

ONDERWERP

Slib in de Waddenzee - KRW, PAGW en modelstudies

ONZE REFERENTIE

084043130 0.1

DATUM

17 december 2019

VAN

Jelmer Cleveringa, Petra Dankers

AAN

Jaco Doze, Lies van Nieuwerburgh

KOPIE AAN

Ernst Lofvers, Herman Mulder, Almer de Swaaf (RWS), Nicky Villars, Julia Vroom, Bob Smits (Deltares)

Aanleiding

Door Deltares, Royal HaskoningDHV en Arcadis wordt in opdracht van RWS een samenhangend werkpakket uitgevoerd rond slib in de Waddenzee in relatie tot de Kaderrichtlijn Water (KRW). De Kaderrichtlijn Water is in december 2000 in werking getreden en omvat bindende kaders voor bescherming en duurzaam gebruik van oppervlaktewater. Het werk rond de KRW kan niet los worden gezien van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Dit is het rijksbrede programma van projecten om de ecologische kwaliteit van de grote wateren, waaronder de Waddenzee, te versterken. In dit kader wordt gestreefd naar het verminderen van drukfactoren (baggeren, recreatie, suppleren, kabels) in het waddengebied, het herstel van natuurlijke processen en het verzachten van de randen van het Wad.

In het voorliggende memo worden de twee vragen rond slib in de Waddenzee in relatie tot de KRW en de PAGW geformuleerd. De eerste vraag wordt beantwoord. Voor de tweede vraag wordt in dit memo duidelijk gemaakt hoe in de toekomst de antwoorden worden gegeven.

De twee vragen uit het plan van aanpak van het KRW slib programma¹ zijn:

1. In hoeverre biedt de nieuwe kennis zicht op de noodzaak van het formuleren van praktische toepasbare indicatoren en/of doelen of normen op het gebied van slib?
2. Zijn beheermaatregelen om te sturen op de slibhuishouding van de Waddenzee denkbaar en zo ja, wat voor type maatregelen betreft het dan?

De tweede vraag passen we vanwege de PAGW aan en breiden we uit tot:

- 2a. Welke mogelijkheden en beperkingen komen voort uit de slibdynamiek in de Waddenzee voor verschillende typen maatregelen, oftewel, zijn er meer en minder voor de hand liggende maatregelen en locaties, als wordt gekeken naar het slib?
- 2b. Wat zijn de gevolgen van mogelijke maatregel(-en) voor de slibdynamiek?

Vraag 1: Normering slib

De eerste vraag is: In hoeverre biedt de nieuwe kennis zicht op de noodzaak van het formuleren van praktische toepasbare indicatoren en/of doelen of normen op het gebied van slib?

Indicatoren hebben een signaalfunctie over het functioneren van het watersysteem. Bij normen gaat het om het vaststellen van een grens of grenzen aan wat toelaatbaar is. In bijlage 1 zijn enkele KRW-indicatoren overgenomen uit de factsheet Waddenzee van het Waterkwaliteitsportaal, ter illustratie van het gebruik van indicatoren in relatie tot normen in de KRW. In het kader van de KRW zijn momenteel geen indicatoren of normen ten aanzien van slib vastgesteld voor de Waddenzee.

Ook de laatste inzichten geven geen reden om indicatoren of normen voor slib vast te stellen. De vertroebeling in de Waddenzee is erg dynamisch, met grote fluctuaties (factor 2) over lange periode (aantal jaren tot decennia). De tijdschaal waarop dergelijke veranderingen plaatsvinden is te lang om hier effectief op te sturen. De

¹ Werkplan KRW slib 2019-2020, Deltares 13 maart 2019.

bestaande indicatoren onder de KRW, in relatie tot de vastgestelde normen, bieden daarnaast voldoende handvatten voor het vaststellen van en sturen op de waterkwaliteit en de ecologie.

Relatie waterkwaliteit en ecologie en slibparameters

Parameters die direct betrekking hebben op slib in de Waddenzee zijn de slibconcentratie in het water, het slibgehalte in de bodem en de bruto en netto fluxen tussen water en bodem. Een ecologische parameter die is gekoppeld aan het slib is het lichtklimaat (doorzicht, lichtindringing). Het slibgehalte van de bodem, of bodemsamenstelling is ook een belangrijke abiotische factor voor de ecologie. Mogelijk is de aanwezigheid van microfytobenthos omgekeerd ook een belangrijke factor voor het slib in de Waddenzee.

De reguliere monitoring (MWTL) omvat parameters, zoals het gehalte zwevend stof in de waterkolom en doorzicht, die in principe bruikbaar zijn voor de ecologische impact van het slib. De SIBES metingen geven informatie over het slibgehalte van de bodem van de platen. In aanvulling daarop zijn metingen aan de het slibgehalte van het sublitoraal (SUBES) gewenst voor het verkrijgen van een volledig beeld. Bij voorkeur worden de metingen van het slibgehalte van de bodem vast onderdeel van een meetprogramma en komen de geanalyseerde data ook beschikbaar.

Vraag 2: Beheerstrategieën en -maatregelen

De tweede vraag rond de maatregelen bestaat uit twee delen: Welke mogelijkheden en beperkingen komen voort uit de slibdynamiek in de Waddenzee voor verschillende typen maatregelen, oftewel, zijn er meer en minder voor de hand liggende maatregelen en locaties, als wordt gekeken naar het slib? En wat zijn de gevolgen van mogelijke maatregel(-en) voor de slibdynamiek?

Maatregelen omvatten een brede range van mogelijke ingrepen, van het verminderen van drukfactoren tot het uitbreiden van het Waddengebied voor het realiseren van geleidelijke overgangen in zoet-zout. Het antwoord op de kennisvragen over PAGW maatregelen in relatie tot slibdynamiek kan nog niet worden gegeven in dit memo. Enerzijds is het antwoord namelijk sterk afhankelijk van het type maatregel en de locatie waar deze is bedacht. Anderzijds is het instrumentarium voor het beantwoorden van de kennisvraag nog niet klaar.

Hieronder worden (genummerd) de nu in beeld zijnde maatregelen benoemd. Daarbij wordt steeds benoemd welk instrumentarium nodig is voor het geven van antwoorden op de kennisvragen. Na de maatregelen wordt iets dieper ingegaan op dat instrumentarium.

1. Maatregelen gericht op het beperken van drukfactoren

Diverse drukfactoren kunnen van invloed zijn op het (ecologisch) functioneren van de Waddenzee via het slib. Activiteiten die via het slib raken aan het functioneren van de Waddenzee zijn onder andere:

- Baggeren en verspreiden van baggerspecie ten bate van het gebruik van vaarwegen en havens (vanuit de functie toegankelijkheid);
- Beheer van de kwelders en zomerpolders (vanuit de functies natuur en veiligheid tegen overstromingen);
- Aanleg (ingraven) van kabels en leidingen (onder andere voor de nutsvoorzieningen van de Waddeneilanden en voor de verbinding van het vasteland met offshore windparken);
- Zandsuppleties (vanuit de functie veiligheid tegen overstromingen).

Van deze bestaande activiteiten en eventuele nieuwe/alternatieve maatregelen worden de eventuele gevolgen voor de slibhuishouding van de Waddenzee beschouwd op basis van het nieuwe denkmodel van het systeemfunctioneren (zie bijlage 2 voor een samenvatting van het denkmodel). Daarmee wordt ook duidelijk in hoeverre het veranderen van dergelijke drukfactoren doorwerkt in de Waddenzee. Voor het kwantificeren van de gevolgen op de slibdynamiek is een numeriek modelinstrumentarium geschikt. Met een numeriek model kunnen veranderingen in het SPM-gehalte in de waterkolom (van belang voor vertroebeling en doorzicht en dus de ecologie) en het bodemslibgehalte (ook van belang voor de ecologie) en eventueel sliberosie/-sedimentatie worden ingeschat op basis van formuleringen van de fysische processen. Het nieuwe Delft3D-FM slibmodel dat ontwikkeld wordt in dit KRW slib project omsluit het conceptuele denkmodel voor het systeemfunctioneren, en is een goed middel om gevolgen van maatregelen op de korte termijn (binnen het jaar en maximaal gedurende de enkele jaren) in te schatten. Voor kwantitatieve bepaling van de morfologische veranderingen (op tijdschalen van jaren tot tientallen jaren), die met name bij het beheer van de kwelders spelen, zijn andere modellen (ASMITA, morfologische Delft3D modellen) geschikt.

2. Maatregelen gericht op mitigatie van drukfactoren

Mogelijk heeft het bergen van slib, door het creëren van nieuwe sinks in de waddegebied (bijvoorbeeld door het tijdelijk openstellen van zomerpolders voor water uit de Waddenzee) en het afvoeren van slib uit de Waddenzee (door het slib achter de dijk toe te passen) minder lokale herverdeling tot gevolg. Pilots met bio-bouwers kunnen worden ingezet om de mogelijkheden tot extra vasthouden van slib in de Waddenzee te verkennen. Hier is overigens al aan gerekend als het gaat om de invloed van mosselbanken². Over het algemeen zijn mosselbanken geschikt om het slib gedurende een kortere periode vast te houden, maar onder stormomstandigheden kunnen grote hoeveelheden slib weer in suspensie worden gebracht. Voor de succesvolle inzet van zeegras als biobouwer zal eerst duidelijk moeten worden of de omstandigheden in de Waddenzee de groei van zeegras toelaat. Pilots in de Eems-Dollard laten veelbelovende resultaten zien met het afvoeren van slib of gebruik elders. De invloed van deze maatregelen op de slibhuishouding van het estuarium zijn met modellen bepaald. De gevolgen in het veld zullen de komende jaren duidelijk worden. Uitkomsten hieruit kunnen aanleiding zijn om het beheer in de Wadden aan te passen en bijvoorbeeld meer te gaan richten op binnendijkse toepassing. Dergelijke maatregelen moeten dan nog wel “op maat” worden gemaakt voor de specifieke condities in de Waddenzee.

Voor het bepalen van de gevolgen van mitigerende maatregelen voor het slib zijn in principe dezelfde instrumenten beschikbaar als voor het bepalen van de effecten van de drukfactoren.

3. Maatregel geleidelijke zoet-zout overgangen

Geleidelijke overgangen van zoet naar zout kunnen worden ingericht naast de bestaande spuiocaties, zoals wordt gedaan met de vismigratierivier naast de spuisluis bij Kornwerderzand, in plaats van bestaande spuiocaties, of in aanvulling daarop, door het herinrichten van binnendijkse gebieden. Bij ingrepen die zijn gericht op het creëren van meer geleidelijke zoet-zout overgangen, wordt de aanvoer van slib door spuien van zoetwater (via het mechanisme van estuariene circulatie) beïnvloed. Het is dan sterk afhankelijk van de setting op welke termijn de slibdynamiek het functioneren van de zoet-zout overgang gaat beïnvloeden. In een gebied met relatief diep water en relatief lage slibconcentraties in het water (zoals de omgeving van de Afsluitdijk) duurt het langer voordat het slib de morfologie (en daarmee de dynamiek) van de zoet-zoutovergang gaat veranderen, dan in gebieden die relatief ondiep zijn en veel slib in het water hebben (zoals nabij Holwerd).

De beantwoording van vragen over de invloed van slib op dit type maatregelen op het slib leent zich naast de inzet van expert-judgement voor analyse met numerieke modellen. Voor de water- en slibdynamiek op de korte termijn (binnen het jaar en maximaal gedurende de enkele jaren) is het nieuwe Delft3D-FM slibmodel (zie boven) geschikt. Op basis van de resultaten kan in combinatie met expert-judgement een eerste schatting worden gemaakt van de morfologische veranderingen. Voor kwantitatieve bepaling van de morfologische veranderingen (op tijdschalen van jaren tot tientallen jaren) zijn andere modellen (ASMITA, morfologische Delft3D modellen) geschikt.

4. Maatregel landschappelijke gradiënten

Bij ingrepen die zijn gericht op het creëren van landschappelijke gradiënten, bijvoorbeeld door het bieden van ruimte voor de ontwikkeling van pioniervegetatie en nieuwe kwelders in combinatie met een vergroting van de komberging, wordt de slibdynamiek beïnvloed. Deze ruimte kan worden geboden door het aankoppelen van nieuwe gebieden binnendijks, het herstel van verbindingen buitendijks door het (tijdelijk) aansluiten van zomerpolders op slenken en ook door het afgraven van bestaande kwelders. Een grotere komberging betekent ook grotere geulen, waardoor deze geulen in ieder geval tijdelijk veranderen in bronnen van sediment en aanslibbing verminderd (i.e. daarom moet de komberging vergroot en niet verkleind worden met het stimuleren van kweldergroei). Daarbij vormen de gebieden met ruimte voor pioniervegetatie en nieuwe kwelders sinks voor de berging van slib. De mate waarin dit gebeurt is sterk afhankelijk van de omvang van de ingreep. Het aankoppelen van het Lauwersmeergebied heeft logischerwijs een veel grotere invloed op de komberging dan het -tijdelijk- aansluiten van een enkele zomerpolder.

Het nieuwe slibmodel kan worden gebruikt voor het berekenen van de gevolgen voor de slibdynamiek op de korte termijn (binnen het jaar, gedurende enkele jaren), terwijl voor de gevolgen voor de morfodynamiek op de langere termijn (jaren tot tientallen jaren) andere modellen geschikt zijn.

5. Combinaties van maatregelen

² Van Leeuwen, B., D.C.M. Augustijn, B.K. van Wesenbeeck, S.J.M.H. Hulscher & M.B. de Vries, 2010. Modeling the influence of a young mussel bed on fine sediment dynamics on an intertidal flat in the Wadden Sea. Ecological Engineering, volume 36, p.145-153.

In veel gevallen zullen maatregelen bestaan uit een combinatie van bovenstaande maatregelen. In die gevallen is ook sprake van een combinatie van effecten op de slibdynamiek. De opmerkingen over de toepasbare instrumenten voor het bepalen van de gevolgen van de verschillende maatregelen dienen hiervoor te worden gecombineerd.

6. Gevolgen van autonome veranderingen

In het waddengebied spelen autonome veranderingen die van invloed zijn op de slibdynamiek. Sedimentatie op de kwelders is een voorbeeld van zo'n autonome verandering. Het gevolg van deze autonome verandering voor de slibdynamiek is dat de opslagfunctie van deze kwelders in de loop van de tijd afneemt, tenzij deze zich lateraal uitbreidt, wat in de Waddenzee nauwelijks gebeurt. In combinatie met de autonome veroudering van de vegetatie (successie) betekent het dat de ecologische waardering van deze kwelders afneemt. Deze autonome veranderingen zijn van invloed op de werking en ontwikkeling van de maatregelen. Sommige van deze autonome veranderingen zijn mede afhankelijk van externe drivers, zoals de snelheid van zeespiegelstijging en veranderingen in het klimaat. Voor het beschouwen van de maatregelen is het belangrijk om in beeld te hebben welke autonome ontwikkelingen van invloed zijn en in hoeverre deze afhankelijk zijn van externe drivers. Door de autonome veranderingen zonder en met maatregelen te vergelijken kan de toegevoegde waarde van de maatregelen worden bepaald. Hiervoor dienen de modellen te worden gebruikt, zoals deze worden toegepast voor het bepalen van de gevolgen van de maatregelen. Wel dienen de modellen eerst gekalibreerd/gevalideerd te worden om dergelijke autonome veranderingen te kunnen voorspellen (zoals meegroei met zeespiegelstijging). Voor het voorspellen van vegetatiegroei is zelfs een uitbreiding van het modelinstrumentarium vereist.

Het beschikbare instrumentarium

Kwalitatieve gevolgen: Voor het vaststellen van de eerste orde gevolgen van verschillende typen maatregelen op verschillende plekken in het waddengebied bieden de conceptuele modellen voor de slibdynamiek (hierboven beschreven) en voor de morfodynamiek (zie bijvoorbeeld Wang et al., 2017) de basis. Hiermee kan worden beredeneerd welke effecten zullen optreden op de korte en de lange termijn (dat laatste met inbegrip van de invloed van versnelde zeespiegelstijging). Op kwalitatieve wijze wordt hiermee inzicht gegeven in de mogelijkheden (en onmogelijkheden) van verschillende maatregelen.

Kwantitatieve gevolgen korte termijn: Voor het vaststellen van de kwantitatieve gevolgen van maatregelen op de termijn van maanden tot enkele jaren kan in de toekomst gebruik worden gemaakt van het nieuwe slibmodel, dat wordt ontwikkeld in het kader het KRW-slibprogramma. De hier geschetste voorbeelden van maatregelen (wegnemen drukfactoren, toevoegen komberging t.b.v. herstel hoogte gradiënten, herstel zoet-zout gradiënten) vormen goede cases om de toepasbaarheid van dit nieuwe instrumentarium te toetsen maar vooral ook om meer zicht te krijgen in de effecten van de voorgestelde maatregelen op de slibhuishouding en daarmee op de morfologie en ecologie van de Waddenzee.

Kwantitatieve gevolgen lange termijn: Voor het vaststellen van de kwantitatieve gevolgen op de lange termijn is het bestaande model instrumentarium Asmita direct beschikbaar en kunnen morfologische berekeningen in Delft3D (zand en slib) worden opgezet. In Asmita wordt, in aanvulling op het bestaande instrumentarium, gekeken naar het opnemen van slib in de berekeningen voor de Waddenzee.

Naar beantwoording van kennisvraag 2

In het vervolg van de werkzaamheden in 2020 wordt het nieuwe slibmodel voor de Waddenzee verder ontwikkeld, zodat het toepasbaar wordt voor de beantwoording van vragen over de kwantitatieve gevolgen op de korte termijn. Hiertoe zal een keuze moeten worden gemaakt uit een aantal beheermaatregelen. Deze worden doorgerekend met het nieuwe slibmodel, zodat inzichtelijk wordt hoe de maatregelen ingrijpen op waterbeweging en slibdynamiek zonder morfologische terugkoppeling en of dit tot wenselijke resultaten leidt. De keuze voor de maatregelen en de modelscenario's zal in het begin van 2020 worden gemaakt tijdens een discussiebijeenkomst met specialisten en de opdrachtgever.

In 2020 zal ook het conceptuele model worden geactualiseerd op basis van de inzichten die door nieuwe metingen, analyses en modelstudies worden verkregen.

Bijlage 1. Indicatoren KRW Waddenzee

Hieronder een onderdeel uit de Factsheet KRW voor de Waddenzee:

https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/General/DownloadFile?path=CustomReports/December2018Publiek/Oppervlaktewater/factsheet_OW_80_Ministerie_van_Infrastructuur_en_Milieu_Rijkswaterstaat_2018-10-16-03-45-28.pdf

Factsheet KRW v3.63	Versie: tussentijdse versie
Naam waterlichaam: Waddenzee	aangemaakt: 16-10-2018 om 3:45 u.
Code waterlichaam: NL81_1	pagina 1 van 603
















Toelichting:






Binnen de KRW maatregel 'Onderzoek slibhuishouding Waddenzee' wordt onderzocht in hoeverre belasting als gevolg van baggerwerkzaamheden (vaargeulen, havens) en/of de visserij significant is. Op basis van het Eems-Dollardverdrag is Duitsland beheerder van de hoofdvaarweg die deels op Nederlands grondgebied ligt. De belasting "baggeren van de vaarweg" vindt daarom voor het grootste deel plaats onder Duitse verantwoordelijkheid.

3. Toestand

Dit onderdeel beschrijft doelen en toestand (S) van het waterlichaam. Daarbij wordt gemotiveerd indien wordt afgeweken van nationaal vastgestelde doelen en indien de toestand achteruit gaat. Duidelijk wordt voor welke biologische groepen en stoffen het waterlichaam niet voldoet (I). De prognose 2027 is een eerste ambtelijke inschatting. Deze prognose is geen onderdeel geweest van de ontwerp-plannen en daarom nu niet overal bestuurlijk vastgesteld.

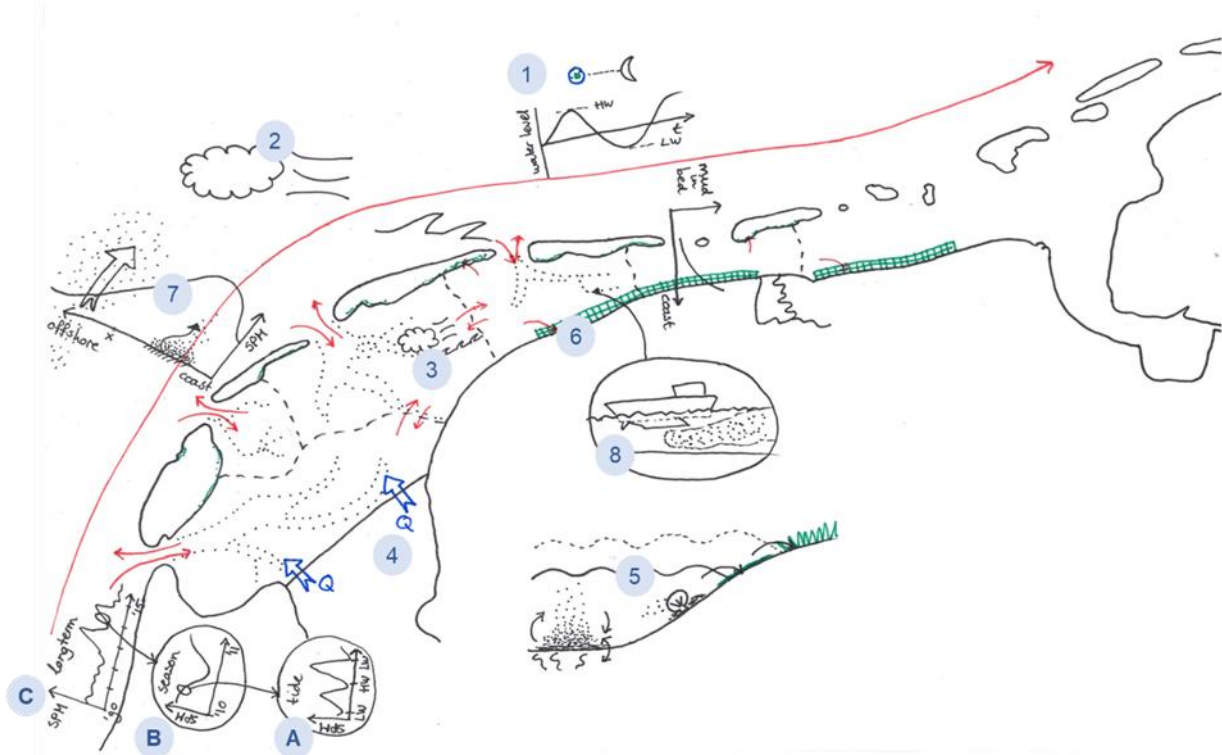
Ecologische toestand

Biologie	GEP	Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2018	Prognose 2021	Prognose 2027
Macrofauna (EKR)	≥ 0,60	 *				
Overige waterflora (EKR)	≥ 0,60	 *				
Vis (EKR)	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton (EKR)	≥ 0,60	 *				

Legenda:  blauw = zeer goed / voldoet  groen = goed  geel = matig  oranje = ontoereikend
 rood = slecht / voldoet niet leeg = geen gegevens

Bijlage 2. Het conceptuele model³

In 2018 is de aanzet voor een denkmodel over slib in (het water en de bodem van) de Waddenzee uitgewerkt. Dit denkmodel geeft (deels) nieuwe inzichten en laat zien waar de kennisleemtes zijn in het begrip van slib in de Waddenzee in relatie tot het morfologisch en ecologisch functioneren. Het conceptuele model is schematisch weergegeven in de onderstaande overzichtsfiguur met de belangrijkste processen in de Waddenzee en de aangrenzende Noordzee weer. De nummers in deze figuur worden hieronder toegelicht.



Het conceptueel model heeft drie tijdschalen (kort, middel en lang) en drie invloedsfactoren (hoeveelheid slib, slibeigenschappen en hydrodynamica) voor de slibdynamiek.

- Op de korte tijdschaal (uren tot dagen, A) wordt de slibdynamiek gedomineerd door de hydrodynamica (1: getij; 2: windsterkte en -richting; 3: golven), gegeven de aanwezige hoeveelheid slib en de eigenschappen hiervan.
- Op de middellange tijdschaal (weken tot enkele jaren, B) kunnen de hoeveelheid en eigenschappen van slib gaan variëren door fysische (onder andere 4: aanvoer zoetwater) en biologische invloeden (5) en hierdoor neemt de complexiteit toe.
- Op de lange tijdschaal (vele jaren C) komt hier nog de interactie met morfologische ontwikkeling (onder andere 6: de uitbreiding van kwelders) bij.

De slibconcentratie in de waterkolom en de slibfractie in de bodem worden bepaald door de interactie van deze invloedsfactoren op verschillende tijdschalen. De verblijftijd van slib in de Waddenzee bepaalt op welke tijdschaal de hoeveelheid slib wezenlijk varieert en deze verblijftijd is vermoedelijk meerdere jaren. De analyse van de toestand van de Waddenzee m.b.t. slibdynamiek en de implicaties voor KRW-doelen moet tenminste op deze tijdschaal plaatsvinden. Het belang van slib voor ecologische doelen is nog niet verder uitgewerkt, maar lichtklimaat en bodemsamenstelling zijn in ieder geval twee belangrijke koppelingen.

In meer detail is aangetoond dat slib een belangrijke rol speelt in de morfologische processen op langere termijn in de Waddenzee. In sedimenten met relatief hoog slibgehalte draagt slib aanzienlijk bij tot het totale sedimentvolume. De tweedeling in de sedimenttypes suggereert dat hiervoor alleen de zeer slibrijke afzettingen

³ Deze paragraaf is ontleend aan de Nederlandse samenvatting in het Deltares rapport 11202177-000-ZKS-0011. (P. Herman et al., 2018. Mud dynamics in the Wadden Sea. Towards a conceptual model.)

echt van belang zijn. Dit is het geval in tientallen procenten van het totale intertidale areaal van de Waddenzee, nog exclusief de kwelders. Slibsedimenten zetten zich op andere plaatsen af dan zand, en ook om die reden is het meenemen van slib in de morfologische evolutie op langere termijn van groot belang. Daarnaast suggereren de resultaten dat slibafzettingen bij de vastelandskust, deels als gevolg van kwelderwerken, ook een uitstralend effect hebben op de aangrenzende zone van de Waddenzee en wellicht op de wantijen, omdat zij komberging reduceren en daardoor via de hydrodynamiek weer de dynamiek van slib verder beïnvloeden.

Het onderzoek heeft verder het belang aangetoond van de mesoschaal in de slibdynamiek, tussen de tijdschaal van het getij en die van de langjarige morfodynamiek. Het systeem beschikt over aanzienlijk langer geheugen, bv. in de SPM concentraties, dan op basis van getijdendynamiek verwacht zou worden. De suggestie is dat belangrijke buffers, misschien via fysisch-ecologische interactie en beïnvloed door relatief grootschalige processen als het weer, deze mesoschaal dynamiek bepalen. Het beter begrijpen van deze dynamiek is noodzakelijk als men de meerjarige trendcomponenten beter wil evalueren op hun belang voor het beleid.

Er is geen duidelijk causaal verband aangetoond tussen trends in het SPM van de Noordzee (7), en trends in de Waddenzee. Binnen beide systemen is er wel samenhang, wat suggereert dat er ruimtelijk grootschalige fenomenen aan ten grondslag liggen, maar tussen beide systemen zijn de fluctuaties verschillend. Ook is geen duidelijk verband gevonden met gedocumenteerde slibbronnen zoals zandwinning, storten van havenslib (8) en dergelijke. Voorlopig zijn hier geen voor de hand liggende aanwijzingen voor directe menselijke invloed gevonden.

Zoals genoemd is geen aandacht besteed aan effecten van slib, zowel SPM als slibgehalte in het sediment, op ecologische processen. Het omgekeerde, effect van ecologische processen op slibdynamiek, heeft aandacht gekregen in de vorm van onderzoek naar tijdsdynamiek van microfytobenthos in relatie tot de dynamiek van SPM en van slibgehalte in het sediment. De biomassa van het microfytobenthos correleert ruimtelijk zeer sterk met de verspreiding van slibgehalte in het sediment en de dynamiek van microfytobenthos correleert in de tijd, zeker op seizoens-schaal, zeer sterk met de dynamiek van SPM. Of dit op de langere tijdschaal ook zo is, blijft relatief onduidelijk omdat de tijdserie van microfytobenthos daarvoor te kort is. Het is anderzijds ook niet uitgesloten. Het microfytobenthos is een belangrijk kandidaat voor de veronderstelde 'bufferfunctie' die verantwoordelijk is voor het lange geheugen in het SPM.

Begrip van de tijdsdynamiek van SPM helpt om de tijdschaal vast te stellen waarop doelen van maatregelen worden gericht. Het lange geheugen van het systeem suggereert dat die op de tijdschaal van minimaal een decennium moeten worden gesteld, en dat jaar-tot-jaar variaties inherent zijn aan het systeem. Vragen naar het effect van slib op het ecologisch functioneren moeten ook op die tijdschaal worden benaderd.

Wat betreft beheerstrategieën moeten deze aangrijpen op een of meer van de drie invloedsfactoren (hoeveelheid slib, slibeigenschappen en hydrodynamica). Denk hierbij aan alternatieve spuiscenario's, alternatieve stortstrategieën voor baggerspecie of het onttrekken of vastleggen van slib d.m.v. luwtezones en bio-bouwers.

De bijdrage van slib aan de morfologische evolutie op langere termijn, en zeker ook het belang van de 'kwelderwerken' daarin, kan helpen om de context van praktische problemen zoals het onderhoud van vaarwegen beter te begrijpen. Het kan ook aanleiding zijn om de doelstellingen van het beleid aan te passen, zoals het zoeken naar oplossingen op basis van gebruik van slib voor civiele werken buiten het systeem.

Ook voor de verwachte effecten van versnelde zeespiegelstijging op de Waddenzee is de rol van slib in de morfologie van belang. Voorspellingen van bodemhoogte t.b.v. de hoogwaterveiligheid kunnen niet alleen gebaseerd zijn op zandtransport en -afzetting, maar moet ook de stabiliteit van kwelders en hun voorland in relatie tot de sedimentatie van slib onderzoeken.

Het lange geheugen van SPM in het systeem kan ook van belang zijn bij het bepalen van optimale strategieën voor het behandelen van baggerslib. Het terugstorten van dit slib kan aanleiding geven tot een verhoogde massa van SPM die lang in het systeem blijft hangen, wat misschien reden is te zoeken naar alternatieve behandelingen.