

MKI BEOORDELING

# RIOOLVERVANGING OF SLEUFLOZE RENOVATIE?

**OPDRACHTGEVER:**  
NSTT

**PROJECTNUMMER:**  
51020223

**DATUM:**  
19 september 2023



Bezoekadres  
Kroezenhoek 8  
7683 PM Den Ham

Postadres  
Postbus 12  
7683 ZG Den Ham

T +31 (0) 546 67 88 88  
E info@roelofsgroep.nl

Tevens vestigingen in  
Alblasserdam  
Arnhem  
Sneek  
Stadskanaal  
Steenwijk  
Veenendaal  
Weesp

### PROJECTGEGEVENS:

Naam: Riolvervanging of sleufloze renovatie?  
Nummer: 51020223  
Documentnr: R01-D01-51020223-mhl  
Status: Definitief  
Datum: 19 september 2023  
Auteur: Mariëtte van den Heuvel

### OPDRACHTGEVER:

NSTT Leidingrenovatie  
Postbus 79  
3769 ZH Soesterberg

### AUTORISATIE

Naam: T. Strating

Handtekening:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'T. Strating', written over a light grey background.

Datum: 20-9-2023

# INHOUDSOPGAVE

## Inleiding III

1.	MKI-systematiek	1
1.1	LCA systematiek .....	1
1.2	Systematiek MKI-waarde .....	1
2.	Vergelijking renovatiesystemen	2
2.1	Algemene uitgangspunten .....	2
2.1.1	Afmetingen te renoveren rioolstelsel .....	2
2.1.2	Levensduur, fase B .....	2
2.2	Uitgangspunten vervanging Oud door Nieuw .....	2
2.3	Uitgangspunten kous-relining.....	3
2.4	Resultaten MKI-berekeningen.....	3
2.4.1	Invloed rijbaan.....	4
2.4.2	Vergelijking elementen riolering.....	4
2.4.3	Zwaartepunt bijdrage MKI-waarde .....	5
2.4.4	CO <sub>2</sub> -uitstoot .....	5
3.	Buis-in-buis renovatie	6
4.	Conclusies	7

## BIJLAGEN

- I. Uitgangspunten MKI-berekeningen
- II. Resultaten MKI-berekeningen

# INLEIDING

## AANLEIDING

Leidingbeheerders van rioolsystemen staan bij schades voor de keuze om rioolbuizen te vervangen of te renoveren door middel van sleufloze renovatietechnieken. Bij deze keuze spelen meerdere factoren een rol. Dat een sleufloze renovatie techniek minder overlast voor de omgeving oplevert, maakt het een goed alternatief voor het vervangen van rioolbuizen. Met minder inzet van zwaar (gravend) materieel en minder aanvoer van zware materialen lijkt het ook op gebied van duurzaamheid een goed alternatief maar hoe zit het met de totale milieubelasting als ook de productie en aanvoer van de renovatiematerialen wordt beschouwd? Om een goede vergelijking tussen verschillende producten of systemen te kunnen maken, dient de gehele levenscyclus te worden meegenomen (Life Cycle Analysis, oftewel LCA). Dat wil zeggen vanaf de winning van de grondstoffen tot en met het verwerken van het product aan het einde van de (technische) levensduur.

Verschillende leden van de NSTT zijn bezig om voor hun product en /of installatieproces een LCA op te stellen. Dit vereist echter het verzamelen en onderbouwen van de nodige data en is op dit moment een lopend proces. Voor de reliningstechniek CIPP- of kous-methode wil de NSTT een brancherapport op laten stellen zodra voldoende data beschikbaar is.

Aangezien op dit moment slechts van 1 leverancier voor 1 diameter buis de LCA-gegevens beschikbaar zijn, wordt in dit rapport een vergelijking gemaakt tussen een rioolrenovatie door middel van het vervangen van een oude rioolbuis door een nieuwe rioolbuis en een kous-renovatie. Tevens wordt heel globaal een vergelijking gemaakt met een buis-in-buis renovatiesysteem.

Voor de vergelijking van deze 2 systemen wordt gebruik gemaakt van de systematiek van de Milieukosten Indicator (MKI). In deze systematiek worden verschillende milieufactoren uitgedrukt in één enkele score, de zogenaamde MKI-waarde.

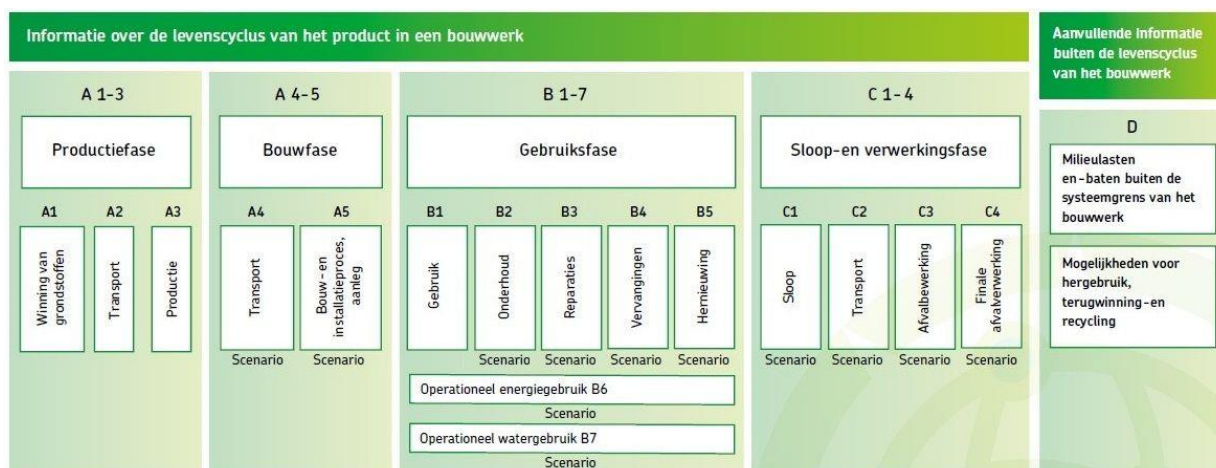
## LEESWIJZER

In hoofdstuk 1 wordt een uitleg gegeven over de MKI-systematiek en de bijbehorende LCA's. Vervolgens worden in hoofdstuk 2 de berekeningen van de MKI-waarde voor een vervanging "oud door nieuw" en een kous-relining gepresenteerd. De uitgebreide beschrijving van de MKI-berekening is weergegeven in Bijlage I. In hoofdstuk 3 wordt het buis-in-buis systeem beschouwd waarna conclusies en aandachtspunten in hoofdstuk 4 worden weergegeven.

# 1. MKI-SYSTEMATIEK

## 1.1 LCA SYSTEMATIEK

Om de milieubelasting te bepalen van een product, constructie of systeem wordt een levenscyclusanalyse (LCA) uitgevoerd van dit product, constructie of systeem. Een LCA-studie dient te voldoen aan de EN 15804. Deze norm beschrijft zowel de verschillende fases gedurende de levenscyclus als de milieueffectcategorieën die dienen te worden beschouwd. De verschillende levensfasen zijn weergegeven in Figuur 1. Het begint bij de winning van de grondstoffen en loopt tot en met de restwaarde van het product aan het einde van de projectlevensduur.



Figuur 1 Verschillende levensfasen van een product of constructie

## 1.2 SYSTEMATIEK MKI-WAARDE

De Milieukostenindicator (MKI) is een indicator die de milieu-impact van een product uitdrukt in euro's. Het weegt 11 relevante milieueffecten uit de LCA van een product en telt deze op tot één enkele score. De MKI-waarde, ofwel 'schaduwprijs' van een product, is een eenvoudige manier om de milieu-impact van producten of projecten te vergelijken.

De MKI-waarde gebruikt hiervoor de milieueffectcategorieën uit de EN 15804+A1 aangevuld met vier toxiciteiten. Sinds juli 2022 is echter de EN 15804+A2 verplicht die andere milieueffectcategorieën hanteert. De weegfactoren ten behoeve van de MKI-waarde zijn hier echter nog niet op aangepast. Ook de EN 15804+A2 dient op dit moment te worden aangevuld met de toxiciteiten voor de bepaling van de MKI-waarde.

De MKI-waarde kan op verschillende manieren bepaald worden:

- Specifieke MKI-waarde, aangeleverd door leverancier;
- Brancherapport;
- Nationale Milieu Databank (NMD) beschikbaar via DuboCalc.

Naast de specifieke toxische milieueffectcategorieën die worden gehanteerd, gelden voor het bepalen van de MKI-waarde voor fase D ook specifieke Nederlandse afvalscenario's.

## 2. VERGELIJKING RENOVATIESYSTEMEN

Om verschillende renovatie mogelijkheden met elkaar te kunnen vergelijken, dient een juiste afbakening van de MKI-scope te worden bepaald: welke onderdelen, objecten en activiteiten zijn onderdeel van de beschouwde MKI-scope, welke fases van de levenscyclus worden beschouwd en wat is de levensduur van het beschouwde systeem? In onderstaande paragrafen worden de uitgangspunten voor de MKI-berekening besproken en onderbouwd.

### 2.1 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

#### 2.1.1 Afmetingen te renoveren rioolstelsel

Aangezien op dit moment slechts een LCA beschikbaar is voor een kous-relining met een diameter van 300mm, wordt de vervanging van een 300mm betonnen DWA-riool vergeleken met een 300mm kous relining. De gehanteerde referentielengte van het te renoveren rioolsysteem bedraagt 1000m. Door een grotere lengte te hanteren, wordt de gemiddelde waarde van de invloed van inspectieputten en huisaansluitingen meegenomen. De referentiewaarde kan vervolgens worden verschaald naar de gewenste lengte.

#### 2.1.2 Levensduur, fase B

In de LCA-systematiek speelt levensduur een relevante rol bij het vergelijken van diverse producten. Bij een kortere levensduur dient een product namelijk eerder vervangen te worden. Aangezien er echter grote verschillen bestaan tussen de technische levensduur van verschillende producten onderling en gegevens uit de NDM en specifieke productgegevens, waarvan het de vraag is of dit daadwerkelijk zo is, is ervoor gekozen om Fase B niet mee te nemen in de onderlinge vergelijking.

### 2.2 UITGANGSPUNTEN VERVANGING OUD DOOR NIEUW

Om de oude, kapotte rioolbuis te kunnen vervangen door een nieuwe rioolbuis, dienen onderstaande werkzaamheden te worden uitgevoerd. De cursief weergegeven activiteiten zijn niet meegenomen in de MKI-berekening aangezien de impact beperkt is en dit ook in geval van kous-relining dient te worden uitgevoerd.

Voor de MKI-berekening zijn de gegevens uit DuboCalc gebruikt.

<b>Werkzaamheden rioolvervanging</b>	<b>Toelichting</b>
Verwijderen en opnieuw aanbrengen verharding (volle rijbaan)	Uitgangspunt is elementenverharding die weer wordt teruggebracht
Graafwerkzaamheden	
<i>Legen en reinigen en riolering</i>	
Vervangen rioolbuizen	
Vervangen inspectieputten	
Vervangen huisaansluitingen	
<i>Reiniging ten behoeve van opleverinspectie</i>	

Tabel 1 Werkzaamheden vervanging rioleringsbuis

Voor hoeveelheden ten behoeve van huisaansluitingen, inspectieputten en graafwerkzaamheden is het fictieve stelsel zoals dat door Stichting Rioned gehanteerd wordt voor de berekening van kostenkentallen, aangehouden. Zie Bijlage I voor meer informatie.

Hoewel de bestaande rioolbuizen, inspectieputten en huisaansluitingen moeten worden verwijderd, zijn deze niet als separate werkzaamheden opgenomen. Dit heeft te maken met de LCA-systematiek waarbij het verwijderen van het aan te brengen product/constructie in de fases C1 tot en met D wordt meegenomen. De milieu-impact van het verwijderen van eerder aangelegde constructies is volgens deze systematiek derhalve in de levenscyclus analyse van het reeds aanwezige product meegenomen.

### 2.3 UITGANGSPUNTEN KOUS-RELINING

Voor de berekening van de kous-relining is gebruik gemaakt van de LCA die door kous-leverancier Saertex is aangeleverd voor de SAERTEX-LINER MULTI Typ S+ Standard 300/3. De inzet van materieel, inclusief brandstofverbruik, voor het aanbrengen en uitharden van de kous zijn door GMB aangeleverd, zie Bijlage I. De gegevens van Saertex en GMB zijn samengevoegd in het LCA-programma Rethink waar een totale MKI-waarde wordt berekend voor de werkzaamheden zoals weergegeven in Tabel 2. De cursief gedrukte werkzaamheden zijn niet meegenomen in de MKI-berekening.

#### Werkzaamheden kous-relining

*Legen en reinigen en riolering*

Frezen riolering

Reinigen riolering na freeswerk

Aanbrengen en uitharden kous

Freeswerk ten behoeve van huisaansluitingen

*Reiniging ten behoeve van opleverinspectie*

Tabel 2 Werkzaamheden ten behoeve van kous-relining

### 2.4 RESULTATEN MKI-BEREKENINGEN

In Tabel 3 zijn de MKI-waarden voor zowel de onderdelen ten behoeve van vervanging oud door nieuw als de kous-relining weergegeven. Het betreft de renovatie van 1000m riolering met een diameter van circa 300mm. Tevens is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de renovatie opgenomen. Zie Bijlage II voor detailinformatie.

Element	Vervanging oud door nieuw	Kous-relining
Rijbaan	€ 20.148,97	
Grondwerk	€ 1.527,36	
Buizen	€ 2.782,16	
Inspectieputten	€ 1.111,44	
Huisaansluitingen	€ 968,49	
Kous-relining	---	€ 3.089,76
<b>Totale MKI-waarde</b>	<b>€ 26.538,41</b>	<b>€ 3.089,76</b>
<b>Totale CO<sub>2</sub>-uitstoot (kg CO<sub>2</sub> eq)</b>	<b>323.604,47</b>	<b>42.111,62</b>

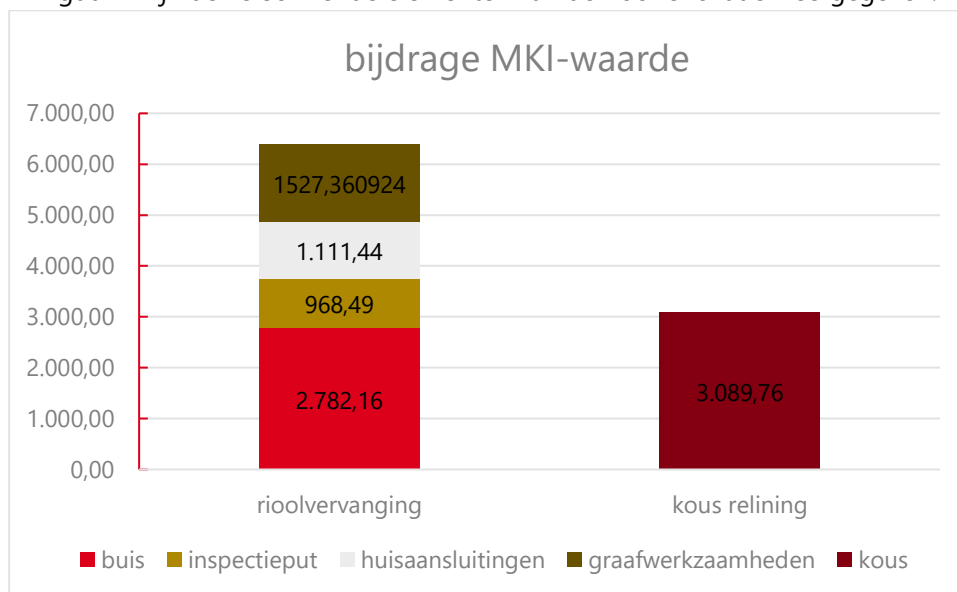
Tabel 3 MKI-waarde en CO<sub>2</sub>-uitstoot rioolrenovatie

### 2.4.1 Invloed rijbaan

Het verwijderen en weer opnieuw aanbrengen van de rijbaan levert verreweg de grootste bijdrage aan de MKI-waarde. De vraag is echter in hoeverre deze milieu-impact aan de rioolrenovatie dient te worden toegekend. Door werkzaamheden goed op elkaar af te stemmen en de rioolvervanging uit te voeren als een wegconstructie nodig is, wordt extra impact als gevolg rioolvervanging vermeden. In de verdere analyse wordt daarom de bijdrage van het tijdelijk opbreken van de rijbaan niet meegenomen. De MKI-waarde exclusief rijbaan bedraagt € 6.389,44.

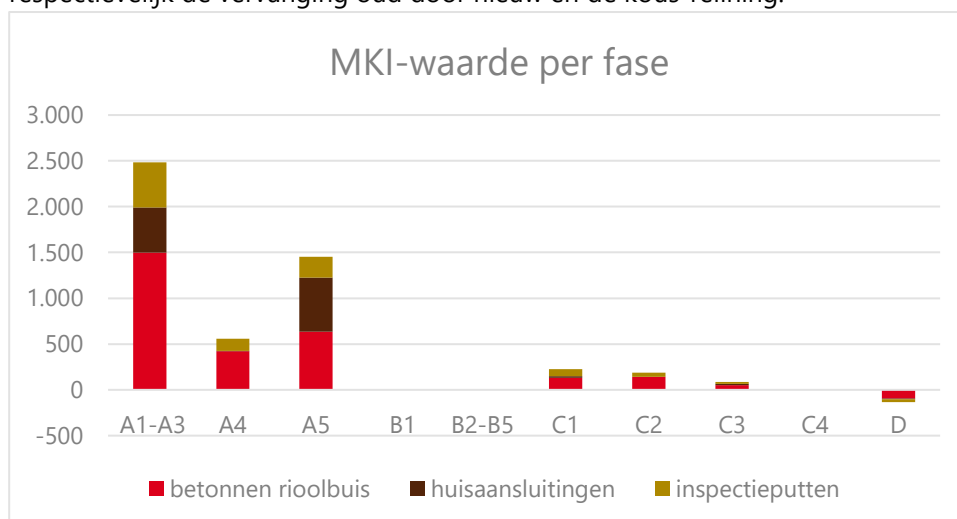
### 2.4.2 Vergelijking elementen riolering

In Figuur 2 zijn de verschillende elementen van de rioolrenovatie weergegeven.



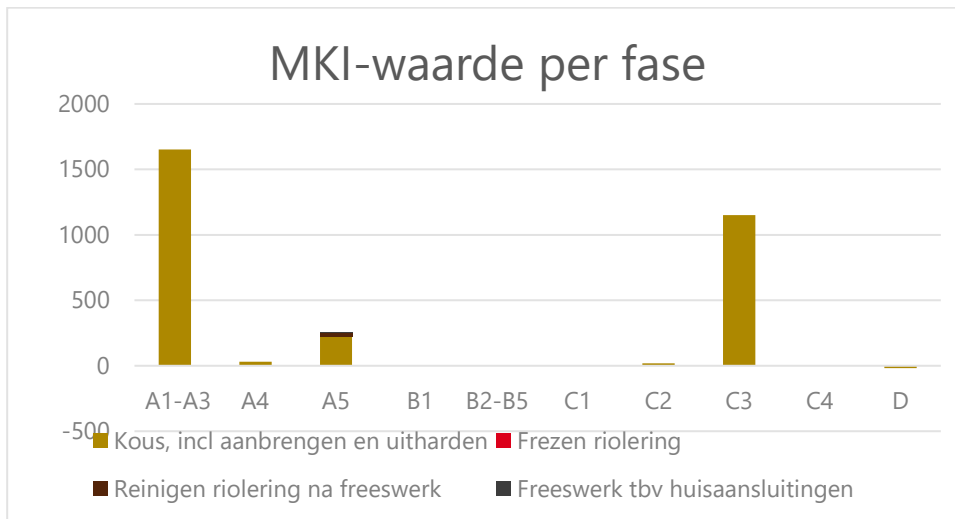
Figuur 2 MKI-bijdrage verschillende onderdelen rioolrenovatie

De bijdrage van de verschillende fases aan de MKI-waarde is weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4 voor respectievelijk de vervanging oud door nieuw en de kous-relining.



Figuur 3 MKI-waarde per fase Vervanging oud door nieuw





Figuur 4 MKI-waarde per fase Kous-relining

### 2.4.3 Zwaartepunt bijdrage MKI-waarde

Voor de vervanging oud door nieuw is vooral de productie van de betonnen rioolbuizen en inspectieputten én de graafwerkzaamheden bepalend voor de MKI-waarde.

In het geval van de kous-relining draagt naast de productie van de kous het storten aan het einde van de levensduur (C3) fors bij aan de MKI-waarde aangezien er op dit moment geen mogelijkheden voor het recyclen van glasvezel versterkt kunststof beschikbaar zijn. Bovendien schrijft de bepalingsmethode van de NMD voor dat in de berekeningen moet worden uitgegaan van 100% storten.

Als alleen naar de rioolbuis wordt gekeken, heeft de betonnen rioolbuis een lagere MKI-waarde. Het zijn de bijkomende werkzaamheden zoals het vervangen van inspectieputten en huisaansluitingen die de MKI-waarde verhogen tot boven de waarde voor de kous-relining. In deze berekening is 100% vervanging van inspectieputten en huisaansluitingen meegenomen. In hoeverre een aangepaste werkwijze voor het vervangen van een betonnen rioolbuis dit percentage kan verlagen is niet nader uitgezocht.

### 2.4.4 CO<sub>2</sub>-uitstoot

De CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de vervanging oud door nieuw zonder rijbaan bedraagt 93.093,19 kg CO<sub>2</sub> eq. Dit is ruim 2x zoveel dan die uitstoot in geval kous-relining. Dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt doordat in de DuboCalc berekening is uitgegaan van Stage IIIB materieel met diesel. Door de inzet van zuiniger materieel met HVO brandstof of zelfs emissieloos materieel, neemt de CO<sub>2</sub>-uitstoot als gevolg van de inzet van materieel af tot 10-0%. Het effect op de MKI-waarde is echter beperkt. De inzet van emissiearm materieel resorteert in meer milieu winst voor de renovatie door middel van vervanging. Hierbij wordt echter opgemerkt dat extra kilometers als gevolg van omrijdbewegingen door het verkeer vanwege de werkzaamheden zullen leiden tot meer CO<sub>2</sub>-uitstoot.

### 3. BUIS-IN-BUIS RENOVATIE

Een andere sleufloze renovatietechniek is het buis-in-buis renovatiesysteem waarbij een prefab glasvezel versterkte (GVK) buis in een bestaande rioolbuis wordt geplaatst.

Gegevens van zowel de productie van de GVK-buis als de inzet van materieel zijn door Amiblu verstrekt. De beschikbare EPD van de GVK-buis (PN1 SN10.000) is gebaseerd op de EN 15804+A1 maar de toxiciteiten ontbreken om de EPD om te kunnen rekenen naar een MKI-waarde.

Om toch een indicatie te kunnen geven, zijn de 7 overige milieufactoren die worden gebruikt bij de bepaling van de MKI-waarde, vergeleken met de EPD van de GVK-kous. Hoewel de milieu-impact per kg product in dezelfde grootteorde ligt, is de buis-in buis, circa 2 x zo zwaar als de kous.

Het brandstofverbruik van het in te zetten materieel is vergelijkbaar voor beide sleufloze renovatietechnieken.

Voor een buis met een diameter van 300mm, lijkt de MKI-waarde van een buis-in-buis circa 2 maal MKI-waarde van de kous-relining. Dit is echter een zeer indicatieve inschatting op basis van de beschikbare gegevens.

## 4. CONCLUSIES

Om bij de keuze voor herstelmaatregelen in geval van rioolschade ook de milieu-impact mee te nemen, is vervanging van een rioolbuis vergeleken met een sleufloze techniek. Voor een riolering met diameter 300mm en een verschaalbare lengte van 1000m is voor zowel vervanging oud door nieuw als een sleufloze kous-relining de MKI-waarde bepaald.

Welke techniek de meest duurzame oplossing is, kan aan de hand van dit onderzoek niet in zijn algemeenheid gesteld worden. Dit heeft onder andere te maken met de beperking van dit onderzoek tot 1 (kleine) diameter, zijnde 300mm omdat meer informatie op dit moment nog niet beschikbaar is. Bij de interpretatie van de resultaten dient er rekening mee gehouden te worden dat de MKI-waarde voor de vervanging oud door nieuw gebaseerd is op generieke data terwijl de gegevens van de kous-relining merkspecifiek en daardoor nauwkeuriger zijn.

Bij de vervanging oud door nieuw, wordt de MKI-waarde vooral bepaald door de bijkomende werkzaamheden: een rijbaan dient tijdelijk verwijderd te worden en bij het vervangen van de rioolbuis worden in de praktijk ook inspectieputten en huisaansluitingen vervangen. Of dit noodzakelijk is als gevolg van het verwijderen van de rioolbuis of dat inspectieputten en huisaansluitingen ook reeds zodanig beschadigd waren dat vervanging nodig is, is niet nader onderzocht.

Als de graafwerkzaamheden en het vervangen van rioolbuis, putten en huisaansluitingen worden vergeleken met de kous-relining dan is de MKI-waarde van vervanging oud door nieuw € 6.389,44 ten opzichte van € 3.089,76 voor de kous-relining.

Vergelijking van alleen de productie van een betonnen rioolbuis met de GVK-kous geeft een MKI-waarde van € 1.498,48 voor de betonnen rioolbuis en een waarde van € 1.651,67 voor de GVK-kous.

### Opmerking

Dit onderzoek is een eerste kwantitatieve beschouwing van rioolvervanging versus kous-relining. De berekening is gedaan voor een fictief stelsel op basis van generieke data uit de NMD en slechts specifieke data voor één diameter GVK-kous dus van één leverancier.

Hoewel er een significant verschil zit in de berekende MKI-waarde, kunnen hieruit geen generieke conclusies worden getrokken. Daarvoor is meer inzicht in meerdere diameters nodig. Bij grotere en zwaardere rioolbuizen wordt de relatieve bijdrage van de bijkomende werkzaamheden namelijk minder.

# I. UITGANGSPUNTEN MKI-BEREKENINGEN

## UITGANGSPUNTEN FICTIEVE STELSEL

<b>Kenmerk fictief rioolsysteem</b>	<b>Aantal</b>	<b>Eenheid</b>
Inwoners / woning	2,3	mensen
Lengte riolering per inwoner	4,0	m
Lengte gescheiden riolering per inwoner	8,0	m
Kolkafstand hart-op-hart	10,0	m
Aansluitleiding per kolk diameter 125mm	5,5	m
Huisaansluiting per stelsel per woning diameter 125mm	10,0	m
Inspectieput hart-op-hart	40	m

Tabel 4 Kenmerken Fictief stelsel Stichting RIONED

<b>Hoeveelheden verharding</b>	<b>Aantal</b>	<b>Eenheid</b>
Totale lengte	1000	m
Verharding, breedte 5,8m	5.800	m <sup>2</sup>
Straatlaag, dikte 0,05m	315	m <sup>3</sup>
Puinfundering, dikte 0,25m	1.700	m <sup>3</sup>
Zandlaag, dikte 0,50m	3.650	m <sup>3</sup>

Tabel 5 Opbouw verharding fictief stelsel

<b>Hoeveelheden riolering</b>	<b>Aantal</b>	<b>Eenheid</b>
Totale lengte rioolbuizen	1.000	m
Huisaansluiting diameter 125mm per streng	4.014	m
Inspectieput prefab beton 1000x1000x1200mm, 15mm wanddikte per streng	25	stuks

Tabel 6 Elementen rioleringsstreng

Niet meegenomen in het fictieve stelsel:

- Putdeksels

Gekozen vereenvoudigingen:

- Gemiddelde diepteligging riool: 1m onder onderkant zandbed verharding
- Afmetingen inspectieput voor gehele rioolstreng hetzelfde gehouden
- Efscheidingsput meegenomen als 1m aansluitleiding

## GEGEVENS DUBOCALC

Voor de 'Vervanging Oud door Nieuw' is DuboCalc gebruikt. Er is gebruik gemaakt van DuboCalc versie 6.0 met database versie d.d. 30 juni 2023.

In onderstaande analyse worden de MKI-waarden zonder categorie 3 opslag gerapporteerd. De opslag op de categorie 3 data wordt vooral gebruikt tijdens aanbestedingen of inkoop om de markt te stimuleren om categorie 1 op te stellen om zo de gegevens in de NMD te kunnen verbeteren. Om opwerpoplossingen met elkaar te vergelijken is het niet nodig om met deze opslag te rekenen. Het toepassen van deze opslag kan namelijk een zeer vertekend beeld geven indien zowel categorie 3 als categorie 1 data worden gebruikt

De MKI-waarde van PVC buizen met een diameter < 130mm kan worden afgeleid uit een beschikbare, verschaalbare productkaarten:

De productkaart 'PVC rioleringsbuis klein' geeft de MKI-waarde van PVC buis met een diameter van 63mm en een wanddikte van 1,9mm. Om de MKI-waarde van 1m PVC buis met een diameter van 125mm en een wanddikte van 3,2mm te bepalen dient een factor van 3,36 te worden toegepast. Dit is verwerkt in het aantal strekkende meters PVC buis.

## KOUS-RELINING

De inzet van materieel en het bijbehorende brandstof/energie verbruik is gebaseerd op gegevens van GMB.

<b>Werkzaamhedenkous-relining</b>	<b>Inzet</b>	<b>Verbruik</b>
Transport liner vanaf fabriek	200 km	
Frezen riolering		8,3 kWh
Reinigen riolering na freeswerk		51,6 l diesel
Aanbrengen en uitharden kous		418,9 l diesel
Freeswerk ten behoeve van huisaansluitingen		28 kWh

Tabel 7 Inzet materieel ten behoeve van kous-relining

## II. RESULTATEN MKI-BEREKENINGEN

### VERVANGING OUD DOOR NIEUW

In Tabel 8 zijn de MKI-waarden zonder categorie 3 toeslag en de CO<sub>2</sub>-emissie opgenomen voor de situatie waarin in de oude rioolbuis wordt vervangen door een nieuwe waarbij ook de inspectieputten en huisaansluitingen worden vervangen.

<i>Element</i>	<i>Item</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Eenheid</i>	<i>MKI-waarde totaal excl. cat 3 opslag</i>	<i>CO2-emissie (kg CO2-eq)</i>
Grondwerk	Wiellaadschop (diesel)	168	uur	1044,059524	14647,8016
Grondwerk	Graafmachine, cat. IIIB, diesel	112	uur	483,3014002	6780,554999
Rijbaan	Funderingslaag Menggranulaat 250mm	1700	m2	1299,491368	15357,63195
Rijbaan	Straatzand	315	m3	2987,811552	39354,30976
Rijbaan	Straatbaksteen GWW, KNB	5800	m2	4921,204322	40910,57767
Rijbaan	Ophoogmateriaal, zand	3650	m3	11482,81457	134888,7609
DWA Riolering	Rioolbuis beton 300mm	1000	m	2782,155904	41280,19959
DWA Riolering	PVC rioleringsbuis, klein Inspectieput prefab beton 1000x1000x1200mm, 15mm	4014	m	1111,441666	15906,63048
DWA Riolering	wanddikte	25	stuk(s)	968,4861543	14478,00462
<b>Totaal</b>				<b>27.080,77</b>	<b>323.604,47</b>

Tabel 8 MKI-waarden Vervanging oud door nieuw - uitdraai DuboCalc

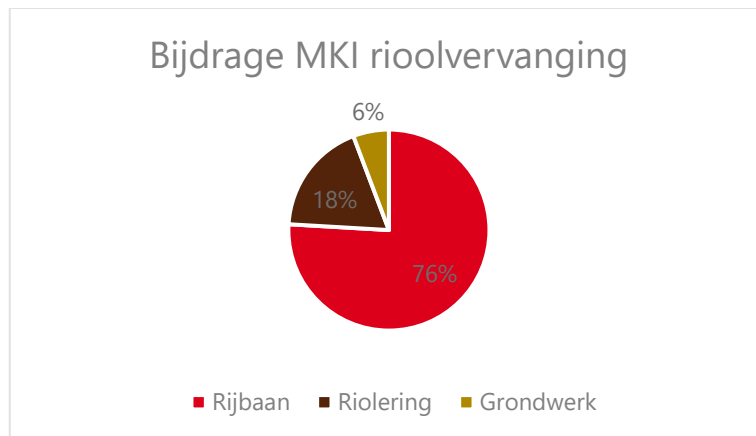
Tabel 9 toont de MKI-waarden zonder toeslag, uitgesplitst naar de verschillende levensfasen waarbij Fase B (vervanging) handmatig is verwijderd.

<i>Item</i>	<i>MKI A1-A3</i>	<i>MKI A4</i>	<i>MKI A5</i>	<i>MKI C1</i>	<i>MKI C2</i>	<i>MKI C3</i>	<i>MKI C4</i>	<i>MKI D</i>
Wiellaadschop (diesel)	0,00	0,00	1044,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Graafmachine, cat. IIIB, diesel	0,00	0,00	483,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Funderingslaag Menggranulaat 250mm	0,00	396,59	319,66	105,65	400,56	0,00	6,16	12,45
Straatzand	800,55	253,82	978,81	978,81	256,36	0,00	3,98	-284,50

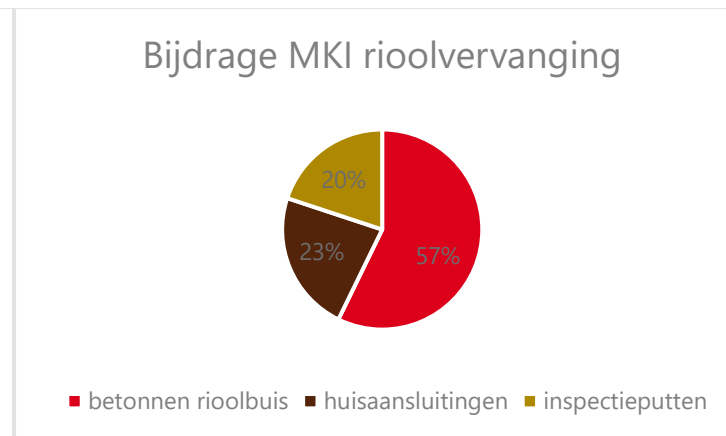
Straatbaksteen GWW, KNB	18975,33	2342,65	83,66	6,05	275,91	25,17	0,70	-17272,20
Ophoogmateriaal, zand	8184,85	2595,07	813,00	136,96	2621,02	0,00	40,69	-2908,78
Rioolbuis beton 300mm	1498,48	420,39	633,80	130,67	141,74	51,26	1,35	-95,52
PVC rioleringsbuis, klein	491,04	3,23	590,96	19,19	0,00	15,62	0,00	-8,61
Inspectieput prefab beton 1000x1000x1200mm, 15mm wanddikte	495,30	133,66	229,54	75,53	45,10	19,57	0,48	-30,70
<b>Totaal excl B: 26.538,41</b>	<b>30.445,55</b>	<b>6.145,41</b>	<b>5.176,78</b>	<b>1.452,86</b>	<b>3.740,69</b>	<b>111,62</b>	<b>53,36</b>	<b>-20.587,86</b>

Tabel 9 MKI-waarden Vervanging oud door nieuw per fase

In Figuur 5 en 6 zijn de procentuele bijdrage van de verschillende onderdelen aan de MKI-waarde gevisualiseerd.



Figuur 5 Bijdrage diverse onderdelen aan MKI-waarde



Figuur 6 Bijdrage diverse elementen riolering aan MKI-waarde

De grootste milieu-impact bij het vervangen van een oude rioolbuis door een nieuwe buis wordt veroorzaakt door de bijkomende werkzaamheden zoals het (tijdelijk) verwijderen van de bovenliggende weg en het vervangen van inspectieputten en huisaansluitingen.

## KOUS-RELINING

De MKI-waarde voor het produceren en aanbrengen van een kous-reliner is berekend met het LCA-programma Rethink. De resultaten per fase zijn weergegeven in Tabel 10.

<b>Activiteit</b>	<b>MKI A1-A3</b>	<b>MKI A4</b>	<b>MKI A5</b>	<b>MKI C1</b>	<b>MKI C2</b>	<b>MKI C3</b>	<b>MKI C4</b>	<b>MKI D</b>
Frezen riolering			0,40					
Reiniging riolering na freeswerk			30,00					
Kous-reliner	1.651,67	30,20	224,91		17,81	1150,78		-17,34
Freeswerk tbv huisaansluitingen			1,33					
<b>Totaal excl B: 3089,76</b>	<b>1.651,67</b>	<b>30,20</b>	<b>256,64</b>		<b>17,81</b>	<b>1150,78</b>		<b>-17,34</b>

Tabel 10 MKI-waarden Kous-relining per fase