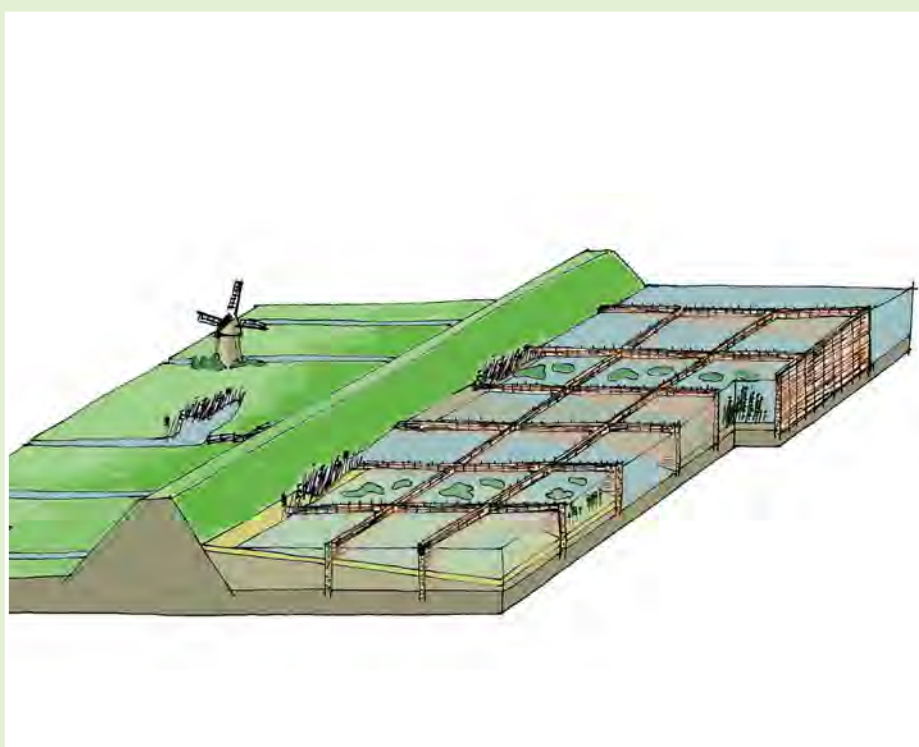


Marker Kwelderwerken

Eindrapportage monitoring



D. Wielakker
J. Kollen
B. van den Boogaard
I. van Gogh
D. Beuker



Marker Kwelderwerken

Eindrapportage monitoring

D. Wielakker
J. Kollen
B. van den Boogaard
I. van Gogh
D. Beuker



de Vries
& van de Wiel



Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap



Grontmij



BWZ
INGENIEURS

opdrachtgever: Rijkswaterstaat IJsselmeergebied

18 december 2014
rapport nr. 14-217

Status uitgave: Eindrapport
Rapport nr.: 14-217
Datum uitgave: 18 december 2014
Titel: Marker Kwelderwerken
Subtitel: Eindrapportage monitoring
Samenstellers: drs. D. Wielakker
ir. J. Kollen
Ing. B. van den Boogaard
I. van Gogh M.Sc
D. Beuker

Foto's omslag: Grote foto: luchtfoto Marker Kwelderwerken. Kleine foto's: Marker Kwelderwerken tijdens en na aanleg. Foto's: Bureau Waardenburg 2014.

Aantal pagina's exclusief bijlagen: 64
Project nr.: 10-757
Projectleider: drs. A. Bak
Naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Postbus 600 8200 AP Lelystad
Referentie opdrachtgever: RWS/DIJG-2012/Zaak-ID 31070591 Waterproeftuin Tranche 3 perceel
Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
drs. A. Bak

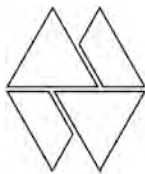
Paraaf:



Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.
Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Programma van Eisen en Verificatie

Concreet eisenpakket (toetsbaar)		pergaafl metingen rapportage	pergaafl resultaten monitoring		
Proef- en referentiegebied	<p>Doel</p> <p>Eisen Conform programma van eisen Ontwerp</p> <p>Toetsen of door de aanleg van het ontwerp veldexperiment de gewenste ecologische ontwikkelingen tot stand komen. Gebied moet geschikt zijn voor aanleg proef</p> <p>Toetsen of de meetresultaten in het proefgebied verschillen van de meetresultaten in hetzelfde gebied op een plek zonder ingreep.</p> <p>Referentiegebied kweldervenken</p> <p>(SR, S9, H26, H31)</p> <p>Toetsen of de meetresultaten in het proefgebied verschillen van de meetresultaten in hetzelfde gebied op een plek zonder ingreep.</p> <p>(SR, S9, H26, H31)</p>	2.1 2.2 2.3	2.1 / 2.2 / 2.3		
		Zie pr. van eisen Ontwerp	2.1 / 2.3		
		Gestueerd in de ondiepe oeverzone nabij proefgebied			
		Afstand tot proefgebied min. 50 meter om invloed kweldervenken uit te sluiten			
		Afstand tot proefgebied max. 100 meter van in verband met vergelijkbare golf- en windwerking			
		Methoden	<p>Moeras- en oever-vegetatie</p> <p>Toetsen of door het aanbrengen van rijdammen dan niet in combinatie met verandering spontaan vegetatieontwikkeling op gang komt</p> <p>(S11, S12, S14)</p> <p>Onderzoek vegetatieontwikkeling na aanplant</p> <p>Toetsen of door het aanbrengen van rijdammen en verandering in combinatie met aanplant vegetatieontwikkeling op gang komt</p> <p>(S11, S12, S14)</p> <p>Vis</p> <p>Toetsen of de kweldervenken gebruikt worden door jonge vis op te groeien en door volwassen vis om te paaien, forageren en/of te schuilen</p> <p>(S11, S12, S14)</p> <p>Dreisaena mosselen</p> <p>Toetsen of de waterbodem binnen de kweldervenken en de rijdammen en palen geschikt habitat zijn voor Dreisaena mosselen</p> <p>(S11, S12, S14)</p> <p>Vogels</p> <p>Toetsen of de luwe waterzone rondom de kweldervenken gebruikt wordt als rustgebied door watervogels</p> <p>(S11, S12, S14)</p> <p>Merfdoelje</p> <p>Toetsen van de zetting van verschillende ingebrachte waterbodemsustraten binnen de verschillende compartimenten van de kweldervenken</p> <p>(S2, S6, S8, H12)</p> <p>Onderzoek erosie / verandering kweldervenken</p> <p>Toetsen of erosie danwel sedimentatie optreedt binnen de kweldervenken</p> <p>(S2, S6, S8, H12)</p> <p>Waterwilt</p> <p>Toetsen of de kweldervenken invloed hebben op het doorzicht, zuurstofgehalte en de temperatuur van het water</p> <p>(S6, S10, H20)</p>	2.4 2.4 2.4 2.6 2.6 2.5 2.5 2.7 2.7 2.8 2.8 2.8 2.9	2.4 2.4 2.4 2.6 2.6 2.5 2.5 2.7 2.7 2.8 2.8 2.8 2.9
				De methode moet geschikt zijn om waar te nemen of er moeras- en waterplanten optonen binnen de compartimenten zonder aanplant, hoe deze zich ontwikkelen en wat de verschillen zijn met het referentiegebied	
				De methode moet geschikt zijn om waar te nemen of de aangeplante vegetatie binnen de kweldervenken overleef en hoe deze zich ontwikkelt	
				De methode moet geschikt zijn om waar te nemen of de dichtheid van jonge en volwassen vis binnen de kweldervenken hoger is dan die in het referentiegebied	
				De methode moet geschikt zijn om te meten of de harde substraten aan het waterbodemsuiciale en de rijdammen en palen geschikt habitat zijn voor Dreisaena mosselen	
De methode moet geschikt zijn om te meten of de dichtheid aan rustende vogels hoger is rondom de kweldervenken dan in het referentiegebied					
De methode moet geschikt zijn om de hoogte en zetting binnen de verschillende compartimenten te volgen					
De methode moet geschikt zijn om waar te nemen of erosie danwel sedimentatie optreedt binnen de kweldervenken					
De methode moet geschikt zijn om te meten of het doorzicht, zuurstofgehalte en de temperatuur binnen de kweldervenken verschillen van die in het referentiegebied					

Inhoud

Programma van Eisen en Verificatie	3
1 Inleiding	7
1.1 Kader.....	7
1.2 Doelstellingen	8
1.3 Monitoring	8
1.4 Leeswijzer	9
2 Methode.....	11
2.1 Locatie.....	11
2.2 Algemene onderzoeksopzet.....	12
2.3 Monitoringsrondes Marker Kwelderwerken.....	13
2.4 Water- en oeverplanten	16
2.5 Tweekleppigen	17
2.6 Vis	18
2.7 Vogels	20
2.8 Hydromorfologie	21
2.9 Waterkwaliteitsparameters	23
3 Resultaten	25
3.1 Vegetatie.....	25
3.1.1 Oevervegetatie	25
3.1.2 Submerse vegetatie	29
3.2 Macrofauna / tweekleppigen	32
3.2.1 Tweekleppigen.....	32
3.2.2 Macrofauna (Extra).....	33
3.3 Vis	34
3.3.1 Waargenomen vissoorten.....	34
3.3.2 Lengte frequentieverdeling	36
3.4 Vogels	40
3.5 Hydromorfologie	42
3.5.1 Bodemligging	42
3.5.2 Zettingen	44
3.6 Waterkwaliteitsparameters	46
4 Conclusie en aanbevelingen.....	47

4.1	Conclusies.....	47
4.2	Aanbevelingen ontwerp bij opschaling Marker Kwelderwerken	50
4.3	Marker Kwelderwerken als multi-functioneel object	53
5	Beantwoording onderzoeksvragen	55
6	Literatuur	63
BIJLAGE 1 Windgegevens en waterstanden.....		67
BIJLAGE 2 Visuele waarnemingen erosie en sedimentatie.....		73

1 Inleiding

1.1 Kader

Het onderzoeksprogramma “Natuurlijker Markermeer-IJmeer 2009-2015” (NMIJ) heeft als doel meer inzicht te krijgen in de oorzaken van de negatieve trends en de herstelmogelijkheden van het watersysteem. Hoofdvraag is: “Welke maatregelen zijn het meest kansrijk voor de ontwikkeling van een robuust ecologisch systeem en een klimaatbestendig watersysteem in het Markermeer en IJmeer”. Voor het beantwoorden van deze onderzoeksvraag zijn innovatieve technieken beproefd in de zogenaamde “Waterproeftuin”.

In het kader van dit onderzoeksprogramma en bijbehorende “Waterproeftuin” is door de combinatie de Vries en van de Wiel, Bureau Waardenburg, Grontmij en onderaannemer BWZ-ingenieurs een initiatief ontwikkeld, dat zich richt op het opslaan en vastleggen van slib binnen aangelegde luwtestructuren: de Marker Kwelderwerken.

Met behulp van de rijshouten dammen zijn luwtestructuren gecreëerd in de ondiepe oeverzone van de Noord-Hollandse Markerrmeerkust; twee compartimenten met ieder negen vakken. Het oppervlak per vak is circa 15x15 meter (225 m²). Een deel van de vakken (zes stuks per compartiment) is gevuld met slib en een deel met zand volgens een gradie□nt vanaf de oever naar het diepe water (zie ontwerp figuur 1.1). Zowel in het slib- als zandcompartiment is daarnaast ook een strook met vakken aangelegd die niet is verondiept met slib of zand. Op deze wijze kon er informatie verkregen worden over de biologische en abiotische processen binnen de vakken in verschillende fasen van verondieping, bij verschillende bodemsubstraten en bijbehorende verlandingsstadia.

De luwe ondiepe zones achter de dammen (binnen de vakken), zijn uitermate geschikt voor de vestiging en ontwikkeling van flora en fauna in het Markermeer. Deze flora en fauna kon echter geholpen worden met de aanwezigheid van voldoende habitatdiversiteit of een helpende hand in het ontwikkelproces (mede in verband met de korte proefduur). Er is daarom voorzien in het aanplanten van oevervegetatie. Zowel in het slibcompartiment als in het zandcompartiment is één strook (3 achtereenvolgende vakken van oever naar open water) op deze manier ‘ingericht’ (zie ontwerp figuur 1.1).

Met dit veldexperiment is onderzocht of met rijshouten dammen slib kan worden vastgelegd en of in dergelijke gebieden ecologische processen (vegetatieontwikkeling, natuurlijke verlanding, paai-, opgroei-, schuilplek voor vis, rustgebied voor vogels) gestimuleerd kunnen worden.

1.2 Doelstellingen

Het doel van dit experiment was om op de korte termijn (binnen 2 jaar) inzicht te krijgen in:

1. de mogelijkheid om met rijshouten dammen slib op te slaan en vast te leggen en daarmee luwe heldere ondiepe oeverzones te realiseren in het Markermeer;
2. de ecologische processen (vegetatie-ontwikkeling, natuurlijke verlanding, paai-, opgroei-, schuilplek voor vis, rustgebied voor vogels) die in deze luwe gebieden spontaan op gang kwamen, dan wel gestimuleerd werden.

De doelstelling voor de lange termijn was een ‘kunstmatig’ kwelderproces te realiseren door het periodiek aanvullen en uitbreiden van de compartimenten (opschaling). Hiermee kunnen meer natuurlijke land-water zones worden gecreëerd met geleidelijke overgangen van droog naar nat, van ondiep naar diep, van pionier naar climaxstadia, van oever- naar watervegetatie met alle daaraan gebonden levensgemeenschappen.

In het voorliggende monitoringsrapportage (Eindrapport 2013 en 2014) wordt besproken in hoeverre de korte termijn doelstellingen zijn gerealiseerd en de doelstelling voor de lange termijn mogelijk lijken.

De monitoring kan hiermee invulling geven aan onderzoeksvragen behorende bij thema 1 ‘Vermindering van het slibgehalte (onderzoeksvragen S2, S6, S8, S9, S10, S11, S12, S14) en Thema 2 ‘Habitatdiversiteit en dynamiek’ (onderzoeksvragen H12, H26, H29, H30, H33) van het NMIJ-onderzoeksprogramma

De kwelderwerken zijn aangelegd in juni 2013 (zie figuur 1.1). De aanleg is beschreven in “Marker kwelderwerken. Voortgangsrapportage aanleg” (Bak *et al*, 2013a). De kwelderwerken zijn / worden afgebroken in november / december 2014.

1.3 Monitoring

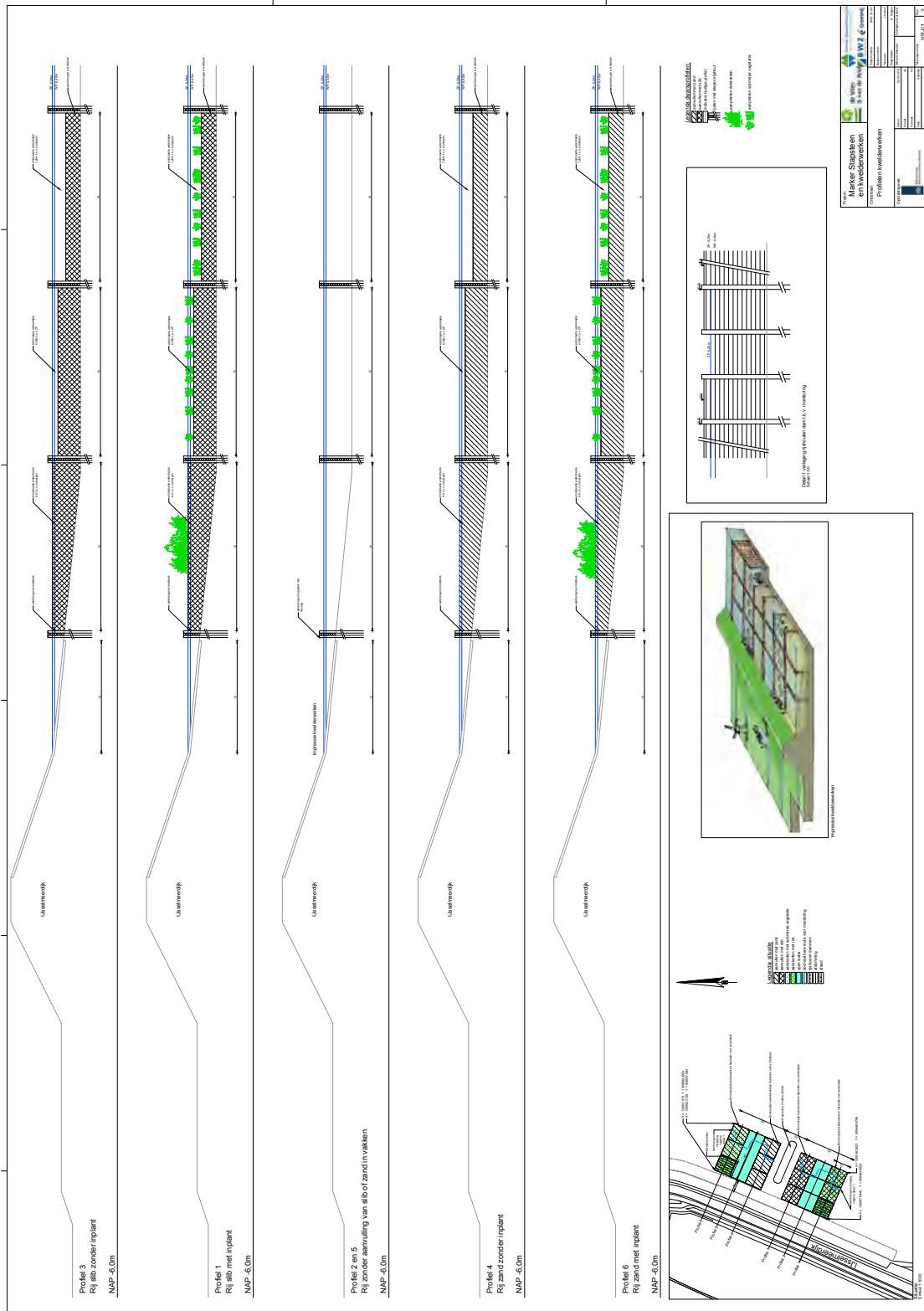
Naast het construeren van de Marker Kwelderwerken was een uitgebreide ecologische monitoring onderdeel van het veldexperiment zoals beschreven in het Monitoringsplan (Bak *et al*, 2013b). In 2013 en 2014 zijn de volgende onderdelen gemonitord:

- de overleving en ontwikkeling van de aangeplante vegetatie;
- spontane vestiging van vegetatie als gevolg van de realisatie van de kwelderwerken;
- volgen van het verlandingsproces (morfologie);
- het bepalen van mogelijke effecten op macrofauna (met name tweekleppigen), vissen en vogels.

Daarnaast zijn een aantal ondersteunende waterkwaliteitsparameters gemeten.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de proeflocatie en proefopzet besproken en tevens de verschillende monitoringsrondes toegelicht. Hoofdstuk 3 bevat vervolgens per parameter de resultaten van de nulmeting en monitoring van het proefgebied en referentiegebied in 2013 en 2014. Tevens is hier een samenvatting van de conclusies opgenomen. Hoofdstuk 4 bevat de discussie en aanbevelingen voor de toekomst. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de onderzoeksvragen beantwoord.



Figuur 1.1 Ontwerp Marker Kwelderwerken 2; Onderzoeksopzet en methodiek.

2 Methode

2.1 Locatie

De proeflocatie van de Marker Kwelderwerken was gelegen in het Markermeer nabij Warder; ten zuiden van het gemaal Warder. Nabij deze proeflocatie was tevens de proeflocatie gelegen van het Waterproeftuin-project “Marker Stapsteen”. De exacte locatie van beide projecten is weergegeven op kaart 2.1.

Naast het proefgebied van de Marker is er ook een referentielocatie aangewezen zonder constructies. Op kaart 2.1 zijn het proefgebied en het referentiegebied weergegeven voor de Marker Kwelderwerken (groen) en Marker Stapsteen (rood).



Kaart 2.1: locatie proefgebied en referentiegebied van twee NMIJ onderzoeken: Marker Kwelderwerken en Marker Stapsteen

2.2 Algemene onderzoeksopzet

Beschrijving proefopzet

De onderzoeksopzet bestond uit twee **compartimenten** met allebei negen **vakken**. In allebei de compartimenten waren zes vakken (twee **stroken** van drie vakken) verondiept met slib (zuidelijke compartiment) of zand (noordelijke compartiment);

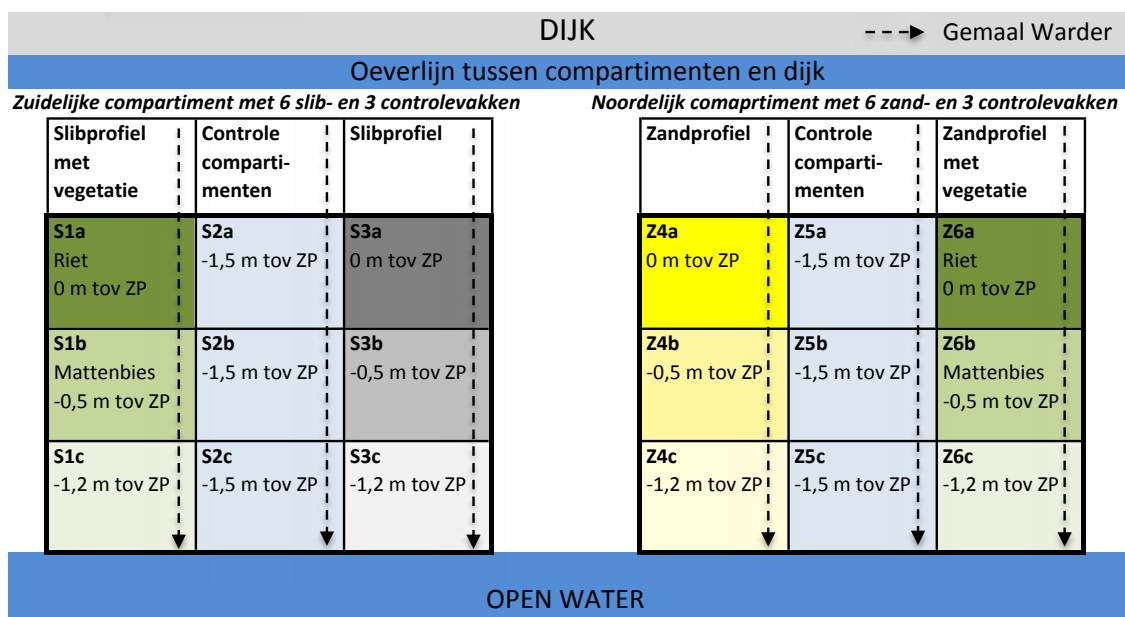
Bij de verondieping waren diepe en ondiepe vakken gerealiseerd waardoor binnen de stroken volgende gradiënt aanwezig was:

- Twee **droogvallende vakken** gelegen langs de oever (dichtst bij de dijk). In deze vakken was de bodem opgehoogd tot het zomerpeil (waterdiepte 0 meter ten opzichte van het zomerpeil)
- Twee **ondiepe vakken** (middelste vakken) met een waterdiepte van 0,5 meter ten opzichte van het zomerpeil;
- Twee **diepe vakken** grenzend aan het open water (verste van de dijk) met een waterdiepte van 1,2 meter ten opzichte van het zomerpeil.
- In voorjaar 2014 zijn de buitenste dammen (waterzijde) van de diepe vakken omlaag geduwd tot onder de waterlijn. Dit ter versteviging van de dammen (verdeling golfaanval over meerdere dammen in plaats van alleen de buitenste dam).

Binnen elk compartiment was één strook van drie vakken aanwezig die niet was opgevuld met zand of slib. Deze vakken hadden de "originele" waterdiepte van 1,5 meter ten opzichte van het zomerpeil gehouden. Dit waren de zogenoemde **controle-vakken**.

In beide compartimenten was één droogvallend vak en één ondiep vak ingepland met oeverplanten. In het droogvallende vakken waren dit **wortelstokken van riet** (*Phragmites australis*). In de ondiepe vakken waren dit **stekken van Mattenbies** (*Scirpus lacustris*). De overige verondiepte vakken én de controle-vakken bleven kaal.

In figuur 2.1 is een overzicht weergegeven van de verschillende diepe en ondiepe slib- / zand-vakken.



Figuur 2.1 overzichtsplaatje van twee compartimenten (zand- en slibcompartiment) met allebei negen vakken. Per compartiment zijn twee droogvallende vakken (waarvan één ingeplant met wortelstokken van riet), twee ondiepe vakken (waarvan één ingeplant met stekken van Mattenbies), 2 diepe vakken en 3 controle-vakken gerealiseerd.

De vakken zijn gecodeerd met cijfers en nummers S1a tot en met Z6c. Hierbij staan

- 1) de letters "s" of "z" voor respectievelijk "slib" en "zand"*
 - 2) de nummers 1 tot en met 6 voor het strooknummer en*
 - 3) de letters a, b en c voor respectievelijk drooggevallen vakken, ondiepe vakken en diepe vakken.*
- ZP = zomerpeil*

Monitoringslocatie macrofyten

De macrofytenmonitoring is uitgevoerd binnen de twee compartimenten. De parameters zoals beschreven in tabel 2.2 (§2.4) zijn in alle vakken opgenomen. Tevens zijn er kwadranten aangelegd waarbinnen data is opgenomen. In figuur 2.2 is een overzicht weergegeven van de verdeling van de kwadranten per vak.

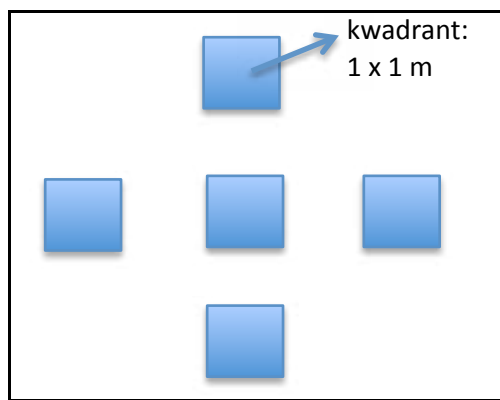
2.3 Monitoringsrondes Marker Kwelderwerken

In tabel 2.1 zijn alle monitoringsrondes voor 2013 (2.1a) en 2014 (2.1b) weergegeven. Hieronder volgt een toelichting op (het doel) van de verschillende monitoringsrondes.

Nulmeting

Voorafgaand aan de aanleg van de Markerkwelderwerken is een nulmeting uitgevoerd in het (toen nog lege) proefgebied en het referentiegebied. In tabel 2.1 staan de

parameter weergegeven die zijn gemeten tijdens deze nulmeting. De nulmeting had als doel om de situatie vóór aanleg van de Marker Kwelderwerken vast te leggen en te kunnen vergelijken met de situatie na aanleg van de constructie (vergelijking in de tijd). De nulmeting is uitgevoerd in een andere bemonsteringsperiode dan de monitoring van het proefgebied. Een “zuivere” nulmeting wordt in principe uitgevoerd in dezelfde periode als de daadwerkelijk monitoring. Dit was bij de Marker Kwelderwerken niet mogelijk in verband met een latere start van het project. Met de nulmeting is wél de uitgangssituatie goed vastgelegd (vergelijking in de tijd).



vak: 15 x 15 m

Figuur 2.2: weergave van één vak met vijf kwadranten voor de macrofytenmonitoring.

Monitoring proefgebied

Na de aanleg van de Marker Kwelderwerken is de daadwerkelijke monitoring van het proefgebied gestart. Deze monitoring is uitgevoerd in 2013 en 2014 binnen de verschillende vakken van zowel het slib- als het zandcompartiment. De oeverlijn tussen de Marker Kwelderwerken en de dijk viel buiten de proefopzet en is daarom bij de monitoring buiten beschouwing gelaten.

Monitoring referentiegebied

Tijdens de monitoring binnen het proefgebied is een vergelijkbare monitoring uitgevoerd in het referentiegebied (zie kaart 2.1). Monitoring van het referentiegebied had als doel dat de situatie binnen het proefgebied vergeleken kon worden met een onverstoorde situatie in dezelfde omgeving én in dezelfde bemonsteringsperiode (vergelijking in ruimte).

Tabel 2.1 geeft een overzicht van monitoringsrondes in 2013 en 2014 weer. Vanaf §2.4 wordt per parameter de monitoringsopzet weergegeven. Tevens is een uitgebreid monitoringsplan beschikbaar voor dit onderzoek (Bak *et al*, 2013b).

Tabel 2.1a Overzicht monitoring Marker Kwelderwerken 2013

Datum	Macrofyten	Twee- kleppigen (TK) en macrofauna (MF)	Vis	Vogels	Hydro- morfologie (bodemligg ing)	Door- zicht
11-4-'13					nulmeting	
15-5-'13			Nulmeting*			
20-5-'13	Nulmeting*					
30-5-'13		Nulmeting* (TK)				
Juni '13	Aanleg	Aanleg	Aanleg	Aanleg	Aanleg	Aanleg
30-7-'13				Ronde 1		
6-8-'13					Ronde 1	
29-8-'13			Ronde 1**			Ronde 1
5-9-'13	Ronde 1**			Ronde 2		Ronde 2
23-9-'13		Ronde 1** (MF)	Ronde 2			
10-10-'13					Ronde 2	
30-10-'13		Ronde 1 (TK), Ronde 2*** (MF)		Ronde 3		
12-11-'13				Ronde 4		
20-12-'13				Ronde 5		

- * oeverlijn en open water ter plaatse van de aan te leggen Marker Kwelderwerken
- ** Alleen proefgebied bemonsterd
- *** Alleen referentiegebied bemonsterd

Tabel 2.1b Overzicht monitoring Marker Kwelderwerken 2014

Datum	Macrofyten	Twee- kleppigen	Vis	Vogels	Hydro- morfologie	Doorzicht
18-02-'14				Ronde 6		
09-04-'14				Ronde 7		
30-04-'14				Ronde 8		
14-05-'14				Ronde 9		
20-05-'14			Ronde 3			Ronde 3
03-06-'14				Ronde 10	Ronde 3	
27-06-'14				Ronde 11		
17-07-'14	Ronde 2 Submers	Ronde 2 (TK)	Ronde 4			Ronde 2
27-08-'14	Ronde 2 Emers					Ronde 4
06-06-'14			Sonar			
01-10-'14		Ronde 3 (TK)	Ronde 5			Ronde 5
17-10-'14			Sonar			

2.4 Water- en oeverplanten

Tabel 2.2 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de monitoring macrofyten in 2013 en 2014.

Tabel 2.2 Overzicht monitoring macrofyten

Overzicht monitoring vegetatie	
Relevante parameters:	-overleving en ontwikkeling aangeplante vegetatie (o.a. riet en Mattenbies): vegetatiebedekking binnen de vakken en per kwadrant van 1 m ² (voor ligging zie figuur 2.2) in %. Tevens gemiddelde hoogte van planten/stengels per kwadrant (toegestane afwijking maximaal 10%) - spontane vestiging nieuwe vegetatie (soorten en bedekkingen (vegetatiebedekking binnen de vakken en in kwadranten).
Bemonsteringsmethode:	-droogvallende vakken: betreden of vanaf boot in aangrenzend water, vaste kwadranten -middeldiepe en diepere vakken (resp. 0,5 m+ en 1,20+ zomerpeil): snorkelaar met kwadrant -in 2013 en 2014 is buiten het monitoringsprogramma om geëxperimenteerd met het maken van luchtfoto's.
Laboratoriumwerkzaamheden:	nee
Monitoringsperiode:	-situatie vlak voor de aanleg proefgebied en referentiegebied: 20 mei 2013 -overleving en ontwikkeling alle vakken in het proefgebied: september 2013, juli - augustus 2014.
Monitoringsfrequentie:	mei / juni 2013 1x (voor aanleg), aug / september 2013 / 2014 1x
Bemonstering referentiegebied:	ja

Waterplanten versus oeverplanten

In de droogvallende en ondiepe vakken speelde met name de aan- / afwezigheid en ontwikkeling van oeverplanten een rol. In de diepe vakken was de aandacht gericht op ondergedoken waterplanten.

Ontwikkeling aangeplante planten versus spontane vestiging

Binnen de vakken met aangeplante vegetatie (vakken S1a, S1b en Z6a, Z6b) is nadrukkelijk bekeken in hoeverre de aangeplante vegetatie stand hield en zich verder ontwikkelde. Bij de verondiepte vakken zonder vegetatie-aanplant (S3a, S3b, S3c, S1c en Z4a, Z4b, Z4c, Z6c) is bij de monitoring de aandacht met name gericht op de spontane vestiging van vegetatie. De resultaten van de monitoring zijn vergeleken met de ontwikkeling / vestiging van vegetatie binnen de controle-vakken (S2a, S2b, S2c en Z5a, Z5b, Z5c).

Nieuwe technieken

Luchtfoto's

In 2013 en 2014 zijn met behulp van luchtfoto's overzichten gemaakt van de Marker Kwelderwerken. Op deze foto's is de hydromorfologie en vegetatieontwikkeling goed te zien. Monitoring met behulp van deze nieuwe techniek maakte geen onderdeel uit van de "standaard monitoring" zoals beschreven in het monitoringsplan (Bal *et al*, 2013b). Het fotomateriaal is gebruikt als illustratie. Analyse van dit beeldmateriaal is achterwege gelaten in deze rapportage.

2.5 Tweekleppigen

Tabel 2.3 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de tweekleppigen-monitoring.

Monsterlocatie

Bemonstering van tweekleppigen vond plaats in de diepe vakken en in de controle-vakken. De droogvallende en ondiepe vakken zijn niet bemonsterd. De waterdiepte (relatief ondiep; 0 tot circa 0,5 meter) en ontwikkeling van moerasvegetatie maakten dat de droogvallende- en ondiepe vakken minder geschikt waren voor de ontwikkeling van tweekleppigen.

In 2013 is in deze droogvallende en ondiepe vakken de overige macrofauna juist bemonsterd met behulp van een standaard macrofaunanet. De macrofaunabemonstering maakt geen onderdeel uit van de "standaard monitoring" zoals beschreven in het monitoringsplan (Bak *et al*, 2013b). In 2014 is deze monitoring achterwege gelaten.

Tabel 2.3 Overzicht monitoring tweekleppigen

Overzicht monitoring tweekleppigen	
Relevante parameters:	-dichtheden en biovolumes <i>Dreissena</i> (driehoeks- en Quaggamosselen) (aantal resp. ml per m ² , afwijking maximaal 10%) -aanwezigheid andere tweekleppigen (soorten en aantallen) - macrofauna overig (alleen in 2013, valt buiten monitoringsplan)
Bemonsteringsmethode:	-bodem: snorkelaar met bodemschep -harde structuren (palen, wilgentenen aan binnen- en buitenzijde): (snorkelen) visuele inspectie en schraapmonsters - overige macrofauna: schepnet (in 2013)
Laboratoriumwerkzaamheden:	dichtheden en biovolumes <i>Dreissena</i> bepalen uitzoeken en determineren macrofauna (in 2013)
Monitoringsperiode:	-situatie vlak voor de aanleg proefgebied en referentiegebied: mei 2013 -diepe vakken en referentiegebied: oktober 2013, augustus 2014 -harde structuren: oktober 2013 en 2014 (kwalitatief)
Monitoringsfrequentie:	2013: mei 1x (voor aanleg), okt 1x 2014: oktober 1x
Bemonstering referentiegebied:	ja

2.6 Vis

Tabel 2.4 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de vis-monitoring.

Doel van de monitoring

De Marker Kwelderwerken konden verschillende functies vervullen voor vissen:

- paaigebied in het voorjaar;
- opgroeigebied voor jonge vis in de zomer;
- foerageer- en schuilgebied in het najaar.

De opzet van het monitoringsprogramma is afgestemd op deze verschillende potentiële functies. In 2013 is echter geen voorjaarsbemonstering vis uitgevoerd

omdat de kwelderwerken toen nog niet waren aangelegd. Een dergelijke voorjaarsbemonstering zou gericht zijn op paaifunctie, opgroefunctie en fourageer- en schuilfunctie voor jonge vis. De zomer- en najaarsbemonsteringen zijn in 2013 wél uitgevoerd. In de zomer 2013 is echter geen vis waargenomen binnen het proefgebied. De najaarsbemonstering was gericht op de Marker Kwelderwerken als fourageer- en schuilfunctie voor volwassen vis.

Tabel 2.4 Overzicht monitoring vissen

Overzicht monitoring vissen	
Relevante parameters:	- Aanwezigheid van volwassen vis, jonge vis, visbroed (kwalitatief) - Soorten en aantal vissen per oppervlakte eenheid (toegestane afwijking maximaal 20%)
Bemonsteringsmethode:	- Elektrisch-visapparaat (tussen vakken) - Zegen (open water) - Schepnet (in vakken – allen bij nulmeting) - Extra: DIDSON sonar
Laboratoriumwerkzaamheden:	- nee
Monitoringsperiode:	Electro & zegen: mei 2013 (situatie vlak voor de aanleg), najaar 2013, voorjaar, zomer en najaar 2014. Schepnet: zomer 2013
Monitoringsfrequentie:	2013: Electro & zegen: 2x per jaar 2013: Schepnet: 1x per jaar 2014: Electro en zegen: 3x per jaar
Bemonstering referentiegebied:	ja

In 2014 is in zowel het voorjaar, de zomers als het najaar vis bemonsterd*. Hierbij was de monitoring in mei gericht op de paaifunctie, in juli op de opgroefunctie voor jonge vis en in oktober op de foerageer- en schuilfunctie voor vis.

In 2014 is tevens bemonsterd in een extra deelgebied. Tussen de slib- en zandvakken is een spontaan slib aangeslibt. Dit gebied is daarom extra verkend op vis.

* In verband met aanwezige staalkabels, linten en touwen over de vakken van de Marker Kwelderwerken, waren de meeste vakken niet veilig te bemonsteren. De middelste controle vakken Z5b en S2b tevens onbereikbaar voor monitoring. Deze twee vakken zijn daarom niet bemonsterd.

Nieuwe technieken

Didson

In verband met de slechte mogelijkheid tot het bemonsteren binnen de vakken van de Marker Kwelderwerken is een nieuwe bemonsteringsmethode voor vis uitgetoetst: DIDSON sonar. DIDSON staat voor "Dual frequency IDentification SONar" en is een hoge resolutie sonar dat akoestiek (geluid) gebruikt om akoestische beelden mee te maken met veel detail. Met de DIDSON bestaat de mogelijkheid beelden te maken van visgedrag nabij bijvoorbeeld sluizen, turbines of visnetten in troebel water of zelf 's nachts. Het detailniveau is groot genoeg voor het waarnemen van kleine vissen rondom structuren en het inschatten van hun aantallen (orde grootte).

Het beeldmateriaal van de DIDSON-monitoring was echter slecht. De bemonsterde onderdelen van de Marker Kwelderwerken waren ondiep (<40 cm) waardoor er veel bellen in het water waren. Het bleek niet mogelijk om onder die omstandigheden goede onderwaterbeelden vast te leggen met de Didson. De resultaten van dit onderzoek zijn daarom achterwege gelaten bij de analyse.

2.7 Vogels

Tabel 2.5 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de vogelmonitoring.

In 2013 was het van belang dat de vegetatieontwikkeling in de kwelderwerken op gang zou komen. Vogelvraat, vertrapping en omwoeling had grote schade kunnen veroorzaken aan de aanwezige jonge vegetatie. Daarom zijn de kwelderwerken beschermd tegen kolonisering van watervogels middels gespannen rood-wit geblokte linten.

De vogeltellingen (soorten en aantallen) en gedragsobservaties (rusten, foerageren, broeden) in 2013 zijn echter wél in de kwelderwerken en de omgeving van de kwelderwerken uitgevoerd. Een nulmeting is niet uitgevoerd.

Na aanleg van de Marker Kwelderwerken zijn rood-wit geblokte linten gespannen over de kwelderwerken om vogelvraat aan de recent aangeplante riet- en mattenbiesstengels tegen te gaan. De vogelmonitoring in 2013 was daarom niet alleen gericht op de kwelderwerken zelf, daar werden immers beperkt vogels verwacht. Het aandachtsgebied is groter ingezet namelijk het proefgebied, de oeverlijn tussen de Marker Kwelderwerken en de dijk, het referentiegebied en het strandje ten zuiden van het referentiegebied. In 2014 waren deze linten grotendeels verdwenen maar zijn dezelfde gebieden bekeken om vergelijking tussen de jaren mogelijk te maken.

Tabel 2.5 Overzicht monitoring vogels

Overzicht monitoring vogels	
Relevante parameters:	-aanwezigheid vogels (soorten en aantallen in proef / ref gebied, maximale afwijking 10%) -gedrag van vogels (zitten / rusten, foerageren, broeden, opvliegen)
Bemonsteringsmethode:	vogeltellingen en gedragsobservaties met verrekijkers en een telescoop
Laboratoriumwerkzaamheden:	nee
Monitoringsperiode:	2013: juli 1x, sept 1x, okt 1x, nov 1x, dec 1x 2014: februari 1x, april 1x, mei 2x, juni 2x
Monitoringsfrequentie:	zie monitoringperiode
Bemonstering referentiegebied:	ja

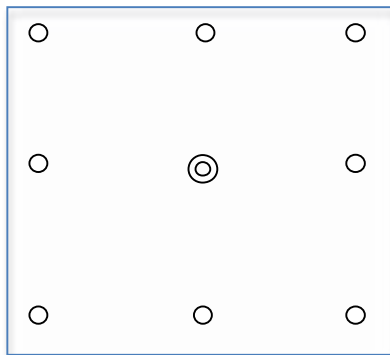
2.8 Hydromorfologie

Monitoring zetting

Tabel 2.6 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de monitoring van de zetting.

Tabel 2.6 Overzicht monitoring zettingen

Overzicht monitoring zettingen	
Relevante parameter:	Bodemligging: -nulmeting (m), -zetting ondergrond (m), -zetting materiaal (m), (toegestane afwijking maximaal 0,03 m)
Bemonsteringsmethode:	Multibeam, zetbakens en meten bodem
Laboratoriumwerkzaamheden:	nee
Monitoringsperiode:	Voor aanleg, na aanleg, jaarlijks
Monitoringsfrequentie:	2x in 2013, 1x in 2014
Bemonstering referentiegebied:	nee



- ⊙ Zetbaken
- Meetpunt bodemligging

Figuur 2.3 Overzicht ligging zetbaken en acht meetpunten bodemligging per vak.

Tabel 2.7 Overzicht monitoring erosie / verlanding

Overzicht monitoring erosie / verlanding	
Relevante parameter:	Verandering bodem: -erosieplaatsen (m ²); -verlandingsplaatsen (m ²); -erosieprocessen (m ² en m ³). (betreft visuele waarnemingen: nauwkeurigheid circa 1 à 2 m ³)
Bemonsteringsmethode:	Visueel, foto, film
Laboratoriumwerkzaamheden:	Nee
Monitoringsperiode:	Incidenteel
Monitoringsfrequentie:	diverse keren in 2013 en 2014
Bemonstering referentiegebied:	nee

Vóór de aanleg van de Marker Kwelderwerken is de bodem met een Hydro-survey ingemeten (nulmeting). Na de aanleg kon de bodem niet met een hydro-survey ingemeten worden. De hoogteligging en de zetting van de vakken is daarom gevolgd met een aantal zetbakens en metingen van de hoogte van het oppervlak met een meetbaak. In totaal zijn in alle 18 vakken een zetbakens geplaatst. Vervolgens is de hoogteligging van de zetbakens ingemeten. De zetting van de aangebrachte grond is gemeten ten opzichte van deze bakens. Daarnaast is de bodem van elk vak ingemeten op 8 vaste plaatsen per vak. In de figuur 2.3 zijn de meetpunten per vak schematisch weergegeven.

Monitoring erosie / verlanding

Tabel 2.7 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de monitoring van erosie / verlanding (aanzanding).

De vakken stonden bloot aan (gedempte) golfwerking. Dit kon erosie veroorzaken. Anderzijds kon de begroeiing binnen de vakken juist sediment vast houden en door verlanding, sediment aanwas veroorzaken. Deze optredende bodemveranderingen waren visueel waarneembaar. Markante veranderingen zijn op foto's vastgelegd. De situatie na aanleg is als referentie vastgelegd op foto's.

Erosieprocessen gaan soms dusdanig snel, dat ze direct, ter plaatse waarneembaar zijn. Soms is het ook mogelijk om verschillen over een korte periode waar te nemen. Bijvoorbeeld een situatie voor een storm en na een storm.

Achtergrondgegevens

Ten behoeve van het hydromorfologisch onderzoek zijn windgegevens opgeslagen namelijk windsnelheden en windrichtingen. Hierbij is gebruik gemaakt van het KNMI-meetstation in Berkhout en de maandwindroos De Kooij (in Den Helder) van het KNMI (<http://www.knmi.nl>).

Daarnaast zijn waterstanden genoteerd van de Rijkswaterstaat waterstandsmeetlocatie in Edam welke op circa 6 kilometer afstand van de proeflocatie ligt.

De metingen bij deze waterstandsmeetlocatie kunnen naar verwachting een afwijking van 1 à 2 cm hebben ten opzichte van de situatie in het proefgebied.

2.9 Waterkwaliteitsparameters

Tabel 2.8 geeft een overzicht weer van de bemonsterde parameters voor de monitoring van waterkwaliteitsparameters.

De monitoring van de waterkwaliteitsparameters is uitgevoerd in combinatie met de monitoring van andere parameters (macrofyten, vis, macrofauna etcetera). De waterkwaliteitsparameters zijn alleen gemeten in de vakken die daadwerkelijk onder water stonden (ondiepe, diepe en controle-vakken).

Op 5 mei 2013 en 30 oktober 2013 waren de veldomstandigheden dermate ongunstig (troebel water als gevolg van flinke golfslag) dat de waterkwaliteitsparameters niet verder zijn opgenomen en/of uitgewerkt.

Tabel 2.8 Overzicht monitoring waterkwaliteitsgegevens

Overzicht monitoring waterkwaliteitsparameters	
Relevante parameters:	doorzicht (in dm; maximale afwijking 5 cm), zuurstofgehalte (in mg/l; maximale afwijking 1,5%) watertemperatuur (in °C; maximale afwijking 0,5 °C)
Bemonsteringsmethode:	secchischijf, zuurstof- en temperatuurmeter
Laboratoriumwerkzaamheden:	nee
Monitoringsperiode in 2013:	zomer en najaar 2013
Monitoringsfrequentie in 2013:	gelijktijdig met monitoring aquatische parameters; macrofyten, tweekleppigen en vis.
Bemonstering referentiegebied:	ja

3 Resultaten

3.1 Vegetatie

3.1.1 Oevervegetatie

Figuur 3.1 en 3.2 en tabel 3.1 geven de resultaten weer van 2013 (het jaar van de aanleg) en 2014. Het overzicht van de compartimenten met de ligging van de slibvakken is te vinden in figuur 2.1 (§2.2)

Drooggevallen vakken

Aantal soorten en vegetatiebedekking in 2013 en 2014

In 2013 zijn er 11 verschillende oeverplanten aangetroffen binnen de Marker Kwelderwerken. Dit aantal soorten is in 2014 met 34 soorten toegenomen tot een totaal van 45 emerse soorten. In figuur 3.2 is het aantal soorten per vak weergegeven. Met een toename in het aantal soorten is ook het bedekkingspercentage van emerse vegetatie in de slibvakken toegenomen in 2014 ten opzichte van 2013 (figuur 3.1).

In vak S1a (vak met riet-aanplant) is de toename in bedekkingspercentage het grootste tot een vegetatiebedekking van 97%. Het aangeplante riet is hier goed aangeslagen over vrijwel het gehele oppervlak van het vak. De diversiteit in dit vak is echter beperkt aangezien riet dominant aanwezig was (foto 1).



Foto1 Slibvak S1a, 2014. Na rietaanplant in 2013 was de soort in 2014 sterk ontwikkeld en dominant aanwezig. Foto Bureau Waardenburg, Rob van de Haterd.

Een grote toename in diversiteit is met name waargenomen in de slibvakken S3a en S2a. In vak S3a is door windwerking het aangebrachte slib één hoek in geduwd. Tevens is er binnen de vakken S3a én S2a venig slib van buitenaf aangespoeld hetgeen heeft geresulteerd in droge, slibbige oeverdelen (foto 3 en 4). Met name in

vak S2a is dit opmerkelijk. Dit vak had na aanleg een waterdiepte van 1,5 meter, maar is in één jaar voor een deel spontaan dichtgeslibd met venig slib.

Op de drooggevallen delen van de vakken S3a en S2a heeft een rijke pionier vegetatie zich kunnen vestigen met soorten zoals grote lisdodde, harig wilgenroosje, knikkend tandzaad en zwart tandzaad (foto 2). In tabel 3.1 zijn alle waargenomen soorten weergegeven. Diepere delen bleken niet geschikt voor de vestiging van oevervegetatie. De totale vegetatiebedekking in de vakken S3a en S2a bleef daarom beperkt tot respectievelijk 30% en 4%.



Foto 2 Slibvak S3a, 2014. Een rijke pioniervegetatie heeft zich in één jaar kunnen vestigen op de slibbige gronden. Foto Bureau Waardenburg, Rob van de Haterd.



Foto 3 Slibvak S3a, 2014. Spontane aanslibbing van venig slib van buiten de kwelderwerken. Foto Bureau Waardenburg, Rob van de Haterd.



Foto 4 Slibvak S2a (controlevak), 2014. De waterdiepte in dit vak was in 2013 1,5 meter. Als gevolg van spontane aanslibbing van weinig slib in dit controlevak stonden in 2014 delen van dit vak droog. Emerse vegetatie kreeg daar kans zich te vestigen en te ontwikkelen tot een rijke pioniervegetatie. Foto Bureau Waardenburg, Rob van de Haterd.

In de zandvakken was sprake van een afname in vegetatiebedekking, behalve in Z6a, waar de vegetatiebedekking is toegenomen van 0,1% (2013) naar 2% (2014). In het veld viel hier echter op dat riet zeer lokaal aanwezig was en onder water veel rietstengels waren afgestorven. In 2013 was in vak Z4a (geen riet-aanplant) fioringras en zwanebloem met lage bedekkingen aanwezig. In 2014 is het zandvak Z4a en het controle vak Z5a geen oevervegetatie meer aangetroffen.



Foto 5 Zandvak Z6a (rietaanplant) met daarachter zandvak Z6b (mattenbies-aanplant), 2014. Mattenbies is helemaal verdwenen in vak Z6b. De rietvegetatie heeft zich slecht kunnen ontwikkelen. Binnen het vak is lokaal riet waargenomen. Foto Bureau Waardenburg, Rob van de Haterd.

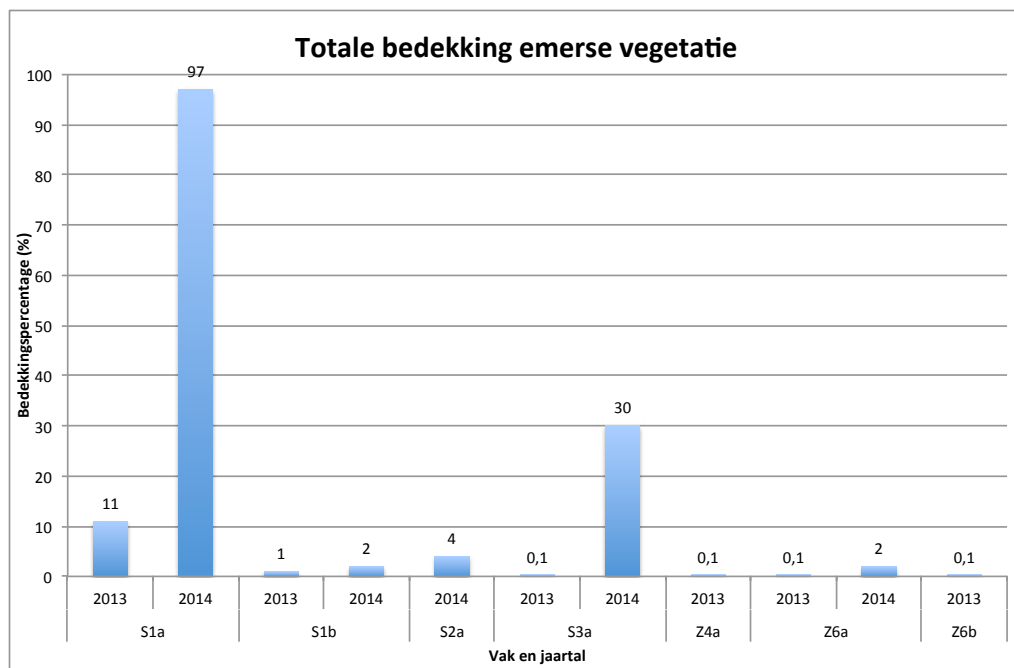
Ondiepe vakken

In 2013 was de vegetatiebedekking van mattenbies in vak S1b en Z6b vergelijkbaar met de dichtheden van aanplant.

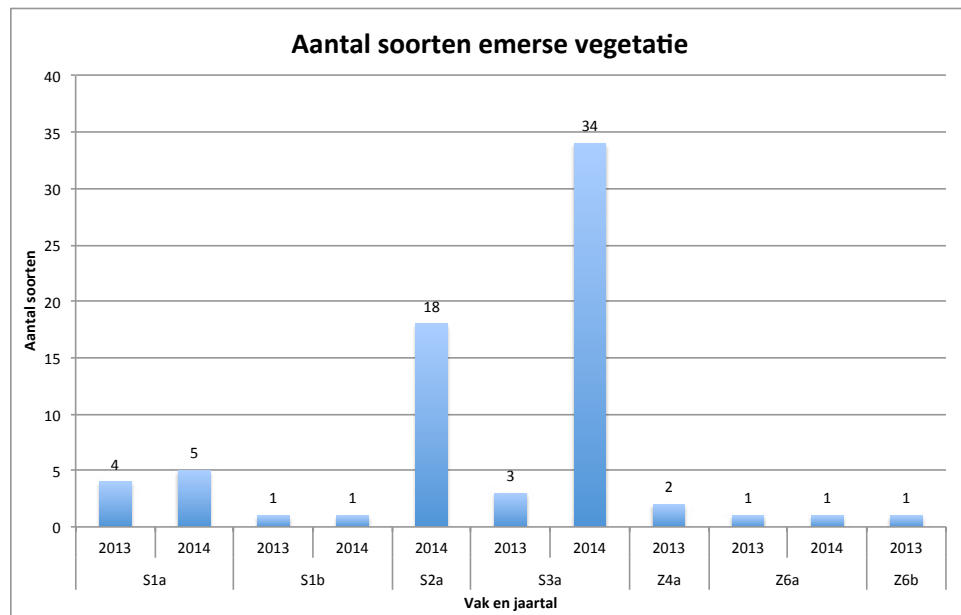
In 2014 heeft de soort zich niet / nauwelijks kunnen uitbreiden in het slibvak S1b. De vegetatiebedekking mattenbies in vak S1b is toegenomen van 1% (2013) naar 2,5 % (2014). Hier wordt opgemerkt dat het inschatten van bedekkingspercentages onder de 5% dermate lastig is dat de ruis in de bemonsteringsmethodiek vermoedelijk groter was dan de variatie die in het veld is waargenomen. Mattenbies kwam met zeer lage bedekkingen lokaal voor in het vak. Op andere plekken binnen het vak was het mattenbies volledig verdwenen. Mattenbies is als enige waargenomen in vak S1b.

In het zandvak Z6b was in 2014 de aangeplante mattenbies geheel verdwenen en andere emerse soorten hebben zich niet kunnen vestigen.

In alle overige ondiepe vakken (slibvak S3b, controlevak S2b, controlevak Z5b en zandvak Z4b) is in 2013 en 2014 geen oevervegetatie aangetroffen. Spontane vestiging van emerse soorten is dus uitgebleven in alle ondiepe slib- en zandvakken.



Figuur 3.1 De totale bedekking (in %) van emerse vegetatie in verschillende vakken over de jaren 2013 en 2014. Als er in bepaalde vakken/jaren geen vegetatie is waargenomen zijn deze niet meegenomen in de grafiek.



Figuur 3.2 Het aantal soorten van emerse vegetatie in verschillende vakken over de jaren 2013 en 2014. Als er in bepaalde vakken/jaren geen vegetatie is waargenomen zijn deze niet meegenomen in de grafiek.

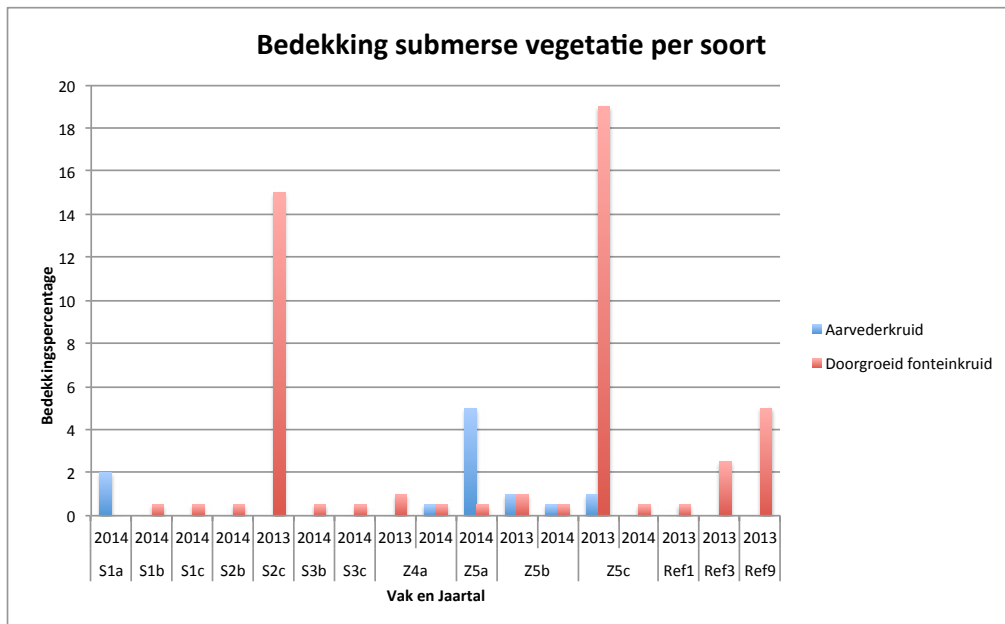
3.1.2 Submerse vegetatie

In zowel 2013 als 2014 zijn er twee verschillende soorten submerse vegetatie aangetroffen in de Marker Kwelderwerken namelijk aarvederkruid en doorgroeid fonteinkruid. In het referentiegebied was tevens schedefonteinkruid (2013 en 2014) en een kranswier (2014) aanwezig. Hier ontbrak echter aarvederkruid. In figuur 3.3 is het bedekkingspercentage van aarvederkruid en doorgroeid fonteinkruid weergegeven per vak.

In 2013 kwamen doorgroeid fonteinkruid en aarvederkruid (in hoge bedekkingen) voor in met name de controlevakken (S2c, Z5c en Z5b). In 2014 viel op dat de submerse vegetatie in deze controlevakken is verdwenen of (sterk) in percentage achteruit is gegaan.

Doorgroeid fonteinkruid is met name in de zandvakken achteruit gegaan maar in de slibvakken leek deze soort zich juist nieuw te vestigen en kwam in lage bedekkingen (0,5%) voor.

Aarvederkruid leek zich in 2014 nieuw te vestigen in met name de natte hoekjes van de drooggevallen vakken (Z4a, Z5a). Aarvederkruid was daar met lage bedekkingen (0,5 – 5%) aanwezig. In dieper water is de soort achteruit gegaan of verdwenen.



Figuur 3.3 De bedekking (in %) van submerse vegetatie in verschillende vakken over de jaren 2013 en 2014. Als er in bepaalde vakken/jaren geen vegetatie is waargenomen zijn deze niet meegenomen in de grafiek.

Tabel 3.1. Vegetatiebedekking (in %) van waargenomen submerse en oeverplanten in de slib- en zandvakken, 2013 en 2014. REF = referentiegebied 2014. Vakken waarin vegetatie ontbrak zijn buiten de tabel gehouden.

Soorten	S1a		S1b		S1c	S2a	S2b	S2c	S3a	2014	S3b	S3c	Z4a	2014	Z4b	Z5a	Z5b	2014	Z5c	2014	Z6a	Z6b	REF
	2013	2014	2013	2014	2014	2014	2014	2013	2013		2014	2014	2014		2013	2014	2014		2013		2014	2013	2014
Aarvederkruid		2												0,5		5	1	0,5	1				
Basterdwederik (G)										2													
Bekliede duizendknoop										0,5													
Blaartrekkende boterbloem										0,5													
Bultkroos						0,5																	
Chara spec																							70
Doorgroeid fonteinkruid				0,5	0,5		0,5	15			0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	19	0,5			
Epilobium kiemplant																							
Fioringras						0,5				0,5			0,1										
Gele waterkers						0,5																	
Goudzuring						0,5				0,5													
Grote lisdodde	0,1	1				0,5			0,1	20													
Grote waterweegbree	0,1					0,5			0,1	0,5													
Harig wilgenroosje		0,5				0,5			0,1	1													
Hoge cyperzegge						0,5				0,1													
Klein hoefblad										0,5													
Klein kroos						0,5																	
Kleine lisdodde						0,5				0,5													
Kleine watereppe										0,5													
Knikkend tandzaad						1				5													
Knikmos (G)										0,5													
Kraakwilg										0,1													
Mattenbies			1	2,5																		0,1	
Melkdistel (G)										0,5													
Moerasandijvie						1				1													
Parapluitjesmos										0,5													
Populier (G)										0,1													
Reukeloze kamille										0,5													
Riet	10	95								2											0,1	2	
Rietzwenkgras										0,5													
Ruw beemdgras										0,5													
Schedefonteinkruid																							30
Schietwilg		0,5								2													
Smalle waterpest		0,5																					
Veelwortelig kroos						0,5																	
Veerdelig tandzaad										0,5													
Vertakte leeuwentand																							
Viltige basterdwederik										0,5													
Watergras										0,5													
Watermunt						0,5																	
Watertorkruid						0,5				0,5													
Wilg	1								0,1														
Witte waterkers										0,5													
Wolfspoot						0,5				0,5													
Zulte										0,1													
Zwanenbloem						0,5				0,5			0,1										
Zwart tandzaad						2				10													
Zwarte populier										0,5													
Totaal aantal soorten	4	6	1	2	1	18	1	1	3	34	1	1	3	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2
Aantal soorten emers	4	5	1	1	0	18	0	0	3	34	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Aantal soorten submers	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	0	0	2

3.2 Macrofauna / tweekleppigen

3.2.1 Tweekleppigen

Tijdens de nulmeting in het proefgebied en het referentiegebied zijn tweekleppigen met relatief lage bedekkingen waargenomen namelijk *Dreissena bugensis* (quaggamossel) en *Dreissena polymorpha* (driehoeksmossel).

Tijdens de eerste monitoringsronde (30 oktober 2013) zijn op de kwelderwerken geen levende tweekleppigen waargenomen. In het referentiegebied is op één locatie *Dreissena polymorpha* waargenomen maar *Dreissena bugensis* is hier niet levend aangetroffen. Zowel in het referentie- als het proefgebied waren wél schelpen van tweekleppigen aanwezig; dode *Dreissena bugensis* en dode *Dreissena polymorpha*. Tevens viel het op dat er veel dode *gastropoda* (slakken) aanwezig waren.

In 2014 is op de rand van de Marker Kwelderwerken broedval van *Dreissena polymorpha* waargenomen. Het gaat hier om meer dan 250 individuen op één locatie op een wilgentak die deels losgeschoten was van de rand. Het viel op dat het mosselbroed alleen aan de onderkant van deze tak was gevestigd. Op de bodem en palen van de Marker Kwelderwerken is geen mosselbroed waargenomen. In tabel 3.2 zijn de resultaten van de metingen weergegeven.

Tabel 3.2 Overzicht bemonsterde tweekleppigen 2013 en 2014:

nulmeting in 2013 in proefgebied (5 locaties), referentiegebied (5 locaties) en kwelderwerken (vlakdekkend): aantal locaties waar soort is waargenomen, gemiddeld aantal mosselen per vierkante meter en biovolume op de bemonsterde locaties. Db=*Dreissena bugensis* / Dp=*Dreissena polymorpha*.

		30 mei 2013			30 okt 2013			1 okt 2014		
		n loc	n / m2	biovol (ml)	n loc.	n / m2	biovol. (ml)	n loc	n	biovol (ml)
Proefgebied										
nulmeting/ Kwelderwerken	Db	4	30	3,2	0	0	0	0	0	0
	Dp	1	18	0,2	0	0	0	1*	250	10
Ref.gebied	Db	5	97	7,8	0	0	0	0	0	0
	Dp	0	0	0	1	18	0,1	0	0	0

*op onderkant wilgentak.

Het is niet duidelijk waarom in het referentiegebied de dichtheid tweekleppigen sterk is afgenomen in 2013 en zich niet heeft kunnen herstellen in 2014. Een sterke opkomst van waterplanten kan aanwezige tweekleppigen “verstikken”. Mogelijk zijn door sterke ontwikkeling van ondergedoken waterplanten in het referentiegebied de leefomstandigheden voor *Dreissena* verslechterd (minder zuurstof, voedsel en substraat) in 2013. Herstel in 2014 is uitgebleven.

De Aziatische korfmossel (*Corbicula*) is niet waargenomen in het proef- en referentiegebied.

Gezien deze lage dichtheden is het mogelijk dat clusters van tweekleppigen zijn gemist tijdens de bemonsteringen. De belangrijkste conclusie blijft echter dat de (rijdsdammen van de) Marker Kwelderwerken geschikt zijn voor de vestiging van *Dreissena-mosselen*.

Tabel 3.3 *Waargenomen macrofauna (soorten / soortgroepen en aantallen individuen per monster) tijdens de macrofaunabemonstering in het proefgebied op 23 september 2013.*

Taxon	Hoofdgroep	S1A	S1B	S1C	S2C	S3C	S3B	S3A	Z4A	Z4B	Z4c	Z5C	Z6C	Z6B
Olichochaeta	Borstelwormen	3	6				1	1					1	
Tanytarsus sp.	Dansmuggen	1												
Tanytarsus gr. mendax	Dansmuggen	1												
Chironomus commutatus	Dansmuggen	2												
Chironomus riparius agg.	Dansmuggen	3												
Chironomus annularius agg.	Dansmuggen	4												
Cryptochironomus suplicans /obreptans	Dansmuggen	1							1					
Psectrocladius gr. Sordidellus/limbatellus	Dansmuggen				1		1						3	
Polypedilum nubeculosum	Dansmuggen						1							
Polypedilum sp.	Dansmuggen						1							
Cryptochironomus defectus	Dansmuggen								1					
Paratanytarsus sp.	Dansmuggen								8					
Procladius	Dansmuggen								2	2				
Chironomus sp.	Dansmuggen												2	
Gammarus tigrinus	Kreeftachtigen	5			7		2		9				1	3
Neomysis integer	Kreeftachtigen		3								1			
Dikerogammarus vilosus	Kreeftachtigen		3		5		1					4	1	
Dikerogammarus juveniel	Kreeftachtigen			2	5								3	
Limnomysis benedeni	Kreeftachtigen					4	3			1				7
Dolichopodidae	Langpootvliegen								1					
Dreissena bugensis	Tweekleppigen		1											
Sigara gr falleni	Wantsen	3							3					
sigara lateralis	Wantsen							1	31	1				
Sigara striata	Wantsen	1												

3.2.2 Macrofauna (Extra)

Aanvullend op de monitoring van tweekleppigen heeft Bureau Waardenburg in 2013 enkele macrofaunabemonsteringen uitgevoerd in zowel ondiepe als diepe vakken van het slib- en het zandcompartiment. Er zijn slechts lage aantallen macrofauna

aangetroffen, waardoor het lastig is om harde conclusies te trekken. In 2014 is er geen macrofaunabemonstering uitgevoerd.

In de ondiepe slib- en zandvakken zijn met name bodembewonende dansmuggen en borstelwormen aangetroffen. In de diepe vakken zijn relatief meer kreeftachtigen waargenomen, zowel aasgarnalen als vlokreeften. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen soortgroepen in de slib- als zandvakken waargenomen. *Sigara lateralis* (wantsen) was met relatief hoge aantallen in zandvak Z4a aanwezig en ontbrak vrijwel in de slibvakken. Deze soort komt voor op een kale bodem met weinig vegetatie. In hetzelfde zandvak Z4a zijn echter ook slibbewoners aangetroffen (bv *Cryptochironomus*) waardoor de verschillen tussen het slib- en zandvak weer minder duidelijk zijn.

3.3 Vis

3.3.1 Waargenomen vissoorten

Tijdens de nulmeting in 2013 viel op dat op alle locaties zwartbekgrondels zijn waargenomen; zowel in het open water als in de oeverzone van het referentiegebied en het proefgebied. Daarnaast zijn enkele blankvoorns, spiering, een kolblei en driedoornige stekelbaars waargenomen in het open water en/of de oevers.

Na aanleg van de kwelderwerken zijn in 2013 in het gehele onderzoeksgebied (kwelderwerken en referentiegebied) 10 soorten aangetroffen (tabel 3.4). In totaal zijn 193 vissen gevangen. In de referentie-oever zijn veruit de meeste vissen gevangen (139), dit waren hoofdzakelijk zwartbekgrondels (128).

Tabel 3.4 Aantal gevangen vis 2013, exclusief nulmeting. De vangsten zijn verdeeld over de verschillende deelgebieden.

Soort	Deelgebied			
	Slib	Zand	Ref-oever	Ref-open water
aal		1	1	
alver				
baars	1	4	7	8
blankvoorn			1	2
brasem				
driedoornige stekelbaars	8	1		
karper	2			
kesslers grondel				
kolblei				
pos			1	3
rivierdonderpad				
ruisvoorn			1	
snoek				
snoekbaars	1			1
spiering				
tiendoornige stekelbaars				
winde				
zonnebaars	4			
zwartbekgrondel	1	3	128	14
Totaal	17	9	139	28

In 2014 zijn zowel in de kwelderwerken als in de referentiegebieden meer vissen gevangen dan in 2013. In 2014 zijn in het gehele onderzoeksgebied (kwelderwerken en referentiegebied) achttien soorten aangetroffen (tabel 3.5); acht soorten meer dan in 2013. In totaal zijn 4.501 vissen gevangen. Het merendeel daarvan is in de referentie-oever gevangen (2.847). Zwartbekgrondel was ook in 2014 dominant aanwezig met 2.744 gevangen exemplaren. Als de zwartbekgrondels buiten beschouwing worden gelaten, dan zijn de verschillen in gevangen aantallen tussen de deelgebieden veel minder groot. Hierbij is het van belang te realiseren dat in de verschillende deelgebieden verschillende oppervlaktes zijn bevestigd. Om een correcte vergelijking te kunnen maken tussen de deelgebieden, en daarmee een indicatie te krijgen van de functie van de kwelderwerken voor vis, zijn de aantallen gestandaardiseerd naar een vaste oppervlakte maat (hectare)(zie figuur 3.4).

Een aantal vissoorten zijn met name aangetroffen in één bepaald deelgebied (zie tabel 3.5). Het gaat om brasem, karper, kesslers grondel, pos, rivierdonderpad,

ruisvoorn, snoek, snoekbaars, spiering en tiendoornige stekelbaars. Met uitzondering van kesslers grondel zijn van deze soorten slechts enkele exemplaren gevangen. Zonnebaars is alleen in 2013 aangetroffen.

3.3.2 Lengte frequentieverdeling

In figuur 3.4 is voor zeven vissoorten de lengte frequentieverdelingen uitgezet in aantallen per hectare (zie box 1). Deze zeven soorten zijn in vrijwel alle deelgebieden aangetroffen en daarom geschikt voor vergelijkingen tussen de deelgebieden.

Figuur 3.4 betreft alleen de vangsten uit 2014. In 2013 is immers alleen in het najaar, na aanleg van de kwelderwerken, bemonsterd. Juveniele soorten ontbreken daarom in de vangsten van 2013. De referentie open-water is niet opgenomen in figuur 3.4. Bij de kwelderwerken zijn geen deelgebieden die qua habitatkenmerken vergelijkbaar zijn met open water. Er is derhalve voor gekozen om alleen de referentie-oever te vergelijken met de vangsten in en nabij de Marker Kwelderwerken.

Tabel 3.5 Aantal gevangen vis 2014. De vangsten zijn verdeeld over de verschillende deelgebieden. In 2014 is aanvullend tussen de slib- en zandvakken gemonitord.

Soort	Deelgebied				
	Slib	Zand	Tussen de vakken	Ref oever	Ref open water
aal	6	6		7	
alver		28	58	1	9
baars	159	119	6	25	352
blankvoorn	35	12	1	18	45
brasem					4
driedoornige stekelbaars	5		1	2	
karper	2	3			
kesslers grondel		1		41	
kolblei				3	2
pos	4				
rivierdonderpad				1	
ruisvoorn				2	
snoek					3
snoekbaars					5
spiering	1				
tiendoornige stekelbaars	1				
winde		1		3	
zonnebaars					
zwartbekgrondel	179	366	199	2744	14
Totaal	392	536	265	2847	461

De lengtefrequentie verdelingen laten zien dat met name baars, blankvoorn, alver en zwartbekgrondel de Marker Kwelderwerken gebruikten als paai- en opgroei gebied. Daarnaast is aangetoond dat driedoornige stekelbaars en winde de Marker Kwelderwerken gebruikten om op te groeien. Een uitgebreide toelichting op de lengtefrequentieverdeling is per soort uitgeschreven in box 1.

Overige aangetroffen vissoorten waren brasem, karper, kesslers grondel, pos, rivierdonderpad, ruisvoorn, snoek, snoekbaars, spiering en tiendoornige stekelbaars.

Box 1 functie van de Marker Kwelderwerken voor zeven vissoorten

Aal maakte meer gebruik van de slib- en zandvakken dan van de referentie-oever. Er was geen verschil in voorkomen tussen de slib- en de zandvakken. In de slib- en zandvakken is aal twee tot drie keer zo vaak aangetroffen. De structuren van de Marker Kwelderwerken, alsmede de aanwezige vegetatie, waren een geschikt habitat voor aal om zich te verschuilen en te foerageren. De aangetroffen aal zijn merendeels volwassen (schieraal). Daarnaast is soms ook rode aal (aal in opgroeifase) aangetroffen.

Baars maakte meer gebruik van de slib- en zandvakken dan de referentie oever (factor twee tot tien keer meer). Er is geen duidelijk verschil waargenomen in voorkomen tussen de slib- en zandvakken. In figuur 3.4 ligt een piek van jonge baars bij een lengte van 8-10 cm. Dit wijst er mogelijk op dat baars in 2014 in en rondom de kwelderwerken uit het ei is gekomen. In het tweede groeiseizoen kan een lengte van 10-15 cm bereikt worden. Groeisnelheden zijn echter zeer variabel, zowel tussen verschillende wateren als ook binnen een zelfde water (Voorhamm, 2011). De Marker Kwelderwerken waren voor baars dus mogelijk paaihabitat alsmede opgroei habitat. Opvallend is dat in het gedeelte tussen de slib-en zandvakken weinig baars is aangetroffen (minder nog dan in de referentie-oever). Baars zocht met name de beschutte plekken binnen de Marker Kwelderwerken op.

Blankvoorn maakte meer gebruik van de slib-en zandvakken dan de referentie oever (factor 2-100x meer, afhankelijk van lengteklasse). Er is geen duidelijk verschil in voorkomen tussen de slib- en zandvakken. De aangetroffen blankvoorn had een maximum lengte van 12 cm met een piek rond 7 cm. Dit is doorgaans de lengte waarbij blankvoorn aan het eind van het eerste groeiseizoen zit. De aangetroffen blankvoorn is dus in / nabij de kwelderwerken uit het ei gekomen. De kwelderwerken vormden voor blankvoorn dus zeer waarschijnlijk paaihabitat, alsmede opgroei habitat.

Driedoornige stekelbaars maakte opvallend meer gebruik van de slibvakken dan de referentie-oever (factor 5-10x meer). In de zandvakken is geen driedoornige stekelbaars aangetroffen. De beschutting van de structuren van de Marker Kwelderwerken inclusief vegetatie is een ideaal leefgebied voor driedoornige stekelbaars. Een groot deel van de aangetroffen driedoornige stekelbaars had een lengte van 5 cm. Dit zijn reeds volwassen vissen. Ook de vissen van 4 cm zijn

volwassen exemplaren. Individuen die in 2014 uit het ei zijn gekomen zijn dermate klein dat ze met conventionele vangstmethode sterk worden onderschat. Het aantonen van een paaifunctie van de kwelderwerken voor driedoornige stekelbaars is daardoor lastig. Gebruik van broedvallen kan dit verhelpen. Desalniettemin laten de resultaten zien dat driedoornige stekelbaars de kwelderwerken prefereren boven de reguliere oeverzone van het referentiegebied.

Alver is in de zandvakken en tussen de slib- en zandvakken aangetroffen. In de slibvakken en in de referentie-oever zijn vrijwel geen alvers aangetroffen. Vrijwel alle aangetroffen alvers hadden een lengte van vier of vijf cm. Omdat alver doorgaans vanaf 9 cm geslachtsrijp is (www.fishbase.org), zijn de aangetroffen alvers hoogst waarschijnlijk in 2014 uit het ei gekomen. De kwelderwerken vormen voor alver dus paa habitat, alsmede opgroei habitat.

Winde maakte meer gebruik van de zandvakken dan van de referentie-oever. In de slibvakken is winde niet aangetroffen. Het verschil tussen de zandvakken en de referentie-oever is ongeveer factor 2. Het merendeel van de windes heeft een lengte van 11 cm. Dit zijn windes in het tweede groeiseizoen (Koopmans, 2006). Het lijkt niet waarschijnlijk dat winde bij de kwelderwerken gepaaid heeft. Wel worden de kwelderwerken gebruikt als opgroei gebied.

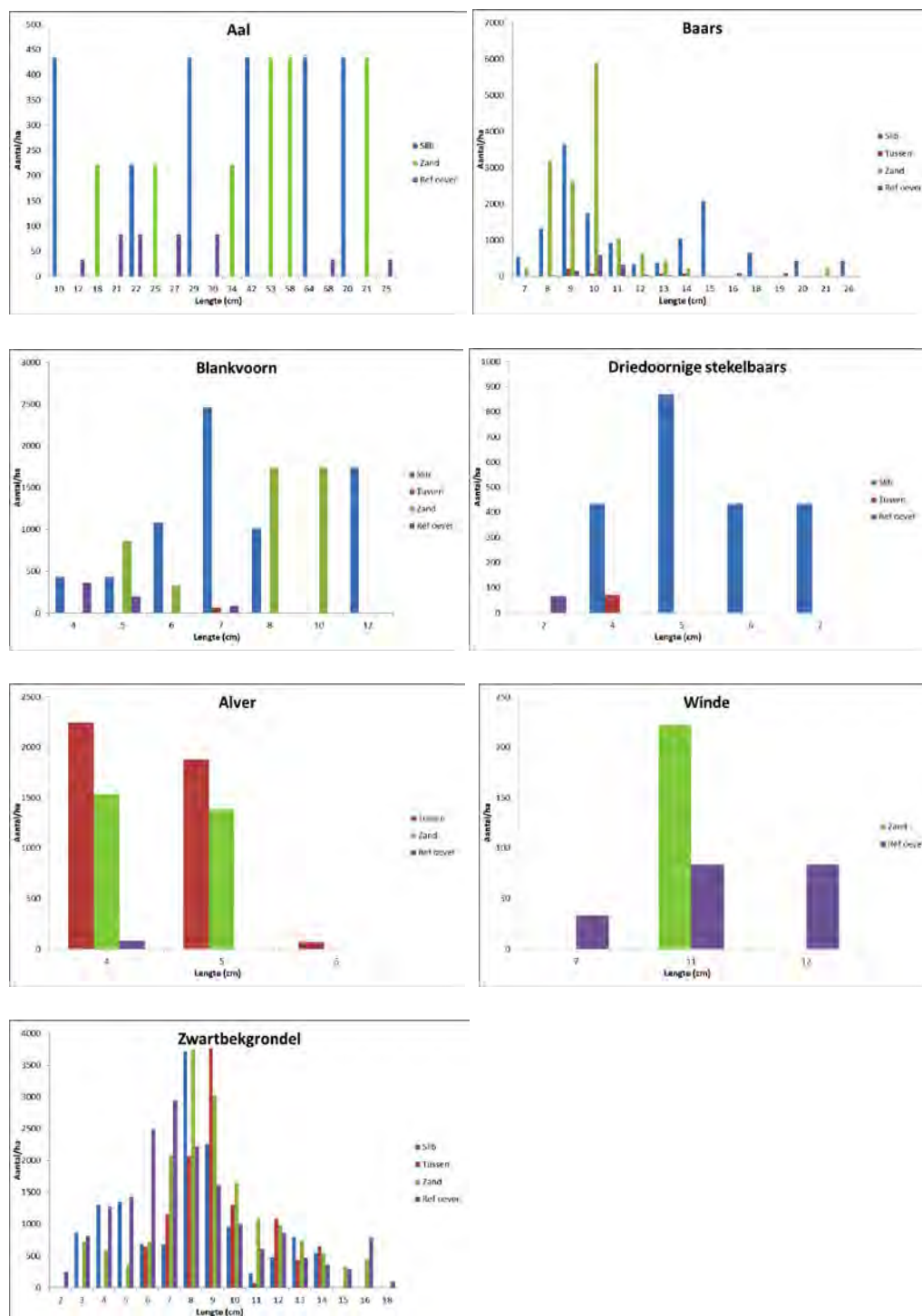
Zwartbekgrondel maakt veelvuldig gebruik van zowel de referentie-oever als de slib- en zandvakken. Ook het gedeelte tussen de slib- en zandvakken werd door zwartbekgrondels gebruikt, echter alleen door exemplaren groter dan 6 cm. Het gedeelte tussen de slib- en zandvakken is het meest open gebied: er is geen beschutting (basaltstenen, palen met geotextiel) waar de zwartbekgrondels zich tussen konden verschuilen.

In de referentie-oever en in de slib- en zandvakken kwamen zwartbekgrondels kleiner dan zes cm voor. Het merendeel van de aangetroffen zwartbekgrondels had echter een lengte tussen 6-10 cm. Dit zijn exemplaren van tenminste één jaar oud (www.fishbase.org). Op basis van deze resultaten is voor deze vis niet vast te stellen of ze ter plekke uit het ei zijn gekomen of elders. De kleinere exemplaren (<5cm) zijn zeer waarschijnlijk wel in 2014 uit het ei gekomen. Zowel de referentie-oever, als de slib- en zandvakken fungeren derhalve als paa gebied voor zwartbekgrondel.

Gezien de grote aantallen individuen kan gesteld worden dat de kwelderwerken (en de referentie-oever) ook als opgroei- en foerage gebied gebruikt worden door de zwartbekgrondel. De Zwartbekgrondel is een exotische soort, afkomstig uit het Donau gebied. De soort heeft zich in het Markermeer (en elders) explosief uitgebreid (zie o.a. Spikmans *et al*, 2009).

Verschillen in aantallen vis tussen de slibvakken en de zandvakken zijn gering. Aal lijkt een voorkeur te hebben voor slibvakken, maar dit is gebaseerd op een beperkte hoeveelheid gevangen aal. Baars laat mogelijk een voorkeur zien voor de zandvakken. Driedoornige stekelbaars is in zijn geheel niet waargenomen in zandvakken, wel in de slibvakken. Voor alver geldt het omgekeerde: deze soort kwam

niet voor in slibvakken maar wel in de zandvakken en in het gedeelte tussen de twee compartimenten. Er zijn enkele windes in zandvakken aangetroffen, maar niet in de slibvakken. Kleine exemplaren van zwartbekgrondels (<6cm) hadden een voorkeur voor slibvakken, terwijl de grotere exemplaren de zandvakken prefereerden.



Figuur 3.4 Lengteverdeling gevangen vis (in aantallen per ha) in 2014 voor aal, baars, blankvoorn, driedoornige stekelbaars, alver, winde en zwartbekgrondel.

3.4 Vogels

Tijdens de verschillende vogel-monitoringsrondes zijn in totaal 19 vogelsoorten waargenomen. In tabel 3.5 is een soortenlijst met aantal waarnemingen weergegeven. Tevens is aangegeven op welke locatie de soorten zijn waargenomen.

Ondanks de aanwezigheid van de linten in 2013 werden de kwelderwerken wel door vogels gebruikt als rustplaats. Kuifeenden, watersnippen, oeverlopers, (kok)meeuwen en wilde eenden zijn rustend in de vakken van de kwelderwerken waargenomen. Daarnaast zaten er wilde eenden, een aalscholver, witte kwikstaart en een oeverloper op de palen van de kwelderwerken. Het proefgebied is ook als foerageergebied gebruikt door onder andere een visdief die over de kwelderwerken vloog, een witte kwikstaart en oeverlopers.

De omgeving van de kwelderwerken en het strandje ten zuiden van het referentiegebied leken in 2013 ook zeer geschikt voor vogels. De veronderstelling was dat de soorten die daar zijn waargenomen meer gebruik zouden gaan maken van de kwelderwerken als rust- en foerageergebied, zodra de rood-wit geblokte linten weg zouden zijn.

In 2014 werden de Marker Kwelderwerken met name gebruikt als rustplaats voor eenden in de winter en door steltlopers en meeuwen in de zomer. Ook het referentiegebied was met name voor eenden en meerkoeten een rustplaats. Deze functies zijn niet afwijkend ten opzichte van het gebruik van de overige kilometers Markermeerkust door vogels. Maar een toegevoegde waarde van de Marker Kwelderwerken was het feit dat hier een rustmogelijkheid dicht bij het foerageergebied gelegen was.

In de kwelderwerken zijn onder andere oeverlopers en tureluurs waargenomen in de zomer en nazomer. Het merendeel van de tijd werden deze rustend waargenomen op de uitstekende palen. Deze palen worden tevens gebruikt door kok- en stormmeeuwen. Het ondiepe moerasdeel van de Marker Kwelderwerken bood voor de broedende visdieven van de naastgelegen veldproef Marker Stapsteen een mogelijkheid om in ondiep water te foerageren. Enkele malen is een jagende havik waargenomen. Roofvogels zijn zich er van bewust dat een rustgebied vogels herbergt.

Tabel 3.5 aantallen waargenomen vogelsoorten in de (omgeving van de) kwelderwerken (aantal waarnemingen van alle monitoringsrondes in 2014. De exacte locatie waar de vogels zich bevonden zijn in kleur aangegeven:

Lichtgroen = kwelderwerken

Lichtblauw = oeverlijn kwelderwerken

Oranje = referentie

Donkergroen = referentie kwelderwerken

Donkerblauw = Referentie oeverlijn

Opmerking: de kwelderwerken waren in 2013 overspannen met rood-wit geblokte linten om vogelvraat aan de aangeplante oeverplanten te voorkomen. Deze data is daarom achterwege gelaten in deze tabel.

	18-02	09-04	30-04	14-05	03-06	27-06	Eindtotaal
Aalscholver						2	2
Blauwe reiger		1		1	1 1		4
Fuut		2				2	4
Kievit		1					1
Kokmeeuw			4 8	10	7 3	1	33
Kraai			7 10				17
Krakeend		4	2	2 2			10
Kuifeend		2					2
Meerkoet	1 5						6
Nijlgans			2				2
Scholekster		1					1
Slobeend					1		1
Smient						1	1
Spreeuw						5 1	6
Stormmeeuw	25				26		51
Tureluur		2	3 1 3			2	11
Visdief			9		2	1	12
Wilde eend	10	7 6 1	4	2		1	31
Witte kwikstaart			1	1		1	3
Eindtotaal	41	27	54	18	41	17	198

3.5 Hydromorfologie

3.5.1 Bodemligging

In bijlage 2 zijn voor de meetresultaten van de bodemligging weergegeven (resultaten zetting, bodemligging, visuele waarnemingen en achtergrondinformatie zoals windgegevens en waterstanden).

In het meetverslag zijn tevens fotobladen opgenomen waarop de kwelderwerken fotografisch zijn vastgelegd op meerdere data gedurende de monitoringsperiode. Tevens zijn, voor zover deze zijn opgetreden, bijzondere verschijnselen gefotografeerd en /of gerapporteerd. Hier worden de resultaten kort samengevat.

Periode juli – oktober 2013

In de vakken van de Marker Kwelderwerken is de diepte nauwelijks veranderd in 2013. De meetperiode juli – oktober 2013 was daarvoor ook nog te kort. Wel is te zien dat in zandvak Z6a, door de overslaande golfwerking, enige oeverwal vorming op gang komt. In vak Z4b lijkt het zand zich iets op te hopen tegen de rijshouten dam aan de westzijde. Dit is echter nog niet meetbaar (valt binnen nauwkeurigheidsmarge), maar kan duiden op mini-strandvorming binnen het vak. Het zand wil zich ten gevolge van de golfwerking in het vak richting 'kust' (westzijde vak) verplaatsen. Deze mini-strandvorming kan met behulp van latere metingen in 2014 geverifieerd worden.

In de slibvakken S1a en S3a zijn kleine erosieplekken in de hoeken ontstaan (enkele vierkante meters). Dit wordt nagenoeg zeker veroorzaakt doordat de golfwerking door de rijshouten dammen kan dringen en slib relatief eenvoudig het geotextiel kan passeren. De golfwerking zal dan het slib in beweging brengen. De met de golven gepaard gaande waterbewegingen zullen de slibdeeltjes vervolgens door de rijshouten / geo-textiel dam transporteren. Dit verschijnsel is in de meetperiode echter nog zeer beperkt gebleven.

Het meest in het oog springende verschijnsel is het dichtslibben van de oeverlijn tussen kwelderwerken en de dijk. Direct na aanleg van de Marker Kwelderwerken was de waterdiepte van deze oeverlijn 0,5 – 0,8 meter. Inmiddels is deze oeverlijn aangeslibd tot het waterniveau. Dit is in een morfologisch gezien zeer korte tijdsperiode van enkele weken gebeurt, tijdens een periode van stevige wind vanuit het oosten (windkracht 5 tot 6). Opgemerkt kan worden, dat het dichtslibben niets te maken heeft met eventueel opdrijven / oppersen van de veenbodem. Dat is tot nu toe niet opgetreden. De oeverlijn tussen Marker Kwelderwerken en de dijk valt buiten de begrenzing van het onderzoeksgebied en is niet opgenomen in het monitoringsplan.

Meetperiode juli 2013 – eind 2014

Bodemligging compartimenten

De bodemligging is ingemeten op 6 augustus 2013, 10 oktober 2013 en 3 juni 2014. De 10 oktober 2013 meting is uitgevoerd om het effect van de langdurige oostenwind

te bekijken. De meetgegevens zijn in bijlage 1 opgenomen. In deze bijlage is tevens de verschilmeting gepresenteerd; verschil in bodemligging tussen het moment van aanleg en na afloop van het compartiment. In figuur 3.5 is de verschilmeting in verkleinde vorm weergegeven.



Figuur 3.5 Verschilmeting bodemligging. Blauw is daling van de bodem, rood is stijging van de bodem en grijs is gelijkblijvende bodem. De daling en stijging zouden in relatie gezien moeten worden met de zettingen van de ondergrond (zie §3.5.2). De zettingsmetingen zijn niet geheel betrouwbaar (zie §3.5.1) waardoor bij de interpretatie van de bodemligging in dit rapport hiermee slechts beperkt rekening is gehouden.

Uit figuur 3.5 zijn een aantal zaken af te leiden te weten:

- In de zandvakken Z6a, Z6b, Z6c is aan de noordzijde duidelijk sprake van erosie (dan wel zetting ondergrond) waar te nemen. Dat is te verklaren uit de forse golfaanval vanuit het noorden.
- Het geërodeerde zand verplaats zich naar buiten de vakken (er is een zandige laag waargenomen direct ten noorden van de vakken) en verplaatst zich binnen de vakken naar de zuidkant van de vakken. Dat laatste stemt overeen met de te verwachten zandverplaatsing door golfaanval. Het zand “wil” als het ware een evenwichtsverhang gaan aannemen (strandprofiel);
- De lege controlevakken Z5a, Z5b en Z5c slibben aan. Het is nagenoeg zeker dat dit slib (venig materiaal) vanuit de omgeving is aangevoerd. Opvallend is dat de aanslibbing in deze lege vakken minder is dan in de controlevakken S2a, S2b en S2c;
- In de zandvakken Z4a, Z4b en Z4c is een vergelijkbaar doch gespiegeld beeld aanwezig als in de andere zandvakken (Z6a, Z6b en Z6c); er is sprake van erosie (dan wel zetting ondergrond) waar te nemen aan de zuidelijke zijde van

de vakken. Dit wordt verklaard door de golfaanval vanuit zuid-zuidoostelijke richting.

- In de randen van de slibvakken treedt erosie op. Dat kan verklaard worden door de golfaanval.
- Binnen de slibvakken S1a, S1b, S1c, S3a, S3b, S3c treedt geen of nauwelijks aanslibbing (stijging bodem) op. Dat kan verklaard worden doordat eenmaal losgeslagen slib binnen het vak niet meer in de vakken zelf bezinkt, maar met het water wegspoelt richting het open water van het Markermeer. Dat in tegenstelling tot de waarneming bij de zandvakken. Daar kan het zand binnen de vakken zelf weer bezinken;
- Het meest opvallend is de enorme aanslibbing in de lege vakken. In vak S2a is de aanslibbing ca. 100 cm en in vak S2b is de aanslibbing ca. 25 tot 50 cm. In vak S2a komt de sliblaag zelfs boven water (zie foto's in bijlage 3).

3.5.2 Zettingen

Zetbakens

Op 6 augustus 2013 en 3 juni 2014 zijn de zetbakens ingemeten. Deze gegevens geven een indruk van de aangebrachte laagdikte en de zetting. De waterstand bij Edam was op 6 augustus 2013 en 3 juni 2014 -0,20 m NAP.

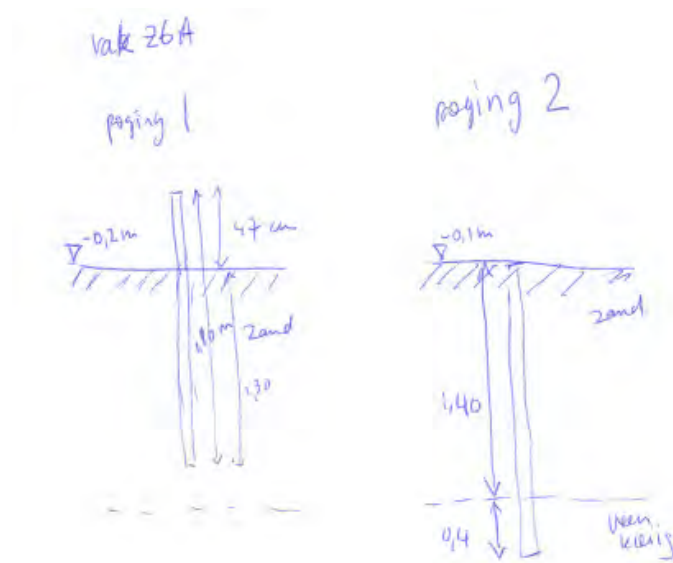
Op de resultaten van de zetting zijn de volgende zaken op te merken. De laagdiktes en het niveau van de onderzijde van de baak sluiten niet aan bij wat verwacht mag worden. In de ondiepe vakken ("b-vakken") ligt de onderzijde baak hoger dan de oorspronkelijke bodem.

Voor de waarnemingen moet daarom rekening gehouden worden met een niet geheel juiste plaatsing van enkele zetbakens. Het zetbakens in vak S1c was op 3 juni 2014 niet meer aanwezig. En in de vakken S3a en S1b zijn onlogische zettingen gemeten.

Tabel 3.6 Resultaten van zettingen

	waterstand	-20 cm NAP		-20 cm NAP					
	1	2	3	4	5	6			
Vaknummer	totale	waterdiepte	baaklengte boven	baaklengte boven	baaklengte	laagdikte			
	baaklengte boven	bij baak	water	water					
	grond	(neg. = boven waterniveau)					23-aug-13		
		6 aug 2013	6 aug 2013	3 juni 2014					
	(2+3)	meting	meting	meting	zetting	opgave dVvdW	NAP niveau baak	(1+5)	
SLIB	S1A	92	-6	98	93	5	200	-122	108
	S3A	325	-10	335	245	90	400	-85	75
	S1B	123	15	108	130	-22	200	-112	77
	S3B	327	30	297	290	7	400	-123	73
	S1C	341	61	280	na		400	-140	59
	S3C	181	95	86	46	40	200	-134	19
ZAND	Z4A	302	10	292	270	22	400	-128	98
	Z6A	303	16	287	260	27	400	-133	97
	Z4B	194	40	154	140	14	200	-66	6
	Z6B	373	46	327	300	27	400	-93	27
	Z4C	392	130	262	232	30	400	-158	8
	Z6C	195	99	96	90	6	200	-124	5

Ter verificatie is op 8 oktober 2013 met een zandpomp de zandlaagdikte in vak Z6A bepaald. Deze was op dat meetpunt ca. 1,4 m (niet bij zetbaak). In figuur 3.6 zijn de resultaten van deze verificatie handmatig geschetst.



Figuur 3.6 Meetpunten 8 oktober 2013 midden westzijde vak Z6A.

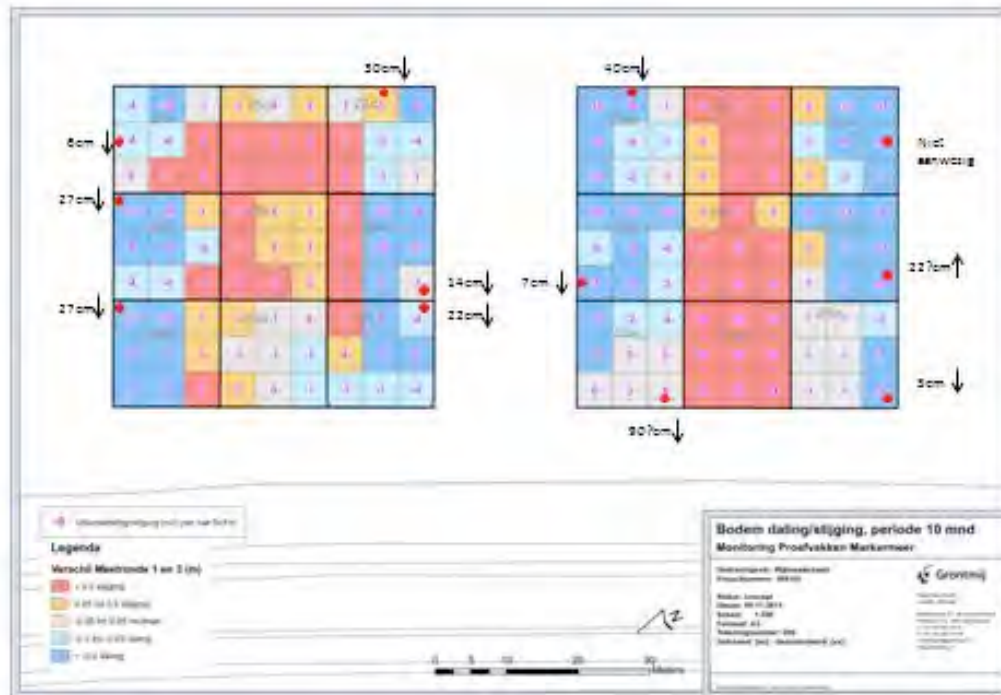
Gezien bovenstaande constatering moet geconcludeerd worden dat de resultaten van de zetting niet geheel betrouwbaar zijn. Toch worden hieronder enkele uitspraken gedaan over de zetting. In figuur 3.7 is de gemeten zetting van de ondergrond tussen 6 augustus 2013 en 3 juni 2014 weergegeven bij de pijltjes bij de rode punten, waar de zetsbakens staan. In tabel 3.6 zijn de resultaten in tabelvorm weergegeven.

Resultaten zandvakken

In de zandvakken zijn de gemeten zettingen 10 à 30 cm. De gemeten zettingen van de ondergrond liggen in dezelfde orde als de gemeten daling van het zandoppervlak. Alleen in zandvak Z4c is zetting van de ondergrond (30 cm) tegengesteld aan de waargenomen stijging van het zandoppervlak (5 cm).

Resultaten slibvakken

In de slibvakken lijken de metingen in de vakken S3a, S1b en S1c niet bruikbaar. In de andere vakken wordt een zetting van de ondergrond gemeten van 5 tot 40 cm. Dat stemt grofweg overeen met de daling van het sliboppervlak.



Figuur 3.7 De gemeten zetting van de ondergrond Marker Kwelderwerken tussen 6 augustus 2013 en 3 juni 2014 weergegeven bij de pijltjes bij de rode punten, waar de zetsbakens staan.

3.6 Waterkwaliteitsparameters

In 2013 en 2014 viel op dat de resultaten van de waterkwaliteitsparameters per vak in het proefgebied weinig van elkaar verschilden. De variatie in doorzicht, zuurstof en watertemperatuur bleek per dag wél te verschillen. De variatie in resultaten tussen de verschillende vakken was echter lager dan de variatie binnen hetzelfde vak op verschillende dagen. Zodoende zijn de monitoringsresultaten van de waterkwaliteitsparameters met name gebruikt om vragen te beantwoorden over de omstandigheden in het veld tijdens de ecologische bemonsteringen.

De resultaten van de waterkwaliteitsparameters zijn niet geschikt om onderzoeksvragen omtrent doorzicht en dergelijke te beantwoorden. Daarvoor zouden continue metingen in de verschillende vakken genomen moeten worden.

4 Conclusie en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Het korte termijn doel van het experiment Marker Kwelderwerken was inzicht te krijgen in de mogelijkheid om met rijshouten dammen slib op te slaan en vast te leggen en daarmee luwe heldere ondiepe oeverzones te realiseren in het Markermeer. Daarnaast is gekeken of ecologische processen (vegetatie-ontwikkeling, natuurlijke verlanding, paai-, opgroei-, schuilplek voor vis, rustgebied voor vogels) in deze luwe gebieden spontaan op gang kwam, dan wel gestimuleerd kon worden.

Op Foto 6 en 7 staan zowel het slib- als het zandvak in zijn geheel afgebeeld (foto uit 2014).

Sediment

In de Marker Kwelderwerken hebben zich interessante hydromorfologische veranderingen voorgedaan. Toch blijken de Marker Kwelderwerken redelijk in staat om in het ruwe Markermeerklimaat zand en klei binnen de dammen vast te houden. Dat biedt perspectief voor verdere toepassing.

De waargenomen veranderingen in de bodem liggen vooral aan zijden waar de golfaanval relatief groot is. In de slibvakken is er alleen een beperkte netto erosie. In de zandvakken is er zowel erosie als aanzanding. Daar zijn dus ook opbouwende processen aanwezig.

Daarnaast treedt er zetting van de ondergrond op. Het is echter op basis van de waarnemingen lastig aan te geven hoe groot die is.

Meest opvallend is de forse aanslibbing (venig materiaal) vanuit de omgeving in de lege referentievakken. Tussen de slibvakken is zelfs één vak geheel opgevuld met venig materiaal. De meeste aanslibbing heeft echter tussen de dijk en de kwelderwerken plaatsgevonden. Deze zone viel buiten het proefgebied en is daarom niet meegenomen in de analyse.

Vegetatie

Op de drooggevallen slibgronden blijkt een rijke, emerse vegetatie zich spontaan te kunnen vestigen en ontwikkelen. Ook aangeplant riet weet zich op de slibgrond in een relatief korte tijd (één jaar) te ontwikkelen tot een hoge en dichte rietvegetatie. Op de arme zandgronden kon riet zich minder goed handhaven. Hier was ook geen sprake van spontane vestiging van nieuwe emerse soorten. Het zandige substraat was waarschijnlijk (te) voedselarm, zodat (aanwezige) vegetatie weinig voedingsstoffen had om van te groeien. Daarnaast speelde inundatie een grote rol bij het uitblijven van / de ontwikkeling van oevervegetatie. De gemiddelde waterdiepte in de zandvakken was veel groter dan in de slibvakken. De “drooggevallen” zandvakken stonden in 2014 allemaal gemiddeld enkele decimeters onder water.

In de ondiepe slib- en zandvakken heeft de emerse vegetatie zich beperkt kunnen ontwikkelen. Het aangeplante mattenbies is op veel plekken in het slibvak en in zijn geheel in het zandvak verdwenen. Nieuwe emerse soorten hebben zich niet gevestigd. Mogelijk was er in de ondiepe vakken nog teveel golfwerking aanwezig. In 2014 is de buitenste rij dammen (waterkant) naar beneden geduwd ter verdeling van de golfaanval over meerdere dammen in plaats van alleen de achterdam (zie aanpassing van het ontwerp, § 2.2). In de diepe vakken maar ook de ondiepe vakken was de golfaanval daarom hoger dan in 2013. Het is mogelijk dat bij harde wind mattenbies is losgeslagen.

Ondergedoken watervegetatie was beperkt ontwikkeld. De aanleg van de kwelderwerken (afdekken van de grond met substraat zoals slib en zand) lijkt in 2013 een rol te hebben gespeeld bij de kale vakken. In 2014 is de submerse vegetatie in de controlevakken sterk afgenomen. Net als bij de emerse vegetatie kan door een verhoogde golfaanval (als gevolg van aanpassingen in het ontwerp van de Marker Kwelderwerken, zie §2.2) in de diepe en ondiepe vakken ook submerse vegetatie problemen hebben gehad met vestiging en/of losgeslagen zijn. Vestiging en ontwikkeling van submerse soorten is dan alleen nog mogelijk in luwere delen van de Marker Kwelderwerken te weten de drooggevallen vakken.

In het controlevak Z5a leek de vestiging van submerse vegetatie ook op gang te komen (ten opzichte van een afname in de diepere vakken van deze strook). In de slibcompartimenten was doorgroeid fonteinkruid in zowel diepe, ondiepe als drooggevallen vakken juist toegenomen. De vegetatiebedekkingen waren allen echter dermate laag dat op basis daarvan weinig harde conclusies getrokken kunnen worden.

Macrofauna

De aanwezige oevervegetatie (en beperkt aanwezige submerse vegetatie) binnen de Marker Kwelderwerken máár ook de Marker Kwelderwerken zélf bieden structuur en beschutting voor andere soortgroepen.

De belangrijkste broedvalpiek van *Dreissena*-mossels vindt plaats in mei. De palen en takken van de Kwelderwerken (potentieel vestigingssubstraat voor *Dreissena*) zijn aangelegd ná de broedval van mosselen. Mosselbroed heeft in 2013 binnen de Marker Kwelderwerken daarom vrijwel geen kans gehad om zich te vestigen.

In het voorjaar van 2014 heeft broedval wél een kans gehad binnen de Marker Kwelderwerken. *Dreissena polymorpha* heeft zich op één locatie kunnen vestigen op een deels losdrijvende wilgentak van de Marker Kwelderwerken.

Vermoedelijk speelt vogelvraat een rol bij de vestigingslocatie van mosselbroed binnen de Marker Kwelderwerken. De Marker Kwelderwerken is een geschikte rustplaats voor vogels (zie § 3.4). Mosselbroed dat bereikbaar is voor vogels, heeft een grote kans op predatie.. Dit verklaart waarom mosselbroed ontbreekt op locaties zoals de palen, de bodem en bovenkant van takken in de Marker Kwelderwerken. *Dreissena bugensis* heeft zich niet kunnen vestigen op de Marker Kwelderwerken.

Van de overige macrofauna zijn in 2013 met name soorten aangetroffen die ook elders in het Markermeer veel voorkomen. Soorten die gebonden zijn aan vegetatie,

kleinere wateren / moerassen (libellen, kevers) ontbraken nog in 2013 in de Marker Kwelderwerken. Er zijn wél kansen voor deze macrofaunasoorten ontstaan doordat de vegetatie binnen de Marker zich goed heeft ontwikkeld (§ 3.1). Libellen en kevers kunnen zich vliegend goed verplaatsen en vestiging van deze insecten is daarom te verwachten binnen de Marker Kwelderwerken.

Opvallend is dat er weinig uitgesproken pioniersoorten aanwezig waren met uitzondering van *Sigara lateralis* (wantsen) in vak Z4a. Toch was in 2013 het recente ontstaan van de vakken wel in de fauna terug te zien, bijvoorbeeld in de afwezigheid van waterpissebedden en slakken. Deze komen in een groot water als het Markermeer beperkt voor en hebben een beperkt kolonisatievermogen. De vestiging is vermoedelijk een kwestie van tijd.

Vis

Het is duidelijk dat de Marker Kwelderwerken vis aantrekt. De lokale soortenrijkdom aan vis is met de aanleg van de Marker Kwelderwerken toegenomen. De Marker Kwelderwerken zijn leefgebied voor onder andere aal, alver, baars, blankvoorn en driedoornige stekelbaars. De lengtefrequentie verdelingen van zeven vissoorten hebben laten zien dat baars, blankvoorn, alver, zwartbekgrondel, driedoornige stekelbaars en winde de Marker Kwelderwerken gebruikten als paai- en/of opgroeigebied. De aanwezige vegetatie en structuren van de kwelderwerken boden beschutting en schuilplekken voor de vissoorten. Ondiepe, aangeslibte oeverdelen waren tevens geschikt als paai en/of opgroeiplek.

Vogels

Voor diverse vogels zoals (kok)meeuwen, wilde eenden, kuifeenden watersnippen, oeverlopers bleken de Marker Kwelderwerken een geschikte rust- en fourageerplek. Elders langs de Markermeerkust, bijvoorbeeld bij de "Hockysticks" doet dit verschijnsel zich ook voor.. Een toegevoegde waarde van de Marker Kwelderwerken was dat hier een rustmogelijkheid dicht bij het foerageergebied gelegen was; op een relatief klein oppervlak konden dus relatief veel functies voor vogels aangeboden worden.

De vogels zaten (ondanks de rood-wit-geblokte gespannen linten in 2013) op de palen van de Marker Kwelderwerken of rustten in het nabij gelegen water. Visdieven konden in de ondieptes foerageren naar jonge vis. Voor steltlopers waren slikkige, drooggevallen oeverdelen een interessant biotoop.

Enkele malen is een havik jagend waargenomen; roofvogels hebben snel door dat een rustgebied vogels of (mogelijk in de toekomst) kleine zoogdieren herbergt.

De ontwikkeling van vegetatie zal uiteindelijk bepalen welke vogelbevolking zich zal ontwikkelen in structuren zoals de Marker Kwelderwerken. Bij vakken met een aaneengesloten rietvegetatie zullen wellicht rietvogels zich vestigen, terwijl open plekken met ondiepe plassen interessant zijn als broedplaats voor ral-achtigen.



Foto 6 *Alle zandvakken, 2014. Op de voorgrond is het spontaan dichtgeslibte gebied (met rijke pioniervegetatie) tussen de dijk en de Marker Kwelderwerken zichtbaar.*



Foto 7 *Alle slibvakken, 2014. Op de voorgrond is het spontaan dichtgeslibte gebied (met rijke pioniervegetatie) tussen de dijk en de Marker Kwelderwerken zichtbaar.*

4.2 Aanbevelingen ontwerp bij opschaling Marker Kwelderwerken

De doelstelling voor de lange termijn was een ‘kunstmatig’ kwelderproces te realiseren door het periodiek aanvullen en uitbreiden van de compartimenten (opschaling). Hiermee kunnen meer natuurlijke land-water zones worden gecreëerd met geleidelijke overgangen van droog naar nat, van ondiep naar diep, van pionier- naar climaxstadia, van oever- naar watervegetatie met alle daaraan gebonden levensgemeenschappen.

Kunstmatig kwelderproces

Op basis van de resultaten uit hoofdstuk 3 mag geconcludeerd worden dat de Marker Kwelderwerken in staat zijn om zand en klei vast te houden; het realiseren van een kunstmatig kwelderproces is hiermee bewezen. Het blijkt bovendien dat de Kwelderwerken in staat zijn om slibbig materiaal vanuit de omgeving in te vangen in de constructie; in diverse vakken is venig slib van buitenaf vastgelegd. Vervolgens heeft zich een diverse oevervegetatie op de drooggevallen, venige locaties kunnen ontwikkelen. Met andere woorden; het blijkt dat naast een “kunstmatig” kwelderproces ook een “natuurlijk” (zoetwater) kwelderproces gerealiseerd kan worden in het Markermeer.

De Marker Kwelderwerken kunnen functioneren als ecologisch verantwoorde oeverzone. De waterdiepte speelde een cruciale rol bij het wel/niet ecologisch functioneren van een zoetwater kwelderproces. Ondiepe / drooggevallen vakken bleken met name geschikt te zijn voor de vestiging van een pioniervegetatie en/of de ontwikkeling van riet.

Locaties met een te grote waterdiepte zijn kaal gebleven mogelijk als gevolg van teveel golfwerking. In 2014 is de buitenste rij dammen (waterkant) naar beneden geduwd ter verdeling van de golfaanval over meerdere dammen. In het diepe vak maar ook het ondiepe vak was de golfaanval daarom hoger dan in 2013. Vermoedelijk heeft deze extra golfwerking een negatief effect gehad op de groei van submerse en/of emerse vegetatie in deze vakken.

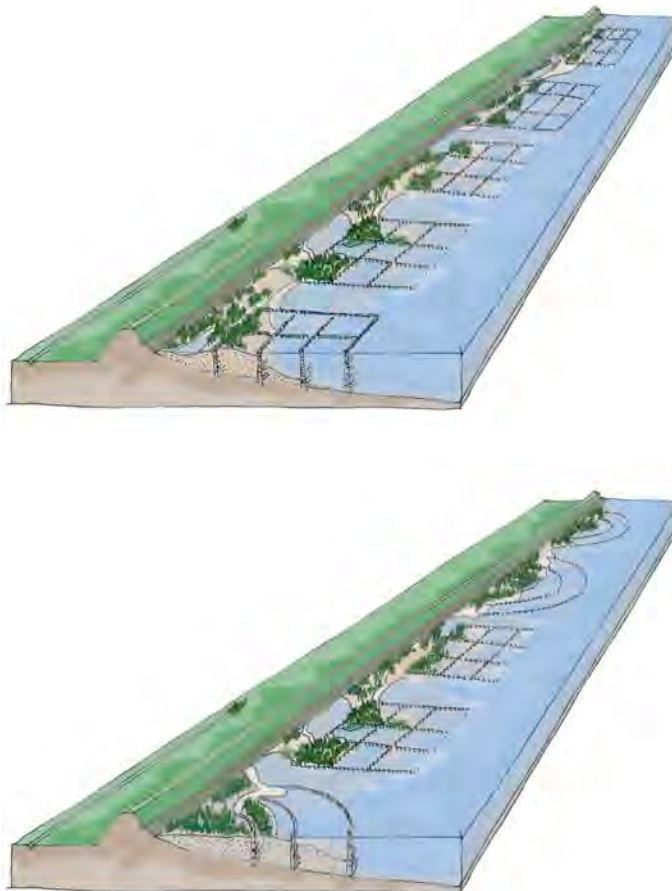
Opschaling

Opschaling van de Marker Kwelderwerken biedt kansen voor een grootschalig kwelderproces en daarmee het creëren van groter oppervlak aan ondiepe oeverzones van ecologische betekenis. In figuur 4.1 zijn twee schetstekeningen opgenomen van de Marker Kwelderwerken. Figuur 4.1a geeft een beeld van de opschaling van het huidige ontwerp. Bij het huidige ontwerp is sterk geleund op de Kwelderwerken zoals die in de Waddenzee voorkomen.

Het is echter aan te raden om het ontwerp van de Marker Kwelderwerken specifiek te maken voor het Markermeergebied. Daarbij moet rekening gehouden worden met de aanwezige dieptes, aanwezige ondergrond, golfklimaat en slibhuishouding van het Markermeer. Zo'n optimaal ontwerp kan naar verwachting tegen relatief geringe kosten aanzienlijk bijdragen aan slibinvang, golfreductie en ecologische meerwaarde. Figuur 4.1b is een vrije vertaling van een dergelijk “optimaal ontwerp” voor de Marker Kwelderwerken. Uiteraard kan ook gedacht worden aan andere vormen, volume van de vakken, aantal rijen en de vormen van elk(e) afzonderlijke rij / vak. Nader onderzoek moet uitwijzen hoe een optimaal ontwerp voor slib-invang en ecologisch functioneren eruit zal zien.

Voor de ontwikkeling van vegetatie maakt de vorm van de Marker Kwelderwerken niet uit zolang er maar drooggevallen slibbige gronden aanwezig zijn. Hetzelfde geldt voor vis en macrofauna; deze soortgroepen zullen zich vestigen en ontwikkelen binnen de constructie zolang er sprake is van een luwe, structuurrijke, ondiepe oeverzone.

Voor vogels kan het creëren van een eilandenstructuur gunstig zijn; kwelderwerken die los liggen van de dijk en elkaar. Door aanslibbing zijn de Marker Kwelderwerken in verbinding komen te staan met het achterland. De kans op verstoring van vogels door predatoren van het vasteland wordt hiermee groter. Voor een moerasgebied met een verscheidenheid aan broedvogels-soorten zal het echter in oppervlak vergroot moeten worden. De Marker Kwelderwerken van deze proef, zijn te kleinschalig om een grote diversiteit in aanwezige broedvogels te realiseren.



Figuur 4.1 Opschaling van de Marker Kwelderwerken langs de oever van de Markermeerkust. 4.1a (boven); opschaling conform het huidige ontwerp van de Marker Kwelderwerken. 4.1b (onder); vrije vertaling van "opschaling conform optimaal ontwerp voor slibinvang". Nader onderzoek moet uitwijzen hoe een optimaal ontwerp voor slib-invang en ecologisch functioneren eruit zal zien.

4.3 Marker Kwelderwerken als multi-functioneel object

Het is duidelijk dat met de Marker Kwelderwerken een kunstmatig- en/of natuurlijk kwelderproces gerealiseerd kan worden en daarmee een ecologisch verantwoorde oeverzone. Deze oeverzone heeft naast een ecologische waarde ook een beschermende functie voor de achterliggende dijk. De Marker Kwelderwerken omvat verschillende facetten die sterk lijken op de principes die aan de basis liggen van oeverdijkversterkingen. De luwtestructuren (wilgen dammen) remmen de golfoploop. Daarnaast is de oeverzone (tussen de kwelderwerken en de dijk) in een hoog tempo dichtgeslibd met veen, weinig slib en zand. Er is hiermee een vooroever ontstaan die tevens functioneert als golfbreker. Nader onderzoek op diverse kennisvragen moet uitwijzen in welke mate Marker Kwelderwerken een rol zouden kunnen spelen bij oeverdijkversterkingen.

Kennisvragen die relevant kunnen zijn en waar de proef antwoord op kan geven, zijn:

- Welke morfologische processen vinden er plaats op ondiepe zandige delen?
- Welke vegetatieontwikkeling vindt er plaats op ondiepe zandige delen?
- Wat betekent dit voor het beheer van de oeverdijken?
- In welke mate remmen ondiepe zones de golfoploop?
- Kunnen de oeverdijken beschermd worden met luwtestructuren zoals rijdsdammen, waardoor de levensduur verlengd en de (jaarlijkse) kosten van de oeverdijken verminderd worden?

Additioneel (veld)onderzoek kan meer inzicht geven in het functioneren van Marker Kwelderwerken bij oeverdijkversterkingen.

5 Beantwoording onderzoeksvragen

Thema 1 Vermindering van het slibgehalte

Het veldexperiment Marker Kwelderwerken was gericht op het opslaan en vastleggen van slib binnen luwtestructuren in de vorm van rijshouten dammen. Er is onderzocht of met deze maatregel luwe heldere landwaterzones in de Hoornse Hop gerealiseerd konden worden. Het experiment beoogde bij te dragen aan de volgende onderzoeksvragen binnen Thema 1 'Vermindering van het slibgehalte' van het NMIJ programma: S2, S6, S8, S9, S10, S11, S12, S14 (zie box 1).

Thema 2 Habitat diversiteit en dynamiek

Ook is onderzocht welke ecologische processen op natuurlijke wijze op gang konden komen binnen de rijsdammen. De ecologische ontwikkelingen werden beschouwd in relatie tot wijzigingen in de hydromorfologische omstandigheden (golfluwte, consolidatie waterbodem, doorzicht). Het experiment beoogde zodoende bij te dragen aan de volgende onderzoeksvragen binnen Thema 2 'Habitatdiversiteit en dynamiek': H12, H26, H29, H30, H33 (zie box 1).

In box 1 en 2 zijn de onderzoeksvragen weergegeven. Hieronder worden de onderzoeksvragen één voor één beantwoord.

Box 1: Thema 1 Vermindering van het slibgehalte

S2

Welke maatregelen zijn denkbaar om heldere landwaterzones te realiseren waarmee een slibgradiënt van helder water (Noord Holland) naar troebel water (centraal Markermeer) kan ontstaan? Tot nu toe: combinatie van maatregelen als geleiding van de stroming (dammen, eilanden etc.), verdiepingen (putten/geulen), afdekken van slib

S6 Op welke wijze dienen maatregelen gecombineerd en dusdanig ingericht te worden (ruimtelijke constellatie), dat daarmee het slibgehalte het meest vermindert (m.b.t. doorzicht)?

S8

Op welke locaties zijn geleidingsstructuren het meest effectief in te zetten om het slibgehalte te verminderen en de habitatdiversiteit te vergroten?

S9 Welke vorm en omvang moeten/kunnen deze hebben (denk aan mogelijke combinaties van doelen zoals vergroten habitatdiversiteit, denk aan Hoornse Hop luwte, oermoeras aanleg etc? Innovatieopties)

S10 Tot welk gemiddeld doorzicht leiden de maatregelen om met geleidingsstructuren het slibgehalte te verminderen?

S11

Wat zijn de te verwachten ecologische effecten van het inzetten van deze maatregelen?

S12

Ontstaan er betere mogelijkheden voor de ontwikkeling (habitat) voor driehoeksmosselen, waterplanten en vis indien deze maatregelen worden ingezet?

S14

Wat kunnen we leren van bestaande geleidingsstructuren waar het gaat om het verbeteren van de ecologische condities en abiotische randvoorwaarden (ligging tov wind etc.)?

ad S2:

Gebleken is dat het mogelijk is om met Kwelderwerken slib (venig materiaal) in te vangen. Dat materiaal komt niet meer in het Markermeer terecht en draagt zodoende bij aan een afname van het slibgehalte in het water. Deze afname zal naar verwachting beperkt zijn, omdat maatregelen lokaal genomen worden.

Het concept van de Marker Kwelderwerken zou versterkt kunnen worden door de structuren te combineren met andere maatregelen. Mogelijk zouden bijvoorbeeld geleidingsstructuren de spontane aanslibbing in de Marker Kwelderwerken kunnen versterken door slib in de richting van de Marker Kwelderwerken te “sturen”.

Daarnaast is gebleken dat te veel dynamiek (golferking) binnen de Marker Kwelderwerken een negatief effect heeft op de ontwikkeling van vegetatie. Uitbreiding van de Marker Kwelderwerken (meer dammen) kan de golven breken. Maar er kan ook gedacht worden aan grootschaligere maatregelen waarmee de strijklengte afneemt (en daarmee de golfaanval op de Marker Kwelderwerken) zoals de maatregel 16 “Reductie van resuspensie door verkorting strijklengte” uit de ANT-studie (Noordhuis *et al.*, 2014).

ad S6:

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat het ontwerp van de Marker Kwelderwerken geoptimaliseerd kan worden, zodat slib optimaal wordt ingevangen. Het creëren van luwe zones is essentieel. De vormgeving kan op vele manieren ingevuld worden afhankelijk van de waterdiepte, aanwezige ondergrond, golfklimaat en de slibhuishouding aldaar.

ad S8:

De Marker Kwelderwerken zijn effectief op locaties waar enerzijds slib beschikbaar is en anderzijds luwe zones gecreëerd kunnen worden voor het invangen van het slib. Die luwe zones kunnen, zoals aangetoond, beperkt van schaal zijn. De hoeveelheid slib die ingevangen kan worden, wordt niet beantwoord met het veldexperiment. Een hoge habitatdiversiteit kan verkregen worden met het realiseren van een grote diversiteit in de abiotiek. De waterdiepte speelde binnen de veldproef een grote rol. Daarnaast had opslibbing in combinatie met windwerking veel invloed op de diversiteit binnen specifieke vakken.

ad S9:

Met de veldproef is aangetoond dat de Marker Kwelderwerken op kleinschalige wijze effectief zijn. Het is daarom aannemelijk dat het toepassen van kleinschalige voorzieningen langs de gehele Markermeerdijk ook kan werken indien de slibbeschikbaarheid langs de dijk voldoende is (dit zal nagegaan moeten worden).

Verondersteld wordt dat bij voldoende slibbeschikbaarheid de constructie op grote schaal ook goed kan functioneren. De vormgeving voor kleinschalige en grootschalige toepassing kan op vele manieren ingevuld worden afhankelijk van de waterdiepte, aanwezige ondergrond, golfklimaat en de slibhuishouding aldaar

ad S10:

Het doorzicht wordt sterk bepaald door de omstandigheden (bijvoorbeeld wind) in het Markermeer. Tijdens de veldproef verschilde het doorzicht in de verschillende vakken weinig van elkaar en van het referentiegebied, De variatie in doorzicht, bleek per dag wél te verschillen. Op basis van het beperkt aantal meetdagen is niet af te leiden of de Marker Kwelderwerken gemiddeld het doorzicht lokaal verbeterd hebben.

ad S11 en S12:

De ecologische effecten van de Marker Kwelderwerken waren boven verwachting groot. Uit de resultaten blijkt dat de Marker Kwelderwerken ruimte bieden aan een breed scala aan aquatische soortgroepen: vegetatie, macrofauna, vis, vogels en zelfs amfibieën. Een diverse emerse pioniersvegetatie heeft zich met name kunnen vestigen op de ondiepe en drooggevallen slibbige locaties binnen de Marker Kwelderwerken. Riet heeft zich daarnaast in korte tijd ontwikkeld van enkele wortelstokken tot een dichte rietvegetatie binnen de vakken. Deze vegetatie én de structuren van de Marker Kwelderwerken zelf (wilgentakken) vormden een habitat en voedsel voor macrofauna inclusief tweekleppigen. Diverse soorten vis profiteerden van dit voedselaanbod en gebruikten de ondiepe, luwe oeverzones als paai- en opgroeihabitat. Amfibieën (groene kikker) zijn tevens waargenomen in dras-zones binnen de vakken. (Roof)vogels rustten en foerageerden binnen het gerealiseerde moerasgebied. Broedgevallen van rietvogels zijn niet waargenomen. Vermoedelijk was de veldproef Marker Kwelderwerken daarvoor nog te kleinschalig opgezet.

Tijdens de veldproef was een volgorde van ontwikkeling te zien. Op drogere delen kon vegetatie zich vestigen. De aanwezigheid van vegetatie maakte vervolgens de invang van slib makkelijker, waardoor het verlandingsproces verder kon gaan.

Er hebben zich met name pionierssoorten (snelkiemende soorten) spontaan kunnen vestigen in de Marker Kwelderwerken. Naar verwachting kan riet zich ook binnen enkele jaren spontaan vestigen in een dergelijk gebied. De veldproef was echter te kort om deze successie te volgen tot het riet-stadium, maar het uitzetten van wortelstokken riet bleek effectief.

Het Markermeer valt onder de Vogel- en Habitatrichtlijn. Soorten die zijn aangewezen als beschermde soorten in het Markermeer zijn met name vogels. Een aantal van deze vogelsoorten zijn rustend en/of foeragerend waargenomen binnen de Marker Kwelderwerken namelijk visdief (foeragerend), krakeend, slobbeend (foeragerend), aalscholver (foeragerend), smient, fuut (foeragerend), kuifeend en meerkoet (foeragerend). Constructies zoals de Marker Kwelderwerken kunnen daarom een positieve bijdrage leveren aan de instandhoudingsdoelstellingen van deze Natura2000-soorten in de vorm van behoud, uitbreiding en/of verbetering van de kwaliteit van het leefgebied van deze soorten.

ad S14:

De aangelegde Kwelderwerken hebben een duidelijk effect op lokale golfcondities en stromingen. Lokaal ontstaat er golfwut, hetgeen positief is voor de ontwikkeling van

submerse vegetaties. In 2014 is de buitenste rij dammen (waterkant) naar beneden geduwd ter verdeling van de golfaanval over meerdere dammen in plaats van alleen de dam aan de waterkant. In het middelste (ondiepe) vak was de golfaanval daarom in 2014 hoger dan in 2013. Vermoedelijk dient voor de groei van submerse vegetatie meer luwte gecreëerd te worden, bijvoorbeeld in de vorm van een extra golfbreker (voordammen) in de waterzone.

De stromingen langs de dijk brachten het slib (hier weinig materiaal) in en achter de kwelderwerken. Deze erosie- en sedimentatieprocessen waren afhankelijk van de golfwerking rondom de Marker Kwelderwerken. Omdat de golfwerking achter de dammen veel minder was, bezonk het materiaal. Het bezonken materiaal bood een uitstekend nieuwe biotoop voor allerlei organismen. Plantengroei ontstond bijvoorbeeld al binnen een half jaar op droge, slibbige delen. Ondiepe locaties waren een geschikte paai- en opgroeiplaats voor vis.

Bij de aanleg van nieuwe kwelderwerken is het interessant om de vormgeving van de Marker Kwelderwerken te herzien, zodat optimaal ingespeeld kan worden op de interactie tussen de overwegende windrichting, golfwerking en slibstromen.

Box 2: Thema 2 Habitatdiversiteit en dynamiek

H12

Welke aanlegmethodes kunnen het best gekozen worden voor het aanbrengen van de baggerspecie, het insluiten van de specie (compartimenteringsdammen, en /of metalen damwanden, en /of geotubes, geocontainers, geobags; andere oplossing?) en het versnellen van consolidatie?

H26

Welke locaties zijn het meest geschikt voor het aanleggen van ondiepe waterzones?

H29

Is golfuwte alleen genoeg of moet er ook een afscherming van het slibrijke water gerealiseerd worden om heldere zones in het Markermeer-IJmeer te creëren?

H30

Welk type golfbreker kan het best gebruikt worden en welk materiaal is het meest geschikt? Maak daarbij onderscheid in een onderzoeksfase en een eventuele grootschalige aanleg (constructie van bodem tot boven wateroppervlak, zoals dam, geotubes, damwanden, caissons, houten constructie, e.d.

H33

Wanneer waterplanten tot ontwikkeling zijn gekomen, welke bijdrage leveren deze dan aan het stabiliseren van de luwe zone. Met andere woorden: als een waterplantenzone is ontstaan kan deze dan "duurzaam" in stand blijven zonder gebruik te maken van permanente constructies?

ad H12:

Tijdens het veldexperiment van de Marker Kwelderwerken hebben we geleerd dat een “trapsgewijs ontwerp” gunstig is voor de stabiliteit van de constructie. Met een trapsgewijze constructie wordt de golfwerking verdeeld over meerdere dammen door de dammen in hoogte van elkaar te laten verschillen. Hierbij ligt de buitenste rij dammen (waterkant) onder water en vangt een deel van de golfenergie op. De tweede rij daarachter steekt iets hoger en vangt daarmee een volgend deel van de golfenergie op. De derde rij daar weer achter steekt boven het water uit en vangt hiermee de resterende golfenergie op. Dit trapsgewijze ontwerp kan afgestemd worden op de binnenkomende golven, zowel qua configuratie als qua dimensies van de gebruikte materialen.

Binnen een trapsgewijs ontwerp wordt binnen de ondiepe en diepe vakken wél minder luwte gecreëerd. Voor ecologie leek dit een negatief effect te hebben (§4.1). Het kan daarom gunstig zijn om vijf in plaats van drie rijen dammen in het ontwerp op te nemen. De eerste drie rijen dammen werken dan als golfbreker waarachter drie luwe stroken overblijven. Deze drie luwe stroken kunnen dan optimaal ingericht worden voor submerse vegetatie (diepe vakken), emerse vegetatie (ondiepe vakken) en oevervegetatie (droogvallende vakken).

In tekstbox 3 is beschreven hoe de constructie van de Marker Kwelderwerken zich gehouden heeft gedurende de veldproef. Tekstbox 4 geeft een overzicht weer van de aanlegkosten en de kosten voor beheer en onderhoud van de constructie.

ad H26:

De Marker Kwelderwerken zijn met name ontworpen om luwe, heldere, ondiepe oeverzones te realiseren in het Markermeer. Het toepassen van de Marker Kwelderwerken is daarom het meest logisch in gebieden waar het water al ondiep is (maximaal 2 meter diepte) maar te diep is voor ecologische diversiteit. Het gaat hier dan om ondiepe oeverdelen met een stijl oeverprofiel en/of harde oever gelegen langs één van de Markermeerdijken.

Met de Marker Kwelderwerken kan in deze gebieden een natuurlijk oevergradiënt gecreëerd worden vanaf de droge dijk via een plas-dras-situatie / ondiep water naar het diepere open water.

De Marker Kwelderwerken kunnen een natuurgebied op zich vormen, maar kunnen ook aansluiten op reeds bestaande natuur. De Marker Kwelderwerken kunnen zo ingezet worden ter uitbreiding van een bestaand natuurgebied. Ook kan gedacht worden aan de Marker Kwelderwerken als “stapsteen”, zodat er een verbinding ontstaat tussen twee of meer bestaande natuurgebieden.

ad H29

Het veldexperiment was er niet op gericht om het doorzicht binnen de Marker Kwelderwerken te vergelijken met dat buiten de Marker Kwelderwerken. Wél werd duidelijk dat de Marker Kwelderwerken in staat bleken te zijn om slib vanuit de waterkolom in de vakken in te vangen. Opgelost slib spoelde de vakken in waar het als gevolg van golfuwte kon bezinken. Tijdens rustige dagen was er een heldere waterkolom aanwezig met bodemzicht (doorzicht van 1 meter of meer). De lokale golfuwtes zullen hier ongetwijfeld een bijdrage aan hebben geleverd maar de mate waarin is onduidelijk.

Op basis van de metingen tijdens het veldexperiment is echter niet te achterhalen of de behaalde doorzichten significant verschillen met het doorzicht in bijvoorbeeld andere, niet luwe gebieden in het Markermeer.

ad H30:

Het veldexperiment Marker Kwelderwerken heeft zich niet gericht op het vaststellen van de beste constructie. Het is wél duidelijk dat Marker Kwelderwerken bruikbaar zijn als golfbreker.

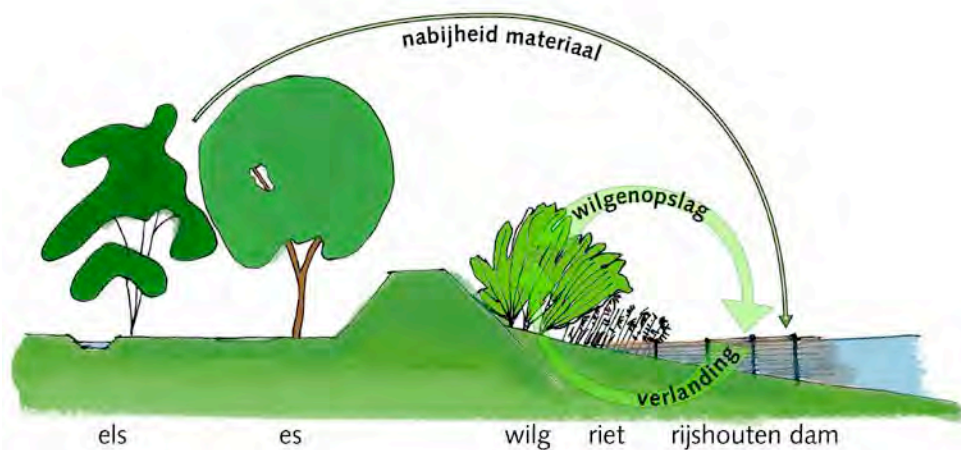
In tekstbox 3 is beschreven hoe de constructie van de Marker Kwelderwerken zich gehouden heeft gedurende de veldproef.

ad H33:

Water- en oeverplanten dragen absoluut bij aan het in stand houden van luwe begroeide zones. Met hun wortels kunnen zij het slib verder vastleggen. Tevens zal de invang van slib groter worden naarmate er meer vegetatie aanwezig is, omdat het slib dan “vastloopt” tussen deze planten.

De omstandigheden (wind, golven) in het Markermeer zijn echter zeer dynamisch. Het is daarom niet te verwachten dat water- en/of oeverplanten deze functie volledig kunnen overnemen van de constructies van de Marker Kwelderwerken. De constructies moeten in stand gehouden worden voor het verschaffen van voldoende luwte.

Onderhoud van de constructie hoeft echter niet heel intensief te zijn. Onderhoud bestaat met name uit het vervangen van verteerde wilgentakken en (op termijn) palen die boven het water uitsteken. Indien wilgenopslag geaccepteerd wordt in de (omgeving van de) kwelderwerken dan kan dit materiaal op termijn in de omgeving verzameld worden en gebruikt worden voor onderhoud. Zo ontstaat een mooie cyclus van verlanding, wilgenopslag en gebruik van materialen uit de omgeving (zie figuur 5.1).



Figuur 5.1 Gebruik van materiaal uit de omgeving voor onderhoud van de Marker Kwelderwerken

Tekstbox 3 Constructie Marker Kwelderwerken

- Juni 2013 aanleg
- augustus 2013 staalkabels en zijbalken aangebracht ten behoeve van stabilisatie zijwaardse bezwijking;
- september 2013 relatief lange periode van oostenwind (max windkracht 10m/s);
- 28 oktober 2013 storm windkracht 20 m/s;
- voorjaar 2014 stormschade (najaar 2013) herstellen: buitenste dammen naar beneden gedrukt en extra verstevigd (onder andere aanvullen wilgentakken) zodat een trapsgewijs ontwerp ontstond (zie §2.2).

Tekstbox 4 Kosten aanleg, beheer en onderhoud

De kosten voor ontwerp, vergunningen, aanleg en onderhoud (1,5 jaar) van de Marker Kwelderwerken bedroegen ca. 175.000 euro (ex. BTW)*. Deze prijs omvatte twee compartimenten met ieder negen vakken van 15x15 meter. Van elk compartiment waren zes van de negen vakken (gedeeltelijk) opgevuld met zand en zes van de negen met slib (zie verdere beschrijving van de aanleg in "Marker kwelderwerken. Voortgangsrapportage aanleg" (Bak *et al*, 2013a)).

Deze kosten zijn exclusief bijkomende kosten zoals projectmanagement, communicatie, ecologisch onderzoek en ontmanteling van de constructie.

Hier moet opgemerkt worden dat de Marker Kwelderwerken zijn aangelegd voor een periode van 1,5 jaar oftewel twee stormseizoenen (looptijd veldproef) en daarom relatief licht zijn uitgevoerd. Een constructie die voor langere termijn bestendig moet zijn tegen de dynamiek van het Markermeer zal robuuster uitgevoerd moeten worden. Hierbij wordt geadviseerd om ook rekening te houden met kruidend ijs. Een robuuster ontwerp zal van invloed zijn op de kosten.

**Prijspeil 2013*

6 Literatuur

- Bak, A., K. Didderen, K. Huijgen, C. Visscher. Marker kwelderwerken. Voortgangsrapportage aanleg, 2013a. Rapport 13-164. Bureau Waardenburg Culemborg in samenwerking met De Vries & van de Wiel, Grontmij, BWZ Ingenieurs. .
- Bak, A., D. Wielakker en S. Bouma, 2013b. Marker kwelderwerken. Monitoringsplan 2013-2014. Rapport 13-012. Bureau Waardenburg Culemborg in samenwerking met De Vries & van de Wiel, Grontmij, BWZ Ingenieurs;
- Berg, van den L., A. Bak, L. Bakker en M. van Riel, 2014. Aanvullende metingen ter bevordering van de synergie tussen de waterproeftuinprojecten uit NMIJ tranche 2 en de pilot Markermeer Moeras. Onderdeel Bureau Waardenburg (macrofauna en bodem bemonstering);
- Pot, R., 2003. Veldgids Water- en Oeverplanten. KNNV uitgeverij, Utrecht & STOWA, Utrecht. ISBN: 90 5011 151 3. STOWA publicatienummer: 2002-22;
- Koopmans, J.H., & W.A.M. van Emmerik, 2006. Kennisdocument winde, *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 20. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Noordhuis R., S. Groot, M. Dionisio Pires & M. Maarse, 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op Natura-2000 doelen. Deltares.
- Spikmans, F., N. van Kessel, M. Dorenbosch, J. Kranenbarg, J. Bosveld & R. Leuven, 2010. Plaaigrisico analyses van tien exotische vissoorten in Nederland. Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek: Stichting RAVON, Radboud Universiteit Nijmegen, Stichting Bargerveen & Natuurbalans – Limes Divergens, Nijmegen;
- Voorham, T. & W.A.M. van Emmerik, 2011. Kennisdocument baars, *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 31. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Bijlage 1

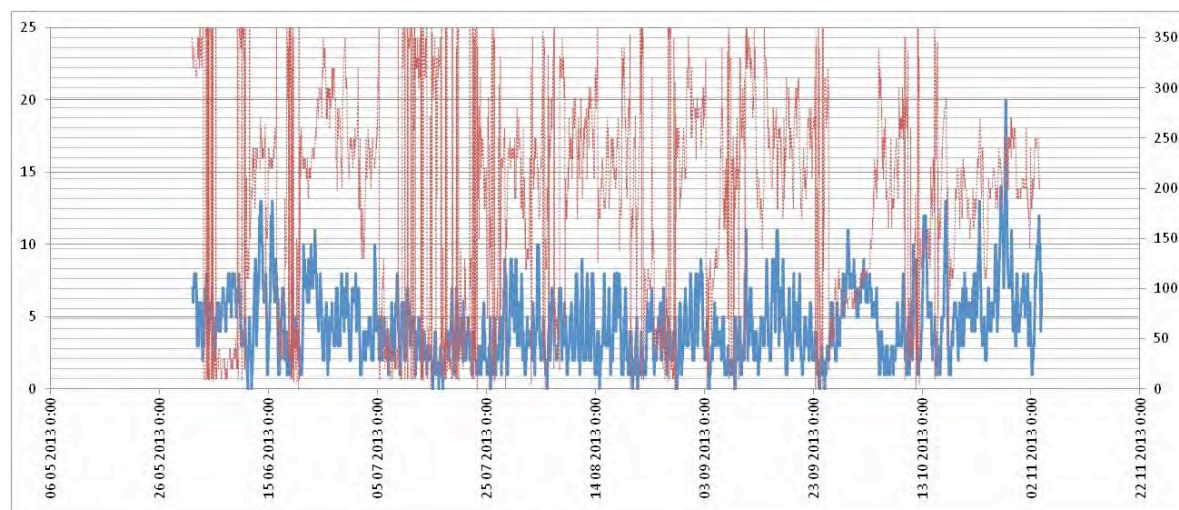
Windgegevens en waterstanden

Bijlage 2: windgegevens en waterstanden.

Ter ondersteuning van de resultaten van zetting, erosie en sedimentatie zijn hier de windgegevens en waterstanden voor de proefperiode weergegeven.

Windgegevens

In figuur 1.1 zijn de windsnelheden en windrichtingen aangegeven van station Berkhout. In de maand oktober is de storm van 28 oktober te herkennen met maximaal windkracht 20 m/s (8/9 Beaufort) en eind september is de relatief lange periode van oostenwind te herkennen met maximaal windkracht 10 m/s (5/6 Beaufort)



Figuur 1.1 Windgegevens

Bovenstaande windtijdreeksgegevens zijn ook herkenbaar in de maandwindrozen van De Kooij. Daarin is ook duidelijk de storm en de lange oostenwind te herkennen. Te zien is dat beide uitschieters zijn tov van het klimatologische gemiddelde.

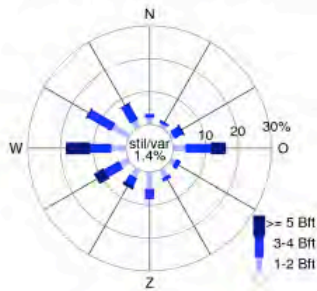
Klimatologie

Windrozen van de Nederlandse hoofdstations

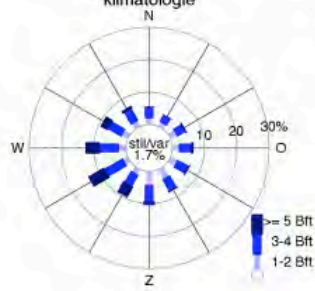
De Kooy (Den Helder)

september 2013

De Kooy, september 2013



De Kooy, september
klimatologie



Zie ook

> Uitleg

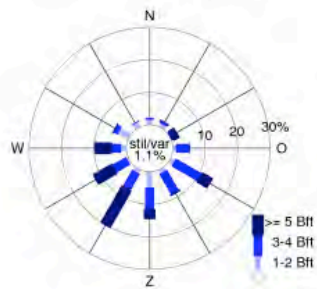
Klimatologie

Windrozen van de Nederlandse hoofdstations

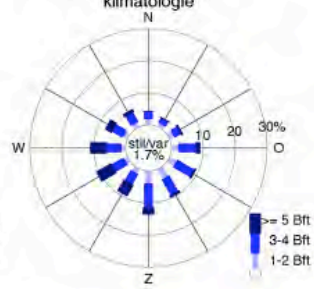
De Kooy (Den Helder)

oktober 2013

De Kooy, oktober 2013



De Kooy, oktober
klimatologie

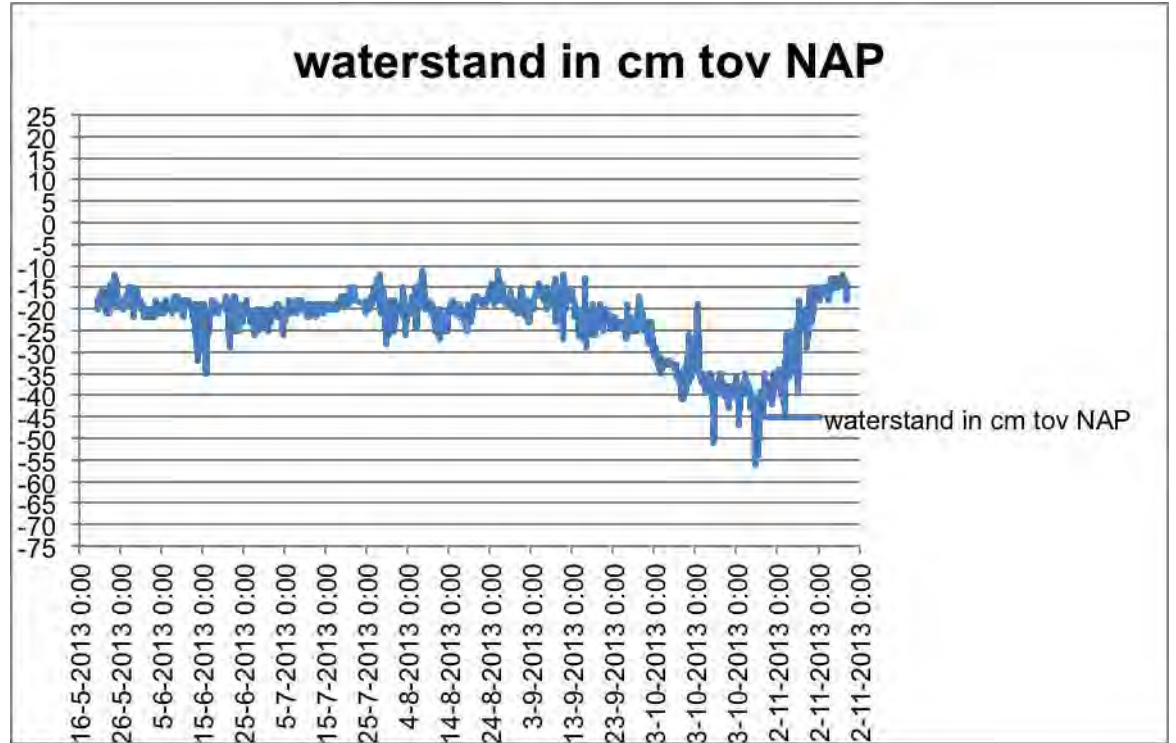
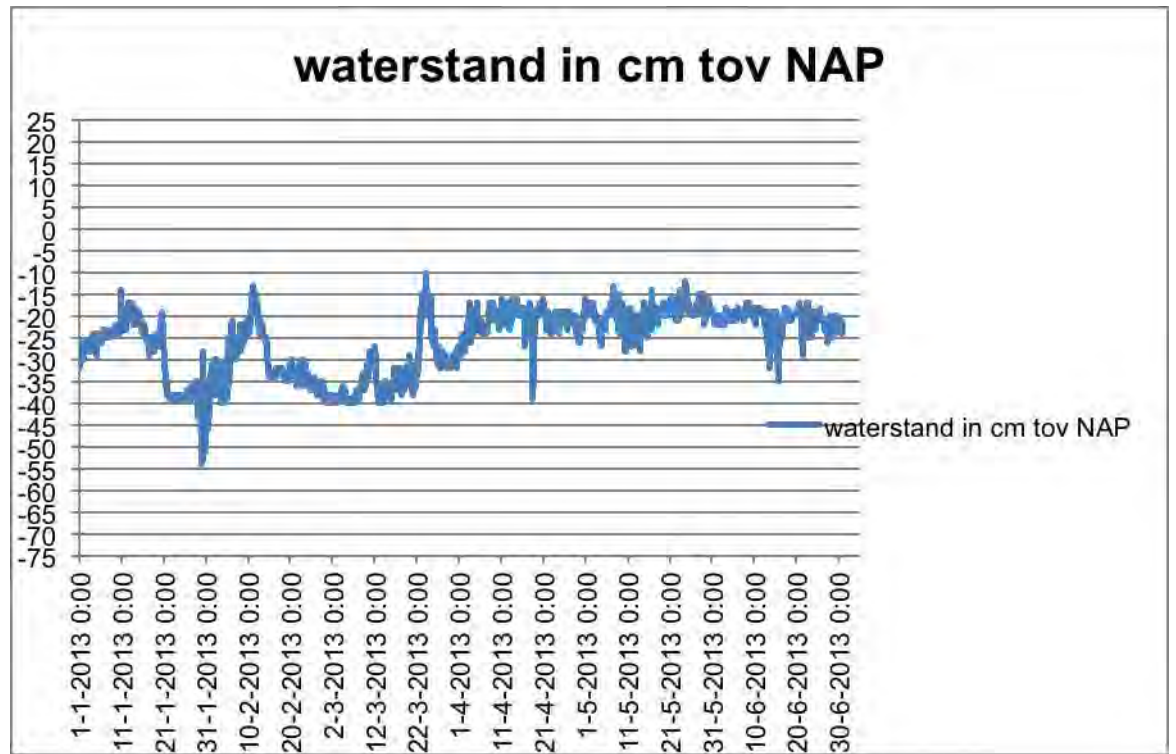


Zie ook

> Uitleg

Waterstanden

De gemeten waterstanden in Edam zijn in de volgende figuren weergegeven. Deze dichtstbijzijnde waterstandsmeeetlocatie ligt circa 6 km ten zuidzuidwesten van de proeflocatie. De verwachte afwijking in waterstand tussen de meetlocatie en het proefgebied kan 1 à 2 cm zijn.



Bijlage 2
**Visuele waarnemingen erosie en
sedimentatie**

Bijlage 2: visuele waarnemingen erosie en sedimentatie.

De resultaten van erosie en sedimentatie worden onderbouwd met visuele waarnemingen (foto's). In onderstaande tabel staan enkele markante gebeurtenissen en de data van de foto opnames.

datum	waterstand	activiteit	Opmerking
14 juli 2013	-0,19	Foto's	Na aanbrengen vulling compartimenten
31 juli 2013	-0,22	Foto's	Na aanbrengen aanplant
6 augustus	-0,22	Meting	
9 aug 2013	-0,20	Foto's	
eind september			Week oostenwind 5/6
8 okt. 2013	-0,36	Foto's	Na aanbrengen spandraden
10 okt. 2013	-0,37	Meting	
28 oktober 2013			Storm zuidwest 8/9
29 oktober 2013	-0,42	Foto's	Na storm
2 februari 2014	wp	Foto's	
11 april 2014	zp	Foto's	Direct na instellen zomerpeil
4 juli 2014	zp	Foto's	
18 oktober 2014	wp	Foto's	

De foto opnames zijn hieronder weergegeven.

Fotobijlage

De Markerkwelderwerken zijn periodiek fotografisch vastgelegd. De foto's zijn vanaf de dijk genomen. Ze zijn gefotografeerd van noord naar zuid in de volgorde: Z6, Z5, Z4, S3, S2, S1. Daarbij zijn de vakken a,b,c steeds in één foto weergegeven. In figuur 1 is de situatie weergegeven, in figuur 2 is de situatie schematisch weergegeven (let op andere orientatie). In figuur 2 is ook aangegeven welke vakken beplant zijn en welke vakken aangevuld zijn met zand of slib.



Figuur 1

De klimatologische gegevens en de waterstandgegevens zijn ontleend aan:

<http://www.knmi.nl/klimatologie/>

<http://rws.nl/mobi/water/meetnet-detail.aspx?awd.php?mode=html&projecttype=waterstanden&category=1&loc=EDAM&net=LMW&long=5.07519&lat=52.51908&zoom=11&page=1>

Voor de klimatologie is meetpost Berkhout gebruikt en voor de waterstanden is Edam gebruikt. De volledige reeks van waterstanden bij Edam is opgevraagd bij RWS.

Figuur 2

S1a			S2a			S3a			Z4a			Z5a			Z6a		
S1b			S2b			S3b			Z4b			Z5b			Z6b		
S1c			S2c			S3c			Z4c			Z5c			Z6c		
<p>S Slib</p> <p>Z Zand</p> <p style="text-align: right;">N</p>																	
diepte tov zomerpeil		aanplant	diepte tov zomerpeil		aanplant	diepte tov zomerpeil		aanplant	diepte tov zomerpeil		aanplant	diepte tov zomerpeil		aanplant	diepte tov zomerpeil		aanplant
S1a	0	riet	S2a	zie profiel	nvt	S3a	0	nvt	Z4a	0	nvt	Z5a	zie profiel	nvt	Z6a	0	riet
S1b	0,5	mattenbies	S2b	zie profiel	nvt	S3b	0,5	nvt	Z4b	0,5	nvt	Z5b	zie profiel	nvt	Z6b	0,5	mattenbies
S1c	1,2	nvt	S2c	zie profiel	nvt	S3c	1,2	nvt	Z4c	1,2	nvt	Z5c	zie profiel	nvt	Z6c	1,2	nvt



Zand 6



Zand 5



Zand 4



Sib 3

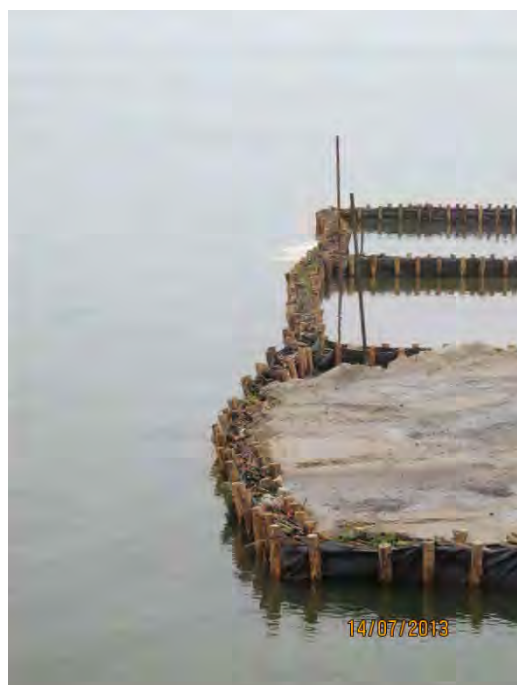


Slib 2



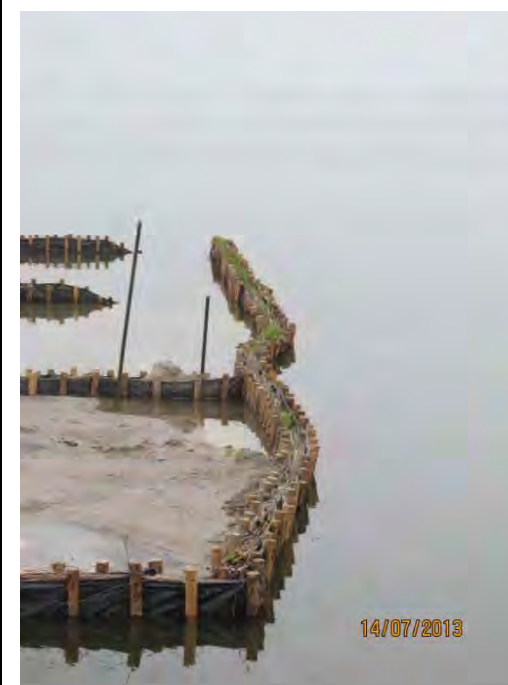
Slib 1

14 juli 2013, waterstand -0,19 m NAP



Zand 6 (noordzijde)

Zand 5



Zand 4 (zuidzijde)



Sib 3 (noordzijde)

Slib 2

Slib 1

14 juli 2013, waterstand -0,19 m NAP



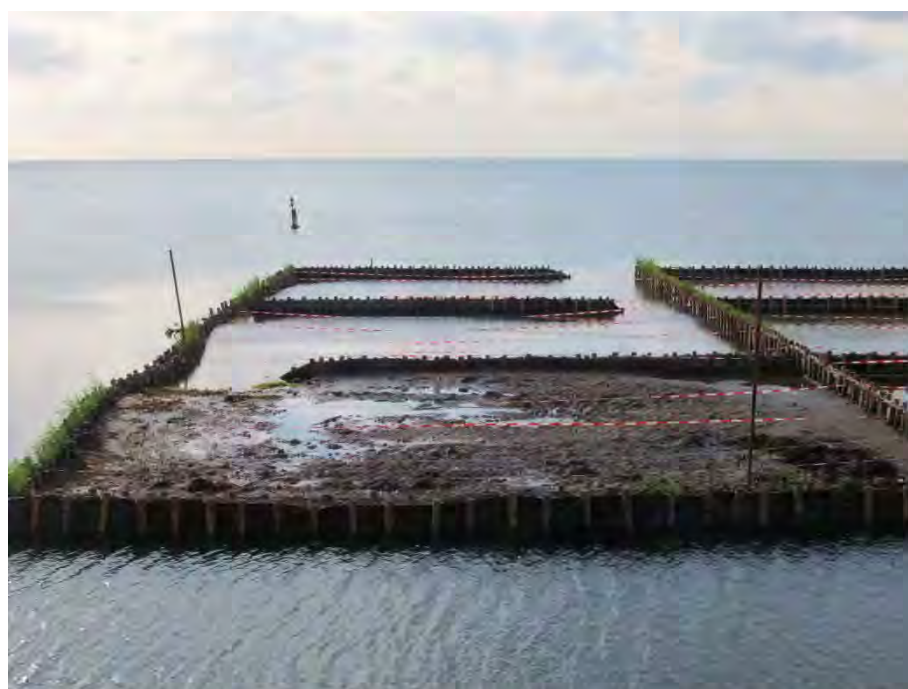
Zand 6



Zand 5



Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1



Detail aanplant riet



Detail aanplant biez

Zand 6

Sib 3

31 juli 2013, waterstand -0,22 m NAP

Zand 5

Slib 2

Zand 4

Slib 1



Zand 6



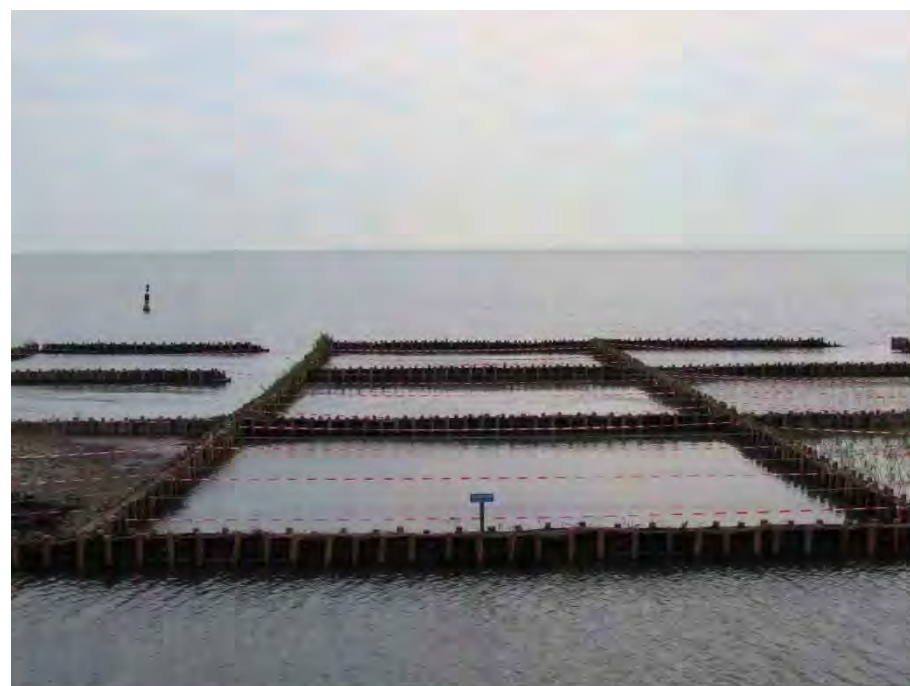
Zand 5



Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

9 augustus 2013 naverkenning, waterstand -0,20 m NAP

Voor details zie fotoblad 9 augustus 2013 op volgende bladzijde



Z4b ondiep.JPG



Z4b diepte bodem.JPG



Z4a detail tegen zo zijde.JPG



Z4a detail tegen zw zijde.JPG



S2b zuid.JPG



S2bmidden.JPG



S1alinks.JPG



S1avorrechts.JPG



S1amidden.JPG



S1a westhoek.JPG



S1a noordhoek.JPG



S1a zuidhoek.JPG



S3a foto vanuit westhoek.JPG



S3a westh naar noordhoek.JPG



S3a westh naar zo zijde.JPG



S3a detail noordhoek.JPG



S3a detail van oosthoek.JPG



S3a detail van zuidhoek.JPG



S3a detail westhoek.JPG



S3b westh naar no zijde.JPG



S3b westh naar zo zijde.JPG



S2b noordh naar zuid.JPG



S4a noordh naar zuidhoek.JPG



S4a noordh naar westhoek.JPG



Z4a noordh naar zo zijde.JPG



Z4a noordh naar zuidh.JPG



Z6a westh naar oosthoek.JPG



Z6a westh naar noordhoek.JPG



Z6a westh naar zuidhoek.JPG



Z6b midden nw naar no.JPG



Z6b midden nw naar oost.JPG



Z6a afgeslagen fontjinkruid.JPG



Z6a idem fontjinkruid.JPG



Z5b richting oost.JPG



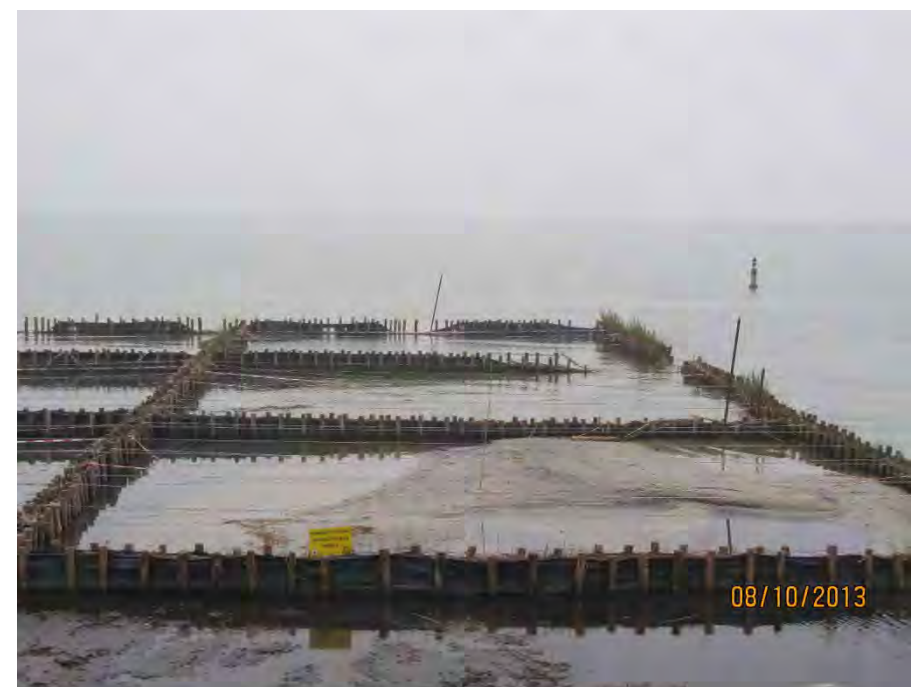
Z4b richting zuid.JPG



Zand 6



Zand 5



Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

8 oktober 2013, waterstand -0,36 m NAP



Zand 6, schade oostzijde vak c



Zand 5, schade oostzijde vak c

Zand 4

Sib 3



Slib 2, schade oostzijde vak c

Slib 1

8 oktober 2013, waterstand -0,36 m NAP



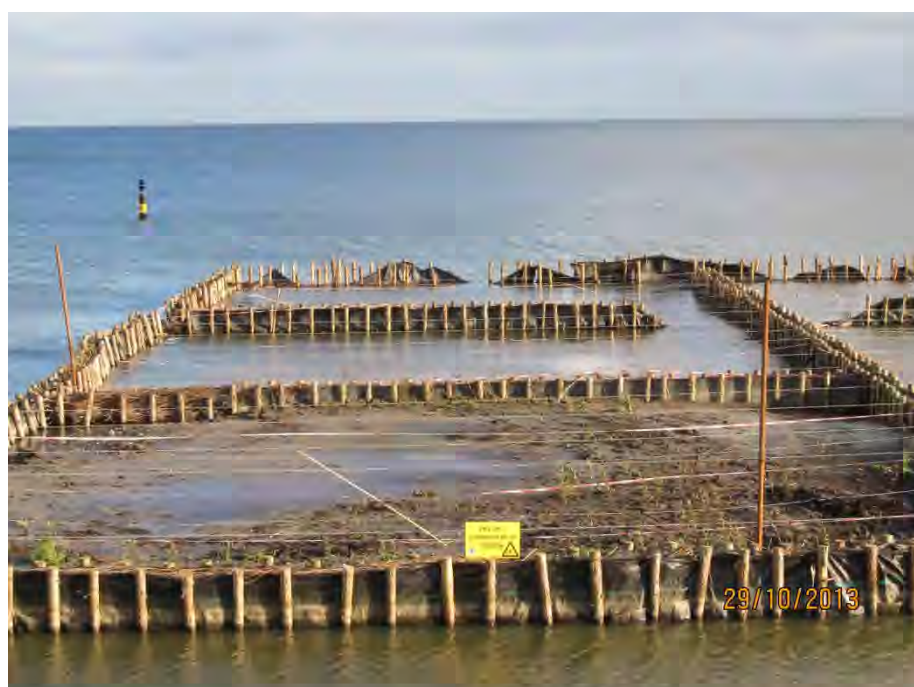
Zand 6



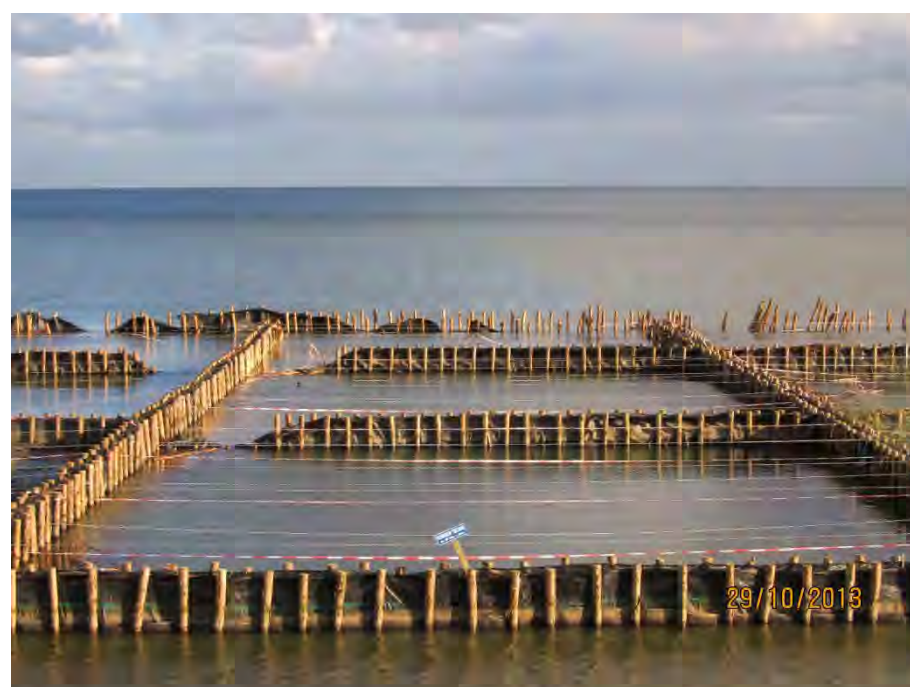
Zand 5



Zand 4



Sib 3

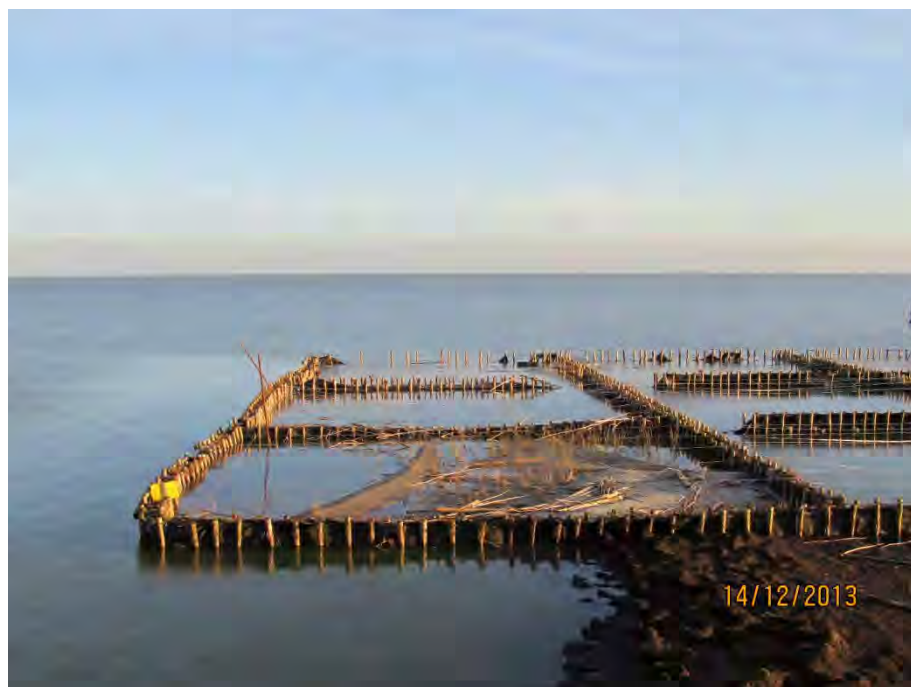


Slib 2

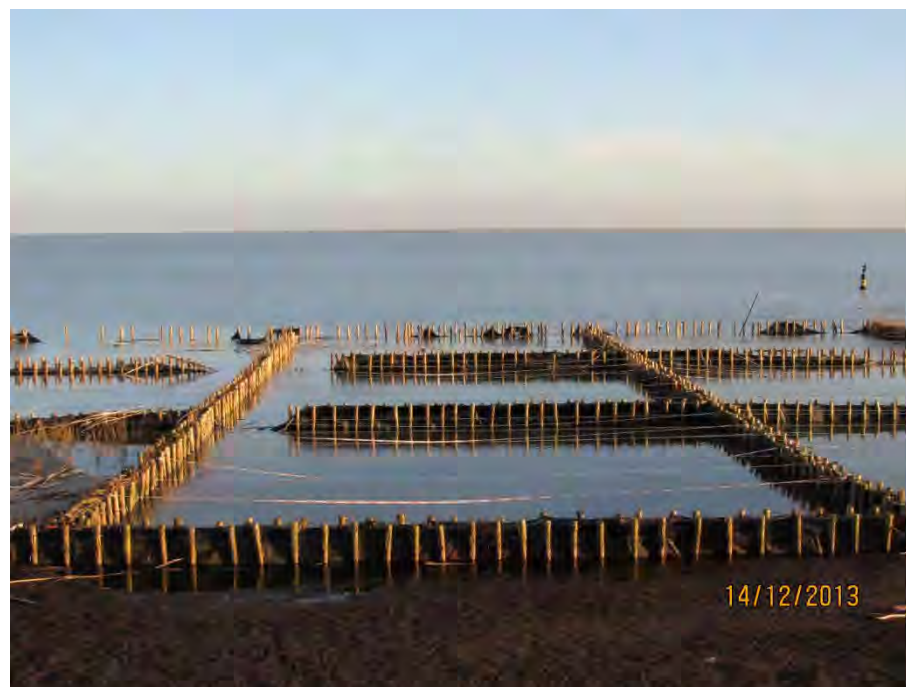


Slib 1

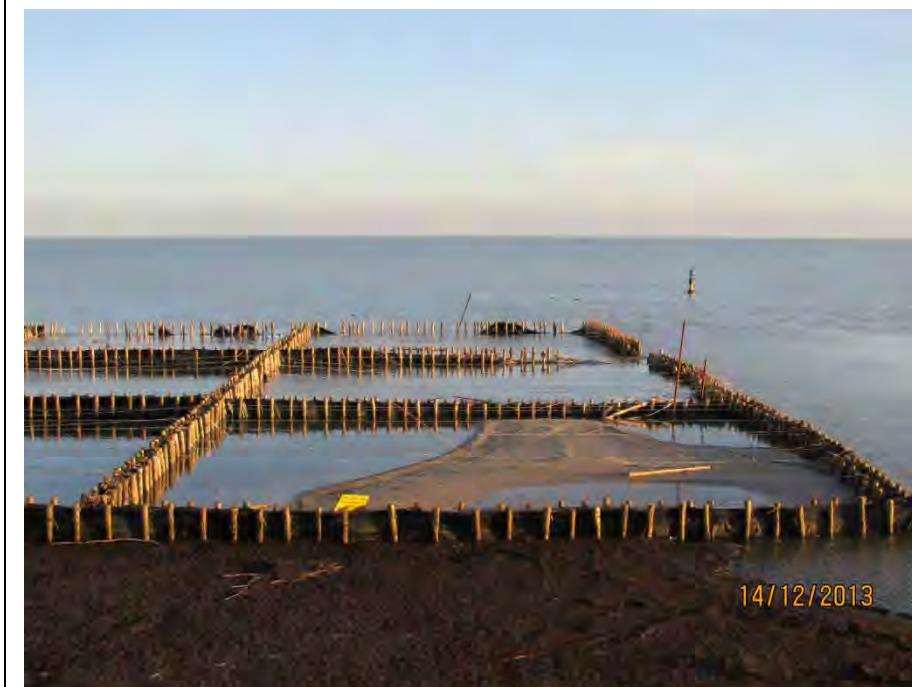
29 oktober 2013, waterstand -0,42 m NAP



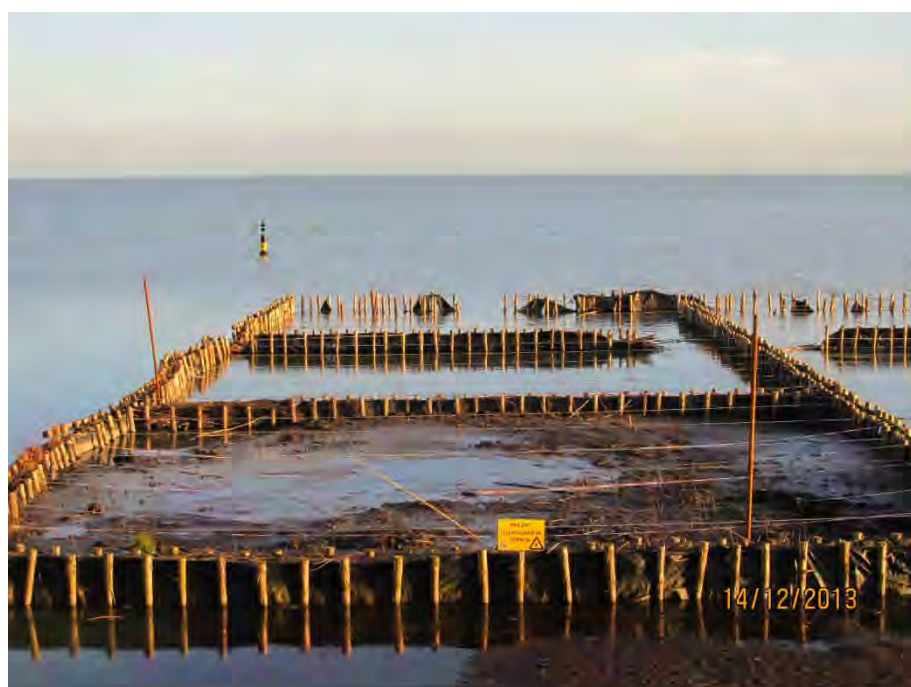
Zand 6



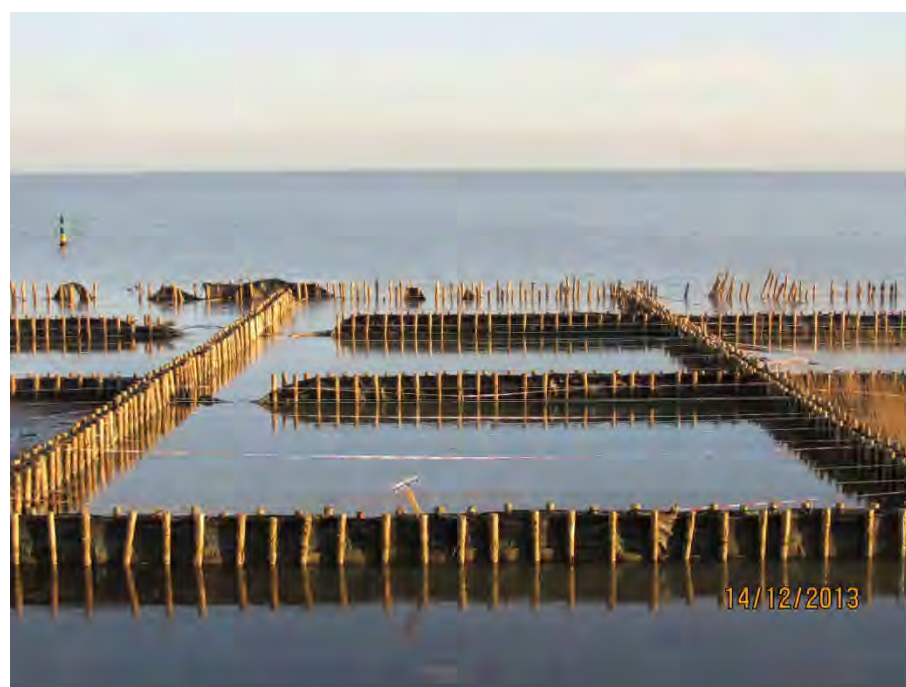
Zand 5



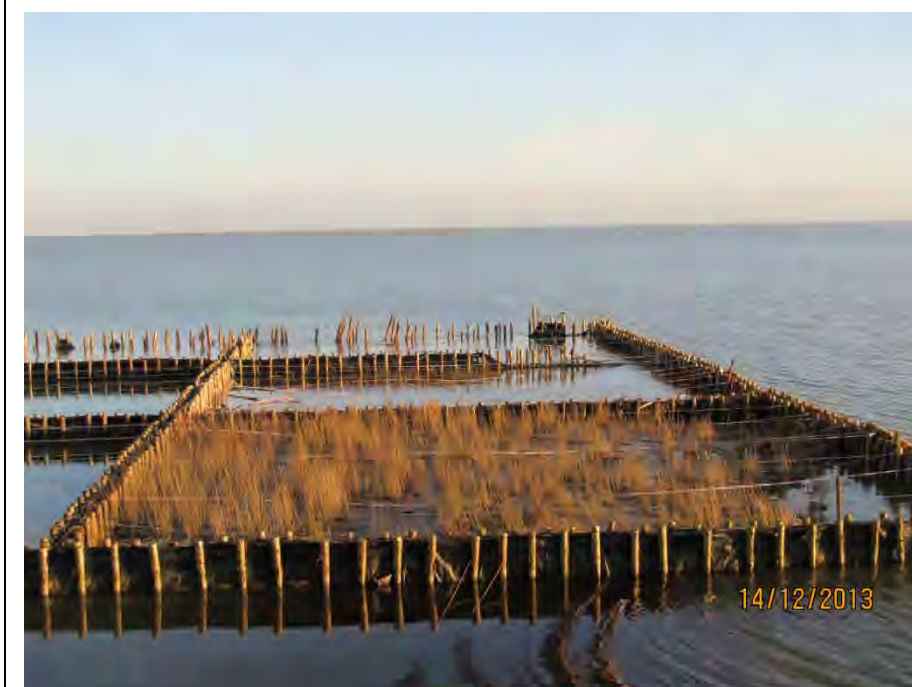
Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

14 december 2013, waterstand -0,43 m NAP (geen meting, voorspelling)



Zand 6



Zand 6



Zand 6



Zand 4



Zand 4



Zand 4

14 december 2013, waterstand -0,43 m NAP (geen meting, voorspelling)



Zand 6



Zand 5



Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

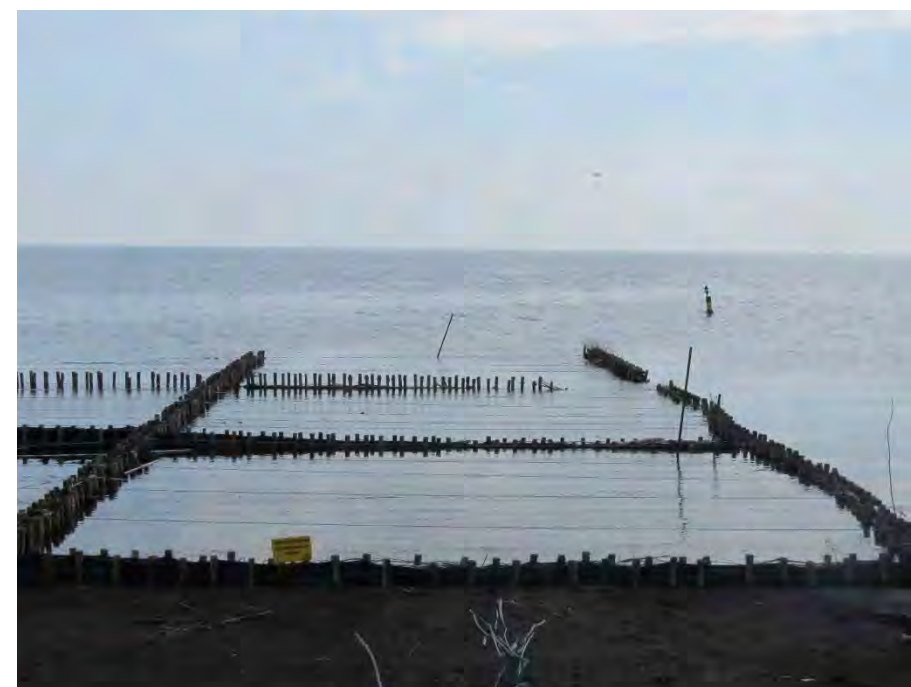
2 februari 2014



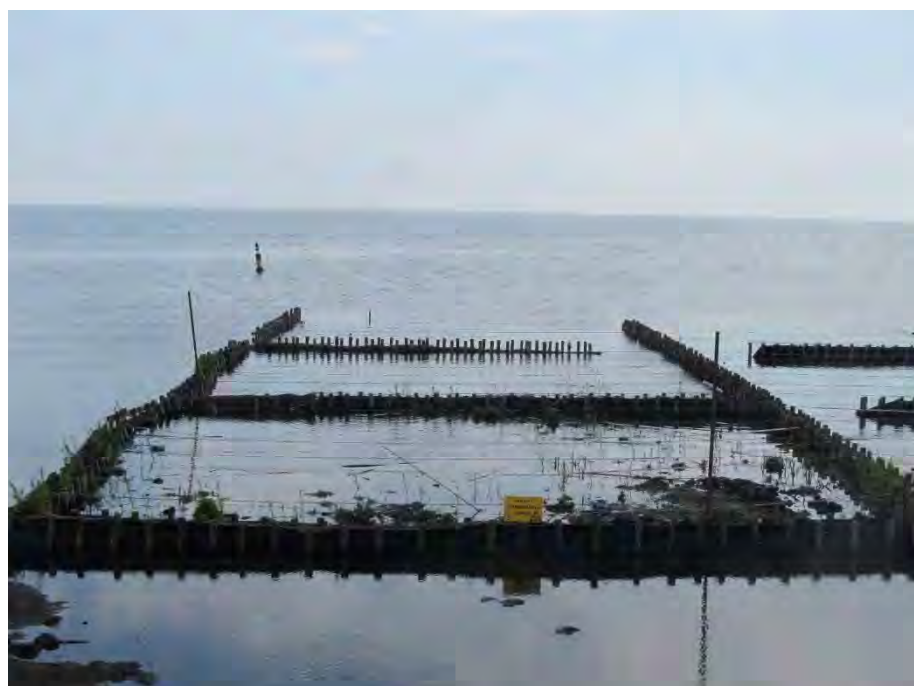
Zand 6



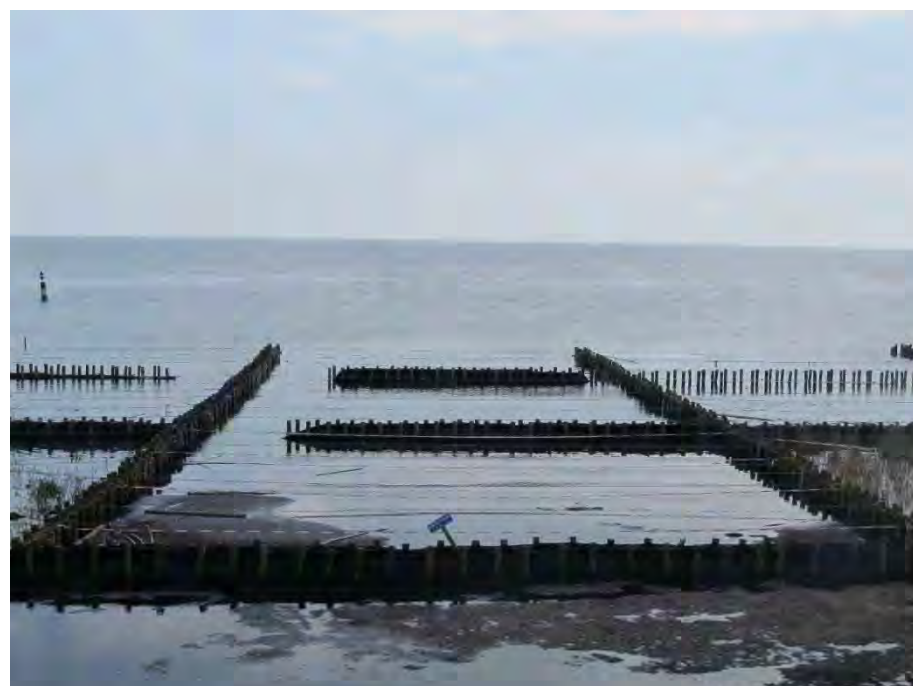
Zand 5



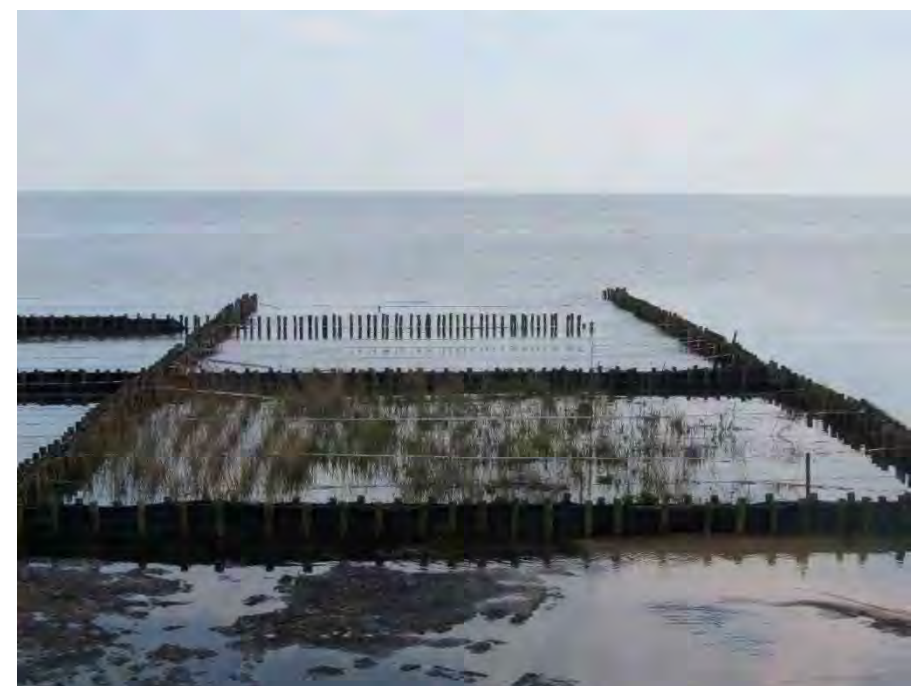
Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

11 april 2014 (vlak na overgang naar zomerpeil)



Zand 6



Zand 5



Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

4 juli 2014



Zand 6



Zand 5



Zand 4



Sib 3



Slib 2



Slib 1

18 oktober 2014



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl