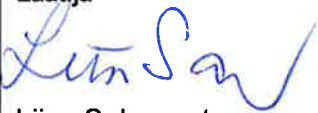
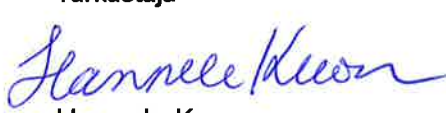





<b>Raportin nimi</b> Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelma 2016 - v2		
<b>Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot</b> Liikennevirasto, Ossi Räsänen Säteilyturvakeskus, Simon Burck Helsingin kaupunki, Timo Rytönen Tampereen kaupunki, Petri Kantola  Espoon kaupunki, Vesa Rönty	<b>Asiakkaan viite</b> ooTZP-0047489 LIVI/1124/02.01.09./2016 1/Y40014/2016 4580042612 08.03.2016 T:reen kaupunki. Tilaajaryhmä. Kaupunkiympäristön kehittäminen. Suunnittelupäällikkö. Päätöspöytäkirja 13.04.2016 Mappipäätös 2.3.2016. Vesa Rönty, Salla Hänninen	
<b>Projektin nimi</b> Betonitekniset taitorakennetutkimukset	<b>Projektin numero/lyhytnimi</b> 110602/BTT 2016	
<b>Tiivistelmä</b> Tämä koeohjelma on päivitetty versio, joka korvaa koeohjelman, jonka raporttinumero on VTT-CR-01211-16.  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/ohjeluettelo">www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluettelo</a> .  Betonin suoja-aineet ryhmitellään vettähylykiviin 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 vettähylykiviä impregnointiaineita, impregnointiaineita tai pinnoitteita ja niiltä edellytetään samoja ominaisuuksia kuin kyseisten tuoteryhmien tuotteilta.  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.		
Espoo 13.12.2016 <b>Laatija</b>  Liisa Salparanta Erikoistutkija	<b>Tarkastaja</b>  Hannele Kuosa Tutkija	<b>Hyväksyjä</b>  Edgar Bohner Tutkimustiimin päällikkö
<b>VTT:n yhteystiedot</b> Teknologian tutkimuskeskus VTT, PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111 (vaihde), fax 020 722 7007		
<b>Jakelu (asiakkaat ja VTT)</b> Tilaaaja VTT Kirjaamo		
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>		

## 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
4.7 Kloridien tunkeutumisen estäminen .....	12
4.7.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito .....	12
4.7.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito .....	12
4.7.3 Kokeen suoritus .....	12
4.7.4 Koetulokset.....	12
5. Lähdeviitteet .....	13

## 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/ohjeluettelo](http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluettelo).

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 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 Vettähylykivät impregnointiaineet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
<b>Pakolliset kokeet</b>					
Vedenläpäisevyys	SFS-EN 13580	Absorptionopeus, % vertailusta < 15    ≤ 10    ≤ 5			
Alkalinkestävyys	SFS-EN 13580	Absorptionopeus alkaliliuosputuksen 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	Impregnoitun 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>	$s_D, \text{m}$			
		≤ 100	≤ 50	≤ 5	≤ 0,5
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.7)	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta ≤ 100      ≤ 20      ≤ 15      ≤ 8			
Tartunta <sup>2)</sup>	SFS-EN 1542	Tartuntalujuus, MPa <sup>1)</sup> ≥ 1,5 (1,0) <sup>1)</sup> Yksittäinen koetulos ei saa alittaa suluissa olevaa arvoa			
Pakkas-suola-kestävyys	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 ≥ 0,8 (0,5) *) vaakasuuntainen ilman mekaanista kuormaa ≥ 1,0 (0,7) *) vaakasuuntainen yhdessä mekaanisen kuorman kanssa ≥ 1,5 (1,0) *) <sup>1)</sup> Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
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			

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: $w, \text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$			
		< 0,1	-	-	
Vesihöyrynläpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) <sup>1)</sup> SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) <sup>1)</sup>	$s_D, \text{m}$			
		≤ 100	≤ 50	≤ 5	
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.7)	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 20	≤ 15	≤ 8
Hiilidioksidin läpäisevyys	SFS-EN 1062-6	Ei luokitusta, vain kriteeri: $s_D, \text{m}$			
		> 50	-	-	
Tartunta	SFS-EN 1542	Tartuntalujuus, MPa Halkeamia silloittavat: ≥ 0,8 Muut: ≥ 1,5			
Jäädytys-sulatus-kestävyys	SFS-EN 13687-3, 20 kierrosta	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe <span style="float: right;">Keskiarvo (N/mm<sup>2</sup>)</span> <span style="float: right;">Halkeamia                      Jäykät tuotteet <sup>*)</sup></span> <span style="float: right;">silloittavat tai</span> <span style="float: right;">joustavat tuotteet</span> ilman liikennekuorma <span style="float: right;">≥ 0,8 (0,5) <sup>**)</sup></span> <span style="float: right;">≥ 1,0 (0,7) <sup>**)</sup></span> liikennekuorman kanssa <span style="float: right;">≥ 1,5 (1,0) <sup>**)</sup></span> <span style="float: right;">≥ 2,0 (1,5) <sup>**)</sup></span> <sup>*)</sup> Jäykkiä pinnoitteita ovat pinnoitteet, joiden standardin EN ISO 868 mukainen Shore D -kovuus ≥ 60. <sup>**)</sup> Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
Kuivan kalvon paksuus	SILKO-testi (Kohta 4.4)	Polymeeripinnoitteet: ≥ 300 μm Sementtipohjaiset pinnoitteet: ≥ 2000 μm			
<b>Vapaaehtoiset kokeet</b>					
Halkeaman-silloituskyky	SFS-EN 1062-7, Menet. A, -30 °C	Halkeamaleveys pinnoitteen revetessä, mm			
		≥ 0,3	≥ 0,6	≥ 1,0	
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	Oltava helposti poistettava			
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	Käsiteltävien kappaleiden kuivumisnopeuden suhde vertailukappaleiden kuivumisnopeuteen, % Luokka I: > 30 Luokka II: > 10			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Pakkasuola-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, 20 kierrosta <sup>5)</sup>	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua			
		b) vetokoe			
	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	SILKO-testi (Kohta 4.7)	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) Systeemit, jotka eivät muodosta yhtenäistä kalvoa
- 2) Yhtenäisen kalvon muodostavat systeemit
- 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.

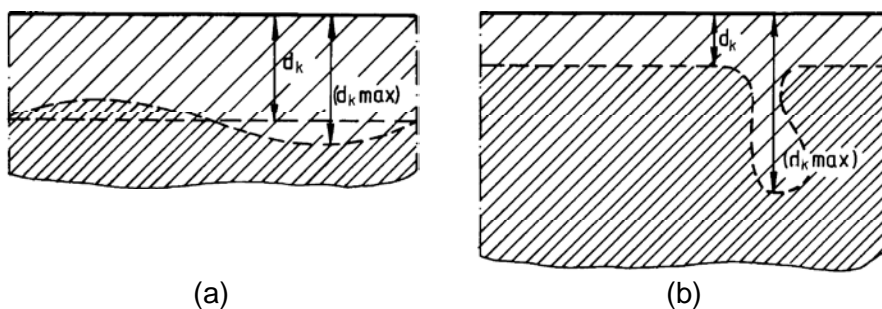
#### 4.1.3 Kokeen suoritus /1/

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

Koe sisältää käsiteltävien sekä vertailuprismojen 3 kk kestävästä säilytyksestä 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 karbonatisoitumissyvyudet 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 puhdistavuus	Töherryksen puhdistavuuden keskiarvon erotus vertailuun					
	≥ 2			< 2		
	Puhdistavuuden kokonaisarvio		SILKO-arvostelu	Puhdistavuuden 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 ikäisiksi 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  $65 \pm 5 \text{ %}$ .

#### 4.5.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito

Prismojen kolme muottia 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  $65 \pm 5 \text{ %}$ .

#### 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  $65 \pm 5 \text{ %}$ .

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

#### 4.6.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito

Prismojen kolme muottia 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  $65 \pm 5 \text{ %}$ .

#### 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  $65 \pm 5 \text{ %}$ .

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

#### 4.6.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa kokeen aikana havaitut muutokset.

## 4.7 Kloridien tunkeutumisen estäminen

### 4.7.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito

Kokeessa käytetään betonikuutioita,  $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$ , joita on 3 kpl suoja-ainetta kohden ja lisäksi 3 vertailukuutiota yhtä koesarjaa kohden.

Kuutiot standardin SFS-EN 1766 mukaisesta betonista MC(0,75), jonka kiviaineksen maksimiraekoko on 8 mm.

Kuutioita jälkihoitetaan 28 vrk:n ikäiseksi SFS-EN 1766:n mukaisissa olosuhteissa. Tämän jälkeen kuutioita säilytetään 56 ... 63 vrk:n ikäiseksi olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5$  %.

### 4.7.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito

Betonikuutiot hiekkapuhalletaan ja käsitellään suoja-aineella kaikilta sivuiltaan suoja-aineen valmistajan ohjeiden mukaisesti<sup>65</sup>

Käsittelyn yhteydessä arvioidaan levitettävyyttä, valuminen pystypinnoilla, kuivumisnopeus, jos se on erityisen hidas tai nopea, haju, jos se on erityisen voimakas sekä muut työhön vaikuttavat tekijät. Huomioon otettavia tekijöitä käsittelyssä ovat mm. levitystapa, menekki, kunkin levityskerroksen kuivumisaika ja jälkihoito.

Käsitellyt kappaleet jälkihoitetaan valmistajan ohjeiden mukaan. Edellisen erityisen jälkihoiton lisäksi kappaleita säilytetään 14 ... 21 vrk olosuhteissa  $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$  ja suhteellinen kosteus  $65 \pm 5$  %.

### 4.7.3 Kokeen suoritus

Koekuutiot upotetaan 56 vrk:ksi 15-prosenttiseen NaCl-liuokseen.

Kuutiot punnitaan kokeen alussa ja lopussa. Punnituksissa käytettävän vaa'an punnitustarkkuuden tulee olla 0,1 g.

Kuutioiden vesiliukoiset kloridipitoisuudet määritetään kahdelta syvyysväliltä, 0...20 mm ja 20...50 mm. Näytteet irrotetaan kuutioiden pystysivuilta, kun yläpintana on kuutioiden valupinta. Kustakin kuutiosta irrotetaan yksi näyte kummaltakin syvyysväliltä. Kloridipitoisuusmääritys tehdään kolmesta rinnakkaisesta kuutiosta saadut näytteet yhdistämällä saadulle jauheelle.

### 4.7.4 Koetulokset

Tuloksena kokeesta esitetään syvyysväleiltä 0...20 mm ja 20...50 mm mitatut kloridipitoisuudet paino-%:a betonista sekä kloridipitoisuuksien suhde vertailukuutioiden kloridipitoisuuksiin.

## 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)