

Beproevingmethodes bij het testen van de liners

De sleufloze sanering van beschadigde buizen door middel van relining is vandaag de dag niet meer weg te denken bij de uitvoering van ondergrondse werken. De processen en materialen waren dertig jaar geleden nog zeer rudimentair en werden vaak omschreven als ‘buisbehang’, maar dankzij innovaties op het gebied van technologie en met name grondstoffen is de kwaliteit tegenwoordig van een veel hoger niveau.

De producten en systemen die momenteel verkrijgbaar zijn, kunnen met recht hoogwaardig worden genoemd en zijn vergelijkbaar met materialen die in de auto-industrie of de luchtvaart- en ruimtevaarttechniek worden gebruikt. Deze ontwikkeling biedt mogelijkheden voor een statisch dragende, mediumbestendige en langdurig stabiele sanering. De werkelijke levensduur kan voorsnog alleen in een laboratorium worden bepaald, aangezien er nog geen sprake is van falende liners als gevolg van ouderdom. Een levensduur van meer dan 100 jaar behoort zeker tot de mogelijkheden. In het artikel ‘De beproeving van de liners’ (geschreven door J. Sebastian en R. Ceric, dat te vinden is in vakblad Riolerings van april 2009) zijn de meest gebruikte beproevingsmethodes aangegeven en globaal omschreven. In dit vervolgartikel worden deze methodes verder toegelicht en onderling vergeleken (voor- en nadelen van iedere afzonderlijke methode). Tegelijkertijd wordt getracht om de lezer te laten begrijpen hoe belangrijk het is om meerdere methodes te gebruiken om met voldoende nuancering de kwaliteit van de kousen te kunnen beoordelen.

Bij het relinen van bestaande riolen worden in hoofdzaak drie typen hars toegepast, onverzadigde polyester hars (UP-hars), vinyl-ester hars (VE-hars) en epoxy hars. (EP-hars). Als drager worden of naaldevilt kousen of GVK materialen gebruikt, die in combinatie met hars de basis vormen voor de kous die na de uitharding het eindproduct zal worden. Het impregneren van de drager met de hars (en andere additieven die nodig zijn voor het uithardingproces), gebeurt meestal in een geconditioneerde omgeving van de fabriek, maar het werkelijke eindproduct (kous) ontstaat op locatie. Vanwege de moeilijke uithardingsomstandigheden op bouwplaatsen, bijvoorbeeld de steeds wisselende randvoorwaarden (grondwater, omgevingstemperatuur, factor tijd), worden er bijzondere eisen

aan het uitvoerend personeel, de materiaaltest en -evaluatie gesteld. Juist in tijden waarin bouwplaatsen onderworpen zijn aan een steeds sterkere prijs- en tijdsdruk is met name een vakkundige uitvoering en controle van de renoveringsmaatregelen erg belangrijk. Aangezien de eigenschappen, vooral de duurzaamheid, van het reliningsysteem door de uithardingsgraad van de polymeermatrix worden bepaald, dient iedere factor die een bedreiging vormt voor de vereiste kwaliteit zeer kritisch te worden geëvalueerd.

De standaardmethode voor het testen van liners is de driepuntsbuigproef conform NEN EN ISO 178 (aangepast door NEN EN 13566-4). In de praktijk wordt nogal eens ten onrechte beweerd dat de hiermee bepaalde elasticiteitsmodulus voldoende inzicht geeft in de mate van uitharding van een liner. Het komt regelmatig voor dat bij een volledig uitgehard proefstuk een lage E-modulus wordt gevonden, maar ook dat bij een hoge E-modulus een onvoldoende uitharding is vastgesteld. De E-modulus zegt dus niet alles over de kwaliteit, de complexiteit van het gebruikte composietmateriaal laat dit niet toe. De E-modulus is niet alleen afhankelijk van de uithardingsgraad van de harsmatrix maar ook van het type en de hoeveelheid vulstof, de hars-dragerverhouding, het uithardingsproces (bijvoorbeeld snel verwarmen, snel afkoelen) en, misschien wel het belangrijkste, van de monsterneming (monsternemingslocatie, behandeling van het teststuk, uiterlijk van het monster). Om die reden is een onderzoek naar de uithardingsgraad van belang, ten einde een beter inzicht te krijgen in de kwaliteit van het onderzochte proefstuk.

Bij de controle van gerealiseerde linings worden proefstukken in een laboratorium beproefd, dit zijn korte duur eigenschappen. Het is van belang, dat naast de sterkte en stijfheid op korte termijn ook inzicht wordt verkregen in de mate van uitharding,

omdat alleen bij volledige uitharding de relatie met de langeduur beproeving te leggen is. Hiervoor kunnen de volgende testmethodes gebruikt worden:

De standaard DSC methode is uitermate geschikt voor EP harsen, maar niet voor de overige harssoorten. Met temperatuur gemoduleerde (TM) DSC methodes kunnen ook de overige harssoorten getest worden. Hiervoor moeten in het standaard DSC testapparaat eerst de hardware- en softwarematige aanpassingen doorgevoerd worden.

Evaluatie teststukken

Een nauwkeurige bepaling van de uithardingsgraad op basis van de elasticiteitsmodulus, zoals bepaald conform DIN EN ISO 178 (voorgeschreven door NEN EN 13566-4), is vanwege de vele invloeden op de elasticiteitsmodulus niet mogelijk. Is er bijvoorbeeld sprake van een ontoereikend doordrenkt proefstuk dan zal voor de E-modulus een slechte, lage, waarde gevonden worden hoewel de polymeermatrix voldoende is uitgehard.

Om de de langeduur eigenschappen van het systeem te kunnen bepalen, is het bereiken van een zo volledig mogelijke uitharding absoluut noodzakelijk. Ook de mechanische gegevens en reductiefactor voor de langeduur belastingen die aan de statische berekeningen ten grondslag liggen, gelden vanzelfsprekend alleen bij een maximale uithardingsgraad. Daarom is het belangrijk om meerdere aspecten te kennen om een uitspraak met voldoende nuancering uit te kunnen brengen. Hierbij een poging om verschillende testuitkomsten op een uniforme manier te beoordelen. De uitwerking in tabel 1 blijft indicatief en zou in afzonderlijke gevallen, per situatie, nog meer nuancering nodig hebben.

Conclusie

Bij de dimensionering van de kousen worden de lange duur eigenschappen van de

DSC en TM DSC (DIN 53765/ISO 11357)	
Criterium	Beoordeling
Uithardingsgraad	++
Voorbereiding test	+
Nauwkeurigheid van de meting	++
Vereiste analyse-inspanning	+
Mechanische karakteristieken	--
Zeggingskracht	+
Kosten	+
Tijd tot uitkomst analyse	+
Aanvullende informatie (mengfouten)	+
Handling van het nemen van monsters	++

Reststyreengehalte (DIN 53394/ISO 4901)	
Criterium	Beoordeling
Uithardingsgraad	0
Voorbereiding test	--
Nauwkeurigheid van de meting	++
Vereiste analyse-inspanning	--
Mechanische karakteristieken	--
Zeggingskracht	0
Kosten	+
Tijd tot uitkomst analyse	-
Aanvullende informatie (mengfouten)	-
Handling van het nemen van monsters	+

Kruipneiging (NEN EN ISO 899-2)	
Criterium	Beoordeling
Uithardingsgraad	-
Voorbereiding test	0
Nauwkeurigheid van de meting	-
Vereiste analyse-inspanning	-
Mechanische karakteristieken	+
Zeggingskracht	-
Kosten	-
Tijd tot uitkomst analyse	--
Aanvullende informatie (mengfouten)	--
Handling van het nemen van monsters	0

Driepuntsbuigtest (NEN EN ISO 178/DIN EN 13566)	
Criterium	Beoordeling
Uithardingsgraad	0
Voorbereiding test	0
Nauwkeurigheid van de meting	+
Vereiste analyse-inspanning	-
Mechanische karakteristieken	++
Zeggingskracht	+
Kosten	0
Tijd tot uitkomst analyse	0
Aanvullende informatie (impregneringstekorten)	0
Handling van het nemen van monsters	0

Kruindruktest (NEN EN 1228)	
Criterium	Beoordeling
Uithardingsgraad	0
Voorbereiding test	0
Nauwkeurigheid van de meting	++
Vereiste analyse-inspanning	-
Mechanische karakteristieken	++
Zeggingskracht	+
Kosten	-
Tijd tot uitkomst analyse	0
Aanvullende informatie (impregneringstekorten)	0
Handling van het nemen van monsters	--

Beoordeling: ++ uitstekend; + goed; 0 neutraal; - slecht; -- zeer slecht

liner gebruikt. Bij de controle van gerealiseerde liners worden echter alleen de korte duur eigenschappen gemeten. Daarom is het belangrijk om inzicht te krijgen in de mate van uitharding omdat alleen bij volledige uitharding de relatie met de lange duur beproeving (vastgesteld in 10.000 uur test, die als referentie gebruikt wordt) te leggen is. Er zijn meerdere methoden die gebruikt kunnen worden om de lange termijn eigenschappen te bepalen of te

Tabel 1: Beoordeling van de linerkwaliteit op basis van meerdere kengetallen:		
Kengetal	Resultaat	Beoordeling
E-modulus	≥	<ul style="list-style-type: none"> Goede uitharding Voldoende verdichting Mengverhouding correct
Buigspanning	≥	<ul style="list-style-type: none"> Gebrekkige uitharding
Wanddikte	≥	
Dichtheid	≥	
Tg1	≥	
Exotherme reactie	Geen of weinig	
Endotherme reactie	geen	<ul style="list-style-type: none"> Ongunstige monsterneming Monster niet afgedicht Uitharding voldoende
E-modulus	<	
Buigspanning	≥	
Wanddikte	≥	
Dichtheid	≥	
Tg1	<	<ul style="list-style-type: none"> Mog. mengfout Uitharding onvoldoende
Exotherme reactie	aanwezig	
Endotherme reactie	geen	
E-modulus	<	
Buigspanning	<	
Wanddikte	≥	<ul style="list-style-type: none"> Uitharding voldoende Afdichting van het monster onvoldoende Mog. slechte bemonstering
Dichtheid	<	
Tg1	≥	
Exotherme reactie	Geen of weinig	
Endotherme reactie	geen	
E-modulus	<	<ul style="list-style-type: none"> Ongunstige monsterneming Mengfout Gebrekkige uitharding Gebrekkige afdichting
Buigspanning	<	
Wanddikte	≥	
Dichtheid	<	
Tg1	<	
Exotherme reactie	aanwezig	<ul style="list-style-type: none"> Ongunstige monsterneming Mengfout Gebrekkige uitharding Gebrekkige afdichting
Endotherme reactie	aanwezig	
E-modulus	≥	
Buigspanning	<	
Wanddikte	≥	
Dichtheid	<	<ul style="list-style-type: none"> Ongunstige monsterneming Mengfout Gebrekkige uitharding Gebrekkige afdichting
Tg1	<	
Exotherme reactie	aanwezig	
Endotherme reactie	aanwezig	
E-modulus	<	

herleiden. Sommige methoden zijn te duur voor dagelijks gebruik (bijvoorbeeld de DMA methode), andere methoden stellen hogere eisen aan het behandelen van de proefstukken (dat geldt voor reststyreenmeting en deels ook voor DSC methode), zodat er bij iedere methode over voor- en nadelen discussie gevoerd kan worden. Conclusie is dat er met meerdere metingen (en met verschillende methoden) met voldoende nuancering beantwoord kan worden of de kousen met voldoende kwaliteit geproduceerd zijn. ■

* Auteur is directeur van Sachverständigenbüro für Kunststoffe Dr. Sebastian

** Auteur is directeur van Head Engineering