

## **Ketenanalyse** **Onderhoudsprojecten, nat**

Opdrachtgever  
Van den Herik-Sliedrecht  
Contactpersoon  
de heer ir.M. Keijzer  
Kenmerk  
R065374ad.1928DKE.rk  
Versie  
02\_001  
Datum  
17 juli 2020  
Auteur  
R. Kraaijenbrink

## Inhoudsopgave

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding.....</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | Relevantie ketenanalyse .....                                 | 3         |
| <b>2</b> | <b>Beschrijving van de keten .....</b>                        | <b>4</b>  |
| 2.1      | Uitgangspunten .....  | 4         |
| 2.2      | Ketenpartners en scope .....                                  | 4         |
| <b>3</b> | <b>Analyse van de keten.....</b>                              | <b>6</b>  |
| 3.1      | Ketenonderzoek 1 – Materieel inzet bij onderhoudswerken ..... | 6         |
| 3.2      | Ketenonderzoek 2 – Realiseren van afmeervoorzieningen .....   | 7         |
|          | Referentie product .....                                      | 8         |
| 3.3      | Betrouwbaarheid gebruikte data .....                          | 10        |
| <b>4</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen.....</b>                       | <b>11</b> |
| 4.1      | Conclusies.....   | 11        |
| 4.2      | Discussie en aanbevelingen .....                              | 11        |
|          | 4.2.1 Discussie conclusies .....                              | 11        |
|          | 4.2.2 Aanbevelingen .....                                     | 13        |

## Bijlagen

- Bijlage I Projectbeschrijving referentieprojecten
- Bijlage II Inventarisatie werksoorten bij onderhoudsprojecten
- Bijlage III Rekentool maatregelen

# 1 Inleiding

In opdracht van *Van den Herik Sliedrecht* (verder VDH) hebben wij een ketenanalyse opgesteld van projecten binnen de scope (PMC) “Havens, kanalen en rivieren” en “baggeren” specifiek gericht op de onderhoudsprojecten (nat).

De ketenanalyse past binnen de reductiestrategie van VDH;

*“De strategie voor de reductie van scope 3 emissies, over de planperiode 2019 – 2021, richt zich op het duurzaam materialiseren van projecten. Het duurzaam materialiseren richt zich op hergebruik, recycling en toepassen van duurzame materialen inclusief een optimale leveranties van de materialen beschouwd vanuit de CO<sub>2</sub> emissie.”*

## 1.1 Relevantie ketenanalyse

Uit de opgestelde ketenanalyse van de portefeuille (2018) blijkt onderstaand overzicht.

| Product Markt Combinaties       | Activiteit waarbij CO2 vrijkomt  | Relatief belang van CO2-belasting van de sector en invloed van de activiteiten |                                       | 5. Invloed bedrijf                    |
|---------------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                                 |  | 3. Sector (ton CO2-emissie)  | 4. Activiteiten (invloed op emissies) |                                       |
| 1. Sectoren en activiteiten     | 2. Omschrijving relevante upstream/downstream  |  |                                       | Invloed van bedrijf op 3 en 4         |
| Baggeren (56,2%)                | 1. Purchased services<br>4. Upstream transportation and distribution                       | groot  | middel groot<br>te verwaarlozen       | middel groot<br>klein                 |
| Havens/kanalen/rivieren (28,9%) | 1. Purchased goods<br>1. Purchased services<br>4. Upstream transportation and distribution | middel groot   | middel groot<br>groot<br>klein        | middel groot<br>middel groot<br>klein |
| Dijken (10,1%)                  | 1. Purchased goods<br>1. Purchased services<br>4. Upstream transportation and distribution | middel groot   | middel groot<br>groot<br>klein        | middel groot<br>middel groot<br>klein |
| Explosieven (4,5%)              | 1. Purchased services  | klein  | te verwaarlozen                       | te verwaarlozen                       |

Binnen het bestaande pakket aan maatregelen in de scope 3 strategie ontbreken specifieke maatregelen voor nat onderhoudswerk.

De onderhavige ketenanalyse heeft betrekking op de PMC Havens/kanalen/rivieren en specifiek daarbinnen purchased goods.

## 2 Beschrijving van de keten

Binnen diverse projecten van v/d Herik worden waterbouwkundige (kunst)werken (inclusief de watergang zelf) onderhouden en gerenoveerd. Voor deze ketenanalyse is onderzocht welke besparingen op het geheel van deze werkzaamheden kunnen worden gerealiseerd.

### 2.1 Uitgangspunten

Voor het uitvoeren van de ketenanalyse zijn twee recente projecten als referentie genomen;

- Onderhoud Twentekanal en IJsseldelta.
- Meerjarig in stand houden van het natte areaal in het beheersgebied van Rijkswaterstaat midden Nederland.

In bijlage I zijn de projectbeschrijvingen ter informatie opgenomen.

In de ketenanalyse zijn met name de volgende materialen/activiteiten beschouwd;

- Inzet van materieel bij onderhoudsprojecten (bijvoorbeeld baggeren)
- Het realiseren van afmeervoorzieningen
- Groenwerk
- Beton- en kade-renovatie

Binnen de ketenanalyse wordt de impact van de wijze van uitvoering en het efficiënt/gecombineerd plannen van werkzaamheden binnen het project onderzocht. Daarnaast wordt onderzocht wat de impact is van het toepassen van materialen met een lage CO<sub>2</sub> belasting over de levensduur.

### 2.2 Ketenpartners en scope

Binnen de referentieprojecten zijn ketenpartners (purchased goods, purchased services) betrokken geweest. De volgende relevante ketenpartners hebben specifieke informatie beschikbaar gesteld voor het uitvoeren van de ketenanalyse;

- Rijkswaterstaat
- Onderaannemer De Jong Zuurmond

De ketenanalyse heeft betrekking op de besparingen op de materiaaltoepassingen. Voor het bepalen van de CO<sub>2</sub> equivalenten van de materialen is gebruik gemaakt van de bepalingmethode milieuprestatie van gebouwen en GWW werken versie 3.0, januari 2019 (hierna, de bepalingmethode). De Bepalingmethode is gebaseerd op de ISO14040 - ISO14044 en de NEN-EN 15804:2012 + A1 (2013). Voor de levenscyclus, cradle-to-grave, van de materialen zijn de volgende fase beschouwd (gemarkeerd in de volgende figuur).

|   | Productiefase            |           |           | Bouwfase         |                                     | Gebruiksfase     |           |            |              |              | Sloop- en verwerkingsfase |           |                 |                        | Volgend product systeem                                  |
|---|--------------------------|-----------|-----------|------------------|-------------------------------------|------------------|-----------|------------|--------------|--------------|---------------------------|-----------|-----------------|------------------------|--|
|   | A1                       | A2        | A3        | A4               | A5                                  | B1               | B2        | B3         | B4           | B5           | C1                        | C2        | C3              | C4                     | D  |
|   | Winning van grondstoffen | Transport | Productie | Transport        | Bouw- en installatieproces / aanleg | Gebruik          | Onderhoud | Reparaties | Vervangingen | Verbouwingen | Sloop                     | Transport | Afvalverwerking | Finale afvalverwerking | Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling |
| <b>Cradle-to-grave</b><br>Functionele eenheid | <b>verplicht</b>         |           |           | <b>verplicht</b> |                                     | <b>verplicht</b> |           |            |              |              | <b>verplicht</b>          |           |                 |                        | <i>optioneel</i>   |

De bouw- en de sloop fase zijn geen onderdeel van de scope van deze ketenanalyse. In de gebruiksfase is er geen sprake van CO<sub>2</sub> impact van de materialen, deze zijn generiek als niet relevant beschouwd.

De LCA-berekeningen zijn uitgevoerd met de SBK-bepalingsmethode 25 oktober 2018, v3.04. Deze hanteert voor het kwantificeren van de CO<sub>2</sub>-emissies de “Global warming 100a” methode van IPCC welke ook is voorgeschreven in de ISO 14064-1:2019.

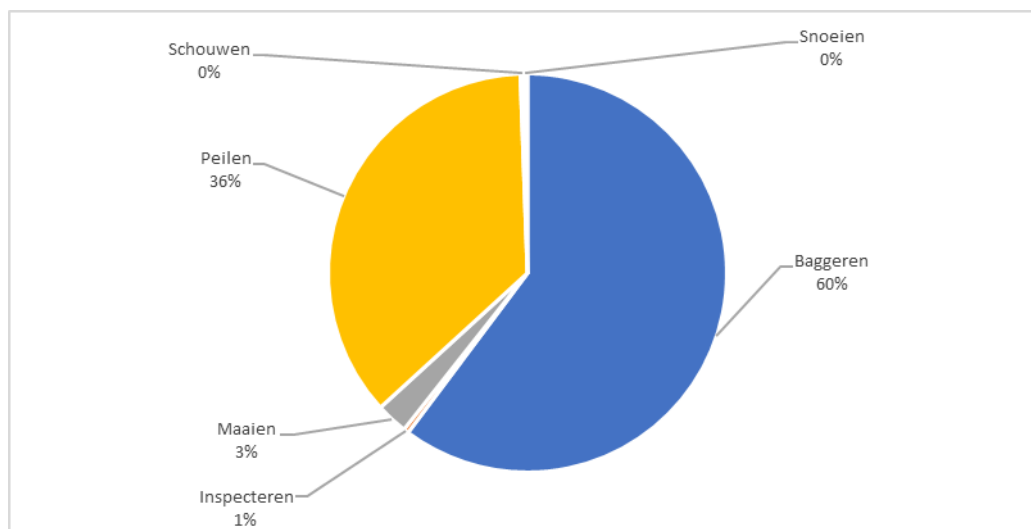
## 3 Analyse van de keten

### 3.1 Ketenonderzoek 1 – Materieel inzet bij onderhoudswerken

Vanuit het project “Meerjarig in stand houden van het natte areaal in het beheersgebied van Rijkswaterstaat midden Nederland” is een inventarisatie gedaan van de inzet van materieel bij de diverse werksoorten. Met deze inventarisatie kan een zwaartepunt analyse inzicht geven in de werksoorten die het meest bijdragen aan de CO<sub>2</sub>-emissies.

| Werksoort      | materieel     | uren | liter/uur* | liter | brandstof | kg CO <sub>2</sub> -eq/l | kg CO <sub>2</sub> -eq | Opmerkingen   |
|----------------|---------------|------|------------|-------|-----------|--------------------------|------------------------|---|
| Baggeren       | Hopperzuiger  | 1140 | 65         | 74100 | MGO       | 3,49                     | 258609                 | Prins 6   |
| Baggeren       | Ploegboot     | 960  | 50         | 48000 | MGO       | 3,49                     | 167520                 |   |
| Baggeren       | Kraanschip    | 475  | 50         | 23750 | MGO       | 3,49                     | 82888                  | Karma IV  |
| Inspecteren    | Inspectieboot | 64   | 20         | 1280  | benzine   | 2,74                     | 3507                   | Pingwin   |
| Maaien         | Bosmaaier     | 2000 | 0,9        | 1800  | benzine   | 2,74                     | 4932                   | inschatting o.b.v. literatuur (Hulskotte & Verbeek) |
| Maaien         | Tractor       | 800  | 6,5        | 5200  | diesel    | 3,23                     | 16796                  | inschatting o.b.v. literatuur (Hulskotte & Verbeek) |
| Peilen         | Peilboot      | 1754 | 50         | 87700 | MGO       | 3,49                     | 306073                 | Sprinter  |
| Schouwen       | Inspectieboot | 40   | 20         | 800   | benzine   | 2,74                     | 2192                   | Pingwin   |
| Snoeien        | Kettingzaag   | 3200 | 0,3        | 960   | benzine   | 2,74                     | 2630                   | inschatting o.b.v. literatuur (Hulskotte & Verbeek) |
| <b>totaal_</b> |               |      |            |       |           |                          | <b>845147</b>          |   |

\*Hoeveelheden zoals opgegeven door afdeling materieel en logistiek van VDH



Uit de resultaten is te zien dat verreweg de grootste impact het gevolg is van de baggeractiviteiten. De meeste reductie in CO<sub>2</sub> kan dan ook hier gehaald worden. De mogelijkheden hiertoe zijn bijvoorbeeld:

- Het reduceren van de hoeveelheid die gebaggerd wordt (door bijvoorbeeld prestatiegericht te baggeren),
- Het specifieke brandstofverbruik te reduceren door efficiëntere scheepsaandrijvingen te gebruiken (In dit referentie project is echter al gebruik gemaakt van een

- dieselelektrische/hybride schip), en/of
- CO<sub>2</sub> arme brandstoffen te hanteren zoals *good-fuel* of *blauwe diesel*.

Wat verder opvalt is dat de schepen die gehanteerd worden voor het peilen een hoog brandstofverbruik heeft. Ook hierbij kunnen de hiervoor benoemde maatregelen gehanteerd worden. Een innovatief oplossing die momenteel onderzocht wordt is het gebruik van een drone om te peilen. Deze zet specifiek in om het reduceren van de energiebehoefte van het peilschip (N.B. Een drone is veel kleiner dan reguliere schepen) waardoor een elektrische aandrijving mogelijk is en de directe emissies in zijn geheel worden uitgesloten. Wanneer de elektriciteit voor de drone ook nog eens uit duurzame bronnen wordt opgewekt betekent dit in het geval van dit referentie project een besparing van 306 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.2 Ketenonderzoek 2 – Realiseren van afmeervoorzieningen

VDH realiseert, onderhoudt of renoveert afmeervoorzieningen. Een afmeervoorziening is in principe elke voorziening waarbij een schip vastgelegd kan worden. Een dergelijke voorziening omvat bijvoorbeeld meerpalen, steigers maar ook damwanden. Traditioneel gezien wordt een dergelijke voorziening van staal of hout gerealiseerd.

Bij het realiseren van afmeervoorzieningen onderscheiden we twee strategieën om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren:

#### 1. Gebruik duurzame en/of gerecyclede materialen

Er zijn verschillende (traditionele) materialen beschikbaar voor afmeervoorzieningen, zie tabel hieronder:

| Materiaal                              | Type       | Toepassing (o.a.)                                 |
|--|------------|---|
| Staal                                  |            | Meerpalen; verbindingstukken (stiften); damwanden |
| Beton                                  |            | Damwanden; meerpalen                              |
| Kunststof                              |            | Damwanden; meerpalen                              |
| Tropisch hardhout (FSC gecertificeerd) | Azobé      | Meerpalen; steigers                               |
|  | Accoya     | Meerpalen; steigers                               |
|  | Basrolocus | Meerpalen; steigers                               |

Daarnaast zijn ook andere materialen beschikbaar, bijvoorbeeld composieten. Voorbeelden hiervan zijn glasvezelversterkte kunststofdamwanden<sup>1</sup> of gerecyclede materialen van afgedankte plezierbootjes en windturbinebladen<sup>2</sup>. Kunststof damwanden kunnen ook geproduceerd worden uit gerecycled materiaal<sup>3</sup>. Een combinatie van materialen is ook mogelijk: zoals hout met een kunststof laag (boven de waterlijn)<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> <https://jldinternational.com/kunststof-damwanden/>

<sup>2</sup> <https://www.windesheim.nl/over-windesheim/nieuws/2017/september/onderzoek-naar-industriële-toepassing-van-composieten>

<sup>3</sup> <https://www.lankhorst-recycling.com/nl/kunststof-damwand>

<sup>4</sup> <https://www.saveplastics.nl/producten/kunststof-damwand/>

## 2. Hergebruik vrijkomende materialen

De impact van CO<sub>2</sub>-reductie is o.a. afhankelijk van de levensduur van de materialen. De levensduur voor stalen damwanden is tenminste 50 jaar. Voor kunststof en hout wordt op dit moment een levensduur van 30 jaar aangehouden. Meerpalen, onafhankelijk van het materiaal, worden na 25 jaar vervangen. Vaak is alleen het gedeelte van de meerpaal ter hoogte de waterspiegel aan vervanging toe<sup>5,6</sup>. Het is ook mogelijk om de gebruikte meerpaal te herzagen en de rest van de paal te hergebruiken.

### Referentie product

Om de invloed van beide strategieën te bepalen is de rekentool maatregelen en indicatoren gebruikt die ontwikkeld is door LBP|SIGHT voor VDH. Een hypothetisch ontwerp van een afmeervoorziening is als referentieproduct gehanteerd. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangenomen:

Opbouw afmeervoorziening:

- Damwand van 10 meter breed, 5 meter hoog en 10 mm dik (staal) of 50 mm dik (kunststof en hout);
- Deksluif van 0,3 meter breed, 10 meter lang en 10 mm dik (staal) of 50 mm dik (kunststof en hout);
- Gording: 0,3 meter breed, 10 meter lang en 10 mm dik (staal) of 50 mm dik (kunststof en hout).

Hiervoor is een vergelijking gemaakt tussen de materialen staal (verzinkt), hout (Azobé) en kunststof (composiet). In bijlage III staan de uitkomsten van de rekentool. Hieronder in Tabel 1 zijn de CO<sub>2</sub> emissies van de verschillende producten gegeven.

**Tabel**

1

CO<sub>2</sub>-emissies voor referentieproduct van verschillende materialen

|   | <i>Staal, verzinkt</i> | <i>Hout, Azobé</i> | <i>Kunststof, composiet</i> |
|---|------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Hoeveelheid materiaal (ton)                                     | 4,5                    | 0,56               | 0,81                        |
| Emissies - materiaal vanuit begroting (ton CO <sub>2</sub> -eq) | 4,9                    | 0,12               | 4,5                         |

Uit Tabel 1 blijkt dat door het gebruik van kunststof (composiet) relatief hoge emissies vrijkomen. Dit komt door de huidige afvalverwerkingsfase van kunststof: vrijwel de gehele stroom wordt verbrand. Echter, indien dit kunststof aan het einde van de levensduur gerecycled kan worden kan de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uitstoot verminderd worden.

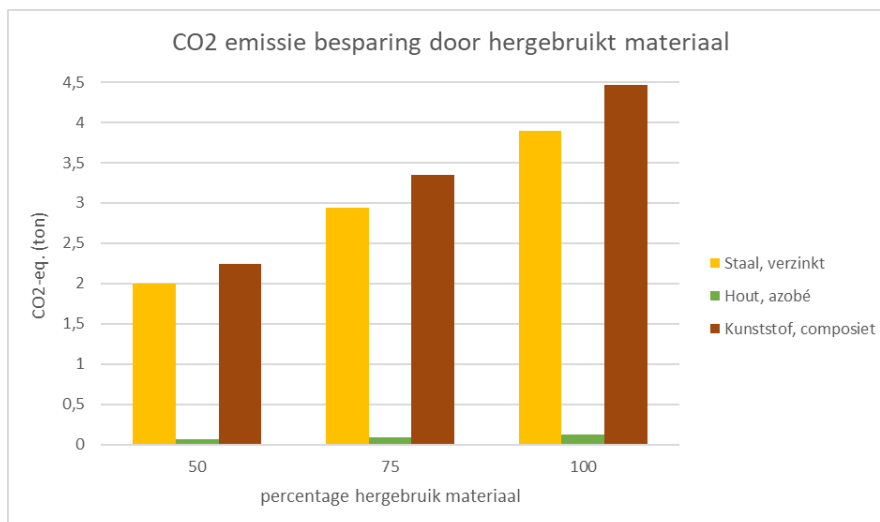
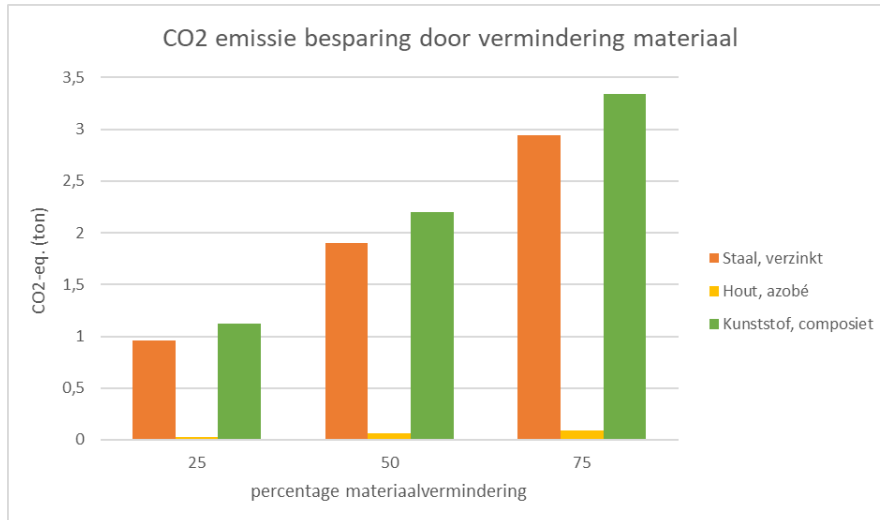
Daarnaast is CO<sub>2</sub> besparing ook mogelijk door hergebruik van de materialen of reductie van de materialen. Hiervoor zijn verschillende scenario's beschikbaar. Indien materialen 100% kunnen

<sup>5</sup> <https://www.gww-bouw.nl/artikel/een-tweede-leven-voor-basralocus-palen/>

<sup>6</sup> <https://www.ce.nl/publicaties/67/meerpalen-een-tweede-leven>



worden hergebruikt, kan tot 4,5 CO<sub>2</sub> eq. bespaard worden. De resultaten hiervan zijn gegeven in de figuren hieronder.



In de laatste figuur is de CO<sub>2</sub>-emissie besparing opgenomen door hergebruikt materiaal door zowel materiaal uit hetzelfde project als een ander project. De transportkilometers worden nu niet meegenomen in de vergelijking. Als transport wel wordt meegenomen, zal bij hergebruik uit hetzelfde project meer CO<sub>2</sub>-emissies worden bespaard dan bij hergebruik uit een ander project (zie ook bijlage III).

Uit bovenstaande figuren blijkt dat de grootste emissie besparing behaald kan worden door volledig hergebruik van kunststof. Deze strategie kan gecombineerd worden met een andere CO<sub>2</sub> besparende strategie: kunststoffen verwijderen uit water. Dit levert een win-win situatie op: kunststoffen kunnen verwijderd worden uit water en vervolgens gerecycled worden tot nieuwe

producten. Mogelijkheden voor het verwijderen van kunststoffen uit water zijn bijvoorbeeld de Shoreliner voor het afvangen van macroplastics (>5 mm grootte)<sup>7</sup> of The Great Bubble Barrier<sup>8</sup>.

### 3.3 Betrouwbaarheid gebruikte data

De gegevens in deze ketenanalyse zijn zo veel mogelijk verzameld overeenkomstig de eisen, gesteld in ISO-standaard 14044:2006 en de NEN-EN 15804.

In de uitwerking is aandacht besteed aan de precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie en reproduceerbaarheid van de gegevens.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Precisie:            | Productiegegevens zijn afkomstig uit de projectregistratie van VDH. Gegevens die gebruikt zijn voor de LCA-berekeningen zijn primair afkomstig van ketenpartners, aangevuld met data uit de EcoInvent 3.4 database (In overeenstemming met de SBK-bepalingsmethode, v3.0, januari 2019). |
| Compleetheid:        | Er is gestreefd naar het verkrijgen van complete gegevens van materialen, transport, energie, emissies en afval. Indien dit niet gelukt is, is dit opgenomen in de ketenanalyse.   |
| Representativiteit:  | De referentieprojecten zijn representatief voor de ordeportefeuille van VDH binnen de PMC Havens/kanalen.  |
| Consistentie:        | LBP SIGHT heeft de basisregels en rekenregels uit de SBK-bepalingsmethode en de EN15804 consequent gehanteerd. De dataverzameling heeft hiermee op een consistente wijze plaatsgevonden.   |
| Reproduceerbaarheid: | LBP SIGHT heeft de gebruikte emissiekengetallen gedocumenteerd in de VDH-database emissiefactoren materialen scope 3. De data is hiermee reproduceerbaar.  |

<sup>7</sup> <https://www.tauw.nl/op-welk-gebied/duurzaamheid/shoreliner.html>

<sup>8</sup> <https://thegreatbubblebarrier.com>

## 4 Conclusies en aanbevelingen

De uitgevoerde ketenanalyse is gebaseerd op twee referentieprojecten. In dit hoofdstuk zijn de conclusies opgenomen en gaan we in de aanbevelingen in op de verdere toepasbaarheid van deze conclusies.

### 4.1 Conclusies

#### Materieel inzet bij onderhoudswerken

Uit de resultaten is gebleken dat baggeractiviteiten de grootste impact hebben en dus de meeste reductie CO<sub>2</sub> op kunnen leveren. Aansluitend heeft ook het brandstofverbruik van peilboten een grote impact. Een elektrische aandrijving zou directe emissies direct uit kunnen sluiten en indien de elektriciteit ook uit duurzame bronnen opgewekt wordt, zou dit een besparing van 206 ton CO<sub>2</sub> op kunnen leveren.

#### Realiseren van afmeervoorzieningen

Twee strategieën voor het realiseren van afmeervoorzieningen met verminderde CO<sub>2</sub>-emissie zijn voorgesteld: (1) het gebruik van duurzame en/ of gerecyclede materialen en (2) het hergebruiken van vrijgekomen materialen. Deze strategieën zijn met elkaar vergeleken door de CO<sub>2</sub>-emissies van de materialen staal (verzinkt), hout (Azobé) en kunststof (composiet) met elkaar te vergelijken.

Uit de analyse blijkt dat het gebruik van kunststof (composiet) relatief hoge emissies oplevert doordat vrijwel de gehele stroom verbrand wordt in de afvalverwerkingsfase. Deze hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uitstoot kan verminderd worden door kunststof te recyclen. Materialen die 100% hergebruikt worden kunnen tot 4,5 CO<sub>2</sub> eq. besparen. De grootste emissie besparing kan behaald worden door kunststof volledig her te gebruiken. Deze strategie kan gecombineerd worden met het verwijderen/ afvangen van plastic uit water en deze vervolgens te recyclen tot nieuwe producten.

### 4.2 Discussie en aanbevelingen

#### 4.2.1 Discussie conclusies

##### 4.2.1.1 PC Rijntakken

#### Materieel inzet bij onderhoudswerken

Momenteel zijn niet veel werkzaamheden aan de gang waarbij maatregelen doorgevoerd kunnen worden. Momenteel is er sprake van opknapwerk aan oevers en kribben en baggeren op het Amsterdam-Rijnkanaal. Onderhoud wordt zo veel mogelijk in vaste onderhoudsrondes uitgevoerd, waarbij eventuele schades meegenomen worden waar mogelijk. Vaste onderhoudsrondes verwijzen naar vaste momenten voor onderhoud verdeeld over verschillende locaties met efficiëntie als doel.

Onderaannemer Reijner voert onderhoud uit langs de rivier; schades (door bijvoorbeeld erosie) worden opgenomen met een schouwboot. Schouwen met drones zou een mogelijkheid zijn waarmee CO<sub>2</sub>-uitstoot gereduceerd kan worden. Dit is echter nog een lopend experiment van Rijkswaterstaat, maar indien succesvol, zouden deze drones in een latere fase ingezet kunnen worden. Verder maakt onderaannemer De Jong Zuurmond gebruik van een dieselelektrisch aangedreven hopper en wordt er prestatiegericht gebaggerd op de Lek (slechts drie keer per jaar). De Waal dient daarentegen

constant op diepte gehouden te worden, omdat hierbij andere eisen gesteld worden aan de vaargeul. Hierbij wordt wel eerst vastgesteld waar gebaggerd dient te worden.

Tot slot zijn nog geen maatregelen met betrekking tot CO<sub>2</sub>-arme brandstoffen doorgevoerd. HVO zou een mogelijk alternatief zijn voor MDO. Echter, is het risico op bacteriegroei bij deze brandstof hoger. Deze bacteriegroei kan aanslag in de motor veroorzaken met negatieve gevolgen van dien. HVO heeft een efficiëntere verbranding omdat deze zuiverder is dan MDO, waardoor HVO twee keer zo duur is als MDO. Fabrikanten zijn echter huiverig voor het gebruik van deze brandstof en geven dan ook geen garantie. Wel is het een mogelijkheid om nieuwe/ duurzamere motoren te plaatsen in peilboten om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen.

### **Realiseren van afmeervoorzieningen**

Bij het gebruiken van gerecycled materiaal zoals plastic en tweedehands hout kan afgevraagd worden of dit realistisch is om door te voeren. Recycling van plastic en hout kan namelijk niet 100% circulair gebruikt worden. Afmeervoorzieningen dienen aan specifieke contractuele eisen van opdrachtgevers te voldoen, zoals certificaten en sterkteklassen. Het probleem bij het recyclen van bijvoorbeeld plastic is dat dit plastic na het recycleproces vaak niet van dezelfde kwaliteit is en dus niet meer voldoet aan de eisen. Houten meerpalen dienen vaak ook aan bepaalde afmetingen te voldoen; een meerpaal doormidden zagen bij vervanging is om deze reden niet praktisch. Tweedehandse houten meerpalen zouden eventueel gebruikt kunnen worden, maar hierbij is het vaak onduidelijk hoe lang deze mee kunnen gaan.

The Great Bubble Barrier is ook een mogelijkheid voor het afvangen van plastic/ zwerfval uit de rivier. Dit plastic kan echter niet volledig hergebruikt worden als meerpaal of damwand, omdat dit deze niet aan de nodige kwaliteitseisen voldoet. Daarnaast komen ook emissies vrij bij het omsmeltproces en is niet alle afgevangen plastic herbruikbaar en niet alles is even schoon. Tot slot zouden rottende meerpalen bewerkt kunnen worden ter versterking, maar ook hier vallen de kosten en de prestatie van een dergelijke meerpaal tegen. Stortsteen kan daarentegen wel goed hergebruikt worden.

Momenteel wordt bij constatering van schade aan een krib of oever, gebruik gemaakt van materiaal dat aanwezig is rond de schadelocatie. Het streven hierbij is altijd zo min mogelijk te gebruiken. Gereduceerd gebruik van materiaal en materieel is een belangrijke focus voor Van den Herik, aangezien dit een punt is om scherp mee in te schrijven op een tender. Zuinig omgaan met materiaal is noodzaak voor het aanbieden van een lagere prijs; dit levert minder kosten en vermindert mogelijke CO<sub>2</sub>-emissies. Echter, dient wel rekening gehouden te worden met de contractuele eisen van opdrachtgevers. Tot slot wordt ook altijd gestreefd zo veel mogelijk materiaal her te gebruiken. Zo wordt nieuw stortsteen dat overgebleven is in combinatie van vrijgekomen stortsteen hergebruikt bij geconstateerde schades.

#### 4.2.1.2 IJsseldelta en Twentekanal

##### **Materieel inzet bij onderhoudswerken**

Er zijn een aantal maatregelen reeds in gang gezet met betrekking tot het inzetten van materieel. Een van deze maatregelen is het beperken van transport voor de levering en aan- en afvoer van materieel. Er wordt geïnventariseerd wat de omvang en toepassing van deze maatregel is op het project. Niet-urgente gebreken en geplande-/ onderhoudswerkzaamheden die vanaf het water plaats moeten vinden worden gecombineerd uitgevoerd. Hierdoor worden meerdere werkzaamheden per inzet van een werkschip of kraanschip gecombineerd waardoor vaarkilometers bespaard worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn: het schoonmaken van peilschalen, het herstellen/ aanvullen van

spoelgaten, het herstellen van bebording (tenzij urgent), werkzaamheden met betrekking tot kleine waterbouwkundige werken zoals steigers en het aflaten, inspecteren en schouwen. Hierbij is de volgorde dusdanig gepland dat het materieel in een gunstige route achter elkaar op diverse bruggen gebruikt wordt. Hiervoor is een centraal depot (in Goor) gerealiseerd ter ondersteuning.

Een andere maatregel die in gang gezet is heeft betrekking tot het besparen van brandstoffen. Zo worden kleine herstel- en opruimwerkzaamheden tijdens schouwwerkzaamheden direct uitgevoerd bij constatering. Daarnaast wordt er gecombineerd geschouwd/ uitgevoerd met betrekking tot verschillende werkpakketten (wegen, terreinen, oever, groen snoeien e.d.). Schouwen met drones is lastig in verband met het groen. Op grotere schaal zou dit mogelijk zijn aangezien de IJssel twee jaar terug met drones gedetailleerd in kaart is gebracht. Voor het snoeien zijn elektrische kettingzagen (waar mogelijk) toegepast die standaard in de service bus aanwezig zijn. Maaien wordt gedaan door een onderaannemer en binnen een ontwikkelde Leerruimte (SSRS) wordt een herder met schapen ingezet. De beperking van CO<sub>2</sub>-emissies door het inzetten van schapen wordt nog onderzocht. Verder wordt prestatiegericht gebaggerd. Hierbij wordt 25km aan rivieren geobserveerd op het ontstaan van ondieptes. Bij constatering wordt direct gebaggerd en worden deze ondieptes op niveau gebracht.

Verder wordt de keet op het project voorzien van stroom door RWS middels zonnepanelen. Dit is echter alleen in overleg met RWS een mogelijke besparing. Het pand wordt gehuurd en in het onderhoudsgebied is er geen vaste werkplek waardoor laadpalen geen optie zijn. Tot slot, worden veel kilometers in dit project gereden. De meeste mensen komen van relatief dichtbij, ze rijden een uurtje heen en weer van en naar het project, sommigen meer.

Wat betreft maatregelen met betrekking tot CO<sub>2</sub>-arme brandstoffen, zijn deze nog niet doorgevoerd om dezelfde reden als bij PC Rijntakken. Ook hier bestaat de mogelijkheid om nieuwe/ duurzamere motoren te plaatsen in peilboten.

### **Realiseren van afmeervoorzieningen**

Er is slechts een maatregel in gang gezet in het kader van het gebruik van duurzame, gerecyclede en/ of vrijgekomen materialen. Hiervoor is de pilot 'Houten schermen in de rivier' uitgevoerd als pilot in de ontwikkelde Leerruimte (SSRS). >95% van het gebruikte materiaal bestond uit hout, waarbij 100% van het hout uit het areaal IJTK vrijgekomen is (vanuit eigen werk en vanuit Staatsbosbeheer). Hierdoor is het materiaal hergebruikt én zijn aanvoerkilometers beperkt gebleven. Door deze maatregel is 92 ton CO<sub>2</sub> eq. aan emissies vermeden in de afgelopen periode. De Leerruimte blijft doorgaan zolang het contract nog duurt (ca. 1 jaar).

Tot slot kunnen hier dezelfde argumenten aangehaald worden voor hergebruik en recycling bij de realisatie van afmeervoorzieningen als bij het referentieproject PC Rijntakken.

### **4.2.2 Aanbevelingen**

Naar aanleiding van de bovenstaande ketenanalyse en input vanuit de referentieprojecten kunnen er een aantal aanbevelingen gedaan worden.

Voor het inzetten van materieel op onderhoudswerken is het advies voor de PC Rijntakken om net als in het project van de IJsseldelta en Twentekanalen te bekijken of het mogelijk is om niet-urgente gebreken en geplande-/ onderhoudswerkzaamheden die vanaf het water plaats moeten vinden gecombineerd uit te voeren. Op deze manier kunnen vaarkilometers bespaard worden.

Daarnaast is het aan te bevelen om mogelijkheden te onderzoeken omtrent bewuster beleid met betrekking tot woon-werk verkeer. De huidige Corona maatregelen zouden inzicht kunnen bieden in de effectiviteit van thuiswerken voor beide referentieprojecten.

Verder is het aan te bevelen om de resultaten van de pilot met (water)drones af te wachten en vervolgens te evalueren of deze op de onderhoudsprojecten ingezet kunnen worden. Wel is het aanbevolen om de mogelijkheden te bekijken om nieuwe/ duurzame motoren in te zetten bij peilboten, zoals bijvoorbeeld een dieselelektrische motor.

Wat betreft het maaien is het ook aanbevolen om bij het project PC Rijntakken gebruik te maken van elektrische kettingzagen en maaimachines, zoals dat al gedaan wordt bij het project IJsseldelta en Twentekanal.

In het kader van het gebruik van duurzame en/ of gerecyclede materialen en het hergebruik van vrijgekomen materialen zijn in het verleden houten banken gemaakt door afmeerpalen te hergebruiken en zijn er barrières van stobben/ wortels van gekapte bomen aangelegd. Hout op de werf zou ook hergebruikt kunnen worden voor scheepswrijfhout en/ of hekwerkpaaltjes en (rest)hout als houtsnippers voor paadjes. Verder is het ook een mogelijkheid om bamboe te gebruiken voor het maken van schrikhekken, verkeersborden en/ of oprijplaten. Het gebruik van bamboe levert namelijk een CO<sub>2</sub>-besparing op ten opzichte van staal in het productieproces. Mogelijkheden om de pilot met de houten schermen zouden ook verder verkend kunnen worden bij andere onderhoudsprojecten. Een aanbeveling is om de mogelijkheden van hergebruik nogmaals te inventariseren. Zo zouden houten afmeervoorzieningen die niet meer aan de contracteisen voldoen ook doorverkocht kunnen worden aan kleinere aannemers of aan houtverwerkingsbedrijven buiten de waterbouw sector.

Tot slot is het ook een mogelijkheid om maaisel naar een composteerbedrijf voor biogassen te brengen voor de conversie naar biobrandstoffen. Als deze biobrandstoffen dan weer ingezet kunnen worden zal dit ook een besparing van CO<sub>2</sub> in scope 3 op kunnen leveren.

## Bijlage I

### Projectbeschrijving referentieprojecten

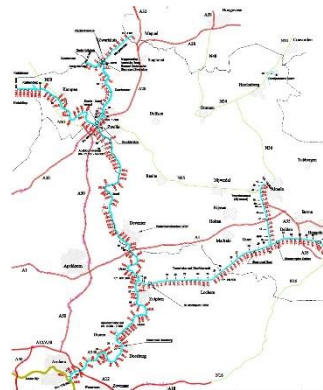
#### I.1 Onderhoud Twentekanaal en IJsseldelta

Van 1 december 2014 tot 1 december 2019 voert de combinatie BAM Infra – Van den Herik Twentekanalen, het prestatiecontract Twentekanalen en IJsseldelta uit. Het 5-jarige project is een opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Oost-Nederland.

Het project omvat in grote lijnen het algehele onderhoud van diverse waterwegen en de bijbehorende bruggen, sluisen en dammen. Het projectgebied bevat de rivier de IJssel en de Twentekanalen met een totale lengte van meer dan 200 km.

Het gaat om de volgende waterwegen:

- IJssel van Arnhem tot Ketelmeer
- Twentekanaal van Zutphen tot Enschede
- Twentekanaal Zijtak Almelo
- Apeldoorns kanaal
- Zwolle – IJsselkanaal
- Zwarte Water
- Meppelerdiep
- Kattendiep
- Keteldiep



Het onderhoud van het areaal omvat onder meer het op diepte houden van de vaargeul, het preventief onderhoud van installaties en onderhoud van oevervegetatie. Onder het onderhoudscontract vallen onder meer de sluisencomplexen van Eefde, Delden, Hengelo, Meppelerdiep en Spoolder en het gemaal Zedemuden.

Naast het regulier Meerjarig Onderhoud omvat het contract een aantal voorgeschreven en optionele activiteiten.

- in- en afslaatwerken
- upgrade Oevers en kribben
- upgrade 22 bruggen
- achterstallig baggerwerk
- schouwpaden
- sanering Beneden IJssel

Het primaire doel van dit project is het in stand houden van de infrastructuur. Het uitvoeren van onderhoud is noodzakelijk om de veiligheid te waarborgen, de vrije doorstroming van het water te behouden en de zichtlijnen voor de scheepvaart vrij te houden.

## **I.2 Meerjarig in stand houden van het natte areaal in het beheersgebied van Rijkswaterstaat midden Nederland**

Van den Herik - Sliedrecht heeft, in combinatie met BAM Civiel, de opdracht gekregen voor het uitvoeren van het meerjarig in standhouden van het natte areaal in het beheersgebied van Rijkswaterstaat Midden Nederland.

In hoofdlijnen omvat dit contract het uitvoeren van diverse onderhoudswerkzaamheden over een traject van ca. 80 km op of langs het Amsterdam-Rijnkanaal vanaf Amsterdam tot aan Tiel en een deel van het Merwedekanaal van Utrecht tot Vreeswijk.

Hierbij moet worden gedacht aan onderhoud van grote sluiscomplexen, groenonderhoud en onderhoud aan verhardingen langs het kanaal. Ook baggerwerk, waterbouwkundige werkzaamheden en onderhoud aan bruggen over het kanaal wordt door de combinatie uitgevoerd. Daarnaast is het onze taak de opdrachtgever te informeren en adviseren over de staat van het gehele areaal, maar ook om aan te treden bij calamiteiten.

Het onderhoudscontract loopt tot en met december 2023. Rijkswaterstaat heeft de mogelijkheid om de opdracht met 2 x 1 jaar te verlengen.



**Bijlage II**

**Inventarisatie werksoorten bij onderhoudsprojecten**

## Overzicht van werkzaamheden in onderhoudsprojecten

### I.1 Waal & Lek (Arie Bergeman, 27-2-2019)

| Werksoort   | Omschrijving activiteiten                                      | Ketenpartner(s)                                      | Benodigde         |  |   | Omvang:            |                       |
|-------------|--|--|-------------------|--|---|--------------------|-----------------------|
|             |  |  | Materialen        | Materieel  | Brandstof verbruik (evt. met inschatting hoeveelheid) | Uren (per jaar)    | Kosten [% van totaal] |
| Bv. snoeien | Bv. het snoeien van bomen binnen x meter van de vaarweg        | Bv. Onderaannemers                                   | n.v.t.            | Bv. Tractor met aanhanger, kettingzaag             | Bv. Diesel, x liter                                   | Bv. 40             | Bv. 5%                |
| Peilen      | Uitvoeren Rivierkundige Onderzoekspeilingen gehele areaal      | 75% eigen inzet<br>25% Zelfstandig Hulppersoon (ZHP) | n.v.t.            | Peilboot (meerdere fulltime)                       | Diesel  | 1754               |                       |
| Baggeren    | Rivier (BRW + NRL) op diepte houden                            | 100% ZHP   | n.v.t.            | Hopperzuiger<br>Plөгboot<br>Kraanschip/kraanpontон | Dieselelektrisch<br>Diesel<br>Diesel                  | 1140<br>960<br>475 |                       |
| Schouwen    | Schouwen gehele areaal   | n.v.t.   | n.v.t.            | Inspectieboot<br>Auto/bestelbus                    | Benzine<br>Diesel                                     | 64<br>960          |                       |
| Inspecteren | Inspecteren diverse onderdelen binnen areaal                   | 25% eigen inzet<br>75% ZHP                           | n.v.t.            | Inspectieboot<br>Auto/bestelbus                    |   | 40<br>152          |                       |
| Snoeien     | Snoeien bomen (zichtlijnen incl. onderhoud uit inspectie etc.) | 100% ZHP   | n.v.t.            | Kettingzaag (5x)                                   | Benzine   | 3200               |                       |
| Maaien      | Maaien oevers/terreinen  | 100% ZHP   | n.v.t.            | Bosmaaier (5x)<br>Tractor + (cyclo)maaier (2x)     | Benzine<br>Diesel                                     | 2000<br>800        |                       |
| Inspecteren | Boomveiligheidsinspectie                                       | 100% ZHP   | n.v.t.            | Auto   | Diesel  | 320                |                       |
| Onderhoud   | Werk uit activiteit 4 (upgrade afmeervoorzieningen)            | 100% eigen werk                                      | Hout; staal; verf | Werkschip met kraantje                             | Diesel  | 1600               |                       |
| Onderhoud   | Werk uit activiteit 5 (betonningspontон)                       | 50% eigen werk<br>50% ZHP                            |                   | Werkschip<br>Sleepboot                             | Diesel<br>Diesel                                      | 16<br>16           |                       |
| Onderhoud   | Werk uit activiteit 6 (vispassages)                            | 100% eigen werk                                      | Breuksteen, verf  | Kleine hydraulische kraan                          | Diesel  | 120                |                       |

|           |  |  |   |                           |                  |          |  |
|-----------|--|--|---|---------------------------|------------------|----------|--|
| Onderhoud | Werk uit activiteit 7 (bruggetje Bakenhof) | 75% eigen werk<br>25% ZHP (t.b.v. slijtlaag) | Breuksteen, verf, split, kleefmiddel en kit (slijtlaag) | Kleine hydraulische kraan | Diesel           | 8        |  |
| Onderhoud | Werk uit activiteit 8 (Gamersche Waarden)  | 100% eigen werk                              | Zand, Breuksteen  | Zinkstuk, Kraanschip      | Diesel<br>Diesel | 67<br>45 |  |

0-inspectie is uitgevoerd, die stelt vast wat het niveau is van instandhouding

8 activiteiten

- Vis passage (Amerongen, Hagestein), herstel
- Ponton

## I.2 IJsseldelta Twentekanalen

| Werksoort | Omschrijving activiteiten  | Ketenpartner(s)   | Benodigde  |  |                                  | Omvang:              |      |
|-----------|--|---|------------|--|----------------------------------|----------------------|------|
|           |  |   | Materialen | Materieel  | Brandstof (evt. met hoeveelheid) | verbruik inschatting | Uren |
| Afval     | Verwijderen van storend zwerf- en drijfvuil, dumpingen en kadavers.  | - Herik (Gerard, Theo) 25%<br>- Reijmer 50%<br>- Tebezo 25 %                        | n.v.t.     | - Herik: via de weg of met schouwbootje (Cees),<br>-Reijmer: servicebus (busje met 2 personen) en vanaf water met bootje | Diesel<br>Benzine                |                      |      |
| Bodems    | 1. Baggeren; Uitvoeren peilingen + op diepte houden vaargeul<br>2. Wrakken verwijderen                         | 1. - Herik 80% + inhuur kraanschepen 20%<br>2. - Herik: 80 %<br>- Tebezo + Hebo 20% | n.v.t.     | - Peilboot<br>- Kraanschip +   | Diesel                           |                      |      |
| Groen     | 1. Maaien<br>- Grasland<br>- Riet<br>- Uitkorven sloten<br>2. Snoeien;<br>- Onderhoud bomen, struiken, planten | 1. - Krinkels 75 %<br>- Reijmer 25 %<br>2. - Reijmer 80 %<br>- Herik 20 %           | n.v.t.     | 1:<br>Tractor met maaier / aanhanger<br>Bosmaaier<br><br>2:<br>Auto / bestelbus  | Diesel<br>Elektrisch             |                      |      |

|                            |  |  |   |  |                      |  |  |
|----------------------------|--|--|---|--|----------------------|--|--|
|                            | <p>conform kader beheer groen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaarlijkse boomcontrole</li> <li>- Zichtlijnen en bebording/bebakening vrijhouden (verharde oever + 2 meter daarachter)</li> <li>- Eikenprocessierups verwijderen</li> <li>- Profiel van vrije ruimte kanaal (1,5 meter breed, 6 meter hoog)</li> </ul> |  |   | <p>Kraanschip<br/>Motorschip / ponton<br/>Kraan met stobbenfrees en klem<br/>Versnipperaar<br/>Kettingzaag (brandstof + elektrisch)<br/>Bosmaaier<br/>Stokzaag<br/>Overig handgereedschap<br/>Zuigmachine (eikenprocessierups)</p> |                      |  |  |
| Installaties               | Onderhoud en storings-/calamiteitendienst sluiscomplexen en beweegbare brug  | Spie 90 %<br>BAM 10 %                  | W + E onderdelen (kabels, zekeringen, relais, smeerolie, kettingen, filters etc.) | Auto / bestelbus<br>Handgereedschap<br>Telekraan (sporadisch)<br>Hoogwerker<br>Duikteam<br>Handgereedschap   | Diesel<br>Elektrisch |  |  |
| Kunstwerken                | Onderhoud vaste bruggen, steigers en overlaten   | Herik: 50 %<br>BAM: 50 %               | Koudasfalt, puin, tegels, stenen,   | Auto / bestelbus<br>Veeg-/zuigwagen<br>Handgereedschap   | Diesel<br>Elektrisch |  |  |
| Kribben, oevers, dammen    | Onderhoud kribben, oevers, dammen  | Herik: 100%                            | Breuksteen  | Schouwboot<br>Werkschip<br>Kraanschip  | Diesel               |  |  |
| Wegen, terreinen, gebouwen | Onderhoud wegen, terreinen en gebouwen (sluiscomplexen / depots RWS)   | BAM: 33%<br>Herik: 33%<br>Reijmer: 33% | Koudasfalt, grind, tegels, puin,  | Auto / bestelbus<br>Hoogwerker<br>Handgereedschap  | Diesel               |  |  |

## Bijlage III Rekentool maatregelen

| Zonder maatregelen: Benodigd materiaal                               |  |                          |                          |                    |                    |
|--|--|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
|  | Hier invullen de hoeveelheid en het type materiaal dat benodigd is voor het uitvoeren van de betreffende werkzaamheden <u>zonder maatregel(en)</u> . |                          |                          |                    |                    |
|  | <i>Materiaal 1</i>   | <i>Materiaal 2</i>       | <i>Materiaal 3</i>       | <i>Materiaal 4</i> | <i>Materiaal 5</i> |
| <b>Materiaal groep</b>   | Metalen  | Hout                     | Kunststof                |                    |                    |
| <b>Materiaal soort</b>   | Staal, verzinkt  | Hout, Azobé              | Composiet                |                    |                    |
| <b>Hoeveelheid materiaal</b>   | 4,5  | 0,56                     | 0,81                     |                    |                    |
| <i>Eenheid</i>   | ton  | ton                      | ton                      |                    |                    |
| <i>Massa voor transport vanuit begroting [ton]</i>                   | 4,48   | 0,56                     | 0,812                    |                    |                    |
| <i>Wegtransport benodigd vanuit begroting [tkm]</i>                  | 672  | 84                       | 121,8                    |                    |                    |
| <i>CO<sub>2</sub> emissiefactor materiaal</i>                        | 1,08767  | 0,20920                  | 5,50886                  |                    |                    |
| <i>Eenheid CO<sub>2</sub> emissiefactor</i>                          | ton CO <sub>2</sub> /ton   | ton CO <sub>2</sub> /ton | ton CO <sub>2</sub> /ton |                    |                    |
| <i>Emissies - materiaal vanuit begroting [ton CO<sub>2</sub>-eq]</i> | 4,9  | 0,12                     | 4,5                      |                    |                    |

| Materiaal gebruik  |   |                                |  |  |                    |
|--|---|--------------------------------|--|--|--------------------|
|  | Hier invullen de hoeveelheid en het type materiaal dat benodigd is voor het uitvoeren van de betreffende werkzaamheden met en zonder maatregel(en). |                                |  |  |                    |
|  | <i>Materiaal 1</i>  | <i>Materiaal 2</i>             | <i>Materiaal 3</i>                                   | <i>Materiaal 4</i>                             | <i>Materiaal 5</i> |
| <b>Materiaal groep</b>   | Damwand/staal   | Hout                           | Kunststof/composiet                                  |  |                    |
| <b>Hoeveelheid benodigd materiaal zonder maatregelen</b>   | 4,5   | 0,56                           | 0,8  |  |                    |
| <b>Hoeveelheid materiaal benodigd met maatregel</b><br><small>(niet relevant bij "hergebruik materiaal")</small> | 3,4   | 0,42                           | 0,61   |  |                    |
| <i>Eenheid materiaal</i>   | ton   | ton                            | ton  |  |                    |
| <b>Effect van maatregel op materiaal gebruik</b>   | Vermindering materiaal gebruik  | Vermindering materiaal gebruik | Vermindering materiaal gebruik                       |  |                    |
| <i>Massa voor transport vanuit begroting [ton]</i>   | 4,48  | 0,4088                         | 0,812  |  |                    |
| <i>Wegtransport benodigd vanuit begroting [tkm]</i>  | 672   | 61,32                          | 121,8  |  |                    |
| <i>Massa voor transport met maatregel [ton]</i>  | 3   | 0                              | 1  |  |                    |
| <i>Wegtransport benodigd met maatregel [tkm]</i>   | 504   | 45,99                          | 91,35  |  |                    |
| <i>Watertransport benodigd met maatregel [tkm]</i>   | 0   | 0                              | 0  |  |                    |
| <i>CO<sub>2</sub> emissiefactor materiaal</i>  | 0,81370   | 0,20920                        | 5,50886  |  |                    |
| <i>Eenheid CO<sub>2</sub> emissiefactor</i>  | ton CO <sub>2</sub> /ton  | ton CO <sub>2</sub> /ton       | ton CO <sub>2</sub> /ton                             |  |                    |
| <i>Besparing CO<sub>2</sub> emissie - Materiaal (ton CO<sub>2</sub>-eq)</i>                                      | <b>0,91</b>   | <b>0,03</b>                    | <b>1,12</b>  |  |                    |
| <i>Besparing op wegtransport (tkm)</i>   | 168   | 75,33                          | 30,45  |  |                    |
| <i>Besparing op watertransport (tkm)</i>   | 0   | 0                              | 0  |  |                    |
| <b>Besparing</b>   |   |                                |  |  |                    |
| <b>Besparing, emissies - Materiaal</b>   | <b>2 ton CO<sub>2</sub>-eq</b>  |                                | Generieke CO <sub>2</sub> emissie factoren transport |  |                    |
| <b>Besparing, emissies - Transport</b>   | <b>0 ton CO<sub>2</sub>-eq</b>  |                                | 0,0000481  | ton CO <sub>2</sub> -eq / tkm - Wegtransport   |                    |
|  |   |                                | 0,0000000  | ton CO <sub>2</sub> -eq / tkm - Watertransport |                    |

| <b>Materiaal gebruik</b>  |   |   |   |   |                    |
|---|---|---|---|---|--------------------|
|   | Hier invullen de hoeveelheid en het type materiaal dat benodigd is voor het uitvoeren van de betreffende werkzaamheden met en zonder maatregel(en). |   |   |   |                    |
|   | <i>Materiaal 1</i>  | <i>Materiaal 2</i>                          | <i>Materiaal 3</i>                          | <i>Materiaal 4</i>  | <i>Materiaal 5</i> |
| <b>Materiaal groep</b>  | Damwand/staal   | Hout  | Kunststof/composiet                         |   |                    |
| <b>Hoeveelheid benodigd materiaal zonder maatregelen</b>  | 4,5   | 0,56  | 0,8   |   |                    |
| <b>Hoeveelheid materiaal benodigd met maatregel</b><br>(niet relevant bij "hergebruik materiaal") | 3,4   | 0,42  | 0,61  |   |                    |
| <b>Eenheid materiaal</b>  | ton   | ton   | ton   |   |                    |
| <b>Effect van maatregel op materiaal gebruik</b>  | Hergebruikt materiaal uit hetzelfde project   | Hergebruikt materiaal uit hetzelfde project | Hergebruikt materiaal uit hetzelfde project |   |                    |
| <i>Massa voor transport vanuit begroting [ton]</i>  | 4,48  | 0,4088                                      | 0,812                                       |   |                    |
| <i>Wegtransport benodigd vanuit begroting [tkm]</i>   | 672   | 61,32                                       | 121,8                                       |   |                    |
| <i>Massa voor transport met maatregel [ton]</i>   | 0   | 0   | 0   |   |                    |
| <i>Wegtransport benodigd met maatregel [tkm]</i>  | 0   | 0   | 0   |   |                    |
| <i>Watertransport benodigd met maatregel [tkm]</i>  | 0   | 0   | 0   |   |                    |
| <i>CO<sub>2</sub> emissiefactor materiaal</i>   | 0,81370   | 0,20920                                     | 5,50886                                     |   |                    |
| <i>Eenheid CO<sub>2</sub> emissiefactor</i>   | ton CO <sub>2</sub> /ton  | ton CO <sub>2</sub> /ton                    | ton CO <sub>2</sub> /ton                    |   |                    |
| <b>Besparing CO<sub>2</sub> emissie - Materiaal (ton CO<sub>2</sub>-eq)</b>                       | <b>3,65</b>   | <b>0,12</b>                                 | <b>4,47</b>                                 |   |                    |
| <i>Besparing op wegtransport (tkm)</i>  | 672   | 61,32                                       | 121,8                                       |   |                    |
| <i>Besparing op watertransport (tkm)</i>  | 0   | 0   | 0   |   |                    |
| <b>Besparing</b>  |   |   |   |   |                    |
| <b>Besparing, emissies - Materiaal</b>  | <b>8 ton CO<sub>2</sub>-eq</b>  |   |   | <small>Generieke CO<sub>2</sub> emissie factoren transport</small>  |                    |
| <b>Besparing, emissies - Transport</b>  | <b>0 ton CO<sub>2</sub>-eq</b>  |   |   | <small>0,0000481 ton CO<sub>2</sub>-eq / tkm - Wegtransport<br/>0,000000 ton CO<sub>2</sub>-eq / tkm - Watertransport</small> |                    |