
Slib in het Markermeer

IJG-werkdocument 2006-20

**Francien van Luijn, Eddy Lammens
December 2006**

Implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water in het IJsselmeergebied

Slib in het Markermeer; feiten en vragen

| | |
|--|-----------|
| INLEIDING | 5 |
| BESCHRIJVING | 5 |
| WENSEN ECOSYSTEEM TAV SLIB | 8 |
| MOGELIJKE OPLOSSINGEN | 9 |
| VOORSTEL VOOR VERVOLG | 11 |
| VRAGEN VOOR ONTWERP PILOT LUWTEGEBIED | 12 |
| VERDERE VRAGEN | 13 |
| REFERENTIES | 15 |

Inleiding

Bij de ontwikkeling van het Markermeer speelt slib een belangrijke rol, zowel voor de ontwikkeling van het waterecosysteem (KRW) als voor de instandhoudingsdoelen van Natura 2000.

De grote hoeveelheid (opwervend) slib in het Markermeer zorgt voor problemen met de waterkwaliteit en ecologie:

- de (zwemwater)norm van 1 meter doorzicht is niet haalbaar
- verschillende KRW-kwaliteitselementen gaan achteruit (vissen, macrofauna [driehoeksmosselen!], waterplanten. Voor de ontwikkeling van een goed ecosysteem volgens KRW zijn meer waterplanten met bijbehorende macrofauna en visgemeenschap gewenst. Slib verhindert op het ogenblik door de invloed op het doorzicht de uitbreiding van waterplantvelden
- Door achteruitgang van de Driehoeksmossel gaat het slecht met kwalificerende soorten (mosseleeters) van de EU Vogelrichtlijn. Een spontaan herstel van de Driehoeksmossel populatie in het Markermeer is gezien de hoge slibconcentratie niet te verwachten. Hierdoor worden de instandhoudingsdoelen van mosseleterende watervogels niet gehaald.
- Ondanks onveranderd doorzicht in het midden van het Markermeer lijkt het doorzicht aan de randen langzaam achteruit te gaan. Verdere afname van doorzicht, met name in Gouwzee en bij Muiden heeft negatieve gevolgen voor de kranswielvelden, die onder de Habitatrichtlijn vallen (habitattypen H3140)

Ook de effectiviteit van veel mitigerende maatregelen valt of staat met de aan/afwezigheid van slib.

Deze notitie gaat daarom in op de samenhangende aspecten slib en doorzicht.

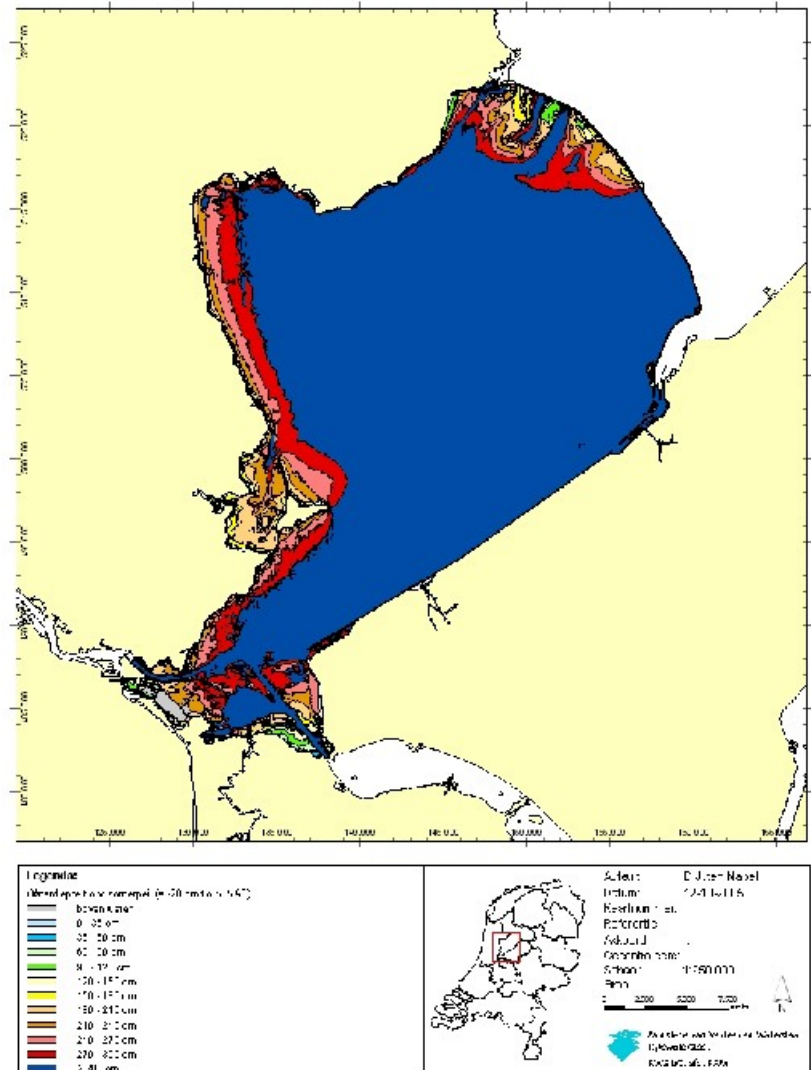
Andere aandachtspunten in het Markermeer zijn:

- afwezigheid van grootschalige waterplantgebieden
- afwezigheid moerasgebieden met geleidelijke land-waterovergangen
- vast peilbeheer
- achteruitgang van visetende watervogels door afname van de Spiering in zowel het Markermeer als het IJsselmeer.

Beschrijving

Slib

Inclusief de Gouwzee heeft het Markermeer een oppervlakte van circa 697 km². De bodem van het Markermeer vertoont weinig relief (figuur 1).



Figuur 1. Waterdiepten in het Markermeer

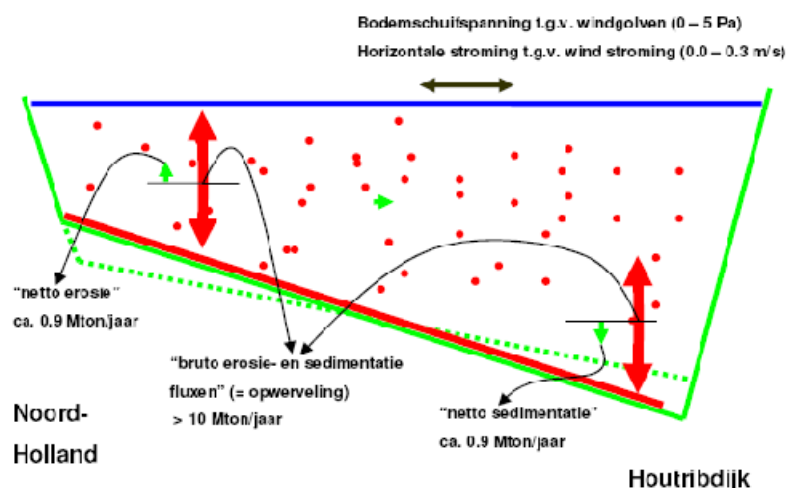
Het Markermeer is gemiddeld 3.9 m diep. De bodem bestaat voor het grootste deel uit klei en zware zavel. Langs de Houtribdijk bevindt zich zand en lichte zavel. Door de geringe diepte is de golfwerking van wind van grote invloed en is er een voortdurende afwisseling tussen opwerveling van slib en sedimentatie van opgewerveld slib. Het water is hierdoor troebel. Naast de wind heeft ook stroming invloed op de verspreiding van slib en zand.

Onder invloed van wind zorgt erosie van de kleibodem (voornamelijk in het westelijk deel van het meer, ca. 1/3 van het oppervlak van het meer) voor slibproductie. Dit slib vormt een mobiele laag die door wind gemakkelijk opwervelt. In het oosten van het meer vindt voornamelijk sedimentatie van dit opgewervelde slib plaats, maar ook consolidatie. Hierdoor is er vrijwel geen toename van de dikte van de mobiele sliblaag over het meer (Witteveen+Bos, 2005; WL/Haskoning, 2005).

Het slib is systeemeigen en voornamelijk anorganisch van aard: het Markermeer was al bezinkput van slib ten tijde van Zuiderzee door de relatief luwe ligging (Witteveen+Bos, 2005).

De afsluiting van de Zuiderzee, het indijken van de Flevopolders en tenslotte de aanleg van de Houtribdijk hebben het stromingspatroon in het oorspronkelijke bekken beïnvloed. Sinds dat voor aanleg Houtrib naar het IJsselmeer werd getransporteerd en via de Afsluitdijk naar de Waddenzee verdween of bezonk in diepe delen van het IJsselmeer blijft door aanleg van de Houtribdijk in het systeem.

Ook nam de stroomsnelheid bij harde wind af door vermindering van de op- en afwaaiing. Slibtransport vond voor aanleg van Houtribdijk en polders plaats via 2-3 neren, nu is er nog 1 neer. Dit heeft consequenties voor de verspreiding van het slib. Er treedt vereffening van het bodemprofiel op: de mobiele sliblaag op de bodem beweegt. Er is sprake van netto erosie aan de westkant en netto sedimentatie aan de oostkant: het meer vlakkt uit (figuur 2, WL/Haskoning, 2005).



Figuur 2. Schematische weergave van de fluxen in het Markermeer met de netto fluxen (groen) en de bruto erosie- en sedimentatiefluxen (rood)

Doorzicht

Over de periode 1972-1990 is het zomergemiddelde doorzicht en de gloeirest in de waterkolom niet significant afgenomen (Lammens, 1999). Aanleg van de Houtribdijk (1976) heeft dus geen meetbaar effect gehad op het doorzicht. Wel is er een grote variatie in doorzicht per punt en tussen de verschillende locaties. Op locaties met veel Driehoeksmosselen of macrofyten is het water veelal helderder (zie bv Hoornse Hop).

Door de sterke achteruitgang van de Driehoeksmosselen rond 1992 zijn wel veranderingen in doorzicht opgetreden (van Nes, juni 2005): het gemiddelde doorzicht is afgenomen van 40-50 cm tot 20-30 cm. Modelbenaderingen op basis van langjarige metingen van anorganisch en organisch materiaal, doorzicht en wind, laten zien dat bij een verdergaande nutriëntenreductie een maximaal doorzicht van circa 50 cm haalbaar is (Van Nes, 2005).

Een doorzicht van minimaal 2 meter (zoals beschreven in de referentie voor M21, een diep gebufferd meer) is voor een meer met een voornamelijk zandige bodem en waar wind invloed beperkt is. Dit is dus niet geschikt voor het Markermeer.

Het ecologisch perspectief (RIZA, 2006) laat verder zien dat een helder meer met een doorzicht van meer dan 2 meter ecologisch gezien ook minder gewenst is: een gradient van troebel naar helder (Markermeer -> IJsselmeer) geeft meer diversiteit en een gevarieerder IJsselmeergebied. De

huidige grote mate van troebelheid heeft echter een negatief effect op de ecologie.

Driehoeksmosselen

Tot de jaren '90 konden Driehoeksmosselen zich in het Markermeer handhaven, hoewel het doorzicht voor de Driehoeksmossel waarschijnlijk niet optimaal was (Noordhuis & Houwing, 2003). In 1992 is de Driehoeksmosselstand sterk achteruitgegaan, met een negatief effect op het doorzicht. Een directe oorzaak voor de achteruitgang is niet aangetoond. Noordhuis & Houwing (2003) tonen aan dat Driehoeksmosselen het moeilijk krijgen als de nutriëntenconcentraties laag en de slibconcentraties hoog zijn (doorzicht laag). Beide factoren zijn echter niet significant veranderd. Daarom zijn ook de strenge winters en vraat door vogels opgevoerd als extra factoren.

Na de sterke afname van mosselpopulaties is de afdekkende en stabiliserende werking van de mosselen verdwenen en komt het slib bij gelijke windsnelheid makkelijker in de waterkolom terecht. Dit is wel terug te zien: als gekeken wordt naar het zwevend stofgehalte bij een bepaalde windsnelheid is er na ca. 1992 een toename te zien. Bovendien is er dan ook een significante afname van het doorzicht waarneembaar is (zie bijlage Van Nes, 2005 figuur 8 en 9; Noordhuis, & Houwing, 2003 figuur 4.13 en pagina 66).

Wensen ecosysteem tav slib

Slib in het water is op zich geen negatieve eigenschap. Het is een natuurlijk verschijnsel dat in een groter merengebied de onderdelen verschillen in (onder meer) slibgehalte. Wanneer de slibgehalten echter erg hoog worden, dan gaat dit ten koste van de productiviteit en draagkracht van het gebied.

Differentiatie in helderheid van het water draagt bij aan een systeem dat voor verschillende soorten en onder uiteenlopende weersomstandigheden aantrekkelijk is. Door de te hoge slibgehalten worden de waarden nu echter sterk beperkt: lage biomassa van vis en driehoeksmossels en slechte bejaagbaarheid van de vis. In de ondiepe randzones lijden ook waterplanten (en de daarmee samenhangende levensgemeenschappen) onder de hoge slibgehalten.

Waar het om gaat is om een gradient in doorzicht te bewerkstelligen:

- zowel in het IJsselmeergebied: van Markermeer richting IJsselmeer
- als binnen het Markermeer: langs de randen helderder (90-100 cm) en in het midden gemiddeld 40-50 cm. Dit is ook het geval in natuurlijke(r) wateren met kleibodem (bv Vörtsjärv, Estland).

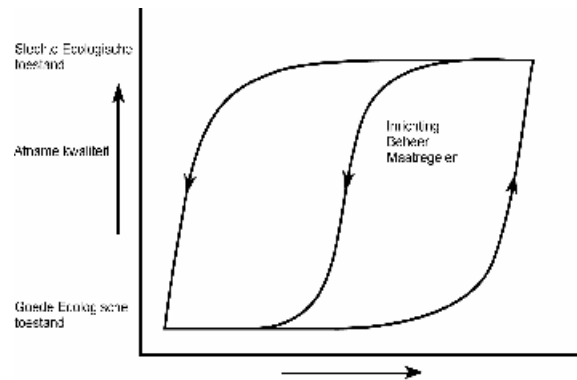
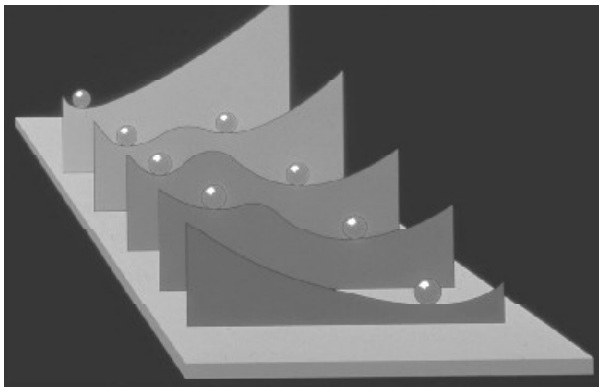
In de ondiepe heldere randen zijn er dan mogelijkheden voor de ontwikkeling/uitbreiding van kranswiervelden, waterplanten en driehoeksmosselen. Bij een toename van de Driehoeksmosselpopulatie kunnen ook vogelsoorten als Kuifeend, Nonnetje en Tafeleend zich weer herstellen.

Kanttekening: Het Markermeer is een relatief jong systeem dat nog steeds in ontwikkeling is > Was er sprake van een stabiele

Driehoeksmosselenpopulatie in het Markermeer, of was deze dusdanig instabiel dat een extra zetje voor een crash kon zorgen en er dus meer nodig is voor een terugkeer en stabiel systeem?

Mogelijke oplossingen

Je zou kunnen beargumenteren dat het Markermeer 2 stabiele toestanden kent. We zitten nu in de troebele situatie. Om een omslag te bereiken is veelal een grote inspanning vereist (zie figuur Marten Scheffer).



Om voor het Markermeer in een helderder situatie te komen, zou je bijvoorbeeld minimaal een jaar geen wind moeten hebben, zodat al het materiaal kan bezinken. Het blijft echter de vraag of we de Driehoeksmossel dan in grote aantallen terugkrijgen en of er zich grote waterplantenvelden zullen ontwikkelen? En wat, als er weer wind op steekt, blijft het meer dan helder? De waterplanten (een stabiliserende factor) sterven immers af in de winter.

Hierna worden mogelijkheden en effectiviteit van oplossingen genoemd om bovengenoemd ecosysteem te ontwikkelen en de doelen van KRW en Natura 2000 te bereiken.

- **Weghalen Houtribdijk**
Verwacht wordt dat bij het verwijderen van de Houtribdijk een klein deel van het slib richting IJsselmeer zal verschuiven, waar het op den duur een negatief effect zal hebben (vereffening bodem IJsselmeer door sedimentatie in diepe delen en uiteindelijk troebeling IJsselmeer). Het doorzicht in het Markermeer blijft tegelijkertijd zeer beperkt, omdat een groot deel van het slib achterblijft en blijft opwervelen onder invloed van wind. Tegelijkertijd zal door erosie van het ondiepere westelijk deel de slibmassa weer worden aangevuld
Conclusie: niet effectief en negatief voor kwaliteit IJsselmeer
- **Verdieping van het gehele Markermeer**
Door het gehele Markermeer integraal 2 meter te verdiepen, is er minder effect van windgolven, waardoor minder erosie en opwerveling optreedt.

Bij de huidige diepteverdeling en grootte van het gebied is een 'mobiele sliblaag' van slechts 5 mm voldoende om het huidige slechte doorzicht te krijgen. Het verdiepen van de gehele bodem/baggeren of afdekken van het slib moet om deze reden dan ook in een zeer korte doorlooperperiode gebeuren. Zodra het in fases plaatsvindt zal een deel van het slib worden ingevangen/verwijderd/afgedekt, maar de rest van het materiaal verspreidt zich opnieuw, waardoor het systeem troebel blijft. In één keer het hele meer op de schop nemen is technisch onmogelijk. In fases vindt verplaatsing van het slib plaats, dat vervolgens weer in de waterkolom terechtkomt.

Als de verdieping in fases wordt gekoppeld aan zandwinning geldt het volgende: de totale ophoogzandbehoefte van Nederland bedraagt circa 40 miljoen m³/jaar. Als deze gehele zandbehoefte in het Markermeer wordt geplaatst en het zand wordt gewonnen in een vak van 25-25 km en 30 m diep dan ben je circa 500 jaar bezig om het gehele Markermeer te verdiepen.

Conclusie: technisch niet mogelijk en uitgevoerd in fases niet effectief

- Verhogen waterstand

Zie bij verdieping. Om het effect van de wind teniet te doen moet de waterstand minimaal 2 meter omhoog.. Dit is niet te rijmen met de veiligheid van het achterliggende gebied.

- Verwijderen sliblaag

Om effectief te zijn moet de gehele mobiele sliblaag worden verwijderd, anders verspreid het overgebleven slib zich weer. Indien dit totale verwijderen al mogelijk zou zijn, geeft het bij de huidige diepteverdeling een tijdelijk effect, omdat door erosie een nieuwe mobiele sliblaag zal ontstaan.

Tegelijkertijd afdekken van de erosie gevoelige laag zou het ontstaan van een nieuwe mobiele sliblaag kunnen tegengaan. Het gaat echter om een zeer groot oppervlak, en er is veel materiaal voor nodig (uitgaand van 10 cm bedekking over 1/3 van het meer geeft 25 miljoen m³ zand) en door lange uitvoeringsduur mogelijk toch weer een nieuwe toplaag van mobiel slib waardoor het effect teniet wordt gedaan. Indien de erosie gevoelige laag wordt afgedekt, dan moet het gebruikte materiaal zelf niet gevoelig zijn voor erosie.

Conclusie: realisatie kans klein bij traditionele aanpak

- Aanleg diepe putten

Door de aanleg van diepe putten kan de mobiele slibmassa worden ingevangen, waardoor het doorzicht kan verbeteren. Op basis van lodingsgegevens is ingeschat wat de slibvoorraad in het Markermeer is. Vervolgens kan worden bepaald hoe groot de diepe put moet zijn om deze voorraad in te vangen (in totaal is ca. 37 miljoen m³ aan bergingsvolume nodig; Witteveen&Bos, 2005). Als nl. slechts een deel wordt ingevangen, zal dit materiaal weer voor troebeling kunnen zorgen. Indien wel al het materiaal wordt ingevangen, zijn aanvullende maatregelen nodig om de vorming van een nieuwe mobiele sliblaag door erosie van de ondiepe delen tegen te gaan of om dit slib in een nieuwe put in te vangen.

Uit gegevens blijkt dat

- de 2 proefputten in het Markermeer destijds snel zijn volgelopen (binnen 10 jaar). Tijdelijk werd het boven de putten helder; een uitstralend effect naar de omgeving was er niet. Toen de putten vol waren was dit effect weer verdwenen (Witteveen&Bos, 2005). Het effect van een diepe put is hiermee twijfelachtig

-
- in de VAL (vaargeul Amsterdam-Lemmer) is na aanleg circa 2 miljoen m³ slib bezonken. Dit is in de doorzichtgegevens niet terug te vinden

Conclusie: vraagt door schaal als maatregel alleen een enorme inspanning en heeft een twijfelachtig effect. Als combinatie maatregel voor tijdelijke en lokale verbetering (bv om omslag te bewerkstelligen) moet effectiviteit nader worden uitgezocht

- Beperking windinvloed door barrières

De aanleg van barrières (zoals de dammen bij Marken rond de Gouwzee of combinaties van eilanden, zandplaten en dammen) beperkt de invloed van wind en golfslag. Slib krijgt hierdoor beter de kans te sedimenteren, waardoor het water helderder wordt en waterplanten een betere kans krijgen zich te vestigen en te ontwikkelen. De aan waterplanten gebonden macrofauna- en vislevensgemeenschappen krijgen hierdoor ook betere ontwikkelingskansen.

Conclusie: realistische oplossing op lokale schaal, maar nader onderzoek naar effectiviteit is noodzakelijk

Voorstel voor vervolg

Voor het slib-doorzicht verhaal is vanuit het KRW-traject vooral ingezoomd op de ontwikkeling van luwtegebieden voor waterplanten. De effectiviteit van deze luwtegebieden voor de Noord-Hollandse kust zal middels een pilot nader worden uitgewerkt. Bij deze pilot zullen ook aspecten voor Natura 2000 en veiligheid worden meegenomen en ook zal afstemming moeten plaatsvinden met de pilot vanuit de Noordvleugel.

Voordat daadwerkelijke tot aanleg van een pilot kan worden overgegaan is nog voorwerk nodig. Vooral zal gekeken moeten worden hoe op basis van de huidige kennis de pilot ontworpen moet worden om de grootste effectiviteit te krijgen en de juiste informatie opleveren voor een mogelijke uitbreiding. Hiertoe zijn de volgende vragen geformuleerd.

Mogelijke ontwerpen en veel van deze vragen zouden beantwoord kunnen worden middels een model van de slibhuishouding. Helaas is zo'n model op het ogenblik niet operationeel (zie onder verdere vragen bij modelontwikkeling WL-Delft). De ontwikkeling van zo'n model kost veel tijd en past niet binnen de KRW en Natura 2000 tijdsplanning voor de pilotmaatregelen.

Voorstel daarom is onderstaande vragen te beantwoorden middels vergelijkingen en aannames en om het ontwerp voor de pilot hierop te baseren. De pilot zelf levert dan weer voldoende informatie op om het model te ontwikkelen/calibreren, zodat het model voor de afweging/onderbouwing van volgende maatregelen in het gebied kan worden ingezet. De pilot krijgt hiermee naast het toetsen van de effectiviteit nog een extra doel: het genereren van input voor het slibmodel.

Bij het ontwerp van de pilot dient ook rekening te worden gehouden met de waarde van het ontwerp op zich (voor andere functies) mocht het

resultaat voor wat betreft de helderheid tegenvallen. Of te wel wat het risico is als het gewenste resultaat niet of slechts gedeeltelijk optreedt. Denk hierbij niet alleen aan de pilot, maar ook aan een mogelijk vervolg en de reacties uit de omgeving.

Vragen voor ontwerp pilot luwtegebied

- Beperking windinvloed door barrières
De effectiviteit van barrières voor de ecologie valt of staat met verhoging van het doorzicht tgv. reductie van de slibopwerveling. De orbitaalbeweging veroorzaakt door windgolven is de grootste oorzaak van resuspensie van slib in het Markermeer. De orbitaalsnelheden aan de bodem worden vervolgens via bodemschuifspanning doorgerekend naar concentratie slibfracties in de verticale waterkolom en de daarbij mogelijke lichtinval. Voordat tot aanleg/pilot kan worden overgegaan, zal moeten worden bepaald in hoeverre een golfbreker dit hydrodynamisch proces kan beïnvloeden. Hiernaast zal het slibtransport tgv stroming moeten worden bepaald, aangezien er uitwisseling met de rest van het Markermeer moet blijven (verblijftijd, vis, maar ook bv. recreatie).
Aandachtspunt meekoppeling ecologie, veiligheid en recreatie

Vragen bij effectiviteit windreductie

- Op welke afstanden tot de teen van de dijk geeft een golfbreker nog voldoende afname aan bodemschuifspanning tgv orbitaalbeweging in het luwtegebied?
- Wat zijn de kritische bodemschuifspanningen voor de bodemfracties in het zoekgebied?
- Hoe kan de mate van overschrijding van kritische bodemschuifspanningen worden omgezet in concentraties gesuspendeerd slib in de verticale waterkolom en vervolgens in bijbehorend doorzicht?
- Bij welke hoogte en breedte geeft de golfbreker nog voldoende afname van golfoverslag tav de ecologische randvoorwaarden in de luwtezone?

Vragen bij vormgeving tav. stroming

- Welke gevolgen hebben openingen in de golfbreker op het stromingsbeeld en het slibtransport? En wat betekent dit voor het doorzicht in het luwtegebied?

Vragen algemener van aard

- Bij welke concentratie gesuspendeerd slib is het doorzicht nog voldoende voor de ontwikkeling van waterplanten? (randvoorwaarden ecologie)
- Wat zijn de minimale verhoudingen tussen waterdiepte en doorzicht ten aanzien van de gewenste waterplanten?
- Wat is de invloed op van mogelijke peilstijgingen ten gevolge van klimaatverandering op de grootte van het mogelijke areaal aan luwtegebied voor waterplanten
- Geeft 'deels verondiepen' een meerwaarde?
- Hoe groot is het areaal aan luwtezone dat kan worden gerealiseerd in het zoekgebied door toepassing van een golfbreker?

-
- Hoe kan de barrière goed worden gevisualiseerd tbv informatie/consultatie (maatschappelijk draagvlak)?
 - Zijn er aanvullende maatregelen mogelijk om ontwikkelingskansen Driehoeksmosselen te vergroten/versnellen? (hechtsubstraat,....?)

Vragen tav pilot

- Optimalisatie functies
 - Kan de pilot zelfstandig een bijdrage leveren aan de gestelde doelen voor veiligheid en ecologie?
 - Zijn er mogelijkheden voor recreatie, andere natuurontwikkeling (bv. rustgebied vogels)
 - Optimalisatie van de afstand tot de dijk voor veiligheid en ecologie; gebaseerd op kosten, effectiviteit vermindering van opwerveling en daarmee doorzicht en afname belasting van de dijk x km
 - Vormgeving (eiland/ dam/ rif; boven/ onder water), constructie (zand, geotubes, stortsteen) en situering van de maatregel
 - Effect van openingen tbv recreatievaart op veiligheid en doorzicht
 - Vormgeving, constructie van deze openingen
- Locaties en schaal
 - Welke locaties komen in aanmerking?
 - Hoe kan de pilot worden opgeschaald/uitgebreid?
- Leren van effecten bij reeds bestaande ingrepen
Bv. bij hockeysticks Houtribdijk, de Gouwzee, de Hoekelingsdam. Wat is bekend of kan makkelijk worden onderzocht
- Monitoringsvragen!! Zowel om te bekijken of de doelen met de pilot zijn gerealiseerd, als voor gegevens om te ontwikkelen modellen te calibreren

Vragen tav veiligheid

- Op welke afstanden tot de teen van de dijk geeft een golfbreker nog voldoende afname van de hydraulische belasting op het dijklichaam?
- Bij welke hoogte heeft de golfbreker nog voldoende effect tav de verlaging van de hydraulische belasting?
- Wat is de invloed van mogelijke peilstijgingen ten gevolge van klimaatverandering op de effectiviteit van een golfbreker?
- Wat is de minimaal vereiste verlaging van de hydraulische belasting voor de primaire waterkering die nog nuttig is? Kan deze worden afgeleid uit te verwachten hydraulische randvoorwaarden voor de komende decennia?

Verdere vragen

Bezien op de schaal van het gehele meer blijken veel van de hierboven gepresenteerde maatregelen niet effectief of realistisch. Op lokale schaal en gecombineerd is het echter mogelijk dat het systeem als totaal toch

verbeterd. Welke combinaties mogelijk waar effectief kunnen zijn, zal nader onderzocht moeten worden.

Naast de slib-doorzicht gerelateerde vragen heeft RWS vragen voor grootschalige moerasontwikkeling, evenwichtige opbouw visstand en herstel driehoeksmosselen. Deze vragen komen in een andere notitie aan bod.

Hiernaast zijn er vragen waar RWS niet direct het voortouw in hoeft te nemen, maar waar voor het beheer een antwoord gewenst is als anderen deze ontwikkelingen willen uitvoeren. Vanuit de slibanalyse zijn onderstaande vragen reeds naar voren gekomen.

- Diepe putten
Op basis van de gegevens en studies (zie o.a. rapport Witteveen + bos, 2005^{a,b}), blijven de volgende onduidelijkheden rond diepe putten over:
 - Hoe groot moeten ze zijn om helder water te krijgen? Wat is de beste oppervlak-diepte verhouding?
 - Hoe diep moeten ze zijn?
 - Op welke locatie(s) moeten ze komen te liggen?
 - Welke vorm moeten ze hebben?
 - Wat is consolidatietijd, oftewel hoever moeten we ze overdimensioneren of over hoeveel jaar is 'heldere' toestand bereikt?
 - Na hoeveel tijd is opnieuw verdieping nodig als erosiegebieden niet zijn af te dekken en erosie blijft optreden (en de hoeveelheid slib dus blijft groeien)?
 - Welk doorzicht wordt verwacht? En met welke zekerheid is dit te voorspellen?
 - Komen de Driehoeksmosselen terug?
 - Is er vervolgens begroeiing met macrofyten mogelijk? Bij welke aannames?
 - In later stadium: wat zijn de kosten, de looptijd van aanleg

- Modelontwikkeling
Het WI-Delft ontwikkelt in opdracht van het Delft Cluster een 3-dimensionaal slibmodel. Het model wordt opgebouwd uit onderdelen van de Delwaq- bibliotheek, maar zal ook moeten worden gecalibreerd met data uit het Markermeer. Monitoringsdata van de pilots kunnen hier goed aan bijdragen. Voor RWS is het van belang dat naast de windgedreven opwerveling ook dynamiek door stroming in het model wordt opgenomen en gecalibreerd, zodat ook bekeken kan worden wat de gevolgen van ingrepen zijn op stromingsrichting, snelheid ed. Vergaren van calibratiekennis evt. bij de vissers. Het gecalibreerde model kan dan ook de figuur met schematische weergave van de fluxen in het Markermeer (gebaseerd op single beam metingen en aannames) nader onderbouwen, indien nodig corrigeren of aangeven welke veldmetingen nog nodig zijn.

Referenties

Lammens, E., 1999. Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Veldgegevens, hypothesen, modellen en scenario's. RIZA-rapport 99.008.

Nes, E. van, 2005. Beschrijving doorzicht Markermeer. Rapport WUR in opdracht van RIZA

Noordhuis, R. & E.J. Houwing, 2003. Afname van de Driehoeksmossel in het Markermeer. Oorzaken en gevolgen van en vermoedelijke 'crash' met betrekking tot de waterkwaliteit, slibhuishouding en natuurwaarden. RIZA rapport 2003.016.

RIZA, Een ecologisch perspectief voor het IJsselmeergebied, 2007

Scheffer, M., 1998. Ecology of shallow lakes. Population and community biology series 22. RIZA, Lelystad.

Witteveen+Bos, 2005a. Quick scan slibproblematiek Markermeer en Eem- en Gooimeer. Deel 1: Samenvattende rapportage. In opdracht van Rijkswaterstaat, RIZA.

Witteveen+Bos, 2005b. Quick scan slibproblematiek Markermeer en Eem- en Gooimeer. Deel 2: Achtergronddocument. In opdracht van Rijkswaterstaat, RIZA.

WL/Delft Hydraulics & Royal Haskoning, 2005. Verdiepingsslag en maatregelen slibproblematiek Markermeer. Deel A. Analyse kennisleemten. Deel B. Inventarisatie maatregelen. In opdracht van RIZA.