



Schade in asbestcement leidingen: vervangen of repareren?

N. SLAATS, KIWA WATER RESEARCH

G. MESMAN, KIWA WATER RESEARCH

L. ROSENTHAL, PWN WATERLEIDINGBEDRIJF NOORD-HOLLAND

Het waterleidingnet in Nederland bevat anno 2003 ongeveer 35.000 km asbestcement leidingen. De conditie van deze leidingen gaat op veel plaatsen achteruit, hetgeen zich uit in een toename van breuken. De oorzaak ligt in de uitloging van asbestcement. Deze is onder meer in verband te brengen met een lage verzadigingsindex van het water. Bij elke breuk staat het waterbedrijf voor de vraag of de leiding vervangen of gerepareerd moet worden. In de afgelopen jaren zijn de (destructieve) fenolftaleinetest en de (niet-destructieve) georadartechniek ingevoerd om de conditie van asbestcement leidingen te bepalen. De grootschalige inzet van deze relatief eenvoudige technieken vergroot het inzicht in de levensduurverwachting van deze leidingen. De toepassing ervan stelt de Nederlandse waterbedrijven in staat om een betere keuze te kunnen maken tussen vervangen of repareren.

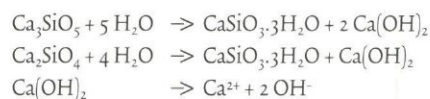
Het Nederlandse waterleidingnet bestaat voor circa 35 procent uit asbestcement leidingen. In de afgelopen jaren is door aantasting van asbestcement het aantal breuken in deze leidingen op veel plaatsen toegenomen. Leidingbreuken leveren overlast voor consumenten en leiden tot hoge reparatie- en schadekosten. Bovendien staat het waterleidingbedrijf

bij ieder incident voor de vraag of de leiding vervangen of gerepareerd moet worden. Om een goede beslissing te kunnen nemen is meer informatie over de conditie van de leiding nodig, zodat duidelijk wordt of de breuk een incident is of de voorbode van het naderend einde van de technische levensduur. Aantasting van asbestcement leidingen kan ook

waterkwaliteitsproblemen veroorzaken. Bij het belangrijkste aantastingmechanisme, uitloging van calciumhydroxide, neemt de pH van het drinkwater toe. Dit kan leiden tot een toename van kalkafzetting in drinkwaterinstallaties. Binnen het onderzoek voor de Nederlandse waterbedrijven zijn technieken ontwikkeld om de effecten van uitloging van asbestcement leidingen te kunnen vaststellen, zowel op de waterkwaliteit als op de conditie van de leiding.

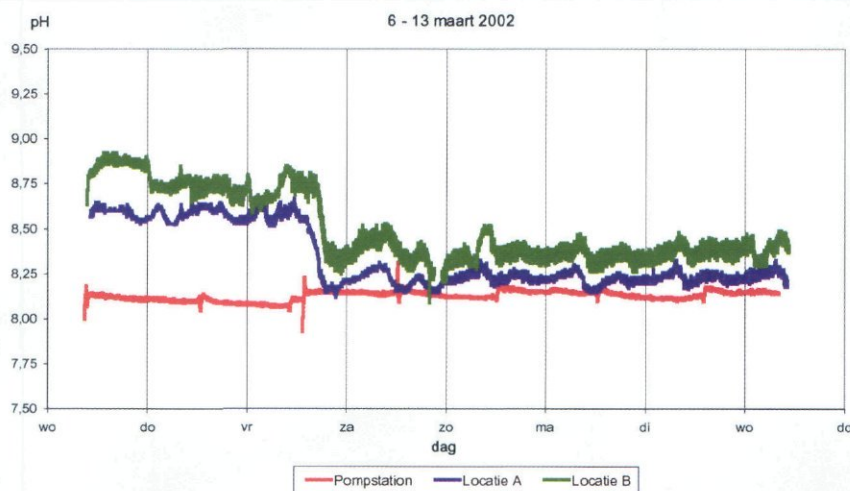
Mechanisme

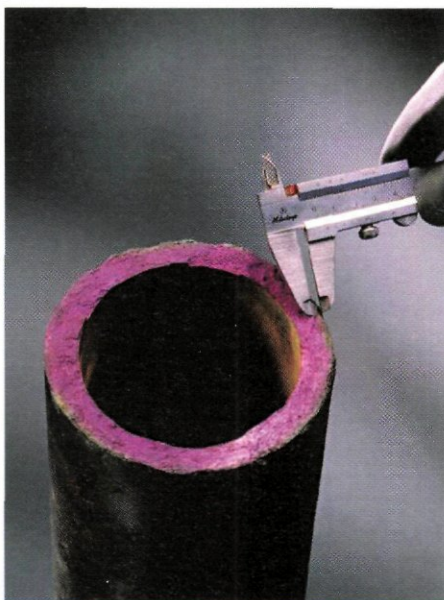
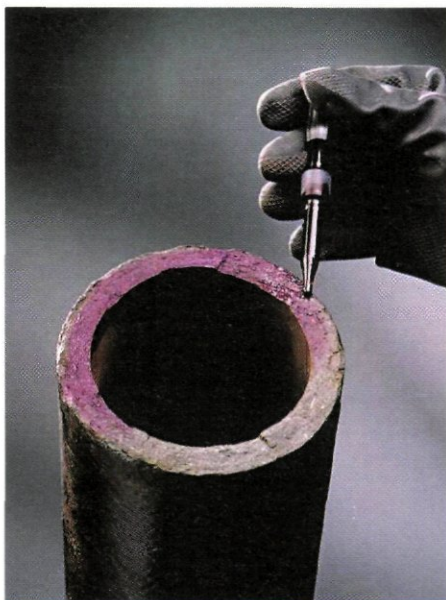
Asbestcement, beton en cementmortel bestaan voor een belangrijk deel uit cement, dat als bindmiddel fungeert voor respectievelijk asbestvezels, grind en zand. Cement bevat een zeer groot aantal verbindingen: de belangrijkste zijn tricalciumsilicaat (Ca_3SiO_3), dicalciumsilicaat (Ca_2SiO_4) en tricalciumaluminaat ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$) en calciumhydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Deze cementzouten hydrateren in contact met water, waarbij onder meer calciumhydroxide wordt gevormd. Dit lost op in water, waarbij Ca^{2+} en OH^- vrijkomen^{6,9}.



Door het uitloging van calciumhydroxide uit cement stijgt de pH en de Ca^{2+} -concentratie in het water en daarmee ook het kalkafzettend vermogen. Soms stijgt dat zo sterk dat al tijdens distributie kalkafzetting gaat optreden. Calciumcarbonaat kan dan op de buiswand, maar ook als kleine deeltjes in het water (microkristallen) voorkomen. Wanneer geen pH-stijging wordt waargenomen, hoeft dit niet te betekenen dat geen uitloging plaatsvindt. De pH-stijging door uitloging kan worden gecompenseerd door een pH-daling als gevolg van kalkafzetting of microbiologische processen in het leidingnet. Problemen met kalkafzetting zullen met name optreden bij verwarming van het drinkwater, bijvoorbeeld in warmwatertoestellen. Uitloging van asbestcement is vooral waar te nemen in geval van kleine leidingdiameters (100 tot 150 mm), lange verblijftijden, een lage verzadigingsindex en een lage buffercapaciteit van het drinkwater⁷. Afbeelding 1 geeft de resultaten weer van continue pH-metingen op een pompstation en op een aantal plaatsen van een Ø100 mm asbestcement leiding in het voorzieningsgebied met relatief zacht water. De pH-veranderingen tijdens distributie zijn vastgesteld met monitorsystemen. Deze meten continu een aantal waterkwaliteitsparameters, zoals de pH². Vergelijking van pH-waarden op verschillende plaatsen in het voorzieningsgebied geeft inzicht in pH-veranderingen in de leiding. Gedurende de

Afb. 1: Meting van pH-veranderingen in een voorzieningsgebied met relatief zacht drinkwater. Op vrijdag is de verblijftijd van het water sterk beperkt door een brandkraan open te draaien; de hoge pH-verandering door uitloging van de asbestcement leiding neemt in korte tijd af.





Bepaling van de mate van uitloging van asbestcement met de fenolftaleïne-test.

metingen tussen 6 en 13 maart 2002 is op vrijdag de verblijftijd verkort door een brandkraan te openen en continue te spuien. Het effect van de kortere verblijftijd op de pH is snel zichtbaar; de pH-stijging neemt af.

Conditiebepalingsmethoden

Uitloging van asbestcement leidingen kan eveneens de sterkte van de leiding doen afnemen, waardoor de kans op breuk en lekkage toeneemt⁸⁾. De mate van uitloging van de buiswand wordt beschouwd als een maat voor de conditie van de leidingen. In Nederland zijn twee methoden beschikbaar om de mate van uitloging van een asbestcement leiding te bepalen: de fenolftaleïne-test (destructief) en de georadar-techniek (niet destructief).

De fenolftaleïne-test

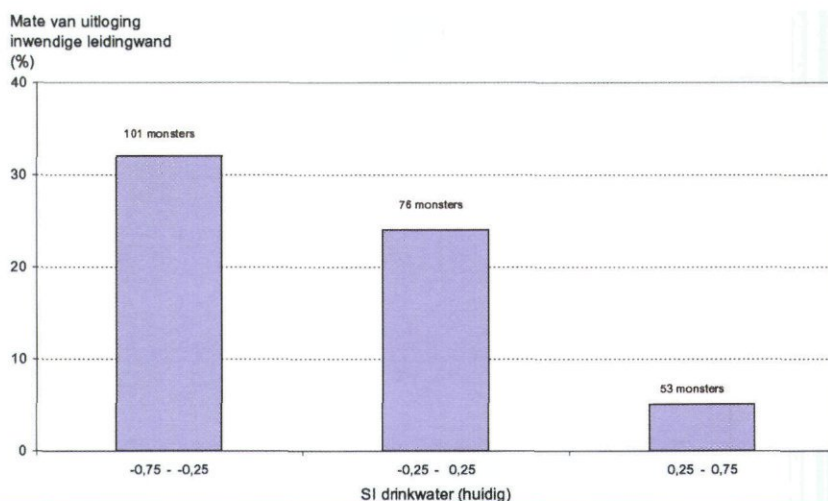
Voor de fenolftaleïne-test³⁾ wordt een deel van de leiding uitgenomen, zodat een vers breukvlak ontstaat. Op het breukvlak wordt met een druppelflesje, over de gehele doorsnede van de leidingwand, de fenolftaleïne-oplossing aangebracht (zie foto). Waar de pH hoger is dan 8,3, kleurt het asbestcement paars. Wanneer de pH lager is dan 8,3, blijft het asbestcement kleurloos of grijs. Een pH lager dan 8,3 wijst op uitloging van asbestcement. Op de plaats waar het uitgeloopte gedeelte maximaal is, wordt met een schuifmaat de dikte van het uitgeloopte deel en de totale dikte van de leidingwand gemeten. Vervolgens wordt het uitlogingspercentage van de wand berekend.

Veel gegevens over uitloging van asbestcement worden opgeslagen in een databestand bij Kiwa⁵⁾. Dit bestand bevat ook gegevens over de samenstelling van het water en de bodem van de locatie waar stukken van de asbestce-

ment leidingdelen zijn weggenomen. Uit deze gegevens zijn relaties af te leiden tussen de mate van inwendige uitloging en parameters

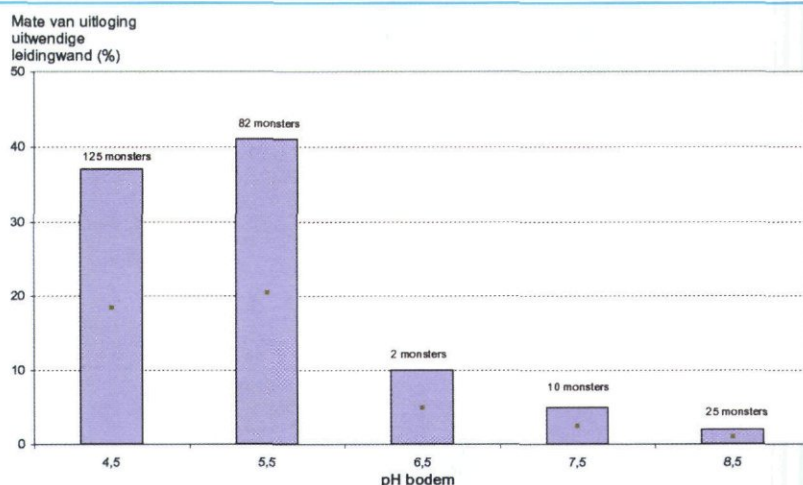
als de zuurgraad, de verzadigingsindex en uitwendige factoren, zoals de bodem en grondwater. Effecten worden bepaald door de gemiddelden van de gemeten waarden van één parameter weer te geven als functie van een tweede parameter. Het bijbehorende getal geeft het aantal metingen aan. Op basis van de beschikbare gegevens tot dusver is te concluderen dat een significante relatie bestaat tussen de verzadigingsindex van het water en de mate van uitloging van de inwendige leidingwand (afbeelding 2). Bij een lage verzadigingsindex is meer uitloging te zien. De relatie tussen de uitloging van de uitwendige leidingwand en de zuurgraad van de bodem is minder duidelijk. Bij bodems met een pH-waarde hoger dan 6 tot 7, vindt geen uitloging van asbestcement vanaf de buitenzijde plaats; bij pH-waarden lager dan 6 is uitwendige uitloging van asbestcement leidingen meer waarschijnlijk (afbeelding 3).

De afbeeldingen 2 en 3 geven een indicatie van de invloed van omgevingsfactoren op de conditie van een asbestcement leiding. Om nauwkeuriger trends en relaties vast te kun-



Afb. 2: Mate van uitloging van de inwendige leidingwand, uitgezet tegen de huidige verzadigingsindex van het drinkwater (230 meetpunten).

Afb. 3: Mate van uitloging van de uitwendige leidingwand, uitgezet tegen de zuurgraad van de bodem (244 meetpunten).



nen stellen is een uniforme landelijke registratie van groot belang. Deze blijkt echter moeilijk in de praktijk te realiseren.

Georadartechniek

De fenolftaleïne-test is alleen uit te voeren op uitgenomen leidingdelen en dus destructief. In het geval van buisbreuken vormt dit meestal geen probleem, omdat dan testmateriaal met vers breukvlak beschikbaar is. Wanneer het ongewenst is dat de waterlevering onderbroken wordt, geniet een niet-destructieve conditiebepalingsmethode de voorkeur. In Nederland is de niet-destructieve georadar-techniek toegepast om de uitloging van asbestcementleidingen vast te stellen. Deze techniek wordt bij bodemkartering ingezet om gelaagdheid in de bodem te bepalen en wordt in Nederland ook al toegepast bij onderzoek van

rioleringen. Het voordeel van deze techniek is dat het niet nodig is om de waterlevering te onderbreken. Wel moet de leiding worden blootgelegd. Recent is onderzocht of deze techniek ook geschikt is voor het bepalen van de uitloging van waterleidingen van asbestcement. Het principe van materiaalonderzoek met radar berust op vertraging en reflectie die een elektromagnetische golf in de wand van de asbestcement leiding ondervindt. Tijdens het radaronderzoek worden de tijd- en signaalsterkteverschillen tussen een uitgezonden impuls en de reflectiesignalen gemeten (afbeelding 4). Deze verschillen worden bepaald door verschillen in laagdikte en karakteristieke elektrische eigenschappen van de diverse lagen waaruit de asbestcement leiding is opgebouwd. Uit de gemeten waarden kan de opbouw van de onderzochte leidingwand

worden bepaald. Dan wordt gebruik gemaakt van een hoogfrequente antenne met een middenfrequentie van 1 GHz. Die antenne wordt met de hand over de meetraaien voortbewogen. Van elke vijf millimeter afgelegde weg op de buis wordt een radaropname gemaakt. Deze dichtheid levert voldoende informatie op.

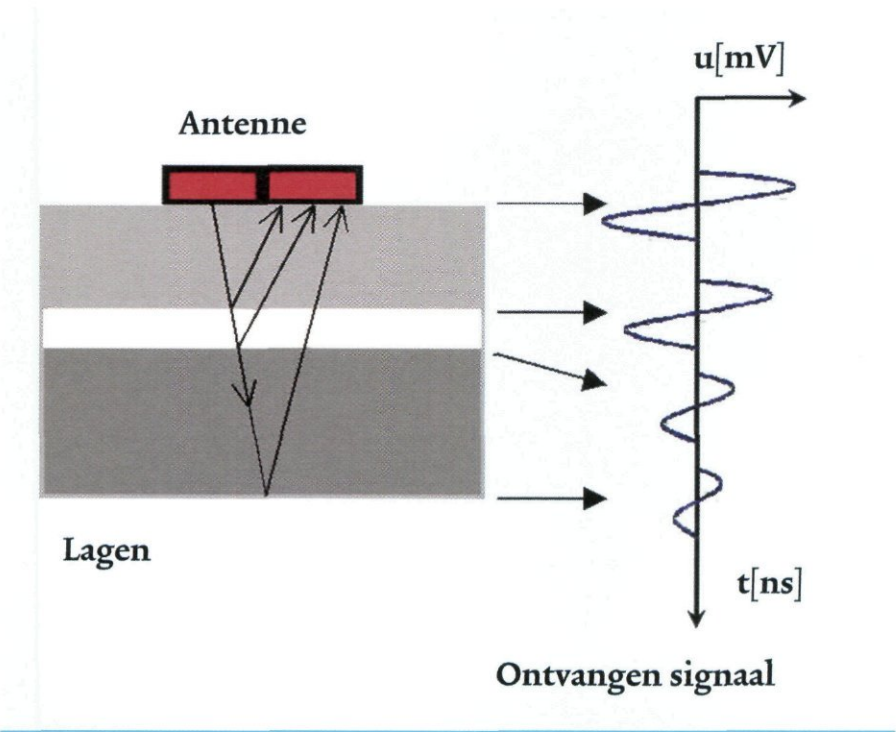
Om de geschiktheid van de georadartechniek voor waterleidingen te bepalen is de uitloging van asbestcementleidingen bepaald met zowel de fenolftaleïne-test als met de georadartechniek⁴⁾. Tabel 1 geeft de resultaten van metingen aan een 50 jaar oude asbestcementleiding uit het voorzieningsgebied van Brabant Water. Het blijkt dat de georadartechniek vergelijkbare resultaten geeft als de fenolftaleïne-test. De georadartechniek lijkt derhalve een geschikte non-destructieve methode om de mate van inwendige uitloging van asbestcementleidingen te bepalen. Aanvullende validatiemetingen zijn nodig om te bepalen of de georadartechniek ook geschikt is om de mate van uitwendige aantasting te meten. De verwachting is dat het onderscheidend vermogen van de georadartechniek toeneemt met toenemende wanddikte van de leiding.

Toepassing in de praktijk

De beide technieken worden inmiddels in Nederland toegepast om de conditie van leidingen te bepalen en de restlevensduur te voorspellen. De fenolftaleïne-test kan na een korte instructie door medewerkers van het waterbedrijf worden uitgevoerd. Voor het uitvoeren van de georadartechniek is een gespecialiseerd bedrijf nodig. Een voorbeeld van een praktijktoepassing is de bepaling van de conditie van een ø800 mm asbestcementleiding van Nuon Water naar Arnhem. De leiding is vermoedelijk aangelegd in 1958¹⁾. Om de leveringszekerheid te waarborgen is goed inzicht in de conditie van de leiding nodig. Daartoe is de mate van uitloging van deze leiding bepaald. Met de fenolftaleïne-test is vastgesteld dat de leiding inwendig vier tot zes millimeter is uitgelooft over de gehele doorsnede (zie foto). Aan de buitenkant is geen uitloging geconstateerd. De wanddikte varieert van 41 tot 44 millimeter. Dit komt overeen met een uitloging van negen tot 15 procent. De georadarmeting geeft aan dat 6,5 tot 16,5 procent

	gemeten wanddikte	gemiddeld gezonde deel	minimaal gezonde deel	uitgelooft
lengterichting	41,5 mm	38,1 mm	34,7 mm	8,2-16,3%
dwarsrichting	40,5 mm	37,9 mm	35,6mm	6,4-12,1%

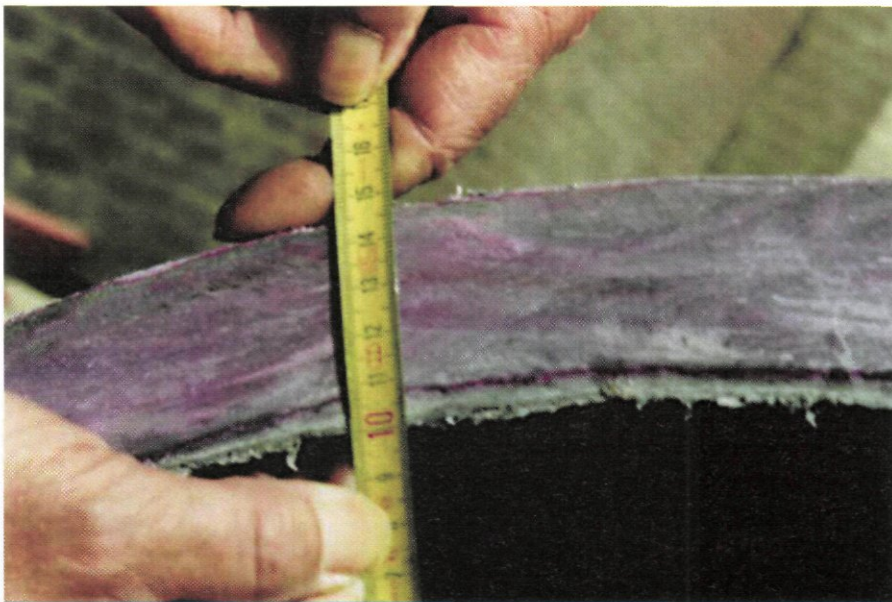
Tabel 2: Resultaten van de radarmetingen van de ø 800 mm asbestcement leiding van Nuon Water.



Afb. 4: Principeschets radarmeting.

Tabel 1: Mate van uitloging van een 50 jaar oude asbestcement leiding, gemeten met de fenolftaleïne-test en met georadartechniek.

	leiding-segment	uitwendige diameter	wanddikte	uitloging inwendig	uitloging wendig
fenolftaleïne-test	monster 1 uit 1,5 m	130,5 mm	15,2 - 15,4 mm	max. 1,5 mm	-
	monster 2 uit 1,5 m	130,0 mm	14,5 - 14,8 mm	max. 2,0 mm	-
georadartechniek	lengte van 1,5 m	niet te bepalen	15,1 - 15,5 mm	2,0 mm	-



Resultaat fenolftaleïne-test op een deel van de doorsnede van de $\varnothing$ 800 mm leiding van Nuon Water. De wanddikte is 43 mm; de leiding is aan de binnenkant zes millimeter uitgelopen.

van de binnenkant van de asbestcement leiding is uitgelopen (zie tabel 2). Op basis van de resultaten zijn sterkteberekeningen uitgevoerd. De verwachting is dat het leidingsegment (en waarschijnlijk de gehele asbestcementleiding) bij de huidige watersamenstelling nog 30 jaar meegaat.

Conclusies

Aantasting van asbestcement drinkwaterleidingen kan de levensduur verkorten en kan een negatief effect hebben op de waterkwaliteit in het leidingnet. Inmiddels zijn

eenvoudige en betaalbare technieken beschikbaar voor het bepalen van de aantasting van asbestcement leidingen. Deze technieken kunnen en worden in Nederland al op grote schaal ingezet. De technieken vergroten het inzicht in de levensduur van de leidingen en in de conditie van het totale leidingnet. Met de resultaten van de technieken is het mogelijk om vast te stellen of een breuk een incident is of de voorspelling van het naderend einde van de technische levensduur. Op deze wijze kunnen beslissingen over het onderhoud van het leidingnet beter worden onderbouwd. 

LITERATUUR

- 1) Anzola J., G. Sterk en S. van de Lisdonk (2000). Conditiebepaling asbestcement transportleiding naar Arnhem-centrum. Kiwa-rapport KOA00.015.
- 2) Hoven Th. van den en J. Vreeburg (1992). Waterkwaliteit in het leidingnet: Helderheid met monitorsystemen. H₂O nr. 10, pag. 255.
- 3) Leroy P., M. Schock, I. Wagner en H. Holtschulte (1996). Cement-based materials in 'AwwaRF/DVWG-Technologiezentrum Wasser'. Internal corrosion of water distribution systems (second edition). AWWA.
- 4) Mesman G. (2001). Validatie Georadar voor kleine diameters AC-buizen. Kiwa-rapport 2001.150 (c).
- 5) Rosenthal L. (2001). Operationeel leidingnetbeheer en conditie- en levensduurbepaling. Clusteronderzoek 2000. Kiwa-rapport BTO 2001.129 (c).
- 6) Schock M. en R. Buelow (1981). The behavior of asbestos-cement pipe under various water quality conditions: Part 2, theoretical considerations. JAWWA nr. 73, pag. 636-651.
- 7) Slaats N., H. Brink en Th. van den Hoven (1993). Uitloging van calciumhydroxide bij cementhoudende leidingmaterialen. Kiwa-rapport SWE 93.035.
- 8) Sterk G., C. van den Lisdonk en N. Slaats (1999). Conditiebepalingsmethoden voor asbestcementleidingen. Beoordeling met praktijkonderzoek. Kiwa-rapport SWE 99.004.
- 9) Troxell G., H. Davis en J. Kelly (1968). Composition and properties of concrete, 2nd ed.. Mc Graw-Hill Book Co. Inc.