





Betonin suoja-aineiden SILKO- kokeet 2011

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Betonin suoja-aineiden SILKO-kokeet 2011	
Asiakkaan nimi, yhteystiedot ja yhteystiedot Liikennevirasto	Asiakkaan viite
Projektin nimi Betonitekniset taitorakennetutkimukset	Projektin numero/lyhytnimi 74817
Raportin laatija(t) Liisa Salparanta	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 15 p.
Avainsanat betoni, suojaus, pinnoite, impregnointi, tiivistys, töherrystenesto	Raportin numero VTT-R-07411-11
Tiivistelmä <p>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.</p> <p>Betonin suoja-aineet ryhmitellään vettähylykiviin impregnointiaineisiin, tiivistysaineisiin, pinnoitteisiin ja töherrystenestoaineisiin. Töherrystenestoaineet voivat olla uhrautuvia tai puhdistettavia.</p> <p>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.</p>	
Luottamuksellisuus	Julkinen
Espoo, 8.11.2011	
Laatija  Liisa Salparanta Tutkija	Tarkastaja  Tomi Toratti Erikoistutkija
VTT:n yhteystiedot VTT, PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111 (vaihe), fax 020 722 7002	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaja VTT Kirjaamo	
<p style="text-align: center;"><i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i></p>	

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	4
2	Tuoteryhmien koeohjelmat	4
3	Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelmat ja kriteerit.....	5
3.1	Vettähyllivät impregnointiaineet	5
3.2	Impregnointiaineet	6
3.3	Pinnoitteet.....	7
3.4	Töherrystenestoaineet- Uhrautuvat.....	8
3.5	Töherrystenestoaineet- Puhdistettavat	9
4	SILKO-testien menetelmäkuvaukset	10
4.1	Kloridien läpäisevyys	10
4.1.1	Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito	10
4.1.2	Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito	10
4.1.3	Kokeen suoritus	10
4.1.4	Koetulokset	10
4.2	Suoja-aineen vaikutus karbonatisoitumisnopeuteen	10
4.2.1	Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet ja niiden jälkihoito	10
4.2.2	Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito	11
4.2.3	Kokeen suoritus	11
4.2.4	Koetulokset	11
4.3	Puhdistettavuus	11
4.3.1	Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet	11
4.3.2	Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito	12
4.3.3	Kokeen suoritus	12
4.3.4	Koetulokset	12
4.4	Pakkas-suolakoe karbonisoiduilla koekappaleilla	12
4.5	Suoja-aineen poistettavuus.....	12
4.5.1	Suoja-aineella käsiteltävä betonikappale ja sen jälkihoito.....	12
4.5.2	Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito	12
4.5.3	Kokeen suoritus	12
4.5.4	Koetulokset	13
4.6	Suoja-aineen kuivan kalvon paksuusmittaus	13
4.6.1	Koekappaleet.....	13
4.6.2	Kokeen suoritus	13
4.6.3	Koetulokset	13
4.7	Vedenkestävyys.....	13
4.7.1	Koekappaleet.....	13
4.7.2	Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito.....	14
4.7.3	Kokeen suoritus	14
4.7.4	Koetulos	14

4.8 Alkalikestävyys.....	14
4.8.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito.....	14
4.8.2 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito.....	14
4.8.3 Kokeen suoritus	14
4.8.4 Koetulos	15

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. Koetulosten 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, joille 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 Vettäyhkivät 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 alkaliliuospotuksen 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 karbonatoiduilla koekappaleilla	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta ≤ 100 ≤ 65 ≤ 25 ≤ 10			
Tunkeutumissyvyys	EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm ≥ 2 ≥ 5 ≥ 10 ≥ 15			
Vapaaehtoiset kokeet					
Pakkas-suolakestävyys karbonatsoimattomilla koekappaleilla	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta ≤ 100 ≤ 65 ≤ 25 ≤ 10			
Karbonatsoitumisen estäminen	NT BUILD 357 CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	Karbonatsoitumissyvyys, % vertailusta ≤ 100 ≤ 60 ≤ 20			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.3)	1 Huono	3 Kohta- lainen	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	EN 1542	Tartuntalujuus, MPa *) ≥ 1,5 (1,0)			
		*) Yksittäinen koetulos ei saa alittaa suluissa olevaa arvoa			
Pakkas-suolakestävyys karbonisoiduilla koekappaleilla	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 65	≤ 25	≤ 10
Tunkeutumissyvyys	EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm			
		≥ 2	≥ 5	≥ 10	≥ 15
Vapaaehtoiset kokeet					
Pakkas-suolakestävyys karbonisoimattomilla koekappaleilla	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 65	≤ 25	≤ 10
Karbonisoitumisen estäminen	NT BUILD 357, CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	Karbonisoitumissyvyys, % 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

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			
Vesihöyryn-läpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) 1) EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) 1)	s_D, m ≤ 100	≤ 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	CEN/TS 12390-9 Ilman tiesuolan vaikutusta	Testin jälkeen: Pinnoitteessa korkeintaan vähäisiä vaurioita. Tartuntalujuus: Halkeamia silloittavat: ≥ 0,8 MPa, (jos koheesiomurtuma ≥ 0,4 MPa) Muut: ≥ 1,5 MPa.			
Kuivan kalvon paksuus	SILKO-testi (Kohta 4.6)	Polymeeripinnoitteet: ≥ 300 μm Sementtipohj. pinnoitteet: ≥ 2000 μm			
Vapaaehtoiset kokeet					
Halkeaman-silloituskyky	EN 1062-7 -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 Töherystenestoaineet- 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 - -			
Vesihöyryn- läpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) 3) EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) 3)	s_D, m ≤ 100 ≤ 50 ≤ 5			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	1 Huono	3 Kohtalainen	5 Hyvä	
Pakkas-suolakestävyys karbonatsoimattomilla koe-kappaleilla 1)	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta ≤ 100 ≤ 65 ≤ 25 ≤ 10			
Jäädytys-sulatuskestävyys 2)	CEN/TS EN 12390-9	Ei näkyviä vaurioita			
Poistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.5)	Painepesu			
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) keskenään vaihtoehtoiset kokeet

3.5 Töherrystenestoaineet- Puhdistettavat

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuotetunnistus	IR (EN 1767) tai TGA (EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Veden- läpäisevyys	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 - -			
Vesihöyryn- läpäisevyys	EN ISO 7783-1 (vapaa kalvo) 3) EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) 3)	≤ 100	s_D, m ≤ 50	≤ 5	
Tartunta 2)	EN 1542	Tartuntalujuus, MPa ≥ 1,5 (1,0) Yksittäinen koetulos ei saa alittaa suluissa olevaa arvoa			
Puhdistettavuus	SILKO-testi (Kohta 4.2)	1 Huono	3 Kohta- lainen	5 Hyvä	
Pakkas-suolakestävyys karbonatisoimattomilla koekappaleilla 1)	CEN/TS 12390-9	Rapautuma, % vertailusta ≤ 100 ≤ 65 ≤ 25 ≤ 10			
Jäädytys-sulatus- kestävyys 2)	CEN/TS EN 12390-9	Testin jälkeen: Pinnoitteessa korkeintaan vähäisiä vaurioita. Tartuntalujuus: ≥ 1,5 MPa.			
Kuivan kalvon paks. 2)	SILKO-testi (Kohta 4.6)	≥ 30 μm	≥ 50 μm	≥ 80 μm	
Vapaaehtoiset kokeet					
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.1)	Kloridipitoisuus, % vertailusta ≤ 50 ≤ 20 ≤ 15 ≤ 8			
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357 CO ₂ -pitoisuus 1 %, RH 60 ± 5 %, T 21 ± 2 °C	≤ 20	≤ 15	≤ 8	
Halkeaman- silloituskyky 2)	EN 1062-7 -30 °C	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, $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$, 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 jälkihoidon 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 pystysivuilta, kun yläpintana on kuutioiden alapinta. 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 $t = 20 \pm 2$ °C ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismat hiekkapuhalletaan ja niitä kuivatetaan 1 vrk tyhjiöuunissa, jonka lämpötila on 30 ± 2 °C. Tästä ajasta tyhjiöimä 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 kestävästä säilytyksestä 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 kolmannes pisteen 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.

Prismojen huomattava karbonatisoituminen halkaisupintojen kautta kokeen jatkessa 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 töherrysspray-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 koelautoista. Lisäksi koelautoit valokuvataan.

4.3.4 Koetulokset

Koetuloksena ilmoitetaan numeerinen arvio töherryksen poistumasta ja esitetään koelautoista 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.

4.4 Pakkas-suolakoe karbonisoiduilla koekappaleilla

Koekappaleisiin käytettävän betonin koostumus on sama kuin vedenläpäisevyyskokeessa, EN 13580. Koe tehdään CEN/TS 12390-9:n mukaisesti siten, että koekappaleiden suoja-aineella käsiteltävä pinta karbonisoidaan ennen suoja-ainekäsittelyä säilyttämällä kappaleita 28 vrk:n ajan hiilidioksidikammiossa, jonka ilman hiilidioksidipitoisuus on 3...5 % ja suhteellinen kosteus 65 ± 5 %.

4.5 Suoja-aineen poistettavuus

4.5.1 Suoja-aineella käsiteltävä betonikappale ja sen jälkihoito

Koekappaleena käytetään betonista hiekkapuhallettua käytävälaattaa, $40 \times 300 \times 300$ mm³.

4.5.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito

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

4.5.3 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 lyijyasikuulilla, 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.

4.5.4 Koetulokset

Tuloksina ilmoitetaan arvio poistettavuuden vaikeudesta sekä suoja-ainejäämien määrä.

4.6 Suoja-aineen kuivan kalvon paksuusmittaus

4.6.1 Koekappaleet

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

4.6.2 Kokeen suoritus

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

4.6.3 Koetulokset

Koetuloksina ilmoitetaan kalvon paksuuden pienin ja suurin sekä keskimääräinen arvo.

4.7 Vedenkestävyys

4.7.1 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 $t = 20 \pm 2$ °C ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismoja säilytetään vähintään 14 vrk olosuhteissa $t = 20 \pm 2$ °C ja suhteellinen kosteus 65 ± 5 %.

4.7.2 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 $65 \pm 5 \%$.

4.7.3 Kokeen suoritus

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

4.7.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa vesisäilytyksen aikana havaitut muutokset.

4.8 Alkalinkestävyys

4.8.1 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 $65 \pm 5 \%$.

4.8.2 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 $65 \pm 5 \%$.

4.8.3 Kokeen suoritus

Prismat asetetaan pinnoittamaton pitkä sivu alaspäin upoksiin huoneenlämpöiseen kylläiseen Ca(OH)_2 -liuokseen. Liuoksen tilavuus on vähintään nelinkertainen koe-

kappaleiden yhteistilavuuteen verrattuna. Liuos vaihdetaan uuteen kahden viikon välein. Kokeen kesto on 8 viikkoa, jonka jälkeen koekappaleet siirretään 7 vrk:n ajaksi olosuhteisiin $t = 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus $65 \pm 5 \%$.

Pinnoitteen kunto tarkastetaan silmämääräisesti ennen ja jälkeen kokeen.

4.8.4 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa havaitut muutokset kokeen aikana.