

Memo

Aan

Jurre de Vries / F. Brils RWS-WVL

Datum

21 december 2023

Ons kenmerk

11209267-005-ZKS-0003

Aantal pagina's

1 van 8

Contactpersoon

Lynyrd de Wit (hoofdauteur), Dick Mastbergen, Nathalie Dees

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 7728

E-mail

Lynyrd.deWit@deltares.nl

Thijs van Kessel (reviewer)

Onderwerp

Expert judgement vergelijking ecologische impact baggermethodes Waddenzee

1 Inleiding

Er worden in de Waddenzee verschillende baggermethodes toegepast op verschillende locaties met verschillende intensiteiten en bagger volumes. In deze studie is een grofstoffelijke vergelijking gemaakt van de ecologische impact van de verschillende baggermethodes in de Waddenzee. Dit is gedaan o.b.v. expert judgement gecombineerd met de historische bagger volumes van de verschillende baggermethodes in de verschillende deelgebieden. Dit werk is gepresenteerd door L. de Wit en N. Dees (beide Deltares) in een workshop met een brede groep Waddenzee experts van Rijkswaterstaat in de bijeenkomst Programma Waterkwaliteit en Natuurbeheer in De Fabriek in Leeuwarden op 12 September 2023.

Na afloop van de workshop is extra informatie toegevoegd aan de presentatie en is een beknopte memo met extra achtergrondinformatie opgesteld. Onderliggend document is deze memo en geeft extra achtergrondinformatie bij de presentatie:

Vgl_baggervolumes_en_impact_Waddenzee_najaar2023.pptx

2 Expert judgement ecologische impact baggermethodes

Met behulp van expert judgement is Tabel 2.1 opgesteld met relatieve kwalitatieve scores van ++ (heel goed) tot - - (heel slecht) per baggermethode voor de volgende aspecten:

- Morfologische effectiviteit per m³
 - Hoe effectief is een m³ gebaggerd sediment in het op diepte houden van een vaarweg? Indien sediment ver genoeg weggebracht wordt van het bagger vak en de retourstroming langzaam of afwezig is, dan scoort een baggermethode goed op dit aspect. Bij een baggermethode waarin elke m³ sediment slechts op beperkte afstand wordt losgelaten en de retourstroming richting de vaarweg relatief snel gaat, dan scoort een methode slecht.
 - De baggermethodes knippen^a en zuigen/storten TSHD^b scoren heel goed (++) omdat het sediment opgepakt wordt en weggebracht van het bagger vak. Ploegen^c scoort een (-) omdat het sediment niet ver weg wordt getransporteerd

^a Knippen is een baggermethode waar een kraanschip het sediment opschept en in een beun transporteert naar een stortlocatie

^b TSHD (Trailing Suction Hopper Dredger) sleepopperzuiger zuigt sediment op en transporteert dit in het beun naar een stortlocatie

^c Bij baggermethode ploegen wordt met een stalen schuif/bak achter een schip lokale verhogingen in de bodem weggesleept en gladgetrokken. Ploegen wordt toegepast in zandige

en injecteren^d een (+) omdat de dichtheidsstroming het sediment veel verder wegbrengt dan bij ploegen. Injecteren kan echter alleen gunstig toegepast worden indien er lokaal een diep gedeelte of hoog-dynamisch gebied is om het sediment naar toe te laten lopen via de dichtheidsstroming. Agiteren^e scoort een (+ / -) omdat de morfologische effectiviteit afhangt van de omstandigheden, bij een sterke ebstroming die het geagiteerde sediment wegdraagt van het baggervak zal agiteren effectief zijn, maar bij te lage stroming of stroming in de verkeerde richting zal de effectiviteit afnemen of zelfs slecht worden.

- Energieverbruik per m³
 - Hoeveel energie kost het om een m³ sediment te baggeren met de betreffende baggermethode? Een baggermethode scoort goed indien het weinig energie per m³ vergt en slecht indien dit veel energie vergt.
 - Injecteren en agiteren scoren een (++) omdat deze de krachten van de natuur gebruiken (respectievelijk dichtheidsstroming en getijstroming). Zuigen/storten TSHD scoort een (0) omdat dit een efficiënte methode met hoge productie is, maar met een energieverbruik per m³ die fors boven dat van injecteren en agiteren ligt. Ploegen en knijpen scoren een (-) omdat deze methodes meer energie per m³ vergen dan de andere methodes. Bron: CEDA (2022).
- Vertroebeling waterkolom
 - De score voor vertroebeling waterkolom is goed indien er weinig vertroebeling optreedt en slecht indien er veel vertroebeling optreedt.
 - Ploegen en zuigen (TSHD) zonder overflow scoren een (++) omdat deze methodes nauwelijks vertroebeling geven. Zuigen (TSHD) zonder overflow is geen realistische optie voor baggeren van slib, maar voor zand zou dit een optie kunnen zijn die duurder is, maar nauwelijks nog vertroebeling geeft. Injecteren scoort een (+) omdat deze methode wel vertroebeling genereert, maar heel lokaal en alleen nabij de bodem. Knijpen en storten (TSHD) krijgen een (0) vanwege de beperkte vertroebeling die dit genereert. Zuigen (TSHD) met overflow scoort een (-) vanwege de overvloeipluim en agiteren een (--) vanwege de hoge mate van vertroebeling in de waterkolom.
- Pluimkarakter tijdens baggeren
 - Dit aspect geeft enkele karakteristieke kentallen van het pluimgedrag, concentratie zwevend stof en de invloedafstand o.b.v. expert judgement. Deze kentallen zijn gebruikt om impact-zone kaarten op te stellen rondom de baggerstortvakken met daar ook in aangegeven zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken. In paragraaf 3.2 wordt uitgebreider ingegaan op de implicaties van dit pluimkarakter.
- Bodemberoering
 - Dit aspect beschouwt hoe intensief en hoe snel hoeveel oppervlak van de bodem beroerd wordt tijdens het baggeren. Dit aspect is gescoord van (- -) voor intensief en veel bodemberoering tot (++) voor weinig bodemberoering. Dit is een ingewikkeld punt van beoordeling omdat bodemberoering eigenlijk onvermijdbaar

omstandigheden en klassiek vaak toegepast in combinatie met TSHD om de inzet van een TSHD uit te kunnen stellen en meer efficiënt te maken of in situaties waar van nature een drempel ontstaat die gladgetrokken kan worden naar een nabijgelegen dieper deel zonder sediment te verwijderen.

^d Injecteren, wordt ook wel Water Injectie Baggeren (WIB of WID) genoemd waarbij een slibrijke bodem gefluidiseerd wordt met waterjets waarna een dichtheidsstroom ontstaat die het sediment naar een lokale verdieping of hoog-dynamisch gebied transporteert. WIB werkt goed voor slib (en eventueel heel fijn zand) maar niet goed voor zand.

^e Agiteren is het op stroom brengen van sediment door het op te pompen en in suspensie in de waterkolom te brengen waarna de getijstroming het sediment meeneemt

is bij baggeren om zo een vaarweg op diepte te houden. Van het totale te baggeren gebied wordt dus uiteindelijk altijd de bodem beroerd bij elke baggermethode. Voor beoordeling van de ecologisch impact van bodemberoering zijn ook nog andere factoren van belang.

- In deze tabel is voor bodemberoering een (-) gegeven aan agiteren, zuigen (TSHD) en storten (TSHD) omdat bij deze operaties grote oppervlaktes van de bodem in relatief korte tijd worden beroerd over enkele decimeters diepte per werkgang. Knijpen en ploegen scoren een (-) omdat deze methodes weliswaar de bodem mechanisch beroeren over enkele decimeters diepte per werkgang, maar met een relatief lage oppervlakte per tijdseenheid vergeleken met TSHD of agiteren. Injecteren scoort een (+) omdat de bodem niet mechanisch beroerd wordt maar hydraulisch gefluïdiseerd. Voor storten (na knijpen) en storten (TSHD) is een karakteristieke sedimentatie afstand aangegeven waarbinnen het sediment bezinkt op de bodem.
- Verstoring
 - Het aspect verstoring is een combinatie van mate van verstoring per trip en hoe vaak er teruggekomen dient te worden. Het gaat hier om de impact van afschrikking door bijvoorbeeld geluid (boven en onderwater) of de aanwezigheid van het schip zelf en terugkeerfrequentie van het baggerwerktuig.
 - Knijpen, agiteren en ploegen krijgen een (-) omdat bij deze methodes er relatief veel vermogen en geluid nodig is bij het baggeren in combinatie met een relatief hoge terugkeerfrequentie. Zuigen en storten (TSHD) krijgen een (0) omdat ze weliswaar per trip best wat verstoring en geluid kunnen veroorzaken, maar door de hoge productie hoeft er relatief weinig teruggekomen te worden vergeleken met de andere methodes. Injecteren scoort een (+) op verstoring omdat het met minder motorvermogen en geluid plaatsvindt dan de andere methodes.

Tabel 2.1 Expert judgement eerste, globale inschatting impact scores baggermethodes Waddenzee

Parameter	Knijpen	Verspreiden na knijpen	Zuigen (TSHD)	Verspreiden (TSHD)
Morfologische effectiviteit per m3	++	++	++	++
Energieverbruik per m3	-	-	0	0
Vertroebeling waterkolom	0	0	++ (zonder overflow) - (met overflow)	0
Pluimkarakter tijdens baggeren	~200m horizontaal Hele waterkolom ~10-100mg/l (tijdsduur typisch enkele uren)	~500m horizontaal ~500-1000mg/l Dichtbij bodem (tijdsduur typisch 10 min)	Met overflow: Alleen oppervlaktepluim mogelijk van ~10-100mg/l ~1000m horizontaal, (tijdsduur typisch uur)	~km horizontaal Dichtbij bodem >1000 mg/l (tijdsduur typisch 10 min)
Bodemberoering	-	- ~250m sedimentatie bodem	--	-- ~500m sedimentatie bodem
Verstoring	-	-	0	0

Parameter	Ploegen	Injecteren	Agiteren
Morfologische effectiviteit per m3	-	+	- /+ afh. van omstandigheden
Energieverbruik per m3	-	++	++
Vertroebeling waterkolom	++	+	--
Pluimkarakter tijdens baggeren	~50m horizontaal Dichtbij bodem ~10-100 mg/l (tijdsduur typisch enkele uren)	~500m horizontaal Dichtbij bodem ~500-1000 mg/l (tijdsduur typisch enkele uren)	~1 km horizontaal hele waterkolom ~500-1000 mg/l (tijdsduur typisch enkele uren) ~5 km horizontaal hele waterkolom ~100 mg/l (tijdsduur typisch enkele uren)
Bodemberoering	-	+	--
Verstoring	-	+	-

3 Potentiele ecologische impact baggermethodes in de verschillende deelgebieden

3.1 Toelichting op presentatie (Vgl_baggervolumes_en_impact_Waddenzee_najaar2023.pptx)

In de presentatie is Tabel 2.1 gecombineerd met de baggervolumes van de afgelopen jaren in de verschillende baggervakken. Zo wordt inzichtelijk gemaakt welke baggermethodes in welke deelgebieden met welke intensiteit gebruikt worden en welke potentiele ecologische impact daarbij hoort. De grootste volumes in de Waddenzee worden gebaggerd met de methode zuigen/storten TSHD. Ook agitatiebaggeren is tussen 2016-2022 veelvuldig toegepast met grote volumes, maar na 2022 veel minder. De overige baggermethodes knippen, ploegen en injecteren betreffen veel kleinere volumes, maar lokaal voor specifieke gebieden zijn dit soms wel de dominant toegepaste baggermethodes. Voor nadere informatie wordt verwezen naar de presentatie.

Na afloop van de workshop van 12 september 2023 zijn in een volgende stap de volgende zaken toegevoegd aan de presentatie:

1. De natuurlijke achtergrond sedimentconcentraties in de Waddenzee als referentie voor de genoemde lokale pluim sedimentconcentraties van de verschillende baggermethodes;
2. De impact afstanden voor de baggerpluim en sedimentatie uit de expert judgement tabel voor de verschillende baggermethodes ruimtelijk geplot op kaarten van de bagger- en stortvakken met daarin ook aangegeven zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken. Zo wordt ruimtelijk en visueel een duidelijk overzicht gegeven van de potentiele ecologische impact van de verschillende baggermethodes in de verschillende deelgebieden van de Waddenzee.
3. Als extra product worden de impact afstanden voor baggerpluim en sedimentatie ook getoond op de ecotopenkaart. Dit levert druk en moeilijk af te lezen figuren op die intern bruikbaar zijn, maar niet goed geschikt zijn voor externe communicatie.

De natuurlijke sedimentconcentraties variëren ruimtelijk over de Waddenzee en over de seizoenen met hogere concentraties in de herfst en winter. Typische jaargemiddelde sedimentconcentraties in de Waddenzee aan het wateroppervlakte liggen in de range van ~25-100 mg/l, met lokaal en temporeel nog veel hogere natuurlijke waarden. N.B. nabij de bodem liggen de natuurlijke sediment concentraties hoger. Deze natuurlijke achtergrondwaarden kunnen gebruikt worden om de pluimconcentraties in Tabel 2.1 beter te kunnen duiden. Een kanttekening hierbij is dat deze natuurlijke achtergrond sedimentconcentraties tijdgemiddelde waarden zijn en de genoemde concentraties van de verschillende baggermethodes tijdelijk zijn. Hierbij maakt het nog uit wat de tijdsduur van baggeren en verspreiden is van de verschillende baggermethodes. Vrijwel continue baggeren in een baggervak geeft bijvoorbeeld weer andere effecten dan een baggervak waar slechts incidenteel kort gebaggerd wordt of een verspreidingslocatie waar sowieso slechts eens in de paar uur sediment verspreid wordt.

3.2 Samenvatting overlap potentiele ecologische impact baggerpluim en sedimentatie voetafdruk met zeegraslocaties en mosselbanken

In deze memo wordt nu per deelgebied in Tabel 3.1 samengevat welke ruimtelijke overlap er is tussen de potentiele ecologische impactzones van de baggerpluim en de sedimentatie

voetafdruk voor de verschillende baggermethodes en ecologische gevoelige gebieden van de zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken. De baggerpluim impact zone laat het oppervlakte zien waar potentieel verhoogde vertroebeling in de waterkolom optreedt door baggeren en de sedimentatie voetafdruk laat het oppervlakte zien waar potentieel het sediment op de bodem zich afzet. Voor meer gedetailleerde ruimtelijke informatie wordt verwezen naar de presentatie.

De potentiële beïnvloedingsafstand van baggerpluim en sedimentatie voetafdruk zijn bepaald o.b.v. expert judgement. Dit is gedaan zonder individuele baggeroperaties en lokale sturende invloeden van bodemligging en getijstroming mee te nemen. In werkelijkheid zal een pluim bijvoorbeeld door het getij slechts lokaal in één richting invloed hebben, maar in de figuren is simpelweg eenzijdige invloedafstand geplot. Hiermee wordt een worst case situatie aangenomen. De potentiële ecologische impactzone van geluid en verstoring is niet meegenomen in deze figuren. In Tabel 3.1 is de mate van vertroebeling niet meegenomen, maar in de presentatie staan de karakteristieke SPM waarden van de baggerpluim en de locatie in de waterkolom wel aangegeven en kunnen dan ook meegewogen worden in de mogelijke ecologische impact.

Tabel 3.1 Ruimtelijke overlap potentiële ecologische impact zone baggerpluim en/of sedimentatie voetafdruk met zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken voor verschillende deelgebieden (N.B. niet elke baggermethode is praktisch toepasbaar in elk van de genoemde gebieden, met name ploegen en injecteren zijn lang niet overal toepasbaar, zie ook de nadere toelichting bij elke baggermethode aan het begin van deze memo)

Baggermethode	Ruimtelijke overlap?			
	Marsdiep	Vlie	Borndiep	Friese Zeegat
Agiteren	Ja	Ja	Ja	Ja
Injecteren (water injectie baggeren)	Nee	Beperkt	Ja	Beperkt
Knijpen	Nee	Beperkt	Ja	Beperkt
Ploegen	Nee	Nee	Nee	Nee
Sleephopperzuiger TSHD	Nee	Beperkt	Ja	Ja

Op basis van de ecologische impact scores in Tabel 2.1 en de ruimtelijke overlap van de baggerpluim en/of sedimentatie voetafdruk met zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken voor de verschillende deelgebieden in Tabel 3.1 komt het volgende beeld naar voren:

- De sleephopperzuiger TSHD is een efficiënte methode die veel wordt toegepast in de Waddenzee. Dit is logisch om grote volumes te kunnen baggeren, maar geeft ook een grote baggerpluim en veel bodemberoering. Voor deelgebieden Vlie, Borndiep en Friese Zeegat is er soms of vaak ruimtelijke overlap tussen de baggerpluim en/of sedimentatie voetafdruk van de TSHD met zeegraslocaties en mosselbanken. Op deze plekken zou dan ook goed gekeken moeten worden of deze baggermethode ecologisch acceptabel is of verminderd moet worden met mitigerende maatregelen. Bodemberoering van een TSHD scoort (-) en verstoring een (0).
- Agiteren is een methode die ook hoge producties kan bereiken en die in het verleden veelvuldig is toegepast in de Waddenzee. Hiervoor zal goed bekeken moeten worden of deze methode voor de verschillende gebieden wel morfologisch effectief is, en of er niet te veel sediment direct weer terugstroomt naar de vaarweg. De baggerpluim veroorzaakt door deze methode heeft een grote potentiële impactzone waarvan de vraag is of dit voor de verschillende deelgebieden ecologisch acceptabel is of verminderd moet worden met mitigerende maatregelen. Bodemberoering van agiteren scoort (-) en verstoring (-).
- Knijpen is een methode met relatief lage productie die voor specifieke toepassingen zoals baggeren van geulwanden of hoekjes van havens nuttig kan zijn en waarvan voor deelgebieden Vlie, Borndiep en Friese Zeegat de ecologische impact uit de baggerpluim en/of sedimentatie voetafdruk in meer detail beschouwd dient te worden. Bodemberoering van knijpen scoort (-) en verstoring (-).

- Ploegen is een methode die in aanwezigheid van lokale ondieptes nuttig kan zijn indien deze met een ploeg uitgevlakt kunnen worden zodat de vereiste waterdiepte gehaald wordt. Een punt van aandacht bij deze methode is de morfologische effectiviteit en onzekerheid over welke producties er behaald worden. Gezien de kleine baggerpluim en sedimentatie voetafdruk heeft baggermethode ploegen bij geen van de deelgebieden ruimtelijke overlap met zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken. Bodemberoering van ploegen scoort (-) en verstoring (-).
- Water Injectie Baggeren is een interessante, relatief nieuwe, baggermethode die hoge producties kan behalen met lage kosten en emissies. De baggerpluim en sedimentatie voetafdruk van WIB zijn relatief beperkt, maar in deelgebied Vlie, Borndiep en Friesche Zeegat kan er potentieel wel overlap zijn met zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de baggerpluim en sedimentatie voetafdruk van WIB alleen in de diepe delen (vaargeulen) blijft, maar dat die nuance niet is meegenomen in de huidige worst-case benadering. Bodemberoering van WIB scoort (+) en verstoring (+). WIB kan alleen gunstig toegepast worden indien er lokaal een diep gedeelte of hoog-dynamisch gebied is om het sediment naar toe te laten lopen via de dichtheidsstroming, zodat retourstroming en lokale toename van de vertroebeling beperkt blijft. Gezien de potentiële voordelen van WIB op het gebied van kosten, emissies, bodemberoering en verstoring verdient deze methode nader onderzoek of praktijkproeven om uit te zoeken in welke gebieden deze techniek nuttig toe te passen zou zijn.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Met deze memo en bijbehorende presentatie is de samenhang geïnventariseerd van een eerste en vanuit techniek geredeneerd inschatting van de potentiële ecologische impact van de (in de Waddenzee toegepaste) baggermethodes met de te baggeren volumes van een deelgebied en de nabijheid van verschillende ecologische sensitieve gebieden. Van elke baggermethode is een kwalitatieve score voor de ecologische impact gegeven o.b.v. expert judgement voor de facetten: morfologische effectiviteit per m³; energieverbruik per m³; vertroebeling waterkolom; pluimkarakter tijdens baggeren; bodemberoering; verstoring.

Voor de worst-case potentiële impactzone van de baggerpluimen en sedimentatie voetafdruk van de verschillende baggermethodes zijn kaarten opgeleverd met de ruimtelijke overlap van de baggerpluim en/of sedimentatie voetafdruk met zeegraslocaties en mossel- en oesterbanken. Deze ruimtelijke overlap geeft per deelgebieden voor elke baggermethode aan wat de potentiële ecologische impact is voor deze aspecten.

Op deze wijze vormt dit werk een eerste aanzet om de ecologische impact van de verschillende baggermethodes in de Waddenzee met elkaar te vergelijken en ook tot optimalisaties in de inzet van verschillende baggertechnieken te komen. Een nadere verfijning voor een nauwkeurigere en vollediger ecologische impact beschouwing van het baggerwerk in de Waddenzee is nodig en hiervoor worden onderstaande aanbevelingen gegeven.

4.2 Aanbevelingen

Dit werk vormt slechts een eerste aanzet tot de bepaling van de ecologische impact van de verschillende baggermethodes in de Waddenzee. Het wordt aanbevolen om voor een vollediger beschouwing van de ecologische impact van het baggerwerk in de Waddenzee ook de volgende punten mee te nemen:

- Een inventarisatie te maken van alle relevante ecologische receptoren in het Waddenzeegebied die negatief beïnvloed kunnen worden door baggeren en de studie

hiervoor uit te breiden met alle relevante negatieve invloeden van baggeren (bijv. ook onderwater- geluid);

- Per baggertechniek de terugkeerfrequentie en beïnvloede oppervlakte per baggervak mee te nemen;
- Voor kritische gebieden en baggeroperaties in meer detail de pluimverspreiding en sedimentatie te modelleren om de alzijdige, worst-case benadering uit het huidige werk te verfijnen;
- Verder onderscheid te maken in kortdurende lokale grotere piekeffecten en langdurige grootschalige kleinere effecten ook in combinatie met seizoenale effecten;
- Verder onderzoek te doen naar de optimale afstand tussen bagger- en verspreidingslocaties in de Waddenzee voor aspecten als ecologische impact, energiegebruik/uitstoot en kosten. Wordt er nu bijvoorbeeld lokaal bij Holwerd en Harlingen een turbiditeitsmaximum gegenereerd door veel slib in te vangen in de onnatuurlijk diepe vaarwegen en haven die vervolgens na het baggeren lokaal verspreid wordt? Wordt er wellicht inefficiënt te veel gebaggerd omdat er meer retourstroming is door de baggerspecie dichtbij te storten i.p.v. dit verder weg te brengen?;
- Verder onderscheid te maken in sedimenttype (zand en slib) en baggermethode op het gebied van de variabele relatie tussen gebaggerde m³ en TDS en de resulterende ecologische impact;
- Doorvertaling te maken van de eerste orde directe impact van baggeren naar andere ecologische processen en parameters. Bijvoorbeeld een doorvertaling van de impact van baggerpluim-vertroebeling op de primaire productie, doorvertaling naar habitataantasting, impact op bodemfauna en hersteltijd voor bodemdieren en mate van beïnvloeding van de natuurlijke dynamiek.

5 Referenties

CEDA (2022). Energy Efficiency Considerations for Dredging Projects and Equipment. An Information Paper.

Deltares (2020). Modelling slibdynamiek voor de Waddenzee. Kalibratie voor KRW slib, rapport nummer 11205229-001-ZKS-0001, 12-06-2020