

# GEïNTEGREERDE METHODIEK VOOR GROOTSCHALIGE RIOOLRENOVATIES

IR. JOHAN COBBAERT

Technum - Tractebel Engineering

DIPL.-ING. KLAUS-JOCHEN SYMPHER

Dr.-Ing. Pecher und Partner

## Samenvatting

*Grootschalige rioolrenovaties vereisen een geïntegreerde en transparante aanpak. Het voorgestelde beslissingsproces verloopt conform de Europese norm EN752 en wordt aangevuld met een kostenanalyse waarbij de verwachte restlevensduur van een leidingdeel een significante parameter is.*

*Het duidelijk omliggende werkschema maakt het mogelijk ten volle rekening te houden met de specifieke omstandigheden van ieder project. De methodiek stelt planners in staat om alle technische en economische aspecten van een rioolrehabilitatie te behandelen en levert een waardevol onderhoudsschema op.*

## Résumé

*Les rénovations d'égouts à grande échelle exigent une approche intégrée et transparente. Le procès de décision proposé suit la norme Européenne EN752 et est complété par une analyse des frais dans laquelle l'estimation de la durée de vie des égouts est un paramètre significatif.*

*Grâce à un schéma de travail bien défini, nous pourrions tenir compte de toutes les circonstances spécifiques de chaque projet. La méthodologie permet aux planificateurs de traiter tous les aspects techniques et économiques d'une réhabilitation et fournit un précieux schéma d'entretien.*

## 1 Inleiding

In het verleden was de rehabilitatie van rioleringsnetwerken veelal enkel gericht op de structurele, hydraulische of omgevingstoestand van het systeem. Sinds het in voege komen van de eerste versie van de Europese Norm EN 752 'Buitenriolering' (ref.4) in november 1997, dienen 'geïntegreerde oplossingen' uitgewerkt te worden die met alle relevante toestandsaspecten rekening houden.

De laatste jaren is er in het internationale kader een duidelijke evolutie naar meer benchmarking (ref.15). De toepassing van performantie-indicatoren (ref.8) in de watersector wordt gestimuleerd vanuit een aantal internationale organisaties zoals de Wereldbank, ISO en IWA.

Sinds de reorganisatie van de watersector in Vlaanderen in 2004 zijn significante veranderingen opgetreden op het vlak van de organisatie van het rioolbeheer. Heel wat acties op het gebied van rioolbeheer bevinden zich nog in een startfase.

In overeenstemming met het toenemende belang van rioolrenovaties ondernam Pecher & Partner in samenwerking met het Duitse Federale Ministerie voor Onderwijs en Onderzoek een driejarig onderzoeksproject om een beter inzicht te verwerven in rioolrehabilitatiestrategieën. Dit onderzoeksproject werd in samenwerking met drie netwerkbeheerders uitgevoerd :

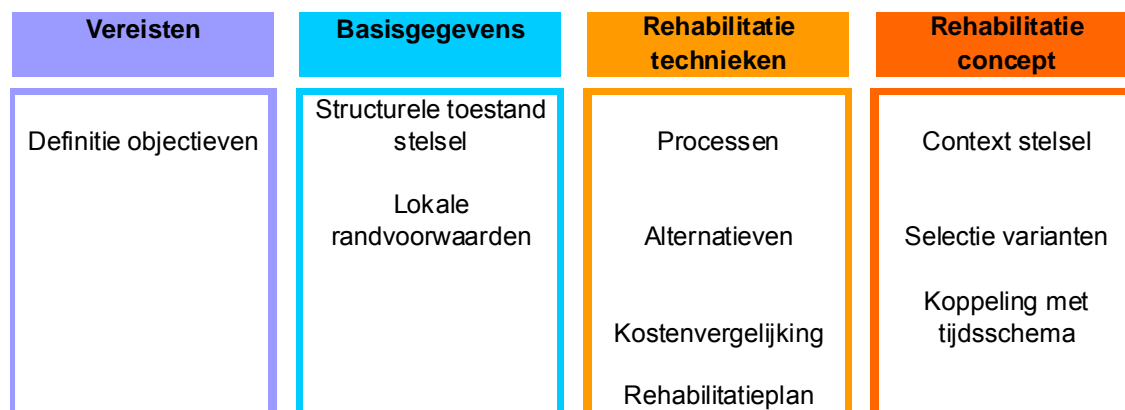
- Berliner Wasserbetriebe
- Stad Neuburg an der Donau
- Stadentwässerung Rosenheim

Bij de uitwerking van het systematische onderzoek werd door Pecher & Partner bovendien gebruik gemaakt van de ervaring die samen met Technum werd opgebouwd tijdens de opmaak van het masterplan voor de rioolrehabilitatie van de ring (R1) rond Antwerpen. Het finale onderzoeksrapport (ref.1) resulteerde in de huidige Duitse leidraad voor rioolrehabilitatie.

De hier voorgestelde transparante methodiek laat toe om alle technische en economische aspecten van rioolrehabilitatie te behandelen, overeenkomstig de Europese norm EN752.

## 2 Methodologie

Bij de aanvang van een grootschalige rioolrehabilitatie dient uitvoerig voorbereidend werk verricht te worden om de verwachte doelstellingen en voorgestelde eisen vast te leggen en om de bestaande toestand van het rioolnet te onderzoeken en te beoordelen. In Figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de algemeen gevolgde procedure bij de rehabilitatieplanning.



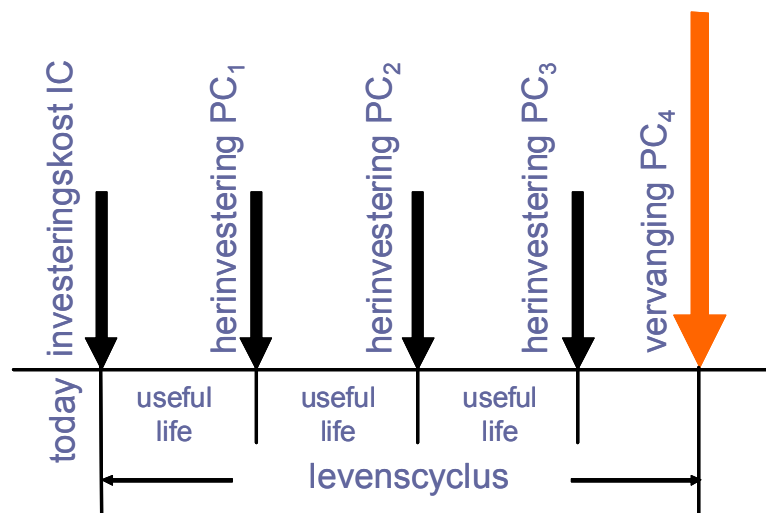
Figuur 1 : procedure rehabilitatieplanning

## 2.1 Vereisten

Het Europees Standaardisatie Comité heeft de basisvereisten voor een rioleringsysteem beschreven in de norm EN 752: Buitenriolering. Voor een rehabilitatie zijn belangrijk : waterdichtheid, stabiliteit en functionaliteit.

Nationale juridische en technische specificaties geven hierop aanvullingen. Er wordt rekening gehouden met de bescherming van het leefmilieu door het vermijden van vervuiling van oppervlaktewater en het beschermen van het grondwater en de bodem ten opzichte van exfiltratie. Als bijkomende randvoorwaarden kunnen bepalingen worden gedefinieerd aangaande de toe te laten overstromingsfrequenties, de te voorziene bufferingscapaciteiten, overstortfrequenties en doorvoerdebieten, maximale uitvoeringstermijnen, ... .

De duurtijd van de vooropgestelde levenscyclus (Figuur 2) is een belangrijke parameter bij het uitvoeren van de methodiek. Deze termijn wordt besproken en vastgelegd in samenspraak met de opdrachtgever. Een termijn van 50 jaar is een gebruikelijke levenscyclus.



Figuur 2 : herinvesteringen tijdens vooropgestelde levenscyclus

Om te bepalen welke schadebeelden en gebreken moeten worden aangepakt in het licht van deze vooropgestelde levenscyclus worden grenswaarden (trigger-levels) besproken en vastgelegd met de opdrachtgever. Beperkte infiltraties, axiale-, radiale- en hoekverdraaiingen, corrosie en beperkte scheuren en barsten kunnen immers worden behandeld in de reguliere onderhoudsprogramma's.

Wanneer een rehabilitatieplanning voor een oud rioleringsysteem wordt opgesteld dient men erover te waken dat de totale actuele waarde van het stelsel op een gelijk niveau blijft. Veel herstellingen en renovaties laten wel toe de vooropgestelde levensduur te garanderen maar veroorzaken grotere investeringen in een latere fase.

## **2.2 Basisgegevens**

Bij de verzameling van de basisgegevens wordt een strikte kwaliteitscontroleprocedure gehanteerd. De set met basisgegevens wordt in een Microsoft Access-database bewaard.

### **2.2.1 Fysische gegevens rioleringsnet**

De basisgegevens voor elk leidingdeel (d.w.z. diameter, diepteligging, buistype en -materiaal, lengte) van het volledige afwateringssysteem worden geïnventariseerd en in een GIS ingebracht, zodat de nodige ruimtelijke analyses kunnen uitgevoerd worden.

### **2.2.2 Structurele toestand rioleringsnet**

De inventarisatie van de schadebeelden gebeurt conform de Europese norm EN 13508 'Toestand van de buitenriolering' (ref. 5).

Bij de analyse van de gegevens wordt extra aandacht besteed aan :

- Indringing van grondwater en bodem: het is niet altijd mogelijk de precieze oorzaak van deze gebreken te vinden. Omdat de indringing van bodemmateriaal kan wijzen op het bestaan van holle ruimten is nader onderzoek aangewezen.
- Ernstige gebreken: de klasse van de ernstigste gebreken heeft geen bovengrens wat de schadekwantificering betreft. Bijgevolg wordt er bij het opmaken van de masterplanning een systematisch nazicht van deze videobeelden uitgevoerd. Bij onzekerheid wordt een sanering met gedeeltelijke vervanging voorzien.

### **2.2.3 Lokale omstandigheden**

De huidige lokale omstandigheden zoals nabijheid van verhardingen, positie t.o.v. bruglandhoofden, verlichtingspalen en portieken, ligging van nutsleidingen, grondwaterpeilen, zijn bepalend voor de eenheidsprijzen van de rehabilitatietechnieken. Daarom worden naast de gegevens van het rioleringsnet ook de plaatselijke omstandigheden in een GIS opgenomen. Door een intersectie te maken van de lokale omstandigheden en het rioleringsnet, wordt ieder leidingdeel en afwateringsinspectieput met de relevante informatie verbonden. Aangezien de plaatselijke omstandigheden invloed hebben op de rehabilitatiekosten, worden alle saneringsmaatregelen in een eenheidsprijsklasse (lage, middelhoge en hoge eenheidsprijs) ondergebracht.

## **2.3 Rehabilitatie technieken**

In samenspraak met de opdrachtgever en na onderzoek van de marktomstandigheden wordt een selectie gemaakt van de te weerhouden rehabilitatietechnieken : manuele herstellingen, robottechnieken, korte kousen, RVS-manchetten, renovaties over de volledige lengte van de leiding, gedeeltelijke vervangingen. In de categorie renovatietechnieken wordt een

onderscheid gemaakt tussen ter plaatse uitgeharde buizen (lange kousen), aanbrengen van schaaldelen, spiraalvormige bekledingen en gunitage (spuitmethode met en zonder wapening). Rioolputten kunnen bijvoorbeeld gerenoveerd worden door het aanbrengen van schaaldelen en bekledingen (guniteringen, epoxycoatings, ... ). Bij de selectie van de toe te passen rehabilitatietechnieken kan dankbaar gebruik gemaakt worden van de internettoepassing die door Vlario werd ontwikkeld.

Voor de opmaak van het masterplan worden de rehabilitatietechnieken in groepen van maatregelen ondergebracht. Bij de kostenvergelijkingsanalyse moeten alle kosten binnen de levensduur van een leiding in aanmerking worden genomen. Alle saneringstechnieken krijgen dan ook een eenheidsprijs toegekend, waarin rekening wordt gehouden met eventueel noodzakelijke voorbereidende werken zoals het reinigen, waterdicht maken en gritstralen van de leidingen. Op het einde van de levenscyclus van een rehabilitatietechniek zijn er herinvesteringen nodig. Om de levensduur van de rehabilitatietechnieken te bepalen worden de geselecteerde saneringsmaatregelen gegroepeerd in 3 klassen : herstelling, renovatie of vervanging.

In overleg met opdrachtgevers, onderzoeksinstituten, fabrikanten en aanbieders van rehabilitatietechnieken en aannemers wordt aan sanering door herstelling een levensduur van 10 à 15 jaar toegekend, aan renovatie 35 à 50 jaar. In geval van vervanging krijgen de leidingen uiteraard een nieuwe levenscyclus. Een inschatting maken van de restlevensduur van een rehabilitatie is heel onzeker, ondermeer omwille van het nog niet lang op de markt beschikbaar zijn van diverse technieken. Hierdoor kunnen de voorgestelde levensduren niet geverifieerd worden en kan enkel een ruwe bandbreedte opgegeven worden. Fundamenteeler onderzoek is wenselijk ter onderbouwing van de veronderstelde levensduren.

## **2.4     *Rehabilitatie concept***

De voorgestelde methodiek voor grootschalige rioolrehabilitatie houdt benevens de Europese norm EN 752 veelal in sterke mate rekening met economische factoren. Voor elk leidingdeel wordt door middel van een kostenvergelijkingsanalyse van alle mogelijke alternatieven beslist of de structurele rehabilitatie moet worden verwezenlijkt door herstelling, renovatie of vervanging. De ingenieurs worden bij het opstellen van het masterplan geholpen door de beslissingsondersteunende software **•••kokas•**, die speciaal werd ontwikkeld om een transparante methodiek en economisch verantwoorde resultaten te verzekeren.

In het Duitse onderzoeksprogramma worden volgende verschillende rehabilitatie-concepten onderscheiden :

- reductie van infiltratie in Neuburg an der Donau
- functionele strategie in Rosenheim
- toestandsstrategie in Berlijn

Bij de rehabilitatie van de ring (R1) rond Antwerpen was een algemene efficiëntieverhoging en een optimale functionele werking de doelstelling.

### 2.4.1 Rehabilitatie alternatieven

In het algemeen zijn er verscheidene opties om gebreken in een leidingdeel aan te pakken. Mogelijke saneringsmaatregelen zijn afhankelijk van een combinatie van de volgende omstandigheden:

- eigenschappen van het riooldeel (materiaal, diameter, diepte)
- lokale omstandigheden (zoals grondwater, type verharding, ligging van nutsleidingen)
- vastgestelde gebreken (schadebeeld en klasse, nabijgelegen gebreken)
- technische haalbaarheid van de rehabilitatiemaatregelen (max. diameter, max. lengte, overlappende gebreken)

In een eerste planningsfase worden alle voorgestelde saneringsmaatregelen gebaseerd op de gegevenssets volgens de geregistreerde inspectiecode. Er wordt een beslissingsmatrix opgesteld (Figuur 3) die de verbanden weergeeft tussen schadecodes, eigenschappen van riooldelen, lokale omstandigheden en mogelijke rehabilitatiemaatregelen, ingedeeld in de verschillende klassen (herstelling, renovatie of vervanging). De beslissingsmatrix is afhankelijk van de operationele eisen.

Schadebeeld			Alternatieven				
hoofdcode	karakterisering	kwantificering	herstelling 1	herstelling 2	herstelling 3	renovatie	vervanging
<b>BBF - infiltratie</b>	aansluiting	A	[Green]				
		B	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		C	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		D	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
	buiswand	A	[Green]				
		B	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		C	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		D	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
	scheur	A	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		B	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		C	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		D	[Light Blue]	[Cyan]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
	voeg	A	[Green]				
		B	[Light Blue]	[Magenta]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		C	[Light Blue]	[Magenta]	[Yellow]	[Purple]	[Red]
		D	[Light Blue]	[Magenta]	[Yellow]	[Purple]	[Red]

Rehabilitatie technieken	
[Green]	observatie zonder rehabilitatie
[Dark Green]	reiniging en inspectie
[Dark Green]	speciale reinigingstechnieken
[Light Blue]	rehabilitatie met robot of manueel
[Cyan]	rehabilitatie met korte kous of manueel
[Magenta]	rehabilitatie met inox-manchette
[Yellow]	gedeeltelijke vervanging
[Purple]	renovatie met voorbereidend werk
[Red]	vervanging

Figuur 3 : uittreksel uit beslissingsmatrix

Praktische omstandigheden beperken het aantal rehabilitatie alternatieven per leidingdeel. Een mogelijke uitvoering bestaat uit herstellingen waarbij hoofdzakelijk gebruik gemaakt wordt van robottechnieken. Een tweede herstellingsalternatief maakt vooral gebruik van korte kousen en RVS-manchetten en een derde bestaat voornamelijk uit gedeeltelijke

vervanging. De renovatie (spiraalwikkeldbuis, ter plaatse uitgeharde buis e.a.) en vervanging van leidingdelen worden altijd berekend als referentie.

#### **2.4.2 Kostenvergelijkingsanalyse**

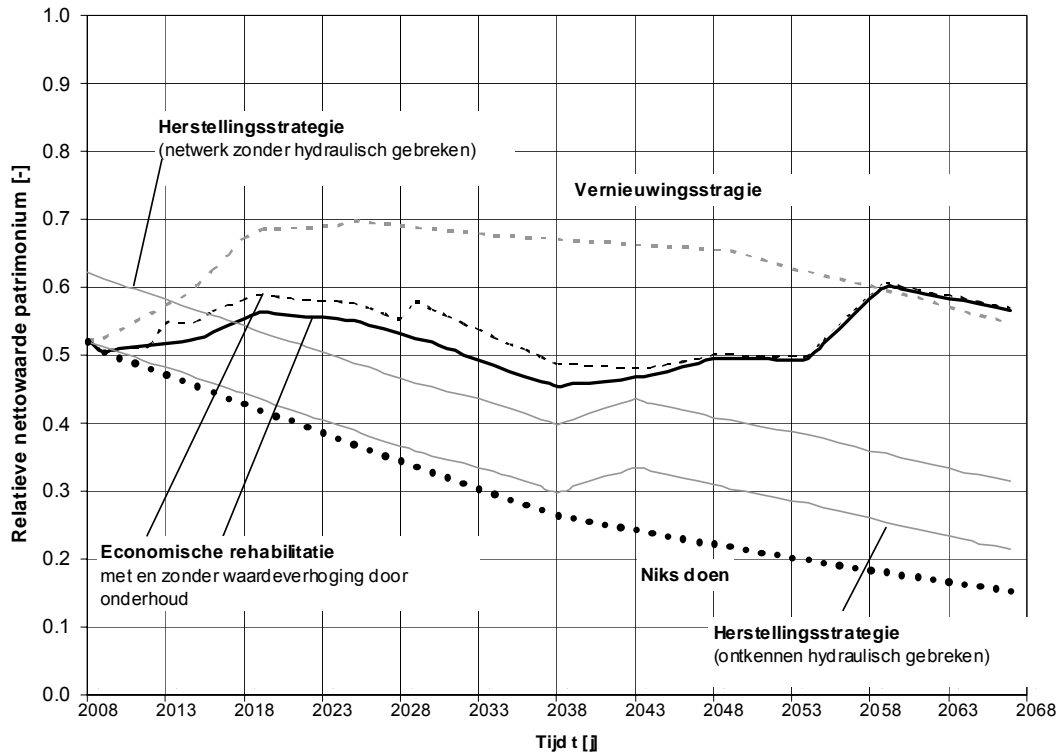
In het masterplan wordt één definitieve keuze voor de rehabilitatieklasse (herstelling, renovatie of vervanging) gemaakt. Hiertoe worden per leidingdeel de 3 klassen doorgerekend aan de hand van een kostenvergelijkingsanalyse. Op deze transparante wijze wordt de meest economische oplossing bekomen. De resterende levensduur van een leidingdeel is hierbij een significante factor. Belangrijke parameters voor de bepaling van de restlevensduur zijn de omvang van de vastgestelde schade en de kosten die nodig zijn om deze te herstellen. Deze economische benadering is opgenomen in de •••kokas• software.

Voor alle rehabilitatie alternatieven wordt bij de berekening steeds een vervanging op één of ander tijdstip voorzien. Indien de resterende levensduur nog lang is, vermindert een eventuele rente de kosten van een vervanging. Anderzijds valt het vaak goedkoper uit onmiddellijk te vervangen in de plaats van eerst te herstellen en een paar jaar later toch te vervangen. Waar de grens precies ligt, wordt bepaald aan de hand van fysieke parameters (zoals het niet meer functioneren) en economische overwegingen. Uit economisch oogpunt zijn we geneigd objecten met een korte verwachte resterende levensduur te vervangen. Van een leiding in goede staat en met kleine gebreken wordt verwacht dat ze een lange restlevensduur heeft, bijgevolg is een herstelling aangewezen.

Het uitvoeren van rioolradaronderzoek geeft een aanduiding over de buiswanddikten en -sterkte en is heel waardevol bij de bepaling van de restlevensduur van de bestaande leidingen. Het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse toont het effect aan van de grootte van de verschillende levenscycli op de uiteindelijk gekozen klassen (herstelling, renovatie of vervanging).

Er wordt rekening gehouden met de invloed van rentevoeten en verwachte prijsstijgingen door alle toekomstige uitgaven om te zetten in een actuele kostenwaarde. Ervan uitgaande dat de rehabilitatie alternatieven van dezelfde kwaliteit zijn, wordt de voordeligste optie voor structurele sanering vertegenwoordigd door de kleinste som van kosten aan de actuele waarde. De beschreven procedure wordt voor elk leidingdeel toegepast teneinde een technisch en economisch optimaal masterplan voor rioolsanering te bekomen. De software genereert een lijst van passende rehabilitatie alternatieven voor elk leidingdeel, met de bijbehorende kosten.

Onderstaande Figuur 4 geeft een overzicht van de netto patrimonium waarde voor verschillende rehabilitatiestrategieën.



Figuur 4 : netto patrimonium waarde voor verschillende strategieën voor de rehabilitatie van rioleringsnetwerken, abstractie makend van hydraulische aanpassingen

De kostenvergelijkingsanalyse geeft de 'concurrentie' tussen verschillende rehabilitatie alternatieven weer. Daarom is het zeer belangrijk om eenheidsprijzen onder marktvoorwaarden te bepalen. De moeilijkheid om juiste restlevensduren te begroten wordt gecompenseerd door het uitvoeren van een grondige gevoeligheidsanalyse. Een wijziging in rehabilitatiekeuze wordt voornamelijk bepaald door het technische ingenieursoordeel in de finale fase van de opmaak van het masterplan.

### 2.4.3 Deskundigenadvies over de rehabilitatie alternatieven

Saneringsdeskundigen doen voor elk leidingdeel een definitieve uitspraak over welke optie wordt gekozen in het masterplan. De evaluatie van de praktische en technische haalbaarheid en de beoordeling van aangrenzende leidingdelen vormen de laatste stappen in het beslissingsproces. Met de opgebouwde database van technische en economische relaties wordt het advies van deskundigen gestandaardiseerd (beslissingsmatrix en -regels) en vergemakkelijkt. De saneringsdeskundigen hebben ook als taak beslissingen voor leidingdelen in de context van het gehele rioolnet op elkaar af te stemmen en te uniformiseren: het is bijvoorbeeld minder aangewezen om een beperkt gedeelte te herstellen wanneer de opwaartse en afwaartse leidingen dienen vervangen te worden.



### 3 Besluit

De masterplannen voor de rioolrehabilitatie van verscheidene grote steden en voor het structureel onderhoud van de ring (R1) rond Antwerpen bevestigen dat de voorgestelde aanpak voor transparantie en een economische uitvoering zorgt.

De methodiek is conform met de huidige ontwikkelingen in de rioolrehabilitatie en draagt bij tot een optimaal beheer zodat de rioleringsstelsels kunnen voldoen aan de vereiste prestaties.

### Referenties

1. Bundesministerium für Bildung und Forschung, KANSAS, Verbundvorhaben Entwicklung einer ganzheitlichen Kanalsanierungsstrategie für Entwässerungsnetze Deutschlands, Leitfaden', München, 2005
2. Cobbaert, J., Huberlant, B., Provost, F., Swartenbroekx, P. Hydroplan: a new approach for sewer asset management, case study Knokke-Heist. Fourth International Conference on Developments in Urban Drainage Modelling, London, 1998
3. Cobbaert, J.; Sympher, K.-J.: Sewer Rehabilitation Master Plan for the R1 Highway Around Antwerp, 22nd International NO DIG Conference and Exhibition, Hamburg, 2004
4. EN 752: Buitenriolering Brussel, 2008
5. EN 13508-2: Toestand van de buitenriolering - Deel 2: Coderingssysteem bij visuele inspectie. Brussel, 2003
6. GSTT Informationen Nr. 14: Kriterienkatalog zur Auswahl der Bauweise für die Sanierung von Entwässerungsleitungen, 2000
7. Jacobi, D.; Sympher, K.-J.: Sewer Rehabilitation Strategy in Berlin, Water Science and Technology (46) No 6-7 pp 379-387, IWA Publishing, 2002
8. Matos R., Cardoso A., Ashley R., Duarte P., Molinari A. and Shulz A. Performance indicators for wastewater services. IWA Publishing, London, 2003
9. Milojević, N.; Jacobi, D.; Sympher, K.-J.: Generelle Sanierungsplanung – Umsetzung der EN 752-5 in Berlin, Korrespondenz Abwasser (46), Heft 2, S. 192, 1999
10. Milojević, N., Sympher, K.-J.: Grundlagen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Kanalsanierungsplanung. GWF Wasser Abwasser (142) Nr. 14, 2001
11. Stein, D. The Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers. Ernst & Sohn, Berlin, 2001
12. Sewerage Rehabilitation Manual. 4e ed., Water Research Centre, Medmenham, 2001
13. Sympher, K.-J.; Cobbaert, J.: Development and implementation of sewer rehabilitation strategies, 13th European Water, Wastewater and Solid Waste Symposium, München 2005, EWA, 2005
14. Sympher, K.-J.; Thomasius, C.; Eckert, E.: An Integrated Rehabilitation Strategy for Urban water and Sewerage Networks, NO-DIG LIVE 2006 Seminar, Coventry, 2006

15. Vaes G., Feyaerts T., Swartenbroekx P., Provost F, Bourgoing L., Van den Broeck S.  
Indicatoren voor de beoordeling van de werking van de gemeentelijke riolinfrastructuur.  
Rioleringswetenschap, nr. 33, maart 2009.
16. Wolf, M.; Sympher, K.-J.: Nachhaltige Kanalsanierung - Auswirkungen unterschiedlicher  
Strategien auf Substanzwert und Abwassergebühr, Oldenburger Rohrleitungsforum  
2005, Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg, Vulkan-Verlag  
Essen), 2005