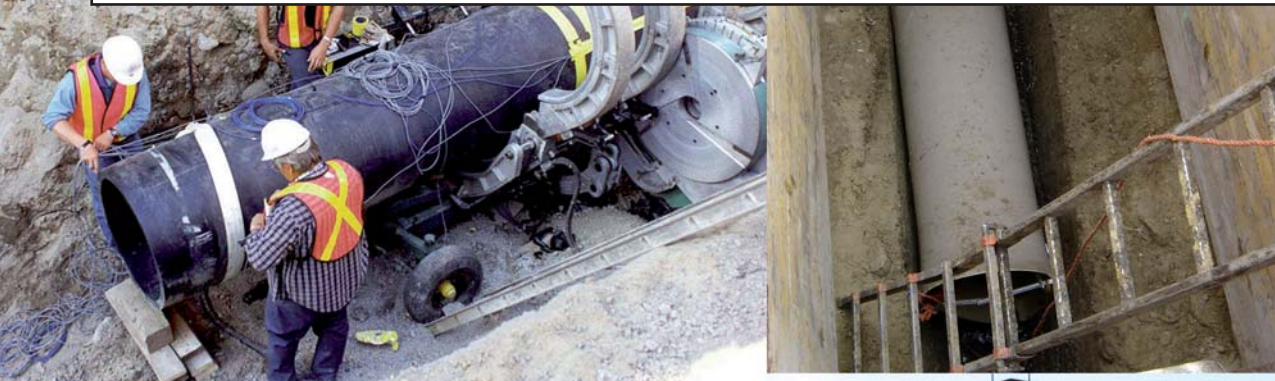


**Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –
De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms
vergeten patrimonium**



Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

Auteur

A. Leuridan: 010 23 65 36;
a.leuridan@brrc.be

Dit dossier is opgesteld in het kader van de Technologische dienstverlening *Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling in het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest*.

De TD heeft als doel het pad voor nieuwe technologieën te effenen door vakmensen (bedrijven uit de (wegen)bouw, adviesbureaus en wegbeherende overheden) te informeren, te adviseren en te begeleiden.

De TD wordt mogelijk gemaakt door de financiering van InnovIRIS, het Brusselse Instituut voor Onderzoek en Innovatie. Deze dienst is opgezet door het WTCB, in rechtstreeks partnerschap met de Confederatie Bouw Brussel-Hoofdstad (CBB-H). Het OCW geeft invulling aan het thema *Duurzame mobiliteit* in een ruime en veldoverschrijdende betekenis.

Voor concrete vragen in verband met de TD kunt u contact opnemen met de projectleider in het OCW.

H. van Geelen: 02 775 82 39;
h.vangeelen@brrc.be

INNOVIRIS
EMPOWERING RESEARCH



WTCB



Confederatie
Bouw
Brussel-Hoofdstad



OCW

► 1. Inleiding

In de lijn van het waterbeheersingsbeleid van de Gewesten lopen grote meerjarige investeringsprogramma's. Deze programma's omvatten niet alleen het leggen van riolen en zogenoemde "collectoren" (hoofd- of moerriolen) met sleuf-, boor- en/of perstechnieken en bijbehorende weg reparatie, maar ook andere bouwwerkzaamheden, onder meer civieltechnische (zuiveringsstations) en utiliteitsbouw (technische ruimten). Zoals het *ETAL*-programma in het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest (zie kaderstuk) aangeeft, zijn de aangekondigde werkzaamheden omvangrijk. Dat nodigt de bedrijven die specifieke knowhow bezitten – of willen verwerven – uit om zich in die branche te ontwikkelen.

De komende jaren plaatst een en ander niet alleen de Gewesten, maar ook de bedrijven uit de sector en de netbeheerders voor grote technische en sociaaleconomische uitdagingen.

Voorbeeld – Rioolrenovatie in het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest

Het rioolstelsel in het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest bestaat uit ongeveer 1 600 km leidingen, die zowel afval- als hemelwater naar de twee zuiveringsstations (één in het noorden en één in het zuiden) afvoeren. Het werd voornamelijk op het einde van de negentiende eeuw aangelegd en is sterk verouderd. De slechte staat geeft geregeld aanleiding tot wegverzakkingen en hoge reparatiekosten. Bepaalde strengen zijn zeer dringend aan vernieuwing toe. Omdat ook de capaciteit van de opslag- en afvoerbekken voor hemelwater niet meer voldoet, doen zich bovendien in verscheidene gemeenten geregeld overstromingen voor.

Enkele jaren geleden is het *ETAL*-programma opgestart om een inventaris van het gewestelijke rioolnet op te maken. Daarbij is gebleken dat 30 % (of ongeveer 500 km) van de bestaande leidingen op korte tot middellange termijn moet worden gerenoveerd.

In december 2010 hebben de Europese Investeringsbank (EIB), het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest (BHG) en de Brusselse intercommunale voor waterdistributie en -sanering (HYDROBRU) de nodige overeenkomsten afgesloten om de rehabilitatie van het afval- en hemelwaterafvoerstelsel in het Gewest te financieren. De lening van de EIB bedraagt 168 miljoen euro en dekt ongeveer de helft van de investeringen tot 2014. Met een gemiddelde kostprijs van ongeveer 3 000 euro per meter komen we uit bij een totale kostprijs van ruim anderhalf miljard euro, of 75 miljoen euro per jaar gedurende twintig jaar. Dit omvangrijke investeringsprogramma voor de komende twintig jaar moet de negentien gemeenten van het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest een modern en hoog presterend rioolnet bezorgen. De financiële steun van de EIB past in het beleid van de Europese Unie, dat beter milieubeheer en duurzame ontwikkeling wil aanmoedigen.

De eerste fase loopt van 2011 tot 2014 en omvat zowel de rehabilitatie en uitbreiding van het rioolnet als de bouw van constructies die de geregeld optredende overstromingen in bepaalde gemeenten moeten helpen voorkomen. Naarmate de werkzaamheden vorderen, zullen de inwoners van het Gewest de gunstige effecten ervan ondervinden. Door het versterkte rioolnet zouden wegverzakkingen en wateroverlast tot het verleden moeten behoren. Bovendien zouden ongeveer tweehonderd arbeidsplaatsen worden gecreëerd(*).

Met moderne reparatietechnieken kan daarenboven worden vermeden dat alles moet worden “opengegooid” en het hele Brusselse grondgebied in een bouwplaats wordt herschapen.

(* Bron: “Hydrobru” 2011

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

Rioolstelsels vormen een niet te onderschatten deel van het gemeentelijke erfgoed. Zij moeten dus zo goed mogelijk worden beheerd door de bestaande constructies, leidingen, inspectieputten, enz. in goede staat te houden en de vaak beperkte budgetten van de beheerders optimaal te benutten. In de meeste stadscentra zijn de riolen meer dan honderd jaar oud en stellen zij door hun ouderdom plaatselijk grote lekkageproblemen, met gevaar voor bodemverontreiniging. De problemen op het vlak van constructieve sterkte, lekdichtheid, enz. moeten dringend in kaart worden gebracht, om passende maatregelen in gemeentelijke en gewestelijke programma's te kunnen opnemen. Daarnaast moeten zeer grote technische uitdagingen worden aangegaan om de rioolleg- en renovatiewerkzaamheden te realiseren.

Rehabilitatie is een algemene term voor werkzaamheden aan al of niet menstoegankelijke leidingen, verricht vanuit inspectieputten, een onderhoudsput of plaatselijk gemaakte toegangen tot de leidingen zonder sleuven te graven, teneinde de prestaties van een bestaand waterafvoer- of rioolstelsel te herstellen of te verbeteren.

Gewoon onderhoud buiten beschouwing gelaten, worden drie hoofdgroepen van rehabilitatietechnieken onderscheiden: vervanging, renovatie en reparatie.

Er bestaat geen eensluidende manier om de toegepaste technieken in te delen. Doorgaans wordt uitgegaan van de omvang en de vorm van de ingreep (gedeeltelijke of plaatselijke rehabilitatie / volledige rehabilitatie van een leiding).

Gaat het om de aanpak van plaatselijke gebreken, dan spreekt men van **reparatie**.

Gaat het om maatregelen over een hele rioolstreng of een groot deel ervan, dan spreekt men van **renovatie**.

Een ander criterium is de al of niet destructieve werkwijze. Reparatie en renovatie zijn niet-destructieve technieken, **vervanging** is een destructieve werkwijze.

Bijzonder aan rehabilitatietechnieken is dat de bestaande leidingen, afhankelijk van de structurele staat waarin zij verkeren, volledig of gedeeltelijk worden behouden. De genoemde indeling geeft aan in hoeverre dat het geval is. Hoewel summier, is ze dus erg relevant.

Zodra leidingen groot genoeg zijn om een medewerker toe te laten, spreekt men algemeen van **menstoegankelijke leidingen**.

De voorbije twee decennia is een uitgebreid aanbod aan sleufloze rehabilitatietechnieken ontwikkeld. Met deze technieken kunnen bestaande ondergrondse leidingen gerepareerd, gerenoveerd of vervangen worden zonder sleuven te graven. Zij bieden zeer grote voordelen uit het oogpunt van totale kosten en hinder voor de omwonenden en de weggebruikers. Zo maken zij plaatselijke ingrepen mogelijk, zonder dure graafwerken en zonder het milieu te schaden of het verkeer of de activiteiten aan de oppervlakte te verstoren. Bovendien is aangetoond dat zij efficiënt zijn om duurzaam lekdichtheid te herstellen, structureel te renoveren, infiltraties (water, grond, enz.) te stoppen, waterdoorvoerend vermogen te verbeteren, leidingen tegen chemische aantasting te beschermen, enz.

Het spreekt vanzelf dat deze voordelen enkel worden gerealiseerd als in de gegeven plaatselijke omstandigheden de juiste techniek wordt gekozen. Hoewel rioolrehabilitatietechnieken in theorie dus zeer "aantrekkelijk" kunnen zijn, zijn zij nog (betrekkelijk) nieuw en dienen zij vooral met veel zorg te worden toegepast, door hooggespecialiseerde bedrijven. Men dient er zich van bewust te zijn dat een mirakeloplossing niet bestaat. Aan de keuze van een techniek moet steeds een effectieve en systematische diagnose van de werkelijke staat van de leidingen voorafgaan. Dat is nodig om de aard, omvang en frequentie van de gebreken en schadeverschijnselen, het aantal aansluitingen, de aanwezigheid van hoekverdraaiingen die de rechtlijnigheid van het tracé verstoren, enz. in kaart te brengen en de plaatselijke kenmerken (ruimtelijke mogelijkheden voor ingrepen aan de oppervlakte, enz.) in te schatten.

► 2. Milieu-, sociale en economische inzetten

2.1 Hinder en mobiliteit

Behoud van goede mobiliteit is een onmisbare voorwaarde voor het functioneren en welzijn van de gemeenschap. Toegankelijkheid voor zowel personen- als goederenstromen is een inzet van formaat voor de handelsbedrijvigheid in een wijk, in die mate dat zij bepalend is voor de omzet en de aantrekkelijkheid van handelszaken en bedrijven en dus voor de economische ontwikkeling ervan. Leef- en consumptiegewoonten maken dat haast automatisch overwegend voor gemakkelijk bereikbare bestemmingen met ruime parkeergelegenheid wordt gekozen.

Het huidige mobiliteits- en vervoersaanbod volstaat meestal, en vooral in stedelijke gebieden, niet meer om aan de steeds stijgende en complexere vervoersvraag te voldoen. Nu moeten voor de instandhouding van een efficiënt rioolstelsel niet alleen ontbrekende gedeelten worden aangelegd; er zijn ook talrijke rehabilitatie-ingrepen nodig, om de afvoer van effluënten te verbeteren (of te herstellen) en heel wat problemen te voorkomen. Bovendien is uit milieuoogpunt ook een betere afvalwaterzuivering noodzakelijk.

Zonder alternatieve oplossing zou de omvang van de nodige rioleringswerkzaamheden met zich meebrengen dat op korte of middellange termijn duizenden kilometers weg moeten worden opengegooid, wat een stevige rem zou zetten op de mogelijkheden om zich te verplaatsen. Toepassing van geschikte technieken waarbij de weg niet (of slechts gedeeltelijk) moet worden opengemaakt en goede toegankelijkheid kan worden behouden, draagt dus bij aan de economische bedrijvigheid in een wijk en komt tevens tegemoet aan rechtmatige verwachtingen op het vlak van verkeersveiligheid, vermindering van congestie (plaatselijk of in

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

de naburige wijken) en de daarmee gepaard gaande uitstoot van verontreinigende stoffen, en behoud van leefklimaat voor de bewoners of comfort voor de weggebruikers (inclusief voetgangers, fietsers en personen met beperkte mobiliteit).

Dat zij geen trillingen veroorzaken en de geluidshinder zeer sterk terugdringen (er blijft weliswaar beperkte geluidshinder aan de beginputten), vormt, met het oog op de leefbaarheid in de omgeving van werkzaamheden, eveneens een waardevolle troef van rehabilitatietechnieken.

2.2 Minder risico's – Optimale benutting van de beschikbare budgetten

In het ontwerp en de planning van wegwerkzaamheden wordt de aanwezigheid van ondergrondse kabels en leidingen vaak over het hoofd gezien, op plannen zijn ze niet allemaal of onjuist aangegeven of de opdrachtgevende overheid heeft nagelaten aan de netbeheerder te melden dat zij moeten worden verlegd. Dat leidt tot technische moeilijkheden, juridische geschillen en soms ernstige ongevallen. Deze problemen zadelen de opdrachtgevende overheden en de aannemers met onder andere aanzienlijke meerkosten op.

Gezien de dichtheid van de ondergrondse installaties voor nutsvoorzieningen – vooral in stedelijke gebieden – biedt toepassing van rehabilitatietechnieken een uitkomst om deze meerkosten aanzienlijk terug te dringen en de toegewezen budgetten aan eigenlijke renovatiewerkzaamheden te besteden.

Bij een hoge grondwaterstand is ook nog bemaling of bijzondere beschoeiing nodig om sleuven te kunnen graven, wat eveneens meerkosten teweegbrengt die hoog kunnen oplopen. Ook hier hebben nieuwe technieken waarbij geen of slechts ondiepe sleuven moeten worden gemaakt (bijvoorbeeld luchtdichte technieken) een zeer groot effect op het totale economische rendement van de betrokken projecten.

Bij rehabilitatietechnieken hoeven geen diepe sleuven te worden gegraven. Dat verhoogt de veiligheid voor de uitvoerders en voorbijgangers tijdens de werkzaamheden.

Bij de uitvoering van "klassieke" rioolwerkzaamheden is bovendien een nieuw probleem opgedoken: uitzonderlijk slechte weersomstandigheden. Zij lijken tegenwoordig meer voor te komen en veroorzaken soms ernstige overstromingen. Deze klimaatverschijnselen treffen natuurlijk in de eerste plaats bouwplaatsen in valleien of laaggelegen zones, meer bepaald waar aan riolen en collectoren wordt gewerkt. Deze vaker optredende uitzonderlijke weersomstandigheden zijn niet alleen een tegenvaller voor de beheerders van rioleringswerken, maar maken ook het rioelstelsel langer "werkloos" dan bij de uitvoering van zulke werkzaamheden onvermijdelijk is, waardoor de omwonenden nog meer schade kunnen lijden. Om die redenen wordt overigens ook voor een gescheiden afvoer van afval- en hemelwater gepleit.

2.3 Betere waterzuivering

De noodzaak om water te zuiveren, is al langer ingezien. De prestaties van de technologieën voor intensieve biologische waterzuivering, die tegen het einde van de XIXe eeuw hun intrede deden, worden overigens nog voortdurend verbeterd. Er zijn zuiveringsstations aan de uitlaat van rioolstelsels gebouwd en dus grote investeringen gedaan om de uiteindelijke kwaliteit van oppervlakte- en grondwater te kunnen waarborgen.

De efficiëntie van voorzieningen om afvalwater te behandelen houdt echter verband met de vuillast. Verdunning van afvalwater met hemelwater heeft dan ook een ongunstig effect op het zuiveringsproces. Om de efficiëntie van afvalwaterbehandeling te verbeteren, geven de Gewesten, vooral nu uitzonderlijk slechte weersomstandigheden steeds vaker voorkomen, in hun beleid de voorkeur aan oplossingen waarbij zuiveringsinstallaties niet nodeloos groot moeten worden gedimensioneerd.

Om efficiënte behandeling van afvalwater te waarborgen, moet als vuistregel bij rioolleg- en -renovatiwerkzaamheden gelden dat aansluitingen van "parasitair" helder water verboden zijn en infiltraties gestopt moeten worden. Gezien het grote aandeel van waterzuivering in de werkelijke kostprijs van water is deze aanpak niet meer dan logisch. Lekdichtheid en vooral ook infiltratie zijn in die context absolute begrippen. Voor een optimale werking van waterzuiveringsinstallaties mag de vuillast in afvalwater niet door infiltratie worden verdund. Rehabilitatietechnieken bieden tegen een beperkte kostprijs doeltreffende oplossingen om bij oude leidingen de lekdichtheid te verhogen en infiltratie te stoppen.

2.4 Rioolrenovatie schept nieuwe tewerkstelling

De investeringsprogramma's voor de afvoer van afvalwater in de verschillende gewesten bieden werkgelegenheid aan honderden arbeiders in de aanleg en rehabilitatie van rioolstelsels. De aangekondigde budgetten voor overheidsinvesteringen betekenen dat geleidelijk honderden nieuwe banen moeten worden gecreëerd voor de uitvoering van saneringswerkzaamheden (vooral riolen en collectoren) door Belgische aannemersbedrijven.

Toepassing van nieuwe technieken met een hogere toegevoegde waarde zal er bovendien onvermijdelijk toe leiden dat hooggekwalificeerd, gespecialiseerd personeel wordt ingezet.

Tabel 1 op de volgende bladzijde geeft een overzicht van de algemene voordelen van rehabilitatietechnieken boven klassieke rioollegtechnieken.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

	Vervanging van een bestaande leiding in een OPEN SLEUF	SLEUFLOZE rehabilitatie van een bestaande leiding
Vooronderzoek	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoek naar de plaatselijke toestand. - Onderzoek naar benodigde bijbehorende weg reparatie. - Opstellen van bijzonder bestek, grondplannen, lengteprofielen, eventuele kunstwerken, enz. - Gedetailleerde opmeting. - Verplichte plaatsbeschrijving voor werkzaamheden in een bebouwde kom (stabiliteit van de gebouwen!). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ruimen van de leiding. - Cameraonderzoek met zeer nauwkeurige schadeopneming. - Keuze van de rehabilitatietechniek, opstellen van bijzonder bestek met beschrijving van de toe te passen techniek. Grondplan volstaat. - Vereenvoudigde opmeting. - Geen plaatsbeschrijving nodig: geen gevaar voor de stabiliteit van de weg en de gebouwen.
Duur	100 %	< 10 %
Ondergrondse kabels en leidingen	<ul style="list-style-type: none"> - Verplichte plannen; ontgraving en sonderingen. - Gevaar voor schade aan bestaande kabels en leidingen tijdens ontgraving. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geen plannen nodig, geen ontgraving en sonderingen. - Geen gevaar voor schade aan bestaande kabels en leidingen.
Inrichting van de bouwplaats	<ul style="list-style-type: none"> - Vaste en dure inrichting beïnvloedt de kostprijs van de werkzaamheden (in absolute zin). 	<ul style="list-style-type: none"> - Minimale inrichting, heeft weinig invloed op de kostprijs van de werkzaamheden (in absolute zin).
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> - Open sleuven tijdens de volledige duur van de werkzaamheden: <ul style="list-style-type: none"> - maatregelen om de veiligheid en de toegankelijkheid voor voorbijgangers te waarborgen; - verplichte beschoeiing van de bouwput, voor de veiligheid van de arbeiders. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geen open sleuven, de bouwplaats is steeds volledig gesloten (inspectieputten): optimale veiligheid voor voorbijgangers.
Bijbehorende werkzaamheden	<ul style="list-style-type: none"> - Bij vervanging van een leiding is vaak een volledige reparatie van de weg en de trottoirs noodzakelijk. Bij een gedeeltelijke reparatie kan de sterkte van weg worden aangetast. 	<ul style="list-style-type: none"> - De weg wordt niet opengelegd.
Werking van de leiding	<ul style="list-style-type: none"> - Het is soms moeilijk te garanderen dat de leiding tijdens de werkzaamheden in gebruik kan blijven. - Aansluitingen zijn vaak langere tijd onbruikbaar. 	<ul style="list-style-type: none"> - De leiding is slechts zeer korte tijd buiten gebruik.
Hinder (lawaai, netheid, enz.)	<ul style="list-style-type: none"> - Trillingen en lawaai. - Het is vaak moeilijk om de bouwplaats schoon te houden, vooral bij regenweer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geen trillingen, eventueel beperkte geluidshinder aan beginputten. - Er hoeven geen grond of andere producten te worden verplaatst die vuil kunnen achterlaten.
Mobiliteit	<ul style="list-style-type: none"> - Afgesloten wegen, omleidingen en diepe sleuven bemoeilijken de bereikbaarheid van handelszaken en bewoners, zelfs in naburige straten. - Veel bouwverkeer. - Verstoot het leven in de wijk, lange uitvoeringstermijn, (soms grote) omzetting voor de handelaars. 	<ul style="list-style-type: none"> - Beperkte werkzone en minimaal ruimtebeslag, geen ontgraving (toegang via inspectieputten): weinig of geen mobiliteitshinder. - Weinig bouwverkeer. - Weinig hinder, van korte duur.
Verkeersaanduidingen	<ul style="list-style-type: none"> - Tal van verkeersaanduidingen (wegafsluitingen, omleidingen of tijdelijke verkeerslichten). 	<ul style="list-style-type: none"> - Werkzaamheden nemen slechts weinig ruimte in beslag: weinig hinder voor het verkeer (behalve in uitzonderlijke gevallen).
Directe kosten voor de bouwplaats	100 %	- 25 tot 50 %, naargelang van de toegepaste rehabilitatietechniek.

Tabel 1

Vergelijking tussen klassieke vervangingstechnieken en rehabilitatietechnieken

► 3. Technieken

Rehabilitatie van ondergrondse leidingen kan tegemoetkomen aan structurele, milieutechnische of hydraulische prestatiedoelstellingen en kan daarbij tevens werkzaam zijn tegen corrosie- en/of afschuring. De verschillende rioolreparatie- en/of -renovatietechnieken (rehabilitatie) die hierna worden beschreven, kunnen, naargelang van het geval, voor een of meer van deze aspecten verbetering brengen.

Structurele rehabilitatie

Structurele rehabilitatie dient te worden overwogen om de mechanische sterkte van leidingen te verhogen als deze ontoereikend wordt geacht om de statische en/of dynamische spanningen op te nemen die zij door de grond, de verdichting van de omhulling en de verdere sleufaanvulling, de waterstroming binnenin, het eventuele grondwater, de rollende lasten aan het oppervlak, het eigen gewicht van de buis, enz. ondergaan. De rehabilitatie heeft dan tot doel de mechanische kenmerken van de leiding te herstellen, voor zover zij te verenigen zijn met de grootte van de interne en externe belastingen waaraan de beschouwde leiding blootstaat. Behalve door veranderingen in belastingsomstandigheden kan schade aan de leidingen zelf ook worden ingeleid door onstabiele van de omringende grond en door corrosie of afschuring van de wanden – vooral ter hoogte van de “stroomprofielen” – door de effluenten in het riool. In dit laatste geval zorgt de structurele rehabilitatie voor een mechanische versteviging van de leiding.

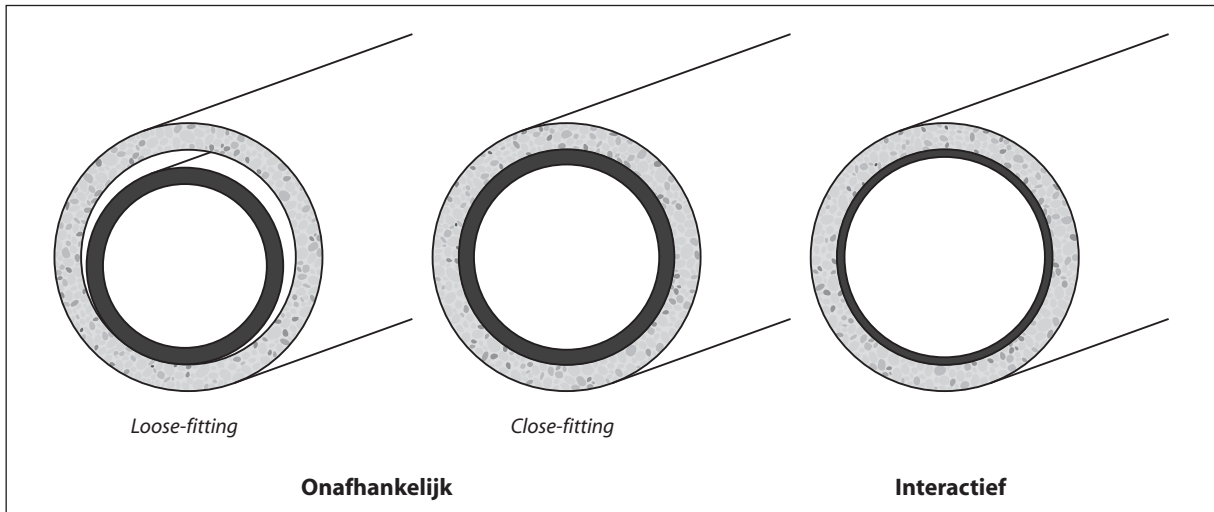
Meer bepaald onderscheidt men **semistruktuurle** en **structurele** rehabilitatie:

- in het eerste geval is de ingreep erop gericht de bestaande leiding extra mechanische sterkte te geven, naast de eventuele andere effecten zoals bescherming van de binnenwand tegen corrosie. Het gaat dan om technieken die bestemd zijn voor zogenoemde “gedeeltelijk beschadigde” leidingen, die de interne drukken (gronddruk en bovenbelasting) behoorlijk blijven opnemen maar toch al enige schade (scheuren, corrosie, afschuring, enz.) vertonen;
- in het tweede geval bestaat de rehabilitatie erin een nieuwe leiding (al of niet door vervanging) aan te brengen die mechanisch op zichzelf aangewezen is – dit wil zeggen dat zij onafhankelijk van de bestaande leiding werkt, of deze nu al of niet verwijderd is. Zij wordt toegepast voor zogenoemde “geheel beschadigde” leidingen, waaraan nieuwe leidingen moeten worden toegevoegd om alle interne en externe belastingen te kunnen dragen.

Bij (doorgaande) structurele renovatie worden “relining”- of “buis-in-buis”-technieken in de terminologie van de Europese normen als **interactief** of als **onafhankelijk** bestempeld, om aan te geven hoe de verbinding (stijf of flexibel) tussen de bestaande en de nieuwe buis wordt gemaakt.

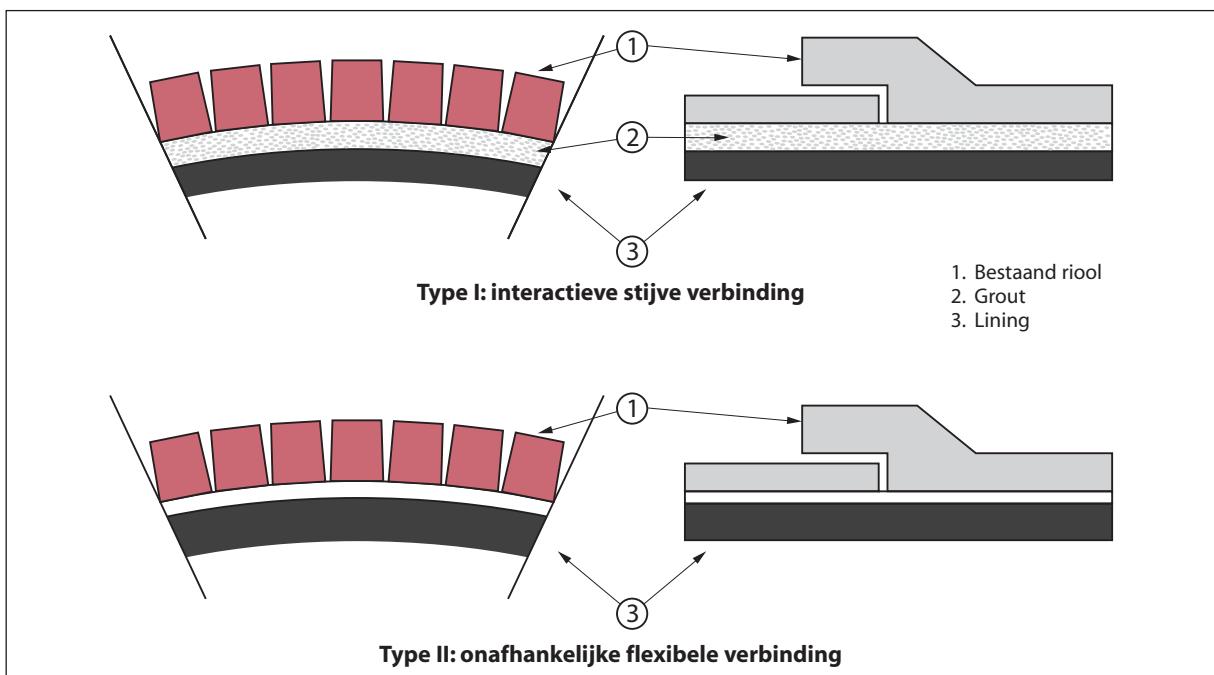
Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium



Deze terminologie vertoont gelijkenis met het concept dat het *Water Research Centre* (WRC, 1994) in rioolrehabilitatie hanteert en waarbij voor het constructieve ontwerp van een relining of een buis-in-buisingreep een onderscheid wordt gemaakt tussen twee typen:

- **type I**, met een verbinding die stijf en sterk genoeg is om de externe belastingen geheel of gedeeltelijk op de nieuwe (ingebrachte) buis over te brengen;
- **type II**, met een nieuwe buis die als flexibel element zonder sterke verbinding met de bestaande leiding werkt en enkel de hydrostatische belastingen opneemt.



Hydraulische rehabilitatie

Hydraulische rehabilitatie heeft als doel de infiltratie van "parasitair" water te verminderen of te stoppen en daarnaast ook de doorstroomcapaciteit van leidingen te herstellen. Deze kan namelijk soms sterk zijn afgenomen door verstoppingen, allerhande afzettingen of aantastingen van de binnenwand (die mogelijk grote drukverliezen veroorzaken).

Riolen worden vaak onder een zeer flauw afschot gelegd. Dit is onder meer het geval in een vlakte, bij uitgestrekte stelsels of wanneer een nieuwe wijk op een bestaande collector wordt aangesloten. Door deze configuratie treden zeer geringe trekspanningen en zeer lage stroomsnelheden op in rioolstrengen die geen grote vulhoogten vertonen. Een gelijkmatige, rechte stroomlijn blijkt dus van cruciaal belang om de afzettingen te beperken, evenals een stelsel met homogene, gladde wanden die ook na vele jaren niet ruw worden.

In gebieden met grote hoogteverschillen wordt daarentegen vaak voor riolen met een betrekkelijk sterk afschot gekozen, waardoor bespaard kan worden op het maken van dure vervalputten. Door de weerstand tegen afschuring van de leidingen te verbeteren, worden grotere stroomsnelheden (10 tot 15 m/s) mogelijk.

Milieutechnische rehabilitatie

Ten slotte wordt milieutechnische rehabilitatie toegepast om de milieueffecten van uittreding van door de leidingen stromend afvalwater en verontreiniging door deze lekkende effluenten te voorkomen of sterk terug te dringen.

Te rehabiliteren leidingen moeten op voorhand grondig worden onderzocht door middel van een visuele of een camera-inspectie, na eerst met water te zijn schoongespoten.

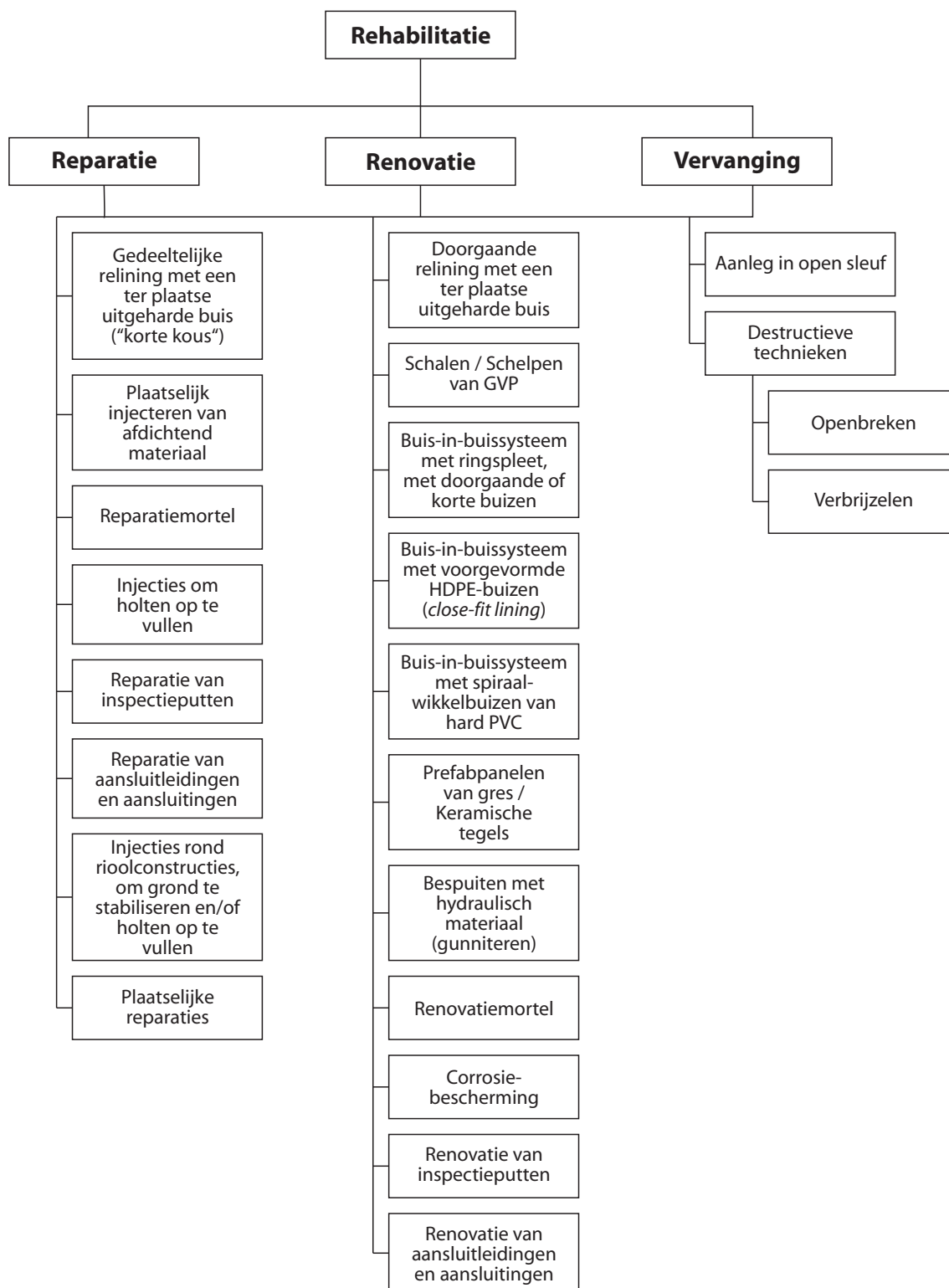
Voor de werkzaamheden worden uitgevoerd, moeten de effluenten, afhankelijk van de technische eisen die de toegepaste procedés stellen, eventueel worden omgeleid, overgepompt of tegengehouden, om de werkzones tijdens de hele duur van de werkzaamheden droog en schoon te houden. Het kan ook nodig blijken de afvoeren van huisaansluitleidingen of kolken om te leiden.

Ook moeten de betrokken rioolgedeelten worden geruimd, instekende aansluitingen met de binnenwand worden gelijkgemaakt, insprongen in het te behandelen profiel worden weggefreest of weggehakt en ingevallen brokstukken worden verwijderd.

De **voornaamste** rehabilitatietechnieken worden weergegeven op figuur 1 (blz. 12) en in het vervolg van dit dossier beknopt beschreven. Daarbij wordt telkens verwezen naar de overeenkomstige paragrafen in de gewestelijke standaardbestekken (Qualiroutes, SB 250 V2.2 en TB 2011), waar de technische eisen, de normen en de overige toepassingsvoorwaarden die bij overheidsopdrachten gelden uitvoerig worden toegelicht.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium



Figuur 1
Rehabilitatietechnieken

3.1 Doorgaande relining met een ter plaatse uitgeharde buis

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.4	7.12	G.8.2

Doorgaande *relining* met een ter plaatse uitgeharde buis (TPUB) is een procedé dat in hoofdzaak wordt toegepast om het draagvermogen van de leiding te vergroten, het afvoerdebiet aanzienlijk te verhogen en de algemene stromingstoestand in de leiding te verbeteren. Het is bruikbaar voor bestaande ondergrondse leidingen van nagenoeg alle materialen – vrijvervalleidingen of drukleidingen, al of niet menstoegankelijk, en rond (diameter tussen 100 en 2 000 mm) of eivormig.

De techniek bestaat erin, een flexibele lining of folie (*liner pipe*, TPUB, "kous") van composietmateriaal in de bestaande leiding te brengen en met de binnenwand van deze leiding in contact te brengen, waarna dit composietmateriaal stijf wordt door een fysicochemisch uithardingsproces (polymerisatie).

De *lining* bestaat uit een absorberend materiaal (vezelmatrix) dat geïmpregneerd wordt met hars, waardoor zij op de wanden van de leiding kleeft. De kous kan uit drie verschillende bestanddelen zijn samengesteld:

- een **wapening** bestaande uit al of niet geweven glas- of polyestervezels;
- een **bindmiddel**: vloeibaar thermo- of lichthardend hars (naargelang van het procedé). Dit kan ofwel polyester- of vinylesterhars, ofwel epoxyhars zijn;
- een **folie aan de binnen- of de buitenzijde**. Naargelang van het geval bestaat deze folie uit polyvinylchloride (PVC), lage- of mediumdichtheidpolyethyleen (LDPE/MDPE) of polyurethaan (PU).

Afhankelijk van de combinatie en de dikte van de verschillende bestanddelen van de lining kan de ingreep worden opgevat om een mechanische bijdrage te leveren en zo een structurele, semistruktuurle of niet-structurele rehabilitatie uit te voeren. Bovendien verbetert zij nog andere eigenschappen de bestaande leiding: doorstroming, lekdichtheid en weerstand tegen corrosie en afschuring.



Zij wordt vervaardigd met een welbepaalde lengte die ten minste volstaat voor de hele lengte van de te behandelen leiding, en met een welbepaalde diameter, zodat zij bij het ontrollen nauw tegen de wanden van de bestaande leiding aansluit.

Voordat een streng behandeld wordt, worden in de bestaande leiding alle aansluitingen op deze streng nauwkeurig gelokaliseerd, omdat deze na de het relinen moeten worden hersteld. De kous wordt

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

ingebracht door ze gewoon in de leiding te trekken of, vaker, door ze onder water- of luchtdruk binnenstebuiten erin uit te rollen.

Wanneer zij eenmaal in de te renoveren leiding zit, wordt zij met water of lucht onder druk opgepompt om ze tegen de wand van de bestaande constructie aan te drukken. De kous hardt uit door polymerisatie van het hars bij toename van de temperatuur (warm water of stoom) of onder violette straling. De duur van het uithardingsproces is afhankelijk van de lengte en diameter van de bestaande leiding (gemiddeld vijf uren).

Het hars speelt een belangrijke rol in de structurele integriteit van de bestaande leiding, doordat het verbinding tot stand brengt tussen deze leiding en de lining. Ook bij de rehabilitatie van aquaducten wordt epoxyhars gebruikt, dat goed aan de wand hecht en minimaal met het in de leidingen stromende water reageert wanneer het eenmaal uitgehard is.

Nadat de aansluitingen heropend zijn, worden ze indien nodig geruimd en over een lengte van doorgaans ten minste 10 tot 15 cm lek dicht afgewerkt met speciale hulpstukken ("hoedjes") die met het gebruikte hars te verenigen zijn, of door ze met hars of mortel te injecteren.

In de handel zijn momenteel in hoofdzaak vier verschillende soorten van materialen voor TPUB-relining verkrijgbaar.

Viltkousen

Deze linings bestaan uit niet-geweven polyestervilt en worden gebruikt voor semistruktuurale of structurele rehabilitatie. De meeste van de gebruikte viltkousen zijn versterkt met vezels, die de structurele integriteit vergroten. De binnenlaag is bekleed met een laag elastomeer, die een glad oppervlak biedt voor een betere stromingscoëfficiënt.

Geweven flexibele buizen

Deze linings zijn gemaakt van geweven glasvezels en worden gebruikt voor semistruktuurale of structurele rehabilitatie. Zij vinden vooral toepassing in persleidingen met inwendige corrosie en weinig lekkage. De lining is meestal dun. Het slagen van de aanbrenging hangt van de kwaliteit van de hechting tussen de lining en de wand van de bestaande leiding af.

Buizen met foliesysteem

Deze buizen zijn samengesteld uit zeer dunne folie en zijn geschikt voor niet-structurele reparatie van rioolleidingen. Zij bieden bescherming tegen inwendige corrosie en kunnen kleine gaten en openingen dekken in verbindingen tussen rioolbuizen die structureel nog gezond zijn.

Meerlaagse buizen met vilt en geweven materiaal

Deze buizen combineren verschillende materialen en bestaan uit drie lagen: een niet-geweven viltlaag die hars absorbeert om scheuren te dichten, een geweven glasvezellaag die de kous mechanische sterkte geeft, en een binnenlaag van elastomeer. Dergelijke combinaties worden enkel voor structurele rehabilitatie gebruikt, omdat de verschillende lagen de sterkte van de constructie aanzienlijk verhogen.

Voordelen	Beperkingen
<ul style="list-style-type: none"> - Aanbrenging zonder injectiespecie. - Naadloze lining met glad oppervlak. - Relining van ronde of eivormige leidingstrengen, met zeer uiteenlopende diameters. - Toegang mogelijk via bestaande inspectieputten of kleine, plaatselijke uitgravingen. - Flexibiliteit en mogelijkheid om zich aan te passen aan bochten in het tracé en beperkte geometrische afwijkingen. - Geringe doorsnede-verkleining van de bestaande leiding en aanzienlijke verbetering van het afvoerdebiet. - Verbetering van het structurele vermogen, de lek-dichtheid en de weerstand tegen corrosie/afschuring. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grondige visuele of camera-inspectie en voorafgaand ruimen nodig. - De te rehabiliteren streng is tijdelijk buiten gebruik. - De relining moet ter hoogte van zijdelingse aansluitleidingen worden afgedicht, tegen lekkage. - De uitvoering moet worden gevolgd en gecontroleerd (vervaardiging, voorzorgen bij vervoer en opslag, kwaliteit van het hars, conformiteit van het product). - De hoekverdraaiing van de bestaande leiding mag niet groter zijn dan 8 tot 10 %. - Gespecialiseerd bedrijf met zeer ervaren personeel vereist.

Voordelen en beperkingen van de techniek Doorgaande relining met een ter plaatse uitgeharde buis

3.2 Doorgaande relining met een ter plaatse uitgeharde buis ("korte kous")

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
1.8.5	7.23	G.8.3

Rehabilitatie van een leidingenstelsel met korte kousen is een reparatietechniek die tot doel heeft plaatselijke gebreken van leidingen, zoals lokale scheuren of gebrekkige (niet-waterdichte) voegen waarlangs water kan lekken of infiltreren, of zelfs wortels kunnen ingroeien, te verhelpen. Zij corrigeert dus zwakke plekken in de constructie en in de lek-dichtheid. Deze variant van doorgaande relining valt te overwegen als de betrokken streng niet helemaal hoeft te worden gerenoveerd, voor ingrepen over een lengte tussen 700 en 4 000 mm.

Het procédé biedt een vrij polyvalente oplossing voor heel wat plaatselijke functionele gebreken en wordt toegepast in leidingen met een binnendiameter tussen 150 en 1500 mm. Bovendien kunnen de verschillende soorten van riolen en leidingen (rond, eivormig, gemetseld) ermee worden behandeld.

Een korte kous bestaat uit een dragerweefsel van glasvezel. Dit weefsel wordt met polyesterhars geïmpregneerd en vervolgens op een opblaasbare mof aangebracht, waarvan de lengte afgestemd is op die van de in te brengen kous. Het geheel wordt dan via een inspectieput tot aan het gebrek in de leiding geschoven. De mof wordt opgepompt met lucht of water, tot zij tegen de wand van de te renoveren leiding aansluit en de vorm ervan volgt. Zij wordt op haar plaats gehouden totdat de kous aan de wand kleeft. Door een holle mof te gebruiken, kan de streng tijdens de werkzaamheden gedeeltelijk in gebruik worden gehouden.

Wanneer zij eenmaal op haar plaats zit, verhardt de kous in enkele uren door polymerisatie van het hars, dat verwarmd wordt om het geheel volkomen stevig te maken.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

De eventuele aansluitingen worden doorgaans van binnenuit heropend – handmatig bij menstoegankelijke en met een robotfrees bij niet-menstoegankelijke leidingen. Zij worden lek dicht afgewerkt zoals in de vorige paragraaf over doorgaande relining is beschreven.

Voordelen	Beperkingen
<ul style="list-style-type: none"> - Aanbrenging zonder injectiespecie. - Ingrep van beperkte duur en de streng kan gedeeltelijk in gebruik worden gehouden. - Reparatie van ronde of eivormige leidingstrengen, met zeer uiteenlopende diameters. - Ingrep via plaatselijke inspectieputten, zonder graafwerk. - Flexibiliteit en mogelijkheid om zich aan te passen aan bochten in het tracé en beperkte geometrische afwijkingen. - Geringe doorsnedeverkleining van de bestaande leiding. - Plaatselijke verbetering van het structurele vermogen en de lek dichtheid. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grondige visuele of camera-inspectie en voorafgaand ruimen nodig. - De relining moet ter hoogte van zijdelingse aansluitleidingen worden afgedicht, tegen lekkage. - De uitvoering moet worden gevolgd en gecontroleerd (vervaardiging, voorzorgen bij vervoer en opslag, kwaliteit van het hars, conformiteit van het product). - De hoekverdraaiing van de bestaande leiding mag niet groter zijn dan 8 tot 10 %. - Gespecialiseerd bedrijf met zeer ervaren personeel vereist.

Voordelen en beperkingen van de techniek Doorgaande relining met een ter plaatse uitgeharde buis ("korte kous")

3.3 Buis-in-buissysteem met ringspleet en doorgaande of korte buizen

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.8	7.13 - 7.15 - 7.22	G.8.5



Algemeen bestaat de **buis-in-buistechniek** (*tubing*) erin, in een bestaande leiding een nieuwe buis of flexibele lining van kleinere diameter aan te brengen, die samengesteld is uit doorgaande of discontinue, in de fabriek of op het werk zelf vervaardigde elementen. De ringvormige ruimte tussen de behandelde leiding en de nieuwe buis wordt meestal gevuld met injectiespecie.

Het procedé wordt toegepast voor strikt structurele of semistruktuurle rehabilitatie en maakt het tevens mogelijk de hydraulische kenmerken van leidingen te verbeteren. Het creëert een nieuwe leiding zonder alles te moeten blootleggen, maar de nieuwe buis is doorgaans enkele procenten kleiner dan de binnendiameter van de bestaande. Rehabilitatie met de buis-in-buistechniek verkleint de doorsnede van de behandelde leidingen dus aanzienlijk. Toch hoeft dit niet in een vermindering van de doorstroomcapaciteit te resulteren, omdat de hydraulische kenmerken van de binnenwand van de ingebrachte buis heel wat beter zijn. Bovendien maakt de techniek het mogelijk geometrische afwijkingen en schade aan de binnenwand van de bestaande leiding weg te werken.

Bij de **buis-in-buistechniek** onderscheidt men verschillende procedés:

- **intrekken of inschuiven** van lange buizen (uit één stuk) die in de fabriek of op het werk zelf zijn vervaardigd, of van korte, lekdicht verbonden buisstukken;
- **aan elkaar koppelen van geprefabriceerde schalen** (zie § 3.4);
- **inbrengen van een buis die in het werk wordt vervaardigd** door een speciaal kunststofprofiel (geribde strip) spiraalvormig rond te wikkelen en aan de randen vast te klikken, waarbij de naden met rubber lekdicht worden gemaakt (zie § 3.5);
- **inbrengen van een lange, voorgevormde thermoplastische buis** (*close-fit lining* – zie § 3.6);
- induwen van nieuwe buizen nadat de bestaande leiding met een trillende breek- of snijkop is **stukgemaakt** (*pipe bursting*).

Voor buis-in-buisbehandelingen van rioolleidingen worden buizen van zeer uiteenlopende materialen gebruikt. Meestal gaat het om polyvinylchloride (PVC), hogedichtheidpolyethyleen (HDPE), polyethyleen (PE) of glasvezelversterkt polyester (GVP), maar de buizen zijn soms ook van gewapend beton, gres of gietijzer.

Bij de toepassing van buis-in-buissystemen met ringspleet en doorgaande of korte buizen moet een aantal bijzondere maatregelen worden genomen. Zo moet de te rehabiliteren streng tijdens de hele uitvoering van de werkzaamheden buiten gebruik worden gesteld, moeten bij korte buisstukken of spiraalwikkeldbuizen tegelijk twee menstoegankelijke inspectieputten (met een diameter van ten minste 800 mm) worden geopend, moeten bij doorgaande buizen werkputten worden gegraven en moeten ter hoogte van ernstige gebreken van de leiding toegangspullen worden gemaakt. De buis-in-buistechniek is vooral geschikt voor strengen met een betrekkelijk recht alignement.

3.4 Schalen en schelpen van glasvezelversterkt polyester

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.6	7.16 - 7.17 (- 7.18)	G.8.4

Dit is een bijzonder geval van renovatie met de buis-in-buistechniek, waarbij zelfdragende schaal- of schelpdelen van glasvezelversterkt polyester worden ingebracht die in de fabriek naar de afmetingen en vorm – rond, eivormig of andere vorm – zijn vervaardigd. De schalen/schelpen worden één voor één langs de werkput ingebracht. Zij zijn voorzien van spie- of mofeinden of, bij schalen, van tand- en groefeinden.

De verbindingen worden voorzien van een afdichtingsmiddel bestaande uit zacht rubber met een open celstructuur, polyurethaanmortel, epoxykunsthars of GVP-lamineerhars, of voegringen die tevoren met een epoxydichtingsproduct op het spie-eind van de schaal zijn gekleefd.

De schelpen worden niet alleen met elkaar verbonden, maar ook met ankers aan de wand van de te renoveren buis bevestigd. Deze ankers bestaan uit roestvrijstalen draadstangen van geschikte afmetingen, die chemisch worden vastgezet met epoxyhars.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

Vanuit de inspectieputten wordt vervolgens de opening tussen de schaal/schelp en de te renoveren buis dichtgemaakt door vulmortel (cementspecie) te injecteren, of met spuitbeton (gunniteren). Daarna wordt de hele ruimte tussen de bestaande leiding en de nieuwe constructie gevuld met verpompbare, zeer vloeibare mortelspecie (grout). De specie wordt onder vrij verval of zeer lichte druk ingebracht, opdat de schalen of schelpen niet verschuiven of vervormen.

De techniek wordt toegepast in menstoegankelijke vrijvervalleidingen.

Er moet een aantal bijzondere maatregelen worden genomen. Zo moet de te rehabiliteren streng tijdens de hele duur de werkzaamheden buiten gebruik worden gesteld en moeten werkputten worden gegraven om de elementen in te brengen. Door de voordelen van prefabricatie en het feit dat de schaal- of schelpdelen vrijwel "op maat" kunnen worden gemaakt, is dit buis-in-buisprocedé ook geschikt voor de rehabilitatie van strengen die geometrische gebreken en vrij grote hoekverdraaiingen vertonen.

Voor de opslag van de verschillende elementen kan echter veel ruimte nodig zijn, waardoor de oppervlakte van de bouwplaats groter wordt.

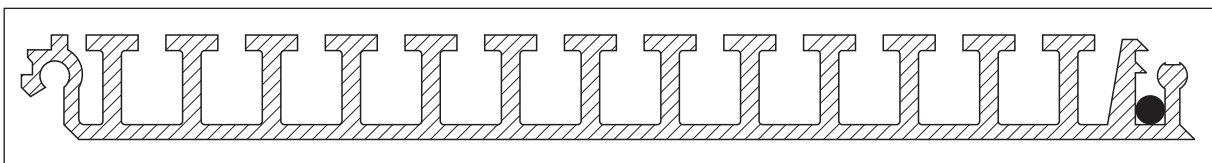
3.5 Buis-in-buissysteem met spiraalwikkeldbuizen van hard PVC

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.7	7.14	G.8.6

Bij dit zeer bijzondere buis-in-buisprocedé wordt vanuit een inspectieput in een buis in de te renoveren leiding gebracht, die machinaal in het werk wordt vervaardigd door een speciaal profiel van polyvinylchloride (PVC) spiraalvormig rond te wikkelen en aan de randen vast te klikken. Zo ontstaat een nieuwe leiding binnen de oude, zonder dat alles moet worden blootgelegd.

De nieuwe buis is doorgaans 5 tot 10 % kleiner dan de binnendiameter van de bestaande. De ruimte tussen de bestaande leiding en de nieuwe buis wordt dichtgespoten met cementspecie.

Er bestaat echter een variant waarmee de diameter van de bestaande constructie dichter kan worden benaderd (*close-fit lining*). Het PVC-profiel wordt dan tijdens de wikkelfase tegen de bestaande buiswand aangedrukt.



Figuur 2
Voorbeeld van een dwarsdoorsnede van een PVC-profiel voor spiraalwikkeldbuizen



Deze techniek kan worden toegepast voor de renovatie van rechte leidingen die geen grote hoekverdraaiingen ($> 2^\circ$) of asverschuivingen ($> 10\%$ dan de diameter van de aanwezige buizen) vertonen.

Er bestaan verschillende typen van profielen, waarmee leidingen van de meest voorkomende diameters (200 tot 2 500 mm) kunnen worden gerehabiliteerd.

Tijdens de uitvoering moeten enkele bijzondere maatregelen worden genomen. Zo moet de te rehabiliteren streng tijdens de hele duur de werkzaamheden buiten gebruik worden gesteld, moeten tegelijk twee menstoegankelijke inspectieputten (met een diameter van ten minste 800 mm) worden geopend en moeten ter hoogte van ernstige gebreken van de leiding toegangspotten worden gemaakt. Dit buis-in-buisprocedé is vooral geschikt voor strengen met een betrekkelijk recht alignement.

3.6 Buis-in-buissysteem met nauwsluitende, voorgevormde buizen (*close-fit lining*)

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.15	7.25	G.8.14

Dit bijzondere buis-in-buisprocedé bestaat erin, een thermoplastische buis in te brengen die in de fabriek of op het werk zelf tijdelijk is voorvervormd om, naargelang van de toegepaste techniek, de doorsnede ervan ten opzichte van de oorspronkelijke diameter met 5 tot 30 % te verkleinen. Met deze verminderde diameter kan de buis gemakkelijker in de bestaande leiding worden getrokken. De buitendiameter van de verkleinde buis dient echter gelijk te zijn aan of iets groter te zijn dan de binnendiameter van de bestaande leiding, om een goede, nauwsluitende verbinding met de bestaande leiding te waarborgen nadat de ingebrachte buis haar oorspronkelijke vorm en diameter weer heeft aangenomen. Meestal wordt zij daartoe gedwongen door ze onder druk te brengen of te verwarmen.

Renovatie met voorgevormde buizen kan de bestaande ondergrondse leiding een hogere mechanische sterkte bezorgen (structurele of semistruktuurle rehabilitatie), ze bestand maken tegen corrosie, afschuring en chemische aantasting, en de lekdichtheid en de stromingstoestand verbeteren. Het nauwsluitende buis-in-buissysteem zonder ringspleet verkleint weliswaar enigszins de nuttige doorsnede van de leiding, maar de verkleining is zeer beperkt. Bovendien wordt de doorstromingscapaciteit van de leiding doorgaans sterk verbeterd door de vermindering van de ruwheidscoëfficiënt, een betere continuïteit van de nieuwe leiding door de afwezigheid van tussenverbindingen, en de afzwakking van geometrische afwijkingen.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

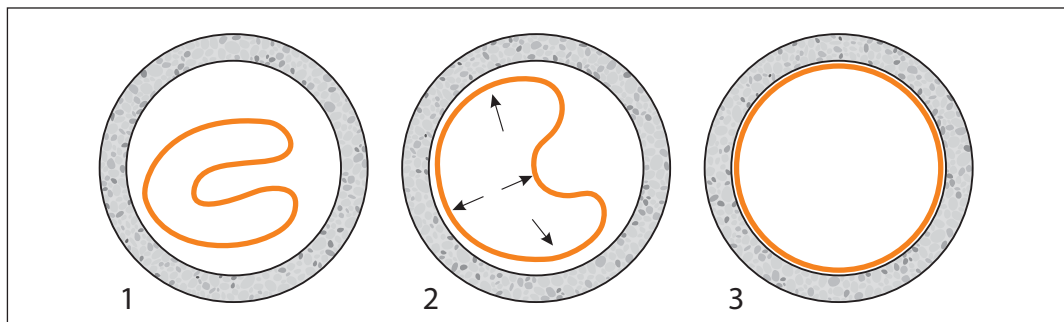
De techniek wordt toegepast voor de rehabilitatie van alle soorten van riool- of drinkwaterleidingen, ongeacht uit welk materiaal zij bestaan. Het diameterbereik gaat meestal van 100 tot 600 mm, waarbij de ingebrachte buis een diameter tot 900 à 1 000 mm kan bezitten. Voor nauwsluitende buis-in-buissystemen gelden dezelfde beperkingen als voor buis-in-buissystemen met ringspleet: de te rehabiliteren streng moet buiten gebruik worden gesteld en er moet worden voorzien in tijdelijke infrastructuur om de afvoeren tijdens de werkzaamheden om te leiden. Dergelijke buis-in-buissystemen zijn enkel geschikt voor strengen met een betrekkelijk recht alignement.

Men onderscheidt twee varianten.

Voorvormen door vouwen in de fabriek

Een geëxtrudeerde ronde buis van hogedichtheidpolyethyleen (PEHD) wordt, terwijl zij warm is, in de lengterichting in een *U*- of *C*-vorm gevouwen. Nadat zij is afgekoeld, wordt de gevouwen buis op een haspel gewikkeld en naar de bouwplaats gebracht. Door het vouwen vermindert de doorsnede van de buis met 30 %.

Als zij eenmaal in de leiding zit, wordt de buis met stoom verwarmd om het "geheugeneffect" ervan in werking te stellen, waardoor zij haar oorspronkelijke ronde vorm terug aanneemt. Tijdens de afkoelingsfase wordt de inwendige druk in de buis verhoogd, waardoor zij geheel tegen de wanden van de oude leiding aankleeft (*close-fit*). Bij dit procedé kan ook een pneumatische buis (*torpedo*) door de ingebrachte buis worden gestuurd om ze tegen de bestaande leiding aan te drukken.



Figuur 3
Geheugeneffect van door vouwen voorvormde HDPE-buizen

Nadat de buis is afgekoeld, wordt zij aan de uiteinden van de bestaande leiding dichtgemaakt en worden de openingen voor de aansluiting gemaakt.

Voorvormen door uitrekken in de lengterichting of radiaal samendrukken op het werk

Een buis van polyethyleen (PE) met dezelfde diameter als de bestaande leiding wordt in de leiding getrokken. De diameter van de PE-buis wordt op de bouwplaats met 5 tot 15 % ten opzichte van de oorspronkelijke diameter verkleind door ze in de lengterichting uit te rekken of radiaal samen te trekken, zodat ze gemakkelijker in de te renoveren leiding gaat. Dit voorvormen kan bij kleine buisdiameters (< 300 mm) koud plaatsvinden door de buis door een conische trekbank te halen zonder ze te verwarmen. Bij grotere diameters kan dat warm,

door de buis door een conische trekbank te halen en de kruin van de buis daarbij te verwarmen tot ongeveer 80 °C.

Als de buis eenmaal op haar plaats zit, wordt zij onder waterdruk gezet, waardoor ze haar oorspronkelijke vorm weer aanneemt en volkomen tegen de binnenwand van de oude leiding aansluit.

3.7 Prefabpanelen van gres (keramische tegels)

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.9	7.21	G.8.7

Bij deze techniek wordt een leidingstreng geheel gerenoveerd of gedeeltelijk gerepareerd door er prefabelementen van gres in aan te brengen. De panelen bestaan uit keramische tegels die tevoren in de fabriek met epoxyhars aan elkaar zijn gekleefd (primaire voegen). Het systeem wordt ook toegepast voor de renovatie van stroomprofielen, inspectieputten, bekkens, enz.

Tijdens de vervaardiging worden de afmetingen en vorm van de elementen aangepast aan de geometrie van de te renoveren strengen. Het kan bijvoorbeeld om ronde of eivormige buizen gaan, om gedrukte of spitse gewelven of om het even welke andere vorm van menstogankelijke leidingen of constructies.

De hele binnenomtrek of een gedeelte ervan (bijvoorbeeld de bodem bij renovatie van stroomprofielen) kan met dergelijke keramische elementen worden bekleed. Op de bouwplaats worden de voegen tussen de platen eveneens met epoxyhars gevuld (secundaire voegen).

Vóór de uitvoering dienen de te behandelen oppervlakken te worden schoongemaakt of geruimd. Zij worden met geschikte technische middelen (bijvoorbeeld waterstralen, nat zandstralen, zandstralen, boucharderen, enz.) gereedgemaakt, om de ondergrond te ontdoen van alle brokkelige bestanddelen, vuil of materiaal (vet, biofilm, enz.) die de hechting van de hechtspecie kunnen schaden. Bij deze voorbehandeling wordt ook het glazuur of de cementhuid die eventueel aan het oppervlak aanwezig is, verwijderd. Waterinsijpeling wordt gestopt en oppervlakscheuren en grote gaten in de wand worden dichtgemaakt. Te diep instekende of beschadigde aansluitingen worden weggehakt, weggefreest of gerepareerd, en ingroeïende wortels worden weggeknipt. Indien nodig wordt het profiel van de wand bijgewerkt.



De in de fabriek geassembleerde platen met keramische tegels worden ingebracht langs een werk- of een inspectieput. Zij worden met een schuivende beweging "nat op nat" in de stelspecie op de te behandelen wand gedrukt (*buttering-floating*-methode).

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

De eventuele ruimte tussen de oude leiding en de panelen wordt indien nodig gevuld met cementspecie of met verpompbare betonspecie. De specie wordt onder vrij verval of zeer lichte druk ingebracht. Voorkomen moet worden dat de samengekleefde elementen tijdens dit injecteren verschuiven. Bij structurele renovatie wordt de te vullen ruimte van wapening voorzien, zoals bij klassiek gunniteren.

De constructie moet tijdens de werkzaamheden buiten gebruik worden gesteld.

3.8 Renovatie door bespuiten met hydraulisch materiaal (gunniteren)

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.10	7.10 - 7.11	G.8.8

De “klassieke” gunniteertechniek (bespuiten met beton) is volkomen geschikt voor renovatie of versteviging van riolen en collectoren in grote stedelijke agglomeraties, omdat daar vaak in situ kan worden gewerkt. Bovendien zijn stadsriolen heel vaak ongeveer een eeuw geleden gemetseld en gedragen de bakstenen zich doorgaans nog wel goed, maar vertoont de voegmortel neiging tot aantasting door de dampen van het afvalwater en de diverse chemische stoffen die het meevoert. Het procedé wordt ook toegepast voor de renovatie van andere constructies zoals betonnen of gemetselde kokers, bekkens, enz.

Als rioolstrengen instorten, kunnen zich wegverzakkingen voordoen. Door een schaal van gewapend spuitbeton aan te brengen, kan van een gemetseld riool met gebreken een riool van gewapend beton worden gemaakt.

Spuitletcon is een mengsel van bindmiddelen, aggregaten, water en eventueel additieven, hulpstoffen en vezels, dat in een drukvaste leiding wordt getransporteerd en met een spuitkop op de ondergrond wordt aangebracht; de spuitkracht zorgt voor de nodige verdichting. De samenstelling van gewapend spuitbeton is op dit gebruik afgestemd (cement met hoge chemische weerstand) en maakt het ook ongevoelig voor de effecten van de omgevende stoffen.

Algemeen onderscheidt men:

- **droog gunniteren:** techniek waarbij de vaste bestanddelen tevoren worden vermengd en vervolgens met samengeperste lucht droog naar de spuitkop worden gebracht, waar aanmaakwater wordt toegevoegd zodat het mengsel continu op de ondergrond kan worden verspoten. De vaste bestanddelen kunnen tevoren bevochtigd zijn;
- **nat gunniteren:** techniek waarbij het homogene mengsel van vaste bestanddelen, aanmaakwater en eventuele hulpstoffen naar de spuitkop wordt gepompt en het mengsel met samengeperste lucht continu op de ondergrond wordt verspoten.

Gezien de meestal beperkte werkruimte wordt het natte procedé toegepast.

3.9 Reparatie of renovatie met mortel

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.11 I.8.17 (Inspectieputten)	7.10 - 7.11	G.8.9

Dit is een reparatie- of renovatietechniek met verspuiten of handmatig uitstrijken van mortelspecie op beton, baksteen of metaal. Zij wordt ook toegepast voor de renovatie van andere constructies zoals kokers, inspectieputten, bekkens, enz.

De gebruikte specie wordt aangemaakt met cement, onder toevoeging van ofwel polymeren, ofwel andere producten zoals hulpstoffen, vezels, enz., ofwel beide, om de kenmerken te verbeteren.

Het product kan twee verschillende vormen aannemen:

- **twee componenten:** een vloeibare (polymeer) en een vaste (cement en zand);
- **één vaste component,** die met water moet worden vermengd.

Bij renovatie onderscheidt men bijwerken en afwerken. Een afwerklaag kan tussen 2 en 8 mm dik zijn.

Het te behandelen oppervlak wordt tevoren bevochtigd tot het verzadigd is. De reparatiemortel wordt aangebracht in lagen die tussen 5 en 40 mm dik zijn. Als er nieuwe wapening wordt aangebracht, wordt de mortel in twee lagen toegevoegd, tot een totale dikte van 40 mm wordt verkregen.

Men onderscheidt verscheidene varianten voor de aanbrenging zelf:

- **handmatig uitstrijken:** de lagen worden "nat op nat" aangebracht, tot de minimumdikte is bereikt. Deze wijze van aanbrengen blijft doorgaans beperkt tot kleine oppervlakten;
- **verspuiten met een pneumatische pleisterspuit;**
- **verspuiten van nat verpompte specie** (cf. § 3.8);
- **gecentrifugeerd verspuiten van mortelspecie.** De specie wordt in een slang naar een draaikop met schoepen gepompt, vanwaar zij centrifugerend op de wand wordt gespoten; hierdoor krijgt de bekleding een grotere dichtheid. Dit procedé kan worden aangewend in verticale constructies (zoals inspectieputten), die het toepassingsgebied bij uitstek vormen, of in leidingen.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

3.10 Plaatselijk injecteren met afdichtend materiaal

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.12	7.20 - 7.24	G.8.10

Afdichtende harsinjecties worden plaatselijk toegepast om lekkende voegen en omtrekscheuren in alle soorten van rioolconstructies – ook inspectieputten – te behandelen. De reparatie is niet structureel, maar herstelt de lekdichtheid van het stelsel.

Twee harssoorten worden vaak gebruikt: een tweecomponentenacrylhars (met katalysator) en een waterreactief eencomponentpolyurethaanhars.

Om een goede hechting van het injectieproduct tegen de wanden van de scheur te verkrijgen, worden de te behandelen oppervlakken op voorhand gereinigd. Indien nodig worden de effluenten overgepompt.

Bij niet-menstoegankelijke leidingen wordt de specie wordt geïnjecteerd met een speciale mal, op de volgende manier:

- **positionering:** een injectiemal wordt via een inspectieput in de leiding gebracht. Hij wordt onder cameratoezicht ingetrokken, tot aan het mogelijke gebrek. De twee opblaasbare zijkamers van de mal worden onder druk gezet, om de te behandelen zone af te zonderen. Voordat er hars geïnjecteerd wordt, vindt een lekdichtheidsproef plaats om er zeker van te zijn dat er wel degelijk een gebrek aanwezig is;
- **injectie:** de injectie vindt meestal plaats met behulp van een volumetrische pomp met dubbele behuizing en regelbaar debiet. De oplossingen worden klaargemaakt en afzonderlijk ingepompt; zij vermengen zich aan de uitlaat van de mal. Wanneer het mengsel eenmaal geïnjecteerd is, gaat het door de niet-lekdichte delen van de leiding en verspreidt het zich in het terrein om de leiding;
- **vorming van een afdichtingsring:** het geïnjecteerde hars geleert. Door de reactie van het mengsel van de twee componenten ontstaat een ribbel aan de buitenzijde van de leiding. Met een nieuwe lekdichtheidsproef kan worden nagegaan of de injectie geslaagd is. Indien nodig wordt nog hars bijgespoten. Deze verrichting kan worden herhaald tot een stabiele druk verkregen wordt.

3.11 Corrosiebescherming

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.13 I.8.17 (Inspectieputten)	7.19 - 7.26	G.8.11

De corrosie die betonconstructies en voegen in metselwerk ondergaan, is in hoofdzaak van biologische aard. Zij wordt veroorzaakt door zwavelzuur, gevormd door de binding van waterstofsulfide dat bij de ademhaling van sulfaatreducerende bacteriën vrijkomt. De ontwikkeling van deze bacterieflora wordt bevorderd door factoren zoals temperatuur (> 20 °C), lange verblijftijd, beluchting, niveauwisselingen van effluenten, enz. De effecten van biozwavelzuur zijn te duchten: de zwaarste verschijnselen doen zich onder meer stroomafwaarts van pers- en oppompstations voor.

De corrosie kan uiteraard ook aan accidentele lozing van agressieve effluenten te wijten zijn.

De techniek wordt toegepast voor de renovatie van leidingen en andere constructies zoals betonnen of gemetselde kolken, inspectieputten, bekkens, enz. Zij kan op verschillende manieren worden uitgevoerd:

- **door de aanbrenging van solventvrij epoxyhars** dat met vezels is versterkt. Het product hecht volkomen, zelfs op een vochtige ondergrond. Na uitharding wordt een naadloze afwerklaag van hoge kwaliteit verkregen, zelfs op baksteen;
- **met tegels en panelen van gres** (zie § 3.7);
- **met "corrosiewerende" mortel**. Constructies kunnen doeltreffend tegen corrosie worden beschermd door hydraulisch gebonden mortel aan te brengen, met een samenstelling die op dit gebruik is afgestemd (cement met hoge chemische weerstand). Deze materialen hechten goed op een vochtige ondergrond. Na uitharding wordt een naadloze afwerking verkregen, ook op gemetselde constructies.

Een collector is geen "gastvrije" locatie om in te werken. Bij de uitvoering van werkzaamheden dient daarmee rekening te worden gehouden. Zo dient bij de keuze van het procedé te worden gedacht aan de enge ruimte in inspectieputten en het ongemakkelijke bewegen in een **verticale schacht**, vooral als adembescherming moet worden gedragen (zoals bij verwerking van harsen). Daarom gaat de voorkeur naar hydraulisch gebonden bekledingen.

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

3.12 Destructieve technieken

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.14	./. (- 7.2)	G.8.12

Met destructieve technieken kan een oude leiding, in welke staat zij ook verkeert, worden vervangen door buizen (PVC, PE, HDPE, GVP, enz.) van dezelfde of een iets grotere diameter, die langs inspectie- en/of bouwputten worden ingebracht. Men onderscheidt doorgaans de volgende varianten:

- **openbreken:** de oude leiding wordt stukgemaakt met een breek- of snijkop. Tegelijk wordt met geschikt materieel een nieuwe leiding ingetrokken of -geduwd;
- **verbrijzelen:** de oude leiding wordt stukgemaakt door middel van een machine met hydraulisch bediende breek- of snijmesses. Tegelijk wordt een nieuwe leiding ingetrokken of -geduwd.

Tijdens de uitvoering wordt een speciale kop langs inspectie- of bouwputten in de bestaande leiding geduwd of erdoorheen getrokken, en breekt ze open. Deze kop kan bestaan in een vaste breekconus of in een kroonbladvormige ruimer-breker, eventueel met slagmechanisme, die hydraulisch of pneumatisch smaller of wijder kan worden gesteld.

Bij de verbrijzelmethode bestaat de kop uit een drevel die de bestaande leiding stuk“knabbelt” naarmate hij voortbeweegt.

De aan elkaar gekoppelde buizen die de nieuwe leiding moeten vormen, worden op hun plaats gebracht naarmate de kop door de oude leiding gaat. Tegelijk wordt de bestaande leiding opengebrouwen en in de omgevende grond weggedrukt, waardoor er plaats vrijkomt voor de nieuwe leiding.

De aansluitleidingen worden doorgaans van buitenaf hersteld: de aansluiting wordt vrijgegraven voordat de bestaande leiding stukgemaakt wordt, en losgekoppeld. Dan wordt in de te renoveren buis een opening gemaakt die groot genoeg is om er een aansluitstuk in vast te zetten.

3.13 Injecties rond rioolconstructies, om grond te stabiliseren en/of holten te vullen

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.16	7.24.1.5	G.8.15

Deze techniek bestaat erin, holten aan de buitenzijde van constructies of onder de weg te vullen door specie te injecteren. De injecties kunnen plaatsvinden:

- vanaf de oppervlakte;
- vanuit de constructie.

Bij injecteren met cementspecie worden de holten vanaf de oppervlakte gevuld met verpompbare, zeer vloeibare specie, die onder vrij verval in de holten moet kunnen lopen. Deze specie bestaat uit cement waaraan puzzolaan materiaal, zand en eventueel stabilisatie- en vloeimiddelen zijn toegevoegd.

Bij toepassing van polyurethaanhars (PU) gaat het om een solventvrij tweecomponenten-product ter afdichting van ondergrondse constructies.

3.14 Reparatie of renovatie van aansluitleidingen en aansluitingen

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.18	./.	./.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen **aansluitleidingen**, waarmee leidingen tussen een gebouw of een kolk en de hoofdleiding of een inspectieput worden aangeduid, en **aansluitingen**, die de punten vormen waar aansluitleidingen met de hoofdleiding of een inspectieput worden verbonden.

Aansluitleidingen worden gerepareerd met een van de volgende technieken:

- **relining** (met een binnenstebuiten ontrolde of ingetrokken kous);
- **vullen (fill-in)** met gietspecie of hars over kleine lengten (max. 5 m): de specie of het hars vloeit onder vrij verval in de tevoren dichtgestopte aansluitleiding, die vervolgens onder druk wordt gezet om het product via de voegen en scheuren in de grond te doen dringen tot verzadiging optreedt; het overtollige product wordt teruggewonnen. De leiding dient steeds met om het even welk geschikt middel van alle obstakels en/of injectieresten te worden vrijgemaakt. Eventueel volgt nog een laatste freesbeurt om resten van verharde injectiespecie te verwijderen.

Voor de reparatie van **aansluitingen** kunnen doorgaans de volgende procedés worden toegepast:

- **direct injecteren van mortelspecie of hars** met behulp van voorlopige bekisting;
- **inkleven van een "hoedje"**, met behulp van voorlopige bekisting.

Bij om het even welke gekozen techniek wordt de inlaat van de aansluitleiding gefreesd om de "mechanische" hechting van het reparatieproduct te versterken.

Aansluitingen worden als volgt behandeld:

- rehabilitatie met direct geïnjecteerde mortelspecie of hars wordt uitgevoerd met voorlopige bekisting, die op haar plaats wordt gehouden terwijl het geïnjecteerde materiaal uithardt;

Sleufloze rioolrehabilitatietechnieken –

De weg naar duurzame instandhouding van een verborgen en soms vergeten patrimonium

- bij injecteren van hydraulische mortelspecie maakt de bekisting doorgaans deel uit van een injectierobot die in de constructie op zijn plaats wordt gehouden en uitgerust is met een afsluiter die opgepompt wordt en zich op enige afstand in de aansluitleiding ontvouwt. De ruimte die de robot beslaat, maakt het meestal mogelijk te werken terwijl de hoofdleiding in gebruik blijft, mits de effluenten niet meer dan een vierde tot een derde van de hoogte van de leiding vullen. Bij grotere vulhoogten moet de leiding worden afgesloten. De specie wordt ingepompt vanuit een mortelinjectie-eenheid. Met deze techniek kan gemiddeld 5 tot 15 kg vezelversterkte, zeer thixotrope specie worden geïnjecteerd. Een "ontoereikende" injectie kan meteen worden aangevuld door een geschatte hoeveelheid specie bij te mengen, die geïnjecteerd wordt. Deze techniek wordt doorgaans als een structurele of semistruktuurele renovatie beschouwd;
- bij injecteren van hars wordt dit hars met de robot naar de plaats van verwerking gebracht nadat de verschillende componenten zijn vermengd; het volume is daarbij doorgaans beperkt tot vijf liter. Daarna wordt het hars geïnjecteerd met een injectierobot die in de constructie op zijn plaats wordt gehouden en uitgerust is met een afsluiter die opgepompt wordt en zich op enige afstand in de aansluitleiding ontvouwt, of dwars door herbruikbare ronde bekisting die aangepast kan worden aan de diameter van de leiding en daags voordien ter hoogte van de aansluiting is aangebracht. Omdat de hoeveelheid geïnjecteerd materiaal beperkt is (ongeveer vijf liter), is deze techniek slechts semistruktuureel (zij draagt dus bij aan het mechanische gedrag van de constructie, maar de bijdrage kan niet exact worden bepaald);
- bij rehabiliteren van de aansluiting met een "hoedje" wordt dit toebehoren aangebracht met behulp van voorlopige bekisting, meestal een afsluiter die in de inlaat van de aansluitleiding ontvouwen wordt. Bij de uitvoering moet ervoor worden gezorgd dat het hoedje op de bestaande materialen hecht.

3.15 Reparatie van leidingbodems met aangestroken mortel

Qualiroutes	SB 250	TB 2011
I.8.19	./.	./.

Deze techniek wordt toegepast om chemisch aangetaste, opgeloste of uitgeschuurde leidingbodems te repareren. Zij wordt als behandeling op zichzelf toegepast, of vóór *relining*. De methode is bedoeld voor niet-menstoegankelijke leidingen, meestal met een diameter tot 800 mm. Zij bestaat erin, snelmortel op de leidingbodem te storten en met een stel schalen of een schuimstempel aan te strijken. Doorgaans zijn verscheidene werkgangen nodig om de ontbrekende bodemdikte te herstellen.

