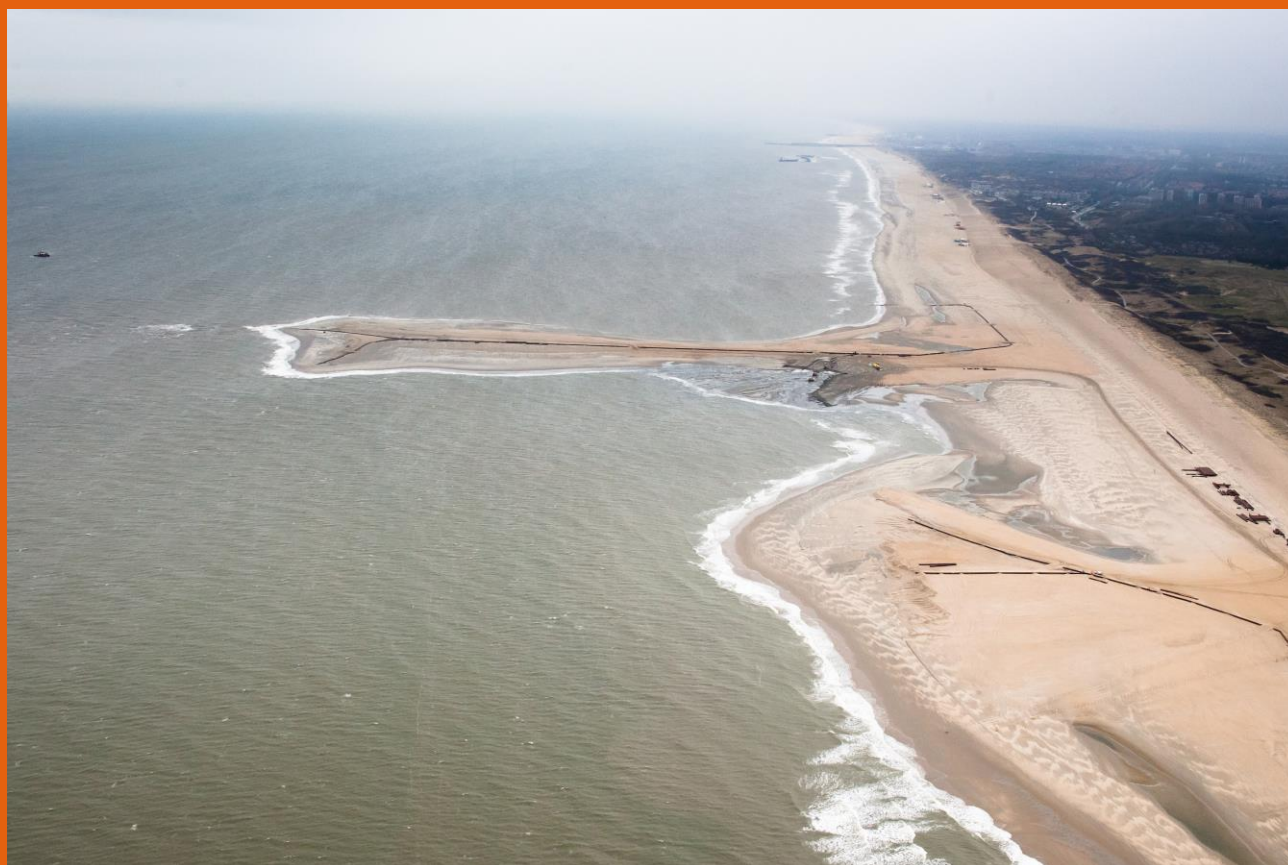


KETENANALYSE KUSTSUPPLETIE

Rijkswaterstaat

22 FEBRUARI 2017



Contactpersonen

MARIE ERNST

Adviseur Energie & Milieu

MANDY VAN LEEUWEN

Adviseur Energie & Milieu

MARTINE SCHUTS

Adviseur Energie & Milieu

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205

3006 AE Rotterdam

Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Doelstellingen ketenanalyses	5
1.2	Doel en opzet van de rapportage	6
2	UITLEG KETEN	7
2.1	Kustsuppletie en projectkeuze	7
2.2	Scope van de analyse: afbakening tot een cyclus	8
2.3	Ketenmodel	9
3	KETENPARTNERS	11
3.1	Definitie ketenpartners	11
3.2	Kwalitatieve ketenanalyse	11
3.3	Rol Ministerie van Infrastructuur en Milieu	12
3.4	Rol Ministerie van Economische Zaken	13
3.5	Rol Rijkswaterstaat	13
3.6	Rol Aannemer en onderaannemers	15
3.7	Afbakening kwantitatieve ketenanalyse	15
4	KETENANALYSE	16
4.1	Beschrijving bronnen en aannames	16
4.2	Functionele eenheid	18
4.3	Invloeden op de emissies	18
4.4	Berekeningen CO ₂ -emissies	19
4.4.1	Inschatting brandstofverbruik sleepopperzuiger	19
4.4.2	Berekening brandstofverbruik	20
4.4.3	Berekening CO ₂ emissies	21
4.4.4	Overige uitgangspunten bij de berekening van de CO ₂ emissies	23
4.4.5	Uitkomsten CO ₂ emissies per ketenstap	23
5	CONCLUSIE	27
6	REFLECTIE	29

6.1	Onzekerheid in data	29
6.2	Aanbevelingen voor de toekomst	30
6.3	Maatschappelijk Voortschrijdend inzicht	30
6.4	Aanbevelingen voor opvragen van primaire data	31
BIJLAGE 1: EISEN, METHODIEK EN BETROKKENEN		32
BIJLAGE 2: GEBRUIKTE BRONNEN		35

1 INLEIDING

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu (en daarbinnen Rijkswaterstaat) streeft naar een duurzaam en leefbaar Nederland. Het ministerie wil actief meewerken aan een land waar economie, ecologie, kwaliteit van leven en sociale verhoudingen in balans zijn. Daarom zijn er ambitieuze doelstellingen op het gebied van energie & klimaat geformuleerd en wil het ministerie toe naar een circulair gebruik van materialen. Als onderdeel van het corporate duurzaamheidsbeleid wil zij sturing geven aan het verminderen van de CO₂-uitstoot dat gekoppeld is aan het werk dat aannemers en hun leveranciers uitvoeren voor het ministerie. Uitgangspunt is om de komende jaren een aanzienlijke reductie te realiseren en bij te dragen aan het toekomstbeeld van een klimaatneutrale en maximaal circulaire Grond-, Weg- en Waterbouw.

Aanleg- en onderhoudsprojecten hebben een bijzondere positie in het klimaatbeleid van het ministerie van IenM. Aannemers en leveranciers zorgen via de projecten voor een aanzienlijk deel van de indirecte CO₂-emissies van Rijkswaterstaat bij aanleg en onderhoud van infrastructuur. Daarom wordt beoogd de komende jaren te komen tot een overkoepelende langetermijnstrategie ten aanzien van vergaande CO₂-reductie in scope 3 upstream. Een hulpmiddel daarbij is de certificering op de CO₂-Prestatieladder. Rijkswaterstaat streeft naar een certificering op niveau 3 in 2016 en niveau 5 tussen 2018 en 2020.

In het kader hiervan heeft ARCADIS Nederland BV (Arcadis) opdracht gekregen van Rijkswaterstaat voor het uitvoeren van een verkenning richting trede 5 van de CO₂-prestatieladder. Eén van de onderdelen van deze opdracht is het uitvoeren van ketenanalyses conform eis 4.A.1 van het Handboek CO₂-Prestatieladder versie 3.0.

1.1 Doelstellingen ketenanalyses

De projectdoelstelling is om de benodigde beslisinformatie te organiseren en te genereren om vervolgens een strategie te formuleren voor de CO₂-reductie in de vier productieketens (materiaalstromen) van asfalt, grondverzet in natte projecten, en betonconstructies.

De CO₂-prestatieladder stelt dat de onderwerpen van de ketenanalyses gekozen moeten worden op basis van een rangschikking van de meest materiële Scope 3 emissies van een bedrijf. Met “meest materieel” worden de meest *relevante emissies* bedoeld, waarvoor criteria zijn gegeven in de GHG Protocol Scope 3 Standard. Deze criteria gaan over de omvang van de emissies, invloed van het bedrijf op de emissies, risico's voor het bedrijf, emissies van kritisch belang voor stakeholders, emissies die ge-outsourced zijn, emissies die door de sector zijn geïdentificeerd als significant/relevant en overige. (Handboek CO₂-prestatieladder 3.0, 10 juni 2015)

Voor het bepalen van haar meest relevante Scope 3 emissies heeft Rijkswaterstaat allereerst een materialiteitsanalyse laten uitvoeren van haar scope 3 upstream CO₂-emissies. Hieruit blijkt dat asfalt, nat grondverzet, droog grondverzet en beton de belangrijkste materiaalstromen van Rijkswaterstaat zijn. De materialiteitsanalyse is als input gebruikt voor een Product Markt Combinatie analyse (PMC-analyse) conform de CO₂-prestatieladder (versie 3.0, 10 juni 2015). PMC's zijn de combinaties van producten (of diensten) en markten die relevant zijn voor de omzet van Rijkswaterstaat. Deze zijn gekoppeld aan activiteiten waarbij CO₂ vrijkomt. Vervolgens zijn deze activiteiten gerangschikt op basis van onder andere de omvang van de CO₂-emissies en de mate waarin het mogelijk is deze CO₂-uitstoot te beïnvloeden.

Rijkswaterstaat heeft op basis van de gemaakte rangschikking de volgende onderwerpen voor de ketenanalyses geselecteerd: kustsuppletie, wegverbreding en de bouw van een viaduct. Onderhavig rapport beschrijft de ketenanalyse van het onderwerp kustsuppletie. Kustsuppletie veroorzaakt verreweg de meeste CO₂-emissies binnen de materiaalstromen van nat grondverzet, zowel nu als in de toekomst (zie hiervoor de Memo Second Opinion Materialiteitsanalyse en Voorwaartse Dominantieanalyse).

Aangrijpingspunt voor het formuleren van energiebesparingsmogelijkheden

De ketenanalyses dragen bij aan de beschreven projectdoelstelling door enerzijds de CO₂-emissies van de vier productieketens per ketenstap inzichtelijk te maken, zodat duidelijk wordt in welke stappen van de keten de grootste CO₂-uitstoot plaatsvindt. Anderzijds wordt de invloed die Rijkswaterstaat heeft op CO₂-reducerende maatregelen in de ketens beschreven.

Gecombineerd leiden kennis over de positie van Rijkswaterstaat en kennis over CO₂-uitstoot van de verschillende ketenstappen tot de aangrijpingspunten voor het formuleren van CO₂-reductiemaatregelen ten behoeve van de CO₂-reductiestrategie.

Startpunt monitoring van reductiedoelstellingen

Verder vormen de ketenanalyses de basis voor de monitoring van de toekomstige doelstellingen ten aanzien van CO₂-reductie scope 3 upstream. Deze ketenanalyse kan periodiek herhaald worden, zodat veranderingen in CO₂-uitstoot inzichtelijk worden. Hiertoe is de ketenanalyse op een transparante manier uitgevoerd.

1.2 Doel en opzet van de rapportage

Voorliggende rapportage beschrijft de aanpak en resultaten van de uitgevoerde ketenanalyse voor het onderwerp kustsuppletie.

In deze rapportage lichten we achtereenvolgens toe:

Hoofdstuk 2: het project dat als onderwerp voor de ketenanalyse is gekozen, de bijbehorende ketenstappen en de veroorzakers van CO₂-uitstoot per stap.

Hoofdstuk 3: de ketenpartners binnen een kustsuppletie project van Rijkswaterstaat in het algemeen en het geanalyseerde project in het bijzonder. Ook de rol van Rijkswaterstaat wordt toegelicht.

Hoofdstuk 4: de ketenanalyse: welke data is gebruikt, hoe zijn de CO₂-emissies geschat, en wat zijn de uitkomsten.

Hoofdstuk 5 geeft de conclusie weer: het bevat een samenvatting van de uitkomsten en beschrijft wat deze betekenen voor Rijkswaterstaat.

Hoofdstuk 6: een kritische reflectie op de uitgevoerde analyse en aanbevelingen voor de toekomst

Informatie over de eisen die de CO₂-prestatieladder stelt aan ketenanalyses, de gebruikte methodiek en de betrokkenen bij het opstellen van de analyse is te vinden in bijlage 1. Bijlage 2 geeft informatie over de gebruikte bronnen.

2 UITLEG KETEN

Dit hoofdstuk beschrijft de kustsuppletieketen met specifiek aandacht voor het project 'strandsuppletie Scheveningen', dat gekozen is als onderwerp van de ketenanalyse.

2.1 Kustsuppletie en projectkeuze

De Nederlandse Noordzeekust bestaat uit duinen en waterkerende constructies zoals dijken. Deze behoren allemaal tot de primaire waterkeringen van Nederland. In de Waterwet, het Nationaal Waterplan en diverse kustnota's is kustverdediging geïntroduceerd. Deze is gericht op het op peil houden van de kust ter voorkoming van het verliezen van land aan de zee. Oftewel het bestrijden van structurele erosie. De regering en het parlement hebben in 1990 besloten de kustachteruitgang te stoppen en de kustlijn vanaf 1990 dynamisch te handhaven (Eerste Kustnota). Het beleid 'dynamisch handhaven' is in de derde kustnota vanaf 2001 uitgebreid met het beleid om het kustfundament in stand te houden. Dit betekent dat vanaf 2001 de zandverliezen van het kustfundament (en daarmee de aangrenzende zanddelende systemen) als gevolg van de stijging van de zeespiegel worden gecompenseerd met zandsuppleties (gemiddeld 12 miljoen kubieke meter zand per jaar). Het kustfundament omvat landwaarts de duinen (binnenduinrand) en de zeedijken en heeft een zeewaartse grens tot de doorgaande -20m NAP dieptelijn (OBR Kustfundament, 2015).

Voor de ketenanalyse van kustsuppletie is ervoor gekozen om in te zoomen op een specifiek project. Er is gekozen voor een ketenanalyse op projectniveau en niet op portfolioniveau, omdat er reeds een inschatting is gemaakt de Scope 3 CO₂-emissies voor kustsuppletie van Rijkswaterstaat¹. Door Rijkswaterstaat en Arcadis is vastgesteld dat het verder verfijnen van deze analyse erg lastig is; volumes zijn met veel moeite nog wel nauwkeuriger te schatten, maar hoe kom je bijvoorbeeld tot representatieve transportafstanden? Op projectniveau is nauwkeuriger data te verkrijgen, omdat de schaal behapbaar is en informatie al door Rijkswaterstaat en door de aannemer op projectniveau is geaggregeerd. De uitkomsten zijn later op te schalen naar het gehele portfolio of juist te specificeren per kuub.

Gekozen is voor het analyseren van een recent afgerond project, zodat zoveel mogelijk data uit reële primaire bronnen kon worden verkregen en de analyse actueel is. Omdat voor het project 'strandsuppletie Scheveningen' de gevaren kilometers van de sleeppopperzuiger uit het kostenmodel van Rijkswaterstaat beschikbaar was én omdat voor het project ook een CO₂ voortgangsrapportage van de ketenpartner beschikbaar is, is gekozen voor dit project.² De werkzaamheden binnen het project zijn begin januari 2015 van start gegaan en liepen door tot eind maart 2015.

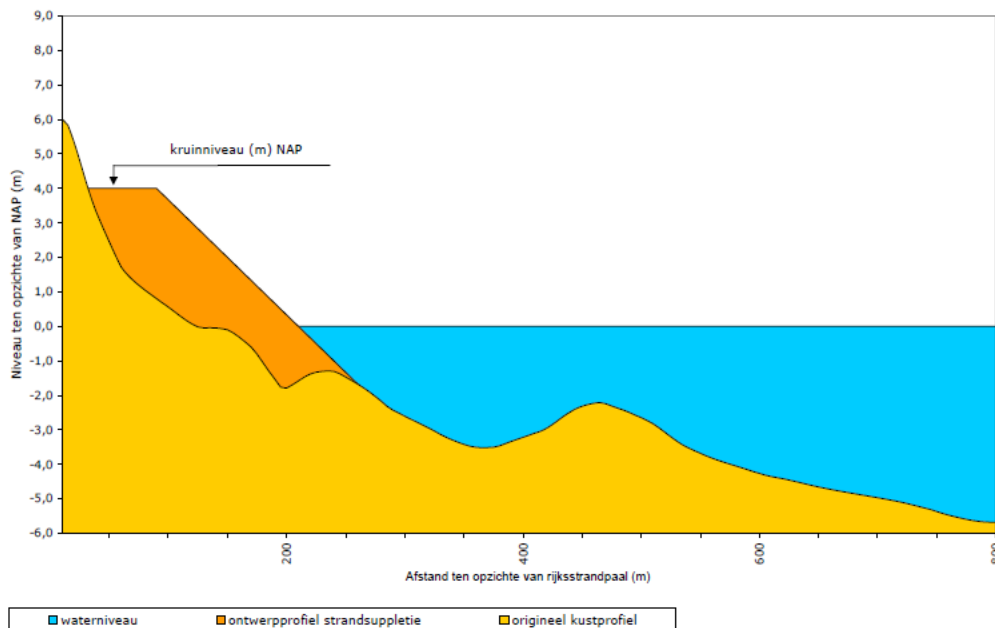
¹ Deze is te vinden in het document "Second opinion materialiteitsanalyse RWS" van Arcadis uit 2016.

² Excel document: 'A CM kentallen suppletie Scheveningen v1_0' (aangeleverd door Matijs Burger).

Het project “Strandsuppletie Scheveningen”

De suppletie van het project “Strandsuppletie Scheveningen” is beschreven in onderstaande figuur.

310.909.41 bijlage SP-D-1 principe ontwerp strandsuppletie

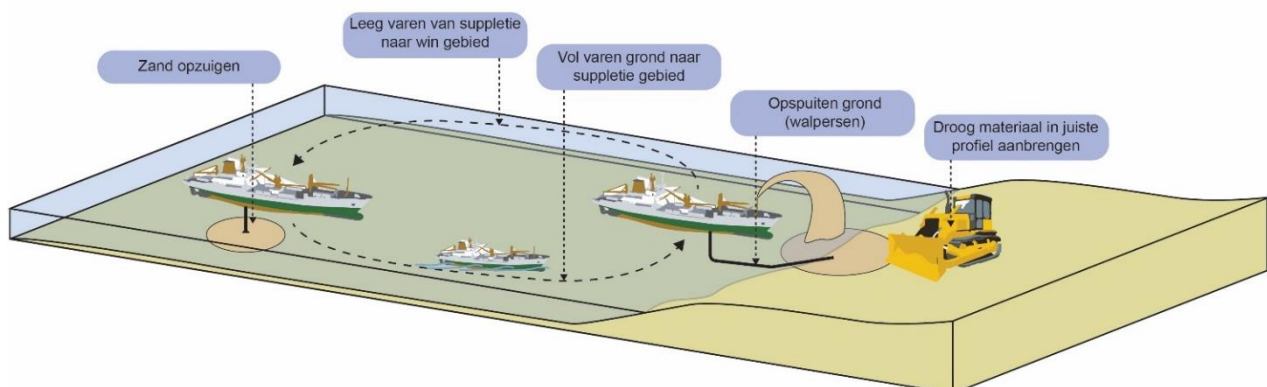


Figuur 1: Ontwerp strandsuppletie, in bezit van Rijkswaterstaat

Het gele deel in de figuur is het originele kustprofiel. Het ontwerpprofiel van de strandsuppletie, dus de suppletie die aangebracht is tijdens het project, is oranje gekleurd. De suppletie is uitgevoerd over een kustlengte van ongeveer 2 km. De kruinhoogte is NAP+3,5 m (in de figuur is deze 4 meter hoog, bij nameting bleek deze 3,5 meter hoog te zijn). Bij deze suppletie is gekozen voor 3,5 meter omdat bij een hogere suppletie het risico van het afzakken van zand te groot zou zijn. Binnen deze kaders is 808.000 m³ zand aangebracht. Dit zand is opgezogen uit een wingebied dat zich 8,95 km van de suppletielocatie bevindt.

2.2 Scope van de analyse: afbakening tot een cyclus

Een kustsuppletie geschiedt volgens een cyclus die zich telkens herhaalt. Deze cyclus is weergegeven in onderstaande figuur.



De cyclus bestaat uit vijf stappen:

1. Leegvaren.
2. Zandwinning.
3. Volvaren.
4. Walpersen.
5. Aanbrengen van juiste profiel met bulldozers op het land.

Stap 1 tot en met 4 wordt uitgevoerd door een sleephopperzuiger, stap 5 wordt uitgevoerd door bulldozers op het land.

Gedurende het project 'strandsuppletie Scheveningen' vaart de sleephopperzuiger 129 maal heen en weer om de kust te suppleren. Op één cyclus wordt gemiddeld 5.679 m³ zand meegenomen³. Elke cyclus vindt op dezelfde manier plaats. Daarom is gekozen om de ketenanalyse te specificeren op één cyclus.

De ketenanalyse maakt dan inzichtelijk in welke stap van de cyclus de meeste CO₂-emissie uitgestoten wordt.

Voordat zand gebruikt mag worden voor een suppletie, moet er eerst worden aangetoond dat dit zand 'schoon' is en dat het qua korrelgrootte past bij het bestemmingsgebied. Hiertoe worden geruime tijd vóór de suppletie bodemonsters genomen door een schip van de Rijksrederij. Dit gebeurt echter in eigen beheer van RWS en is dus scope 1 en 2 en zou binnen deze scope beschouwd kunnen worden. Deze fase wordt daarom niet beschreven in deze ketenanalyse.

In de volgende paragraaf worden de genoemde vijf stappen nader toegelicht.

2.3 Ketenmodel

Zoals hierboven toegelicht, omvat de ketenanalyse van kustsuppletie vijf stappen uit één cyclus. Hieronder zijn deze stappen weergegeven. De oranje vlakken geven de ketenstappen weer, de witte vlakken geven de bronnen voor de CO₂-emissies in de betreffende ketenstappen weer.



Figuur 2 Ketenmodel

Hieronder worden de ketenstappen toegelicht.

Leegvaren

Deze ketenstap omvat één activiteit: het varen van het suppletiegebied naar het zandwingebied met de sleephopperzuiger. Deze sleephopperzuiger is een vaartuig dat door de aannemer van Oord gebruikt wordt voor strandsuppletieprojecten.

Bij de berekening van de CO₂-uitstoot wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid kilometers, een gemiddelde hoeveelheid minuten en hieraan gerelateerd een gemiddelde hoeveelheid brandstof en smeerolieverbruik. Deze gemiddelde hoeveelheden zijn verkregen uit het rapport 'Economische en milieukundige effecten van de zandwinstrategie' van Blueconomy uit 2010. Bijlage 2 geeft informatie over dit rapport.

Zand opzuigen

Deze ketenstap omvat de tijd die de sleephopperzuiger nodig heeft om voldoende zand te winnen. Er vinden twee activiteiten plaats: het (met lage snelheid) varen met de sleephopperzuiger om niet voortdurend op hetzelfde punt zand te winnen en het oppompen van het zand (gemiddeld 5.679 m³ zand per keer).

³ Totaal is er 808.000 m³ zand gesuppleerd in het gehele project.

Bij de berekening van de CO₂-uitstoot wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid kilometers, een gemiddelde hoeveelheid minuten en hieraan gerelateerd een gemiddelde hoeveelheid brandstof en smeerolieverbruik (voor het varen en voor opzuigen). Deze gemiddelde hoeveelheden zijn verkregen uit het hierboven genoemde rapport van Blueconomy uit 2010.

Volvaren

Deze ketenstap omvat één activiteit: het varen van het zandwingebied naar het suppletiegebied met de sleepopperzuiger.

Bij de berekening van de CO₂-uitstoot wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid kilometers, een gemiddelde hoeveelheid minuten en hieraan gerelateerd een gemiddelde hoeveelheid brandstof en smeerolieverbruik. Deze gemiddelde hoeveelheden zijn verkregen uit het hierboven genoemde rapport van Blueconomy uit 2010.

Walpersen

Deze ketenstap omvat de tijd die de sleepopperzuiger nodig heeft om het zand op te spuiten. Er vindt een activiteit plaats: het spuiten van het zand.

Bij de berekening van de CO₂-uitstoot wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid minuten en hieraan gerelateerd een gemiddelde hoeveelheid brandstof en smeerolieverbruik (voor het spuiten). Deze gemiddelde hoeveelheden zijn verkregen uit het hierboven genoemde rapport van Blueconomy uit 2010.

Profiel aanbrengen

Deze ketenstap omvat het aanbrengen van een profiel aan het gesuppleerd zand met bulldozers. Er vinden twee activiteiten plaats: Het verdelen van het opgespoten zand om een profiel aan te brengen en de kleine hoeveelheid meters die de bulldozers maken om het zand te verplaatsen.

Bij de berekening van de CO₂-uitstoot wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid meters (omgezet naar kilometers), een gemiddelde hoeveelheid minuten en hieraan gerelateerd een gemiddelde hoeveelheid brandstofverbruik (voor het rijden en voor verdelen van het zand). Deze gemiddelde hoeveelheden zijn verkregen met behulp van Simapro (EcoInvent v3), Dubocalc en het genoemde rapport van Blueconomy. Alledrie deze bronnen zijn toegelicht in Bijlage 2.

Samengevat worden in deze ketenanalyse de volgende ketenstappen en gerelateerde emissies onderscheiden:

Tabel 1 Type emissie

Categorie	Type emissie
Ketenstap 1: leegvaren	Brandstofverbruik mobiele werktuigen in tonnen
	Smeerolieverbruik mobiele werktuigen in liters
Ketenstap 2: baggeren zand	Brandstofverbruik mobiele werktuigen in tonnen
	Smeerolieverbruik mobiele werktuigen in liters
Ketenstap 3: volvaren	Brandstofverbruik mobiele werktuigen in tonnen
	Smeerolieverbruik mobiele werktuigen in liters
Ketenstap 4: suppleren zand	Brandstofverbruik mobiele werktuigen in tonnen
	Smeerolie gebruik mobiele werktuigen in liters
Ketenstap 5: gewenste profiel aanbrengen	Brandstofverbruik mobiele werktuigen in tonnen
	Smeerolie gebruik mobiele werktuigen in liters

3 KETENPARTNERS

Het identificeren van de ketenpartners maakt onderdeel uit van de ketenanalyse. Door het beschrijven van de ketenpartners met hun rol wordt inzichtelijk waar welke keteninformatie zich bevindt. Zo wordt duidelijk bij wie welke informatie opgevraagd moet worden ten behoeve van het bepalen van de CO₂-emissies in de keten. Hiernaast is inzicht in de invloed van de diverse ketenpartners van belang. Het geeft een eerste antwoordrichting op de vraag: met wie kan Rijkswaterstaat het beste samenwerken om CO₂-reductie te bereiken?

Onderstaand wordt allereerst de definitie van de term ketenpartner beschreven. Hierna worden de ketenpartners in het project 'strandsuppletie Scheveningen' beschreven. Vervolgens wordt, voor de volledigheid, de rol van Rijkswaterstaat in dit project beschreven. Tot slot worden elk van de ketenpartners van Rijkswaterstaat in het genoemde project toegelicht.

3.1 Definitie ketenpartners

Ketenpartners zijn partijen zowel upstream als downstream in de keten(s) van het bedrijf waar het bedrijf mee samenwerkt. Dit kunnen bijvoorbeeld klanten, distributeurs, leveranciers of opdrachtgevers zijn. Bij het identificeren van ketenpartners moet een onderscheid worden gemaakt tussen directe ketenpartners en indirecte ketenpartners. Directe ketenpartners zijn partijen in de keten waar Rijkswaterstaat een contractuele relatie mee heeft zoals toeleveranciers, afnemers en opdrachtgevers. Indirecte ketenpartners zijn partijen in de keten waar Rijkswaterstaat geen directe (contractuele) relatie mee heeft, zoals onderaannemers of leveranciers naar de aannemer toe. Informatie over de CO₂-gegevens van indirecte ketenpartners is over het algemeen moeilijker om te verkrijgen vanwege de indirecte relatie.

Rijkswaterstaat dient van de directe (en potentiële) ketenpartners die relevant zijn voor de uitvoering van de scope 3 strategie, over specifieke emissiegegevens te beschikken die afkomstig zijn van directe ketenpartners en waar mogelijk van indirecte ketenpartners.

3.2 Kwalitatieve ketenanalyse

In de keten kustlijn zorg is een sterke verwevenheid van strategische beleidskeuzes, meer tactische programmeer en ontwerpkeuzes en operationele keuzes bij de uitvoering. In onderstaand hoofdstuk is de gehele keten kwalitatief beschreven en op basis van bestaande kennis en bronnen ook kwalitatief geanalyseerd op CO₂ impact. Basis hiervoor zijn reeds bestaande kennis en analyses, zoals beschreven in de tekst. De kwantitatieve ketenanalyse betreft alleen de uitvoeringsfase omdat enkel dit deel van de keten daadwerkelijke CO₂ emissies produceert. Deze paragraaf laat echter zien dat de dominante invloed voor CO₂ reducties zowel in de beleidsfase als in de uitvoeringsfase aanwezig is. In onderstaande tabel is het hoofdstuk samengevat.

Kwalitatieve indicatie van CO₂ reductiepotentieel vanuit diverse onderdelen van de keten en de inspanning die daar voor nodig is

	Kustbeleid (Ministerie IenM)	Milieuwetgeving (Ministerie IenM)	Natuurwetgeving (Ministerie EZ)	Programmeren en ontwerpen (RWS)	Opdrachtgeverschap en uitvoeren (RWS/ markt)
Potentieel/ impact CO ₂ reductie	Groot	Klein	Middel	Klein tot middel	Groot
Inspanning voor CO ₂ reductie	Groot	Groot	Zeer Groot	Middel	Groot
Som impact/inspanning*	1 en 2	5	4	3	1 en 2

* 1 = meest gunstig, 5 = minst gunstig

3.3 Rol Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Het ministerie Infrastructuur en Milieu (IenM) zet in op leefbaarheid en bereikbaarheid, met een soepele doorstroming in een goed ingerichte, schone en veilige omgeving. Het kustbeleid richt zich op een adequate bescherming tegen overstromingen door het zandig kuststelsel in stand te houden.

Kustbeleid

Het totale te suppleren volume zand wordt bepaald door het product van oppervlakte van het kustfundament maal de zeespiegelstijging. Conform afspraken in het Deltaprogramma vindt er rond 2020 onder leiding van het ministerie een beslissing over het toekomstige kustbeleid plaats, met in elk geval een uitspraak over het te suppleren volume zand bij een stijgende zeespiegel. Het programma Kustgenese 2.0 legt tussen 2015 en 2020 een kennisbasis voor deze beleidsbeslissing. Het ministerie is ook verantwoordelijk voor de ruimtelijke zonering van de Noordzee, waaronder de begrenzing op hoofdlijnen van zandwingsgebieden. Via beleid is dus een grote reductie mogelijk op de totale suppletieinspanning van het kustlijnprogramma (minder m³ dus minder CO₂) en op de CO₂ uitstoot per m³ door optimalisatie van transport.

Aspecten die aan bod komen binnen Kustgenese 2.0 zijn:

- De omvang van het kustfundament: Een kleiner oppervlak van het kustfundament leidt tot een kleiner volume dat noodzakelijk is om mee te groeien met de zeespiegel en dus een kleinere suppletieinspanning.
- De zeewaartse begrenzing van het kustfundament: is -20,0 m NAP vanuit de morfologie nog valide? Een eventuele landwaartse verschuiving kan vervolgens een opmaat zijn naar kortere transportafstanden;

Overige CO₂-reducerende keuzes die binnen IenM beleid (kunnen) worden bepaald:

- Sturing op nieuwe, wellicht CO₂ armere, concepts of operations om zand te transporteren;
- Sturing op de ruimtelijke zonering van zandwingsgebieden in relatie tot andere functies (N.B. de landwaartse begrenzing van het zoekgebied voor zandwinning, hoeft niet per definitie gekoppeld te zijn aan de zeewaartse begrenzing van het kustfundament);
- Fysieke aanpassingen van probleempunten in het kustonderhoud, dit heeft een invloed op de suppletieinspanning die gekoppeld is aan de Basiskustlijn, maar niet op de suppletieinspanning die gekoppeld is aan het kustfundament. Dergelijke aanpassingen leiden dus in termen van CO₂ tot optimalisaties zoals een verschuiving van strandsuppleties naar vooroever- of geulsuppleties, maar in principe niet tot een kleiner suppletievolume op programmatisch niveau.

CO₂ reductiepotentieel binnen het (kust)beleid

De mogelijkheden om de CO₂ impact van het suppletieprogramma via beleidskeuzes te verkleinen zijn groot ten opzichte van mogelijke CO₂ reductie binnen andere delen van de keten. De reden hiervoor is dat het beleid door aanpassing van het kustfundament *op korte tot middellange termijn* kan leiden tot *minder* kustonderhoud en dat beleid invloed heeft op de transportafstanden over het gehele portfolio. Echter, waar het gaat om de hoeveelheid te suppleren zand is op lange termijn niet de definitie van het kustfundament maar de zeespiegelstijging leidend, en dus zal de totale hoeveelheid transport van zand, onvermijdelijk toenemen. Essentieel is ook dat in beleidskeuzes een groot scala aan belangen meeweegt. CO₂ reductie is slechts één van deze belangen, naast bijvoorbeeld veiligheid tegen overstromingen, zeespiegelstijging, maatschappelijke kosten en natuurwaarden. Om te komen tot optimale besluiten is het aan te bevelen om het effect van mogelijke beleidskeuzes op CO₂ uitstoot als onderdeel van het besluitvormingsproces voortaan expliciet te maken en te kwantificeren.

Volgens RHDHV (2015) leveren bovenstaande beleidsmaatregelen gezamenlijk 5% reductie van te suppleren m³ op de korte termijn tot 10% reductie van te suppleren m³ op de lange termijn. Aanvullend kan de CO₂ uitstoot per m³ enkele procenten verminderen (expert judgement team Kustgenese). Op basis van nadere gesprekken (expert judgement team Kustgenese 2.0) is de kanttekening hierbij dat een eventuele verkleining van het kustfundament op de lange termijn teniet gedaan zal worden door een toename van het suppletievolume als gevolg van de zeespiegelstijging. Het eventueel naar beneden bijstellen van het oppervlak kustfundament zal evenwel op de lange termijn blijven doorwerken en de hoeveelheid m³ relatief lager houden dan onder de huidige definitie van het kustfundament.

Milieuwetgeving

Het ministerie van IenM is ook verantwoordelijk voor diverse milieuwetgeving. Het kustlijnprogramma is vergunning- en meldingsplichtig onder deze wetgeving. Het gaat om het volgende:

- Besluit bodemkwaliteit

- Besluit lozen buiten inrichtingen
- Ontgrondingenwet
- Wet milieubeheer en Besluit MER

CO2 reductiepotentieel binnen de milieuwetgeving

Deze wetgeving is belangrijk voor het beschermen van het milieu. Evenwel kent de wetgeving door opgelegde beperkingen negatieve bijeffecten voor CO2 uitstoot, omdat de keuzevrijheid t.a.v. het winningsgebied en dus de transportafstand tot de suppletie locatie, wordt beperkt. De meest dominante factor voor CO2 emissies is de MER procedure, waarin de randvoorwaarden voor winningsgebieden worden bepaald. Om hier optimalisaties te verkrijgen zou een dialoog met de wetgever of bevoegd gezag gevoerd kunnen worden. Dit is een complexe opgave met een lange doorlooptijd en een veelvoud aan belanghebbenden. Het is aan te bevelen het CO2 reductiepotentieel van deze oplossingsrichting nader in te schatten voordat dit pad wordt ingeslagen. De ruimte van Rijkswaterstaat en haar aannemers om in ontwerp en uitvoering te optimaliseren binnen het huidige kader van deze wetgeving is beperkt.

Budget

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu bepaalt het budget voor kustlijnzorg van Rijkswaterstaat op basis van het kustbeleid en kostenraming uit het verleden. Als hefboom voor het reduceren van CO2 is te overwegen om eventuele besparingen door het verminderen van het totale suppletievolume (gedeeltelijk) in te zetten om CO2 reductie in de uitvoering te reduceren, bijvoorbeeld door middel van innovatietrajecten samen met de markt.

3.4 Rol Ministerie van Economische Zaken

Natuurwetgeving

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) is verantwoordelijk voor natuurwetgeving. Het kustlijnzorgprogramma is vergunning- en meldingsplichtig onder verschillende wetgeving, te weten:

- Natuurbeschermingswet
- De flora- en faunawet

CO2 reductiepotentieel binnen het natuurbeleid

Deze wetgeving is belangrijk voor het beschermen van belangrijke natuurwaarden, waarbij CO2 effecten (beperkt) worden meegewogen. Evenwel kent de wetgeving door opgelegde beperkingen negatieve bijeffecten voor CO2 uitstoot, vooral omdat de keuzevrijheid t.a.v. het winningsgebied en vaarroutes nabij Natura2000 gebieden op zee en dus de transportafstand tot de suppletie locatie, wordt beperkt. De meest dominante factor voor CO2 emissies is het oordeel van het bevoegd gezag over gepaste beperkingen rondom Natura2000 gebieden op zee. Om hier optimalisaties te verkrijgen zou een dialoog met de wetgever en het bevoegd gezag gevoerd kunnen worden. Dit is een complexe opgave met een lange doorlooptijd en een veelvoud aan belanghebbenden. Het is aan te bevelen het CO2 reductiepotentieel van deze oplossingsrichting nader in te schatten voordat dit pad wordt ingeslagen. De ruimte van Rijkswaterstaat en haar aannemers om in ontwerp en uitvoering te optimaliseren binnen het huidige kader van deze wetgeving is beperkt.

3.5 Rol Rijkswaterstaat

Rol van Rijkswaterstaat

De taken en verantwoordelijkheden in de kuststrook zijn als volgt (OBR Kustlijnzorg, 2015):

- Het Rijk zorgt voor de voorbereiding en vaststelling van het nationale kustbeleid.
- De taakverdeling rond de veiligheid waterkeringen wordt beschreven in het OBR Dammen, Dijken, Duinen en Uiterwaarden.
- Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het suppleren van gemiddeld 12 miljoen kubieke meter zand per jaar en stelt hiertoe een suppletieprogramma op.
- Rijkswaterstaat stuurt de uitvoering van het suppletieprogramma aan.

Milieueffectenrapportage zoekgebieden

Als uitvoerende partij van suppletieprojecten stelt Rijkswaterstaat een programmabrede Milieu Effect Rapportage op, waarin onder andere zoekgebieden voor zandwinning worden bepaald. Hierin worden de zandwingebieden bepaald waar, bij zandwinning, de effecten op het milieu- en natuurwaarden minimaal zijn. Het milieueffect CO2 emissies wordt hierin meegewogen naast zeer veel andere milieu- en natuureffecten.

In de MER staan coördinaten aangegeven waar zand gewonnen mag worden. De MER leidt onvermijdelijk tot een beperking van de keuzevrijheid voor zandwinningsgebieden voor individuele projecten. Om toch het CO2 effect van vaarafstanden te verbeteren, kan bij een volgende MER procedure het CO2 effect wellicht anders in de weging worden meegenomen. Evenwel biedt het MER proces relatief weinig speelruimte om te komen tot CO2 optimalisaties.

Activiteiten Rijkswaterstaat	Inhoud
Opstellen suppletieprogramma	Het concept suppletieprogramma komt tot stand middels een morfologische meting en toets van de kustlijn, een ecologische toets, een kostenraming en een beschouwing van de regionale/morfologische aspecten. De verschillende belanghebbenden worden vervolgens geconsulteerd over het concept suppletieprogramma. Op basis van deze regioconsultatie en laatste inzichten worden eventuele wijzigingen in het programma aangebracht en wordt het definitieve suppletieprogramma door de verantwoordelijke HID vastgesteld (OBR kustlijn zorg, 2015).
Ontwerpfase: Selectie suppletielocatie en zandwingebied en ontwerp van de zandsuppletie.	Na bepaling van de suppletielocatie koppelt RWS een zandwingebied uit het MER overzicht aan de suppletielocatie en voert zij daar milieuhygienisch onderzoek uit. RWS verzorgt alle vergunningsverplichtingen voor milieu- en natuurwetgeving. Ook stelt RWS het ontwerp van de suppletie vast: komt deze op voorreever, op het strand of in de geulwand? Waar begint en eindigt de suppletie? Wat wordt de hellingshoek, etcetera.
Contractvorming	Op basis van het ontwerp worden werkpakketten gevormd, waar verschillende hoofdaannemers op kunnen inschrijven.
Keuze aannemer	De keuze voor een aannemer wordt gemaakt op basis van inschrijvingsprijs, eventueel in combinatie met een EMVI op certificering CO2 prestatieladder en/of andere gewenste onderscheidende kenmerken.
Uitvoering	De werkzaamheden worden door de hoofdaannemer naar eigen inzicht uitgevoerd in combinatie met de aan hen gerelateerde onderaannemers en leveranciers. De aannemer kent vrijheid in de keuze van de suppletietechniek, het varend platform, detaillering van de vaarroute, fasering van het werk en naleving van milieu- en natuurvoorschriften vanuit het vergunningstraject.
Totale financiering project	Rijkswaterstaat voorziet in de totale financiering van het project.

CO2 reductiepotentieel binnen de invloedssfeer van Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat kan bijdragen aan het reductiepotentieel vanuit twee rollen:

- A) Programmeerder en ontwerper van kustsuppleties
- B) Opdrachtgever aan de markt

De speelruimte binnen de rol als programmeerder en ontwerper is zoals hierboven beschreven sterk ingekaderd door kustbeleid en milieu- en natuurwetgeving. Binnen de speelruimte die Rijkswaterstaat overhoudt is optimalisatie mogelijk, zoals beschreven in de marktverkenning kust- en vaargeulonderhoud (RHDHV, 2015), te weten:

- Ontwerpfactoren: Optimalisatie van het profiel van de suppletie, ruimere toleranties bij het aanbrengen van zand en optimaliseren van korrelverdeling om erosie tegen te gaan;
- De keuzevrijheid van wingebieden voor de aannemer vergroten; en
- Het combineren van kustsuppleties en vaargeulonderhoud.

Volgens RHDHV (2015) leveren deze maatregelen gezamenlijk 1% reductie op de korte termijn tot 10% reductie op de lange termijn. Op basis van expert judgement is te stellen dat de 10% op de lange termijn aan de hoge kant is (IPM team kustlijn zorg, persoonlijke communicatie).

Als opdrachtgever aan de markt kan Rijkswaterstaat door het deskundig formuleren van prikkels en voorwaarden in de aanbesteding het reductiepotentieel vanuit de markt (zie volgende paragraaf) mobiliseren. In de rapportage “Maatregelen voor CO2 reductie in de keten van 4 dominante materiaalstromen” (Arcadis, 2016) is hiervoor een inkoopstrategie uitgewerkt.

3.6 Rol Aannemer en onderaannemers

Rijkswaterstaat besteedt de aanleg- en onderhoudswerkzaamheden in haar areaal uit aan aannemers. Aannemers besteden op hun beurt vaak een deel van het werk aan onderaannemers.

De markt kan bijdragen aan het reductiepotentieel door optimalisatie van de baggercyclus en het baggermateriaal. De marktverkenning kust- en vaargeulonderhoud (RHDHV, 2015) beschrijft een uitgebreid scala aan denkbare maatregelen, die samen te vatten zijn als:

- Vergroten van de vrijheid voor inzet van materieel en tijdstip;
- Stimuleren van “het nieuwe varen”, inzichtelijk maken van brandstofverbruik, bijvoorbeeld met meters;
- Gebruik van schonere en/of bio- brandstoffen; en
- Efficiëntere aandrijving.

Volgens RHDHV (2015) leveren deze maatregelen gezamenlijk (zeer grofweg samengevat) 10% reductie op de korte termijn tot 30% reductie op de lange termijn.

3.7 Afbakening kwantitatieve ketenanalyse

Deze ketenanalyse gaat nader in op de uitvoering van de suppletie. De ketenanalyse biedt daarmee een basisberekening van de CO₂ emissies van één cyclus van een sleeophopperzuiger, waar mogelijke maatregelen vanuit de invloedssfeer van Rijkswaterstaat en haar aannemer op gemonitord kunnen worden.

Voor het project Strandsuppletie Scheveningen was Van Oord de hoofdaannemer. Ze heeft de eerste vier beschreven ketenstappen uitgevoerd: van leegvaren tot en met het suppleren van het zand. Van Oord schakelde een onderaannemer in voor het aanbrengen van het juiste profiel.

Omdat Van Oord de uitvoering van het project verzorgt, is zij een cruciale stakeholder voor het verzamelen van informatie over CO₂-emissies en het communiceren van deze informatie naar Rijkswaterstaat. Hiernaast zouden Rijkswaterstaat en van Oord gezamenlijk grote invloed kunnen uitoefenen op de CO₂-emissies in de keten.

4 KETENANALYSE

4.1 Beschrijving bronnen en aannames

Eisen datakwaliteit CO₂ prestatieladder

In een ketenanalyse wordt onderscheid gemaakt tussen primaire data (data van de werkelijke leveranciers (up) en gebruikers (down)), en secundaire data (algemene cijfers en eigen schattingen). Primaire data is altijd beter dan secundaire data, echter het GHG protocol stelt dat het voor een ketenanalyse niet nodig is direct uitgebreid gegevens op te vragen bij allerlei leveranciers. Voor een eerste versie is het voldoende om enkel cruciale data op te vragen. Wanneer hiervoor primaire data niet beschikbaar blijkt, door onvoldoende medewerking vanuit ketenpartners, mag secundaire data worden gebruikt. Voor alle relevante secundaire data dient de ketenanalyse in passende follow up te worden voorzien om later alsnog primaire data te krijgen.

De CO₂-Prestatieladder eist wel een verklaring waarom partners in de keten geen of onvoldoende data kunnen aanleveren en een beschrijving hoe Rijkswaterstaat in de toekomst haar ketenpartners zal stimuleren om (meer) CO₂ emissie gegevens beschikbaar te maken. Aanbevelingen over het stimuleren van ketenpartners voor het beschikbaar maken van gegevens over het brandstofverbruik van de sleeppopperzuigers en bulldozers, worden gegeven in hoofdstuk 6.5 'Toekomstverwachtingen'.

Dataverzameling en datakwaliteit in ketenanalyse kustsuppletie

De CO₂-uitstoot van de beschreven keten wordt bepaald door:

1. het brandstofverbruik van het schip bij het varen van de winlocatie naar de suppletielocatie (en vice versa);
2. het brandstofverbruik van het schip bij het opzuigen van het zand en het suppleren van het zand;
3. het brandstofverbruik van de mobiele werktuigen op het land tijdens het aanbrengen van het juiste profiel van de suppletie.

Gedetailleerde gegevens over het brandstofverbruik van de gebruikte sleeppopperzuiger zijn eigendom van de hoofdaannemer Van Oord. Omdat deze informatie zeer concurrentiegevoelig is heeft Arcadis deze (nog niet) niet kunnen verkrijgen. Ook het brandstofverbruik van de mobiele werktuigen heeft Arcadis niet via Van Oord kunnen verkrijgen.

De CO₂ voortgangsrapportage van Van Oord heeft wel informatie geleverd over het type gebruikte sleeppopperzuiger. Verder is de CO₂ voortgangsrapportage gebruikt ter vergelijking van de eigen berekeningen. De rapportage laat echter geen berekeningen zien achter de CO₂ emissies, dus verdere informatie kon niet verkregen worden uit de rapportage.

Rijkswaterstaat heeft gegevens uit haar kostenmodel aangeleverd over:

het volume gesuppleerd zand;
de lading die per keer door de sleeppopperzuiger vervoerd kan worden;
de afgelegde hoeveelheid kilometers per processtap;
de hiervoor benodigde tijd verkregen.

Deze betreffende gegevens zijn accuraat, want zij zijn afkomstig uit het MARS-systeem van de gebruikte sleeppopperzuiger. Het betreft hier dus primaire data. De verkregen gegevens zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2 Details ketenstap

Activiteit	Afstand (km)	Duur (min)	Hoeveelheid zand/lading (m ³)	Volume zand/totaal (m ³)
Leegvaren	10,24	47	0	808.000
Zuigen	2,58 ⁴	64	5.679	
Volvaren	8,95	54	5.679	
Walpersen	1,82	100	5.679	

Het brandstofverbruik van de sleephopperzuiger is vervolgens bepaald op basis van de vaarkilometers en de hoeveelheid zand uit deze projectinformatie in combinatie met informatie uit het brancherapport 'economische en milieukundige effecten van de zandwinstrategie' (Blueconomy, 2010). In bijlage 2 is de inhoud van dit rapport kort beschreven. Voor het schatten van het verbruik van de bulldozers is, naast de genoemde gegevens, ook gebruik gemaakt van informatie uit DuboCalc en Simapro (Ecoinvent v3). Onderstaand zijn de gebruikte bronnen voor het brandstofverbruik van de sleephopperzuiger en de bulldozer weergegeven.

Tabel 3 Gebruikte bronnen

Onderdeel	Type	Toelichting	Bron	Eenheid	kg CO ₂ eq
Sleephopperzuiger	-	Verbruiken onbekend. Sleephopperzuigers werken op zware stookolie (HFO).	Aanname gebaseerd op externe informatie; Blueconomy (in opdracht van Rijkswaterstaat), 2010: Economische en milieukundige effecten van de zandwinstrategie	-	-
Bagger	Skid steer loader	Type werktuig onbekend	Aanname ingezet werktuig, bron SimaPro: Excavation, skid-steer loader {GLO} market for Alloc Def, S ⁵	m ³	0,532

De CO₂-gegevens uit de gebruikte secundaire bronnen zijn (uiteraard) berekend op basis van uitgangspunten die afwijken van de uitvoering van het project 'strandsuppletie Scheveningen'. De gehanteerde uitgangspunten zijn echter vergelijkbaar met de gegevens van dit project. Hierdoor geeft het resultaat van de ketenanalyse een solide eerste berekening van de CO₂-emissies voor het project "een kustsuppletie-project".

Paragraaf 4.4 beschrijft de berekening van de CO₂-emissies van het project 'strandsuppletie Scheveningen' in detail. Hoofdstuk 5 geeft een nadere reflectie op de datakwaliteit.

⁴ Het varen van de sleephopperzuiger tijdens het opzuigen is niet als aparte emissie meegenomen in de berekeningen, omdat het voortstuwen van de boot tijdens het opzuigen al mee is genomen in de emissiefactor (Blueconomy) van het opzuigen van het zand.

⁵ In de database Ecoinvent in het LCA-programma Simapro, is dit de enige optie die dichtbij een sleephopperzuiger komt. Een skid-steer loader is geen bagger/cat, maar komt wel dichtbij een bulldozer. Ook heeft Simapro een hydraulische digger, maar dat wijkt sterk af van een bagger/ cat.

4.2 Functionele eenheid

Gekozen is voor de volgende functionele eenheid:

Verplaatst volume zand (CO_2 per m^3/km)

Deze functionele eenheid geeft aan dat de kustsuppletiecyclus wordt beoordeeld op de CO_2 emissie per verplaatste hoeveelheid zand in m^3 . Wanneer in de toekomst een vergelijkende ketenanalyse wordt uitgevoerd, dan kan op basis van de functionele eenheid een verschil in CO_2 emissies worden vastgesteld. Er kan ter vergelijking bijvoorbeeld een ketenanalyse worden uitgevoerd met een ander soort sleepopperzuiger (inclusief ander verbruik), een kortere of langere vaarafstand of een andere manier van suppleren.

Verplaatst volume zand (m^3/km) is als functionele eenheid gekozen omdat deze parameter het meest bepalend is voor het energieverbruik tijdens een kustsuppletie cyclus.

4.3 Invloeden op de emissies

De CO_2 emissie per functionele eenheid, ofwel per verplaatste hoeveelheid zand, wordt beïnvloed door een aantal factoren. Deze factoren worden hieronder toegelicht.

Locatie zandwingebied

Voor elk project wordt op een andere winlocatie zand gewonnen. Voor grote suppleties kunnen dat meerdere locaties zijn. Hoe verder de zandwinlocatie ligt van de suppletielocatie, hoe meer kilometers er gevaren moeten worden. Rijkswaterstaat heeft in dergelijke projecten invloed op de keuze van het zandwingebied. Rijkswaterstaat kiest in principe voor een gebied dat op een minimale afstand van het suppletiegebied vandaan ligt om brandstof en hierdoor kosten te besparen. Echter een belangrijke eis die de keuze beperkt is de hoogte NAP van het wingebied. Het wingebied moet altijd buiten de NAP -20 m lijn vallen waarbij de winlocatie altijd zeewaarts van de NAP -20 m contour ligt. Conform beleid is bepaald dat zandwingebieden buiten het zogenaamde “kustfundament” moet liggen; de zeewaartse begrenzing van het kustfundament bevindt zich op de NAP -20 m lijn.

De zandwinlocatie voor het project Strandsuppletie Scheveningen ligt 8,95 kilometer van de suppletielocatie.

De locatie van het wingebied bepaalt ook het vaartraject. De diepte over dit vaartraject is van belang voor het energieverbruik van de sleepopperzuiger. Een geringe vaardiepte geeft een grotere scheepsweerstand en dus een hoger energieverbruik per afgelegde km.

De minimale vaarafstand wordt bepaald door de beschikbaarheid en nabijheid van zandwingebieden. Die moet concurreren met andere functies op de Noordzee, zoals windmolenparken, nutsleidingen, visserij, vaarroutes, maar ook de zeewaartse begrenzing van het kustfundament. Op enkele plekken leidt de huidige ligging van de Basiskustlijn tot strandsuppleties die anders als vooroeversuppletie worden uitgevoerd. Bij vooroeversuppletie wordt het zand vlak voor de kust onder water gebracht. De schepen varen dan tot vlak onder de kust en dumpen of klappen daar het zand door de kleppen onder in het schip open te zetten (Blueconomy, 2010).

Lengte leidingen

Wanneer de sleepopperzuiger bij het walpersen niet dicht genoeg bij de kust kan komen en daardoor langere leidingen moet gebruiken, kan het voorkomen dat een tussenstation met pompen geplaatst moet worden. Deze pompen verbruiken brandstof en stoten daarmee ook CO_2 emissies uit.

Eigenschappen van het op te zuigen zand

De eigenschappen van het op te zuigen zand kunnen verschillen. Zo hebben korrelgrootte en poriënvolume invloed op de benodigde energie voor het opzuigen van zand.

Diepte vaarwater

De diepte van het water bepaalt hoe dicht de sleepopperzuiger bij de kust kan komen. Bij dieper vaarwater zal een groter schip worden ingezet, bij minder diep vaarwater zal een kleiner schip worden ingezet. Hoe groter het schip, hoe meer zand per keer vervoerd kan worden. Een groter schip stoot daarmee per m^3 zand minder CO_2 uit. De diepte van het vaarwater bepaalt dus de grootte van het schip dat wordt ingezet en daarmee heeft het invloed op de uitstoot van de CO_2 emissies.

Groote kustsuppletie

Te suppleren lengte is van invloed op persafstand en dus perstijd. Hoe meer persafstand, hoe meer zand geperst moet worden, wat betekent dat de sleephopperzuiger meer brandstof verbruikt. Hoe meer brandstofverbruik, hoe meer CO₂ emissies er worden uitgestoten.

Weersomstandigheden

Het energieverbruik van de sleephopperzuiger wordt beïnvloed door het weer op zee. Van belang zijn met name de windsterkte, de mate van golfslag en de getijstroming.

Vaartuig

Het type vaartuig heeft ook invloed op de CO₂ emissies per verplaatste hoeveelheid zand. Hoe energiezuiniger het vaartuig, hoe minder brandstof er wordt verbruikt, hoe minder CO₂ wordt uitgestoten. Daarnaast is ook de capaciteit van belang. Hoe groter het beun, des te minder kilometers per m³ wordt gevaren. Nu wordt een sleephopperzuiger ingezet die zowel het zand opzuigt, vaart en het zand opspuit op de kustlijn. Van Oord gebruikt voornamelijk één type sleephopperzuiger voor kustsuppletie projecten. Het is niet mogelijk om aan te geven of dit type vaartuig zuiniger of minder zuinig is dan een gemiddeld vaartuig voor kustsuppletie, omdat de verbruiksgegevens niet beschikbaar zijn.

De crewboot

In veel gevallen ligt er een kleine boot bij de drijvende leiding die telkens als de sleephopper met een volle lading aan komt varen zorgt voor een koppeling tussen de drijvende leiding en het schip. Eigenlijk ligt dat bootje dus maximaal stil en helpt alleen op één punt in de cyclus even mee om de leiding aan te koppelen. Bijdrage in uitstoot is wellicht te negeren, maar die aannemers die het niet gebruiken besparen waarschijnlijk wel CO₂-emissie.

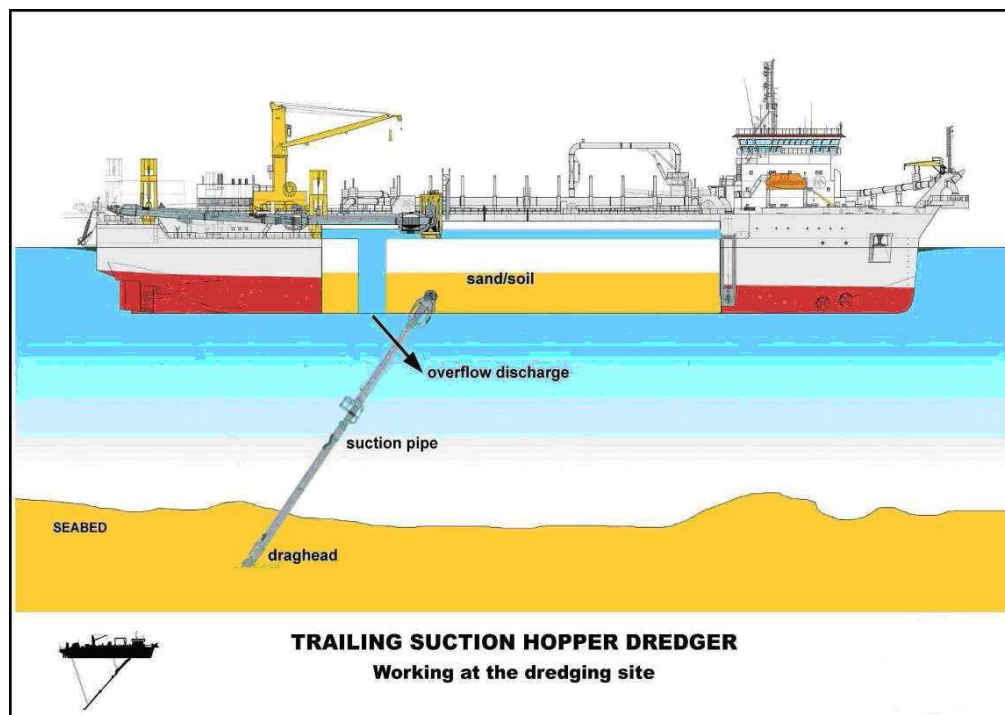
4.4 Berekeningen CO₂-emissies

Voordat de daadwerkelijke berekeningen van de CO₂ emissies per ketenstap worden gemaakt, wordt eerst toegelicht wat de achterliggende uitgangspunten zijn. Op die manier kunnen de getallen uit de berekeningen herleid worden uit de gegeven bronnen, waardoor de berekeningen duidelijk en overzichtelijk worden.

4.4.1 Inschatting brandstofverbruik sleephopperzuiger

Het rapport van Blueconomy dat is gebruikt voor het schatten van de CO₂-emissies van de sleephopperzuiger maakt onderscheid tussen drie manieren van suppleren: vooroeversuppletie, rainbowen en strandopspuiting. In het project 'Strandsuppletie Scheveningen' is gekozen voor de variant strandopspuiting. De schepen varen dan tot onder de kust waarna het zand via een pijpleiding uit het schip gepompt wordt. Het opgebrachte zand wordt met behulp van bulldozers gelijkmatig over het strand verdeeld. Strandopspuiting is arbeids- en tijdsintensiever dan de andere varianten (Blueconomy, 2010 en EUDA, 2010).

Een sleephopperzuiger wordt vaak gebruikt voor het baggeren in slibrijke, zandige of zachte kleibodems. De baggerspecie kan worden getransporteerd over lange afstanden om vervolgens gelost te worden. De sleephopperzuiger is uitgerust met één of twee zuigbuizen met een "draghead" (EUDA, 2010). Figuur 3 geeft een sleephopperzuiger tijdens het zuigproces weer.



Figuur 3 Sleephopperzuiger bij strandsuppletie

De grootte van de schepen die ingezet kunnen worden, is onder meer afhankelijk van de wijze van suppleren. De omvang van een werk en de omstandigheden waaronder gewerkt moeten worden bepalen verder de keuze voor een schip. Bij een groot werk zal men uit oogpunt van kosten-efficiëntie eerder kiezen voor een groot schip. In de studie van Blueconomy is uitgegaan van twee scheepsvarianten: groot en klein

Figuur 4 Scheepsvarianten (Blueconomy, 2010)

Scheepsvarianten	klein	groot
Vooroeversuppletie/klappen	3.500 m ³	7.700 m ³
Rainbowen	7.700 m ³	12.500 m ³
Strandopspuiting	7.700 m ³	12.500 m ³

bron: teamanalyse Blueconomy

(zie onderstaande afbeelding).

Keuze scheepsvariant

Volgens Tabel 2 (paragraaf 4.1) is de gemiddelde lading van de sleephopperzuiger voor het project 'strandsuppletie Scheveningen' 5.679 m³. Daarom is gekozen voor de scheepsvariant "klein" (tot 7.700 m³) in de categorie strandopspuiting. Deze keuze is de beste benadering van de werkelijkheid. De belading van het schip komt er bijna overeen met de realiteit. Van de inhoud (7.700 m³) wordt gemiddeld ongeveer 70% gebruikt (Bron: rapport Blueconomy).

4.4.2 Berekening brandstofverbruik

In de berekening uit het rapport van Blueconomy, die als basis voor de ketenanalyse wordt gebruikt, is uitgegaan van een omvang van het werk van 4 mln. m³ (tegen 808.000 m³ van het project 'zandsuppletie Scheveningen') en een gemiddelde vaarafstand van 30 km (de gemiddelde leegvaarafstand van het project 'zandsuppletie Scheveningen' van 10,24 km). De gegevens uit het rapport van Blueconomy wijken dus af van de aangeleverde gegevens van Rijkswaterstaat. Om deze reden zijn de CO₂ emissies van de ketenstappen niet in zijn geheel overgenomen uit het rapport van Blueconomy, maar zijn de CO₂ emissies herberekend.

Het rapport heeft de generieke gegevens die als basis dienen voor de berekening vrijgegeven.

Het brandstofverbruik kg/m³ van een generieke sleephopperzuiger is weergegeven, onderverdeeld naar varen, opzuigen (dredging) en opspuiten (pump-out). Deze gegevens samen met de vaarkilometers en de hoeveelheid gesuppleerd zand die zijn aangeleverd door Rijkswaterstaat dienen als basis voor de berekening van de CO₂ emissies per ketenstap in deze ketenanalyse.

Onderstaande tabel laat de berekening van Blueconomy zien:

BRANDSTOFVERBRUIK		vooroerversuppletie		rainbowen		strandopsputting	
		3.500 m ³	7.700 m ³	7.700 m ³	12.500 m ³	7.700 m ³	12.500 m ³
Brandstofverbruik per activiteit							
Dredging (kg/m ³)	A=bijlage 1	0,3640	0,3298	0,3298	0,2680	0,3298	0,2680
Sailing (kg/m ³ /km)	B=bijlage 1	0,0371	0,0291	0,0291	0,0207	0,0291	0,0207
Dumping (kg/m ³)	C=bijlage 1	0,0564	0,0505				
Pump-out (kg/m ³)	D=bijlage 1					0,4230	0,3635
Rainbow (kg/m ³)	E=bijlage 1			0,3290	0,2827		
Omvang werk (mln. m ³)	F=productieraming	4,0					
Vaarafstand (enkel, km's)	G=productieraming	30					
Verbruik dredging/dumping (mln. kg.)	H=(A+C+D+E)*F	1,68	1,52	2,64	2,20	3,01	2,53
Verbruik varen (mln. kg.)	I=B*F*G	4,45	3,49	3,49	2,49	3,49	2,49
Totaal brandstofverbruik (mln. kg)	J=H+I	6,14	5,01	6,13	4,69	6,50	5,01

bron: teamanalyse Blueconomy

Figuur 5 Bron: rapport Blueconomy (tabel 3.2)

In bovenstaande tabel is een overzicht gegeven van het energieverbruik van drie verschillende sleephoppers (3.500, 7.700, en 12.500 m³) in kg/m³ zand voor: zuigen, suppletie, "rainbowen" en op het strand aanbrengen van zand. Tevens zijn energieverbruiken in kg/m³/km weergegeven voor het transport van de drie varianten sleephoppers. Voor deze berekening wordt enkel gekeken naar strandopsputting 7.700 m³.

De factoren die worden meegenomen voor de berekening zijn als volgt:

Factor	Strandopsputting 7.700 m ³	Ketenstap
Dredging (kg/m ³)	0,3298	1
Sailing (kg/m ³ /km)	0,0291	2-4
Pump-out (kg/m ³)	0,423	4
CO ₂ emissies (in kg/kg brandstof)	3,18	1-4

Figuur 6: Meegenomen factoren voor de berekening van het brandstofverbruik van de sleepopperzuiger, verkregen vanuit de berekening voor brandstofverbruik uit het rapport van Blueconomy

De vaarafstanden en het omvang van het werk uit figuur 5 zijn niet meegenomen, omdat deze specifiek voor het project aangeleverd zijn door Rijkswaterstaat. Het brandstofverbruik tijdens opzuigen en opspuiten is berekend volgens de methode 'verbruik dredging/dumping' uit figuur 5. Het brandstofverbruik tijdens het varen wordt op dezelfde manier berekend als 'verbruik varen' uit figuur 5. Er zal geen onderscheid worden gemaakt tussen het brandstofverbruik van het schip bij het varen zonder vracht en het brandstofverbruik bij het varen met vracht. De generieke conversiefactor uit figuur 5 maakt hier ook geen onderscheid tussen en een aanpassing van de conversiefactor zou de berekening onbetrouwbaar maken. Er zijn geen andere conversiefactoren beschikbaar voor het leeg- en volvaren van de sleepopperzuiger, dus wordt voor nu bovenstaande conversiefactor aangehouden voor zowel leegvaren als volvaren.

4.4.3 Berekening CO₂ emissies

In het rapport van Blueconomy wordt bij de conversiefactoren voor de emissies een distinctie gemaakt tussen varen en manoeuvreren /baggeren (zie figuur 7). De emissies zijn weergegeven in kg per verbruikte kg brandstof. Daarbij is uitgegaan van het gebruik van zware stookolie (HFO). De emissies komen overeen met merken schepen voor het bouwjaar 1990-1994 (EuDA). Moderne schepen zullen naar waarschijnlijkheid minder emissies uitstoten. Echter omdat de CO₂-conversiefactor voor het brandstofverbruik van het gebruikte schip niet beschikbaar is, worden deze emissiefactoren aangehouden (figuur 7).

EMISSIES

Bij varen, manoeuvreren en baggeren, in kg per kg. brandstof (HFO)

	Varen	Manoeuvreren/Baggeren
CO ₂	3,1800	3,1800
CO	0,0094	0,0094
NO _x	0,0670	0,0490
PM ₁₀	0,0038	0,0060
SO ₂	0,0540	0,0540
VOS (KWS)	0,0024	0,0103

Bronnen: MER aanleg Maasvlakte 2, bijlage milieukwaliteit, april 2007 (Royal Haskoning);
 Werkdocument Grontschalige Diepe Zandwinning, RWS-RTK7 (RTK7/KW/2005 104W),
 februari 2005; MER voor de extractie van mariene aggregaten op het BDNZ, Ecologas
 (04/09332/BD), januari 2006; Teamanalyse Blueconomy.

Figuur 7 Emissies

Uit deze tabel wordt enkel de CO₂ conversiefactor gebruikt, die voor beide activiteiten gelijk is.

De CO₂ emissies voor de vijfde ketenstap: de CO₂ emissies die vrijkomen bij het aanbrengen van het profiel van de suppletie door de bulldozer, is afkomstig uit SimaPro (EcoInvent v3: Excavation, skid-steer loader {GLO}| market for | Alloc Def, S).

4.4.4 Overige uitgangspunten bij de berekening van de CO₂ emissies

De brandstofverbruiken zijn berekend voor gemiddelde omstandigheden, d.w.z. bodemmateriaal zand met een gemiddelde korreldiameter van circa 0,2 mm en een gemiddeld poriënvolume.

Belangrijk te vermelden is dat deze verbruiken altijd indicatief zijn, vanwege het soort schip (relatief groot of klein geïnstalleerd vermogen ten opzichte van het laadvermogen, dieselelektrische aandrijving of direct aangedreven, wel of geen straalbuizen, vermogen van jetpompen, boegschroef), de weersomstandigheden (windsterkte, golfslag, getijstroming) en de bekwaamheid/bewustheid van het personeel over de milieupolitiek van het bedrijf, de diepte over het vaartraject (een geringe vaardiepte geeft grotere scheepsweerstand= lagere vaarsnelheid) en de gebruikte brandstof (zware olie geeft een iets hoger verbruik in kg/ kWh dan een lichtere olie).

Als tweede zijnoot is het belangrijk om te vermelden dat er geen vaarkilometers zijn meegenomen tijdens het walpersen. In de aangeleverde gegevens van Rijkswaterstaat⁶ bij het opspuiten van zand zijn vaarkilometers tijdens het walpersen opgenomen. Echter deze kilometers zijn door het MARS-systeem berekend op basis van GPS coördinaten. Dit systeem geeft steeds een ander coördinaat aan waardoor vaarkilometers worden berekend. Dit is echter niet juist: tijdens het opspuiten ligt het schip op één plek. Er worden hier dus geen vaarkilometers meegenomen. Tijdens het opzuigen worden wel vaarkilometers gemaakt, omdat er niet van één plek 5.679 m³ zand per keer kan worden opgezogen. Dit wordt meegenomen in de berekening.

4.4.5 Uitkomsten CO₂ emissies per ketenstap

De CO₂ emissies per ketenstap zijn op basis van bovenstaande onderbouwing en uitgangspunten berekend. Op de volgende pagina is de berekening weergegeven

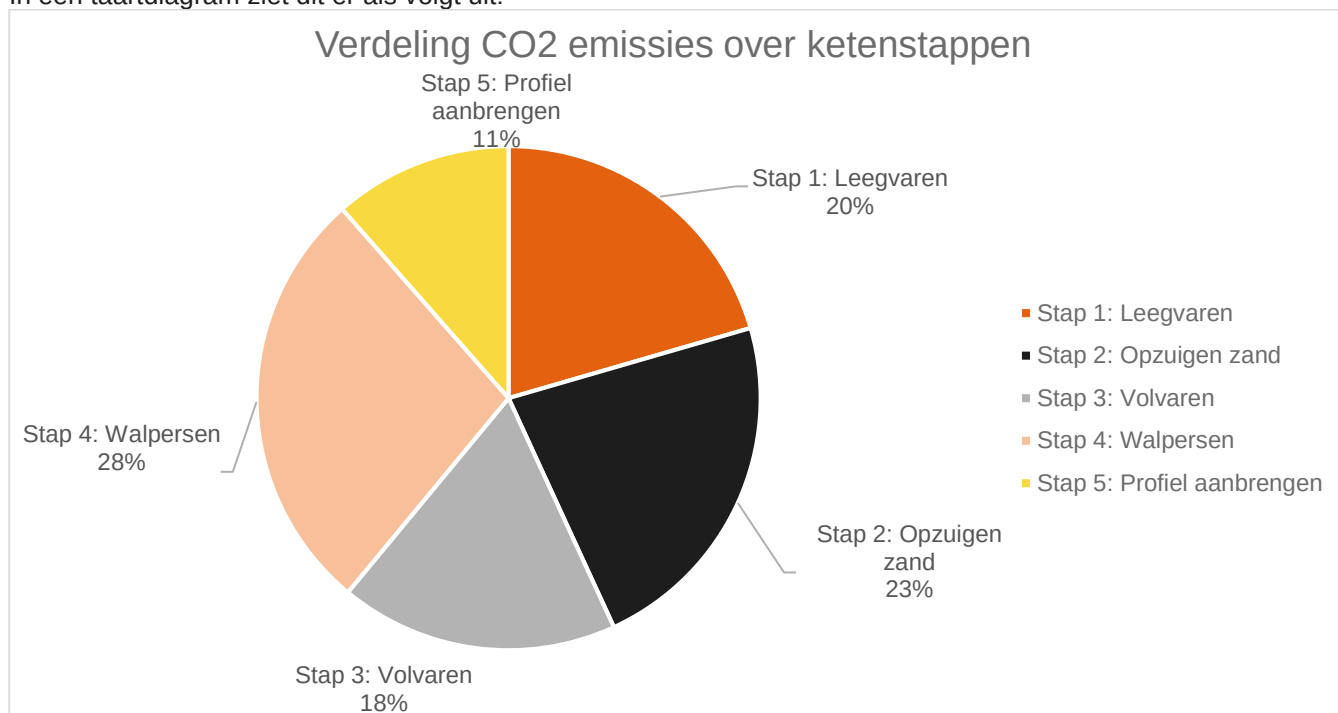
⁶ Excelbestand 'A CM kentallen suppletie Scheveningen v2_0'.

	Gebruikte factoren/ hoeveelheden	Uitleg	Bron	Ketenstappen				
	Strand-opspuiting 7.700 m ³			Stap 1: Leegvaren	Stap 2: Opzuigen	Stap 3: Volvaren	Stap 4: Walpersen	Stap 5: Profiel aanbrengen
Dredging (kg/ m ³)	0,3298		Blueconomy		0,3298			
Sailing (kg/m ³ /km)	0,0291		Blueconomy	0,0291	0,0291	0,291		
Pump-out (kg/ m ³)	0,423		Blueconomy				0,423	
Omvang werk (mln. m ³)	0,808	808.000 m ³ /1000000= 0,808 mln. m ³	Excelbestand suppletie Scheveningen (RWS)	0,808 ⁷	0,808	0,808 ⁶	0,808	
Transportkm	Varieert per ketenstap		Verschilt per stap Excelbestand suppletie Scheveningen (RWS)	10,24	2,58	8,95		
Brandstofverbruik Varen (mln. kg)				0,0291*0,808*10,24= 0,2408		0,0291*0,808*8,95= 0,21		
Brandstofverbruik werktuigen (mln. kg)					0,808*0,329= 0,266		0,808*0,423= 0,342	
Conversiefactor CO ₂ emissies	3,18			3,18	3,18	3,18	3,18	
Berekening CO ₂ emissies ketenstappen				3,18* brandstofverbruik (0,2408)=	3,18* totaal brandstofverbruik (0,266)=	3,18* brandstofverbruik (0,21)=	3,18*brandstofverbruik (0,324)=	
Ton CO ₂ emissies naar ketenstap		Omgezet naar ton CO ₂ emissies		768 ton CO₂	847 ton CO₂	669 ton CO₂	1030 ton CO₂	430 ton CO₂⁸

⁷ In de conversiefactor voor brandstofverbruik tijdens varen wordt geen onderscheid gemaakt tussen leeg- en volvaren. Omdat er geen conversiefactoren beschikbaar zijn voor leeg- en volvaren en om de berekening consistent te houden, wordt nu bij beide ketenstappen het totale aantal m³ zand meegenomen.

⁸ De CO₂ emissies zijn verkregen uit generieke gegevens uit Simapro (Ecolnvent v3).

In een taartdiagram ziet dit er als volgt uit:



Hierin is te zien dat ketenstap 2 en 4, het opzuigen van het zand en het walpersen, het hoogste aandeel hebben in de gehele CO₂ footprint van de keten (resp. 23% en 28%). In deze ketenstap is het verbruik van de sleeophopperzuiger tijdens het opzuigen (ketenstap 2) en opspuiten van zand (ketenstap 4) meegenomen. Interessant is dat de emissies van alle ketenstappen niet ver uit elkaar liggen. Hoewel de conversiefactoren voor brandstofverbruik bij walpersen en opzuigen van zand hoger zijn dan de conversiefactor voor brandstofverbruik bij het varen, wordt de CO₂ emissie voor leegvaren en volvaren voornamelijk bepaald door de vermenigvuldiging met het aantal transportkilometers. Tijdens het opzuigen van het zand worden deze transportkilometers ook meegenomen, in tegenstelling tot walpersen waar dit niet wordt gedaan. Echter de hogere conversiefactor voor brandstofverbruik bij walpersen(pump-out) brengt het brandstofverbruik weer gelijk met het brandstofverbruik tijdens het opzuigen van het zand waarbij extra kilometers wordt gevaren. De conversiefactor van walpersen(pump-out) laat dus eigenlijk al zien dat het brandstofverbruik tijdens walpersen het hoogste is. Echter wanneer dit wordt vergeleken met de andere stappen, is het brandstofverbruik tijdens walpersen niet een sterke uitschieter, doordat de gevaren kilometers ook significant bijdragen aan het brandstofverbruik en daarmee de CO₂ uitstoot van de andere ketenstappen. Het brandstofverbruik van de bulldozers tijdens het aanbrengen van profiel aan land, heeft ook een duidelijk aandeel in de CO₂ footprint van de gehele keten (11%).

Vergelijking met CO₂ voortgangsrapportage

In de CO₂ voortgangsrapportage van Van Oord worden ook CO₂ emissies gegeven vanuit het brandstofverbruik van de sleeophopperzuigers en vanuit het brandstofverbruik van de Multicat voor het aanbrengen van een profiel in de suppletie. Deze zijn ook berekend over hetzelfde project 'strandsuppletie Scheveningen'. Hier zijn echter niet de berekeningen in te vinden, waardoor moeilijk te achterhalen is hoe van Oord op haar CO₂ emissies is gekomen. Wel kunnen de uitkomsten uit deze ketenanalyse worden vergeleken met de CO₂ emissies die voortkomen uit de CO₂ voortgangsrapportage van Van Oord. Dit is hieronder weergegeven.

Ketenstap	Ton CO ₂ emissies	CO ₂ emissies sleep hop per zuiger & bulldozers	CO ₂ voortgangs rapportage van Oord	Vershil in CO ₂ emissies	Percentage t.o.v. CO ₂ emissies ketenanalyse
Stap 1: Leegvaren	768	3315	3680	365	+11%
Stap 2: Opzuigen zand	748				
Stap 3: Volvaren	669				
Stap 4: Walpersen	1.030				
Stap 5: Profiel aanbrengen	430	430	108	322	-75%
Totaal gehele keten	3745	3.745	3.788		

Hierin is te zien dat de CO₂ emissies die volgens de verrichte ketenanalyse vrijkomen door het brandstofverbruik van de sleepopperzuigers niet significant verschillen van de getallen uit de rapportage van Van Oord. Het kleine verschil is waarschijnlijk toe te kennen aan de onzekerheid in het vermogen van het schip en het ontbreken van kennis over de CO₂ emissiefactoren die door Van Oord zijn gehanteerd. De CO₂ emissies die vrijkomen vanuit het brandstofverbruik van de bulldozers verschilt wel significant. Dit verschil wordt veroorzaakt door de onzekerheid in het aantal kilometers dat is gereden met de bulldozers. Daarnaast is niet bekend met welke CO₂ emissiefactoren is gewerkt in de voortgangsrapportage van Van Oord.

5 CONCLUSIE

Met onderhavige ketenanalyse is geanalyseerd waar in de keten van kustsuppletie de grootste CO₂-emissies liggen en op welke manier Rijkswaterstaat invloed kan uitoefenen op deze emissies.

Kwantitatieve analyse

Gekozen is voor het analyseren van een specifiek project: “zandsuppletie Scheveningen”. De ketenanalyse is gebaseerd op de vaarafstanden die verkregen zijn vanuit Rijkswaterstaat en de gegevens over brandstofverbruik uit het rapport Blueconomy en SimaPro (EcolInvent v3).

De ketenanalyse is uitgevoerd voor één cyclus van een sleephopperzuiger. Deze cyclus bestaat uit vijf stappen: leegvaren, zand opzuigen, volvaren, walpersen/zand opspuiten en profiel aanbrengen.

De CO₂ emissies per ketenstap zijn hieronder weergegeven.

	Ton CO ₂ emissies	Aandeel (%)
Stap 1: Leegvaren	768	21%
Stap 2: Opzuigen zand	847	23%
Stap 3: Volvaren	669	18%
Stap 4: Walpersen	1.030	28%
Stap 5: Profiel aanbrengen	430	11%
Totaal gehele keten	3745	100%

Hierin is te zien dat stap 2, het opzuigen van het zand en stap 4 de meeste CO₂ emissies veroorzaken. Dit komt voornamelijk door het verbruik van de mobiele werktuigen tijdens opzuigen en opspuiten. Het leeg- en volvaren samen zijn verantwoordelijk voor het grootste aandeel van CO₂-emissie, namelijk voor 39%. Het walpersen heeft daarna het hoogste aandeel (28%) in de keten. De CO₂-emissies liggen tijdens het opzuigen en opspuiten van het zand hoger dan tijdens het varen. Het aanbrengen van profiel bulldozers aan land, heeft het laagste, maar toch een aanzienlijk in de CO₂ footprint van de gehele keten (11%).

Maatregelen in stap 2 en stap 4 hebben op basis van de emissieberekeningen de grootste reductiepotentie. Een maatregel om de CO₂-uitstoot bij het opzuigen van zand te verminderen, is het bij slecht weer verankeren van het schip. Op die manier hoeft het schip niet stationair te blijven draaien om niet af te drijven (CO₂ voortgangsrapportage van Oord). Voor andere maatregelen om de CO₂-emissies bij het proces van kustsuppletie te verminderen, wordt verwezen naar de ‘Rapportage Technische Maatregelen Kustsuppletie’ van Arcadis.

Omdat de calculaties van de CO₂ emissies voor het grootste deel op generieke waarden uit secundaire bronnen gebaseerd zijn, zijn er enkele onzekerheden in de calculaties. Zo kunnen de generieke waarden afwijken van het daadwerkelijke verbruik van de ingezette sleephopperzuiger. Daarnaast is er nu geen onderscheid gemaakt tussen het verbruik van het schip bij het varen zonder vracht en varen met vracht. Dit is vanwege het feit dat het brandstofverbruik bij het varen van het schip niet beschikbaar is en dus moet worden gewerkt met generieke waarden die geen onderscheid maken tussen leeg- en volvaren.

Vanwege communicatieve redenen en concurrentiegevoelige data, is er minimaal contact geweest met de hoofdaannemer van het project voor het aanleveren van de juiste gegevens. Meer directe samenwerking met de hoofdaannemer kan de aanlevering van de gegevens vergemakkelijken. Daarnaast kan de aanvraag naar gegevens en de samenwerking tussen de ketenpartners het nemen van CO₂ reducerende maatregelen in de ketenstappen met de hoogste CO₂ emissies aanmoedigen. Dit rapport heeft hiervoor de eerste stap gezet door de CO₂ emissies per ketenstap in kaart te brengen en eventuele tekortkomingen in de aangevraagde data toe te lichten.

Rol Rijkswaterstaat

In dit rapport is de gehele keten kwalitatief beschreven en op basis van bestaande kennis en bronnen ook kwalitatief geanalyseerd op CO₂ impact. De kwantitatieve ketenanalyse betreft alleen de uitvoering van de activiteiten voor kustsuppletie, omdat enkel dit deel van de keten daadwerkelijke CO₂ emissies produceert. Geconcludeerd is echter dat de dominante invloed voor CO₂ reducties met name in de beleidsfase als uitvoeringsfase aanwezig is. Zowel binnen de beleidsfase als binnen de uitvoeringsfase werkt Rijkswaterstaat binnen de kaders van het kustbeleid, de milieuwetgeving en de natuurwetgeving vanuit de ministeries IenM en EZ. Rijkswaterstaat vervult hierbinnen de rol van programmeerder en ontwerper van de kustsuppleties en opdrachtgever aan de markt.

Als ontwerper kan Rijkswaterstaat invloed uitoefenen op de CO₂ reductie door rekening te houden met het verkleinen van de vaarafstanden, het combineren van kustsuppleties en vaargeulonderhoud et cetera. Een overzicht van mogelijkheden tot reductie vanuit Rijkswaterstaat 's rol als programmeerder en ontwerper van kustsuppleties is terug te vinden in de rapportage 'Technische maatregelen voor CO₂ reductie in de keten van vier dominante materiaalstromen' (Arcadis 2017).

Als opdrachtgever aan de markt kan Rijkswaterstaat door het deskundig formuleren van prikkels en voorwaarden in de aanbesteding het reductiepotentieel vanuit de markt (zie volgende paragraaf) mobiliseren. In de rapportage "Maatregelen voor CO₂ reductie in de keten van vier dominante materiaalstromen" (Arcadis, 2017) is hiervoor een inkoopstrategie uitgewerkt.

6 REFLECTIE

6.1 Onzekerheid in data

Zoals is aangegeven in het vorige hoofdstuk, is het lastig gebleken om primaire data te verkrijgen van de hoofdaannemer. Het brandstofverbruik van het gebruikte materieel bleek bedrijfsgevoelige informatie te zijn. Daarom is gewerkt met gegevens die Rijkswaterstaat reeds in bezit had in combinatie met gegevens afkomstig van secundaire bronnen (gebaseerd op aannames).

Secundaire gegevens

Alle data, uitgezonderd de vaarkilometers voor de stappen 1 tot 4 van deze ketenanalyse, is verkregen vanuit een ketenstudie van Blueconomy uit 2010. Op basis van de vaarkilometers, de hoeveelheid gesuppleerd zand en het rapport van Blueconomy konden het brandstofverbruik van de sleephopperzuiger en daarmee de CO₂ emissies voor stap 1 tot en met 3 worden berekend. Het brandstofverbruik van de mobiele werktuigen tijdens stap 2 (opzuigen zand) en 4 (walpersen) is geheel gebaseerd op het rapport van Blueconomy. Het brandstofverbruik van de bulldozers tijdens het aanbrengen van het profiel is berekend met generieke gegevens uit DuboCalc en Simapro (database EcoInvent v3). SimaPro maakt gebruik van generieke gegevens en forfaitaire waarden. Deze generieke gegevens en forfaitaire waarden hebben uiteindelijk geholpen bij het inzichtelijk maken van de CO₂-emissies. Echter, om de calculaties meer op waarheid te laten berusten, is het wenselijk om de nu verkregen gegevens uit secundaire bronnen in de toekomst vanuit de hoofdaannemer op te vragen. Zo kan bijvoorbeeld een meer nauwkeurige berekening worden gemaakt over de uitgestoten CO₂ emissies tijdens het leegvaren ten opzichte van het volvaren. Nu wordt hier geen onderscheid in gemaakt, terwijl een schip logischerwijs meer brandstof zal verbruiken (en dus meer CO₂ zal uitstoten) tijdens het varen met vracht dan tijdens het varen zonder vracht.

Om de wens naar meer gegevens uit primaire bronnen meer concreet te maken, worden hieronder de gegevens beschreven waarvoor geadviseerd wordt om de aanlevering ervan te borgen.

Secundaire bron	Onzekerheid over	Onzekerheid weg te nemen door	Betrokken ketenpartner
Brandstofverbruik sleephopperzuiger	Generieke data vanuit Blueconomy rapport	Brandstofverbruik in tonnen opvragen bij aannemer en eventueel bij leverancier van sleephopperzuiger	Hoofdaannemer Leverancier sleephopperzuiger
Brandstofverbruik bulldozers	Generieke data vanuit Ecoinvent database in Simapro	Brandstofverbruik in tonnen opvragen bij aannemers en eventueel bij leverancier bulldozer	Hoofdaannemer Leverancier bulldozer

Vergelijking uitkomsten CO₂ emissies met CO₂ voortgangsrapportage Van Oord

De berekende CO₂ emissies uit dit rapport over de gehele cyclus van een sleephopperzuiger op het project strandsuppletie Scheveningen, zijn vergeleken met de CO₂ voortgangsrapportage van Van Oord over hetzelfde project. Deze vergelijking liet zien dat de CO₂ emissies die toegekend zijn aan de activiteiten van de sleephopperzuiger in totaal overeenkomen met de CO₂ emissies die toegekend worden aan de sleephopperzuiger in het rapport van Van Oord. Hierin was enkel een verschil te zien van 365 ton CO₂, wat op een totale uitstoot van 3315 een klein verschil is (11%). Het verschil in de emissies van de bulldozers tijdens het profiel aanbrengen (ketenstap 5) is wel groter: een verschil van 332 ton CO₂ op een uitstoot van 430 ton CO₂ (75%).

Het kleine verschil in de CO₂ emissies die vrijkomen bij de activiteiten van de sleephopperzuiger laat zien dat de berekeningsmethode die in het rapport van Blueconomy gebruikt wordt, voor een groot deel overeenkomt met de berekeningsmethode die van Oord gebruikt heeft. Daarmee kan de methode uit het rapport van Blueconomy als betrouwbare methode worden gezien.

De datakwaliteit van de huidige analyse voldoet, omdat het een eerste analyse is, aan de eisen van de CO₂-prestatieladder. Een vervolg op deze analyse zal echter gebaseerd moeten zijn op data van een betere kwaliteit.

6.2 Aanbevelingen voor de toekomst

De reflectie op de data-onzekerheid heeft punten aangekaart waarop de ketenanalyse in de toekomst verbeterd kan worden. In de ideale situatie wordt er in de toekomst een ketenanalyse opgesteld met gegevens verkregen uit primaire bronnen van de aannemer en de leveranciers, waarin de samenwerking met de ketenpartners optimaal wordt benut bij het opstellen van de ketenanalyse. Hieronder worden de toekomstontwikkelingen beschreven die hieraan bijdragen.

Type brandstof in EMVI-criteria

Een belangrijk onderdeel van de gegevensverzameling is het brandstof- en smeerolieverbruik van de gebruikte schepen. Dit wordt onder andere beïnvloed door het type brandstof dat wordt gebruikt. Daarom is door TNO-onderzoek gedaan naar de MKI-waarde voor verschillende brandstoffen. De resultaten hiervan zouden in een EMVI-criterium kunnen worden verwerkt; hoe lager de MKI voor brandstof, des te meer punten. Om deze resultaten te kunnen verwerken in een EMVI-criterium, moet met de markt onderzocht worden hoe het EMVI-criterium in de praktijk betrouwbaar en voor alle partijen gelijk toegepast kan worden. Voor het komen tot een toepasbaar EMVI-criterium is nog een aantal barrières te overwinnen:

Op dit moment is er nog geen overeenstemming met de betrokken marktpartijen. Overeenstemming is van belang om het EMVI-criterium praktisch toepasbaar te maken

Een aannemer kan het werk combineren met een andere opdracht uit RWS waar het nieuwe EMVI-criterium nog niet van toepassing is.

Belangrijk is om af te bakenen wat binnen het EMVI-criterium wel en niet meetelt, bijvoorbeeld: waar begint en eindigt het project voor de aannemer? Deze tijdsafbakening kan heel duidelijk zijn voor RWS: de dag dat de aannemer begint en de dag dat de aannemer eindigt. Echter, voor de aannemer kan dit al veel eerder beginnen; bijvoorbeeld bij het uitkiezen van de juiste sleepopperzuiger. De inzet van schepen kan voor hen een logistieke, soms wereldwijde planningspuzzel zijn. Zo kan de juiste sleepopperzuiger enkel beschikbaar zijn op het tijdstip van de opdracht wanneer het vanuit Australië naar Nederland gehaald wordt. Qua CO₂ emissies zou het dan voordeliger zijn om de opdracht te plannen wanneer de sleepopperzuiger in de buurt aanwezig is. Duidelijke afstemming met de markt en duidelijke afbakening van het EMVI-criterium is hier van groot belang.

Green deal het Nieuwe Draaien

Op 26 mei 2016 is Green Deal het Nieuwe draaien getekend door 28 organisaties in de GWW. In deze Green Deal hebben de partijen afgesproken om de komende vier jaar te werken aan reductie van gemiddelde uitstoot van CO₂, NO_x en fijnstof door brandstofbesparend werken met mobiele werktuigen te stimuleren. Om de afspraken te kunnen monitoren, gaat het verbruik van de mobiele werktuigen structureel worden bijgehouden. Dit zal het verkrijgen van primaire data over het verbruik van de mobiele werktuigen in de toekomst vergemakkelijken.

6.3 Maatschappelijk Voortschrijdend inzicht

Bij maatschappelijk voortschrijdend inzicht wordt gekeken naar het belang van de ketenanalyse voor zowel Rijkswaterstaat als het belang van de ketenanalyse voor de markt/maatschappij. Bijdrage aan het maatschappelijk voortschrijdend inzicht is een eis die de CO₂-prestatieladder stelt aan ketenanalyses (zie bijlage 1).

Er zijn nog geen ketenanalyses uitgevoerd op het onderwerp kustsuppletie (zie website SKAO).

Deze ketenanalyse levert dus al bij voorbaat nieuwe inzichten op, doordat inzicht nu nog ontbreekt vanuit andere ketenanalyses.

Deze ketenanalyse is opgebouwd met het idee om zoveel mogelijk toegevoegde waarde te leveren aan Rijkswaterstaat. Er is daarom gekozen voor een ketenanalyse op een uitgevoerd project.

Een projectbenadering levert meerwaarde voor Rijkswaterstaat, aangezien een analyse voor een specifiek project alle ketenstappen van 'cradle to grave' bevat en uitkomsten geeft over de CO₂-emissies per ketenstap. Op basis van die uitgevoerde analyse heeft Rijkswaterstaat een eerste idee van ketenstappen waarop de meeste CO₂-winst te behalen is.

Verder kan de ketenanalyse als uitgangspunt dienen om de CO₂-referentieberekeningen van aannemers op te toetsen wanneer aannemers zich inschrijven op een tender. Op dit moment is een dergelijk uitgangspunt nog niet aanwezig.

Verder is Rijkswaterstaat een grote opdrachtgever op het gebied van kustsuppletie. Het is van belang dat een opdrachtgever zoals Rijkswaterstaat in kaart heeft wat de CO₂-emissies van de projecten per ketenstap zijn, zodat zij duidelijke eisen kan stellen aan de opdrachtnemers. Daarnaast stimuleert Rijkswaterstaat op deze manier de markt door zelf in kaart te brengen hoeveel CO₂-emissies naar eigen berekening mogen worden uitgestoten en welke CO₂-reductieprogramma's gewenst zijn. Een marktinstrument zoals de CO₂-prestatieladder is opgesteld om juist deze acties aan te moedigen.

6.4 Aanbevelingen voor opvragen van primaire data

Om toekomstige ketenanalyses van toegevoegde waarde te laten zijn voor Rijkswaterstaat, is het van belang om zoveel mogelijk data uit primaire bronnen te verkrijgen. Rijkswaterstaat heeft immers al veel aannames gedaan op secundaire bronnen, en ook deze ketenanalyse bestaat voor een groot deel uit aannames en externe bronnen.

Om CO₂-emissies te reduceren, kunnen doelstellingen worden geformuleerd op basis van de 'nulmeting' die deze ketenanalyse biedt. Monitoring van gegevens biedt, zoals eerder aangegeven, een goed aanknopingspunt om toekomstige ketenanalyses aan te scherpen met primaire data.

In de rapportage Implementatie van Inkoopmaatregelen wordt verder ingegaan op het beter gaan monitoren van CO₂-emissiegegevens. Rijkswaterstaat zal keuzes moeten maken over de wijze van aanlevering van gegevens (welke indicatoren, eenheden en uitgangspunten). Een standaard Excel met daarin enkele invulvelden kan hier bijvoorbeeld een voorzet voor zijn. Op die manier weten aannemers welke gegevens Rijkswaterstaat aangeleverd wilt krijgen en in welke vorm zij dit aangeleverd wilt krijgen: gaat het bijvoorbeeld alleen om het brandstofverbruik (stookolie) van de sleeophopperzuiger? Of ook de soort stookolie voor de aandrijving?

BIJLAGE 1: EISEN, METHODIEK EN BETROKKENEN

Eisen vanuit CO₂-prestatieladder

De ketenanalyse is opgesteld conform de eisen van de CO₂-prestatieladder (Handboek CO₂-prestatieladder 3.0, 10 juni 2015).

De CO₂-prestatieladder stelt de volgende (rand)voorwaarden:

- a. De ketenanalyses dienen betrekking te hebben op de projectenportefeuille. Dit is gewaarborgd door het uitvoeren van de PMC-analyse.
- b. Het bedrijf dient eigen analyses uit te (laten) voeren. Het meeliften bij de uitvoering van een betaalde opdracht van een klant is niet toegestaan.
- c. Er dient 1 ketenanalyse te worden gemaakt voor een van de twee meest materiële emissies én 1 andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiële emissies uit de rangorde. Dit is gewaarborgd door het uitvoeren van de PMC-analyse.
- d. A Corporate Accounting and Reporting Standard (Hoofdstuk 4 Setting Operational Boundaries) geeft de herkenbare structuur van elke ketenanalyse:
 - a. Beschrijf de betreffende keten.
 - b. Bepaal welke scope 3 categorieën relevant zijn.
 - c. Identificeer de partners in de keten.
 - d. Kwantificeer de scope 3 emissies.
 - e. Het resultaat van de analyse dient een aanvulling te zijn op de bestaande (gepubliceerde) kennis en inzichten en dient bij te dragen aan het voortschrijdend maatschappelijk inzicht.

Verder zijn de ketenanalyses, conform de CO₂-prestatieladder, opgesteld volgens de richtlijnen uit de GHG Protocol Scope 3 Standard.

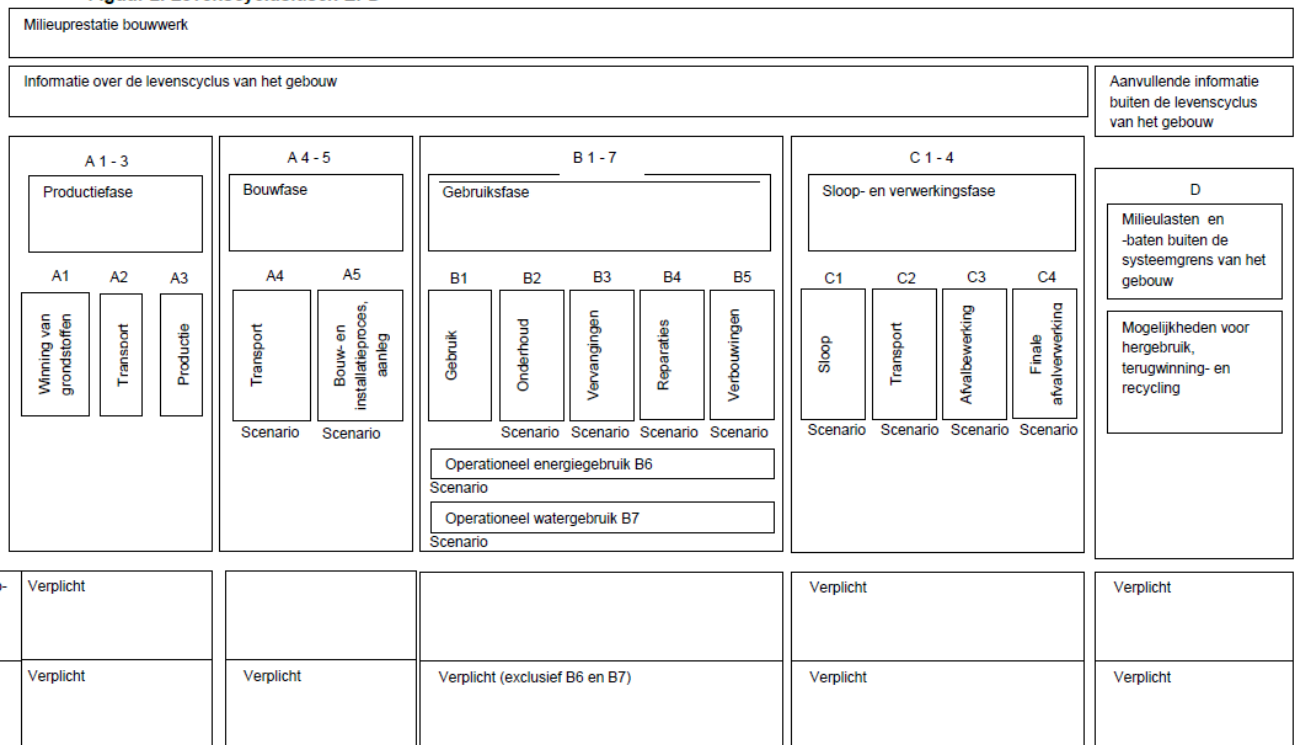
Methodiek ketenanalyse

Elk van de ketenanalyses is opgedeeld volgens de *hoofdmodules van de Europese bepalingmethoden EN 15804 en de EN 15978⁹ met inpassing van voor Nederland toepasselijke scenario's*. Toepassing van deze methoden is gebruikelijk voor bouwprojecten. Onderstaand figuur beschrijft de verschillende ketenfases die de methodiek onderscheidt.

⁹ Zie voor meer informatie over de bepalingsmethodes: https://www.milieudatabase.nl/imgcms/SBK_Bepalingsmethode_1_11_2011.pdf

Figuur 1: Weergave van verschillende fases in de ketenanalyse van bouwprojecten **Stichting Bouwkwiteit (2014)**
Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken p.10

Figuur 2. Levenscyclusfasen EPD



PRODUCTIEFASE (A1-3)

De productiefase is verdeeld in drie stadia:

1. Grondstofwinning (stadium A1).
2. Transport van grondstofwinning naar de productielocatie van de grondstoffen (stadium A2).
3. Productie van materialen op basis van de gewonnen grondstoffen (stadium A3).

Voor kustsuppletie bestaat deze fase uit het leegvaren naar de zandwinlocatie en de winning van zand voor kustsuppletie (beide stadium A1). Stadium A2 en A3 zijn niet van toepassing omdat de gewonnen grond niet bewerkt wordt.

BOUWFASE(A4-A5)

De bouwfase is verdeeld in twee stadia:

1. Transport naar bouwlocatie (stadium A4). Voor de kustsuppletieketen bestaat dit stadium uit het varen van de zandwinlocatie naar de suppletielocatie (volvaren).
2. Bouw en installatieproces, aanleg (stadium A5). Voor de kustsuppletieketen bestaat dit stadium uit het suppleren vanaf de sleepopperzuiger op het strand en uit het aanbrengen van het juiste profiel op het land door bulldozers.

Enkel de productiefase en de bouwfase zijn van toepassing in de ketenanalyse van kustsuppletie. Waarom de andere fases niet van toepassing zijn, wordt hieronder toegelicht.

GEBRUIKSFASE (B1-B7)

De gebruiksfase is grofweg opgedeeld in twee delen: het gebruik en het onderhoud. Het gebruik beslaat het gebruik van het product dat in de productiefase is gemaakt. Het onderhoud wordt ook wel de instandhouding genoemd en is gericht op het onderhouden van het product, zodat het zijn functie behoudt. Het gebruik en het onderhoud zijn beide niet relevant voor de ketenanalyse van kustsuppletie. De kustsuppletie wordt niet 'gebruikt'. Ook wordt de kustsuppletie niet onderhouden: na een aantal jaren kan er wel nieuwe kustsuppletie op de plek worden aangebracht, maar dit wordt weer gezien als een nieuw productieproces.

SLOOP- EN VERWERKINGSFASE (C1-4)

Deze fase richt zich vooral op de deconstructie (deconstruction, demolition), het transport van de materialen na deconstructie naar de afvalverwerker, het afvalverwerkingsproces (waste processing) en de uiteindelijke verwijdering van de materialen (disposal). Deze fase is niet relevant voor de ketenanalyse voor kustsuppletie, omdat de kustsuppletie niet wordt verwijderd.

Op basis van de beschreven ketenfases beschrijft Hoofdstuk 2 de ketenstappen van een kustsuppletie.

Alle stappen van de cyclus uit Hoofdstuk 2 worden in de twee geselecteerde fases geschaard. De CO₂-emissies van een kustsuppletie worden toegekend aan de productiefase en de bouwfase, met daarin de vijf ketenstappen van het winnen van de grondstof tot en met het aanbrengen van het juiste profiel.

Werkwijze & betrokkenen ketenanalyse

In een gezamenlijk overleg hebben Rijkswaterstaat en Arcadis kennis uitgewisseld over ketenanalyses in het algemeen en over de activiteiten van Rijkswaterstaat op het gebied van kustsuppletie. Vervolgens is een keuze gemaakt voor een te analyseren project en zijn de scope en de informatiebehoefte voor de ketenanalyse vastgesteld. Rijkswaterstaat heeft de informatie verzameld, waarna Arcadis de ketenstappen en de hieraan gerelateerde CO₂-emissies heeft bepaald. Waar nodig is Arcadis, in samenwerking met Rijkswaterstaat, op zoek gegaan naar extra informatie uit secundaire bronnen en heeft zij onderbouwde schattingen gemaakt op basis van de informatie die voorhanden was.

Betrokken hierbij waren:

- Matijs Burger: contractmanager Kustlijnzorgprogramma, PPO Rijkswaterstaat;
- Harry Zondag: strategisch adviseur Baggermarkt Rijkswaterstaat;
- Janneke Karthaus-van Berlo: projectleider CO₂ Prestatieladder;
- Mandy Willems: adviseur Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving;
- Martine Schuts: adviseur Energie en Milieu Arcadis;
- Mandy van Leeuwen: adviseur Energie en Milieu Arcadis;
- Marie Ernst: adviseur Energie en Milieu Arcadis.

BIJLAGE 2: GEBRUIKTE BRONNEN

De volgende bronnen zijn gebruikt voor dit rapport:

Excel-document: Achtergrondinformatie Carbon Footprint (schutev1).
 Stichting Bouwkwaliiteit (2014) Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken.
 Excel-document: Copy of 20151015 Inschatting Meest Materiele Scope 3 Emissies Rijkswaterstaat.
 20150911 Periodieke rapportage 2014.pdf.
 Rapport (schutev3).pdf.
 Second Opinion Materialiteitsanalyse Rijkswaterstaat (2016).
 'Economische en milieukundige effecten van de zandwinstrategie' (Blueconomy, 2010).
 'Estimating the Carbon Footprint of a dredging project by Trailing Suction Hopper Dredgers (TSHD) (EuDA, 2010).
 Simapro (Database Ecolnvent v3).
 Dubocalc versie 4.0 (gebruikte variant: strandsuppletie (middel en groot).

Achtergrond rapport Blueconomy en EuDA

Het doel van het rapport van Blueconomy is om de belangrijkste kostenbepalende variabelen goed in beeld te brengen. De kostenfunctie is gebaseerd op langjarige ervaring en expertise. De gebruikte methode is dat een schaduwbeding gemaakt werd voor een zandwinproject dat op de markt is gezet – de nulvariant. Omdat ook hier noodzakelijkerwijs is gewerkt met het doen van aannames, worden de uitkomsten hierdoor beïnvloedt. Dat heeft uiteraard ook een impact op het berekenen van emissies. Dan moet nagegaan worden wat de aard van het werk is, welke schepen naar verwachting ingezet zullen worden en welke overige omgevingsvariabelen van invloed zijn.

Het doel van het rapport van EUDA is om de lezer met de informatie te voorzien die hem in staat stelt om de directe uitstoot van CO₂-emissies, die voortvloeien uit de activiteiten van een sleepopperzuiger in te schatten (onder "genormaliseerde" project omstandigheden).

Vergelijking cijfers met het rapport EuDA

Het EuDa rapport is voornamelijk gebruikt ter vergelijking van data en teer ondersteuning van de data

Keuze grootte schip

Gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (volume/lading 5.679 m³) wordt gekozen voor de scheepsvariant "klein" (tot 7.700 m³) in de categorie strandopsputting. Deze keuze is de beste benadering van de werkelijkheid. De belading van het schip komt er wel weer bijna overeen met de realiteit. Van de inhoud (7.700 m³) wordt ongeveer 70% gebruikt (Bron: rapport Blueconomy).

Vergelijkbare scheepsvarianten voor de worden ook in het rapport van EUDA gebruikt (zie onderstaande afbeelding).

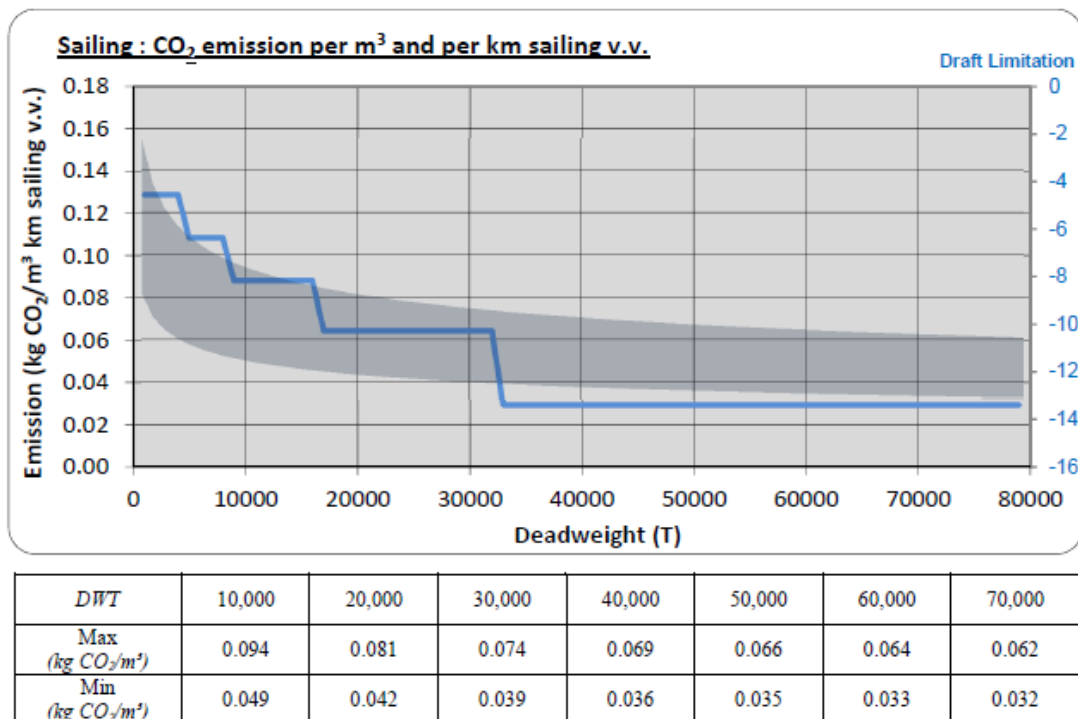
Table 4 - Example project: List of available TSHDs per Size Category

Size I	2,700 DWT
Size II	6,000 DWT
Size III	12,000 DWT
Size IV	24,000 DWT
Size V	48,000 DWT

Figuur 8 Variaties sleepopperzuiger

Berekening CO₂ emissies per functionele eenheid

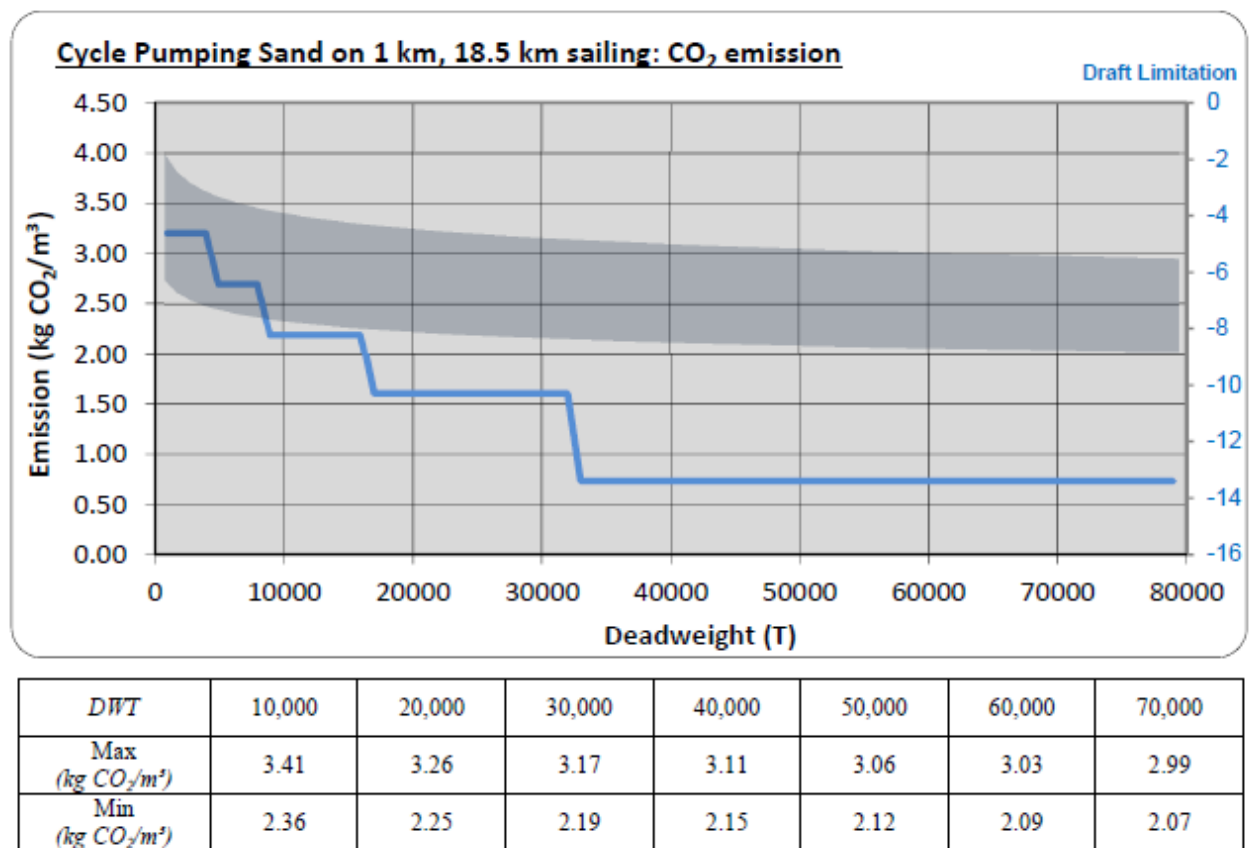
In onderstaande grafiek en tabel is de maximale en minimale CO₂-uitstoot af te lezen, geldig voor de variant "sailing: CO₂ emission per m³ and per km sailing v.v.". De emissies zijn gerelateerd aan het zogenoemde deadweight: de som van de gewichten van de lading, brandstof, ballastwater, drinkwater en provisie aan boord van het schip. Kijkende naar de gegevens verstrekt door Rijkswaterstaat, wordt duidelijk dat de sleepopperzuiger een deadweight tonnage (DWT) van 15.057 t heeft. Hierdoor wordt voor deze ketenanalyse de variant DWT 20.000 t met een **maximale CO₂-emissie van 0,081 kg CO₂/ m³/ km** verplaatst zand gekozen.



Figuur 9 CO₂-emissie gerelateerd aan varen

Kijkende naar het rapport van EUDA komen wij tot volgende conclusies:

In onderstaande grafiek en tabel is de maximale en minimale CO₂-uitstoot af te lezen, geldig voor de variant "cycle pumping sand on 1 km, 18,5 km sailing". Er wordt in deze ketenanalyse gekeken naar de variant DWT 20.000 t met een **minimale CO₂-emissie van 2,25 kg CO₂/ m³** verplaatst zand. Er is gekozen voor DWT 20.000 t omdat de DWT van de slephopperzuiger 15.057 t bedraagt. Gezien de daadwerkelijke DWT van de slephopperzuiger precies tussen twee categorieën in ligt, wordt voor de minimale i.p.v. de maximale uitstoot CO₂ gekozen. De gevaren hoeveelheid kilometers komen hebben betrekking op het "rondvaren" gedurende het opzuigen, namelijk **18,5 kilometer**. Dat wijkt af van de door Rijkswaterstaat opgegeven hoeveelheid gevaren kilometers. Echter om de primaire bronnen van Rijkswaterstaat aan te houden, worden de gevaren kilometers die Rijkswaterstaat heeft opgeleverd aangehouden.



Figuur 10 CO₂-emissie gerelateerd aan draagvermogen.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: D04051.000466.0100
Onze referentie: 079244902 0.1