

---

## **CO<sub>2</sub> prestatieladder - Ketenanalyse Riothermie**

**Publicatie voor SKAO website**

**2 augustus 2017**



## Verantwoording

<b>Titel</b>	CO2 prestatieladder - Ketenganalyse Riothermie
<b>Opdrachtgever</b>	Tauw bv
<b>Projectleider</b>	Martine Burgstaller
<b>Auteur(s)</b>	Juliane Kupfernagel
<b>Projectnummer</b>	0495501
<b>Aantal pagina's</b>	13 (exclusief bijlagen)
<b>Datum</b>	2 augustus 2017
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven

## Colofon

Tauw bv  
BU Industry  
Handelskade 37  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon +31 57 06 99 91 1

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001



## Inhoud

<b>Verantwoording en colofon .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Systeemgrens.....</b>	<b>8</b>
<b>3 Aannames .....</b>	<b>9</b>
<b>4 CO<sub>2</sub> uitstoot per levenscyclusfase .....</b>	<b>10</b>
<b>5 Conclusie .....</b>	<b>11</b>
5.1 Acties.....	11
5.2 Discussie.....	12

### Bijlage(n)

- 1 Berekeningen en aannames ketenanalyse riothermie

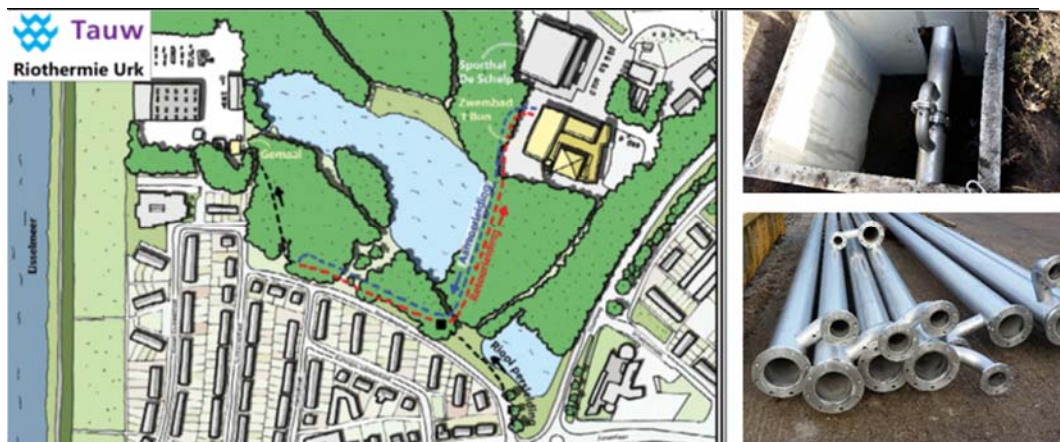


## 1 Inleiding

In het kader van het verkrijgen van niveau 5 op de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder voert Tauw twee analyses uit van GHG (Green House Gas) genererende ketens. Dit document beschrijft de ketenanalyse van riothermie. Deze ketenanalyse is opgesteld door Tauw.

De ketenanalyse is opgesteld conform GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard.

Deze ketenstudie is geïnspireerd aan het door Tauw doorgevoerde riothermie project voor het Zwembad 't Bun op Urk. In figuur 1.1 is een plattegrond te zien van het riothermieproject waarin de persleiding en aan- en afvoerleidingen naar het zwembad zijn ingetekend. Daarnaast zijn foto's te zien van de rioolpersleiding met ingebouwde warmtewisselaar.



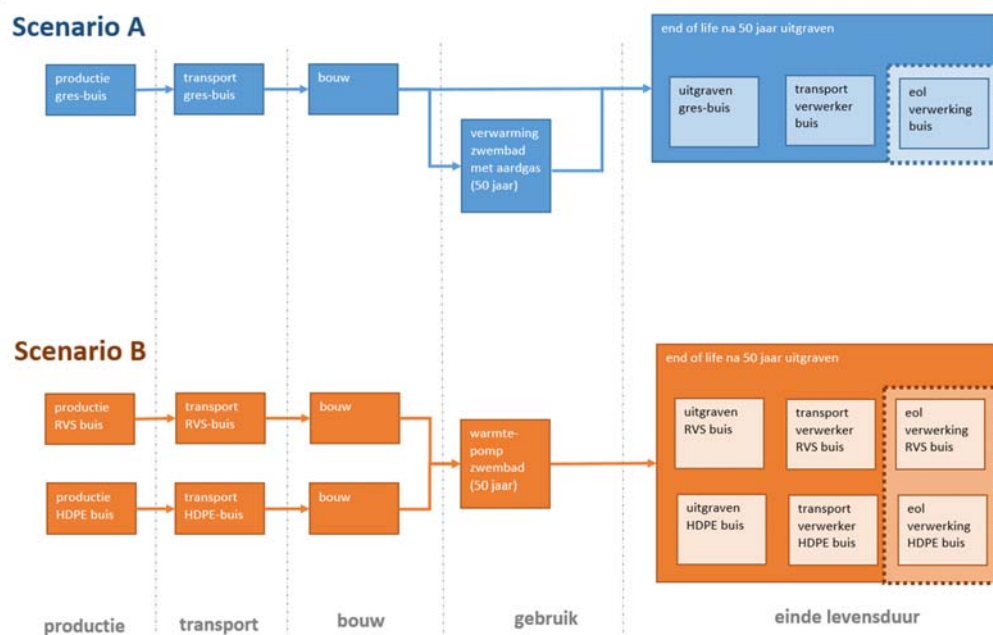
Figuur 1.1 Riothermie op Urk

## 2 Systeemgrens

Er wordt een vergelijkende CO<sub>2</sub> ketenstudie uitgevoerd:

- Scenario A: Vernieuwing riool met een middel grote gresbuis en verwarming van het zwembad met aardgas voor 50 jaar
- Scenario B: Vernieuwing riool met een RVS buis met geïntegreerde warmtewisselaar plus HDPE warmte aan- en afvoerleiding naar het zwembad, verwarming van het zwembad met elektriciteit voor een warmtepomp voor 50 jaar

In figuur 2.1 is de systeemgrens gevisualiseerd. Buiten de systeemgrens zijn een aantal subketenonderdelen zoals: buffervaten, CV ketel en warmtepomp, vloerverwarming, en isolatiemateriaal voor het gebouw. Ook de eindverwerking bij bereiken van het einde van de levensduur is buiten de scope omdat nu nog niet bekend is hoe deze onderdelen in toekomst verwerkt worden. Wij verwachten dat de eindverwerking in ieder geval minder CO<sub>2</sub> uitstoot heeft dan de productie van de onderdelen.



**Figuur 2.1 Systeemgrens vergelijkende ketenstudie riothermie**

De functionele eenheid per scenario is een warmtevraag van 3.500GJ per jaar gedurende 50 jaar. De temporale scope 50 jaar is gekozen als levensduur van een rioolleiding.



### 3 Aanames

Er wordt een aantal aannames gedaan die voor allebei scenario's of voor een van die twee gelden. De aannames zijn gebaseerd op de uit het project opgedane ervaring en expert inschatting van Tauw's ingenieurs die bij het project betrokken waren.

De aannames zijn als volgt samengevat:

#### Scenario A+B:

- Warmtevraag 3.500 GJ per jaar
- Levensduur riolering 50 jaar
- Lengte rioolbuis 125m
- Bouwwerkzaamheden voor aanleg rioolbuizen gelijk in elk scenario
- Transport met vrachtwagen 50 km

#### Scenario A:

- Rioolbuis is een middelgrote gres buis
- Calorische waarde (laag) aardgas 31,65MJ/m<sup>3</sup>
- Efficiëntie CV ketel:  $\mu=90$  %

#### Scenario B:

- Rioolpersleiding met warmtewisselaar:
  - Dikte 25mm
  - Buitendiameter 250mm
  - Dichtheid staal 7.800 kg/m<sup>3</sup>
- Aan- en afvoer leiding
  - 2 keer 250m
  - Material HDPE buis
  - Dikte 5mm
  - Buitendiameter 100mm
- Warmtepomp
  - Efficiëntie 90 %
  - COP = 4

Gedetailleerde berekeningen en CO<sub>2</sub> emissiefactoren zijn te vinden in bijlage 1.

## 4 CO<sub>2</sub> uitstoot per levenscyclusfase

In tabel 4.1 is de CO<sub>2</sub> uitstoot per levenscyclusfase in kg CO<sub>2</sub> en in procenten per scenario aangegeven.

**Tabel 4.1 CO<sub>2</sub> uitstoot per levenscyclusfase**

	<b>Scenario A</b> t CO <sub>2</sub> uitstoot	<b>Scenario A</b> % bijdrage aan geheel CO <sub>2</sub> uitstoot	<b>Scenario B</b> t CO <sub>2</sub> uitstoot	<b>Scenario B</b> % bijdrage aan geheel CO <sub>2</sub> uitstoot
Productie	7,7	0,07 %	6,6	0,14 %
Transport	0,0	0,00 %	0,0	0,00 %
Bouw	1,0	0,01 %	4,0	0,08 %
Gebruik	11.592,9	99,92 %	4.793,6	99,76 %
Einde levensduur	0,2	0,00 %	0,9	0,02 %
<b>Totaal</b>	<b>11.602</b>	<b>100,00 %</b>	<b>5.931</b>	<b>100,00 %</b>

In allebei scenario's wordt meer dan 99 % van de CO<sub>2</sub> tijdens de gebruiksfase uitgestoten. Tijdens de productie van de materialen, transport, bouw en einde levensduur wordt in Scenario B met riothermie meer CO<sub>2</sub> uitgestoten dan in Scenario A. Dat hangt ermee samen dat in scenario B een andere type rioolbuis met een hoger CO<sub>2</sub> uitstoot tijdens productie gebruikt wordt en omdat extra HDPE leidingen geplaatst worden.

Desniettemin ontstaat minder CO<sub>2</sub> met het riothermiesysteem over een levenscyclus van 50 jaar dan bij Scenario A. In boven berekend scenario B werd met een CO<sub>2</sub> emissiefactor voor stroom (onbekend) gerekend.

In tabel 4.2 is scenario B nog een keer berekend met CO<sub>2</sub> emissiefactoren voor verschillende elektriciteitsbronnen. Zelf met gebruik van grijze stroom wordt minder CO<sub>2</sub> uitgestoten met een riothermiesysteem dan zonder. Wordt elektriciteit van wind-, waterkracht of zonne-energie toegepast dan daalt de CO<sub>2</sub> uitstoot met 12t CO<sub>2</sub> voor 50 jaar. Dat betekent dat rond 232t CO<sub>2</sub> per jaar bespaard kan worden met een riothermiesysteem met een warmtepomp die draait op wind-, waterkracht of zonne-energie – een reductie van 99 % in vergelijking met scenario A.

**Tabel 4.2 CO<sub>2</sub> uitstoot Scenario B riothermie met verschillende electriciteitsbronnen**

	Grijze stroom	Stroom onbekend	Stroom biomassa	Wind/ zon/ water
	t CO <sub>2</sub> uitstoot	t CO <sub>2</sub> uitstoot	t CO <sub>2</sub> uitstoot	t CO <sub>2</sub> uitstoot
Productie, transport, bouw, einde levensduur	12	12	12	12
Gebruik	7.103	4.794	2.552	0
<b>Totaal</b>	<b>7.114</b>	<b>4.805</b>	<b>2.564</b>	<b>12</b>

## 5 Conclusie

Door deze ketenanalyse wordt duidelijk dat de levenscyclusfasen productie, transport, bouw en einde levensduur een marginale impact op de CO<sub>2</sub> balans hebben. Aangezien dat er verschillende rioolbuistypen en verschillende rioolwarmtewisselaars op de markt zijn kan geconcludeerd worden dat de keuze van het ontwerp weinig invloed op de CO<sub>2</sub> balans voor een levensduur van 50 jaar heeft.

De elektriciteitsbron heeft grote invloed op de CO<sub>2</sub> balans.

Om de keten nog verder te verbeteren zou gekeken moeten worden hoe de warmtepomp en warmtewisselaar een hogere efficiëntie kunnen bereiken om zo de elektriciteitsverbruik te minimaliseren.

### 5.1 Acties

#### ***Hoe kan Tauw invloed uitoefenen op CO<sub>2</sub> reductie en energiebesparing door eigen autonome acties op basis van deze inzichten?***

In onze (riothermie)projecten maken we standaard een berekening van de CO<sub>2</sub> besparing. Daarnaast bepalen we ook de terugverdientijd van het systeem. Dit laatste is meestal bepalend voor het doen van de investering. De eerste is met name politiek-bestuurlijk een interessant gegeven, maar heeft nog geen financiële waarde.

In deze ketenanalyse is alleen gekeken naar een persriool-systeem. Het vermoeden is dat de uitkomst van een vrij-verval-systeem niet heel erg anders zal zijn, maar die analyse willen / zullen we gaan maken. Ook, omdat in veel situaties sprake is van een vrij-verval-systeem. Mochten de CO<sub>2</sub>-uitkomsten van een vrij-verval-systeem heel anders zijn, dan kunnen we onze opdrachtgevers adviseren een variantenstudie uit te voeren, inclusief de kosten en de baten voor

een pers- en een vrij-verval-systeem. Op die manier maken we inzichtelijk welke CO<sub>2</sub>-voordelen er kunnen zijn, maar ook wat de kosten en opbrengsten daarvan zijn.

**Strategieën voor CO<sub>2</sub> reductie van het werkveld Energie:**

De strategie van / voor omgevingswarmte is vastgelegd in het strategiedocument, te vinden op SharePoint, onder [deze link](#). Hierin hebben we aangegeven dat we van *adviseur kansenkaarten willen* ontwikkelen naar *warmteleverancier*. Ook is in dat document aangegeven wat we *niet* doen (de mogelijke maar niet te vervolgen strategieën zijn daar ook opgenomen). De focus ligt op omgevingswarmte, elektrische energie is geen speerpunt, omdat dit enerzijds een ver uitgekristalliseerde techniek is en anderzijds sterk beïnvloed wordt door netbeheer en belastingwetgeving. Binnen de focus op warmte kijken we vanuit de kansenkaarten voor gemeenten naar warmtebronnen en warmte-afzet.

Daarnaast willen we in 2017 voor tenminste één project de warmteleverantie voor onze rekening nemen. De groei in 2018 zal worden bepaald door het rendement en het investeringsvermogen van Tauw Group.

Naast de genoemde kansenkaarten willen we ook de Smart Energy Planner meer in gaan zetten in projecten. Met deze eigen tool kunnen we de energievraag en het –aanbod op gebiedsniveau in beeld brengen. Verduurzaming van gebieden speelt een steeds nadrukkelijker rol, waarin wij een rol van betekenis willen spelen.

Bovenstaande leidt ook tot een personele groei. Deze is echter moeilijk te kwantificeren, maar een geschatte groei van 15 % op jaarbasis moet mogelijk zijn.

## 5.2 Discussie

Tauw heeft nieuwe ketenanalyses opgesteld ten behoeve van het behalen van niveau 5 van de CO<sub>2</sub> prestatieladder v3.0. Aan SGS Search Consultancy (hierna: SGS) is gevraagd om één van deze twee ketenanalyses te becommentariëren. Hiermee is voldaan aan de eis 4.A.3 van de CO<sub>2</sub>–prestatieladder V.3.0

*“Tenminste 1 van de analyses uit 4.A.1 (scope 3) is professioneel ondersteund of becommentarieerd door een ter zake als bekwaam erkend en onafhankelijk kennisinstituut.”*

Uit de becommentariëring komt te voren dan SGS de conversiefactoren afkomstig uit DuboCalc niet kan verifiëren. Uit overleg blijkt dat de versie van DuboCalc die gebruikt is tijdens het opstellen van de ketenanalyse niet meer toegankelijk is in verband met de overgang naar een nieuwe versie. SGS kan uit deze nieuwe versie de CO<sub>2</sub> conversiefactoren niet opnieuw genereren.

Wanneer Tauw de nieuwe versie van DuboCalc ter beschikking heeft, zullen de gegevens en bronnen gestructureerd en traceerbaar opgeslagen worden. Bij afwijkingen zal de ketenanalyse geüpdatet worden door Tauw. Deze actie zal in 2017 afgerond worden.



# Bijlage

## 1

### Berekeningen en aannames ketenanalyse riothermie

Tabel 5.1 CO<sub>2</sub> emissiefactoren

Onderdeel	Dataset/bron	Primaire eenheid	kg CO <sub>2</sub> uitstoot per eenheid	Commentaren
Aardgas	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	Nm <sup>3</sup>	1,887	
Grijze stroom	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	kWh	0,526	
Stroom onbekend	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	kWh	0,355	
Windkracht	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	kWh	0	
Waterkracht	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	kWh	0	
Zonne-energie	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	kWh	0	
Biomassa	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	kWh	0,189	
Productie gresbuis middel	Dubocalc versie 4.01.2 Gres	m	61,792	0,096ton/m
Bouw riool	Dubocalc versie 4.01.2 Gresbuis middel	m	8,156	
Uitgraven riool	Dubocalc versie 4.01.2 Gresbuis middel	m	1,462	
Vrachtwagen, groot (> 20 ton)	www.co2emissiefactoren.nl; januari 2017	tkm	0.110	
Productie RVS rioolbuis met warmtewisselaar	Dubocalc versie 4.01.2 Verzinkt bandstaal	t	2.270,711	
Productie HDPE buis	Dubocalc versie 4.01.2 HDPE (gemiddeld)	t	0,0035	
Bouw HDPE buis	Dubocalc versie 4.01.2 HDPE (polyetheen)	m	5,018	
Uitgraven HDPE buis	Dubocalc versie 4.01.2 HDPE (polyetheen)	m	1,461	

**Scenario A:**

Aardgasverbruik 50 jaar

$$\frac{3.500GJ}{0,03165 \frac{GJ}{m^3} \cdot 90\%} \cdot 50 = 122.872m^3 \cdot 50 = 6.143.584m^3$$

**Scenario B:**

Gewicht RVS buis

$$\begin{aligned} m_{RVS \text{ buis}} &= \delta_{staal} \cdot V_{RVS \text{ buis}} \\ m_{RVS \text{ buis}} &= \delta_{staal} \cdot \pi \cdot l_{RVS \text{ buis}} \cdot (r_{buiten}^2 - r_{binnen}^2) \\ m_{RVS \text{ buis}} &= 7.800 \frac{kg}{m^3} \cdot \pi \cdot 125m \cdot [(125mm)^2 - (1225mm)^2] \\ m_{RVS \text{ buis}} &= 1,895t \end{aligned}$$

Gewicht HDPE buizen

$$\begin{aligned} m_{RVS \text{ buis}} &= \delta_{HDPE} \cdot V_{HDPE \text{ buis}} \\ m_{RVS \text{ buis}} &= \delta_{HDPE} \cdot \pi \cdot l_{HDPE \text{ buis}} \cdot (r_{buiten}^2 - r_{binnen}^2) \\ m_{RVS \text{ buis}} &= 960 \frac{kg}{m^3} \cdot \pi \cdot 2 \cdot 250m \cdot [(50mm)^2 - (45mm)^2] \\ m_{RVS \text{ buis}} &= 0,7163t \end{aligned}$$

Elektriciteitsgebruik warmtepomp 50 jaar

$$3.500GJ \cdot \frac{1kWh}{0,0036GJ} \cdot \frac{1}{COP} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot 50 = 972.222 kWh \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{0,9} \cdot 50 = 13.503.086 kWh$$