

## ONCONVENTIONELE OPLOSSING BIJ GROTE WERKZAAMHEDEN

# WRK wint prijs met 'sublinen' bij Breukelen

Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK) is op 24 maart in Manchester beloond met de International Millennium Award voor het 'relinen' van de transportleiding bij Breukelen vorig jaar zomer. De prijs ontving ze van de UK Society for Trenchless Technology. Door de toekomstige uitbreiding van zowel de spoorlijn als de snelweg tussen Amsterdam en Utrecht werd het risico van lekkages groter en waren aanpassingen noodzakelijk om de leveringszekerheid te waarborgen.

Bij 'relinen' wordt een nieuwe kunststof buis in de bestaande betonnen leiding getrokken om die weer waterdicht te maken. Hierbij worden eerst alle voegen geïnspecteerd en oneffenheden verwijderd, waarna de kunststof leidingen van 24 meter in het veld aan elkaar gelast worden tot één lange leiding van 350 meter. Deze leiding wordt door een machine gevoerd die haar vouwt, waarna handmatig om de halve meter kunststof bandjes worden aangebracht om de leidingen gevouwen te houden. Terwijl de machine de gevouwen buis voorzichtig door de oude leiding duwt, wordt vanaf de andere kant licht aan de nieuwe leiding getrokken om te voorkomen dat ze in de betonnen leiding opstroopt. Daarna wordt water in de gevouwen leiding gelaten. Door de waterdruk ontvouwt de leiding zich, springen de bandjes los en is de leiding weer voor tientallen jaren te gebruiken. Een technisch hoogstandje, want de techniek van 'relinen' is wel eerder toegepast, maar nooit eerder in buizen met zo'n grote diameter. De WRK heeft hiermee een wereldprimeur.

WRK is in 1952 opgericht door de provincie Noord-Holland en de gemeente Amsterdam met als belangrijkste taak het leveren van voorgezuiverd water aan de waterleidingbedrijven van Noord-Holland en de grote industrie in het IJmondgebied. Vanuit het pompstation in Nieuwegein loopt een dubbele leiding met een inwendige diameter van 1200 mm en één leiding met een inwendige diameter van 1500 mm naar afnemers in Noord-Holland. De maximale capaciteit van dit leidingsysteem bedraagt 20.000 kubieke meter per uur bij een druk vanaf het pompstation van 750 kPa.

In de gemeente Breukelen loopt de dubbele leiding tussen de spoorbaan Amsterdam-Utrecht en de A2. Zowel de spoorbaan als de rijksweg zullen verbreed worden. De leidingen over dit tracédeel bestaan uit zes meter lange voorgespannen betonbuizen met een mof-spie verbinding en een rubberring afdichting. Het gebied rond Breukelen heeft een zeer slappe grondslag en hoge grondwaterstand. Elke buis is daarom gefundeerd op heiwerk, bestaande uit twee heipalen en een dwarslegger.

## Zware belasting

Op de plaatsen waar nieuwe op- en afritten van de te verbreden snelweg komen, zullen overkluizingen over de leidingen worden gebouwd. Langs het aansluitende tracédeel zal de spoorbaan worden verbreed en verhoogd, waardoor de horizontale belas-

tingen zullen toenemen. Berekeningen tonen aan dat hierdoor horizontale grondverplaatsingen zullen optreden. Daardoor kunnen de voegverbindingen in de WRK-leiding te ver open gaan staan, zodat de waterdichtheid niet langer gewaarborgd zal zijn. Daarom heeft de WRK besloten dit leidingendeel aan te passen.

Er zijn in samenwerking met Iwaco drie mogelijke oplossingen onderzocht: verplaatsing van de leiding naar een nieuw tracé, vervanging in het bestaande tracé en 'opwaardering' van het bestaande leidingsysteem door middel van bijvoorbeeld een reliningtechniek.

De WRK stelde als voorwaarden dat de dubbele leiding niet gelijktijdig uit bedrijf mocht worden genomen, de buitendienststelling zo kort mogelijk moest zijn, de gekozen oplossing een minimale levensduur van 50 jaar zou hebben, de maatschappij niet hoefde in te leveren op de rechtspositie van de huidige leidingligging, de leidingen bereikbaar zouden blijven voor periodiek onderhoud en de gekozen oplossing economisch en voordelig zou zijn en bovendien de instemming zou kunnen krijgen van de WRK én de NS.

Het aan te passen leidingtracé was 2,3 km lang. Hiervoor zijn de volgende varianten onderzocht:

- Verlegging naar oostzijde van de A2 inclusief boringen 36 miljoen gulden
- Verlegging westelijker t.o.v. bestaande tracé + boring 19 miljoen gulden
- Nieuwe buis in bestaande trace en overkluizingen 18 miljoen gulden
- 'Relinen' + overkluizingen en damwanden 12,5 miljoen gulden

'Sublining' van één invoerput vanuit de lucht gezien.



De laatste optie kwam met grote voor- sprong als meest economische uit de bus. Het bestaande tracé blijft namelijk gehand- haafd, hetgeen kosten en tijd bespaart. De juridische grondslag van de leidingligging (zakelijk recht) blijft ook intact. De bestaande leidingen hoeven niet te worden verwijderd en verwerkt. En tenslotte is het handhaven van de leidingen te prefereren uit het oogpunt van maatschappelijke over- last en milieukundige aspecten, zoals geen afvoer van materiaal, minder inzet van materieel en een beperkte bemaling c.q lozing van grondwater.

Op basis van de analyse is de WRK een haalbaarheidsonderzoek begonnen naar de verschillende mogelijkheden voor het 'relinen' van de leidingen. In principe kunnen drie technieken worden onderschei- den:

- structural: de buis-in-buismethode, als de oorspronkelijke watervoerende buis onvoldoende reststerkte heeft;
- sub-structural: het aanbrengen van dunwandige PE-liners of in epoxy gedrenkte textiel-kous. De oorspronke- lijke watervoerende buis moet over een blijvende voldoende reststerkte te beschikken;
- non-structural: het aanbrengen van cementspray of een andere coating, waarbij de buis nog over de volledige sterkte moet beschikken.

Omdat het beoogde doel het voorkomen van lekkages op de voegen was, vielen de 'non-structural'-technieken af. Deze bieden immers geen bescherming aan de voegen, maar slechts aan de buiswand.

Om een afweging te kunnen maken of lining met een 'sub-structural'-methode sowieso mogelijk was, is eerst de conditie

van de bestaande leidingen en de te verwachten reststerkte en levensduur vast- gesteld. Door periodieke visuele inspecties tijdens onderhoud was bekend, dat de leidingen in- en uitwendig in een zeer goede conditie verkeren. Er was evenwel sprake van ongelijke hoekverdraaiingen. Met andere woorden: de leiding lag niet recht. Bij sommige voegen was de maximaal toe- gestane verdraaiing van drie graden bereikt en waren de buizen in de voeg maximaal uit elkaar geschoven. De leiding kent geen historie van 'klappers', waardoor waterstof- brosheid van het voorspanstaal niet waar- schijnlijk is. Het is bekend dat zwerfstro- men een negatief effect op de wapening van voorgespannen beton buizen kunnen hebben en waterstofbrosheid beïnvloeden. Omdat zwerfstromen in dit tracé echter veel voorkomen door de spoorlijn en een boven- gronds hoogspanningsnet, zijn de buizen voor de zekerheid hierop toch onderzocht. De WRK heeft in samenwerking met het Kiwa de zwerfstromen in kaart gebracht; hierbij is het effect van passerende treinen duidelijk vastgesteld. Op plaatsen waar hoge concentraties zwerfstromen voorkwamen, zijn de buizen nader visueel en fysisch chemisch onderzocht onder andere op het chloridegehalte en mogelijke aantasting door veenzuren (de betonbuizen zijn ter plaatse voorzien van een bitumen coating). De verkregen waarden zijn getoetst aan de oorspronkelijke productiegegevens. Het Kiwa heeft op de voorspanwapening geleid- baarheidsmetingen uitgevoerd en de resul- taten getoetst aan referentiewaarden.

De conclusie luidt dat de betonbuis sinds de aanleg in 1967 geen waarneembare veroudering heeft ondergaan. Bovendien is de wapening niet verdacht van waterstof- brosheid. Op basis hiervan heeft het Kiwa de

restlevensduur van de buizen bepaald op meer dan 50 jaar.

Dit betekende voor de WRK dat naast een 'structural'-methode ook toepassing van een 'substructural'-methode in principe mogelijk was. Met deze wetenschap heeft de WRK een programma van eisen opgesteld voor een relining en hiervoor drie aan- nemers gevraagd een voorstel te doen. Zij waren hierbij vrij in de keuze van de tech- niek. Dit heeft geresulteerd in aanbiedingen voor:

- een 'relining' door middel van het aanbrengen van stalen of GVK buizen met een diameter van 1000 mm;
- een 'sublining' door middel van het invoeren van een PE-liner met een diameter van 1180 mm volgens de sub- linemethode. Hierbij werd aangetekend dat het systeem slechts tot 900 mm operationeel was;
- een epoxy-kous techniek. Hierbij werd aangetekend dat deze techniek in deze diameter niet binnen de door de WRK gestelde tijd beschikbaar was.

Uitvoeringstechnisch stond niet voor 100 procent vast dat 'relining' met stalen of GVK-buizen met een diameter van 1000 mm mogelijk was, dit vanwege de ongelijke hoekverdraaiingen van de bestaande leidin- gen en de daardoor optredende wrijvings- krachten tijdens het intrekken van de nieuwe leidingen. Hoewel de investerings- kosten van 'relining' laag zijn, zou na aanleg tijdens de exploitatie blijvend op energie- kosten moeten worden ingeleverd.

Na evaluatie van de twee overblijvende aanbiedingen is de 'subline'-methode gese- lecteerd als economisch en uitvoeringstech- nisch meest geschikte oplossing.

## Buis in buis

De gekozen 'subline'-methode is in Engeland ontwikkeld door Subterra en wordt in Nederland uitgevoerd door onder andere Nelis Infra bv in samenwerking met Etersol nv uit België. die de licentie voor de Benelux en Frankrijk heeft. Bij deze techniek wordt een dunwandige PE 80-buis door middel van spiegellassen tot strengen gelast met een lengte van (in dit geval) circa 350 meter. Vervolgens worden de strengen door een machine koud in een U-vorm gevouwen en met bandjes in die vorm gefixeerd. De linerbuis heeft dan nog circa 60 procent van zijn oorspronkelijke omvang. De te renove- ren leiding wordt op afstanden van circa 350 meter opengemaakt door het uittrekken van buissegmenten. Aan het uiteinde van de gevouwen linerbuis wordt een trekkop gelast, waarna deze met behulp van een lier

Een buis waarop 'sublining' is toegepast met een trekkop.



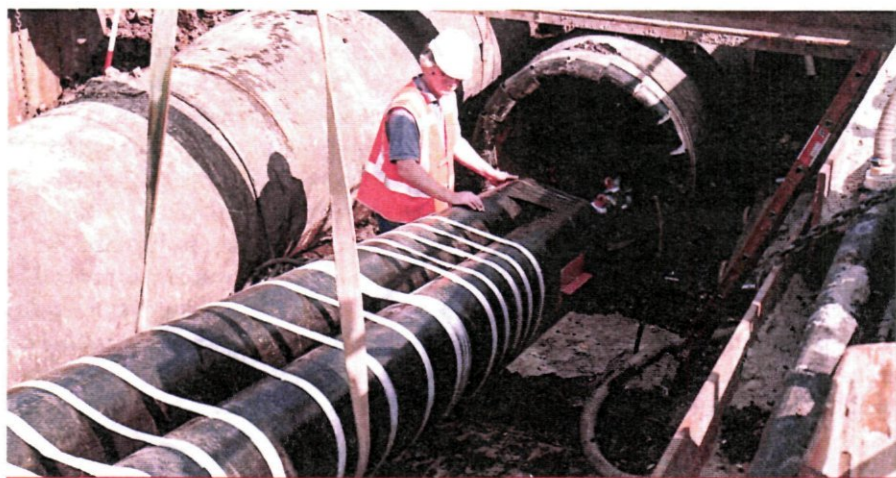
in de bestaande opengebroken leiding wordt getrokken. Na installatie wordt de linerbuis met koud water gevuld en onder druk gebracht (het inversieproces). Hierbij breken de bandjes en herneemt de linerbuis zijn oorspronkelijke ronde vorm. Door de druk enkele dagen te handhaven wordt de liner door relaxatie 'close-fit' tegen de bestaande buis gedrukt. De uiteinden van de 'liner' worden verbonden met de betonbuis door middel van speciale koppelingen, de zogenaamde 'linergrips'. Vervolgens wordt de leiding hydrostatisch getest en gereinigd en worden de leidingsecties onderling gekoppeld.

## Flinke investering

In Groot-Brittannië worden regelmatig reliningen met behulp van het 'subline'-systeem uitgevoerd tot een maximale diameter van 900 mm. Voor de opschaling naar de voor de WRK benodigde diameter van 1180 mm was het noodzakelijk nieuwe machines te bouwen. Gezien de hoge investeringen was de leverancier slechts bereid dit te doen na opdrachtverlening. De WRK op haar beurt wenste vooraf de zekerheid te hebben, dat het systeem zou voldoen aan de eerder genoemde randvoorwaarden. De complicerende factor hierbij was de beperkt beschikbare tijd.

De te relinen tracé lengte in Breukelen bedroeg twee maal 1,4 kilometer. De lengte is verdeeld over twee keer vier treksecties van elk circa 350 meter. Cruciale projectonderdelen bij de toegepaste techniek waren:

- de keuze van de sectielengten (350 m). Hierbij zijn de te verwachten optredende trekspanningen van belang;
- de situering van de invoer- en trekputten. Hierbij spelen met name logistieke aspecten een belangrijke rol;
- de berekening van de wanddikte van het liner materiaal. Onderdrukken die



Het invoeren van de aangepaste buis in de oorspronkelijke buis.

kunnen optreden bij waterslag zijn hierbij maatgevend. Voorkomen moet worden dat de 'liner' implodeert. De veilige wanddikte is bij een maximaal optredende onderdruk van 75 kPa bepaald op 20 mm

- en het bepalen van de exacte uitwendige diameter van de PE-liner, in dit geval 1180 mm. Het is van belang dat de 'liner' na het inversieproces volledig in zijn oorspronkelijke vorm terugkomt. Als dit niet het geval is, zal de 'liner' bij onderdrukken makkelijker imploderen.

Naast locatiespecifieke factoren speelde de temperatuur tijdens de uitvoering van dit project een belangrijke rol. Door de zomerse temperaturen raakten de relatief dunwandige en door de zwarte kleur veel warmte opnemende buizen snel vervormd tijdens het transport en de opslag. Hierdoor hadden de lassers veel moeite de buizen te spiegellassen. Door krimp bij de lagere nachttemperaturen traden lengteveranderingen van meer dan één meter op in de gelaste strengen. Ook de 'handling' van de dunne buizen en strengen vergt speciale aandacht.

## Wens in vervulling

De WRK heeft met de uitvoering van dit project een jarenlang gekoesterde wens in vervulling zien gaan, namelijk het vinden van een techniek die het mogelijk maakt de optredende deflecties in het transportleidingnet op te vangen en daardoor lekkages te vermijden. Alles wijst erop dat de levensduurverwachting van 50 jaar gehaald wordt. Met de uitvoering van dit project is bewezen, dat de 'subline'-methode een goed uitvoerbare methode is.

Daarnaast heeft de WRK in dit specifieke geval ettelijke miljoenen guldens bespaard door een 'relining'-methode te kiezen boven conventionele methoden, zoals het verleggen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het al dan niet beschikbaar zijn van een nieuw tracé en de mogelijkheid om de leidingen lang buiten bedrijf te stellen medebepalend zijn voor de gekozen oplossing.

**ing. Jelle Foekema, WRK**  
**Hein van Egmond MSc., Iwaco bv**