

Bijlagenboek 8.29

Effecten pluimverspreiding Oeverdijk, Deltares 2016



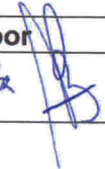
Projectomschrijving	Versterking Markermeerdijken		
Documentnummer	AMMD-002714 (17.11054)		
Verantwoordelijk cluster	Planproces en Vergunningen		
Werkpakket	Ecologie		
Object	Bijlage 8.29		
Versienummer	2.0	Versiedatum	Juli 2017

Memo

Aan
Annemiek Hermans (Alliantie Markermeerdijken)

Datum 20 december 2016	Kenmerk 11200315-002-ZWS-0001	Aantal pagina's 15
Van Ruurd Noordhuis, Christophe Thiange, Thijs van Kessel, Menno Genseberger	Doorkiesnummer +31(0)88335 7768	E-mail ruurd.noordhuis@deltares.nl

Onderwerp
Effecten pluimverspreiding Markermeerdijken

auteur	reviewer	goedgekeurd door
Ruurd Noordhuis e.a. 	Gerben van Geest 	Sacha de Rijk 

1 Inleiding

Bij de aanleg van de Oeverdijk langs de kust van het Hoornse Hop onder Hoorn komt als gevolg van de werkzaamheden sediment in de waterkolom terecht. Dit sediment leidt mogelijk tot vertroebeling en afdekking van de bodem, wat negatieve ecologische effecten kan hebben. In deze notitie worden deze effecten geschat en besproken. Het gaat daarbij om effecten naast eventuele effecten door verlies van areaal door het oeverdijk-lichaam zelf.

2 Methoden

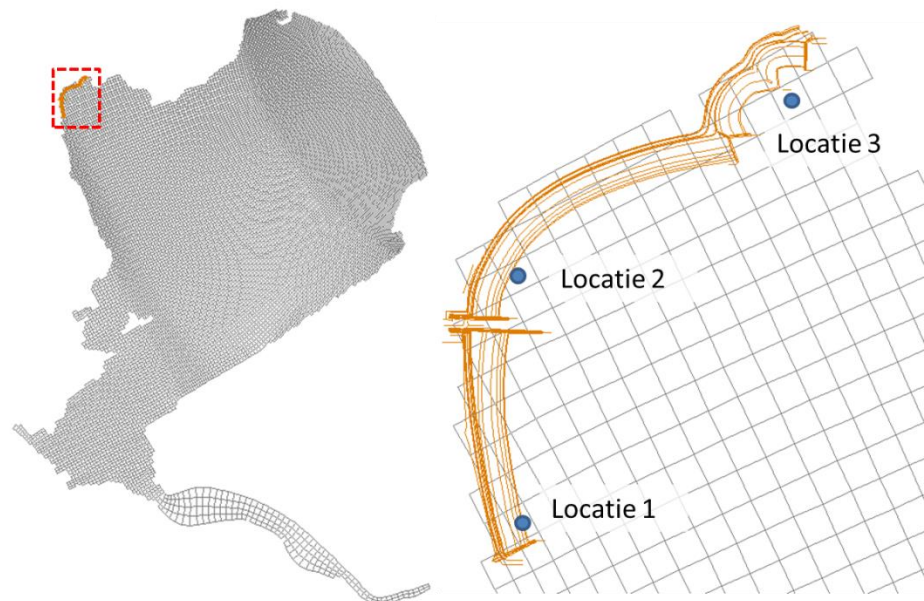
2.1 Slibmodel Markermeer

Het slibmodel van het Markermeer-IJmeer ¹ dat voor deze studie is gebruikt is sinds 2007 bij Deltares in ontwikkeling en is *state of the art*. Het is het enige model in Nederland dat voor dit doel gebruikt kan worden. Het model wordt regelmatig ingezet voor slib gerelateerde advies- en onderzoeksvragen in het Markermeer/IJmeer. In het model worden twee fracties onderscheiden, IM1 en IM2, elk met een eigen valsnelheid. IM2 heeft een lagere valsnelheid dan IM1 en bestaat typisch voornamelijk uit hele kleine deeltjes en IM1 uit wat grotere deeltjes. Voor een meer uitgebreide beschrijving van dit model wordt verwezen naar de rapportage van de Deltares bijdrage aan de MIRT-3 Luwtmaatregelen Hoornse Hop (Deltares 2016).

¹ Delft3D-FLOW/WAVE versie 5.01.00.2163, SWAN versie 40.72ABCDE, Delft3D-WAQ versie 5.05.00.5942.

Modellering sedimentlozingen

Voor de modellering van de pluimverspreiding van sediment is een conservatief scenario gehanteerd. De sedimentverspreiding vindt in dit scenario vijf dagen per week plaats, 16 uur per dag en met een flux van 9 kg/s van materiaal < 63 μm . De fractie boven 20 μm valt vrij snel en draagt weinig bij aan de vertroebeling. Deze fractie wordt daarom niet meegenomen in het slibmodel. Boskalis schat in dat 60% van het materiaal < 63 μm ook < 20 μm is. Daarom is op de lozing een reductiefactor van 0,6 gezet. Dit betekent dat er 5,4 kg/s geloosd wordt in het model. Deze hoeveelheid is verdeeld over de twee slibfracties in het model conform de fractieverdeling (3 IM1 : 1 IM2) in het gekalibreerde model. Er is geen detailinformatie beschikbaar over de korrelgrootteverdeling die een afwijkende verdeling rechtvaardigt. De locatie van de lozing zal zich in de praktijk langs een bepaald traject verplaatsen. In het model wordt een vaste locatie gebruikt, wat tot een overschatting van het effect kan leiden. Om gevoel te krijgen voor het verschil in impact afhankelijk van de locatie zijn drie scenario's gedefinieerd (Locaties 1, 2 en 3 in figuur 1, scenario's hierna aangeduid met Mh1, Mh2 en Mh3), elk met een verschillende lozing locatie langs het geplande traject.



Figuur 1. Het modelgrid en de locaties gebruikt in de studie.

Elk scenario is een jaar lang gesimuleerd met meteorologische en hydrologische forcering van 2006. De sediment fracties, IM1 en IM2, zijn geloosd met een respectievelijke flux van 4,05 en 1,35 kg/s, van maandag tot vrijdag tussen 6 en 22 uur. De sediment fracties zijn in de diepste laag van het model geloosd (1/7 van de waterkolom). Deze aanpak is gekozen om een snelle bezinking van de pluim na te bootsen. Een lozing in de oppervlakte laag zou tot een overbodige spreiding van het geloosd materiaal leiden omdat de lokale entrainment van de lozing niet gemodelleerd wordt.

2.2 Inschatting van de ecologische effecten pluimverspreiding Markermeerdijken

De inschatting van de effecten is gebaseerd op berekeningen met het Markermeer slibmodel voor KNMI gegevens uit 2006. Met dit model zijn simulaties uitgevoerd betreffende parameters die van invloed zijn op de drie categorieën watervogels waarvoor in het Markermeer Natura 2000 instandhoudingdoelen gelden: visetende watervogels, plantenetende watervogels en benthos-etende watervogels. Benthos is bodemfauna, die bestaat uit ongewervelde diersoorten zoals mosselen. De Natura 2000 doelen gelden voor het waterlichaam Markermeer-IJmeer als geheel. Daarom worden de effecten ook berekend op die schaal. Het model is geïkt met behulp van veldmetingen, maar de verhouding tussen de resultaten en de actuele veldsituatie kan enigszins veranderen, bijvoorbeeld als gevolg van veranderingen in de lichtkarakteristieken van de optisch actieve stoffen in het water (bijv. door verandering van de soortensamenstelling van het fytoplankton). Bij gebruik van absolute waarden moet daarom de nodige voorzichtigheid in acht worden genomen; de resultaten zijn echter geschikt voor het vergelijken van scenario's (waaronder een referentie).

2.2.1 Doorzicht ten behoeve van visetende vogels

Het doorzicht in het water is voor visetende vogels van belang voor het vangen van hun prooi. Als het water te troebel is, kunnen de vogels hun prooi niet vinden. Als het te helder is, ziet de vis de vogels voortijdig aankomen en vlucht weg. Een doorzicht van 40 tot 80 cm (als onderdeel van een bredere gradiënt in doorzicht) wordt als het meest geschikt voor viseters beschouwd. De tijd van het jaar waarin dit doorzicht moet gelden is afhankelijk van de vogelsoort; er zijn zowel winter- als zomergasten onder de viseters (tabel 1). Terwijl de grenswaarden in zomer en winter in principe niet verschillen, is het in de winter gemiddeld troebeler dan in de zomer. In de winter is daardoor het hele meer soms niet geschikt, in de zomer kan het soms te helder zijn. Het doorzicht is extra belangrijk voor visetende vogelsoorten die niet of niet erg diep kunnen duiken, nl. de meeuwen en sterns.

Met uitzondering van de Meerkoet, die niet dieper duikt dan ca. 2,5 meter, kunnen de "mossel-etende" watervogelsoorten (Kuifeend, Tafeleend, Toppereend en Brilduiker) in het gebied in principe in het hele Markermeer gemakkelijk de bodem bereiken. Of het zin heeft op de bodem op mosselen te foerageren hangt af van de diepte (duikkosten), de dichtheid (vindbaarheid, vaak in het donker) en de vleesinhoud van de mosselen. Die vleesinhoud is in het Markermeer momenteel zo laag, dat mosselen die dieper dan ongeveer 3 meter voorkomen, niet profijtelijk benut kunnen worden (op basis van (De Leeuw 1997), gecombineerd met data over verandering van de conditie van mosselen (Noordhuis et al. in prep.). Vooral Tafeleenden, en in mindere mate Kuifeenden, hebben positief gereageerd op toename van waterplanten en de daartussen voorkomende alternatieve prooien, zoals slakjes en vlokreeftjes (verschuivingen in verspreiding en onderzoek op basis van maaginhoud van vogels, ANT-onderzoek). Toppereenden, die het meest aan mosselen gebonden zijn, komen in het Markermeer slechts in zeer lage aantallen voor. De voorheen vooral van mosselen afhankelijke vogelsoorten hebben dus vooral baat bij structuurrijke vegetatie waarin ongewervelden voorkomen.

<i>Vogelsoort</i>	<i>Aanwezigheid</i>	<i>Duikdiepte</i>
Fuut	Jaar rond	Diep
Aalscholver	Jaar rond	Diep
Grote Zaagbek	Winter	Diep
Nonnetje	Winter	Diep
Visdief	Zomer	Ondiep
Zwarte Stern	Voor- en najaar	Oppervlak
Kokmeeuw	Jaar rond	Oppervlak
Dwergmeeuw	Jaar rond	oppervlak

Tabel 1. Watervogelsoorten die zich in het Markermeer-IJmeer voeden met vis.

2.2.2 Hoeveelheid licht op de bodem ten behoeve van waterplanten

Waterplanten hebben om te kunnen ontkiemen licht nodig. In het algemeen geldt dat kieming plaatsvindt waar, afhankelijk van de soort ten minste 2 tot 4% van het invallende licht de bodem bereikt (o.a. Van den Berg 1998). STOWA gaat uit van 2-10%, maar houdt 4% aan als kritische waarde voor het voorkomen van waterplanten (Van den Berg et al. 2003). Hier is bij de modellering 2% gebruikt omdat het hier alleen om Doorgroeid Fonteinkruid gaat, de soort die het diepst kan voorkomen, waarbij de recente verspreiding in het Markermeer voor deze soort een lagere lichtbehoefte suggereert. In de diepste zone is de dichtheid van de planten echter nog laag. Bij dergelijke dichtheden is de ecologische functie van de vegetatie beperkt; het belang als voedsel voor plantenetende vogels, maar ook de habitatfunctie voor vis en ongewervelden is nog niet substantieel.

De waterplanten worden gekarteerd in dichtheidsklassen. Uit onderzoek in de Veluwerandmeren bleek dat de aantallen watervogels daar het best correleerden met de biomassa van de planten uit de dichtheidsklassen hoger dan 15% bodembedekking (Noordhuis 2001). In de Hoornse Hop bleek de verspreiding van dichtheden hoger dan 15% ongeveer samen te vallen met het areaal waar in het voorjaar 10% van het licht op de bodem valt volgens het slibmodel. De hoeveelheid licht op de bodem is voor en na de kiemingsfase (voorjaar) minder relevant.

De waterplanten zelf zijn in het beschouwde gebied nauwelijks van belang als voedsel voor herbivore watervogels, omdat de meeste betrokken soorten niet kunnen duiken, zodat bij de heersende diepte de planten niet bereikbaar zijn. De vegetatie is indirect van belang voor viseters vanwege de habitatfunctie voor paaiende en jonge, opgroeiende vis, en iets directer door de aanwezigheid van ongewervelde dieren op en tussen de planten, zoals slakjes en vlokreeftjes. Dit is alternatief voedsel (ten opzichte van mosselen) voor vier soorten duikeenden (Kuifeend, Tafeleend, Topper en Brilduiker; tot ca 4 m diepte) en voor de Meerkoet (tot ca 2,5 m diepte). Kuifeend, Tafeleend en Meerkoet zijn jaarrond aanwezig, de beide eenden echter vooral in het najaar, Topper en Brilduiker alleen in de winter. Al deze soorten waren vroeger (jaren 1980) in de winter vrijwel geheel afhankelijk van de Driehoeksmossel, maar de kwaliteit van de mosselen is verminderd (minder vlees ten opzichte van de schelpengte). Tegelijkertijd is het voedselaanbod diverser geworden, en daarmee ook de prooi keuze voor de vogels. Vooral de Tafeleend en de Meerkoet, die ook de planten zelf eten, profiteren sterk van de toename van waterplanten.

2.2.3 Sedimentatie in relatie tot bodemfauna (mosselen) en waterplanten

Te intensieve sedimentatie kan de sessiele (niet-mobiele) bodemfauna bedekken, waardoor sterfte wordt veroorzaakt. De mate van sedimentatie die de bodemfauna kan verwerken is niet precies bekend. Het gaat vooral om mosselen, de meeste andere soorten bodemdieren zijn mobieler en kunnen de sedimentatie bijhouden. Ook mosselen kunnen dat in zekere mate. In deze studie wordt een ruime *worst case* benadering gekozen in de vorm van een drempelwaarde van 2 kg/m² in een jaar.

Met “mosselen” wordt hier bedoeld de Driehoeksmossel en de in 2007 verschenen, nauw verwante Quaggamossel, die inmiddels de Driehoeksmossel in het Markermeer/IJmeer grotendeels heeft vervangen. De vleesinhoud van beide soorten is laag, en bij de Driehoeksmossel lager dan in de jaren 1980, terwijl de groei sindsdien ook sterk is vertraagd. In de jaren 1980 was de Driehoeksmossel stapelvoedsel voor met name vier soorten duikeenden die in grote aantallen in het gebied voorkwamen. Met het verslechteren van de kwaliteit van de mosselen en toename van alternatief voedsel (slakjes en vlokreeftjes in de gebieden met waterplanten) is de voedselkeuze van de eenden breder geworden (Van Rijn et al. 2012). Afnames van de aantallen eenden in verband met de verslechtering van het aanbod en de kwaliteit van mosselen zijn minder sterk geweest of omgezet in toename (Tafeleend) in de gebieden waar waterplanten zijn toegenomen. De eenden hebben niet of zelfs negatief gereageerd op de opmars van de Quaggamossel, ook niet in gebieden waar de dichtheden zeer hoog zijn en de kwaliteit iets beter is, zoals het zuidelijke deel van het IJsselmeer (Noordhuis et al. 2014). De vogelsoorten die in het gebied op ongewervelde dieren foerageren zijn weergegeven in tabel 2.

Overslibbing van de zaadbank van waterplanten kan ook tot een verlaagde kieming en bedekking leiden. Dit geldt met name voor soorten die kleine zaden hebben, zoals kranswieren. De fonteinkruidsoorten (Doorgroeid fonteinkruid en Schedefonteinkruid) hebben aanzienlijke ondergrondse reserves, en kunnen dergelijke sedimentatie gemakkelijk overbruggen. In het plangebied staan slechts lokaal andere soorten dan Doorgroeid Fonteinkruid, en slechts zeer lokaal is de totale bedekking hoger dan 15% (figuur 7). Ook kranswieren komen slechts in (zeer) lage bedekkingen voor. Om deze reden is het daadwerkelijke effect naar verwachting aanzienlijk kleiner dan het effect op het potentiële areaal. Overigens is de aanwezigheid van planten op zichzelf niet in de analyses meegenomen.

<i>Vogelsoort</i>	<i>Aanwezigheid</i>	<i>Duikdiepte</i>
Kuifeend	Jaar rond	Diep
Tafeleend	Jaar rond	Diep
Topper(eend)	Winter	Diep
Brilduiker	Winter	Diep
Meerkoet	Jaar rond	Ondiep

Tabel 2. Watervogelsoorten die zich in het Markermeer-IJmeer voeden met ongewervelde dieren

Effect op fytoplankton

De verspreiding van slib in de waterkolom kan ook effect hebben op de concentratie en beschikbaarheid van fytoplankton voor het voedselweb (dat als voedsel dient voor mosselen en watervlooien). Slibdeeltjes en algen vormen samen vlokken, waardoor bij rustig weer het fytoplankton sneller bezinkt (De Lucas Pardo et al. 2015). Dit gebeurt echter ook bij opwerveling van sediment door wind. Omdat de Hoornsche Hop relatief beschermd ligt voor de wind wordt het slib hier minder vaak opgewerveld. Toch zijn de concentraties fytoplankton (chlorofyl) in de Hoornsche Hop lager dan in het midden van het meer. Dat betekent dat het proces van uitvloeking ook hier nog domineert over de productie van vrij zwevende algen in de waterkolom. De huidige soortensamenstelling van het fytoplankton is zo sterk aangepast aan de slibdynamiek dat de hoeveelheid fytoplankton (concentratie chlorofyl) in de waterkolom sterk gerelateerd is aan de windsnelheid en in de winter twee keer zo hoog is als in de zomer. Mogelijk zal de mate van uitvloeking van het fytoplankton tijdelijk en lokaal iets worden versterkt door de werkzaamheden, maar het mechanisme is nog in onderzoek en het effect kan nog niet worden gekwantificeerd. Een eventueel effect op bijvoorbeeld de groeisnelheid en vleesinhoud van mosselen, en daarmee op de voedingswaarde van mosselen voor vogels is niet relevant, omdat die voedingswaarde ook nu al slecht is. Daarom wordt van dit mechanisme bij voorbaat geen significant effect verwacht en wordt het niet met behulp van het slibmodel uitgewerkt.

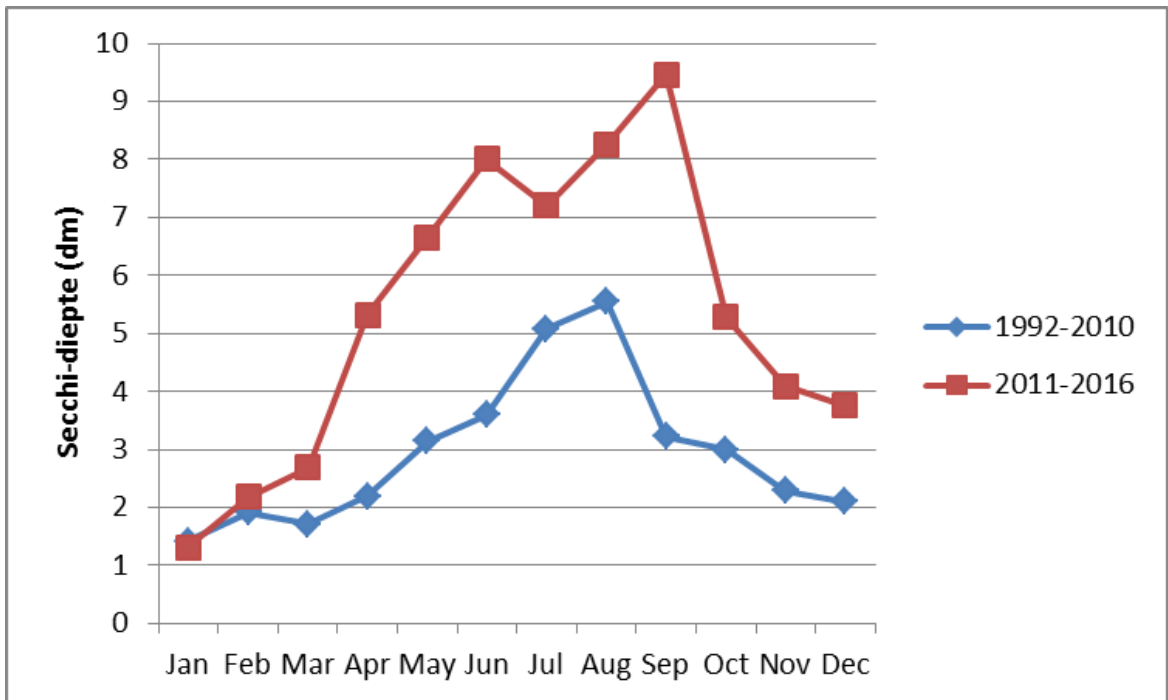
3 Resultaten Ecologische effectbepaling

3.1 Doorzicht ten behoeve van visetende vogels

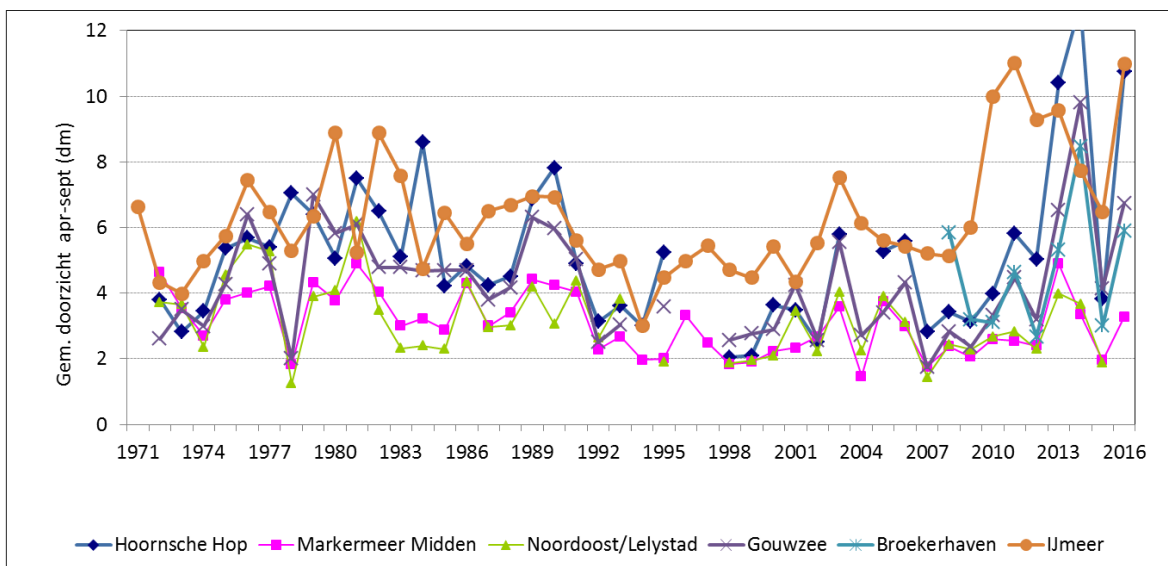
Het doorzicht in het Markermeer is gemiddeld laag in de winter, hoger in de zomer. Van november t/m maart is het doorzicht in de Hoornse Hop gemiddeld lager dan 40 cm, tot een paar jaar geleden was dat zelfs t/m juni het geval (figuur 2). In deze periode heeft vertroebeling door de werkzaamheden dus relatief weinig effect. Tegenwoordig neemt het doorzicht in april substantieel toe, in september of oktober neemt het snel weer af. In 2013 en 2014 is het doorzicht in het zomerhalfjaar aanzienlijk hoger geweest dan daar voor. In 2015 was het doorzicht relatief laag (door lage waarden in de maanden juni-aug), maar in 2016 was het opnieuw hoog (figuur 3). In heldere jaren kan het zicht in de nazomer te helder zijn voor viseters.

Het slibmodel geeft voor het voorjaar, in overeenstemming met de situatie in 2006, ook in het voorjaar geen doorzichtwaarden boven de 40 cm in de referentie situatie. In de zomer echter wel (figuur 4). Bijna 90% van het totale Markermeer-IJmeer heeft dan een gemiddeld doorzicht van 40-46 cm. Tijdens uitvoering van de werkzaamheden neemt het areaal met een doorzicht van 0-40 cm toe met 67-93% (figuur 5). Maar omdat dit slechts een klein deel van het totale areaal is, neemt het voor viseters gunstige deel met 40-80 cm doorzicht af met slechts 1,4 (Mh1), 1,5 (Mh2) en 2,0 % (Mh3), waarbij de grootste afname plaatsvindt bij het areaal met een doorzicht van 46-48 cm (figuur 5). Het gaat om lichte afname van het doorzicht in de kustzones rond de werkzaamheden, waarbij een nieuw areaal ontstaat met gemiddeld zicht beneden de 40 cm van 10-15 km². Dit verlies aan bevisbaar areaal voor vogels wordt enigszins gecompenseerd door lichte toename van de overleving van vis, waar op langere termijn ook de vogels weer van kunnen profiteren. Het verschil is ook verwaarloosbaar gezien de onzekerheidsmarge rond de grotendeels op expert basis gekozen grenswaarden van 40-80

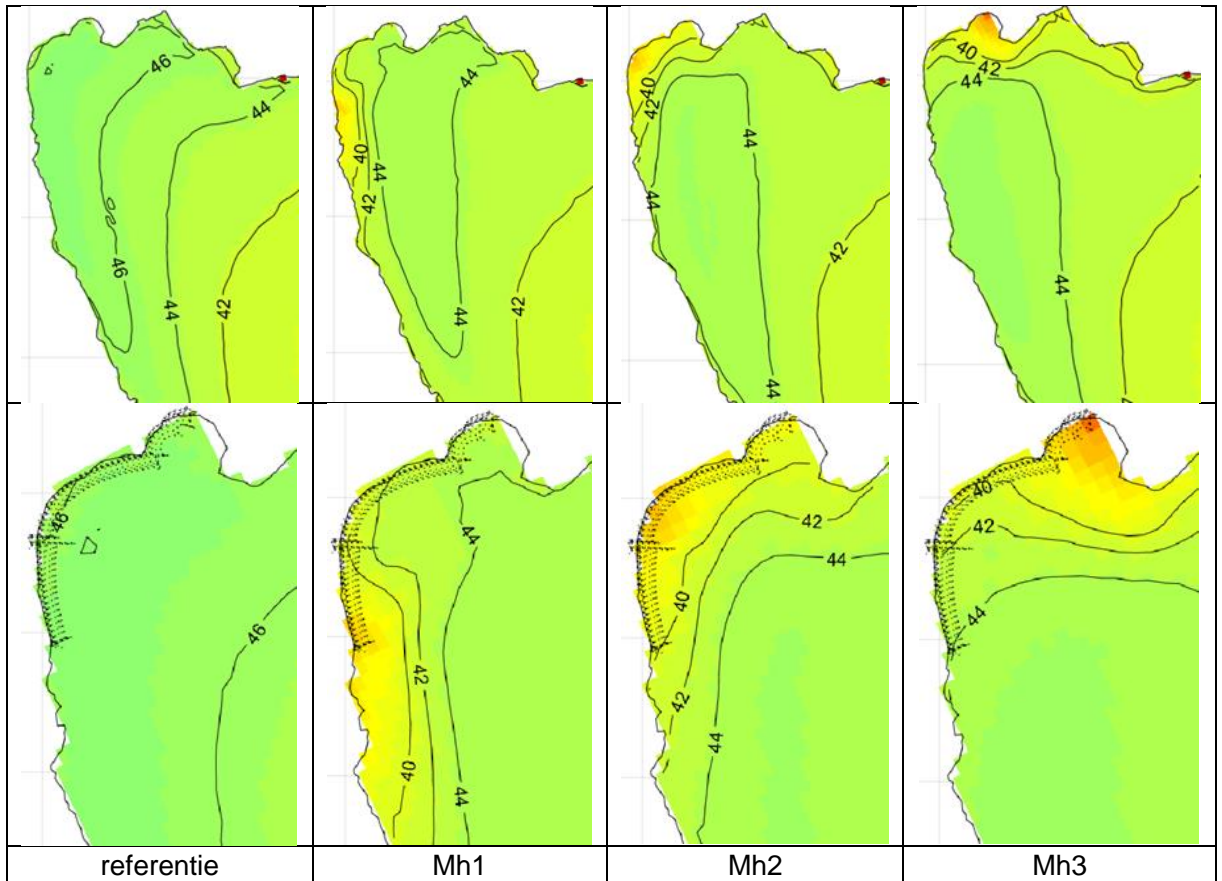
cm doorzicht voor viseters. Tenslotte is het gebied vooral bij Mh2 en Mh3 minder aantrekkelijk voor visetende vogels door de relatief sterke verstoring, gezien de ligging voor de kust van Hoorn.



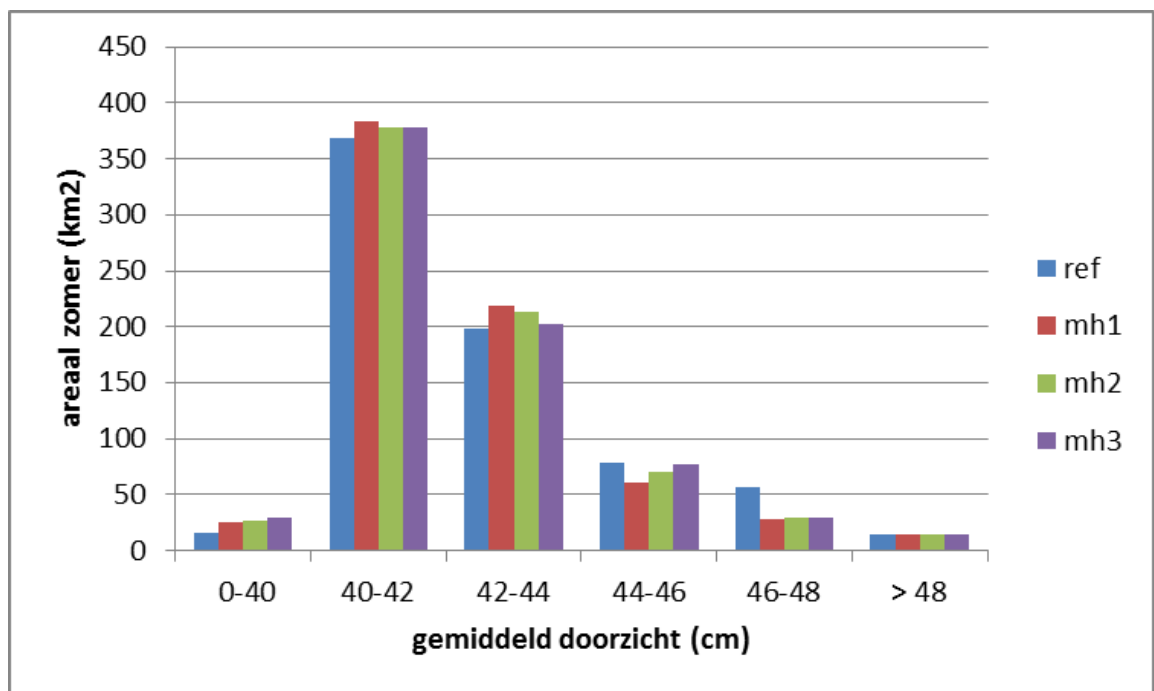
Figuur 2. Seizoensverloop van het doorzicht in de Hoornse Hop.



Figuur 3. Gemiddeld zomerdoorzicht (april t/m sept) op de zes (huidige) meetpunten in het Markermeer-IJmeer.



Figuur 4. Gemiddeld doorzicht in de zomer in cm. Onderste rij idem, ingezoomd met projectie van de oeverdijk.



Figuur 5. Areaal met aangegeven gemiddeld doorzicht in de zomer, referentie en tijdens uitvoering in de drie scenario's.

Daarnaast is het doorzicht sinds 2011 gemiddeld hoger dan in het modeljaar 2006. In een situatie in heldere zomers zoals in 2013 en 2014 is geen sprake van gemiddelde doorzichten beneden 40 cm en toename daarvan, wel van afname van het areaal dat ongeschikt is voor viseters vanwege een gemiddeld doorzicht van meer dan 80 cm. In dat geval is dus sprake van een positief effect. Er ontstaat dan rond de werkzaamheden een nieuwe gradiënt van te helder naar iets minder helder water waar viseters in principe terecht kunnen. Al met al wordt er via veranderingen in doorzicht geen significant effect op het voorkomen van viseters verwacht.

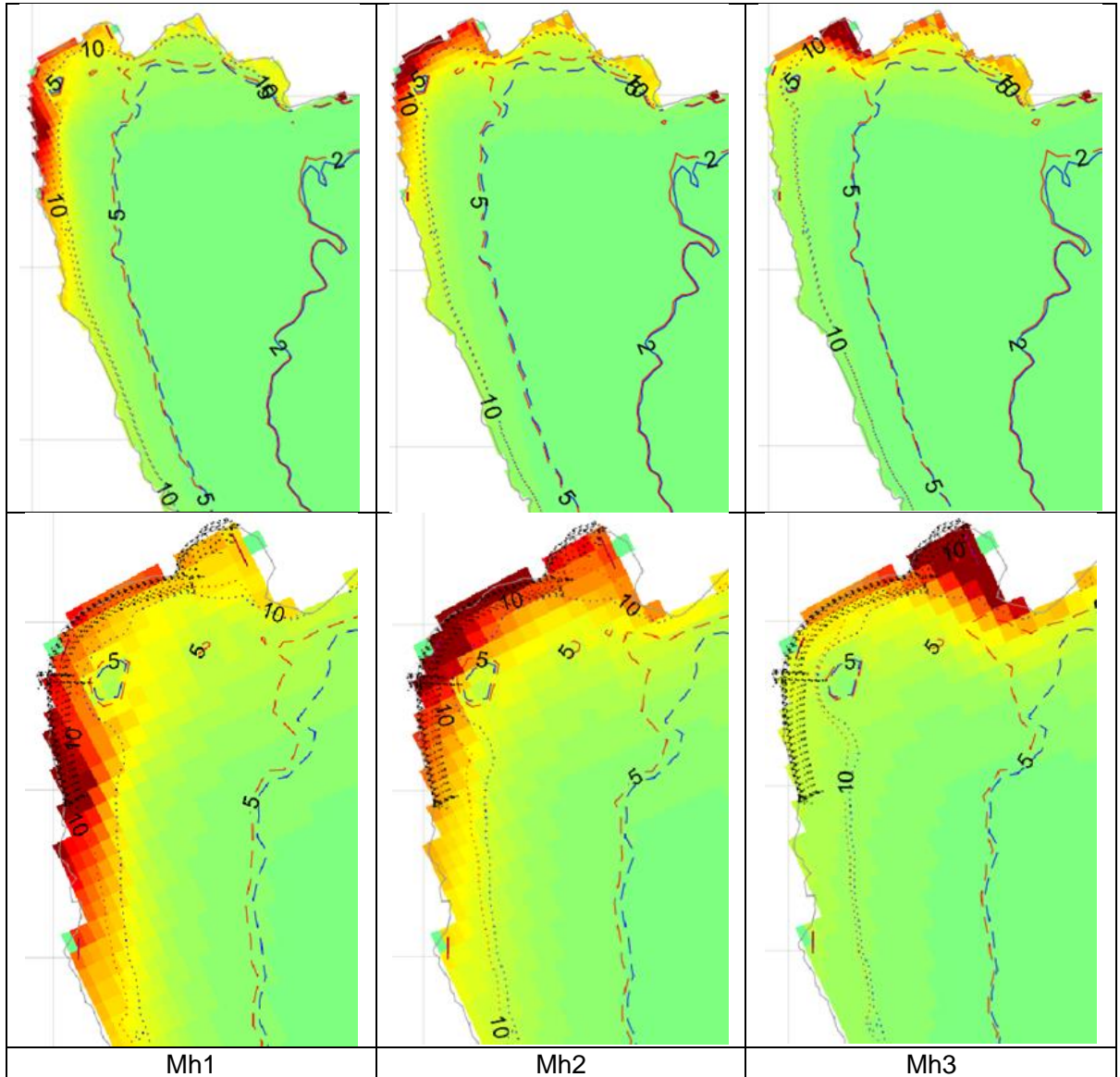
3.2 Licht op de bodem ten behoeve van waterplanten

Volgens het slibmodel is tijdens de uitvoering van de werkzaamheden sprake van een afname van 2,2 tot 3,4 % van het totale areaal in het Markermeer-IJmeer waar meer dan 10% van het invallende licht de bodem bereikt (tabel 3, figuur 6).

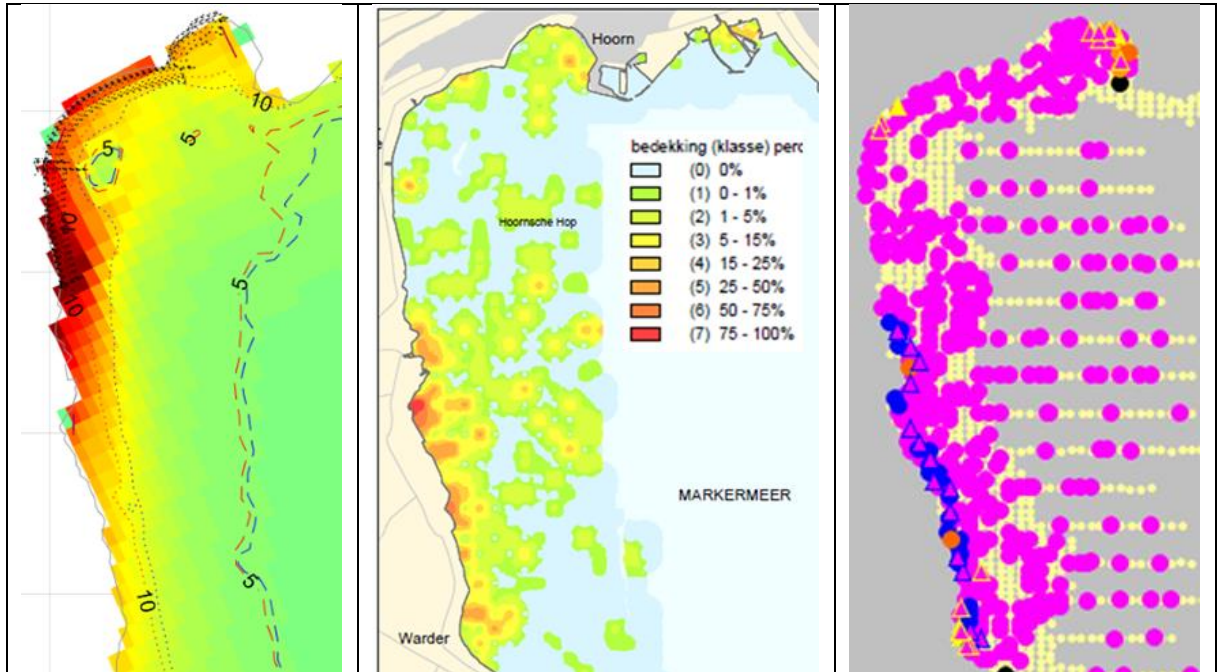
	Mh1	Mh2	Mh3	Areaal referentie (km ²)
>2%	-0,6	-0,7	-0,8	390,8
>5%	-1,7	-1,7	-1,8	175,4
>10%	-3,4	-3,0	-2,2	82,7
>15%	-2,6	-2,4	-1,5	45,9

Tabel 3. Afname van het areaal met meer dan 2, 5, 10 en 15% licht op de bodem in het voorjaar tijdens de werkzaamheden, in procenten ten opzichte van het totale areaal in het Markermeer-IJmeer, en het totale areaal in de referentie situatie (totaal areaal Markermeer-IJmeer 730,8 km²)

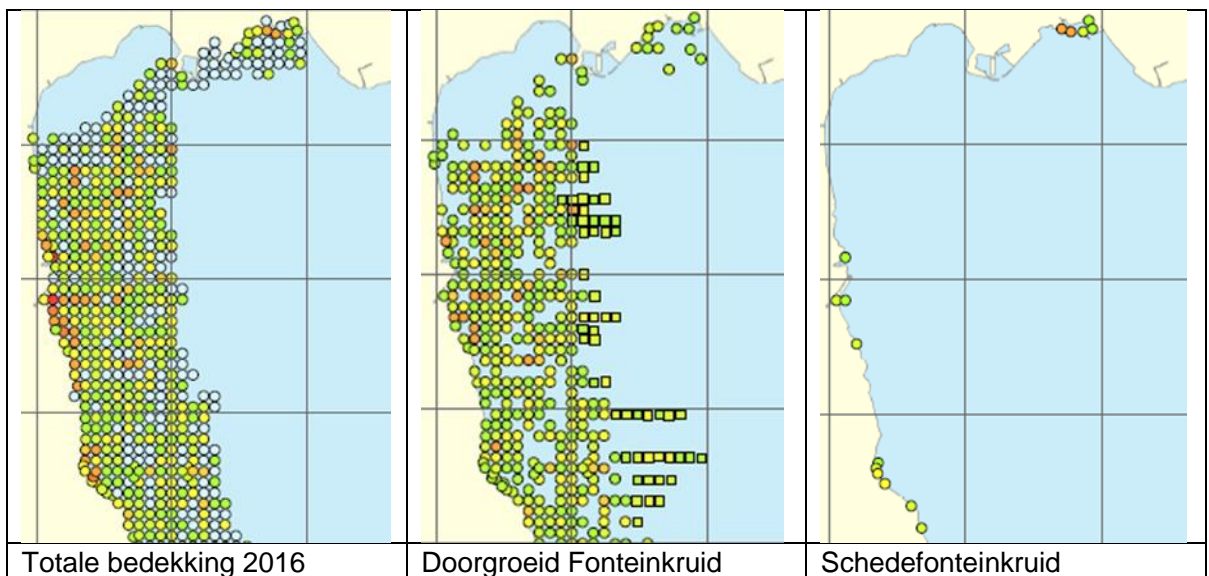
Dit betreft een tijdelijk effect bij ongefaseerde uitvoering, en het gaat om het potentiële areaal voor planten in de gewenste samenstelling. In de praktijk staan niet overal in het huidige areaal met meer dan 10% licht ook daadwerkelijk planten in een dichtheid van meer dan 15% en een gevarieerde samenstelling. Voor de kust van Hoorn en Scharwoude, waar de werkzaamheden plaats zullen vinden, zijn de huidige dichtheden relatief laag. Slechts lokaal staan andere soorten dan Doorgroeid Fonteinkruid, en slechts zeer lokaal is de totale bedekking hoger dan 15% (figuur 7). Het effect op het areaal van de aanwezige vegetatie is daardoor aanzienlijk kleiner dan het effect op het potentiële areaal. De locatie direct onder Hoorn met een iets hogere dichtheid en soortenrijkdom (figuur 7) wordt niet afgedekt, omdat hier geen oeverdijk wordt aangelegd.



Figuur 6. Verandering in de arealen met meer dan 2, 5 en 10% van het invallend licht dat de bodem bereikt, referentie in blauw en na uitvoering maatregel in rood. Onderste rij idem, ingezoomd met projectie van de oeverdijk.



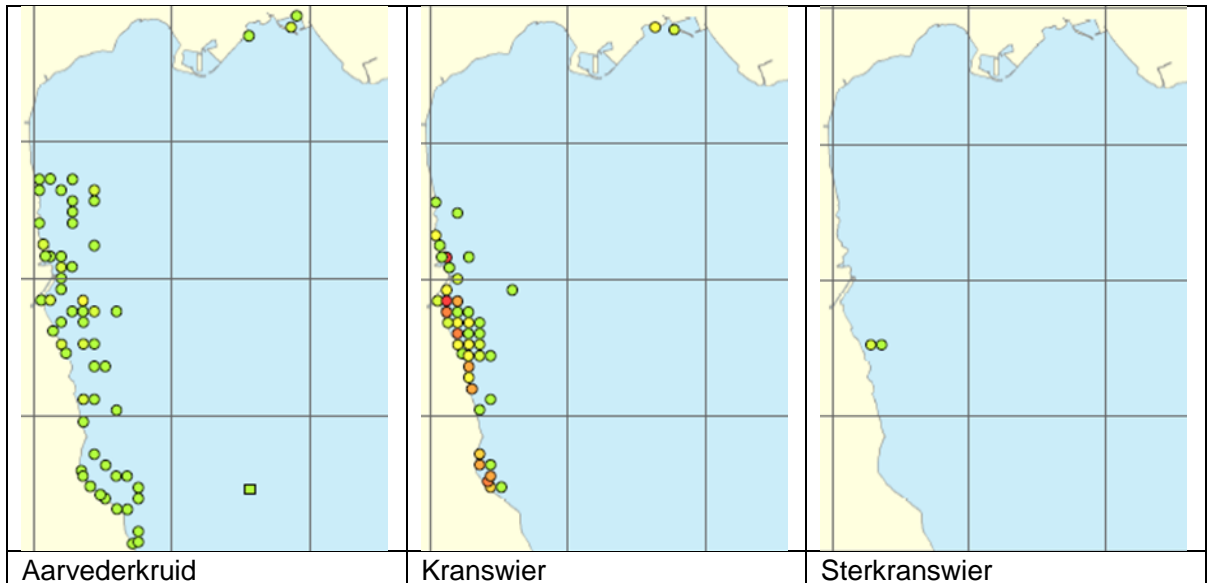
Figuur 7. Verandering in het areaal met meer dan 10% licht op de bodem in scenario Mh1, vergeleken met verspreiding en dichtheid van waterplanten in 2013 (totale vegetatiedichtheid in klassen van percentage bodembedekking) en de soortenrijkdom van de vegetatie in 2010 (roze = uitsluitend Doorgroeid Fonteinkruid; geel = combinatie met Schedefonteinkruid, blauw = combinatie met kranswier).



Figuur 8a. Voorlopige resultaten van de waterplanten kartering van 2016. Kleuren vertegenwoordigen dichtheidsklassen als in figuur 7. Bron: Rijkwaterstaat CIV.

Voorlopige resultaten van de RWS kartering in 2016 (figuur 8) laten zien dat de vegetatiedichtheid in de Hoornse Hop waarschijnlijk enigszins is toegenomen. De verspreiding van fonteinkruiden laat pleksgewijs hogere dichtheden zien op grotere afstand van de kust als gevolg van de kloonsgewijze uitbreiding. Zulke clusters kunnen van ecologische betekenis worden. Aarvederkruid blijkt zich in de richting van het open water te hebben uitgebreid, maar de dichtheden zijn nog laag. Ook kranswier breidt zich in die richting uit, maar dat is vooral ten

zuiden van het plangebied. Een belangrijk deel van het plangebied is in 2016 niet gekarteerd. De directe omgeving laat zeer lage dichtheden zien (figuur 8a, totale bedekking). Al met al wordt geen significant effect verwacht op het voorkomen van vegetaties met een habitatfunctie voor vis en ongewervelde dieren (structuurrijke vegetatie met >15% bedekking) of op het voorkomen van vogels.

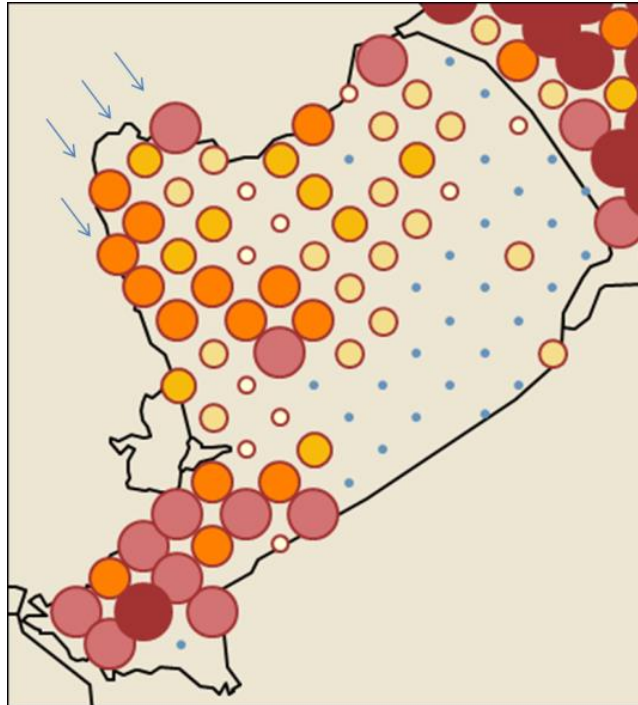


Figuur 8b. Voorlopige resultaten van de waterplanten kartering van 2016. Kleuren vertegenwoordigen dichtheidsklassen als in figuur 7. Bron: Rijkswaterstaat CIV.

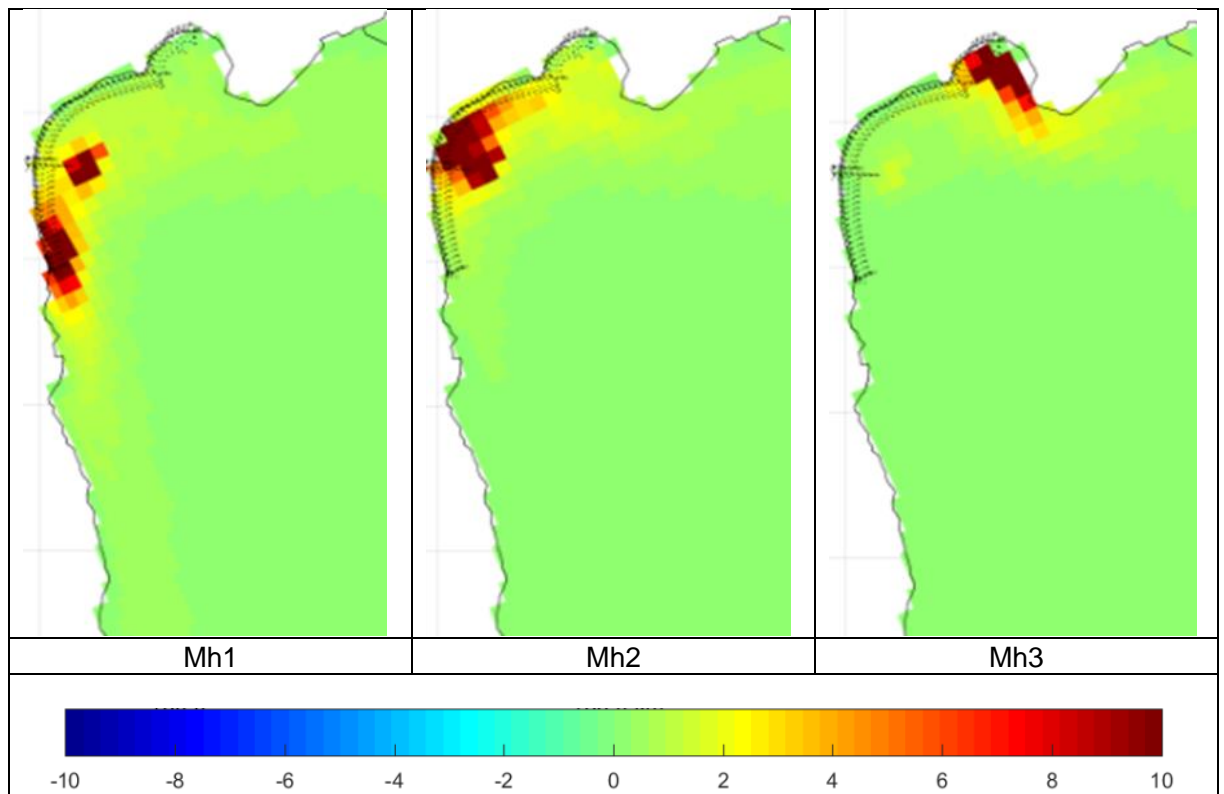
3.3 Sedimentatie in relatie tot bodemfauna (mosselen)

Sedimentatie leidt in de omgeving van de maatregel tot een verhoging van de bodem met maximaal ongeveer tien kilogram sediment per m² na een jaar. Bij elk scenario wordt de bodem over ongeveer 150 hectare verhoogd met 2 kg sediment per m² of meer per jaar. In 2011 was de dichtheid van de mosselen in dit gebied gemiddeld ongeveer 183 ml per m², tegenover een totaal gemiddelde in het Markermeer-IJmeer van 110 ml/m² (Bij de Vaate & Jansen 2011; de locaties die zijn gebruikt voor de berekening van de lokale dichtheid zijn weergegeven in figuur 9). Dat betekent dat hier in 150 ha ongeveer 0,4% van de mosselpopulatie voorkomt. Het is niet bekend hoeveel sedimentatie de mosselen aankunnen, deze benadering is bedoeld als worst-case. Ongeveer een kwart van de eventuele afdekking komt voor rekening van het lichaam van de oeverdijk zelf (figuur 10).

Omdat de meeste andere ongewervelde prooi-soorten voor benthivore watervogels (slakken, vlokreeftjes, muggenlarven) mobiel zijn, is de sedimentatie in potentie eigenlijk alleen voor mosselen nadelig. Omdat de vogels gezien de slechte voedselkwaliteit van de mosselen en het toegenomen aanbod van alternatieve prooien minder afhankelijk zijn geworden van de mosselen, kan worden gesteld dat het effect op benthivore watervogels niet significant is. Bij Mh2 en vooral Mh3 komt daarbij ook nog de verminderde beschikbaarheid van het gebied door versterking. Daarom worden geen significante effecten verwacht van sedimentatie op het voorkomen van vogels.



Figuur 9. Grid van de mosselkartering in het Markermeer-IJmeer, uitgevoerd in 2011. De grootte van de stippen en de kleur geven een indicatie van de dichtheid (zie verder Bij de Vaate & Jansen 2011). De vier pijlen geven de locaties aan die zijn gebruikt voor het bepalen van de dichtheid in het plangebied ten opzichte van de gemiddelde dichtheid in het meer.



Figuur 10. Absolute toename van de sedimenthoogte na een jaar in kg/m^2 .

4 Conclusies

De in deze notitie gepresenteerde effect inschattingen zijn gebaseerd op conservatieve modelberekeningen en gelden dus als worst-case scenario's.

Doorzicht voor viseters: per scenario tijdelijk 1,4-2,0% afname van het areaal met te slecht doorzicht voor viseters in de zomer op basis van de situatie in 2006. Sinds 2011 is het doorzicht echter gemiddeld hoger, en kan vertroebeling in de zomer juist positief uitwerken door afname van het areaal dat in de zomer te helder is voor viseters. In de winter is het doorzicht in beide perioden te slecht voor viseters. Voor de overleving van de vis zelf (en op langere termijn dus ook voor visetende vogels) kan afname van de helderheid (in heldere perioden) gunstig zijn, wat een deel van het negatieve effect van vertroebeling compenseert. Daarnaast is een deel van het gebied, met name rond de locaties van Mh2 en Mh3, verminderd beschikbaar voor vogels door verstoring vanaf de kust bij Hoorn. Het effect wordt daarom als niet significant beschouwd.

Licht op de bodem voor planten: per scenario tijdelijk 2,2-3,4% afname van het potentiële areaal voor waterplanten. De dichtheden zijn ter plaatse echter laag zodat het effect op de bestaande vegetatie kleiner is. Voor vogels die van het voedselaanbod profiteren geldt bovendien dat met name de locaties van Mh2 en Mh3 zowiezo minder beschikbaar zijn door verstoring. Daarom worden de effecten als niet significant beschouwd.

Sedimentatie en afdekking van bodemfauna: per scenario afdekking van maximaal ca 0,4% (waarvan 0,1% door het oeverdijklichaam) van de mosselpopulatie op basis van een toename van de sedimenthoogte door sedimentatie met 2 kg/m² of meer in een jaar. Alternatieve prooien zijn echter mobiel en mosselen zijn als prooi voor watervogels in betekenis afgenomen door verslechterde voedselkwaliteit. De locaties van Mh2 en Mh3 zijn bovendien verminderd beschikbaar door verstoring. De berekende effecten zijn dus niet significant.

Eindconclusie: Pluimverspreiding van sediment tijdens de werkzaamheden aan de oeverdijk bij Hoorn heeft tijdelijk een lokaal en op de schaal van het gehele waterlichaam zeer beperkt negatief op mosselen, waterplanten en enkele watervogelsoorten. Deze effecten zijn echter naar verwachting niet significant op het niveau van het waterlichaam Markermeer-IJmeer.

5 Referenties

Bij de Vaate A. & E.A. Jansen 2011. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het Markermeer: resultaten van de kartering uitgevoerd in 2011. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, rapport 2011-03, Lelystad.

De Leeuw J.J. 1997. Demanding Divers: Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land Vol. 61, Rijkswaterstaat Dir. IJsselmeergebied, Lelystad.

Deltares 2016. MIRT-3 Luwtmaatregelen Hoornse Hop - Deltares bijdrage, 230233-000-ZWS-0009.

De Lucas Pardo, M.A., D. Sarpe & J.C. Winterwerp 2015. Effect of algae on flocculation of suspended bed sediments in a large shallow lake. Consequences for ecology and sediment transport processes. Ocean Dynamics, DOI 10.1007/s10236-015-0841-y

Noordhuis R. 2001. WAVOMIJ; Watervogels in de Veluwerandmeren. Aantallen van herbivoren en benthivoren in relatie tot voedselbeschikbaarheid en waterpeil. Rijkswaterstaat, RIZA Werkdocument 2001.187x, Lelystad.

Noordhuis R., A. bij de Vaate & A. Bak in prep. Causes and effects of changes in density and condition of dreissenids in the Lake IJsselmeer area, The Netherlands.

Noordhuis R., S. Groot, M. Dionisio Pires & M. Maarse 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Deltares rapport 1207767-000, Utrecht.

Van den Berg M.S. 1998. Charophyte colonization in shallow lakes; processes, ecological effects and implications for lake management. PhD thesis VU Amsterdam.

Van den Berg M.S., W. Joosse & H. Coops 2003. A statistical model predicting the occurrence and dynamics of submerged macrophytes in shallow lakes in the Netherlands. Hydrobiologia 5-6-509: 611-623.

Van Rijn Rijn, S., M. Bovenberg, K. Hasenaar, M. Roos & M.R. van Eerden 2012. Voedsel van overwinterende duikeenden in het IJsselmeergebied. Delta Milieu, Culemborg.