




TUTKIMUSRAPORTTI

VTT-R-01292-14
KORVAA TUTKIMUSRAPORTIN VTT-R-07962-11

Betonin suoja-aineiden SILKO- kokeet 2014

Kirjoittajat: Liisa Salparanta

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Betonin suoja-aineiden SILKO-kokeet 2014		
Asiakkaan nimi, yhteystiedot Liikennevirasto	Asiakkaan viite -	
Projektin nimi Betonitekniset taitorakennetutkimukset 2013	Projektin numero/lyhytnimi 82372	
Raportin laatija(t) Liisa Salparanta	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 13 s.	
Avainsanat betoni, suojaus, pinnoite, impregnointi, tiivistys, töherryksen- esto	Raportin numero VTT-R-01292.14	
Tiivistelmä Tämä koeohjelma on päivitetty versio, joka korvaa koeohjelman, jonka raporttinumero on VTT-R-07962-11. Pinnoitteiden, impregnointiaineiden, vettähylykivien impregnointiaineiden ja puhdistettavien töherryksenestoaineiden pakkasenkestävyys testataan tuotestandardia EN 1504-3 (2006) noudattaen testausstandardien EN 13678-1, EN 13678-2 ja EN 13678-3 mukaisesti. Näitä koeohjeita käytetään tutkittaessa soveltuuko betonirakenteiden suojausaine Liikenneviraston ulkobetonirakenteiden suojaukseen. Koetulosten perusteella Liikennevirasto päättää aineiden hyväksynnästä käyttöönsä. Liikennevirasto julkaisee hyväksytyt tuotteet SILKO-ohjeistossa, joka on saatavissa Liikenneviraston internet-sivuilta. Betonin suoja-aineet ryhmitellään vettähylykiviin impregnointiaineisiin, tiivistysaineisiin, pinnoitteisiin ja töherryksenestoaineisiin. Töherryksenestoaineet voivat olla uhrautuvia tai puhdistettavia. Osa SILKO-kokeista on pakollisia ja osa vapaaehtoisia. Pakollisten kokeiden tulosten perusteella Liikennevirasto päättää aineiden hyväksynnästä Liikenneviraston käyttöön. Vapaaehtoisin kokein tuotteella voidaan osoittaa olevan jotakin Liikenneviraston erityiskohteisiin soveltuvia ominaisuuksia.		
Luottamuksellisuus	Julkinen	
Espoo 7.3.2014 Laatija  Liisa Salparanta Erikoistutkija	Tarkastaja  Hannele Kuosa Tutkija	Hyväksyjä  Eila Lehmus Tutkimusalueen päällikkö
VTT:n yhteystiedot Teknologian tutkimuskeskus VTT, PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111 (vaihde), fax 020 722 7007		
Jakelu (asiakkaat ja VTT) 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
3.5 Töherrystenestoaineet - Puhdistettavat.....	8
4. SILKO-testien menetelmäkuvaukset	8
4.1 Kloridien läpäisevyys	8
4.1.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito.....	8
4.1.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito	9
4.1.3 Kokeen suoritus	9
4.1.4 Koetulokset.....	9
4.2 Suoja-aineen vaikutus karbonatisoitumisnopeuteen	9
4.2.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito.....	9
4.2.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito	9
4.2.3 Kokeen suoritus	9
4.2.4 Koetulokset.....	10
4.3 Puhdistettavuus	10
4.3.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet.....	10
4.3.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito	10
4.3.3 Kokeen suoritus	10
4.3.4 Koetulokset.....	10
4.4 Suoja-aineen poistettavuus.....	11
4.4.1 Suoja-aineella käsiteltävä betonikappale ja sen jälkihoito	11
4.4.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito.....	11
4.4.3 Kokeen suoritus	11
4.4.4 Koetulokset.....	11
4.5 Suoja-aineen kuivan kalvon paksuusmittaus.....	11
4.5.1 Koekappaleet.....	11
4.5.2 Kokeen suoritus	11
4.5.3 Koetulokset.....	11
4.6 Vedenkestävyys	11
4.6.1 Koekappaleet.....	11
4.6.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito	12
4.6.3 Kokeen suoritus	12
4.6.4 Koetulos.....	12
4.7 Alkalinkestävyys	12
4.7.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito	12
4.7.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito	12
4.7.3 Kokeen suoritus	12
4.7.4 Koetulos.....	13

1. Johdanto

Näitä koeohjeita käytetään tutkittaessa soveltuuko betonirakenteiden suojausaine Liikenneviraston ulkobetonirakenteiden suojaukseen. Ohjeet koskevat vettähylykiviä impregnointiaineita, tiivistysaineita, pinnoitteita ja sekä uhrautuvia että puhdistettavia töherryksenestoaineita. Koeohjelma on laadittu vastaamaan mahdollisimman hyvin Suomen silloilla vallitsevia olosuhteita käyttäen koemenetelminä mahdollisimman paljon eurooppalaisia standardeja. Koe-tulosten perusteella Liikennevirasto päättää aineiden hyväksynnästä käyttöönsä. Hyväksytyt tuotteet julkaistaan SILKO-ohjeistossa. SILKO-ohjeet ovat vapaasti saatavissa Liikenneviraston internet-sivuilta.

SILKO-kokeiden koekappaleiden suojausainekäsittelyn tekee tuotteen edustaja VTT:n edustajan valvonnassa. Edellä mainitusta menettelystä poikkeava menettely kirjataan tutkimusselostukseen.

2. Tuoteryhmien koeohjelmat

Osa SILKO-kokeista on pakollisia ja osa vapaaehtoisia. Pakolliset kokeet Liikennevirasto edellyttää tehtäväksi kaikilla aineilla, jolle haetaan hyväksyntää Liikenneviraston käyttöön. Vapaaehtoisin kokein tuotteella voidaan osoittaa olevan jokin oleellinen erityiskohteeseen soveltuva ominaisuus. Luvussa 3 esitetään ominaisuudet, jotka kuhunkin aineryhmään kuuluvasta aineesta on määritettävä sekä viittaus koemenetelmään, jolla ominaisuus tutkitaan.

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

3. Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelmat ja kriteerit

3.1 Vettähylyvät impregnointiaineet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuotetunnistus	IR (EN 1767) tai TGA (EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Vedenläpäisevyys	EN 13580	Absorptionopeus, % vertailusta < 15 ≤ 10 ≤ 5			
Alkalinkestävyys	EN 13580	Ei luokitusta. Kriteeri absorptionopeus alkali-liuospotuksen jälkeen, 10 % vertailusta			
Vesihöyrynläpäisevyys	EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla)	s _D , m ≤ 100 ≤ 50 ≤ 5 ≤ 0,5			
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.1)	Kloridipitoisuus, % vertailusta ≤ 100 ≤ 20 ≤ 15 ≤ 8			
Pakkas-suolakestävyys	EN 13581	Impregnoitussa koekappaleessa betonipinnan painohäviön tulee tapahtua vähintään 20 sykliä myöhemmin kuin impregnoimattomassa.			
Tunkeutumissyvyys	EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm ≥ 2 ≥ 5 ≥ 10 ≥ 15			
Vapaaehtoiset kokeet					
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357 CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta ≤ 100 ≤ 60 ≤ 20			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.5)	Ei kriteeriä/luokitusta			

3.2 Impregnointiaineet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuotetunnistus	IR (EN 1767) tai TGA (EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Vedenläpäisevyys	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) ¹⁾ EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ¹⁾	s_D, m			
		≤ 100	≤ 50	≤ 5	≤ 0,5
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.1)	Kloridipitoisuus, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 20	≤ 15	≤ 8
Tartunta ²⁾	EN 1542	Tartuntalujuus, MPa ¹⁾ ≥ 1,5 (1,0) ¹⁾ Yksittäinen koetulos ei saa alittaa suluissa olevaa arvoa			
Pakkas-suolakestävyys	EN 13687-1 EN 13687-2	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe Levittäminen/kuorma keskiarvo (N/mm ²) pystysuuntainen ≥ 0,8 (0,5) ^{b)} vaakasuuntainen ilman mekaanista kuormaa ≥ 1,0 (0,7) ^{b)} vaakasuuntainen yhdessä mekaanisen kuorman kanssa ≥ 1,5 (1,0) ^{b)} ^{b)} Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
Tunkeutumissyvyys	EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm			
		≥ 2	≥ 5	≥ 10	≥ 15
Vapaaehtoiset kokeet					
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357, CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 60	≤ 20	
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.5)	Ei kriteeriä/ luokitusta			

1) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet

2) Kalvon muodostavat aineet.

3.3 Pinnoitteet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuotetunnistus	IR (EN 1767) tai TGA (EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Vedenläpäisevyys	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) ¹⁾ EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) 1)	≤ 100	s_D, m ≤ 50	≤ 5	
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.1)	Kloridipitoisuus, % vertailusta ≤ 50 ≤ 20 ≤ 15 ≤ 8			
Karbonatisoitumisen esto ²⁾	NT BUILD 357 CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta ≤ 20 ≤ 15 ≤ 8			
Hiilidioksidin läpäisevyys ²⁾	SFS-EN 1062-6	Ei luokitusta, vain kriteeri: s_D, m > 50 - - -			
Tartunta	SFS-EN 1542	Tartuntalujuus, MPa Halkeamia silloittavat: ≥ 0,8 Muut: ≥ 1,5			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Jäädytys-sulatuskestävyys	EN 13687-3	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe Keskiarvo (N/mm ²) Halkeamia Jäykät tuotteet ^c silloittavat tai joustavat tuotteet ilman liikennekuormaa ≥ 0,8 (0,5) ^b ≥ 1,0 (0,7) ^b liikennekuorman kanssa ≥ 1,5 (1,0) ^b ≥ 2,0 (1,5) ^b ^b Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo. ^c Jäykkiä pinnoitteita ovat pinnoitteet, joiden standardin EN ISO 868 mukainen Shore D -kovuus ≥ 60.			
Kuivan kalvon paksaus	SILKO-testi (Kohta 4.6)	Polymeeripinnoitteet: ≥ 300 μm Sementtipohj. pinnoitteet: ≥ 2000 μm			
Vapaaehtoiset kokeet					
Halkeaman-silloituskyky	EN 1062-7, Menet. A, -30 °C	Halkeamaleveys pinnoitteen revetessä, mm ≥ 0,3 ≥ 0,6 ≥ 1,0			
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.5)	Oltava helposti poistettava			
Valmistajan ilmoitettava					
UV-kestävyys	EN 11507, 500 h	Ei aistinvaraisia muutoksia kokeen jälkeen			
Vedenkestävyys	SILKO-testi (Kohta 4.7)	Ei aistinvaraisia palautumattomia muutoksia kokeen jälkeen			
Alkalinkestävyys	SILKO-testi (Kohta 4.8)	Ei aistinvaraisia palautumattomia muutoksia kokeen jälkeen			

1) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet

2) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet.

3.4 Töherrystenestoaineet - Uhrautuvat

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuotetunnistus	IR (EN 1767) tai TGA (EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Vedenläpäisevyys	EN 13580 ¹⁾	Absorptionopeus, % vertailusta < 15 ≤ 10 ≤ 5			
	EN 1062-3 ²⁾	Ei luokitusta, vain kriteeri: $w, \text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ < 0,1 - -			
Vesihöyrynläpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) ³⁾	s_D, m			
	EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ³⁾	≤ 100	≤ 50	≤ 5	
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Pakkas-suolakestävyys karbonatsoimattomilla koekappaleilla ¹⁾	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta ≤ 100 ≤ 65 ≤ 25 ≤ 10			
Jäädytys-sulatuskestävyys ²⁾	CEN/TS EN 12390-9	Ei näkyviä vaurioita			
Poistettavuus	Kuumapainepesu valmistajan ilmoittamalla tavalla	Kalvon pitää irrota			
Kuivan kalvon paksuus ²⁾	SILKO-testi (Kohta 4.6)	≥ 30 μm	≥ 50 μm	≥ 80 μm	
Vapaaehtoiset kokeet					
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.1)	Kloridipitoisuus, % vertailusta ≤ 100 ≤ 20 ≤ 15 ≤ 8			
Karbonatsoitumisen esto	NT BUILD 357 CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	Karbonatsoitumissyvyys, % vertailusta ≤ 100 ≤ 60 ≤ 20			
Valmistajan ilmoitettava					
UV-kestävyys	EN 11507, 500 h	Ei aistinvaraisia muutoksia kokeen jälkeen			

1) Systemit, jotka eivät muodosta yhtenäistä kalvoa

2) Yhtenäisen kalvon muodostavat systemit

3) Yhtenäisen kalvon muodostavat systemit.

3.5 Töherrystenestoaineet - Puhdistettavat

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuotetunnistus	IR (EN 1767) tai TGA (EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Vedenläpäisevyys	EN 13580 ¹⁾	Absorptionopeus, % vertailusta			
	EN 1062-3 ²⁾	< 15	≤ 10	≤ 5	
Vesihöyrynläpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) ³⁾	Ei luokitusta, vain kriteeri: $w, \text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$			
	EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ³⁾	< 0,1	-	-	
Tartunta ²⁾	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) ³⁾	Tartuntalujuus, MPa ≥ 1,5 (1,0)			
	EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ³⁾	≤ 100	≤ 50	≤ 5	
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	1 Huono	3 Kohta-lai- nen	5 Hyvä	
Pakkas-suola-kestävyys ¹⁾	EN 13581	Töherrystenestoaineella käsitellyssä koekappaleessa betonipinnan painohäviön tulee tapahtua vähintään 20 sykliä myöhemmin kuin vertailukappaleessa.			
Jäädytys-sulatus-kestävyys ²⁾	EN 13687-3	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe Keskiarvo (N/mm ²) Halkeamia Jäykät tuotteet ^c silloittavat tai joustavat tuotteet ilman liikennekuormaa ≥ 0,8 (0,5) ^b ≥ 1,0 (0,7) ^b liikennekuorman kanssa ≥ 1,5 (1,0) ^b ≥ 2,0 (1,5) ^b ^b Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo. ^c Jäykkiä pinnoitteita ovat pinnoitteet, joiden standardin EN ISO 868 mukainen Shore D -kovuus ≥ 60.			
Kuivan kalvon paksuus ²⁾	SILKO-testi (Kohta 4.6)	≥ 30 μm	≥ 50 μm	≥ 80 μm	
Vapaaehtoiset kokeet					
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.1)	Kloridipitoisuus, % vertailusta			
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357 CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	≤ 50	≤ 20	≤ 15	≤ 8
Halkeamansilloituskyky ²⁾	EN 1062-7 Menetelmä A, -30 °C	Karbonatisoitumissyvyys, % vertailusta			
		≤ 20	≤ 15	≤ 8	
		Halkeamaleveys pinnoitteen revetessä, mm			
		≥ 0,3	≥ 0,6	≥ 1,0	
Valmistajan ilmoitettava					
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.5)	Ei kriteeriä/luokitusta			
UV-kestävyys	EN 11507, 500 h	Ei aistinvaraisia muutoksia kokeen jälkeen			

- 1) Systemit, jotka eivät muodosta yhtenäistä kalvoa
 2) Yhtenäisen kalvon muodostavat systemit
 3) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet.

4. SILKO-testien menetelmäkuvaukset

4.1 Kloridien läpäisevyys

4.1.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito

Kokeessa käytetään betonikuutioita, 100 x 100 x 100 mm³, joita on 3 kpl suoja-ainetta kohden ja lisäksi 3 vertailukuutiota yhtä koesarjaa kohden.

Kuutiot valmistetaan kuten vedenläpäisevyyskokeen, EN 13580, kuutiot.

Kuutioita säilytetään valun jälkeen 28 vrk olosuhteissa $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus 95 %. Seuraavat 14 vrk kuutioita säilytetään olosuhteissa $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus $65 \pm 5 \%$, kunnes kuutioiden ikä on 42 vrk.

4.1.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito

Betonikuutiot käsitellään suoja-aineella kaikilta sivuiltaan 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 $65 \pm 5 \%$.

4.1.3 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 Mohrin menetelmällä (EN 1744-1:1998 kohta 9) kahdelta syvyysväliltä, 0...20 mm ja 20...50 mm. Näytteet irrotetaan kuutioiden pysyviltä, kun yläpintana on kuutioiden valupinta. Kustakin kuutiosta irrotetaan yksi näyte kummaltakin syvyysväliltä. Kloridipitoisuusmääritys tehdään kolmesta rinnakkaisesta kuutiosta saadut näytteet yhdistämällä saadulle jauheelle.

4.1.4 Koetulokset

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

4.2 Suoja-aineen vaikutus karbonatisoitumisnopeuteen

4.2.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito

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

Prismoihin käytettävän betonin koostumus on sama kuin vedenläpäisevyyskokeessa, EN 13580. Prismoja säilytetään valun jälkeen 28 vrk 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.

4.2.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito

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

4.2.3 Kokeen suoritus

Koe tehdään NT BUILD 357:n mukaisesti.

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

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-indikaatorilla. Käsitellyistä halkaisupinnoista mitataan karbonatisoitumissyvyys. Lisäksi halkaisupinnat voidaan valokuvata.

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

4.2.4 Koetulokset

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

4.3 Puhdistettavuus

4.3.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet

Koekappaleina käytetään tehdasvalmisteisia hiekkapuhallettuja betonisia käytävälaattoja, $40 \times 300 \times 300$ mm³, joita on 2 kappaletta suoja-ainetta kohden sekä 2 kappaletta yhtä koesarjaa kohden.

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

4.3.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito

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

4.3.3 Kokeen suoritus

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

Töhrimisen jälkeen laattoja säilytetään 7 vrk:n ajan 65 ± 5 %:n suhteellisessa kosteudessa 20 ± 2 °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. Lisäksi koelaatat valokuvataan.

4.3.4 Koetulokset

Koetuloksena ilmoitetaan numeerinen arvio töherryksen poistumasta ja esitetään koelaatoista puhdistamisen jälkeen otetut valokuvat. Puhdistettavuuden numeerinen arvo on välillä 0...5. Arvo 0 tarkoittaa, että töherryks ei puhdistu lainkaan, ja arvo 5, että töherryks puhdistuu täysin.

4.4 Suoja-aineen poistettavuus

4.4.1 Suoja-aineella käsiteltävä betonikappale ja sen jälkihoito

Koekappaleena käytetään betonista hiekkapuhallettua käytävälaattaa, 40 x 300 x 300 mm³.

4.4.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito

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

4.4.3 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 mm²: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.

4.4.4 Koetulokset

Tuloksina ilmoitetaan arvio poistettavuuden vaikeudesta sekä suoja-ainejäämien määrä.

4.5 Suoja-aineen kuivan kalvon paksuusmittaus

4.5.1 Koekappaleet

Suoja-aineen kuivan kalvon paksuus mitataan johonkin muuhun kokeeseen käytetystä koekappaleesta.

4.5.2 Kokeen suoritus

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

4.5.3 Koetulokset

Koetuloksina ilmoitetaan kalvon paksuuden pienin ja suurin sekä keskimääräinen arvo.

4.6 Vedenkestävyys

4.6.1 Koekappaleet

Kokeessa käytetään betoniprismoja, 160 x 40 x 40 mm³, joita on 2 kpl pinnoitetta kohden.

Prismoihin käytettävän betonin koostumus on sama kuin vedenläpäisevyyskokeessa, EN 13580.

Prismoja säilytetään valun jälkeen 28 vrk 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 suoja-aineella valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Käsitellyt kappaleet jälkihoidetaan valmistajan ohjeiden mukaan. Edellisen erityisen jälkihoidon 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 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 ja jälkeen kokeen.

4.6.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa vesisäilytyksen aikana havaitut muutokset.

4.7 Alkalinkestävyys

4.7.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito

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

Prismoihin käytettävän betonin koostumus on sama kuin vedenläpäisevyyskokeessa, EN 13580.

Prismoja säilytetään valun jälkeen 28 vrk 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 $65 \pm 5 \text{ %}$.

4.7.2 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 jälkihoidon lisäksi kappaleita säilytetään 7 vrk olosuhteissa $t = 20 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus $65 \pm 5 \text{ %}$.

4.7.3 Kokeen suoritus

Prismat asetetaan pinnoittamaton pitkä sivu alaspäin upoksiin huoneenlämpöiseen kylläiseen 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 ja jälkeen kokeen.

4.7.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa havaitut muutokset kokeen aikana.