

Een onderbouwing voor keuzes tussen saneringstechnieken

Jojanneke van Vossen, George Mesman (KWR Watercycle Research Institute), Maurice Nooijen (BAM), Marco van de Wijst (Aarsleff, voorheen BAM), John Henzen (GvL Boringen, voorheen Heijmans)

Met de toename in vervangingen in het leidingnet wordt de keuze tussen traditionele en sleufloze technieken steeds belangrijker. De benodigde kennis voor een onderbouwde keuze is niet voor alle weegcriteria (zoals hinder, kosten en betrouwbaarheid) voor iedere techniek en locatie bekend. Binnen het TKI-project 'Slim renoveren van waterleidingen' is een methodiek ontwikkeld voor het evalueren van saneringsprojecten, zodanig dat verschillende technieken met vaste criteria met elkaar vergeleken kunnen worden. De hierin opgedane kennis levert onderbouwing voor de keuze voor een bepaalde techniek onder specifieke omstandigheden. Innovaties bij sleufloze technieken kunnen hiermee worden gestuurd.

In Nederland ligt bijna 120.000 kilometer aan ondergrondse waterleidingen met een gezamenlijke vervangingswaarde van zo'n 20 miljard euro. In de jaren 50 tot 70 van de vorige eeuw heeft een relatief snelle uitbreiding van het leidingnet plaatsgevonden door de uitbreiding van de stedelijke gebieden en de aansluiting op waterleiding van de landelijke gebieden. De drinkwaterbedrijven vervangen jaarlijks een deel van de leidingen. Deze hoeveelheid neemt naar verwachting toe. Zonder wijziging in de uitvoering van saneringsprojecten kan dit leiden tot een toename van kosten, hinder voor de omgeving en benodigde capaciteit van personeel. De Nederlandse drinkwatersector wil de grote leveringscontinuïteit en hoge klanttevredenheid tegen relatief lage kosten graag handhaven. Ook bij een toename in het aantal vervangingsprojecten.

Traditioneel worden drinkwaterleidingen vervangen met open ontgravingen. Internationaal worden sinds enkele decennia ook sleufloze technieken toegepast. Het drinkwaterleidingnetwerk in Nederland kent echter een aantal specifieke uitdagingen, zoals de verscheidenheid aan leidingmaterialen en -diameters. Lokale regelgeving over hoe vaak een straat mag worden open gegraven zorgt er (in combinatie met kostenbesparing) voor dat weg- en netwerkbeheerders werkzaamheden afstemmen. Ook stelt Nederland strenge eisen aan materialen die in contact komen met drinkwater en slechts een beperkt aantal sleufloze technieken beschikt momenteel over de benodigde certificering. Vanwege de strenge eisen aan drinkwaterkwaliteit en de huidige goede waardering door consumenten is de sector terughoudend om nieuwe technieken met onbekende risico's te proberen. De ervaringen van de drinkwaterbedrijven zijn daarom grotendeels beperkt tot pilotprojecten en situaties waarin open ontgraving geen optie is. Hierdoor ontbreekt de kennisbasis om onderbouwde afwegingen te maken en blijven de toepassingen van de nieuwe technieken beperkt.

De drinkwaterbedrijven willen ervaringen opdoen met verschillende sleufloze technieken en samenwerken met aannemers en leveranciers hiervan om de benodigde innovaties te realiseren. In dit artikel beschrijven we resultaten van een project van een Topconsortium Kennis en Innovatie (TKI, zie kader) om verschillende sleufloze saneringstechnieken te evalueren, de toepassingsmogelijkheden van deze technieken in het leidingnet te onderzoeken en inzicht te bieden in benodigde innovaties [1].

Beschikbare sleufloze saneringstechnieken

Er zijn sleufloze technieken beschikbaar voor de aanleg, verwijdering en renovatie van leidingen. Bij renovatie blijft de oude leiding liggen en wordt een *liner* of *coating* aangebracht. Dat kan volledig constructief. De liner is dan sterk genoeg voor alle benodigde interne en externe belastingen. Renovatie kan ook non-constructief zijn, waarbij de liner van zichzelf geen sterkte heeft, of semi-constructief, waarbij de liner wel sterkte heeft, maar daarnaast de sterkte van de oude leiding nodig heeft. Voorbeelden van aanleg- en verwijderingstechnieken zijn boringen en het uittrekken, breken of vermalen van leidingen. Bij breken blijven de scherven van de oude leiding in de grond achter, bij vermalen (frezen) worden de restanten in een *slurry* afgevoerd. Voorbeelden van sleufloze renovatietechnieken zijn [2], [3]:

- Spraytechnieken. Hierbij wordt een coating aangebracht op de binnenzijde van de bestaande leiding. Sprays worden vooral gebruikt bij waterkwaliteitsproblemen, bijvoorbeeld door corrosie van gietijzeren leidingen. In Nederland zijn momenteel alleen non-constructieve sprays beschikbaar.
- *Sliplining*. Hierbij wordt een nieuwe (PE-)leiding door de bestaande getrokken. Deze techniek is relatief eenvoudig toepasbaar. Doordat dat de nieuwe leiding een kleinere diameter heeft dan de bestaande is dit niet voor iedere leiding een optie.
- Close-fittechnieken. Hierbij wordt een PE-liner gevouwen ingebracht in een leiding en vervolgens uitgevouwen met behulp van temperatuur en/of druk. De diameterverkleining is veel beperkter dan bij sliplining. Er zijn zowel semi-constructieve als volledig constructieve toepassingen.
- *Cured in Place Pipe*- (CIPP-)technieken. Hierbij wordt een met hars geïmpregneerde glasvezelkous ingebracht in de bestaande leiding, die ter plekke uithardt.

TKI Slim renoveren van waterleidingen

In het TKI-project 'Slim renoveren van waterleidingen' werken WML, Brabant Water, Vitens, Heijmans, BAM Infra Energie & Water en KWR Watercycle Research Institute samen om:

- nieuwe technieken te ontwikkelen en te evalueren voor toepassing in het Nederlandse waterleidingnet;
- invulling te geven aan een onderbouwde afweging om te beslissen welke techniek wanneer en waar het beste kan worden ingezet;

Als onderdeel van het project heeft KWR een evaluatiemethodiek ontwikkeld waarmee voor het eerst projecten met verschillende technieken en van verscheidene drinkwaterbedrijven goed kunnen worden beoordeeld. Deze evaluatiemethodiek is getoetst in drie pilotprojecten met elk een andere sleufloze techniek.

Met de resultaten van de evaluaties en een analyse van het leidingnet van de deelnemende drinkwaterbedrijven is vervolgens een afwegingskader ontwikkeld, en is een indicatiekaart gemaakt voor mogelijk geschikte toepassingslocaties.

Evaluatiemethode

Voor het afwegen van verschillende alternatieven voor een project is een Maatschappelijke Kosten-batenanalyse (MKBA) bijzonder geschikt [1], [2], [4]. Hierin worden alle relevante aspecten in beeld

gebracht en gemonetariseerd, waarna de afweging plaatsvindt op kosten. Het uitvoeren van een volledige MKBA kost veel tijd en is momenteel voor een gemiddeld vervangings- of renovatieproject van drinkwaterleidingen niet haalbaar. Zo is lang niet alle informatie, bijvoorbeeld op het gebied van hinder voor de omgeving, beschikbaar om een volledige MKBA uit te kunnen voeren.

De evaluatiemethode is opgezet om alle relevante aspecten rond sanering van leidingen mee te nemen en deze zoveel mogelijk te kwantificeren. De verschillende aspecten worden niet gewogen, maar naast elkaar gezet (afbeelding 1). Dit heeft een aantal voordelen:

- De resultaten van verschillende technieken op verschillende locaties kunnen onderling worden vergeleken;
- De dominante aspecten onder verschillende omstandigheden kunnen worden bepaald;
- Drinkwaterbedrijven kunnen zelf de verschillende onderdelen afwegen.
- De resultaten kunnen als input dienen voor een MKBA.

De evaluatie vindt plaats op vier terreinen:

- Technische aspecten: wat is het probleem met de leiding en kan de techniek dit oplossen volgens de specificaties van de leverancier? Is de uitvoering volgens specificaties verlopen en is het probleem inderdaad opgelost? Hoe complex is de techniek en zijn er voor een waterbedrijf voldoende mogelijkheden om de kwaliteit te controleren?
- Procesmatige aspecten: hoe verlopen de planfase en de uitvoeringsfase? Zijn procedures en gegevensoverdrachten goed gedefinieerd? Hoeveel tijd kost de techniek van plan tot uitvoering?
- Omgevingsaspecten: hoe duurzaam is de techniek, welke milieueffecten zijn er? Wat voor mogelijke hinder is er voor de omgeving? Met welke veiligheidsaspecten moet rekening worden gehouden?
- Kosten: hoe duur is de techniek gedurende de gehele levenscyclus (aanleg-, operationele en verwijderingskosten)?

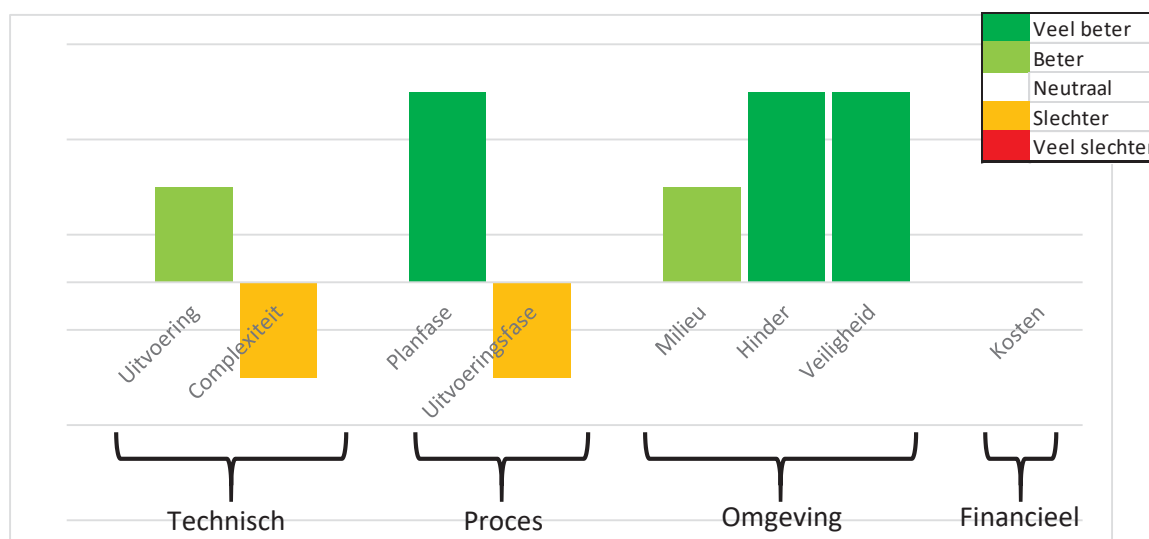
Alle vier de aspecten zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd en er is een kwalitatieve risicoanalyse uitgevoerd:

- Technische specificaties zijn vergeleken met de omstandigheden op de pilotlocatie;
- De afwegingen welke techniek wordt toegepast, zijn geanalyseerd;
- Duurzaamheid is onderzocht in een gegeneraliseerde LevensCyclusAnalyse (LCA);
- Hinder is uitgedrukt in:
 - Toegankelijkheid van percelen (aantal en duur van werkzaamheden);
 - Geluidsniveaus gedurende de duur van werkzaamheden en op specifieke tijdstippen (bv. kantooruren of 24 uur);
 - Visuele hinder door ruimtegebruik van materieel en werkzaamheden;
 - Geur;
- Veiligheid is uitgedrukt in:
 - Verkeersmaatregelen;
 - Nabijheid van andere ondergrondse infrastructuur, zoals kabels en leidingen;
 - Nabijheid van objecten die om extra aandacht vragen, zoals spoorwegen, waterkeringen of monumentale gebouwen.

De resultaten zijn gevisualiseerd in een diagram (afbeelding 1).

Een belangrijk onderdeel van een afweging voor waterbedrijven vormen de directe kosten van een leidingsanering. Een eenduidige vergelijking van kosten is tot nu toe beperkt mogelijk. De meeste drinkwaterbedrijven hebben vooral inzicht in de investeringskosten en niet zozeer in alle kosten gedurende de levensduur van leidingen, zoals onderhoud, reparatie en verwijderingskosten. Daarnaast verschillen kostenoverzichten van directe investeringskosten voor verscheidene technieken en tussen leveranciers en drinkwaterbedrijven. Het kan per techniek verschillen onder welke kostenpost welke kosten staan. Een voorbeeld is het leidingmateriaal, dat bij veel sleufloze technieken in het kostenoverzicht van een aannemer staat, terwijl het bij traditionele open ontgravingen meestal in het kostenoverzicht van het waterbedrijf staat. Als ook de benaming van verschillende posten verschilt, wordt een vergelijking moeilijk. Daarom wordt in de nieuwe evaluatiemethodiek een standaard kostenspreadsheet gebruikt, zodat voor iedere techniek dezelfde aanpak wordt gevolgd.

Technieken zijn geëvalueerd ten opzichte van een nulalternatief, in dit project ingevuld met een traditionele open ontgraving voor dezelfde leiding.



Afbeelding 1. Totaaloverzicht van evaluatie voor een techniek (figuur bevat fictieve resultaten). Evaluatie vindt plaats t.o.v. een traditionele open ontgraving

Resultaten

De beoordeling is uitgevoerd voor de volgende technieken:

- Hydrofit (CIPP). Hierbij wordt een met hars geïmpregneerde glasvezelkous (zie afbeelding 2), door een leiding getrokken, waarna deze bij verhitting ter plekke uithardt door een chemische reactie. Voor de certificering voor de Nederlandse drinkwaterleidingen is een hars ontwikkeld die geen negatieve invloed heeft op de drinkwaterkwaliteit. In dit project zijn de resultaten geëvalueerd van de pilot in Sittard (2014) [5].
- Compact Pipe (close-fit). Een techniek waarbij een constructieve, gevouwen PE-liner door een bestaande leiding wordt getrokken en uitgevouwen (zie afbeelding 3). Dit type techniek is in de Nederlandse drinkwatersector zeer beperkt uitgevoerd (in Gouda (2015, Compact Pipe) en Ankeveen (Edgeliner) [6]) en in het kader van dit TKI-project in Zwaagwesteinde (2016) [7].

- MUNET (uittrekken). Een techniek waarbij leidingen sleufloos worden verwijderd, die gedurende dit project specifiek is ontwikkeld voor AC-leidingen. De uitdaging is om te gaan met de beperkte reststerkte van het te vervangen materiaal. In de pilot is de uitgetrokken leiding vervangen door een PB- (Polybutyleen)-leiding om vergelijking met renovatietechnieken mogelijk te maken.



Afbeelding 2. Impregneren van kous met hars in een fabriek. De hars wordt aangebracht in de kous waarna de hars door middel van walsen in de juiste hoeveelheid wordt verdeeld

Technische aspecten

Tijdens de toetsing is gebleken dat de evaluatiemethodiek goed toepasbaar is en bruikbare resultaten oplevert. Een enkele pilotlocatie per techniek geeft echter een onvoldoende genuanceerd beeld op het gebied van kosten en hinder. Er zijn pilots nodig met diverse omstandigheden. Het is dus belangrijk om pilotlocaties zorgvuldig te kiezen.

Alle beoordeelde technieken zijn in staat om een functionele drinkwaterleiding te produceren. Het ontwikkelingsstadium van deze technieken verschilt. Alleen met Compact Pipe is in binnen- en buitenland ervaring onder marktcondities. De overige technieken werden voor het eerst in een operationeel drinkwaterleidingnet toegepast; uit deze pilots volgden dan ook nog nieuwe innovaties en gewenste ontwikkelingen.

Bij een open ontgraving kan een fout ter plekke worden hersteld, maar die ruimte is er niet bij ondergrondse aanpassingen. Daarom vraagt deze techniek om voldoende gekwalificeerd en ervaren

personeel, transparante procedures, volledige en betrouwbare gegevens, inspectie voor en na toepassing, en certificering.

Verschillen tussen sleufloze technieken komen in deze pilots neer op verschillen in materiaaleigenschappen. Hieruit volgen andere technische toepassingen. Zo is een PE-liner, in tegenstelling tot glasvezelversterkte materialen, ongeschikt voor gebruik in gebieden waar bij lekkage van de oude buis vervuild grondwater in aanraking kan komen met de liner. Een PE-liner is flexibeler, wat een voordeel is in zettingsgevoelige gebieden.

Procesmatige aspecten

De voorbereiding voor sleufloze technieken is meestal eenvoudiger dan bij open ontgravingen door minder en eenvoudigere vergunningsprocedures. Wel zijn er meer en betrouwbaardere leidinggegevens nodig voor een goede inschatting van restkwaliteit van de bestaande leiding.

Omgevingsaspecten

In de LCA is duurzaamheid uitgedrukt in Ecopunten. Hierbij worden alle duurzaamheidsaspecten meegewogen. De impact van één (gemiddeld) West-Europees persoon per jaar komt overeen met 1.000 ecopunten. Uit de gegeneraliseerde LCA bleek een aantal zaken bepalend voor duurzaamheid van de techniek:

- Het materiaal van de liner of nieuwe leiding. Bij een open ontgraving wordt voor distributieleidingen meestal PVC gebruikt. Sleufloze technieken maken meestal gebruik van PE of glasvezelversterkt vilt met hars. PVC is het meest duurzaam, gevolgd door PE en glasvilt met hars. Specifiek voor materiaalgebruik hangen verschillen in ecopunten af van de diameter van de leiding, maar lopen van 24% (PE) tot 440% (glasvilt met hars) voor een diameter van 100 mm tot 27% (PE) tot 28% (glasvilt) voor een diameter van 400 mm.
- Verkeersomleidingen. Aangenomen is dat verkeersomleidingen voornamelijk nodig zijn bij open ontgravingen. Duurzaamheidsverschillen hangen sterk af van het aantal voertuigen dat moet omrijden en de afstand. De uitkomst was dat er substantiële verkeersomleidingen nodig zijn (honderden voertuigen over afstanden van meer dan 1 km) om sleufloze technieken netto duurzamer te maken dan een traditionele open ontgraving met gebruik van PVC.
- Onzekerheden in technische levensduur van een product. Er is aangenomen dat alle materialen een vergelijkbare levensduur hebben, maar in praktijk kan dat door lokale omstandigheden sterk verschillen. Elke duurzaamheidsberekening mag dan ook alleen beschouwd worden als een ordegroottebepaling.

Een LCA alleen gebaseerd op emissie overschat de duurzaamheidseffecten van sleufloze technieken, omdat alleen graafwerkzaamheden, transport en omleidingen worden meegerekend. Een LCA op basis van ecopunten neemt ook zaken als uitputting van grondstoffen, effect op biodiversiteit, toxiciteit en hergebruik mee, waardoor deze een vollediger beeld van duurzaamheid geeft dan wanneer alleen een CO₂-voetafdruk wordt beschouwd.

Door de beperkte graafwerkzaamheden hebben sleufloze technieken voordelen voor de lokale flora en fauna en in verontreinigde grond.

Hinder is zeer locatiespecifiek gebleken met grote afhankelijkheid van onder andere aanwezigheid van woningen, verkeersdrukte, aanwezigheid van waardevolle bomen en mogelijkheden tot beperking van hinder.

Sleufloze technieken geven minder risico op graafschade en er zijn in de meeste gevallen minder verkeersmaatregelen nodig. Wel kunnen deze technieken krachten uitoefenen op de omgeving met risico voor de omliggende infrastructuur; dit moet worden berekend voorafgaand aan de uitvoering.

Kosten

Alleen de pilot met Compact Pipe was ver genoeg ontwikkeld voor een prijsoverzicht. Naast de pilots voor het TKI-project is de evaluatiemethode ook toegepast op een pilot met Pipe Cracking bij PWN [8]. Een volledig overzicht van bepalende factoren is op basis van twee pilots niet mogelijk. Wel is een aantal belangrijke aspecten bepaald:

- De diepteligging van een leiding;
- Ligging onder gesloten verharding (specifiek asfalt);
- De aanwezigheid van te verwijderen of vervangen bomen.
- Noodzaak voor verkeersmaatregelen;
- Maatregelen om schade aan omringende infrastructuur te voorkomen, zoals damwanden, proefsleuven, bemaling etc.
- Graafschade.

Aanbevolen wordt om deze kosten voor meer diverse omstandigheden te bepalen, zodat een goede voorspelling onderdeel kan worden van een afweging tussen technieken.

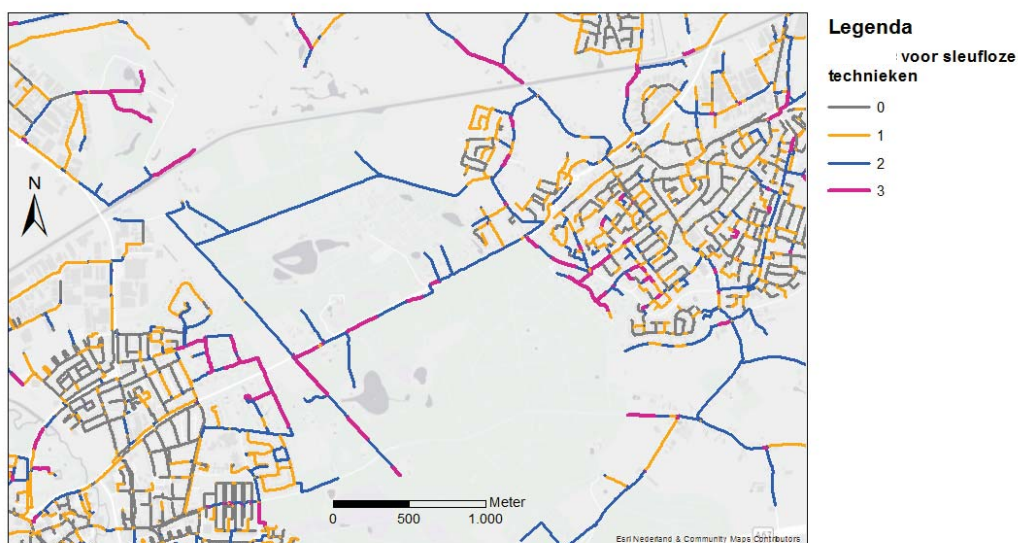


Afbeelding 3. Toepassing compact pipe in Zwaagwesteinde, Friesland, als onderdeel van het TKI-project 'Slim renoveren van waterleidingen'

Afwegingskader

Op basis van de beoordelingsresultaten is een afwegingskader geformuleerd. Dit is opgebouwd uit vragen naar relevante afwegingsaspecten, zoals diepteligging, materiaal, leidingdiameter en een indicatiekaart waarin op basis van ligging onder asfalt, aanwezigheid van bomen en het aantal huisaansluitingen, de potentiële locaties voor sleufloze technieken naar voren komen (afbeelding 4). Buitengebieden en ontsluitingswegen van en naar woonwijken hebben vaker een hoger potentieel, maar ook binnen de bebouwde kom komen lokaal potentieel geschikte locaties voor.

Het afwegingskader beantwoordt de vraag of een lokale, gedetailleerde afweging tussen technieken zinvol is. Het vormt een startpunt voor drinkwaterbedrijven voor een onderbouwde afweging, maar moet groeien door ervaring met meer locaties en technieken.



Afbeelding 4. Voorbeeld van een indicatiekaart sleufloze technieken. Hoe hoger de indicatie, hoe groter de potentiële meerwaarde van een sleufloze techniek

Conclusie en aanbevelingen

De ontwikkelde evaluatiemethodiek biedt de mogelijkheid om projecten met verschillende technieken uniform en transparant te vergelijken en beoordelen, om een afweging te kunnen maken voor nieuwe projecten. Op basis van slechts drie pilotprojecten is al een aanzienlijk afwegingskader bepaald met een indicatiekaart voor potentiële meerwaarde van sleufloze technieken. Door het uitbreiden met meer ervaringen kan dit afwegingskader nu worden aangevuld en verfijnd.

Het is aan te bevelen om deze ervaringen te evalueren en resultaten te delen, niet alleen met andere Nederlandse drinkwaterbedrijven, maar ook internationaal en met ervaringen binnen andere sectoren, zoals riolering en gas. Hiervoor kan bijvoorbeeld worden aangesloten bij een al bestaande kennisdatabase, zoals PIPE-works, een applicatie waarin op een vergelijkbare manier ervaringen met inspectietechnieken en lekdetectie worden verzameld en gedeeld.

Ook is het aan te bevelen om het afwegingskader uit te breiden met een kosten-batentool, om de relatie tussen kosten en zachtere aspecten als hinder, technische uitvoering en procesmatige aspecten te onderbouwen.

Op deze manier worden de ervaringen van de verschillende waterbedrijven vergelijkbaar en is het makkelijker om kennis te delen.

Dankwoord

Met dank aan Tessa van den Brand (KWR), Bart Jacobs (Vitens), Henk Vogelaar (WML) en Ruud van Nieuwenhuijze (Brabant Water). Dit project is mede gefinancierd uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie van het ministerie van Economische Zaken.

Dit is het eerste deel van een tweeluik. Het andere artikel wordt binnenkort gepubliceerd [8].

Referenties

1. Vossen, J. van, Mesman, G. A. M., Moerman, A. en Brand, T. van den (2017). *Slim renoveren van waterleidingen*. KWR 2017.041.
2. Vossen, J. van, Eijk, T. van en Beuken, R. (2015). *Overzicht van aanleg-, reparatie- en renovatietechnieken voor sanering van leidingen*. KWR, Nieuwegein, BTO 2015.028.
3. Morrison, R. et al. (2013). *State of technology for rehabilitation of water distribution systems*, USEPA, EPA/600/R-13/036.
4. Eijgenraam, C. J. J., Koopmans, C.C., Tang, P. J. G. en Verster, A. C. P. (2000). *Evaluatie van grote infrastructuurprojecten. Leidraad voor kosten-baten analyse. Deel 1: Hoofdrapport*. Centraal Planbureau en Nederlands Economisch, Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur
5. <http://www.heijmans.nl/nl/nieuws/wereldprimeur-kousmethode-voor-ondergrondse-drinkwaterleidingsanering/>, geraadpleegd 5 oktober 2017.
6. <http://nl.wavin.com/web/oplossingen/drinkwater/hoofdnetwerk/close-fit-lining-compact-pipe-3.htm> (, geraadpleegd 5 oktober 2017.
7. <http://conval.nl/persbericht-egeliner/>, geraadpleegd 5 oktober 2017
8. Referentie dubbelartikel