RPS Nederland

Ketenanalyse Baggerwerkzaamheden 2025

RPS-SHEQ-05122025
December 2025

TETRA TECH

Ketenanalyse Baggerwerkzaamheden 2025

Prepared by:

José Hoedemakers SHEQ Manager	Date Dec ‘25

Authorized by:

Jan Maarten Cornet SHEQ manager	Date Dec ‘25

Algemene voorwaarde van RPS zijn van toepassing.
Niets uit dit document mag zonder gedocumenteerde toestemming van SHEQ-RPS gebruikt worden.

Dit document is digitaal vrijgegeven en daarom niet voorzien van handtekening

TETRA TECH

EXECTIVE SUMMARY

Baggerwerkzaamheden vormen een groot deel van de opdrachten van RPS, en zijn volgens de MME-analyse onderdeel van de top 3 meest CO2-belastende activiteit in de keten.

RPS biedt advies over het beheer van het totale baggerproces, van de ontwerpfase tot en met de uitvoeringsfase. RPS voert onderzoeken naar water- en bodemkwaliteit uit en adviseert op basis van de onderzoeksresultaten richting vervolgactiviteiten in de vorm van ontwerpen, aanbestedingen en uitvoeringsadvies- en begeleiding. Deze dienstverlening wordt verricht door de afdeling ‘Water en Bodem’ in de Divisie Infra. In deze ketenanalyse heeft RPS verkend of er CO2-reductie kan worden gerealiseerd door kritischer te kijken naar de verschillende onderzoeken van baggerspecie op basis van de inpeilingen, die kunnen leiden tot het verminderen of beperken van bagger in de onderhoudscyclus naast het beheersen van kosten en het behoud van de kwaliteit van de waterbodem en de omgeving.

INHOUD

EXECTIVE SUMMARY **3**
1.0 INLEIDING **1**
1.1 Vaststellen onderwerpen ketenanalyses 1
1.2 Leeswijzer 2
2.0 DOELSTELLING OPSTELLEN KETENANALYSE **3**
3.0 SCOPE VASTSTELLEN KETENANALYSE **4**
4.0 SYSTEEMGRENZEN EN IDENTIFICEREN VAN KETENPARTNERS **5**
4.1 Referentieproject 7
4.2 Ketenstappen Onderhoudscyclus - Uitvoeringsfase 7
4.2.1 Woon-werkverkeer van personeel naar/van projectlocatie 7
4.2.2 Vervoer materieel naar/van projectlocatie 7
4.2.3 Materieel tijdens baggerwerkzaamheden 7
4.2.4 Transport baggerspecie naar bestemming 8
4.2.5 Uitsluitingen 8
5.0 KWANTIFICEREN VAN EMISSIES **9**
5.1 Kentallen baggeren met een graafmachine 9
5.2 Kentallen baggeren met een cutterzuiger 10
6.0 RESULTATEN **11**
6.1 Standaard Onderhoudscyclus 11
6.1.1 Berekening 11
6.2 Geoptimaliseerde Onderhoudscyclus 12
6.2.1 Berekening 13
6.3 Conclusie 14
7.0 REDUCTIEMOGELIJKHEDEN **15**
7.1 Reductiepotentie 15
7.2 Reductiedoelstellingen 15
7.3 Plan van Aanpak 15
8.0 DATACOLLECTIE EN DATAKWALITEIT **16**
8.1 Specifieke gegevens ketenpartners 16
8.2 Datakwaliteit 16
9.0 ONZEKERHEDEN **17**
9.1 Keuze materieel 17
9.2 Ketenstappen 17
9.3 Vervoer afstanden van baggerspecie 17
9.4 Energieverbruik en CO_2-emissiefactoren 17

9.5 Reductiepotentie 17

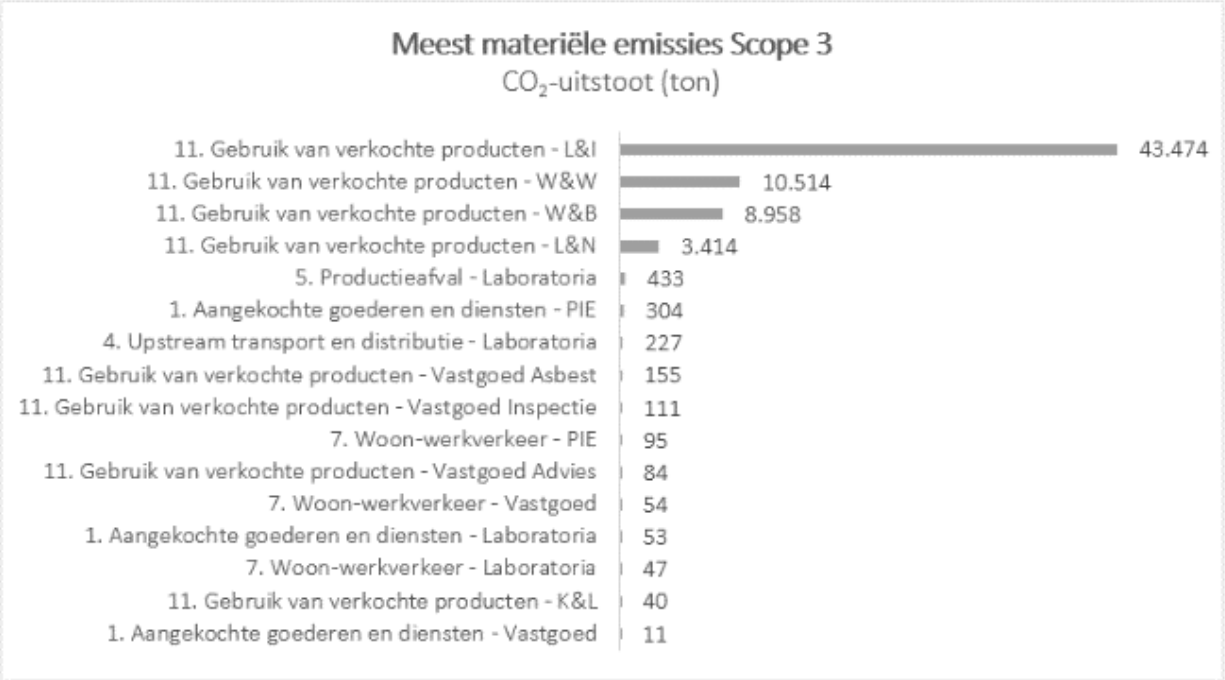
10.0 BRONVERMELDING 18

1.0 INLEIDING

Een belangrijk onderdeel van het behalen van niveau 5 van de CO_2-Prestatieladder is het verkrijgen van inzicht in de Scope 3 emissies van de organisatie. In het document '20200928 Memo Meest Materiële scope 3 emissies RPS definitief' zijn de meest materiële Scope 3 emissiecategorieën van RPS reeds in kaart gebracht, volgens de stappen zoals beschreven in de Corporate Value Chain (Scope 3) standaard van het GHG-protocol, en zijn twee onderwerpen bepaald om een ketenanalyse op uit te voeren.

1.1 VASTSTELLEN ONDERWERPEN KETENANALYSES

De onderwerpen voor de ketenanalyses worden gekozen op basis van impact en invloed. Uit de bovengenoemde analyse is gebleken dat het grootste aandeel van de Scope 3 emissies van RPS zich in de downstream van de keten bevinden, met name in de projecten (zie rangorde hieronder).



Figuur 1: Rangorde meest materiële Scope 3 emissies RPS.

De mogelijkheden om deze emissies te reduceren zijn echter niet geheel aan RPS te bepalen, en daarom is naast omvang ook de mate waarin deze categorieën door RPS beïnvloed kunnen worden in kaart gebracht. RPS heeft namelijk op de voorkant van projecten, in de ontwerpfase, voldoende invloed om tot een reductie-aanpak te komen. RPS heeft een substantieel groot marktaandeel in de werkzaamheden binnen W&B en W&W, en deze projecten betreffen vaak lange raamovereenkomsten. Hierdoor is de invloed van RPS nog groter.

Om deze redenen heeft RPS de volgende onderwerpen gekozen voor een ketenanalyse:

Damwandconstructies: Waterbouw & Waterveiligheid; (top 2 emissie)

Voorbereiding regulier onderhoud baggerwerkzaamheden: Water & Bodem (top 3 emissie).

Dit document beschrijft de ketenanalyse van 'Voorbereiding regulier onderhoud baggerwerkzaamheden'. Voor de tweede ketenanalyse zie het document 'Damwandconstructies'.

1.2 LEESWIJZER

Dit document maakt samen met de Ketenanalyse ‘Damwandconstructies’ en de Memo Meest Materiële Scope 3 Emissies deel uit van de implementatie van de CO_2-Prestatieladder.

Hoofdstuk		Inhoud
2	Doelstelling	Beschrijving van het doel van de ketenanalyse
3	Scope	Onderwerp van de ketenanalyse
4	Systeemgrenzen	Reikwijdte van de ketenanalyse
5	Kwantificeren van CO_2-emissies	Berekening van conversiefactoren per ketenstap en Scope 3 categorie
6	Resultaten	Berekening van de CO_2-uitstoot in de keten en reductiepotentie
7	Reductiemogelijkheden	Kansen om CO_2 te reduceren die voortkomen uit de ketenanalyse en reductiedoelstellingen die vastgesteld zijn
8	Datacollectie en kwaliteit	Methode van dataverzameling en bronnen van informatie
9	Onzekerheden	Onzekerheden en verbetermogelijkheden voor de analyse
10	Bronvermelding	Gebruikte bronnen

Tabel 1: Leeswijzer

2.0 DOELSTELLING OPSTELLEN KETENANALYSE

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van GHG-reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen en het monitoren van de voortgang.

Op basis van het inzicht in de Scope 3 emissies en de twee ketenanalyses wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het energiemanagementsysteem dat is ingevoerd wordt actief gestuurd op het reduceren van de Scope 3 emissies.

Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. RPS zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

3.0 SCOPE VASTSTELLEN KETENANALYSE

Baggerwerkzaamheden vormen een groot deel van de opdrachten van RPS, en zijn volgens de MME-analyse onderdeel van de top 3 meest CO_2-belastende activiteit in de keten.

RPS biedt advies over het beheer van het totale baggerproces, van de ontwerpfase tot en met de uitvoeringsfase. RPS voert onderzoeken naar water- en bodemkwaliteit uit en adviseert op basis van de onderzoeksresultaten richting vervolgactiviteiten in de vorm van ontwerpen, aanbestedingen en uitvoeringsadvies- en begeleiding. Deze dienstverlening wordt verricht door de afdeling 'Water en Bodem' in de Divisie Infra.

Baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd voor verschillende doelen. Voor saneringen, verontreinigingen in waterbodems te ondervangen; voor zandwinning ten behoeve van nieuwe GWW werken; en voor onderhoud om watergangen (rivieren, havens, polderwatergangen, (boezem-) kanalen, vaarwegen en grachten) op voldoende diepte te houden[1]. Deze ketenanalyse beperkt zich tot de onderhoudscyclus van baggeren. De focus ligt op een reguliere onderhoudscyclus, ook wel "groot onderhoud" genoemd. "Buitengewoon onderhoud" is vanwege de grote variatie aan werkzaamheden uitgesloten.

In deze ketenanalyse heeft RPS verkend of er CO_2-reductie kan worden gerealiseerd door kritischer te kijken naar de verschillende onderzoeken van baggerspecie op basis van de inpeilingen, die kunnen leiden tot het verminderen of beperken van bagger in de onderhoudscyclus naast het beheersen van kosten en het behoud van de kwaliteit van de waterbodem en de omgeving.

De invalshoek van deze ketenanalyse draagt bij aan de huidige kennis. Tot op heden focussen de meeste ketenanalyses op de mogelijke CO_2-reductie als gevolg van efficiënter/zuiniger materieel of door het hergebruik van opgegraven grond. Bij de optimalisatie van onderhoudsbaggerwerken ziet RPS tevens kansen voor opdrachtgevers om proactief bij te dragen aan de landelijk CO_2-reductie/klimaatdoelstellingen waar ze aan verbonden zijn. Overheden hebben steeds meer behoefte om te voldoen aan de afspraken in het Klimaatakkoord en om een goed voorbeeld te geven (practice what you preach). Een optimalisatie van de onderhoudscyclus van baggerwerkzaamheden zou zich bovendien direct kunnen vertalen in commerciële waarde aan de opdrachtgever.

[1] Bodemrichtlijn (Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit), Baggerspecie, beschikbaar op <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/baggerspecie-en-slootslib>, december 2020

4.0 SYSTEEMGRENZEN EN IDENTIFICEREN VAN KETENPARTNERS

In de loop van tijd wordt een waterlichaam steeds ondieper door de bezinking van plantenresten, afval, bodemdeeltjes en bladeren. Vaargeulen die niet op de juiste diepte zijn kunnen:

(i) wateroverlast veroorzaken,

(ii) onbevaarbaar worden,

(iii) stankoverlast veroorzaken als de doorstroming van het water is belemmerd,

(iv) de zuurstofconcentratie in het water verlagen, die nodig is voor planten en dieren. Om deze problemen te voorkomen worden waterlichamen met enige regelmaat onderhouden (“gebaggerd”) voor het verwijderen van de baggerspecie uit de bodem.

Het bevoegd gezag voor het onderhouden van waterlichamen is wettelijk bepaald[2].

- RWS is verantwoordelijk voor het baggeren van de kust en grote rivieren (rijkswateren).
- Waterschappen en gemeenten zijn met name onderhoudsplichtig van oppervlaktewaterlichamen (niet-rijkswateren). Deze laatstgenoemde overheden zijn de grootste opdrachtgevers van RPS.

Waterschappen en gemeenten werken met een kortere of langere baggercyclus afhankelijk van de soorten waterlichamen in hun beheergebied. Een beheergebied wordt in baggervakken opgedeeld en elk jaar wordt een aantal vakken gebaggerd, zodat alle baggervakken zijn opgenomen aan het eind van de cyclus.

De onderhoudscyclus van baggeren verloopt in diverse fases (zie figuur hieronder). Deze fases kunnen als volgt worden samengevat:

Figuur 2: fases onderhoudscyclus reguliere baggerwerk

1) ONTWERPFASE.
Het vastleggen van het baggerprofiel voor de watergangen; onder verantwoordelijkheid van de opdrachtgever, de indeling van het gebied en de meerjarige planning van het onderhoud.

[2] Wet- en regelgeving van toepassing: internationaal (KRW), nationaal (Waterschaapwet, Waterwet, Besluiten Bodemkwaliteit, Bestluit lozen buiten inrichtingen, Wet Natuurbescherming) en provinciaal (afhankelijk van de provincie). Daarnaast, kunnen waterschappen zelf aanvullende regels vaststellen.

2) AANBESTEDINGSFASE
   Aanbestedingsproces voor het kiezen van een partij en het gewenste samenwerkingsmodel voor de werkzaamheden.
3) REALISATIEFASE “VOORBEREIDING”
   De periode na gunning van de opdracht waarin zowel de hoeveelheid als het baggerprofiel worden vastgesteld. Een waterlichaam wordt voor aanvang van het baggerwerk gecontroleerd. Dit gebeurt door het inmeten van de sliblaag (“inpeiling”). Op basis van deze meting kan er worden ingeschat:
   a. ***Kwantiteit***:
      De hoeveelheid baggerspecie dat dient te worden gebaggerd ten opzichte van het leggerprofiel, de wettelijke minimale diepte die een watergang moet hebben, óf een optimaal profiel, verkregen door elke meting (dwarsprofiel) te toetsen aan specifieke eisen;
   b. ***Kwaliteit***:
      Welke nuttige toepasbaarheden mogelijk zijn ten aanzien van de fysische en chemische eigenschappen van het water en de baggerspecie.
4) UITVOERINGSFASE
   Het daadwerkelijk uitvoeren van de baggerwerkzaamheden door de gegunde aannemer volgens het bestekprofiel. Aan de aannemer is de keuze voor het materieel dat wordt gebruikt, dit is wel grotendeels afhankelijk van de eigenschappen van de locatie én het waterlichaam. Het bestek geeft vaak de aannemer de mogelijkheid om te kiezen naar welk depot de (niet-schone) baggerspecie wordt vervoerd. Afhankelijk van de kwaliteit van de baggerspecie zoals in de vorige fase bepaald, zijn er ten minste twee algemene toepassingen mogelijk:
   a. ***Schone baggerspecie***.
      Als de baggerspecie schoon is kan het op aangrenzende percelen worden verspreid (grondeigenaren hebben hier een “ontvangstplicht”), mits hier plek voor is en het waterlichaam in een landelijk gebied ligt.
   b. ***Niet-schone baggerspecie***.
      Als de kwaliteit niet geschikt is voor de locatie, of de watergang in een stedelijk gebied ligt, dient de baggerspecie te worden vervoerd naar een opslag- of verwerklocatie en dienen daar nuttige toepassingen te worden onderzocht, eventueel na verwerking.
5) VERWERKING FASE
   Het verwerken van de baggerspecie en het vinden van andere nuttige toepassingsmogelijkheden.

Niet alle fases zijn materieel wat betreft CO_2-uitstoot. De relevante emissiestromen bij fases 1 en 2 zijn: woon-werkverkeer, zakelijke reizen en het elektriciteitsverbruik en verwarming van kantoren. De uitstoot hiervan is te verwaarlozen ten opzichte van de andere fases. Ook fase 3 is niet materieel. Bij baggervolumebepalingen zijn er verschillende meettechnieken en meetstrategieën mogelijk3, waar klein materieel (handlood, peilstok of echolood) wordt toegepast voor een korte periode van tijd (een paar uur).

De activiteiten waarbij de meeste CO_2 vrijkomt vinden plaats in fases 4 en 5. In fase 4 is groot materieel en transport nodig om de baggerwerkzaamheden daadwerkelijk uit te voeren. Hier valt dus de meeste CO_2-reductie te behalen. Tevens, het baggervolume dat in deze fase wordt gebaggerd is bepaald in de Realisatiefase “voorbereiding” (fase 3), waar RPS veel invloed kan hebben als specialist en adviseur, ingeschakeld om onderzoeken van de baggerspecie uit te voeren en op basis daarvan een bestekprofiel aan te bevelen. Voor het verwerken van de baggerspecie (fase 5) wordt ook materieel toegepast, maar vanwege complexiteit van verwerkingsmogelijkheden leent dit onderwerp zich als een aparte ketenanalyse.

[3] STOWA, 2006; Bodemrichtlijn (Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit), Baggeren en transporteren, aandachtspunten voor de uitvoering, dieptemeting en plaatsbepaling, beschikbaar op <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/g-baggeren-en-transporteren/g1-algemene-aspecten-van-bag9351/baggeren-en-transporteren-aandachtspunten-voor-de-uitvoering-die9387>, oktober 2024

4.1 REFERENTIEPROJECT

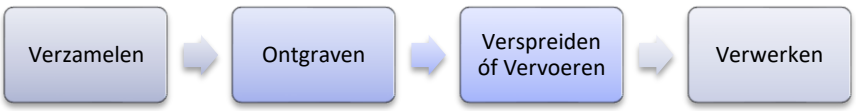
De opdrachtgevers van RPS voor het onderhouden van watergangen zijn met name de lokale overheden: gemeenten en waterschappen.

In deze ketenanalyse wordt er gekeken naar de CO_2-reductiekans van een opdracht uit 2015 door RPS uitgevoerd voor Hoogheemraadschap van Rijnland voor regulier baggeren in 27 polders binnen het beheergebied van de opdrachtgever. De opdracht bestaat uit 4 deelprojecten. RPS heeft hier de voorbereiding uitgevoerd: door te kijken waar de bagger heen kan (Kwaliteit), door te kijken of er ook echt gebaggerd moet worden en zo ja hoeveel (Kwantiteit).

Dit project is in 2015 uitgevoerd, en is representatief voor andere projecten binnen de afdeling Water & Bodem én voor opdrachten van andere waterschappen.

4.2 KETENSTAPPEN ONDERHOUDSCYCLUS - UITVOERINGSFASE

Naar aanleiding van de kwaliteit van de baggerspecie bepaald in de Voorbereidingsfase, zijn er verschillende ketentappen in de onderhoudscyclus van toepassing (zie schema hieronder). Ten eerste wordt de baggerspecie verzameld in het waterlichaam, waarna het kan worden opgegraven. Na het opgraven wordt de baggerspecie óf verspreid op het aangrenzende perceel of vervoerd naar een opslag- of verwerklocatie.



Figuur 3: ketenstappen onderhoudscyclus regulier baggerwerk.

Welk materieel wordt ingezet en welk transportmiddel nodig is voor de werkzaamheden hangt van veel factoren af, zoals: de grootte en diepte van het waterlichaam, de bereikbaarheid voor het materieel, de hoeveelheid baggerspecie en de afstand waarover het slib getransporteerd dient te worden[4].

De Scope 3 emissiebronnen aanwezig bij bovenstaande ketensappen worden hieronder verder toegelicht.

4.2.1 Woon-werkverkeer van personeel naar/van projectlocatie

Personeel is nodig zowel voor het rijden van voertuigen als voor het bedienen van het materieel. Deze dienen naar de projectlocatie te gaan, vaak met een personenauto.

4.2.2 Vervoer materieel naar/van projectlocatie

Het noodzakelijke materieel voor de werkzaamheden moet eerst worden getransporteerd naar de projectlocatie. Het transport kan zowel over weg als over water gebeuren.

4.2.3 Materieel tijdens baggerwerkzaamheden

Het verzamelen en ontgraven van de baggerspecie kan zowel met mechanisch als hydraulisch materieel worden gedaan. In het referentieproject zijn er twee soorten materieel toegepast: een graafmachine en een cutterzuiger. Deze baggertechnieken worden hieronder in het kort nader toegelicht.

[4] Website JP Schilder BV, <https://www.jpschilder.nl>, oktober 2024

Baggeren met een graafmachine.
Bij deze modaliteit (mechanisch) baggeren wordt gebruik gemaakt van een schuifboot die de baggerspecie op een plaats verzamelt. De bagger kan vervolgens met een graafmachine op de oever uit het water worden gehaald en verspreid op de aangrenzende percelen óf vervoerd naar een opslag- of verwerklocatie (zie 4.2.4). In het referentieproject zijn beide afvoermogelijkheden van toepassing.

Baggeren met een cutterzuiger. Wanneer er gebaggerd wordt met een (hydraulisch) cutterzuiger, wordt de baggerspecie door de cutter losgemaakt van de bodem en vervolgens opgezogen. Dit baggermengsel wordt vervolgens weggepompt naar geotubes, een beunbak of opslag-/verwerklocatie (zie – 4.2.4).

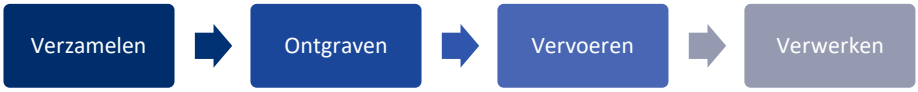
4.2.4 Transport baggerspecie naar bestemming

Afhankelijk van de kwaliteit van de baggerspecie (schoon of niet-schoon) en de projectlocatie (stedelijk of landelijk gebied) zijn er twee afvoertrajecten mogelijk:

Afvoer op aangrenzend perceel: mogelijk wanneer de baggerspecie schoon is en het project bevindt zich in een landelijk gebied. De ketenstappen zijn in dit geval als volgt:

Figuur 4: ketenstappen baggerwerk met afvoer op aangrenzend perceel

Afvoer op opslag- of verwerklocatie: nodig wanneer de baggerspecie niet schoon is of wanneer het wel schoon is maar de projectlocatie bevindt zich in een stedelijk gebied. De ketenstappen zijn in dit geval als volgt:



Figuur 5: ketenstappen baggerwerk met afvoer naar opslag- of verwerklocatie

Vervoer naar een opslag-/verwerklocatie gaat per type materieel anders:

Baggeren met een graafmachine: vaak over de weg, per vrachtwagen of per tractor met kieper. Het kan ook over water vervoerd worden met behulp van beunbakken, bijvoorbeeld wanneer de graafmachine op een ponton (drijvend platform) is gevestigd. Wanneer gebruik wordt gemaakt van een beunbak, kan deze met een duwboot naar een overslaglocatie worden gebracht, waarna het naar een verder bassin wordt verpompt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een rupsgraafmachine met lange giek en baggerpomp (generator). In het referentieproject is het transport over de weg uitgevoerd met een vrachtwagen met trailer.

Baggeren met een cutterzuiger: het baggermengsel wordt weggepompt via een persleiding wanneer de afstand tussen de projectlocatie en de bestemming gering is (grofweg 3km). Bij grotere afstanden kunnen extra pompen (boosters) worden ingezet. Ook hier kan er gebruik worden gemaakt van een beunbak. In het referentieproject is er geen extra booster of beunbak ingezet voor het weggepompen van de baggerspecie naar een depot (opslaglocatie). Dit werd gedaan middels de persleiding gekoppeld aan de cutterzuiger.

4.2.5 Uitsluitingen

- In deze ketenanalyse worden de eerste twee Scope 3 emissiecategorieën (woon-werkverkeer en vervoer materieel) niet meegenomen, omdat ze niet materieel zijn ten opzichte van de andere categorieën of omdat RPS weinig of geen invloed heeft op de mogelijke optimalisatie van die stap in de onderhoudscyclus.

5.0 KWANTIFICEREN VAN EMISSIES

In deze sectie lichten we de emissiebronnen (en ketenpartners) per baggertechniek nader toe. Voor de analyse zijn de gegevens uit één uit de vier delen van het referentieproject gebruikt om een verhouding van het materieel af te leiden voor de totale werkzaamheden. Het gaat om de baggerwerkzaamheden uitgevoerd in de Haarlemmermeerpolder (DG3). Dit deel van het project is representatief voor circa de helft (49%) van het totale volume gebaggerd. Uit de projectgegevens is te zien dat het materieel ingezet in deel DG3 als volgt is verdeeld:
37% volume gebaggerd met een cutterzuiger en afgevoerd op een opslaglocatie/depot;
4% volume gebaggerd met een graafmachine en verspreid op de aangrenzend percelen;
59% volume gebaggerd met een graafmachine en afgevoerd op een opslaglocatie/depot.

Hieronder is de CO_2-uitstoot berekend per type materieel en vervoertraject van toepassing. Gezien data van de ketenpartners over het energieverbruik in het project niet beschikbaar zijn, zijn de kengentallen in de analyse gehaald uit een ketenanalyse van Biggelaar Groep (een bagger organisatie) en uit de DuboCalc bibliotheek, en de conversiefactoren uit de website www.co2emissiefactoren.nl.

5.1 KENTALLEN BAGGEREN MET EEN GRAAFMACHINE

- Uitgangspunten kentallen en CO_2-uitstoot per ketenstap bij afvoer baggerspecie op aangrenzend perceel: 1,6473 kg CO_2/m^3 (alleen materieel).

Ketenstap	Categorie	Emissiebron	Kentallen	CO_2	Eenheid
Verzamelen	Materieel	Schuifboot	30 à 45 m^3 bagger per uur 0,06 à 0,1 liter diesel per m^3	0,2584	kg CO_2/m^3
Ontgraven en verspreiden	Materieel	Mobiele kraan	30 en 45 m^3 bagger per uur 6 en 13 liter diesel per uur 0,20 à 0,66 liter diesel per m^3	1,3889	kg CO_2/m^3

Tabel 2: kentallen baggeren met graafmachine en afvoer op aangrenzend perceel.

Uitgangspunten kentallen en CO_2-uitstoot per ketenstap bij afvoer baggerspecie op opslag- of verwerklocatie: 1,6473 kg CO_2/m^3 (materieel) en 0,09044 kg CO_2/m^3.km (transport).

Ketenstap	Categorie	Emissiebron	Kentallen	CO_2	Eenheid
Verzamelen	Materieel	Schuifboot	30 à 45 m^3 bagger per uur 0,06 à 0,1 liter diesel per m^3	0,2584	kg CO_2/m^3
Ontgraven en laden	Materieel	Mobiele kraan	30 en 45 m^3 bagger per uur 6 en 13 liter diesel per uur 0,20 à 0,66 liter diesel per m^3	1,3889	kg CO_2/m^3
Vervoeren	Transport	Vrachtwagen met trailer	0,028 liter per m^3.km	0,09044	kg CO_2/m^3.km

Tabel 3: kentallen baggeren met graafmachine en vervoer naar opslag- of verwerklocatie over weg.

5.2 KENTALLEN BAGGEREN MET EEN CUTTERZUIGER

Uitgangspunten kentallen en CO_2-uitstoot per ketenstap bij afvoer baggerspecie op opslag- of verwerklocatie: 1,21125 kg CO_2/m^3 (materieel) en 0,001571746 kg CO_2/m^3.km (transport).

Ketenstap	Categorie	Emissiebron	Kentallen	CO_2	Eenheid
Verzamelen en ontgraven	Materieel	Cutterzuiger met persleiding	25 m^3 à 75 m^3 per uur 8 en 30 liter diesel per uur 0,19 à 0,56 liter diesel per m^3	1,21125	Kg CO_2/m^3
Vervoeren	Transport	Persleiding	o.b.v. een gemiddelde afstand van 50km	0,001571746	Kg CO_2/m^3.km

Tabel 4: kentallen baggeren met cutterzuiger en vervoer over water.

6.0 RESULTATEN

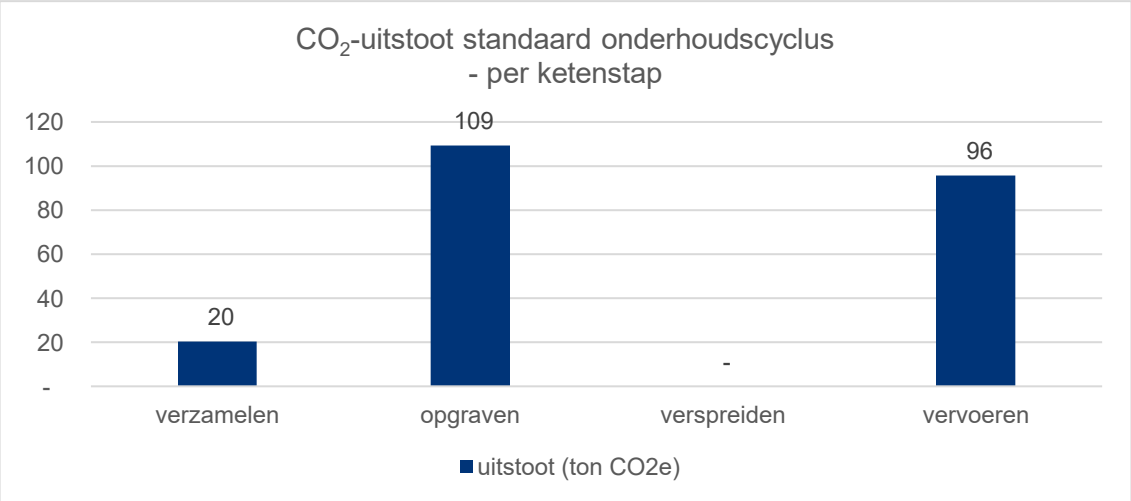
Op basis van de verzamelde informatie is de CO_2-uitstoot van het referentieproject berekend per ketenstap en per Scope 3 categorie, zowel voor een standaard- als voor een geoptimaliseerde onderhoudscyclus. In het kader van het referentieproject, in deze analyse is de volgende looptijd per cyclus aangehouden:
Standaard onderhoudscyclus: 4 jaar
Geoptimaliseerde onderhoudscyclus: 10 jaar

6.1 STANDAARD ONDERHOUDSCYCLUS

In een standaard onderhoudscyclus dient in principe te worden gebaggerd binnen het leggerprofiel, d.w.z. de wettelijke minimale diepte die een watergang moet hebben, en maximaal tot de vaste bodem. De praktijk leert dat wanneer op deze wijze wordt gebaggerd een waterlichaam na 3 of 4 jaar opnieuw dient te worden gebaggerd. Dit kan wel per waterlichaam wat variëren. Een onderhoudscyclus van een gemiddelde duur van 4 jaar betekent dat een waterlichaam tweeënhalf keer zou worden gebaggerd in een looptijd van 10 jaar.

6.1.1 Berekening

In het referentieproject zou er in totaal minstens 87.462 m^3 baggerspecie moeten worden gebaggerd volgens de legger. Het baggerwerk in dit gebied werd deels met een graafmachine en deels met een cutterzuiger uitgevoerd, op basis van de gegevens uit deel DG3 van het referentieproject. Geëxtrapoleerd naar alle delen, komt de CO_2-uitstoot voor het gehele project daarmee in totaal op 225 ton CO_2 voor een 4-jaar onderhoudscyclus. Hiervan hoort 58% bij materieel en 42% bij transport, en de verdeling per ketenstap ziet als volgt uit:



Grafiek 1: CO_2-uitstoot per ketenstap.

De uitstoot uitgewerkt per baggertechniek en afvoersoort levert specifiek voor dit project de volgende verhouding kilogram CO_2-equivalent per m^3 op:

Baggertechniek en afvoersoort	Kg CO_2 / m^3
Baggeren met een graafmachine - afvoer op aangrenzend perceel	1,647
Baggeren met een graafmachine - afvoer op opslag- of verwerklocatie	3,511
Baggeren met een cutterzuiger - afvoer op opslag- of verwerklocatie	1,219

6.2 GEOPTIMALISEERDE ONDERHOUDSCYCLUS

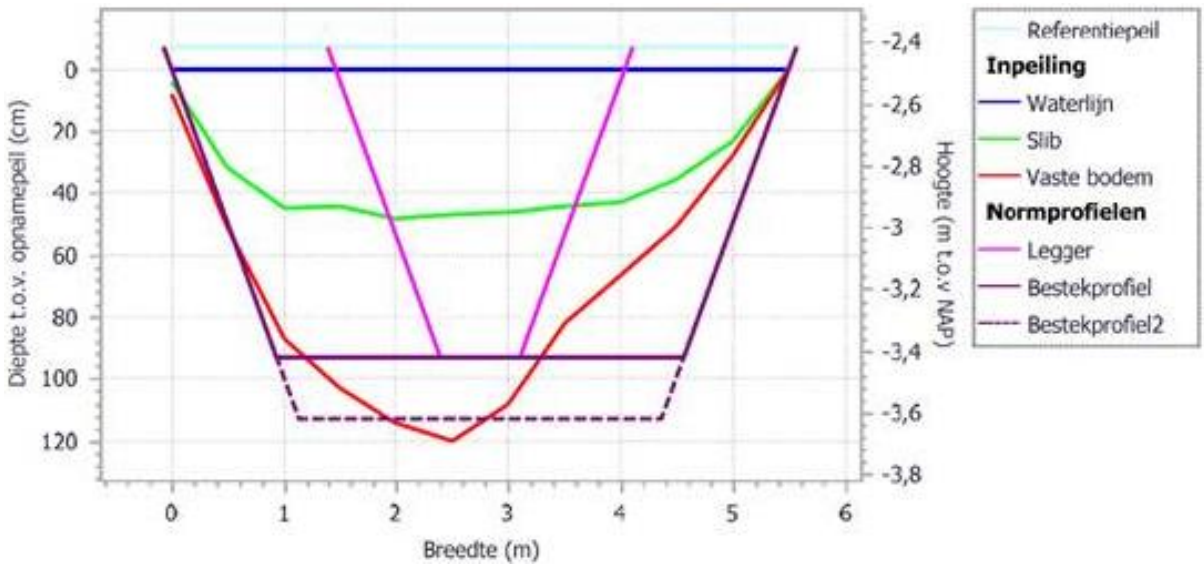
Bij een geoptimaliseerd scenario worden er twee stappen toegepast om te controleren of het baggerwerk kan worden voorkomen of beperkt. Deze stappen worden uitgewerkt naar een optimaal te baggeren profiel en zijn zowel autonoom als gecombineerd toepasbaar.

Optimalisatie Stap 1:
Bij deze stap is de vraag of het nodig is om te baggeren bij alle plekken in het waterlichaam.

Optimalisatie Stap 2:
In stap 2 wordt er gekeken naar wat het optimale baggervolume zou moeten zijn zodat er minder vaak hoeft te worden gebaggerd.

De analyse begint door elke meting (dwarsprofiel) apart te toetsen aan de specifieke eisen voor dat specifieke waterlichaam (o.a. het type watergang, nat oppervlak, nat volume etc.), waardoor kan worden bepaald of alle plekken hierin dienen te worden gebaggerd. Vervolgens wordt er gekeken naar de diepte van de watergang bij de plekken waar baggeren nodig is. De optimale te baggeren diepte van een watergang (zie besteksprofiel2 in de figuur hieronder) is vaak dieper dan het leggerprofiel/de leggerdiepte. Dit komt omdat de legger voor veel watergangen niet op maat gemaakt is en in de praktijk niet past of optimaal is.

Het leggerprofiel van Hoogheemraadschap Rijnland (opdrachtgever van het referentieproject) gaat uit van een bepaalde breedte waarover een bepaalde diepte gehaald moet worden. Door alleen maar een deel van de baggerspecie uit het midden van de watergang te verwijderen kan het zijn dat de baggerspecie (in een smalle watergang) vanuit de kant naar het midden gaat stromen en de watergang dus weer ondieper wordt[5]. RPS heeft ervoor gekozen om deze diepte in het referentieproject te verbreden, waarmee er in de komende circa tien jaar niet meer gebaggerd zou hoeven te worden, terwijl als er ondieper zou worden gebaggerd, zou baggeren misschien binnen vier jaar alweer nodig zijn.



Figuur 6: illustratie normprofielen waterlichaam

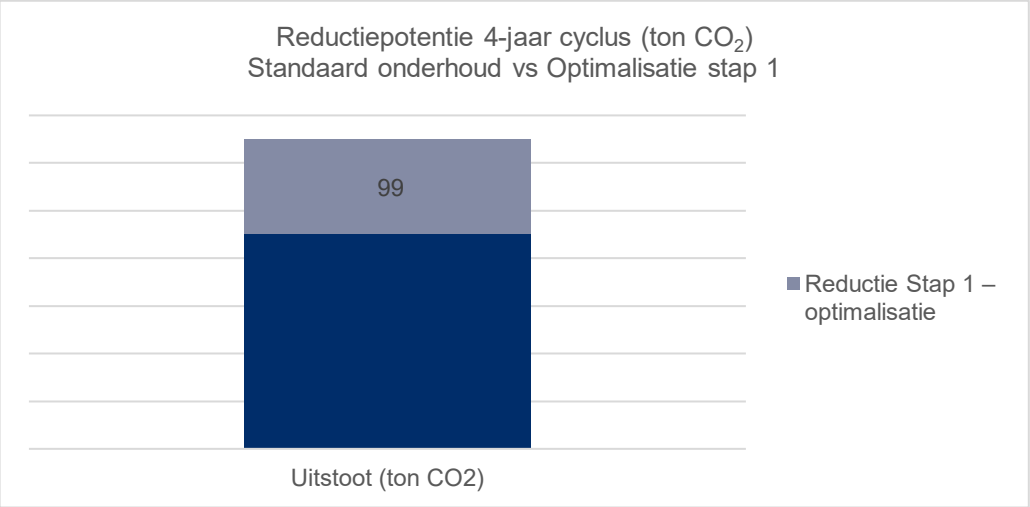
[5] Dit geldt voor alle watergangen, maar met name bij smalle watergangen is dit effect groter.

Het toepassen van stap 2 kan wel uiteindelijk resulteren in een groter volume baggerspecie, maar is op langere termijn rendabeler. RPS heeft beide stappen toegepast in het referentieproject en hieronder wordt het reductiepotentieel per stap uitgelicht.

6.2.1 Berekening

Optimalisatie stap 1.

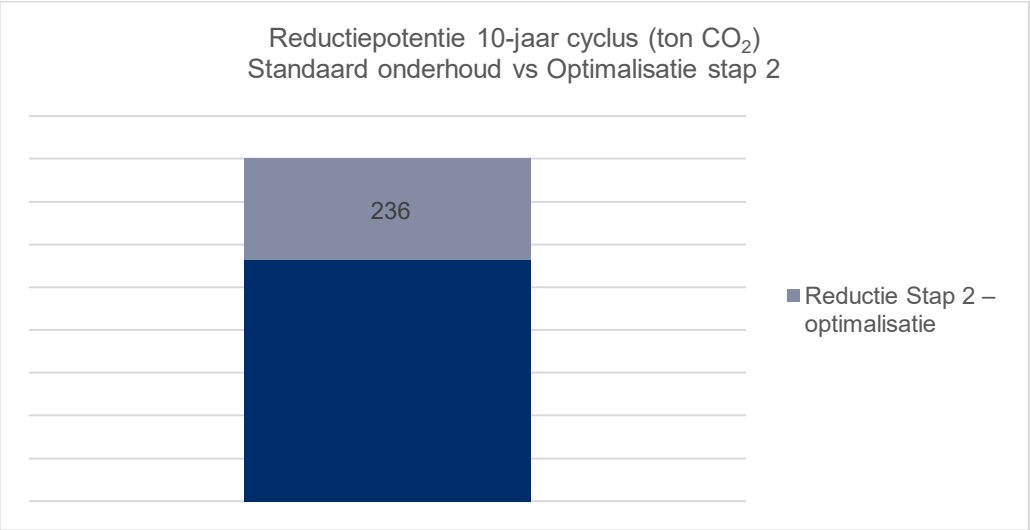
In deel DG3 van het referentieproject is er circa 150 km water ingepeild dat vervolgens zouden moeten worden gebaggerd. Na het toepassen van Stap 1 bleek er echter uiteindelijk maar circa 85 km aan water over dat werkelijk gebaggerd moest worden. Indien gebaggerd zoals de legger over de totale lengte vóór stap 1, zou er gemiddeld 0,579 m^3 per meter moeten worden gehaald uit de watergang. Dit betekent dat stap 1 een **reductie van 43,9% zou opleveren,** indien gemiddeld gebaggerd alleen op de nodige plekken zoals gebleken uit de optimalisatie. Deze reductie in uitstoot is **99 ton CO_2** lager dan de 225 ton CO_2 die zouden worden uitgestoten volgens de standaard onderhoudscyclus.



Grafiek 2: Reductiepotentie optimalisatie stap 1 bij een 4-jaar onderhoudscyclus.

Optimalisatie stap 2.

RPS heeft de diepte van een aantal watergangen in het referentieproject verbreed, zoals eerder gezegd. Hierdoor is een optimaal profiel uitgewerkt waardoor het gedurende tien jaar niet nodig is om te baggeren. Het baggervolume in het bestek is hierdoor 126.923 m^3 geworden. Dit volume volgens het optimale profiel betekent een uitstoot van 327 ton CO_2 over 10 jaar op basis van hetzelfde materieel en transport gehouden voor de standaard onderhoudscyclus. Dat is een **reductie van 42%** ten opzichte van het baggervolume in de standard onderhoudscyclus naar 10 jaar geëxtrapoleerd. Uitgedrukt in emissies is dat een reductie van **236 ton CO_2.**



Grafiek 2: Reductiepotentie optimalisatie stap 1 bij een 10-jaar onderhoudscyclus.

6.3 CONCLUSIE

Uit de vergelijking tussen bovengenoemde baggeren strategieën komt naar voren dat er op hetzelfde project met een optimaal profiel een reductie in de CO2-uitstoot kan worden behaald van 99 ton CO2 (43,9% reductie) bij toepassing van de optimalisatie strategie van stap 1, en van 236 ton CO2 (42% reductie) indien de optimalisatie strategie van stap 2 is gekozen.

	Standaard cyclus	Stap 1 – optimalisatie	Stap 2 – optimalisatie
Uitstoot in ton CO_2 over 4 jaar	225	126 **-43,9% reductie**	-
Uitstoot in ton CO_2 over 10 jaar	564 (225 x 2,5)	-	327 **-42% reductie**

Tabel 6: Reductiepotentie

De daadwerkelijke reductie is uiteraard afhankelijk van de specifieke situatie van de watergangen in een project. Het zou dus groter of kleiner kunnen zijn dan de reducties berekend voor dit referentieproject. Echter laat de berekening zien dat het reductiepotentieel bij beide stappen significant is en daardoor van toegevoegde waarde niet alleen voor de milieuprestaties van een project, maar tevens positief voor de realisatiekosten die daarbij horen.

7.0 REDUCTIEMOGELIJKHEDEN

7.1 REDUCTIEPOTENTIE

De grootste besparing in CO_2-uitstoot bij regulier baggeronderhoud valt te behalen door minder te baggeren. Beide optimalisatie stappen voorgesteld door RPS maken dit resultaat mogelijk en leveren gemiddeld: 43,9% reductie bij een 4-jaar onderhoudscyclus en 42% bij een cyclus van 10 jaar. Terwijl de besparing in Stap 1 behaald wordt door minder te baggeren waar mogelijk, is in stap 2 de besparing bereikt door niet per se minder volume te baggeren, maar minder frequent, wat zich ook op de lange termijn vertaalt in minder volume.

7.2 REDUCTIEDOELSTELLINGEN

RPS wil de voordelen van een optimalisatie strategie bij regulier onderhoud bekender maken en zal dit zo veel mogelijk aanbieden bij de projecten aangenomen door de afdeling Water & Bodem. Met deze ketenanalyse heeft RPS de volgende Scope 3 reductiedoelstellingen vastgesteld:

Doelstelling 2030:
70% van de projecten met het ontwerp van een damwandconstructie óók het duurzame alternatieve ontwerp opstellen en aanbieden aan de opdrachtgever. Bij deze projecten realiseren wij een CO2-reductie van 23% ten opzichte van de initiële footprint.

Monitoring:

Er wordt bijgehouden bij alle baggerprojecten binnen de afdeling Water & Bodem waar een optimalisatie analyse van toepassing is en bij hoeveel projecten heeft RPS dit aangeboden;

Er wordt van elk project van toepassing bijgehouden of er door opdrachtgever is gekozen voor een regulier of een geoptimaliseerd onderhoud.

De resultaten worden halfjaarlijks opgehaald en gerapporteerd.

7.3 PLAN VAN AANPAK

Om bovenstaande doelstelling te realiseren worden in ieder geval de volgende acties uitgevoerd:

Actie	Actiehouder	Wanneer
Instrueren van personeel over reductiepotentie van beide optimalisatie stappen in het kader van CO_2-uitstoot	Team duurzaamheid	Doorlopend
Inventariseren en contoleren van huidige baggerprojecten op mogelijkheden voor optimalisatie	Teamleider, projectleiders, Werkvoorbereiders	Elk half jaar
Aanbieden van de optimalisatie strategieën bij nieuwe baggerprojecten	Projectleiders	Bij geschikte projecten
Doorvoeren van stap 1 en stap 2 optimalisatie bij minstens één opdracht van toepassing	Werkvoorbereiders	Bij geschikte projecten
Communiceren met opdrachtgevers over reductiepotentie van beide optimalisatie strategieën	Projectleiders	Bij geschikte projecten

Tabel 7: Maatregelen

8.0 DATACOLLECTIE EN DATAKWALITEIT

8.1 SPECIFIEKE GEGEVENS KETENPARTNERS

Voor het uitvoeren van deze analyse is gebruik gemaakt van informatie van RPS over de processen in de keten en het meest gebruikte materiaal. Verder zijn de volgende specifieke gegevens vanuit de opdrachtgever gebruikt:

Data over de voorbereidingsfase van een baggeropgave (4 delen) uit 2015 met betrekking tot 27 polders in het beheergebied van Hoogheemraadschap van Rijnland;

Data over de realisatiefase van een specifiek deel (DG3) van het bovengenoemde project, dat heeft plaatsgevonden in de Haarlemmermeerpolder.

Voor het bepalen van de CO_2-uitsoot van het materieel en tijdens het transport de volgende gegevens aangehouden:

De kentallen voor brandstofverbruik en vermogen uit de ketenanalyse “Baggerwerken CO_2-Prestatieladder Biggelaar Groep”, Oktober 2017;

De emissiefactoren te vinden op www.CO2emissiefactoren.nl;

De emissiefactoren te vinden op DuboCalc 6.1.

Voor het berekenen van het referentieproject (vier delen) zijn de specifieke gegevens uit een projectdeel (DG3) gebruikt voor de extrapolatie.

8.2 DATAKWALITEIT

De sterke voorkeur voor de datacollectie ligt bij het gebruik van primaire data. Secundaire (proxy) data wordt alleen gebruikt als er geen andere gegevens aanwezig zijn. De volgorde waarin de datacollectie is uitgevoerd staat in de volgende lijst weergegeven:

Primaire data over volume baggerspecie, lengte watergang en toegepaste baggertechniek (type materieel) uit projectgegevens.
Secundaire data over brandstofverbruik en vermogen materieel op basis van andere ketenanalyses en database.
Secundaire data over CO_2-uitstoot uit ketenanalyse.
Secundaire data over conversiefactoren uit algemene (online) databases.

- Een uitgangspunt bij elke ketenanalyse is dat de CO_2-uitstoot, binnen de ketenstappen die uitgevoerd zijn door het bedrijf dat de ketenanalyse maakt, gebaseerd moet zijn op primaire data. Aangezien alle ketenstappen niet uitgevoerd zijn door RPS of haar opdrachtgever zelf was het binnen deze analyse lastig om primaire data te verzamelen. Om deze reden is vaak gebruik gemaakt van secundaire data van geloofwaardige bedrijven in de vorm van brandstof/energieverbruik van vergelijkbaar materieel en/of (sector)databases.

9.0 ONZEKERHEDEN

9.1 KEUZE MATERIEEL

De keuze van materieel en de verhouding daarvan in alle vier de delen van het referentieproject is gebaseerd op de gegevens van één deel (DG3). Deze extrapolatie heeft geen impact op de omvang van het reductiepotentieel in zichzelf, maar de berekening van de daadwerkelijke uitstoot in het gehele project zou anders (hoger of lager) kunnen zijn indien: er een hele andere verhouding van materieel van toepassing is bij de andere projectdelen, of er ander materieel (baggertechniek) is ingezet. Echter is de berekening gebaseerd op een deel van het referentieproject dat representatief is voor het totale volume gebaggerd (49%). De onzekerheid binnen de berekening is hoog.

9.2 KETENSTAPPEN

Bij de kwantificering van de uitstoot per baggertechniek zijn de volgende aannames gehanteerd met betrekking tot de ketenstappen. Bij baggeren met een graafmachine is de uitstoot van de ketenstap ‘verspreiden’ opgenomen samen met de ketenstap ‘opgraven’, omdat er geen data of goede aannames aanwezig waren om deze uit te splitsen. Bij baggeren met een cutterzuiger is de uitstoot van de ketenstappen ‘verzamelen’ en ‘opgraven’ gesplitst op basis van de verhouding geldig bij baggeren met een graafmachine. Dit was nodig want met een cutterzuiger worden deze ketenstappen gelijktijdig uitgevoerd. De onzekerheid binnen de berekening is gemiddeld.

9.3 VERVOER AFSTANDEN VAN BAGGERSPECIE

In de analyse, voor de berekening van de uitstoot uit transport bij beide baggermethodieken is de daadwerkelijke afstand (in km) niet aangegeven maar ingeschat met gebruik van GoogleMaps op basis van de namen van de projectlocatie en de bestemming van de af te voeren baggerspecie. De onzekerheid binnen de berekening is laag.

9.4 ENERGIEVERBRUIK EN CO_2-EMISSIEFACTOREN

De verbruiksgegevens en emissiefactoren gehaald uit de gebruikte ketenanalyse en uit de database DuboCalc (secundaire data) zijn gebaseerd op een gemiddelde CO_2-uitstoot van emissiebronnen (materieel en transport). Het is bekend dat de emissiegegevens in de praktijk (primaire data) significant anders kunnen zijn, vaak hoger. De leverancier kan ook natuurlijk per project anders zijn. De CO_2-berekening in deze analyse kan hierdoor beter worden gezien als een gemiddelde referentie. De onzekerheid binnen de berekening is gemiddeld.

9.5 REDUCTIEPOTENTIE

Voor de berekening in deze analyse is er uitgegaan van specifieke watergangen voor het bepalen van de reductiepotentie. Waterkwaliteit is per watergang afhankelijk, tevens gelden er verschillende kwaliteitseisen per gebied en per type watergang. De optimalisatie strategieën van RPS kunnen dan bij andere projecten tot een reductiepotentie leiden die hoger of lager zit dan die van toepassing in deze analyse.

10.0 BRONVERMELDING

Bron
SKAO, Handboek CO2-Prestatieladder versie 3.1, juni 2020
GHG Protocol, Corporate Accounting & Reporting standard, 2004
GHG Protocol, Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, 2010
GHG Protocol, Product Accounting & Reporting Standard, 2010
Bodemrichtlijn (Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit), Baggerspecie, beschikbaar op <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/baggerspecie-en-slootslib>, december 2020
STOWA, Rapport 'Inventarisatie meetmethoden voor het bepalen van baggervolumes', rapportnummer 2006-07, STOWA: Utrecht, beschikbaar op <https://edepot.wur.nl/118888>, oktober 2024
Bodemrichtlijn (Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit), Baggeren en transporteren, aandachtspunten voor de uitvoering, dieptemeting en plaatsbepaling, beschikbaar op <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/g-baggeren-en-transporteren/g1-algemene-aspecten-van-bag9351/baggeren-en-transporteren-aandachtspunten-voor-de-uitvoering-die9387>, oktober 2024
Website JP Schilder BV, <https://www.jpschilder.nl>, oktober 2024
Ketenanalyse "Baggerwerken CO2-Prestatieladder Biggelaar Groep", oktober 2017
www.co2conversiefactoren.nl, december 2020 en update 22-01-2024
Google Maps, beschikbaar op <www.google.nl/maps>, december 2020