitteen alusta oli tiivis ja kosteus ei päässyt tasaantumaan alustaansa.

#### 4.3 Muovimatto

Muovimatot sisältävät yleensä PVC-muovia ja pehmitinaineita, jotka tekevät muovimatoista taipuisia. Tästä johtuen matoista saattaa tulla PVC:lle ominaisia päästöjä ja pehmitinaineista peräisin olevia päästöjä. (Keinänen 2013, 16)

Betonirakenteen pintaan liimattavien mattojen vesihöyrynläpäisyyssä ja kosteuden kestävydessä voi olla suuria eroja. Homogeeninen muovimatto kestää kulutusta hyvin, mutta on vesihöyrytiiviydeltään esimerkiksi joustovinyyliinimattoa tiiviimpi. Vesihöyrytiivius saattaa aiheuttaa kosteuden kerääntymistä maton alle ja sen johdosta matto-

liiman ja päällysteen kemiallisen hajoamisen ja siitä aiheutua VOC-pitoisuuksien kasvua huoneilmassa. Kosteuspitoisuuden on todettu homogeenisen muovimaton alla betonirakenteessa alentuvan 2,5–5 RH-yksikköä vuodessa lähtökosteudesta riippuen. Mattovalmistaja ilmoittaa työohjeessa mitä asennustapaa käytetään, esimerkiksi tarra-liimausta vai myöhäistä märkäliimausta. (Merikallio ym. 2007, 49)

## 5 TUTKIMUS

### 5.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten rakentamisen tai remontoinnin aikana rakennusmateriaaleista jäävä kosteus vaikuttaa lattiarakenteen toimivuuteen ja käyttöikään. Testissä selvitettiin kapselointikorjausjärjestelmän sekä erityisesti tasoitteen ja päällysteliiman merkitystä kapselointikorjauksen onnistumisessa ja pitkäikäisyydessä. Tutkimukset tehtiin Ardex-sisäilmajärjestelmän tuotteilla, joista testattiin VOC-yhdisteitä sekä tasoitteen kuivumista muovimaton ja kapselointikerroksen välissä. Tällöin kosteuden ei ole mahdollista siirtyä tai haihtua sisäilmaan vaan päällysteliiman kosteus sitoutuu tasoitteeseen.

### 5.2. Laboratoriotestit

Tutkimukseen valmistettiin kaksi koekappaletta, jotka valettiin muovikaukaloihin kolme vuorokautta ennen laboratoriotestien aloittamista. Koekappaleiden rakenne tehtiin Ardex-sisäilmajärjestelmän työohjeiden mukaisesti (Liite 1). Koekappaleet vietiin 1.9.2016 Vahanen Oy:n rakennusfysiikka-yksikön laboratorioon, jossa koekappaleet rakennettiin loppuun. Koekappaleet valettiin Ardex A 38MIX -betonilla (Liite 2) ja betoni päällystettiin Ardex EP2000 -höyrynsululla (menekki 600 g/m<sup>2</sup>) (Kuva 1, Liite 3). Ardex EP2000 -höyrynsulun päälle telattiin noin 24 h kuluttua höyrynsulun asentamisesta Ardex P82 -pohjuste (kuva 2, Liite 4) ja tunnin kuluttua pohjusteen päälle tasoitettiin noin 5 mm kerros Ardex K39 -tasoitetta (Kuva 3, Liite 5). Matto asennettiin noin 24 h tasoittamisen jälkeen Ardex AF2100 -päällysteliimalla (Kuva 4, Liite 6). Matto asennettiin valmistajan ohjeiden mukaan myöhäisenä märkäliimauksena (Kuvat

5 ja 6). Päälysteliiman tuuletusaika oli noin 15 minuuttia ennen kuin matto asennettiin alustaan. Tuuletusaika vastaa asennustapana myöhäistä märkäliimausta.

Koekappaleiden rakenne ja rakennusaikataulu:

- Homogeeninen julkisten tilojen vinyylimuovimatto. Vesihöyryn läpäisyarvo  $1 \times 10^{-12}$  kg/(m<sup>2</sup> sPa). Asennettiin mattovalmistajan ohjeiden mukaisesti myöhäisellä märkäliimauksella.
- Ardex AF2100 -päälysteliima, asennus 3.8.2016 klo 11.00
- Ardex K39 -lattiatasoite (pH 8–9), kerrosvahvuus n. 5 mm, asennus 2.8.2016 klo 11.00
- Ardex P82 -pohjustusaine n.100g/m<sup>2</sup>, asennus 2.8.2016 klo 10.00
- Ardex EP2000 -höyrynsulku, kaksi telausta, menekki yhteensä n. 600g/m<sup>2</sup>, asennus 1.8.2016
- Ardex A38MIX –kuivabetoni, 40 mm, asennus 29.8.2016

Tutkimuksessa tasoitteen alapuolella oleva kerros ei päässyt vaikuttamaan tasoitteen kuivumiseen, koska tasoitteen alapuolelle oli tehty imukyvytön ja erittäin vesihöyrytiivis kerros telaamalla Ardex EP 2000 -höyrynsulku. Tasoite on päälystettävissä 5 mm kerrokseen asti 24 h kuluttua ja PVC-matto liimattiin tasoitteen päälle 24 h kuluttua tasoitetyöstä. Maton asennuksen jälkeen tasoitteesta ja päälysteliimasta tuleva kosteus ei päässyt haihtumaan päälysteen pienen vesihöyrynläpäisykyvyn johdosta. Tasoitteen on pystyttävä sitomaan sekä tasoitushetkellä jäljellä oleva kosteus, että päälysteliimasta tuleva ylimääräinen kosteus. Aikataulusta oli tehty tuotteille haastava eli tasoite päälystettiin nopeimmalla mahdollisella aikataululla. Ardex K39 -tasoite on matala-alkaalinen, pH-arvo on kuivuttuaan 8–9.

Testien tavoitteena oli osoittaa, miten Ardex K39 tasoite ja Ardex AF 2100 -päälysteliima toimivat sisäilmakorjausjärjestelmässä ja aiheuttavatko ne asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja ylittäviä VOC-päästöjä.



Kuva 1. Ardex EP2000 -höyrynsulku betonin pinnalla koekappaleessa.



Kuva 2. Ardex P82 -pohjuste telattu koekappaleen pintaan.



Kuva 3. Ardex K39 -tasoitteella tasoitettu koekappaleen pinta. Tasoitekerroksen paksuus n. 5 mm.



Kuva 4. Ardex AF2100 -päällysteliima levitettynä koekappaleen pintaan.



Kuva 5. Matto asennettiin pintaan myöhäisenä märkäliimauksena mattovalmistajan ohjeiden mukaan.



Kuva 6. Matot asennettuna koekappaleisiin.

### 5.3. Tutkimusmenetelmät

#### 5.1.1 FLEC-mittaus

VOC-emissioiden mittaamiseen löytyy monia eri menetelmiä. Tässä työssä mittaamiseen valittiin FLEC-menetelmä, jolla saadaan selville emissio ehjän lattiapäällysteen pinnasta (VOC-pintatuotto) ja arvioida vaikutusta sisäilmaan. Taulukossa 1 on vertailtu eri mittausmenetelmien käytettävyyttä vaurioiden todentamiseen. FLEC-emissiomittaus oikeasta rikkomattomasta rakenteesta antaa luotettavimman tuloksen emissioiden määrästä huoneilmassa. (Niemi & Järnström 2017, 273) FLEC-mittauksen mittausepävarmuus yhdisteestä riippuen on keskimäärin 19 % (Liite 7). FLEC-mittaukset tehtiin ISO 16 000-10 standardin mukaisesti.

Taulukko 1. Lattiarakenteen VOC-vaurioiden mittausmenetelmien soveltuvuus (Niemi & Järnström, 2017, 275 )

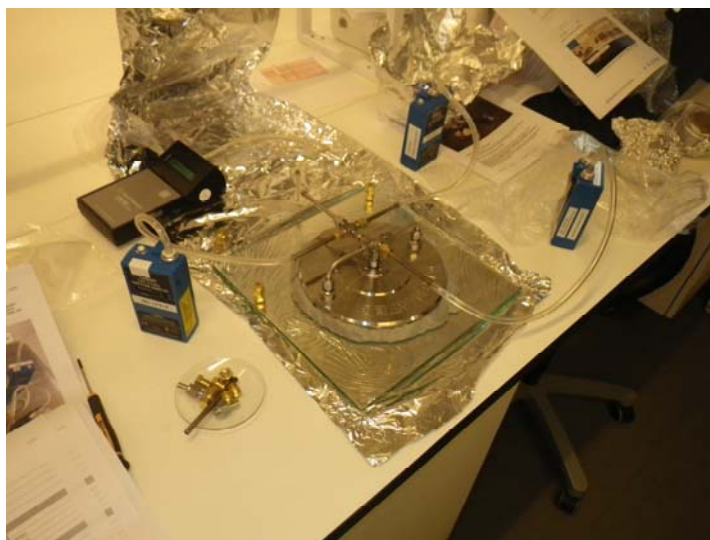
Menetelmä	FLEC-emissiomittaus	FLEC-emissiomittaus	näytepala-menetelmä "bulk"	PID-menetelmä
mittauksen periaate	tehdään oikean lattiarakenteen pinnasta	tehdään irrotetun näytteen pinnasta	rakenteesta irrotettu näyte, koostuu pinnasta ja sen alapuolisista kerroksista	VOC-pitoisuus ilmasta esim. pinnoitteen alla
tulkinta vaurioepäilystä	ok, vaikutus sisäilmaan voidaan arvioida	ei vastaa oikeaa rakennetta, suuntaa antava	suuntaa antava	suuntaa antava, hyvin epämääräinen



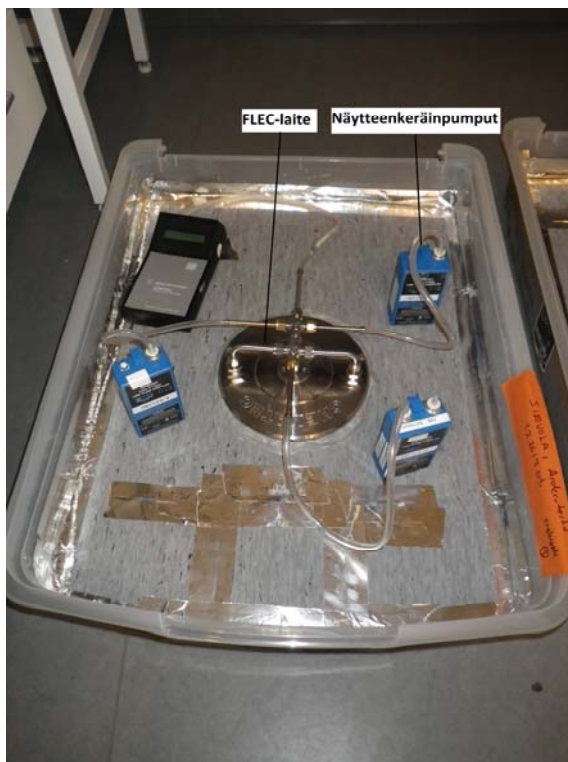
Tässä tutkimuksessa emissiot mitattiin koekappaleiden päälle liimatun muovimaton pinnalta FLEC-mittauksella. Mittaus tehtiin muovimaton pinnalta, jotta saatiin arvioitua mahdollinen vaikutus sisäilmaan. (Niemi & Järnström. 2017, 273–274)

FLEC-mittaus tehtiin Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaisesti. (Työterveyslaitos 2016) Tutkimuksissa FLEC-laite asennettiin (Kuva 7) lasilevyn päälle, jonka jälkeen laite huuhdeltiin ja tiiveys tarkastettiin. Tiiveyden tarkastuksen jälkeen FLEC-laitteeseen kiinnitettiin pumppu Tenax-putkella (Kuva 7), jonka jälkeen FLEC-laitetta tuuletettiin 30 minuuttia. Tiiveystarkastus tehtiin varmistamalla, että laitteen sisäänvirtaus oli sama kuin ulosvirtaus. Sen jälkeen FLEC-laitteella kerättiin nollanäyte lasilevyn päältä (Kuva 7). Seuraavaksi koekappaleiden näytteenottoa puhdistettiin ja laite siirrettiin koekappaleiden päälle. Tämän jälkeen laite asennettiin paikalleen (Kuva 8) ja tuuletus uusittiin. Kukin näytteenottovaihe kesti Työterveyslaitoksen ohjeen mukaisesti noin 30 minuuttia.

FLEC-mittauksen tuloksia verrattiin asumisterveysasetuksen toimenpiderajoihin (Asumisterveysasetus 2015, 4). TVOC-toimenpideraja kostuu näytteistä mitatuista pitoisuuksista. Vaikka TVOC pitoisuus jäisi alle toimenpiderajan, pitää myös kaikkien yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksien alittaa niille määrätty toimenpiderajat. Kaikille yhdisteille ei ole omaa raja-arvoa, silloin käytetään toimenpiderajana  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Asumisterveysasetus 2015, 4).



Kuva 7. FLEC-laitteen taustamittaus ja nollanäyte.



Kuva 8. Emissionäytteenotto.

### 5.1.2 Kosteusmittaukset

Kosteusmittaukseen löytyy monia menetelmiä, mutta kaikki eivät sovellu tasoitteen suhteellisen kosteuden mittaamiseen. Esimerkiksi pintakosteudenosoittimet eivät mitata suhteellista kosteutta, mikä on päällystettävyyden arvioinnin kannalta oleellista. (Merikallio ym. 2007, 82). Kosteusmittauksen epävarmuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa mittalaitteen ominaisuudet (kalibrointi, huolto, mittaussnopeus ja puhtaus), mittausmenetelmä (näytteenotto, mittaustulosten määrä ja mittausaika), ympäristö (kosteus ja lämpötila) sekä mittaja itse (mittalaitteen käsittely, mittaustulosten tulkinta, ennakoasenteet ja toiveet). (Merikallio ym. 2007, 88)

Tässä tutkimuksessa mittaukset tasoitteesta tehtiin näytepalamenetelmällä (Kuva 9) ja tasoitteen ja muovimaton välistä viiltomittauksilla (Kuva 10). Tutkimuksiin valittiin nämä menetelmät, koska niillä pystytään luotettavasti mittaamaan koekappaleista suhteellinen kosteus.

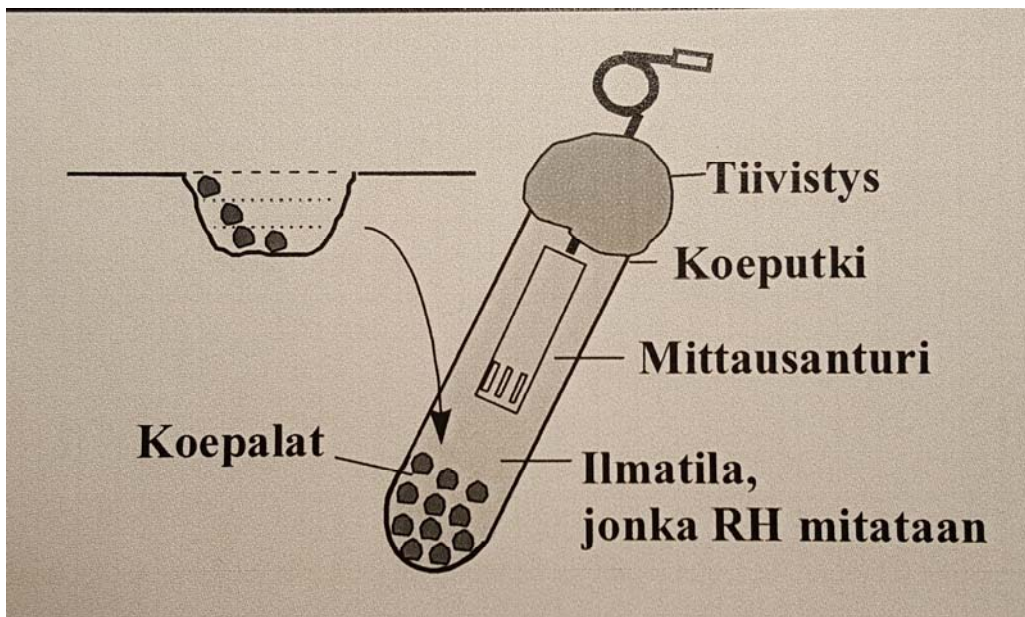
Lukulaitteena oli Vaisala HMI41 ja Lämpötila- ja kosteusmittapää HM44. Kaikki Vahanen Oy:n mittapääät oli kalibroitu kolmen kuukauden välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B-kalibrointilaitteella. Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44-mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on  $\pm 2$  % RH (0...90 % RH) ja  $\pm 3$  % RH (90...100 % RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on  $\pm 0,5$  °C.

### *Näytepalamenetelmä*

Näytepalamenetelmässä tasoitteesta otetaan palasia taltalla. Tasoitepalaset laitetaan koeputkeen, johon tiivistetään mittalaitteen pää. Putkessa olevan näytteen annetaan tasaantua kuusi tuntia, jonka jälkeen saadaan mittauksen tulokset. Tulokset kertovat tasoitteen huokosilman suhteellisen kosteuden.

Vahanen Oy:n ohjeet betonin suhteellisen kosteuden mittaamiseen (RH) näytepalamenetelmällä. (Vahanen Oy 2016)

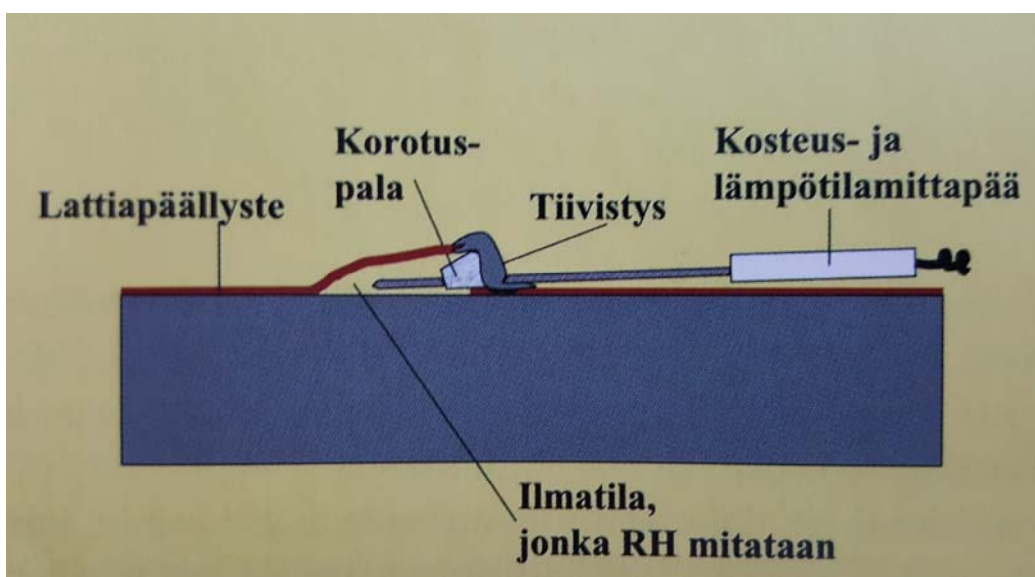
1. Rakenteesta piikataan tasoitemurusia koeputkeen. Muruset otetaan lyöntimeisellillä. Lattiapinnasta näytepalat otetaan ilman näytteenottopinnan esivalmisteluja.
2. Koeputkeen tiivistetään Vaisala Oy:n valmistama HMP44-lämpötila- ja kosteusmittapää Mal-kitillä siten, että mittapään johdon ja koeputken suun yhtymäkohta on täysin vesihöyrytiivis.
3. Putken annetaan tasaantua vakiolämmössä vähintään 6 h ennen kosteusarvojen lukemista.
4. RH ja lämpötila (T) luetaan HMP41-näyttölaitteelta ja arvot kirjataan ylös mittapään numeroineen.
5. Arvot kirjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibrointikorjauskertoimilla.



Kuva 9. (Vahanen Oy, 2016) Ohjeet Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus näy-  
tepalamenetelmällä

### *Viiltomittaus*

Viiltomittauksia käytetään kosteusvauriotutkimuksissa, koska niillä saadaan mitattua suoraan päällysteen alla oleva kosteus. Viiltomittauksessa päällysteeseen tehdään viilto ja mittapää tiivistetään päällysteen alle, jolloin saadaan kosteuslukema juuri päällysteen alta. Mittapään annetaan tasaantua vähintään 15 minuuttia.



Kuva 10. Periaatekuva viiltomittauksesta (Merikallio ym. 2007, 92)

## 6 TULOKSET

Tutkimuksissa mitattiin kahdesta koekappaleesta suhteellisen kosteuden arvoja kahden kuukauden ajan. FLEC-mittauksilla tutkittiin terveydelle haitallisten VOC-päästöjen pitoisuuksia. Taulukossa 2 on koottuna koekappaleiden aikataulu ja rakenne. FLEC-mittaukset tehtiin kahden ja kuuden kuukauden hetkillä, tutkimus kesti kuusi kuukautta.

### 6.1 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC

VOC-päästöjä mitattiin FLEC-mittauksilla ja tulokset osoittivat, että koekappaleet emittoivat VOC-yhdisteitä (Taulukko 3). Emissioiden arvoja vertailtaessa lukemat jäivät yhtä tulosta lukuun ottamatta alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen (Taulukko 4).

Taulukko 3. FLEC-mittaustulokset koekappaleista.

	2 kk		6kk	
	17.10.2016		3.2.2017	
FLEC-MITTAUSTULOKSET	Koekappale			
Emissiot	1	2	1	2
	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
Alkoholit				
Bentsyylialkoholi	-	-	3	3
1-Butanoli	5	8	5	8
2-etyyliheksanoli	2	13	7	51
2-propanoli	-	-	-	-
Alkoholi- ja fenolieetterit				
2(2-butoksietoksi)etanoli	24	69	9	45
2-butoksietanoli	2	3	3	-
tunnistamattomat alkoholieetterit	6	11	-	3
TVOC	20	40	20	60

Taulukossa 4 on vertailtu tutkimuksessa löytyneitä orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia asumisterveysasetuksen toimenpiderajoihin. 2-etyyliheksanolille on asumisterveysasetuksessa annettu toimenpiderajaksi  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Korkein pitoisuus, joka tutkimuksissa 2-etyyliheksanolille saatiin, oli  $32,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , joka ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Korkein TVOC-arvo tutkimuksissa oli koekappaleessa 2 kuuden kuukauden kohdalla otetussa näytteessä, jolloin arvoksi saatiin  $38,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , (toimenpideraja on  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Kuuden kuukauden 2-etyyliheksanolin arvo ylitti asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, kaikki muut tulokset jäivät alle toimenpiderajojen (Taulukko 4). (Asumisterveysasetus 2015, 4)

FLEC-mittaustulokset muutettiin vertailtavaan muotoon asumisterveysoppaan toimenpiderajojen kanssa sisäilman konsentraation kaavalla. (Nevander & Elmarsson. 1994).

Laskuissa on käytetty pinta-alana  $9 \text{ m}^2$ , tilavuutena (V)  $28 \text{ m}^3$  ja ilmanvaihtolukuna (n) 0,5.

$$C_{\text{sisäilma}} = \frac{G}{n * V}$$

$$C_{\text{sisäilma}} = \text{Sisäilman konsentraatio} \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right)$$

$$G = \text{Haitta - aine tuotto} \left( \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^2\text{h}} \right)$$

$$n = \text{Ilmanvaihtoluku} \left( \frac{l}{h} \right)$$

Taulukko 4. Taulukossa on muutettu emissioiden arvot samaan yksikköön asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen kanssa.

FLEC-MITTAUSTULOKSET	2 kk		6kk		Toimenpideraja
	17.10.2016		3.2.2017		
Emissiot	Koekappale				μg/m <sup>3</sup>
	1	2	1	2	
	μg/m <sup>3</sup>	μg/m <sup>3</sup>	μg/m <sup>3</sup>	μg/m <sup>3</sup>	
Alkoholit					
Bentsyylialkoholi	-	-	1,93	1,93	50
1-Butanoli	3,21	5,14	3,21	5,14	50
2-etyyliheksanoli	1,29	8,36	4,5	32,79	10
2-propanoli	-	-	-	-	
Alkoholi- ja fenolieetterit					
2(2-butoksietoksi)etanoli	15,43	44,36	5,79	28,93	50
2-butoksietanoli	1,29	1,93	1,93	-	50
tunnistamattomat alkoholieetterit	3,86	7,07	-	1,93	50
TVOC	12,86	25,71	12,86	38,57	400

## 6.2 Kosteusmittaukset

Päällysteliima nosti suhteellista kosteutta 5 mm tasoitekerroksessa noin yhden RH-yksikön. Kosteusmittaustulosten perusteella tasoitteen kuivuminen/sitoutuminen jatkui kuitenkin vielä päällysteen asentamisen jälkeen.

Koekappaleiden suhteellisen kosteuden mittaustuloksissa oli eroja. Mittaustulosten mukaan koekappaleen 2 suhteellisen kosteuden lukemat alkoivat pienentyä hitaammin kuin koekappaleessa 1 (Taulukko 7). Mahdollinen selitys tälle on se, että koekappaleessa 2 tasoitekerros on ollut koekappale 1:n kerrosta paksumpi. Noin kuukauden kohdalla tehdyissä suhteellisen kosteuden mittauksissa koekappaleen 2 suhteellisen kosteuden lukemat ovat laskeneet koekappaleen 1 lukemia matalammaksi (Taulukko 7). Koska koekappaleessa 2 on saattanut olla paksumpi kerrosvahvuus tasoitetta, siihen on sitoutunut enemmän kosteutta kuin koekappaleen 1 ohuempaan tasoitekerrokseen.

Pieni nousu suhteellisen kosteuden lukemiin tuli maton asennuksen jälkeen, mutta neljä päivää myöhemmin lukemat olivat pudonneet noin kaksi RH-yksikköä ja lopuksi kahden kuukauden jälkeen kosteuslukemaksi tuli 73,6 % RH. Taulukoissa 5 ja 6 on tasoitteen kosteus ennen ja jälkeen maton asennusta.

Taulukko 5. Tasoitteen suhteellinen kosteus ennen päällystystä. Mittaukset tehtiin näytepalamenetelmällä

NÄYTEPALAMITTAUSTULOKSET 3.8.2016 klo 10.20 -								
Koekappale	Syvyys/ra- kenne	Koeputki 1			Koeputki 2			Kes- kiarvo RH [%]
		anturin nro	t [°C]	RH [%]	anturin nro	t [°C]	RH [%]	
MP1 koekappale 1	sisäilma	41	22,9	56,9				
	pinta	H1	*	90,5	H3	*	89,4	90,0
MP2 koekappale 2	sisäilma	*	*	*				
	pinta	H2	*	92,2	H4	*	92,0	92,1

\* olosuhteet lukemien ottohetkellä

Taulukko 6. Tasoitteen suhteellinen kosteus noin vuorokausi PVC-maton asennuksen jälkeen. Mittaukset tehtiin näytepalamenetelmällä.

NÄYTEPALAMITTAUSTULOKSET 4.8.2016 klo 12.30 -								
Koekappale	Syvyys/ra- kenne	Koeputki 1			Koeputki 2			Kes- kiarvo RH [%]
		anturin nro	t [°C]	RH [%]	anturin nro	t [°C]	RH [%]	
MP1 koekappale 1	sisäilma	41	23,5	61,2				
	pinta	H1	*	91,6	H3	*	91,0	91,3
MP2 koekappale 2	sisäilma	*	*	*				
	pinta	H2	*	93,6	H4	*	93,6	93,6

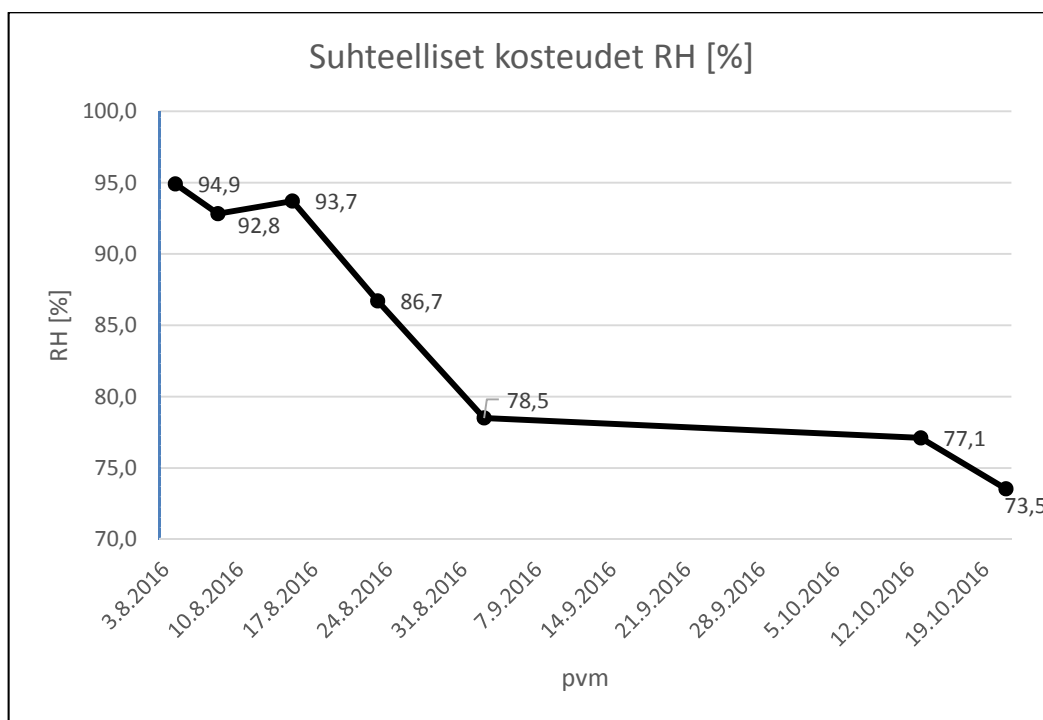
\* olosuhteet lukemien ottohetkellä



Taulukko 7. Suhteellisen kosteuden arvot kahden kuukauden ajalta. Viiltomittauksilla tehtynä.

Maton asennus	Mittauskohta	Mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	Abs [g/m <sup>3</sup> ]
3.8.2016					
4.8.2016	<i>sisäilma</i>	H30	22,8	63,5	12,9
	<b>Koekappale 1</b>	H32	22,6	94,8	19,0
	<b>Koekappale 2</b>	H30	22,9	95,0	19,4
	<b>Keskiarvo</b>		<b>22,8</b>	<b>94,9</b>	<b>19,2</b>
8.8.2016	<i>sisäilma</i>	H30	21,8	65,8	12,6
	<b>Koekappale 1</b>	H32	22,0	92,2	17,9
	<b>Koekappale 2</b>	H10	21,9	93,4	18,0
	<b>Keskiarvo</b>		<b>22,0</b>	<b>92,8</b>	<b>18,0</b>
15.8.2016	<i>sisäilma</i>	H32	21,2	57,0	10,4
	<b>Koekappale 1</b>	H33	21,4	97,5	18,2
	<b>Koekappale 2</b>	H30	21,2	89,9	16,7
	<b>Keskiarvo</b>		<b>21,3</b>	<b>93,7</b>	<b>17,5</b>
23.8.2016	<i>sisäilma</i>	H16	21,4	62,4	11,7
	<b>Koekappale 1</b>	H15	21,3	83,1	15,4
		H14	21,3	86,8	16,1
		H13	21,3	87,8	16,4
	<b>Koekappale 2</b>	H16	21,6	89,1	16,9
		<b>Keskiarvo</b>		<b>21,4</b>	<b>86,7</b>
2.9.2016	<i>sisäilma</i>	H1	21,0	59,5	10,9
	<b>Koekappale 1</b>	H4	21,0	79,0	14,5
		H2	20,9	79,9	14,5
	<b>Koekappale 2</b>	H3	21,1	76,6	14,1
<b>Keskiarvo</b>		<b>21,0</b>	<b>78,5</b>	<b>14,4</b>	
13.10.2016	<i>sisäilma</i>	H1	21,0	59,5	10,9
	<b>Koekappale 1</b>	H1	21,9	77,1	14,9
	<b>Koekappale 2 *</b>	H1	22,0	82,5	16,0
	<b>Keskiarvo</b>		<b>21,9</b>	<b>77,1</b>	<b>14,9</b>
21.10.2016	<i>sisäilma</i>	H23	22,7	21,7	4,4
	<b>Koekappale 1</b>	H22	22,2	74,2	14,6
		H21	22,3	73,2	14,4
	<b>Koekappale 2</b>	H22	22,3	73,2	14,4
	<b>Keskiarvo</b>		<b>22,3</b>	<b>73,5</b>	<b>14,5</b>

\*Hylätty, mittausvirhe



Kuva 11. Suhteellisen kosteuden arvot kahden kuukauden ajalta, maton asennuksen jälkeen.

## 7 TULOSTEN TARKASTELU

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää voidaanko kapselointikorjauksen tasoitevalinnalla vaikuttaa rakenteen toimivuuteen ja estää päällyste- ja pinnoitevaurioiden syntyminen. Tutkimukset kestivät kuusi kuukautta. Emissioita mitattiin FLEC-mittauksilla koekappaleiden pinnalta. Mittaukset tehtiin kahden ja kuuden kuukauden hetkillä. Suhteellisen kosteuden arvoja seurattiin päällysteen asennuksesta kahden kuukauden ajan koepalamenetelmällä ja viiltomittauksilla.

## 7.1 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC

VOC-yhdisteitä tutkittiin tässä työssä FLEC-mittauksilla. VOC-yhdisteiden pitoisuudet jäivät koekappaleessa 1 alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen, eivätkä näin ollen aiheuta lisätutkimuksia tai korjaustoimenpiteitä. Koekappaleen 2 2-etyyliheksanolin arvo nousi yli sille säädetyn toimenpideraja-arvon yhdessä mittauksessa. Yli 5 mm kerrosvahvuudessa tasoite on päällystettävissä 2 vuorokauden kuluttua ja pinnoitus olisi siinä tapauksessa tehty liian aikaisin, mikä voisi selittää kohonneen 2-etyyliheksanolin arvon. Koekappaleiden pitoisuuksia ja arvoja seurattiin kuuden kuukauden ajan. FLEC-mittausten tulokset kasvoivat kahden kuukauden mittauksista loppumittauksiin kuuden kuukauden hetkelle. Tutkimuksen aikana ei selvinnyt olivatko lukemat näytteenottohetkellä huipussaan, jatkaisivatko pitoisuudet mahdollisesti nousua tai alkaisivatko ne laskea.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n tutkimuksista on löydettävissä vertailuarvoja TVOC-pitoisuuksille. VTT:n tutkimukset on tehty 12 kuukauden ikäiselle rakenteelle, jossa normaaliarvo TVOC:lle on  $<150 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  ja poikkeava pitoisuus on  $>200 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  (Keinänen 2016, 34). Tässä tutkimuksessa FLEC-mittauksissa suurin arvo TVOC:lle saatiin kuuden kuukauden mittaustuloksissa koekappaleesta 2,  $60 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ . Arvo on alle VTT:n määrittämän normaalipitoisuuden, mutta tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia, koska tämä tutkimus kesti kuusi kuukautta ja VTT:n arvot ovat 12 kuukauden hetkeltä olevia arvoja. Tutkimusta on mahdollista jatkaa ja tutkia pitoisuudet myös 12 kuukauden hetkellä, jolloin TVOC-arvot olisivat vertailukelpoisia VTT:n tutkimuksessa saatujen arvojen kanssa. Tämä tutkimus ei vielä selvittänyt milloin TVOC-arvot ovat suurimmillaan.

## 7.2 Kosteusmittaukset

Suhteellisen kosteuden mittaustuloksista voidaan huomata, että kosteusarvo nousee maton asennuksen jälkeen. Tasoitteen suhteellinen kosteus nousi molemmissa koekappaleissa yhden RH-yksikön heti maton asennuksen jälkeen. Maton asennuksen jälkeen tasoite ei pääse enää kuivumaan haihduttamalla vaan tasoite sitoo kosteuden itseensä, mikä johtuu tasoitteen alla olevasta Ardex EP2000 -höyrinsulusta ja päällä olevasta PVC-muovimatosta. Tässä tutkimuksessa tasoitteeseen on sekoitettu valmistajan ohjeistama vesimäärä. Oikean vesimäärän käyttö on tärkeää, koska tasoitteen ei ole mahdollista sitoa itseensä sekä ylimääräistä vettä, että päällysteliimasta tulevaa kosteutta. Muissa tutkimuksissa betonista on mitattu PVC-maton alta yhden vuoden aikana suhteellisen kosteuden alenemista 2,5–5 RH-yksikköä. (Merikallio ym. 2007. 49) Ardex K39 -tasoitteessa kuivumista tapahtui kahdessa kuukaudessa 21 RH-yksikköä. Kuukauden kuluessa suhteellisen kosteuden lukema oli pienentynyt arvoon 78,5 % RH, kun lähtötilanne maton asennuksen jälkeen oli 94,9 % RH. Tämä osoittaa, että betonirakenteessa muovimaton vesihöyrynläpäisyarvosta riippuen kosteus vähenee korkeintaan viisi RH-yksikköä, mutta tasoitteessa kosteus sitoutuu tasoitekerrokseen, jolloin suhteellisen kosteuden arvot pienenevät. Kosteusmittausten lukemissa oli piikki koekappaleessa 1, 15.8.2016 mitatussa arvossa. Suhteellisen kosteuden arvo oli noussut viikon aikana 5,3 RH-yksikköä. Maton asennuksesta noin kolmen viikon ajan PVC-maton alla oli suhteellinen kosteus yli 85 %, mitä pidetään muovimaton ja mattoliiman kosteusvaurioitumisen raja-arvona. Kosteusvaurioitumiseen vaikuttavat kosteuden lisäksi aika ja alustan emäksisyys. Tässä tutkimuksessa ei löytynyt selitystä sille, miksi arvo oli noussut.

Kahden kuukauden aikana suhteellisen kosteuden arvo pienenee 94,9 % RH:sta arvoon 73,5 % RH. Koekappaleessa 2 on saattanut olla tasoitetta paksumpi kerros ja tämän vuoksi suhteellisen kosteuden lukemat ovat olleet alussa koekappale 1 verrattuna korkeammat. Koekappaleiden välinen ero muuttui mittausten jatkuessa ja yhden kuukauden mittauksissa koekappaleen 2 suhteellinen kosteus oli laskenut alemmaksi kuin koekappaleen 1, jossa oli lähtötilanteessa ollut alemmat suhteellisen kosteuden arvot. Tasoitteen kerrosvahvuudella pystytään vaikuttamaan tasoitteen kosteudensitomiskykyyn, mikä ohjaa epäilemään koekappaleen 2 tasoitekerroksen vahvuutta. Ardex K39 -tasoitteen päällystettävyyys yli 5 mm kerrosvahvuudessa on kaksi vuorokautta, joten mikäli koekappaleessa 2 on ollut tasoitetta enemmän kuin 5 mm, on maton asennus

tehty aikaisemmin kuin valmistajan ohjeissa. Korkeampi kosteus koekappaleessa 2 on saattanut aiheuttaa VOC-yhdisteitä päällysteliimasta. Päällysteliiman herkkyyttä kosteudelle päällystyshetkellä ei tutkittu. Rakennustyömaalla tasoitettaessa 5–10 mm kerroksia, nopeamman kuivumisen voi varmistaa käyttämällä Ardex K14 tasoitetta (Liite 9), joka on päällystettävissä jo vuorokauden kuluttua tasoituksesta. Tutkimuksessa halettiin käyttää hieman hitaampaa Ardex K39 -tasoitetta, jotta tutkimusasetelmasta saatiin vaativampi.

Tulosten perusteella on oletettavissa, että paksummassa tasoitekerroksessa kosteuden nousu jäisi pienemmäksi ja ohuemmassa vaikutus olisi suurempi. Tasoite ei pystyisi sitomaan samaa määrää kosteutta, jos kerrosvahvuus on ohuempi kuin kokeessa käytetty 5 mm, ja vastaavasti paksumpi tasoitekerros pystyisi sitomaan enemmän kosteutta. Valmistajan ilmoittama minimikerrosvahvuus tiiviillä alustalla tasoitteelle on 2 mm (Ardex tuoteluettelo 2017/1. 41-42). Tutkimuksissa käytetty tasoite on päällystettävissä yli 5 mm kerroksissa kahden vuorokauden kuluttua.

Ardex tasoitteissa on ardurapid-ominaisuus, jolla tarkoitetaan nopeaa kuivumista ja veden sitoutumista sementtituotteeseen. Ardex K39-lattiatasoitteessa ei ole tehokkain ardurapid-ominaisuus, koska kuivuminen ja sitoutuminen riippuu jonkin verran tasoitteen kerrosvahvuudesta. Tuotteissa, joissa on täysi ardurapid-ominaisuus, kerrosvahvuus ei vaikuta sitoutumisaikaan.

Tämä tutkimus nosti esiin muutamia jatkotutkimusaiheita. Tasoitteesta pitäisi selvittää, miten nopeasti tuotteen pH-luku laskee matala-alkaliseksi ja sitä miten kerrosvahvuus vaikuttaa tasoitteen kykyyn sitoa kosteutta. Jatkotutkimuksen tuloksista voisi saada suunnitteluasiakirjoihin ohjeistuksen, joilla ohjeistettaisiin tasoitteelle minimikerrosvahvuus. Minimikerrosvahvuudella voitaisiin varmistua siitä, että päällysteliiman kosteus ei aiheuta VOC-päästöjä ja varmistaa päällystysajankohta jolloin tasoitteen pH-luku on laskenut alle 11 (Keinänen 2013, 19). Jatkotutkimuksia suunnitellaan Vahanen Oy:n ja Ardex Oy:n toimesta. Tarkoituksena on selvittää VOC-arvojen mahdollisia muutoksia.

## 8 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, että voidaanko kapselointikorjauksen tasoitevalinnalla vaikuttaa rakenteen toimivuuteen ja estää päällyste- ja pinnoitevaurioiden syntyminen. Valittu pintarakennejärjestelmä asennettiin tuotteiden nopeimmalla mahdollisella asennusaikataululla. Tutkimukset kestivät kuusi kuukautta. Emissioita mitattiin FLEC-mittauksilla koekappaleiden pinnalta. Mittaukset tehtiin kahden ja kuuden kuukauden hetkillä. Suhteellisen kosteuden arvoja seurattiin päällysteen asennuksesta kahden kuukauden ajan näytepala- ja viiltokosteusmittausmenetelmillä.

FLEC-mittauksissa VOC-arvot jäivät pääosin alle asumisterveysasetuksen raja-arvojen. TVOC-arvot eivät ylittäneet asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja. Sisäilmatutkimuksia tehtäessä on erittäin tärkeää valita oikeat tutkimustavat. Korjaustarvetta arvioitaessa FLEC-menetelmällä saadaan rakenteen korjaustarpeesta tarkempi kuva kuin koepalasta laboratoriossa, sillä koepalan pitoisuuksissa saattaa olla 10-kertainen ero FLEC-menetelmään. (Niemi & Järnström 2017, 273, 274) Koekappaleista löytyi 2-etyyliheksanolia ja koekappaleessa 2 nämä pitoisuudet olivat hieman suuremmat kuin koekappaleessa 1. Ero saattaa johtua esimerkiksi suuremmasta tasoitekerroksesta koekappaleessa 2. Koekappaleessa 2 on mahdollisesti ylitetty 5 mm kerrosvahvuus ja valmistajan ohjeiden mukaan tällöin päällystys voidaan tehdä kahden vuorokauden kuluttua. Liimatuotteissa saattaa 2-etyyliheksanolipitoisuudet olla korkeat jo ennen maton asentamista. (Niemi & Järnström 2017, 274) 2-etyyliheksanolin määrän muutosta olisi seurattava pidempään, jotta saataisiin tietoa siitä, että nousevatko vai laskevatko 2-etyyliheksanolin ja koekappaleen 2 TVOC-pitoisuudet. Koekappaleen 1 kohdalla lattiarakenteessa ei voida todeta tapahtuneen vauriota, koska rakennekosteus ei ollut tutkimuksen päättyessä koholla eivätkä emissiot olleet yli viitearvojen. (Järnström 2016, 19) Tutkimuksen tuloksista vahvistui, että valmistajan päällystysajankohdista ei voida alittaa ja Ardex K39-tasoitteen kohdalla rajatapauksissa tasoite pitäisi päällystää aikaisintaan kahden vuorokauden kuluttua, jos epäilee 5 mm kerrosvahvuuden tasoitteessa ylittyneen.

Suhteellisen kosteuden tuloksista havaittiin, että tasoite pystyy sitomaan päällysteliimasta tulevan kosteuden. Lähtötilanteessa koekappaleiden suhteellisen kosteuden arvot ovat 94,8 % RH ja 95 % RH ja kahden kuukauden kohdalla lukemat ovat 73,2 %

RH ja 74,2 % RH. Tasoite on ollut PVC-maton ja Ardex EP2000 -hyörynsulun välissä ja näin tasoitteen kosteus ei ole päässyt haihtumaan, vaan se on sitoutunut lattiatasoitteen. Tämä osoittaa tasoitteen toimineen suunnitellulla tavalla. Tasoitteen toimivuuden kannalta on tärkeää, että tasoitteeseen sekoitetaan valmistajan ohjeistama vesimäärä.

Tässä tutkimuksessa huomattiin, että tasoitteen ominaisuuksilla on kapselointikorjauksissa suuri merkitys.

## 9 JATKOTUTKIMUKSET

Opinnäytetyö perustuu yhteen pintarakennejärjestelmään kapselointikorjauksessa. Lisäselvitystarpeita tarvitaan seuraavilta osa-alueilta:

- \* Mikä on matala-alkalisuuden todellinen raja-arvo ja kuinka nopeasti se saavutetaan eri tasoitteilla.
- \* Miten herkästi päällysteliimat reagoivat alkaaliseen kosteuteen asennushetkellä.
- \* Miten hallitaan työmaan asennusolosuhteita niin, että toteutus vastaa suunnitelmia.

## LÄHTEET

Ardex-märkätilakoulutus 2017.

Ardex-sisäilmakorjausten työtekniikat -koulutus 2017.

Ardex-tuoteluettelo 2017/1. Julkaisu on saatavana internetistä: <http://www.ardex.fi>

Asumisterveysasetus 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. Julkaisu on saatavana internetistä: <http://finlex.fi/>

ISO 16 000-10. 2006. Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing -- Emission test cell method.

Järnström H, (toim.). 2016. muovimattopinnoitteen betonilattian emissiot. Viitattu 16.5.2017. <http://betoni.com/wp-content/uploads/2016/11/3.-Muovimattopinnoitteen-betonilattian-emissiot-Helena-J%C3%A4rnstr%C3%B6m-VTT-Expert-Services-Oy.pdf>

Keinänen H. (toim.). 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointi. Opinnäytetyö. Rakennusterveys. Julkaisu on saatavana internetistä: <http://www.hometalkoot.fi/>

Lappi S. (toim.). 2013. Uudempien PVC-lattiapäällysteiden vaurioituminen kosteusrasituksen johdosta. Opinnäytetyö. Rakennusterveys. Julkaisu on saatavana internetistä: <https://www.uef.fi/>

Merikallio T, Niemi S, Komonen J. (toim.). 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Suomen Betonitieto Oy. Lattia- ja seinäpäällysteliitto ry. 97 s. ISBN 978-952-5075-88-5.

Nevander L-E, Elmarsson B. 1994. Fukthandbok, Praktik och teori.

Niemi S, Järnström H. (toim.). Miksi lattiapinnoiteongelmat ovat edelleen ajankohtaisia, vaikka työmaiden kosteudenhallinta on parantunut ja materiaaliemissiot pienentyneet. s. 271–276, Sisäilmastoseminaari 2017.



Pitkäranta M. (toim.). 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöopas 2016. Ympäristöministeriö. 238 s. ISBN 978-952-11-4626-8 (PDF). Julkaisu on saatavana internetistä: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/>

RT 14-10675. Betonin suhteellisen kosteuden mittaust. 1998.

RT 18-11244. Haitta-ainetutkimus. Tilaajanohje. 2016.

RT 18-11245. Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet. 2016

Siikanen U. (toim.). 2009. Rakennusaineoppi. Rakennustieto Oy. 328 s. ISBN 978-951-682-942-8.

Työterveyslaitos. 2016. VOC-näytteenotto FLEC-laitteella. Julkaisu on saatavana internetistä: <http://www.ttl.fi/>



## 8.4 DIFFUUSIOKOSTEUDEN SULKU KUIVAN SISÄTILAN LATTIASSA

Yleistä	<p>Tiiviyteen vaikuttavat korjaukset tulee aina suunnitella kokonaisuus huomioiden. Tiivistämisen vaikutukset rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan arvioidaan aina kohdekohtaisesti suunnittelijan toimesta.</p> <p>Kuivissa sisätilan lattioissa, joiden alta nousee diffuusiokosteutta, estetään kosteuden vaikutus pintamateriaaliin höyrönsululla. Ohjetta käytetään niissä tapauksissa kun lattiarakenteen kuivattaminen pysyvästi diffuusiokosteuden takia ei ole mahdollista. Höyrönsulkua voidaan käyttää kosteuden hallinnan lisäksi myös rakenteiden sisältämien haitta-aineiden hallinnassa. Lattiabetonin pinnan pitää olla karhea, luja, kiinteä ja puhdas tartuntaa heikentävistä aineista. Sementtiliimakerros poistetaan. Seuratkaa tämän selosteen lisäksi materiaalivalmistajan tuote-esitteitä.</p>
Höyrönsulku	<p>Höyrönsulkuna käytetään ARDEX EP 2000 -höyrönsulkua tuoteselosteen ohjeiden mukaisesti. Viimeiseen tuoreeseen käsittelykerrokseen sirotellaan hiekka (0,4–0,8 mm) peittävään kerrokseen jatkotartunnaksi reunatiivistykselle ja lattian tasoitukselle. Vaihtoehtoisesti epoksin kovetuttua voidaan tehdä pohjustus ARDEX P 82 -pohjustusaineella.</p>
Lattiapinnan tasoitus	<p>Lattiatasoitteena käytetään matala-alkalisia ARDEX K 14, ARDEX K 39 tai ARDEX K 75 -tasoitteita. Minimikerrosvahuutena tasoituksissa käytetään ARDEX K 14 -tasoitteella 1,5 mm, ARDEX K 39 -tasoitteella 2 mm ja ARDEX K 75 -tasoitteella 3 mm. Tällöin saavutetaan tasaisesti imukykyinen alusta pintamateriaalin kiinnittymiselle.</p>
Päällyste-asennus	<p>PVC-päällysteiden, joustovinyylien, kvartsivinyyliattojen ja kumipäällysteen (paksuus &lt;2,5 mm) kiinnitys tehdään ARDEX Premium AF 2100 -päällysteliimalla.</p> <p>Tekstiilipäällysteiden ja linoleumin kiinnitys tehdään ARDEX Premium AF 270 -päällysteliimalla.</p> <p>Alustaan liimattavan parketin asennus tehdään ARDEX AF 480 MS -SMP polymeeri parkettiliimalla (EC 1 R -luokiteltu).</p> <p>ARDEX-tuotteiden oikean asennuksen varmistamiseksi ARDEX'n tekninen tuki antaa käyttöönopastusta kohteissa ja järjestää sisäilmakorjausten työtekniikat -kurseja.</p>



VARMALLA POHJALLA

# ARDEX A 38 MIX

## 4 tunnin kuivabetoni – myös ulkotiloihin



Voidaan tehdä uivana tai kiinnivaluna

4 tunnin kuluttua vedeneristettävissä ARDEX 8+9 -vedeneristeellä tai päällystettävissä keraamisilla laatoilla myös uivana valuna

2 päivän kuluttua päällystettävissä muovipäällysteellä tai parketilla

Mitoituskontrolloitu sideainemenetelmä =

Lähes jännitteetön ja kutistumaton kovettuminen ja kuivuminen

Täyttää DIN 18560 ja EN 13813 (lujuusluokka CT-C35-F5) vaatimukset

Työaika 60 minuuttia

Betonilattiat puristuslujuudella 45 N/mm<sup>2</sup>

Lisätietoja tuotteesta



Tutustu ARDEX-Työohjepankin  
lattiavaluohjeisiin



ARDEX OY

PL 53

02601 ESPOO

puhelin: 09 6869 140

Telefax: 09 6869 1433

E-mail: [ardex@ardex.fi](mailto:ardex@ardex.fi)

Internet: [www.ardex.fi](http://www.ardex.fi)

# ARDEX A 38 MIX

## 4 tunnin kuivabetoni – myös ulkotiloihin

### Käyttöalue

Ulko- ja sisätiloissa.

Nopeasti kovettuvan ja päällystettävän betonin tekemiseen

- kiinnivaluna
- uivana valuna.

Voidaan päällystää:

- keraamisilla laatoilla
- luonnonkivi- ja betonilaatoilla
- muovi- ja tekstiilipäällysteillä
- parketilla.

4 tunnin kuluttua vedeneristettävissä ARDEX 8+9 -vedeneristeellä ja päällystettävissä keraamisilla, luonnonkivi- ja betonilaatoilla.

2 päivän kuluttua päällystettävissä muovipäällysteillä ja parketilla.

2 päivän kuluttua vedeneristettävissä ARDEX S 1-K -vedeneristeellä.

### Alustan esikäsitely

Kiinnivaluissa betonin pitää olla puhdas, luja, karhea ja riittävän kantokykyinen.

### Työskentely

Sekoitus tehdään tarkoitukseen soveltuvalla laitteistolla.

Seossuhde on:

ARDEX A 38 MIX	25 kg
Vesi	2,0 l

Betonimassaan ei voida sekoittaa muita sementtejä tai lisäaineita.

Työaika on n. 1 tunti. Sekoitus, levitys, tasoitus ja pinnan hierto tehdään tämän ajan puitteissa. Betonimassa on itsestävyyvä. Valualueet rajataan niin, että alue ehditään tekemään työajan puitteissa. Korkeat lämpötilat lyhentävät ja matalat lämpötilat pidentävät työaika.

Liitynnät muihin valuihin ankkuroidaan harjateräksin. Valussa huomioidaan mahdolliset työ- ja liikuntasaumamat kuten normaalisti betonivaluissa.

Suurin kenttäkoko voi olla 36 m<sup>2</sup> ja pisin kentän sivu 6 m ilman liikuntasauvoja. Pituus ei saa olla 2 kertaa leveyttä suurempi ilman liikuntasauvoja.

Kiinnivaluissa sekoitetaan ARDEX A 38 MIX -kuivabetoni (25 kg) veteen 1:1 (1,75 l + 1,75 kg) sekoitetun ARDEX E 100 -lisäaineen kanssa. Tartuntaseos harjataan betonin huokosiin. Varsinainen valu tehdään märkään tartuntakerrokseen.

Sisätiloissa, kun betoniin ei kohdistu kosteusrasitusta, voidaan tartuntaseokseen käyttää ARDEX E 100 -lisäaineen sijaan ARDEX P 51 -pohjustusainetta.

Ei voida käyttää alle 5 °C lämpötiloissa.

Epävarmoissa tilanteissa suosittelemme koetyön tekemistä.

### Lattialämmitysrakenteet

ARDEX A 38 MIX -kuivabetoni soveltuu lattialämmitysrakenteisiin.

Lattialämmitysrakenteissa betonin pintalämpötila ei saa laskea alle 15 °C päällystettä asennettaessa.

### Päällystys

ARDEX A 38 MIX -betonivalu voidaan laatoittaa keraamisilla laatoilla jo 4 tunnin kuluttua. Mutta koska betoni ei ole saavuttanut vielä täyttä lujuutta 4 tunnin kuluttua, ei rakenteen päällä voida varastoida raskaita koneita, laivoja tai muuta vastaavaa.

Tiiviit päällysteet voidaan asentaa 2 päivän kuluttua. Ennen päällysteen asentamista tehdään kosteuden mittausta suhteellisen kosteuden mittarilla voimassa olevan RT-ohjekortin mukaan.

Luvatut päällystettävyyssajat saavutetaan jos vesi/sementti -suhde on n. 0,44 ja kun lämpötila on työn ja kuivumisen aikana  $\geq 10$  °C ja kun ilman suhteellinen kosteus kohteessa on  $\leq 70$  %.

### Huomaa

Uivana valuna on vähimmäispaksuus kovilla alustoilla 35 mm ja lämmöneristeen päällä 40 mm – ulkotiloissa kuitenkin aina vähintään 50 mm. Kiinnivaluna on vähimmäisvahvuus 20 mm. Uivana valuna kerrospaksuutta nostetaan tarvittaessa päällysteestä ja rasituksesta riippuen.

Ulkotiloissa raudoituksen alla vähimmäisvahvuus on 20 mm.

### Tärkeää

Sisältää sementtiä. Vaikuttaa alkalisesti. Tämän vuoksi iho ja silmät suojataan. Aine huuhdotaan iholta huolellisesti. Aineen joutuessa silmiin ottakaa yhteys lääkäriin.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maa-kohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

### Tekniset tiedot

#### ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

**Sekoitussuhde:** 2,0 l vettä : 25 kg jauhetta

**Tuorepaino:** 2,0 kg/l

**Jauhekulutus:** n. 20 kg jauhetta/m<sup>2</sup>/cm

**Työaika:** n. 60 minuuttia (20 °C)

**Kävelykelppoinen:** n. 2–3 tuntia (20 °C)

**Puristuslujuus:** 1 päivän kuluttua n. 25 N/mm<sup>2</sup>

7 päivän kuluttua n. 40 N/mm<sup>2</sup>

28 päivän kuluttua n. 45 N/mm<sup>2</sup>

#### Taivutusvetolujuus:

1 päivän kuluttua n. 4,0 N/mm<sup>2</sup>

7 päivän kuluttua n. 4,5 N/mm<sup>2</sup>

28 päivän kuluttua n. 5,5 N/mm<sup>2</sup>

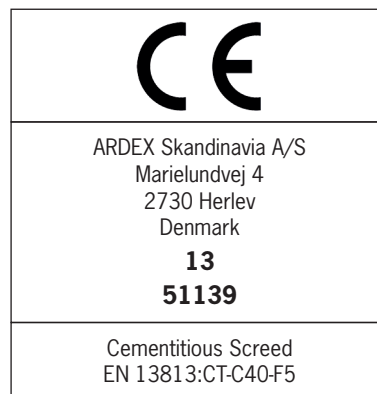
**Korroosio:** ei vaikuta teräksen korroosioon

**Pakkaus:** säkki 25 kg netto

**Varastointi:** n. 12 kk kuivassa tilassa avaamattomassa alkuperäispakkauksessa.

### Takuu

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamiamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.





VARMALLA POHJALLA

---

# ARDEX EP 2000

## Höyrynsulku/tartuntasilta

---

Höyrynsulku nousevaa kosteutta vastaan

Halkeaman korjaus ja injektointi

Liuotteeton

Kemikaalinkestävä



---

Lisätietoja tuotteesta



Tutustu ARDEX-Työohjepankin  
sisäilma- ja radonkorjausohjeisiin



ARDEX OY  
PL 53  
02601 ESPOO  
puhelin: 09 6869 140  
Telefax: 09 6869 1433  
E-mail: [ardex@ardex.fi](mailto:ardex@ardex.fi)  
Internet: [www.ardex.fi](http://www.ardex.fi)

## Käyttöalue

Betonin alta tai betonista tulevan kosteuden sulkeminen. Betonin pohjustus tai pinnan vahvistaminen. Halkeamien korjaus ja injektointi betonirakenteissa.

Ulko- ja sisätiloissa vaakasuorilla pinnoilla.

## Sekoitus

Peruspasta ja kovettaja sekoitetaan pakkausten mukaisessa suhteessa. Kovettaja-B sekoitetaan hartsiosa-A:n kanssa niin, että kansiosaan puhkaistaan useampia reikiä kumisuojan läpi, jolloin kovettaja valuu hartsin sekaan. Kansiosan annetaan valua tyhjäksi. Tämän jälkeen kansiosa poistetaan ja komponentit sekoitetaan hyvin keskenään tarkoitukseen soveltuvalla vispilällä.

## Työskentely

Tuotteen levittämiseen paras työkalu on lyhytkarvainen tela. ARDEX EP 2000 voidaan levittää myös siveltimellä.

Sekoituksen jälkeen työskentelyaika on n. 30 min. 18–20 °C lämpötilassa. Alhaisemmat lämpötilat pidentävät työskentelyaikaa ja korkeammat lämpötilat lyhentävät.

ARDEX EP 2000 voidaan käyttää yli 5 °C lämpötiloissa.

## Rakenne- ja kapillaarisen kosteuden nousun estäminen betonipinnoilla

Ennen levitystä betonirakenteen kosteus saa olla korkeintaan 95 % RH ja betonin vetolujuuden pitää olla väh. 1,5 MPa. Höyrynsulkukäsittely tehdään puhtaaseen betonipintaan.

ARDEX EP 2000 levitetään kahteen kertaan ristikkäin niin, että menekki on yhteensä n. 600 g/m<sup>2</sup>. Toinen telaukerta voidaan tehdä n. 6 tunnin kuluttua ensimmäisestä, mutta kuitenkin niin, että se tehdään viimeistään 48 h kuluessa. Toisella telauksella varmistetaan, ettei höyrysulkuun jää huokosia tai reikiä.

## Tartunta tasoitteelle

Jotta saataisiin tartuntapinta kiinnityslaastille tai tasoitteelle, sirotellaan välittömästi toisen telaukserran jälkeen kvartsihiekkää (0,4–0,8 mm) kauttaaltaan peittävästi epoksikerroksen päälle. Ylimääräinen hiekka imuroidaan ennen tasoitusta. Tasoite voidaan levittää aikaisintaan 6 h toisen telaukserran jälkeen.

Vaihtoehtoisesti voidaan välittömästi epoksin kovetuttua tehdä pohjustus ARDEX P 82 -pohjustusaineella.

Ylitasoitus pitää tehdä viimeistään 48 tunnin kuluttua, jos tartunta on tehty ARDEX P 82 -pohjustusaineella.

## Puutteellinen hiekkakarhennus

Jos epäkohta huomataan heti epoksin kovetuttua, vaillinaisen hiekkasirottelun alueelle levitetään ARDEX P 82 -pohjustusaine.

Jos epäkohta huomataan vasta 24 h kuluttua epoksin levityksestä tai myöhemmin, vaillinaisen hiekkasirottelun alue hiotaan, pyyhitään kuumalla vedellä, kuivataan ja ARDEX P 82 -pohjustusaine levitetään kyseiselle alueelle. Epoksia hiotaan pinnasta vain juuri sen verran, että pintakiilto häviää, muutoin epoksin ominaisuudet haitta-aineita ja kosteutta vastaan heikkenevät.

## Alustan pohjustus ja vahvistus

Betonin pitää olla huokoinen, pintakuiva (korkeintaan 95 % RH) ja kantokykyinen.

ARDEX EP 2000 -epoksia levitetään runsaasti lattialle. Yleensä yksi levitys riittää. Erityisen huokoisilla alustoilla voi ylimääräinen levityskerta olla tarpeen ensimmäisen levityksen kuivuttua. Epoksin tunkeutuminen ja kulutus riippuu betonin laadusta ja imukykyä.

Jotta varmistaudutaan epoksin tunkeutuvuudesta alustaan, on syytä varautua koalueen tekemiseen.

## Halkeamien täyttö betonilatioissa

ARDEX EP 2000 -epoksia voidaan käyttää halkeamien ja työsaumojen injektointiin betonilatioissa. Alustan pitää olla luja, kantokykyinen ja puhdas tartuntaa heikentävistä aineista.

Paineellisesti injektoidessa porataan halkeamaan 10 cm:n välein 12 mm:n poralla reikiä 2/3 -syvyyteen betonin paksuudesta.

Vaihtoehtoisesti voidaan halkeama avata esim. kulmahiomakoneella ja tarvittaessa asentaa poikkisuuntaan halkeaman kanssa harjateräksiä. Halkeamat, porareiät ja vastaavat puhdistetaan imuroimalla tai puhaltamalla ennen epoksointia.

ARDEX EP 2000 -epoksissa on hyvin alhainen viskositeetti, joten epoksilla, jota ei ole jatkettuna täyteaineella, voidaan täyttää hyvin kapeita halkeamia. Yleensä epoksia käytetään kuitenkin jatkettuna kvartsihiekkalla, Portland-sementillä, sementtipohjaisella tasoitejauheella tai kiinnityslaastijauheella.

5 mm pienempiin halkeamiin suosittelemme seuraavaa seossuhdetta:

1 osa ARDEX EP 2000

1½ osaa täyteainetta

Suuremmissa täytöissä voidaan täyteaineen osuutta lisätä.

Tuoreeseen epoksiin sirotellaan hienoa kvartsihiekkää jatko-tartunnan varmistamiseksi.

Epäselvissä tapauksissa tehdään koelevitys.

## Huomatkaa

ARDEX EP 2000 käytetään heti sekoittamisen jälkeen. Huomioika epoksin voimakas itsestäänlämpiävyys. Reaktio on sitä voimakkaampi mitä enemmän ainetta on jäänyt purkkiin ja mitä korkeampi ilman lämpötila on. **Älkää jättäkö osittain käytettyä astiaa syttyvien materiaalien läheisyyteen.**

## Tärkeää

Haitallista hengitettynä, ihokosketuksena ja roiskeina silmiin. Saattaa aiheuttaa ärsytystä ja herkistymistä. Sekoitettaessa on käytettävä suojalaseja ja suojakäsineitä. Työn aikana käytetään suojakäsineitä. Aineen joutuessa silmiin huuhdellaan huolellisesti vedellä ja käännyttään lääkärin puoleen. Työvaatteiden likaantuessa vaihdetaan puhtaat vaatteet.

## TEKNISET TIEDOT

### ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

**Sekoitussuhde:** alkuperäispakkauksen mukaan

**Tilavuuspaino:** 1,1 kg/l

**Menekki:** 600 g/m<sup>2</sup> eli 300 g/m<sup>2</sup>/käsittelykerta

**Työaika (20 °C):** n. 30 min

**Kuormitettavuus:** mekaanisesti 24 tunnin kuluttua

kemiallisesti 7 päivän kuluttua

**Kävelykelpoinen:** n. 6 tunnin kuluttua / 20 °C

**Pakkaus:** 4,5 kg ja 18 kg

**Varastointi:** n. 12 kk kuivassa tilassa

avaamattomassa alkuperäispakkauksessa sisältää epoksia

### Varoitus!

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

### Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamiamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.



ARDEX GmbH  
Friedrich-Ebert-Str. 45  
58453 Witten  
Germany

**13**  
**13557**

Synthetic Resin Screed  
EN 13813:SR-C70-F20-B2,0



VARMALLA POHJALLA

---

# ARDEX P 82

## Pohjustusaine

---



Kaksikomponenttinen

Sileille ja tiiville alustoille

Liuotteeton

Korvaa neopreeniprimerin

Riskitön varastointi, kuljetus  
ja työskentely

---

ARDEX Oy  
PL 53  
02601 ESPOO  
Puhelin: (09) 6869 140  
Telefax: (09) 6869 1433  
E-mail: [ardex@ardex.fi](mailto:ardex@ardex.fi)  
Internet: [www.ardex.fi](http://www.ardex.fi)

# ARDEX P 82

## Pohjustusaine

### Käyttöalue:

Pohjustusaine ja tartuntasilta sileille ja tiiviille alustoille kuten:

- ontelolaatat ja imubetonilattiat tasoitteiden alustana
- lastulevyt
- puu
- mosaiikkibetoni
- keraamiset laatat
- klinkkerit
- teräslevyt
- keinoainepinnoitteet
- lakka-, öljy- ja muovimaalit
- tasoitteiden ja kiinnityslaastien alustana

Vain sisätiloihin.

### Työskentely:

Komponentit A ja B sekoitetaan 1:1 huolellisesti painon tai tilavuuden mukaan kunnes saavutetaan vaaleanpunainen, tasainen ja käyttövalmis primeri. Käyttöaika 18 - 20 °C lämpötilassa on n. 1 tunti.

ARDEX P 82 -keinohartsiprimeri levitetään ohueksi kerrokseksi kuivalle ja puhtaalle alustalle, jossa ei ole tartuntaa heikentäviä aineita. Levitys suoritetaan siveltimellä, telalla, solukumilastalla tai sileällä lastalla. Voidaan ohentaa 5% vedellä levitettävyyden parantamiseksi.

Tasoitemassat tai kiinnityslaastit voidaan levittää, kun primeri on kuivunut kirkkaaksi kalvoksi. Kuivumisaika on n. 1 tunti riippuen ilmanvaihdosta, lämpötilasta ja alustasta. Matalat lämpötilat ja / tai suuri ilmankosteus voivat hidastaa primerin kovettumista.

ARDEX P 82 -keinohartsiprimeri tekee hyvän tartuntasilan kaikille tiiviille ja sileille alustoille, jotka ovat kiinteitä, kuivia ja puhtaita rasvasta, öljystä, vahasta, pölystä ja muista tartuntaa heikentävistä aineista.

Tasointu tehdään viimeistään kahden päivän kuluttua primerin levityksestä.

Sekoitusastiat sekä työkalut voidaan puhdistaa vedellä välittömästi käytön jälkeen. ARDEX P 82 -keinohartsiprimeri poistetaan vedellä tuoreena, se ei saa kuivua iholle. Ihokosketusta on vältettävä.

### Tärkeää:

Sisältää epoksihartsia/polyamidoamiinia. Haitallista hengitettynä, ihokosketuksena ja roiskeina silmiin. Aiheuttaa ärsytystä sekä herkistymistä.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Aineen joutuessa silmiin huuhdellaan huolellisesti vedellä ja käännyttään lääkärin puoleen. Iholle joutunut aine pestään vedellä ja saippualla. Tämän jälkeen iholle levitetään iho-voide.

Työn aikana käytettävä suojavaateetusta, suojahansikkaita, suojalaseja/kasvosuojainta.

**Materiaalin kulutus:** 100 - 200 g/m<sup>2</sup>

**Varastointi:** n. 12 kk kuivassa tilassa pakka-  
selta suojattuna, mutta viileässä.

### Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.





VARMALLA POHJALLA

# ARDEX K 39

## Microtec-lattiatasoite

Sementtipohjainen ja itsetasoittuva tasoite  
pitkällä työskentelyajalla



Ennen muovi- ja tekstiilipäällysteitä, keraamisia laattoja  
tai parkettia

Tasainen ja sileä pinta erityisesti ennen designpäällysteitä  
ja suurikokoisia keraamisia laattoja

10 mm kerrospaksuuksiin ja hiekalla jatkettuna 20 mm paksuuksiin

Erytisen hyvä leviävyys ja pitkä avoin aika

Hyvä täyttävyys

Hiottavissa

Voidaan pumpata

Halkeamaton

### ARDEX-järjestelmätuote:

Erytisen hyvä lopputulos yhdessä M1-luokiteltujen ARDEX-päällysteliimojen kanssa

ARDEX OY  
PL 53  
02601 ESPOO  
puhelin: 09 6869 140  
Telefax: 09 6869 1433  
E-mail: [ardex@ardex.fi](mailto:ardex@ardex.fi)  
Internet: [www.ardex.fi](http://www.ardex.fi)

# ARDEX K 39

## Microtec-lattiatasoite

### Käyttöalue

Tasoittaminen ja oikaiseminen sisätiloissa betoni-, valuasfaltti- ja kalsiumsulfaatti- ja muilla tarkoitukseen sopivilla pinnoilla ennen muovi- ja tekstiilipäällysteitä, keraamisia laattoja ja parquetteja.

Sileiden ja tasaisten pintojen teko erityisesti PVC-designpäällysteille ja isoille keraamisille laatoille.

### Tyyppi

Harmaa jauhe sisältäen erikoisementtiä, tarkoin valittuja täyteaineita ja hyvin liukenevia muoviaineita. Tasoite leviää hyvin ja sen avoin aika lattialla on jopa 20 min. Tasoitteen astia-aika on 40 min. ja se on kävelykelpoinen 2–3 h kuluttua.

ARDEX K 39 kovettuu sitoutumalla ja kuivuu nopeasti pienijännitteiseksi ja käytännössä halkeamattomaksi tasoitteeksi.

### Alustan esikäsittely

Alustan pitää olla kuiva, luja, kantava, karkea ja puhdas.

Alusta pohjustetaan ARDEX P 51, ARDEX P 4 tai ARDEX P 82 -pohjustusaineella alustasta ja kohteen aikataulusta riippuen.

### Työskentely

Puhtaassa astiassa sekoitetaan puhdas vesi ja jauhe voimakkaasti tasaiseksi koostumukseksi.

Tiiviillä (pohjustetuilla) alustoilla sekoitetaan 6,25 l vettä : 25 kg säkki jauhetta. 18–20 °C lämpötilassa on tasoitteen työaika astiassa n. 40 min. Matalammat lämpötilat pidentävät ja korkeammat lämpötilat lyhentävät työaika.

ARDEX K 39 -tasoitteella saadaan helposti tasainen pinta ja jälkitasoitus tai hionta ovat usein tarpeettomia. Laajoilla alueilla voidaan tasoite levittää säätölastalla. Tasoitetta käytetään väh. 2 mm, jotta päällysteliimalle saadaan tasaisesti imevä alusta. Tasoitetta voidaan käyttää myös lujalla valuasfaltilla 5 mm paksuusiin asti.

### Pumppaaminen

Tasoite voidaan pumpata laitteistoilla, jotka voivat siirtää tasoitetta 20–40 l minuutissa. Pumpattaessa hiekalla jatkettua tasoitetta, voidellaan letkut säkillisellä tasoitetta ilman hiekkaa (vettä 6,5 l). Muita laasteja ei saa käyttää voiteluun. Yli 30 min. tauoissa puhdistetaan laitteisto.

### Kerrospaksuudet ja hiekan lisäys:

ARDEX K 39 voidaan levittää yhdellä kerralla 10 mm paksuuteen. 10–20 mm paksuuksissa jatketaan tasoite hiekalla seuraavasti:

	tasoite	hiekkä
hiekkä 0,4–0,8 mm	1 TO	0,50 TO
hiekkä 0–4 mm	1 TO	0,75 TO
	(TO=tilavuusosa)	

### Yleisesti

ARDEX K 39 on 18–20 °C lämpötilassa kävelynkestävä 2–3 h kuluttua. Kun pinta on kuivunut, voidaan tehdä välipohjustus ARDEX P 51 -pohjustusaineella 1:3 (3 osaa vettä) ja jälkitasoitus samalla tasoitteella, jos siihen on tarvetta. ARDEX K 39 voidaan päällystää 24 h kuluttua 18–20 °C lämpötilassa alle 5 mm paksuuksissa. Alle 10 mm paksuudet voidaan päällystää 2 päivän kuluttua. Keraaminen laatta voidaan asentaa heti, kun tasoite on kävelynkestävä. Alkaliselle kosteudelle herkille luonnonkiville tasoitteen pitää olla täysin kuiva.

ARDEX K 39 voidaan käyttää yli 5 °C lämpötilassa.

Tasoitekerros on suojattava kuivumisen aikana auringonpaisteelta ja vedolta.

### Huom!

Ei ulos eikä jatkuvasti märkinä oleviin rakenteisiin.

ARDEX K 39 leviää erittäin hyvin ja on erityisen pitkään työtettävissä (20min./20 °C), kun vahvuus on vähintään 2,5 mm.

Epävarmoissa tilanteissa suosittelemme koetyötä.

### Tärkeää

Sisältää sementtiä. Vaikuttaa alkalisesti. Tämän vuoksi iho ja silmät suojataan. Aine huuhdotaan iholta huolellisesti. Aineen joutuessa silmiin ottakaa yhteys lääkäriin.

Sitoutuneessa tilassa vaaraton ihmisille ja ympäristölle.

### Tekniset tiedot

#### ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

**Sekoitusuhde:** n. 6,25 l vettä : 25 kg jauhetta tai vesi 1 TO : jauhe n. 3,25 TO (TO=tilavuusosa)

**Jauhepaino:** n. 1,2 kg/l

**Tuorepaino:** n. 1,9 kg/l

**Menekki:** n.1,5 kg jauhetta /m<sup>2</sup>/mm

**Työaika astiassa:**n. 40 min. (20 °C)

**Kävelykelpoinen:**n. 2–3 tuntia (20 °C)

**Päällystettävyyden (20 °C):**

<5 mm n. 24 h

<10 mm n. 48 h

**Puristuslujuus :** 1 päivän kuluttua 9,0 N/mm<sup>2</sup>  
7 päivän kuluttua 25,0 N/mm<sup>2</sup>  
28 päivän kuluttua 35,0 N/mm<sup>2</sup>

**Taivutusvetolujuus:**

1 päivän kuluttua 2,5 N/mm<sup>2</sup>

7 päivän kuluttua 6,5 N/mm<sup>2</sup>

28 päivän kuluttua 7,5 N/mm<sup>2</sup>

**Toimistopyörä:** kestää

**Pakkaus:** säkki 25 kg netto

**Varastointi:** 12 kk kuivassa tilassa avaamattomassa alkuperäispakkauksessa

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

### Takuu

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamiamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.

CE

ARDEX Skandinavia A/S  
Marielundvej 4  
2730 Herlev  
Denmark

13  
16775

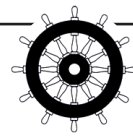
Self levelling compound  
EN 13813:CT-C35-F7



VARMALLA POHJALLA

# ARDEX PREMIUM AF 2100

## Päällysteliima muovipäällysteille



Liuotteeton  
 Pitkä avoin aika  
 Laaja käyttöalue  
 Erittäin riittoisa  
 Kevyt levittää  
 Pitkä asennusaika  
 Erytisen korkea lujuus

### Käyttöalue:

- PVC-päällysteet
- Joustovinyylit
- Monikerroksiset PVC (design) päällysteet
- Kvartsivinyylilaatat
- Kumipäällysteet ≤2,5 mm
- Tekstiilipäällysteet tekstiili-, lateksi-, PVC-, ja PUR-taustalla

Huokoisille ja tiiville alustoille sisätiloissa

**ARDEX-järjestelmätuote:** Erytisen varma tulos ja hyvä sisäilma saavutetaan yhdessä M1-luokiteltujen ARDEX-tasoitteiden kanssa.

ARDEX Oy  
 PL 53  
 02601 ESPOO  
 Puhelin: (09) 6869 140  
 Telefax: (09) 6869 1433  
 E-mail: [ardex@ardex.fi](mailto:ardex@ardex.fi)  
 Internet: [www.ardex.fi](http://www.ardex.fi)

# ARDEX PREMIUM AF 2100

## Päällysteliima muovipäällysteille

### Käyttöalue:

Lattia- ja seinäpinnoilla sisätiloissa.

### Alustan esikäsittely:

Alustan pitää olla tasainen, kuiva, luja, kantava, puhdas tartuntaa heikentävistä kerroksista ja halkeilematon. Betonipinnoilla noudatetaan lattianpäällystetoimittajan ja betoniyhdistyksen määrittelemiä alustan kosteuden enimmäisarvoja. Mahdollinen alustan kunnostus tehdään tarkoitukseen sopivalla ARDEX-pohjustusaineella ja -tasoitteella.

Päällysteen liimaaminen suoraan vanhojen liimojen päälle voi aiheuttaa vanhan liiman liukenemistä. Kalsiumsulfatipinnat hiotaan, imuroidaan ja pohjustetaan ARDEX P 51 -pohjustusaineella (1:3). Vanha keraaminen laatta pohjustetaan ARDEX P 51 -pohjustusaineella (1:0,5). Yleensä vanhat liimat, maalit ja pinnoitteet poistetaan. Vedenkestävät ja hyvin alustassa olevat liimajäänteet voidaan pohjustaa ARDEX P 51 -pohjustusaineella (1:0,5). Pohjustettu alusta tasoitetaan väh. 1,5 mm paksuudella tarkoitukseen sopivalla ARDEX-tasoitteella.

### Järjestelmäratkaisut:

Kun ARDEX PREMIUM AF 2100 -liimaa käytetään yhdessä M1-luokiteltujen ARDEX-tuotteiden kanssa, saavutetaan ympäristöystävällinen lopputulos. Kuivuttuaan ARDEX PREMIUM AF 2100 on vaaraton ihmiselle ja ympäristölle.

### Työskentely:

Päällyste olosuhteutetaan päällystetoimittajan ohjeiden mukaan ennen asennusta ja mahdolliset päällysteen sisäiset jännitykset poistetaan. ARDEX PREMIUM AF 2100 levitetään tasaiseen kerrokseen hammaslastalla ja seinäpinnoille telalla. Levityksessä vältetään limittyviä liimakerroksia. Tuuletusaika riippuu huoneilman suhteellisesta kosteudesta, alustan, ilman ja liiman lämpötilasta sekä käytetystä hammaslastasta. Tuuletusaika on yleensä alle 20 minuuttia huokoisilla pinnoilla ja alle 45 min. tiiviillä pinnoilla.

Päällyste asennetaan asennusajan kuluessa (liima voi asennusajan puitteissa vaikuttaa kuivalta, mutta liimaraitojen pitää olla tarramaisia) ja jyrätään tai painetaan kiinni. Noin 30 min. kuluttua toistetaan jyräys.

Saumat voidaan hitsata 24 h kuluttua.

### Työvinkkejä:

Liimattaessa tekstiilipäällysteitä tai työskenneltäessä huokoisilla alustoilla, voidaan päällyste vaihtoehtoisesti asentaa myös märkään liimaan. Mahdollinen liiman tuulettaminen parantaa kuitenkin alkutartuntaa.

Seinäpinnoilla levitetään liima telalla, minkä jälkeen ylimääräinen liima poistetaan hammaslastalla.

PVC- ja joustovinyylipäällysteet voidaan liimata tarraliimauksella myös tiiviille pinnoille. Tällöin liima on tuulettava täysin. Päällyste kiinnitetään tarran ajan puitteissa (liima on täysin kuivunut mutta kuitenkin tarramainen) ja jyrätään välittömästi. Noin 30 min. kuluttua toistetaan jyräys. Saumat hitsataan aikaisintaan 24 h kuluttua.

### Huomaa:

Päällystetoimittajan ohjeita ja määräyksiä päällysteen asentamisesta noudatetaan.

Epävarmoissa tilanteissa tehdään koeliimaus.

### Liimamenekit ja suositeltavat lastat:

PVC-, joustovinyyli-, monikerroksisille PVC- (Design), kumi- ja tekstiilipäällysteille vaahto ja huopataustalla:

 TKB A 2  
Menekki: 250–300 g/m<sup>2</sup>

 TKB A 1  
Menekki: 220–270 g/m<sup>2</sup>

Tekstiilipäällysteille tekstiilitaustalla:

 TKB B 1  
Menekki: 280–330 g/m<sup>2</sup>

Liiman levityksessä käytetään lastaa, joka varmistaa päällysteen tartunnan kauttaaltaan alustaan. Jos päällysteen takapinta on vahvasti muotoiltu tai kun alusta on karkea, käytetään vastaavasti suurempaa hammaslastaa.

### Tekniset tiedot

#### ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

**Koostumus:** erikoismuovidispersio

**Työskentelyolosuhteet:**

**Lämpötila:** >15 °C

**Ilman kosteus:** <75 % RH

**Tuuletusaika:** <20 min. huokoisilla pinnoilla  
<45 min. tiiviillä pinnoilla

**Asennusaika:** 20–40 min.

Matalat lämpötilat ja ilman korkea suhteellinen kosteus pidentävät annettuja työskentely- ja kuivumisaikoja ja voivat aiheuttaa kosteuskerääntymää päällysteen alle. Annetut ajat ovat voimassa, kun lämpötila on 18 °C ja ilman suhteellinen kosteus 65 % RH.

**Puhdistus:** soveltuu vaahto- ja painehuuhtelupesuun

**Tuolipyörärasitus:** kestää (DIN EN 12529 mukaan)

**Lattialämmitys:** soveltuu

**Puhdistus:** märkä liima poistetaan vedellä

**Pakkaus:** astia 12 kg netto

**Varastointi:** n. 12 kk kuivassa avaaamaton pakkaus pakkaselta suojattuna

Annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maakohtaiset määräykset, rakenteet, sertifoinnit ja käytännön kokemus.

#### Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamiamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.

Ardex Oy  
Heikki Immonen  
Kalkkipellontie 4  
02650 ESPOO

## Ardex EP 2000 haitta-aineiden läpäisevyystudkimus

### 1 Johdanto

#### 1.1 Tehtävä

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää Ardex EP 2000 höyrynsulun läpäisevyys rakenteissa tyypillisesti esiintyville haitallisille aineille. Tavoitteena oli tutkia voidaanko höyrynsulkua käyttää haitta-aineita sisältävien rakenteiden pintarakenteessa vähentämään rakenteista sisäilmaan kulkeutuvien haitallisten aineiden määrää.

#### 1.2 Materiaali

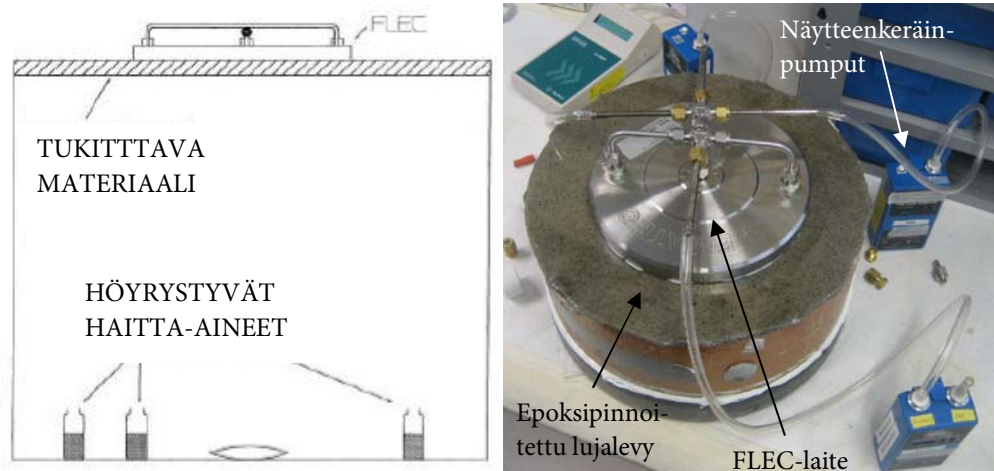
Ardex EP 2000 on kaksi komponenttinen epoksihartsipohjainen höyrynsulku. Sitä käytetään kosteussulkuna maanvaraisissa betonilaatoissa maaperästä nousevaa kosteutta vastaan tai uudella betonilla valun jälkeistä kosteutta vastaan. Lisäksi Ardex EP 2000 käytetään betonin pohjustuksen, betonipinnan vahvistukseen, halkeamien korjaamiseen ja injektointiin. Ardex EP 2000 on vähäpäästöinen ja M1-luokiteltu. Tuote soveltuu sisä- ja ulkokäyttöön vaakasuorilla pinnoilla.

### 2 Tutkimusmenetelmä

Ardex EP 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-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 tasaisesti kiehumispisteväliltä 102,0-218,0 °C (VOC-kiehumispisteväli 50-250°C).





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

Säiliöitä rakennettiin yhteensä kolme. Säiliön kanneksi asennettiin kuitusementtilevy (Minerit Windstopper 4 mm, Cembrit Oy), jonka päälle levitettiin höyrinsulku Ardex EP 2000 kahteen kertaan materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Materiaalimenekki oli tuoteohjeen mukaisesti  $0,6 \text{ kg/m}^2$ . Kuitusementtilevy VOC-läpisevyys oli mitattu aikaisemmin vastaavalla menetelmällä (analyysitulos liitteenä).

Koekappaleet säilytettiin laboratoriossa, jonka olosuhteita seurattiin koko tutkimuksen ajan. Lämpötila oli tutkimusajan välillä  $18,2\text{-}22,3 \text{ }^\circ\text{C}$  ja ilman suhteellinen kosteus  $9,4\text{-}32,3 \text{ \%}$ .

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

Mittaukset tehtiin 25.2.2010 yhdeksän viikon kuluttua kammion sulkemisen (23.12.2009) jälkeen. Mittauksen yhteydessä otettiin VOC- ilmanäyte tutkittavan säiliön sisältä. VOC -ilmanäytteellä selvitettiin lähtökonsentraatio kammion sisällä.

### 3 Tulokset

Ardex EP 2000 höyrinsulun pintatuotoksi kaikilla tutkituilla yhdisteillä saatiin  $< 0,7 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \text{ h}$ . Analyysimenetelmällä ei saatu tarkempaa arvoa. Lähtöpitoisuus säiliön sisällä olivat naftaleenilla  $8100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , 2-heptanonilla  $74\ 500$ , 2-pentanonilla  $131\ 000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  ja 2-pentanonilla  $239\ 000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (Analyysitulokset liitteenä). Pintatuotoissa havaitut muut yhdisteet ja TVOC-pitoisuus johtuvat koesäiliön muista materiaaleista haihtuvista yhdisteistä.

Analyysista saaduista pintatuotoista ja säiliöiden konsentraatioista laskettiin höyrinsulun diffuusiokertoimet tutkituille yhdisteille. Laskennassa huomioitiin kuitusement-

tilevyn vaikutus läpääisevyyteen. Ardex EP 2000:n diffuusiokertoimet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ardex EP 2000 diffuusiokertoimet 2-pentanonielle, 2-pentanolille, 2-heptanonille ja naftaleenille

	2-pentanoni	2-pentanol	2-heptanoni	naftaleeni
Diffuusiokerroin m <sup>2</sup> /s	< 4.881 x 10 <sup>-13</sup>	< 8.905 x 10 <sup>-13</sup>	< 1.566 x 10 <sup>-12</sup>	< 1,437 x 10 <sup>-11</sup>

## 4 Johtopäättökset

Koejärjestelyssä Ardex EP 2000 höyrynsulun tiiviys on hyvä. Höyrynsulun pinnalta näytekeraän adsorbentteihin kerätyt ilmanäytteiden pitoisuudet naftaleenilla ja MVOC-yhdisteillä olivat menetelmän määrittäysrajan tuntumassa ja siksi tulokset on ilmoitettu < -merkinnällä. Lasketut diffuusiokertoimet ovat varmalla puolella suuren säiliön lähtöpitoisuuden takia ja koska analyysimenetelmä antoi pintatuotoille saman arvon yhdisteestä riippumatta. Lähimpänä todellista diffuusiokertoimen arvoa on yhdisteistä helpoiten höyrystyvän yhdisteen 2-pentanonin arvo. Muiden yhdisteiden todellinen diffuusiokerroin on lähes samansuuruinen tai pienempi kuin 2-pentanonin perustuen yhdisteiden kiehumispisteen ja diffuusiokertoimen korrelaatioon [1].

Tuloksien perusteella Ardex EP 2000 voidaan käyttää alustan kosteuden hallinnan lisäksi rakenteiden sisältämien haitta-aineiden hallinnassa. Tulokset osoittavat, että pinnoite sulkee hyvin koko VOC-kiehumispistealueen yhdisteitä ja tästä syystä tuotetta voidaan käyttää myös betonirakenteisiin imeytyneiden pinnoitteiden hajoamistuotteiden hallintaan. Ardex EP 2000:lla voidaan hallita yhtenäisenä sulkevana kerroksena rakenteiden haitta-aineiden ja kaasujen kulkeutumista sisäilmaan. Höyrynsululla on saavutettava kaikki huokokset ja raot peittävä yhtenäinen sulkeva kalvo. Höyrynsululla voidaan estää myös Radonin kulkeutuminen ilmapvirtausten mukana sisäilmaan tiivistämällä rakenteen raot ja halkeamat mikäli rakenteissa ei esiinny liikettä.

Vahanen Oy



Janne Sievola, DI

p. 040 8266 799

Liitteet: VOC-näytteenotto FLEC-laitteella, Työterveyslaitos  
Analyysivastaukset, Työterveyslaitos  
Analyysivastaus, Työterveyslaitos, 1.9.2009, pinnoittamaton säiliö



**Lähdeviittaus**

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





Vahanan Rakennusfysiikka Oy  
Janne Sievola  
Linnoitustie 5  
02600 ESPOO



## VOC-analyysi FLEC-näytteestä

Näytteen kerääjät: Juho Laaksonen  
Analyysin kuvaus: Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden emissio; ATD-GC-MS,  
Tulopvm.: 17.10.2016  
Käsittelijä(t): Merja Kiviniemi, Kim Kuusisto

### Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty FLEC-menetelmällä Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektrietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC) tolueeniekvivalenttina. Kokonaisemissio on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden emissiot on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-20 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaisemissio tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä emissioita, mikäli emissiot ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittua suurempia, ja niiden emissiomääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli noin 1  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  2  $\text{dm}^3$ :n näytteelle, jos FLEC-kammion läpi johdettu ilmavirta on 200  $\text{cm}^3/\text{min}$ .

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 343778

20.10.2016

CK16-06218-1                      Näyte/keräin: 171168  
 Mittauspaikka:                      Linnoitustie 5, Espoo  
 Mittauskohde:                      Ardex lab.tutkimukset  
 Analysointipvm.:                      181016/KKU  
 Ilmamäärä:                              1,32 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	5	µg/m <sup>2</sup> h
2-Etyyli-1-heksanoli	2	µg/m <sup>2</sup> h
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	24	µg/m <sup>2</sup> h
2-Butoksietanoli	2	µg/m <sup>2</sup> h
Tunnistamattomat alkoholieetterit**	6	µg/m <sup>2</sup> h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	20	µg/m <sup>2</sup> h

CK16-06218-2                      Näyte/keräin: 169844  
 Mittauspaikka:                      Linnoitustie 5, Espoo  
 Mittauskohde:                      Ardex lab.tutkimukset  
 Analysointipvm.:                      181016/KKU  
 Ilmamäärä:                              1,32 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	8	µg/m <sup>2</sup> h
2-Etyyli-1-heksanoli	13	µg/m <sup>2</sup> h
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	69	µg/m <sup>2</sup> h
2-Butoksietanoli	3	µg/m <sup>2</sup> h
Tunnistamattomat alkoholieetterit**	11	µg/m <sup>2</sup> h
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	40	µg/m <sup>2</sup> h

## Tulosten tarkastelu

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

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

Näytteet on kerätty Tenax TA -adsorptioputkiin.

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 343778

20.10.2016

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.  
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot

---

Hanna Hovi  
asiantuntija  
Helsinki

---

Kim Kuusisto  
laboratorioanalyytikko  
Helsinki

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



VARMALLA POHJALLA

---

# ARDEX K 14

## Lattiatasoite

---

ARDURAPID-ominaisuus

Sementtipohjainen

Lattioiden tasoitus ja hienotasoitus

Myös mosaiikkiparketin alle

Erinomainen leviävyys

Itsetasoittuva

Nopeasti päällystettävissä

0–10 mm:n paksuuksiin



---

ARDEX OY  
PL 53  
02601 ESPOO  
puhelin: 09 6869 140  
Telefax: 09 6869 1433  
E-mail: [ardex@ardex.fi](mailto:ardex@ardex.fi)  
Internet: [www.ardex.fi](http://www.ardex.fi)

### Käyttöalue

ARDEX K 14 -lattiatasoitetta käytetään tasoittamisiin ja oikaisemisiin ennen lattiapäällysteitä.

Voidaan käyttää useimpien lattiamateriaalien kuten betonin, anhydriitin ja valuasfaltin päällä.

Vain sisätiloissa.

### Ominaisuudet

ARDEX K 14 sisältää ARDURAPID-ominaisuuden, joka mahdollistaa nopean kovettumisen ja täydellisen veden sitoutumisen.

ARDEX K 14 on kävelykelppoinen n. 3 tunnin kuluttua ja päällystettävissä n. 24 tunnin kuluttua (20 °C) alle 10 mm paksuudessa. Suuremmat paksuudet voidaan päällystää 2 vuorokauden kuluttua. Mainitut ajat edellyttävät oikean vesimäärän käyttämisestä säkilliseen tasoitetta.

### Alustan esikäsittely

Alustan pitää olla kuiva, karhea, luja, kantava, pölytön ja puhdas tartuntaa heikentävistä aineista. Heikosti kiinnittyneet ja pehmeät liimajänteet poistetaan. Jos alusta on kokonaan liiman peitossa, se hiotaan.

Alusta pohjustetaan ARDEX P 51 -esitteessä olevan taulukon mukaisesti.

Päällystystyössä noudatetaan pintamateriaalin suhteellisen kosteuden enimmäisarvoa (BLY/by45/valmistaja).

### Työskentely

Puhtaaseen astiaan kaadetaan puhdasta vettä ja voimakkaan sekoituksen aikana lisätään jauhetta niin, että saadaan koostumukseltaan tasalaatuinen tasoite.

25 kg ARDEX K 14 -jauhetta lisätään 5,75 l vettä. Jos työskentellään huokoisilla alustoilla ilman pohjustusainetta ja tarkoitus on vain täyttää betonin pintahuokokset, voidaan käyttää hieman suurempaa vesimäärää (6 l), kun päällysteeksi tulee pehmeä päällyste henkilöliikenteen alaisissa tiloissa.

Massan työskentelyaika astiassa on (18–20 °C) n. 30 minuuttia. Matalat lämpötilat pidentävät ja korkeat lämpötilat lyhentävät työaikaa.

ARDEX K 14 on helppo levittää lattialle ja työstää viimeiseksi pinnaksi ennen lattiapäällysteitä. Tasoitteen hiominen on yleensä tarpeetonta.

Tiiviillä pinnoilla, siis myös pohjustetuilla pinnoilla, on tasoitetta levitettävä väh. 2 mm, kun päällysteeksi tulee tiivis päällyste tai mosaiikkiparketti.

### Pumppaaminen

Tasoite voidaan pumpata tarkoitukseen sopivalla pumppauskallustolla, joka pystyy kuljettamaan tasoitetta 20–40 l/min.

Jos pumpataan hiekalla jatkettua tasoitetta, voidellaan pumpu säkillisellä tasoitetta, joka sekoitetaan 6 l vettä. Muita sementtiseoksia ei saa käyttää pumpun voiteluun. Jos pumppauksessa on yli 30 min tauko, pestään pumpu ja letkut.

### Hiekan lisäys

ARDEX K 14 -tasoite voidaan yhdellä työkerralla levittää 10 mm:n paksuuteen saakka. Suuremmissa paksuuksissa jatetaan tasoite hiekalla seuraavasti:

hiekan raekoko	sekoitussuhde tasoite	tilavuusosina hiekka
0,4–0,8 mm	1,0 TO (25 kg)	0,3 TO (8 kg)
0–4 mm	1,0 TO (25 kg)	0,3 TO (8 kg)
0–8 mm	1,0 TO (25 kg)	0,5 TO (12 kg)

### Yleisesti

Keraaminen laatta voidaan kiinnittää ARDEX-kiinnityslaastilla heti, kun tasoite on kävelykelppoinen.

ARDEX K 14 -lattiatasoitetta voidaan käyttää yli 5 °C lämpötiloissa. Tasoitekerros on suojattava liian nopeaa kuivumista vastaan vedolta ja suoralta auringonpaisteelta. Epävarmoissa tilanteissa suosittelemme koetyötä.

### Huomaa

Ulkoiloissa ja rakenteissa, jotka ovat jatkuvasti märkänä, ei voida käyttää ARDEX K 14 -tasoitetta. Rullapyöräliikenteen alaisissa tiloissa, mosaiikkiparketin alla ja muissa vaativissa tilanteissa ei voida tehdä huokostasoitusta.

### Tärkeää

Sisältää sementtiä. Vaikuttaa alkalisesti. Tämän vuoksi iho ja silmät suojataan. Aine huuhdotaan iholta huolellisesti. Aineen joutuessa silmiin ottakaa yhteys lääkäriin.

Tuotteisiin annettuihin käyttöohjeisiin saattavat vaikuttaa maa-kohtaiset rakennusmääräykset, rakenteet, sertifiointivaatimukset ja käytännön kokemus.

Sitoutuneessa tilassa vaaraton ihmisille ja ympäristölle.

### Tekniset tiedot

#### ARDEX-laatuvaatimusten mukaan

**Sekoitussuhde:** 5,75 l vettä : 25 kg jauhetta tai n. 1 TO vettä : 3,75 TO jauhetta (TO=tilavuusosa)

**Jauhepaino:** n. 1,2 kg/l

**Tuorepaino:** n. 1,9 kg/l

**Menekki:** n. 1,5 kg jauhetta/m<sup>2</sup>/mm

**Työaika:** n. 30 minuuttia (20 °C)

**Kävelykelppoinen:** n. 3 tunnin kuluttua levityksestä (20 °C)

**Päällystettävissä:** alle 10 mm: n. 24 tunnin kuluttua (20 °C)  
yli 10 mm: n. 48 tunnin kuluttua (20 °C)

**Puristuslujuus:** 1 päivän jälkeen 13,0 N/mm<sup>2</sup>  
7 päivän jälkeen 22,0 N/mm<sup>2</sup>  
28 päivän jälkeen 27,0 N/mm<sup>2</sup>

**Taivutusvetolujuus:** 1 päivän jälkeen 3,5 N/mm<sup>2</sup>  
7 päivän jälkeen 6,0 N/mm<sup>2</sup>  
28 päivän jälkeen 8,0 N/mm<sup>2</sup>

**Kuulapuristuslujuus:** Brinell

1 päivän jälkeen 40,0 N/mm<sup>2</sup>  
7 päivän jälkeen 45,0 N/mm<sup>2</sup>  
28 päivän jälkeen 50,0 N/mm<sup>2</sup>

**Tuolinpyörä:** kestävä (väh. 1 mm tasoitetta)

**pH-arvo:** 5 päivän kuluttua 8–9

**Pakkaus:** säkki 25 kg netto

**Varastointi:** n. 12 kk kuivassa tilassa  
avaamattomassa alkuperäispakkauksessa

### Takuu:

ARDEX-tuotteet on testattu laboratoriossa ja käytännössä. Kun noudatetaan voimassa olevia viranomaisten määräyksiä ja ohjeita rakentamisesta ja antamiamme ohjeita tuotteen käytöstä, saadaan haluttu lopputulos.



ARDEX Skandinavien A/S  
Marielundvej 4  
2730 Herlev  
Denmark

**13**  
**14225**

Self Leveling Flooring Compound  
EN 13813:CT-C35-F10