



## ASIAKASRAPORTTI

VTT-CR-01211-16  
KORVAA TUTKIMUSRAPORTIN VTT-R-01292-14

# Betonin suoja-aineiden SILKO- koeohjelma 2016

Kirjoittajat: Liisa Salparanta

Luottamuksellisuus: Julkinen

<b>Raportin nimi</b> Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelma 2016		
<b>Asiakkaan nimi, yhteystiedot</b> Liikennevirasto, Ossi Räsänen, Taitorakenneyksikkö, PL 33, 00521 Helsinki		<b>Asiakkaan viite</b> Livi/773/02.01.12/2016
<b>Projektin nimi</b> Taitorakenneohjeet		<b>Projektin numero/lyhytnimi</b> 109812/Taito 2016
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tämä koeohjelma on päivitetty versio, joka korvaa koeohjelman, jonka raporttinumero on VTT-R-01292-14.</p> <p>Näitä koeohjeita käytetään tutkittaessa soveltuuko betonirakenteiden suojausaine tilaajan (rakennuttajan) taitorakenteiden betonirakenteiden suojaukseen. Soveltuvat tuotteet julkaistaan SILKO-ohjeistossa, joka on saatavissa internet-sivuilta osoitteesta <a href="http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluetelo">www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluetelo</a>.</p> <p>Betonin suoja-aineet ryhmitellään vettäyhkiviin impregnointiaineisiin, impregnointiaineisiin, pinnoitteisiin ja töherryksenestoaineisiin. Töherryksenestoaineet voivat olla uhrautuvia tai puhdistettavia. Uhrautuvia töherryksenestoaineita lukuun ottamatta edellä mainittuja tuoteryhmiä koskee yhdenmukaistettu eurooppalainen tuotestandardi EN 1504-2. Kyseisten tuotteiden tulee olla CE-merkitty, niillä tulee olla EN 1504-2:n mukainen suoritusasoilmoitus ja niiden suoritusason pysyvyyden arviointi- ja varmentamisjärjestelmän (AVCP-luokka) tulee olla 2+. Puhdistettavat töherryksenestoaineet voivat olla vettäyhkiviä impregnointiaineita, impregnointiaineita tai pinnoitteita ja niiltä edellytetään samoja ominaisuuksia kuin kyseisten tuoteryhmien tuotteilta.</p> <p>Osa SILKO-kokeista on pakollisia ja osa vapaaehtoisia. Pakollisten kokeiden tulosten perusteella tilaaja toteaa aineiden soveltuvuuden väylärakentamisen hankkeisiin. Vapaaehtoisin kokein tuotteella voidaan osoittaa olevan jotakin tilaajan erityiskohteisiin soveltuvia ominaisuuksia.</p>		
Espoo 17.3.2016 <b>Laatija</b>  Liisa Salparanta Erikoistutkija	<b>Tarkastaja</b>  Hannele Kuosa Tutkija	<b>Hyväksyjä</b>  Eila Lehmus Tutkimusalueen päällikkö
<b>VTT:n yhteystiedot</b> Teknologian tutkimuskeskus VTT, PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111 (vaihe), fax 020 722 7007		
<b>Jakelu (asiakkaat ja VTT)</b> Tilaaja VTT Kirjaamo		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

## Sisällysluettelo

---

1. Johdanto.....	3
2. Tuoteryhmien koeohjelmat.....	3
3. Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelmat ja kriteerit.....	4
3.1 Vettähyllivät impregnointiaineet .....	4
3.2 Impregnointiaineet .....	5
3.3 Pinnoitteet.....	6
3.4 Töherrystenestoaineet - Uhrautuvat.....	7
4. SILKO-testien menetelmäkuvaukset .....	8
4.1 Suoja-aineen vaikutus karbonatisoitumisnopeuteen .....	8
4.1.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito.....	8
4.1.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito .....	8
4.1.3 Kokeen suoritus /1/ .....	8
4.1.4 Koetulokset.....	9
4.2 Puhdistettavuus .....	9
4.2.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet.....	9
4.2.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito .....	9
4.2.3 Kokeen suoritus .....	9
4.2.4 Koetulokset.....	9
4.3 Suoja-aineen poistettavuus.....	10
4.3.1 Suoja-aineella käsiteltävä betonikappale ja sen jälkihoito .....	10
4.3.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito.....	10
4.3.3 Kokeen suoritus .....	10
4.3.4 Koetulokset.....	10
4.4 Suoja-aineen kuivan kalvon paksuusmittaus.....	10
4.4.1 Koekappaleet.....	10
4.4.2 Kokeen suoritus .....	10
4.4.3 Koetulokset.....	10
4.5 Vedenkestävyys .....	10
4.5.1 Koekappaleet.....	10
4.5.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito .....	11
4.5.3 Kokeen suoritus .....	11
4.5.4 Koetulos.....	11
4.6 Alkalinkestävyys .....	11
4.6.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito .....	11
4.6.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito .....	11
4.6.3 Kokeen suoritus .....	11
4.6.4 Koetulos.....	12
5. Lähdeviitteet .....	12

## 1. Johdanto

---

Näitä koeohjeita käytetään tutkittaessa soveltuuko betonirakenteiden suojausaine tilaajan (rakennuttajan) taitorakenteiden betonirakenteiden suojaukseen. Ohjeet koskevat vettähylykiviä impregnointiaineita, impregnointiaineita, pinnoitteita ja sekä uhrautuvia että puhdistettavia töherryksenestoaineita. Koeohjelma on laadittu vastaamaan mahdollisimman hyvin Suomen ulkobetonirakenteilla vallitsevia olosuhteita käyttäen koemenetelminä mahdollisimman paljon eurooppalaisia standardeja. Osa SILKO-kokeista on pakollisia ja osa vapaaehtoisia. Pakollisten kokeiden tulosten perusteella tilaaja toteaa aineiden soveltuvuuden väylärakentamisen hankkeisiin. Soveltuvat tuotteet julkaistaan SILKO-ohjeistossa, joka on saatavissa internet-sivuilta osoitteesta [www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluetelo](http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluetelo).

Uhrautuvia töherryksenestoaineita lukuun ottamatta edellä mainittuja tuoteryhmiä koskee yhdenmukaistettu eurooppalainen tuotestandardi EN 1504-2. Kyseisten tuotteiden tulee olla CE-merkitty, niillä tulee olla EN 1504-2:n mukainen suoritustasoilmoitus ja niiden suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmentamisjärjestelmän (AVCP-luokka) tulee olla 2+. Puhdistettavat töherryksenestoaineet voivat olla vettähylykiviä impregnointiaineita, impregnointiaineita tai pinnoitteita ja niiltä edellytetään samoja ominaisuuksia kuin kyseisten tuoteryhmien tuotteilta.

SILKO-kokeiden koekappaleiden suojausainekäsittelyn tekee tuotteen edustaja testauslaboratorion edustajan valvonnassa. Edellä mainitusta menettelystä poikkeava menettely kirjataan koetulosraporttiin.

## 2. Tuoteryhmien koeohjelmat

---

Osa SILKO-kokeista on pakollisia ja osa vapaaehtoisia. Pakolliset kokeet tilaaja edellyttää tehtäväksi kaikilla aineilla, jotka halutaan SILKO-tuotteiksi. Vapaaehtoisin kokein tuotteella voidaan osoittaa olevan taitorakenteiden suojaukseen soveltuva lisäominaisuus tai erityiskohteeseen soveltuva ominaisuus. Luvussa 3 esitetään ominaisuudet, jotka kuhunkin aineryhmään kuuluvasta aineesta on määritettävä sekä viittaus koemenetelmään, jolla ominaisuus tutkitaan.

Muut kuin eurooppalaisen standardoinnin tai Nordtest menetelmien mukaiset koemenetelmät kuvataan tämän ohjeen luvussa 4.

### 3. Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelmat ja kriteerit

#### 3.1 Vettähyllkivät impregnointiaineet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
<b>Pakolliset kokeet</b>					
Vedenläpäisevyys	SFS-EN 13580	Absorptionopeus, % vertailusta < 15    ≤ 10    ≤ 5			
Alkalinkestävyys	SFS-EN 13580	Absorptionopeus alkaliliuosupotuksen jälkeen ≤ 10 % vertailusta			
Vesihöyrynläpäisevyys	SFS-EN 13579	Käsiteltyjen kappaleiden kuivumisnopeuden suhde vertailukappaleiden kuivumisnopeuteen, % Luokka I: > 30 Luokka II: > 10			
Kloridien läpäisevyys	NT BUILD 515	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta ≤ 100    ≤ 20    ≤ 15    ≤ 8			
Pakkas-suolakestävyys	SFS-EN 13581	Impregnoidun koekappaleen painohäviön tulee tapahtua vähintään 20 kierrosta myöhemmin kuin impregnoimattoman koekappaleen.			
Tunkeutumissyvyys	SFS-EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm ≥ 2    ≥ 5    ≥ 10    ≥ 15			
<b>Vapaaehtoiset kokeet</b>					
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357, CO <sub>2</sub> -pitoisuus 1 % (Kohta 4.1)	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta ≤ 100    ≤ 60    ≤ 20			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	0 - 1 Huono	2 - 3 Kohtalainen	4 Hyvä	5 Erittäin hyvä
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	Ei kriteeriä/luokitusta			

### 3.2 Impregnointiaineet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
<b>Pakolliset kokeet</b>					
Vedenläpäisevyys	SFS-EN 1062-3	Ei luokitusta, vain kriteeri: $w, \text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ $< 0,1$   -   -   -			
Vesihöyrynläpäisevyys	SFS-EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) <sup>1)</sup> SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) <sup>1)</sup>	$s_D, \text{m}$			
		$\leq 100$	$\leq 50$	$\leq 5$	$\leq 0,5$
Kloridien läpäisevyys	NT BUILD 515	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta $\leq 100$   $\leq 20$   $\leq 15$   $\leq 8$			
Tartunta <sup>2)</sup>	SFS-EN 1542	Tartuntalujuus, MPa <sup>*)</sup> $\geq 1,5 (1,0)$ <sup>*)</sup> Yksittäinen koetulos ei saa alittaa suluissa olevaa arvoa			
Pakkas-suolakestävyys	SFS-EN 13687-2,10 kierrosta, jonka jälkeen SFS-EN 13687-1, 20 kierrosta	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe Levittäminen/kuorma keskiarvo (N/mm <sup>2</sup> ) pystysuuntainen $\geq 0,8 (0,5)$ *) vaakasuuntainen ilman mekaanista kuormaa $\geq 1,0 (0,7)$ *) vaakasuuntainen yhdessä mekaanisen kuorman kanssa $\geq 1,5 (1,0)$ *) <sup>*)</sup> Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
Tunkeutumis-syvyys	SFS-EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm $\geq 2$   $\geq 5$   $\geq 10$   $\geq 15$			
<b>Vapaaehtoiset kokeet</b>					
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357, CO <sub>2</sub> -pitoisuus 1 % (Kohta 4.1)	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta $\leq 100$   $\leq 60$   $\leq 20$   -			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	0 - 1 Huono	2 - 3 Kohtalainen	4 Hyvä	5 Erittäin hyvä
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	Ei kriteeriä/ luokitusta			

1) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet

2) Kalvon muodostavat aineet.

### 3.3 Pinnoitteet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
<b>Pakolliset kokeet</b>					
Vedenläpäisevyys	SFS-EN 1062-3	Ei luokitusta, vain kriteeri: $w, \text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$			
Vesihöyrynläpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) <sup>1)</sup> SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) <sup>1)</sup>	$\leq 100$	$\leq 50$	$\leq 5$	$s_D, \text{m}$
Kloridien läpäisevyys	NT BUILD 515	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta			
Hiilidioksidin läpäisevyys	SFS-EN 1062-6	$\leq 100$	$\leq 20$	$\leq 15$	$\leq 8$
Tartunta	SFS-EN 1542	Ei luokitusta, vain kriteeri: $s_D, \text{m}$			
Jäädytys-sulatus-kestävyys	SFS-EN 13687-3, 20 kierrosta	Tartuntalujuus, MPa Halkeamia silloittavat: $\geq 0,8$ Muut: $\geq 1,5$			
Kuivan kalvon paksuus	SILKO-testi (Kohta 4.4)	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe Keskiarvo ( $\text{N/mm}^2$ ) Halkeamia silloittavat tai joustavat tuotteet ilman liikennekuorma $\geq 0,8$ (0,5)** $\geq 1,0$ (0,7)** liikennekuorman kanssa $\geq 1,5$ (1,0)** $\geq 2,0$ (1,5)** <sup>*)</sup> Jäykkiä pinnoitteita ovat pinnoitteet, joiden standardin EN ISO 868 mukainen Shore D -kovuus $\geq 60$ . <sup>**)</sup> Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
<b>Vapaaehtoiset kokeet</b>					
Halkeaman-silloituskyky	SFS-EN 1062-7, Menet. A, $-30 \text{ }^\circ\text{C}$	Polymeeripinnoitteet: $\geq 300 \text{ }\mu\text{m}$ Sementtipohjaiset pinnoitteet: $\geq 2000 \text{ }\mu\text{m}$			
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	Halkeamaleveys pinnoitteen revetessä, mm			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	0 - 1 Huono	2 - 3 Kohtalainen	4 Hyvä	5 Erittäin hyvä
<b>Valmistajan ilmoitettava</b>					
UV-kestävyys	SFS-EN 11507, 500 h	Ei aistinvaraisia muutoksia kokeen jälkeen			
Vedenkestävyys	SILKO-testi (Kohta 4.5)	Ei aistinvaraisia palautumattomia muutoksia kokeen jälkeen			
Alkalinkestävyys	SILKO-testi (Kohta 4.6)	Ei aistinvaraisia palautumattomia muutoksia kokeen jälkeen			

1) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet

### 3.4 Töherrystenestoaineet - Uhrautuvat

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
<b>Pakolliset kokeet</b>					
Tuote-tunnistus	IR (SFS-EN 1767) tai TGA (SFS-EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Veden-läpäisevyys	SFS-EN 13580 <sup>1)</sup>	Absorptionopeus, % vertailusta			
	SFS-EN 1062-3 <sup>2)</sup>	< 15	≤ 10	≤ 5	
		Ei luokitusta, vain kriteeri: $w, \text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$			
		< 0,1	-	-	
Vesihöyrynläpäisevyys					
Kalvon muodostavat aineet	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) <sup>3)</sup>	$s_D, \text{m}$			
	SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) <sup>3)</sup>	≤ 100	≤ 50	≤ 5	
Aineet, jotka eivät muodosta yhtenäistä kalvoa	SFS-EN 13579	Käsiteltyjen kappaleiden kuivumisnopeuden suhde vertailukappaleiden kuivumisnopeuteen, % Luokka I: > 30 Luokka II: > 10			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Pakkas-suola-kestävyys <sup>1)</sup>	SFS-EN 13581 <sup>4)</sup>	Käsitellyn koekappaleen painohäviön tulee tapahtua vähintään 20 kierrosta myöhemmin kuin vertailukappaleen.			
	CEN/TS 12390-9 <sup>4)</sup>	Rapautuma, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 65	≤ 25	≤ 10
Jäädytys-sulatus-kestävyys <sup>2)</sup>	SFS-EN 13687-3 <sup>5)</sup> 20 kierrosta	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua			
		b) vetokoe			
			Keskiarvo ( $\text{N/mm}^2$ ) Halkeamia      Jäykät tuotteet *) silloittavat tai joustavat tuotteet		
		ilman liikennekuormaa $\geq 0,8 (0,5) **$ $\geq 1,0 (0,7) **$ liikennekuorman kanssa $\geq 1,5 (1,0) **$ $\geq 2,0 (1,5) **$			
		*) Jäykkiä pinnoitteita ovat pinnoitteet, joiden standardin EN ISO 868 mukainen Shore D -kovuus $\geq 60$ . **) Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
		CEN/TS 12390-9 <sup>5)</sup> Ei näkyviä vaurioita			
Poistettavuus	Kuumapainepesu valmistajan ilmoittamalla tavalla	Aineen pitää irrota			
Kuivan kalvon paksuus <sup>2)</sup>	SILKO-testi (Kohta 4.4)	Ei vaatimusta			
<b>Vapaaehtoiset kokeet</b>					
Kloridien läpäisevyys	NT BUILD 515	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 20	≤ 15	≤ 8
Karbonatisoitumisen esto	NT BUILD 357, CO <sub>2</sub> -pitoisuus 1 % (Kohta 4.1)	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 60	≤ 20	
<b>Valmistajan ilmoitettava</b>					
UV-kestävyys	SFS-EN 11507, 500 h	Ei aistinvaraisia muutoksia kokeen jälkeen			

- 1) Systemit, jotka eivät muodosta yhtenäistä kalvoa
- 2) Yhtenäisen kalvon muodostavat systemit
- 3) Keskenään vaihtoehtoiset koemenetelmät
- 4) Keskenään vaihtoehtoiset koemenetelmät
- 5) Keskenään vaihtoehtoiset koemenetelmät



## 4. SILKO-testien menetelmäkuvaukset

### 4.1 Suoja-aineen vaikutus karbonatisoitumisnopeuteen

#### 4.1.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito

Kokeessa käytetään laastiprismoja,  $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}^3$ , joita on 2 kpl suoja-ainetta kohden sekä 2 vertailuprismaa yhtä koesarjaa kohden.

Prismat valmistetaan 1766:ssa määritellystä laastista MC(0,45), jonka maksimiraekoko on 8 mm. Prismoja säilytetään ensimmäinen valun jälkeinen vuorokausi vedessä ja tämän jälkeen 28 vrk:n ikäiseksi olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismat hiekkapuhalletaan ja niitä kuivatetaan 1 vrk tyhjiöuunissa, jonka lämpötila on  $30 \pm 2 \text{ °C}$ . Tästä ajasta tyhjiöimu on käynnissä 8 h kuivatuksen alussa.

Prismoja säilytetään muovipusseissa kunnes ne käsitellään suoja-aineella noin 42 vrk:n ikäisenä.

#### 4.1.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito

Prismat käsitellään suoja-aineella kaikilta sivuiltaan ja jälkihoidetaan valmistajan ohjeen mukaisesti.

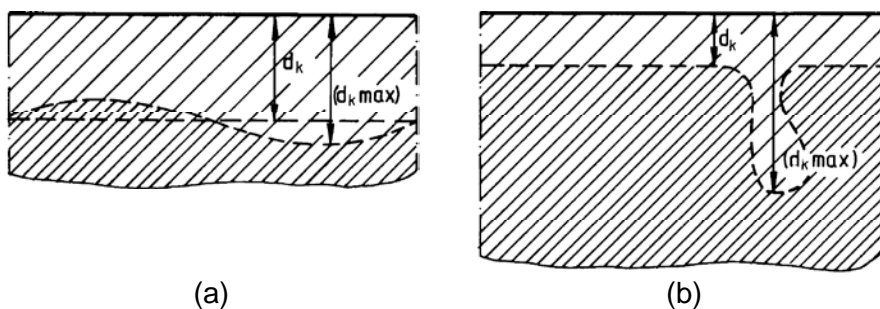
#### 4.1.3 Kokeen suoritus /1/

Koe tehdään NT BUILD 357:n mukaisesti, mutta testikammion ilman hiilidioksidipitoisuus on 1 %.

Koe sisältää käsiteltyjen sekä vertailuprismojen 3 kk kestäväen säilytyksen ilmassa, jonka hiilidioksidipitoisuus on 1 %. Säilytysolosuhteen lämpötila on  $21 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $60 \pm 5 \text{ %}$ .

Kokeen aikana prismojen karbonatisoitumista seurataan siten, että yksi prisma suoja-ainetta kohden sekä yksi vertailuprisma katkaistaan kolmannespisteen kohdalta 0, 0,5, 1, 2 ja 3 kk kestäneen hiilidioksidikäsittelyn jälkeen ja halkaisupinnat käsitellään fenoliftaleiini-indikaattorilla. Käsitellyistä halkaisupinnoista mitataan karbonatisoitumissyvyys. Lisäksi halkaisupinnat voidaan valokuvata.

Jos karbonatisoituminen ei ole edennyt tasaisesti pinnan suuntaisena rintamana, karbonatisoitumissyvyys mitataan seuraavasti:



Yllä olevien kuvien tapauksessa (a) mitataan graafinen keskiarvo ja maksimi. Tapauksessa (b) mitataan pääsääntöinen karbonatisoitumissyvyys ja poikkeava maksimi. Nurkkien suuremmat karbonatisoitumissyvytykset jätetään ottamatta huomioon.

Prismojen huomattava karbonatisoituminen halkaisupintojen kautta kokeen jatkuessa estetään käsittelemällä nämä pinnat sopivalla hartsilla.

#### 4.1.4 Koetulokset

Koetuloksena esitetään suoja-aineella käsiteltyjen prismojen karbonatisoitumissyvyyden suhde vertailuprismojen karbonatisoitumissyvyyteen prosentteina 0, 0,5, 1, 2 ja 3 kk kestäneen hiilidioksidikäsitteilyn jälkeen. Haluttaessa voidaan esittää myös vastaavat valokuvat karbonatisoitumisesta.

## 4.2 Puhdistettavuus

### 4.2.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet

Koekappaleina käytetään tehdasvalmisteisia hiekkapuhallettuja betonisia käytävälaittoja, 40 x 300 x 300 mm<sup>3</sup>, joita on 2 kappaletta suoja-ainetta kohden sekä 2 vertailukappaletta yhtä koesarjaa kohden.

Laattoja säilytetään vähintään 14 vrk:n ajan ennen käyttöä olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

### 4.2.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito

Betonilaattojen hiekkapuhallettu pinta käsitellään suoja-aineella ja jälkihoitetaan valmistajan ohjeen mukaisesti.

### 4.2.3 Kokeen suoritus

Kaikkien suoja-aineella käsiteltyjen laattojen sekä käsittelemättömien vertailulaattojen hiekkapuhallettu pinta jaetaan kolmeen osaan. Yhteen osaan tehdään töherrysspray-maalilla, yhteen osaan siveltävällä alkydimaalilla ja yhteen osaan vedenkestävällä huopakynällä.

Töhrimisen jälkeen laattoja säilytetään 7 vrk:n ajan  $65 \pm 5 \%$ :n suhteellisessa kosteudessa  $20 \pm 2 \text{ °C}$ :n lämpötilassa, jonka jälkeen laatat valokuvataan ja yksi laatta kutakin suoja-ainetta kohti ja yksi vertailulaatta puhdistetaan (kuumapaine)pesulla ja yksi suoja-aineen valmistajan suosittelemalla puhdistusaineella ja -menetelmällä.

Puhdistuksen jälkeen arvioidaan silmämääräisesti töherryksen poistuma koelaatoista ja vertailulaatoista. Lisäksi koelaatat valokuvataan.

### 4.2.4 Koetulokset

Koetuloksena ilmoitetaan töherryksen poistuman keskimääräinen numeerinen arvio vertailukappaleisiin verrattuna ja esitetään koelaatoista puhdistamisen jälkeen otetut valokuvat. Puhdistettavuuden numeerinen arvo on välillä 0...5. Arvo 0 tarkoittaa, että töherrysspray ei puhdistu lainkaan, ja arvo 5, että töherrysspray puhdistuu täysin. 0:n ja 5:n väliset arvot määräytyvät alla olevan taulukon mukaisesti.

Koekappaleen keskimääräinen puhdistuvuus	Töherryksen puhdistuvuuden keskiarvon erotus vertailuun					
	≥ 2			< 2		
	Puhdistuvuuden kokonaisarvio		SILKO-arvostelu	Puhdistuvuuden kokonaisarvio		SILKO-arvostelu
	Sanallinen	Numeerinen		Sanallinen	Numeerinen	
5	Erittäin hyvä	5	++++	Erittäin hyvä	5	++++
4	Hyvä	4	+++	Huono	1	+
3	Kohtalainen	3	++	Huono	1	+
2	Kohtalainen	2	++	Huono	1	+
1	Huono	1	+	Huono	1	+
0	Huono	0	+	Huono	0	+

## 4.3 Suoja-aineen poistettavuus

### 4.3.1 Suoja-aineella käsiteltävä betonikappale ja sen jälkihoito

Koekappaleena käytetään betonista hiekkapuhallettua käytävälaattaa, 40 x 300 x 300 mm<sup>3</sup>.

### 4.3.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito

Betonilaattojen hiekkapuhallettu pinta käsitellään suoja-aineella ja jälkihoidetaan valmistajan ohjeen mukaisesti.

### 4.3.3 Kokeen suoritus

Jälkihoidettuja suoja-ainekäsiteltyjä laattoja säilytetään 20 ± 2 °C:n lämpötilassa ja 65 ± 5 %:n suhteellisessa kosteudessa vähintään 7 vrk:n ajan.

Suoja-aine poistetaan valmistajan ohjeen mukaisesti.

Mikäli valmistaja ei suosittele poistomenetelmää, suoja-aine poistetaan hiekkapuhaltamalla 100 x 100 mm<sup>2</sup>:n alueelta. Hiekkapuhallus tehdään AC-tyyppisillä lyijylasikuulilla, 6 bar:n paineella, ø 8 mm:n suuttimella, 40 mm:n etäisyydeltä, kohtisuoraan pintaa vastaan. Hiekkapuhallus tehdään 10 mm leveinä kaistoina. Suutinta liikutetaan nopeudella 200 mm/s.

Suoja-aineen poistettavuus arvioidaan kiinnittäen huomiota poistettavuuden vaikeuteen sekä suoja-ainejäämien määrään.

### 4.3.4 Koetulokset

Tuloksina ilmoitetaan arvio poistettavuuden vaikeudesta sekä suoja-ainejäämien määrä.

## 4.4 Suoja-aineen kuivan kalvon paksuusmittaus

### 4.4.1 Koekappaleet

Suoja-aineen kuivan kalvon paksuus mitataan muihin kokeisiin käytetyistä koekappaleista.

### 4.4.2 Kokeen suoritus

Koekappaleet murretaan halki ja murtopinnasta mitataan vähintään 50-kertaisesti suurentamalla mikroskoopilla suoja-ainekalvon paksuus. Mitattavan pinnan pituus on vähintään 100 mm.

### 4.4.3 Koetulokset

Koetuloksina ilmoitetaan koekappaleet, joiden pinnoitepaksuus on mitattu sekä kalvon paksuuden pienin, suurin ja keskimääräinen arvo sekä koekappalekohtaisesti että keskimäärin.

## 4.5 Vedenkestävyys

### 4.5.1 Koekappaleet

Kokeessa käytetään betoniprismoja, 160 x 40 x 40 mm<sup>3</sup>, joita on 2 kpl pinnoitetta kohden.

Prismat valmistetaan 1766:ssa määritellystä laastista MC(0,45), jonka maksimiraekoko on 8 mm. Prismoja säilytetään ensimmäinen valun jälkeinen vuorokausi vedessä ja tämän jälkeen 28 vrk:n ikäiseksi olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismoja säilytetään vähintään 14 vrk olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

#### 4.5.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito

Prismojen kolme muuttia vasten valettua pitkää sivua esikäsitellään ja käsitellään suoja-aineella valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Käsitellyt kappaleet jälkihoidetaan valmistajan ohjeiden mukaan. Edellisen erityisen jälkihoiton lisäksi kappaleita säilytetään 7 vrk olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

#### 4.5.3 Kokeen suoritus

Prismat asetetaan pinnoittamaton pitkä sivu alaspäin upoksiin huoneenlämpöiseen veteen. Veden tilavuus on vähintään nelinkertainen koekappaleiden yhteistilavuuteen verrattuna. Vesi vaihdetaan uuteen kahden viikon välein. Kokeen kesto on 6 viikkoa, jonka jälkeen koekappaleet siirretään 7 vrk:n ajaksi olosuhteisiin  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

Suoja-aineen kunto tarkastetaan silmämääräisesti ja käsivaraisesti ennen koetta, välittömästi 6 viikon vesisäilytyksen jälkeen ja 7 vrk:n RH  $65 \pm 5 \%$ :ssa säilytyksen jälkeen.

#### 4.5.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa kokeen aikana havaitut muutokset.

## 4.6 Alkalinkestävyys

#### 4.6.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito

Kokeessa käytetään betoniprismoja,  $160 \times 40 \times 40 \text{ mm}^3$ , joita on 2 kpl pinnoitetta kohden.

Prismat valmistetaan 1766:ssa määritellystä laastista MC(0,45), jonka maksimiraekoko on 8 mm. Prismoja säilytetään ensimmäinen valun jälkeinen vuorokausi vedessä ja tämän jälkeen 28 vrk:n ikäiseksi olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismoja säilytetään vähintään 14 vrk olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

#### 4.6.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito

Prismojen kolme muuttia vasten valettua pitkää sivua esikäsitellään ja käsitellään pinnoitteella valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Käsitellyt kappaleet jälkihoidetaan valmistajan ohjeiden mukaan. Edellisen erityisen jälkihoiton lisäksi kappaleita säilytetään 7 vrk olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

#### 4.6.3 Kokeen suoritus

Prismat asetetaan pinnoittamaton pitkä sivu alaspäin upoksiin huoneenlämpöiseen kylläiseen  $\text{Ca(OH)}_2$ -liuokseen. Liuoksen tilavuus on vähintään nelinkertainen koekappaleiden yhteistilavuuteen verrattuna. Liuos vaihdetaan uuteen kahden viikon välein. Kokeen kesto on

8 viikkoa, jonka jälkeen koekappaleet siirretään 7 vrk:n ajaksi olosuhteisiin  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5 \%$ .

Pinnoitteen kunto tarkastetaan silmämääräisesti ennen koetta, välittömästi 8 viikon  $\text{Ca(OH)}_2$ -liuossäilytyksen jälkeen ja 7 vrk:n  $\text{RH } 65 \pm 5 \%$ :ssa säilytyksen jälkeen.

#### 4.6.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa kokeen aikana havaitut muutokset.

## 5. Lähdeviitteet

---

1. NT BUILD 515. Edition 1. Approved 2015 – 12. 5 s.  
[http://www.nordtest.info/images/documents/nt-methods/building/NT\\_BUILD\\_515\\_hydrophobic\\_impregnations\\_for\\_concrete.pdf](http://www.nordtest.info/images/documents/nt-methods/building/NT_BUILD_515_hydrophobic_impregnations_for_concrete.pdf)