

Betonin suoja-aineiden SILKO- koeohjelma 2019 - v2

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Betonin suoja- aineiden SILKO-koeohjelma 2019 - v2		
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Liikennevirasto, Jani Valokoski, Taitorakenneyksikkö, Raatimiehenkatu 23, 53100 Lappeenranta		Asiakkaan viite LIVI/1157/02.01.12/2018 013GX-0066355
Projektin nimi Betonisten taitorakenteiden asiantuntijapalvelut 2018		Projektin numero/lyhytnimi 118900/TAITO 2018
Tiivistelmä Tämä koeohjelma on päivitetty versio, joka korvaa koeohjelman, jonka raporttinumero on VTT-CR00008-19. Alkalinkestävyyskokeen arvostelua on muutettu. Näitä koeohjeita käytetään tutkittaessa soveltuuko betonirakenteiden suojausaine tilaajan (rakennuttajan) taitorakenteiden betonirakenteiden suojaukseen. Soveltuvat tuotteet julkaistaan SILKO-ohjeistossa, joka on saatavissa internet-sivuilta osoitteesta https://vayla.fi/palveluntuottajat/ohjeluetelo . 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 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. 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 13.5.2019 Laatija  Liisa Salparanta Erikoistutkija	Tarkastaja  Markku Leivo Johtava tutkija	Hyväksyjä  Edgar Bohner Tutkimustiimin päällikkö
VTT:n yhteystiedot Teknologian tutkimuskeskus VTT, PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111 (vaihe), sähköposti: etunimi.sukunimi@vtt.fi		
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaaaja VTT Kirjaamo		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	2
1. Johdanto.....	3
2. Tuoteryhmien koeohjelmat.....	3
3. Betonin suoja-aineiden SILKO-koeohjelmat ja kriteerit.....	4
3.1 Vettähylykivät 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 Kokeen rinnalla vaadittavat muut kokeet.....	11
4.6.2 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito	11
4.6.3 Pinnoituskäsittely ja sen jälkihoito	11
4.6.4 Kokeen suoritus	11
4.6.5 Koetulos.....	12
4.7 Kloridien tunkeutumisen estäminen	12
4.7.1 Pinnoitettavat betonikappaleet ja niiden jälkihoito	12
4.7.2 Suoja-ainekäsittely ja sen jälkihoito.....	12
4.7.3 Kokeen suoritus	12
4.7.4 Koetulokset.....	13
Lähdeviitteet.....	13

1. Johdanto

Näitä koeohjeita käytetään tutkittaessa soveltuuko betonirakenteiden suojausaine tilaajan (rakennuttajan) taitorakenteiden betonirakenteiden suojaukseen. Ohjeet koskevat vettähylyviä 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 <https://vayla.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 suoritusasoilmoitus ja niiden suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmentamisjärjestelmän (AVCP-luokka) tulee olla 2+. Puhdistettavat töherryksenestoaineet voivat olla vettähylyviä impregnointiaineita, impregnointiaineita tai pinnoitteita ja niiltä edellytetään samoja ominaisuuksia kuin kyseisten tuoteryhmien tuotteilta ja lisäksi vähintään hyvää (+++) puhdistettavuutta.

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 erityiskohteen 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 Vettäyhkivät impregnointiaineet

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
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	FE ₂₅			
		≥ 0	≥ 0,6	≥ 0,8	≥ 0,9
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
Vapaaehtoiset kokeet					
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357, CO ₂ -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			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
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) ¹⁾ SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ¹⁾	s_D, m			
		≤ 100	≤ 50	≤ 5	≤ 0,5
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.7)	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 20	≤ 15	≤ 8
Tartunta ²⁾	SFS-EN 1542	Tartuntalujuus, MPa ¹⁾ ≥ 1,5 (1,0)			
		*) 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 ²) pystysuuntainen ≥ 0,8 (0,5) *) vaakasuuntainen ilman mekaanista kuormaa ≥ 1,0 (0,7) *) vaakasuuntainen yhdessä mekaanisen kuorman kanssa ≥ 1,5 (1,0) *) *) Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
Tunkeutumissyvyys	SFS-EN 1504-2	Tunkeutumissyvyys, mm			
		≥ 2	≥ 5	≥ 10	≥ 15
Vapaaehtoiset kokeet					
Karbonatisoitumisen estäminen	NT BUILD 357, CO ₂ -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			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
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) ¹⁾ SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ¹⁾	s_D, m			
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.7)	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta			
Hiilidioksidin läpäisevyys	SFS-EN 1062-6	Ei luokitusta, vain kriteeri: s_D, m			
Tartunta	SFS-EN 1542	Tartuntalujuus, MPa Halkeamia silloittavat: $\geq 0,8$ Muut: $\geq 1,5$			
Jäädytys-sulatus-kestävyys	SFS-EN 13687-3, 20 kierrosta	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe Keskiarvo (N/mm²) Halkeamia Jäykät tuotteet ^{*)} silloittavat tai joustavat tuotteet ilman liikennekuorma $\geq 0,8 (0,5) \text{ **}$ $\geq 1,0 (0,7) \text{ **}$ liikennekuorman kanssa $\geq 1,5 (1,0) \text{ **}$ $\geq 2,0 (1,5) \text{ **}$ ^{*)} Jäykkiä pinnoitteita ovat pinnoitteet, joiden standardin EN ISO 868 mukainen Shore D -kovuus ≥ 60 . ^{**)} Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
Kuivan kalvon paksuus	SILKO-testi (Kohta 4.4)	Ei kriteeriä/ luokitusta			
Vapaaehtoiset kokeet					
Halkeaman-silloituskyky	SFS-EN 1062-7, Menet. A, -30 °C	Halkeamaleveys pinnoitteen revetessä, mm			
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
Valmistajan ilmoitettava					
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 enempää aistinvaraisia palautumattomia muutoksia kokeen jälkeen kuin vedenkestävyysskokeessa ²⁾			

1) Keskenään vaihtoehtoiset kokeet

2) Vaikka pinnoite ei kestäisi vesiupotusta, se voi kestää betonin alkalisuuden. Alkalinkestävyysskoe edellyttää upotusta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -vesiliuokseen, jolloin pinnoite saattaa vaurioitua pelkän vesiupotuksen seurauksena, vaikka alkalisuus ei aiheuttaisi mitään vaurioita. Siksi alkalinkestävyysskokeen tulosta tulee verrata vedenkestävyysskokeen tulokseen.

3.4 Töiherrystenestoaineet - Uhrautuvat

Ominaisuus	Koemenetelmä	Kriteeri ja luokitus			
		+	++	+++	++++
Pakolliset kokeet					
Tuote-tunnistus	IR (SFS-EN 1767) tai TGA (SFS-EN ISO 11358)	Ei vaatimusta			
Veden-läpäisevyys	SFS-EN 13580 ¹⁾	Absorptionopeus, % vertailusta			
	SFS-EN 1062-3 ²⁾	< 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) ³⁾	s_D, m			
	SFS-EN ISO 7783-2 (kalvo alustalla) ³⁾	≤ 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)	-	-	4 Hyvä	5 Erittäin hyvä
Pakkasuola-kestävyys ¹⁾	SFS-EN 13581 ⁴⁾	Käsitellyn koekappaleen painohäviön tulee tapahtua vähintään 20 kierrosta myöhemmin kuin vertailukappaleen.			
	CEN/TS 12390-9 ⁴⁾	≤ 100	≤ 65	≤ 25	≤ 10
Jäädytys-sulatus-kestävyys ²⁾	SFS-EN 13687-3, 20 kierrosta ⁵⁾	a) ei saa esiintyä kuplia, halkeamia eikä pinnan suuntaista halkeilua b) vetokoe <div style="text-align: right;">Keskisarvo (N/mm^2)</div> <div style="text-align: right;">Halkeamia Jäykät tuotteet *)</div> <div style="text-align: right;">silloittavat tai</div> <div style="text-align: right;">joustavat tuotteet</div> 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 ≥ 60 . **) Sulkeissa oleva arvo on minkä tahansa lukeman alin hyväksyttävä arvo.			
	CEN/TS 12390-9 ⁵⁾	Ei näkyviä vaurioita			
Poistettavuus	Kuumapainepesu valmistajan ilmoittamalla tavalla	Aineen pitää irrota			
Kuivan kalvon paksuus ²⁾	SILKO-testi (Kohta 4.4)	Ei kriteeriä/ luokitusta			
Vapaaehtoiset kokeet					
Kloridien läpäisevyys	SILKO-testi (Kohta 4.7)	Kloridipitoisuus syvyydellä 10-20 mm, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 20	≤ 15	≤ 8
Karbonatitsoitumisen esto	NT BUILD 357, CO ₂ -pitoisuus 1 % (Kohta 4.1)	Karbonatitsoitumissyvyys, % vertailusta			
		≤ 100	≤ 60	≤ 20	
Valmistajan ilmoitettava					
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 $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismat hiekkapuhalletaan ja niitä kuivatetaan 1 vrk tyhjiöuunissa, jonka lämpötila on $30 \pm 2 \text{ °C}$. Tästä ajasta tyhjiömu 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.

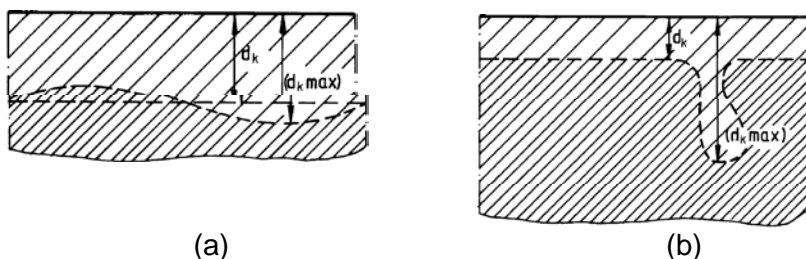
4.1.3 Kokeen suoritus /1/

Koe tehdään NT BUILD 357:n mukaisesti, mutta testikammion ilman CO_2 -ipitoisuus 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 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 hiilidioksidikäsitelyn jälkeen. Haluttaessa voidaan esittää myös vastaavat valokuvat karbonatisoitumisesta.

4.2 Puhdistettavuus

4.2.1 Suoja-aineella käsiteltävät betonikappaleet

Koekappaleet ovat tehdasvalmisteisia hiekkapuhallettuja betonisia käytävälaattoja, 40 x 300 x 300 mm³, joita on 3 kappaletta suoja-ainetta kohti sekä 1 vertailukappale yhtä koesarjaa kohti.

Laattoja säilytetään vähintään 14 vrk olosuhteissa $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ ja $RH = 65 \pm 5 \%$.

4.2.2 Suoja-ainekäsittely ja jälkihoito

Kahden betonilaatan/ testattava suoja-aine 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 töherrys spray-maalilla, yhteen osaan siveltävällä alkydimaalilla ja yhteen osaan vedenkestävällä huopakynällä.

Töhrimisen jälkeen laattoja säilytetään 7 vrk:n ajan $65 \pm 5 \%$:n suhteellisessa kosteudessa $21 \pm 2 \text{ °C}$:n lämpötilassa, jonka jälkeen laatat valokuvataan ja yksi laatta kutakin suoja-ainetta kohti ja yksi vertailulaatta puhdistetaan (kuumapaine)pesulla ja yksi laatta kutakin suoja-ainetta kohti ja yksi vertailulaatta puhdistetaan suoja-aineen valmistajan suosittelemalla puhdistusaineella ja -menetelmällä.

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

4.2.4 Koetulokset

Kummallekin puhdistusmenetelmälle (Kuumapainepesu ja valmistajan suosittelema puhdistusaine ja menetelmä) koetuloksena ilmoitetaan töherrysten poistuman keskimääräinen numeerinen arvio vertailukappaleisiin verrattuna ja esitetään koelaatoista puhdistamisen jälkeen otetut valokuvat. Puhdistettavuuden numeerinen arvo on välillä 0...5. Arvo 0 tarkoittaa, että töherrys ei puhdistu lainkaan, ja arvo 5, että töherrys puhdistuu täysin. 0:n ja 5:n väliset arvot määräytyvät alla olevan taulukon mukaisesti.

Koekappaleen keskimääräinen puhdistavuus	Töherrysten 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 mm³.

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 21 ± 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.

4.3.4 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 mm³, 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 $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismoja säilytetään vähintään 14 vrk olosuhteissa $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ 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 jälkihoidon lisäksi kappaleita säilytetään 7 vrk olosuhteissa $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ 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 $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ 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 Kokeen rinnalla vaadittavat muut kokeet

Alkalikestävyyskokeen tulos arvostellaan vertaamalla sitä vedenkestävyyskokeen tulokseen. Siksi vedenkestävyyskokeen tulos on oltava käytettävissä alkalinkestävyyskokeen tuloksen tulkitsemiseksi.

4.6.2 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 $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus 95 %. Tämän jälkeen prismoja säilytetään vähintään 14 vrk olosuhteissa $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus $65 \pm 5 \text{ %}$.

4.6.3 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 $t = 21 \pm 2 \text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus $65 \pm 5 \text{ %}$.

4.6.4 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 6 viikkoa,

jonka jälkeen koekappaleet siirretään 7 vrk:n ajaksi olosuhteisiin $t = 21 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus $65 \pm 5 \%$.

Pinnoitteen kunto tarkastetaan silmämääräisesti ennen koetta, välittömästi 6 viikon Ca(OH)_2 -liuossäilytyksen jälkeen ja 7 vrk:n RH $65 \pm 5 \%$:ssa säilytyksen jälkeen.

Kokeen tulosta verrataan vedenkestävyyskokeen tulokseen. Vedenkestävyyskokeen ja alkalinkestävyyskokeen tulosten erot kuvaavat alkalinkestävyyttä.

4.6.5 Koetulos

Koetuloksena ilmoitetaan pinnoitteessa kokeen aikana havaittujen muutosten eroavaisuudet vedenkestävyyskokeen tulokseen verrattuna.

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 $t = 21 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 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.

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 jälkihoidon lisäksi kappaleita säilytetään 14...21 vrk olosuhteissa $t = 21 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 syvyydväleiltä 0...20 mm ja 20...50 mm mitatut kloridipitoisuudet paino-%:a betonista sekä kloridipitoisuuksien suhde vertailukuutioiden kloridipitoisuuksiin.

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