

## University of Groningen

### Evaluatie Eems-Dollard slib-alternatieven

Sijtsma, Frans; Kampen, van, Peter; Daams, Michiel; Tangerman, D.; Veenstra, B.; Oostra, M.

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Publication date:*  
2017

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Sijtsma, F., Kampen, van, P., Daams, M., Tangerman, D., Veenstra, B., & Oostra, M. (2017). *Evaluatie Eems-Dollard slib-alternatieven: Evaluatie van verschillende projecten om slib uit de Eems-Dollard te onttrekken en nuttig toe te passen*. Rijksuniversiteit Groningen. Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen.

#### **Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

#### **Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Evaluatie Eems-Dollard slib-alternatieven

### Evaluatie van verschillende projecten om slib uit de Eems-Dollard te onttrekken en nuttig toe te passen

Groningen, 20 juli 2017

dr. Frans J. Sijtsma<sup>1</sup>, drs. Peter van Kampen<sup>1</sup>, dr. Michiel Daams<sup>1</sup>, ing. Daniel Tangerman<sup>2</sup>, ing. Bert Veenstra<sup>2</sup> en drs. Minne Oostra<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Rijksuniversiteit Groningen* <sup>2</sup> *Bagger- en waterbouwexpert* <sup>3</sup> *Software en GIS expert (de Ontwikkelfabriek)*

## Voorwoord

Om de troebelheid van het Eems-estuarium te verlagen, worden in het kader van het programma Eems-Dollard2050 door verschillende partijen initiatieven ontwikkeld voor de nuttige toepassing van het baggerslib uit havens en vaargeulen.

Om meer inzicht te krijgen in de kosteneffectiviteit en kansrijkheid van verschillende initiatieven heeft het Corporate Innovatie Programma van Rijkswaterstaat aan de Rijksuniversiteit Groningen gevraagd een tool te ontwikkelen waarmee initiatieven kunnen worden beoordeeld op maatschappelijke kosten, baten en andere belangrijke waarden.

In voorliggende studie is het hiervoor door de RUG ontwikkelde MCKBA-instrument beschreven en toegepast op de huidige initiatieven. Hierbij zijn de initiatieven, zoals die op dit moment in pilots worden verkend, goed in beeld gebracht, opgeschaald en onderling vergeleken. De inschattingen hebben betrekking op de hele keten van onttrekking van slib tot en met de toepassing van het eindproduct.

Het positieve effect van het onttrekken van slib uit de Eems Dollard en het niet meer verspreiden in het watersysteem (huidige situatie) is niet meegenomen in de beoordeling. De verbetering van de natuurwaarde van het Eems-estuarium door de verlaging van de troebelheid in het Eems-estuarium en het toekennen van een waarde daaraan is een studie op zich. Om de initiatieven op deze bate toch goed met elkaar te kunnen vergelijken is de mate waarin de beleidsambitie (jaarlijks verwerken van 1 Mton<sub>ds</sub> slib) kan worden gerealiseerd in de beoordeling betrokken.

Op dit moment zijn veel inschattingen nog indicatief. Dit geldt voor zowel de mate waarin per alternatief aan de beleidsdoelstelling kan worden voldaan, als voor de inschatting van veel parameters van kosten en baten. Door uitvoering van pilots en ander onderzoek worden deze de komende jaren nauwkeuriger in beeld gebracht.

Per initiatief (in de studie 'alternatief' genoemd) zijn benodigde en vermeden investeringen, beheer en onderhoud, transport, landbouwopbrengst, productverkoop en CO<sub>2</sub>-uitstoot gemonetariseerd in netto contante waarden (NCW). De aspecten innovatief karakter en regionale concurrentiekracht zijn kwalitatief beoordeeld.

Met name kosten en baten die samenhangen met transport, landbouwopbrengst en CO<sub>2</sub>-uitstoot zijn op dit moment zeer onzeker en van grote invloed op het rendement van de toepassingen.

De uitkomsten geven aan dat het maken van producten, zoals het persen van bouwelementen en het rijpen van klei voor dijkversterking, een duidelijk positief rendement (NCW) kunnen hebben. De alternatieven met ophoging van landbouwgrond scoren vooralsnog negatief en zijn daarbij erg gevoelig voor transportafstand, CO<sub>2</sub>-uitstoot en landbouwopbrengst. Alle alternatieven zijn echter gunstiger dan het afvoeren van slib naar de Noordzee.

De resultaten geven ook aan dat inzet van meerdere alternatieven nodig is voor het realiseren van de gehele beleidsambitie. Het rijpen van klei voor dijkversterking en het ophogen van lage

landbouwgronden kunnen daaraan veel bijdragen (samen zeker 80%, maar afhankelijk van de transportkosten mogelijk veel meer).

Op het moment dat meer en nieuwe resultaten beschikbaar komen uit de pilots kan met behulp van de ontwikkelde tool eenvoudig de MCKBA-analyse worden geüpdate. Hierdoor zal steeds duidelijker worden waar de grootste kansen liggen voor nuttige toepassing van slib, waarmee het slib uit het Eems-estuarium kan worden onttrokken.

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.

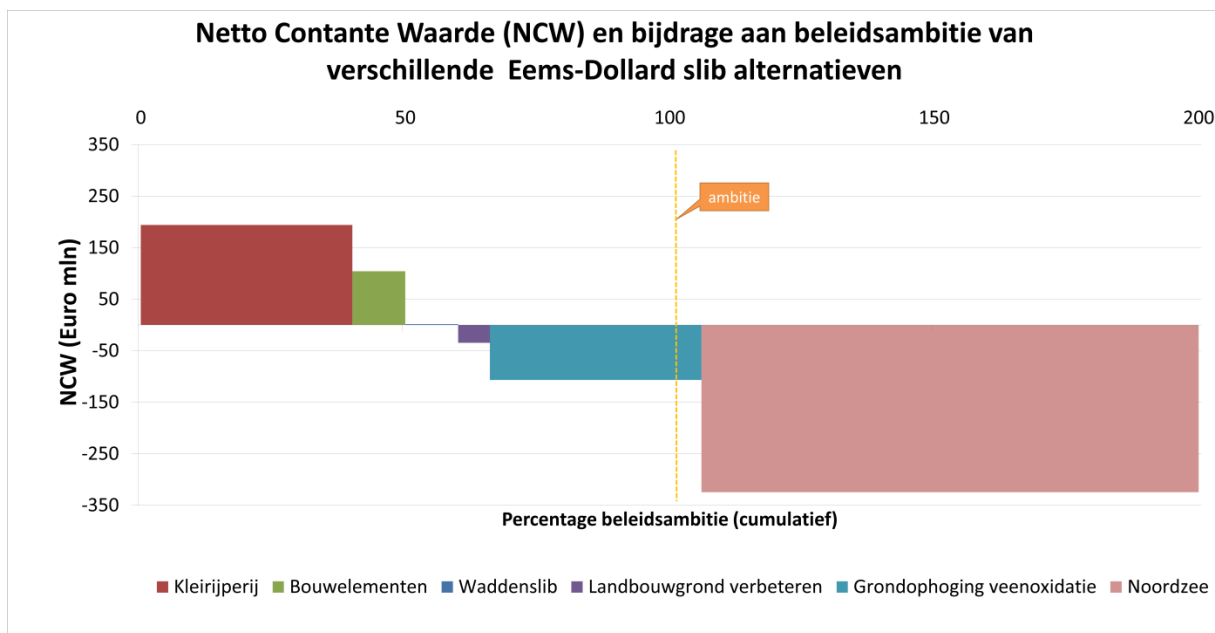
Juni 2017

## In het kort

Hoe kunnen verschillende plannen voor nuttige toepassing van slib uit het Eems-Dollard estuarium beoordeeld worden? Wat zijn kansrijke plannen voor verwerking en toepassing van slib en welke niet? Welke criteria dienen gehanteerd te worden bij het beoordelen van de kansrijkheid? En hoe scoren de verschillende plannen op die criteria?

Dit rapport gaat over de evaluatie door middel van een MCKBA (Multi-Criteria Kosten-Baten Analyse) van verschillende plannen ('alternatieven' genoemd) voor de verwerking en toepassing van slib onttrokken uit het Eems-Dollard-estuarium. Het rapport levert de eerste resultaten voor de aangedragen plannen. Bij het rapport wordt ook de MCKBA tool geleverd in Excel<sup>1</sup>.

In onderstaande figuur worden twee belangrijke resultaten uit deze studie in één grafiek getoond: de Netto Contante Waarde (vertikale as) en de bijdrage aan de beleidsambitie qua volume te onttrekken slib<sup>2</sup>.



De figuur laat op de verticale as zien dat de kleirijperij het meest positief scoort (geheel links) en de Noordzee het slechtst (geheel rechts). Positief scorende alternatieven zijn naast kleirijperij ook de bouwelementen en Waddenslib. De laatste twee alternatieven kunnen in de meest inschatting die nu, voorjaar 2017, logisch lijkt, maar in bescheiden mate bijdragen aan de beleidsambitie. Om de beleidsambitie te realiseren blijkt het nodig om ook negatief scorende alternatieven te betrekken in de portfolio van activiteiten. Het minst negatief scoort het alternatief landbouwgrond verbetering. Op de

<sup>1</sup> Zowel het eindrapport als de tool zijn ook via [www.MCKBA.nl](http://www.MCKBA.nl) beschikbaar.

<sup>2</sup> Voor de resultaten ten aanzien van de kwalitatieve criteria 'Innovatie' en 'Concurrentiekracht regio' zie paragraaf 4.4

voet gevolgd door grondophoging veenoxidatie gebieden. Het Noordzee alternatief scoort het meest negatief. Dit alternatief lijkt overigens niet nodig om de huidige beleidsambitie te realiseren.

De verhouding tussen de verschillende alternatieven lijken in lijn te zijn met de omvang van de verhouding qua slib onttrekking en toepassing in de lijn van de pilots. Met de kleirijping zo'n 40% van het slib (mits voldoende afzet), bodemdaling en verbetering landbouwgrond ook 40% (mits voldoende noodzaak en CO<sub>2</sub> balans), Waddenslib 10% (mits voldoende meeropbrengst en logistiek) en slib-based products ook zo'n 10% (volume ambitieus; zeer potentieerijk).

De figuur laat ook zien hoe de portfolio van alternatieven scoort. Een portfolio aan projecten lijkt per saldo nog een positief maatschappelijk resultaat te leveren. Immers de kleirijperij, de bouwelementen en het Waddenslib zijn alle drie positief scorende alternatieven die opgeteld een positief NCW saldo genereren van 341 miljoen Euro. De twee negatief scorende alternatieven, landbouwgrond verbeteren en grondophoging veenoxidatie brengen dat positieve getal met circa 172 miljoen naar beneden, maar voor de gehele portfolio resteert dan nog steeds een maatschappelijk positief getal. Het op deze manier beschouwen van de vijf best scorende alternatieven, als een portfolio van acties, roept overigens wel gelijk een governance vraag op: hoe kan een dergelijke strategie organisatorisch het beste worden vormgegeven en geregisseerd, met maatschappelijk het meeste rendement?

Tijdens deze MCKBA evaluatie zijn veel dingen helder geworden. Toch is ook duidelijk dat er ook nog veel onduidelijk is en dat de toekomst van nuttig slib verwerken nog voor een belangrijk deel open ligt. De komende jaren kan, met voortschrijdend inzicht vanuit het ED2050 veld eventueel opnieuw een MCKBA studie worden uitgevoerd. Die MCKBA kan dan werken met minder onzekerheden en met wellicht minder of andere alternatieven. Idealiter zou dan ook met de natuurpuntenbenadering worden gewerkt in plaats van met de hier gebruikte proxy van de bijdrage aan de beleidsopgave.

## Inhoud

Voorwoord .....	2
In het kort .....	4
1 Achtergrond - Innovatieprogramma Slib uit het Eems-Dollard Estuarium .....	8
1.1 Ecologie en economie in balans .....	8
1.2 Alternatieven en hun rendement .....	8
1.3 De huidige baggeractiviteit .....	9
1.4 De kosten en baten van baggeren .....	9
1.5 Het Noordzee alternatief .....	10
1.6 Innovaties in de slibketen .....	11
1.7 Ketens, componenten; pilots en opgeschaalde activiteiten .....	11
2 De evaluatie filosofie van de MCKBA tool .....	12
2.1 MCKBA .....	12
2.2 De MCKBA aanpak in meer detail .....	13
2.3 De gesorteerde MCKBA cascade grafiek als gecombineerd resultaat van stap 1 en 2 .....	16
2.4 Evaluatieve analyse op meerdere ruimtelijke schaalniveaus .....	16
2.5 Soepele overgang naar steeds kwantitatievere beoordeling .....	17
2.6 Benchmark-ketens .....	17
2.7 Gedetailleerde Kosteninschattingen .....	18
2.7 Tweeledig resultaat van dit rapport .....	18
3 De alternatieven en de effecten .....	19
3.1 Alternatieven .....	19
3.2 Effecten en waardering .....	20
Effect op natuur .....	20
Waardering CO <sub>2</sub> effect .....	21
Transport effect .....	22
Landbouwopbrengsten .....	23
Desinvesteringen / opportunity costs .....	23
3.3 Bespreking van alternatieven en waardering van effecten per alternatief .....	24
(0-N) wegvaren naar de Noordzee voorbij Borkum .....	24
(0) Huidig .....	24
(1) Ophoging lage veenoxidatiegronden .....	25



(2) Landbouwgrond beperkt ophogen & verbeteren .....	26
(3) Kleirijping voor dijkversterking .....	27
(4) Waddenslib voor verbetering arme zandgronden .....	27
(5) Persen van bouwelementen .....	28
(6) Kwelders – wisselpolders / Klutenplas slib invang buitendijks (Klutenplas) .....	29
Deze alternatieven zijn niet gewaardeerd omdat ze bij nadere analyse niet gaan over zelfstandige ketens. Het zou een (andere) vorm van toeleverancierschap van slib kunnen zijn aan andere ketens. ....	29
(7) Brickz voor verbetering agrarische grond .....	29
4 MCKBA resultaten .....	31
4.1 MCKBA Hoofddresultaat monetair (deel 1): Wat zijn de maatschappelijke kosten van de alternatieven? .....	31
4.2 Gevoeligheidsanalyse van stap 1 .....	32
4.2 MCKBA Hoofddresultaat (deel 2): Wat dragen de alternatieven bij aan het onttrekken van slib?....	34
4.3 MCKBA Hoofddresultaat (deel 1 en 2 gecombineerd) Wat is nodig en wat kost het om de totale beleidsdoelstelling te realiseren? .....	35
4.3 MCKBA Nadere interpretatie (deel 3): Wat zijn de kosten per volume? (Euro per onttrokken m3)	36
4.4 MCKBA Kwalitatieve effectscores (stap 4): Hoe scoren de alternatieven qua innovatie en concurrentiekracht van de regio.....	38
4.5 Overlast door transport van slib/slibproducten .....	40
5 Synthese .....	42
5.1 Wat is nodig en wat kost het om de totale beleidsambitie te realiseren? .....	42
5.2 Resultaten in lijn met ingezette pilots .....	42
5.3 Verdere optimalisatie mogelijk.....	43
LITERATUUR .....	44
BIJLAGE 1 Standaard vragenlijst MCKBA evaluatie van innovatieve slib-ketens Eems-Dollard .....	45
BIJLAGE 2: Overzicht rekenwaardes .....	48

# 1 Achtergrond - Innovatieprogramma Slib uit het Eems-Dollard Estuarium

## 1.1 Ecologie en economie in balans

Het programma ED2050 richt zich in het Eems-Dollard gebied op de doelstelling: het realiseren van een ecologisch en economisch gezonde Eems-Dollard op langere termijn. Eén van de deelprogramma's die bijdraagt aan die langere termijn doelstelling is het onttrekken van slib uit het Eems-Dollard estuarium. Dit is het hoofddoel van het 'Innovatieprogramma Nuttig Toepassen Slib'; een lange termijn programma. Door het onttrekken van slib in grote hoeveelheden wordt een verlaging van de troebelheid van het water gerealiseerd. Hierdoor kan de biodiversiteit in het estuarium toenemen en de ecologische kwaliteit van het estuarium zelf kan worden behouden of, liever nog, verbeteren. Het onttrekken en afvoeren van slib is een financieel kostbaar proces, waardoor de wens bestaat om toepassingen te vinden met economische waarde, om de extra kosten te compenseren. Er zijn op dit moment meerdere initiatieven, reeds in ontwikkeling of uitvoering, die lijken te voldoen aan deze voorwaarden, maar de schaal is tot op heden niet groot genoeg om ecologische verbetering van het estuarium te behalen, noch is de economische rentabiliteit volwaardig aangetoond. Deze studie evalueert de maatschappelijke kosten en baten van verschillende initiatieven of 'alternatieven'.

## 1.2 Alternatieven<sup>3</sup> en hun rendement

In deze evaluatie worden verschillende alternatieven voor het aanpakken van de baggerproblematiek gewogen op hun maatschappelijke kosten en baten. Hiervoor wordt het MCKBA instrument gebruikt; een instrument dat in dit rapport wordt ontwikkeld en toegelicht; waarover later meer. In een evaluatie van maatschappelijke kosten en baten staat de vergelijking van zogenaamde 'alternatieven' centraal. Alternatieven zijn in dit verband verschillende ketens van onttrekking en verwerking om het slibprobleem aan te pakken. Alternatieven hoeven elkaar niet altijd uit te sluiten; ze kunnen elkaar ook aanvullen. Daarnaast is van belang dat de evaluatie van alternatieven ook een stimulans is voor het ontstaan van nieuwe alternatieven (Sijtsma, 2006); in die zin is de MCKBA beoordeling niet alleen een beoordeling, maar ook een denkraam om de discussie over het probleem en mogelijke oplossingen te structureren.

Terwijl in een standaard MKBA aanpak de focus ligt op het positieve of negatieve saldo van kosten en baten staan bij de MCKBA aanpak interpreterende rendementsgetallen centraal: Hoeveel natuurwinst voor hoeveel kosten, hoeveel economische baten bij hoeveel extra inspanning? Dat type getallen. Dergelijke getallen vereisen interpretatie en benchmarks. Een rendementsgetal als '200 natuurpunten per miljoen Euro' is vooral een zinvol getal als we het kunnen plaatsen ten opzichte van andere rendementsgetallen. Overigens wordt in dit rapport niet direct gewerkt met natuurpunten; dat is voor

---

<sup>3</sup> N.B. We spreken in dit rapport van 'alternatieven' in de evaluatie-technische betekenis van het woord: het zijn (beleids)opties om te evalueren. Alternatieven kunnen overlappen of elkaar aanvullen. We gebruiken 'alternatieven' niet in de zin van elkaar uitsluitende keuzes.

de toekomst wel wenselijk. In dit rapport wordt slechts gewerkt met de beleidsambitie in ton en m3 slib als proxy voor de natuurlinies.

### *1.3 De huidige baggeractiviteit*

In het Eems-Dollard estuarium wordt ca. 8 miljoen m3 slib gebaggerd, de helft door Duitsland, de andere helft door Nederland. De kosten hiervoor bedragen circa 1 Euro per m3. Om enige referentie te bieden over de relatieve omvang van de baggeractiviteit: de oppervlakte van het Eems-Dollard estuarium is – met een ruwe berekening via Google Maps – ca 250 km2 als men niet te veel Waddenzee meerekent. Het onttrekken van 8 miljoen m3 betekent dat één meter diep over 8km2 wordt gebaggerd. Dat is ruim 3% van het oppervlakte; een meter diep. De huidige bagger-slibhuishouding behelst vooral het baggeren van havens en vaargeulen en het relatief dichtbij – in het Eems-Dollard estuarium of de Waddenzee – weer verspreiden van het slib. Er wordt dus geen slib aan het systeem onttrokken. Door het baggeren en het verspreiden daarna wordt slib dat op de bodem ligt - en daar weinig troebelheid veroorzaakt - actief vertroebelend in het water gebracht. Omdat te veel troebelheid wordt gezien als ecologisch nadelig werkt de baggeractiviteit dus ecologisch nadelig en, zo is het achterliggende idee, leidt onttrekking van slib tot natuurwinst.

### *1.4 De kosten en baten van baggeren*

Waarom veroorzaakt men, ecologisch nadelige, extra vertroebeling in een gebied dat belangrijke natuurwaarden kent? Dat komt omdat baggeren een voorwaarde is voor verschillende economische activiteiten in het gebied. Dankzij het baggeren van de havens en vaargeulen is het estuarium en de Eemsvaart bevaarbaar voor diepere schepen dan ze anders zou zijn. Daarbij zijn, ter verdere introductie van de achtergrond van het probleem, twee zaken van belang die we hieronder kort bespreken. Ten eerste de precieze locatie van het baggeren en de daardoor gecreëerde economische voordelen in verschillende havens (van Papenburg tot Delfzijl) en ten tweede de ontwikkeling in de tijd richting steeds meer diepgang.

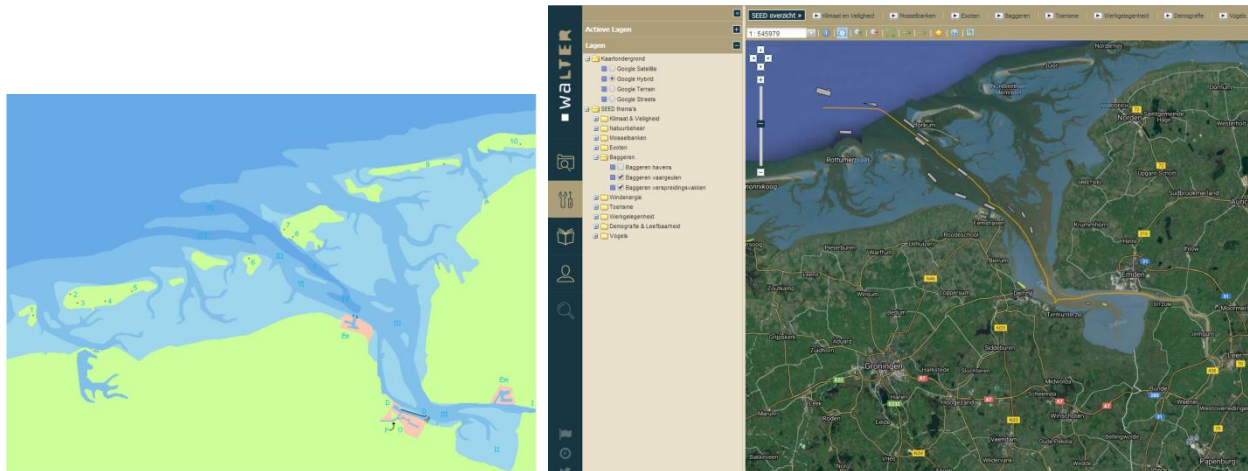
Misschien wel het meest in het oog springende voorbeeld van de economische baten van baggeren aan Duitse zijde is dat de Meyer werf zeer diep stekende cruiseschepen kan bouwen in Papenburg dankzij (o.a.) het baggeren van de route Papenburg – Noordzee. De diepgang in de rivier de Ems was voorafgaand aan de jaren negentig nog slechts 5,7 meter en is in verschillende stappen vergroot met als laatste stap de aanleg van het Emssperrwerk die de rivier een maximale diepgang van 8,5 meter bracht; mede dankzij een continue baggeractiviteit<sup>4</sup>. Aan Nederlandse zijde is de bevoorrading van de energiecentrales in de Eemshaven een belangrijk voorbeeld van de economische betekenis van diepe vaargeulen en havens. De aanleg van de Eemshaven zelf is volgens sommigen zelfs deels veroorzaakt door baggeraangelegenheden in het estuarium: de baggerwerkzaamheden voor de vaargeul naar het Duitse Emden verergerde de dichtslibbing van de Nederlandse haven van Delfzijl en gaf daarmee een prikkel tot de aanleg van de Eemshaven; waar veel meer natuurlijke diepgang is<sup>5</sup>. De haven van Delfzijl is

---

<sup>4</sup> [http://www.meyerwerft.de/de/meyerwerft\\_de/werft/umwelt\\_und\\_soziales/umwelt/die\\_ems/die\\_ems.jsp](http://www.meyerwerft.de/de/meyerwerft_de/werft/umwelt_und_soziales/umwelt/die_ems/die_ems.jsp)

<sup>5</sup> <http://www.eemsbode.nl/nieuws/2447/de-archieven-spreken-het-plan-voslamber-de-eemshaven/>

toegankelijk voor schepen tot 9 meter<sup>6</sup>. In de haven van Emden is er een diepgang voor schepen van 10,7 meter<sup>7</sup>. In de Eemshaven kunnen op dit moment schepen terecht met een diepgang van 11 meter, maar deze diepgang wordt vergroot naar 14 meter eind 2017<sup>8</sup>. Voor deze vergroting van de diepgang in de Eemshaven hoeft 'slechts op een beperkt deel van de route gebaggerd te worden, want het grootste deel van de vaarweg is van nature al diep genoeg<sup>9</sup>; zie ook de twee kaartjes in figuur 1<sup>10</sup>.



Figuur 1. Diepgang kaart met ligging havens (links) en screenshot uit de SEED baggerkaarten van Walter (<http://www.walterwaddenmonitor.org/en/tools/seed/>)

We zien dus sterke verschillen binnen het estuarium. Het voor ogen houden van de economische betekenis en de precieze omvang van het baggeren op verschillende locaties is van belang omdat er uiteraard ook altijd voor gekozen kan worden om de locatie van economische activiteiten aan te passen zodat meer vrijheid van handelen ontstaat ten aanzien van het al dan niet baggeren. De kosten van het bestrijden van de nadelige effecten van baggeren dienen de voordelen ervan niet te overstijgen en vormen daarmee ook een benchmark<sup>11</sup>.

### 1.5 Het Noordzee alternatief

Het innovatieprogramma heeft als doel om te beginnen met de onttrekking van 1 miljoen ton slib (= droge stof) wat ongeveer equivalent is met 2,5 miljoen m<sup>3</sup> bagger. Dit slib moet onttrokken worden aan het systeem, wat uiteraard hogere transportkosten dan nu met zich meebrengt. De in technische zin meest eenvoudige oplossing om het gebaggerde Waddenslib aan het systeem te onttrekken, is het verder wegvaren van het slib naar de Noordzee en het daar op voldoende grote afstand te verspreiden zodat het geen extra troebelheid in de Wadden kan veroorzaken. De kosten van het wegvaren naar de

<sup>6</sup> <http://www.groningen-seaports.com/nl-nl/dehavens/bereikbaarheid.aspx>

<sup>7</sup> <http://www.seaports.de/virthos.php?//HOME/HAFENSTANDORTE/Emden/Hafeninformationen>

<sup>8</sup> <http://www.groningen-seaports.com/nl-nl/dehavens/bereikbaarheid.aspx>

<sup>9</sup> <http://www.nieuwsbladtransport.nl/Nieuws/Article/ArticleID/49525/ArticleName/MeerdiepgangvoorEemshaven>

<sup>10</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Eemsmonding>

<sup>11</sup> Alternatieven voor verminderd baggeren in bepaalde geulen of op bepaalde locaties en de kosten en baten daarvan worden in deze studie niet uitgewerkt; afhankelijk van de uitkomsten van deze studie kan daar later aandacht aan worden gegeven.

Noordzee (uitgaande van 50km varen<sup>12</sup>) worden verderop beschreven. Het belang van het Noordzee-alternatief is dat de ecologische baten maximaal en snel realiseerbaar zijn. Dit Noordzee-alternatief is een benchmark-alternatief voor de MCKBA.

### *1.6 Innovaties in de slibketen*

Het eenvoudig wegvaren van slib naar de Noordzee is één oplossing. Maar het slib kan mogelijk ook een interessante grondstof zijn voor een ander product: nuttige toepassingen. ‘De centrale ambitie van het Innovatieprogramma Nuttig Toepassen Slib is op termijn een aanzienlijke hoeveelheid slib (1 miljoen ton droge stof/jaar in 2022 en daarna mogelijk meer) uit het watersysteem van de Eems-Dollard te verwijderen door (nieuwe) bezinkplekken te creëren of het gebaggerd slib anders te verwerken.’ (Provincie Groningen en I&M, 2016, p.8) Daarbij is het vooral van belang economisch rendabele en/of ecologisch aantrekkelijke toepassingen te verkennen en in te zetten. Beoordeling van mogelijke slibketens of onderdelen daarvan vindt plaats met een multi-criteria kosten-batenanalyse (MCKBA) (Sijtsma, 2006; Sijtsma et al, 2017). Het instrument daarvoor wordt binnen het programma ontwikkeld.

Het innovatieprogramma wil innoveren. Dus ze wil nieuwe dingen proberen, nieuwe wegen bewandelen om het slib zo nuttig en handig mogelijk ‘kwijt te raken’. Het slib zou misschien de zeeverende dijken kunnen versterken. Boeren zouden hun grond ermee op kunnen hogen. Het slib kan als grondstof dienen voor walbeschoeiing. Etcetera. Er is een waaier aan ideeën. Deze ideeën moeten beoordeeld worden: welke dienen de lange termijn ecologie-economie doelen van het gebied i.r.t. de slibhuishouding het meest?

### *1.7 Ketens, componenten; pilots en opgeschaalde activiteiten*

Tenslotte zijn voor de achtergrond van deze evaluatie nog twee dingen van belang. Ten eerste dat er bij de evaluatie nadrukkelijk sprake is van *een keten* van slibverwerking. Het gaat om winning, eventuele behandeling, transport, en toepassing en verwerking. Maar ketens kunnen overlappende componenten (of schakels; zie Provincie Groningen en Min. I&M, 2016) hebben. Als er een innovatie is die op een nieuwe handige manier slib kan indikken dan kan dat een voorwaarde zijn voor andere activiteiten of een impuls zijn voor nieuwe dingen. Dat is dan dus een innovatie in een component die in meerdere afzetketens nuttig is.

Ten tweede zijn verschillende ideeën in verschillende fases van ontwikkeling: sommige zijn nog slechts een idee, andere zijn een concept, weer andere zijn in de pilot fase en ooit moet het voor veel projecten komen tot opschaling van de uitvoering. De beoordeling kan verschillend zijn in verschillende fases: qua aard van de criteria en qua scoringsmogelijkheden op de criteria. De filosofie van evalueren is in alle fasen hetzelfde en er wordt overal gebruik gemaakt van het MCKBA instrument.

---

<sup>12</sup> Fiselier/RHDHV, 2016.

## 2 De evaluatie filosofie van de MCKBA tool

De plannen en ideeën moeten met behulp van de MCKBA beoordeeld worden: op waarde geschat. Welke plannen verdienen financiële ondersteuning en welke niet? Welke zijn het meest kansrijk en welke minder?

De hier gebruikte beoordelingsmethode is de Multi-Criteria Kosten-Baten Analyse, afgekort tot MCKBA. (zie kader voor terminologie). De MCKBA is ontwikkeld om plannen maatschappelijk te beoordelen. Centraal in de MCKBA staat rendement: kosten versus baten; welke opbrengsten zijn er ten opzichte van welke inspanningen; welke voordelen staan er tegenover welke nadelen?

MCKBA = Multi-criteria kosten-baten analyse

MCA = Multi-criteria Analyse

MKBA = Maatschappelijke kosten-baten Analyse

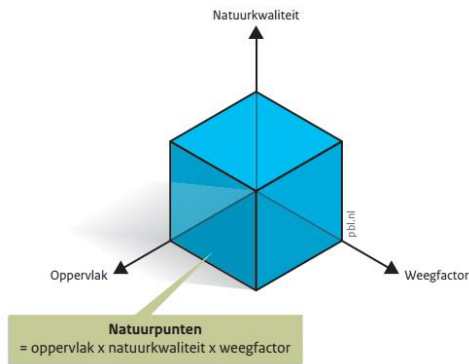
De MCKBA kan worden gezien als een speciale vorm van de maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA). Aan deze MKBA worden, op punten waar de MKBA zwak is als evaluatie-instrument, specifieke elementen toegevoegd uit de multi-criteria analyse (MCA); daarover later meer.

Het is belangrijk te realiseren dat de MCKBA evaluatie en tool in dit geval in eerste instantie wordt ingezet voor beginnende, pionierende projecten en ideeën. Dat vraagt een stijl van op waarde schatten die daar recht aan doet. Evaluatie-technisch kan er daardoor nog meer nadruk komen te liggen op de MCA component binnen de MCKBA. Mede daarom zou men kunnen zeggen dat de beoordeling meer een evaluatie-klankbord is. Het is een framework om discussie te voeren over de voors en tegens van plannen. Een tool om de discussie transparant te maken en om plannen die misschien nog niet zo goed zijn mogelijk beter te kunnen maken. Hoe verder de plannen gevorderd zijn, hoe 'volwassener' de evaluatie kan zijn.

### 2.1 MCKBA

De MCKBA is een vorm van de MKBA. Bij deze vorm van de MKBA worden principieel niet-monetariseerbare effecten (bijv. biodiversiteit), of om data-technische redenen niet-monetariseerbare effecten, toch serieus meegenomen. De MCKBA werkt voor dergelijke niet-monetariseerbare effecten zoveel mogelijk met gestandaardiseerde multi-criteria indices (Sijtsma, 2006; Sijtsma et al. 2009; Sijtsma et al, 2011; Sijtsma et al. 2013). Een voorbeeld van een dergelijke gestandaardiseerde multi-criteria index is de natuurlinies. Natuurlinies worden gebruikt voor het meten van ecologische of biodiversiteits effecten van projecten. (zie figuur2).

Natuurpunten als product van oppervlak, natuurkwaliteit en weegfactor



Figuur 2. Schematische weergave van de berekening van een natuurpunt<sup>13</sup>

Ook voor de evaluatie van de slib-alternatieven lijkt de natuurpunten-benadering relevant. In generieke zin is de methode ook beschikbaar, maar binnen dit onderzoek bleek het niet haalbaar om hier gedetailleerd invulling aan te geven. In de toekomst lijkt dit wel relevant. In dit onderzoek is slechts gewerkt met ruwe benaderingen voor de natuurpunten.

## 2.2 De MCKBA aanpak in meer detail

Hieronder gaan we in meer detail in op de MCKBA aanpak. Werken met MCKBA betekent in het geval van de evaluatie van alternatieven voor toepassingsmogelijkheden van Eems-Dollard slib dat verschillende projecten worden gescoord op een combinatie van verschillende criteria. Die criteria kunnen verschillende typen meeteenheden hebben. De MCKBA maakt hierbij onderscheid in:

- 1) Monetair gemeten MKBA criteria
- 2) Niet-monetair gemeten maar op ratio/interval scores gemeten criteria<sup>14</sup>
- 3) Interpreterende rendementsgetallen door combinaties van criteria uit 1 en 2
- 4) Kwalitatieve rangorde scores voor eventuele resterende criteria

Bij de evaluatie spelen effecten zoals bijvoorbeeld baggerkosten, transportkosten, kleiophbrengsten of CO<sub>2</sub>-uitstoot. Die komen allemaal terecht in één van de 4 scoring categorieën.

Zoals hierboven gezegd is de MCKBA een variant van de MKBA en dat betekent dat de vierdeling in score-componenten ook een voorkeursrangorde heeft: liefst zoveel mogelijk 1) en zo weinig mogelijk 4). Dus bij voorkeur zoveel mogelijk effecten via onderdeel 1 van de MKBA. Lukt het om alles in onderdeel 1

<sup>13</sup> Bron: PBL, 2014. Natuurpunten: kwantificering van effecten op natuurlijke ecosystemen en biodiversiteit in het Deltaprogramma.

[http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL\\_2014\\_Natuurpunten\\_Achtergrondstudie\\_1263.pdf](http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2014_Natuurpunten_Achtergrondstudie_1263.pdf)

<sup>14</sup> Bij voorkeur via gestandaardiseerd gemeten indices zoals de natuurpunten, maar in dit geval met name gericht op de beleidsambitie in tonnen of m<sup>3</sup> slib.

te krijgen dan is de MCKBA alleen nog maar een MKBA. Maar omdat bij veel evaluaties een aantal effecten in het algemeen wel goed meetbaar is, maar niet zo gemakkelijk - met consensus onder betrokkenen - monetair meetbaar is wordt in de MCKBA de uitkomst uit stap 1 gecombineerd met gestandaardiseerde indices voor de niet-monetariseerbare projecten (stap 2). Daarbij kan gedacht worden aan Natuurpunten (ecologisch gewogen hectares) voor biodiversiteit, aan zogenaamde CO<sub>2</sub>-equivalenten voor de bijdrage aan het broeikaseffect of aan QALYs of DALY's (Quality of Disability Adjusted Life Years) voor gezondheidseffecten. Dergelijke gestandaardiseerde manieren van meten hebben als belangrijk voordeel dat de omvang van de effecten goed interpreteerbaar is omdat ze vergelijkbaar zijn over projecten heen. We evalueren in dit rapport slib alternatieven onderling. Maar er gebeuren ook andere zaken in het Eems-Dollard estuarium, zoals bijvoorbeeld het stimuleren van zeegras of het verder ontwikkelen van vaarrecreatie, waarvan ook verschillende plannen geëvalueerd kunnen worden. Dankzij de gestandaardiseerde manier van meten kunnen de maatschappelijke effecten direct vergeleken worden. Dit helpt enerzijds de interpretatie van de omvang van de effecten en het ondersteunt ook optimalisatie van beleid over verschillende programma/deelgebieden.

In verband daarmee is ook relevant dat met dergelijke gestandaardiseerde manieren van meten ook gemakkelijk kosten-effectiviteitsratio's berekend kunnen worden (stap 3). Tot slot kunnen eventuele effecten die wel belangrijk zijn, maar die niet gemonetariseerd of gestandaardiseerd niet-monetair gemeten kunnen worden, als kwalitatieve criteria worden gescoord (stap 4). Door deze stapsgewijze benadering ontstaat er minimaal informatieverlies in het zogenaamde aggregatieproces van de evaluatie (Sijtsma et al, 2017).

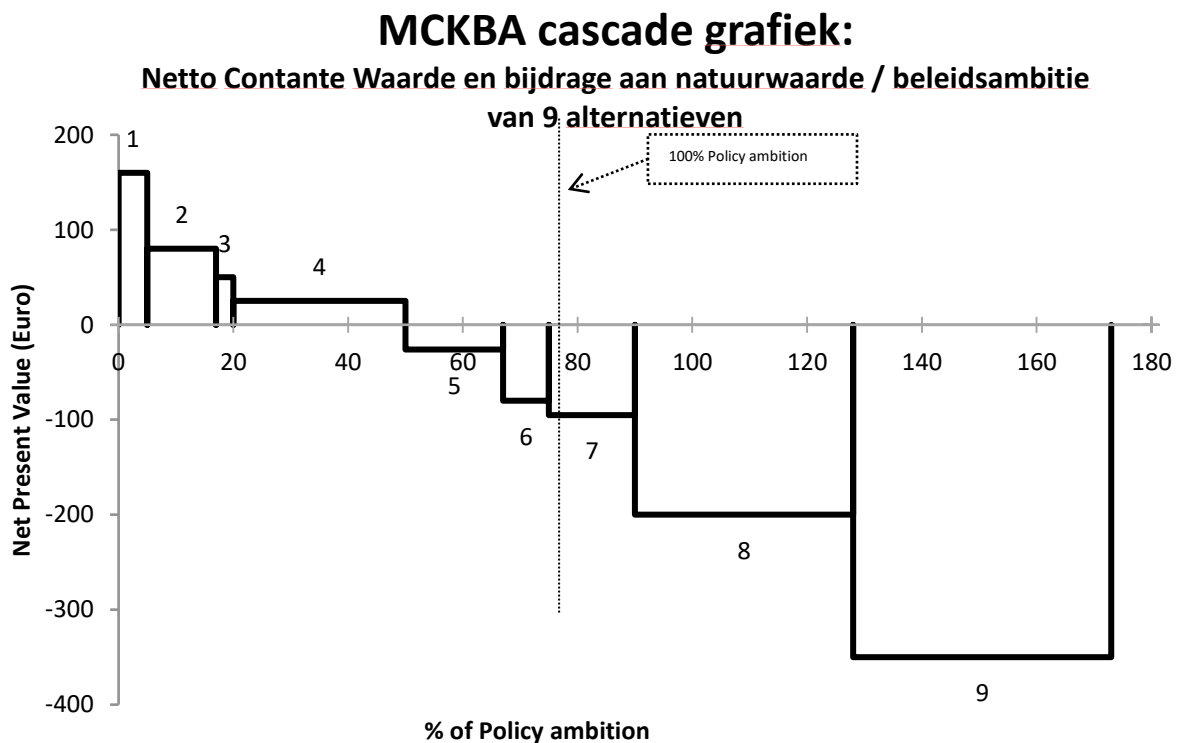
Deze stapsgewijze benadering van de MCKBA aanpak (zie figuur 3) komt in belangrijke mate voort uit de logica om in evaluaties de ratio-schaal impact scores van ordinaal gemeten impactscores te scheiden. Scores die in kubieke meters slib worden gemeten of de kosten in Euro's komen dan bijvoorbeeld bij elkaar te staan. Net als meer ordinaal gemeten effecten als bijv. een groot belang voor een duurzame regio. Dit is een belangrijk en reeds lang ontdekt meet-technisch evaluatieprincipe. Het zorgt er voor dat de informatierijkdom van scores op verschillende impacts zolang mogelijk hoog blijft. Door het te vroeg uitdrukken in eenzelfde eenheid (bijv. een +++ tot --- score) gaat namelijk veel informatie verloren omdat men zich moet richten op de schaal van het zwakst gemeten criterium. De stapsgewijze aanpak van de MCKBA kan daarom worden gezien als een verfijning van de EvaMIX methode (Voogd, 1983; Hellendoorn, 2001) richting de MKBA. Net als bij de EvaMIX methode is ook bij de MCKBA de schaal waarop wordt gemeten cruciaal voor de ordening en de optelling van deelscores. De MCKBA is daarnaast sterk gericht op het ontwikkelen of identificeren van gestandaardiseerde ratio schaal indicatoren, omdat alleen dan in combinatie met MKBA uitkomsten serieuze kosten-effectiviteitsanalyses mogelijk zijn. Door de nadruk te leggen op de MKBA als eerste stap probeert de MCKBA tenslotte de, altijd lastig te bepalen, expliciete gewichten van de MCA zoveel mogelijk te vermijden.

<b>De MCKBA aanpak</b>			
	MCKBA		
	-----MKBA -----MCA----- ---		
Deel 1 Euro's	1 Zoveel mogelijk effecten opnemen in de (monetaire) MKBA, met als resulterende score: de Netto Contante Waarde in Euro's (bijv: transportkosten, vermeden investeringen)		
Deel 2 Ton of m3 slib		2 Voor gezondheid, biodiversiteit en andere goed meetbare (ratio of interval schaal) maar slecht monetariseerbare effecten, werken met niet-monetaire, gestandaardiseerde indices. (bijv: natuurpunten, DALYs, CO <sub>2</sub> equivalenten). In dit rapport: bijdrage aan beleidsambitie in m3 of ton slib.	
Deel 3 Euro/m3		3 Interpreterende rendementsgetallen berekenen uit stap 1 en 2. (bijv: NCW per natuurpunt of NCW/volume van de beleidsambitie)	
(Deel 4) Innovatie en concurrentie		(4) Voor eventuele (!) resterende, belangrijke aspecten die niet in deel 1 of deel 2 passen werken met niet-monetaire, niet-gestandaardiseerde, projectspecifieke scores op rangorde schaal gemeten: ++,+0,-, -- of hoog / laag. In dit rapport: concurrentiekracht regio; innovatief karakter.	

Figuur 3. Schematische weergave van de MCKBA aanpak

### 2.3 De gesorteerde MCKBA cascade grafiek als gecombineerd resultaat van stap 1 en 2

In dit rapport maken we voor de presentatie van het MCKBA hoofdresultaat uit stap 1 en 2 gebruik van een gesorteerde 'MCKBA cascade grafiek' (zie voorbeeldfiguur 4)<sup>15</sup>. In deze grafiek wordt van de verschillende alternatieven (negen in totaal in de voorbeeld grafiek) de Netto Contante Waarde (Net Present Value) getoond op de Y-as. Op de X-as wordt getoond hoeveel procent de verschillende alternatieven bijdragen aan de beleidsambitie. De negen alternatieven worden getoond in aflopende volgorde qua NCW: het maatschappelijk meest renderend alternatief staat links en het minst renderende rechts. Om de beleidsdoelstelling van 100% te halen is in dit voorbeeld een combinatie nodig van 8 alternatieven, 4 positief scorende en 4 negatief scorende. Met de vier positief scorende alternatieven kan 50% van de doelstelling bereikt worden.



Figuur 4. De gesorteerde 'MCKBA cascade grafiek' waarmee in dit rapport de MCKBA resultaten van stap 1 en 2 worden weergegeven.

### 2.4 Evaluatieve analyse op meerdere ruimtelijke schaalniveaus

<sup>15</sup> Een dergelijke grafiek is eenvoudig te maken in Excel met de Peltier Tech 3.0 add-in.

Een belangrijk complicerend element in vele evaluaties is dat effecten op meerdere ruimtelijke schaalniveaus door elkaar heen spelen. De MCKBA kan daarom gebruik maken van het ordenen en analyseren van effecten van projecten op meerdere (zo weinig mogelijk; maar wel goed gekozen) ruimtelijke schaalniveaus.

De achtergrond hiervan is dat vanuit de MKBA de analyse gericht is op één goed gedefinieerde impactpopulatie: de bevolking of de mensen wiens welvaart of welbevinden meetelt in de analyse. Daarzonder is een MKBA eigenlijk niet mogelijk. Het is een bekende analytische gewoonte (maar in Nederland vrijwel niet gebruikte gewoonte) om MKBA resultaten te presenteren en te analyseren op verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Bijvoorbeeld door een eindtabel te presenteren voor zowel een provinciaal als een globaal niveau (Boardman et al. 2011). De MCKBA tool die hier voor ED2050 wordt gebruikt volgt deze traditie nog niet, maar de door de RUG te ontwikkelen volgende versies van de tool zullen wel meer aandacht geven aan de integratie van de ruimtelijke aspecten van effecten.

### *2.5 Soepele overgang naar steeds kwantitatievere beoordeling*

In de loop van een planning en ontwikkelingsproces worden indicatoren steeds kwantitatiever. Aan het begin in de ideeënfase zijn veel projecten het gemakkelijkst te beoordelen op rangorde schalen: bijvoorbeeld Likert schalen met verschillende klassen (bijv. (geheel) mee eens, neutraal, of (geheel) mee oneens) of verschillende vormen van +++, ++, +, 0, -, --, ---. Voor veel indicatoren ontstaat in de loop de tijd meer inzicht in de absolute omvang van het effect (bijv. 80dB belasting op 500 gevels, 2 miljoen m<sup>3</sup> afzet van slib mogelijk op termijn, of Euro 25 miljoen investeringen en 3 miljoen jaarlijkse kosten), waarmee meer gedetailleerde scores mogelijk zijn. De MCKBA kan dankzij haar onderdeel benadering deze ontwikkeling soepel doormaken. Het lijkt er op dat ver uitgewerkte projecten voor de slib problematiek met de MCKBA aanpak door de combinatie van MKBA en natuurpunten grotendeels beoordeeld kunnen worden (stap 1, 2 en 3). Voor een bescheiden deel van de effecten zal op deel 4 teruggevallen moeten worden. In het algemeen hangt derhalve bij de MCKBA aanpak de precieze nadruk, of effecten in deel 1,2 of 4 kunnen worden gewaardeerd, mede af van het stadium waarin de plannen verkeren. In het algemeen is er in het beginstadium meer MCA; bij vergevorderde projecten is er meer MKBA; de evaluatieve filosofie verschilt niet.

### *2.6 Benchmark-ketens*

Het blijvend kunnen onttrekken van 1 Mton slib<sub>ds</sub> aan het estuarium vraagt om het inregelen van de gehele keten tot aan de toepassing of het nuttig gebruik. We werken toe naar een vergelijking met één of meerdere bench-mark ketens, met mogelijk verschillende schakels; ketens die haalbaar en denkbaar lijken qua kosten en schaal. Een duidelijke bench-mark lijkt te zijn het verder wegvaren van 1 miljoen ton<sub>ds</sub> gebaggerd slib en storten in de Noordzee. De kosten van het wegvaren naar de Noordzee ten opzichte van de huidige kostprijs is een heldere benchmark.

Omdat alle ketens beoordeeld kunnen worden op 'netto kosten-batensaldo per verwerkte m<sup>3</sup> bagger', kan deze als sleutelvariabele en benchmark dienen. Een nieuwe manier van behandeling van slib kan dan relatief gescoord worden t.o.v. die benchmark(s). De tool is in principe flexibel in het toevoegen van

nieuwe criteria.

### *2.7 Gedetailleerde Kosteninschattingen*

Van bijzonder belang zijn de kosteninschattingen; niet voor niks klinkt de *kosten*-baten analyse vanaf het begin door in de MCKBA aanpak. De kosteninschattingen zijn gemaakt samen met de initiatiefnemers. De initiatiefnemers hebben een kennisvoorsprong op de RUG in deze en kan er sprake zijn van ofwel een te rooskleurige voorstelling van de kosten of een geheel niet gestandaardiseerde meting van de kosten. Daarom is het RUG team verrijkt met de expertise van twee onafhankelijke experts met veel ervaring in kostenbewaking en procesmanagement bij innovatieve baggerwerkzaamheden en waterwerken: ingenieur Daniël Tangerman en ingenieur Bert Veenstra. Door deze extra expertise is de discussie met initiatiefnemers met vergrote diepgang gevoerd en is de kennis over kosten uit andere projecten en situaties (bijv. vanuit het baggeren in Rotterdam) ingebracht. Bij de kostenberekeningen is de studie van RHDHV t.a.v. kosten van transport en overslag van slib als uitgangspunt gebruikt (RHDHV 2016).

### *2.7 Tweeledig resultaat van dit rapport*

Het resultaat van dit onderzoek is tweeledig. Er wordt een evaluatietool geleverd en deze wordt in dit rapport toegepast door projecten te evalueren en de evaluatieresultaten te duiden.

## 3 De alternatieven en de effecten

### 3.1 Alternatieven

Met de methode MCKBA, besproken in voorgaande hoofdstuk, gaan we hieronder de alternatieven voor nuttige toepassing van aangedragen door Fred Haarman, programma manager voor het Innovatieprogramma Nuttig Toepassen Slib beschrijven.

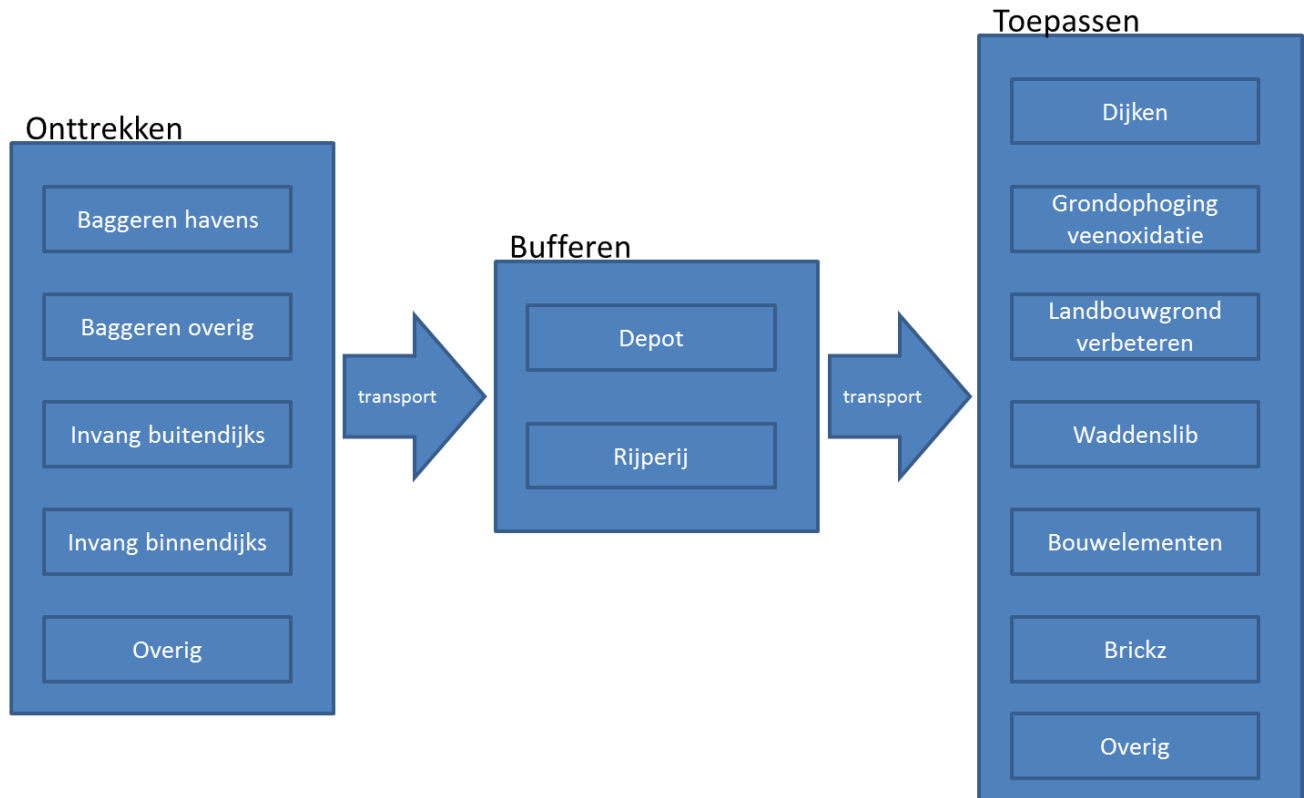
Per alternatief wordt ingegaan op de wijze waarop het slib wordt onttrokken, welke behandelingen het eventueel ondergaat, de uiteindelijke toepassing en voorzien van onderzochte waarderingen van kosten en baten.

De alternatieven die in dit rapport zijn gewaardeerd, zijn de volgende (met tussen haakjes de verkorte naam die we als referentie in de tekst en grafieken hebben gehanteerd):

- 0-N Benchmark: wegvaren naar de Noordzee voorbij Borkum (Noordzee)
- 0 Huidig (Huidig)
- 1 Ophogen laaggelegen veenoxidatiegronden (Grondophoging veenoxidatie)
- 2 Landbouwgrond beperkt ophogen & verbeteren (Landbouwgrond verbeteren)
- 3 Kleirijping voor dijkversterking (Kleirijperij)
- 4 Waddenslib voor verbetering arme zandgronden (Waddenslib)
- 5 Persen bouwelementen (Bouwelementen)
- 6 Kwelders – wisselpolders
  - 6a Klutenplas slib invang buitendijks (Klutenplas)
- 7 Brickz voor verbetering agrarische gronden (Brickz)

Het betreft in dit rapport zilt slib dat met name wordt gewonnen/gebaggerd uit de havens. Derhalve zullen we van bovenstaande alternatieven genoemd onder 5 ze niet waarderen als alternatief op zichzelf. Deze en mogelijk nog andere alternatieve methoden om slib te onttrekken ten behoeve van de beleidsambitie benoemen en behandelen we als toeleveranciers voor de overige alternatieven. Waarbij de transportmomenten en transport modi in het proces kunnen variëren over weg, water en via persleidingen.

Schematisch ziet het proces van nuttig toepassen van slib er als volgt uit.



*Figuur 5.* Het proces van nuttig toepassen van slib: onttrekken, bufferen en toepassen.

### 3.2 Effecten en waardering

Bij de beoordeling van de alternatieven zijn de volgende effecten geanalyseerd en gewaardeerd (zie ook Bijlage 2).

#### Effect op natuur

- De meeste natuurwinst is gelegen in de beleidsambitie van slib onttrekking en het beoogde effect van de ambitie. De natuurwinst werkt daarmee voor alle effecten op dezelfde manier: via hun bijdrage aan de slib-onttrekking. Daarom is in dit onderzoek de natuurwinst en de bijdrage aan de beleidsambitie synoniem. Mogelijk kan er echter wel sprake zijn van andersoortige natuurwinst dan enkel die verbonden aan baggervolume. Bijvoorbeeld wanneer slib op land wordt gebracht ter rijping. Mogelijk geeft dat voor bepaalde watervogels zoals kluten gelegenheid om te foerageren en te nestelen. In het alternatief Klutenplas is deze extra natuurwinst het belangrijkste doel. Beoordeling zou in principe goed mogelijk zijn m.b.v. van de natuurpuntenmethodiek: maar die is in deze nog studie niet uitgewerkt.

### Waardering CO<sub>2</sub>effect

- De waardering van effecten hebben we ook uitgevoerd op CO<sub>2</sub> emissie. Dit betreft de extra emissie t.o.v. de huidige bagger werkzaamheden, maar ook eventuele vermeden emissie t.o.v. alternatieve producten. Voor dit laatste kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het verschil in CO<sub>2</sub> emissie van het gebruiken van gerijpte klei in een dijk in hetzelfde gebied als waar de klei wordt gewonnen. Het huidige alternatief is de aanvoer van klei (meestal uit het NL rivierengebied).
- De prijs van CO<sub>2</sub> is sterk afhankelijk van wetgeving en toekomstige ontwikkelingen en regelgeving die mogelijk CO<sub>2</sub> uitstoot gaat verdisconteren in het economische verkeer. De huidige marktprijs van CO<sub>2</sub> is rond €5,- per ton (ETS laagste waarde; PBL). De CO<sub>2</sub> prijsontwikkeling die binnen MKBAs gehanteerd dient te worden zijn geheel anders. De prijs die efficiënt is t.a.v. het bereiken van de 2% klimaat doelstellingen is €300,- (zie BOX 1). Met deze laatste hebben we gewaardeerd opdat de alternatieven doorgerekend worden op een lange termijn relevante waardering (Aalbers, Renes en Romijn, 2016).

BOX 1: Efficiënte CO<sub>2</sub> prijzen toegelicht in Aalbers et al. 2016.

#### **Efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen**

Voor het bepalen van de CO<sub>2</sub>-baten van een maatregel moeten in MKBA's voortaan de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen worden gebruikt. Deze efficiënte prijzen staan vermeld in de tabel. Het efficiënte prijspad geeft tussen nu en 2050 de CO<sub>2</sub>-prijzen weer die nodig zijn om de cumulatieve CO<sub>2</sub>-reductie in een scenario tegen de laagst mogelijke kosten te realiseren. Met een eventueel waterbedeffect hoeft bij gebruik van deze WLO-scenario's geen rekening te worden gehouden mits gebruik gemaakt wordt van de efficiënte prijzen.

Tabel Efficiënte en ETS-prijs van een ton CO<sub>2</sub> (in euro per ton) in de twee scenario's en de tweegradenonzekerheidsverkenning.

		2015	2030	2050
Hoog	Efficiënte prijs	48	80	160
	ETS-prijs	5	40	160
Laag	Efficiënte prijs	12	20	40
	ETS-prijs	5	15	40
2°C	Efficiënte prijs	60-300	100-500	200-1000
	ETS-prijs	5	100-500	200-1000

In sommige alternatieven is het CO<sub>2</sub> effect zeer sterk bepalend voor de NCW; in hoofdstuk 4 zal in de bespreking van de gevoeligheid hier verder op worden ingezoomd.

- Een bijzonder effect op CO<sub>2</sub> uitstoot treedt op bij het alternatief rond veenoxidatie. Daar zorgt de toepassing van slib er voor dat de bodemdaling wordt tegengegaan omdat het daardoor mogelijk wordt om veenlagen in de bodem nat te houden door het hogere waterpeil. Doordat het veen nat kan blijven gaat het niet oxideren en zal er een

vermindering van CO<sub>2</sub> uitstoot plaatsvinden. Bij de waardering van dit effect is gebruik gemaakt van de berekeningen van PBL (Born, G.J. van den et al. (2016), Dalende bodems, stijgende kosten, Den Haag: PBL.)

### Transport effect

- We waarderen de kosten van transport naar de locatie waar het slib wordt verwerkt of toegepast (Fiselier 2016, RHDHV). Daarnaast wordt ook deze extra vervoersbeweging meegenomen in het CO<sub>2</sub> effect.
- Er is gerekend met gemiddelde transportafstanden, die per alternatief vanzelfsprekend verschillend zijn. Bij een nadere detaillering van de alternatieven dient gekeken te worden naar optimalisatie van transportafstanden en zal er meer exact gekeken worden naar (te prefereren) routes. De nu gehanteerde gemiddelde transportafstand voor de Noordzee is 42 km; voor huidig 0 km; voor grondophoging veenoxidatie 50 km; voor landbouwgrond verbeteren 30 km; voor de kleirijperij 260 km aan vermeden (!) vervoer; voor Waddenslib 60 km; voor bouwelementen 0 km.
- Om de maatschappelijke kosten van het transport van slib (vb. extra transport vanwege slib bewegen) en de opbrengsten er van (vb. vermeden transport dijken materiaal) te berekenen is gebruik gemaakt van CO<sub>2</sub> equivalenten (Otten et al. 2017; tabel 7 en tabel 19). Voor transport over de weg is uitgegaan van een trekker-oplegger, zwaar transport over buiten wegen. Voor transport over water is een groot binnenvaartschip 3.000ton lading genomen als uitgangspunt voor de berekening. Steeds is uitgegaan van een WTW waarde in CO<sub>2</sub> equivalenten van enkele tientallen tot ruim 100 gram CO<sub>2</sub> per tonkm (Tonkilometer: De tonkilometer is een eenheid die de transport-prestatie definieert, uitgedrukt als het transport van één ton over een afstand van één kilometer). Op basis daarvan wordt een totaal tonnage aan CO<sub>2</sub> berekend wat omgerekend wordt naar een gemonetariseerde waarde middels de eerder genoemde rekenfactor van Aalbers, Renes en Romijn (2016).

Landbouwopbrengsten

- In pilots voorafgaand aan dit onderzoek is gemeten dat er meer opbrengst is te verwachten wanneer slib wordt gebruikt t.b.v. de grondverbetering. Deze meeropbrengsten zijn gerelateerd aan de opgegeven bruto opbrengst per hectare. Dit effect is meegenomen, maar gebaseerd op enkele metingen en kunnen we derhalve categoriseren als verwachtingen. Ditzelfde geldt voor de te verwachten besparing op de bewerking van het land. N.B. waardestijging van landbouwgronden zijn niet meegenomen als effecten omdat het zou leiden tot een dubbeltelling. Het is een alternatieve benadering voor het schatten van de waarde van de reeds ingeschatte meeropbrengst.

Desinvesteringen / opportunity costs

- Het is aan te bevelen om de maatschappelijke en monetaire effecten op de peilgebieden als gevolg van bodemdaling (door veenoxidatie) nader te specificeren voor de regio Noord –Oost Groningen en Drenthe. Deze regio's zijn niet meegenomen in een recente beleidsstudie van PBL (Born, G.J. van den et al., 2016 ). Op basis van de waarden en effecten in dat rapport zijn in deze MCKBA de effecten wel gewaardeerd, maar de getallen dienen dus met enige voorzichtigheid te worden benaderd. Er zijn effecten te verwachten t.a.v. het niet verder hoeven investeren in gemalen en andere infrastructuur om een lager peil te kunnen realiseren c.q. gelijkblijvend peil bij bodemdaling. Deze kosten worden in het genoemde rapport op €26,- per ha geschat (Born et al, 2016; p.64). Datzelfde effect per ha hebben we in deze MCKBA ook gehanteerd.

### 3.3 Bespreking van alternatieven en waardering van effecten per alternatief

Hieronder volgen de besprekingen van de alternatieven, de waardering van de effecten en de NCW score, op basis van gegevens die beschikbaar waren, die zijn aangeleverd en afgestemd met de initiatiefnemers van de alternatieven. Voor referenties voor de gebruikte waardes zie Bijlage 2. De bespreking hieronder presenteert de 'neutrale' waardering, in hoofdstuk 4 wordt voor ieder alternatief een sleutel variabele aangeduid en op basis van die variabele een pessimistische en optimistische NCW score berekend en besproken.

#### (O-N) wegvaren naar de Noordzee voorbij Borkum

Het alternatief Noordzee draagt wel bij aan het onttrekken van slib uit het estuarium omdat het sediment zich daar snel oostwaarts verspreidt. Het wordt gekenmerkt door baggerwerkzaamheden op nader te bepalen locaties (mogelijk ook beide eerder genoemde havens) en vervolgens wordt het baggerspecie gevaren naar een plek buiten het estuarium op de Noordzee, alwaar het gestort wordt. De begrote kosten van dit alternatief geven een indicatie van de bovengrens van kosten voor de gestelde ambitie. Dit alternatief kan onmiddellijk het huidige kan vervangen. Er is tot op dit moment geen uitspraak of draagvlak voor dit kosten niveau. Er ontstaat hierdoor wel een financiële bandbreedte waarbinnen andere alternatieven bij voorkeur gerealiseerd zouden moeten worden.

De berekende kosten voor dit alternatief zijn opgesteld in samenwerking met marktpartijen (op basis van prijsopgave). Het vervaren en dumpen van het baggerspecie wordt uitgevoerd met schepen met een beunvolume van 3500m<sup>3</sup> om een zo minimaal mogelijk aantal vaarbewegingen te realiseren<sup>16</sup>.

De effecten die zijn gewaardeerd in de MCKBA zijn:

- Baggerkosten en varen naar de plaats van verspreiding (€ 5,75 p.m3)
- Onderzoekskosten en technische ondersteuning t.b.v. baggerlocatie (€ 150.000 p.j.)
- Extra kosten CO<sub>2</sub> emissie vaarbewegingen (€1.1 mio p.j.)

Dit betekent een NCW score van: -/- € 325 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 100%

Sleutelvariabelen: bagger- en vervoerskosten

#### (O) Huidig

De huidige baggerwerkzaamheden in de havens van Delfzijl en Eemshaven is in grote lijnen te kenmerken door het verplaatsen van slib in het estuarium. In de huidige werkwijze wordt geen slib onttrokken en buiten het estuarium gebracht, niet op land en niet op de Noordzee. Deze wijze van baggeren is effectief voor de havens en het economische verkeer, maar draagt niet bij aan de ambitie

---

<sup>16</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

om slib te onttrekken uit het estuarium. De kosten van de huidige werkwijze is gebaseerd op de opgave door Groningen Seaports (GSP) (de opdrachtgever van het baggerwerk)<sup>17</sup>.

Het huidige baggerwerk, gerelateerd aan de ambitie, kost 1,04 €/m<sup>3</sup>.

Het huidige alternatief heeft een NCW score van: -/- €54 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 0%

### (1) Ophoging lage veenoxidatiegronden

Bodemdaling is een behoorlijk probleem in NL aan het worden, recente studie van PBL geeft richting aan mogelijke aanpak en beleid. Alle veengebieden in NL hebben te maken met veenoxidatie met als gevolg bodemdaling. Waterschappen kunnen besluiten, bijvoorbeeld vanwege het droog genoeg houden van landbouwgronden, het peil steeds aan te passen en dus grondwater weg te pompen. Het effect hiervan is echter dat er weer meer kans is op droog liggend veen in de bodem, wat dan weer gaat oxideren en weer bodemdaling tot gevolg heeft. Het alternatief dat we in dit rapport hebben geëvalueerd betreft het ophogen van de grond op plaatsen waar veel bodemdaling heeft plaatsgevonden, waar veel daling is te verwachten en waar binnen peilgebieden de laagste plekken liggen. Met als uitgangspunt dat wanneer de laagste plekken worden opgehoogd met slib het algehele peil van het gebied niet hoeft te worden aangepast. De opbrengsten hiervan liggen in het niet hoeven opwaarderen van pompinstallaties en andere waterwerken. En in het niet hoeven repareren van infrastructuur als gevolg van bodemdaling etc. Door PBL in eerder genoemde rapport worden die kosten voor alle veengebieden geraamd op enkele tientallen miljarden, wat natuurlijk sterk samenhangt met de bovengrondse dichtheid van bebouwing, infrastructuur etc. Om een onderbouwde indruk te krijgen van de capaciteit voor dit alternatief, waarbij de vraag hoeveel slib kan worden opgebracht in de dieper gelegen gebieden van groot belang was, hebben we samen met het Waterschap Hunze & Aa's gewerkt aan een GIS analyse (zie bijlage 1 data en interview alternatief). Deze berekening heeft geresulteerd in een voorlopige vastgestelde capaciteit van 24,5 miljoen m<sup>3</sup>. Met een gemiddelde ophoging van 26 centimeter na indrogen is daar een gebied van bijna 9.600 hectare mee gebaat. De op het eerste gezicht grootste uitdaging is het logistieke proces om dit volume op efficiënte wijze op de juiste plekken te krijgen. In deze evaluatie hebben we gerekend met binnenvaartschepen met duwbakken van 1.000m<sup>3</sup> en zeer beperkt transport van het water naar het land.

Dit alternatief heeft zeer veel variabelen waar rekening mee dient te worden gehouden en die geoptimaliseerd kunnen worden. Er is ook een enorme spreiding in kosten tussen de verschillende peilgebieden die principieel in aanmerking komen. Feitelijk vraagt dit alternatief een uitgebreider onderzoek naar investeringskosten per peilgebied, gedetailleerder berekeningen en simulaties van

---

<sup>17</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

logistieke ketens om zodoende een effectieve prioritering en wellicht NCW per gebied te kunnen ontwikkelen. We presenteren hier eerste schattingen<sup>18</sup>.

De effecten die zijn gewaardeerd in de MCKBA zijn:

- kosten voor baggeren, vervoeren, opbrengen van het slib; gereed maken van het terrein, retour water; pacht kosten braak liggen
- baten vanwege vermeden waterbeheer; verbetering grond en bewerking
- extra CO<sub>2</sub> emissie vanwege transport
- vermeden CO<sub>2</sub> uitstoot vanwege tegengaan veenoxidatie

De NCW score van dit alternatief: -/- € 117,4 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 40%

Sleutelvariabele: vermeden CO<sub>2</sub>

## (2) Landbouwgrond beperkt ophogen & verbeteren

Het alternatief 'landbouwgrond verbeteren' extrapoleert het idee van het beter bewerkbaar maken van zware gronden, het opwaarderen van arme gronden c.q. een combinatie van beide. Er wordt een dikke laag slib (20cm) op het land gebracht welke na indroging vermengd wordt met de oude bouwgrond. De positieve effecten van dit alternatief en daarmee ook de opbrengsten die we hebben meegenomen, betreffen meeropbrengst door betere oogst van bestaande teelten maar ook door mogelijk nieuwe teelten en door lagere bewerkingskosten van de grond. Voor dit alternatief geldt ook dat een gunstige ligging t.o.v. de bagger locatie het meest kosten effectief zal zijn. Anderzijds kunnen landbouwgronden met een zeer lage opbrengst behoorlijk in waarde stijgen wanneer ze tot kleigronden kunnen worden opgewaardeerd<sup>19</sup>.

De effecten die zijn gewaardeerd in de MCKBA zijn:

- kosten van het aanvoeren, opbrengen, terrein beheer, afval water en het tijdelijk niet kunnen benutten van het land
- baten door meeropbrengst en het verminder van bewerkingskosten
- emissie CO<sub>2</sub> extra kosten door transport

De NCW score van dit alternatief: -/- € 55.3 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 6%

Sleutelvariabele: transportkosten

---

<sup>18</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

<sup>19</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

### (3) Kleirijping voor dijkversterking

In het alternatief 'kleirijperij' zijn we uitgegaan van een grote kleirijperij (60ha a 600.000m<sup>3</sup> slib) waarmee theoretisch een groot deel (het lijkt technisch niet onmogelijk om dit op een nog grotere schaal uit te voeren) van de ambitie jaarlijks kan worden gerealiseerd. De kleirijperij t.b.v. de brede groene dijk heeft hiervoor model gestaan, maar dit alternatief is niet hetzelfde. Uitgaande van een positieve uitkomst van dat initiatief kan er een meer opgeschaalde versie van een kleirijperij worden opgezet die dijkenklei en andere residu materiaal levert aan verwerkende partijen (markt en/of andere alternatieven zoals ophoging of het persen van bouwelementen).

Een randvoorwaarde is natuurlijk dat er een geschikte locatie dicht bij de bagger werkzaamheden is te vinden (of wellicht meerdere locaties). De kleirijperij levert in onze berekeningen dijkenklei tegen €8,25 geladen op een vrachtwagen. Het is gebleken dat er veel wordt gespeculeerd met klei en dat het dus een echt schaars goed is (transparantie over actuele prijs is ook niet aanwezig). We rekenen niet het transport naar de plek waar de klei zal worden gebruikt. De investeringen, de baggerwerkzaamheden, het beheer en het beladen van de afnemers is meegenomen in de berekening. Alsmede de pacht van de grond gebaseerd op opgave van betrokken partijen bij dit alternatief<sup>20</sup>.

De effecten die zijn gewaardeerd in de MCKBA zijn:

- het aanleggen, vullen en runnen (verpompen e.d.) van een kleirijperij, incl. pachten grond en het opladen bij levering
- opbrengsten uit levering van dijkenklei (1m<sup>3</sup> a €8,25) en residu materiaal (1m<sup>3</sup> a €2,5)
- CO<sub>2</sub> emissie baten betreffen het sterk verminderen van de transport afstand van aanvoer dijkenklei t.b.v. dijk werken in Noord NL (260km).

NCW score: +/- € 234 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 40%

Sleutelvariabele: CO<sub>2</sub> baten

### (4) Waddenslib voor verbetering arme zandgronden

Nat slib kan ook in een zeer dunne laag toegepast worden als grondverbetering (uitrijden met mestverspreider). Hiervan is sprake in het alternatief 'waddenslib'. Nat slib wordt direct uit de beun in vloeistofdichte vrachtwagens getransporteerd naar de daarvoor bestemde landbouwgronden. De gronden die beoogd worden op basis van de huidige pilot liggen in de veenkoloniën en de Drentse monden. Deze arme zandgronden worden verbeterd middels de aanwezige mineralen en zouten in het slib en de verwaaiing van de zandgronden wordt verminderd doordat het klei uit het slib zich vermengt met de bovenlaag van de landbouwgrond. Wanneer alle gronden in het genoemde gebied worden

---

<sup>20</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

besproeid geeft dat een enorm potentieel aan volume. De transportkosten en de nog niet volledig aangetoonde meeropbrengst hebben in onze berekening aanleiding gegeven om 10% van de meest waarschijnlijke gronden (80.000ha) op te nemen als uitgangspunt te nemen voor de berekening. Wellicht is er in nader onderzoek aan te tonen dat met grote decentrale depots (waaruit meerdere decentrale alternatieven belevd worden) een aanzienlijke besparing in (weg)transport kosten is te realiseren en daarmee ook een groter oppervlak 'bemest' kan worden en verder gelegen gebieden ook efficiënt belevd kunnen worden. Verder is het goed te realiseren dat in de aangemerkte gebieden voor dit alternatief ook gebieden liggen die in aanmerking komen voor ophoging vanwege bodemdaling<sup>21</sup>.

De effecten die zijn gewaardeerd in de MCKBA zijn:

- kosten voor baggeren, vervoeren en verspreiden
- extra CO<sub>2</sub> emissie transport
- meeropbrengst verwachting

Dit levert een NCW score van: +/- €2.7 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 10%

Sleutelvariabele: meeropbrengst akkerland

#### (5) Persen van bouwelementen

Netics is een innovatief bedrijf dat zich bezig houdt met onderzoek naar bagger en dan vooral mogelijkheden om bagger toe te passen als bouwelementen. Men doet proeven met het persen van bagger, bijvoorbeeld in geotubes en door het persen van blokken. Men is bezig met het persen van zogenaamde Geowalls als vervanger van houten beschoeiingen. Netics heeft een serie proeven uitgevoerd met het maken van blokken uit bagger afkomstig uit de Eems Dollard regio.

Het project in de Eems Dollard regio is een pilot. Het project is op te schalen, te denken valt aan toepassingen als vervanger van stortsteen onderaan de dijk. Het product is wereldwijd toepasbaar, afhankelijk van het type bagger wordt het recept aangepast, om het beste product te krijgen. De opgedane kennis is toepasbaar als kennis exportproduct. Het product is innovatief voor de wereld, het kan overal in de wereld worden toegepast om oevers te beschermen. Het in situ materiaal wordt in situ gemengd met bindmiddelen en het verandert in een gewichtsmuur. Het bespaart hout, het is net zo duurzaam, 20 jarige levensduur is denkbaar. Het product is na verval (het erodeert tot slib) weer op te waarderen door het proces simpelweg te herhalen.

De GEOWALL toepassing wordt op moment van schrijven van dit rapport toegepast op locatie langs een kanaal. Daar wordt in een pilot aangetoond dat het slib geperst kan worden ter plekke kan uitharden en vervolgens als beschoeiing teruggeplaatst kan worden in het kanaal.

---

<sup>21</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

Voor deze MCKBA gaan we uit van een fabrieksmatige GEOWALL productie locatie nabij de winningsplaats van slib (haven Delfzijl/Eemshaven). Op deze locatie wordt in deze berekening 250.000 m<sup>3</sup> slib verwerkt in ruim 280.000 GEOWALL blokken de geleverd worden “af fabriek”<sup>22</sup>.

De effecten die zijn gewaardeerd in de MCKBA zijn:

- kosten voor bagger, fabriek, verwerken en leveren
- baten verkoop GEOWALL elementen
- baten reductie CO<sub>2</sub>; dit alternatief, indien toegepast in beschoeiing vermijdt het gebruik van hardhout ; emissie reductie is niet gewaardeerd i.v.m. ontbreken van gegeven
- dit alternatief is wellicht op te schalen, doordat ook andere vormen en elementen geperst kunnen worden

De NCW score van dit alternatief: +/- € 104 mio

De potentiële bijdrage in de ambitie: 10%

Sleutelvariabele: capaciteit productieblokken

#### (6) Kwelders – wisselpolders / Klutenplas slib invang buitendijks (Klutenplas)

Deze alternatieven zijn niet gewaardeerd omdat ze bij nadere analyse niet gaan over zelfstandige ketens. Het zou een (andere) vorm van toeleverancierschap van slib kunnen zijn aan andere ketens.

#### (7) Brickz voor verbetering agrarische grond

Het idee achter Brickz is het waardevol toepassen van koekjes geperst bagger met een aantal toevoegingsmaterialen (schimmels en voedingsstoffen) die nuttig zijn voor de teelt van gewassen of voor het schoonmaken van bijvoorbeeld vervuilde bagger. Elke partij Brickz die gemaakt gaat worden is specifiek ontwikkeld voor de grondsoort, teelt en specifieke wensen van de agrarisch ondernemer. Per gemaakte batch kunnen de ingrediënten die worden toegevoegd verschillen. Basis van de toegevoegde ingrediënten zijn speciaal ontwikkelde schimmels die worden gemengd met de bagger die de grondstof is voor de Brickz . De bagger die geoogst zal worden hangt af van de vraag uit de agrarische markt (fluvial mining). Te denken valt aan variatie in zandfractie, lutumgehalte of zeefkromme en andere karakteristieken. Ook kunnen voedingsstoffen die de grond of het gewas nodig heeft worden toegevoegd. De Brickz kunnen zo gemaakt worden, afhankelijk van het type grondstof, dat het blokje snel of langzaam zijn ingrediënten los laat in de natuur.

In totaal zijn er nu enkele tonnen Brickz geproduceerd en toegepast. Bij de pilot die moet plaatsvinden in de Eems Dollard regio gaan testen plaatsvinden met bagger uit de Eems Dollard, waarschijnlijke toepassing op gewassen in de voedselketen. De inschatting is dat er per hectare landbouwgrond circa 15 ton Brickz nodig is. Voor deze pilot zal misschien honderd ton bagger worden gebruikt.

---

<sup>22</sup> Voor referenties van gebruikte waarden zie bijlage 2.

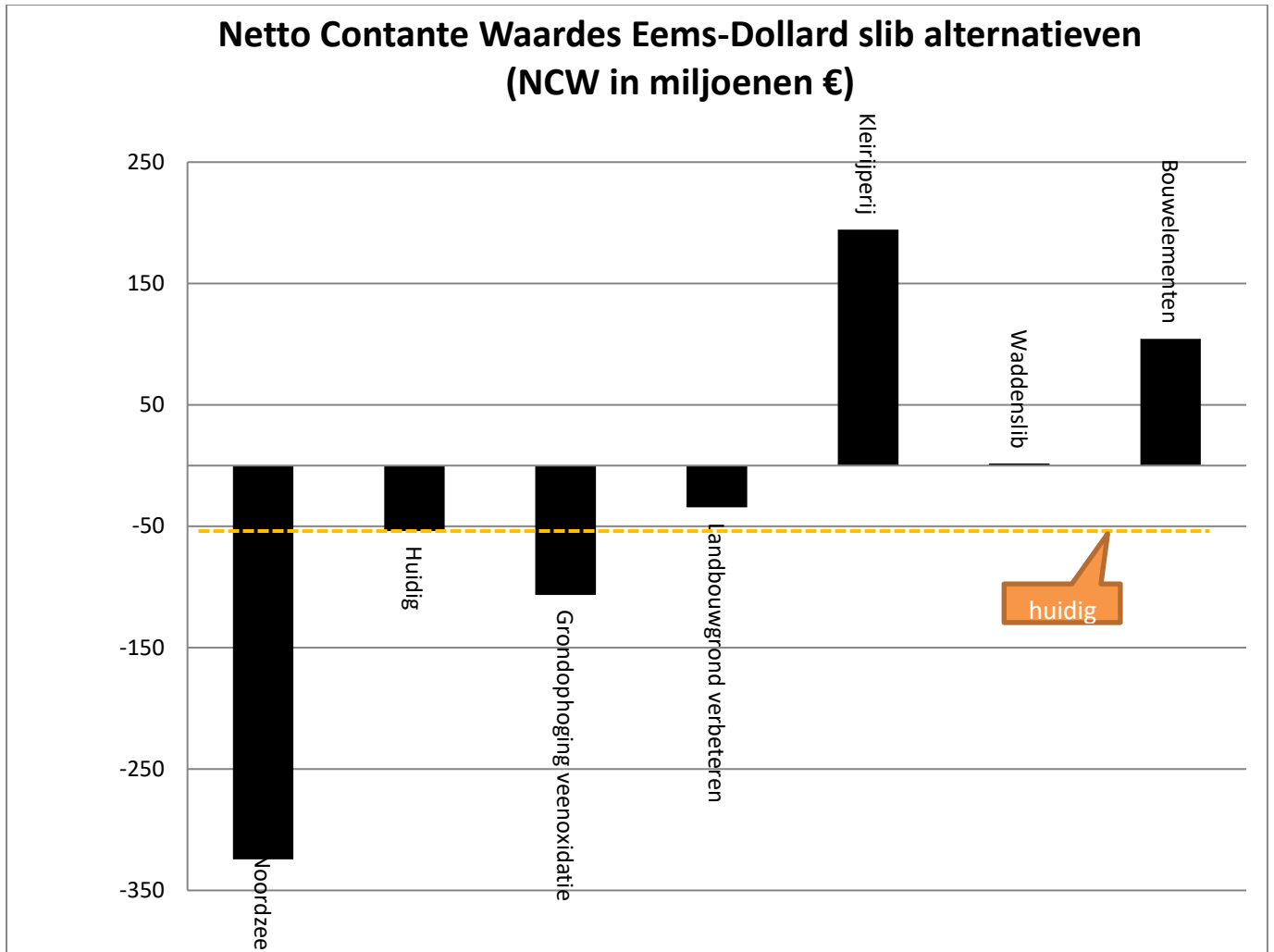
Het product is overal toepasbaar, de receptuur zal overal anders zijn vanwege de verschillende soorten bagger die aanwezig zijn en de verschillende vraag naar ingrediënten qua grondsoort, teelt en klimaat uit de markt. Het ecologische voordeel zit in de vervanging van kunstmest uit de markt door toepassing van Brickz.

*Dit alternatief is niet nader gewaardeerd i.v.m. het ontbreken van gegevens en het terugtrekken van de initiatiefnemer.*

## 4 MCKBA resultaten

### 4.1 MCKBA Hoofresultaat monetair (deel 1): Wat zijn de maatschappelijke kosten van de alternatieven?

Wat zijn de kosten en baten van de verschillende alternatieven als we ze naast elkaar zetten? In deel 1 van de MCKBA zetten we al die kosten en baten op een rij die monetair te waarderen zijn. Hierbij maakt de maatschappelijke kosten-baten analyse gebruik van de zogenaamde Netto contante waarde (afgekort met de Engelse afkorting NCW). De Netto Contante Waarde is het netto saldo van kosten en baten in de tijd. Om bedragen in de tijd te waarderen is gebruik gemaakt van een discontovoet; zoals voorgeschreven in de nationale handleiding voor de MKBA. Daarmee is een NCW een getal dat aangeeft wat een alternatief zou kosten als je vandaag in één keer alle kosten zou moeten betalen. Of het geeft weer wat het de maatschappij zou opleveren als het positieve saldo vandaag zou worden ontvangen. Figuur 5 toont dit eerste deel van de MCKBA, de Netto Contante Waardes. We zien dat het alternatief kleirijperij met meer dan 200 miljoen Euro positief het meest positief scoort van de onderzochte opties. Bouwelementen en Waddenslib scoren ook positief. Het benchmark alternatief Noordzee scoort met minus (bijna) 300 miljoen Euro het meest negatief.



Figuur 6. Wat kosten de alternatieven of wat leveren ze op? Deel 1 van de MCKBA: Monetaire kosten en baten van de Eems-Dollard slib alternatieven. (NCW: 33 jaar, 3% discontovoet)

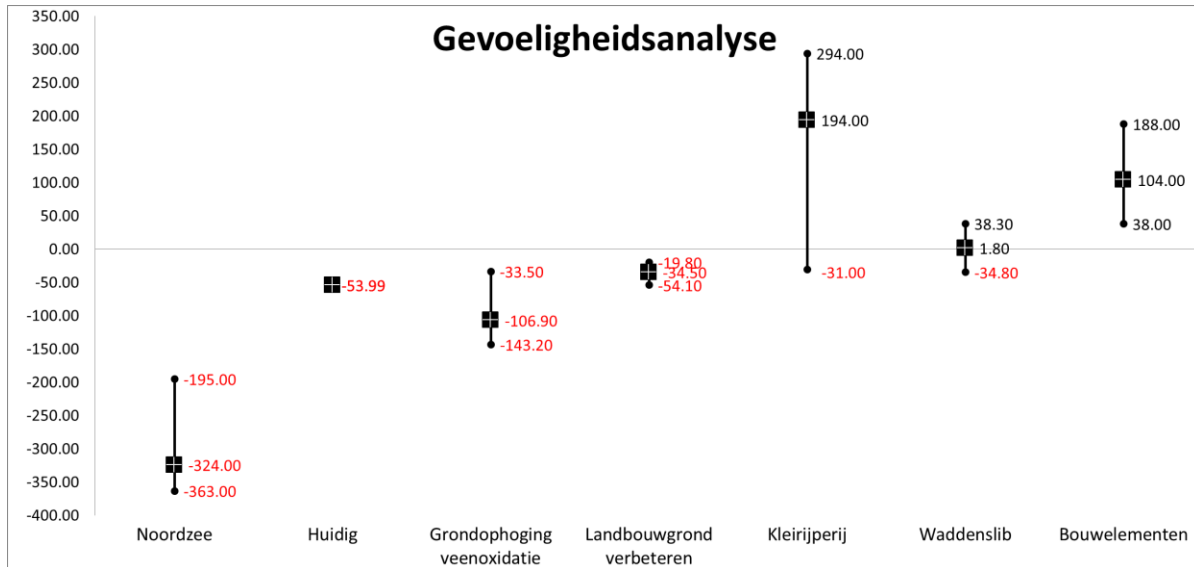
#### 4.2 Gevoeligheidsanalyse van stap 1

Alle alternatieven zijn in deel 1 gewaardeerd op monetair kwantificeerbare effecten. De scores zijn een optelsom van verschillende onderliggende posten. Het is goed gebruik om te kijken naar de gevoeligheid van de scores. Uiteraard kan men theoretisch alle posten laten variëren maar dat is weinig zinvol. Het gaat erom dat de lezer gevoel krijgt voor waar de score van een alternatief *met name* van afhankelijk is. Vanuit het begrip dat het onderzoeksteam in de loop van deze evaluatie heeft gekregen, o.a. door het rekenen en inschattingen maken maar ook door de vele gesprekken met initiatiefnemers, hebben we voor elk alternatief een sleutel variabele gekozen (zie hoofdstuk 3). In deze paragraaf kijken we daarom naar de gevoeligheid van de scores op basis van die sleutelvariabele. De keuze voor deze variabele is gemaakt op basis van de zwaarte van het effect in de totaalscore. Per alternatief is er meestal een andere sleutelvariabele, maar in twee gevallen gaat het beide om CO<sub>2</sub> emissie als de sleutelvariabele.

Het betreft echter niet hetzelfde effect. In het ene geval gaat het om het voorkomen CO<sub>2</sub> uitstoot vanwege veenoxidatie, in het andere geval gaat het om de vermeden CO<sub>2</sub> uitstoot vanwege minder transport.

Onderstaande Tabel 1 geeft weer welke sleutelvariabele per alternatief is gekozen en welke variaties in de sleutelvariabele als uitgangspunt hebben gediend voor de gevoeligheidsanalyse-grafiek (zie Tabel1/figuur 7).

Tabel 1 / Figuur 7. Gevoeligheidsanalyse MCKBA stap 1.



alternatief	sleutel variabele	neutraal	lagere waarde	hogere waarde	NCW neutraal	NCW laag	NCW hoog
Noordzee	bagger + transportkosten / m3	5.75	6.5	3.25	-324.00	-195.00	-363.00
Huidig					-53.99	-53.99	-53.99
Grondophoging veenoxidatie	Ton CO <sub>2</sub> oxidatievermindering	27800	13900	55600	-106.90	-33.50	-143.20
Landbouwgrond verbeteren	transportkosten per m3	9	15	5	-34.50	-19.80	-54.10
Kleirijperij	CO <sub>2</sub> vermeden transport	38400	0	55000	194.00	294.00	-31.00
Waddenslib	meeropbrengst landbouwproductie	10	15	5	1.80	38.30	-34.80
Bouwelementen	aantal blokken verkocht	275000	100000	500000	104.00	188.00	38.00

Bij de kleirijperij, de bouwelementen, de grondophoging veenoxidatie en bij het Noordzee alternatief is zoals we kunnen zien in de grafiek en in de tabel sprake van een flinke gevoeligheid.

De kleirijperij is vanzelfsprekend afhankelijk van de marktprijs van dijkkenlei en de productie van klei per m<sup>3</sup> gebaggerd slib. Maar de NCW score in dit onderzoek wordt het meest bepaald door de positieve bijdrage van vermeden CO<sub>2</sub>. Als de kleirijperij in staat is om toepasbare dijkkenlei te produceren die breed in de dijkversterkingsprogramma's in Noord-Nederland gebruikt kan worden, dan is er mogelijk sprake van een behoorlijke vermindering van transport kilometers voor de aanvoer van dijkkenlei t.b.v. die werken. De uitstoot die daarmee wordt verminderd is hierin een belangrijke opbrengst in de NCW score. Valt de toepasbaarheid en of de vraag in de regio tegen, dan zal er weer meer mee worden gereden of klei van verder worden aangetrokken. Dus de *nabije* nuttige toepasbaarheid en de kwaliteit van de klei uit de kleirijperij (voldoende voor dijkversterking?) is cruciaal in relatie tot het opschalen.

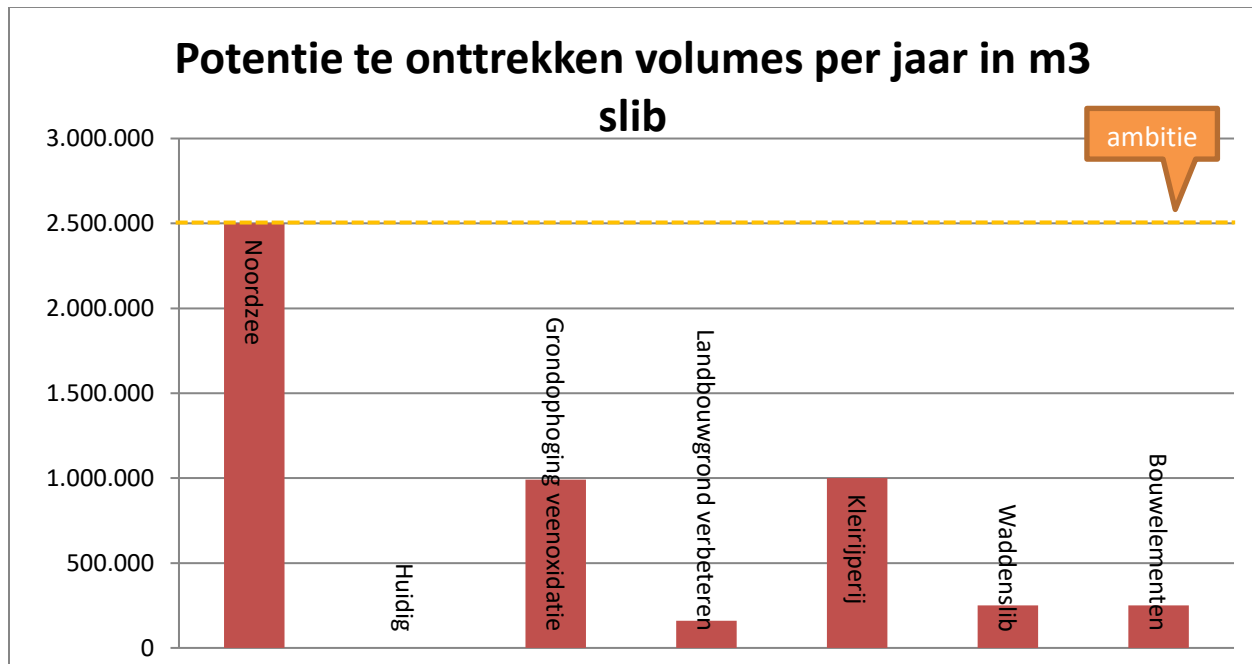
De grondophoging vanwege veenoxidatie is een grote logistieke en infrastructurele operatie met heel veel transportkosten. Op zichzelf zou dat een goede reden zijn om van de transportkosten een sleutelvariabele te maken, maar gezien de potentiële belangstelling voor handel in CO<sub>2</sub> emissierechten en de onzekerheid over het potentieel te verminderen veenoxidatie, kiezen we voor deze laatste.

Het alternatief van de fabrieksmatige productie van bouwelementen hangt voor het grootste gedeelte op de marktvrage. Technisch zijn de elementen te produceren er is waarschijnlijk binnen afzienbare tijd voldoende ervaring/kennis om dit proces ook op te schalen, maar de eerste toepassingen worden nu gerealiseerd in beschoeiing. Verder is er natuurlijk een grote markt in de concurrentie met de alternatieve betonblokken. Variëren we over de sleutelvariabele van de marktvrage dan blijft de NCW score toch steeds positief.

Alternatief Noordzee heeft een flinke gevoeligheid naar beneden, maar lijkt toch altijd het duurste alternatief te blijven. Sleutelvariabele is de pure kostprijs van het baggeren en varen. Het huidige baggerwerk is waarschijnlijk alleen afhankelijk van de prijsconcurrentie in de markt, maar is verder in dit kader niet relevant en is daarom stabiel geacht.

#### *4.2 MCKBA Hoofdresultaat (deel 2): Wat dragen de alternatieven bij aan het onttrekken van slib?*

Zoals eerder toegelicht in paragraaf 2.3 vertelt enkel de Netto Contante waarde maar een deel van het verhaal. Belangrijk bij de beoordeling is immers niet alleen de NCW, maar ook in hoeverre een alternatief voldoet aan de beleidsambitie: het onttrekken van slib aan het Eems-Dollard systeem om de natuurkwaliteit te verbeteren. Dat is geen monetaire maat, maar wel een op ratioschaal meetbare variabele.



Figuur 8. Welke potentie voor het onttrekken van slib hebben de alternatieven? Deel 2 van de MCKBA: Volume onttrokken slib in m3 per alternatief.

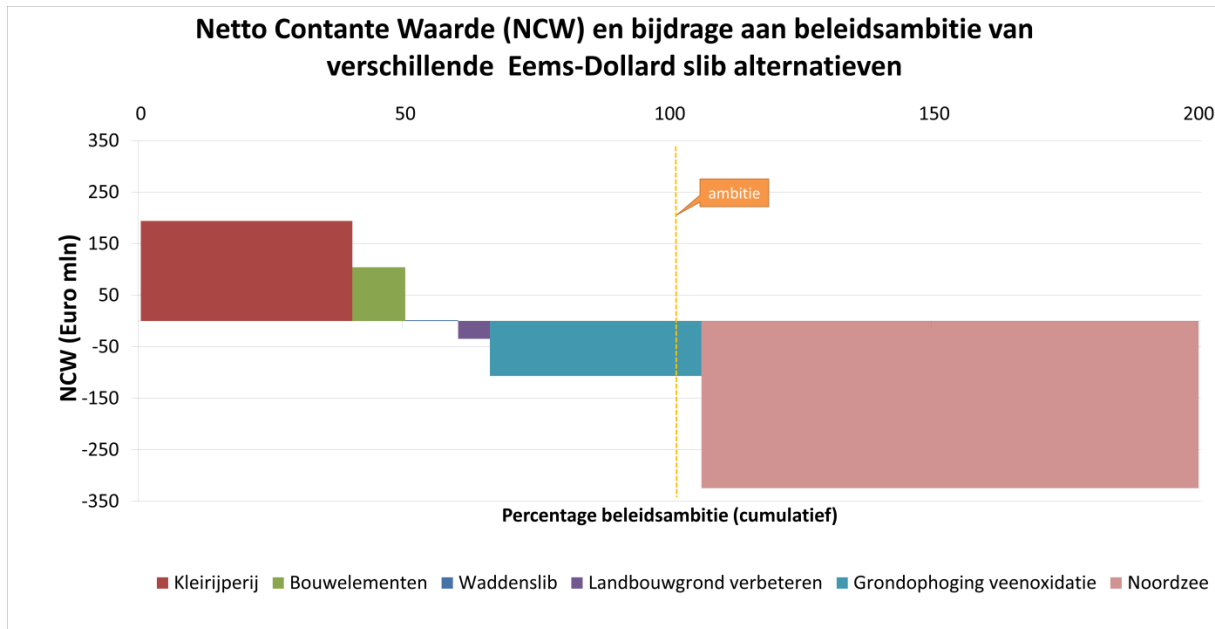
We zien dat alleen de Noordzee op korte termijn in staat is om *alleen* de volledige beleidsambitie te realiseren. De kleirijperij en het alternatief grondophoging veenoxidatie zijn daarna de twee alternatieven die een groot volume realiseren. De drie andere alternatieven kunnen een veel bescheidener bijdrage leveren.

#### 4.3 MCKBA Hoofddresultaat (deel 1 en 2 gecombineerd) Wat is nodig en wat kost het om de totale beleidsdoelstelling te realiseren?

Als synthese van deel 1 en 2 tonen we hieronder de MCKBA cascade grafiek hieronder twee dingen in één. Namelijk de Netto Contante Waarde voor de verschillende alternatieven op de verticale as, maar ook de mate waarin ze bijdragen aan de beleidsambitie (hoeveel slib onttrekken ze?) op de horizontale as. De bijdrage op de horizontale as is in dit geval synoniem met de bijdrage aan het herstel van de natuurkwaliteit van de Eems-Dollard via slib onttrekking. In figuur 9 is door middel van de breedte van de kolommen getoond hoeveel de alternatieven bijdragen aan de beleidsambitie van het onttrekken van 2,5 miljoen m3 slib aan het Eems-Dollard estuarium. De alternatieven zijn aflopend geordend per NCW, en in de grafiek is de totale beleidsambitie gemarkeerd met een verticale stippellijn. Figuur 9 combineert derhalve stap 1 en stap 2 van de MCKBA. Zoals eerder toegelicht is dit een zeer centrale figuur in de MCKBA evaluatie.

Figuur 9 laat op de verticale as opnieuw zien dat de kleirijperij het meest positief scoort (geheel links) en de Noordzee het slechtst (geheel rechts). Positief scorende alternatieven zijn naast kleirijperij ook de

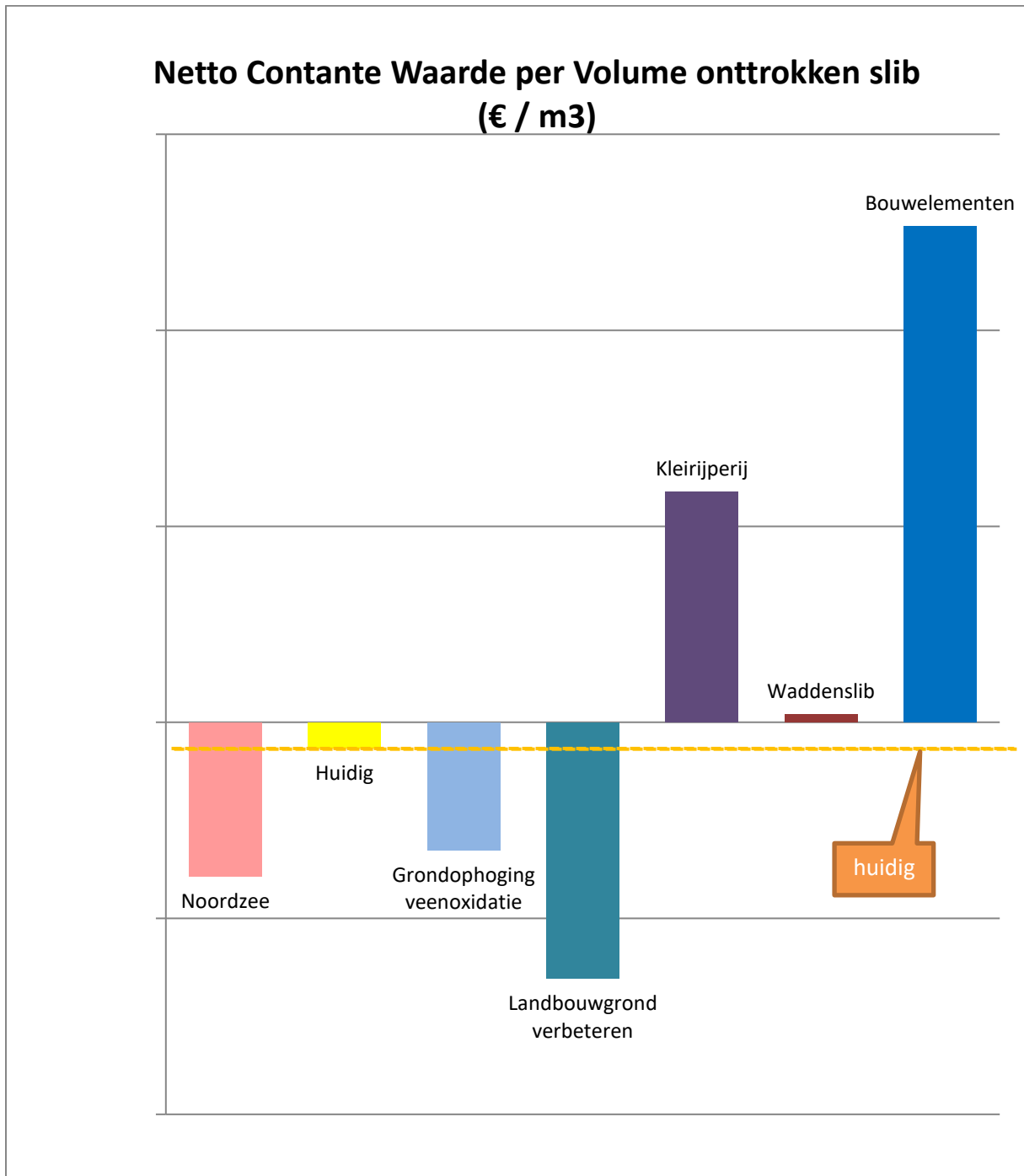
bouwelementen en Waddenslib. De laatste twee alternatieven kunnen in de meest inschatting die nu, voorjaar 2017, logisch lijkt, maar in bescheiden mate bijdragen aan de beleidsambitie. Om de beleidsambitie te realiseren blijkt het nodig om ook negatief scorende alternatieven te betrekken in de portfolio van activiteiten. Het minst negatief scoort het alternatief landbouwgrond verbetering. Op de voet gevolgd door grondophoging veenoxidatie gebieden. Het Noordzee alternatief scoort het meest negatief. Dit alternatief lijkt overigens niet nodig om de huidige beleidsambitie te realiseren.



Figuur 9. Wat is nodig en wat kost het om de totale beleidsdoelstelling te realiseren? Centrale MCKBA cascade-grafiek van Eems-Dollard slib alternatieven. (NCW: 33 jaar, 3% discontovoet)

#### 4.3 MCKBA Nadere interpretatie (deel 3): Wat zijn de kosten per volume? (Euro per onttrokken m3)

Impliciet in figuur 9 werd ook kosteneffectiviteit geïntroduceerd. Als volgende stap willen we hier expliciet naar kijken. Per onttrokken m3 slib hoe goed scoren de verschillende alternatieven dan? Daarvoor tonen we figuur 10. In de MCKBA wordt in stap 3 gewerkt met objectieve interpretatie ratio's als element om zonder gewichtentoekening toch extra inzicht te krijgen in de prestaties van de verschillende alternatieven.



*Figuur 10.* De Netto Contante Waarde (33 jaar; 3%) per volume onttrokken slib

Figuur 10 toont de NCW per volume: dat wil zeggen netto Euro's per volume onttrokken slib. De bouwelementen scoren hierbij verreweg het gunstigst terwijl de kleirijperij een goede tweede is. Het verbeteren van landbouwgrond scoort per volume het slechts van alle alternatieven.

Bij deze grafiek past een kanttekening. Als benchmark is in de grafiek, naast het Noordzee alternatief, ook de huidige praktijk opgenomen. Maar bij de huidige praktijk is echter geen sprake van *onttrekking van slib*. Er wordt immers 2,5 miljoen m<sup>3</sup> gebaggerd maar niet onttrokken; het wordt verplaatst binnen de Wadden.

#### *4.4 MCKBA Kwalitatieve effectscores (stap 4): Hoe scoren de alternatieven qua innovatie en concurrentiekracht van de regio*

Tijdens de evaluatie bleek dat er rondom de slib alternatieven ook meer kwalitatieve criteria spelen, die met de bovenstaande evaluatie delen (de delen 1,2 en 3) nog niet gemeten zijn, maar door verschillende mensen wel van zelfstandig belang worden geacht. Het gaat om twee criteria, innovatief karakter en de concurrentiekracht van de regio.

Ten eerste het innovatieve karakter van het alternatief. Met overheidsgeld willen sommigen mogelijk geen ‘techniek van voor de oorlog’ steunen of geen processen organiseren die niet modern of vooruitstrevend zijn; zelfs al zou het qua kosten en baten uit kunnen en zelfs al zou het bijdragen aan de beleidsambitie. Daarmee is het innovatief karakter dan van zelfstandig belang. Uiteraard kan men beargumenteren dat innovatiekracht misschien al wel deels gemeten is, of deels samenhangt met bijvoorbeeld de potentiële winstgevendheid. Maar een zelfstandig en herkenbaar criterium kan mogelijk toch de strategische discussie steunen. Daarom tonen we hier kwalitatieve scores van de verschillende alternatieven qua innovatief karakter.

Ten tweede speelt hier als zelfstandig criterium, in ieder geval verschillende partijen en stakeholders, de bijdrage aan de concurrentiekracht van de regio Eems-Dollard. Chargerend gezegd zouden een alternatief netto positief kunnen scoren qua NCW en ook bijdragen aan de beleidsdoelstelling, maar de meeste positieve effecten zouden neer kunnen slaan in de Randstad of in een ver buitenland. Dat zou volgens verschillende stakeholders een negatief aspect zijn van dat alternatief. Om aan dat idee recht te doen is er een apart herkenbaar criterium in hoeverre de alternatieven bijdragen aan concurrentiekracht van de regio mogelijk de beleidsdiscussie ondersteunen.

Er is ook een meer technische reden voor het opnemen van de twee criteria. Dit rapport levert niet alleen evaluatieve uitkomsten maar ook een evaluatie tool. Die tool moet in de toekomst ook bruikbaar zijn voor nieuwe ideeën of plannen. De MCKBA tool heeft een voorkeur voor een MKBA als eerste stap. Maar een MKBA is ook een relatief tijdrovende en intensieve evaluatie methode. Bij een evaluatie met minder tijd en diepgang kan de MCKBA zwaarder gaan leunen op haar multi-criteria analyse component met kwalitatieve criteria.

Om beide redenen evalueren we hieronder daarom in figuur 11 de alternatieven ook op de volgende twee criteria:

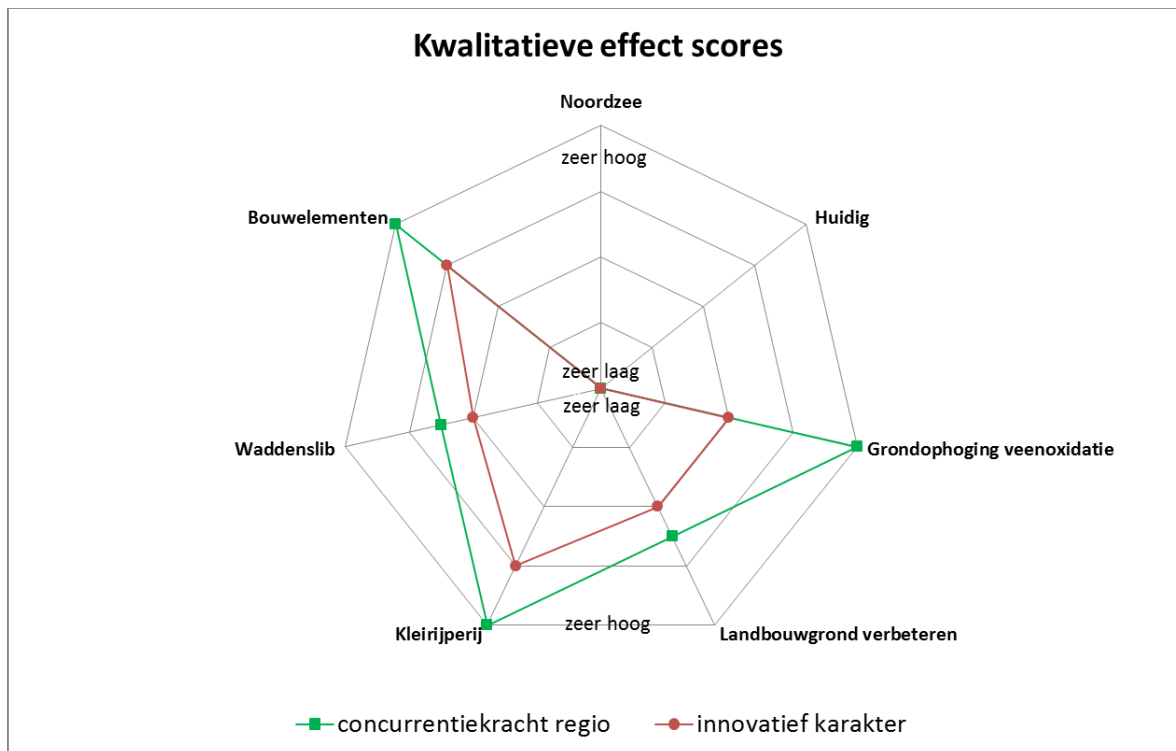
##### 1 Innovatief karakter

- Criterium: Heeft het project een innovatief karakter waarbij fundamenteel nieuwe productie- of organisatieprocessen worden uitgetoetst (bijv. omdat ze kunnen leiden tot een patent, of tot geheel nieuwe economische activiteiten)?
- Schaal, een vijf puntsschaal: ++ zeer hoog, + hoog, 0 gemiddeld, - laag, -- zeer laag.

## 2 Concurrentiekracht regio

- Criterium: Draagt het project (potentieel) positief bij aan een concurrerende regio Eems-Dollard?
- Schaal, een vijf puntsschaal: ++ zeer hoog, + hoog, 0 gemiddeld, - laag, -- zeer laag.

In de spinnenweb figuur worden de kwalitatieve scores voor de verschillende alternatieven gescoord. Het betreft hier nadrukkelijk inschattingen door het onderzoeksteam. Weliswaar zorgvuldige inschattingen, maar toch inschattingen en niet meer dan dat. Ter aanvulling of toetsing door anderen; ter stimulering van de beleidsdiscussie.



*Figuur 11. De resterende kwalitatieve scores van de Eems-Dollard slib alternatieven (stap 4)*

Twee alternatieven scoren hoog op innovatief karakter: bouwelementen en kleirijperij. Bouwelementen vanwege het innovatieve productieproces, met in-situ productie. Kleirijperij vanwege het verfijnd kunnen creëren van verschillende substantie-mengels klei.

Drie alternatieven scoren 'zeer hoog' op het versterken van de concurrentiekracht van de regio. Ten eerste grondophoging veenoxidatie omdat ze een fundamenteel probleem van laaggelegen oxiderende gebieden oplossen. Ten tweede kleirijperij omdat ze een interessante regionale economische activiteit creëren die een basis kan zijn voor een veelheid aan nieuwe toepassingen. Ten derde bouwelementen

omdat ze regionale economie creëren middels een perfect voorbeeld van de circulaire economie, met maximaal gebruik van lokale grondstoffen en zeer weinig afval en milieubelastende input.

#### 4.5 Overlast door transport van slib/slibproducten

Naast de twee kwalitatieve criteria die hierboven zijn besproken is er ook nog gekeken naar de overlast voor omwonenden van met name het transport van slib en slibproducten. Dit is uiteindelijk niet meegenomen als criterium. Van serieus verschillende overlast per alternatief lijkt nauwelijks sprake omdat de meest overlast gevoelige activiteiten plaatvinden in industrieel gebied of in gebieden die volop gewend zijn aan zwaar(der) vrachtverkeer.

Hieronder laten we zien hoe de cijfers voor transport van slib en slib producten er uit zien en wat dat betekent voor de verschillende alternatieven.

- Transport van slib in natte vorm → waddenslib → 250.000m<sup>3</sup> → 10.000 vrachtwagens vanuit depot verspreid naar veenkoloniën.
- Transport van slib als dijkenslib → kleirijperij → 1.000.000m<sup>3</sup> → 225.000m<sup>3</sup> dijkenslib → 10.000 vrachtwagen bewegingen naar dijkenwerken in de regio
- Transport van slib als bouwelementen → bouwelementen → 250.000m<sup>3</sup> → 278.000 grote legoblokken → 10 a 15.000 vrachtwagen bewegingen in de regio
- Transport van slib t.b.v. landbouw verbeteren → zoveel mogelijk persen en varen

#### *Transport referenties (Groningen en Drenthe)*

Om de bovenstaande getallen beter te kunnen duiden kan het zinvol zijn om als referentie te kijken naar andere grote transportstromen. Bijvoorbeeld transport van suikerbieten voor de suikerfabriek in Hoogkerk of het transport van zetmeelaardappelen naar de zetmeelfabriek in Gasselternijveen. O.a. op basis van CBS gegevens over de productie in 2015 en 2016<sup>23</sup> kan het volgende worden berekend:

- Suikerbieten → Hoogkerk fabriek → 100.000 vrachtwagen bewegingen in campagne tijd 15wk
- Zetmeelaardappelen → Gasselternijveen fabriek → 100.000 vrachtwagen bewegingen in de regio

Op lokale wegen met name eerst N33 en fijnmaziger richting de locaties van het aanwenden van nat dan wel droger slib zal er extra druk ontstaan m.b.t. vrachtverkeer.

Waddenslib: In geval van 'last miles' in agrarische gebieden is dit 10% extra t.o.v. de oogstcampagnes, maar enigszins ter vervanging van normale mest transport bewegingen.

---

<sup>23</sup> <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=7100oogs&D1=1-3&D2=24-25&D3=1,5,7&D4=21-22&HD=170712-1001&HDR=G3,T&STB=G1,G2>

Dijkenklei zal in alle gevallen aangevoerd moeten worden hetzij vanuit de rijperij anderzijds uit verder gelegen wingebieden. De transport bewegingen over weg zullen daardoor in de regio en dicht in de buurt van de werken niet significant verschillende overlast veroorzaken.

Bij de productie van bouwelementen betreft het regionaal gezien een uitbreiding van de economische activiteiten. De levering en distributie van de geproduceerde elementen zal dus een toename geven in transportbewegingen. De hoofdmoot van die bewegingen zal plaatsvinden op de logistieke aders van het Delfzijl/Eemshaven gebied en de omliggende regio (m.n. Eemshavenweg + N33) en daarna afhankelijk van de toepassingsplaats van de elementen. Met een toename van maximaal 50.000 vrachtwagens *per jaar* is het niet te verwachten dat een ader als N33 die berekend is op 25.000 motorvoertuigen *per dag* daarvan ernstige doorstromingsproblemen ondervindt. In geval van de distributie van bouwelementen is zelfs goed denkbaar dat grote volumes per binnen/kustvaart vervoerd kunnen worden naar grote werken (vb. geluidschermen over 10km).

#### *Overlast vanwege productiewerkzaamheden*

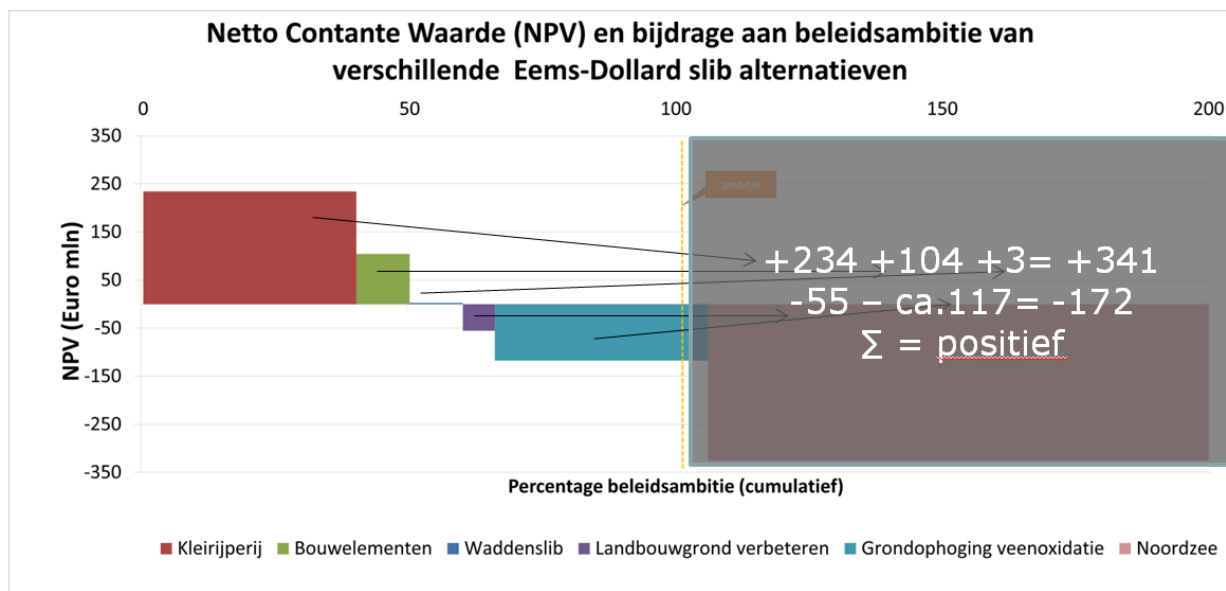
in de alternatieven kleirijperij en bouwelementen wordt licht industrieel geluid geproduceerd wat past binnen de contouren van Delfzijl haven en Eemshaven en verwaarloosbaar extra overlast veroorzaakt in relatie tot de reeds aanwezige industrie. Op gebied van rook, gas, geur wordt ook geen al te groot effect verwacht ten opzichte van de omgeving (wad, haven en bedrijventerrein)

## 5 Synthese

Als beknopte synthese van het voorafgaande willen we hier drie elementen uitlichten.

### 5.1 Wat is nodig en wat kost het om de totale beleidsambitie te realiseren?

Eerder zagen we de MCKBA cascade grafiek in paragraaf 4.3. Een element dat we toen niet hebben genoemd is het overall saldo van de optelling van verschillende alternatieven. Een portfolio aan projecten lijkt per saldo nog een positief maatschappelijk resultaat te leveren. Immers de kleirijperij, de bouwelemente en het Waddenslib zijn alle drie positief scorende alternatieven die opgeteld een positief NCW saldo genereren van 341 miljoen Euro. De twee negatief scorende alternatieven, landbouwgrond verbeteren en grondophoging veenoxidatie brengen dat positieve getal met circa 172 miljoen naar beneden, maar voor de gehele portfolio resteert dan nog steeds een maatschappelijk positief getal. Het op deze manier beschouwen van de vijf best scorende alternatieven, als een portfolio van acties, roept overigens wel gelijk een governance vraag op: hoe kan een dergelijke strategie organisatorisch het beste worden vormgegeven, met maatschappelijk het meeste rendement?



### 5.2 Resultaten in lijn met ingezette pilots

De verhouding tussen de verschillende alternatieven lijken in lijn te zijn met de omvang van de verhouding qua slib onttrekking en toepassing in de lijn van de pilots. Met de kleirijping zo'n 40% van het slib (mits voldoende afzet), bodemdaling en verbetering landbouwgrond ook 40% (mits voldoende noodzaak en CO<sub>2</sub> balans), Waddenslib 10% (mits voldoende meeropbrengst en logistiek) en slib based products ook zo'n 10% (volume ambitieus; zeer potentierijk).

### 5.3 *Verdere optimalisatie mogelijk*

Tijdens dit onderzoek zijn veel dingen helder geworden. Toch is ook duidelijk dat er ook nog veel onduidelijk is en dat de toekomst van nuttig slib verwerken nog voor een belangrijk deel open ligt. In dit rapport is een portfolio geschetst waaruit verschillende elementen benut kunnen worden. Stimuleren van betere kennis en meer ervaring is echter nuttig.

Het lijkt daarom zinvol dat de probleemeigenaren ED2050 een periode van stimuleren en investeren ingaan, waarbij het vanuit deze studie belangrijk is om te beseffen dat het spoor van de innovatieve producten de regionale concurrentiekracht stimuleert en een relatief grote toegevoegde waarde realiseert. Ook is duidelijk dat het belangrijk is om kennis te ontwikkelen over rijping en vermenging: valoriserende kennis en kennis over de effectiviteit. Daarnaast is stimuleren en investeren in regie over de portfolio van slib ketens van belang. Ook om een goede balans te vinden tussen private winstgevendheid en bijdragen uit collectieve middelen. Investeren in kennis en ervaring rondom de verdere logistieke optimalisatie van de slibketens is ook van groot belang omdat het de kosten en baten sterk beïnvloedt. In dat verband is het mogelijk renderend om andere regionale (bulk) ketens in kaart te brengen om te zoeken naar (logistieke) synergie. Daarbij kan men denken aan (drijf)mest, akkerbouw campagnes, biomassa, energie, zonneparken, reststoffen. Door die andere ketens in beeld te brengen met het oog op het zoeken naar optimalisatie van slib-ketens door geografische en logistieke synergie met die andere ketens kunnen mogelijke retourvrachten worden geïdentificeerd of logische plekken voor decentrale slib depots.

Tenslotte lijkt het zinvol te verkennen in hoeverre koppeling en synergie mogelijk is van slib benutting met regionale speerpunten zoals groene logistiek LNG/waterstof transport; bio based economy etc.

De komende jaren kan, met voortschrijdend inzicht vanuit het ED2050 veld eventueel opnieuw een MCKBA studie als de onderhavige worden uitgevoerd. Die MCKBA kan dan werken met minder onzekerheden en met wellicht minder of andere alternatieven. Idealiter zou dan ook met de natuurpuntenbenadering worden gewerkt in plaats van met de hier gebruikte proxy van de bijdrage aan de beleidsopgave.

## LITERATUUR

Aalbers, R., G. Renes en G. Romijn, 2016. WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in MKBA's. Opgesteld op verzoek van de Begeleidingscommissie werkwijzer MKBA milieubeleid.

Born, G.J. van den et al., 2016. Dalende bodems, stijgende kosten, Den Haag: PBL.

Fiselier, J./RHDHV, 2016. Kosten van slibtransport en overslag. Rapport voor het Innovatieprogramma Slib (Provincie Groningen). Ref: WATBA6713-101-100R003WM. Versie: 02/Finale versie. Datum: 15 juli 2016. Royal HaskoningDHV, Amersfoort.

Hellendoorn J. C., 2001. Evaluatiemethoden ex ante - een introductie, SDU Uitgevers, Den Haag.

Otten, M. et al. 2017. STREAM Goederenvervoer 2016, Emissies van modaliteiten in het goederenvervoer – Versie 2, Delft, CE Delft.

Provincie Groningen en Ministerie Infrastructuur & Milieu, 2016. Innovatieprogramma Nuttig Toepassen Slib. Eems-Dollard 2020-2050

Sijtsma, F.J., 2006. Project evaluation, sustainability and accountability – Combining Cost-Benefit Analysis (CBA) and Multi-Criteria Analysis (MCA). PhD Thesis, University of Groningen. Stichting REG, nr 27. Groningen. <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/eco/2006/f.j.sijtsma/>

Sijtsma, F. J., Heide, C. M. v. d., & Hinsberg, A. v., 2011. Biodiversity and decision-support: integrating CBA and MCA. In A. Hull, E. Alexander, A. Khakee & J. Woltjer (Eds.), Evaluation for participation and sustainability in planning. London: Routledge. (Chapter 9; pp 197-218)

Sijtsma, F. J., C.M. van der Heide and A. van Hinsberg (2013). Beyond monetary measurement: How to evaluate projects and policies using the ecosystem services framework. Environmental Science and Policy, Volume 32, October 2013, Pages 14–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.06.016>

Sijtsma, F.J., W.G. van der Bilt, A. van Hinsberg, B. de Knecht, C.M. van der Heide, H.Leneman, R. Verburg (2017). Planning nature in urbanized countries. An analysis of monetary and non-monetary impacts of conservation policy scenarios in the Netherlands. Heliyon, 3 (2017), e00280, pp.1-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00280> (open access)

Voogd, H., 1983. Multicriteria evaluation for urban and regional planning. Pion Limited, London.

Voogd, H., 1997. The changing role of evaluation methods in a changing planning environment: Some Dutch experiences, European Planning Studies, 5:2, 257-266, DOI: 10.1080/09654319708720397

## **BIJLAGE 1 Standaard vragenlijst MCKBA evaluatie van innovatieve slib-ketens Eems-Dollard**

### **Context**

De opgave is om veel slib (minimaal 1 miljoen ton of 2,5 m<sup>3</sup> slib) per jaar kwijt te raken uit het Eems Dollard Estuarium. De eerste vraag die we moeten beantwoorden is over het oplossend vermogen van het initiatief. We hebben het over 2020-2050 of over 2017-2050. Dus 30 jaar is 30 miljoen ton of 60 miljoen ton over de hele periode<sup>24</sup>.

Die miljoenen tonnen moeten onttrokken worden aan het systeem met zoveel mogelijk maatschappelijk rendement: ze laag mogelijke kosten en zo hoog mogelijke baten. Dat is het kader.

N.B. Een belangrijk benchmark project is het baggeren en naar de Noordzee wegvaren. In dit project wordt ook nog gekeken of er innovatiemogelijk is in die – eenvoudige - keten. Door eventueel gebruik te maken met grotere hoppers en tussendepots (in diepe delen). Conform de praktijk in Rotterdam bijvoorbeeld.

### **Project:**

### **Geïnterviewde(n):**

### **Datum:**

### **Locatie:**

### **Vraag 1:**

#### **Hebt u een korte omschrijving van uw initiatief?**

1a Ca. 10/20 zinnen

t.b.v. van een factsheet in ons rapport

1b Evt. Technische details in bijlagen.

1c In welke fase zit uw project:

- voorstudie/idee,
- testfase/concept,
- pilot,
- opschaling,
- eindfase
- anders...

Toelichting...

1d Is uw product / project op te schalen

1e Is uw product / project elders toe te passen (zo ja waar?) Of is het gebonden aan Eems-Dollard? Of aan het Noorden? Aan Nederland?

1f In wat voor zin vindt u het project innovatief? (Bijv: Is het innovatief voor de wereld, voor uw bedrijf? Financieel, technisch, organisatorisch?)

---

<sup>24</sup> Uiteraard ligt dit allemaal niet vast en zal het afhankelijk zijn van het ecologisch herstel dat mogelijk optreedt, maar vooreerst is dat het idee: jaarlijks grote hoeveelheden gebaggerd slib onttrekken in plaats van terugstorten in het systeem.

**Vraag 2:****Hoeveel m<sup>3</sup> of ton slib gebruiken ze/kunnen ze verwerken.**

2a Nu?

2b In de toekomst?

2c En in welke toekomst? Over 5 jaar? Over 10 jaar?

Toelichting op 2a-2c:....

Als het gaat om landbouw: Hoeveel opbrengst geeft het?

2d Hoeveel is dat per hectare (of anderszins voor een opschaalbaar getal)

2e Hoeveel transport kost dat? (gewoon zoals het was, maar ook per m<sup>3</sup>/ton en per hectare (als het landbouw is)

2f Landbouw: Hoeveel extra opbrengst geeft dat?

Hoeveel opbrengst is er standaard en hoeveel nu?

Dat kan:

- in Euro's (standaard en nu)
- in teeltopbrengst (standaard en nu) en
- in % van de opbrengst
- Effect op winstgevendheid

2g En wat zou er in opbrengst gebeuren als er niks werd opgebracht.

2h Zou dan mogelijk op een andere manier de grond verbeterd worden?

Hoe duur is dat?

Wat behelst dat?

2i Kan dit ook elders? Waar? Welk type gronden? Wat is het marktpotentieel?

Als het gaat om dijken: Hoeveel veiligheid geeft een brede dijk2d Hoeveel is dat per kilometer dijk (of anderszins voor een opschaalbaar getal): dus bijv. hoeveel m<sup>3</sup> klei extra per kilometer om te komen tot deltaplan veiligheid?2e Hoeveel transport kost dat? (gewoon zoals het was, maar ook per m<sup>3</sup>/ton en per km dijk)

2f Zijn er extra landbouw opbrengsten bij een brede dijk.

Hoeveel extra veiligheid? Hoeveel veiligheid is er standaard en hoeveel nu?

Wat voor andere ontwikkelingsmogelijkheden/kansen zijn er bij een dijk?

2g En wat zou er gebeuren als de dijk niet met klei werd versterkt?

2h Zou dan mogelijk op een andere manier de dijk versterkt worden?

Hoe duur is dat?

Wat behelst dat?

2i Kan dit ook elders? Waar? Welke dijken waar (ook vanuit de Eems-Dollard? Wat is het marktpotentieel?

Als het gaat om korrels e.d.: Hoeveel winst of werkgelegenheid of andere economische baat levert het op?2d Hoeveel is dat per verwerkte m<sup>3</sup> hectare (of anderszins voor een opschaalbaar getal)2e Hoeveel transport kost dat? (gewoon zoals het was, maar ook per m<sup>3</sup>/ton)

2f Hoe zijn de kosten baten van de toepassing ten opzichte van andere opties of ten opzichte van niets doen?

Hoeveel extra veiligheid/landbouwopbrengst? Hoeveel is er standaard en hoeveel door de toepassing?

Wat voor andere ontwikkelingsmogelijkheden/kansen zijn er voor dit initiatief?

2g En wat zou er gebeuren als het niet werd toegepast?

2h Zou er dan mogelijk op een andere manier toch aan hetzelfde probleem gewerkt worden?

Hoe duur is dat?

Wat behelst dat?

2i Kan dit ook elders? Waar? Wat is het marktpotentieel?

**3 Hoeveel kost een pilot en wat levert het op?**

3a Vanuit een bedrijfsperspectief:

3a1 Realisatie kosten?

Hoeveel van wat voor machines zijn er nodig?

Waar moet verder in geïnvesteerd worden?

Hoeveel arbeid (en dus werkgelegenheid) is er door de jaren heen (structureel) nodig?

Hoeveel tijdelijk tijdens opstart/pilot?

3a2 Wat levert het op? Fysiek (hoeveel m<sup>3</sup>/ton verwerkt) en in termen van Euros of 'dijken' of ha verbeterde landbouw grond of waarde van product t.o.v. andere concurrerende producten

3a3 Hoeveel kost een (nu verwachte) opgeschaalde versie van de fabriek of installatie.

3a4 Hoeveel M<sup>3</sup>/ton kan verwerkt.

3b Vanuit een maatschappelijk perspectief:

3b1 Voordelen?

3b2 Nadelen?

Eventuele natuur of milieuschade?

3b3 Concurrerende opties?

3b4 Ruimtelijke verdeling voordelen en nadelen:

-Voor de regio Eems Dollard?

-Voor Nederland?

-Voor de wereld?

**4 Risico's en onzekerheden?**

- Welk element of welke elementen vind u risicovol of onzeker en in welke mate?

**5 Kansrijk en zeker?**

- Welk element of welke elementen vind u kansrijk of zeker en in welke mate?

**6 Wat moeten we beslist niet vergeten? Slotopmerkingen**

## BIJLAGE 2: Overzicht rekenwaardes

In deze bijlage presenteren we de belangrijkste rekenwaardes die in de MCKBA analyse zijn gebruikt. De werkwijze om tot deze getallen te komen is als volgt. In deze MCKBA heeft het onderzoeksteam diverse gesprekken/interviews gehouden met de initiatiefnemers van de alternatieven. Die initiatiefnemers hebben data aangeleverd t.b.v. een realistische waardering van effecten. Binnen het onderzoeksteam zijn deze data gevalideerd/geverifieerd aan de hand van gesprekken met experts (markt, overheid en overige organisaties) en waar nodig geacht zijn ze aangepast. Aanvullende data is verkregen via rapporten en (openbare c.q. aangeleverde) data bestanden. In meerdere rondes hebben we de waardering van alternatieven en de onderliggende rekenwaardes binnen het onderzoeksteam besproken, en tevens met de opdrachtgever en de initiatiefnemers en hebben we tussenresultaten gepresenteerd en besproken binnen de governance-structuur van ED2050. Het idee van deze iteratieve werkwijze is dat er zoveel mogelijk consensus kon ontstaan over de belangrijkste rekenwaardes. Waar er belangrijke verschillen of onzekerheid resteert is dit zoveel mogelijk verwerkt in de gevoeligheidsanalyse.

Uitvoering interviews en data-validatie door Daniel Tangerman, Bert Veenstra en Peter van Kampen. GIS ondersteuning door drs. Minne Oostra.



<b>huidig</b>		2,500,000m3			opmerkingen
	1.04	euro per m3			<i>Prijsopgave GSP</i>
	geen	ton CO <sub>2</sub>	want dat zal vergelijkbaar zijn met de CO <sub>2</sub> van baggeren		
<b>noordzee</b>		2,500,000m3			<i>Prijsopgave GSP + markt</i>
	5.7	euro per m3	bagger en vaarkosten		
	150,000	euro per jaar	ploegen en survey/onderzoek		
	42	gemm. Vaarafstand heen en terug			
	3,780	ton CO <sub>2</sub>	op basis van 24g/tkm	zware bulk varen	
	1.45	ton per m3	soortelijk gewicht van bagger		<i>Otten, M. et al. 2017</i>



kleirijperij	1,000,000m3		1,0mio m3	2,5mio m3
kosten		jaarlijks		Bron: initiatiefnemer
	pacht vh terrein		100,000	250000
	huur leidingwerk en pompen		140,000	350000
	verpompen bagger		1,000,000	2500000
	baggeren		1,000,000	2500000
	aanvoer bagger		1,000,000	2500000
	verwerken en laden klei		400,000	1000000
	aanleg depot	eenmalig	100,000	250000
	kleirijperij opp		100	250
	productiviteit kleirijperij dijkenklei		0.38	38% gerijpte klei 22% dijkenklei rest voor andere alternatieven
opbrengsten				
	dijkenklei	22%	8.25	euro p m3
	restant	15%	2.5	euro p m3
	vermeden transport aanvoer dijkenklei			
	gemm. Aanvoer km heen en terug	260 km		"Rijn" t.o.v. NNL
	totaal km	10,400,000 km		
	CO <sub>2</sub> zwaar wegtransport	102 gr/tonkm		
	totaal CO <sub>2</sub>	39,780 ton		



**waddenslib**

250,000m3

kosten	baggeren	2	euro p m3
	transport per vrachtwagen	8.9	euro p m3
	totaal km	600,000	km
	CO <sub>2</sub>	102	gr/tonkm
	Total CO <sub>2</sub>	2,295	ton CO <sub>2</sub>
opbrengst	landbouw opp. Benut	8,333	ha per jaar
	meer opbrengst	10%	
	opbrengst	4,350	euro p ha

gem.. Afstand 30km = 60km  
heen en terug

10% van totale opp.

Bron: initiatiefnemer  
waddenslib

**landbouwgrond verbeteren**

 160,000m<sup>3</sup>

80ha p jaar

opbreng

20cm

Bron: markt

kosten

pacht cost

20,000

transport

2,400,000

bagger

160,000

verwerken

60,000

terreininrichting

20,000

leidingwerk

20,000

retourwater

40,000

transport

afstand gemm.

30 km

 kosten per m<sup>3</sup>

 9 euro p m<sup>3</sup>

gelijk aan waddenslib

 CO<sub>2</sub>

102 gr/tonkm

afstand

30 km

totaal

 734 ton CO<sub>2</sub>

 helft dichterbij dan  
waddenslib

opbrengst

meeropbrengst

5% euro p ha

makkelijker bewerken

10% minder bewerkingskosten

basis opbrengst

4000 euro p ha

 was al relatief goede  
opbrengst  
van 400 euro per ha



**grondophoging  
veenoxidatie**

1,000,000m3

200ha p jaar

dikte gemm.

51cm

kosten

transport

6.5 euro p m3

50 km varen

bagger

1 euro p m3

verwerken

0.4 euro p m3

pacht

1000 p ha

terreinrichting en retour water

80000 per 80 ha

hoger dan voorgaand i.v.m.  
langere periode onbruikbaar

opbrengst

benefit (invest) per peilgebied

26 euro p ha

benefit (opbrengst) per Ha

400 euro p ha

benefit (bewerking) per Ha

0 euro p ha

Bron: PBL  
vergelijkbaar met waddenslib

CO<sub>2</sub>kosten

varen

24 g/tonkm

afstand

50km

totaal CO<sub>2</sub>

1785 ton

Bron: STREAM

CO<sub>2</sub> opbrengst

opp

6,400 ha

tot NL

230,000 ha

Bron: PBL  
dit is bijdrage in CO<sub>2</sub> reductie  
in berekende gebied t.o.v.  
landelijk potentieel (PBL)

wij rekenen met

2.80 %

tot co2 reductie NL potentieel

1,000,000 ton co2

ons max. jaardeel co2 reductie

28,000 ton co2



<b>bouwelementen</b>		250,000m3		
kosten	bagger en depot kosten	4	euro p. m3	Bron: initiatiefnemer productiemiddelen inkoop werk  Marktprijs: beton legoblok
	perskosten blokken	50	euro p. m3	
	ingredienten (add.+lic.)	22	10% per m3	
	fabriek en manuren	15	euro p. m3	
	slib gehalte	90%	10% toevoeging	
opbrengst	verkoop elementen	100	euro p m3	
co2	geen effecten berekend			