

# Rioleringstechniek

A P R I L 2 0 0 9

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 vooralsnog alleen in een laboratorium worden bepaald, aangezien er nog geen sprake is van falende buisliners als gevolg van ouderdom. Een levensduur van meer dan 100 jaar behoort zeker tot de mogelijkheden.

## De beproeving van de liners

Het zal iedere lezer die zich bezighoudt met kwaliteitsborging niet verbazen dat een dergelijk hoog kwaliteitsniveau niet toevallig ontstaat. De kwaliteit van een Ford T-model is zeker niet slecht te noemen, maar niemand zou het in zijn hoofd halen om deze oldtimer nu voor dagelijks gebruik aan te schaffen (zolang ten minste het fraaie uiterlijk niet de doorslag geeft). Zo worden bij de aanbesteding van een saneringsproject tegenwoordig ook geen systemen in aanmerking genomen die niet verder zijn ontwikkeld. Het bewijs hiervoor wordt in de regel geleverd via maatregelen op het gebied van (interne of externe) kwaliteitsbewaking. In Duitsland zijn de systemen die door het DIBt (Duits Instituut voor Bouwtechniek) van een keurmerk zijn voorzien, bijvoorbeeld onderzocht of het systeem leidt tot bodemverontreiniging. In Nederland is KIWA op dit moment bezig met het opstellen van BRL voor deze producten t/m 200 mm, de verwachting is dat in de toekomst ook de grote maten zullen volgen. Daarnaast regelt de wetgeving voor chemische stoffen (REACH – Registratie, Evaluatie, Autorisatie en beperking van Chemische stoffen), die sinds 1 juni 2007 van kracht is, de registratie van chemicaliën die op de markt worden gebracht en die met name voor mens en milieu gevaar opleveren. Eenvoudige chemische stoffen in een preparaat worden in het kader van deze verordening eveneens getest en geëvalueerd. Deze REACH-verklaring geldt met een gestaffelde overgangperiode voor alle zuivere stoffen en preparaten. Zie voor meer informatie over REACH de website <http://www.reach-info.de/>.

Naast bovengenoemde wetgeving en de verbeterde materialen is er ook op het gebied van de analyse van deze stoffen en preparaten veel veranderd. Tot voor enige jaren geleden werd bij het testen van ter plaatse uithardende systemen nog gebruik gemaakt van een eenvoudige akoestische procedure (men liet een steen op de liner vallen, waarbij een diepe “klong” de uithardingstoestand aangaf). Tegenwoordig echter staat de kwaliteitsbewaker respectievelijk de externe testinstantie een veelvoud aan analysetechnieken ter beschikking. Als we hierbij tevens de onderzoeksinstituten en universiteiten in beschouwing nemen, wordt al snel duidelijk dat het einde van de ontwikkeling op het gebied van chemische analyse nog lang niet in zicht is. Wel moet worden opgemerkt

**Vertrouwen is goed,  
controle is beter!**

**(W.I. Lenin, 1870-1924)**

dat het moeilijke deel hier pas begint. Hoe moet een medewerker van een instantie of een adviserend ingenieursbureau deze voor de leek zeer verwarrende informatie duidelijk maken? Vroeger kon men in dit opzicht terugvallen op het gehoor (“klong”=hard, “klets”=zacht), maar tegenwoordig ligt de nadruk op methoden voor kwaliteitsborging die

duidelijker zijn gedifferentieerd. Dit leidt natuurlijk tot een intensivering van de inspanningen op het gebied van chemische analyse. De welwillende lezer zal hier ongetwijfeld een lichte tot matige huivering ervaren, wat in

## “Het gebrekkige wiskundeonderwijs komt door niets zo opvallend tot uitdrukking als door mateloze scherpste in rekenen.”

(Carl Friedrich Gauss, 1777-1855)

de regel op de afkeer tegen chemie terug te voeren is. In dit geval kan ik u echter geruststellen, want u zult noch in dit artikel noch bij uw latere werkzaamheden met moeilijke kwesties worden geconfronteerd. Toch is het zo dat bepaalde basisvaardigheden ter zake kundige leken veel bloed, zweet en tranen kunnen besparen bij de evaluatie van dergelijke resultaten.

Daarbij lijkt de zuivere waardevergelijking

(zoals momenteel bijvoorbeeld voor de E-modulus) een

zeer eenvoudig

controle-

instrument,

maar ontpopt deze

methodologie

zich bij nader

inzien, al

naargelang

het aantal

vrijheidsgraden,

tot een zeer complex

model. Indien men deze

vrijheidsgraden inperkt,

wordt de kwaliteit van de te

bereiken conclusie wezenlijk hoger.

Vanuit wetenschappelijk oogpunt of

voor een afsluitende evaluatie door een

deskundige is dit zinvol, maar de geschiktheid

van deze evaluaties in de dagelijkse praktijk moet niet uit het oog worden verloren. Het mag dan voor een natuurwetenschapper van groot belang zijn dat Venus een diameter van 12.100 km heeft, de meer aards georiënteerde mens (en dat is eigenlijk iedereen) is tevreden met een waarde van circa 12.000 km (respectievelijk dat Venus bestaat!). De weergave van de E-modulus resp. de glasovergangstemperatuur met twee cijfers achter de komma ziet er weliswaar wetenschappelijk uit, maar duidt nochtans op een bepaalde mate van onbegrip van deze parameters.

Om deze reden worden precisietabellen gepubliceerd (zie EN ISO 178:2006) die bijvoorbeeld voor de mechanische identificatiegegevens

van composietmateriaal een zekere mate van precisie geven. Deze strooibreedte van de parameters is niet op een onnauwkeurigheid van de testmethode of van de analist terug te voeren, maar vertegenwoordigt de natuurlijke fluctuatiemarge van composietmateriaal en moet ook niet als minder of fout worden gezien. Niemand verwacht dat een steak van 200 gr ook precies 200 gr weegt. Het is heel goed mogelijk dat men een steak van 210 gr op het bord krijgt (waar waarschijnlijk niemand over zal klagen) of, als het tegenzit, een van 190 gr. In beide gevallen ligt het resultaat binnen de tolerantie van de lokaliteit. Dit geldt voor alle producten, dus ook voor buisliners. Het maakt hierbij niet uit of het gaat om laminaat dat met glasvezels of kunstvezels is versterkt. De gegevens in tabel 1 bieden een algemeen overzicht van de thans uitgevoerde materiaaltests, waarbij de resultaten evenals de precisie van het proces zijn aangegeven (voor zover deze gegevens bekend zijn). Uit de vele verschillende tests die worden getoond, blijkt dat

we het prekwantitatieve proces achter ons hebben gelaten en de gegarandeerde kwaliteit hebben omarmd.

En zoals vermeld is deze tabel geenszins compleet. Analysemethoden zoals DMA (dynamisch-mechanische analyse) of DEA (dielektrische analyse) kunnen zo nodig een helpende hand bieden, maar worden (nog niet) massaal toegepast.

De vraag “Zijn al deze tests relevant?” dient zich aan. In het kader van een zeggingskracht van een evaluatie van bijna 100% zorgt bij dergelijke heterogene materialen



“Kwaliteit begint bij mensen, niet bij dingen. Wie in dit opzicht een ommekeer teweeg wil brengen, moet zich allereerst op de instelling van alle medewerkers gaan richten.”

(Philip B. Crosby

(\*1926, Amerikaans bedrijfsadviseur en dichter)

(composietmateriaal is van nature heterogeen) uitsluitend de grote verscheidenheid van de resultaten voor duidelijkheid. Het is nog maar de vraag of een resultaat van bijna 100% werkelijk noodzakelijk is. De voor elke saneringsmaatregel noodzakelijke statische berekening conform

ATV-DVWK M127 staat hier een bepaalde speelruimte toe, omdat in de regel hogere zekerheden worden bereikt dan in dit werkblad wordt vereist. Een hogere zekerheid betekent in dit geval een hogere sterkte en puur rekenkundig gezien ook een hogere tijdsafhankelijke sterkte (en dus een langere levensduur). Deze berekeningen zijn echter alleen dan zinvol indien een volledige uitharding is bereikt. Bij een gebrekkige uitharding is er sprake van een toestand die zich tussen vloeibaar en vast bevindt. Macroscopisch gezien zijn de materialen uiteraard vaste stoffen, maar nu komt de materiaaltest in het spel. De polymerisatie kan

zich niet lineair gedragen, is bij onvoldoende uitharding een statische berekening met toepassing van de reductiefactoren van een volledige uitharding natuurlijk alles behalve zinvol. In dit verband speelt de evaluatie van de vastgestelde analyseresultaten een bijzondere rol. Het in elkaar passen van de analyse-puzzelstukken zal uiteindelijk resulteren in een compleet beeld, zodat het systeem geëvalueerd kan worden. Hier levert de instrumentele chemische analyse een grote bijdrage aan de gedifferentieerde beschouwing van deze zeer hoge kwaliteiten. Hoewel het succes van een dergelijke saneringsmaatregel door de hoge

Meting	Norm	Resultaten	Precisie	Voordeel	Nadeel
Driepuntsbuiging	EN ISO 178 (NEN EN 13566-4)	E-modulus Buigspanning Wandsterkte	~ 7% <sup>2</sup> ~ 2% <sup>2</sup> < 1%	Snelle analyse, voorziet in mechanische identificatiegegevens	Extreem afhankelijk van teststuk en plaats van verkrijging
Kruindruktest	EN 1228	Ringstijfheid bij aanvang Wandsterkte	Niet aangegeven, op grond van de speciale verhoudingen beter dan 3PB <sup>3</sup>	Snelle analyse, voorziet in mechanische identificatiegegevens	Moeilijke monstername
Kruipneiging op teststuk	EN ISO 899-2	Kruipneiging	Niet aangegeven, resultaat afhankelijk van de monstername. Schommelingen in sommige gevallen >10% <sup>4</sup>	Conclusie met betrekking tot de uitharding	Sterke schommelingen van de resultaten
Kruipneiging op onderdeel	EN ISO 761	Kruipneiging	Niet aangegeven, langdurige metingen precies	Conclusie met betrekking tot de duurzaamheid	Zeer tijdrovend
Dynamische differentiecalorimetrie (DSC)	DIN 53765 ISO 11357-3	Glasovergang Enthalpie	0,49% (RV) <sup>5</sup> 4,03% (RV)	Conclusie met betrekking tot de uitharding, snelle, nauwkeurige analyse	Beperkte monsterhoeveelheid, eventueel meerdere metingen
Gaschromatografie (GC)	DIN 53394-2	Restmonomeergehalte	0,2 %	Conclusie met betrekking tot de uitharding, snelle, nauwkeurige analyse	Dient tijdig te worden uitgevoerd, anders geen betekenis
Dichtheid	EN ISO 1183-1/A	Specifiek gewicht	< 1%, sterk afhankelijk van het monster (ingieten)	Conclusie met betrekking tot ingieten	Afhankelijk van het monster
Infraroodspectroscopie (IR / FT-IR)	DIN EN 1767	Materiaaltype <sup>6</sup> (restmonomeren) <sup>7</sup>	Alleen bij kwantificering	Snelle, nauwkeurige conclusie mogelijk	Kwantificering duur
Waterdichtheid	Testadvies APS	Waterdicht/ niet waterdicht <sup>8</sup>		Sterk afhankelijk van het monster	Uitsluitend evaluatie van fitting

<sup>2</sup> Conform EN ISO 178:2006, geldt voor van fabriekswege gefabriceerd GF-Polysulfon; de schommeling bij ter plaatse genomen en uitgeharde monsters dient hoger te worden geïnterpreteerd.  
<sup>3</sup> De meting vindt plaats op hele buisdelen, alle delen van de buis worden vangetoet.  
<sup>4</sup> Zie EN ISO 178, schommelingen op groot van teststuk beter zichtbaar.  
<sup>5</sup> Ringtest KI Lüdenscheld 2007  
<sup>6</sup> Bepaling aan de hand van een spectravergelijking  
<sup>7</sup> Voorbereiding kostenintensief  
<sup>8</sup> Testadvies van de "Arbeitskreise Prüfmitate Schlauchliner - APS"

niet langer worden gecontroleerd door middel van de "klong". Het doel van de materiaaltest is om deze dielektrische uitharding te bepalen. Bij een zeer goede uitharding (vrijwel volledige polymerisatie) wordt het

## Kwaliteit moet geproduceerd worden, ze kan niet worden bijgetest!

(Werner Niefer, 1928-93, Duits topmanager)

resultaat van de eerste onderzoeken door alle navolgende onderzoeken verijnd. De oorspronkelijke conclusie (zeer goed uitharding) wordt hier echter niet door beïnvloed of veranderd. Bij een gebrekkige uitharding is dat anders. In dit geval kan uitsluitend de grote verscheidenheid van de analyseresultaten voor duidelijkheid met betrekking tot de huidige staat van de sanering zorgen. Aangezien de reductiefactoren (voor langdurige belastingen, voor mediuminwerking en voor temperatuur)

kwaliteit van de gebruikte materialen min of meer wordt gegarandeerd, spelen vele andere factoren op elke bouwplaats desalniettemin een belangrijke rol. Een goede kok kan bijvoorbeeld ook met ingrediënten van mindere kwaliteit een maaltijd bereiden, een streling voor de tong wordt het echter pas met de juiste ingrediënten. Een slechte kok daarentegen is zelfs met de beste ingrediënten alleen maar in staat een "maaltijd" te bereiden. Aangezien het "menu" buisliner op locatie wordt samengesteld, zijn de opleiding en bijscholing van het technische personeel van groot belang. De bijdrage hiervan aan het saneringsresultaat is substantieel te noemen.

Andere factoren die de kwaliteit beïnvloeden, zoals de prijsdruk en de nauw daaraan verbonden tijdsdruk, spelen eveneens een belangrijke rol en dienen bij de planning van een maatregel met een levensduur die langer is dan die van onszelf of eventueel onze kinderen in overweging te worden genomen. Hoe langer de gewenste levensduur van een product, des te hoger de vereiste kwaliteit van het uiteindelijke product, van de materialen, van het technisch personeel, van de apparatuur en natuurlijk ook van de vergoeding. ■