

TNO-rapport / TNO report



Nederlandse Organisatie
voor toegepast-
natuurwetenschappelijk
onderzoek / Netherlands
Organisation for Applied
Scientific Research

Z7858



Polymeertechnologie
De Rondon 1
Postbus 6235
5600 HE Eindhoven

www.tno.nl

T 040 265 00 00
F 040 265 03 01

TNO-rapport

42/02.002017

SCON-P-02157

Toetsing van een conserveringssysteem van
Wasser-Eurochemie aan de eisen zoals omschreven
in versie 2.0 van de keuzemethodiek van
Rijkswaterstaat

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAA
NR. Z 7858 BDU

Datum	1 mei 2002
Auteur(s)	Ing. A.M. Agterberg
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	14
Aantal bijlagen	5
Opdrachtgever	Directoraat-generaal Rijkswaterstaat Bouwdienst Rijkswaterstaat Postbus 20000 3502 LA Utrecht
Projectnaam	
Projectnummer	007.60960

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze opgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2002 TNO

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de toetsing van een conserveringssysteem van Wasser-Eurochemie aan de eisen zoals omschreven in versie 2.0 van de keuzemethodiek van Rijkswaterstaat. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het steunpunt conserveringskennis van de Bouwdienst Rijkswaterstaat te Utrecht.

Het onderzoek is door Rijkswaterstaat in diverse deelactiviteiten opgesplitst. Rijkswaterstaat heeft TNO opdracht gegeven het onderzoek naar corrosiebestendigheid en enkele typische verftechnische eigenschappen uit te voeren.

De Bouwdienst Rijkswaterstaat heeft het onderzoek opgestart, omdat zij behoefte heeft aan de beschikbaarheid van conserveringssystemen die voldoen aan de eisen zoals omschreven in de keuzemethodiek, zodat deze kunnen worden opgenomen in de NBD-normen van Rijkswaterstaat.

Om te komen tot een verantwoorde keuze van een te onderzoeken conserveringssysteem, heeft de Bouwdienst Rijkswaterstaat Wasser-Eurochemie uitgenodigd aan te geven van welke van de door Wasser-Eurochemie op de markt gebrachte conserveringssystemen de beste resultaten zouden mogen worden verwacht bij toetsing aan de keuzemethodiek.

Rijkswaterstaat heeft in overleg met een team van deskundigen, één conserveringssysteem van Wasser-Eurochemie geselecteerd. Het betreft een conserveringssysteem voor atmosferische toepassingen, dat mag worden blootgesteld aan de inwerking van UV-licht. Wasser-Eurochemie heeft zelf zorggedragen voor de applicatie van het conserveringssysteem op proefpanelen die door Rijkswaterstaat hiervoor beschikbaar waren gesteld.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat het onderzochte conserveringssysteem niet aan alle eisen van versie 2.0 van de keuzemethodiek voldoet.

Voor de afkeur geldt dat deze is ontstaan door plaatselijke en geringe overschrijdingen van de eisen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding – 4
2	Achtergrondinformatie – 4
3	Proefmaterialen – 5
4	Onderzoek – 6
4.1	Programma van onderzoek – 6
4.2	TNO corrosietest – 7
4.3	Neutrale zoutneveltest – 8
4.4	Zoetwaterdompeltest – 8
4.5	Zoutwaterdompeltest – 8
4.6	Hechting – 9
4.7	Slagvastheid – 9
4.8	Krasvastheid – 9
4.9	Stootvastheid – 10
5	Beoordeling van de resultaten van de corrosietesten – 10
6	Bespreking van de resultaten – 13
7	Conclusies – 14
8	Ondertekening – 14
	Bijlage(n)
A	Overzicht van de systeemopbouw en van de proefpanelen per test
B	Basiseisenpakket uit de keuzemethodiek
C	Resultaten van de corrosietesten
D	Resultaten van de hechtingstesten
E	Mechanische eigenschappen

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft de toetsing van een conserveringssysteem van Wasser-Eurochemie aan de eisen zoals omschreven in versie 2.0 van de keuzemethodiek van Rijkswaterstaat.

De Bouwdienst Rijkswaterstaat heeft zich tot doel gesteld om op korte termijn te beschikken over conserveringssystemen die voldoen aan de eisen zoals omschreven in versie 2.0 van de keuzemethodiek. De conserveringssystemen die hieraan voldoen zijn namelijk geschikt om te worden opgenomen in de NBD-normen van Rijkswaterstaat.

In het kader van de toetsing van conserveringssystemen aan de eisen van de keuzemethodiek heeft de Bouwdienst Rijkswaterstaat aan TNO opdracht gegeven om de corrosiebestendigheid en enkele typische verftechnische eigenschappen van het betreffende conserveringssysteem te onderzoeken.

2 Achtergrondinformatie

Rijkswaterstaat werd de afgelopen jaren bij herhaling geconfronteerd met kostbare schades aan grote bouwwerken. Een belangrijk deel van deze schades werd veroorzaakt door falende conserveringssystemen.

Om de kans op herhaling in de toekomst tot een minimum te beperken, heeft Rijkswaterstaat reeds enkele jaren geleden de stap genomen om een keuzemodel te ontwikkelen dat helpt bij het selecteren van conserveringssystemen.

In feite worden in het keuzemodel de beslissingsstappen om tot de keuze van een conserveringssysteem te komen omschreven. Bij een correcte uitvoering werden in het verleden exact dezelfde stappen doorlopen, waardoor het keuzemodel kan worden gezien als een bestaande procedure die nu zwart op wit is vastgelegd. Het keuzemodel zoals door Rijkswaterstaat opgesteld, omschrijft echter niet alleen de voornoemde procedure, maar geeft ook veel aanvullende informatie die de gebruikers zal helpen ook in moeilijke situaties tot een weloverwogen selectie te komen.

Voor het evalueren van de prestaties van door de verfindustrie aangeboden conserveringssystemen zijn twee basis-eisenpakketten in de keuzemethodiek opgenomen, te weten een eisenpakket voor toepassingen waarbij het conserveringssysteem atmosferisch wordt belast en een eisenpakket voor toepassingen waarbij het conserveringssysteem wordt belast door immersie in water. Het keuzemodel biedt de ruimte en aanwijzingen om de basis-eisenpakketten bij te stellen voor specifieke toepassingen. Het keuzemodel helpt hiermee de gebruiker in hoge mate om te komen tot de selectie van hoogwaardige conserveringssystemen.

Gezien de kostbaarheid van de reparatie van de voornoemde schades heeft Rijkswaterstaat ervoor gekozen het niveau van de eisen zoals vastgelegd in de basis-eisenpakketten hoog te stellen.

Om te komen tot een verantwoorde keuze van een te onderzoeken conserveringssysteem heeft de Bouwdienst Rijkswaterstaat Wasser-Eurochemie uitgenodigd aan te geven van welke van haar aan de markt aangeboden conserveringssystemen de beste resultaten zouden mogen worden verwacht bij toetsing aan de basis-eisenpakketten van de keuzemethodiek.

Rijkswaterstaat heeft in overleg met een team van deskundigen, één conserveringssysteem van Wasser-Eurochemie geselecteerd.

Het betreft een conserveringssysteem voor atmosferische toepassingen, dat mag worden blootgesteld aan de inwerking van UV-licht. Wasser-Eurochemie heeft zelf zorggedragen voor de applicatie van het conserveringssysteem op proefpanelen die door de Bouwdienst Rijkswaterstaat hiervoor beschikbaar waren gesteld.

3 Proefmaterialen

De voor het onderzoek benodigde proefpanelen werden verzorgd door de Bouwdienst Rijkswaterstaat. Nadat de Bouwdienst Rijkswaterstaat de proefpanelen bij Wasser-Eurochemie had afgeleverd, kreeg Wasser-Eurochemie gedurende een vooraf vastgestelde periode de tijd om het conserveringssysteem aan te brengen. Steekproefsgewijs bezochten vertegenwoordigers van de Bouwdienst Rijkswaterstaat de applicatiewerkzaamheden om één of meer applicatiegangen van het conserveringssysteem bij te wonen en opvallende zaken vast te leggen. Nadat het conserveringssysteem was aangebracht, werden de proefpanelen voor onderzoek geretourneerd. De proefpanelen zoals omschreven in de keuzemethodiek, voor het in dit rapport beschreven onderzoek, bestaan uit vlakke en geprofileerde stalen panelen. De proefpanelen hebben de volgende dimensies: 100 mm breed, 150 mm lang en 6 mm dik. Bij de geprofileerde proefpanelen zijn in de volle breedterichting drie (100 mm lange) 45° groeven aangebracht, groef 1 is 0,8 mm diep, groef 2 is 1,4 mm diep en groef 3 is 2,0 mm diep. Groef 2 is precies over het midden van het paneel aangebracht en de groeven 1 en 3 zijn aan weerskanten op een afstand van 40 mm van groef 2 aangebracht.

In bijlage A van dit rapport wordt een overzicht gegeven van het aangebrachte systeem en de proefpanelen die voor het onderzoek benodigd waren.

Alle vlakke proefpanelen die waren bedoeld voor de beoordeling van de corrosiewering werden voor aanvang van de testen voorzien van een standaard kras tot op het staal. Deze standaard kras is 100 mm lang en 1 mm breed.

Voordat de proefpanelen aan het testprogramma werden onderworpen, werd een innamekeuring uitgevoerd. De resultaten van deze innamekeuring werden gebruikt als referentie bij de beoordeling van de proefpanelen in de corrosietesten.

4 Onderzoek

4.1 Programma van onderzoek

Het programma van onderzoek omvat de testen die nodig zijn om een conserveringssysteem op de corrosiebestendigheid en enkele typische verftechnische eigenschappen te onderzoeken en te toetsen aan de basis-eisenpakketten van de keuzemethodiek, zie bijlage B. In tabel 4.1 zijn de testen samengevat. In de tabellen 4.2 en 4.3 zijn de eisen samengevat.

Tabel 4.1, Samenvatting van de testen uit de keuzemethodiek

Omschrijving:	Zie de gedetailleerde omschrijving in paragraaf:
TNO-Corrosietest (1500 uur)	4.2
Zoutneveltest volgens ASTM B117 (1500 uur)	4.3
Zoetwaterdompeltest volgens ISO 2812-2 (1000/2000uur)	4.4
Zoutwaterdompeltest volgens ISO 2812-1 (2000 uur)	4.5
Hechting volgens ASTM 4541/ISO 4624	4.6
Slagvastheid volgens ISO 6272	4.7
Krasvastheid volgens ISO 1518	4.8
Stootvastheid volgens NEN 5335	4.9

Opmerking: De expositieduur voor de zoetwaterdompeltest is afhankelijk van de bedoelde toepassing van het conserveringssysteem. Bij atmosferische belasting is de voorgeschreven expositieduur 1000 uur en bij immersiebelasting is de voorgeschreven expositieduur 2000 uur.

Tabel 4.2, Eisen met betrekking tot de corrosietesten

Test:	Eisen: (resultaat van de eindbeoordeling)		
	Verminderde hechting vanuit de kras	roest van uit de kras	blaren op het oppervlak
TNO Corrosietest	≤5 mm	≤3 mm	geen
Zoutneveltest	≤3 mm	≤2,5 mm	geen
Zoetwaterdompeltest	≤2,5 mm	≤2,0 mm	≤S2≤D2
Zoutwaterdompeltest	≤2,5 mm	≤2,0 mm	geen

Opmerking: De eisen voor de zoutwaterdompeltest zijn alleen van toepassing op systemen voor immersietoepassingen.

Tabel 4.3, Eisen met betrekking tot enkele verftechnische eigenschappen

Test:	Eisen: (m.u.v. de hechting alleen van toepassing op immersie belaste systemen)
Hechting	≥ 3N/mm ²
Slagvastheid	≥ 4Nm
Krasvastheid	≥ 70 N
Stootvastheid	≤ 15 mm ² beschadigd oppervlak Geen beschadigingen tot de ondergrond

4.2 TNO-Corrosietest

De TNO-corrosietest is een cyclische test met variërende temperatuur en luchtvochtigheid, gecombineerd met periodiek besproeien met kunstmatig regenwater en continue dosering van gassen.

Drie vlakke en drie geprofileerde proefpanelen werden gedurende 1500 uur onder een hoek van 15 tot 30° geëxposeerd. De proefpanelen werden visueel beoordeeld na 500, 1000 en 1500 uur expositie. De resultaten zijn samengevat in bijlage C.

Cyclus:

14 uur	30 °C bij 75 % RV;
3 uur	60 °C bij 50 % RV, waarbij de RV binnen het eerste half uur afneemt van 75 naar 50 %;
7 uur	30 °C bij 96 % RV, waarbij 4 maal een half uur kunstmatig regenwater wordt verneveld.

Regenwater:

De samenstelling van het kunstmatige regenwater is gebaseerd op analyses van natuurlijk regenwater in de Nederlandse kuststrook. De concentratie is echter verduizendvoudigd. Een aantal van de in natuurlijk regenwater voorkomende ionen slaat bij deze hoge concentratie neer. Neergeslagen ionen dragen nauwelijks bij aan het corrosieproces, omdat het bij corrosieprocessen redoxreacties betreft. Door weglaten van de ionen waarvan nauwelijks een bijdrage aan het corrosieproces wordt verwacht is de samenstelling zo aangepast, dat geen neerslag meer wordt gevormd in het kunstmatige regenwater. Samenstelling van het kunstmatige regenwater:

<u>Verbinding:</u>	<u>Concentratie (g/l):</u>
NaCl	5,188
KCl	0,4474
CaCl ₂ .2H ₂ O	2,2053
MgCl ₂ .6H ₂ O	2,5414
Na ₂ CO ₃ .10H ₂ O	0,5723
NH ₄ NO ₃	4,0020
Na ₂ SO ₄ .10H ₂ O	7,1727
CuCl ₂ .2H ₂ O	0,0068
FeCl ₃	0,1622
NiCl ₂ .6H ₂ O	0,0048
NH ₄ F.HF	0,0428
NaHSO ₄ .H ₂ O	2,1539
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,6022

Gasdosering:

In de proefruimte wordt continu zwaveldioxide (SO₂) gedoseerd tot een concentratie van ca. 1,7 vppm en koolstofdioxide (CO₂) tot een concentratie van ca. 0,4 % (v/v).

4.3 Neutrale zoutneveltest

De neutrale zoutneveltest werd uitgevoerd volgens ASTM B 117. Bij deze test wordt in de proefruimte bij een temperatuur van 35 ± 1 °C continu een waterige oplossing verneveld van 5 ± 1 massaprocent natriumchloride met een pH van 6,5 - 7,2.

Door deze zoute nevel bedraagt de relatieve vochtigheid in de testruimte meer dan 95 %. Drie vlakke proefpanelen werden gedurende 1500 uur onder een hoek van 15 tot 30° geëxposeerd. De proefpanelen werden visueel beoordeeld na 500, 1000 en 1500 uur expositie. De resultaten zijn samengevat in bijlage C.

4.4 Zoetwaterdompeltest

De zoetwaterdompeltest werd uitgevoerd volgens ISO 2812 deel 2. Bij deze test worden de proefpanelen voor 75% ondergedompeld in gedemineraliseerd water van 40 ± 1 °C. Tijdens de proef wordt constant lucht door het water gevoerd. Zodra het gedemineraliseerde water verkleurt of de geleidbaarheid stijgt tot boven de 2 mS wordt het ververs.

Drie vlakke proefpanelen werden onder een hoek van 15 tot 30° geëxposeerd. De proefpanelen werden visueel beoordeeld na 500, 1000, 1500 en 2000 uur expositie.

Verder werden één paneel voor de 16 uur overschilderproef en één paneel voor de 14 dagen overschilderproef geëxposeerd. Na afloop van de expositie werd van deze proefpanelen de hechting van het conserveringssysteem bepaald zoals omschreven paragraaf 4.6.

Zoals omschreven in paragraaf 4.1 is voor de zoetwaterdompeltest de expositietijd afhankelijk van de bedoelde toepassing van het conserveringssysteem. Het door Wasser-Eurochemie aangeboden conserveringssysteem werd aanbevolen voor atmosferische toepassingen waarbij het systeem belast mag worden met UV-licht. Dit betekent dat de eindbeoordeling van de zoetwaterdompeltest plaatsvond na 1000 uur expositie. Op verzoek van Rijkswaterstaat werd de eindbeoordeling voor één van de drie proefpanelen na 2000 uur expositie uitgevoerd. De resultaten zijn samengevat in bijlage C.

4.5 Zoutwaterdompeltest

De zoutwaterdompeltest werd uitgevoerd volgens ISO 2812 deel 1. Bij deze test wordt het proefmateriaal bij 23 ± 1 °C voor 75% ondergedompeld in zoutwater, dat voor deze toepassing een concentratie heeft van 3 massaprocent natriumchloride (nagenoeg gelijk aan de zoutconcentratie van zeewater). Bij deze testuitvoering wordt evenals bij de zoetwaterdompeltest constant lucht door het water gevoerd.

Van het conserveringssysteem werden drie vlakke proefpanelen onder een hoek van 15 tot 30° gedurende 2000 uur geëxposeerd. Opgemerkt wordt dat de eisen zoals die zijn omschreven in de keuzemethodiek alleen van toepassing zijn op de conserveringssystemen die zijn bedoeld voor immersie toepassingen. De proefpanelen werden visueel beoordeeld na 500, 1000, 1500 en 2000 uur expositie. De resultaten zijn samengevat in bijlage C.

4.6 Hechting

De hechting van het conserveringssysteem werd bepaald na opslag in een klimaatkamer bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid.

Tevens werd de hechting bepaald aan het conserveringssysteem met een overschildertijd van 16 uur en van 14 dagen na te zijn onderworpen aan een zoetwaterdompeltest zoals omschreven in paragraaf 4.4.

De bepaling werd uitgevoerd volgens ASTM D4541 met behulp van een trekbank, die staat opgesteld in een klimaatkamer bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid. De testuitvoering was als volgt.

Op ieder proefpaneel werden 5 aluminium dollies gelijmd met behulp van twee componenten epoxylijm. De proefpanelen die uit de zoetwaterdompeltest kwamen hebben voor het lijmen ca. 8 uur de tijd gekregen om oppervlakkig te drogen bij 23 ± 2 °C en 50 ± 5 % relatieve vochtigheid. Nadat de epoxylijm ca. 24 uur was doorgehard bij voornoemde condities, werden de dollies met behulp van de trekbank van de proefpanelen getrokken. Hierbij was de treksnelheid zodanig ingesteld dat de spanningstoename lager was dan 1 MPa/s, maar de aluminium dollies wel binnen 100 seconden na aanvang van het opbouwen van de trekkracht loskwamen. De resultaten zijn samengevat in bijlage D. De hechtsterkte is gegeven als de spanning waarbij de breuk optrad.

4.7 Slagvastheid

De slagvastheid werd bepaald met behulp van een slagvastheidstoestel volgens ISO 6272 bij een temperatuur van 23 ± 2 °C en een relatieve vochtigheid van 50 ± 5 %.

De slagvastheid is de weerstand van een bescherm laag tegen plotselinge vervorming als gevolg van impact door een botsend voorwerp (direct impact). Bij de slagvastheidstest valt een kogel, verzaagd met een valgewicht, vanaf toenemende hoogten op de bescherm laag. De valhoogte vermenigvuldigd met de massa van het valgewicht, waarbij de bescherm laag nog net niet barst, is een maat voor de slagvastheid.

In dit onderzoek werd de impact waarbij de toplaag nog net niet barst of de volgende laag nog net niet vrijkomt te liggen als beoordelingscriterium geteld. De resultaten zijn samengevat in bijlage E.

4.8 Krasvastheid

De krasvastheid werd bepaald met behulp van een krasvastheidstoestel volgens ISO 1518 bij een temperatuur van 23 ± 2 °C en een relatieve vochtigheid van 50 ± 5 %.

De krasvastheid is de weerstand van een bescherm laag tegen het doorkrassen met een 1 mm dikke kraspen die is gemonteerd in een conische houder. De punt van de kraspen heeft een afrondingsstraal van 0,5 mm. Bij de krasvastheidstest wordt de kraspen onder belasting van een gewicht loodrecht over het te testen conserveringssysteem getrokken. De mate van krasvastheid wordt bepaald door de laagste belasting (het minimum gewicht) waarbij het te testen conserveringssysteem juist tot op de ondergrond wordt ingekrast. De resultaten van de krasvastheidstest zijn samengevat in bijlage E.

4.9 Stootvastheid

De stootvastheid werd bepaald door middel van de moerenvalproef volgens NEN 5335. Bij deze test vallen 20 gedraaide stalen zeskant moeren, type M 10, van 140 cm hoogte op het oppervlak van proefpanelen, die onder een hoek van 45° staan opgesteld. Het oppervlak van de veroorzaakte beschadigingen (uitgedrukt in mm²) geldt als maat voor de stootvastheid. Bij de beoordeling wordt onderscheid gemaakt naar het totaal beschadigde oppervlak en het oppervlak dat is beschadigd tot op de ondergrond.

De resultaten van de stootvastheidstest zijn samengevat in bijlage E.

5 Beoordeling van de resultaten van de corrosietesten

De proefpanelen die werden onderworpen aan de corrosietesten werden na iedere 500 uur expositie visueel beoordeeld op de volgende aspecten:

- blaarvorming op het oppervlak volgens ISO 4628/2;
- scheurvorming volgens ISO 4628/4;
- onthechting van de coating volgens ISO 4628/5;
- gebreken vanuit de krassen volgens TNO beoordelingssysteem;
- gebreken op overige onderdelen van de proefpanelen;
- overige opvallende zaken.

In bijlage C zijn de resultaten van de corrosietesten samengevat. In de tabellen in deze bijlage zijn de volgende rijen en kolommen te onderscheiden:

- paneel;
- beoordeling;
- corrosie in de kras;
- blaren langs de kras;
- blaren op het oppervlak;
- barsten in groefnir;
- opmerkingen;
- waarnemingen na verwijderen van de coating: roestuitbreiding onder de coating;
- waarnemingen na verwijderen van de coating: verminderde hechting vanuit de kras;
- eindbeoordeling.

Hierna volgt een korte toelichting op de betekenis van de kolommen.

Kolom: “paneel”

In deze kolom wordt aangegeven op welk paneel de beoordeling betrekking heeft.

Aangegeven wordt of het een vlak of geprofileerd paneel betreft.

Kolom: “beoordeling”

Onder deze kolom bevindt zich voor ieder beoordelingstijdstip een subkolom waarin de waarden voor de beoordelingen zijn gegeven.

Rij: “corrosie in de kras”

Het betreft de corrosie die in de kras zichtbaar is (niet de corrosie die zich vanuit de kras naar opzij ontwikkelt).

Rij: “blaren langs de kras”

In deze rij wordt volgens de TNO-beoordelingsmethode de mate van blaarvorming vanuit de kras gegeven. Bij normale blaarvorming wordt eerst de diameter van de belangrijkste blaren opgegeven, gevolgd door het percentage van de kras dat over de afstand van de diameter van de belangrijkste blaren is bezet door blaren.

Het kan voorkomen dat niet alle blaren tegen de kras aanliggen, maar zich bevinden in een gebied rondom de kras. In dat geval wordt de voortschrijding van het front waarover zich blaren ontwikkelen opgegeven met hierna de bezetting door blaren binnen het gegeven front. De opgave begint met de afkorting (fr.)

Rij: “barsten in groef”

Indien er zich barsten in de groeven van de geprofileerde panelen ontwikkelen wordt opgegeven in welke groef zich hoeveel barsten ontwikkelen.

Rij: “blaren op het oppervlak”

Blaarvorming op het oppervlak wordt beoordeeld volgens ISO 4628/2.

Rij: “waarnemingen na verwijderen van de coating”

Na afloop van de corrosietesten werd de coating rondom de krassen verwijderd om de werkelijk opgetreden aantasting beter te kunnen beoordelen.

Bij de beoordeling werd onderscheid gemaakt naar roestuitbreiding en verminderde hechting van het conserveringssysteem.

Roestuitbreiding

De roestuitbreiding vanuit de kras die kon worden waargenomen na het verwijderen van het conserveringssysteem werd op dezelfde wijze beoordeeld als voordat het conserveringssysteem was verwijderd.

Verminderde hechting

Verminderde hechting vanuit de kras wordt beoordeeld door het conserveringssysteem met een spatel of een stomp mes te verwijderen en na te gaan of tijdens het verwijderen een verminderde hechting vanuit de kras waarneembaar is.

Rij: “opmerkingen”

Onder deze rij kunnen alle aspecten worden geplaatst die buiten de voornoemde rijen vallen. Ook kan het voorkomen dat zich vanuit een kras een bepaalde soort blaren ontwikkelt die vallen onder de kolom blaren langs de kras en dat zich gelijktijdig ook een paar afwijkende (enkele extra grote) blaren ontwikkelen die hier niet meer goed zijn bij te plaatsen. Dergelijke blaren zijn dan opgenomen in de rij “opmerkingen”

Langs de kras kunnen zich behalve blaren ook andere defecten ontwikkelen zoals bijvoorbeeld onthechting (afgekort als onth.). Ook deze gebreken worden beoordeeld volgens het TNO-beoordelingssysteem; eerst wordt de belangrijkste uitbreiding vanuit de kras gegeven, gevolgd door het percentage van de kras dat door deze uitbreiding wordt bezet.

6 Bespreking van de resultaten

Alle onderzoeksresultaten zijn getoetst aan de eisen die zijn geformuleerd in versie 2.0 van de keuzemethodiek van de Bouwdienst Rijkswaterstaat (uitgave augustus 2001). Zie paragraaf 4.1. voor een korte samenvatting van de eisen. De resultaten van deze toetsing zijn in de bijlagen verwerkt. Een samenvatting van de toetsing wordt gegeven in tabel 6.1. Voldoendes worden gegeven door een groen vlak en onvoldoendes worden gegeven door een rood vlak.

Tabel 6.1, Prestaties van het conserveringssysteem in relatie tot de gestelde eisen.

Test:	Immersietoepassing
TNO Corrosietest	
Zoutneveltest	1)
Zoetwaterdompeltest	
Zoutwaterdompeltest	n.v.t.
Hechting	
Slagvastheid	n.v.t.
Krasvastheid	n.v.t.
Stootvastheid	n.v.t.
Totaalbeoordeling	

Toelichting:

- 1 Het betreft een paar beperkte plaatselijke overschrijdingen van de eisen

7 Conclusies

Bij strikte toepassing van de eisen voor de in dit rapport beschreven testen zoals vastgelegd in versie 2.0 van de keuzemethodiek van de Bouwdienst Rijkswaterstaat voldoet het geteste conserveringssysteem niet.

Voor de afkeur geldt dat deze is ontstaan door plaatselijke en geringe overschrijdingen van de eisen.

8 Ondertekening

Eindhoven,
TNO Industrie

Projectleider

P/10

Ing. A.M. Agterberg



Manager Coatings

Dr. B. de Ruiter

A Overzicht van de systeemopbouw en van de proefpanelen per test

Door de leverancier opgegeven opbouw van het conserveringssysteem:

Laag:	Productnaam:	Opgegeven laagdikte:
1	MC-Miozinc	75 µm
2	MC-Ferrox B	75 µm
3	MC-Ferrox A	75 µm

Overzicht van de proefpanelen per test

Test	Vlakke proefpanelen	Vlakke proefpanelen Overschilderen na 16 uur	Vlakke proefpanelen Overschilderen na 14 dagen	Geprofileerde proefpanelen
TNO Corrosietest (1500 uur)	3	-	-	3
Zoutneveltest (1500 uur)	3	-	-	-
Zoetwaterdompeltest (2000 uur)	3	1	1	-
Zoutwaterdompeltest (2000 uur)	3	-	-	-
Hechting	1	-	-	-
Krasvastheid	1	-	-	-
Stootvastheid	1	-	-	-
Slagvastheid	1	-	-	-
Totalen	16	1	1	3

B Basis eisenpakket uit de keuzemethodiek versie 2.0 van Rijkswaterstaat

10. Bijlage 2, fase: Standaard Functionele eisen

10.1 Inleiding

In fase 2 van de Keuzemethodiek worden de functionele eisen opgesteld aan de hand van de objectgegevens uit fase 1. In de hierna volgende tabel staan de testen met de daarbijbehorende testresultaten vermeldt waaraan een systeem moet voldoen i.g.v. standaardobjectgegevens en standaard functionele eisen. Wanneer een systeem de onderstaande testresultaten laat zien is het geschikt om toegepast te worden toegepast op objecten met standaard objectgegevens en standaard functionele eisen.

Voor objecten met specifieke functionele eisen kan de test(duur) de boordelingsnorm of de eis worden aangepast.

Atmosferische belasting		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
TNO-corrosietest 1500 uur	Afstandsmeting	Verminderde hechting vanuit de kras ≤ 5 mm
	Afstandsmeting	Roestuitbreiding vanuit de kras ≤ 3 mm
	ISO 4628/2	geen blaarvorming
	ISO 4628/4	geen scheurvorming
	ISO 4628/5	geen onthechting
Zoutneveltest ASTM B 117 1500 uur	Afstandsmeting	Verminderde hechting vanuit de kras ≤ 3 mm
	Afstandsmeting	Roestuitbreiding vanuit de kras $\leq 2,5$ mm
	ISO 4628/2	geen blaarvorming
	ISO 4628/4	geen scheurvorming
	ISO 4628/5	geen onthechting
Onderdompeling Zoetwater 1000 uur ISO 2812-2	Afstandsmeting	Verminderde hechting vanuit de kras $\leq 2,5$ mm
	Afstandsmeting	Roestuitbreiding en/of blaarvorming vanuit de kras ≤ 2 mm
	ISO 4628/2	Blaarvorming op het oppervlak $\leq S2 \leq D2$
	ISO 4628/4	geen scheurvorming
	ISO 4628/5	geen onthechting
Aanvullende eisen bij immersiebelasting:		
Onderdompeling Zoutwater 2000 uur ISO 2812-1	Afstandsmeting	Verminderde hechting vanuit de kras $\leq 2,5$ mm
	Afstandsmeting	Roestuitbreiding en/of blaarvorming vanuit de kras ≤ 2 mm
	ISO 4628/2	geen blaarvorming
	ISO 4628/4	geen scheurvorming
Onderdompeling Zoetwater 2000 uur ISO 2812-2	Afstandsmeting	Verminderde hechting vanuit de kras $\leq 2,5$ mm
	Afstandsmeting	Roestuitbreiding en/of blaarvorming vanuit de kras ≤ 2 mm
	ISO 4628/2	Blaarvorming op het oppervlak $\leq S2 \leq D2$
	ISO 4628/4	geen scheurvorming
	ISO 4628/5	geen onthechting

B (vervolg) Basis eisenpakket uit de keuzemethodiek versie 2.0 van Rijkswaterstaat

Mechanische eigenschappen		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
WOM 1500 uur	ISO 4628/2	geen blaarvorming
	ISO 4628/4	geen scheurvorming tot 1000 uur. Bij 1500 uur maximaal 2 scheuren
	ISO 4628/5	geen onthechting
	Gewichtsbepaling	Maximaal massaverlies $\leq 5\%$ *
	Lengte meting vrije film	Maximale krimp $\leq 2,5\%$ *
Hechtsterkte	ASTM D 4541/ ISO 4624	$\geq 3 \text{ N/mm}^2$
Aanvullende eisen bij immersiebelasting:		
Slagvastheid	ISO 6272	Minimaal 4 Nm
Stootvastheid	NEN 5335	geen beschadiging tot op ondergrond, maximaal 15 mm^2 oppervlak beschadiging
Krasvastheid	ISO 1518	Minimaal 70 N
Applicatie vriendelijkheid		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
Laagdiktetolerantie	Testen als variant ¹ in WOM test, beoordeling op * gemarkeerde eisen	3 maal gespecificeerde droge laagdikte per laag mogelijk. **
Laagdikte haalbaarheid	Spuitproef en meting volgens ISO 2808 1991 7b	200% gespecificeerde natte laagdikte haalbaar bij airless spuitapplicatie
	Kwastproef en meting volgens ISO 2808 1991 7b	150 % gespecificeerde natte laagdikte haalbaar bij kwastapplicatie
Pot life	ISO 9514	Potlife voor kwastapplicatie ≥ 4 uur; voor spuitapplicatie ≥ 2 uur
Mengbaarheid	Onderdeel van Spuitproef/kwastproef	Basis en harder goed mengbaar, afzonderlijke componenten verschillend van kleur
Overschilderbaarheid	Testen als variant in de zoetwater dompeltest	Overschilderbaar na 16 uur bij 20°C conform de gespecificeerde laagdikten (m.u.v. de toplaag) Overschilderbaar tot 14 dagen na applicatie bij 20 °C conform de gespecificeerde laagdikten en onder normale buitencondities zonder aanvullende behandelingen Hechting ten minste 3 N/mm^2 , geen adhesieve breuken over meer dan 50% van het breukoppervlak
Bestandheid tegen dimensieverandering		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
WOM 1500 uur		De berekende spanning bij relaxatie-coëfficiënt = 0,2 mag de treksterkte van de verflaag na 1500 uur snelverwerking niet overschrijden *
		E-modulus (-10 tot +70 °C) $\leq 5 \text{ kN/mm}^2$ *
		Afname rek bij breuk max. 50% absoluut $> 5\%$ *
		Treksterkte maximale 5% afname *
Esthetica (niet van toepassing voor immersiebelasting)		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
WOM 1500 uur	ISO 4628/6	Verkrijting ≤ 3

¹ Bepaling laagdiktetolerantie vind plaat na 1500 uur WOM op 3 profielpanelen (zie 12.3 tabel 10.3 testen)

B (vervolg) Basis eisenpakket uit de keuzemethodiek versie 2.0 van Rijkswaterstaat

Ervaringen en referenties		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
		<ul style="list-style-type: none"> Minimaal 3 jaar ervaring met het systeem voor standaard objecten en Minimaal 5 jaar ervaring met het systeem voor specifieke objecten. In beide gevallen dient te worden aangetoond dat de samenstelling in deze periode ongewijzigd is gebleven
Milieu		
Test	Boordelingsnorm	Eisen
		Productsamenstelling in overeenstemming met wettelijk kader, convenanten en overige beleid

Toelichting * gemarkeerde eisen:

Alle met * gemarkeerde functionele eisen hebben betrekking op de eigenschappen van systemen die van invloed zijn op het al of niet ontstaan van barstvorming. De resultaten van de gemarkeerde eisen beïnvloeden elkaar en bepalen tezamen of al of niet sprake is van een barstvormingsrisico.

Voorbeeld:

Het is mogelijk dat de krimp van een geteste systeem boven de vereiste 2,5% ligt maar dat tegelijkertijd een toename in plaats van een afname van de treksterkte wordt gemeten. Dit zou kunnen betekenen dat het risico van barstvorming op grond van de (te) hoge krimp wordt genivelleerd door de toename in de treksterkte.

De waarden die bij de gemarkeerde eisen staan vermeld gelden daarom niet als individuele goed of afkeurcriteria maar worden in relatie tot elkaar beoordeeld.

Toelichting ** gemarkeerde eis:

Het testen van het systeem op 3 maal de gespecificeerde laagdikte per laag heeft als doel het gedrag met betrekking tot de bestandheid tegen dimensieverandering te beoordelen bij overschrijding van de gespecificeerde laagdikte.

In de praktijk blijken overschrijdingen tot 3 maal de gespecificeerde laagdikte voor te komen, met name op constructies met een gecompliceerde vormgeving. Dergelijke overschrijdingen kunnen in de praktijk niet ten allen tijde worden vermeden en vormen derhalve een zwakke schakel in de conservering van een object.

Bij het aanbrengen van het systeem ten behoeve van de testen op 3 maal de gespecificeerde laagdikte per conserveringslaag moeten, bij een temperatuur van 20 °C, langere tussendroogtijden worden gehanteerd in overeenstemming met de kunstmatig gecreëerde overlaagdikte. De lengte van deze aangepaste droogtijden zijn ter beoordeling van de leverancier maar mogen, over het gehele systeem, niet leiden tot een totale droogtijd van meer dan 14 dagen.

C Resultaten van de corrosietesten

Resultaten van de TNO Corrosietest

Defect:		Paneel:	Beoordeling:		
			500 uur	1000 uur	1500 uur
Corrosie in de kras		vlak 1	100%	100%	100%
		vlak 2	100%	100%	100%
		vlak 3	100%	100%	100%
Blaren langs de kras (dia(mm)/perc)		vlak 1	geen	geen	geen
		vlak 2	geen	geen	1mm30%
		vlak 3	2mm15%	2,5mm15%	2,5mm20%
Barsten in groef		geprofileerd 1	geen	geen	geen
		geprofileerd 2	geen	geen	geen
		geprofileerd 3	geen	geen	geen
Waarnemingen na verwijderen van de coating	roestuitbreiding onder de coating (mm/%)	vlak 1	n.v.t.	n.v.t.	1/2mm 40% cor
		vlak 2	n.v.t.	n.v.t.	geen
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	geen
	verminderde hechting vanuit de kras (mm)	vlak 1	n.v.t.	n.v.t.	geen
		vlak 2	n.v.t.	n.v.t.	geen
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	geen
Opmerkingen		vlak 1	geen	geen	geen
		vlak 2	geen	geen	geen
		vlak 3	geen	geen	geen

Onder alle waargenomen blaren langs de kras bevindt zich roest. De kolom roestuitbreiding is roest exclusief de roest onder de blaren.

Eis: Na 1500 uur expositie ten hoogste 3 mm corrosie vanuit de kras en ten hoogste 5 mm verminderde hechting vanuit de kras.

Resultaten van de zoutneveltest volgens ASTM B 117

Defect:		Paneel:	Beoordeling:		
			500 uur	1000 uur	1500 uur
Corrosie in de kras		vlak 1	100%	100%	100%
		vlak 2	100%	100%	100%
		vlak 3	100%	100%	100%
Blaren langs de kras (dia(mm)/perc)		vlak 1	geen	3mm1%	3,3mm10% 3mm5%
		vlak 2	geen	geen	3mm5%
		vlak 3	geen	geen	2mm6%
Waarnemingen na verwijderen van de coating	roestuitbreiding onder de coating (mm/%)	vlak 1	n.v.t.	n.v.t.	2mm50%
		vlak 2	n.v.t.	n.v.t.	2mm60%
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	2mm60%
	verminderde hechting vanuit de kras (mm)	vlak 1	n.v.t.	n.v.t.	geen
		vlak 2	n.v.t.	n.v.t.	geen
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	geen
Opmerkingen		vlak 1	geen	geen	geen
		vlak 2	geen	geen	geen
		vlak 3	geen	geen	geen

Eis: Na 1500 uur expositie ten hoogste 2,5 mm corrosie vanuit de kras en ten hoogste 3mm verminderde hechting vanuit de kras.

C (vervolg) Resultaten van de corrosietesten

Resultaten van de zoetwaterdompeltest volgens ISO 2812-2

Defect:		Paneel:	Beoordeling:			
			500 uur	1000 uur	1500 uur	2000 uur
Corrosie in de kras		vlak 1	100%	100%	100%	n.v.t.
		vlak 2	100%	100%	100%	n.v.t.
		vlak 3	100%	100%	100%	100%
Blaren langs de kras (dia(mm)/perc.)		vlak 1	geen	geen	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 2	geen	geen	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 3	geen	geen	geen.	geen
Blaren op oppervlak		vlak 1	geen	geen	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 2	¼S2D2	¼S2D2	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 3	geen	geen	geen.	geen
Waarnemingen na verwijderen van de coating	roestuitbreiding onder de coating (mm/%)	vlak 1	n.v.t.	<0,5mm50%	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 2	n.v.t.	<0,5mm50%	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<0,5mm50%
	verminderde hechting vanuit de kras (mm)	vlak 1	n.v.t.	1mm100%	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 2	n.v.t.	1mm100%	n.v.t.	n.v.t.
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	geen
Opmerkingen		vlak 1	geen	geen	geen	n.v.t.
		vlak 2	blaren op onderkant paneel	geen	geen	n.v.t.
		vlak 3	geen	geen	geen	geen

Eis: Ten hoogste 2,0 mm corrosie vanuit de kras en ten hoogste 2,5 mm verminderde hechting vanuit de kras.

Resultaten van de zoutwaterdompeltest volgens ISO 2812-1

Defect:		Paneel:	Beoordeling:			
			500 uur	1000 uur	1500 uur	2000 uur
Corrosie in de kras		vlak 1	50%	80%	96%	96%
		vlak 2	2%	10%	70%	90%
		vlak 3	5%	10%	94%	94%
Blaren langs de kras (dia(mm)/perc)		vlak 1	geen	geen	geen	geen
		vlak 2	geen	geen	geen	geen
		vlak 3	geen	geen	geen	geen
Blaren op oppervlak		vlak 1	S2<<D2	S2<<D2	S2<<D2	S2<<D2
		vlak 2	<S2<<D2	<S2<<D2	<S2<<D2	<S2<<D2
		vlak 3	S2<<D2	S2<<D2	S2<<D2	S2<<D2
Waarnemingen na verwijderen van de coating	roestuitbreiding onder de coating (mm/%)	vlak 1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,5mm40%
		vlak 2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,5mm60%
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,5mm55%
	verminderde hechting vanuit de kras (mm)	vlak 1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	5mm40%.
		vlak 2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	5mm40%
		vlak 3	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	6mm50%
Opmerkingen		vlak 1	geen	geen	geen	blaren in toplaag
		vlak 2	geen	geen	geen	blaren in toplaag
		vlak 3	geen	geen	geen	blaren in toplaag

Eis: Voor atmosferische toepassingen geen eisen

D Resultaten van de hechtingstesten

Resultaten hechtingstesten

3	Dolly	Hechting (N/mm ²)	Gemiddelde Id (N/mm ²)	Plaats van onthechting (%)										
				Staal/ Laag 1	In laag 1	Laag 1/ Laag 2	In laag 2	Laag 2/ Laag 3	In laag 3	Laag 3/ Laag 4	In laag 4	toplaag lijm	In lijm	Lijm/ dolly
Referentie	1.	7.9	6.9		100				-					
	2.	6.7			97				3					
	3.	8.1			100				-					
	4.	5.1			100				-					
	5.	6.9			100				-					
ZOV 1	1.	2.1	3.5				100							
	2.	4.0					85					15		
	3.	5.1			70		30							30
	4.	2.7					70							5
	5.	3.8					95							
ZOV2	1.	vervallen												
	2.													
	3.													
	4.													
	5.													

Eis: Een hechting van ten minste 3 N/mm²

E Mechanische eigenschappen

Resultaten mechanische eigenschappen

Test:		Resultaten:	Eis:	Beoordeling:
Slagvastheid: (Nm) (beschadiging toplaag)		1.6	geen eisen	n.v.t.
Krasvastheid (N)	Waarden 5 bepalingen	46, 45, 45, 45, 46	geen eisen	n.v.t.
	Gemiddelde uit 5 bepalingen	45.4	geen eisen	n.v.t.
Stootvastheid (mm ²)	Totaal bepaling 1	48	geen eisen	n.v.t.
	Tot ondergrond bepaling 1	0	geen eisen	n.v.t.
	Totaal bepaling 2	32	geen eisen	n.v.t.
	Tot ondergrond bepaling 2	0	geen eisen	n.v.t.

