



MIRT 2 Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop
Bijlagenrapport

Datum donderdag 17 oktober 2013
Status Revisie 02, eindconcept



- Bijlage 1 Rapport hydrodynamica en slib [Deltares, 2013]
- Bijlage 2 Beheervisie [Bureau Strooming, 2013]
- Bijlage 3 Achtergrondrapport Vormgeving en Ruimtelijke Kwaliteit [Bureau Strooming, 2013]
- Bijlage 4 Klanteisen Klant Eis Specificatie en aanbevelingen voor MIRT3(KES) [Oranjewoud, 2013]
- Bijlage 5 Vergunningenscan [Oranjewoud, 2013]
- Bijlage 6 Chronologisch overzicht genomen besluiten [Oranjewoud, 2013]
- Bijlage 7 Quickscan Archeologie [Oranjewoud, 2013]
- Bijlage 8 Beleidskader en overige projecten
- Bijlage 9 Constructies alternatieven
- Bijlage 10 Toelichting wijze beoordeling

Luwtemaatregelen Hoornse Hop - Bijdrage Deltares aan MIRT verkenning Hoornse Hop

waterbeweging, slib en ecologie

Menno Genseberger
Christophe Thiange
Ruurd Noordhuis

1207128-000

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

Trefwoorden

Markermeer, ondiep water, wind gedreven golven, slib, sediment, licht, doorzicht, waterplanten, mosselen, watervogels, Kader Richtlijn Water, Natura2000, MIRT

Samenvatting

De MIRT verkenning Hoornse Hop moet uitwijzen welke alternatieven van luwtemaatregelen in het Hoornse Hop het meest kansrijk zijn als onderdeel binnen de ontwikkeling van een robuust ecologisch systeem in het Markermeer. De Deltares bijdrage hieraan, gerapporteerd in dit rapport, bestond uit het modelleren van waterbeweging en slib voor de te beschouwen alternatieven en een ecologische doorvertaling daarvan. Deze bijdrage dient als input voor het beoordelingskader dat voor de MIRT verkenning in [1] is opgesteld.





Referenties

[1] MIRT 2 Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop, Te onderzoeken alternatieven en effecten (Beoordelingskader), 29 mei 2013, status revisie 08, definitief.

Uitgegeven door Ministerie van Infrastructuur en Milieu, informatie Adriaan van Doorn

Uitgevoerd door Consortium Oranjewoud, Bureau Stroming, Delares en HKV

Auteur Véronique Maronier en Renier Koenraad.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.1	September 2013	Menno Genseberger		Pascal Boderie 		Gerard Blom 	
			Christophe Thiange				
			Ruurd Noordhuis	Gerben van Geest 			
0.2	Oktober 2013	Menno Genseberger		verwerking redactioneel commentaar			

Status

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Modelopzet voor referentie en alternatieven	3
2.1	Referentie	6
2.2	Alternatief 1 – Dammen West	7
2.3	Alternatief 2 – Eiland Centraal	7
2.4	Alternatief 3 – Archipel Oost	7
3	Resultaten	9
3.1	Woord vooraf	9
3.2	Sedimentconcentratie in de waterkolom	10
3.3	Toename sedimenthoeveelheid op de bodem	11
3.4	Lichtklimaat	12
3.4.1	Licht aan de bodem	12
3.4.2	Doorzicht	12
3.5	Stroming en golven	13
3.5.1	Stroomsnelheden	13
3.5.2	Verblijftijd	13
3.5.3	Golven	14
4	Ecologie	15
4.1	Referentiesituatie Markermeer en Hoornse Hop	15
4.2	Beoordeling effecten op waterplanten	17
4.2.1	Lichtbeschikbaarheid	18
4.2.2	Absolute effecten en aanvullend effect van sedimentatie	21
4.2.3	Effecten van golfreductie op mechanische belasting van planten	22
4.3	Vis- en mosseletende vogels	23
4.3.1	Effecten op vangbaarheid van vis: gradiënten in doorzicht	23
4.3.2	Mosselen	25
5	Conclusies en aanbevelingen	27
5.1	Conclusies bodem en water	27
5.2	Ecologie	28
6	Referenties	32
	Bijlage(n)	
A	Implementatie van Referentie en Alternatieven in het Markermeer slibmodel	A-1
B	Modelresultaten: Referentie	B-5
C	Modelresultaten: Dammen West	C-1
D	Modelresultaten: Eiland Centraal	D-1

E Modelresultaten: Archipel Oost	E-1
F Vergelijking resultaten sedimentconcentratie	F-1
G Vergelijking resultaten – licht	G-1
H Vergelijking resultaten – doorzicht	H-1
I Vergelijking resultaten – stroming noordwestelijke wind	I-1
J Vergelijking resultaten – stroming zuidwestelijke wind	J-1
K Vergelijking verblijftijden resultaten – verblijftijd bovenste laag	K-1
L Vergelijking resultaten – verblijftijd onderste laag	L-1
M Vergelijking resultaten – viseters score	M-1
N Vergelijking resultaten – mosseleeters score	N-1

1 Inleiding

Achtergrond

De MIRT verkenning Hoornse Hop moet uitwijzen welke alternatieven van luwtemaatregelen in het Hoornse Hop het meest kansrijk zijn als onderdeel binnen de ontwikkeling van een robuust ecologisch systeem in het Markermeer. De bijdrage van Deltares in deze rapportage bestaat uit het modelleren van de waterbeweging en slibhuishouding voor de verschillende alternatieven en daarnaast uit een doorvertaling van deze grotendeels fysische grootheden naar de ecologie. Deze bijdrage dient als input voor het beoordelingskader dat voor de MIRT verkenning in [1] is opgesteld. Uiteindelijk zal met dit kader op bestuurlijk nivo een afweging gemaakt worden (waarbij slib en ecologie een hoofdonderdeel zijn, maar niet het enige mee te wegen onderdeel) welke alternatief de voorkeur verdient. Ter ondersteuning hiervan is een verkenningenrapport [2] opgesteld. De belangrijkste conclusies (zie hoofdstuk 5) inclusief samenvattende beoordeling in tabelvorm uit het voorliggende rapport zijn gebaseerd op een toetsing aan het beoordelingskader en integraal opgenomen in het verkenningenrapport. Dit rapport is dus een achterliggend document dat naast genoemde toetsing aan het beoordelingskader inzicht geeft in de model- en expertbeoordeling. Voor algemene bevindingen wordt daarom doorverwezen naar het verkenningenrapport.

Gevolgte aanpak voor dit rapport

Het onderzoek naar de effectiviteit van drie luwtemaatregelen met behulp van modellen is door Deltares uitgevoerd met het Markermeer slibmodel. Dit model is afgelopen jaren ontwikkeld, gevalideerd en toegepast in het kader van o.a. TBES, TMIJ, WMIJ en NMIJ¹. Met dit instrument worden waterstroming, golven en zwevend stof 3D berekend. De effectiviteit van verschillende luwte maatregelen is ruimtelijk gekwantificeerd en beoordeeld op de bijdrage aan het realiseren van verschillende doelstellingen (verminderen slib, vergroten doorzicht etc.). Het oranje omcirkelde gedeelte van het systeemplaatje in Figuur 1.1 geeft aan welke onderliggende (voornamelijk fysische) processen worden meegenomen in het Markermeer slibmodel.

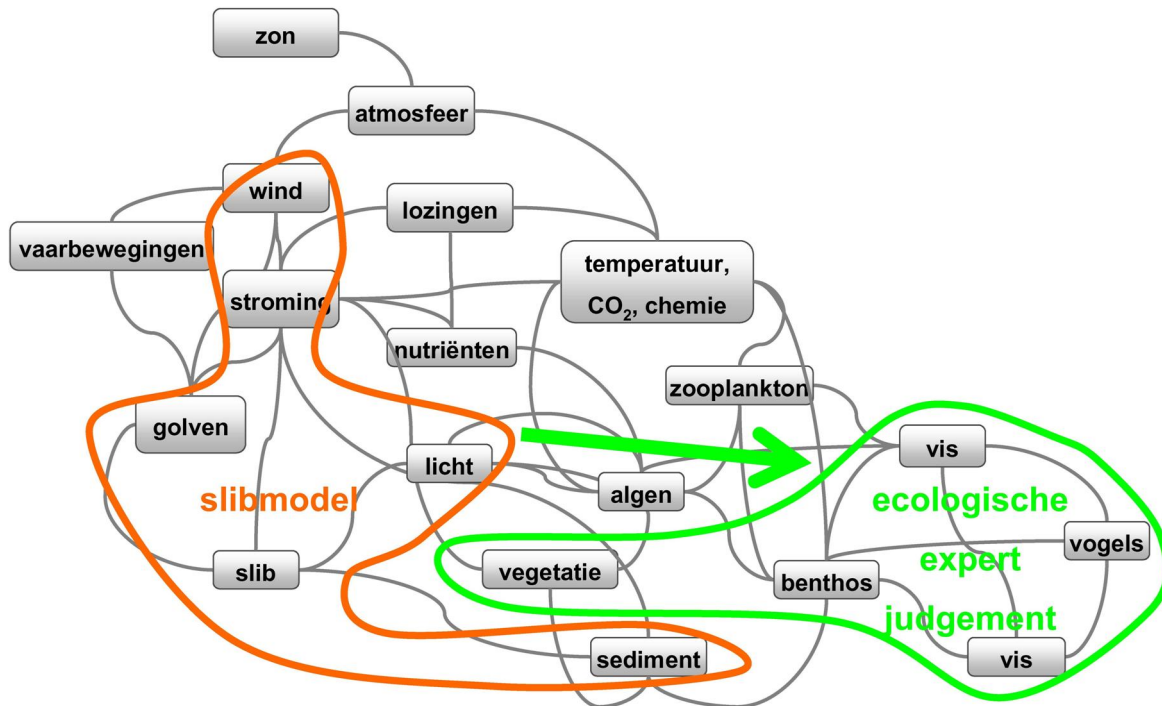
Het groen omcirkelde gedeelte in dezelfde figuur geeft aan welk gedeelte beoordeeld is door middel van ecologische doorvertaling door expert judgement (op basis van uitkomsten van het slibmodel en kennis/kunde van andere relevante processen en verbanden).

Voor de ecologische doorvertaling zijn specialisten die kennis hebben van relevante lopende programma's zoals ANT (Autonome neerwaartse trend) en NMIJ (effectiviteit van maatregelen) ingezet om tot een goed onderbouwd voorkeursalternatief te komen, met bijdragen van:

- Ruurd Noordhuis (Deltares, gespecialiseerd in veranderende ecologie in het IJsselmeergebied),
- Ben Fit (ecoloog bij Oranjewoud),
- Gerben van Geest (Deltares, waterplanten expert),
- Hans Los (Deltares, algen expert).

¹ TBES: Toekomstbestendig Ecologisch Systeem; TMIJ: Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer; WMIJ: Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer; NMIJ: Natuurlijk(er) Markermeer-IJmeer.

Op basis van eerste concept resultaten is tevens eind augustus een expertsessie ecologie gehouden met een tiental andere ecologen (van o.a. Waterdienst en Royal HaskoningDHV). De aanbevelingen en bevindingen daarvan zijn meegenomen in dit rapport.



Figuur 1.1 Systeemplaatsje van onderliggende fysische, chemische en biologische processen en onderlinge verbanden. Het oranje omcirkelde gedeelte geeft aan welke onderliggende (voornamelijk fysische) processen wel meegenomen worden in het Markermeer slibmodel. Het groen omcirkelde gedeelte geeft aan welk gedeelte beoordeeld is door middel van ecologische expert judgement (op basis van uitkomsten van het slibmodel en kennis/kunde andere relevante processen en verbanden).

De gevolgde aanpak is terug te zien in de opbouw van het rapport. Eerst wordt in hoofdstuk 2 de modelopzet voor het Markermeer slibmodel besproken. Vervolgens bespreekt hoofdstuk 3 resultaten van simulaties voor Referentie en alternatieven met het Markermeer slibmodel. Hoofdstuk 4 beschrijft de ecologische doorvertaling van deze resultaten. Tenslotte bevat hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies inclusief samenvattende beoordeling in tabelvorm. Dit laatste is integraal opgenomen in het verkenningenrapport.

2 Modelopzet voor referentie en alternatieven

Het slibmodel van het Markermeer-IJmeer [3] dat voor deze studie gebruikt is sinds 2007 bij Deltares in ontwikkeling en is state of the art. Het is het enige model in Nederland dat voor dit doeleinde gebruikt wordt. Het model wordt regelmatig ingezet voor aan slib gerelateerde advies- en onderzoeksvragen in het Markermeer/IJmeer.

Er zijn vier berekeningen uitgevoerd met het slibmodel voor het jaar 2006:

- referentie,
- alternatief 1,
- alternatief 2 en
- alternatief 3.

Het slibmodel is drie dimensionaal en wordt aangedreven door een in de tijd variabele wind. Hiervoor zijn uurgemiddelde waarden voor snelheid en richting van het KNMI-station Berkhout uit het jaar 2006 gebruikt.

Bij de modelberekeningen worden achtereenvolgens twee stappen doorlopen:

1. Delft3D-FLOW software voor het simuleren van de waterbeweging,
2. Delft3D-WAQ software voor het bundelen van de bijdrage van stroming en golven op de resuspensie, simuleren van slibtransport en sedimentatie en de doorberekening naar doorzicht.

In de eerste stap worden –de voornamelijk windgedreven– ondiepwaterstroming en golven (strijklengte aanpak) in het Markermeer en IJmeer uitgerekend, deze zullen effect hebben op bodemschuifspanning en het transport van slib. Bij sterkere wind zullen de golfeffecten de belangrijkste oorzaak voor opwerveling van slib zijn. De tweede stap combineert de bijdragen van stroming en golven aan de bodemschuifspanning, vertaalt deze naar opwerveling, berekent het transport van slib en de sedimentatie (als gevolg van de zwaartekracht, vooral in de meer rustige gebieden/perioden). Zie figuur 2.1 voor een schematische weergave van de processen die in het slibmodel worden verdisconteerd. Aan de hand van sedimentconcentraties in de waterkolom wordt in stap 2 ook het doorzicht (Secchi diepte) uitgerekend en door gebruik te maken van de lokale water diepte ook een inschatting van de hoeveelheid licht bij de bodem.

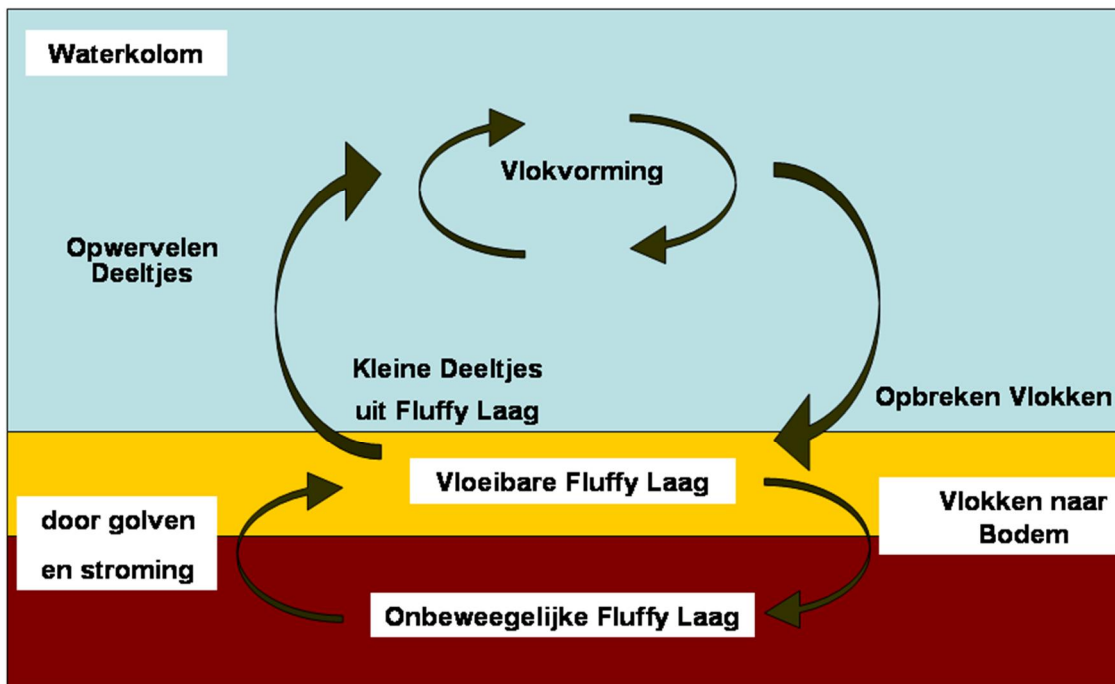
Voor de analyse van stroombeelden rondom de structuren is gebruik gemaakt van aan de hand van het luwte experiment² in het Markermeer [4] verbeterde versie van het Delft3D-FLOW model met golfmodellering door SWAN. Op deze manier wordt optimaal gebruik gemaakt van de op dit moment beschikbare kennis. De slibresultaten op basis van het verbeterde stromingsmodel worden in deze studie niet gebruikt omdat, ondanks een eerdere voorlopige kalibratie [4] de modelresultaten in vergelijking met remote sensing beelden in het referentiejaar 2006, de ruimtelijke slib gradiënten minder goed representeren dan het op strijklengte gebaseerde model.

Het slibmodel berekent aanslibbing in de bodem in kg/m^2 en gaat daarbij uit van een evenwichtssituatie, dat wil zeggen dat er geen morfologische aanpassing van de bodemligging plaatsvindt tijdens het rekenproces. Voor een doorvertaling van kg/m^2 naar

² De 1800 meter lange damwand die in de periode 2011-2012 voor de Noord Hollandse kust bij Warder is bemeeten.

aanslibbing in cm moet een aanname over de dichtheid van het accumulerend bodemslib worden gedaan. Uitgaande van 200 kg vaste stof per m³ komt 1 kg/m² overeen met 0.5 cm ophoging.

Processen Uitwisseling zwevend stof



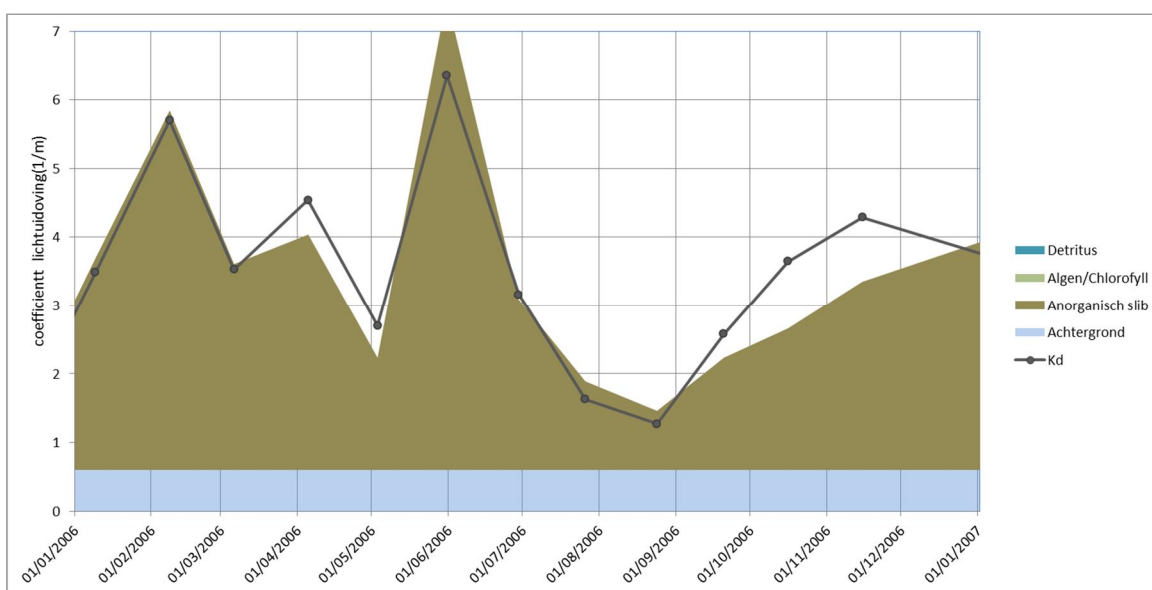
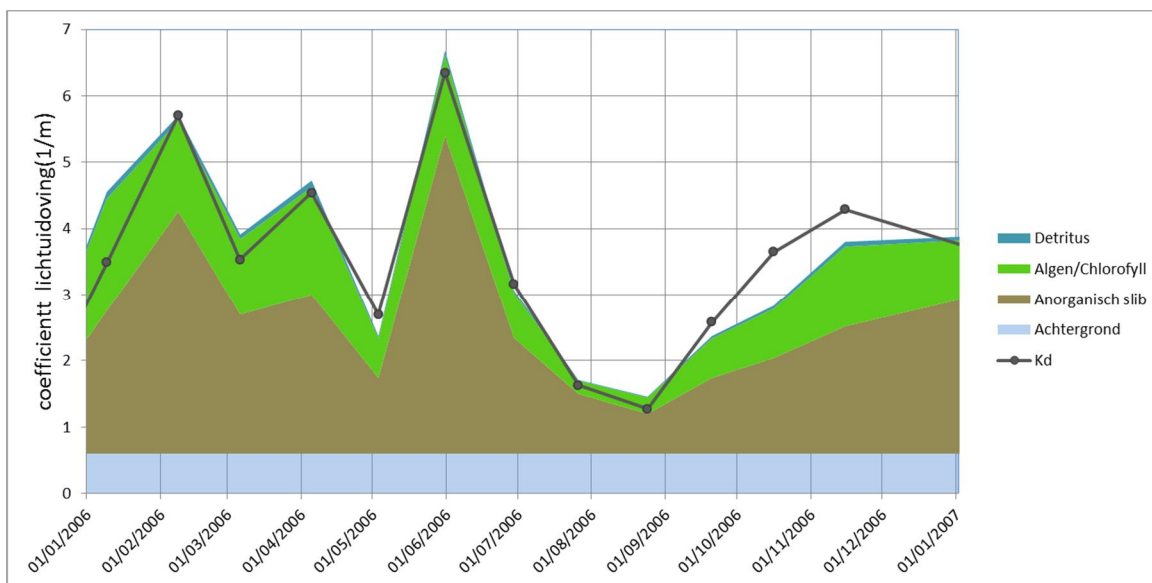
Figuur 2.1 Schematische weergave van processen die in slibmodel van Markermeer worden verdisconteerd.

Met Delft3D-WAQ worden geen nutriënten en algen gemodelleerd. De berekeningen van doorzicht die in dit rapport worden gepresenteerd zijn dan ook benaderingen waarbij de bijdrage van algen aan het onderwaterlichtklimaat is verdisconteerd in de karakteristieken van het slib. Uit metingen van doorzicht in de periode 2003-2012 blijkt dat zo'n benadering in het Markermeer valide is (zie ook Figuur 2.2).

Er zijn geen metingen voor licht aan de bodem beschikbaar en daarom zijn de berekende lichtpercentages niet gevalideerd en moeten alleen relatief worden beoordeeld. Daarnaast zit er veel onzekerheid in de gehanteerde minimale benodigde hoeveelheid licht (2%) voor de ontwikkeling van waterplanten ([5] en niet gepubliceerd werk [6]) en is onbekend hoe lang en hoe vaak die hoeveelheid licht, in combinatie met watertemperatuur, nodig is voor ontwikkeling van waterplanten. Om deze onzekerheden grotendeels te ondervangen wordt in paragraaf 4.2.1 het ruimtelijke patroon van berekend licht aan de bodem in de referentie situatie vergeleken met de gemeten verspreiding en dichtheid van waterplanten in het Hoornse Hop. Op die manier is een bruikbaar criterium (ondergrens) voor de beoordeling van de modelresultaten verkregen, zonder dat de juistheid van de absolute waarde van het berekende percentage licht daarbij cruciaal is.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

Tot slot is met de modelresultaten de mate van geschiktheid voor vis- en mosseletende vogels bepaald. Dat is gebeurd op basis van het berekende doorzicht in combinatie met de waterdiepte.



Figuur 2.1 Lichtuitdoving coëfficiënt K_d voor licht (1/m) gemeten (lijn) op meetpunt Midden Markermeer in het referentiejaar 2006 en berekend (gekleurde vlakken) uit de bijdrage van gemeten anorganisch zevend stof en algen (chlorofyl) en andere bijdragen (boven). Idem (onder) maar nu berekend zónder de expliciete bijdrage van chlorofyl. Omdat in het Markermeer zwevend stof en chlorofyl in hoge mate gecorreleerd zijn is dit voor de modellering van licht op basis van alleen zwevend stof een valide benadering.

Abiotische condities voor vis- en mosseleters zijn op basis van inschattingen van de minimaal vereiste condities voor helderheid en waterdiepte (zie Beoordelingskader [1], tabellen 5.2 en 5.3) is op basis van het berekende doorzicht en de waterdiepte de geschiktheid voor vis- en mosseletende vogels berekend. Er worden daarbij drie klassen gehanteerd: ongewenst (rood), gewenst (groen) en het gebied er tussen in (geel). Bij het samenstellen van de kaarten

is het principe van de KRW “one out all out” gehanteerd. Dat wil in dit geval zeggen dat de laagste score van helderheid en diepte de totaalscore in de gepresenteerde kaarten bepaalt. Dus een helder (gewenst/groen) maar te diep (ongewenst/rood) deel van het meer krijgt classificatie ongewenst (rood). De kaarten zijn gemaakt voor vier verschillende seizoenen eerste helft winter, voorjaar, zomer, tweede helft winter.

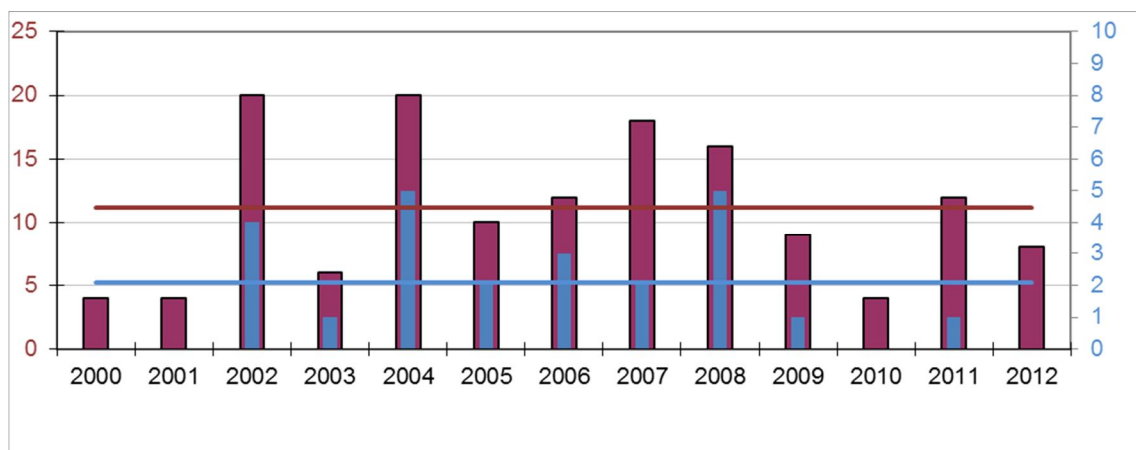
2.1 Referentie

Bij aanvang van de verkenning en opdracht tot uitvoeren modelberekeningen waren er geen concrete autonome ontwikkelingen, in casu maatregelen of veranderingen in de inrichting in het Markermeer bekend.

Voor de referentie is voor wat betreft de inrichting uitgegaan van de huidige situatie in het Markermeer, IJmeer, Gooimeer en Eemmeer. In het IJmeer is alleen IJburg 1 meegenomen en in de strekdam richting Oranjesluizen zit een opening richting IJburg 1. Tevens zijn meegenomen de hockeysticks (ijsbrekerdammen tegen de Houtribdijk die als luwtestructuur fungeren, zie Figuur A.1) bij de Houtribdijk en zijn de strekdammen bij de haven van Lelystad aangepast. Figuur A.1 laat zien hoe dit is geïmplementeerd in het Markermeer slibmodel. Qua fysieke inrichting representeert de referentiesituatie dus de huidige situatie. Er zijn geen autonome ontwikkelingen bekend die relevant zijn om in de referentiesituatie mee te nemen.

In de referentie situatie wordt gebruik gemaakt van windgegevens uit het jaar 2006. De in 2006 opgetreden wind is voor wat betreft het aantal relevante stormgebeurtenissen gemiddeld voor de periode 2000-2012 (zie Figuur 2.2). De laatste jaren 2009-2012 lijken vooral in het voorjaar minder stormen te hebben terwijl er in het verleden jaren waren (2000-2008) met aanzienlijk meer stormen. De natuurlijke variatie in wind is groot en dat zal ook in de toekomst zo zijn. Effecten van luwtmaatregelen zullen groter zijn in jaren met veel stormgebeurtenissen en kleiner wanneer het minder en minder vaak waait. Ook in de toekomst zal de variatie in windklimaat van jaar tot jaar groot zijn. Het jaar 2006 is voor wat stormgebeurtenissen betreft voor de afgelopen 13 jaar een gemiddeld jaar en daarmee het meest representatief om ingrepen, die een lange termijn effect beogen, onderling te kunnen vergelijken.

Aanvullend zou de effectiviteit van maatregelen onder extreme of afwijkende jaren onderzocht kunnen worden om inzicht te krijgen in de variatie in de effectiviteit.



Figuur 2.2 Aantal dagen per jaar (paars) en per voorjaar (blauw) met etmaal gemiddelde windsnelheid (Lelystad) groter dan 8 m/s (lijnen geven gemiddelde voor 2000-2010).

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

De onderstaande alternatieven worden uitgebreid beschreven in hoofdstuk 4 van het verkenningenrapport

2.2 Alternatief 1 – Dammen West

Ten opzichte van de referentie zijn voor alternatief 1 drie structuren toegevoegd. Twee dammen langs de westkust en een eiland in het Hoornse Hop.

Figuur A.2 laat zien hoe dit is geïmplementeerd in het Markermeer slibmodel.

2.3 Alternatief 2 – Eiland Centraal

Voor alternatief 2 is een eiland toegevoegd in het Hoornse Hop.

Figuur A.3 laat zien hoe dit is geïmplementeerd in het Markermeer slibmodel.

2.4 Alternatief 3 – Archipel Oost

Voor alternatief 3 is een groep van 7 eilandjes toegevoegd. Deze eilandjes zijn meer oostelijk gelegen dan de eilanden van alternatieven 1 en 2.

Figuur A.4 laat zien hoe dit is geïmplementeerd in het Markermeer slibmodel.

3 Resultaten

3.1 Woord vooraf

Bijlage A laat zien hoe de alternatieven in het modelrooster zijn aangebracht.

Appendices B, C, D en E zijn figuren opgenomen van de modelresultaten voor achtereenvolgens de referentie, alternatief 1, alternatief 2 en alternatief 3.

We beschouwen voor de alternatieven de volgende variabelen:

- 1 gemiddelde slibconcentratie onder in het water voor het hele jaar, in mg/l,
- 2 afname van de slibconcentratie onder in het water voor het hele jaar ten opzichte van de referentiesituatie, in mg/l,
- 3 toename van de hoeveelheid slib op de bodem over een jaar ten opzichte van de referentie in kg/m^2 ,
- 4 toename van de gemiddelde hoeveelheid licht aan de bodem in het voorjaar t.o.v. de referentie, in %,
- 5 toename van de gemiddelde hoeveelheid licht aan de bodem in de zomer t.o.v. de referentie, in %,
- 6 gemiddelde doorzicht in het voorjaar, in cm,
- 7 gemiddelde doorzicht in de zomer, in cm,
- 8 gemiddelde doorzicht in de eerste helft van de winter, in cm,
- 9 gemiddelde doorzicht in de tweede helft van de winter, in cm,
- 10 KRW score visetende vogels in het voorjaar, in drie klassen,
- 11 KRW score visetende vogels in de zomer, in drie klassen,
- 12 KRW score visetende vogels in de eerste helft van de winter, in drie klassen,
- 13 KRW score visetende vogels in de tweede helft van de winter, in drie klassen,
- 14 KRW score mosseletende vogels in het voorjaar, in drie klassen,
- 15 KRW score mosseletende vogels in de zomer, in drie klassen,
- 16 KRW score mosseletende vogels in de eerste helft van de winter, in drie klassen,
- 17 KRW score mosseletende vogels in de tweede helft van de winter, in drie klassen.

Voor de referentie worden deze figuren ook getoond, behalve figuren 2 t/m 5 omdat het hier verschil kaarten met de referentie zelf betreft. Om, op de eerste figuur na, het nummer van elke figuur in Appendix B overeen te laten komen met het paginanummer, begint de paginanummering van Appendix B bij B-5.

In Bijlage F is voor de referentie en de alternatieven de jaargemiddelde sedimentconcentratie in tabelvorm gepresenteerd om de onderlinge vergelijking te vergemakkelijken.

In Bijlage G is voor de referentie en de alternatieven de hoeveelheid licht aan de bodem voor respectievelijk voorjaar en zomer in tabelvorm gepresenteerd.

In Bijlage H is voor de referentie en de alternatieven het doorzicht in het water voor respectievelijk voorjaar, zomer en winter in tabelvorm gepresenteerd.

Appendices I en J bevatten afbeeldingen van de stromingspatronen rondom de eilanden onder verschillende wind condities.

Appendices K en L bevatten de jaargemiddelde verblijftijden in de bovenste en onderste waterlagen.

Appendices M en N vergelijken de resultaten voor de KRW score van viseters en mosseleers voor het voorjaar, zomer en winter in tabelvorm.

Onderstaande tabel geeft de gehanteerde definitie van de seizoenen.

seizoen	van	tot	belangrijk voor
eerste helft winter	1 januari	1 maart	winterviseters, macrofauna-eters
voorjaar	1 maart	1 juni	kieming waterplanten
zomer	1 juni	1 september	groei planten, mosselen, viseters
tweede helft winter	1 oktober	31 december	winterviseters, macrofauna-eters

Tabel 3.1. Gehanteerde definitie van de seizoenen. Viseters zomer: Visdief, Zwarte Stern en Dwergmeeuw (niet diep duikende soorten); winterviseters: Fuut, Grote Zaagbek, Nonnetje.

3.2 Sedimentconcentratie in de waterkolom

Het slibgehalte wordt gepresenteerd als de gemiddelde concentratie over het hele jaar in de onderste water laag (vlakbij de bodem). De variatie van slib over de diepte is gemiddeld gering en daarom volstaat de presentatie van de resultaten van één laag om het effect van de alternatieven te beoordelen.

Figuren B.1, C.1, D.1 en E.1 laten de berekende jaargemiddelde sedimentconcentraties voor referentie en alternatieven zien. Het effect van een alternatief ten opzichte van de referentie is in figuren B.2 – E.3 als het verschil (in mg/l) weergegeven aan de hand van een kleurenkaart. De contourlijnen er bovenop tonen het relatieve verschil (in %).

De maximale afname in sedimentconcentratie is ongeveer gelijk voor alle alternatieven en ligt rond de 8 mg/l. Deze afname is zeer lokaal en enkel rondom de eilanden of achter de dammen te zien. Verder van de structuren af is de afname van de sedimentatie geringer, in de orde van 2-3 mg/l.

De invloedgebieden van de verschillende alternatieven zijn gemakkelijk te vergelijken op basis van de contour lijnen van de verschillen ten opzichte van de referentie (procentuele afname). De -5% lijn van alternatief 1 (Dammen West) bevat de hele Hoornse Hop, terwijl

dezelfde lijn met alternatieven 2 en 3 wat meer oostelijk gelegen is en los van de westkust. Gebieden met 10% reductie of meer komen het meest voor in alternatief 1.

De impact van alternatief 2 (Eiland Centraal) op de sedimentconcentratie is duidelijk kleiner dan die van alternatieven 1 en 3. Dit kan verklaard worden door (i) de kleinere omvang t.o.v. andere alternatieven en (ii) de vorm en de ligging van dit eiland die ervoor zorgen dat het vaak evenwijdig is met de stroomlijnen. De stroming wordt dus minder verhinderd en als gevolg ontstaat er ook minder luwte.

Tabel F.1 en Figuren F.2 en F.3 in Bijlage F tonen de oppervlakte verdeling van het Markermeer op basis van jaargemiddelde sedimentconcentraties berekend voor referentie en MIRT alternatieven.

De cumulatieve oppervlakte (aantal km² met een concentratie groter of gelijk aan een bepaalde waarde) in Figuur F.3 laat zien dat alternatief 3 (paarse lijn) het meest afwijkt van de referentie (zwarte lijn). Alternatieven 1 en 2 hebben een vergelijkbare curve.

Figuur F.2 toont dezelfde gegevens in de vorm van oppervlakte per slibconcentratie interval. Ook hier heeft alternatief 3 duidelijk een groter invloed gebied vergeleken met alternatieven 1 en 2.

Gebieden met minder dan 20 mg/l komen weinig voor, zowel in de referentie als in de alternatieven.

De oppervlakte met 20-30 mg/l neemt toe: ongeveer +2500 ha voor alternatieven 1 en 3, +1500 ha voor alternatief 2. De 20-30 mg/l interval komt vooral overeen met gebieden langs de westkust, in het Hoornse Hop en langs de zuidoost kust (zie Figuur B.2). De zuidoost kust ligt buiten het invloed gebied van de alternatieven. De oppervlakte toename van de 20-30 mg/l strook is dus, zoals verwacht, vooral in het westen te zien. Hoewel in Figuren C.1 en E.1 te zien is dat alternatief 1 in dit gebied tot wat lagere concentraties leidt dan alternatief 3, is het wel verrassend dat het meer oostelijk gelegen archipel van alternatief 3 dezelfde oppervlakte toename geeft als alternatief 1 dat veel dichterbij de kust ligt.

De 30-40 mg/l strook wordt aanzienlijk vergroot met alternatief 3 (+7000 ha) ver boven alternatief 1 en 2 (respectievelijk +1400 ha en +4100 ha). Deze toename komt natuurlijk overeen met een vermindering van de gebieden met hogere concentraties. Alternatief 3 heeft een significante invloed op de centrale sediment wolk waardoor de ~11000 ha met 60 mg/l of meer van de referentie terugvallen tot slechts 2000ha. Alternatieven 1 en 2 hebben ook een impact op de hoogste concentraties (65+) maar nauwelijks op de oppervlakte met minstens 60mg/l. De centrale invloed van alternatief 3 is in deze cijfers duidelijk terug te vinden.

3.3 Toename sedimenthoeveelheid op de bodem

De grootste toename van sediment op de bodem ten opzichte van de referentie vindt plaats in het alternatief Dammen West: net achter de zuidelijke dammen langs de westkust. Na een jaar is de hoeveelheid slib op de bodem er 5 kg/m² hoger dan in de referentie situatie. Dit betreft echter een relatief klein gebied (zie Figuur C.3). In de onmiddellijke nabijheid van andere structuren in de alternatieven Eiland Centraal en Archipel Oost is de toename van slib op de bodem ten opzichte van de referentie rond 2 - 3 kg/m², zo'n toename komt overeen met ongeveer 1 tot 1.5 cm/jaar.

De toename van de hoeveelheid sediment op de bodem in alternatief 3 tussen de eilanden van de archipel laat zeer lokaal een grote toename (meer dan 10 cm/jaar) van slib op de bodem zien (Figuur E.3). Hoewel de modellering tussen de eilanden met onzekerheid omgeven is in verband met de beperkte resolutie van het rekenrooster t.o.v. de omvang van de eilanden is het begrijpelijk dat de volledige golfluwte in combinatie met behoorlijke diepte

(=originele diepte ter plaatse voor de aanleg van de eilanden) ertoe leidt dat alle aangevoerde slib sedimenteert en niet meer wordt afgevoerd. Dit zien we ook wanneer het slibmodel diepe putten simuleert (zie bv. [8]). Uit metingen en modelstudies aan verdiepingen (zie bv. [8]) is echter ook bekend dat na verondieping als gevolg van sterke aanslibbing er zich een nieuw (morfologisch) evenwicht instelt waarbij geen aanslibbing meer plaatsvindt, immers erosie -tussen de eilanden als gevolg van stroming- neemt dan weer toe.

Verder van de structuren is de aanslibbing verwaarloosbaar klein, maximaal enkele honderden g/m².

3.4 Lichtklimaat

3.4.1 Licht aan de bodem

De door het model berekende hoeveelheid licht op de bodem (uitgedrukt in % van de hoeveelheid licht aan het wateroppervlak) hangt af van (1) de lokale diepte en (2) de sedimentconcentratie in de waterkolom. Merk op dat het hier om een absolute toename gaat (de eenheid is %) ten opzichte van de referentie waarde. Bij een referentie waarde van b.v. 4 % komt een absolute toename van 2 % overeen met een relatieve toename van +50%.

De plaatjes met verschil in gemiddeld percentage licht op de bodem tussen alternatieven en referentie in Figuren C., D.4 en E.4 (voorjaar) en Figuren C.5, D.5 en E.5 (zomer) laten contourlijnen zien van de hoeveelheid licht aan de bodem (2, 5, 10 en 15%) in de referentie berekening (blauw) en in het alternatief (rood). De verschuiving van deze contourlijnen geeft het gebied aan waar het lichtklimaat in de alternatieven verbetert t.o.v. de referentie.

In de Tabellen G.2 (voorjaar) en G.4 (zomer) is het areaal per klasse weergegeven. Door de maatregelen verbetert het lichtklimaat waardoor het areaal in de klasse 0-2% afneemt ten gunste van een toename in klassen met meer licht. In Tabellen G.1 (voorjaar) en G.3 (zomer) zijn daarom de cumulatieve arealen opgenomen. De grootse toename van areaal met meer dan 2% bodemlicht in het voorjaar (Tabel G.1) treedt op in het Archipel Oost alternatief. Alternatief 1 (dammen west) laat de grootste toename zien voor klassen met meer licht (~10 %), door de geringere diepte en de locatie nabij de kust is het lichtklimaat in de referentie al beter waardoor verbetering in een andere klasse optreedt. Verdere interpretatie is te vinden in paragraaf 4.2.1.

3.4.2 Doorzicht

Doorzicht (de zogenaamde Secchi diepte) wordt berekend uit de gesimuleerde hoeveelheid slib in het water en is uitgedrukt in cm. Het doorzicht is in tegenstelling tot het percentage licht aan de bodem niet afhankelijk van de diepte. De kaarten voor het doorzicht zijn voor referentie (Figuren B.6 t/m B.9) en de alternatieven voor vier seizoenen (voorjaar, zomer, eerste en tweede helft winter) afgebeeld als absolute waarde (cm). De kaarten zijn opgenomen omdat ze dienen als invoer voor het samenstellen van de KRW scores van vis- en mosseleiders (paragraaf 3.6). Er zijn geen verschilkaarten opgenomen, verandering van doorzicht als gevolg van maatregelen is af te leiden uit de tabellen in Appendix H.

In de Tabellen H.1 t/m H.8 is achtereenvolgens voor het voorjaar, de zomer en begin en eind van de winterperiode de klasse doorzicht weergegeven. Veranderingen in arealen doorzicht in de alternatieven kunnen het makkelijkst worden afgelezen indien het oppervlakte per klasse cumulatief wordt uitgedrukt (Tabellen H.1, H3, H.5 en H.7).

In het voorjaar treden veranderingen in doorzicht als gevolg van de alternatieven op in gebieden met 35 tot 55 cm doorzicht (H.1 en H.2). De grootste toename in areaal met een doorzicht groter dan 40 treedt op in het Archipel Oost alternatief (toename 5000 ha). Het areaal groter dan 55 cm doorzicht in het voorjaar neemt voor alle drie de alternatieven even sterk toe ten opzichte van de referentie (toename 1500 ha).

3.5 Stroming en golven

3.5.1 Stroomsnelheden

Stroomsnelheden dragen bij aan de sedimentatie/resuspensie, deze invloed is meegenomen in het model. De hier gepresenteerde kaarten van de stromingspatronen dragen bij aan het begrip van erosie patronen en slibconcentraties rondom de structuren. Op zich zelf is de stroomsnelheid ook van belang bij de beoordeling van alternatieven, zo zijn te hoge stroomsnelheden b.v. ongewenst voor recreatie en pleziervaart.

De dieptegemiddelde stroomsnelheden rondom de eilanden zijn afgebeeld voor twee veel voorkomende windcondities:

- 14 m/s noordwestelijke wind, 9 februari 2006 (Figuur I.1)
- 17 m/s zuidwestelijke wind, 27 maart 2006 (Figuur J.1)

Onder invloed van noordwestelijke wind stroomt het water langs de westkust met de wind mee richting het zuidoosten. De grootste snelheden (0.1 – 0.3 m/s) ontwikkelen zich in het ondiepe deel langs de kust. De maatregelen die deze stroming het meest hinderen zijn de structuren van alternatief 1 (Dammen West). Het water stroomt erom heen met lokale versnellingen aan de einden van de structuren. Deze versnellingen zijn hoger dan bij de stroomsnelheden voor de referentie. Door optimalisatie van de structuren voor alternatief Dammen West (betere aansluiting met de kust door bv. drempel, zie ook paragraaf 4.2.3). De eilanden van alternatieven 2 en 3 zijn in een wat rustiger gebied gelegen; hun impact op de stroming is minder belangrijk.

Onder invloed van zuidwestelijke wind stroomt het water langs de westkust naar het noordwesten. De stroming is belangrijker in de omgeving van de dammen langs de westkust dan in het Hoornse Hop. De oppervlakte van het invloedgebied van de dammen (alternatief 1) is groter dan met de noordwestelijke wind. Alternatief 2 en 3 hebben, zoals met noordwestelijke wind, relatief weinig invloed op de stroming.

3.5.2 Verblijftijd

De jaargemiddelde verblijftijd van water in de oppervlakte laag voor referentie en alternatieven is te zien in Figuur K.1. Voor de bodemlaag, zie Figuur L.1. De toplaag is de bovenste 15% van de lokale waterdiepte, de bodemlaag de onderste 15% van de lokale waterdiepte. Lange verblijftijden in de toplaag kunnen algengroei stimuleren, lange verblijftijden in de onderlaag kunnen zuurstofloosheid stimuleren.

Voor alle simulaties geldt dat de verblijftijd in de oppervlaktelaag het grootst is in het zuidoosten van het meer. In de onderste laag treft men de langste verblijftijden in het noordwesten. Dit komt overeen met het stromingspatroon van de meest voorkomende windrichting, zuidwestelijk, waarbij het water in de bovenlaag van west naar oost stroomt en vervolgens naar beneden duikt om langs de zuidkust weer naar het westen te stromen.

Uit de figuren kan geconcludeerd worden dat de impact van de verschillende alternatieven op de verblijftijden niet significant is, daardoor zal lokale stagnatie (met bijbehorende negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit) als gevolg van de alternatieven niet optreden.

3.5.3 Golven

Voor alle alternatieven hebben de structuren (eilanden, dammen) effect op de golfhoogten in de nabijheid van de constructie: achter de constructies (achter ten opzichte van de richting waaruit golven de constructie bereiken) ontstaan golfwates waarbij golven om de constructies heen buigen. De oppervlakte van het golfwate gebied kan vergeleken worden met een halve cirkel met de lengte van de structuur als diameter. Verder van de structuur vandaan neemt de golfhoogte weer snel toe.

Bij minder harde constructies moet rekening gehouden worden met het wegslaan van een gedeelte ervan door krachtige golven tijdens stormcondities.

Voor Dammen West zorgen de constructies voor golfwate in de ondiepere zones tussen de constructies en de Noord Hollandse kust. Hoewel voor de bijbehorende windrichtingen (tussen zuid-zuidoost en noordoost-oost) de windkracht in veel gevallen niet zo sterk is als bij wind uit het westelijke richtingen, is de strijklengte wel fors (20-25 km) waardoor golven al bij lagere windkracht sterk ontwikkeld kunnen zijn. Dammen West biedt daarom extra golfwate in de ondiepere zones die geschikt zijn voor soortenrijke vegetatie (zie paragraaf 4.2.1).

Bij harde westelijke winden zullen alle alternatieven zorgen voor golfwate aan de oostkant van de constructies, dit zal niet extra veel bijdragen aan bescherming van vegetatie omdat aan deze kant minder vegetatie verwacht wordt door de diepte (zie ook paragraaf 4.2.3).

Voor wind uit oostelijke richtingen geldt dit ook voor Eiland Centraal en Archipel Oost.

De golfwate rondom Eiland Centraal en Archipel Oost kan wel gunstig zijn voor scheepvaart die bij harde golfcondities achter de eilanden beschutting kan zoeken (denk aan ankerplaats voor de nacht of tijdelijk bij opstekende storm).

4 Ecologie

4.1 Referentiesituatie Markermeer en Hoornse Hop

Een deel van de natuurwaarden in het Markermeer is de laatste 25 jaar achteruit gegaan. Dat betreft met name Spiering, Driehoeksmossel en de vogelsoorten die deze soorten als stapelvoedsel benutten. De afname van Spiering en Driehoeksmossel is onder meer een gevolg van afgenomen voedselrijkdom, deels waarschijnlijk ook van klimaatveranderingen en intensiever menselijk gebruik (visserij). Genoemde natuurwaarden zijn echter ook versterkt achteruit gegaan als gevolg van de kunstmatige inrichting van het gebied en de lage diversiteit aan habitats en soorten. Het Markermeer is daarbij nog eens extra gevoelig door het slibbige sediment, dat door de wind gemakkelijk wordt opgewerveld, met negatieve effecten op de voedselketen (periodieke lichtbeperking van fytoplankton en mogelijk verminderde filtratie-efficiëntie bij zooplankton en mosselen). Waterplanten zijn in de afgelopen 25 jaar toegenomen. Waterplanten kunnen verbeteringen in de waterkwaliteit versterken en bestendigen, maar vormen ook habitat voor vele soorten ongewervelden, paaihabitat voor vis en opgroeigebied voor vislarven.

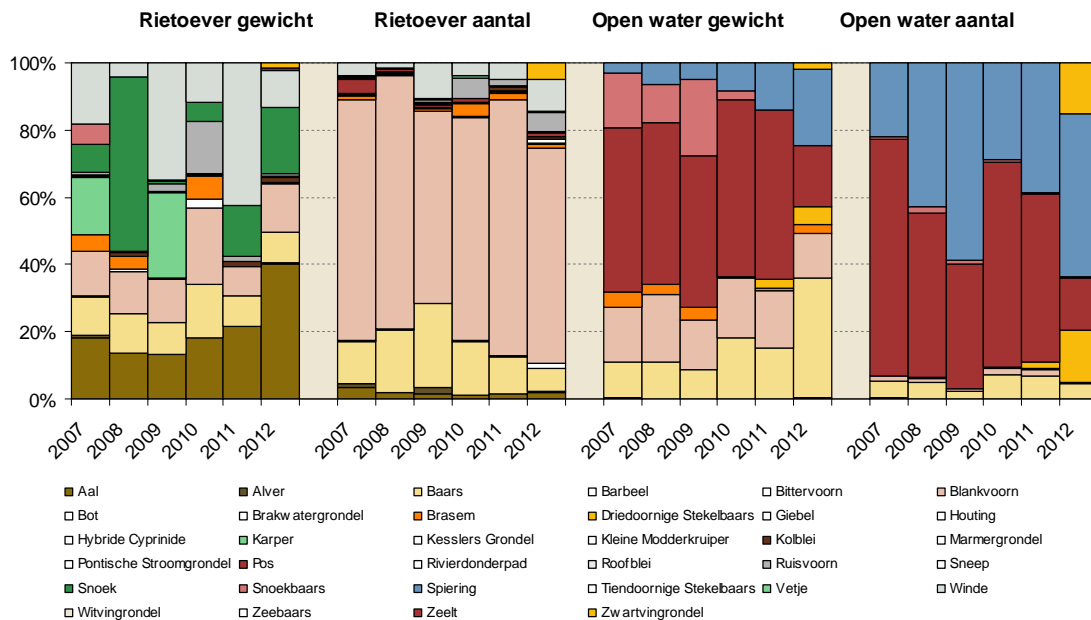
Spiering en Driehoeksmossel zijn representatieve soorten van het in het Markermeer vooral relatieve diepe, open water. Door afname van (de voedselkwaliteit van) deze soorten zijn vis- en mosseletende vogelsoorten achteruit gegaan. Alternatieve voedselsoorten voor vogels kunnen worden gestimuleerd door habitatverrijking via toename van waterplanten, die als leefgebied en voedselbron dienen voor watervogels.

Relatie tussen waterplanten en fauna

Een deel van de afnames (in vogelaantallen) is te keren met behulp van inrichtingsmaatregelen die gradiënten in waterdiepte en beschutting versterken. Waterplanten zijn goede habitatvormers, en door het geringe areaal van beschutte ondieptes is dat habitat in het Markermeer ondervetegenwoordigd. Daarnaast kan het lokaal terugdringen van gesuspendeerd slib de productie van het systeem mogelijk iets verhogen (beperkt omdat fytoplankton in de zomer eerder door fosfor dan door licht wordt beperkt), waardoor fyto- en vooral zoöplankton meer kansen krijgen.

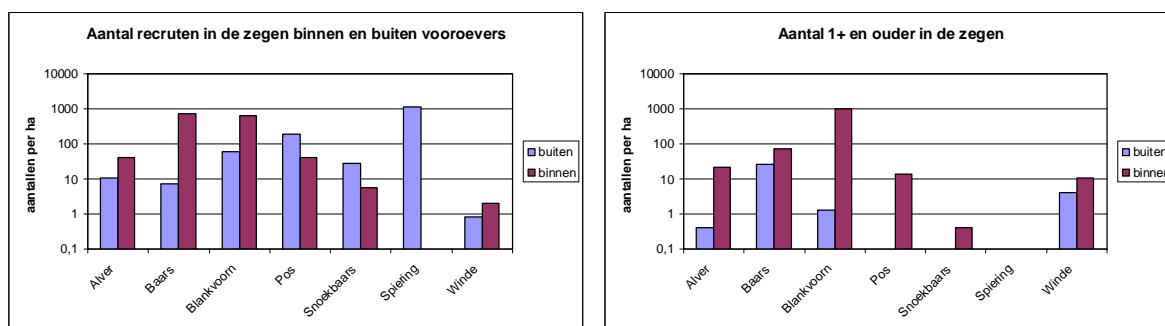
Waterplanten zijn dus niet alleen van belang voor stabilisatie van een goede waterkwaliteit (in het bijzonder kranswieren, vanwege de hoge dichtheid), maar ook als habitat voor vis en ongewervelde dieren. Daarvoor is een vegetatie nodig met een ruimtelijke afwisseling in structuur. Kranswieren hebben een zodanig dichte structuur dat jonge vis alleen voorkomt in gaten die gemaakt zijn door zwanen of recreanten (kiel van bootjes etc.). Fonteinkruiden en andere hogere waterplanten hebben daarentegen een open structuur met veel ruimte voor jonge vis en ongewervelden. Een combinatie van kranswier en hogere waterplanten geeft daardoor de beste resultaten. Ook rietoevers met riet dat in het water groeit herbergen een grote variatie aan vissoorten.

Dat meer ruimtelijke variatie leidt tot een grotere diversiteit aan voedsel blijkt enerzijds uit vergelijking van visgegevens van waterplantenzones en rietoevers met die van open water, anderzijds uit de grote aantrekkingskracht die deze gebieden uitoefenen op watervogels.



Figuur 4.1. Soortverdeling in gewicht en aantal, vergelijking rietoevers en open water Markermeer.

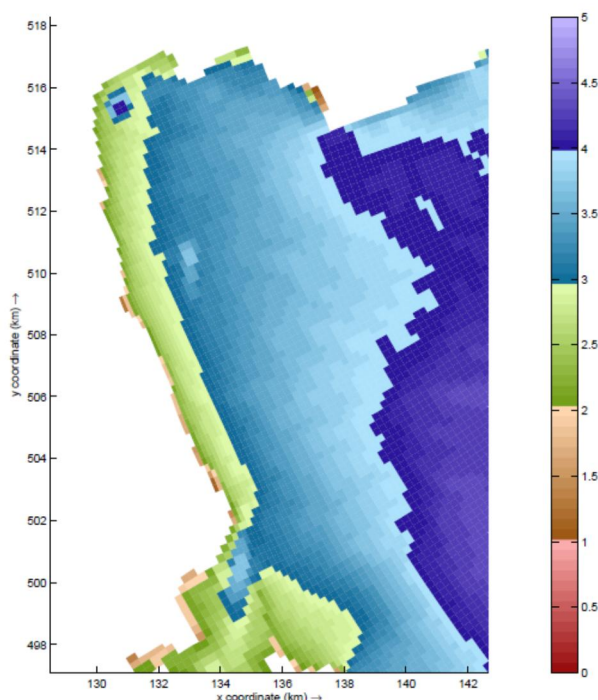
Rietoevers hebben een relatief grote diversiteit aan vis, met soorten die in het open water nauwelijks voorkomen, zoals Snoek en Winde. Uit vergelijking van aantallen en gewichtspercentages (Figuur 4.2) blijkt dat zich hier grote aantallen jonge Blankvoorns ophouden, in uitwisseling met veel grotere Blankvoorn in het open water. Ook tussen de waterplanten achter de Hockeysticks langs de Houtribdijk bleken bij een bemonstering in 2006 veel jonge Baarzen en Blankvoorns voor te komen.



Figuur 4.2. Aantal vissen gevangen in de luwte van de Hockeysticks langs de Houtribdijk en daarbuiten in het Markermeer, 2006 (Noordhuis & van Schie 2006).

Dat vogels zich zowel tot de rust als tot het voedsel in deze gebieden voelen aangetrokken blijkt onder meer uit de grote ruiconcentratie van Kuifeenden die is ontstaan rond de Hockeysticks langs de Houtribdijk en de sterke toename van Tafeleenden in de Gouwee. Nog illustratiever was de spectaculaire toename van alle categorieën watervogels in de randmeren in relatie tot ecologisch herstel (toename van waterplanten) in de jaren 90.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept



Figuur 4.3. Dieptekaartje Hoornse Hop.

4.2 Beoordeling effecten op waterplanten

Maatregelen die de kans op planten (en een soortenrijke dan wel gezonde gemeenschap) vergroten moeten in de eerste plaats resulteren in een grotere hoeveelheid licht op de bodem. Dat kan door de opwerveling van sediment te reduceren door golfreductie. In de tweede plaats kan het door verondieping als gevolg van sedimentatie rond of achter luwtestructuren, of door actieve verondieping. Waterplanten kunnen ook last hebben van mechanische belasting, zoals onder meer bleek na een zomerstorm in 2004 (en lokaal recenter in 2011), toen over grote gebieden de vegetatie wegsloeg. Luwtestructuren kunnen ook dergelijke risico's beperken en kansen vergroten voor soorten die hiervoor gevoelig zijn.

Met behulp van de beschikbare modellen kunnen de kansen voor planten op verschillende manieren worden bestudeerd. Alleen het effect op de lichtbeschikbaarheid (paragraaf 4.2.1) is getalsmatig uitgewerkt.

In deze paragraaf komen drie aspecten aan bod;

- verandering in het areaal dat voldoende licht op de bodem ontvangt voor plantengroei
- verandering in de hoeveelheid licht op de bodem binnen dat areaal en
- sedimentatie rond de luwtestructuren, die effect heeft op de diepte en dus eveneens op de hoeveelheid licht op de bodem

Het effect van verminderde dynamiek (paragraaf 4.2.2) op vegetatie ontwikkeling is op dit moment niet kwantificeerbaar. Reacties op zomerstormen en windarme jaren geven

indicaties van de gevoeligheid van het Hoornse Hop voor mechanische beïnvloeding. Ook de interactie tussen waterplanten dichtheid en het zelf versterkend effect van waterplanten op resuspensie van slib of aanslibbing en dus verondieping (paragraaf 4.2.3) is op dit moment niet in het model opgenomen. Beide aspecten worden kwalitatief behandeld.

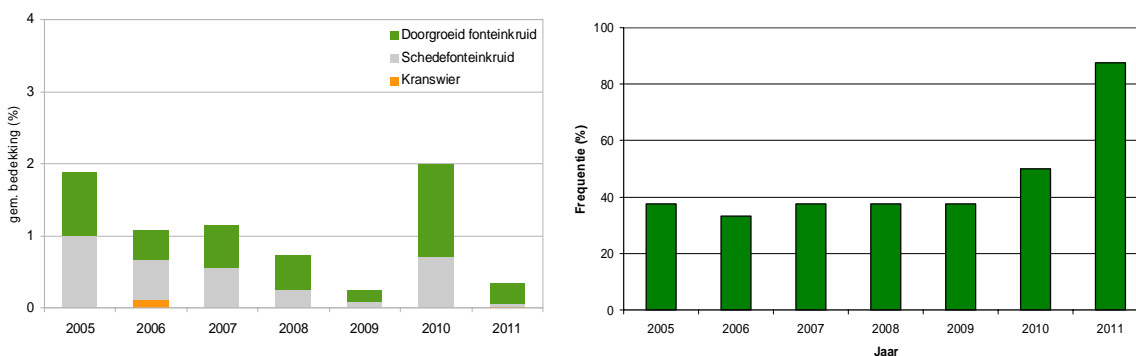
4.2.1 Lichtbeschikbaarheid

Afleiding beoordelingscriterium lichtklimaat voor waterplanten

Zoals vermeld in hoofdstuk 2 zijn onzekerheden omtrent de benodigde hoeveelheid licht voor een gevarieerde begroeiing van waterplanten groot en is de gemodelleerde hoeveelheid licht aan de bodem niet gevalideerd. Om deze onzekerheden te ondervangen wordt hier het ruimtelijk patroon van berekend licht aan de bodem in de referentie situatie vergeleken met de gemeten verspreiding en dichtheid van waterplanten in het Hoornse Hop zoals gemeten in 2010. Op die manier is een bruikbaar criterium voor de beoordeling van de modelresultaten verkregen.

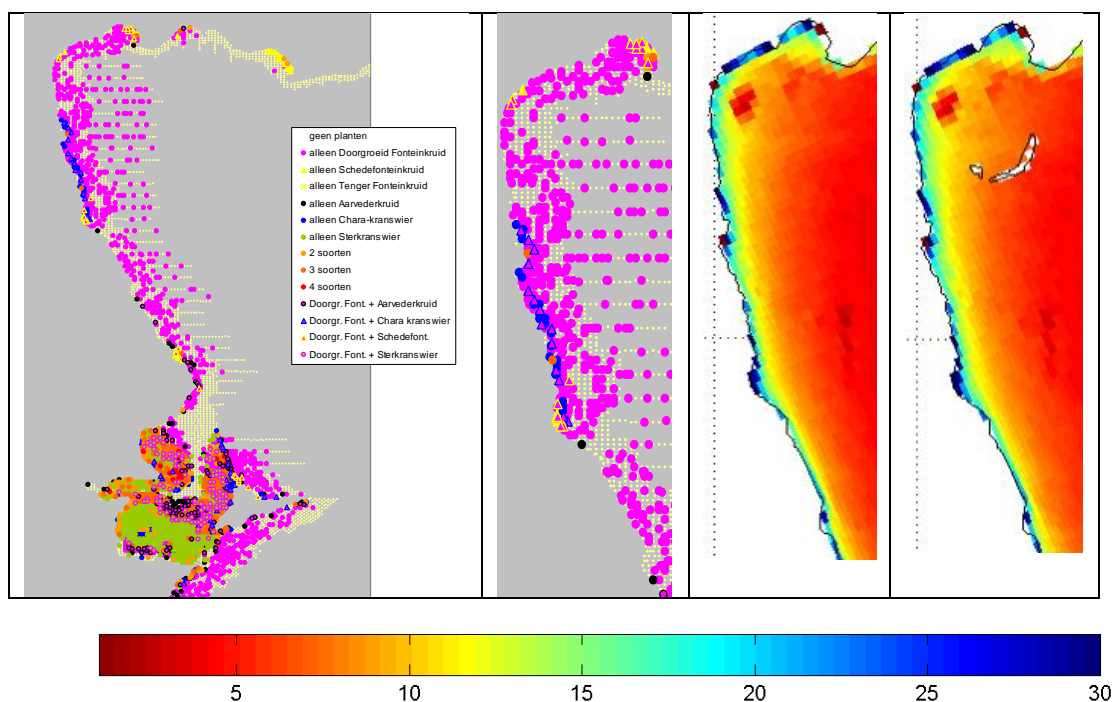
In het Hoornse Hop neemt de diepte zeer snel toe vanuit de kust (Figuur 4.3). Dieptes van minder dan 2,5 meter zijn beperkt tot een strook van zo'n 200 m langs de kust. Alleen in deze strook is een meersoortige waterplanten vegetatie te vinden met zowel kranswieren als fonteinkruiden. Verder uit de kust groeit uitsluitend Doorgroeid Fonteinkruid. Deze soort heeft zich recent in areaal uitgebreid, zonder duidelijke toename in dichtheid (Figuur 4.4). De huidige dichtheid is zeer laag (gemiddeld enkele procenten), waardoor wel overlast voor watersport optreedt, terwijl de vegetatie nog geen substantiële betekenis heeft als habitat voor jonge vis of ongewervelde dieren (als voedsel voor vogels).

De diepte van een groot deel van het Hoornse Hop is zo groot dat minder dan 5% van het licht op de bodem valt. Daarbij is in principe plantengroei mogelijk (vanaf 2%), maar de omstandigheden zijn voor de meeste soorten marginaal of te ongunstig. Alleen in een smalle rand langs de kust is de diepte zodanig dat meer dan 10 tot 15% van het licht op de bodem valt, en dat is de zone waar meerdere soorten waterplanten blijken te groeien (figuur 4.5). In de beoordeling daarvan wordt naast het begroeibaar areaal (>2% licht aan de bodem) gewerkt met het areaal groter dan 10% licht aan de bodem.



Figuur 4.4. Verloop van de gemiddelde interne bedekking (areaal x dichtheid) van verschillende waterplantensoorten (links) en de frequentie van voorkomen van Doorgroeid Fonteinkruid (rechts) op 24 KRW-punten die vanaf 2005 jaarlijks in het Hoornse Hop bemonsterd zijn.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept



Figuur 4.5. Samenstelling van de vegetatie als soortenrijkdom tijdens de laatst beschikbare kartering van 2010. De roze kleur geeft locatie met uitsluitend Doorgroeid Fonteinkruid. Midden detail en vergelijking met het gemiddelde percentage licht op de bodem in de referentiesituatie (midden rechts) en bij de alternatief Dammen West (geheel rechts). Donker- en lichtblauw tot ca. 17% licht op de bodem, groen tot 12%.

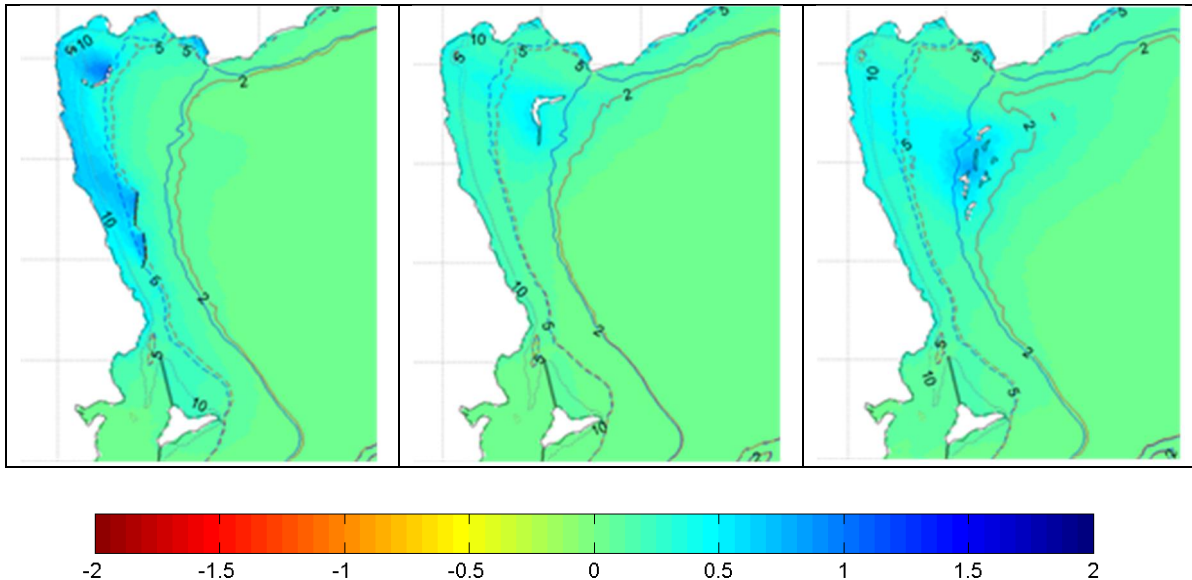
• Effecten op areaal voor waterplanten

Het voor waterplanten begroeibare areaal in het Hoornse Hop wordt ruwweg begrensd door de lijn waarachter minder dan 2% van het licht op de bodem valt. Dit percentage kan wel iets lager zijn bij hoge dichtheid van zaden en sporen in de toplaag van de bodem, maar in dit geval is die dichtheid laag zodat de genoemde lijn goed als grens kan worden gebruikt. Voor de kans op planten is daarbij vooral de situatie tijdens de kieming van belang, dus in het voorjaar (Figuur 4.6). De verschuivingen van de 2% lijn zijn per alternatief als volgt:

Dammen West: Een verschuiving van enkele honderden meters oostwaarts, waardoor op grond van de gebruikte modellen het begroeibare areaal toeneemt met ca. 1200 ha.

Eiland Centraal: Toename begroeibaar areaal ca 1500 ha t.o.v de referentie, iets meer dan bij Dammen West.

Archipel Oost: een aanzienlijk sterkere oostwaartse uitbreiding van het begroeibare areaal dan bij de andere twee opties, waardoor de lijn na uitvoering ruimschoots aan de oostkant van de archipel komt te liggen. Het model voorspelt een toename van het begroeibare areaal met 3400 ha. De nieuwe 2% lijn ligt op een zodanig grote diepte (3,5-4 meter) dat kan worden gesteld dat ten oosten van de archipel op korte termijn slechts zeer beperkt vegetatie zal gaan groeien en deze grotendeels zal worden gevormd door Doorgroeid Fonteinkruid.



Figuur 4.6. Lijnen: Uitbreiding van het begroeibare areaal in de vorm van toename van het gebied waar in het voorjaar (kiemingsfase waterplanten) meer dan 2%, 5% en 10% van het licht op de bodem valt. Links Dammen West, midden Eiland Centraal, rechts Archipel Oost. Blauw = grens van gebied met meer dan 2/5/10% licht op de bodem in de referentiesituatie, rood = na uitvoering van de betreffende inrichtingsmaatregel. Kleurschaal: Toename van het percentage licht dat op de bodem valt per alternatief na uitvoering van de drie alternatieven. Weergegeven is het absolute verschil met de referentiesituatie in het gemiddelde percentage licht dat de bodem bereikt in het voorjaar.

- **Lichtklimaat binnen het begroeibaar areaal voor waterplanten:**

Binnen het als gevolg van de maatregel ontstane begroeibare areaal (meer dan 2% licht aan de bodem) zal de kans op planten groter zijn waar meer licht op de bodem valt. Onder de gebieden met effect op de hoeveelheid licht worden twee deelgebieden onderscheiden: Het centrum van het Hoornse Hop en de kuststrook tussen Zeevang en Marken. De drie alternatieven onderscheiden zich duidelijk met betrekking tot de verdeling van effecten over deze gebieden:

Dammen West: Sterkste effecten in de noordwestelijke kustzone van de drie alternatieven, maar meer algemeen ook relatief consistente effecten in een kuststrook met een breedte van ten minste 1,5 km van Hoorn tot bijna bij Edam en in mindere mate tot aan het Paard van Marken. Deze alternatief heeft het meeste effect in relatief ondiep gebied, over een uitgestrekte oeverzone. Goede kans voor soortenrijke vegetatie omdat het zwaartepunt van de verbetering aan de ondiepe (west)kant van de dieptegradiënt ligt. Het gebied met meer dan 10% licht op de bodem neemt volgens het model iets meer toe dan bij de andere alternatieven, het gebied met meer dan 15% niet of nauwelijks zie tabellen bijlage G voor vergelijking scenario's).

Eiland Centraal: Grootste effecten rond het eiland (vooral aan de westkant), uitbreiding van het begroeibaar areaal ligt aan de diepe kant van de dieptegradiënt waardoor er minder kans op soortenrijke vegetaties is. De toename van de hoeveelheid licht binnen de contour licht is relatief klein (minder dan een 0.5% t.o.v. de referentie) en er is nauwelijks uitstraling naar het zuiden.

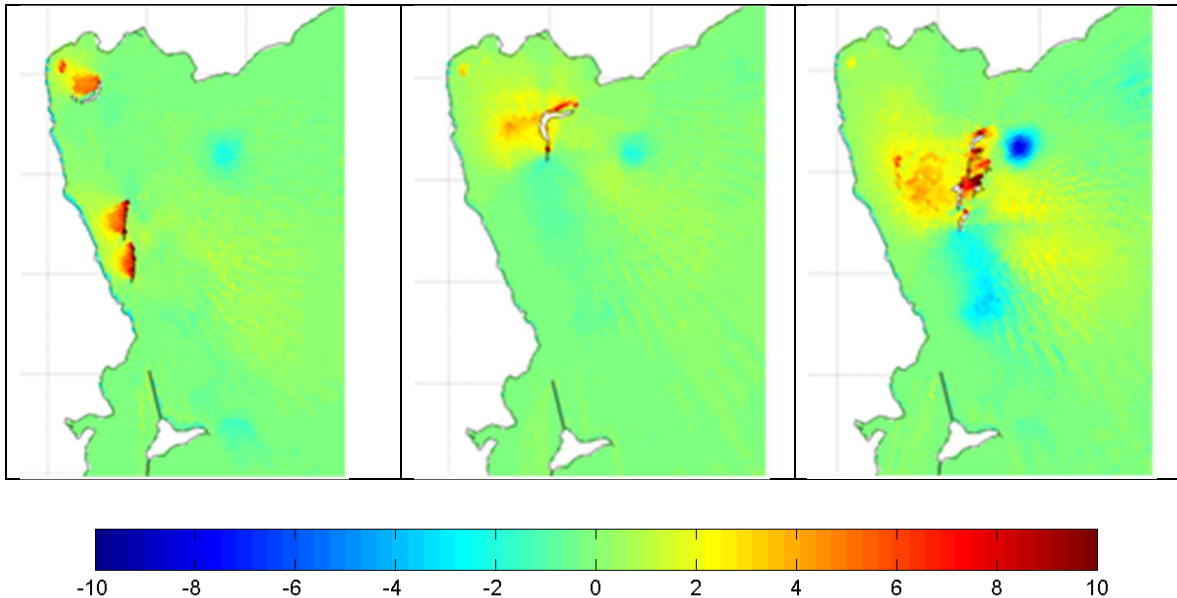
Archipel Oost: De grootste effecten zijn te zien rond en vooral tussen de eilanden, dus het accent ligt op de toename kansen voor planten aan de diepe kant van de dieptegradiënt. Het lokale effect is vergelijkbaar met Eiland Centraal, maar de uitstraling naar oost en west is wat groter en rijkt tot aan de kust, met het accent op de noordelijke helft van het traject Hoorn-Marken. Door groter effect in ondiepe kustzones is er een wat grotere kans op soortenrijke vegetatie, maar nog steeds aanzienlijk minder effect op de zuidelijke helft van het kustgebied dan bij Dammen West.

Alternatief Eiland Centraal komt naar voren als minst interessante optie met betrekking tot het stimuleren van ondergedoken vegetatie. Ten opzichte van Archipel Oost is Dammen West interessant vanwege de grote spreiding van het effect op de zone met >10% licht op de bodem langs de kust en het accent op de ondiepe kant van de dieptegradiënt, waardoor een zonering van soorten en variatie in ruimtelijke structuur kan ontstaan. De ontwikkeling achter de dammen wordt verder lokaal gestimuleerd door spontane verondieping als gevolg van sedimentatie, effectiever voor vegetatie dan bij de andere alternatieven omdat de verondiepen op geringere diepte start. Extra stroming tussen de dammen de kust kan dit positieve effect deels weer tegen gaan. Archipel oost is interessant vanwege een grote geografische spreiding van het effect en door afstand van de kust en open ligging van de archipel het behoud (of de versterking) van de doorzichtgradiënt naar het open water. Dit aspect is bij dit alternatief beter gegarandeerd dan bij de andere twee alternatieven, waarbij het effect meer van het meer af is gekeerd.

4.2.2 Absolute effecten en aanvullend effect van sedimentatie

Uit het bovenstaande komen vrij uitgesproken verschillen naar voren tussen de effecten van de drie alternatieven. Eiland Centraal komt naar voren als alternatief met het kleinste effect op waterplanten, Archipel Oost geeft de meeste areaal voor mogelijke uitbreiding (van Doorgroeid Fonteinkruid) en Dammen West geeft de beste kansen voor een soortenrijke, gezoneerde vegetatie met een gevarieerde habitatstructuur. Uit o.a. Figuur 4.6 blijkt echter ook dat de modelresultaten absoluut gezien slechts beperkte toename voorspellen van de hoeveelheid licht die op de bodem valt.

Rond de dammen in de verschillende alternatieven zal versterkte sedimentatie plaatsvinden, en elders ook meer of minder erosie (Figuur 4.7). Sedimentatie geeft verondieping en daarmee in principe toename van de kans op planten. De kans op een meersoortige vegetatie is het grootst als deze verondiepingen plaatsvinden op relatief geringe diepte, dus dicht bij de kust. De gunstigste balans tussen geringe startdiepte en sterke sedimentatie bestaat volgens de modellering bij Dammen West. Door de grotere startdiepte bij de Archipel Oost zal stimulatie van waterplanten door verondieping pas op langere termijn significante differentiatie laten zien.

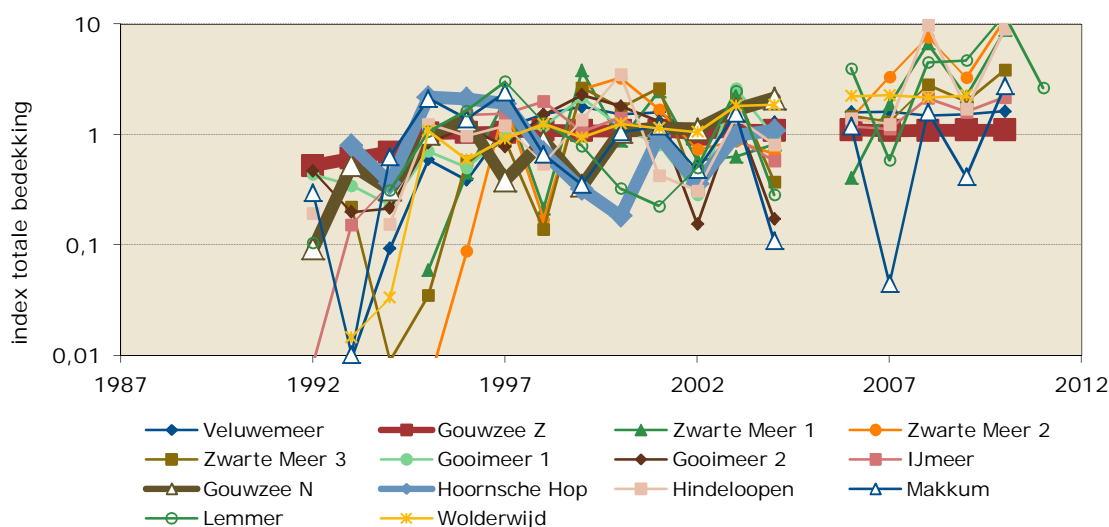


Figuur 4.7. Sedimentatie en erosie rond de dammen per alternatief in kg/m² per jaar (op basis van 2006 data).

4.2.3 Effecten van golfreductie op mechanische belasting van planten

Soms kunnen golven tijdens zomerstormen in het IJsselmeer grote hoeveelheden waterplanten wegslaan, zoals in 2004 langs de Friese kust en in 2011 in het IJmeer en de randmeren. Extreem weinig wind in het voorjaar van 2010 daarentegen lijkt geleid te hebben tot sterk verhoogde dichtheden van planten in een aantal gebieden. Mogelijk is die ontwikkeling niet puur een effect van verminderde mechanische belasting maar versterkt door een verhoogd doorzicht (minder stroming en turbulentie als gevolg van lage windsnelheid). Het Hoornse Hop ligt van nature ook al beschermt voor westerstormen, en de zomerstorm van 2004 heeft bijvoorbeeld niet geleid tot lagere dichtheden in Hoornse Hop en Gouwee (Figuur 4.8). In 2011 is forse uitbreiding van Doorgroeid Fonteinkruid in het Hoornse Hop geconstateerd. Golfuwte en minder frequente mechanische belasting lijkt dus weliswaar gunstig voor waterplanten maar onzeker is of dit in het Hoornse Hop van doorslaggevende betekenis is.

Ook stroming kan mechanische belasting op planten geven. De stroomsnelheden zijn in de meren in het algemeen laag. In het Hoornse Hop zijn stroomsnelheden ten opzichte van de rest van het meer relatief hoog (maar absoluut nog steeds beperkt) langs de westkust, in het bijzonder bij Edam. Terwijl Eiland Centraal en Archipel Oost geen duidelijke wijzigingen veroorzaken, geeft Dammen West een uitbreiding van het gebied met relatief hoge snelheden, met name tussen de twee zuidelijke eilanden en tussen de zuidelijke eilanden en de kust. De stromingspatronen (Figuren I1 en J1) zijn consistent met de sedimentatiepatronen en laten zien dat opzichte van de voornamelijk noordwaarts gerichte stroming sedimentatie vooral noordwestelijk van de twee zuidelijke dammen plaatsvindt (Figuur C.3). Het is mogelijk dat die toename van stroming de sterkere positieve effecten voor waterplanten bij Dammen West (achter de twee zuidelijke dammetjes) tegenwerkt. Daarom is het zinvol om bij de optimalisatie een alternatief met een vaste verbinding of een drempel naar de dijk te onderzoeken.



Figuur 4.8. Gemiddelde bedekking van waterplanten op raais in het IJsselmeergebied. Gouwzee en Hoornse Hop met dikke lijnen.

4.3 Vis- en mosseletende vogels

Figuren B.10-B.13 laten zien dat in de referentie situatie de condities meest ongeschikt zijn voor viseters. De situatie voor mosseleters (Figuren B.14 – B.17) is gunstiger in het Hoornse Hop, het Enkhuizerzand en b.v. de Gouwzee.

Appendices C t/m E presenteert deze kaarten voor de drie MIRT alternatieven. Daarnaast is in Bijlage M (viseters) en N (mosseleters) voor de referentie en de alternatieven het areaal per klasse weergegeven. Hieruit kan eenvoudig de areaalverandering voor de alternatieven ten opzichte van de referentie worden berekend.

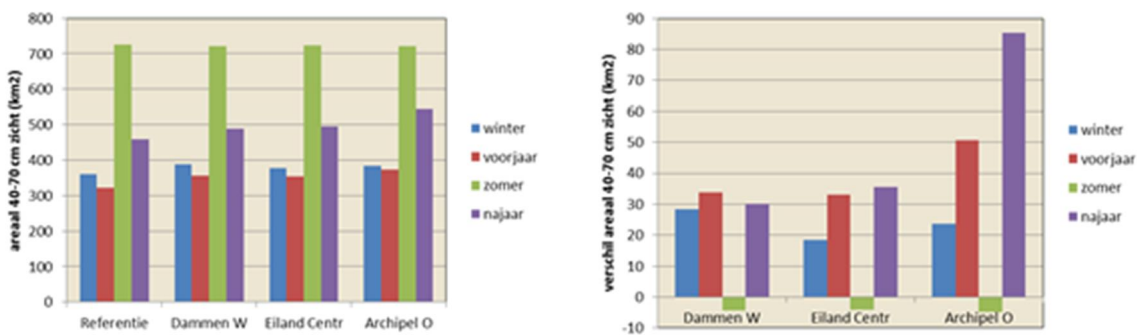
4.3.1 Effecten op vangbaarheid van vis: gradiënten in doorzicht

Voorals voor viseters is het doorzicht van belang bij het foerageren. Een doorzicht van minder dan 40 cm is in het algemeen onvoldoende om de aanwezige vis te kunnen vinden. Al te helder water is echter ook ongunstig omdat de vis de vogels dan te snel ziet aankomen en naar dieper water verhuist. Gradiënten in doorzicht zijn daarom belangrijk als het gaat om draagkracht voor visetende vogels. Daarbij gaat het bij sommige viseters vooral om de zomerperiode (Visdief, Zwarte Stern), bij ander soorten juist om de winter (Grote Zaagbek, Nonnetje).

Op basis van de voor viseters meest optimale intermediaire doorzichten (hier gebruikt 40-70 cm) en de weerssituaties van 2006 was er in de zomer geen verschil in het areaal water met deze waarden tussen referentie en alternatieven. In de winter en het voorjaar scoorden alle drie de alternatieven iets gunstiger voor viseters dan de referentie. Het grootste verschil betrof het tweede deel van de winter, waarbij vooral Archipel Oost het grootste areaal verbetering gaf (>8000 ha). Ook in het voorjaar gaf Archipel Oost het grootste verschil (ca. 5000 ha; Figuur 4.9, zie verder tabellen Bijlage H). Ruimtelijk gezien is de verbetering in

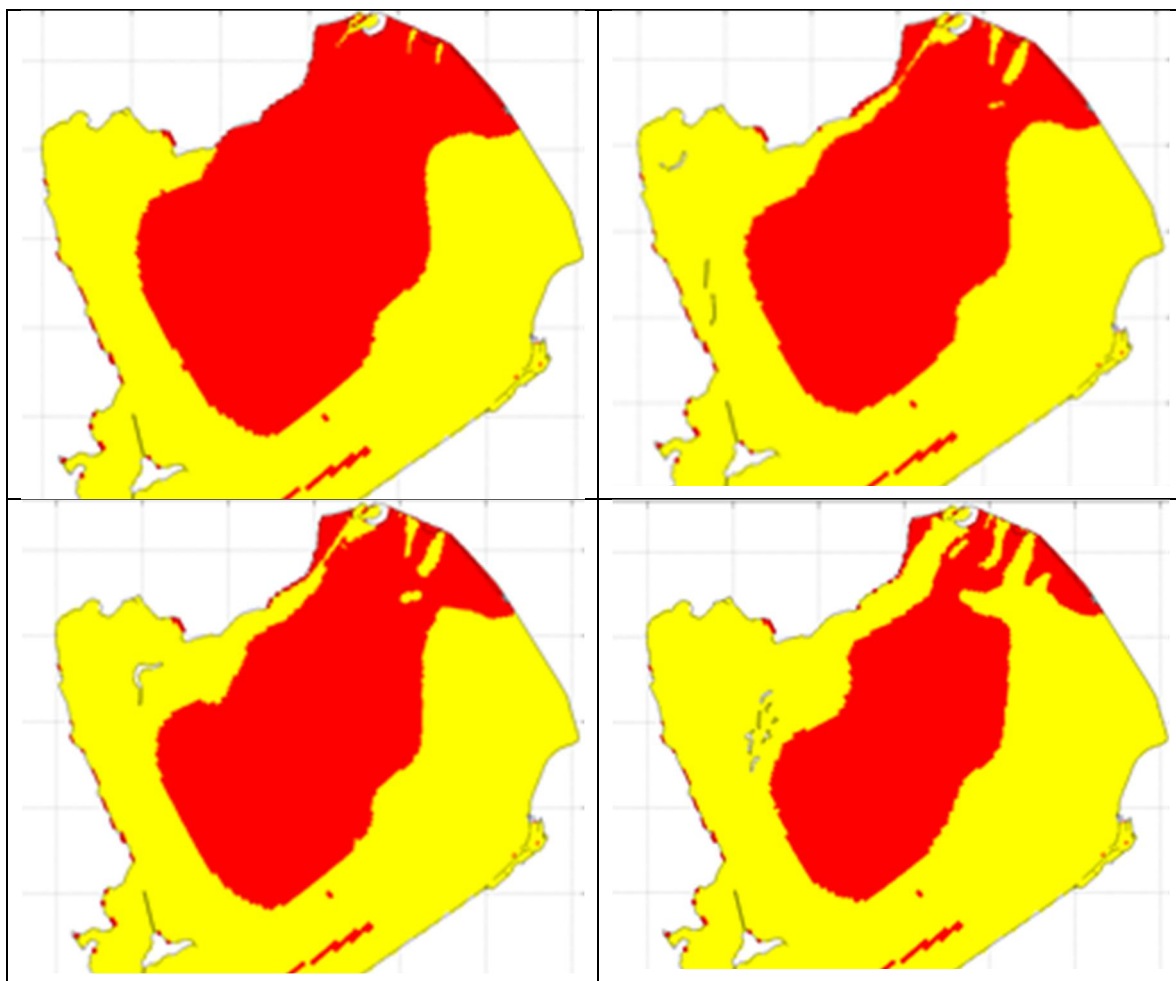
alternatief Archipel Oost in het tweede deel van de winter het meest opvallend in het noorden, nl. langs de kust tussen Hoorn en Enkhuizen en rond het Enkhuizerzand.

In de praktijk kunnen bij ontwikkeling van vegetatie of mosselpopulaties versterkingen in de ontwikkelingen optreden, die leiden tot groter doorzicht dan hier op grond van luwte-effecten van de eilandjes en dammen worden weergegeven. Deze effecten werken echter lokaal op plaatsen met hoge dichtheden van planten of mosselen en hebben beperkte uitstraling.



Figuur 4.9. Links: Areaal met doorzicht tussen 40 en 70 cm bij de verschillende alternatieven, op basis van de situatie in 2006. Rechts: Verschil in areaal van de drie alternatieven met de referentie. Voor getallen zie Bijlage H.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept



Figuur 4.10. Vergelijking van de modelresultaten voor viseters in winter eind 2006. Rood = ongeschikt, geel = matig.

4.3.2 Mosselen

Veranderingen in de omvang van mosselpopulaties zijn om twee redenen belangrijk, enerzijds als voedselbron voor mosseletende vogels en anderzijds vanwege hun effect op helderheid door filtratie.

Bij de geschiktheid voor mosselen bestaat volgens de gebruikte modellering weinig verschil tussen de alternatieven, alle drie zouden ze het geschikte areaal voor mosselen tot ca. 2000 ha kunnen vergroten. De rekenregels die hiervoor werden gebruikt zijn relatief grof [7].

Voor mosseletende vogels is de uitkomst van de rekenregels³ minder belangrijk, omdat de calorische waarde van de mosselen tegenwoordig laag is, zeker in vergelijking met opkomende alternatieven in het dieet zoals slakken en vlokreeften. Deze alternatieve

³ Beperkingen door de grofheid van de rekenregels zijn voor dit geval al minder van belang omdat er alternatieven t.o.v. elkaar en t.o.v. de referentie worden vergeleken en ze dus allemaal met dezelfde marge omkleed zijn.

voedselbron voor mosseletende vogels wordt geassocieerd met de toegenomen waterplanten.

In de loop der jaren zijn de mosselen in het Markermeer steeds kleiner geworden, waarschijnlijk door vertraagde groei. Ook is de vleesinhoud in verhouding tot de schelpenlengte afgenomen (en daarmee de calorische waarde, de voedingswaarde voor vogels). Deze verslechtering heeft zowel in IJsselmeer als Markermeer plaatsgevonden en is waarschijnlijk veroorzaakt door afnemende voedselrijkdom van het water. De mosselen in het Markermeer zijn kleiner dan die in het IJsselmeer en de afname van de lengte (en de calorische waarde) is eerder begonnen. Mogelijk komt dat door tussenkomst van slib (in interactie met algen). Mosselen in bestaande luwtegebieden (Gouwzee, Muiden, Pampushaven, Hockeysticks) blijken echter niet beter te groeien (gemiddeld niet groter te zijn). Daarom lijken maatregelen specifiek ten behoeve van mosselen minder kansrijk. Alternatieve prooien voor de betreffende vogels komen echter in toenemende mate beschikbaar in samenhang met waterplanten. Deze prooien zijn dus ook te sturen met maatregelen ten behoeve van planten.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies bodem en water

- Dammen West geeft de beste verbetering in sedimentconcentraties in water en licht op de bodem ten opzichte van de referentie. De nabijheid van de kust, de kleinere dieptes en de lagere sedimentconcentratie in dat gebied spelen daar ook een rol in.
- Eiland Centraal biedt weinig voordelen ten opzichte van alternatieven 1 en 3. Zowel impact op sedimentconcentraties en licht op de bodem als de omvang van het invloedgebied zijn kleiner.
- Archipel Oost geeft resultaten die vergelijkbaar zijn met alternatief 1, qua reductie waarde en oppervlakte, maar het invloed gebied is meer oostelijk en los van de westkust.

De effectiviteit van de structuren hangt af van hun oriëntatie ten opzichte van dominante stroomrichtingen en golfvelden. De lokale stroomrichting is vaak verschillend van de richting waarin golven zich verspreiden. Golven volgen voornamelijk de windrichting terwijl de circulatie patronen sterk afhankelijk zijn van lokale geometrie. De positie en oriëntatie van de structuren kan dus geoptimaliseerd worden om zo veel mogelijk de effecten van stroming en golven tegen te werken. In het geval van de dammen langs de westkust bijvoorbeeld, staan golf en stroomrichting vaak bijna loodrecht op elkaar (stroming langs de kust, golven van/naar de kust). De positie van de dammen kan dus veel uitmaken en zou wat nauwkeuriger bepaald kunnen worden.

Beoordeling effecten op bodem en water

Hieronder worden de belangrijkste bevindingen na korte toelichting in tabel vorm samengevat/beoordeeld.

Het negatieve effect op stromingspatronen en stroomsnelheid voor Dammen West komt door de toegenomen snelheid*.

De extra golfuwte die Dammen West creëert in de ondiepere zones die geschikt zijn voor soortenrijke vegetatie (zie paragraaf 4.2.1) wordt als pluspunt ten opzichte van de twee andere alternatieven gezien.

Het lagere effect van Eiland Centraal op zowel sedimentconcentraties en licht wordt als minder gunstig voor de mate van vertroebeling gezien.

Op basis van de analyse van verblijftijden is geconcludeerd dat in alle alternatieven geen lokale stagnatie zal optreden, het effect op stilstaand water is daarom als neutraal beoordeeld (geen verslechtering ten opzichte van referentie).

Voor alle alternatieven is sprake van lichte sedimentatie op de bodem rondom de constructies, echter de bodemverandering is in de orde van 1 tot 2 centimeter per jaar en wordt daarom als licht negatief gezien.

Onderdeel	Criterium	Dammen west	Eiland Centraal	Archipel Oost
Hydrodynamica	Effecten op stromingspatronen en stroomsnelheid	-*	0	0
	Effecten op de golfhoogte	+	0/+	0/+
Waterkwaliteit	Mate van vertroebeling	+	0/+	+
	Effecten stilstaand water (blauwalgen)	0	0	0
Bodem	Verandering bodemmorfologie (sediment)	0/-	0/-	0/-

Tabel 5.1 Samenvatting beoordeling effecten op bodem en water.

*Door optimalisatie (betere aansluiting met kust door bv. drempel, zie ook ecologie) kan dit effect waarschijnlijk verbeterd worden.

5.2 Ecologie

Conclusies ecologie

De effecten van aanleg van de gekozen luwtestructuren op helderheid en dynamiek zijn beperkt. Lokaal bieden deze veranderingen niettemin kansen voor de ecologie, waarvan het effect op termijn kan worden vergroot door sedimentatie (verondieping) en terugkoppeling op bijv. doorzicht van toename van planten.

Dammen West geeft verbeteringen aan de ondiepe kant van de dieptegradiënt, waardoor bij dat alternatief de grootste kans bestaat op een meer uitgebreide zonering van verschillende soorten waterplanten en daarmee een afwisselende habitatstructuur voor ongewervelden en jonge vis. Daarnaast is het alternatief interessant vanwege de ruimtelijke uitgestrektheid van het effect op het gebied met meer dan 10% licht op de bodem, dat reikt van Hoorn tot voorbij Edam. Aansluiting bij kustontwikkeling (Oeverdijk) biedt kansen voor verbetering van land-water overgangen en mogelijk kan de winst voor de ecologie verder worden vergroot door middel van een verbinding (drempel) van de meest zuidelijke dam aan het vasteland.

Archipel Oost geeft de grootste uitbreiding van het begroeibare areaal voor waterplanten, en ook de grootste uitbreiding van het gebied met intermediaire doorzichten (versterking van gradiënten in doorzicht), dat geschikt is voor visetende watervogels. Tussen de eilanden ontstaat een variatie aan habitats en bij verondieping, actief of op langere termijn passief, ontstaan kansen voor een gevarieerde vegetatie, onder water in op de overgang naar land.

Eiland Centraal komt naar voren als de voor de ecologie minst interessante alternatief, gezien de grote diepte en beperkte uitstraling.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

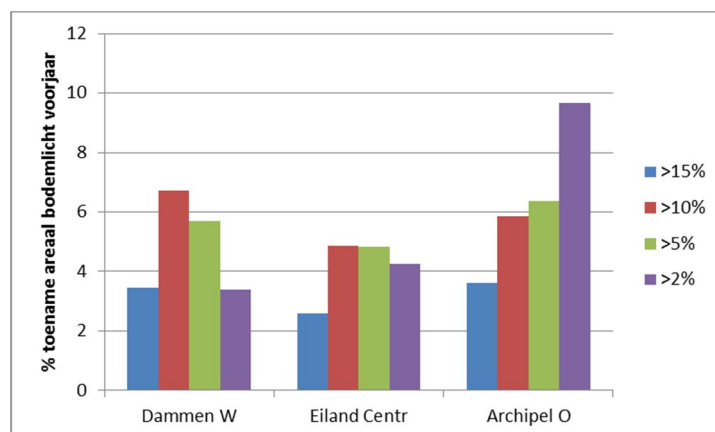
Beoordeling effecten op ecologie

Hieronder worden de belangrijkste bevindingen na korte motivatie in tabel vorm samengevat/beoordeeld.

Luwte: Belangrijkste factor is doorzicht in relatie tot diepte, vertegenwoordigd door percentage licht op de bodem. Soortenrijke vegetatie in huidige situatie alleen bij >10% licht (>15%) op de bodem in het voorjaar. Beoordeling daarom mogelijk op uitbreiding areaal >10% licht in voorjaar. De streefwaarde van 1200 ha wordt op deze manier beoordeeld dus bij geen van de alternatieven gehaald. De uitbreiding van het totale areaal voor planten is bij Archipel Oost het hoogst, maar de arealen die geschikt zijn voor hogere dichtheden en meer soorten zijn niet hoger dan bij Dammen West. De verschillen tussen de alternatieven zijn wat dat betreft zeer beperkt, evenals de procentuele toename van de arealen. De toename betreft echter wel het hele meer. De lokale effecten zijn relatief gezien groter.

	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
>10% voorjaar	9240	9860	9690	9780
>15% voorjaar	5810	6010	5960	6020

Tabel 5.2 Arealen in hectare (totale Markermeer/IJmeer) met meer dan 10 en 15% licht op de bodem in het voorjaar.



Figuur 5.3 Procentuele uitbreiding van arealen met meer dan het aangegeven lichtpercentage op de bodem in het voorjaar (in het gehele Markermeer-IJmeer).

Natura 2000 viseters: beoordeling m.b.v. modelresultaten op basis van de combinatie doorzicht en diepte of (omdat doorzicht daarvan het belangrijkste is) of op basis van uitbreiding van het areaal met doorzicht tussen 40-70 cm.

	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
Voorjaar (mrt-mei)	+11,5%	+11,3%	+17,2
Zomer (juni-aug)	-0,1%	-0,1%	-0,1%
Winter begin (jan-feb)	+8,6%	+5,6%	+7,1%
Winter eind(okt-dec)	+7,1%	+8,3%	+20,2%

Tabel 5.4 Toename areaal met intermediaire score voor viseters (doorzicht en diepte).

	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
Winter begin (jan-feb)	+7,9%	+5,1%	+6,6%
Voorjaar (mrt-mei)	+10,5%	+10,3%	+15,7%
Zomer (juni-aug)	-0,6%	-0,6%	-0,7%
Winter eind (okt-dec)	+6,6%	+7,7%	+18,6%

Tabel 5.5 Toename areaal met intermediair doorzicht (40-70 cm).

De positieve effecten op viseters (toename areaal intermediaire doorzichten) zijn het grootst in het voorjaar en Archipel Oost is het meest gunstige alternatief. Fuut, Grote Zaagbek en Nonnetje als najaars- en wintervogels profiteren het meest van Archipel Oost. Om deze reden score ++ bij Natura 2000 voor Archipel Oost.

Natura 2000 macrofauna-eters: Modelling van omstandigheden voor mosselen zijn door recente ontwikkelingen minder relevant gebleken. De Driehoeksmossel is door afgenomen conditie aanzienlijk minder belangrijk geworden als voedsel, en de betreffende vogelsoorten hebben niet of negatief gereageerd op de opmars van de verwante Quagga- mossel, die de Driehoeksmossel grotendeels heeft vervangen. Kansen voor "mosseleeters" zijn dus het best te sturen via alternatieve prooien in regio's met waterplanten. De effecten op deze vogelsoorten worden daardoor beter in beeld gebracht via de effecten op waterplanten.

Effecten op de EHS: Vanwege de grote afstand van andere onderdelen van de EHS zijn de effecten zeer beperkt of afwezig bij Eiland Centraal en Archipel Oost. Bij Dammen West zijn de effecten positief, bijvoorbeeld omdat de afstand tot de kust door meerdere soorten zwemmend (bijv. Noordse Woelmuis, Ringslang) of vliegend kan worden overbrugd. De effecten worden nog groter bij toevoeging van een verbinding met de kust of aansluiting op oeverontwikkeling langs het vaste land.

Beschermde soorten: Alle alternatieven bieden kansen voor beschermde soorten. De kansen zijn echter groter en betreffen meer soorten bij grotere oeverlengte en variatie aan habitats (score ++ Archipel Oost) en/of dicht bij de kust (score + Dammen West, conform effecten EHS, kan ++ worden bij aansluiting kust of combinatie oeverontwikkeling).

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

Onderdeel	Criterium	Dammen west	Eiland Centraal	Archipel Oost
Waterplanten en visstand	Verwachte ontwikkeling in bereikte luwte	+	0/+	+
Beschermd gebied	Instandhoudingdoelen Natura 2000	+	0/+	++
	Effecten op de Ecologische Hoofdstructuur (EHS)	+	0	0
Beschermd soorten	Beschermd soorten	+	0/+	++

Tabel 5.5 Samenvatting beoordeling effecten op natuur.

6 Referenties

[1] MIRT 2 Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop, Te onderzoeken alternatieven en effecten (Beoordelingskader), 29 mei 2013, status revisie 08, definitief.

Uitgegeven door Ministerie van Infrastructuur en Milieu, informatie Adriaan van Doorn
Uitgevoerd door Consortium Oranjewoud, Bureau Stroming, Delares en HKV
Auteur Véronique Maronier en Renier Koenraadt.

[2] MIRT 2 Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop, Verkenningenrapport, 27 september 2013, revisie 01, concept

Uitgegeven door Ministerie van Infrastructuur en Milieu, informatie Adriaan van Doorn
Uitgevoerd door Consortium Oranjewoud, Bureau Stroming, Delares en HKV
Auteur Véronique Maronier en Renier Koenraadt.

[3] Kessel, T. van, G.J. de Boer, and P.M.A. Boderie (2009). Calibration suspended sediment model Markermeer. Deltares report Q4612, Delft, The Netherlands.

[4] Boderie P, Smale A.J., Thiange C. (2012) Validation suspended sediment model Markermeer & Application to silt screen. Deltares report 1201198 , Delft, The Netherlands

[5] Van den Berg, M.S., D.T. van der Molen & P.C.M. Boers. 2002. Setting up reference conditions for phytoplankton, turbidity and submerged macrophytes in Dutch lakes. TemaNord 566: 28-31

[6] Van den Berg, M. & Delaunay (unpublished results). The relationship between light, submerged macrophytes and propagule bank in shallow lakes.

[7] Penning, W.E., L Pozzato, T. Vijverberg, R. Noordhuis, A. bij de Vaate, E. Van Donk, and L. M. Dionisio Pires. et. al., 2013. Effects of suspended sediments on food uptake for zebra mussels in Lake Markermeer, The Netherlands. Inland Waters Volume 3 Issue 4 (<https://www.fba.org.uk/journals/index.php/IW/issue/current/showToc>)

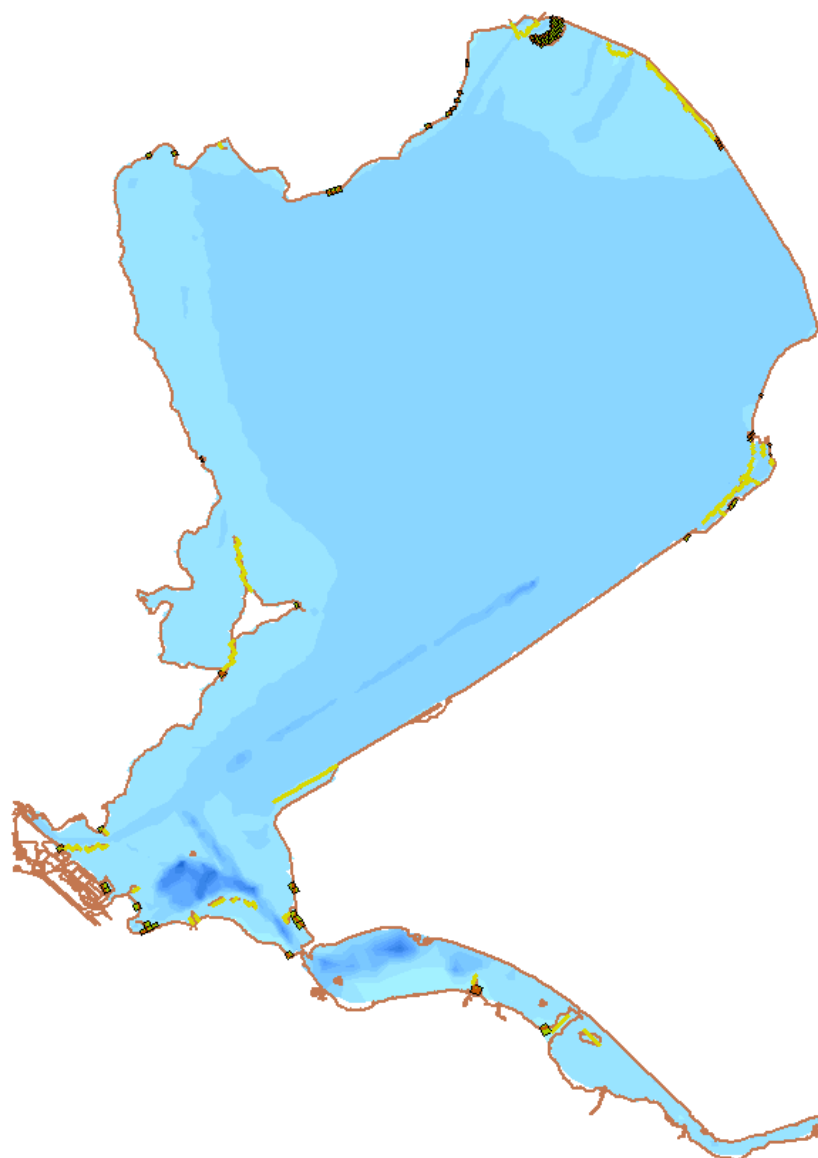
[8] Boderie, P. M. A., M. van der Wal, T.van Kessel, and M. Genseberger (2010). Sedimentation behavior navigation channel Amsterdam-Lelystad (in Dutch). Deltares report 1202714-000-ZWS-0006, Delft, The Netherlands.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

A Implementatie van Referentie en Alternatieven in het Markermeer slibmodel

Bathymetry [m]

- < -1.0
- < 1.2
- < 3.3
- < 5.5
- < 7.6
- < 9.8
- < 12.0
- < 14.1
- < 16.3
- < 18.4
- < 20.6
- < 22.7



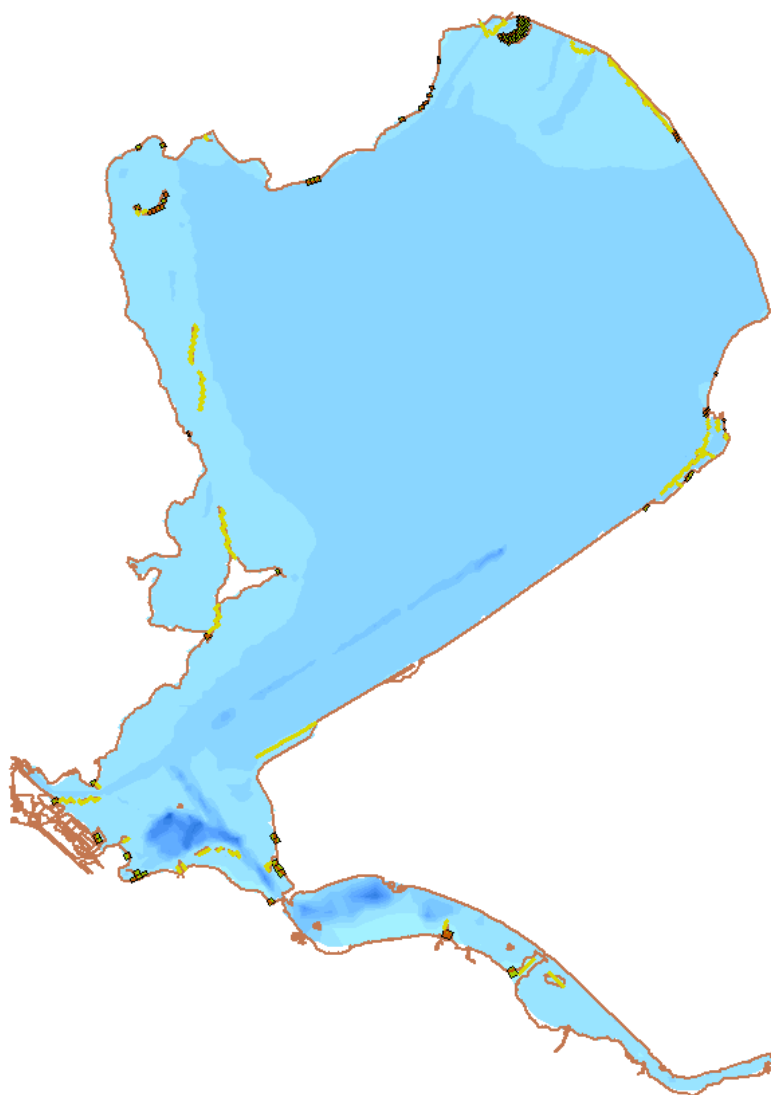
Figuur A.1. Implementatie van referentie in slibmodel, landgrenzen zijn aangegeven met een bruine lijn, gebruikte diepte ten opzichte van NAP is aangegeven in blauwtinten, voor obstakels (zoals eilanden, strekdammen) kleiner dan een rekenel worden dunne dammen (gele lijnstukken) gebruikt en voor obstakels ter grootte van een rekenel wordt de betreffende rekenel droog gezet (groen met zwart omliggende cellen).

Deltares

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

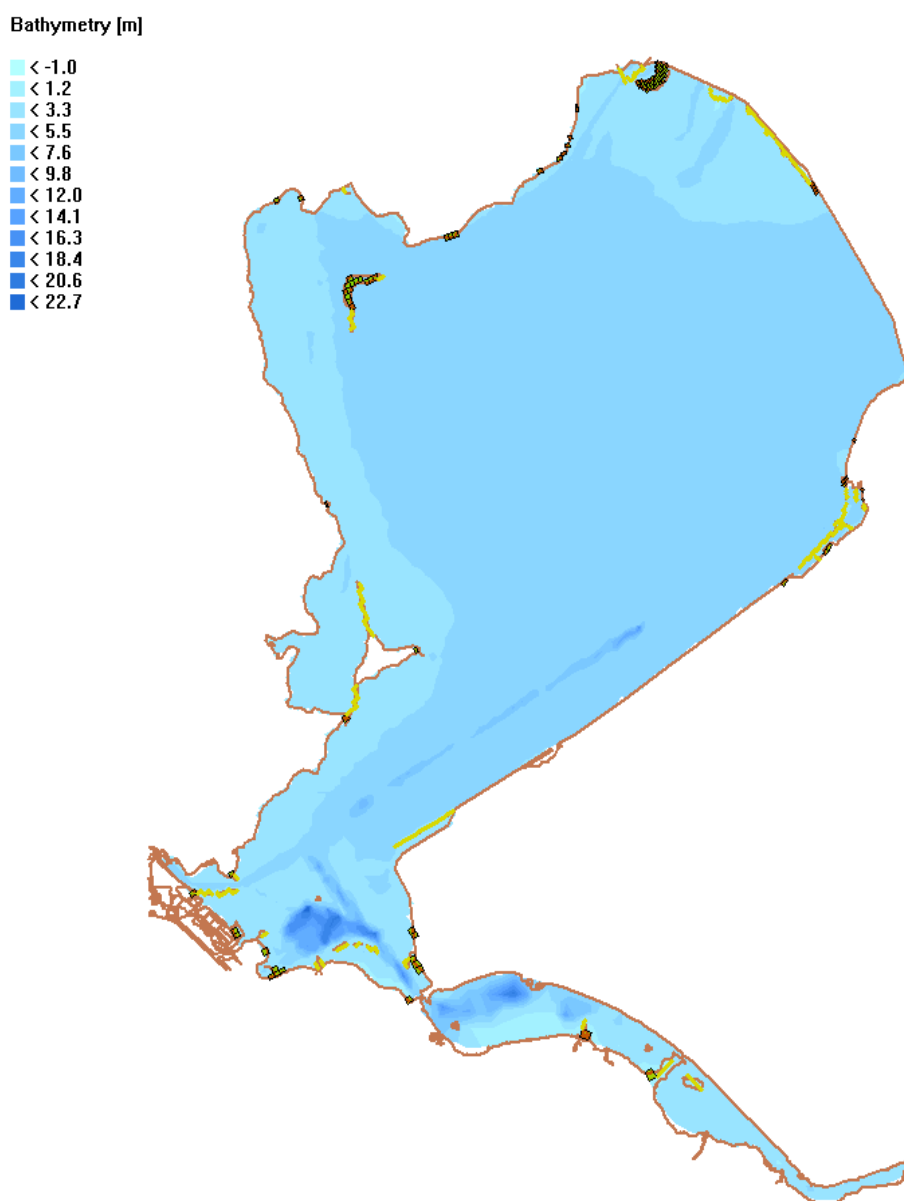
Bathymetry [m]

- < -1.0
- < 1.2
- < 3.3
- < 5.5
- < 7.6
- < 9.8
- < 12.0
- < 14.1
- < 16.3
- < 18.4
- < 20.6
- < 22.7



Figuur A.2. Implementatie van alternatief 1(Dammen West) in slibmodel, landgrenzen zijn aangegeven met een bruine lijn, gebruikte diepte ten opzichte van NAP is aangegeven in blauwtinten, voor obstakels (zoals eilanden, strekdammen) kleiner dan een rekencel worden dunne dammen (gele lijnstukken) gebruikt en voor obstakels ter grootte van een rekencel wordt de betreffende rekencel droog gezet (groen met zwart omliggende cellen).

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept



Figuur A.3. Implementatie van alternatief 2 (Eiland Centraal) in slibmodel, landgrenzen zijn aangegeven met een bruine lijn, gebruikte diepte ten opzichte van NAP is aangegeven in blauwtinten, voor obstakels (zoals eilanden, strekdammen) kleiner dan een rekencel worden dunne dammen (gele lijnstukken) gebruikt en voor obstakels ter grootte van een rekencel wordt de betreffende rekencel droog gezet (groen met zwart omliggende cellen).

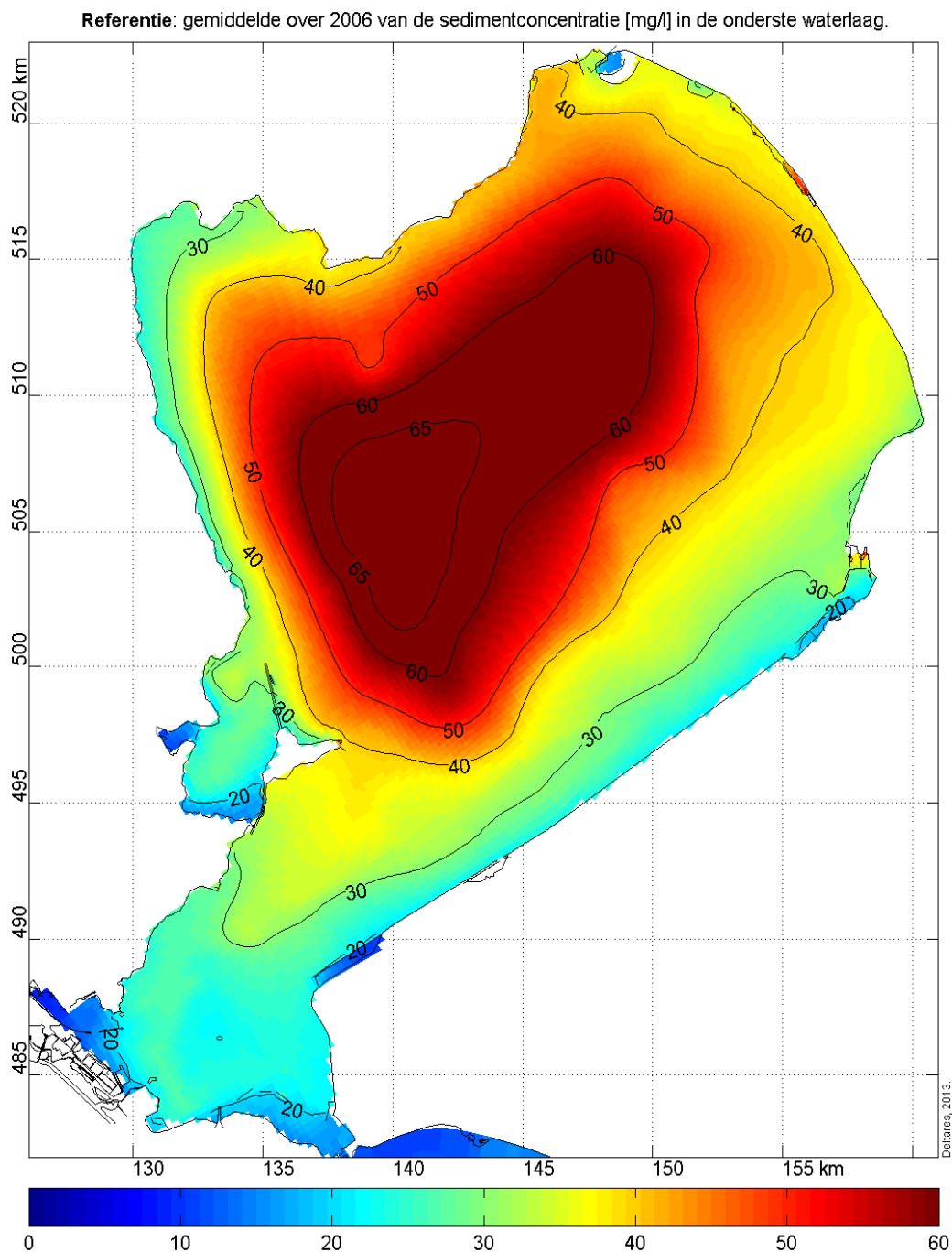
Bathymetry [m]

- < -1.0
- < 1.2
- < 3.3
- < 5.5
- < 7.6
- < 9.8
- < 12.0
- < 14.1
- < 16.3
- < 18.4
- < 20.6
- < 22.7

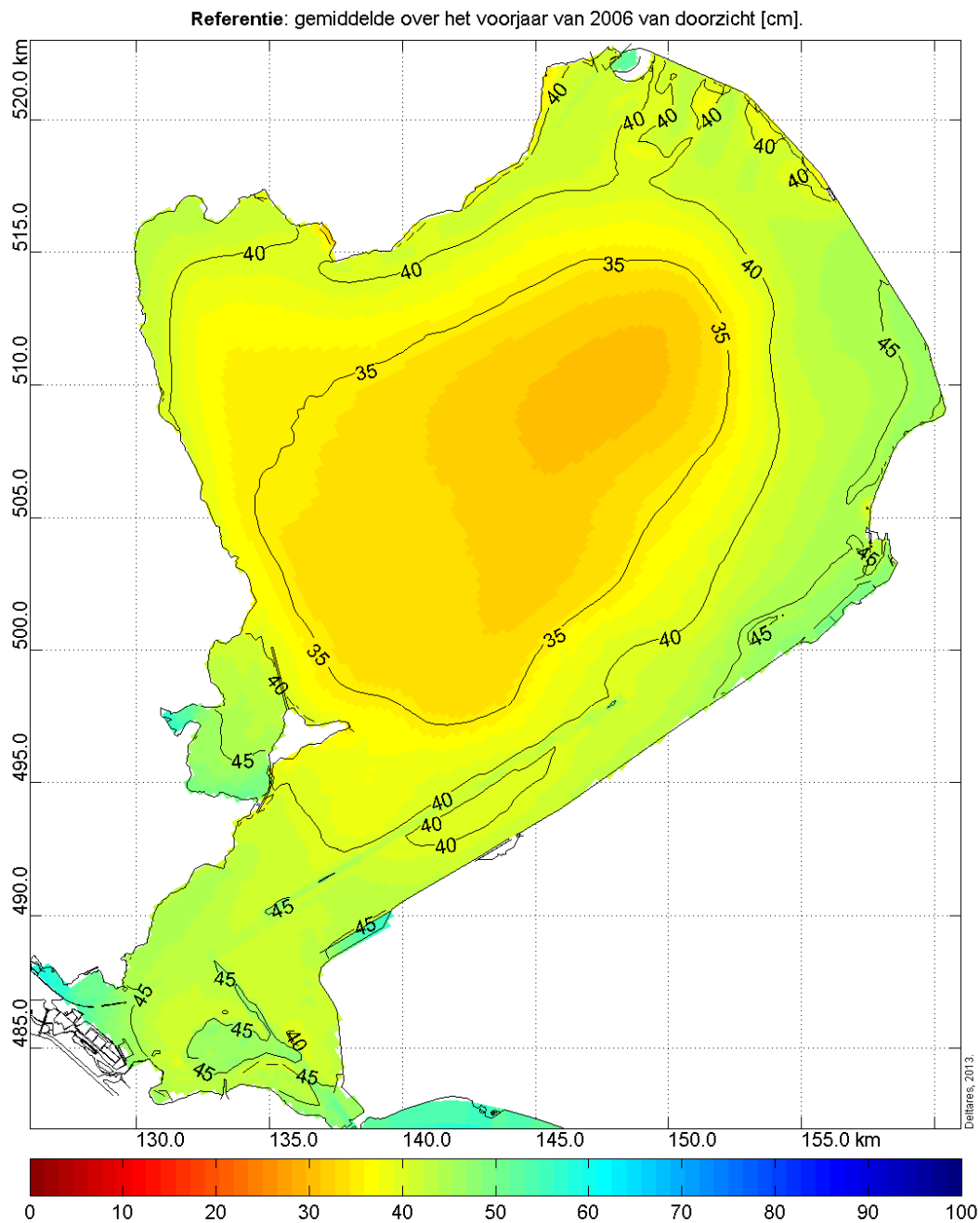


Figuur A.4. Implementatie van alternatief 3 (Archipel Oost) in slibmodel, landgrenzen zijn aangegeven met een bruine lijn, gebruikte diepte ten opzichte van NAP is aangegeven in blauwtinten, voor obstakels (zoals eilanden, strekdammen) kleiner dan een rekencel worden dunne dammen (gele lijnstukken) gebruikt en voor obstakels ter grootte van een rekencel wordt de betreffende rekencel droog gezet (groen met zwart omliggende cellen).

B Modelresultaten: Referentie

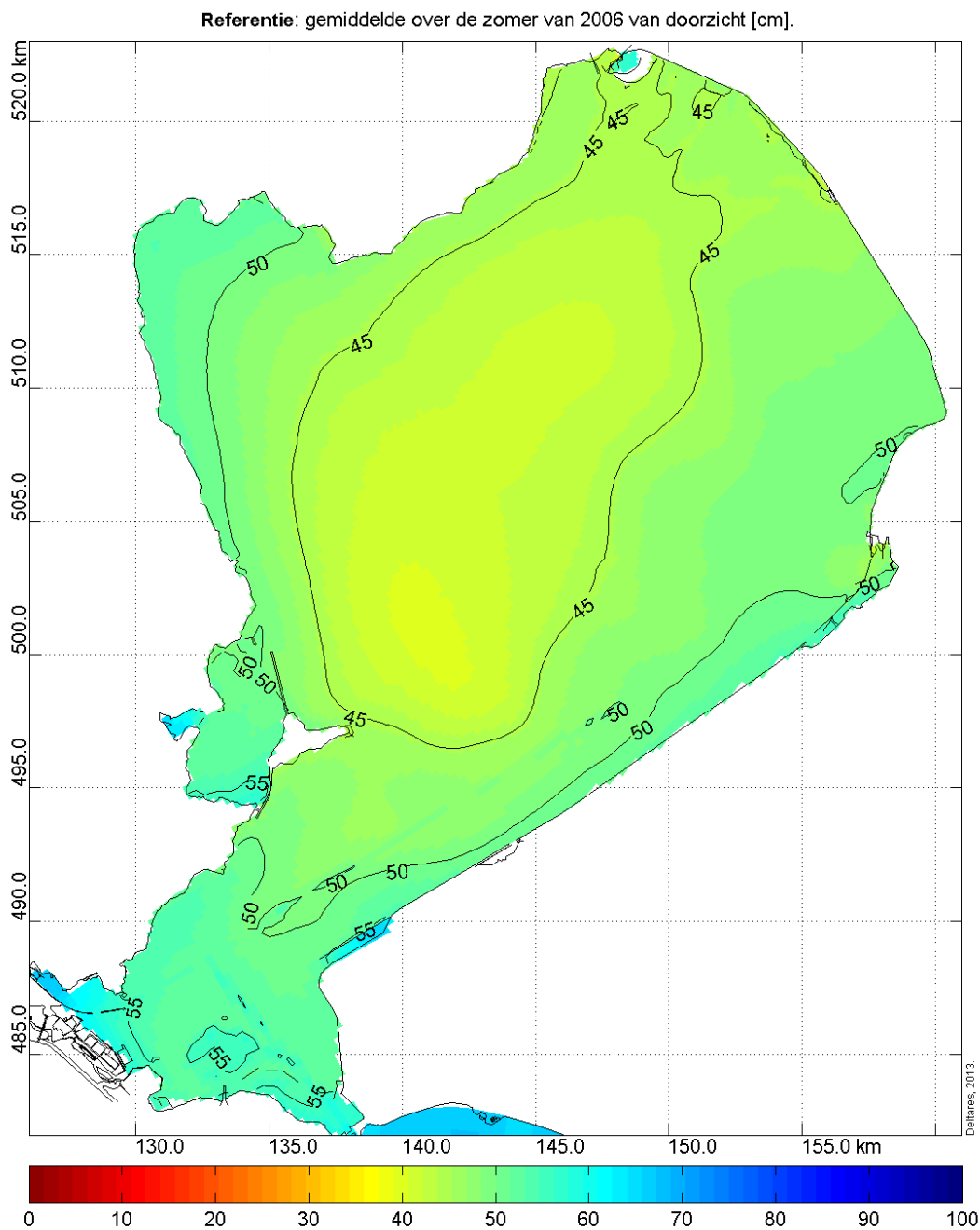


Figuur B.1 Referentie: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

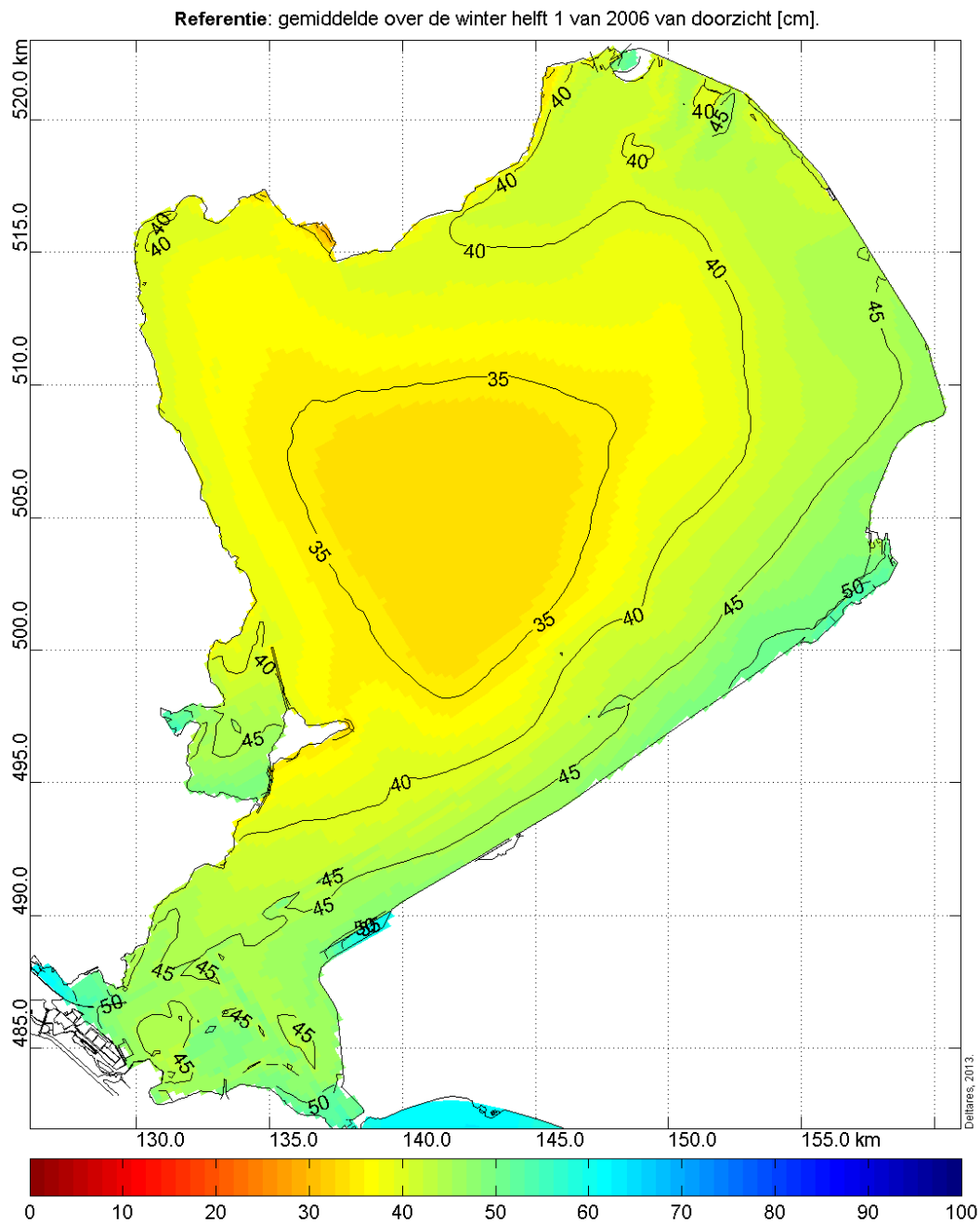


Figuur B.6 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

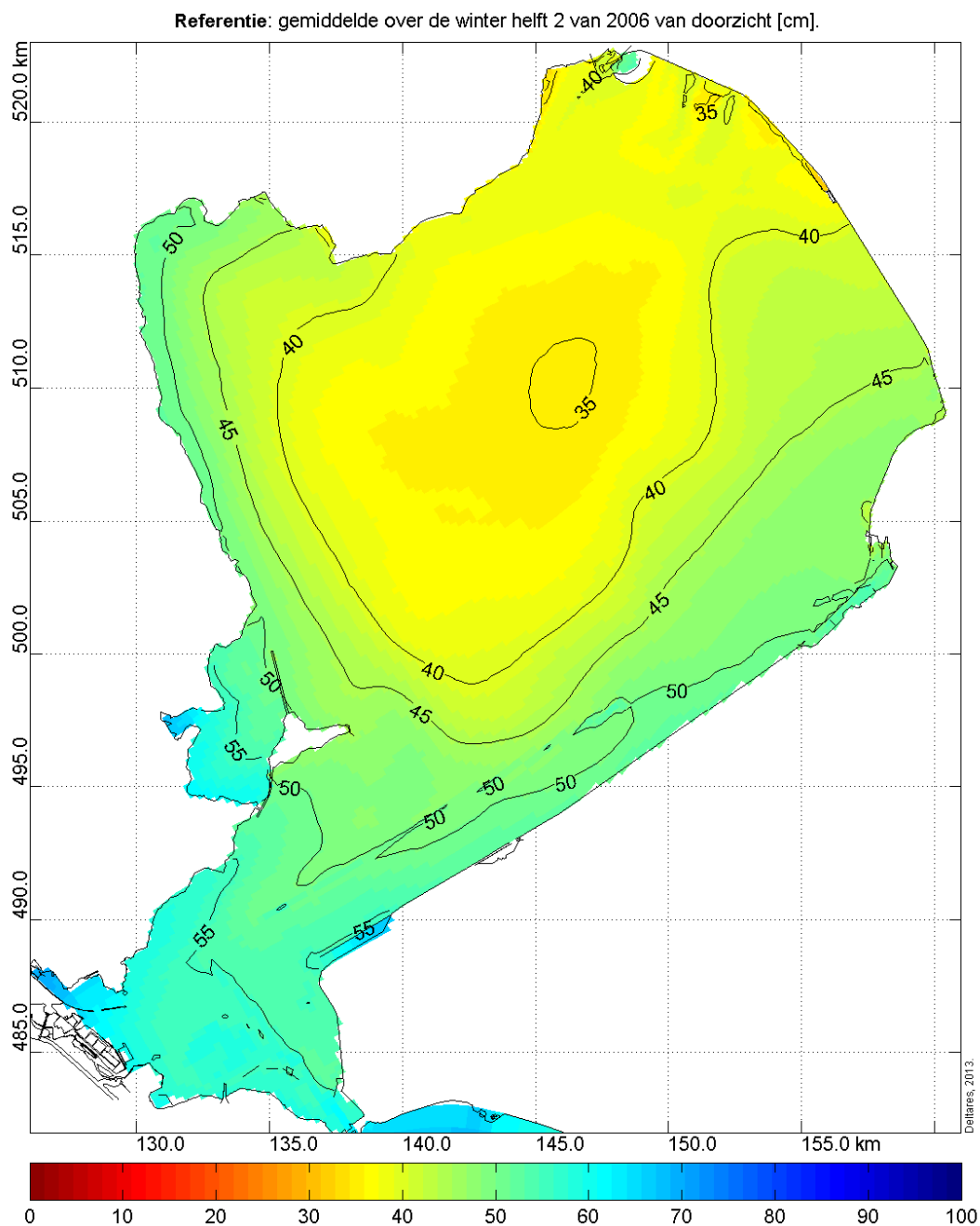


Figuur B.7 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

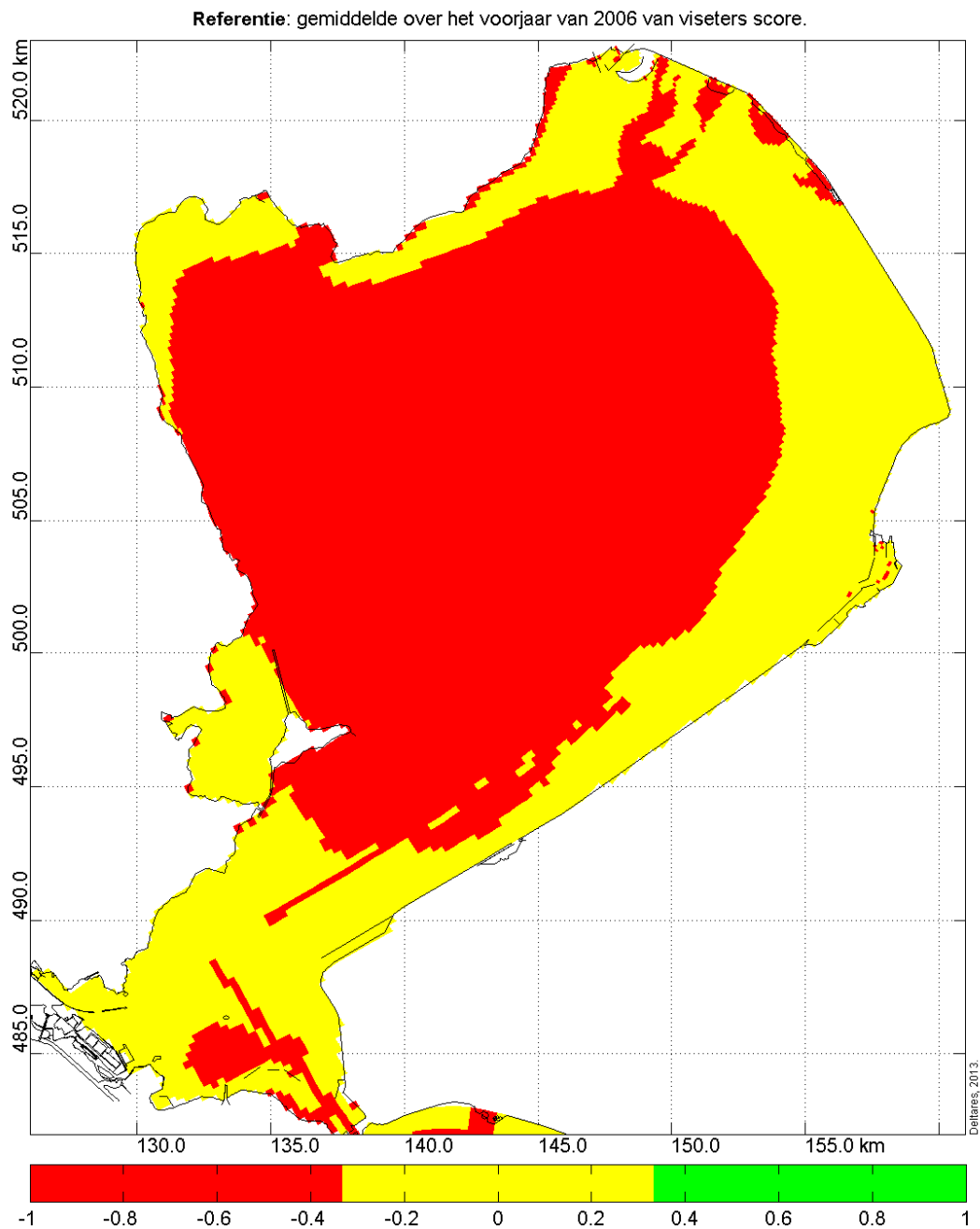


Figuur B.8 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

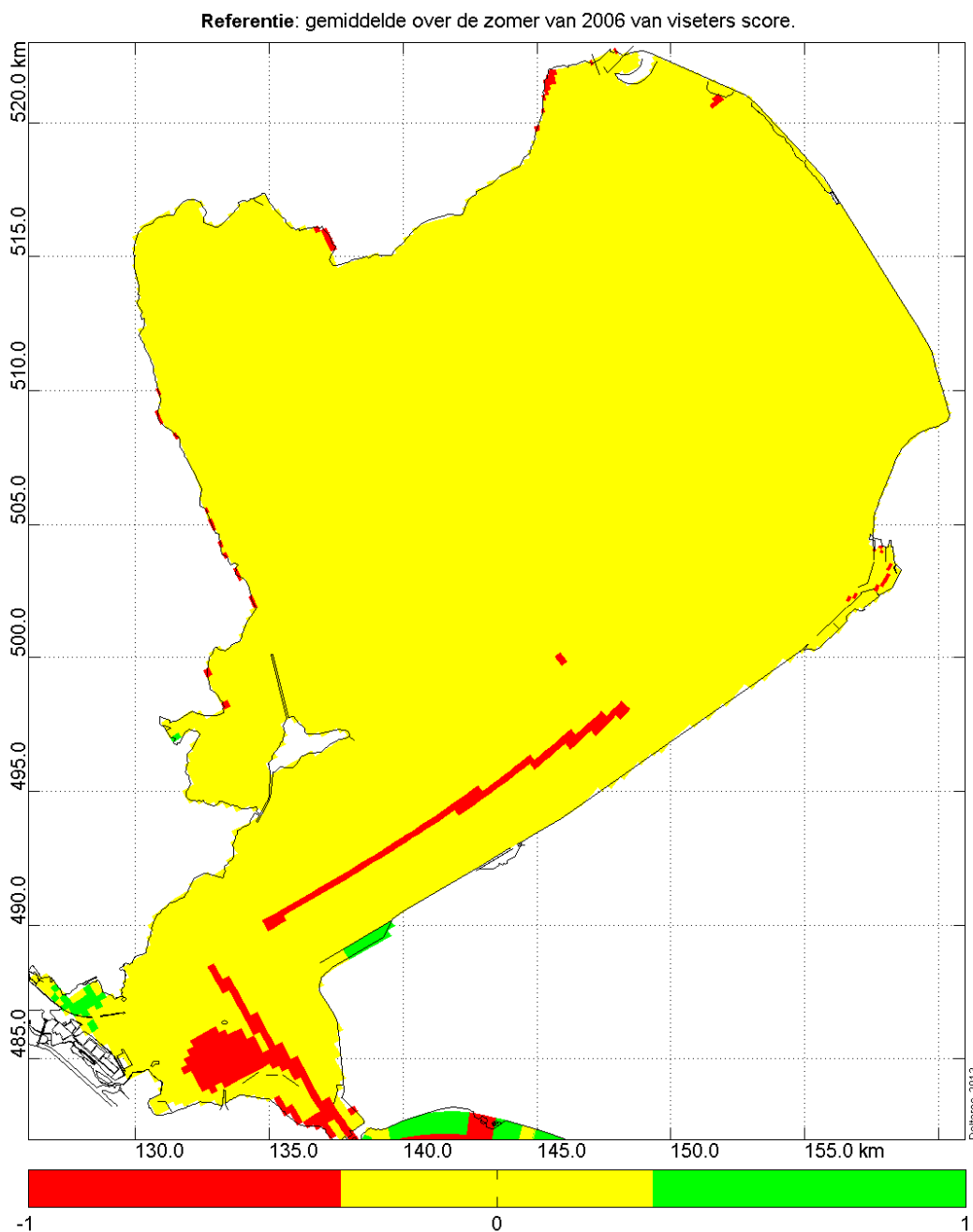


Figur B.9 Referentie: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].

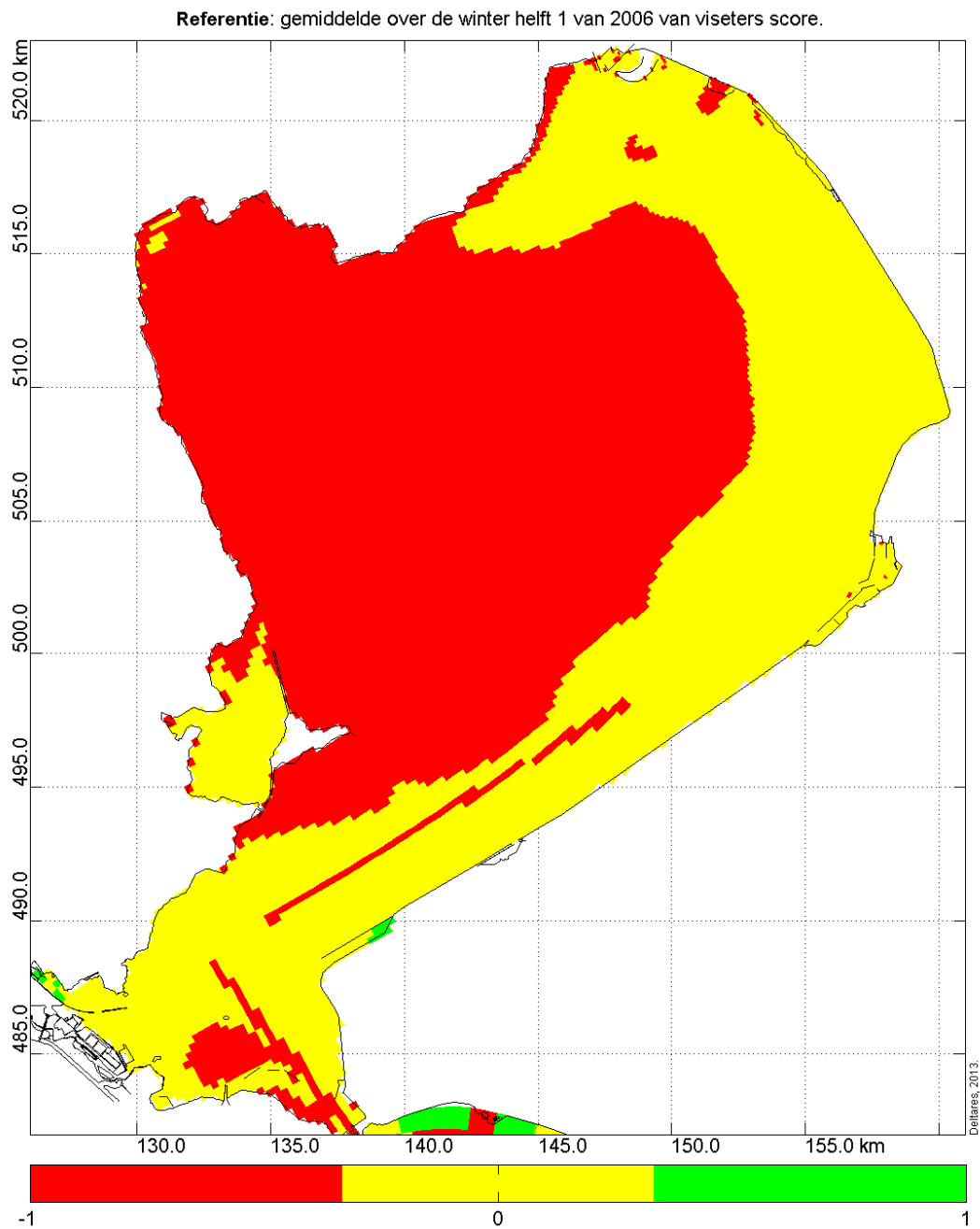


Figuur B.10 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

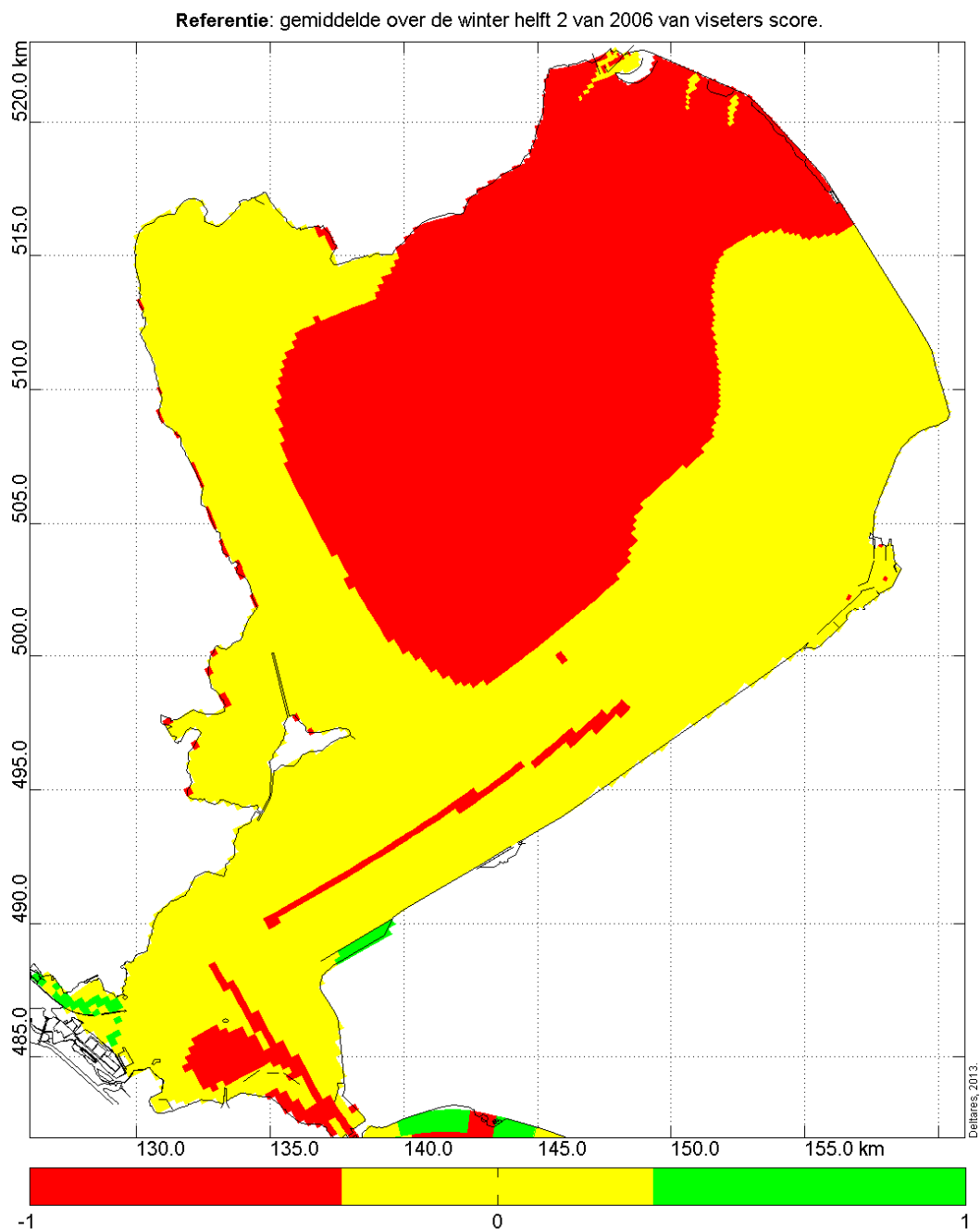


Figuur B.11 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

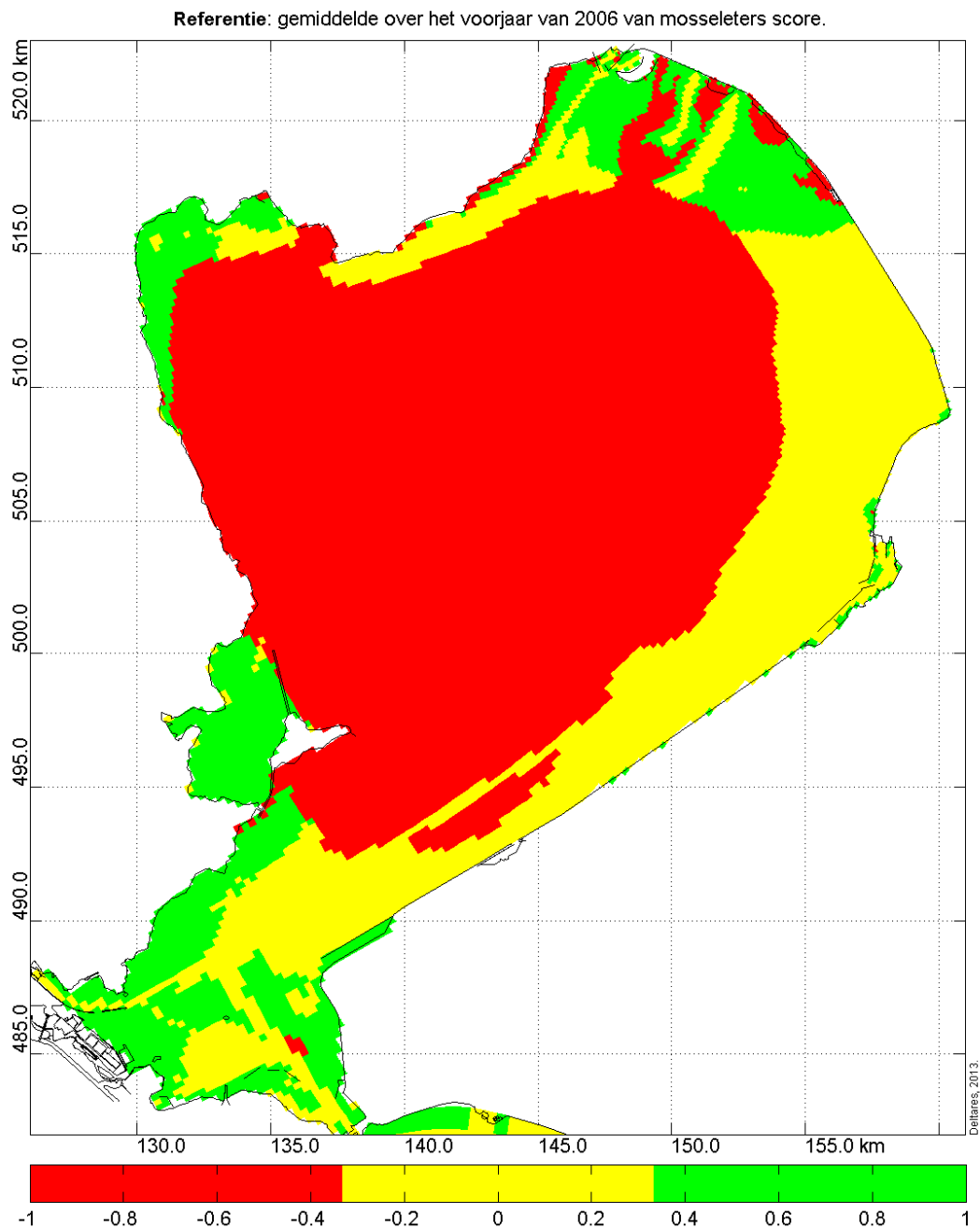


Figuur B.12 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

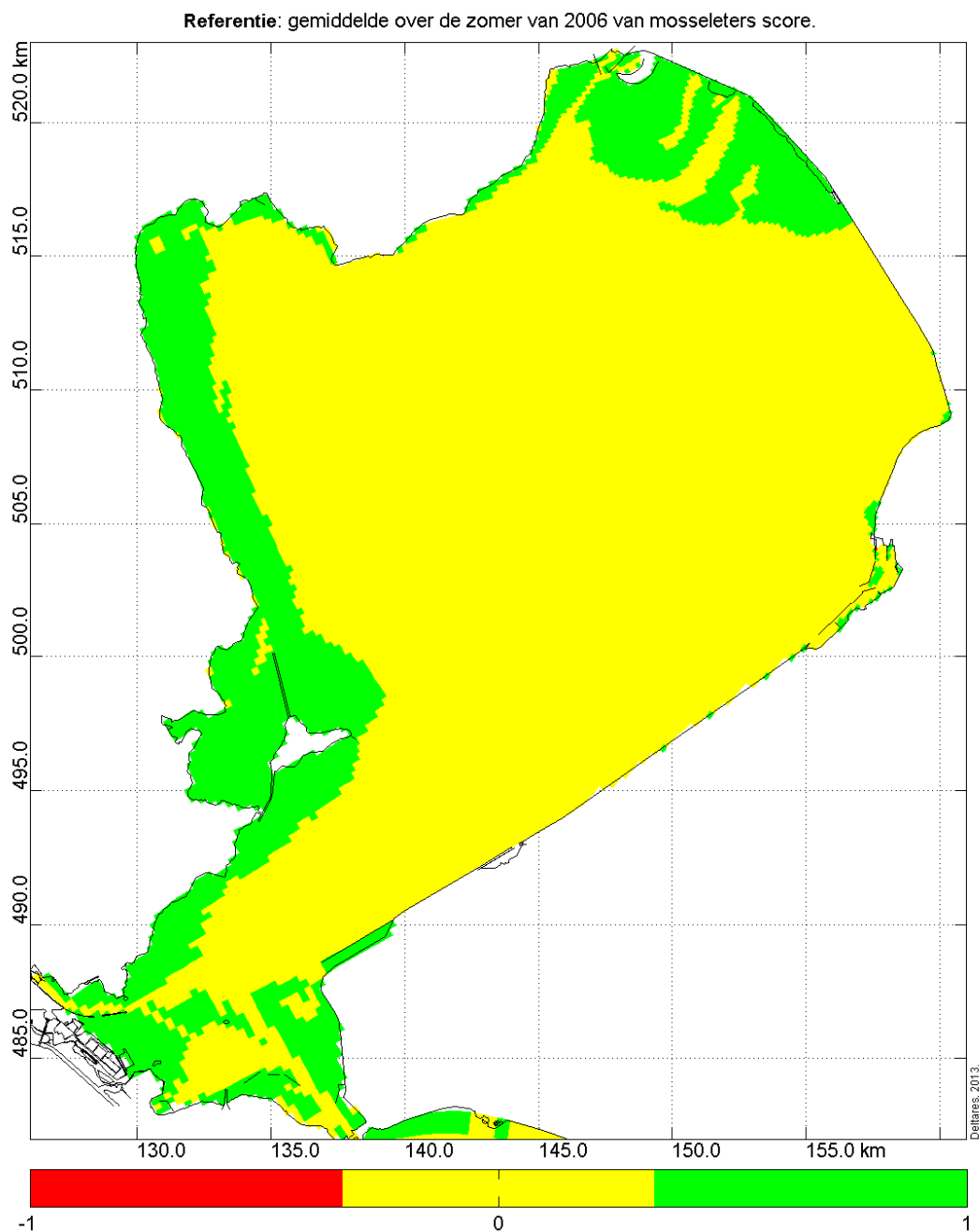


Figuur B.13 Referentie: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

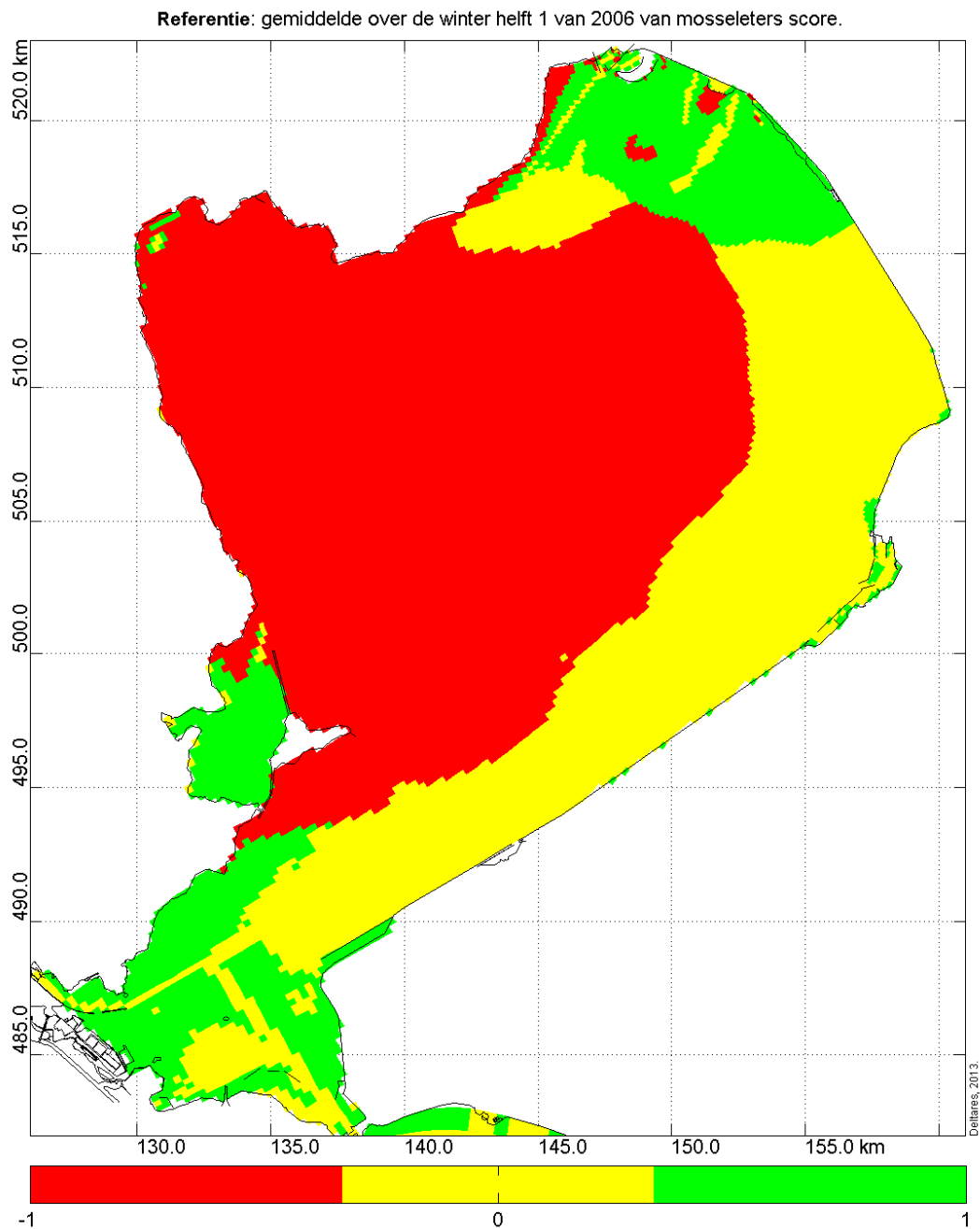


Figuur B.14 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

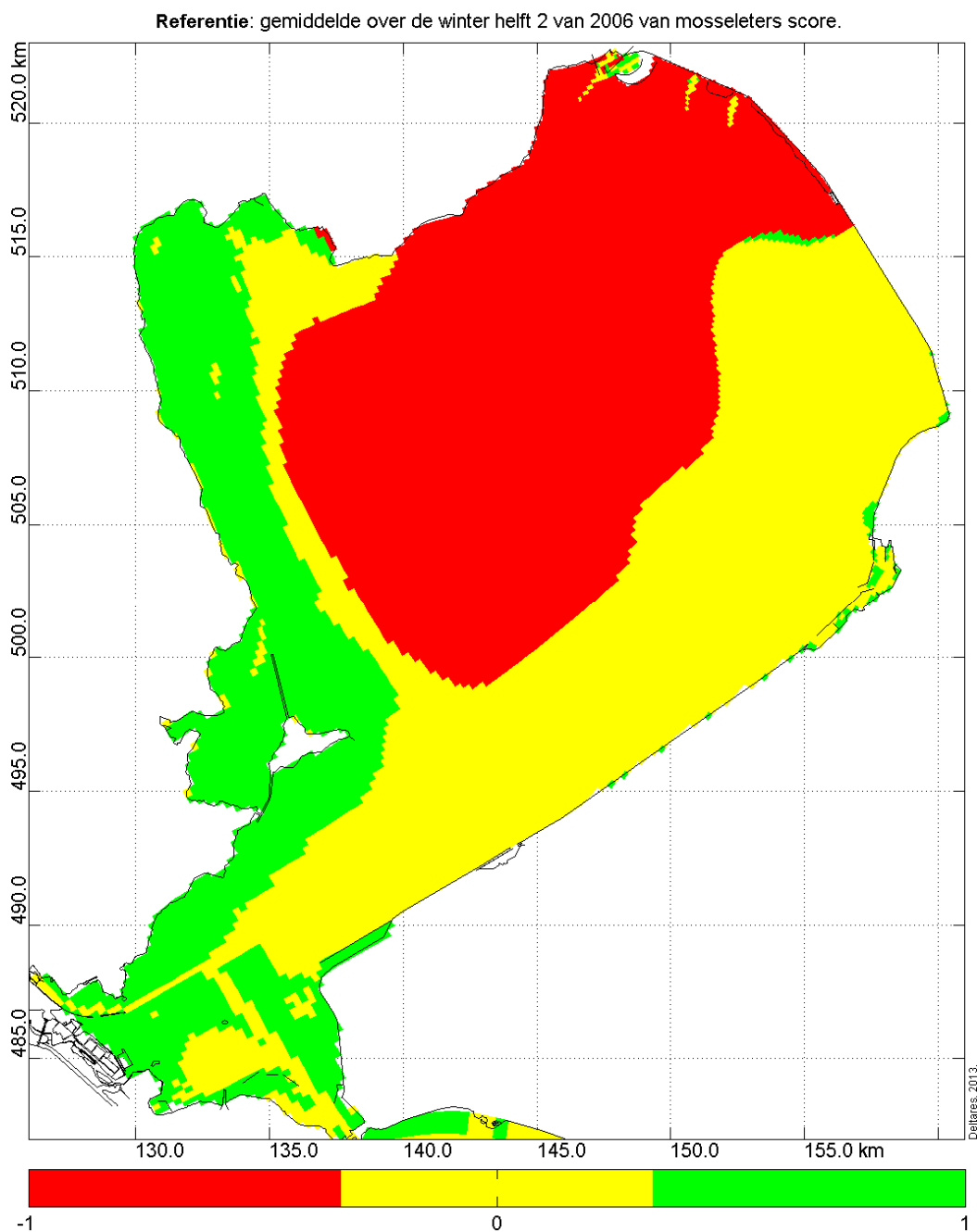


Figuur B.15 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



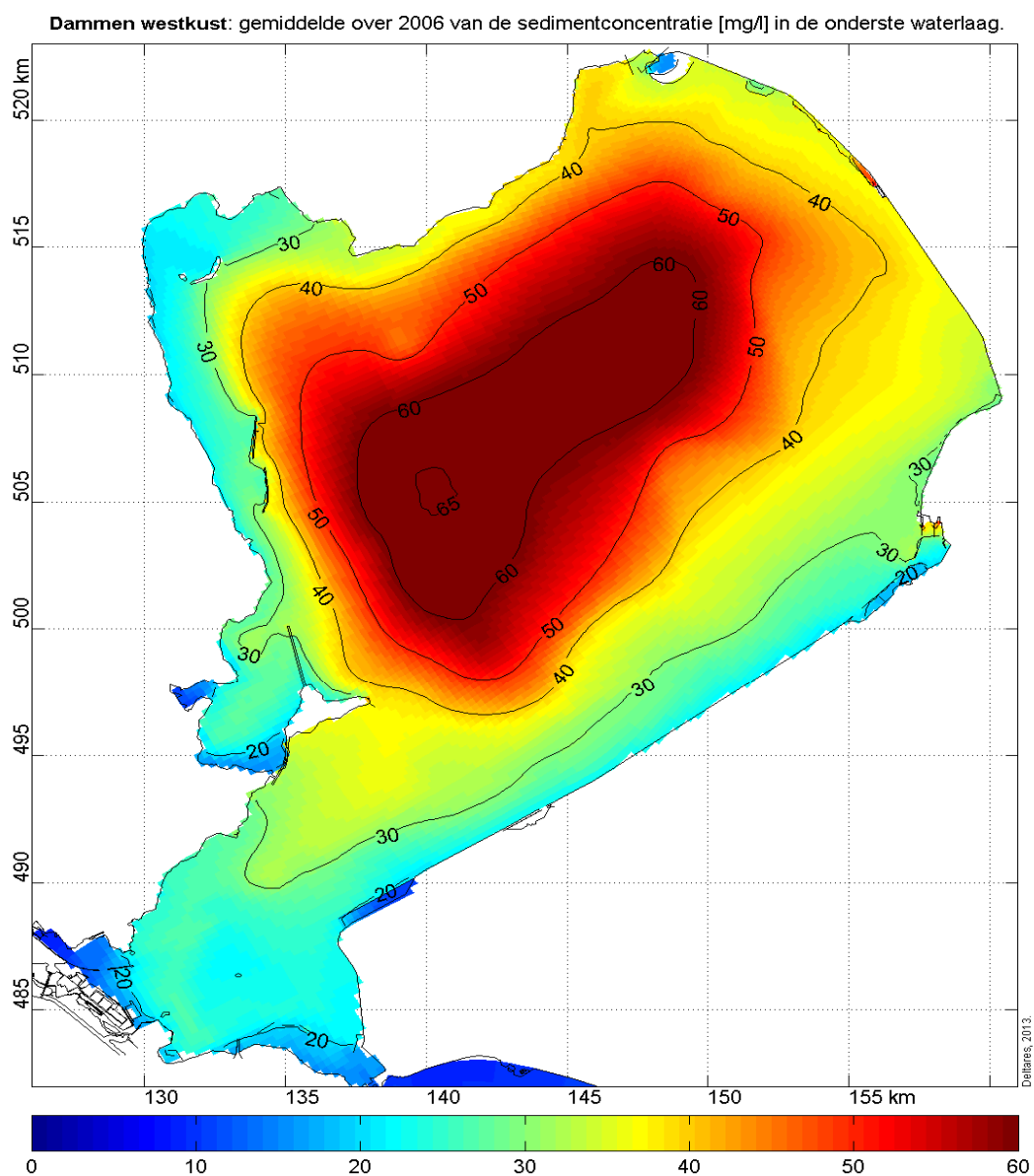
Figuur B.16 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

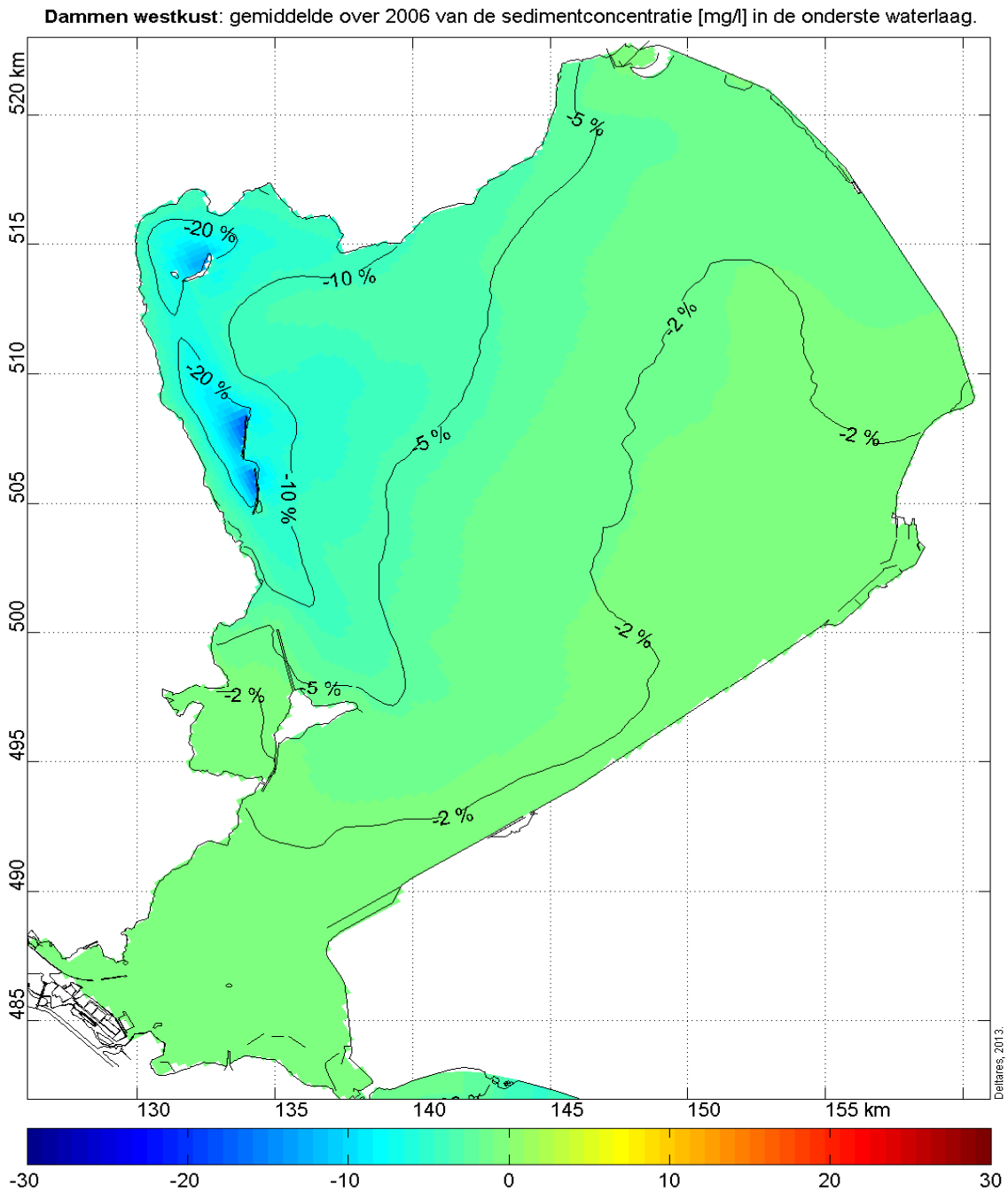


Figuur B.17 Referentie: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

C Modelresultaten: Dammen West

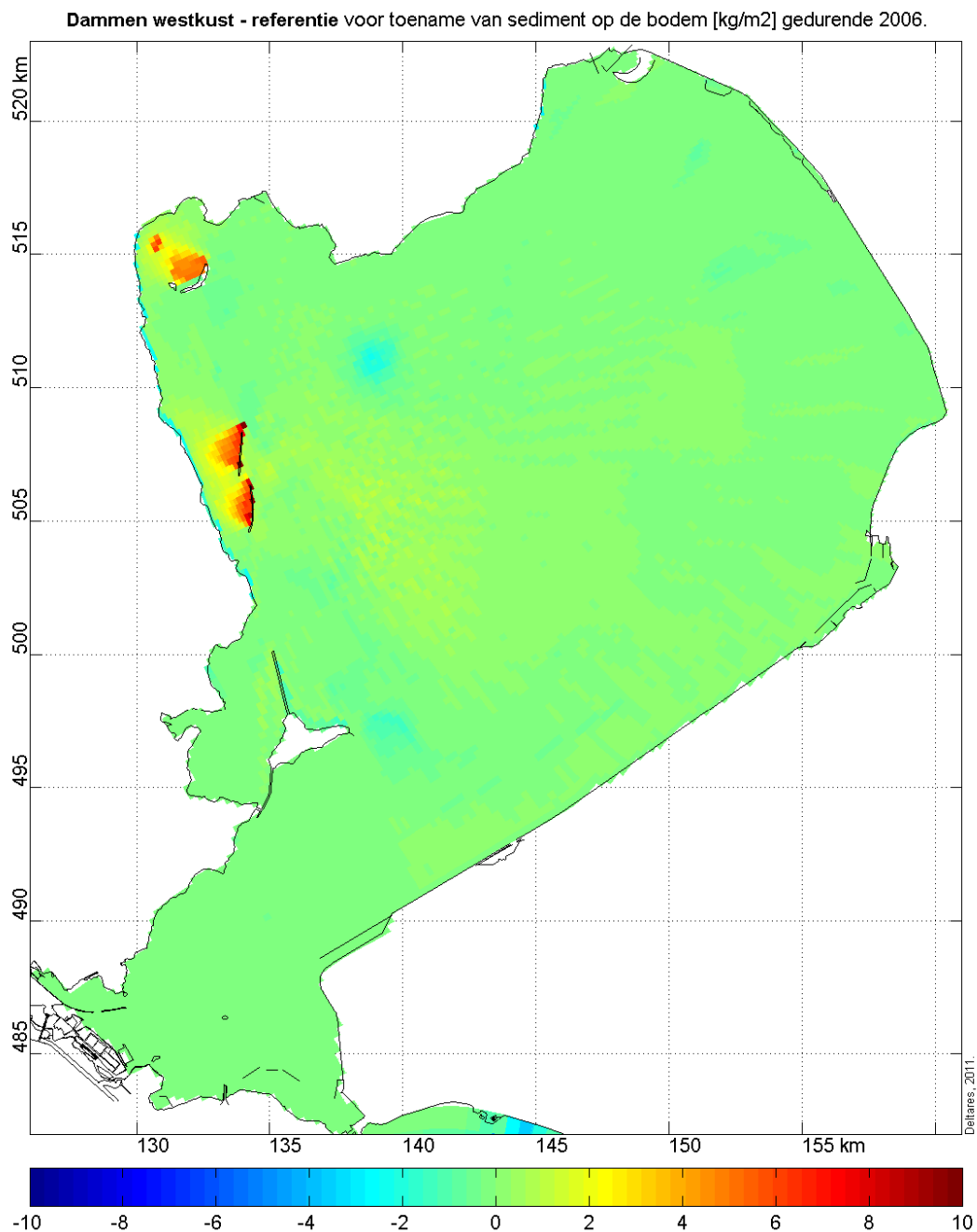


Figuur C.1 Dammen West: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

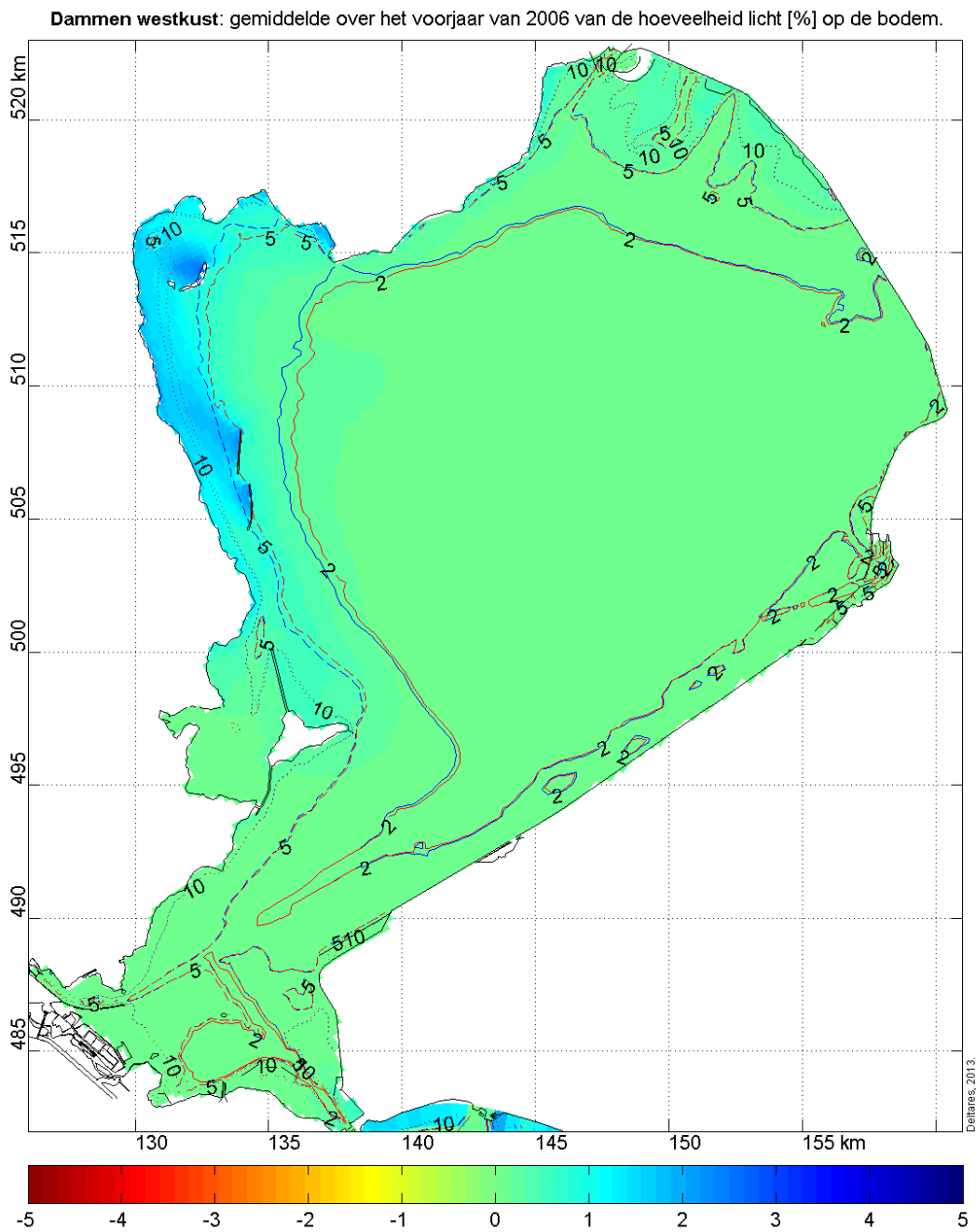


Figuur C.2 Dammen West: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

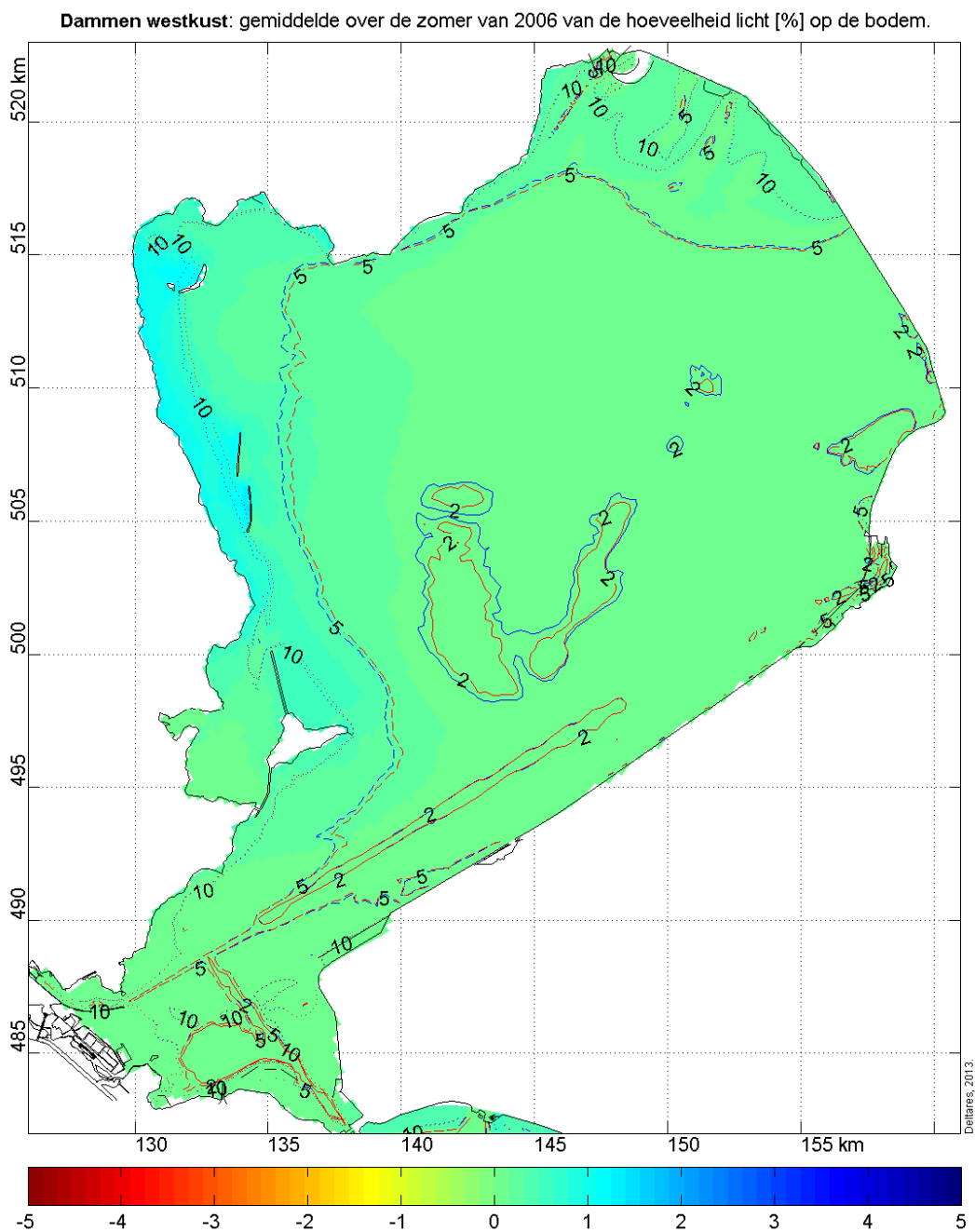


Figuur C.3 Verskil tussen Dammen West en Referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.

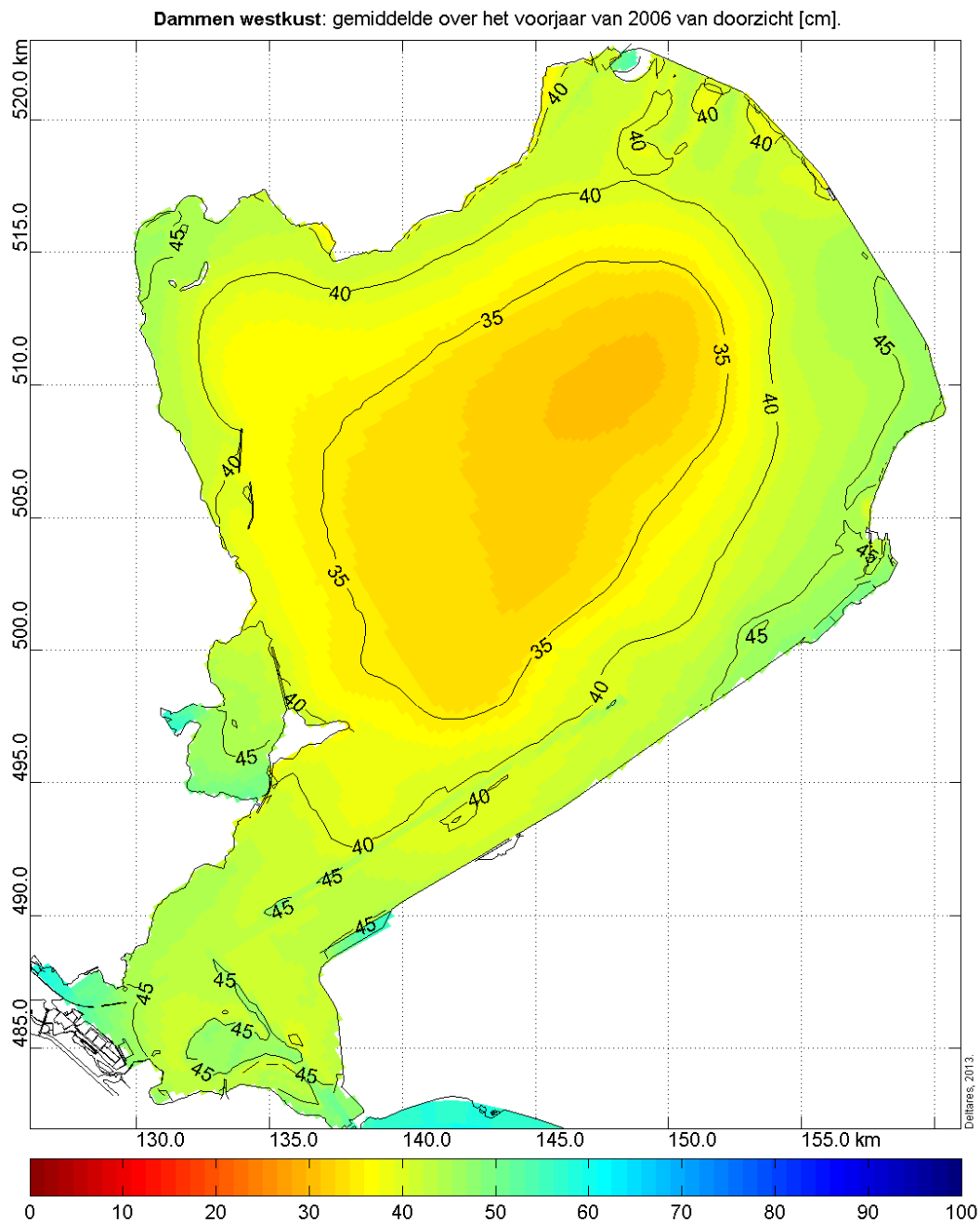


Figuur C.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor Dammen West (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen Dammen West en Referentie (kleurenkaart).

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

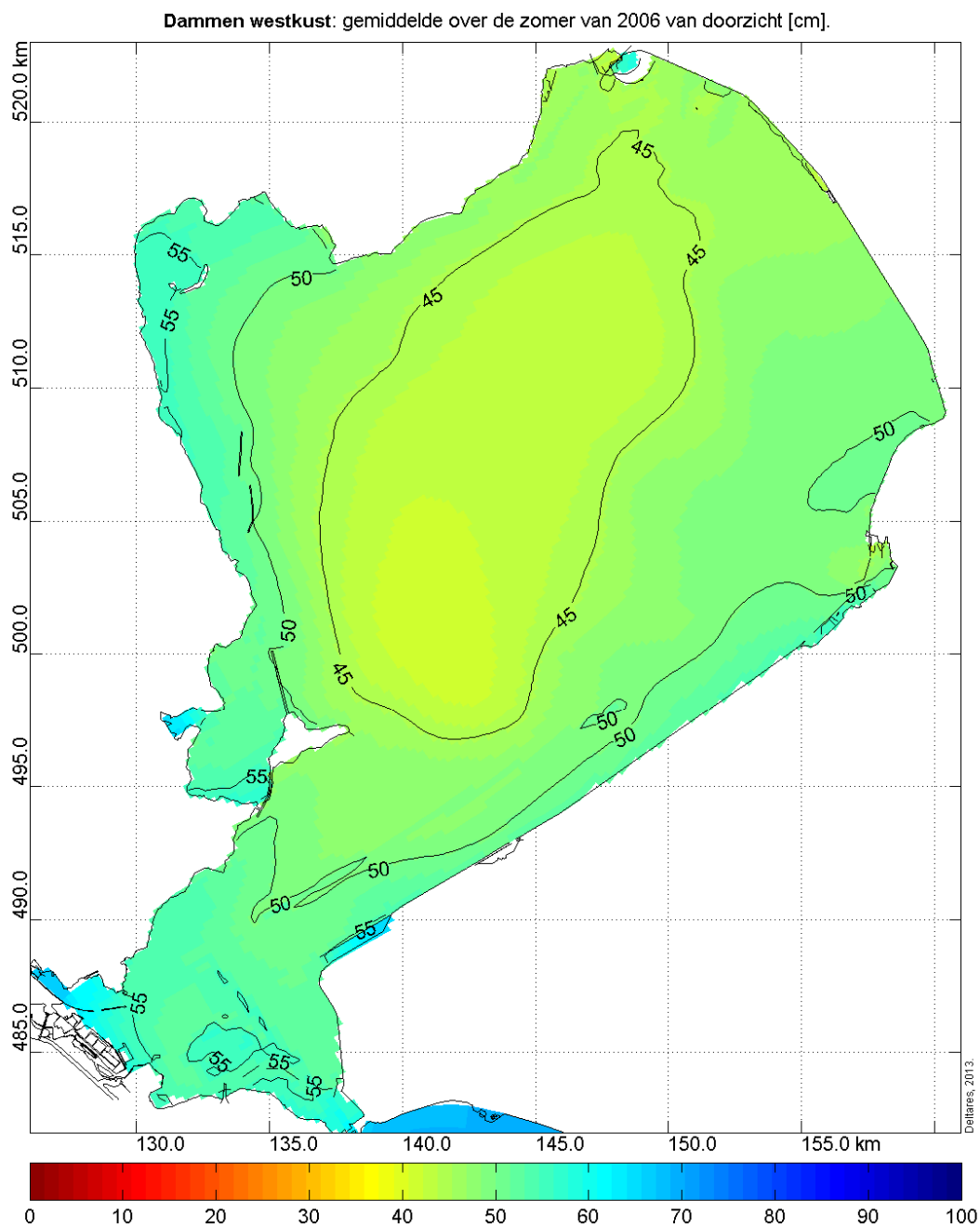


Figuur C.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor Dammen West (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen Dammen West en Referentie (kleurenkaart).

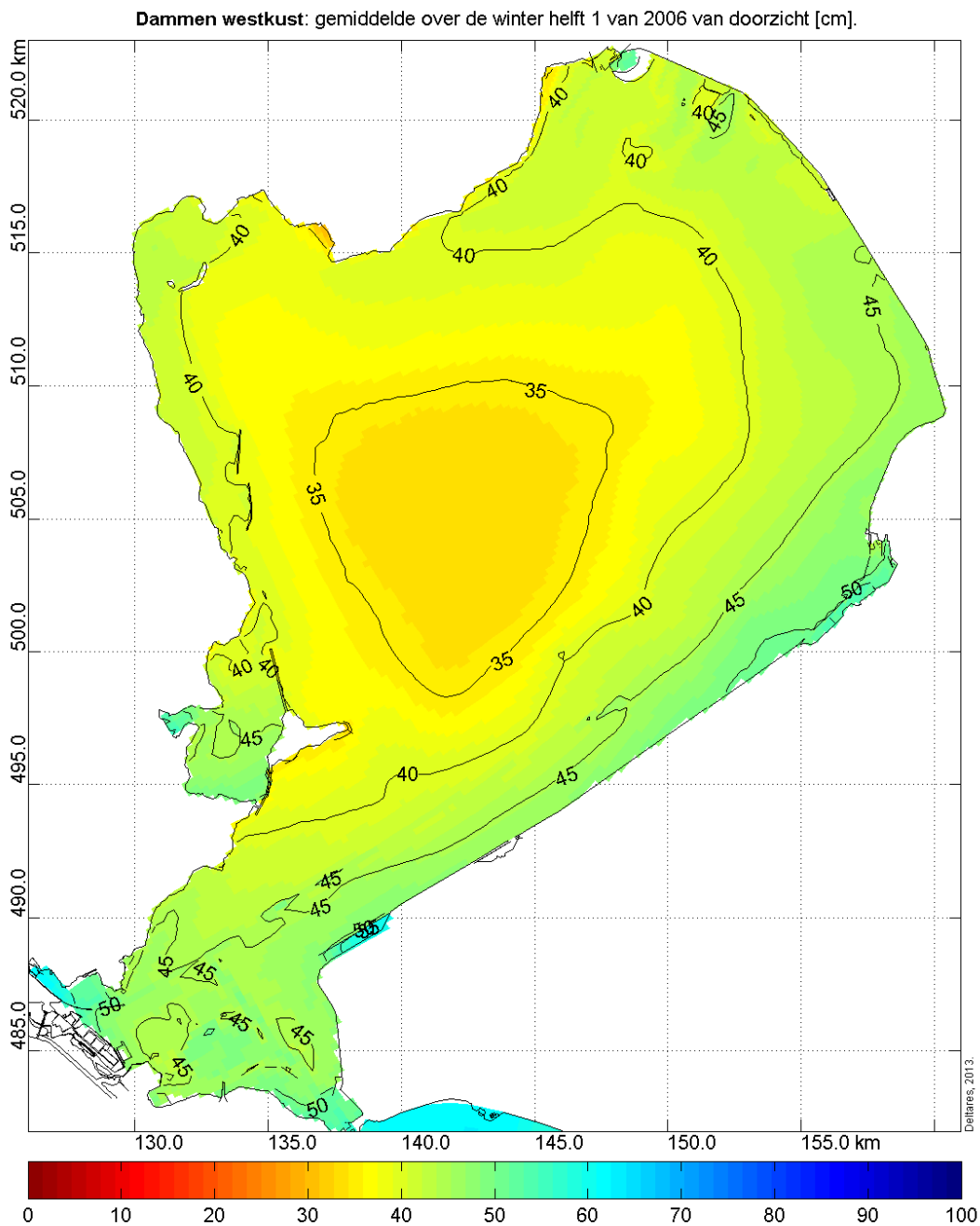


Figuur C.6 Dammen West: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

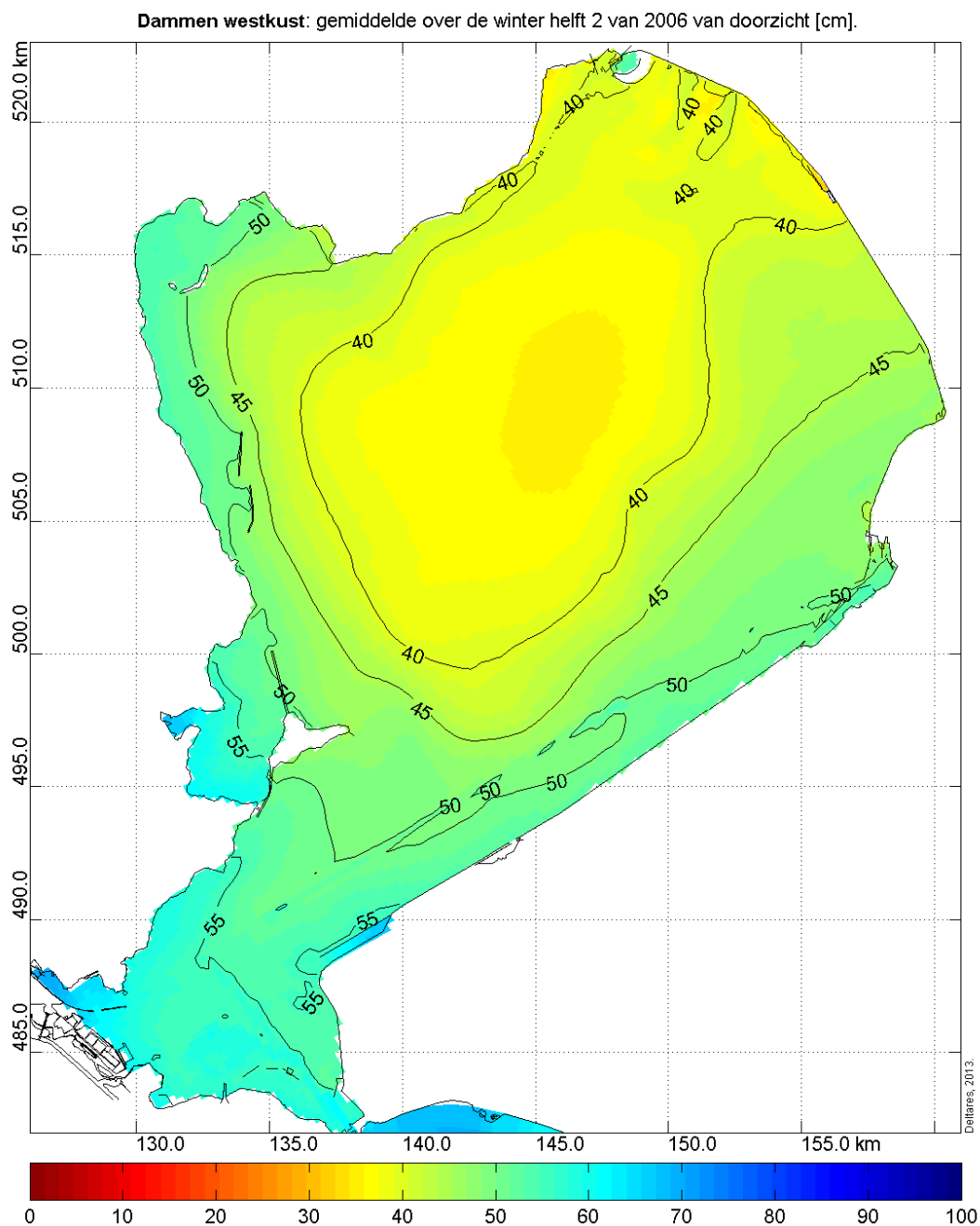


Figuur C.7 Dammen West: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

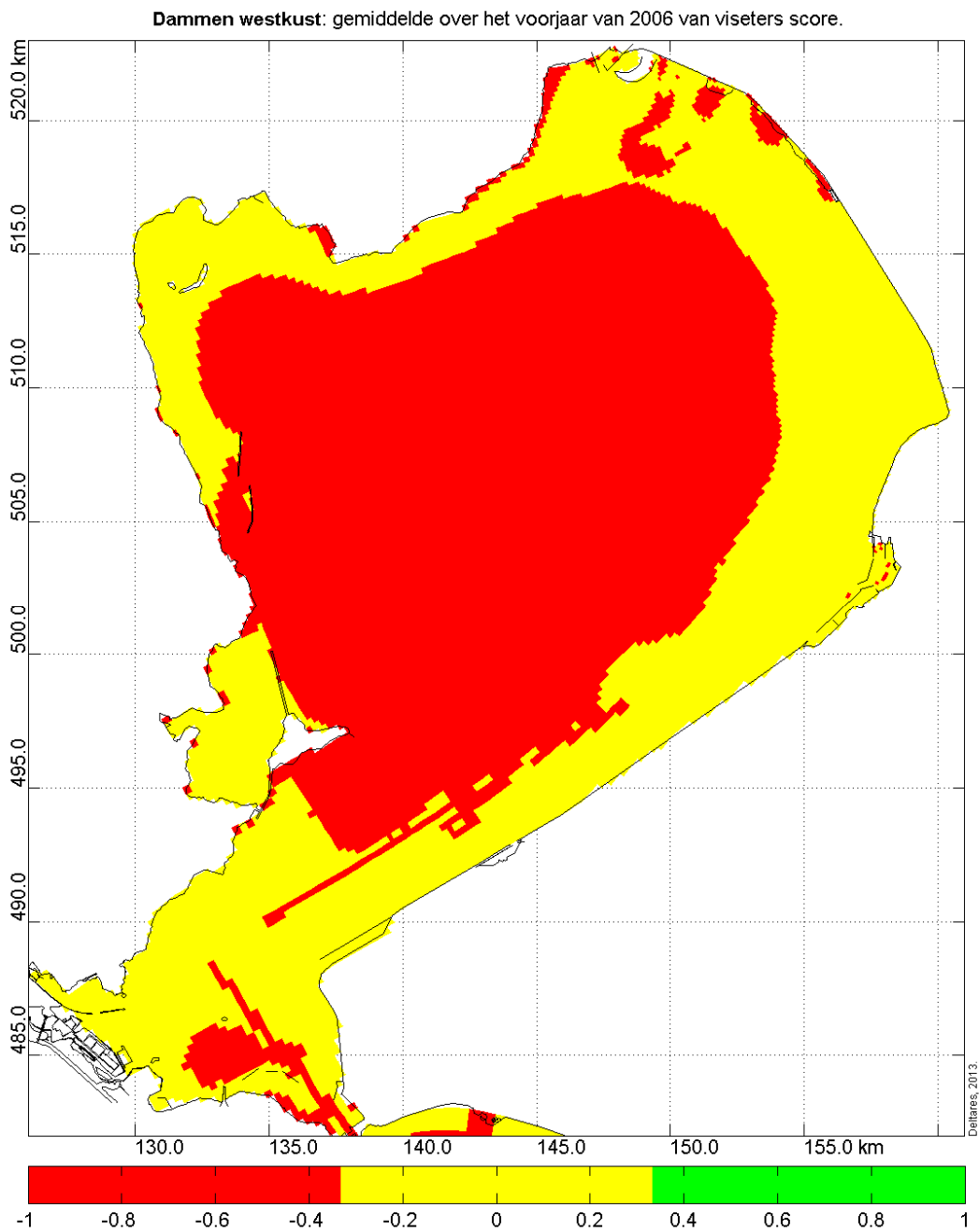


Figuur C.8 Dammen West: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

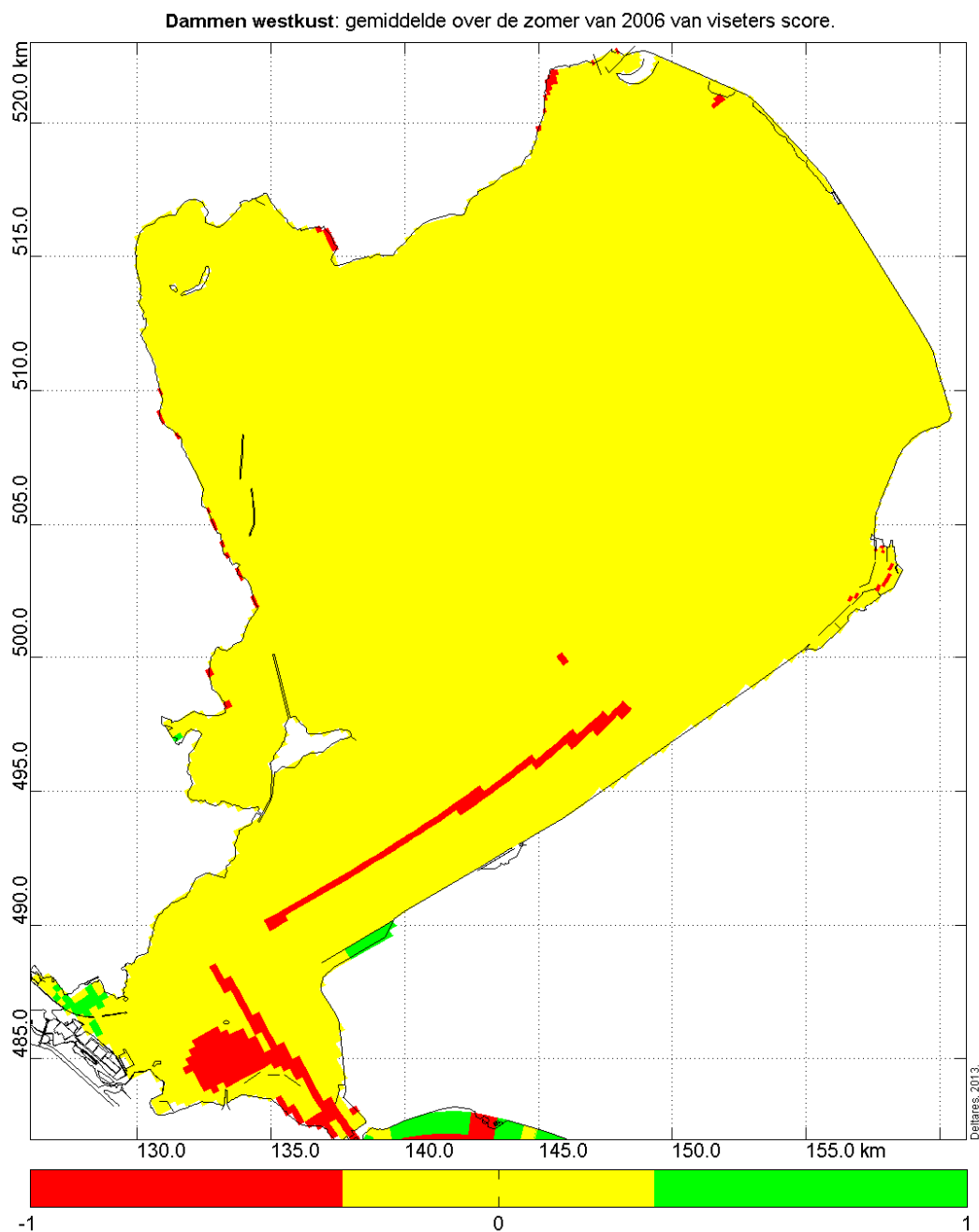


Figuur C.9 Dammen West: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].

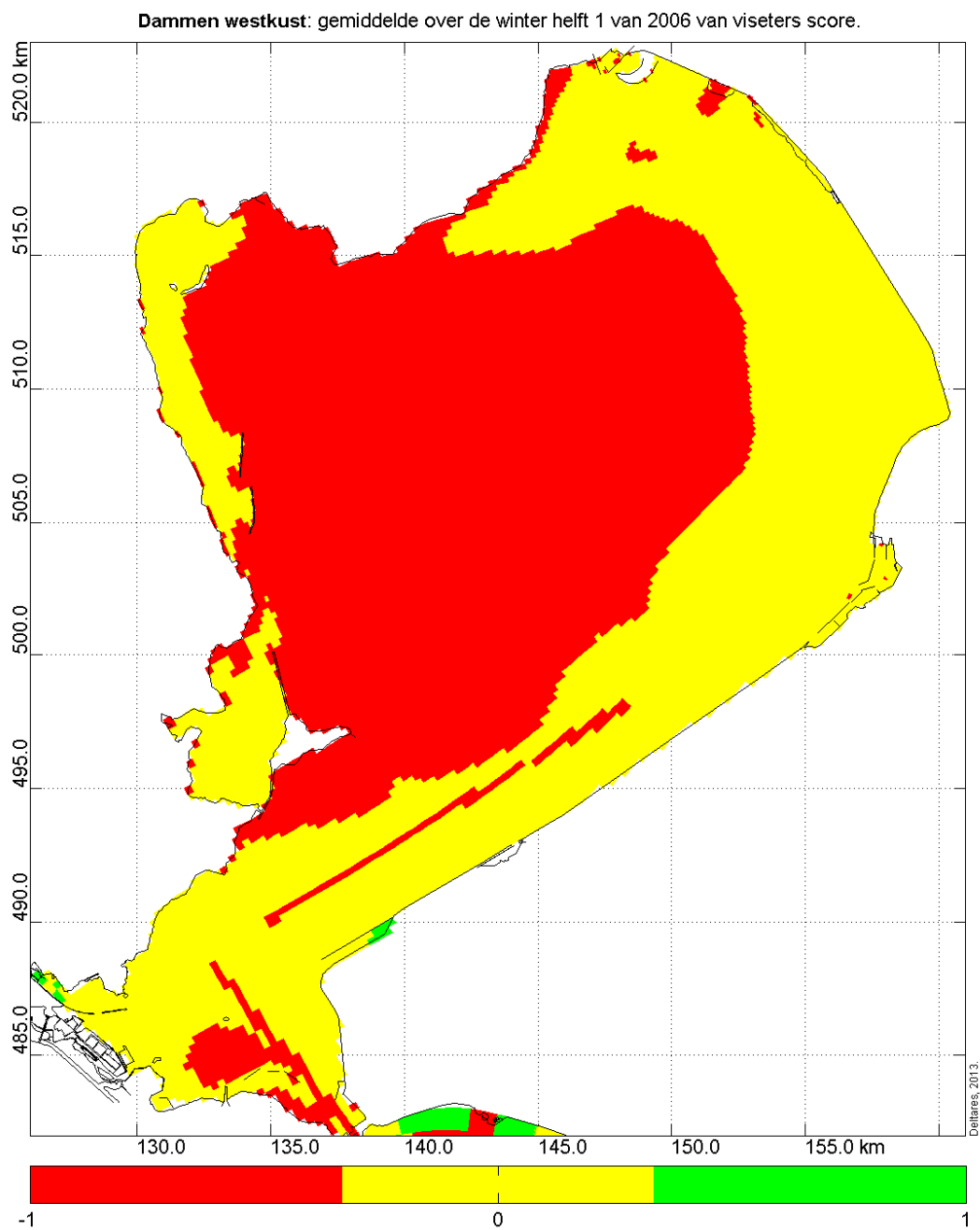


Figuur C.10 Dammen West: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

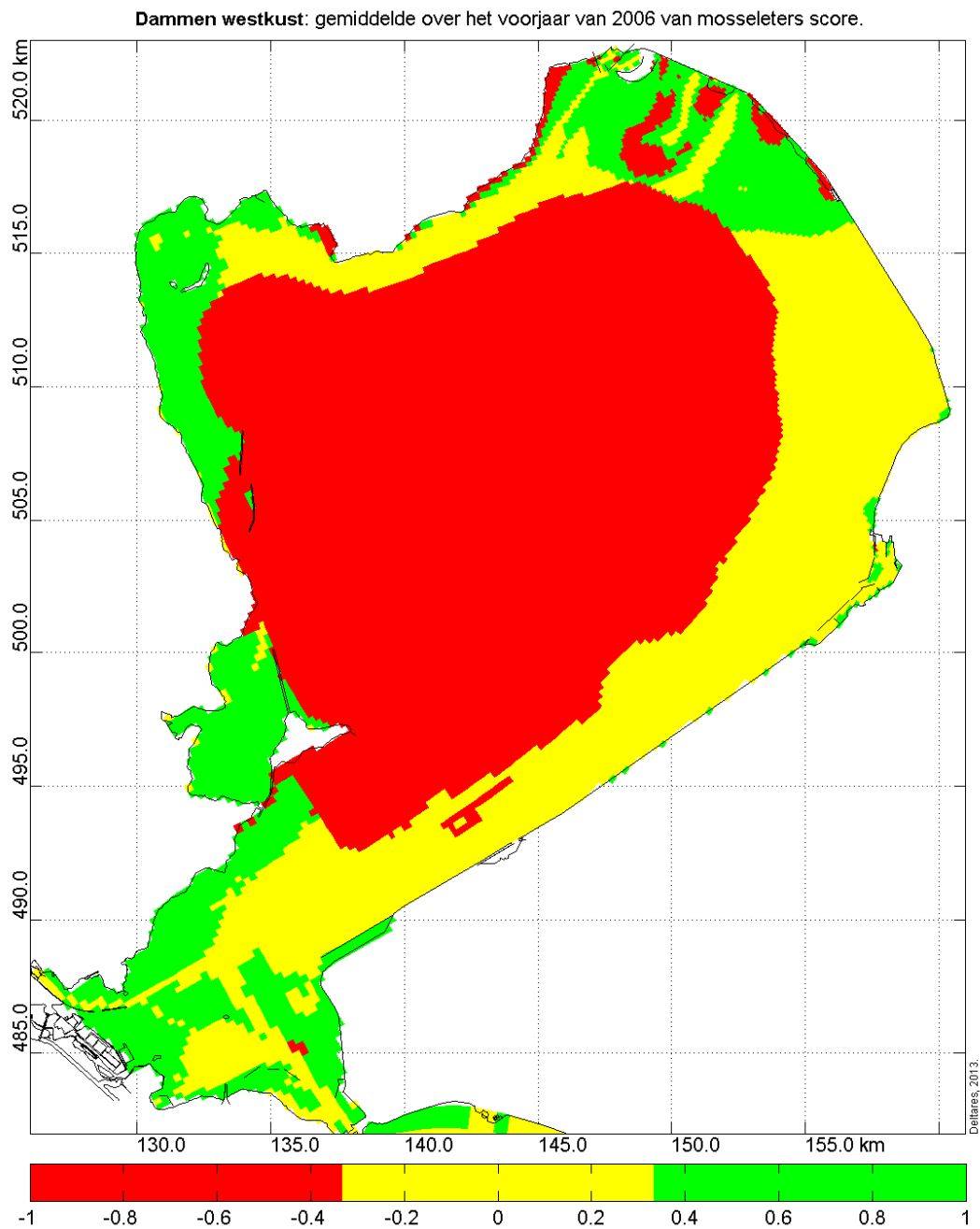
1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept



Figuur C.11 Dammen West: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

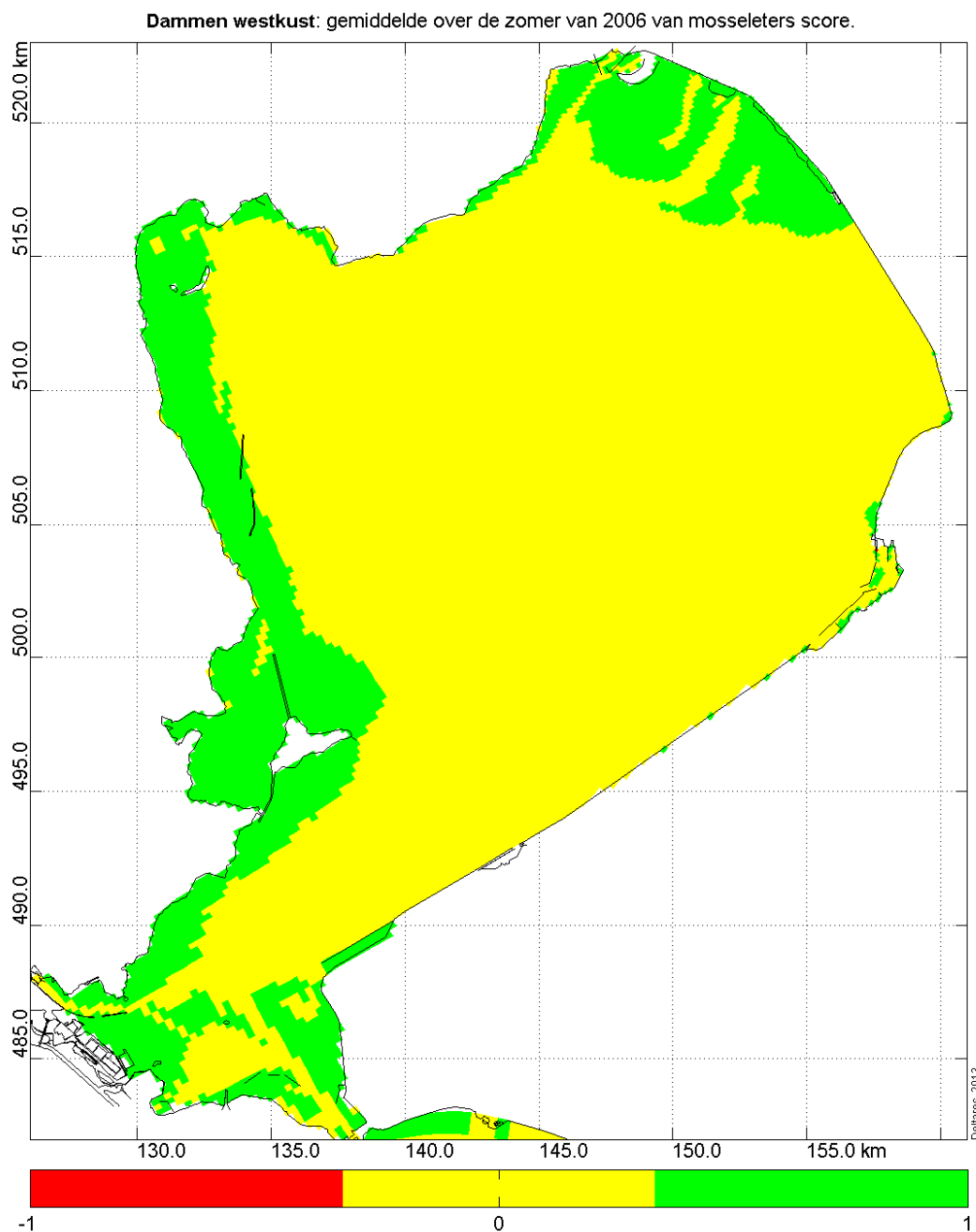


Figuur C.12 Dammen West: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

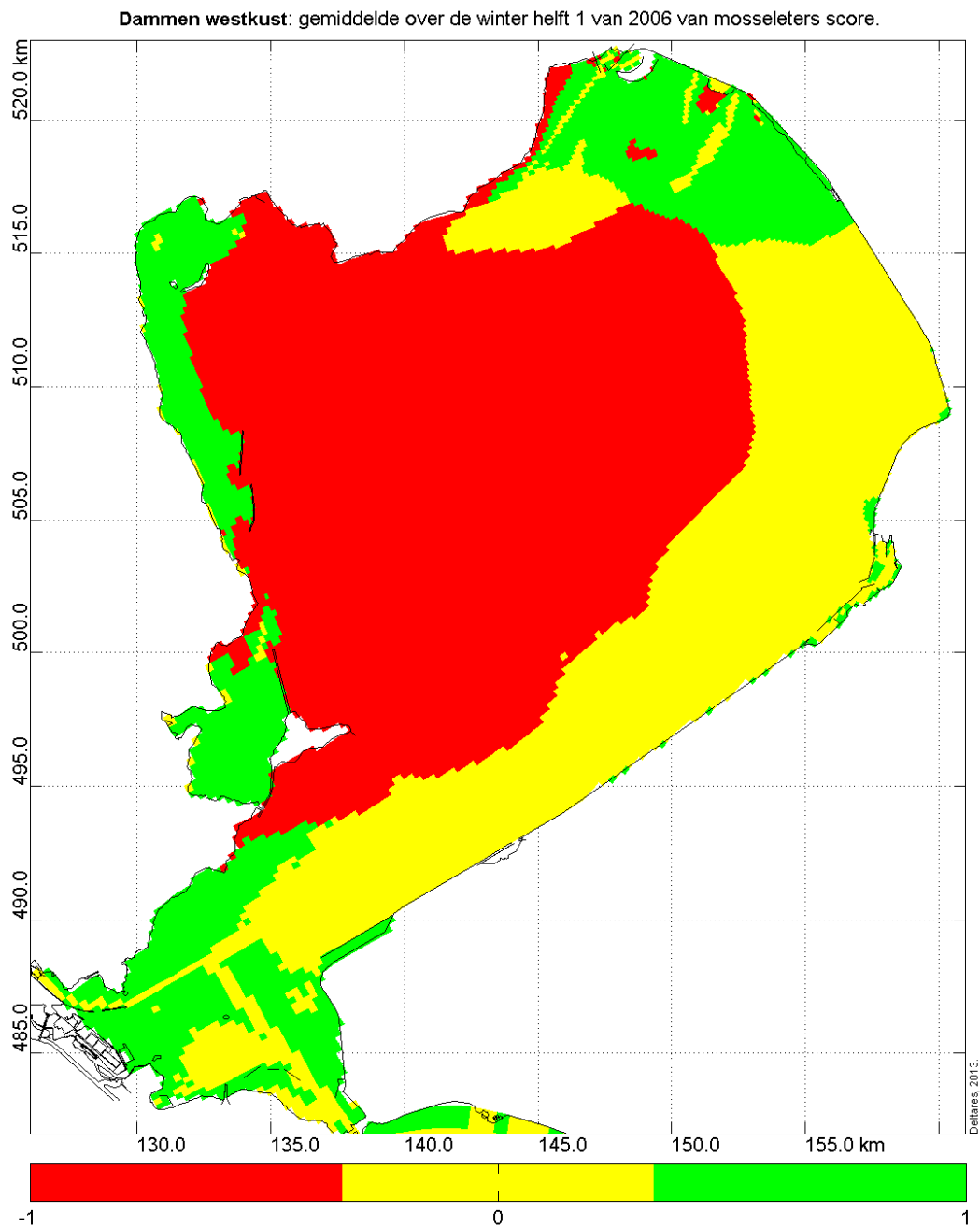


Figuur C.14 Dammen West: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

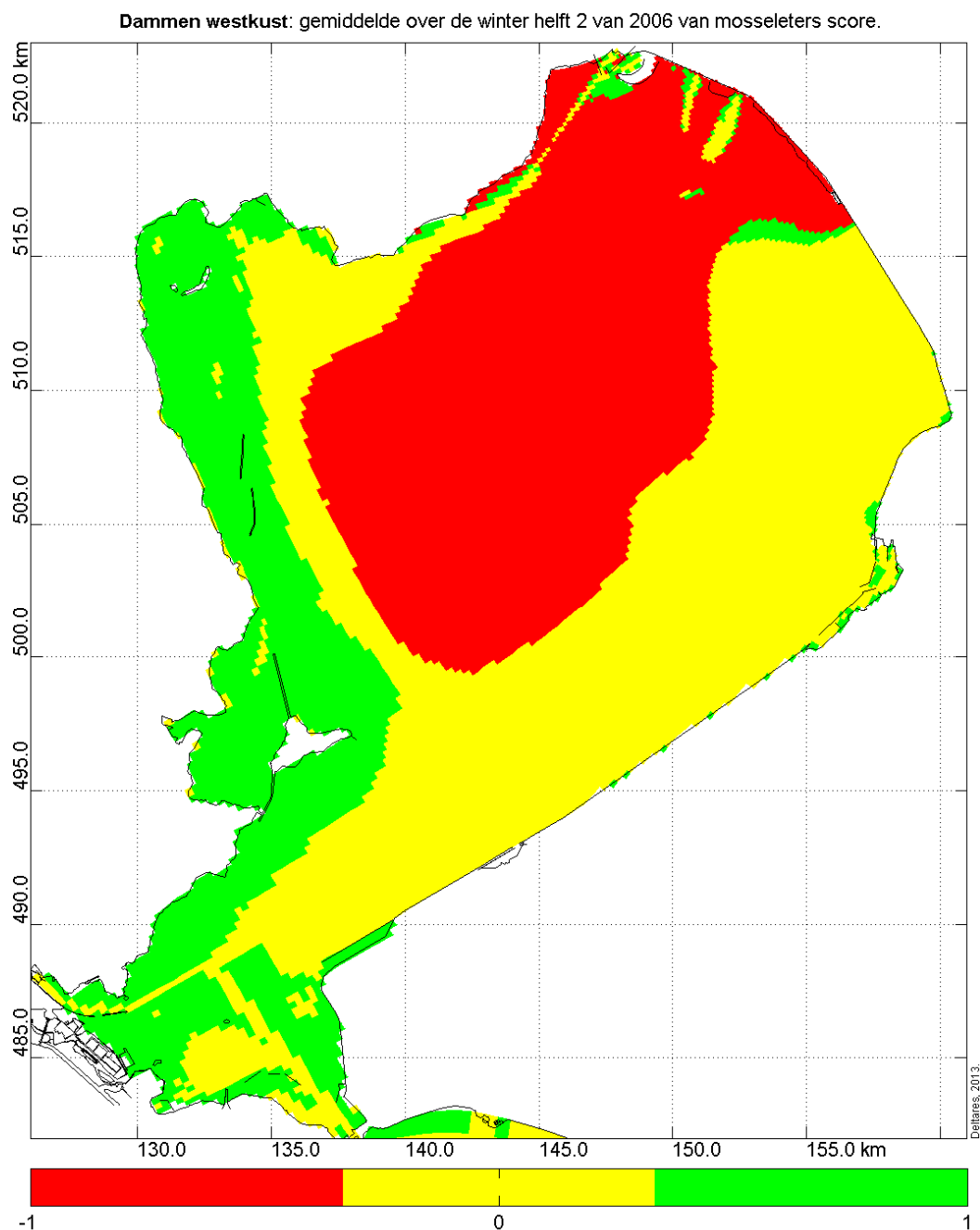


Figuur C.15 Dammen West: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



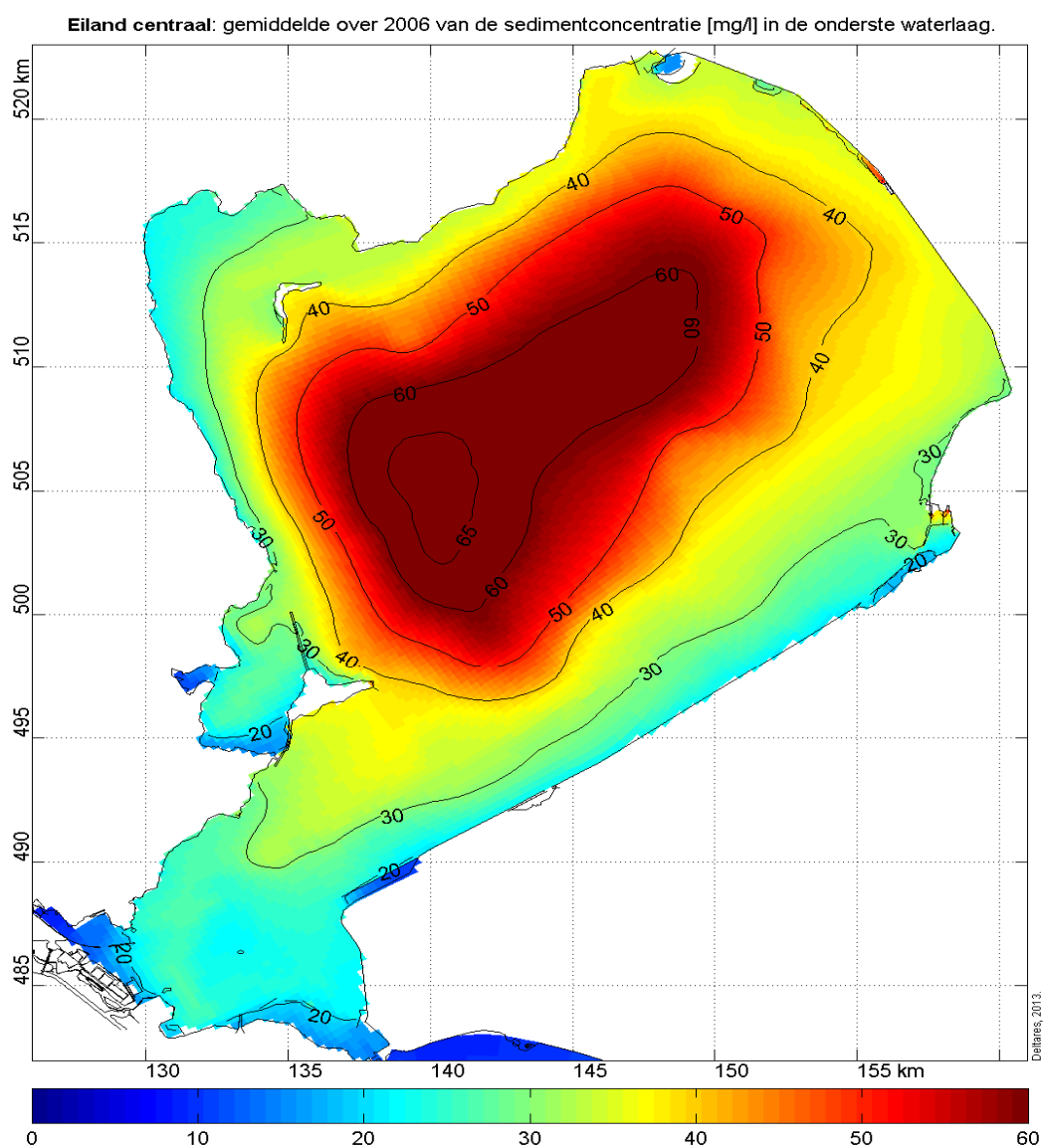
Figuur C.16 Dammen West: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

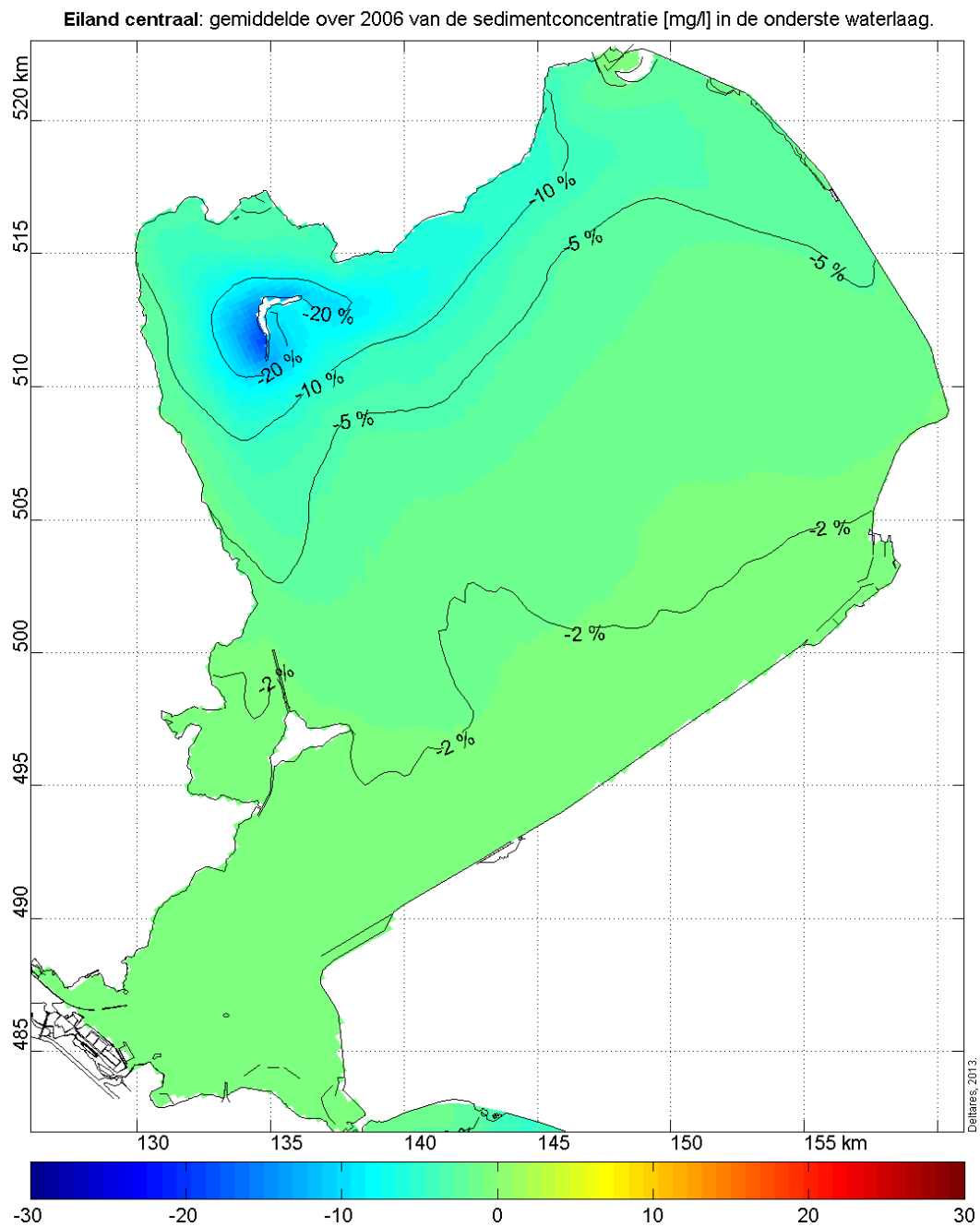


Figuur C.17 Dammen West: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

D Modelresultaten: Eiland Centraal

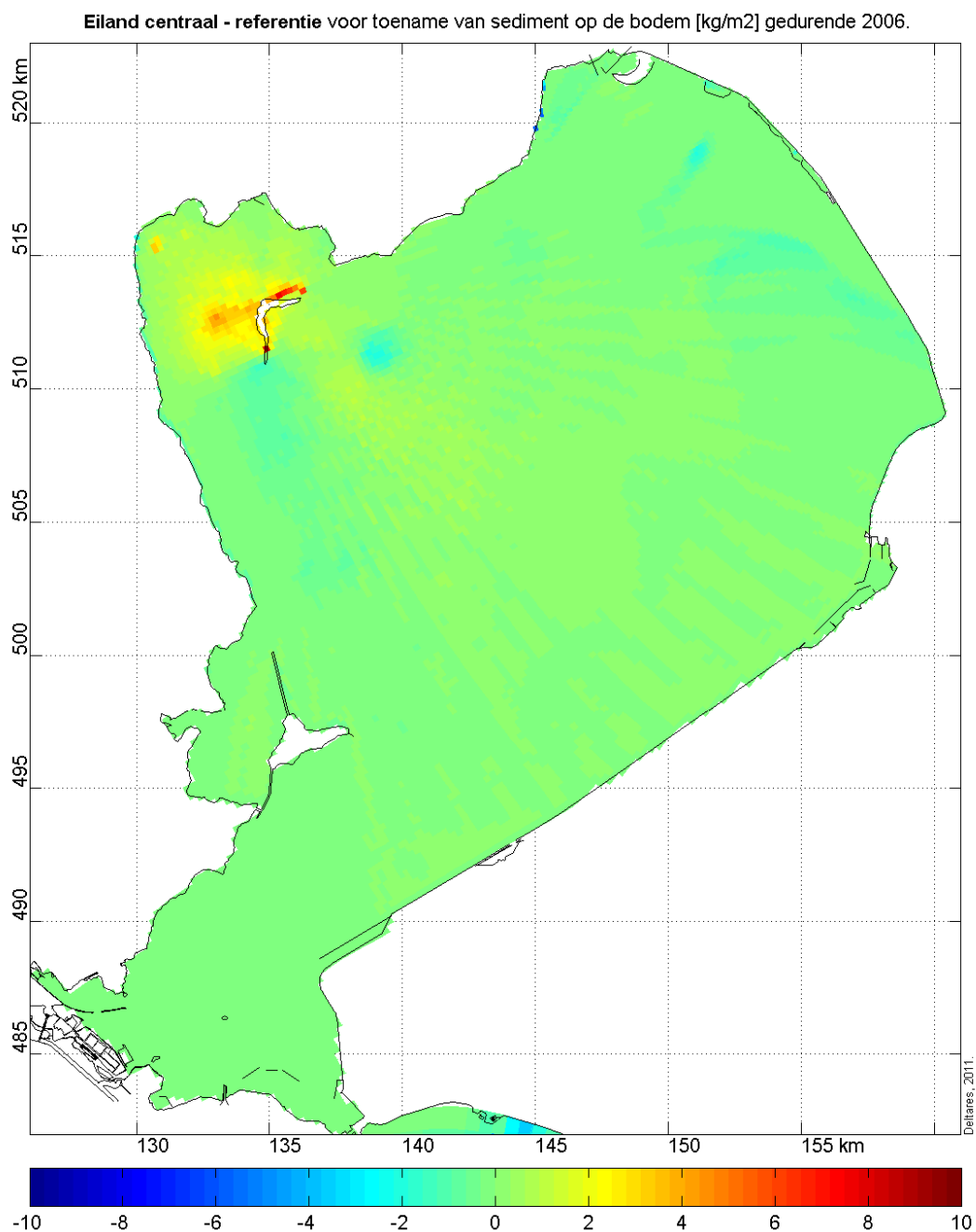


Figuur D.1 Eiland Centraal: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

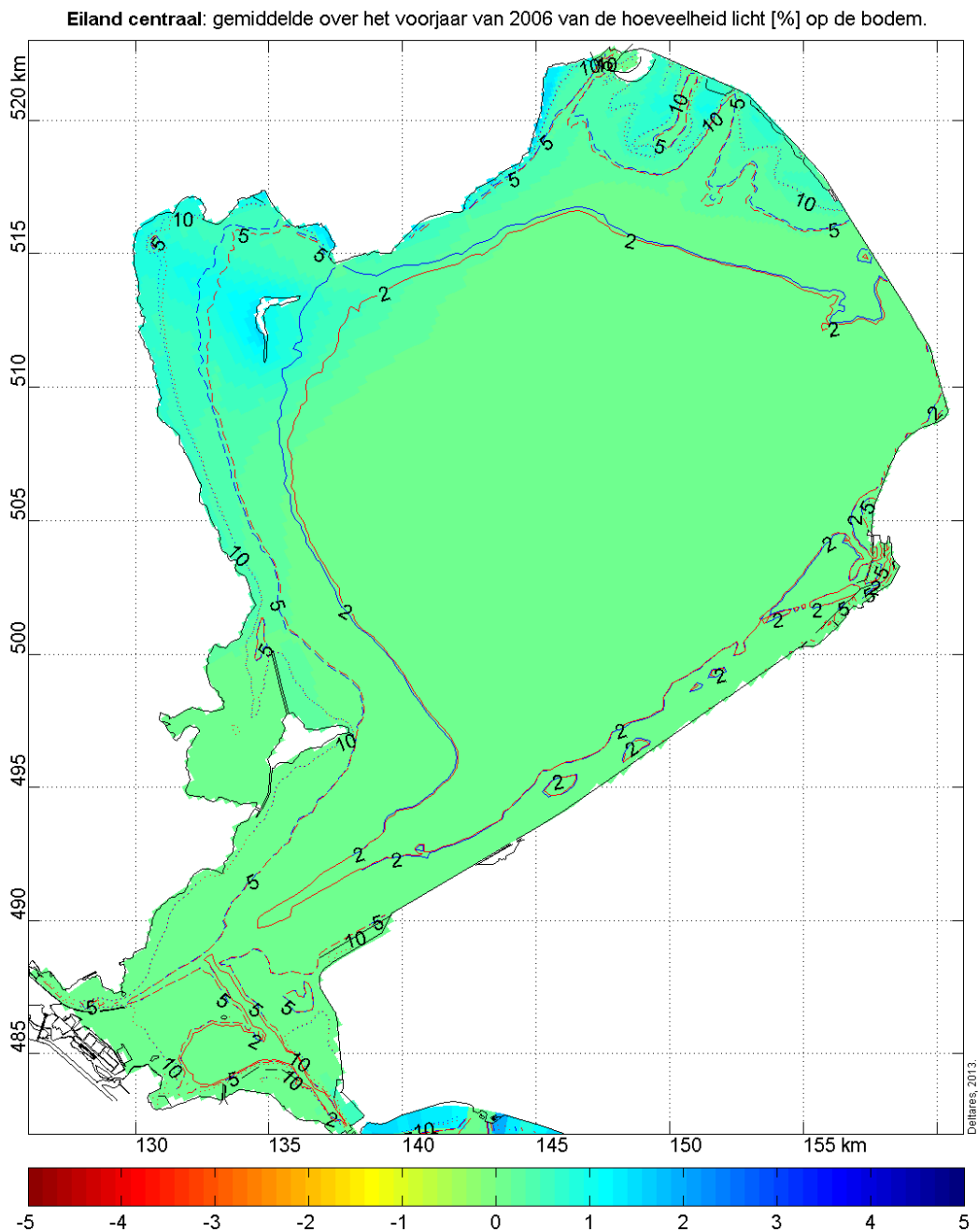


Figuur D.2 Eiland Centraal: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

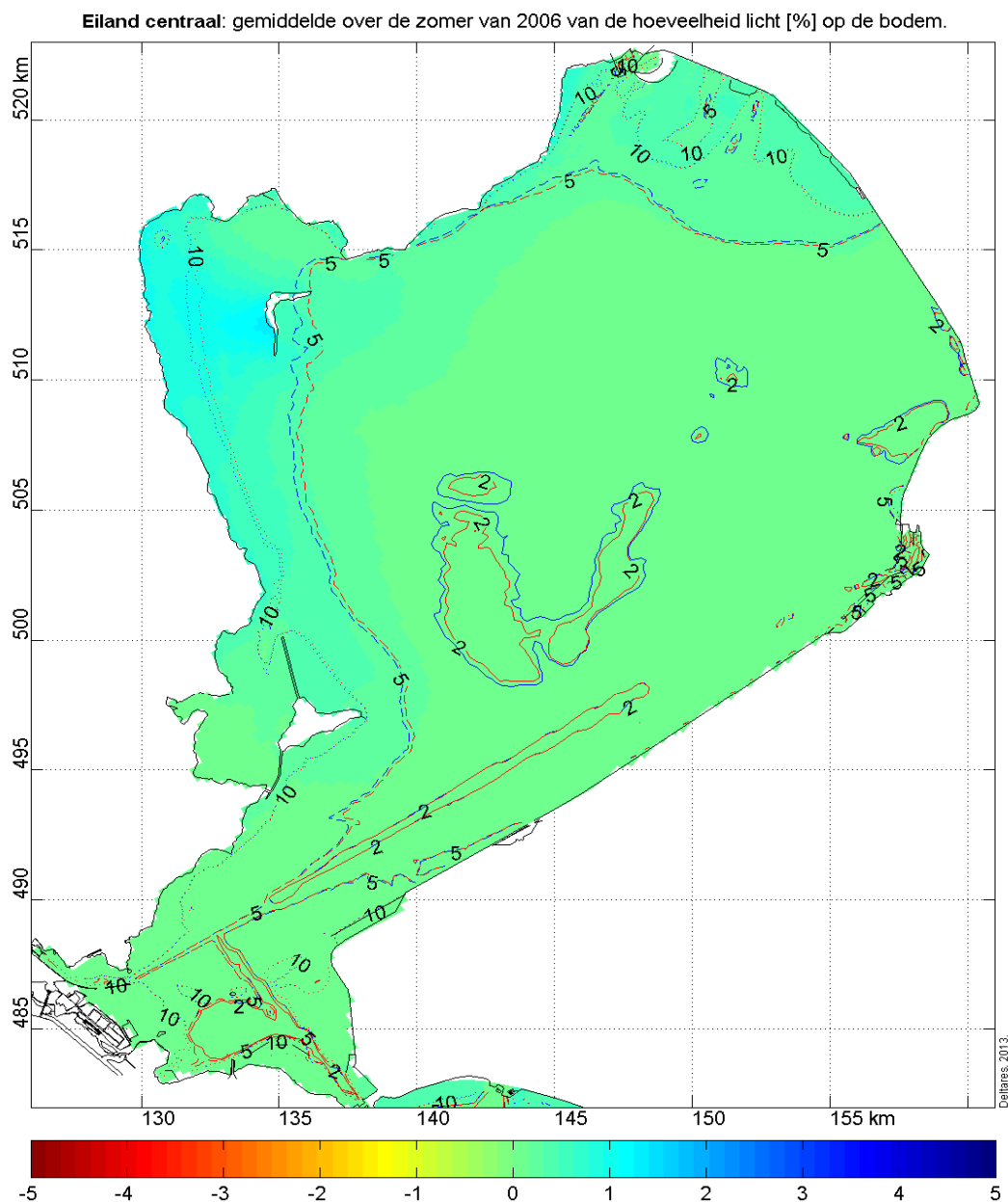


Figuur D.3 Verskil tussen Eiland Centraal en Referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.

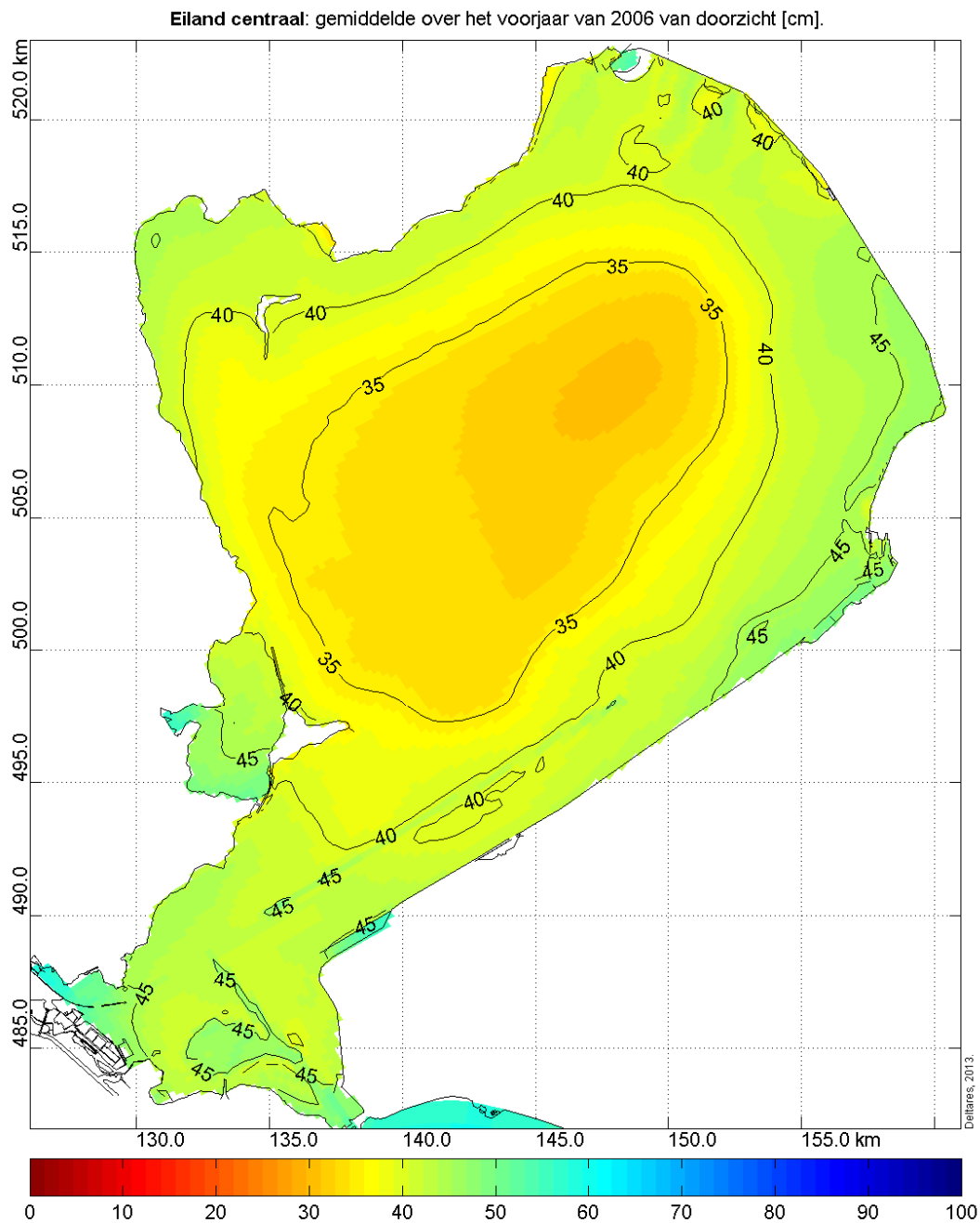


Figuur D.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor Eiland Centraal (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen Eiland Centraal en Referentie (kleurenkaart).

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

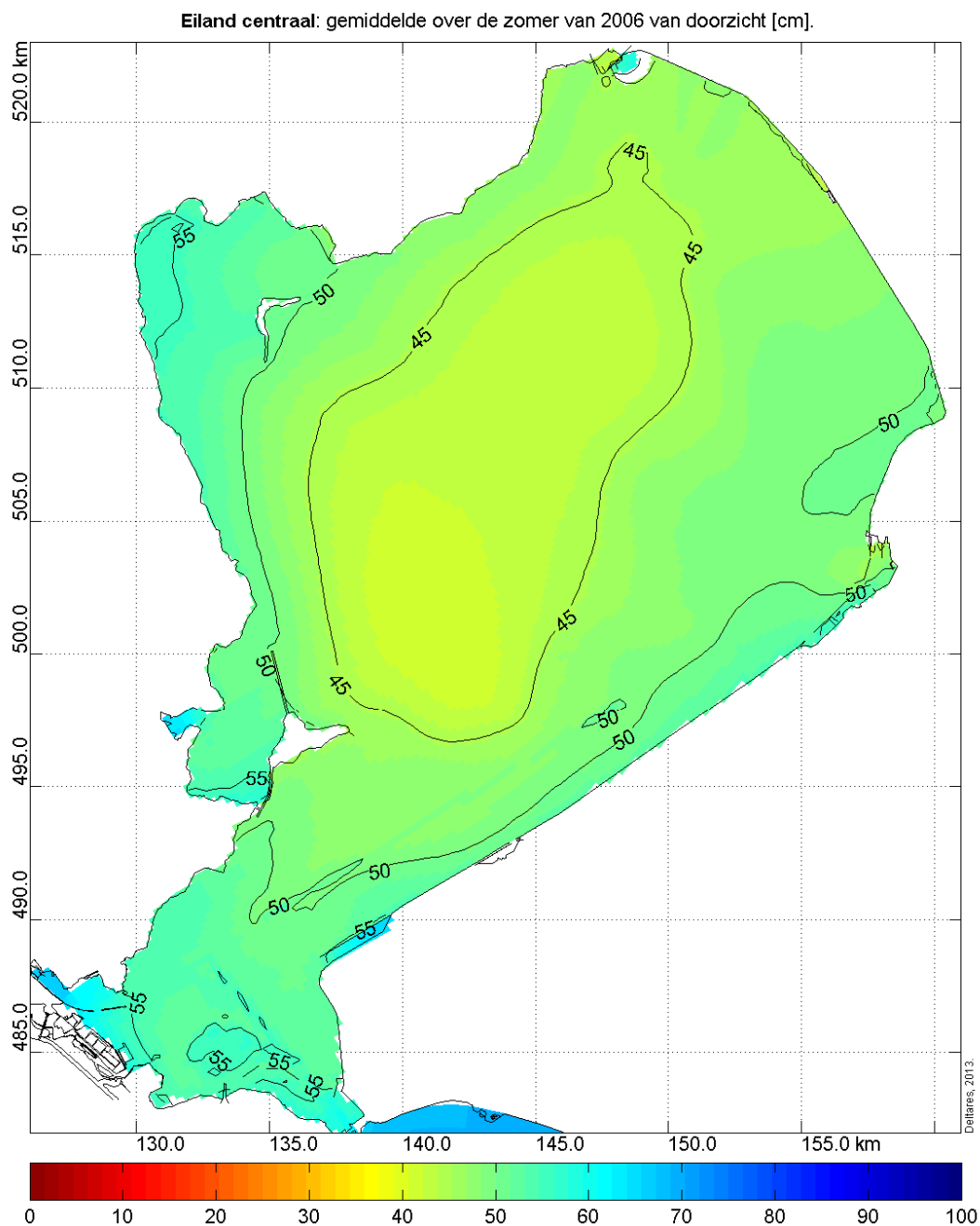


Figuur D.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor Eiland Centraal (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen Eiland Centraal en Referentie (kleurenkaart).

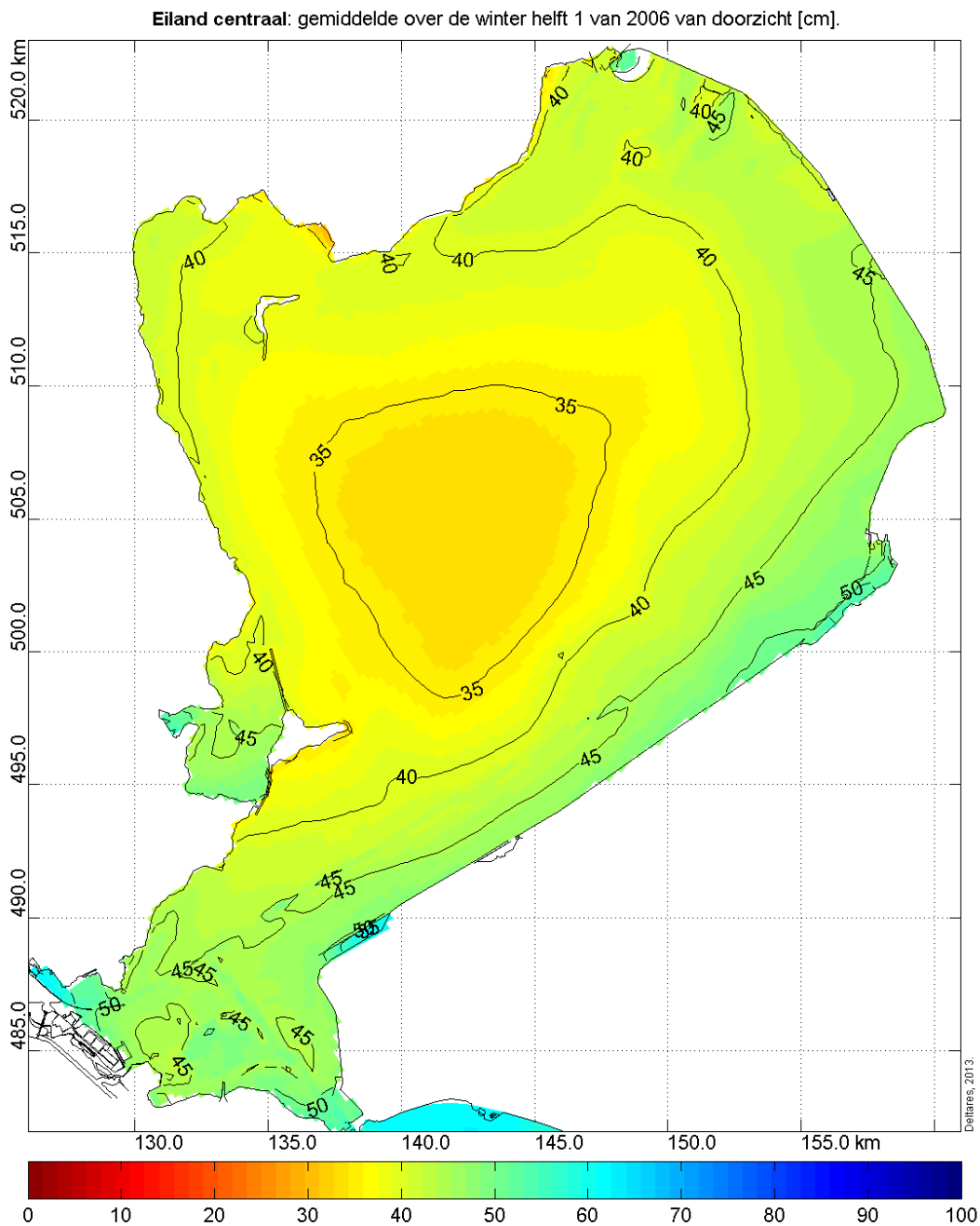


Figuur D.6 Eiland Centraal: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

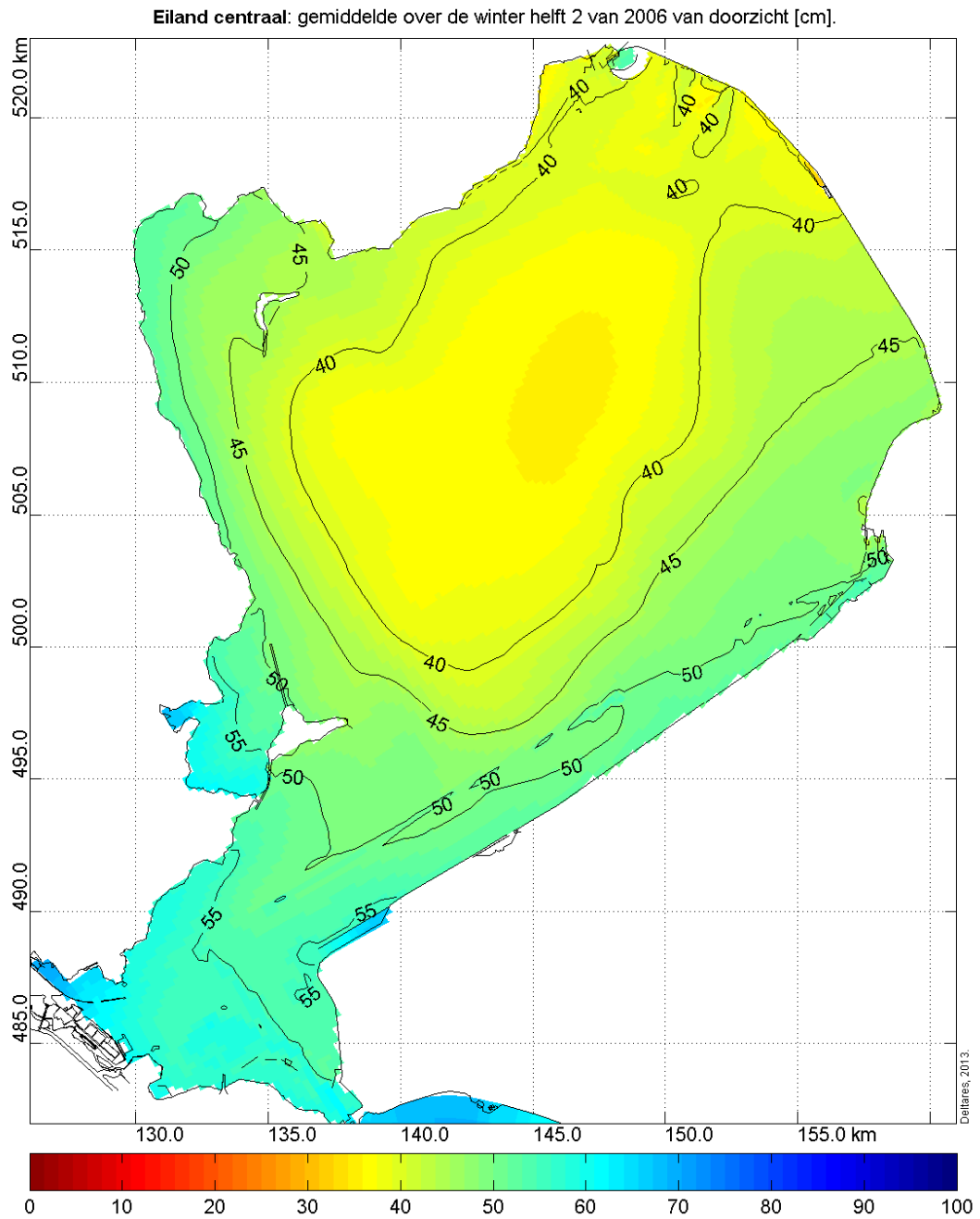


Figuur D.7 Eiland Centraal: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

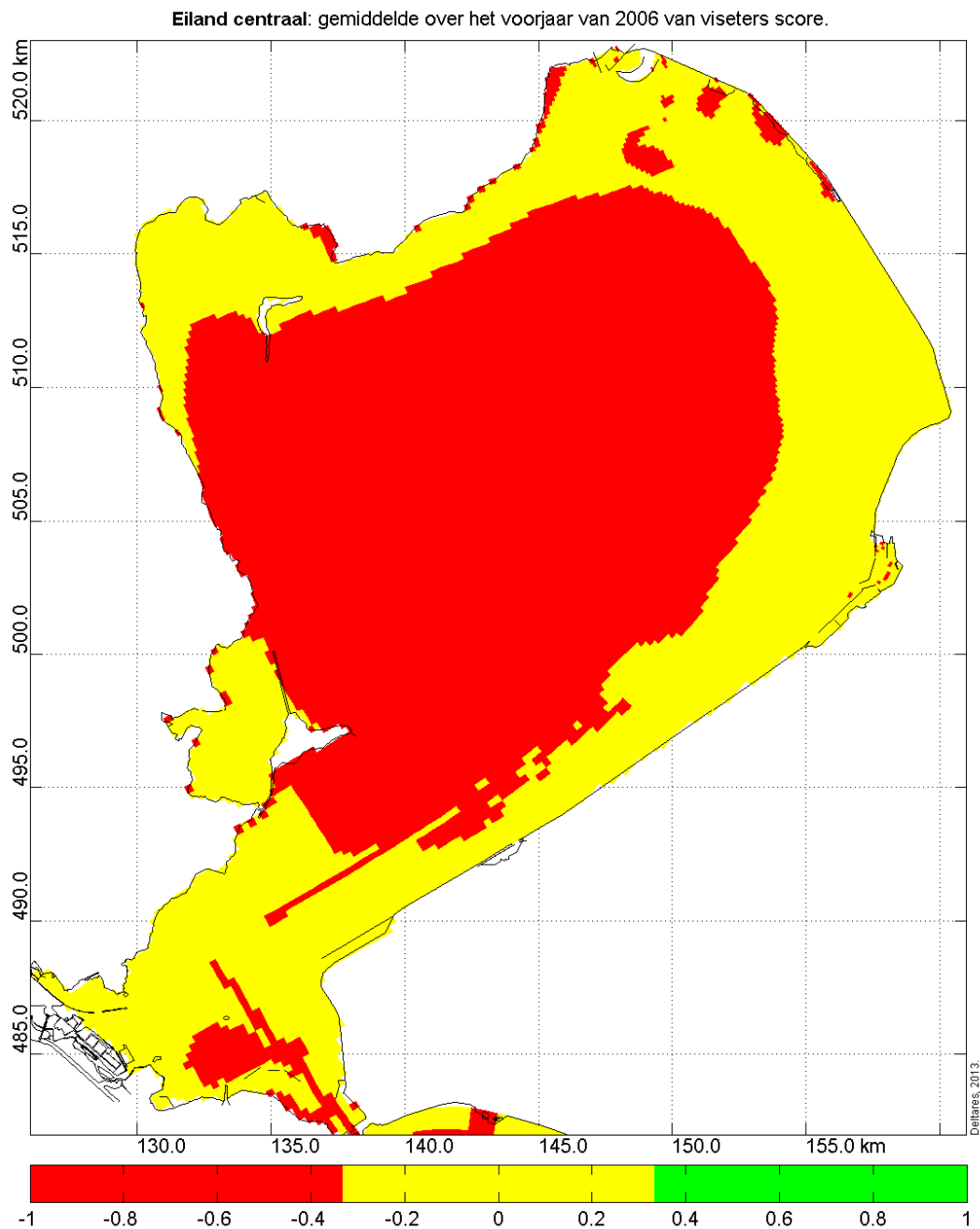


Figuur D.8 Eiland Centraal: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

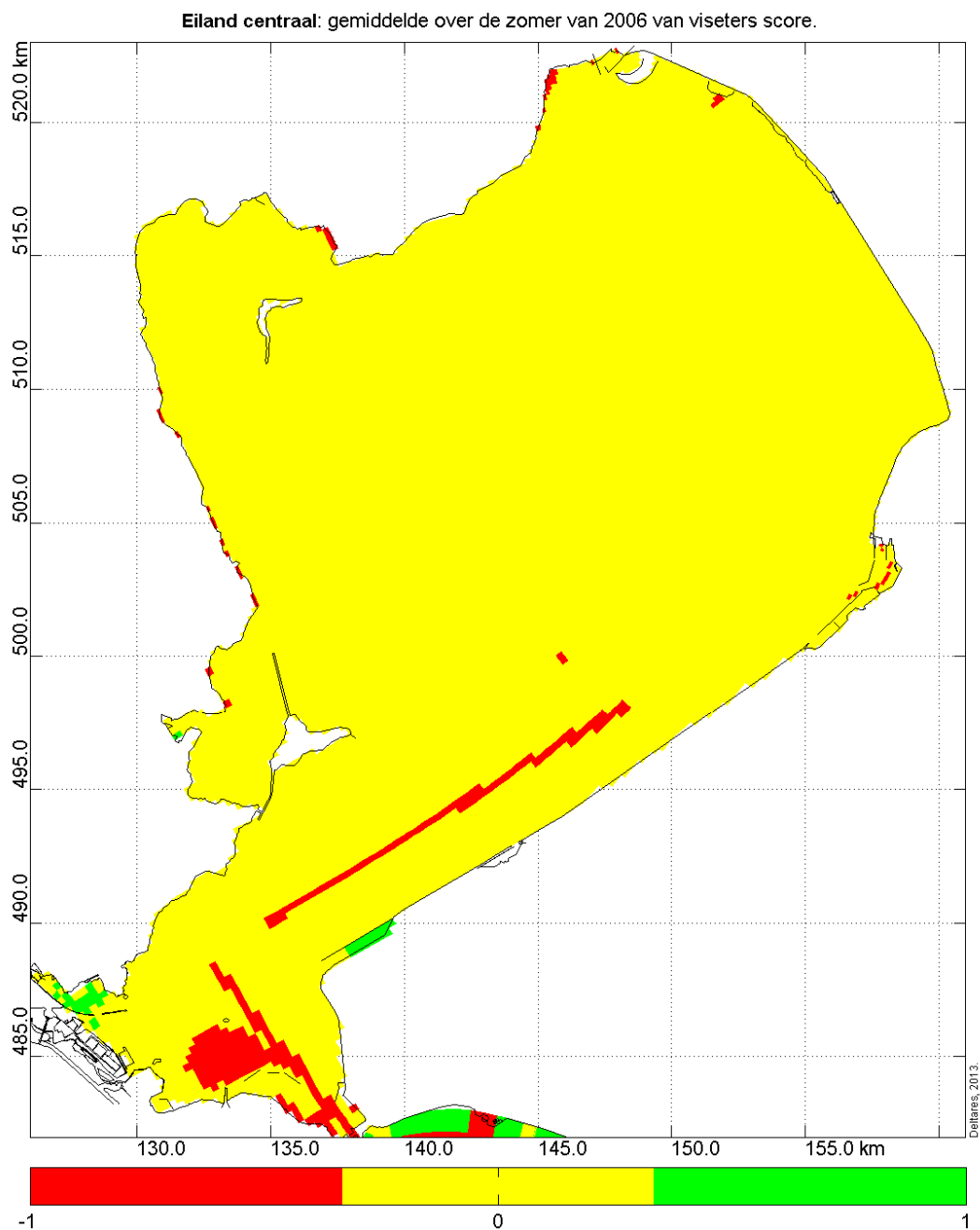


Figuur D.9 Eiland Centraal: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].

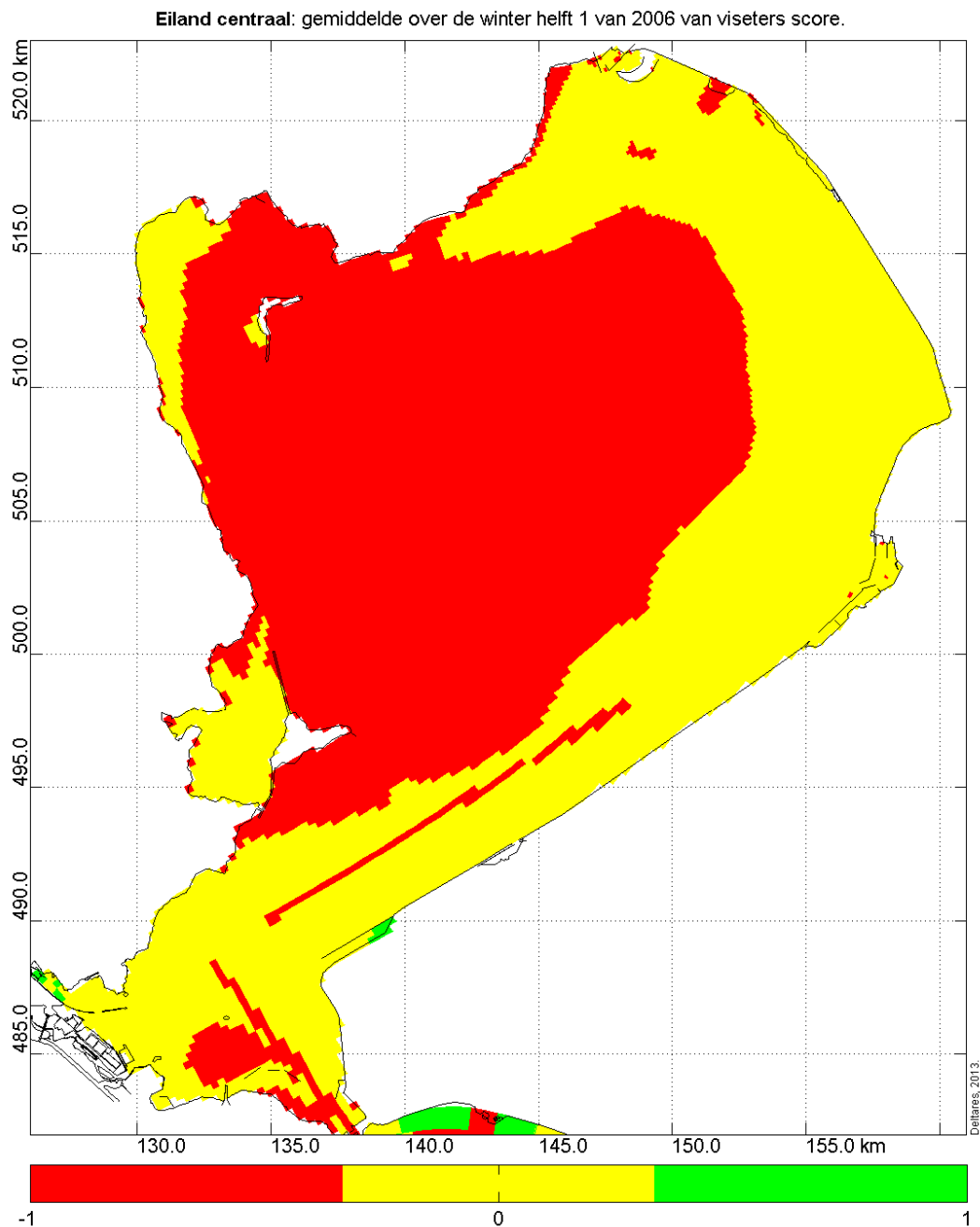


Figuur D.10 Eiland Centraal: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

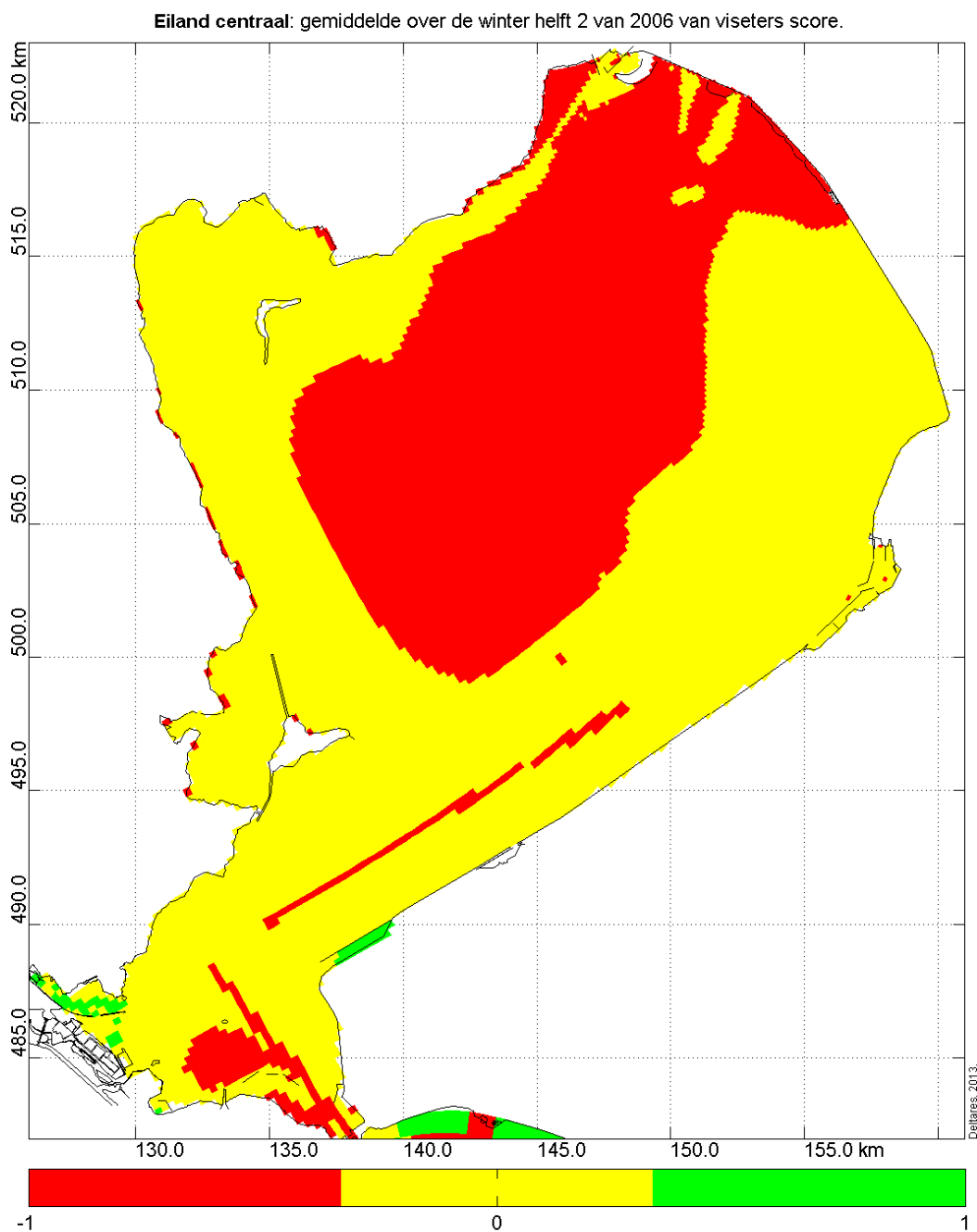


Figuur D.11 Eiland Centraal: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

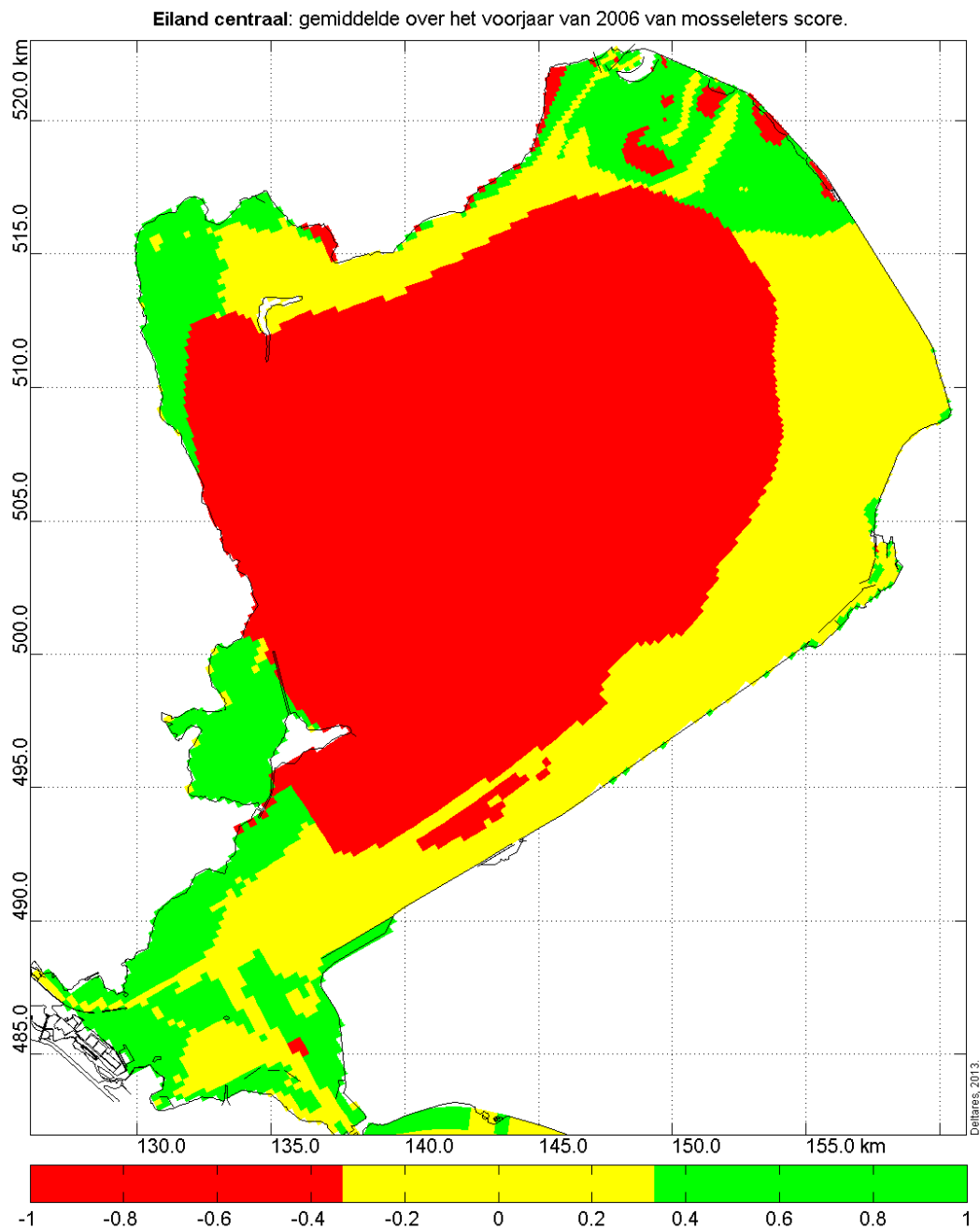


Figuur D.12 Eiland Centraal: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

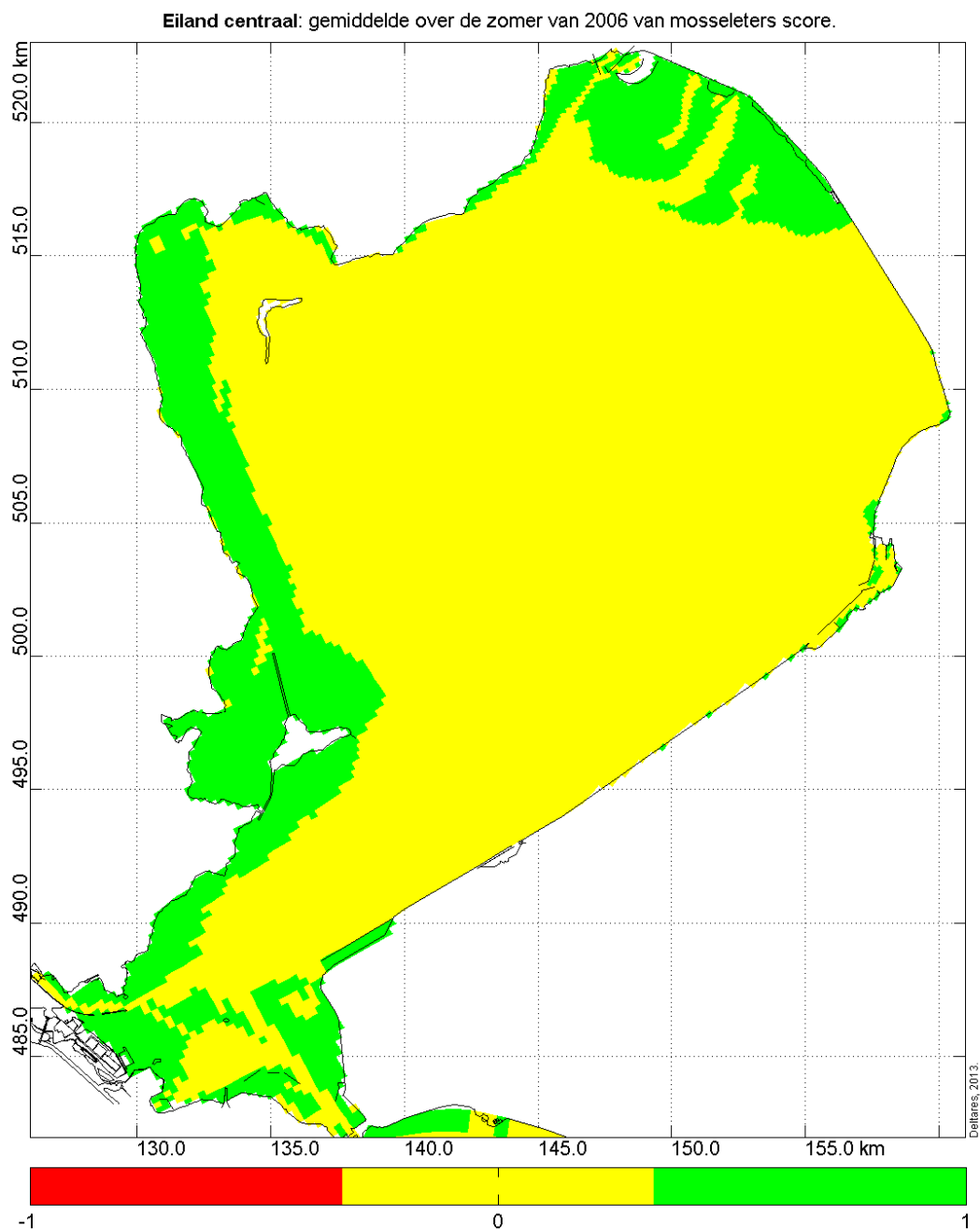


Figuur D.13 Eiland Centraal: gemiddelde over de winter einde 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

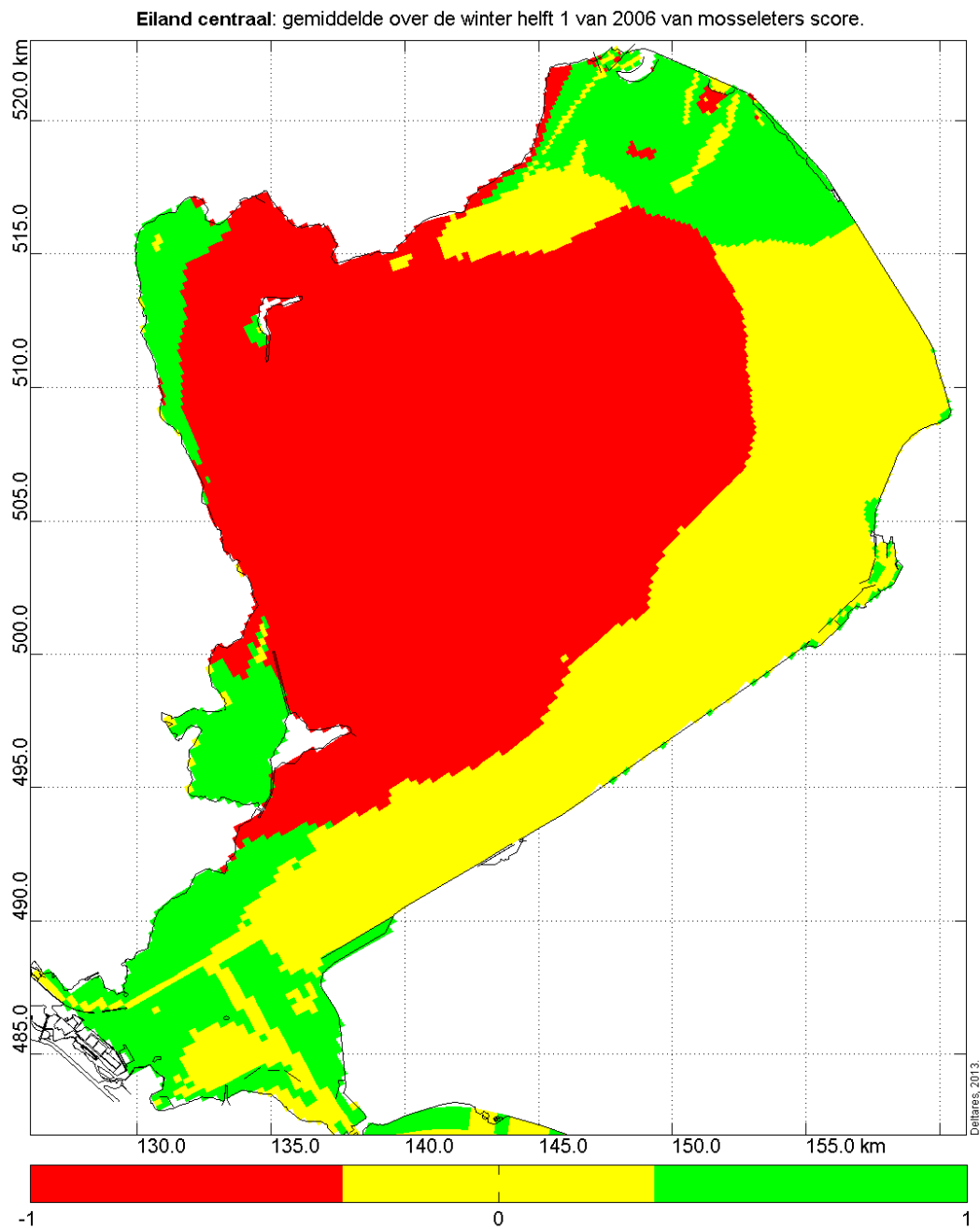


Figuur D.14 Eiland Centraal: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

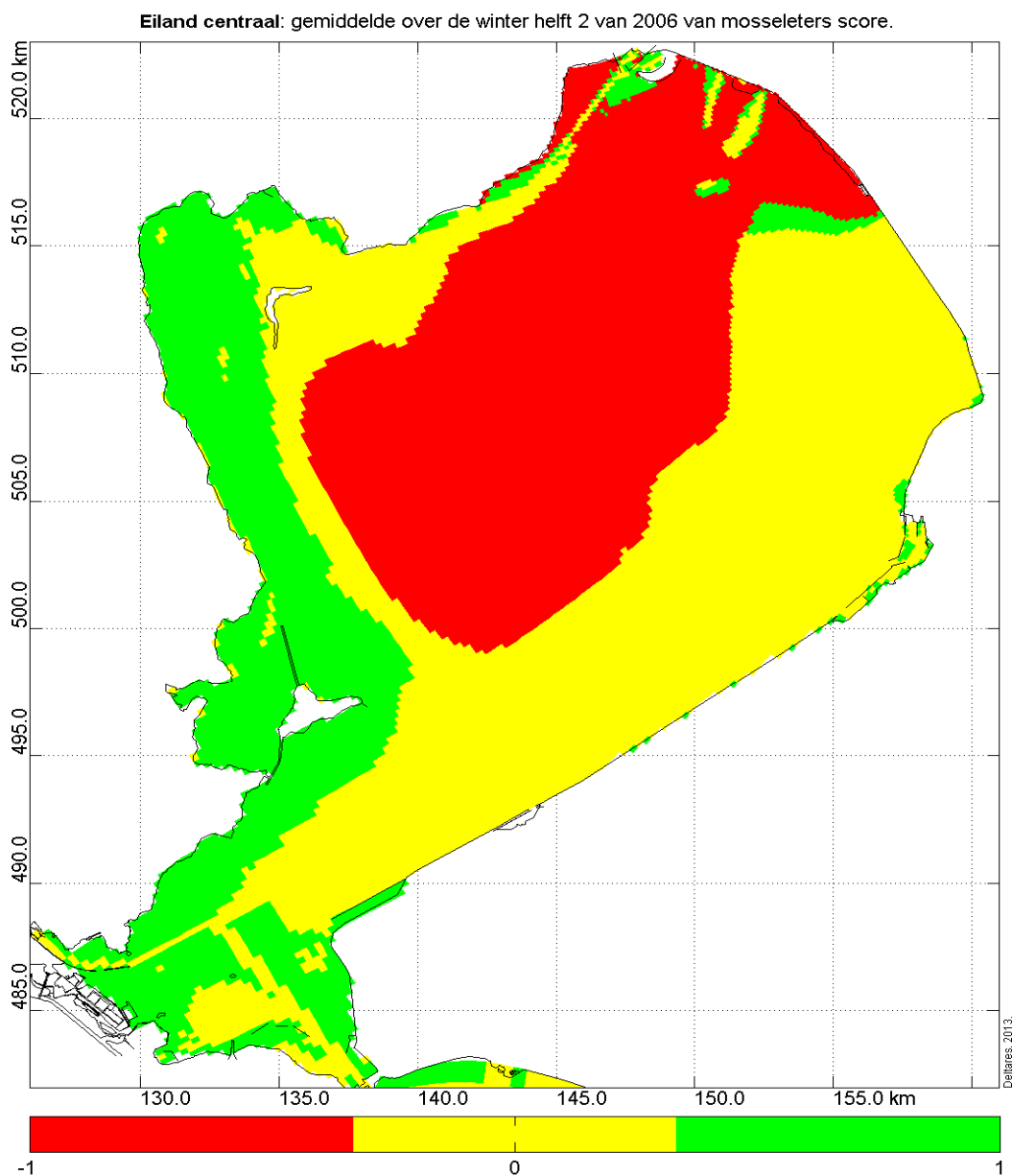


Figuur D.15 Eiland Centraal: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



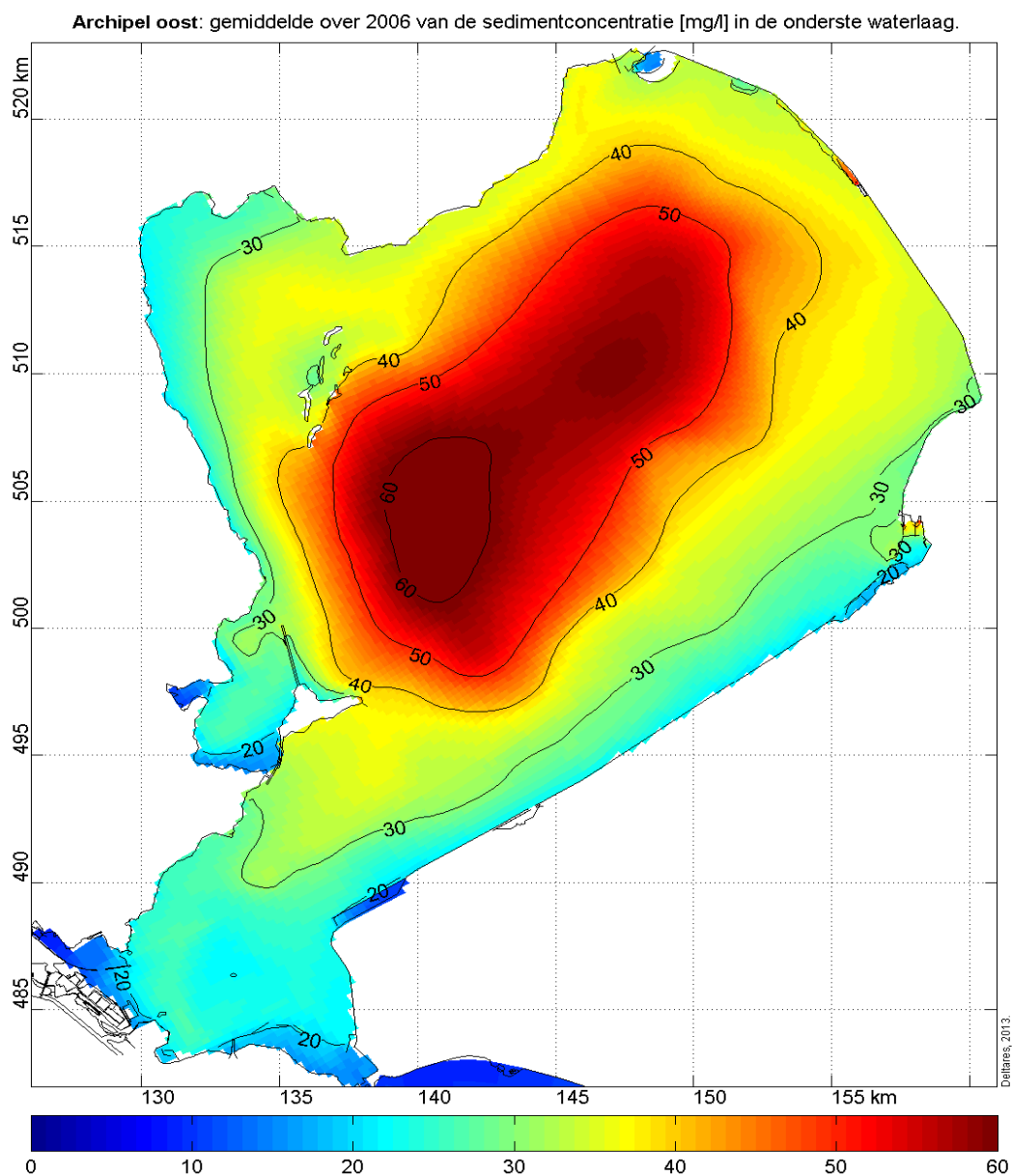
Figuur D.16 Eiland Centraal: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

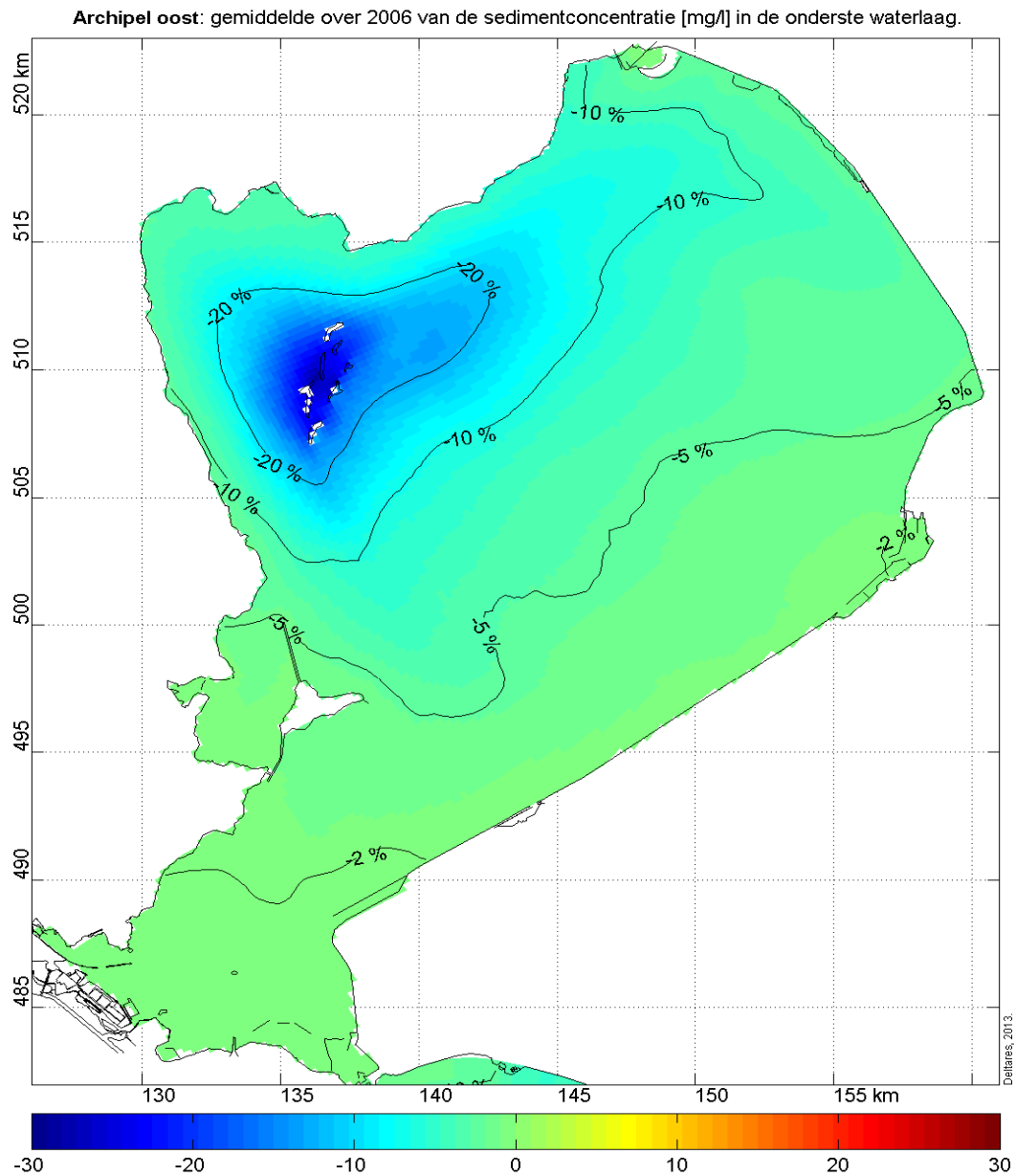


Figuur D.17 Eiland Centraal: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

E Modelresultaten: Archipel Oost

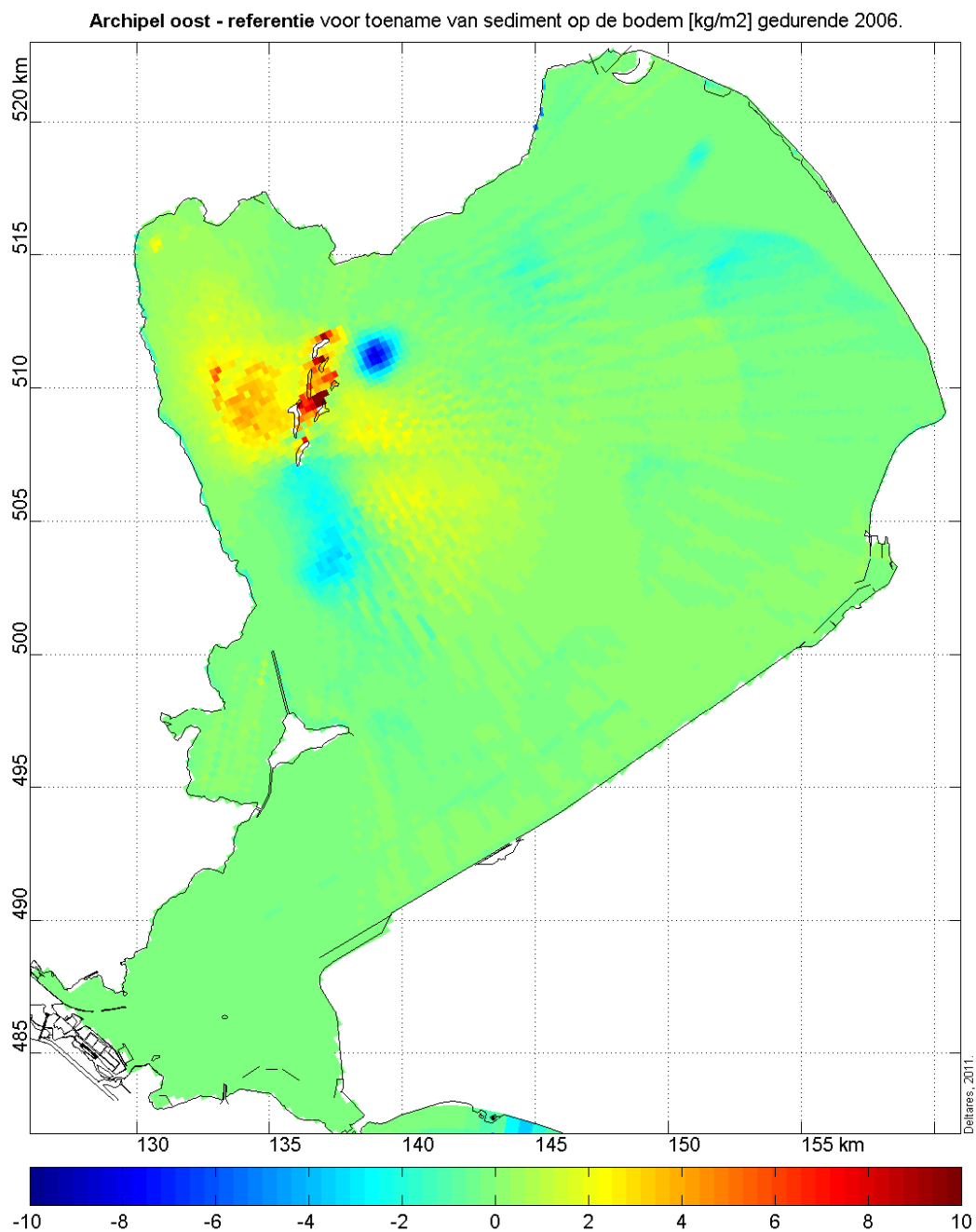


Figuur E.1 Archipel Oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

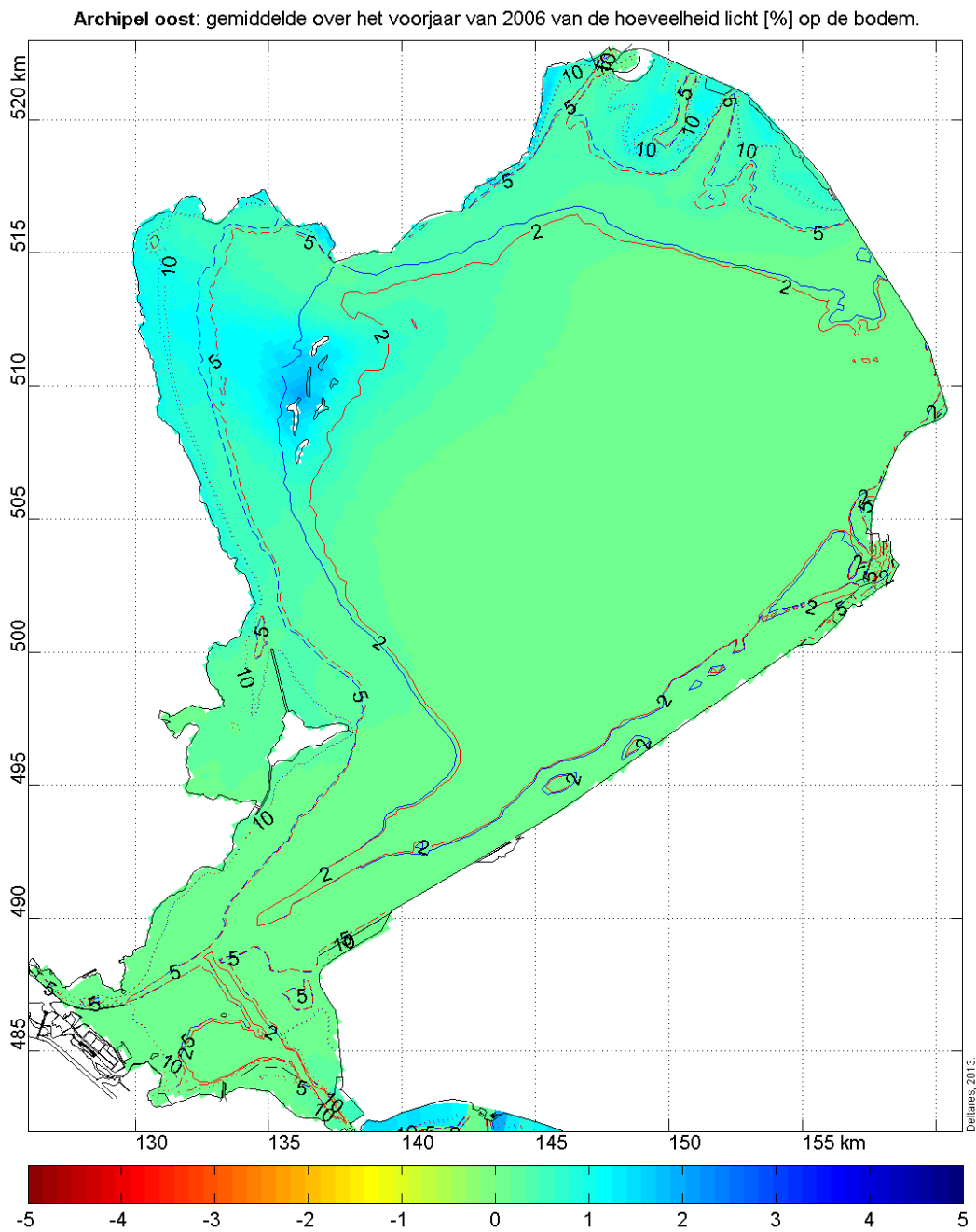


Figuur E.2 Archipel Oost: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

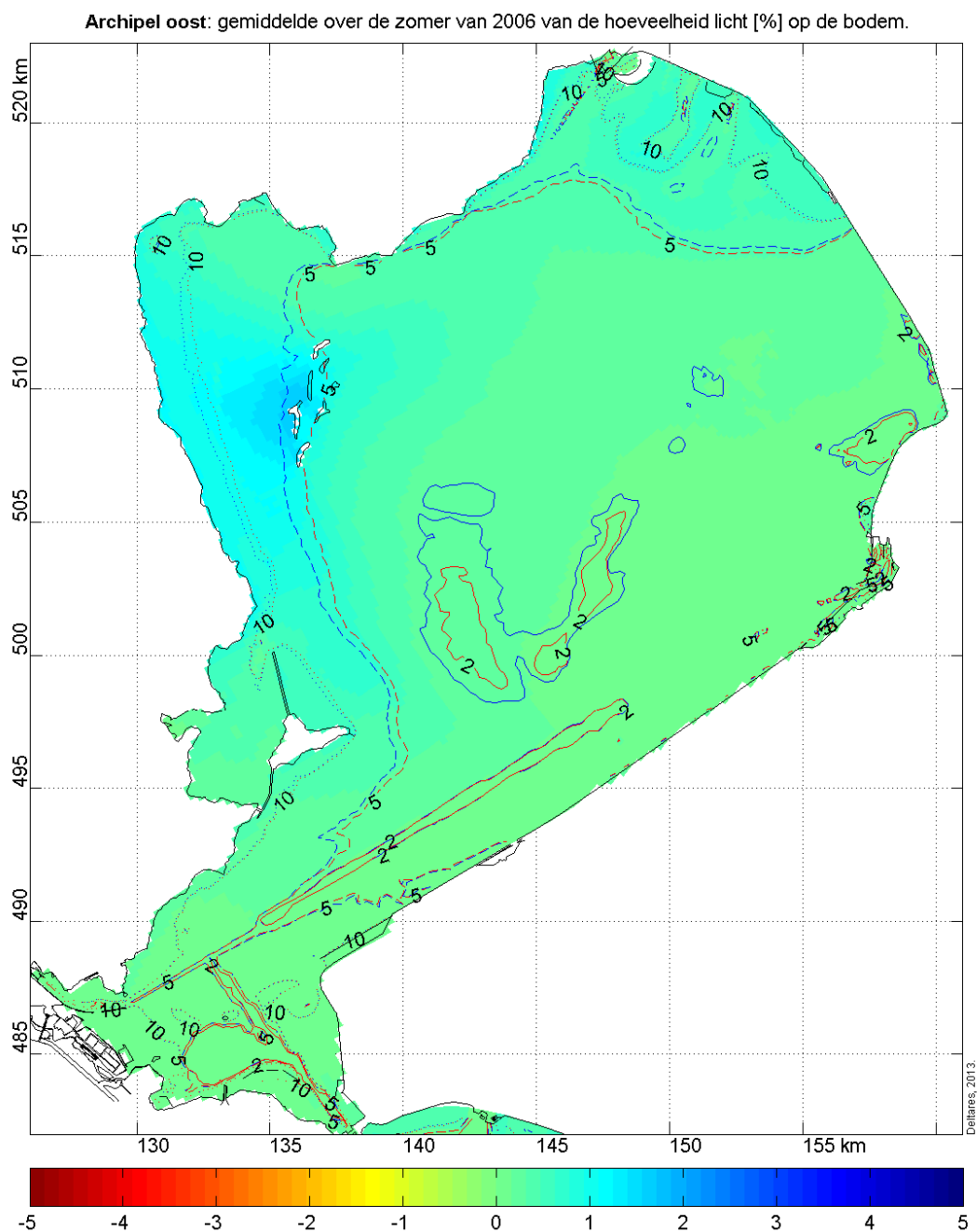


Figuur E.3 Verschil tussen Archipel Oost en Referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.

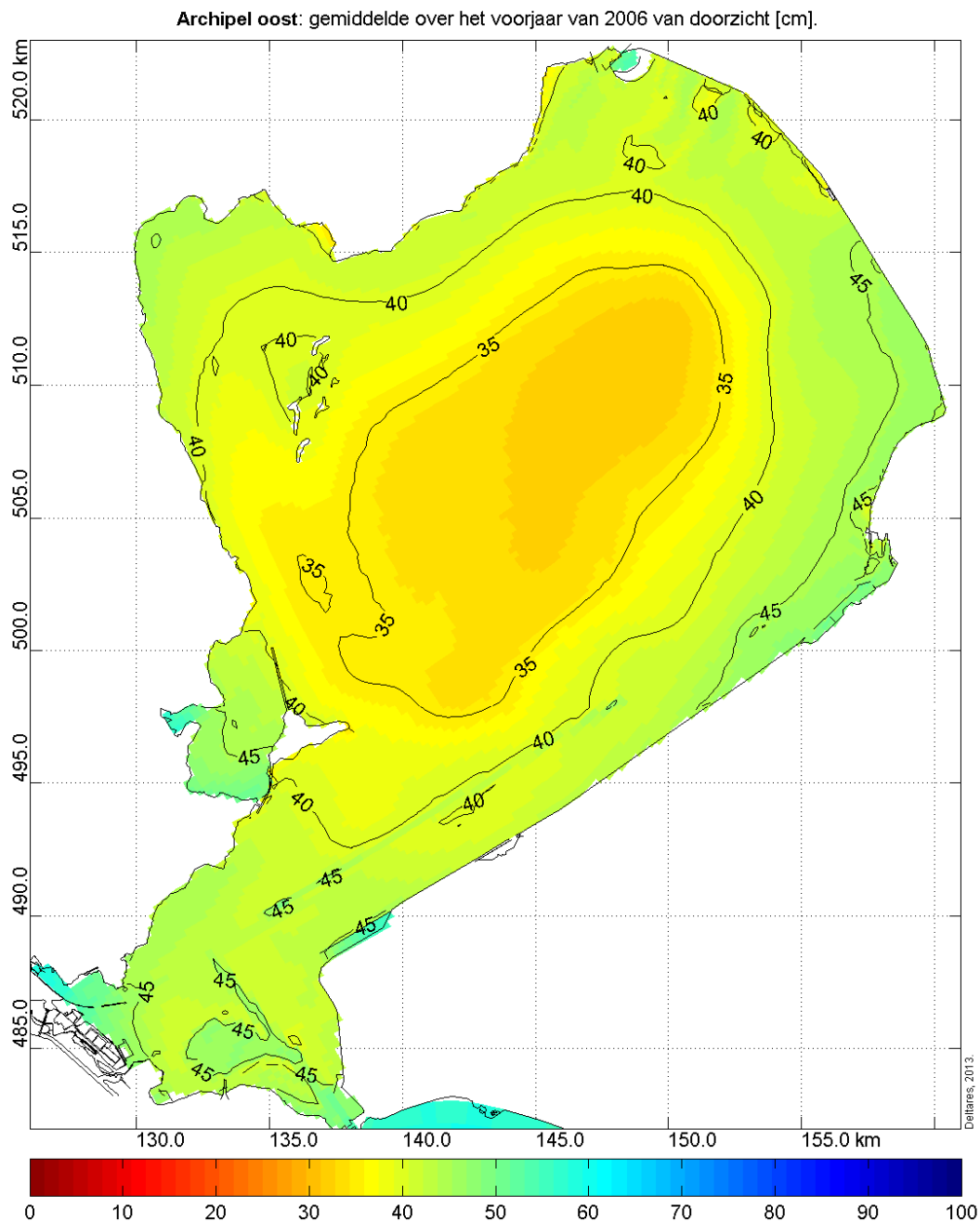


Figuur E.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor Archipel Oost (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen Archipel Oost en Referentie (kleurenkaart).

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

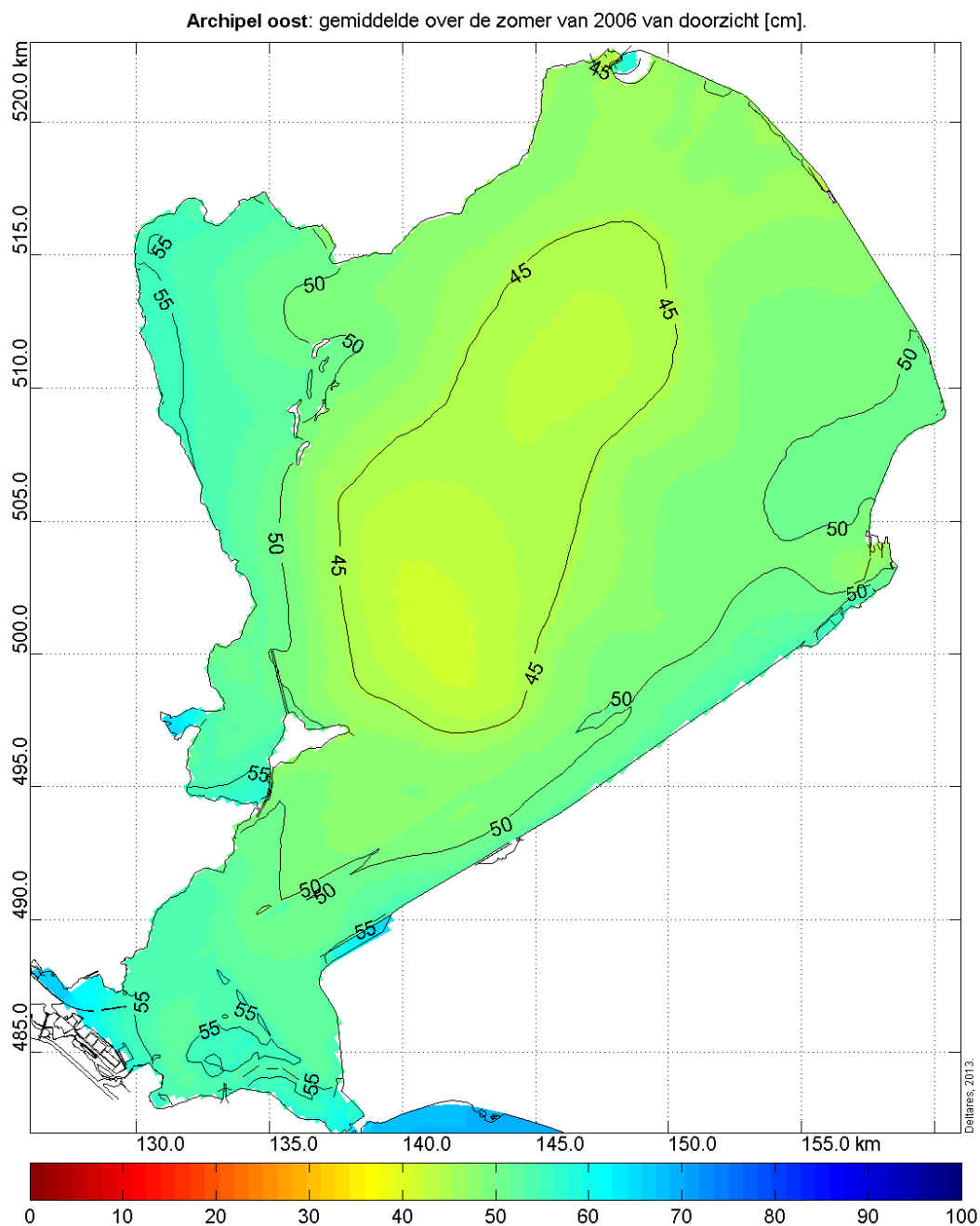


Figuur E.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor Archipel Oost (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen Archipel Oost en Referentie (kleurenkaart).

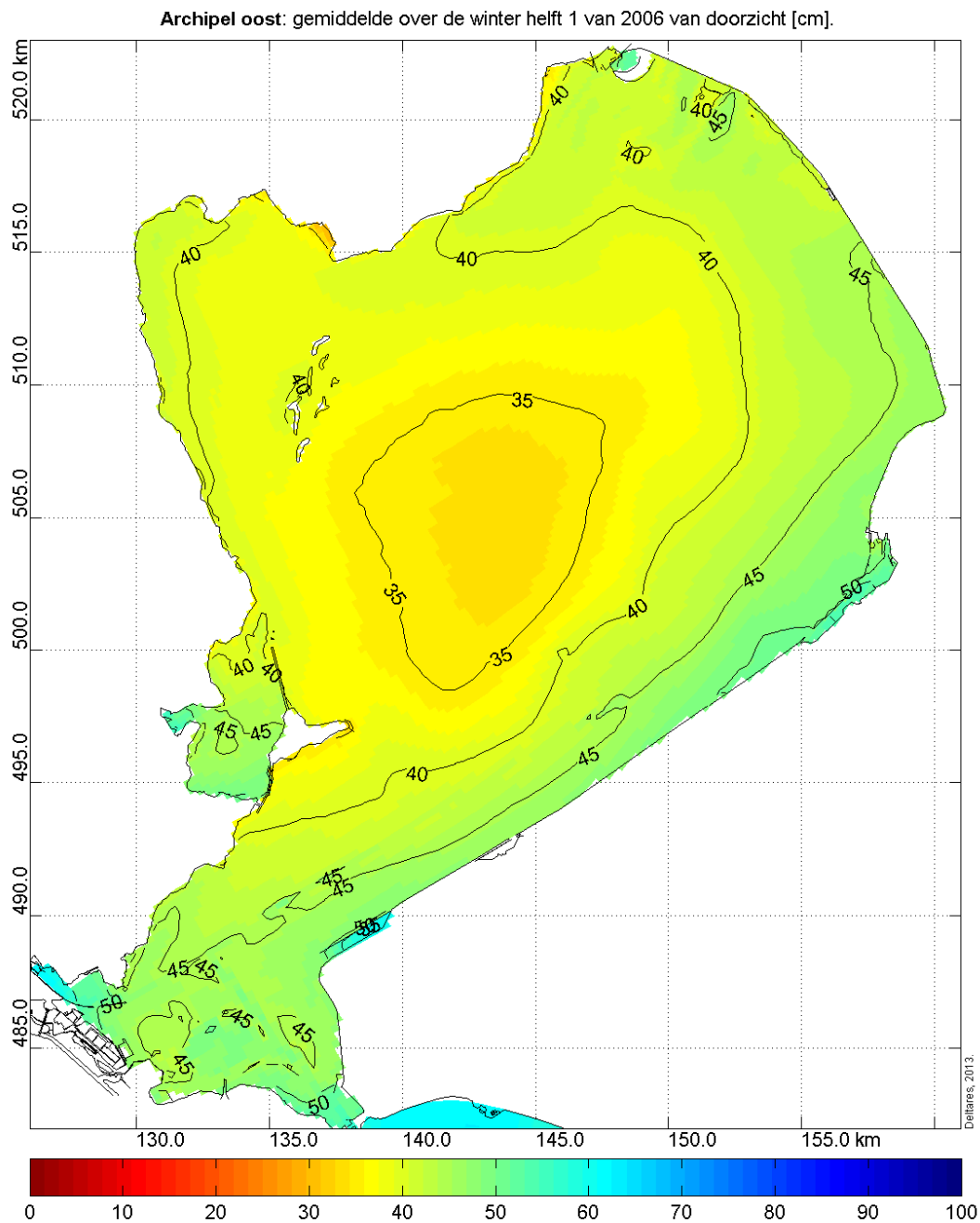


Figuur E.6 Archipel Oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

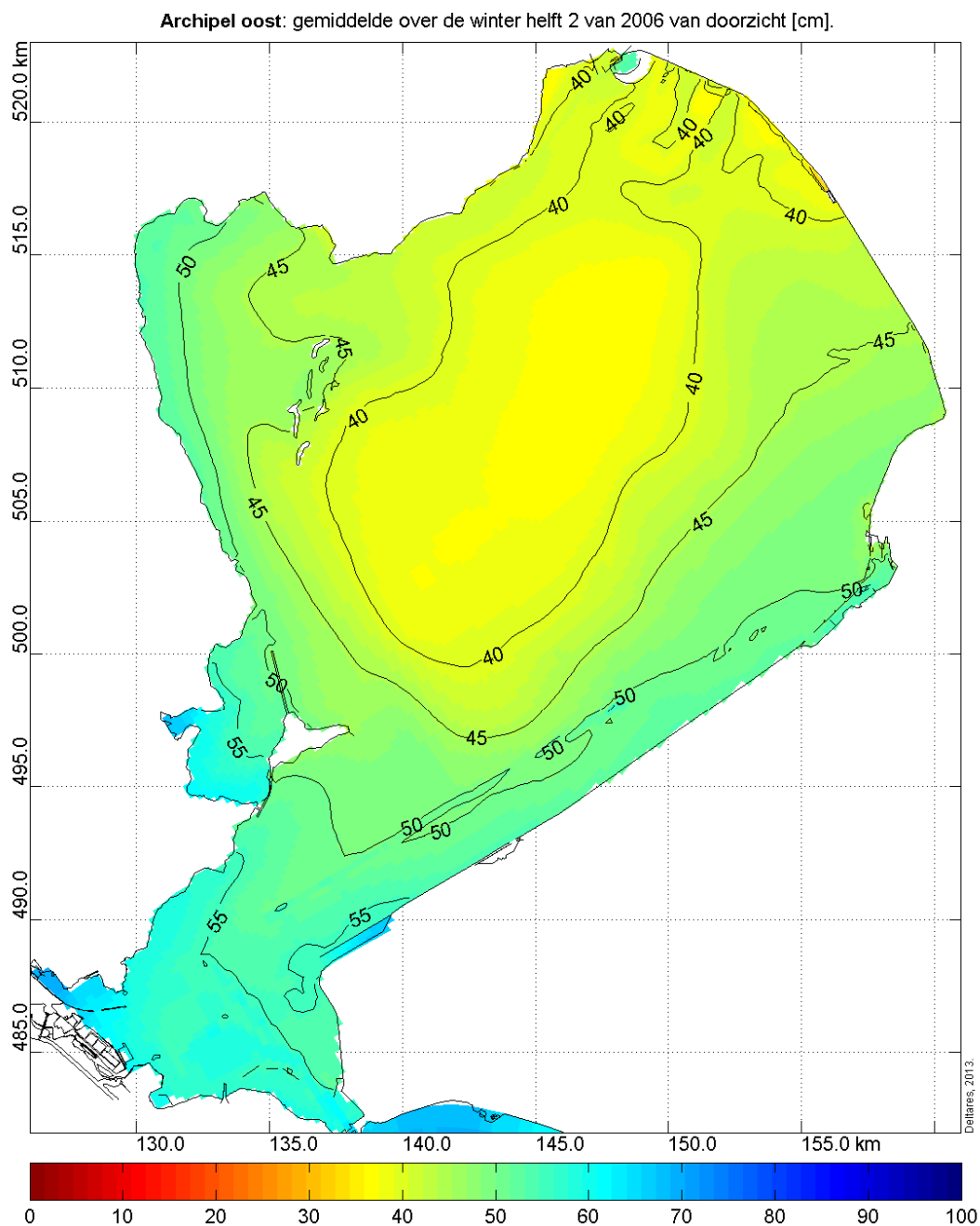


Figuur E.7 Archipel Oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

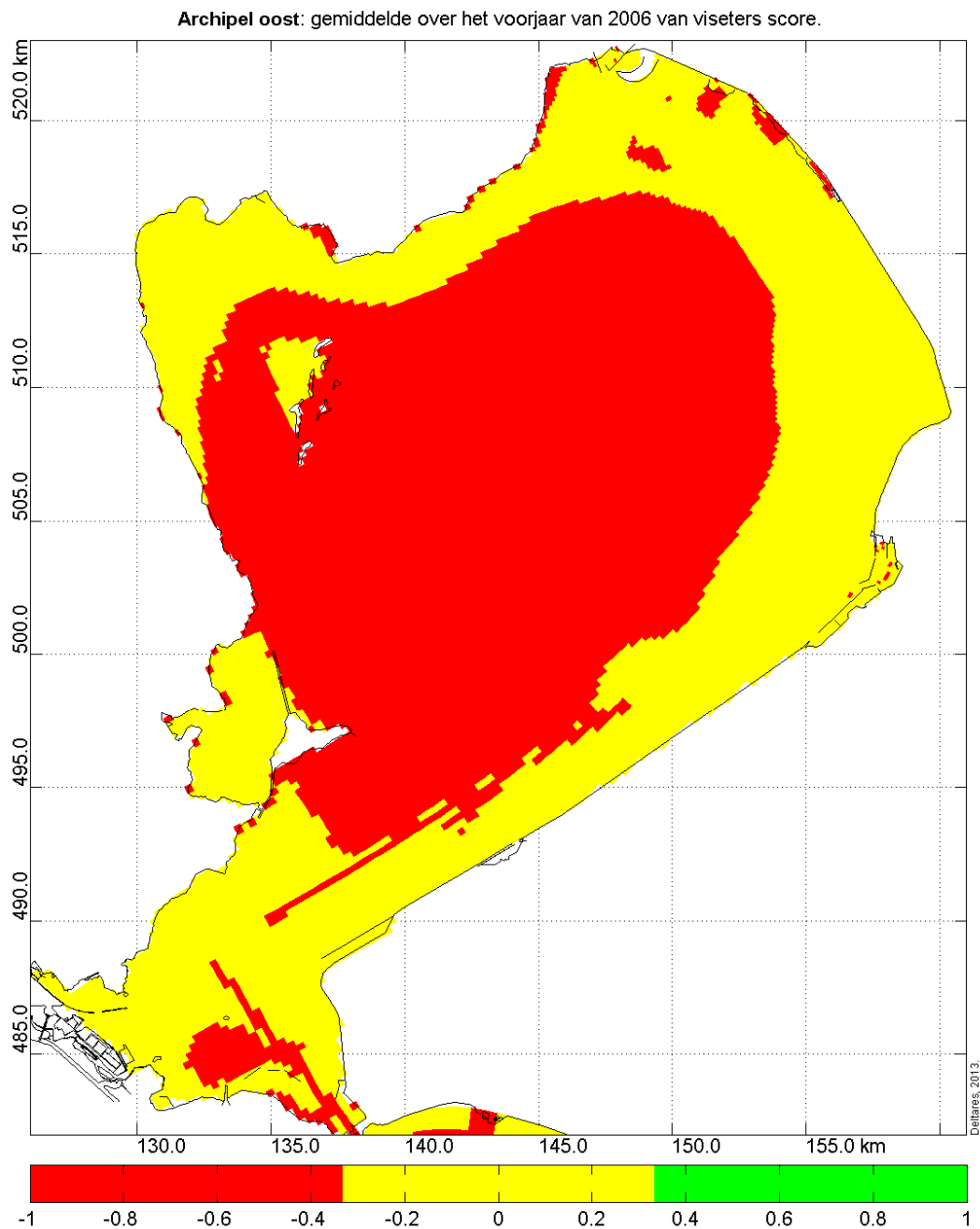


Figuur E.8 Archipel Oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

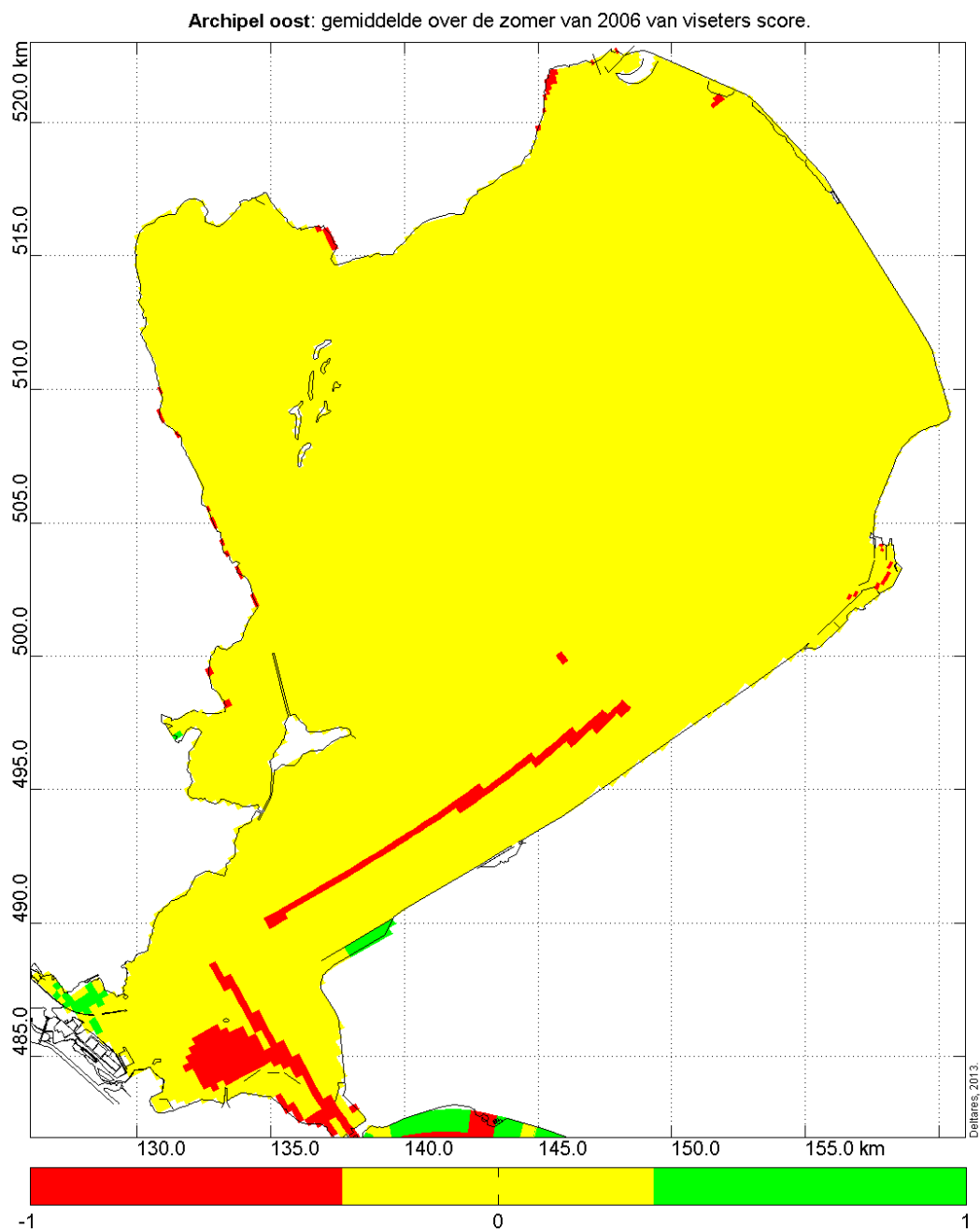


Figuur E.9 Archipel Oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].

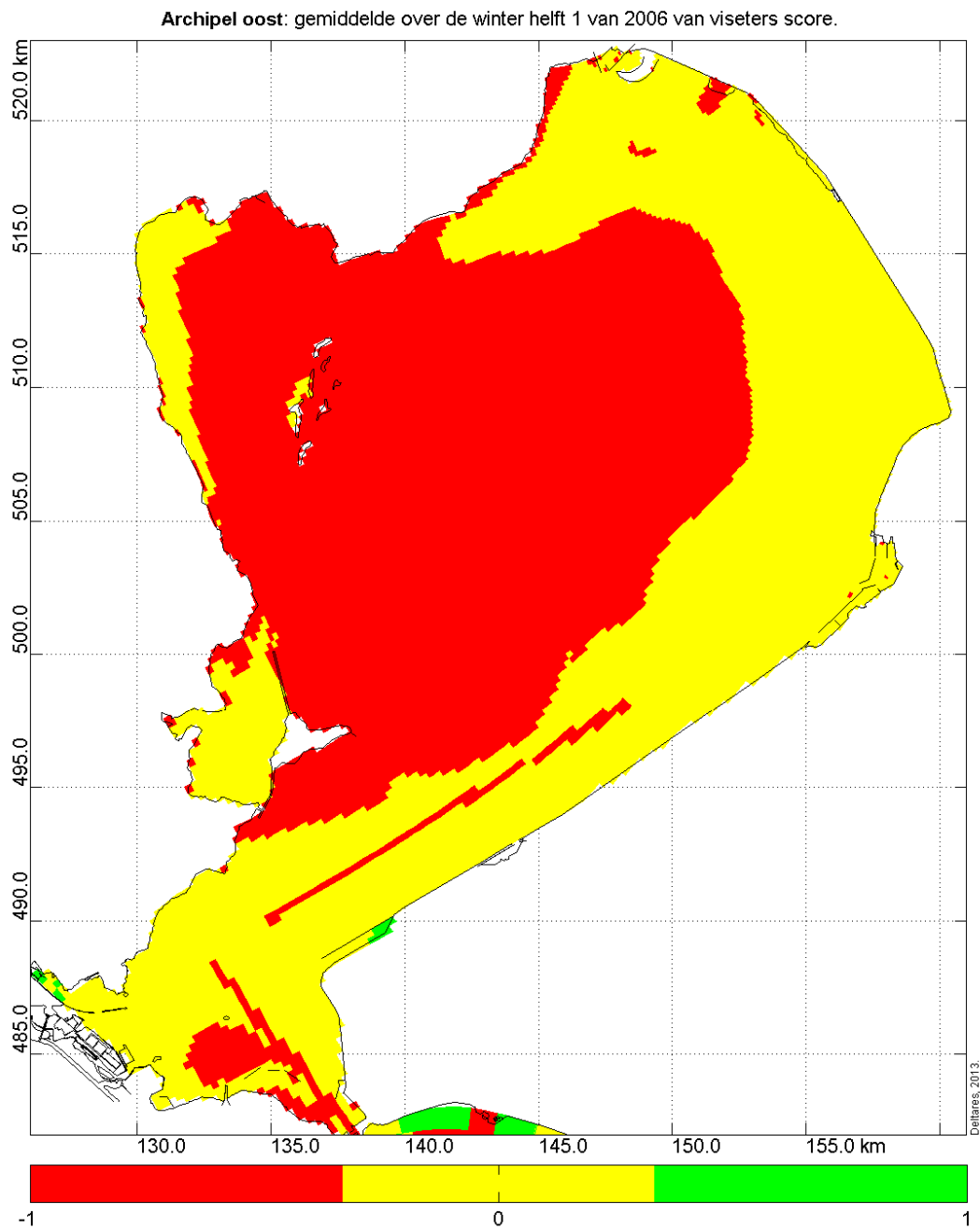


Figuur E.10 Archipel Oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

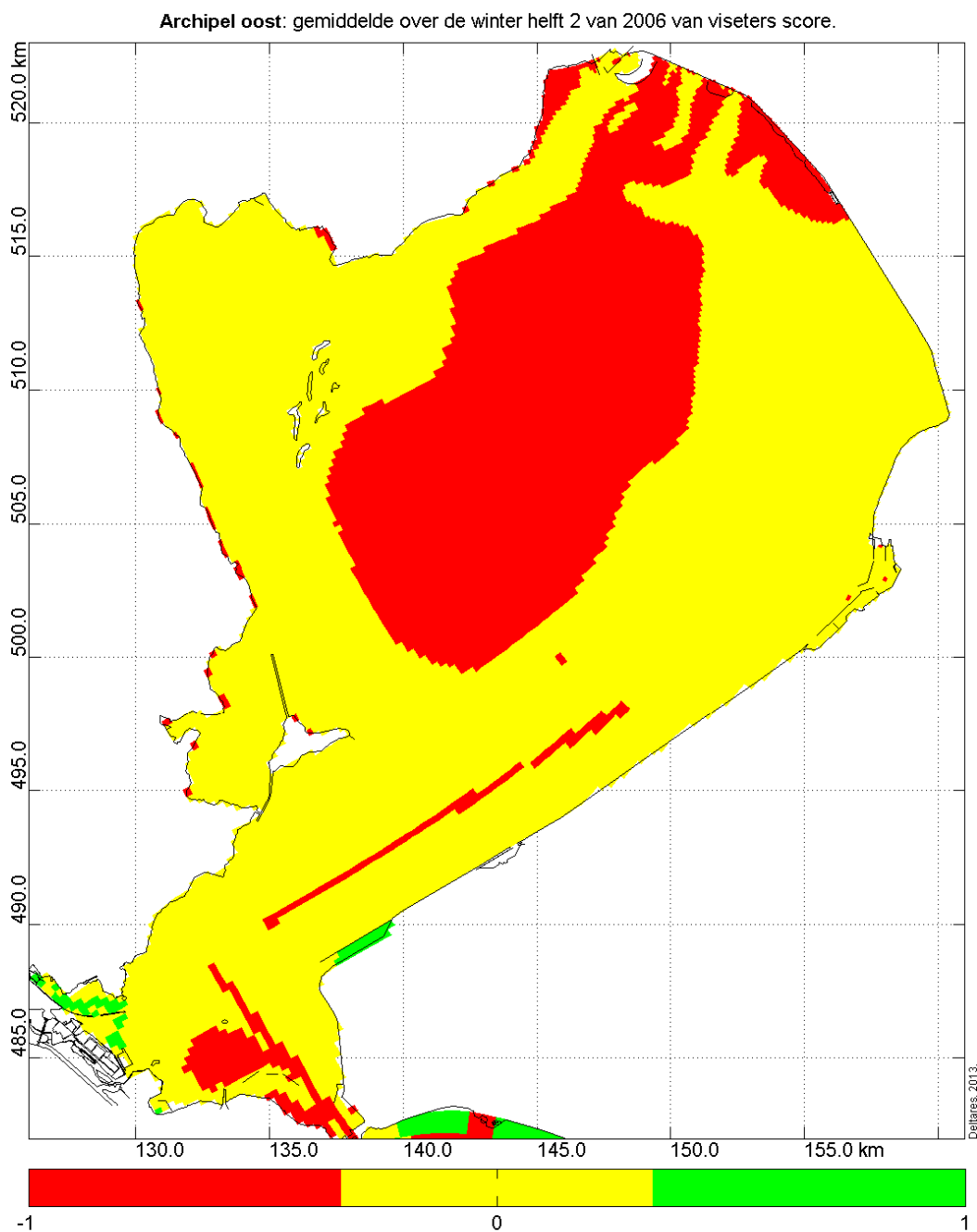


Figuur E.11 Archipel Oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

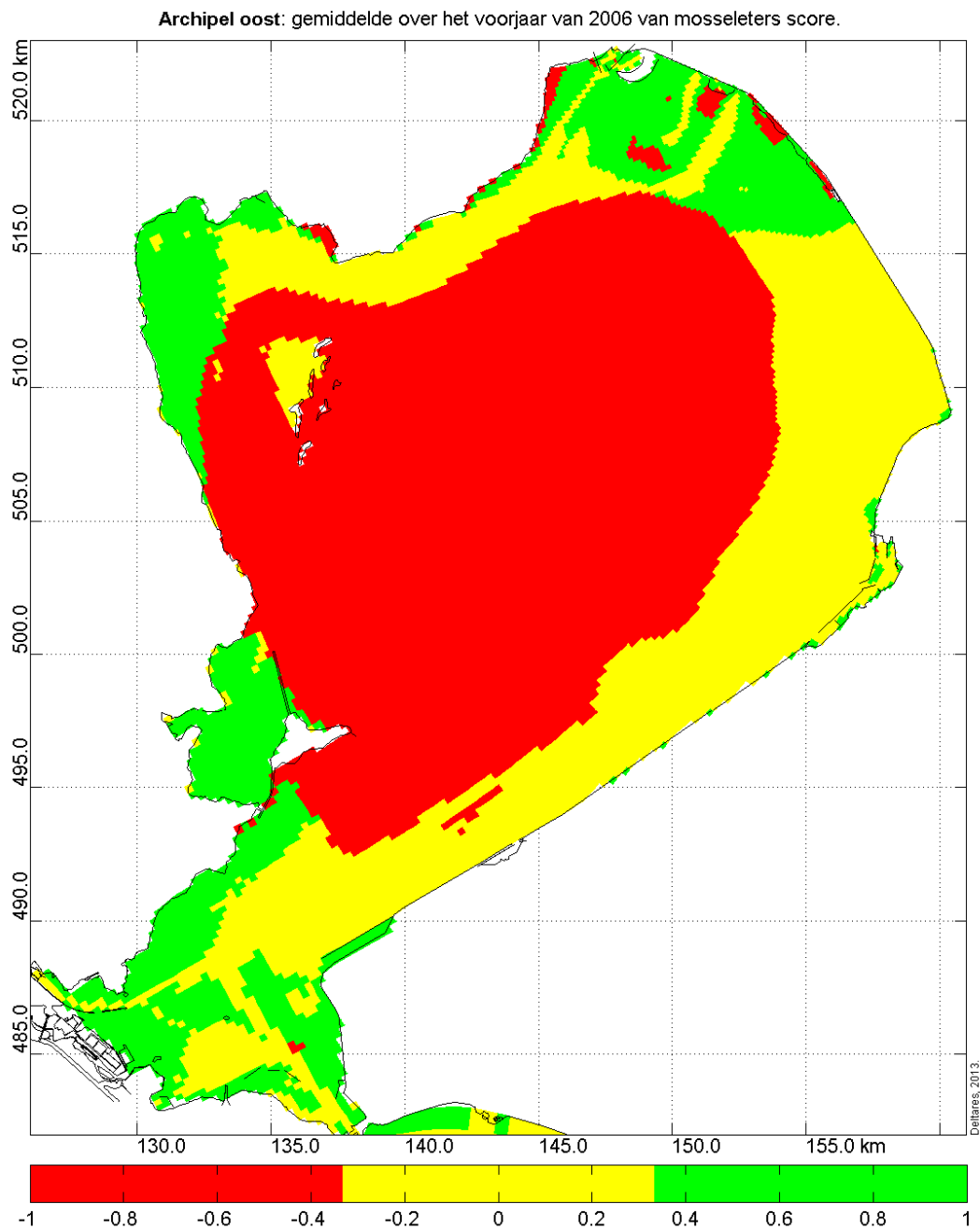


Figuur E.12 Archipel Oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

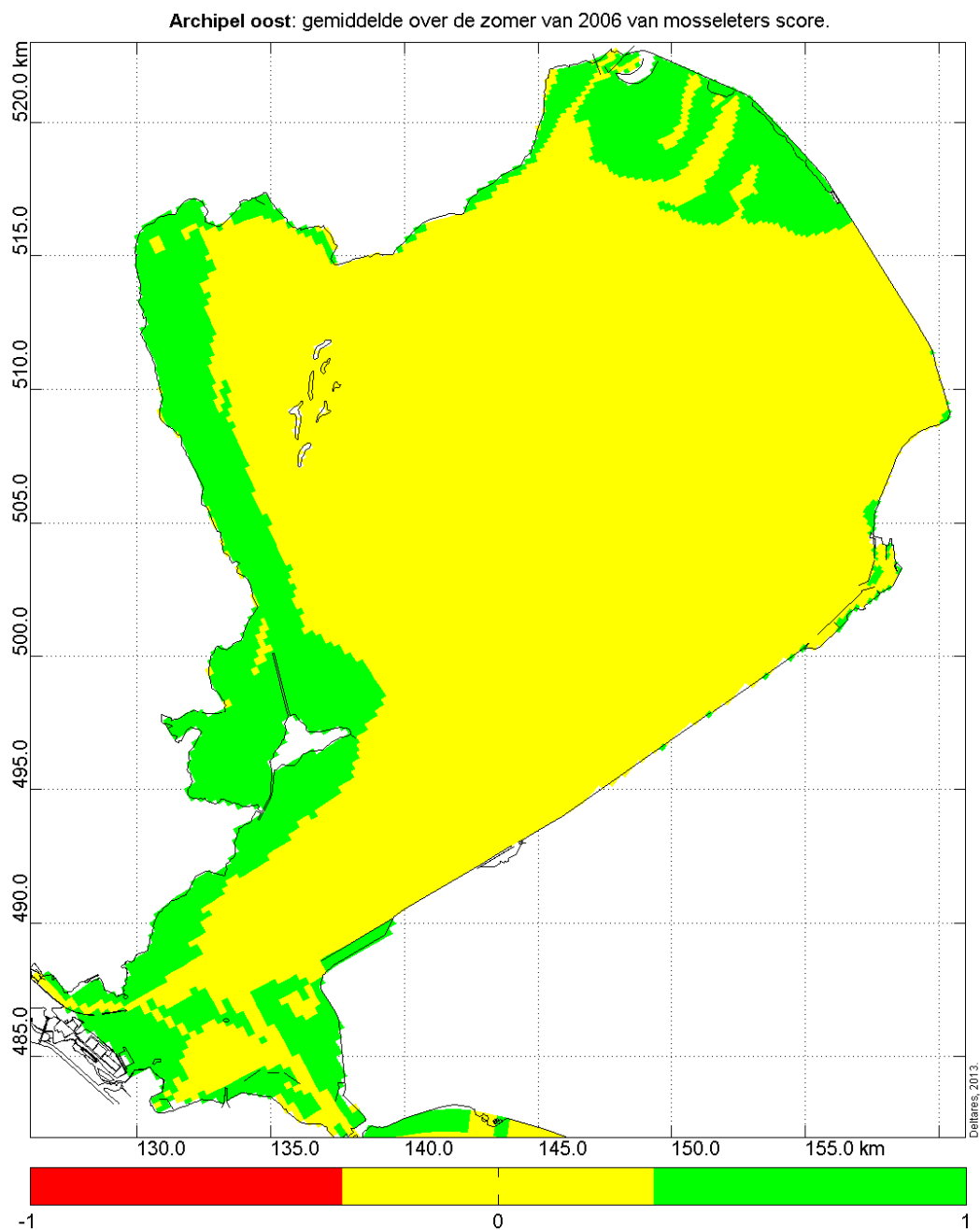


Figuur E.13 Archipel Oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

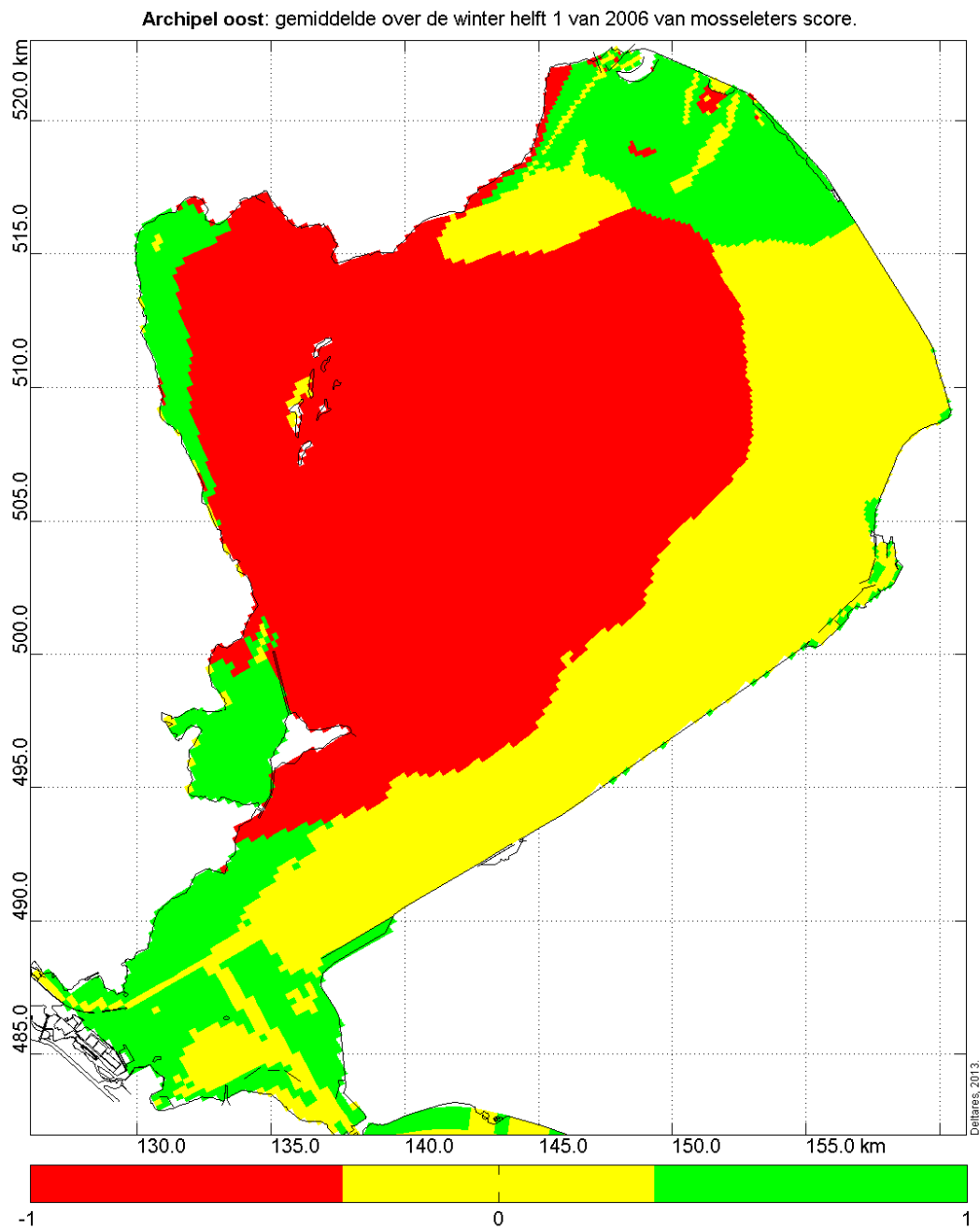


Figuur E.14 Archipel Oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

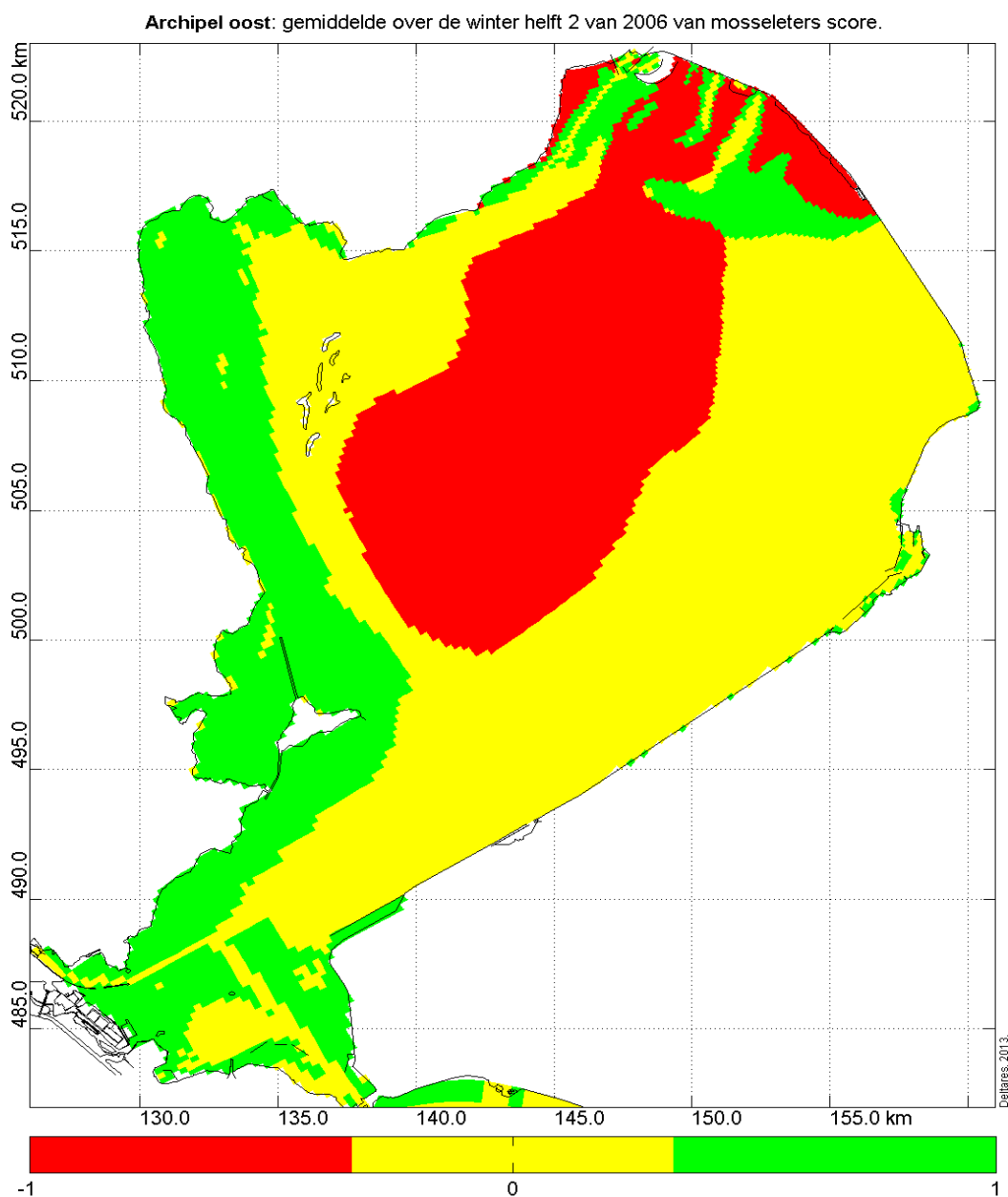


Figuur E.15 Archipel Oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur E.16 Archipel Oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

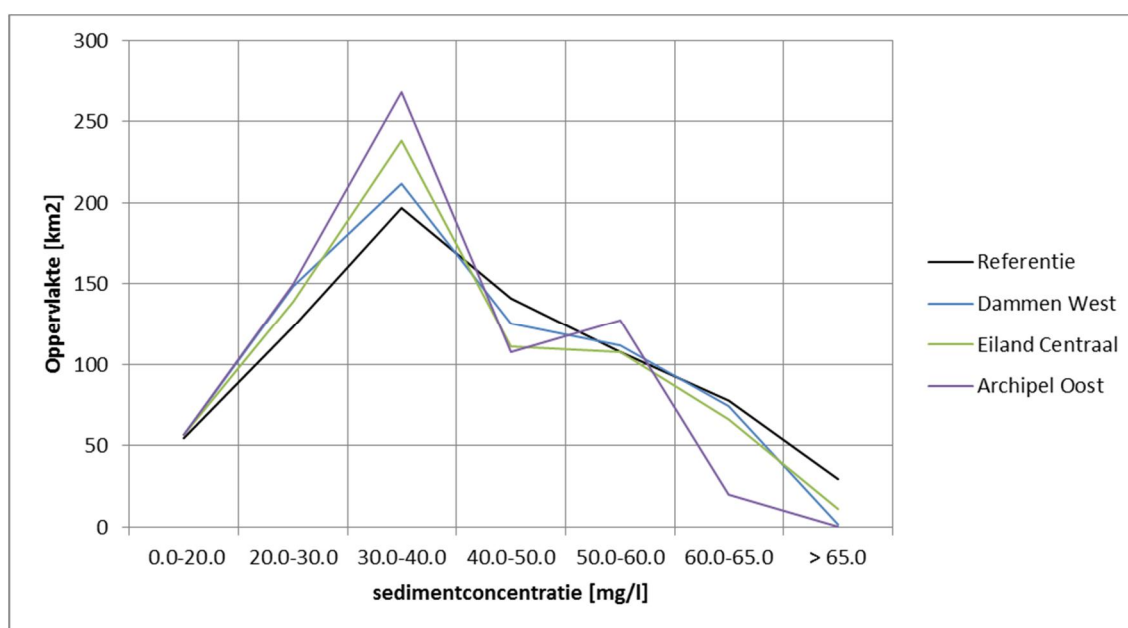


Figuur E.17 Archipel Oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

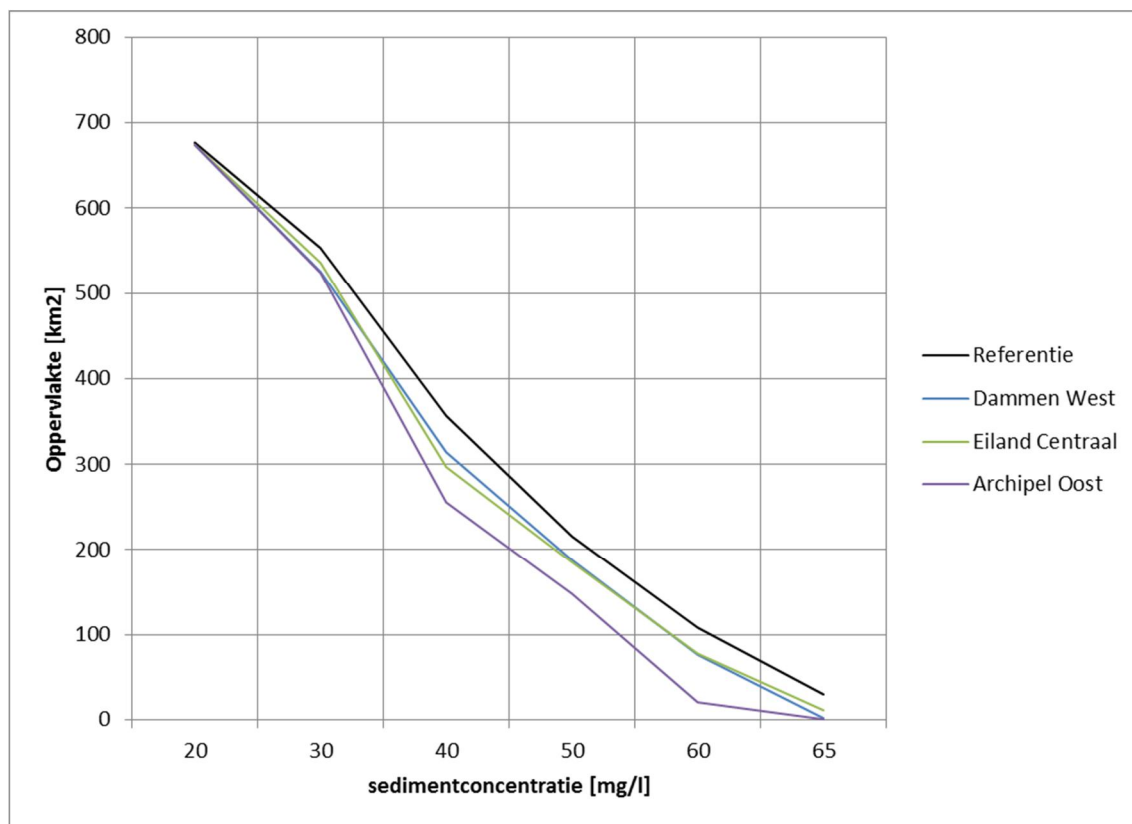
F Vergelijking resultaten sedimentconcentratie

sedimentconcentratie [mg/l]	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0-20.0	54.7	57.1	56.7	56.9
20.0-30.0	123.3	148.3	138.7	149.9
30.0-40.0	197	211.8	238.4	268.2
40.0-50.0	141	125.6	111.3	107.8
50.0-60.0	107.7	111.9	108.1	127.8
60.0-65.0	78	74.7	66.2	19.8
> 65.0	29.8	1.9	11.5	0.3

Tabel F.1 Oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en alternatieven.



Figuur F.2 Oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en alternatieven.



Figuur F.3 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en alternatieven.

G Vergelijking resultaten – licht

Licht [%] op de bodem groter dan	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0	731.5	731.2	730.9	730.8
2.0	350.3	362.2	365.2	384.2
5.0	175.9	185.9	184.4	187.1
10.0	92.4	98.6	96.9	97.8
15.0	58.1	60.1	59.6	60.2

Tabel G.1 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

Licht [%] op de bodem tussen	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0- 2.0	381.2	368.9	365.6	346.5
2.0- 5.0	174.4	176.3	180.8	197.1
5.0-10.0	83.5	87.3	87.5	89.4
10.0-15.0	34.3	38.5	37.3	37.6
> 15.0	58.1	60.1	59.6	60.2

Tabel G.2 Oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

Licht [%] op de bodem groter dan	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0	731.5	731.2	730.9	730.8
2.0	673.4	686.0	685.4	696.1
5.0	270.6	279.7	280.5	290.9
10.0	124.2	130.1	130.1	132.6
15.0	73.1	75.9	75.9	76.9

Tabel G.3 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

Licht [%] op de bodem tussen	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0- 2.0	58.1	45.1	45.5	34.7
2.0- 5.0	402.7	406.3	404.9	405.2
5.0-10.0	146.4	149.6	150.4	158.3
10.0-15.0	51.1	54.3	54.3	55.7
> 15.0	73.1	75.9	75.9	76.9

Tabel G.4 Oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

H Vergelijking resultaten – doorzicht

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0	731.5	731.2	730.9	730.8
30.0	731.5	731.2	730.9	730.8
35.0	530.9	562.6	546.0	579.3
40.0	324.8	358.7	357.8	375.4
45.0	83.4	90.6	87.7	93.2
50.0	44.1	46.3	46.1	46.7
55.0	19.4	34.3	34.3	34.3
60.0	4.8	6.6	6.6	6.6
65.0	3.8	4.0	4.0	4.0
70.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Tabel H.1 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

Doorzicht [cm] tussen	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	200.6	168.6	184.9	151.4
35.0-40.0	206.2	203.9	188.2	204.0
40.0-45.0	241.4	268.1	270.1	282.1
45.0-50.0	39.2	44.3	41.6	46.5
50.0-55.0	24.8	12.0	11.8	12.4
55.0-60.0	14.6	27.7	27.7	27.7
60.0-65.0	1.0	2.6	2.6	2.6
65.0-70.0	0.8	0.9	0.9	0.9
> 70.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Tabel H.2 Oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0	731.5	731.2	730.9	730.8
40.0	731.5	731.2	730.9	730.8
45.0	498.9	538.9	542.0	594.2
50.0	185.7	222.1	224.9	265.9
55.0	57.0	67.1	65.7	68.7
60.0	44.6	44.7	44.7	44.8
65.0	39.8	41.1	41.1	41.1
70.0	4.9	8.9	8.5	9.1

Tabel H.3 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

Doorzicht [cm] tussen	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0-40.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0-45.0	232.6	192.2	188.9	136.5
45.0-50.0	313.1	316.8	317.1	328.3
50.0-55.0	128.7	155.1	159.2	197.3
55.0-60.0	12.4	22.3	21.0	23.9
60.0-65.0	4.8	3.7	3.6	3.7
65.0-70.0	34.9	32.1	32.6	32.0
> 70.0	4.9	8.9	8.5	9.1

Tabel H.4 Oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0	731.5	731.2	730.9	730.8
30.0	731.3	731.2	730.9	730.8
35.0	627.2	638.3	639.7	660.8
40.0	363.7	392.0	382.2	387.3
45.0	157.1	159.3	160.0	162.6
50.0	52.4	52.6	52.7	53.1
55.0	39.3	39.3	39.3	39.3
60.0	22.3	22.3	22.3	22.3
65.0	4.2	4.2	4.2	4.2

Tabel H.5 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

Doorzicht [cm] tussen	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0-25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0-30.0	0.2	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	104.0	92.9	91.1	70.0
35.0-40.0	263.5	246.3	257.5	273.5
40.0-45.0	206.6	232.7	222.2	224.7
45.0-50.0	104.7	106.7	107.3	109.5
50.0-55.0	13.1	13.4	13.5	13.9
55.0-60.0	16.9	16.9	16.9	16.9
60.0-65.0	18.2	18.2	18.2	18.2
65.0-70.0	1.3	1.3	1.3	1.3
> 70.0	2.9	2.9	2.9	2.9

Tabel H.6 Oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

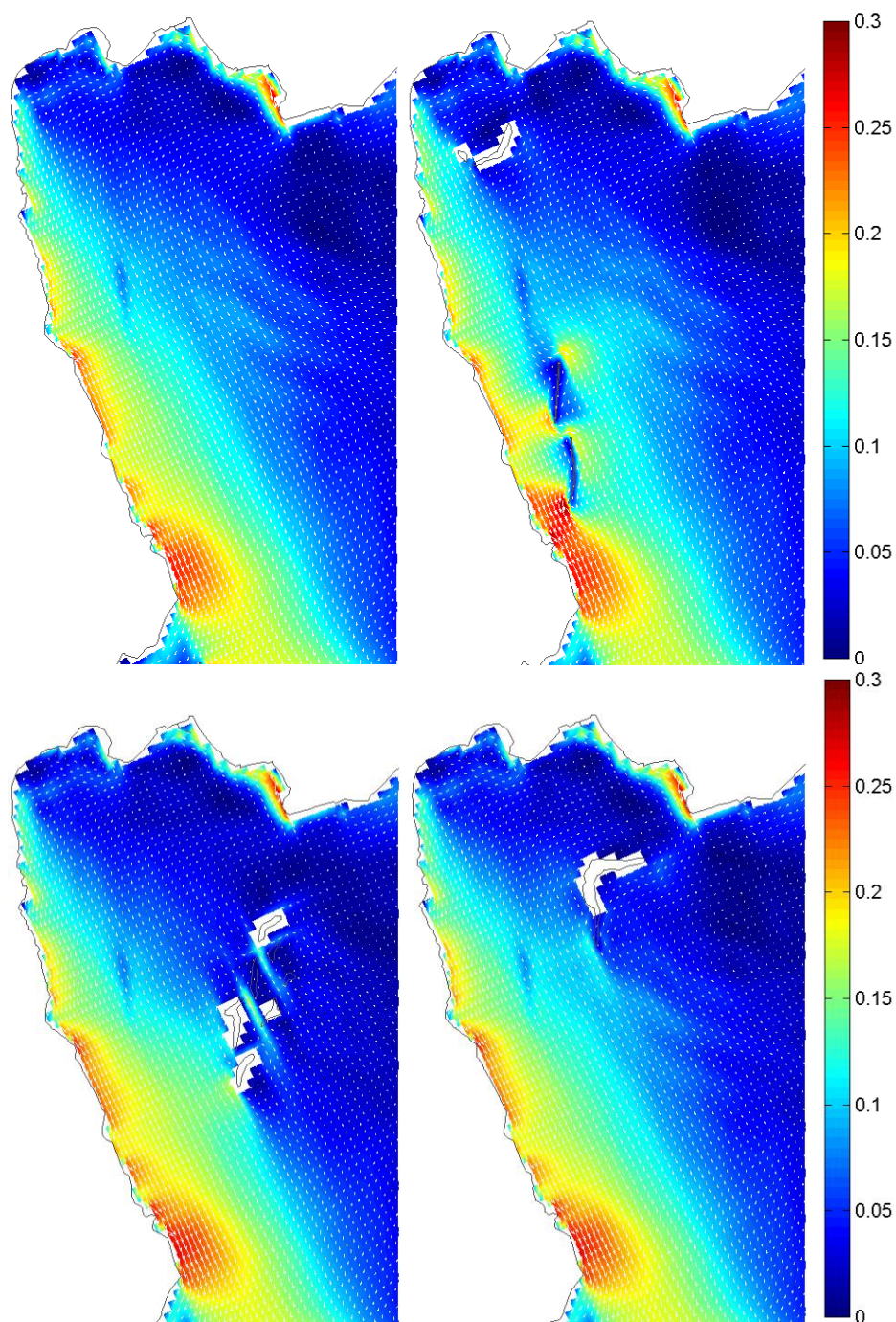
Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0	731.5	731.2	730.9	730.8
30.0	731.5	731.2	730.9	730.8
35.0	723.9	731.0	730.7	730.6
40.0	461.8	493.2	498.5	548.4
45.0	326.1	346.7	348.0	368.2
50.0	177.3	201.1	189.1	203.1
55.0	89.1	92.6	91.5	95.5
60.0	29.9	33.1	32.7	33.3
65.0	17.0	19.7	19.7	19.7
70.0	2.9	4.1	4.1	4.1

Tabel H.7 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].

Doorzicht [cm] tussen	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
0.0-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	7.5	0.2	0.2	0.2
35.0-40.0	262.1	237.8	232.2	182.2
40.0-45.0	135.7	146.5	150.5	180.2
45.0-50.0	148.7	145.6	158.9	165.1
50.0-55.0	88.3	108.5	97.5	107.6
55.0-60.0	59.2	59.5	58.9	62.3
60.0-65.0	12.9	13.5	13.0	13.6
65.0-70.0	14.1	15.6	15.6	15.6
> 70.0	2.9	4.1	4.1	4.1

Tabel H.8 Oppervlakte in (km²) per klasse voor gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].

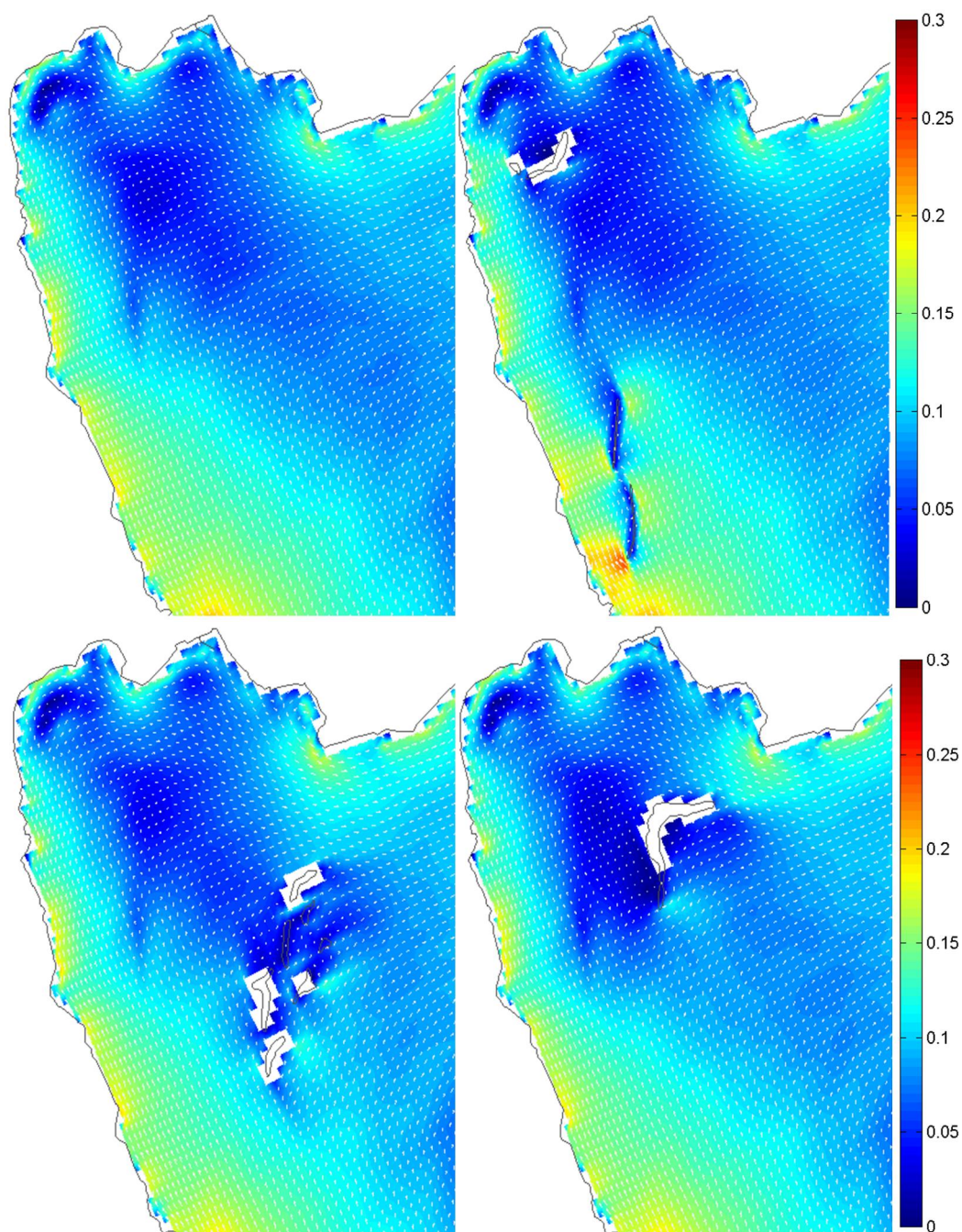
I Vergelijking resultaten – stroming noordwestelijke wind



Figuur I.1 Diepte gemiddelde stroomsnelheid(m/s) met 14 m/s noordwestelijke wind (9 februari 2006). Met de klok mee, startend linksboven: Referentie, alternatief 1, alternatief 2 en alternatief 3.

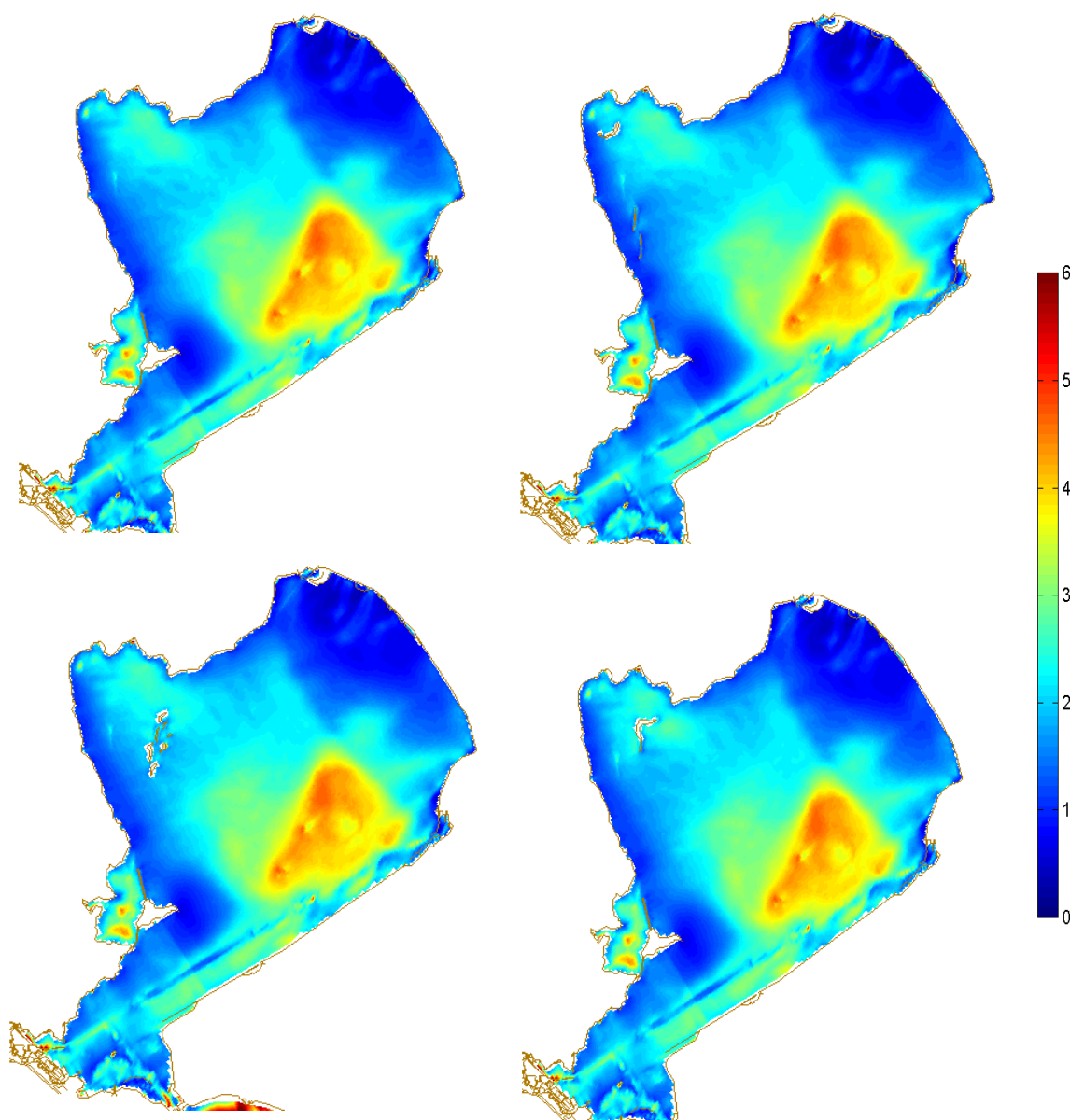
1207128-000-ZWS-0010, 15 oktober 2013, concept

J Vergelijking resultaten – stroming zuidwestelijke wind



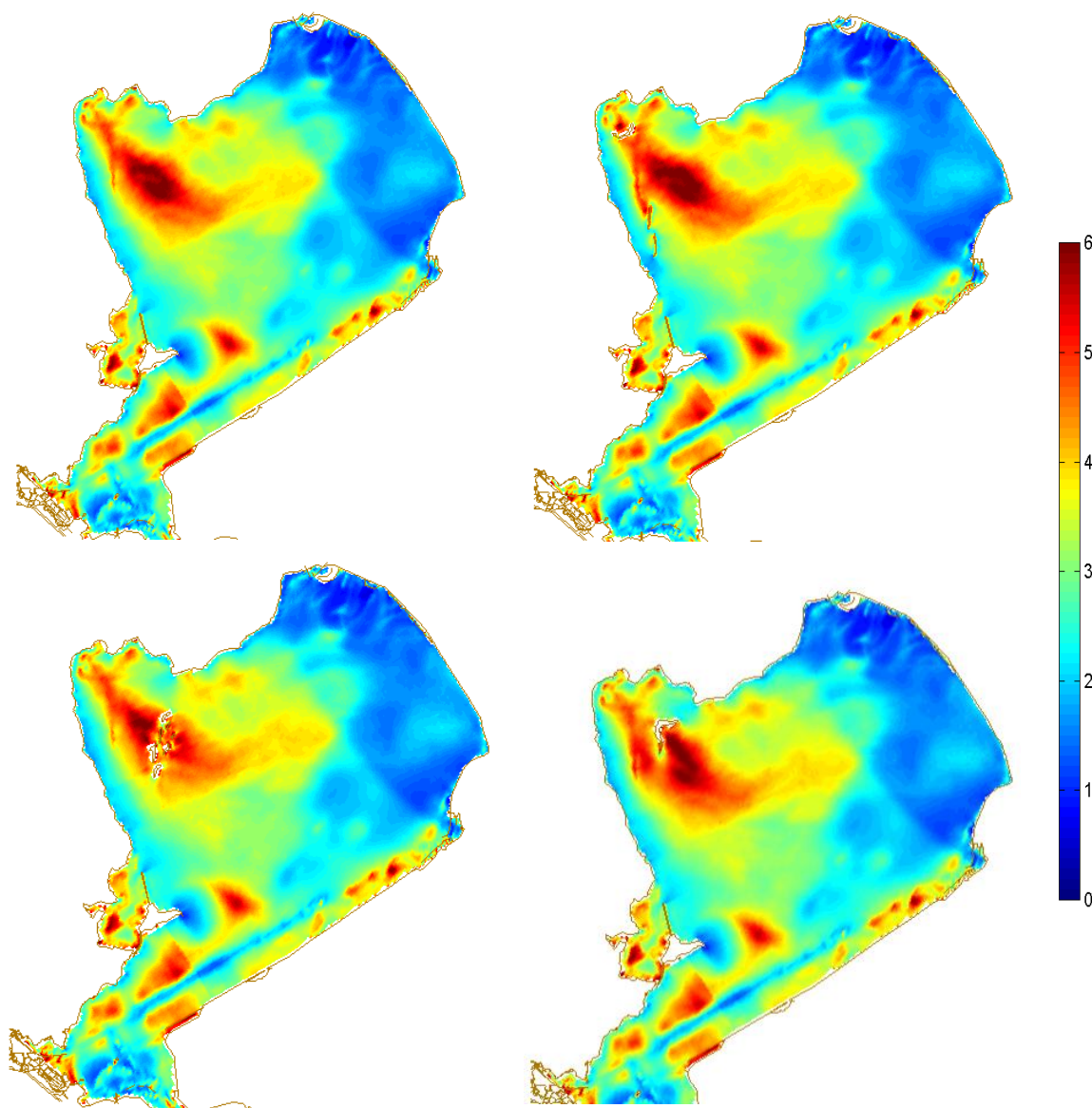
Figuur J.1 Diepte gemiddelde stroomsnelheid(m/s) met 17 m/s zuidwestelijke wind (27 maart 2006). Met de klok mee, startend linksboven: Referentie, alternatief 1, alternatief 2 en alternatief 3.

K Vergelijking verblijftijden resultaten – verblijftijd bovenste laag



Figuur K.1 Jaargemiddelde verblijftijd (in uren) in bovenste laag voor 2006, startend linksboven met de klok mee: Referentie, alternatief 1, alternatief 2 en alternatief 3.

L Vergelijking resultaten – verblijftijd onderste laag



Figuur L.1 Jaargemiddelde verblijftijd (in uren) in onderste laag voor 2006, startend linksboven met de klok mee: Referentie, alternatief 1, alternatief 2 en alternatief 3.

M Vergelijking resultaten – viseters score

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	435.2	401.3	401.5	384.1
0.0	293.3	326.9	326.3	343.7
1.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Tabel M.1 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de viseters score.

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	27.6	27.6	27.6	27.6
0.0	685.6	685.2	685.0	684.8
1.0	18.3	18.4	18.3	18.4

Tabel M.2 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over de zomer van 2006 van de viseters score.

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	398.7	370.7	379.8	374.9
0.0	324.1	351.9	342.4	347.2
1.0	8.7	8.7	8.7	8.7

Tabel M.3 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over de winter begin 2006 van de viseters score.

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	300.8	269.4	263.8	213.9
0.0	420.5	450.2	455.6	505.3
1.0	10.2	11.6	11.5	11.6

Tabel M.4 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over de winter eind 2006 van de viseters score.

N Vergelijking resultaten – mosselelers score

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	406.7	372.5	373.1	355.4
0.0	198.7	214.6	218.5	229.7
1.0	126.0	144.1	139.3	145.7

Tabel N.1 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de mosselelers score.

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	561.4	561.4	560.8	560.7
1.0	170.0	169.8	170.0	170.0

Tabel N.2 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over de zomer van 2006 van de mosselelers score.

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	367.8	339.1	348.6	343.5
0.0	232.4	235.8	236.1	239.8
1.0	131.3	156.3	146.1	147.5

Tabel N.3 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over de winter begin 2006 van de mosselelers score.

Score	Referentie	Dammen West	Eiland Centraal	Archipel Oost
-1.0	269.7	238.0	232.3	182.3
0.0	294.2	320.9	323.2	357.9
1.0	167.6	172.3	175.3	190.6

Tabel N.4 Oppervlakte in (km²) voor gemiddelde over de winter eind 2006 van de mosselelers score.

Bijlage 2 Beheervisie luwtemaatregelen

P/A
Postbus 40
4900AA Oosterhout
Tel: (0162) 48 70 00
Fax: (0162) 45 11 41
info@oranjewoud.nl



nummer
datum
van

259817.04-14

Vrijdag 4 oktober 2013

Bureau Strooming

Alphons van Winden, Carlein Maka

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Alphons van Winden'.

project

projectnummer

betreft

MIRT2-Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop

257788

Beheervisie luwtemaatregelen ten behoeve van het verkenningenrapport



Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	3
1.1 Introductie.....	3
1.2 Gebiedsbeschrijving	4
1.3 Drie alternatieven	5
1.4 Zonering van de luwtegebieden.....	6
1.5 Proces.....	6
1.6 Leeswijzer	6
2. Beheervisie	7
2.1 Doelen beheer en onderhoud	7
2.2 Landschappelijk streefbeeld.....	7
2.3 Ecologisch streefbeeld	7
2.4 Recreatief streefbeeld	8
2.5 Waterstaatkundig streefbeeld (waaronder visserij)	9
2.6 Streefbeeld voor de inrichting	9
Naast de aanleg van de constructies zijn er nog de volgende ingrepen voorzien:	11
2.7 Functie- en objectenboom	11
2.8 Beheervisie en beheerconcepten.....	12
3. Beheerschets Hoornse Hop.....	16
3.1 Technisch beheer luwtestructuren	16
3.2 Natuurbeheer.....	17
3.3 Vaarbeheer en bereikbaarheid	19
3.4 Keuze beheerconcept en maatregelen per object	20
3.5 Vergelijking beheersmaatregelen alternatieven	21
3.5.1 Alternatief Dammen West	22
3.5.2 Alternatief Eiland Centraal	22
3.5.3 Alternatief Archipel Oost.....	23
4. Beheerafspraken	25
4.1 Taken en verantwoordelijkheden: beheerorganisatie	25
4.2 Kosten	27
4.3 Monitoring	27
4.4 Risico's.....	27
4.5 Vervolgstappen	28

1. Inleiding

1.1 Introductie

Het Markermeer is een uniek zoetwatermeer met hoge natuurwaarden, vooral in het winterhalfjaar wanneer vele duizenden vogels vanuit noordelijke breedten het meer opzoeken om er de winter door te brengen. De afgelopen decennia zijn de aantallen vogels van bepaalde soorten echter sterk afgenomen. De verklaring van de algemene teruggang is onderwerp van onderzoek van de zogeheten ANT-IJG studie (studie naar Autonome Neerwaartse Trends in het IJsselmeergebied), dat plaatsvindt onder de regie van Rijkswaterstaat als beheerder van het gebied. De verklaring van de achteruitgang van de natuurkwaliteit in Markermeer en IJmeer kan gezocht worden in een aantal samenhangende factoren zoals veranderingen in land-waterovergangen, veranderingen in de voedselpiramide en de slibhuishouding van het meer [WMIJ, 2012a]. Wat de slibhuishouding betreft, hebben zich in de afgelopen 2 decennia in het Markermeer-IJmeer enkele ontwikkelingen voorgedaan, waardoor het systeem in negatieve zin is veranderd. Het gaat daarbij om veranderingen in de waterkwaliteit (nutriënten en algenproductie) in combinatie met de hoge productie van slib. Dit slib ontstaat door erosie van de kleilaag die in de Zuiderzeetijd op de bodem is afgezet. Door golfwerking en stroming komt dit slib in beweging en het gehalte aan zwevend slib in de waterkolom is daardoor toegenomen. Dit beperkt de ontwikkeling van fytoplankton (algen) en de ontwikkeling van de driehoeksmossel. Het slib heeft dus een negatieve invloed op twee belangrijke voedselbronnen die het basisvoedsel zijn in de voedselpiramide en waar de watervogels de dupe van zijn. Via het programma TBES zijn de mogelijkheden verkend om de negatieve trend te stoppen. Een van de mogelijkheden is het aanleggen van luwtestructuren, waarmee de beweging van slib wordt beperkt.

Op 15 december 2011 is in het bestuurlijk overleg RRAAM door Rijk (minister Schultz-Van Haegen) en regio het voornemen uitgesproken om 9 miljoen euro te investeren in de luwtemaatregelen Hoornse Hop. Nadat de provincies Flevoland en Noord-Holland in 2012 beiden 1,5 miljoen euro uittrokken voor het treffen van de maatregelen, nam de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu op 25 september 2012 een startbeslissing MIRT1. De maatregelen zijn ook opgenomen in de structuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer, die op 23 april 2013 aan de Tweede Kamer is aangeboden.

Luwtemaatregelen leveren een positieve bijdrage aan het ecologisch systeem van het Markermeer-IJmeer door:

1. lokaal de slibconcentraties in het water te beïnvloeden, waardoor (diepere) zones met helder water en zones met gradiënten van helder naar troebel water gerealiseerd kunnen worden. Door deze diversiteit in slibconcentraties ontstaan verschillende habitats die voor verschillende organismen geschikt zijn. De diversiteit aan organismen zal toenemen waardoor de veerkracht van het systeem ook zal toenemen.

Luwtestructuren kunnen de slibgehalten op twee manieren beïnvloeden:

- Door het creëren van golfuwte (als golfbreker). Dit vermindert het opnieuw opwerpen (resuspensie) van slib in het luwtegebied;
- Door het creëren van stromingsluwte (geleidingsstructuur). Het transport van slibrijk water en dus aanvoer van slib neemt af. Bij toepassing op grote schaal kan dit tevens het globale stromingspatroon en slibtransport van het gehele meer beïnvloeden.

2. behoud van de waterplanten die zich in de laatste jaren positief hebben ontwikkeld langs de kust tussen Hoorn-Edam. De luwtestructuur voorkomt dan dat bij eventuele ongunstige weeromstandigheden (meer stormen) in de toekomst de positieve ontwikkeling van de afgelopen jaren weer teniet wordt gedaan.

Op basis van de ecologische ontwikkelingen is besloten dat de luwtemaatregel Hoornse Hop één van de noodzakelijke maatregelen vormt die in het Markermeer-IJmeer genomen moeten worden om te komen tot een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES) [WMIJ, 2012a]. Uit deze studie blijkt dat het Hoornse Hop geschikt is voor de aanleg van de luwtestructuren vanwege de gunstige geografische ligging (relatief golfuwte geleegen voor westen en zuidwesten winden), het grote gebied met waterdieptes tot 4 meter en het al aanwezig zijn van arealen waterplanten waarop kan worden aangesloten..

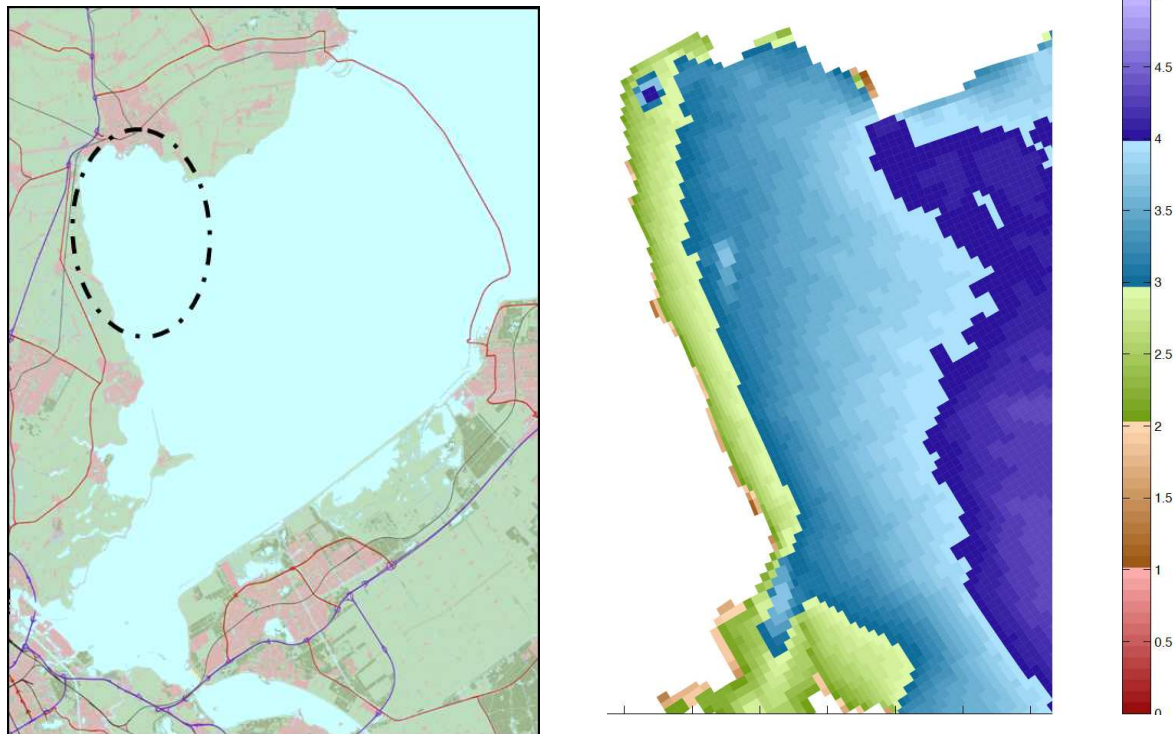
Als onderdeel van de MIRT-verkenning luwtemaatregel Hoornse Hop is de voorliggende beheerisatie opgesteld.

Doel van de beheervisie is om aan te geven op welke wijze de maatregelen na gereedkomen beheerd worden, zodanig dat de beoogde doelstellingen gehaald blijven worden. De beheervisie richt zich zowel op het beheer van de luwtemaatregelen zelf als op de gebieden waar de luwte wordt gerealiseerd. Ook gaat de beheervisie in op en het wegnemen van eventuele negatieve effecten van de luwtemaatregelen; zoals bijvoorbeeld de groei van waterplanten in gebieden met veel vaarbewegingen.

Naast de hoofddoelstelling om luwte te creëren voor waterplanten hebben de structuren als nevendoelelstelling dat -indien kansrijk- meekoppelingen ermee mogelijk gemaakt kunnen worden. Het zal hierbij dan vooral gaan om recreatieve meekoppelingen. Hoe die invulling van meekoppelingen er uit zal zien is geen onderdeel van deze verkenning; er is alleen naar gekeken of er al dan niet mogelijkheden zijn. Door de realisatie van een meekoppeling zal het aantal beheertaken toenemen. Rijkswaterstaat, de toekomstige beheerder van de luwtemaatregelen, heeft aangegeven deze meekoppelingen niet te zullen gaan beheren, maar dat over te laten aan de initiatiefnemers. Als in een volgende fase, na deze verkenning, meer duidelijk is over de meekoppelingen en de partijen die daar bij betrokken zijn, kunnen de beheertaken van de meekoppelingen ook in beeld gebracht worden, alsmede de financiering ervan en kan dit in een overkoepelend beheerplan en een gezamenlijke beheerovereenkomst worden vastgelegd. Omdat deze informatie nu nog niet beschikbaar is, beperkt deze beheervisie zich tot de luwtemaatregelen zelf. Wel zullen eventuele randvoorwaarden aangegeven worden die vanuit de ecologische- en waterdoelstellingen gelden voor de meekoppelingen.

1.2 Gebiedsbeschrijving

Het Hoornse Hop is een relatief ondiepe baai in het noordwesten van het Markermeer, zie ook figuur 1. Het gebied wordt begrensd door de kust van Noord Holland in het westen en het diepere deel van het Markermeer (> 4 m -NAP) in het oosten. Ruwweg wordt als oostgrens de lijn tussen de zuidpunt van West Friesland en Edam aangehouden. Het grootste deel van het Hoornse Hop ligt tussen de 3 en 3,5 m -NAP. Dit is een diepte die elders in het Markermeer maar weinig voorkomt, het is of ondieper - zoals in het IJmeer en voor Enkhuizen - of dieper - zoals in vrijwel de hele rest van het Markermeer. Het waterpeil in het Markermeer kent een zomer- en een winterpeil van respectievelijk -0,2 m en -0,4 m NAP. Tijdens harde wind kan het peil tijdelijk hoger of lager zijn, tot wel 50 cm, als gevolg van op- en afwaaiing.



Figuur 1 Links: ligging van het Hoornse Hop in het noordwesten van het Markermeer. Rechts: dieptekaart van het Hoornse Hop. In het westen wordt het Hoornse Hop begrensd door de kustlijn en in het oosten door de vier meter dieptelijn.

Deze beheervisie is de eerste stap in het proces om het beheer vast te leggen van de luwtestructuren en de luwtegebieden die er door worden gecreëerd. Om een goede afweging te kunnen maken zullen in deze rapportage de beheerinspanningen van de 3 alternatieven worden vergeleken. Daarin worden aspecten zoals maatvoering, type constructie, materiaal en ligging meegenomen. Na de keuze van een voorkeursalternatief verderop in het proces en de uitwerking daarvan in de MIRT-3 fase vormt deze beheervisie de basis voor het beheerplan waarin het beheer en de organisatie daarvan concreet wordt vormgegeven.

1.4 Zonering van de luwtegebieden

De luwtegebieden zijn niet duidelijk in ruimte en tijd te begrenzen. Ze zullen van jaar tot jaar variëren in omvang en dichtheid aan begroeiing. Afhankelijk van met name de helderheid van het water in het voorjaar zullen in een meer of minder groot gebied waterplanten tot ontwikkeling komen. Gebieden die het ene jaar vrij van waterplanten zijn, kunnen in een ander jaar weer dichter begroeid zijn. Om tot een goed beheer van de waterplanten te komen, kunnen aan de hand van de berekeningen met het slibmodel drie zones bepaald worden rondom een luwtestructuur (zie figuur 3 in par. 3.2):

- de kernzone; dit is het gebied in de directe nabijheid van de luwtemaatregel. Hier zijn waterplanten gewenst en zullen zij naar alle verwachting ook jaarlijks groeien.
- de hinderzone; dit is een gebied waar mogelijk waterplanten gaan groeien, maar waar ze ongewenst zijn vanwege andere watergebonden functies zoals b.v. recreatie en visserij.
- de buitenzone; dit is het gebied wat zover van de luwtemaatregel ligt dat er geen effecten verwacht worden. Hier spelen mogelijk wel de autonome ontwikkelingen die zich in het Markermeer voordoen, onafhankelijk van de luwtemaatregelen.

In figuur 2 zijn de kernzone en de hinderzone met een arcering aangegeven. In de vergelijking van de alternatieven is een inschatting gemaakt van de omvang van deze zones. De exacte ligging van deze zones kan pas worden bepaald zodra de ligging van de luwtemaatregelen duidelijk is, na het vast stellen van het voorkeursalternatief, in de MIRT-3 fase. Dit wordt dan in het beheerplan vastgelegd.

1.5 Proces

Dit document is tot stand gekomen met input vanuit verschillende documenten (o.a. Handreiking waterplanten maaibeheer, RWS 2012) en mensen die in verschillende mate hebben bijgedragen aan de inhoud van de beheervisie. Deze mensen zijn: Harold IJskes (Waterfront Hoorn), Wouter van Dusseldorp (bruine vloot), Pam Wennekes (vereniging voor de beroeps chartervaart), Lisan Kox (Marina Muiderzand), Eevert Buschloo, Ton Garritsen (beide RWS). Daarnaast is tijdens de derde werksessie aan alle betrokken partijen gevraagd welke aandachtspunten zij zien m.b.t. het beheer.

1.6 Leeswijzer

In het vervolg van dit document treft u de beheervisie aan. Hierin is omschreven met welk einddoel voor ogen en op basis van welke principes (beheerconcepten) het beheer vorm gegeven kan worden (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 wordt vanuit dit perspectief een voorzet gedaan voor de concretiseringslag naar het beheerplan. Welke beheerstrategieën passen het best bij (de verschillende onderdelen van) het project? Dit wordt gedaan aan de hand van een vergelijking van de beheersinspanningen van de verschillende alternatieven. Hoofdstuk 4 bevat vervolgens een voorzet voor de beheerafspraken: welke objecten moeten beheerd worden en door wie? Dit hoofdstuk gaat ook in op de kosten, de monitorings-inspanning en de risico's die deze partijen op zich nemen.

2. Beheervisie

2.1 Doelen beheer en onderhoud

De luwtemaatregelen in het Hoornse Hop hebben tot doel om een gebied te creëren waar het voldoende luw is om de ontwikkeling en het duurzaam voortbestaan van waterplanten en andere biota mogelijk te maken (zie Verkenningenrapport voor een nadere toelichting). Na de aanleg van de luwstructuren zal het beheer erop gericht zijn dat deze oppervlakte aan waterplanten duurzaam gehandhaafd blijft, dat wil zeggen dat ze niet kleiner wordt, maar ook niet veel groter, omdat dat tot hinder kan leiden voor de andere functies van het Markermeer. Daarnaast is als doelstelling geformuleerd dat er nieuwe gebruiksmogelijkheden van de structuren mogelijk moeten zijn (zgn meekoppelingen) en dat het bestaande gebruik van het Markermeer zo min mogelijk onder de structuren te lijden mag hebben. Ook hiervoor geldt dat het beheer na de inrichting goed geregeld moet zijn om deze afspraken na te kunnen komen.

Deze doelen en afspraken vormen een belangrijke leidraad voor de beheervisie. Door middel van de beheervisie wordt invulling gegeven aan de eisen en doelstellingen vanuit de verschillende belangen en gebruiksfuncties. Het Markermeer is een belangrijk natuurgebied met een internationale betekenis, waar het langs de oevers prettig wonen is en waar volop ruimte is voor watersport. De nieuwe structuren zullen zodanig worden aangelegd dat de landschappelijke waarden er niet door zullen worden aangetast. Een goed beheer is nodig om dat ook na de aanleg van de luwtemaatregelen te kunnen blijven garanderen.

In dit hoofdstuk wordt de visie op het toekomstige beheer belicht vanuit diverse invalshoeken. Het is de taak van de beheerders om te zorgen voor een optimale en professionele onderlinge afstemming van de diverse beheertaken binnen het beheergebied. Deze visie is vertaald naar streefbeelden, randvoorwaarden en wensen voor: landschap (§2.2), ecologie (§2.3), waterstaatkundige aspecten (§2.4) en recreatie (§2.5). Hieruit is een integraal streefbeeld voor de herinrichting voortgekomen, waar alle alternatieven aan voldoen (§2.6).

2.2 Landschappelijk streefbeeld

Een belangrijk uitgangspunt voor het Markermeer is dat de huidige kernkwaliteiten behouden blijven. Het gaat daarbij om de openheid, het weidse uitzicht, de rust en de robuustheid (zie voor verdere beschrijving: Ambitie-document Ruimtelijke Kwaliteit). In deze kwaliteiten ligt de identiteit van het Markermeer besloten en zij bepalen voor een groot deel de belevingswaarde van het gebied.

Dit streefbeeld vertaalt zich in de volgende landschappelijke randvoorwaarden:

- het bewaren van de openheid en weidsheid van het gebied.
- het bewaren van de rust in het gebied
- het aansluiten bij de robuustheid van het gebied

2.3 Ecologisch streefbeeld

De grote voedselrijkdom van het IJsselmeergebied trekt veel vogels aan en het gebied levert daarom een grote bijdrage aan de internationale biodiversiteit. Het Markermeer en IJmeer zijn belangrijk voor zowel vogels die vis eten als voor planteneters. Voor de vis- en mosseleeters zijn de omstandigheden in de jaren negentig verslechterd. Dat heeft o.a. te maken met een afname van de aantallen driehoeksmosselen en spiering. De achteruitgang van de spiering heeft waarschijnlijk ook met de klimaatverandering te maken. De mossel ging achteruit doordat er minder voedsel beschikbaar was na de aanleg van de Houtribdijk. Diezelfde dijk versterkt het effect van de toename van slib in het Markermeer en daar gedijen driehoeksmossels niet bij. Toch zijn de aantallen van verschillende eendensoorten die mossels eten nog steeds van internationale betekenis. Daarnaast is het Markermeer geliefd bij watervogels die in de rui zijn. De natuurdoelen die het ministerie van EZ voor het Markermeer heeft gesteld, zijn gericht op het behoud van plant- en diersoorten die bij grote zoete meren horen.

Deze doelen zijn vastgelegd in het Aanwijzingsbesluit Markermeer & IJmeer (2009) en worden nader uitgewerkt in het beheerplan Natura 2000 IJsselmeergebied. Dit beheerplan vormt het beoordelingskader waarin wordt beschreven welke instandhoudingmaatregelen getroffen dienen te worden en welke handelingen en ontwikkelingen in het gebied en daarbuiten, het bereiken van de instandhoudingsdoelen niet in gevaar brengen mede gelet op de maatregelen die worden getroffen. Vanzelfsprekend stellen deze doelen ook eisen aan de leefomgeving van deze soorten. Voldoende voedsel, goede waterkwaliteit én voldoende rust zijn daarvan de belangrijkste. Behalve de ecologische meerwaarde vanwege de luwte die de structuren opleveren, kunnen de structuren zelf ook interessant zijn voor de ecologie van het meer, bijvoorbeeld doordat ze als habitat gaan dienen voor broedende vogels, of omdat zich natuurlijke oevers ontwikkelen met rietzones ten behoeve van paai- en opgroeigebied voor vis.

Dit streefbeeld vertaalt zich in de volgende ecologische randvoorwaarden en wensen:

- het behoud en de ontwikkeling van planten- en diersoorten die bij grote zoete meren horen conform het Aanwijzingsbesluit Markermeer & IJmeer
- het zorg dragen voor een geschikte leefomgeving voor deze soorten met voldoende voedsel, een goede waterkwaliteit en voldoende rust.
- de luwtestructuren zo inrichten dat ze behalve de beoogde doelen zelf ook een ecologische meerwaarde hebben, als broedgebied voor vogels, leefgebied voor vogels en vissen of groeiplaats voor planten e.d.

2.4 Recreatief streefbeeld

Het Markermeer is een belangrijk watersportgebied en de watersportsector is een belangrijke economische factor voor de steden en dorpen langs de oevers van het Markermeer. De watersport is gebaat bij een goede bevaarbaarheid van het meer. In principe is het hele meer bevaarbaar, maar sommige trajecten, b.v. tussen Hoorn en Enkhuizen en tussen Hoorn en Marken zijn een stuk drukker dan andere delen van het meer. Er worden regelmatig zeilwedstrijden gehouden vanuit Hoorn. Afhankelijk van de wind zijn daar drie verschillende gebieden voor. Alle drie liggen ze ten zuidoosten van Hoorn. Vooral de wat kleinere watersport komt nu op het Markermeer niet aan zijn trekken en bij hen is er behoefte aan meer diversiteit en een uitbreiding van de vaardoelen. Daarnaast zijn door een aantal partijen (o.a. de Gemeente Hoorn, KvK, Recron en ANWB) verschillende visies opgesteld, waarin het Hoornse Hop als een bijzondere baai wordt gepresenteerd met kansen voor recreatieve ontwikkelingen op de oever en op eilanden voor de kust, die dan extensief en deels intensief gebruikt kunnen gaan worden.

Dit streefbeeld vertaalt zich in de volgende recreatieve randvoorwaarden en wensen:

- behoud van de goede bevaarbaarheid van het Markermeer
- behoud van voldoende ruimte voor zeilwedstrijdbanen
- het te alle tijden open houden van de vaarverbindingen tussen de dorpen en steden met havens.
- indien mogelijk uitbreiding van de watersportmogelijkheden
- een uitbreiding van de vaardoelen, m.n. voor de kleinere waterport
- de mogelijkheid open houden voor oevergebonden recreatievormen (zwemmen, strandbezoek, sportvissen, vogelen)
- de mogelijkheid open houden voor meer of minder intensieve recreatie op de luwtestructuren

In deze beheervisie zijn de beheeraspecten van een eventuele recreatieve invulling nog niet in beeld gebracht. Dit kan pas gebeuren in een volgende fase (bv MIRT3 verkenning), als meer duidelijk is over de recreatieve invulling. Nieuwe ontwikkelingen zijn gehouden aan de Natuurbeschermingswet en het op grond daarvan nog vast te stellen Beheerplan Natura 2000 IJsselmeergebied. Per ontwikkeling dient beoordeeld te worden of hierdoor de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen.

2.5 Waterstaatkundig streefbeeld (waaronder visserij)

Vanuit waterstaatkundig oogpunt is het wenselijk dat de veiligheid en de bevaarbaarheid (naast de watersport, ook voor andere gebruikers, zoals visserij, beroepsvaart e.d.) gewaarborgd zijn, dat er voldoende water is (voor de zoetwatervoorziening) en dat het water als 'schoon en ecologisch gezond' kan worden aangemerkt.

Wat de bevaarbaarheid betreft is het belangrijk dat de drukste vaarroutes open blijven. Aan de westkust tussen Edam en Hoorn bevinden zich twee havens en een reddingsbrigade. Het is belangrijk voor de bereikbaarheid dat er een open verbinding blijft bestaan tussen de havens en de grote vaarroutes. De reddingsbrigade moet snel overal ter plaatse kunnen zijn –daarom hebben zij een open verbinding met de rest van het water nodig. De eventuele structuren die in het water worden aangelegd moeten robuust zijn en bestand tegen de dynamiek van weer en wind, zoals: golfslag, ijsgang en stroming. Handhaving moet mogelijk zijn door zo extensief mogelijk beheer, opdat de beheerkosten beperkt zijn.

Een ander aspect dat met het waterbeheer samenhangt is dat de 'ecologische basiskwaliteit' is gegarandeerd. Deze vormt een belangrijke voorwaarde voor het bestaan van 'natuur' in de vorm van specifieke soorten en habitats. Of deze natuurwaarden werkelijk aanwezig zijn, is ook afhankelijk van andere aspecten, zoals van rust en ruimte of van beheermaatregelen.

Het Markermeer wordt ook gebruikt door beroepsvissers. Er staan veel fuiken opgesteld langs de gehele kust. En in de winter wordt er veel gevestigd in de ondieptes langs de kust tussen Edam en Hoorn.

Dit streefbeeld vertaalt zich in de volgende waterstaatkundige randvoorwaarden:

- in stand houding van het huidige beschermingsniveau tav de hoogwaterveiligheid
- in stand houding van voldoende water voor de zoetwatervoorziening
- in stand houding van de bevaarbaarheid van de vaarroutes
- in stand houding van open verbindingen tussen de havens en de vaarroutes (ook ivm de bereikbaarheid voor de reddingsbrigade)
- in stand houding van de ecologische basiskwaliteit
- geen versnelde aanslibbing van havenmonden
- luwtestructuren moeten bestand zijn tegen ijsgang, golfslag en stroming
- inrichting van constructies gericht op extensief beheer
- bereikbaarheid van de gebieden die geschikt zijn voor fuiken

2.6 Streefbeeld voor de inrichting

De belangrijkste ingreep in het gebied bestaat uit de aanleg van één of meerdere luwtestructuren. Er zijn verschillende constructies mogelijk die als luwtestructuur kunnen functioneren. Naast harde, stenen constructies zijn er zachte, zandige structuren. Ook schermen die aan de bodem zijn verankerd zijn een mogelijkheid. Deze 3 mogelijkheden zijn in de verkenning onderzocht en zullen in deze beheervisie nader beschouwd worden op wat de gevolgen er van zijn op het beheer.

De volgende typen constructies zijn verkend (zie memo Constructietypen voor een verdere uitwerking).

A. Schermen

Opstaand scherm; bestaande uit een drijflichaam, een verankeringslichaam en een element (b.v. doek) die beide stroomdicht aan elkaar koppelt.

B Dammen.

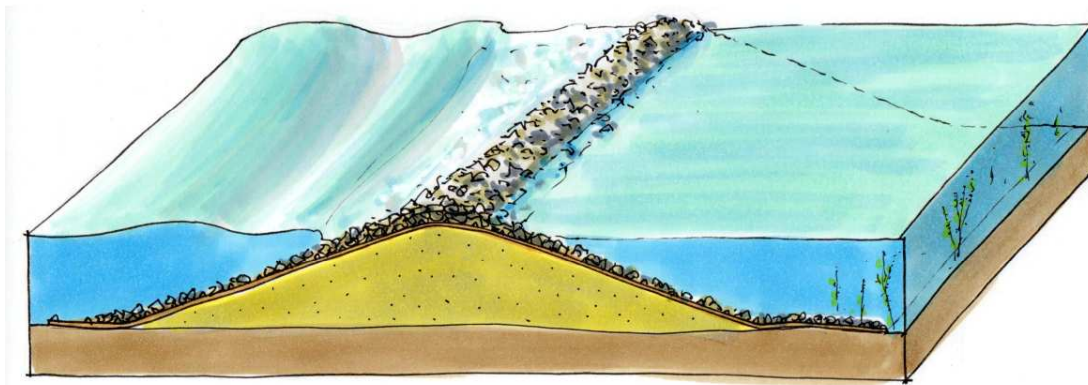
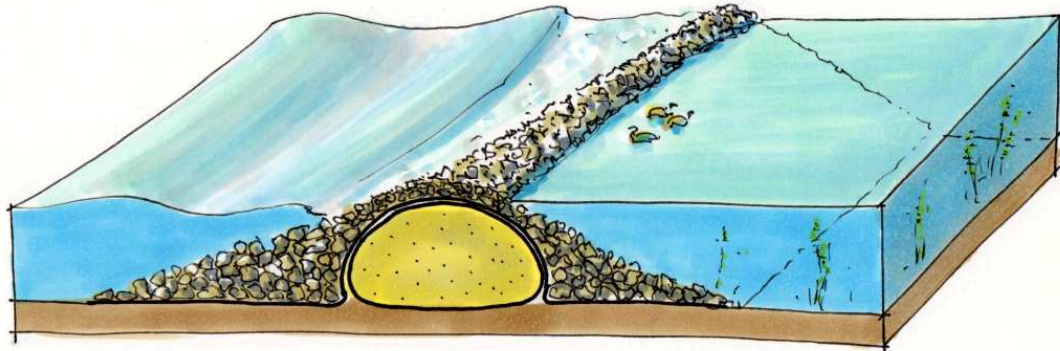
Er zijn verschillende mogelijkheden voor dammen onderzocht:

B1. Jan-bags bedekt met stortsteen; een dam opgebouwd uit 5 x 5 m brede aan de bovenzijde open zakken die gevuld worden met zand, klei of schoon puin en daarna worden dichtgenaaid. Tenslotte worden ze met stortsteen afgedekt.

B2. Geotubes bedekt met breuksteen; vergelijkbaar met de vorige variant, alleen bestaat de dam nu uit tubes met een diameter van 1,5 tot 3 m. Deze tubes worden gevuld met zand.

B3. Zanddam bedekt met breuksteen; de kern van de dam bestaat uit zand, eventueel aan de teen opgesloten in geotubes die als perskade dienen.

B4. Stenen dam; dam grotendeels bestaand uit stortsteen, eventueel met een kern bestaande uit geotubes.



Figuur. Impressie van een stenen dam met geotube-kern (boven) en zandkern (onder).

C. Eilanden.

Er zijn verschillende mogelijkheden voor eilanden onderzocht:

C1. Zandeiland, bestaande uit een zekere oppervlakte en oeverzones. Deze oeverzones kunnen zandig zijn en een flauw talud hebben, of beschermd zijn met stortsteen en steil oplopen.

C2. Ringvormig zandeiland met een kern van slib of veen; vergelijkbaar met het zandeiland, alleen bestaat de kern hier uit slib of veen dat tot boven water is opgebracht.



Figuur. Impressie van een eiland, met een zandige oever (rechts) en een met stortsteen versterkte oever (links)

Naast de aanleg van de constructies zijn er nog de volgende ingrepen voorzien:

Vergravingen

Om materiaal beschikbaar te krijgen voor de aanleg van de structuren kan in een ander deel van het Hoornse Hop een gebied verlaagd worden. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een vaargeul.

Boeien en bakens

Om de zichtbaarheid van de structuren te verbeteren zullen bakens aangebracht worden op de structuren en zijn boeien nodig in het water om de scheepvaart te geleiden.

Steigers, meerpalen

Om bij de luwtestructuren te kunnen aanmeren en te betreden zijn voorzieningen nodig in de vorm van steigers en/of meerpalen.

Insteekhaven

Bij grotere eilanden kan een kleine insteekhaven gemaakt worden waar schepen voor anker kunnen gaan.

Ijsbrekers

Om de vernietigende kracht van kruiend ijs te verminderen kunnen ijsbrekers geplaatst worden op punten waar de grootste aanval wordt verwacht.

2.7 Functie- en objectenboom

De luwtestructuren hebben qua inrichting een drietal functies die onderverdeeld zijn in vier verschillende subsystemen (luwtestructuur, natuurinrichting, watersysteem en bereikbaarheid). De subsystemen zijn op hun beurt weer onderverdeeld in objecten. Het geheel aan subsystemen en objecten moet ervoor zorgen dat de beoogde functies gerealiseerd worden.

Functie 1: luwte creëren

Functie 2: mogelijk maken van meekoppelingen

Functie 3: in stand houden bestaande functies Markermeer

De objecten die deze functies realiseren zijn vertaald naar een objectenboom. In de objectenboom zijn dammen en eilanden naast elkaar gezet. Afhankelijk van de keuze valt er hier straks een van af. Een overzicht van alle componenten staat in tabel 1.

Tabel 1: objectenboom beheervisie Hoornse Hop

Nr	Subsysteem	Nr	Object	Deel nr	Component
1	Luwtestructuur	1.1	breukstenen dam	1.1.1	damkern
				1.1.2	stortsteen bekleding
		1.2	zandig eiland met kern van slib of veen	1.2.1	zandlichaam
				1.2.2	sliblichaam
				1.2.3	geotube
			1.2.4	stortsteen bescherming	
			1.2.5	zandige kust	
2	Natuurinrichting	2.1	luwtegebied	2.1.1	kernzone
				2.1.2	hinderzone
		2.2	oeverzone eiland	2.2.1	zandige oever
				2.2.2	stenen oever
				2.2.3	lagune
		2.3	landzone eiland	2.3.1	bodemoppervlak
2.3.2	poel				
3	Watersysteem	3.1	vaargebieden	3.1.1	havenmonden

Nr	Subsysteem	Nr	Object	Deel nr	Component
				3.1.2	vaarverbindingen tussen havens en doorgaande vaarroutes
				3.1.3	doorgaande vaarroutes
		3.2	beboeiing	3.2.1	boeien en bakens
4	Bereikbaarheid	4.1	aanlegvoorziening	4.1.1	aanlegsteiger
				4.1.2	aanmeerpaal
				4.1.3	insteekhaventje

2.8 Beheervisie en beheerconcepten

In deze paragraaf passeren de beheerconcepten de revue die het meest geschikt zijn voor het beheer van de objecten in het Hoornse Hop (zie §2.7).

De beheerder heeft na inrichting de taak om het gebied zodanig te (laten) beheren dat een eindbeeld wordt gerealiseerd dat voldoet aan de randvoorwaarden. De structuren moeten worden onderhouden, opdat ze hun functie blijven vervullen; hiervoor bestaan verschillende concepten. Aan de mate van begroeiing in het water en aan de structuren worden eisen gesteld, die worden afgeleid van het streefbeeld. In de jaren na de uitvoering zullen de waterplanten zich gaan uitbreiden en zullen eventuele eilanden begroeid raken. In het beheerplan voor de luwtemaatregelen zal tzt worden vastgelegd wat de interventieniveaus zijn voor de omvang van het gebied waar waterplanten groeien en voor de eventuele vegetaties op het land en op de oever. Zodra die worden overschreden zal de beheerder ingrijpen. Om niet ieder jaar te hoeven ingrijpen is het efficiënter om een zekere mate van beheerruimte in te bouwen.

Robuustheid en flexibiliteit

De luwtestructuren moeten robuust zijn en blijven. Daarnaast bevinden ze zich in een dynamisch gebied. Dit komt ook in het beheer tot uiting. Deze dynamiek heeft vier facetten:

- De dynamiek van wind, golven en stroming op en rond de luwtestructuren
- De dynamiek van natuurlijke ontwikkeling op en rond de luwtestructuren van flora en fauna
- De dynamiek van menselijk gebruik op en rond de luwtestructuren
- De dynamiek van de tijd waardoor voortschrijdend inzicht aanleiding geeft tot andere uitgangspunten of randvoorwaarden

2.8.1 Beheer luwtemaatregelen

Beheersintensiteit

Processen zoals zetting en erosie zullen na verloop van tijd gevolgen hebben voor de vorm en het uiterlijk van de structuren. Een belangrijke vraag bij het beheer van de constructies is hoe intensief beheer wenselijk is. Het gaat hier om structuren die tot doel hebben om een verdere natuurlijke ontwikkeling van het Markermeer op gang te brengen en de robuustheid van het systeem te vergroten. De beheerseisen die aan de luwtestructuren gesteld worden, mogen daarom anders zijn dan eisen die bijvoorbeeld aan structuren voor veiligheid, bouw of infra worden gesteld. Zolang de natuurdoelen maar duurzaam gehaald worden, kan volstaan worden met extensief onderhoud. Er kan gekozen worden voor zgn probabilistisch onderhoud waarbij uitgegaan wordt van onderhoudsintervallen en -methoden die bepaald zijn op basis van het risico op onvoldoende functioneren dat bij niet onderhouden van het object optreedt. In zo'n geval kan het dus zelfs voorkomen dat onderdelen die veranderen, maar waardoor de doelen niet in het gevaar komen, ook niet zullen worden onderhouden. Een voorbeeld is een eiland, waarvan een deel door zettingen tot onder de waterlijn is gezakt. Er zal hier dan een lagune of een meertje ontstaan, maar op de luwte achter de structuur zal dit geen effect hebben en er hoeft daarom geen onderhoud te hoeven uitgevoerd. Voor de natuur is een dergelijke ontwikkeling zelfs wenselijk, omdat de diversiteit er door wordt vergroot. Een andere mogelijkheid is dat na verloop van tijd de in eerste instantie door de luwtestructuren geboden luwte door robuuste mosselbanken, plantenweelde en wortelmaten wordt verzekerd, die op eigen kracht samen de stroming van wind en water kunnen weerstaan. In dat geval is het niet meer nodig de luwtestructuur te blijven onderhouden als deze door een storm en de tand des tijds teloorgaat. De toekomstige beheerder kan dan besluiten het onderhoud af te bouwen.

Zandmotoren en lopende eilanden

Bij de aanleg van zandige constructies kan er voor gekozen worden deze niet met steenbestortingen tegen erosie te beschermen, maar om de bescherming te halen uit het bewegende zand. Dit principe wordt overal langs de Noordzeekust toegepast, wordt gebruikt bij de bescherming van de Oesterdam in Zeeland en wordt momenteel ook verkend voor toepassing in de Oeverdijk voor de dijkverzwaring Hoorn-Edam. Het zand op de oevers ligt namelijk nooit stil; door de golfslag beweegt het op- en neer langs het profiel. Het principe bestaat er uit dat het zandtalud dermate flauw oploopt dat er een dynamisch evenwicht is tussen zand dat, onder invloed van golfwerking, omhoog beweegt en zand dat omlaag beweegt. Er blijft dan alleen een netto zijdelings transport over. Onder invloed van de overheersende windrichting wordt het zand langzaam naar het noorden tot noordoosten gevoerd. Er zal daardoor gaandeweg zandverlies optreden langs de zuidwestoever en sedimentatie langs de noordoever, waar het eiland zich uit zal breiden.

Dit zijdelingse transport kan worden opgevangen door de aanleg van een voldoende grote zandbuffer (een zgn zandmotor) waar vanuit het zand langs de kustlijn door het natuurlijke zandtransport steeds weer wordt aangevuld. Wanneer de zandmotor na verloop van tijd (bv 10 jaar) leeg is, kan deze weer worden aangevuld. Er kan ook voor gekozen worden om geen zandmotor aan te leggen. In dat geval schuift het eiland heel langzaam op, doordat zand dat aan de ene kant verdwijnt aan de andere kant van het eiland weer zal sedimenteren. De verwachting is dat bij niet vastgelegde zandige oevers een deel van het zand uit het kuststelsel verdwijnt, doordat het naar te diep water verdwijnt om nog door golfwerking ophoog gebracht te kunnen worden. Deze verliezen zullen op termijn moeten worden aangevuld. Daarom is ook bij lopende eilanden met enige regelmaat aanvulling van zand nodig zijn. Het continue zandtransport zorgt voor veel dynamiek en steeds weer wisselende omstandigheden. Het zijn juist deze omstandigheden waar veel soorten die gebonden zijn aan oeverzones goed in gedijen. Het zand dat naar dieper water verdwijnt, zal zich in beperkte mate over de bodem verspreiden. Het is niet de verwachting dat dit lokaal tot meer sedimentatie zal leiden.

Vanwege de dynamische processen hebben structuren die opgebouwd zijn uit zachte oevers en die zichzelf in stand houden door middel van zandmotoren, een grote ecologische meerwaarde ten opzichte van stenen dammen. Of en waar deze oevers toegepast kunnen worden, is verder uitgewerkt in het verkenningrapport. In deze beheersvisie staan de beheersaspecten en beheerkosten van de zachte en de harde oevers naast elkaar.

Variatie in de afwerking van oevers en landoppervlak

Op plaatsen waar de grootste golfaanval wordt verwacht, bv de oostoever, zal ook bij zandige eilanden met steenbestortingen moeten worden gewerkt. Deze bestortingen hoeven niet de gehele kustlijn te bedekken. Door lokaal korte onderbrekingen in de stenen kustlijn aan te brengen, kunnen water en dynamiek daar in doordringen en zullen er kleine lagunes achter de stenen ontstaan. Dit levert op termijn de gewenste grillige kustlijn op.

Langs de kustlijn tussen Hoorn en Amsterdam zijn op diverse plaatsen strandjes ontstaan van schelpengruis. Deze schelpen zijn afkomstig van de bodem van het Markermeer en worden door de golfwerking tegen de kust opgebracht en vormen daar inmiddels strandjes die lokaal wel 20 m breed zijn. Deze strandjes ontstaan vooral op plaatsen waar de kustlijn een holle (concave) vorm heeft. Bij de aanleg van eilanden kan er rekening mee gehouden worden dat deze schelpenstrandjes ook langs de nieuwe kusten kunnen ontstaan. Op termijn zal de oeverzone dan niet alleen uit steenbestorting bestaan, maar ook uit schelpenstrandjes.

Bij de detailinvulling van het eiland kan er voor gekozen worden om het centrale deel van het eiland niet tot boven de waterlijn op te vullen. Hier ontstaat dan een meertje met langzaam oplopende oevers en rustig water waar zich in de loop der tijd waterplanten en riet in zullen vestigen. Noodzakelijke verversing van het water maakt het noodzakelijk dat er een (smalle) verbinding met het open water blijft bestaan. Hierdoor wordt het meertje ook bereikbaar voor vis en andere organismen.



foto. Op natuurlijke wijze ontstaan schelpenstrand langs oostoever nabij Warder. De schelpen worden door golfslag vanaf de bodem van het meer omhoog gevoerd. De verwachting is dat dit ook langs de meer flauw aangelegde oevers van de luwtestructuren zal gebeuren.

2.8.2 Vegetatie- en landschapsbeheer

Het natuur- en landschapsbeheer is een nieuw onderdeel in het Hoornse Hop. Zowel wat het beheer van waterplanten betreft als eventuele landvegetaties vindt dit type beheer nu nog niet plaats. Na de aanleg van de luwtestructuren zal het vegetatie- en landschapsbeheer direct moeten worden opgestart. Het beheer (of het ontbreken daarvan) in de beginfase is namelijk vaak bepalend voor de vegetaties die zich ergens ontwikkelen. Het vegetatiebeheer kent een viertal facetten die allen hun eisen aan het te voeren beheerconcept meegeven :

1. Natuurbeheer: het beheer van de waterplanten zal er op gericht moeten zijn om de gewenste oppervlakte duurzaam in stand te houden. Bij eilanden zal het beheer van de land- en oevervegetaties er op gericht zijn een voldoende grote diversiteit aan karakteristieke soorten op te leveren.
2. Nautisch beheer: het beheer van de waterplanten zal er vanuit de nautiek op gericht moeten zijn de hinder voor de gebruikers van het water (vissers en recreanten) zoveel mogelijk te beperken. Voor de visserij en de recreatievaart is de bevaarbaarheid van belang. Het primaire doel van de luwtmaatregelen (waterplanten) is gelijk een grote belemmering voor ongehinderd varen op (een deel van) het Markermeer. Vooral de waterplanten die doorgroeien tot aan het wateroppervlak (zoals doorgroeid fontijnkruid) zijn erg hinderlijk voor recreatieve- en beroepsvaart. Alleen platbodems en boten met een flink aantal PK's hebben er weinig tot geen last van. Catamarans en open zeilboten hebben er erg veel last van.
3. Landschapsbeheer: het beheer van de vegetaties op het land en de oevers heeft ook een landschappelijke component. Naast de wens dat zich een soortenrijke vegetatie kan ontwikkelen, is het belangrijk dat de openheid en het weidse zicht, niet onder druk komen te staan door hoogopgaande begroeiing.
4. Waterbeheer: het beheer van de harde constructies legt ook eisen op aan het vegetatiebeheer. Om beschadigingen aan de stenen constructies te beperken is het nodig om het kiemen en uitgroeien van bomen daar tegen te gaan.

Voor het beheer van de vegetaties staan de volgende concepten ter beschikking:

Beheer waterplanten.

Tot op een diepte van 3,5 á 4 meter kunnen waterplanten kiemen. Afhankelijk van een aantal factoren, zoals hoeveelheid licht die op de bodem valt, dynamiek en vraat (door eenden en zwanen) groeien de planten in wisselende dichtheden uit tot aan het wateroppervlak. Op plaatsen waar waterplanten gewenst zijn vanuit het oogpunt van N2000 en het waterbeheer, is het streven dat er gevarieerde habitats ontstaan met verschillende soorten waterplanten en een afwisseling in dichtheid van de velden.

De verwachting is dat deze ontwikkeling vanzelf op gang zal komen als aan een aantal basale factoren, zoals voldoende licht op de bodem en een voldoende stabiel golfmilieu, is voldaan. Daarna is het vooral een kwestie van tijd en is actief beheer van deze gebieden niet nodig.

Op plaatsen waar de waterplanten hinder opleveren is maaibeheer op dit moment het enige type beheer dat kan worden toegepast om waterplanten terug te dringen. Omdat het maaien op zicht gebeurt, kan het pas worden uitgevoerd in juli, als de waterplanten het wateroppervlak bereiken. Een deel van de hinder is er echter al in de periode daarvoor, als de waterplanten zich nog (grotendeels onzichtbaar) onder de wateroppervlakte bevinden. Omdat met name de fonteinkruiden zich ieder jaar opnieuw vestigen, zal het maaien buiten bepaalde zones jaarlijks plaats moeten vinden. Omdat er nu nog geen maaibeheer plaats vindt in het Hoornse Hop, zullen de randvoorwaarden daarvoor nog moeten worden vastgesteld (zie hiervoor ook par 4.1).

Beheer land- en oeverzones

De gedeelten van de eilanden die rond en boven de waterlijn liggen zullen al snel begroeid raken met vegetaties. Voor het beheer hiervan staan de gangbare beheermethoden ter beschikking die voor natuurbeheer worden toegepast, zoals maaibeheer en begrazingsbeheer. Maaibeheer zal bestaan uit een maaigang aan het einde van het broedseizoen en eventueel een tweede maaigang in de nazomer. Er kan gekozen worden voor nabeweidings tot aan de winterperiode. Begrazingsbeheer bestaat er uit dat dieren jaarrond op het eiland rondlopen. Voorwaarde is dan wel dat er voldoende oppervlak is om een kudde in stand te laten houden. Er wordt uitgegaan van zelfredzame, in familieverband levende kuddes runderen en/of paarden, in een dichtheid van circa 1 dier per 2 a 3 hectare begraasbaar terrein. Dit betekent dat begrazing pas mogelijk is op eilanden met een oppervlakte vanaf ca 20 ha. De kuddes dienen tegelijkertijd geschikt te zijn voor publieke toegankelijkheid. Dit betekent dat het rustige dieren moeten zijn, die gewend zijn aan de aanwezigheid van mensen. De beheerder is verantwoordelijk voor de wettelijke veterinaire en welzijnsprotocollen rond de levende have. Dit houdt o.a. in dat de dieren geormerkt moeten zijn, er jaarlijkse controle van de kuddes op dierziekten moet plaatsvinden en de conditie van de dieren gemonitord moet worden. Van belang is tenslotte dat de kuddes de vluchtroutes naar de hoogwatervrije vluchtplaatsen weten te vinden.

Zowel bij maaibeheer als begrazingsbeheer kunnen er delen van het terrein zijn waar verruiging en bosopslag optreedt. Hier kan aanvullend cyclisch beheer nodig zijn, wat inhoudt dat bijvoorbeeld eens in de 5 jaar de vegetatie op deze plaatsen wordt teruggezet.

3. Beheerschets Hoornse Hop

Vanuit de in hoofdstuk 2 geïntroduceerde beheervisie en de mogelijke beheerstrategieën moet een keuze gemaakt worden in de concretiseringslag naar het uiteindelijke beheerplan voor de luwtestructuren. Dit hoofdstuk bevat een voorzet voor deze keuzen, en beschrijft welke beheerstrategieën het best passen bij het project Luwtmaatregelen Hoornse Hop. Ieder beheerobject uit de objectenboom kent specifieke beheereisen om de functie(s) die hij vervult te waarborgen. Deze eisen zijn de basis voor de beheertaken, die indicatief vermeld zijn. In tabel 2 zijn de maatregelen per object beschreven.

3.1 Technisch beheer luwtestructuren

Dammen

De dammen hebben de functie om luwte te maken. Dat doen ze enerzijds door de golven te breken en anderzijds door de stroming te beperken. Zo ontstaat er helderder water, waar waterplanten in kunnen kiemen en uitgroeien. Ook zorgen de dammen voor het behoud van de waterplanten die zich in de laatste jaren op een positieve wijze heeft ontwikkeld langs de kust van Hoorn-Edam. Omdat er minder golven zijn, zal het bodemslib minder vaak opwervelen en zal de bodem consolideren. Doordat de stroming afneemt, wordt er ook geen slib mee naar toe gevoerd van elders. Om deze functie te kunnen vervullen moet de dam hoog genoeg zijn (minimaal 0,5 m boven de gemiddelde hoogwaterlijn – zie ook de memo ‘Constructies alternatieven’). Het gaat om een robuuste dam, bestaande uit een kern van zand (met daarin eventueel een geotube) die is afgedekt met stortsteen. Het beheer is er op gericht de stenen bekleding in takt te houden, zodat de zandige kern gevrijwaard blijft van golfaanvallen. Daartoe zal de stortstenen bekleding jaarlijks worden gecontroleerd en indien nodig worden aangevuld. Na 5 jaar zal een eerste hoogtemeting uitgevoerd moeten worden om te bepalen in hoeverre zettingen invloed hebben gehad op de hoogte van de dam. Deze meting wordt daarna eens in de 10 jaar herhaald.

Het is te verwachten dat de dam door zettingen zal vervormen. Dit is voor de functie van de dam geen bezwaar. Alleen daar waar de dam onder een tevoren bepaald interventieniveau zakt, zal de dam moeten worden opgehoogd. Hiertoe wordt de stenen bekleding lokaal tijdelijk verwijderd, zodat de zandkern van bovenaf kan worden aangevuld.

Naast het beheer van de constructie is er ook vegetatiebeheer nodig in het geval er bomen of struiken op de dam kiemen en uitgroeien. Tijdens de jaarlijkse controle wordt ook de ontwikkeling van vegetaties verkend. Boomvormers dienen daarbij verwijderd te worden (inclusief wortels), omdat de wortels schade veroorzaken.

Eilanden

Een eiland heeft dezelfde luwtefunctie als de dammen. Het eiland breekt de golven waardoor er minder slib opgewerveld wordt, en het eiland laat de stroming niet door waardoor er een gebied ontstaat met minder stroming. Daarnaast heeft het eiland de functie om meekoppelingen mogelijk te maken. Dat kunnen recreatieve meekoppelingen zijn, maar ook bijvoorbeeld aanvullende natuurfuncties.

De eilanden zijn minimaal tientallen meters breed en robuust aangelegd. Als het om hun primaire functie gaat (het creëren van luwte) zijn ze dus sterk overgedimensioneerd. Erosie door golfslag of lokale verlagingen door zettingen zullen daarom niet snel de functie van de eilanden in gevaar brengen. De verwachting is dat deze processen juist zullen bijdragen aan de natuurwaarden omdat de diversiteit er door zal toenemen. Het beheer van de eilanden zal er daarom op gericht zijn om de dynamische processen die op het Markermeer heersen zoveel mogelijk toe te laten op de eilanden. Als gedeelten van de eilanden in de toekomst voor andere functies worden gebruikt kan het nodig zijn om aldaar, lokaal een ander, intensiever beheer uit te voeren. Kosten voortvloeiend uit deze gewijzigde functies worden in deze fase niet verder onderbouwd en opgenomen

De eilanden zijn in de inrichtingsfase opgehoogd tot ca 1 a 1,5 m boven de gemiddelde waterlijn. Hiermee kunnen zettingen worden opgevangen tot 1 m. De verwachting is dat er daarom geen beheer nodig is om de gevolgen van de zettingen op te vangen. Als het centrale deel van het eiland uit slib of veen bestaat, dat tot boven de waterlijn is opgebracht, zal dit een grotere zetting hebben.

Mocht dit deel van het eiland daardoor tot onder het waterpeil zakken, dan kan dit weer worden aangevuld door nieuwe slib vanaf de bodem van het Markermeer in het centrale deel van het eiland te spuiten. Voor het behoud van de hoofdfunctie is dit echter niet nodig. Bij een verlaging tot onder de waterspiegel zal zich in de kern een moeras vormen, met mogelijk zelfs laagveenvorming, die de daling door zetting op termijn zal opheffen. Dit zal de ecologische meerwaarde vergroten en daarom is er in deze beheervisie voor gekozen dit proces niet tegen te gaan door de verzakking aan te vullen.

Het uitgangspunt bij de zachte, flauw oplopende oevers van het eiland is dat deze zichzelf grotendeels in stand houden. Ze zijn zo aangelegd dat er ongeveer evenveel zand op het strand wordt gebracht door de golven als er weg erodeert. Eventueel verlies van zand in de oeverzone wordt aangevuld vanuit een zandmotor die aan de zuidwestkant van het eiland is aangelegd. De eerste jaren zal jaarlijks gecontroleerd moeten worden of dit proces naar verwachting loopt. Enige erosie is niet uit te sluiten en is ook geen bezwaar. Verandering van vorm is onderdeel van de natuurlijke dynamiek op een zandstrand en door erosie zal het talud flauwer worden, wat het mechanisme zal bevorderen. De zandmotor zal in de eerste jaren jaarlijks moeten worden gecontroleerd, zodat een inschatting kan worden gemaakt van de frequentie waarmee aanvulling nodig is. De stortstenen verdediging aan de oostzijde van de eilanden worden jaarlijks gecontroleerd en indien nodig aangevuld. Het vegetatiebeheer van de eilanden wordt hieronder beschreven onder natuurbeheer.

3.2 Natuurbeheer

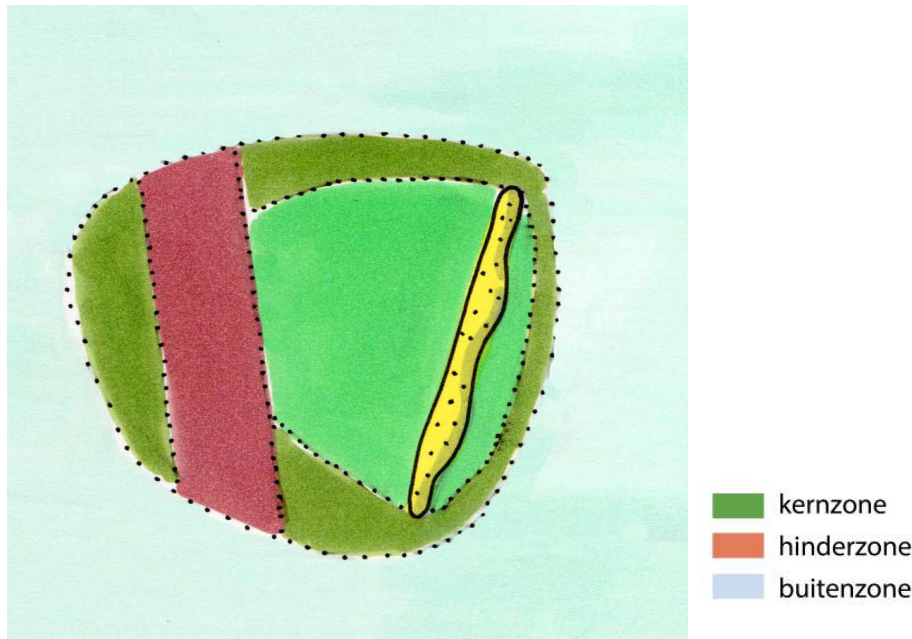
Door de aanleg van de luwtestructuren zal in een deel van het Markermeer natuurbeheer nodig zijn. Het natuurbeheer behelst twee aspecten: het beheer van de natuur in de luwtegebieden en het beheer van de natuur op de eilanden.

Luwtegebieden

Deze gebieden hebben de functie om waterplantengroei te bevorderen; de dichtheid aan waterplanten en diversiteit aan waterplanten zullen er daarom (sterk) toenemen. Dit is een gewenste ontwikkeling om aan de natuurdoelstellingen te voldoen voor het Markermeer. Beheer van deze gebieden is in principe niet nodig, de aanleg van de structuren is voldoende om de ontwikkeling op gang te brengen en verder worden er geen ingrepen gedaan in deze gebieden. Er worden verschillende zones onderscheiden met waterplanten:

- de kernzone. Dit is de zone waar ieder jaar een dichte begroeiing aan waterplanten voor zal komen. Er zijn hier geen beheerinspanningen gewenst.
- de hinderzone. Dit is het gebied dat binnen het invloedsgebied van de luwtestructuur ligt en waar dus waterplanten in grotere dichtheden kunnen voorkomen dan in de huidige situatie, maar waar waterplanten, vanwege andere functies, niet gewenst zijn. In deze zone kan het nodig zijn om de waterplanten te maaien.

Naast deze twee zones binnen het luwtegebied is er ook nog het gebied buiten de invloedsfeer van de luwtestructuur – de buitenzone. Het is mogelijk dat zich hier in de toekomst ook meer waterplanten zullen vestigen, er groeien nu ook al waterplanten in het Hoornse Hop. Dat heeft echter geen directe relatie met de luwte van de luwtestructuren. Het beheer hiervan valt dan ook buiten de scope van het luwteproject. Toch kan het wenselijk zijn om dit beheer in de toekomst wel mee te nemen in de afspraken die er tussen waterbeheerders en watergebruikers worden gemaakt. In hoofdstuk 4 is hier een voorstel voor gedaan.



Figuur 3. Indicatieve kaart van de onderscheiden zones rondom een luwtemaatregel (geel gekleurd).

De belangrijkste beheermaatregel in de luwtegebieden bestaat er dus uit dat waterplanten worden gemaaid in de hinderzone. In het beheerplan voor de luwtemaatregelen kunnen de contouren van deze zone worden vastgelegd, inclusief de intensiteit van het maaibeheer. Ook zal een vergunning moeten worden aangevraagd opdat het maaibeheer past binnen de wettelijke kaders van de natuurbeschermingswetten. Deze maatregelen moeten in het Beheerplan Natura 2000 IJsselmeergebied worden opgenomen, inclusief de condities waaronder ze moeten worden uitgevoerd. Op deze wijze kan mogelijk vergunningsvrij (ter beoordeling aan het BG, zijnde de provincie) gedurende de looptijd van het beheerplan (6 jaar) worden gemaaid.

Ervaringen met het maaien van waterplanten zijn vooral opgedaan in de Randmeren. Rijkswaterstaat heeft voor die regio een richtlijn opgesteld waaraan maaibeheer moet voldoen (Handreiking waterplanten maaibeheer, 2012). Daarin is opgenomen dat de waterplanten éénmaal per jaar tot een hoogte van 60 cm boven de bodem worden gemaaid. Dit gebeurt na het einde van juni – tenzij er daarvoor al zoveel hinder is, dat het moment iets vervroegd moet worden. Door de planten pas in juli te maaien, komen ze tot het einde van het seizoen niet meer aan de wateroppervlakte.

Uit ervaringen in het Veluwemeer blijkt dat met (HK 3) maaiparaatuur aangebracht op een boot (type vissersboot) tot 10 ha fonteinkruis en aarvederkruis per dag gemaaid en afgevoerd kan worden. Door het op- en afbouwen van de paraatuur zijn de kosten van de eerste 50 ha hoger dan daarna.

Het maaisel van de waterplanten moet afgevoerd worden. Er is een verkenning gewenst naar de kansen om energie op te wekken uit maaisel via vergisting. ECN heeft hier ervaring mee en het afvalbedrijf in Alkmaar kan het ook. Analyse van fonteinkruis tov GFT wijst uit dat er veel gelijkenissen zijn. Het vochtgehalte van fonteinkruis is hoger 90% tegenover 55% voor GFT), dus kost het meer in de verwerking omdat er meer water over blijft. GFT produceert 40 m³ methaan per ton terwijl fonteinkruis niet hoger komt dan 30m³. Ter vergelijking, biogas zit op 60 à 70 m³/ton product. Als het fonteinkruis droger aangeleverd wordt, is het resultaat gunstiger. Samenvattend is het aannemelijk dat fonteinkruis met eenzelfde vochtgehalte als GFT tegen eenzelfde tarief kan worden verwerkt. Om de haalbaarheid te onderzoeken zou een praktijkproef gedaan moeten worden¹.

Eilanden

De eilanden zijn primair aangelegd om luwte te creëren, maar daarnaast bieden ze ook kansen voor meekoppelingen. Een van deze meekoppelingen is natuurontwikkeling, want met de aanleg ontstaat er een grote verscheidenheid in land-water overgangen, die zeer waardevol zijn voor de natuur.

¹ Informatie verkregen via H. Ijskes van Waterfront Hoorn.

Ook het land zelf kan, afhankelijk van de inrichting, natuurwaarden herbergen, zoals koloniebroedende vogels en bijzondere vegetaties. De belangrijkste beheertaak op het gebied van natuur op de eilanden bestaat uit het beheer van de vegetaties.

Al meteen na de aanleg zullen zich vegetaties gaan vestigen op de eilanden. Het is daarom belangrijk dat het vegetatiebeheer ook meteen start. Met name voor het tegengaan van wilgengroei is in de eerste jaren na aanleg van belang. De open, onbegroeide grond die resulteert na een inrichtingsperiode vormt namelijk de ideale kiemingsbodem voor wilgen, die zeer snel pionieren en doorgroeien. Als na 1 of 2 jaar de bodem geconsolideerd is en begroeid raakt met meer grazige vegetaties, nemen de kiemomstandigheden voor wilgen sterk af. Alleen wat hoger in de oeverzone, waar door golfslag vers materiaal aan de oppervlakte kan komen te liggen, kiemen dan nog wilgen.

De vegetatie op de eilanden moet zich natuurlijk kunnen ontwikkelen, passend bij de ecologie van het Markermeer. Vanwege het behoud van de openheid van het Markermeer is een open, grazige vegetatie gewenst, zonder bomen. Het beheer moet er dus op gericht zijn om de begroeiing laag te houden, terwijl wel ruimte wordt gegeven aan natuurlijke ontwikkeling en dynamiek. Bij grotere eilanden (> 20 ha) kan het reguliere vegetatiebeheer het beste worden gedaan door grazende runderen of paarden die jaarrond op de eilanden lopen. Op kleinere eilanden zal 1 of 2 keer per jaar moeten worden gemaaid. Het strooisel kan op het eiland achterblijven.

Naast het reguliere dagelijkse beheer is ook cyclisch beheer nodig; dit is beheer dat met intervallen van b.v. 5 tot 10 jaar wordt uitgevoerd. Het gaat daarbij om het verwijderen van bomen en zaailingen die op de eilanden niet gewenst zijn omdat zij de openheid van het gebied verminderen. Als door een goed beheer in de beginfase de groeiomstandigheden voor wilgen beperkt zijn gebleven, kan worden volstaan met het eens in de 5 jaar verwijderen van de bomen op de eilanden. Bomen die in de stortstenen oevers kiemen moeten binnen 2 jaar worden verwijderd, omdat ze anders veel lastiger weg te halen zijn (en de constructie aantasten).

3.3 Vaarbeheer en bereikbaarheid

Vaargebieden

De functie van de vaargebieden is het bieden van open (waterplantvrij) verbinding tussen de havens en het grote meer. Dit is van belang voor de veiligheid –de reddingsbrigades moeten snel overal ter plaatse kunnen komen. Maar ook voor het vaarplezier en daarmee voor de recreatie en de economie. Door de aanleg van de luwtestructuren en het ontstaan van luwtegebieden met waterplanten neemt de bevaarbaarheid van het Markermeer op die plaatsen af. Om de hinder voor de gebruikers van het water zo beperkt mogelijk te houden, is het van belang dat deze luwtegebieden duidelijk zijn begrensd. Daartoe is een zonerings vastgesteld (zie par. 3.2), waarbij waterplanten die als gevolg van de aanleg van de luwtemaatregelen buiten de kernzone gaan groeien, worden gemaaid. Eventueel kunnen de waterplantengebieden ook op vaarkaarten worden aangegeven, zodat het voor de watersporters duidelijk is waar ze extra risico's lopen. De randvoorwaarden voor het maaibeheer zullen in een later stadium nog precies vastgelegd moeten worden (zie ook par 4.1). Aanzetten daartoe zijn het concept beheerplan Natura 2000 IJsselmeergebied opgenomen.

Een aandachtspunt voor uitwerking in het beheerplan voor de luwtemaatregelen is om na te gaan hoe de reddingsbrigade deze (kernzone) gebieden gaat opnemen in hun actieplannen ivm het minder/niet toegankelijkheid zijn voor hun vaartuigen. De uitvaaropeningen van de havens bij Warder, Schardam en Hoorn dienen te allen tijde vrij te blijven van waterplanten. Verder dient het eiland via tenminste één route te benaderen te zijn over water. Hier is mogelijk ook maaibeheer voor nodig.

Het is niet de verwachting dat door de aanleg van de luwtestructuren er meer sedimentatie zal plaatsvinden in de luwtegebieden. De metingen die tijdens een pilot zijn gedaan, wezen uit dat de waarden in de luwtegebieden veelal minder dan 1 cm per jaar bedroegen en daarbuiten nog minder. Als via de reguliere dieptemetingen, die met enige regelmaat worden gedaan, blijkt dat zich toch sedimentophopingen voordoen op plaatsen buiten de luwtegebieden, dan kan het nodig zijn om deze gebieden te baggeren als ze in vaarroutes of havenmonden liggen. Voorlopig wordt er echter van uitgegaan dat dit niet nodig zal zijn.

Betonning

Rondom de luwtestructuren zijn boeien voorzien die schippers attent moet maken op de aanwezigheid van de structuren, zodat er veilig gevaren kan worden. De betonning moet periodiek gecontroleerd worden en indien nodig gerepareerd of vervangen. Hiervoor kunnen de gangbare werkwijzen worden aangehouden.

Aanlegvoorzieningen

Om de luwtestructuren te kunnen betreden (ten behoeve van beheerwerkzaamheden, inventarisaties, monitoring en excursies) zijn voorzieningen nodig om boten af te kunnen meren en aan land te gaan. Afhankelijk van het type luwteconstructie kan dit een klein insteekhaventje zijn of een aanlegsteiger. Daarnaast zullen ook bij iedere constructie enkele meerpalen aangelegd moeten worden, waar boten tijdelijk kunnen aanmeren.

3.4 Keuze beheerconcept en maatregelen per object

Tabel 1: overzicht beheersmaatregelen per (deel)object in het Hoornse Hop en de keuzes die hierin nog gemaakt moeten worden (zie par 4.1 voor toelichting op de keuzes).

object		deelobject	beheermaatregel	Beheerder
Breukstenen dam	1.1.1	Damkern	Bij zetting tot onder waterlijn kruin aanvullen met stortsteen	Rijkswaterstaat
	1.1.2	Stortsteen bekleding	Stortsteen profileren/aanvullen bij schade; cyclisch beheer van hoogopgaande begroeiing	Rijkswaterstaat
Zandig eiland met kern van slib of veen	1.2.1	zandlichaam	geen	Rijkswaterstaat
	1.2.2	sliblichaam	Evt. aanvullen met slib bij sterke consolidatie/zetting	Rijkswaterstaat
	1.2.3	geotube	geen	Rijkswaterstaat
	1.2.4	stortsteen bescherming	Stortsteen aanvullen bij schade (indien functie van het eiland in het geding is);	Rijkswaterstaat
	1.2.5	zandige kust	aanvullen met zand op zandmotor	Rijkswaterstaat
Luwtegebied	2.1.1	kernzone	geen	Rijkswaterstaat
	2.1.2	hinderzone	Maaien waterplanten	Nader te bepalen
	2.1.3	buitenzone	Maaien waterplanten	Nader te bepalen
Oeverzone eiland	2.2.1	zandige oever	Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande begroeiing	Natuurbeerder
	2.2.2	steenoever	cyclisch beheer van hoogopgaande begroeiing	Natuurbeerder
	2.2.3	Lagune	Geen	Natuurbeerder
Landoppervlak eiland	2.3.1	Bodemoppervlak	Maaien of begrazen vegetaties. Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) hoogopgaande vegetaties.	Natuurbeerder
	2.3.2	Poel	Geen	Natuurbeerder
Vaargebieden	3.1.1	Havenmonden	Baggeren bij onvoldoende diepgang	Recreatieschap /Coöperatie
	3.1.2	Vaarverbinding havens - vaarroutes	Maaien waterplanten	Nader te bepalen
	3.1.3	Bereikbaarheid eiland	Maaien waterplanten	Nader te bepalen
Betonning	3.2.1	Boeien en bakens	Gebruikelijk beheer	Rijkswaterstaat / Recreatieschap of Coöperatie
Aanlegvoorzieningen	4.1.1	insteekhaven	Gebruikelijk beheer	Rijkswaterstaat
	4.1.2	aanlegsteiger	Gebruikelijk beheer	Rijkswaterstaat
	4.1.3	meerpaal	Gebruikelijk beheer	Rijkswaterstaat

3.5.1 Alternatief Dammen West

Hieronder staan in een tabel de beheermaatregelen weergegeven per alternatief.

object		deelobject	beheermaatregel	afmetingen
Breukstenen dam	1.1.1	Damkern	Bij zetting tot onder de waterlijn de kruin aanvullen met zand	3.450 m (1.650 m + 1800 m)
	1.1.2	Stortsteen bekleding	Stortsteen profileren/aanvullen bij schade; cyclisch beheer van hoogopgaande begroeiing	142.030 m ² 3450 m
Zandig eiland	1.2.1	stortsteen bescherming	Stortsteen profileren/aanvullen bij schade;	70.765 m ²
	1.2.5	zandige kust	Wanneer nodig aanvullen met zand op zandmotor	1.850 m
Luwtegebied	2.1.3	hinderzone	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
Oeverzone eiland	2.2.1	zandige oever	Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande begroeiing	10.000 m ²
	2.2.2	stenen oever	cyclisch beheer van hoogopgaande begroeiing	2.200 m ²
Landoppervlak eiland	2.3.1	Bodemoppervlak	Maaien van vegetaties. Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande vegetaties.	22,8 ha m ²
Vaargebieden	3.1.1	Havenmonden (Warder, Schardam, Hoorn)	Baggeren bij onvoldoende diepgang	O.b.v. monitoring te bepalen
	3.1.2	Vaarverbindingen tussen havens en vaarroutes	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
	3.1.3	Bereikbaarheid eiland	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
Betonning	3.2.1	Boeien en bakens	Gebruikelijk beheer	
Aanlegvoorzieningen	4.1.2	aanlegsteiger	Gebruikelijk beheer	3 x lengte 20 m
	4.1.3	meerpaal	Gebruikelijk beheer	15 stuks
Toezicht en handhaving			Inspectie per boot	maandelijks in winter, wekelijks in zomer

3.5.2 Alternatief Eiland Centraal

object		deelobject	beheermaatregel	afmetingen
Zandig eiland	1.2.1	stortsteen bescherming	Stortsteen profileren/aanvullen bij schade;	47.180 m ²
	1.2.2	sliblichaam	Evt. aanvullen met slib bij sterke zetting (wsl eens per 25 jaar)	40.000 m ³
	1.2.5	zandige kust	Indien nodig aanvullen met zand op zandmotor (wsl eens per 10 jaar)	10.000 m ³
Luwtegebied	2.1.3	hinderzone	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
Oeverzone eiland	2.2.1	zandige oever	Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande begroeiing	12.500 m ²
	2.2.2	stenen oever	cyclisch beheer van hoogopgaande begroeiing	3.650 m ²
Landoppervlak eiland	2.3.1	Bodemoppervlak	Maaien van vegetaties. Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande vegetaties.	75,1 ha
Vaargebieden	3.1.1	Havenmonden (Schardam, Hoorn)	Baggeren bij onvoldoende diepgang	2x 5.000 m ²
	3.1.2	Vaarverbindingen tussen havens en vaarroutes	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen

object		deelobject	beheermaatregel	afmetingen
	3.1.3	Bereikbaarheid eiland	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
Betonning	3.2.1	Boeien en bakens	Gebruikelijk beheer	
Aanlegvoorzieningen	4.1.1	insteekhaven	Gebruikelijk beheer	20 m x 25 m
	4.1.2	aanlegsteiger	Gebruikelijk beheer	2 x lengte 20 m
	4.1.3	meerpaal	Gebruikelijk beheer	10 x
Toezicht en Handhaving			Inspectie per boot	maandelijks in winter, wekelijks in zomer

3.5.3 Alternatief Archipel Oost

object		deelobject	beheermaatregel	afmetingen
Zandig eiland	1.2.1	stortsteen bescherming	Stortsteen aanvullen bij schade;	166.080 m ²
	1.2.2	sliblichaam	Indien nodig aanvullen met slib bij sterke zetting (wsl eens per 25 jaar)	20.000 m ³
	1.2.5	zandige kust	Indien nodig aanvullen met zand op zandmotor (wsl eens per 10 jaar)	10.000 m ³
Luwtegebied	2.1.3	hinderzone	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
Oeverzone eiland	2.2.1	zandige oever	Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande begroeiing	30.000 m ²
	2.2.2	stenen oever	cyclisch beheer van hoogopgaande begroeiing	7.013 m
Landoppervlak eiland	2.3.1	Bodemoppervlak	Maaien van vegetaties. Cyclisch beheer (kappen en uittrekken) van hoogopgaande vegetaties.	79,1 ha
Vaargebieden	3.1.3	Bereikbaarheid eilanden	Maaien waterplanten	O.b.v. monitoring te bepalen
Betonning	3.2.1	Boeien en bakens	Gebruikelijk beheer	
Aanlegvoorzieningen	4.1.2	aanlegsteiger	Gebruikelijk beheer	7 x lengte 20 m
	4.1.3	meerpaal	Gebruikelijk beheer	20 x
Toezicht en Handhaving			Inspectie per boot	maandelijks in winter, wekelijks in zomer

4. Beheerafspraken

4.1 Taken en verantwoordelijkheden: beheerorganisatie

De Waterwet schrijft voor dat alle waterbeheerders een beheerplan opstellen. Rijkswaterstaat is de beheerder van het Markermeer en heeft de belangrijkste uitgangspunten voor het beheer beschreven in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW 2010 – 2015). Het BPRW is een ‘beheer- en ontwikkelplan’. Het ontwikkelkarakter komt tot uitdrukking in de toekomst-gerichte benadering en doorkijkjes voor de periode na 2015. Het BPRW bevat o.a. – in de vorm van een apart programma – de maatregelen die Rijkswaterstaat tot en met 2015 treft om te voldoen aan de KRW. Daarbij is gekozen voor een geïntegreerde benadering met maatregelen die nodig zijn in het kader van Waterbeheer 21e eeuw (wateroverlast) en Natura 2000 (natuurdoelen). Naast Rijkswaterstaat zijn er geen andere organisaties betrokken bij het open water in dit deel van het Markermeer. In de oeverzone zijn er wel enkele andere beherende organisaties, zoals het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (mbt de dijken), de gemeenten (mbt de havens), natuurorganisaties en recreatiedernemingen.

Met de aanleg van de luwtestructuren ontstaat er een nieuwe situatie in het gebied en ontstaan er nieuwe beheertaken. Zowel de structuren zelf als het luwtegebied zullen beheerd moeten worden. In tabel 2 is een voorstel gedaan voor organisatie van het beheer uitgesplitst naar de partijen en hun verantwoordelijkheden. Het voorstel is om voor de verschillende onderdelen diverse partijen verantwoordelijk te maken voor het beheer en onderhoud. Het is echter cruciaal voor een goed functionerend gebied, dat taken en verantwoordelijkheden onderling afgestemd worden en dat dit gebeurt onder de verantwoordelijkheid van één partij. Dit geldt straks ook voor het periodiek updaten van het beheerplan. Met betrekking tot de luwtestructuren en luwtegebieden zal naar verwachting Rijkswaterstaat deze coördinerende functie uit gaan voeren. Daarnaast is het belangrijk dat ook de gebruikers (watersporters, sportvissers, beroepsvissers, natuurorganisaties en gemeenten) van het Markermeer betrokken worden bij het beheer. Zij kunnen bijvoorbeeld zitting nemen in een gebruikersgroep die met enige regelmaat overlegt over alle aspecten die met het beheer te maken hebben.

Beheer waterplanten

Een belangrijke beheertaak in de toekomst is het beheer van de waterplanten, opdat er niet méér hinder ontstaat voor de watersport. Op dit moment vindt er geen beheer van de waterplanten plaats in het Hoornse Hop. Alleen de havenmonden en de routes naar het open water worden door gemeenten opengehouden (Het gaat dan om de objecten 3.1.1 en 3.1.2 in de tabel 2). Rijkswaterstaat heeft, met uitzondering van een aantal wettelijke taken voor zwemwater, geen wettelijke taken op het gebied van recreatie en er zijn ook geen financiële middelen voor gereserveerd. De consequentie hiervan is dat Rijkswaterstaat in de huidige situatie niet verantwoordelijk is voor het wegnemen van de hinder die de waterplanten veroorzaken bij de pleziervaart en de beroepsvisserij. Het ministerie van IenM beschouwt de recente (autonome) uitbreiding van de waterplanten als een natuurlijke ontwikkeling van het Markermeer. Pas als functies in de knel komen waarvoor Rijkswaterstaat wel verantwoordelijk is, zoals waterkwaliteit, scheepvaart en veiligheid, zal zij ingrijpen. Wat het waterbeheer m.b.t. recreatie betreft is daarom op dit moment geen organisatie wettelijk verantwoordelijk. Daarom zullen de belanghebbende partijen (gemeenten, provincies, belangenorganisaties en bedrijfsleven) er samen mee aan de slag moeten. Rijkswaterstaat heeft hierbij aangegeven waar mogelijk ondersteuning te zullen bieden als een ‘gastheer op het water’. De Handreiking waterplanten maaibeheer (Rijkswaterstaat, 2012) die voor de regio Randmeren is opgezet kan hierbij als uitgangspunt gebruikt worden. De ervaringen die in de Veluwerandmeren zijn opgedaan met de aanpak van de waterplantenproblematiek kan als model dienen voor het Hoornse Hop. In de Veluwerandmeren verzorgt het Natuur- en Recreatieschap sinds 2013 het maaibeheer in opdracht van 16 gemeenten. Een andere mogelijkheid is om er een coöperatie voor op te zetten, waar dan ook private partijen in deelnemen.

Door de aanleg van de luwtestructuren ontstaat er een nieuwe situatie. Niet alleen wat de structuren betreft, maar ook met betrekking tot het water er om heen. Naar verwachting zullen de waterplanten in het gebied toe gaan nemen. Aan de hand van de modelberekeningen is ruwweg aan te geven tot waar de invloed van de luwtestructuur reikt en waar er een toename van waterplantengroei onder invloed van de luwtestructuren zal plaatsvinden. Dit gebied kan worden begrensd en wordt de kernzone genoemd (zie figuur 3).

Binnen dit gebied vindt geen maaibeheer plaats, want het gaat hier om een natuurgebied, waar de groei van waterplanten gewenst is. Daar waar het waterplantengebied overlapt met een gebied waar veel gevaren wordt (bv de vaarroute Hoorn-Marken), zal wel beheerd moeten worden om extra hinder te voorkomen. In figuur 3 is dit gebied als hinderzone aangegeven. Rijkswaterstaat zal in opdracht van het Ministerie van IenM het initiatief nemen om het daarover afspraken te maken met de watergebruikers. In het beheerplan voor de luwtemaatregelen zullen kaarten moeten worden opgenomen met daarin de zonering en de wijze waarop het beheer van de hinderzone plaats zal vinden, wie dat verzorgt en wie de kosten daarvan voor zijn rekening neemt.

Ook in de huidige situatie zonder de luwtestructuren ervaart de recreatievaart met name in het tweede deel van de zomer overlast van waterplanten in het Hoorns Hop. Ondanks de overlast is er niet, zoals in de Veluwerandmeren, een samenwerking ontstaan rondom het beheer van waterplanten. Ook in de situatie met de luwtestructuren is het de verwachting dat de waterplanten hier blijven groeien of zelfs toenemen. Ook al ligt het volgens de modelberekeningen buiten de invloedssfeer van de luwtestructuur. In figuur 3 wordt dit de buitenzone genoemd.

Vanwege de overlast die de waterplanten in dit buitengebied kunnen veroorzaken is het een optie om voor een groter gebied dan alleen de hinderzone het beheer van de waterplanten binnen het Hoornse Hop te regelen in een beheerplan. Het beheer de luwtemaatregelen zal dan deel uitmaken van een beheerplan voor het hele Hoornse Hop. Een mogelijk interessant voordeel hiervan is, dat de situatie voor de watersporters veel duidelijker wordt. Er ontstaan dan namelijk gebieden waar vaak veel waterplanten zullen groeien (de kustzone en de luwtezone van de luwtestructuur) en gebieden waar weinig tot geen overlast te verwachten is van waterplanten omdat ze daar beheerd worden. Het voordeel voor de watersport boven de huidige situatie is dat ze in deze geen-overlast gebieden onbezorgd kunnen varen zonder het risico om in waterplantenvelden verstrikt te raken. Vanwege dit voordeel zou dit het draagvlak van de watersportsector voor de luwtestructuren vergroten; de watersporters verliezen een deel van het vaargebied, maar krijgen er de zekerheid van ongehinderd vaarwater voor terug.

Momenteel wordt er door het Ministerie van IenM/ Rijkswaterstaat ook gewerkt aan het Natura 2000-beheerplan voor het Markermeer. De verwachting is dat dit beheerplan op een aantal onderdelen (zonering, rustgebieden) overlap zal hebben met het beheer van de waterplanten in het kader van de aanleg van de luwtestructuren. Bij het opstellen van het beheerplan voor de luwtemaatregelen in de MIRT3- fase is het belangrijk een goede afstemming te zoeken met het N2000-beheerplan.

Samenvatting beheer waterplanten

- Er is op dit moment geen instantie verantwoordelijk voor het beheer van waterplanten in het Hoornse Hop; ook Rijkswaterstaat niet.
- Door de aanleg van de luwtestructuren ontstaat er een nieuwe situatie, waarbij er gebieden ontstaan waar waterplanten gewenst zijn. Daarnaast blijven er gebieden waar ze niet gewenst zijn.
- Het is belangrijk dat deze zonering goed beheerd wordt, opdat de waterplanten zich kunnen ontwikkelen in de luwtegebieden en dat eventuele extra hinder daarbuiten wordt weggenomen.
- Het is in het belang van RWS, als uitvoerder van het door I&M genomen initiatief om de luwtestructuren aan te leggen, dat dit beheer goed geregeld wordt. Inclusief de raakvlakken met het N2000-beheerplan voor het Markermeer. RWS stimuleert en faciliteert waar mogelijk vanuit zijn rol als 'gastheer op het water' dat de belanghebbende partijen afspraken gaan maken over het waterplantenbeheer en dit vastleggen in een beheerplan voor de luwtemaatregelen.
- Omdat het niet goed mogelijk is om bij hinder door waterplanten onderscheid te maken tussen waterplanten die door de luwtestructuren zijn ontstaan en die er door autonome ontwikkelingen zijn gekomen, is het advies om de afspraken direct voor het hele Hoornse Hop te maken.
- Er moet dus in MIRT3 fase een proces komen, geïnitieerd door bovenlokale overheden, om te komen tot een 'dekkend' beheerplan (dekkend in de zin van gebiedsdekkend én financieel dekkend).

4.2 Kosten

Conform de leidraad van Rijkswaterstaat zijn de verschillende alternatieven met de Life Cost Cycle methode (LCC) beoordeeld op de totale kosten. Dat wil zeggen: de aanlegkosten plus kosten voor beheer en onderhoud.

4.3 Monitoring

Ten behoeve van beheer en onderhoud, en het waarborgen van eventuele eisen die vanuit vergunningen worden gesteld, is het essentieel dat er een monitoringsysteem wordt opgesteld. In deze paragraaf wordt uiteen gezet hoe deze vorm kan worden gegeven; hierover zijn formeel nog geen besluiten genomen.

Luwtestructuren (dammen)

Monitoring van de hoogte van de dammen; 5 jaar na aanleg en daarna om de 10 jaar.

Jaarlijkse controle van de stortsteenbekleding in de oeverzones van de constructies.

Jaarlijks controle op het voorkomen van houtige gewassen die wortelen in de stortsteenbekleding

Luwtestructuren (eilanden)

Monitoring van de hoogte van de eilanden; 5 jaar na aanleg en daarna om de 10 jaar.

Jaarlijkse controle van de stortsteenbekleding in de oeverzones.

Jaarlijks controle op het voorkomen van houtige gewassen die wortelen in de Stortsteenbekleding

Monitoring van het zandvolume in de zandmotor, jaarlijks in de eerste 5 jaar, daarna om de 5 jaar.

Eens in de 5 jaar controle op het voorkomen van bomen op de eilanden.

Monitoring sedimentatie, vaststellen snelheid en richting dynamiek

Luwtegebieden

Jaarlijkse monitoring van het voorkomen van waterplanten in het invloedsgebied van de luwtestructuur en een ruime marge (ca 1 km) daaromheen. Hierbij kan aangesloten worden bij de monitoring van de nog op te starten monitoringsprogramma rond alle ecologie-maatregelen in het Markermeer, zodat alle maatregelen die de komende jaren in het Markermeergebied worden gerealiseerd, onder een programma vallen.

Monitoring van de sedimentatie en erosie; meenemen in het reguliere meetprogramma

Jaarlijkse controle van betonning; meenemen in het reguliere programma

4.4 Risico's

De volgende risico's zijn onderscheiden bij het beheer van de luwtestructuren:

- Het gebied tot waar waterplanten zich vestigen blijkt veel groter dan aanvankelijk voorzien. De structuren blijken dus veel effectiever te zijn dan uit de modellen naar voren is gekomen. De hinder voor de watersport zal daarom veel groter zijn. Dit risico kan worden ondervangen door een goed beheerplan, waar de zonerings van de waterplantengebieden en de gebieden waar maaibeheer plaats vindt, in is vastgelegd. Bij uitgebreidere structuren is er ook de mogelijkheid om eerst een deel van de structuren aan te leggen om zo meer kennis te verkrijgen over de effecten.
- Het gebied waar de waterplanten zich vestigen blijkt veel kleiner dan aanvankelijk voorzien. De effectiviteit van de structuren is dus kleiner dan gedacht. Gespreide aanleg kan een bijdrage leveren om het risico te verkleinen. Als uit de aanleg van de eerste structuren blijkt dat de effectiviteit veel kleiner is dan verwacht, kan hier bij de aanleg van de volgende structuren rekening mee gehouden worden, door die bijvoorbeeld anders te situeren. Ook kunnen er aanvullende maatregelen getroffen worden, zoals bv de aanleg van een drempel in het alternatief Dammen West om de dwarsstroom achter de dammen langs te verkleinen.
- Te late start met het vegetatiebeheer door de terreinbeheerder, waardoor zich op de eilanden veel meer bomen hebben gevestigd dan gewenst is. Dit risico wordt ondervangen door het beheer en de voorbereidingen daarop deel uit te laten maken van de aanbesteding voor uitvoering van de inrichtingsmaatregelen. Voor het startbeheer in de eerste 2 tot 3 jaar zullen afspraken vastgelegd worden in het beheerplan.

- Het uitvallen van beherende partijen, bijvoorbeeld door te weinig financiële middelen of capaciteit. In dit geval moet een andere partij het beheer op zich nemen; dit zal zowel beheer- als financiële consequenties met zich meebrengen.
- De handhaving blijkt lastig te regelen te zijn, omdat niemand zich geroepen voelt het initiatief te nemen. Dit is te ondervangen door deze taak onder te brengen bij het nog op te richten recreatieschap of coöperatie Hoornse Hop,
- Het beheer valt weg doordat de beheerder wegvalt of doordat de financiën tekort schieten. In dat geval moet Rijkswaterstaat als eindverantwoordelijke voor het Markermeer het initiatief nemen en alle betrokken partijen uitnodigen om een nieuwe beheerorganisatie op te zetten. Mocht dat na dit initiatief toch niet lukken, dan zal het beheer niet langer worden uitgevoerd, wat op lange termijn het verval van de luwtestructuren zal betekenen.

4.5 Vervolgstappen

Voorliggende beheervisie zal in de volgende fasen van het project verder uitgewerkt worden tot een beheerplan. Dit zal in overleg en overeenstemming moeten gebeuren met alle beheerders. De afspraken worden vastgelegd in beheerovereenkomsten.

Rijkswaterstaat zal in de planstudiefase, nadat de minister van IenM het MIRT2 besluit heeft genomen, het initiatief nemen om samen met alle betrokken huidige en (potentiële) toekomstige beheerders een beheerplan voor de Luwtmaatregelen op te stellen. Dit beheerplan, waarin een sluitend beheer zal moeten worden geformuleerd, zal mede de basis vormen voor de besluitvorming over het project (projectbesluit - MIRT3) en daarmee duidelijkheid en zekerheid leveren aan alle betrokkenen. De afspraken worden vastgelegd in beheerovereenkomsten. Een optie is om het beheer van het Hoornse hop als geheel meteen in deze fase mee te nemen.

Bijlage 3 Achtergronddocument Vormgeving & Ruimtelijke Kwaliteit

P/A
Postbus 40
4900AA Oosterhout
Tel: (0162) 48 70 00
Fax: (0162) 45 11 41
info@oranjewoud.nl



nummer
datum
van

259817.04-15

Vrijdag 4 oktober 2013

Bureau Strooming

Alphonse van Wierden, Carlein Maka

Two handwritten signatures in blue ink. The first signature is more complex and appears to be 'Alphonse van Wierden'. The second signature is simpler and appears to be 'Carlein Maka'.

project MIRT2-Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop
projectnummer 257788
fase Uitwerkingsfase
betreft Vormgeving en ruimtelijke kwaliteit ten behoeve van het verkenningenrapport



Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Kwaliteiten Markermeer en Noord Hollandse kust	6
2.1 Natuurlijk landschap	6
2.2 Cultuurhistorie	9
2.3 Ruimtelijke beleving	12
3. Wensen van betrokkenen	15
3.1 Waterwensen	15
3.2 Landwensen	17
3.3 Wat vinden belanghebbenden passend?	18
3.4 Mogelijkheden voor meekoppelen	19
4. Beschrijving van de drie alternatieven	21
4.1 Ontwerpproces	21
4.2 Dammen West	23
4.3 Eiland Centraal	27
4.4 Archipel Oost	32
5. Effecten van de alternatieven	37
5.1 Cultuurhistorie	37
5.2 Landschap en Ruimtelijke Kwaliteit	38
5.3 Recreatieve beleving	40
5.4 Meekoppelkansen	41
5.5 Conclusie	42

Bijlage 1. Resultaten 2^e weksessie

Bijlage 2. Overzicht andere initiatieven in en om het Hoornse Hop

1. Inleiding

Aanleiding

Op 15 december 2011 is in het bestuurlijk overleg RRAAM door Rijk (minister Schultz-Van Haegen) en regio het voornemen uitgesproken om 9 miljoen euro te investeren in de luwtmaatregelen Hoornse Hop. Nadat de provincies Flevoland en Noord-Holland in 2012 beiden 1,5 miljoen euro uittrokken voor het treffen van de maatregelen, nam de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu op 25 september 2012 een startbeslissing MIRT1. De maatregelen zijn ook opgenomen in de structuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer, die op 23 april 2013 aan de Tweede Kamer is aangeboden.

Met de luwtmaatregelen wordt lokaal de slibconcentratie in het water te beïnvloedt, waardoor (diepere) zones met helder water en zones met gradiënten van helder naar troebel water gerealiseerd kunnen worden. Door deze diversiteit in slibconcentraties ontstaan verschillende habitats die voor verschillende organismen (van vis tot mosselen en kleine slakjes) geschikt zijn en vervolgens geschikt zijn als foerageergebied voor de NATURA-2000 doelsoorten. De diversiteit van organismen zal toenemen waardoor de veerkracht van het systeem ook zal toenemen. Dit gebeurt door:

- Door het creëren van golfuwte (als golfbreker). Dit vermindert het opnieuw opwerpen (resuspensie) van slib/bodem materiaal in het luwtegebied;
- Door het creëren van stromingsluwte (geleidingsstructuur). Het transport van slibrijk water en dus aanvoer van slib van en naar het luwtegebied neemt af. Bij toepassing op grote schaal kan dit tevens het globale stromingspatroon en slibtransport van het gehele meer beïnvloeden.

Daarnaast wordt met de luwtmaatregelen de waterplantvelden behouden die zich in de laatste jaren hebben ontwikkeld langs de kust van Hoorn-Edam. De luwtestructuur voorkomt dan dat bij eventuele ongunstige weeromstandigheden (meer stormen) in de toekomst de positieve ontwikkeling van de afgelopen jaren weer teniet wordt gedaan.

Luwtmaatregelen kunnen het beste worden gerealiseerd in het Hoornse Hop vanwege de gunstige geografische ligging (relatief golfuw gelegen voor westen en zuidwesten winden), het grote gebied met waterdieptes tot 4 meter en het al aanwezig zijn van arealen waterplanten waarop kan worden aangesloten.

Afhankelijk van de ligging, de schaal en het ontwerp kunnen de luwtmaatregelen in het Hoornse Hop ook een positieve bijdrage leveren aan het beïnvloeden van de slibstroming in het totale systeem van het Markermeer-IJmeer, waardoor ook op dat schaalniveau gradiënten ontwikkeld kunnen worden van helder water langs de Noord-Hollandse kust tot troebel water in het centrale deel van het Markermeer.

Waarom aandacht voor Ruimtelijke Kwaliteit

In dit document worden de ambities beschreven ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit en de vormgeving van de luwtstructuren in het Hoornse Hop. Ruimtelijke kwaliteit neemt tegenwoordig in de planvorming een belangrijke plaats in. Bij nieuwe ontwikkelingen in het landschap worden de gevolgen voor de ruimtelijke kwaliteit dan ook meegewogen. Ruimtelijke kwaliteit ontstaat namelijk niet vanzelf. Sterker nog, als er geen aandacht voor is, dan verdwijnt het vaak door allerlei ontwikkelingen die in een gebied spelen. Het kost inspanning om de bestaande ruimtelijke kwaliteit te behouden en nieuwe ruimtelijke kwaliteit te creëren. Ruimtelijke kwaliteit van een gebied zegt meer dan alleen of het landschap mooi is of niet. Ook de mate waarin de gebruikers van het gebied er goed uit de voeten kunnen en of het gebied voldoende in zich heeft om mee te bewegen met toekomstige ontwikkelingen telt mee. Ruimtelijke kwaliteit wordt daarom omschreven als de optelsom van de drie hoofdwaarden van het landschap:

- Belevingswaarde. Welke elementen dragen bij aan de beleving en de identiteit van een gebied?
- Gebruikswaarde. Hoe functioneren de gebruiksfuncties in een gebied en hoe hangen ze samen?
- Toekomstwaarde. Hoe duurzaam is het gebied en kan het meebewegen in de ruimtelijke dynamiek?

Een gebied krijgt de kwalificatie hoge kwaliteit als de realiteit overeenkomt met het wensbeeld en een lage kwaliteit als daar een groot verschil tussen bestaat. Wat dat wensbeeld precies is voor het Hoornse Hop is een van de aspecten die we onderzocht hebben in deze verkenning.

Omdat het belangrijk wordt gevonden dat de ruimtelijke kwaliteit van het Hoornse Hop er niet op achteruitgaat door de aanleg van de luwtestructuren – liever nog er door wordt versterkt - is er in deze verkenning extra aandacht aan besteed.

Het doel van dit document is om de ambitie van het project mbt de ruimtelijke kwaliteit concreet te maken door:

- het beschrijven van de ruimtelijke kwaliteit van het gebied (hoofdstuk 2);
- het beschrijven van de wensen van betrokkenen ten aanzien van ligging en vormgeving van de structuren (hoofdstuk 3)
- het beschrijven van de alternatieven (m.b.t. ruimtelijke kwaliteit en vormgeving) (hoofdstuk 4)
- het benoemen van de criteria waarop alternatieven worden beoordeeld (hoofdstuk 5)
- het beoordelen van de alternatieven op basis van de criteria (hoofdstuk 5)

Wat speelt er verder in en om het Hoornse Hop

Er speelt naast het project luwtestructuren momenteel veel rond het Markermeer en bij een deel van deze initiatieven is er ook aandacht voor ruimtelijke kwaliteit:

- het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier neemt ruimtelijke kwaliteit mee bij de ontwikkeling van de dijkversterking Hoorn-Amsterdam;
- Waterfront Hoorn - een actieve club bewoners/ ondernemers uit Hoorn – heeft een eigen visie gepresenteerd rond de luwtmaatregelen
- de Provincie Noord Holland is momenteel bezig met een kustvisie voor de IJsselmeeroevers.
- er zijn gemeentelijke ruimtelijke visies voor de kustzones opgesteld
- de samenwerkende rijks- en provinciale overheden hun visie over ecologische en recreatieve ontwikkeling vastgelegd in een aantal visiedocumenten, waaronder Structuurvisie RRAAM.
- het Rijk heeft een structuurvisie gemaakt voor Almere, Amsterdam en het Markermeer, waarin afspraken staan over de ontwikkeling van de regio op het gebied van woningbouw, bereikbaarheid en natuur.

In bijlage 2 is een korte toelichting gegeven op de verschillende projecten die in en om het Hoornse Hop spelen en waar mogelijk synergiekansen liggen.

Werkproces

In een aantal expertsessies hebben deskundigen van Rijkswaterstaat, Deltares, provincie Flevoland en Noord Holland, gemeente Amsterdam en adviesbureaus hun kennis over het Markermeer ingebracht en is er gezocht naar de best werkzame principes om luwte te genereren. Dit leverde een overzicht van alle mogelijke constructies en de voor- en nadelen van deze constructies. De gebieden waar een luwtmaatregel voor de natuur effectief is, zijn bepaald aan de hand van ecologische informatie welke gebieden potentieel geschikt zijn voor waterplanten¹ en op basis van eerdere modelberekeningen door Deltares over de effectiviteit van luwte.

Naast de expertsessies zijn er een viertal werksessies geweest met betrokkenen vanuit de omgeving, belangenorganisaties, overheden en bedrijven. Hier is gevraagd om aan te geven wat zij in het gebied waarderen, wat hun zorgen zijn en hun wensen. Dit leverde aanvullende informatie op over de kernkwaliteiten van het gebied en de gebruiksfuncties. Hiermee kon in kaart gebracht worden waar een luwtmaatregel effectief is en zo min mogelijk hinder oplevert voor het huidige gebruik. De uitwerkingen van eerdere werksessies zijn in volgende werksessies met de daar aanwezigen gedeeld en zonodig bijgesteld. Aan de hand van de kaart met zoekgebieden en een overzicht van mogelijke structuren is in een werksessie door de betrokkenen verkend welke vormen van een luwtstructuur men passend vindt. Ook is verkend waar die geplaatst zou moeten worden vanuit oogpunt van de betrokkenen – dus zonder inhoudelijke overwegingen over efficiëntie. Dat is gebeurd met op schaal getekende ontwerpen waarmee op een kaart geschoven kon worden. Ook hebben de betrokkenen aangegeven of en welke vormen van medegebruik (meekoppelen) zij wenselijk vinden. Mede op basis van deze ruwe ontwerpen hebben wij, rekening houdend met de vereisten t.a.v. effectiviteit, ruimtelijke kwaliteit en de gewenste bandbreedte, passende ontwerpen gemaakt. Dit heeft geleid tot drie voorlopige alternatieven, op drie verschillende locaties en elk met een andere vorm. De voorlopige alternatieven zijn in een inloopavond te Warder en in de laatste werksessie gepresenteerd. De reacties hebben we daarna gebruikt om de omschrijving van de alternatieven en de effecten van de alternatieven te verbeteren.

¹ Bron: Ecosysteemontwikkeling in het Hoornse Hop, Deltares, 2013.

Op 4 juli 2013 hebben we een veldbezoek gebracht aan het Markermeer. Met een vissersboot is er naar de verschillende locaties van de alternatieven gevaren. Dat heeft een beeld gegeven van de dimensies van het landschap en van de impact die de alternatieven zullen hebben in het landschap. Met deze ervaring in het achterhoofd hebben we de laatste hand aan de alternatieven gelegd.

2. Kwaliteiten Markermeer en Noord Hollandse kust

Langs de Noord Hollandse kust en het aangrenzende Markermeer is een uniek en voor iedereen herkenbaar landschap ontstaan. Dit is een gevolg van natuurlijke processen die hier duizenden jaren lang actief zijn geweest en van het menselijk gebruik dat vooral de laatste honderden jaren zijn sporen heeft nagelaten. De essentie van het landschap laat zich goed omschrijven in de kernkwaliteiten. Dit zijn de aspecten van het gebied die hoog gewaardeerd worden. Ze worden om die reden vaak gebruikt bij inrichtingsprojecten als aanknopingspunt om de elementen te bepalen die goed in het landschap passen.

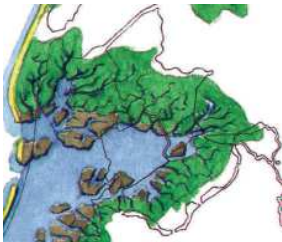
Als vertrekpunt van dit ambitiesdocument is aangesloten bij de Integrale visie IJsselmeergebied die in 2003 is opgesteld door het Rijk. Hierin staan voor het gehele IJsselmeergebied drie kernkwaliteiten benoemd: van nature aanwezige rijkdommen, cultuur en horizon. De van nature aanwezig rijkdommen zijn het waterecosysteem, de wind en de ondergrond. Onder cultuur vallen de geschiedenis van de Zuiderzee en de inpoldering, de visserij en de dijken. Horizon staat voor openheid, duisternis, rust en ruimte. Deze driedeling in natuurlijk landschap, cultuurhistorie en beleving is in dit hoofdstuk als basis gebruikt voor de verdere analyse van de ruimtelijke kwaliteit in het Hoornse Hop. Daarnaast hebben de mensen en partijen die zijn geconsulteerd in het proces de gelegenheid gekregen aan te geven wat zij als de kwaliteiten van het Markermeer zien. Deze zijn meegenomen in de analyse.

2.1 Natuurlijk landschap

Het natuurlijk landschap van het Markermeer laat zich goed beschrijven aan de hand van de ontstaansgeschiedenis van het gebied, de processen die er nu nog actief zijn en de levensgemeenschappen die in het gebied voorkomen. In deze paragraaf beschrijven we deze drie facetten en de bijbehorende kwaliteiten. Dit levert inzicht in de natuurlijke kwaliteiten van het gebied, die van belang zijn om te behouden, te verbeteren of bij aan te sluiten.

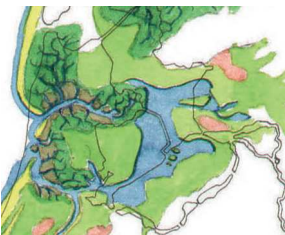
A. Het ontstaan van het natuurlijk landschap

Het Hoornse Hop en het westelijk deel van het huidige Markermeer zijn in de loop van duizenden jaren ontstaan waarbij het achtereenvolgens 6 verschillende stadia heeft doorgemaakt. Van al deze fasen zijn nu nog sporen in de ondergrond aanwezig (Lit. Atlas van Nederland in het Holoceen; Bazelmans, J. 1011 en Inventarisatie bodemwaarden Markermeer-IJmeer; Benjamins, M. 2007).



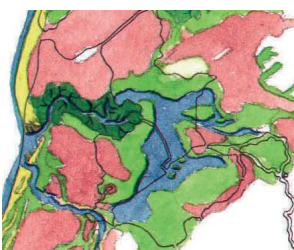
1. Waddenzee (7500 – 5500 jaar geleden)

Door de stijgende zeespiegel raakte het tot dan toe nog droge gebied, waar nu het Markermeer ligt, van het westen uit overstromd met zeewater. Er ontstond een ondiepe zee, die veel weg had van de huidige Waddenzee. Er werd klei aangevoerd die op de bodem bezonk en er ontstonden kwelders en geulen waarlangs het getij in- en uitstroomde. Er werd een metersdikke kleilaag afgezet die nu nog in de bodem van het Markermeer ligt.



2. Zoetwaterlagune (5500 – 4500 jaar geleden)

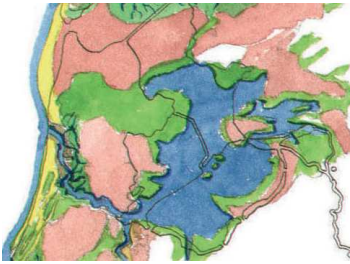
De ondiepe zee raakte afgesloten van de Noordzee en het zoute water veranderde in een zoete lagune, die alleen ter hoogte van Schoorl nog een opening had naar zee. In het ondiepe zoete water van de lagune groeiden veel waterplanten, waarvan de afgestorven bladeren en stengels naar de bodem zakten en daar op de kleilaag uit de vorige fase, een dikke laag plantenresten vormden.



3. Veenmoeras (4500 – 3500 jaar geleden)

Vrijwel het hele meer raakte opgevuld met plantenresten. De laatste opening naar zee sloot zich en midden Nederland veranderde in een moerassig gebied, waar zich almaar meer plantenresten opstapelden tot het gebied zelfs enkele meters boven de zeespiegel uitstak. Het veen uit dit veenmoeras is nu nog op een aantal plaatsen in de bodem van Noord Holland terug te vinden, zoals bv. in Waterland. Het oostelijk deel van het huidige Markermeer was dieper en hier bleef er een ondiep meer over: het Almere, zoals dit meer tot in de vroege middeleeuwen werd genoemd². Via het IJ waterde het Almere af naar zee.

² Bron: wikipedia (http://nl.wikipedia.org/wiki/Almere_%28meer%29)



4. Zoetwatermeer (3500 – 2000 jaar geleden)

Het Almere breidde zich gaandeweg weer wat uit. De golfslag op de oevers van het meer brak het veen af en in de honderden jaren die volgden, groeide het meer langzaam in grootte. Waar het veen weg was geslagen, kwam de oude kleilaag uit vorige fases weer aan de oppervlakte te liggen. Het westelijk deel van het huidige Markermeer, waar nu het Hoornse Hop ligt, bleef echter nog lang met veen bedekt.



5. Zout getijdenmeer (2000 – 75 jaar geleden)

Rond het begin van de jaartelling was het meer zo groot geworden dat er naar het noorden een opening ontstond. Getij, zoutwater en zeeklei vanuit de Waddenzee drongen in de nieuwe Zuiderzee door. De erosie van de oevers nam verder toe en langs de Noord Hollandse kust werd veel veen opgeruimd. De mensen die zich hier sinds kort hadden gevestigd, zagen hun huizen en land in het water verdwijnen. Ook in het binnenland sloeg veel veen weg en er ontstonden grote meren, die met de Zuiderzee in verbinding stonden. Het had niet veel gescheeld of heel Noord Holland was weggeslagen. Vanaf 1500 keerde het tij. De openingen in de Zuiderzeekust werden met dammen afgesloten en de afbraak van het veen stopte. Buitendijks bleven wat kleine stukjes venig land over.

6. Zoetwatermeer (75 jaar geleden – nu)

De laatste grote veranderingen waren het indijken van de Zuiderzee tot eerst het IJsselmeer en daarna het Markermeer. De getijdenbeweging viel weer weg en het water werd weer zoet. De oevers waren inmiddels vastgelegd en de afslag van het veen tot staan gebracht. De kleiige bodem van het Markermeer is nog wel onderhevig aan erosie door golfslag en stroming. Langzaam slijten er dunne lagen klei van de bodem af, die door de stroming over heel het meer worden vervoerd. Op ondiepe plekken in het meer groeien weer waterplanten, waarvan de resten zich over de bodem van het meer verspreiden.

Met deze eeuwenlange ontstaansgeschiedenis is de basis gelegd voor de rijkdommen die van nature aanwezig zijn en die herinneringen daaraan:

- Zo bestaat de bodem van het Markermeer uit de kleilaag die al in de tijd van de eerste Waddenzee en later de Zuiderzee is ontstaan.
- De oevers van het meer bestaan uit de restanten van het veen uit de tijd van het veenmoeras.
- De kustlijn weerspiegelt de fase van de erosie, die in de tijd tussen 800 en 1500 steeds verder in westelijke richting doordong.

B. De dynamiek van het natuurlijk landschap

De historische terugblik laat zien dat het Markermeer een dynamisch gebied is waar natuurlijke processen van opbouw en afbraak elkaar hebben opgevolgd. Een van de kwaliteiten van het gebied is dat deze natuurlijke dynamiek er nog actief is en, op bescheiden schaal, nog steeds zijn sporen achterlaat.

- Het water in het meer staat bijna nooit stil. Afhankelijk van de windsterkte en strijklengte (de lengte dat de wind ononderbroken over het water waait zodat de golven zich opbouwen) komt het water in beweging en ontstaan er (windgedreven) golven (bij een noordoostelijke wind van 2 Bft³ staan er al golven in het IJmeer door de zeer grote strijklengte van 30 tot 40 km, bij een westelijke wind van 6 Bft zijn er flinke golven bij veel kleinere strijklengten). Door de windkracht wordt het water ook opgestuwd en gaat het wateroppervlak scheef staan: laag waar de wind vandaan komt ("hogewal"), hoog waar ze heen waait ("lagewal"). De mate van scheefstand hangt af van de windsterkte. Omdat het meer afgesloten is ontstaat er een retourstroming die het water over de bodem weer terugvoert.
- Erosie en sedimentatie zijn actieve processen. Onder invloed van golfwerking slaat klei los van de meerbodem, vooral van de ondiepere delen, en verspreid zich over het meer en bezinkt op rustige plaatsen, langs oevers en in de diepere delen. De mate van erosie wordt bepaald door de sterkte van de golven bij de bodem en de stevigheid van de bodem. De sterkte van de golven bij de bodem is weer afhankelijk van windsterkte, strijklengte en

³ Beaufort (Bft) is een maat voor de kracht van de wind. 2 Bft komt overeen met zwakke wind van 6-11 km/uur. 6 Bft is krachtige wind met een snelheid rond 40 km/uur.

waterdiepte. Sedimentatie hangt ondermeer af van (lokale) golfluwte, vlokvorming en bezinksnelheid van het materiaal.

- Schelpen uit de tijd van de Zuiderzee spoelen los als de klei erodeert en worden door de stroming meegevoerd. Op beschutte oevers worden de schelpen vanaf de bodem omhoog gevoerd en vormen daar dikke schelpenbanken die tot een halve meter boven water uitsteken.
- De afgestorven bladeren en stengels van waterplanten bezinken net als klei in de rustigere delen en vormen daar op termijn weer laagveen.

C. Dynamische leefgemeenschappen

De natuurlijke dynamiek is van grote invloed op de ecologie van het Markermeer en de leefgemeenschappen (dit zijn alle groepen van dieren en planten) die in het meer voorkomen. Aan de basis van de keten van leefgemeenschappen staan de organismen (planten en algen) die voedingsstoffen onder invloed van zonne-energie omzetten in organische stoffen. Deze organische stoffen worden vervolgens door tal van dieren weer geconsumeerd en aldus omgezet in micro-organismen, schelpdieren, amfibieën, vissen, vogels en zoogdieren. Deze opeenvolging van soorten is afgebeeld in de voedselpiramide voor het Markermeer (zie figuur). Een van de kwaliteiten van het Markermeer is dat deze dynamische leefgemeenschappen zich er ontwikkelen. Deze ontwikkeling is aan verandering onderhevig:

- Het fytoplankton (opgebouwd uit verschillende soorten) wijzigt in samenstelling. Met name komen er steeds minder kleine algjes ($< 5 \mu\text{m}$). Dit wijst op een afname van de graasdruk van zoöplankton. Terwijl juist de waterplanten in delen van het Markermeersysteem weer toenemen.
- Al het leven in het Markermeer maakt onderdeel uit van een aantal complexe voedselketens, waarbij iedere soort weer afhankelijk is van een andere. Dieren van watervlooien tot aan zeearenden (consumenten) zijn afhankelijk van de primaire productie die begint bij planten, algen en sommige bacteriën (producenten biomassa).
- Door afsluiting met de Houtribdijk in 1976 komt er geen IJssel water meer in het Markermeer en in de afgelopen 30 jaar is veel inspanning verricht om de nutriëntenbelasting vanuit rivieren en beken sterk omlaag te brengen. Hierdoor is de nutriëntenconcentratie sterk afgenomen in het Markermeer. Dit is van groot belang voor het systeem en welke soorten er wel of niet kunnen leven en een van de oorzaken voor de trends die zich in het Markermeer voordoen (zie Ecosysteemsysteemontwikkeling in het Hoornse Hop, van der Geest, 2013, voor een beschrijving van deze trends).
- Sinds de aanleg van de Afsluitdijk is het Markermeer een zoet meer; dit beïnvloedt ook het slib. Naarmate het slib zoeter wordt, wordt het dunner en mobieler. Daarmee wordt het makkelijker opgewerveld in het water. Verandering in de helderheid van het water hebben weer invloed op de primaire productie (de bacteriën en algen) van biomassa in het systeem. Naast de verandering in voedingsstoffen is dit de andere belangrijke oorzaak voor de trends die in het Markermeer gesignaleerd worden (zie Ecosysteemsysteemontwikkeling in het Hoornse Hop, van der Geest, 2013).

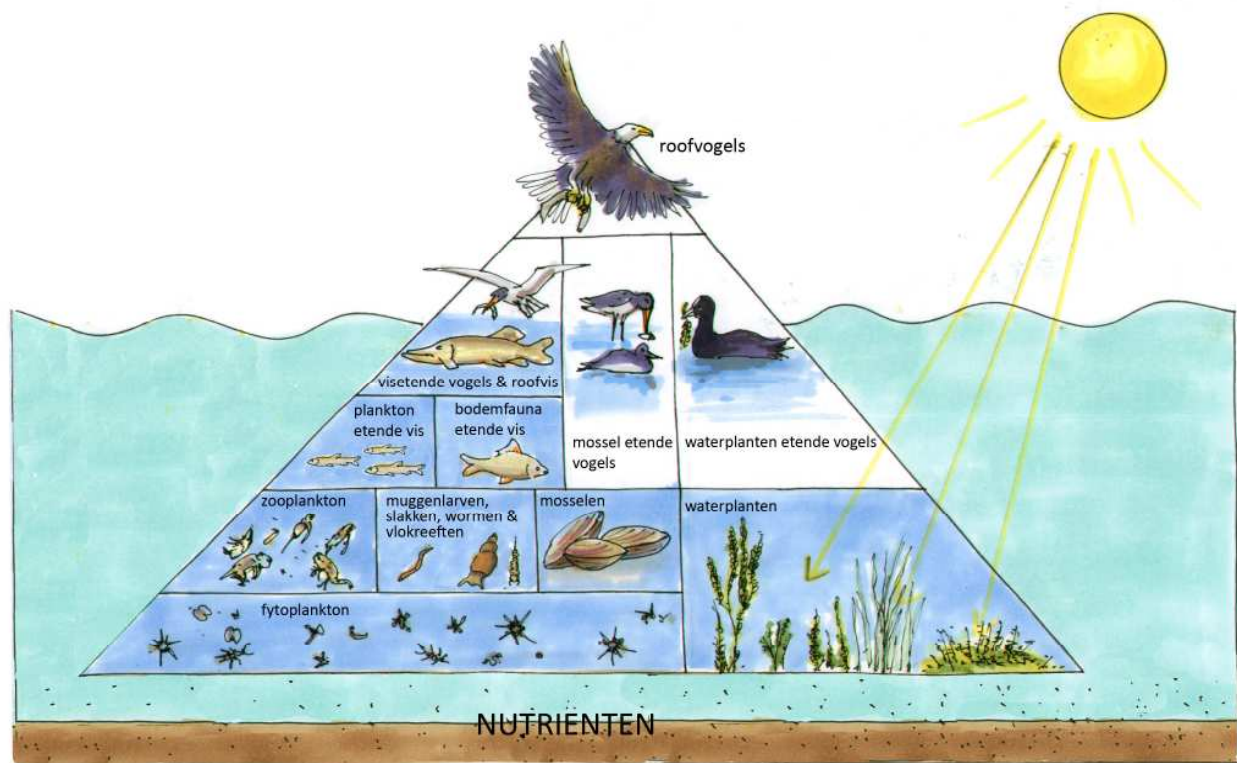
Door de trends die zich in de afgelopen decennia in het water van het meer hebben voorgedaan, komt deze natuurlijke kwaliteit van het Markermeer, waarin zich onder geschikte omstandigheden een keten van levensgemeenschappen kan ontwikkelen, nauwelijks meer tot zijn recht. Een aantal belangrijke soorten uit de voedselpiramide dreigt daardoor weg te vallen.

D. Natuurlijke kwaliteiten

De kwaliteiten die uit deze drie facetten naar voren komen zijn:

- de ondergrond van het Markermeer en het aangrenzende land; waar een eeuwenoude ontstaansgeschiedenis in verborgen ligt, doorlopend tot op de dag van vandaag
- de dynamiek van het gebied; de natuurlijke processen van opbouw en afbraak die er actief zijn
- de bijzondere keten van levensgemeenschappen (voedselpiramide) die zich in en op het water heeft ontwikkeld.

De natuur op en rond het meer is zondermeer een van de kernkwaliteiten van het Hoornse hop. De natuurlijke kwaliteiten van het Markermeer staan echter al jarenlang onder druk onder druk. De dynamiek van het gebied komt vanwege de steile, stenige oevers en het ontbreken van ondiepe delen en uitgestrekte rietoevers niet of nauwelijks tot zijn recht. Door de trends die zich in de afgelopen decennia in het water van het meer hebben voorgedaan, dreigt de keten van levensgemeenschappen (de voedselpiramide) uiteen te vallen. Het is belangrijk om deze kernkwaliteit voor de toekomst te behouden en verder te ontwikkelen omdat zij de basis vormen voor veel functies die het gebied heeft.



figuur: De wijze waarop leefgemeenschappen van elkaar afhankelijk zijn kan worden uitgebeeld aan de hand van een voedselpiramide, met aan de basis de voedingsstoffen (nutriënten) en daarboven de plant- en diersoorten die laag voor laag steeds weer afhankelijk zijn van de laag onder hen. Aan de top staan de vogels. In de voedselpiramide voor het Markermeersysteem staat links de keten die begint bij het fytoplankton en rechts de keten die begint bij de waterplanten⁴. Beide zijn voor hun ontwikkeling afhankelijk van het zonlicht en de nutriënten die zich in het water en de bodem bevinden.

2.2 Cultuurhistorie

De kwaliteiten van het cultuurlandschap van het Markermeer worden hieronder beschreven aan de hand van drie facetten: de strijd tegen het water, het historisch gebruik en de verschillende zones van de kust. Hieruit volgen de cultuurhistorische waarden, die in de laatste paragraaf zijn beschreven.

A. Herinneringen aan de strijd tegen het water

De mens is nog maar relatief kort in het gebied aanwezig. Mogelijk dat er diep in de bodem nog sporen liggen van bewoners uit de steentijd, maar tot voor 1000 jaar geleden was het gebied niet of nauwelijks bewoond. De uitgestrekte venen waren vrijwel niet toegankelijk en pas toen men ontdekt had hoe het veen ontwaterd kon worden en ontgonnen, vestigden zich mensen langs de westelijke oever van het huidige Markermeer (toen nog Almere geheten). Door het ontginnen zakte de bodem en volgden er steeds meer overstromingen. Het opkomende water sloeg de bodem onder de nederzettingen weg en de kustlijn schreed snel terug. Door de aanleg van dijken probeerde men het water tegen te houden, maar het land zakte zo snel, dat het veel weg had van dweilen met de kraan open. Pas rond 1500 lukte het om het oprukkende water een halt toe te roepen en kon men de kustlijn vastleggen. Dat is grotendeels de kustlijn geworden zoals we die nu kennen.

Een van de kwaliteiten van het gebied is dat de sporen van de strijd tegen het water nog terug te vinden zijn.

- onder water liggen in het Hoornse Hop de resten van nederzettingen die tussen 800 en 1500 zijn weggeslagen. Veelal zal het om eenvoudige houten huizen en hutten zijn gegaan van de pioniers die zich op het veen vestigden. Van hun huizen zal weinig meer over zijn. Na 1200 zijn er ook stenen gebouwen door het water verzwolgen. Resten daarvan liggen nog op de bodem.

⁴ Bron: bureau Strooming, 2013



figuur. Links een reconstructie van Noord Holland in 800, voordat met de ontginning van het veen was begonnen en rechts een van de eerste historische kaarten met de situatie in 1550 (de kaart is een kwartslag gedraaid; het noorden ligt links). De kustlijn tussen Enkhuizen en Marken schreed in deze tijd zo'n 20 km terug. Het Hoornse Hop als brede baai langs de Hollandsche kust is waarschijnlijk rond 1200 ontstaan⁵.

- de grillige kustlijn is het resultaat van de voortgaande erosie en de daaropvolgende terugtrekkende beweging die de mens heeft gemaakt in de tijd dat het water nog aan de winnende hand was. Uiteindelijk is het gelukt de dijk op z'n plaats te houden. De kolken aan de binnenzijde zijn er de getuigen van dat het water een enkele maal de dijk nog op de proef heeft gesteld.
- de dijk volgt niet overal de kustlijn. Op enkele plaatsen ligt ze verder naar binnen en is er buitendijks nog land. Het maakt de kustzone extra afwisselend.
- waar de dijk grenst aan het water is ze extra stevig om bestand te zijn tegen golfslag en ijsgang. De versterking is vaak uitgevoerd met zwerfstenen.
- de dijk is ondanks zijn afwisseling een continu doorgaand element in het landschap. De bewoning en het grondgebruik ernaast hebben zich er in de loop der eeuwen op afgestemd.

Het landschap zoals we dat nu langs de westkant van het Markermeer ervaren is een optelsom van tal van losse elementen die in de loop van de tijd zijn ontstaan. Deze totale compositie van land, dijk en water en de afzonderlijke elementen maken het landschappelijk uniek. Een robuuste voormalige zeedijk omgeven door open Waterland en het Markermeer, dit is elders niet te vinden. Vanuit de dijk is er een prachtig zicht op het open water van het Markermeer en het Noord-Hollandse waterrijke landschap.

B. Historisch gebruik van water en land

Ongeacht de exacte plaats waar de kustlijn in de loop der eeuwen lag totdat hij vastgelegd werd, is de kustzone altijd bewoond geweest door drie beroepsgroepen die er hun stempel op hebben gedrukt: vissers, handelaren en boeren. Langs de Hollandse kust vinden we kenmerkende vissersdorpen zoals Marken en Volendam, met havens die in het verleden vol vissersboten lagen. Ze bevisten de Zuiderzee, en na de afsluiting het IJsselmeer. Er werd gevist op alle soorten vis die in de ondiepe kustzee voorkwamen, maar de paling was favoriet. Met fuiken, die voor de kust werden neergezet, werd er het hele jaar door op paling gevangen. Tot op de dag van vandaag is de visserij nog actief op het Markermeer, al is het aantal vissersboten wel zeer sterk afgenomen. De kustlijn was vanouds ook in trek voor de handel. Steden zoals Hoorn en Monnickendam ontwikkelden zich na de Middeleeuwen tot belangrijke handelssteden waar goederen werden overgeslagen die vanuit de hele wereld werden aangevoerd. De rede van Hoorn is dan ook een begrip en in tal van historische schilderijen is het waterfront van Hoorn afgebeeld. Een derde beroepsgroep in de kustzone is de landbouw. Zij gebruikten de grazige vooroevers in de kustzone en de dijken om er hun vee te laten grazen en hooi te produceren. Het Markermeer zelf was voor hen niet meer dan de grens van hun gebied, zij waren vooral op het binnenland gericht.

⁵ (Lit. Inventarisatie bodemwaarden Markermeer-IJmeer; Benjamins, M. 2007).

C. Een kustzone met een rijke schakering

Als we de overgang tussen land, dijk en water beter bekijken dan zien we dat deze langs de Noord Hollandse kust een grote variatie vertoont, waarin verschillende zones onderscheiden kunnen worden⁶.

- In het achterland:
 - o Het Oude Zeekleilandschap: in Westfriesland zijn veel doorgaande lintdorpen die vaak haaks op de dijk staan. Het is een gevarieerd landschap met groenten en fruitteelt.
 - o Hoorn heeft een waterfront aan het Hoornse Hop en de enige verstedelijkte baai van Nederland. Het zicht vanaf en op Hoorn zijn essentieel. Er is hier grote interactie met het water.
 - o Het Veenpolderlandschap: Waterland tussen de Omringdijk tot Warner is een afwisselend, kleinschalig waterrijk landschap met veel verdraaiingen, brede waterlopen en geconcentreerde bebouwing. Vanwege binnen-buitenwater relaties, voorlanden en afwissing heeft dit gebied een innige relatie met het Hoornse Hop.
 - o Het Droogmakerijenlandschap: Van Warder tot Volendam ligt een rationeel slagenlandschap haaks op de dijk. Er liggen een paar kolken in een typisch weids landschap.
- Langs de dijk
 - o De Westfrie Omringdijk in het noorden met veel knippen en hoeken waardoor er veel variatie in landschappelijke beleving ontstaat. Er is een landelijk deel ten oosten van Hoorn en een verstedelijkt deel in Hoorn dat als een doorgaand element door de stad loopt.
 - o De zeedijk van Scharwoud tot Warner is gevarieerd en afwisselend. Er is een sterke relatie tussen het water en het, met veel voorlandjes en schelpenstrandjes. De bebouwing is er grotendeels geconcentreerd in kleine kernen.
 - o Van Warder tot Volemdam: hier ligt een strakke zeedijk met een uniform karakter, nauwelijks voorland, en een paar schelpenstrandjes. Er is losse, verspreide bewoning.
- Het water
 - o De intieme baai van het Hoornse Hop: zicht op de kust en het stadssilhouet bepalen mede de beleving. Het is een gebied dat intensief benut wordt door de recreatievaart.
 - o De kustzone is een zone met duidelijke ruimtelijke en functionele relatie met land. Er zijn strandjes, vaarroutes, en het is relatief ondiep. De kust bepaalt het zicht vanaf het water.
 - o Het grote water: het gebied ten oosten van de vaarroute Hoorn-Marken. Het wateroppervlak bepaalt het beeld. De kust is niet echt meer zichtbaar en ondergeschikt. Een dieper gebied.



D. Cultuurhistorische kwaliteiten

Het is duidelijk dat het Hoornse Hop vele cultuurhistorische kwaliteiten heeft. Deze kwaliteiten hebben betrekking op de kust, de aangrenzende van het achterland en het deel van het water waar de kustlijn beleefd kan worden. Vanaf anderhalve a twee kilometer uit de kust nemen deze kwaliteiten gaandeweg af.

⁶ Leidraad Cultuurhistorie en Landschap; Prov. Noord Holland, 2010.

De kwaliteiten die uit de bovenstaande analyse naar boven komen zijn:

- Een grillige kustlijn waarin de strijd tegen het oprukkende water zich weerspiegelt
- Restanten van verdrongen bewoning in een smalle zone voor de kust
- Een rijk geschakeerde kustzone met variatie in binnen- en buitendijks gebruik en verschillende dijktrajecten
- Herinneringen aan het eeuwenlange gebruik van de kustlijn door vissers, handelaren en boeren.

2.3 Ruimtelijke beleving

Kernkwaliteiten laten zich niet alleen uitdrukken in de fysieke onderdelen van een gebied, maar vooral ook in de manier waarin een gebied ervaren wordt. De beleving van het landschap hangt af van de samenhang tussen de menselijke gebruiksfuncties en de natuurlijke en cultuurhistorische patronen. Het heeft te maken met de maatvoering van het water en het uitzicht en met de sfeer die er rondom het landschap hangt. Dit heeft invloed op wat het met ons doet als we er in verblijven. Mensen nemen een landschap in de eerste plaats als een geheel waar. Daarbij kijken ze of alle elementen die bij een bepaald landschap horen ook inderdaad aanwezig zijn. Ze kijken ook of er storende elementen zijn. Daarnaast komt bij de waarneming van mensen de wijze waarop het landschap gebruikt wordt met nadruk naar voren: wat gebeurt er in dit landschap, wordt er gewerkt, hoe wordt het gebruikt, is het een natuurlijk landschap? Als er een logische samenhang is tussen de menselijke gebruiksfuncties en de natuurlijke omstandigheden, en tussen de gebruiksfuncties onderling dan heeft het landschap een sterke identiteit. Als er veel storende elementen zijn, dan niet. Het Markermeer heeft tegenwoordig de volgende menselijke gebruiksfuncties:

- Recreatie:
 - o op het land: fietsen en wandelen en verblijfsrecreatie
 - o op het water: varen, zwemmen, surfen, zeilen, kiten
- Scheepvaart (transport over het water)
- Visserij (beroeps- en sport-)
- Landbouw (op de buitendijkse gebieden)
- Wonen (vlak achter de dijk, aan het waterfront van Hoorn)

De beleving van het landschap is ook onderhevig aan de plannen die er op dit moment gemaakt worden voor het Markermeer en de kust. Al was het alleen maar de ervaring dat het gebied altijd onderhevig is aan verandering. Dit werd overigens zowel als positief als negatief ervaren. Er wordt ook nu gewerkt aan en rond de kust⁷. Een drietal initiatieven waarvoor besluiten zijn genomen en geld gereserveerd zijn de dijkversterking door Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, de kustontwikkeling bij Hoorn en de realisatie van de Markerwadden door Natuurmonumenten. Al deze ontwikkelingen beïnvloeden de ervaring –zo werd duidelijk tijdens de werksessies.

In de werksessie hebben we de deelnemers gevraagd naar wat zij de belangrijkste aspecten vonden die de ruimtelijke beleving van het gebied bepaalde. Dit leverde de volgende lijst van kernkwaliteiten op voor het Hoornse Hop:

- Weidsheid en openheid
- Rust, stilte en duisternis
- de interactie tussen het weer en het water
- het ontbreken van vrijwel alles

Aan de hand van de volgende foto's zijn deze belevingskwaliteiten in beeld gebracht.

⁷ In het beoordelingskader staan de projecten in de omgeving uitgebreid beschreven, inclusief de relatie met dit project.



2.4 Samenvatting Kernkwaliteiten

Op basis van de analyse van de ruimtelijke kwaliteit zijn wij op de volgende zes kernkwaliteiten uitgekomen voor het Hoornse Hop:

- Natuur op en rond het meer
- De cultuurhistorie van de kust en de kustzone
- Weidsheid en openheid
- Rust, stilte en duisternis
- Interactie tussen het weer en het water
- Recreatieve beleving van het water

De kwaliteiten die met de beleving samenhangen zijn hierin relatief sterk vertegenwoordigd. Dit is de uitkomst van de consultatieronde waar deze aspecten veelvuldig genoemd werden. Deze kwaliteiten zijn in hoofdstuk 5 verder uitgewerkt en vertaald in criteria aan de hand waarvan de drie alternatieven kunnen worden beoordeeld.



De kwaliteiten van het Markermeer die vaak worden genoemd zijn: de openheid en het weidse uitzicht, de rust en de interactie tussen het weer en het water.

3. Wensen van betrokkenen

Naast de ruimtelijke kwaliteit zijn de wensen van belanghebbenden een belangrijk onderdeel geweest voor het ontwikkelen van de alternatieven. De alternatieven zijn ontstaan in een interactief ontwerpproces met belanghebbenden.

Het ontwerpproces met de belanghebbenden is gestart met een eerste werksessie in maart 2013 waarin er gesproken is over ruimtelijke kwaliteit, algemene –soms ook tegenstrijdige- wensen en zorgen. Na deze werksessie hebben we een eerste overzicht gemaakt van hoe een luwtestructuur eruit zou kunnen zien. Ook zijn de gebieden in kaart gebracht waar een luwtemaatregel effectief is en zo min mogelijk hinder oplevert voor het huidige gebruik (zie de kaart in hoofdstuk 5 ‘zoekgebieden’). Dit overzicht is besproken in de tweede werksessie op 26 maart 2013. Die middag is met betrokkenen verkend welke vormen van een luwtestructuur men ziet zitten en waar die geplaatst zou moeten worden vanuit oogpunt van de betrokkenen –dus zonder inhoudelijke overwegingen over efficiëntie. Dat is gebeurt met op schaal getekende ontwerpen waarmee op een kaart geschoven kon worden. Ook hebben de betrokkenen aangegeven of en welke vormen van medegebruik (meekoppelen) zij wenselijk vinden. Mede op basis van de ontwerpen die door uit de tweede werksessie kwamen, hebben we voor de zoekgebieden passende ontwerpen gemaakt. Hierbij is er gekeken naar wat er in de werksessies was gezegd over welke soort luwtestructuur waar wenselijk en passend werd gevonden. Dit heeft geleid tot drie voorlopige alternatieven, op drie verschillende locaties en elk met een andere vorm. Hier hebben we voor gekozen zodat de variatie zo groot mogelijk is en er duidelijke verschillen zullen zijn in de effecten die ze hebben.

Op 10 juni 2013 is er in Warder een inloopavond georganiseerd. Daar werden onder andere de drie voorlopige alternatieven gepresenteerd en kon men reactie geven. Ook op de derde werksessie op 25 juni 2013 hebben we reacties op de voorlopige alternatieven verzameld. Deze reacties hebben we daarna gebruikt om de omschrijving van de alternatieven te verbeteren. Ook zijn we op de derde werksessie met de betrokkenen verder de diepte in gegaan over wenselijke meekoppelingen en hebben enkele andere initiatiefnemers in het Hoornse Hop hun eigen plan kunnen toelichten. De uitkomsten hiervan zijn verwerkt in hoofdstuk 5 en bijlage 2.

In dit hoofdstuk staan de wensen beschreven van de belanghebbenden voor de uitvoering, locatie en vorm van luwtemaatregelen.

3.1 Waterwensen

Vaarroutes open

Het is belangrijk dat de drukste vaarroutes open blijven. In principe is het hele meer bevaarbaar, maar sommige trajecten zijn een stuk drukker dan andere. De belangrijkste vaarroutes zijn zichtbaar op de kaart ‘gebruik water’. De ontwerpen zijn zoveel mogelijk buiten de vaarroutes gelegd.

Havens en reddingsbrigade bereikbaar

Er zijn twee havens en een reddingsbrigade aan de westkust tussen Edam en Hoorn. Het is belangrijk voor de bereikbaarheid van het Hoornse Hop en de havens dat er een open verbinding blijft bestaan tussen de havens en de grote vaarroutes. De reddingsbrigade moet snel overal ter plaatse kunnen zijn –daarom hebben zij een open verbinding met de rest van het water nodig. De drie verbindingen zijn aangegeven op de kaart ‘gebruik water’. De alternatieven zijn buiten deze verbindingen geplaatst.

Wedstrijdgebieden behouden

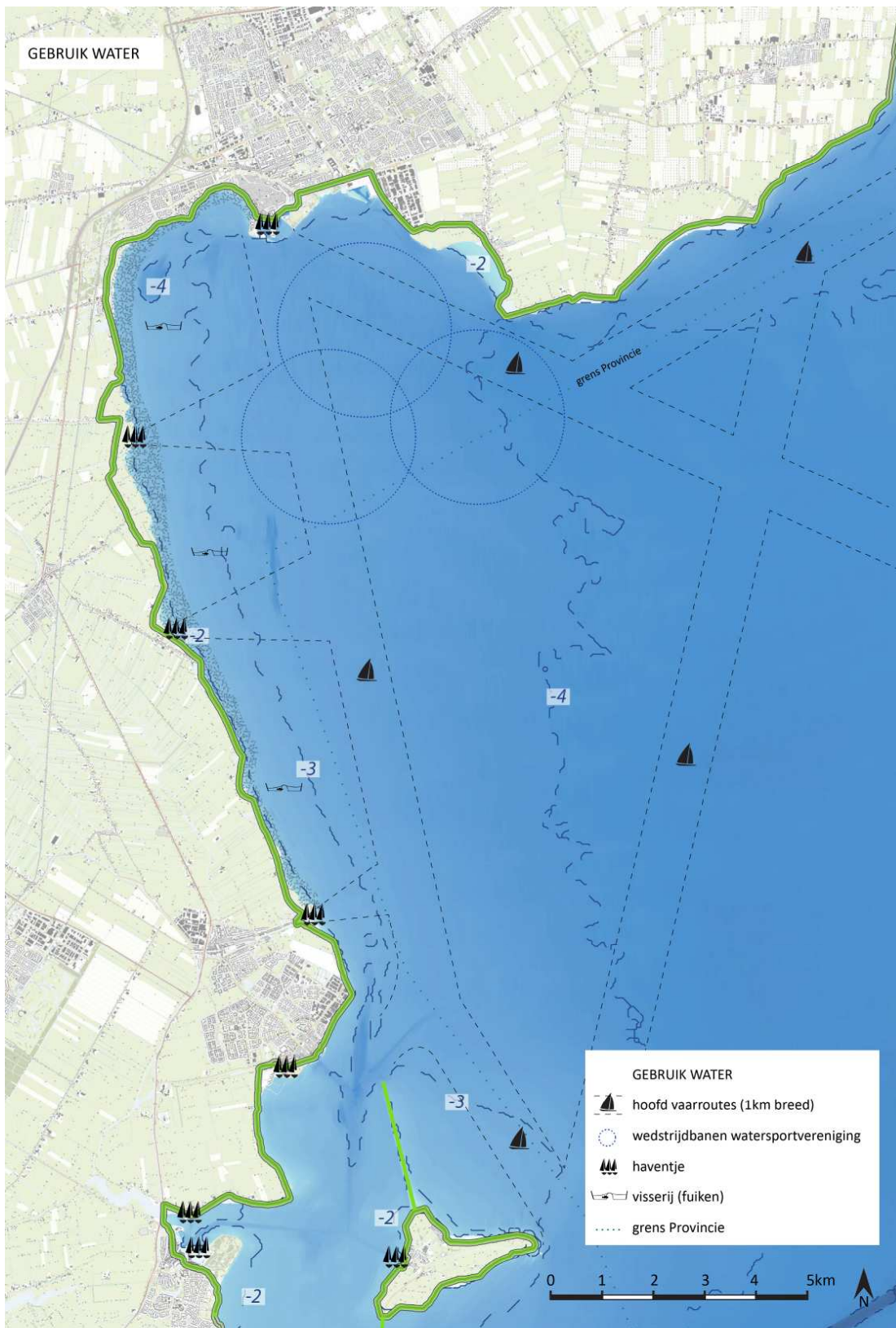
Er worden regelmatig zeilwedstrijden gehouden vanuit Hoorn. De wedstrijden worden gehouden in een van de drie verschillende gebieden. Alle drie liggen ze ten zuidoosten van Hoorn en hebben een diameter van ongeveer 3 km. De wedstrijdgebieden zijn ingetekend op de kaart ‘gebruik water’. Wedstrijdzeilers hebben aangegeven dat het wel mogelijk is om de banen enigszins te verplaatsen. Daarnaast werd er aangegeven dat het voor de wedstrijdzeilers positief is als er een eiland in het water komt te liggen. Er is behoefte bij wedstrijdzeilers aan een afmeerplek dicht bij de wedstrijdbanen.

Vis- en fuikgebieden belangrijk

Het Markermeer wordt ook gebruikt door beroepsvissers. Er staan veel fuiken opgesteld langs de gehele kust. En in de winter wordt er veel gevestigd in de ondieptes langs de kust tussen Edam en Hoorn. De fuiken kunnen eventueel verplaatst worden naar de luwtestructuren. Daarvoor is het nodig dat de luwtestructuren een stortstenen kant hebben en bereikbaar zijn.

Nieuw vaardoel aantrekkelijk

Er wordt veel recreatief gevaren op het Markermeer. Voor dagjesmensen kan een nieuw vaardoel midden op het water aantrekkelijk zijn. Nu zijn er geen andere opties dan van de ene haven naar de andere varen. Een eiland in het Hoornse Hop kan wat dat betreft een nieuwe vaarmogelijkheid zijn.



Figuur: kaart waarin het gebruik van het water is aangegeven met daarin ook de waterdiepte

3.2 Landwensen

Uitzicht behouden

Men gaf aan dat het open en weidse uitzicht heel belangrijk is en dat men dat graag wil behouden. Er wordt veel gefietst op de dijk en op sommige stukken rijdt je met de auto ook over de dijk. Vanaf de dijk heb je een prachtig uitzicht over het water. In de kaart 'beleving vanaf oevers' hebben we de trajecten aangegeven waar automobilisten en fietsers over de dijk rijden. Ook hebben we de uitzichtpunten expliciet aangegeven. Op deze punten, vaak op een hoek van de dijk, is het uitzicht extra bijzonder omdat het daar heel breed is.

Gevoel van weidsheid behouden

Voorlandjes, dijken en taluds worden gebruikt voor recreatie. Wandelingen met de hond, buitenspelende kinderen, even een luchtje scheppen: de omwonenden zijn erg gehecht aan het gevoel van weidsheid op en rond de dijken en willen dat graag behouden. Om dat weer te geven is op de kaart 'beleving vanaf oevers' aangegeven waar bebouwing staat. De dorpen vlak aan de dijk staan ingetekend, maar ook de solitaire boerderijen. In groen staan de voorlanden getekend. De toekomstige stukken waar een oeverdijk wordt aangelegd door Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier staan ook aangegeven.

Ecologische impuls maximaliseren

Er waren ook wensen om de luwtestructuur zo ecologisch gunstig mogelijk uit te voeren. Als je dan toch aan de slag gaat doe het dan goed, was het motto. Hierbij werd gedacht aan bijvoorbeeld natuureilanden en hele rustige gebieden waar weinig tot geen mensen komen zodat rust voor vogels ontstaat.

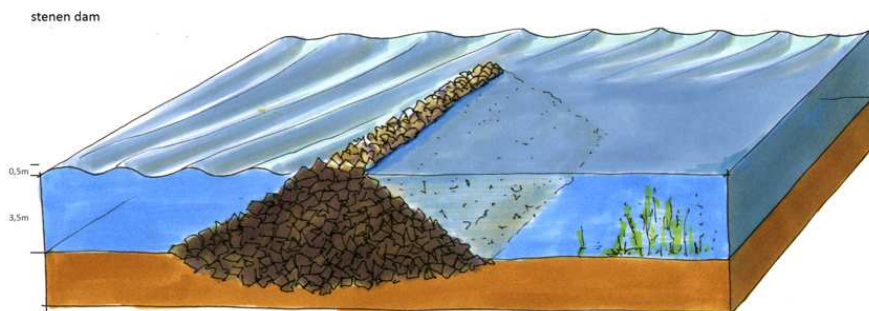


Figuur: kaart waarin de recreatie op de oevers en de beleving vanaf de oevers is aangegeven

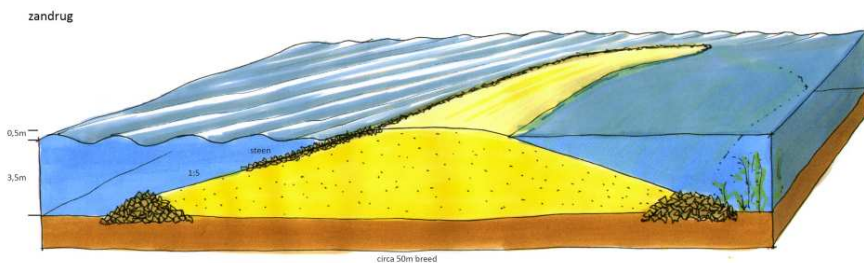
3.3 Wat vinden belanghebbenden passend?

Er zijn twee structuren waar een luwtemaatregel mee gemaakt kan worden: een dam of een eiland. Deze staan hieronder schematisch weergegeven. Andere constructies zoals drijvende matten hebben te weinig effect op de luwte en damwanden zijn niet bestand tegen zware ijsgang die op het Markermeer vaak optreedt.

Daarbij gaven de belangengroepen aan damwanden ongewenst te vinden. Met de twee basisstructuren hebben we drie verschillende vormen bedacht, die qua landschappelijke kwaliteit in het Markermeer en het Hoornse Hop in te passen zouden moeten zijn: een dam, een eiland en een groep eilanden (of te wel een archipel).



Figuur: De stenen dam is een van de mogelijkheden voor een luwtestructuur. De kern van de dam kan opgebouwd zijn uit zand of geotubes, dit is een lange worstvormige constructie van textiel, die gevuld kan worden met zand of klei.



Figuur: Een zandrug of eiland is het andere type constructie dat is gebruikt voor toepassing in de alternatieven. Onder water ligt links en rechts een afscheiding van stortsteen of geotubes. Daartussen kan met slib en zand een eiland aangelegd worden. De zijkanten van het eiland kunnen met steen worden versterkt, of flauw wordt aangelegd, dat hij stabiel is.

De betrokkenen hebben in een werksessie aangegeven waar in het Hoornse hop ze welke vormen passend vinden. Men vindt in het algemeen dicht bij de kust kleinere structuren passender dan grotere. En men vindt grosso modo drie plekken passend voor een luwtestructuur:

1. voor de kust tussen Warder en Edam
2. in de baai bij Hoorn
3. ver van de kust in het open water

In bijlage 1 staat verder beschreven welke input er vanuit de werksessies gekregen is. Deze drie plaatsen zijn gebruikt bij het ontwikkelen van de drie alternatieven –zoals beschreven staat in hoofdstuk 4.

3.4 Mogelijkheden voor meekoppelen

In de verkenning waar dit document onderdeel van is, wordt gekeken naar de potenties voor meekoppelingen. Dat wil zeggen: welke mogelijkheden bieden de luwtestructuren voor derden om op de aanleg of al aangelegde luwtmaatregel aan te sluiten met een eigen initiatief. In deze paragraaf staat beschreven welke wensen en mogelijkheden er zijn voor meekoppelingen van de luwtestructuren.

Er zijn randvoorwaarden aan de meekoppelingen. Medegebruik mag niet leiden tot verstoring of aantasting van de natuurdoelen. Het moet passen binnen beleid en wet- en regelgeving van Natura 2000, Flora- en faunawet en waterwet..

De mogelijkheden voor meekoppelingen zijn natuurlijk afhankelijk van hoe het uiteindelijke ontwerp eruit gaat zien. Stortstenen dammen bieden weinig kansen voor meekoppeling, tenzij ze omgevormd mogen worden tot eilanden. Ze bieden geen ruimte voor recreatie en de extra kansen voor natuur zijn ook beperkt. Eilanden –groot of klein- bieden veel meer mogelijkheden. Harde structuren zoals dammen en stortstenen verdedigingen kunnen gebruikt worden door de visserij. Het kan kansen bieden voor fuiken. Hiervoor moeten de fuiken wel bereikbaar zijn, en niet volledig omgroeid worden met waterplanten. Eilanden bieden kansen voor natuurontwikkeling en recreatie. Met behulp van toegespitst beheer staat de deur open voor specifieke natuurontwikkeling. Voor de recreatie bieden eilanden een schat aan mogelijkheden. Van intensief naar extensief. De meest simpele vorm is een aanlegsteiger. Het eiland zelf kan dan gebruikt worden om op te picknicken zonder dat er verdere faciliteiten nodig zijn. Als er een zandige oever is, kan er ook gezwommen worden.

Recreatie waar meer faciliteiten voor nodig zijn kan ook: een zomercamping, een strandtent, ruimte voor de scouting. Als er louter seizoensrecreatie gefaciliteerd wordt, kan hiermee het seizoensritme ontstaan dat ook op de stranden van Noord-Holland te beleven valt: in de winter is er niets, is er ruimte en zijn er geen faciliteiten. In de lente worden de eenvoudige gebouwen opgebouwd en gedurende het zomerseizoen worden ze gebruikt. Aan het begin van de herfst wordt alles weer opgeruimd om plaats te maken voor een nieuwe winter.

Hoe een meekoppeling plaats kan vinden, hangt af van de vormgeving, de locatie en de afstand tot de kust. In de beschrijving van de alternatieven in hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de mogelijkheden die de verschillende alternatieven bieden voor meekoppelingen.

4. Beschrijving van de drie alternatieven

4.1 Ontwerpproces

Tijdens de verkenning zijn drie alternatieven onderzocht. De alternatieven zijn het resultaat van een interactief ontwerpproces met belanghebbenden. Middels werksessies en klankbordgroepbijeenkomsten zijn de kernkwaliteiten van het gebied en de zorgen en wensen van belanghebbenden geïnventariseerd. Daarnaast hebben experts meegedacht over de constructie en de locatie. Het effect op luwte en doorzicht is berekend aan de hand van modelberekeningen (zie rapportage “Luwtemaatregelen Hoornse Hop “ van Deltares). We hebben zoveel mogelijk gevarieerd in ligging, vorm, afwerking, beoogd effect en verwacht draagvlak. Door de volledige bandbreedte te verkennen, kan de later te nemen voorkeursbeslissing immers beter worden onderbouwd.

Om een voldoende grootte bandbreedte binnen de alternatieven te verkrijgen, is in de opdracht al mee gegeven dat naast een sober alternatief dat binnen het beschikbare budget van 9 miljoen euro blijft, er ook een alternatief dat zoveel mogelijk natuurwinst oplevert wordt opgesteld en een alternatief dat zoveel mogelijk kansen genereert voor meekoppelingen.

Voor de uitwerking van deze alternatieven zijn randvoorwaarden en wensen geïnventariseerd. Randvoorwaarden geven de grenzen van het speelveld aan. Aan de randvoorwaarden moet ten allen tijde worden voldaan om andere beleidsmatig vastgestelde functies niet negatief te beïnvloeden. Wensen zijn zienswijzen van belanghebbenden, die niet direct volgen uit de doelstellingen van het project, maar wel een meerwaarde kunnen betekenen. De randvoorwaarden staan uitvoerig beschreven in het beoordelingskader dat gemaakt is in het kader van deze studie naar de luwtemaatregelen. Wensen staan beschreven in hoofdstuk 3.

Er is ontworpen met de natuurdoelen voorop. Daarnaast is de veelheid aan wensen meegewogen, de opdracht om te variëren in meekoppelkansen –waarbij er een alternatief erg geschikt moest worden voor meekoppelingen- en tot slot de ruimtelijke kernkwaliteiten. Dit heeft geleid tot een paar overwegingen die zoveel mogelijk zijn doorgevoerd:

- Aansluitend bij de kernkwaliteiten van weidsheid en openheid het open zicht zoveel mogelijk behouden.
- Aansluitend bij de weidsheid en openheid de alternatieven laag houden.
- Meerwaarde creëren waar mogelijk. (De luwtemaatregelen kunnen ook meerwaarde bieden voor andere functies. Een in stortsteen uitgevoerde dam kan meerwaarde bieden voor vissers doordat er fuiken aan vast gemaakt kunnen worden. Een eiland kan nieuwe kwaliteiten toevoegen voor de recreatie.)

De locatie is gebaseerd op twee aspecten. Ten eerste de natuurwinst die met de maatregel behaald kan worden. Daarover is via modelstudies duidelijkheid gekomen. Dit staat beschreven in het bij deze verkenning behorende rapport “Luwtemaatregelen Hoornse Hop “ van Deltares. Ten tweede de ruimtelijke ambitie: zo min mogelijk hinder van huidig gebruik, zo veel mogelijk aansluiten op of versterken van de huidige beleving en de wensen. Op basis van de uitkomsten van de modelstudie en de ruimtelijke analyse is een viertal gebieden gedestilleerd (zie kaart ‘Zoekgebieden’) waar de maatregelen het beste gesitueerd kunnen worden.

Op 4 juli 2013 is er een veldbezoek gebracht aan het Markermeer. In een vissersboot is naar de verschillende locaties van de alternatieven gevaren. Dat heeft een beeld gegeven van de dimensies van het landschap en van de impact die de alternatieven zullen hebben in het landschap. Met deze ervaring in het achterhoofd is de laatste hand aan de alternatieven gelegd. In paragrafen 4.2 tot en met 4.4 worden de drie alternatieven beschreven die ontworpen zijn op basis van de verschillende input en de meekoppelkansen.



Figuur: Kaart met zoekgebieden die uit de eerste stappen van het ontwerpproces naar voren is gekomen. Zoveel mogelijk effect en zo min mogelijk hinder gecombineerd.

Met betrekking tot de constructie en de vormgeving is gekozen voor een harde constructie (stenen dam) en een zachte constructie (zandig eiland) vanwege kosten, effectiviteit en ruimtelijke inpassing. Voor een technische uitwerking zie de memo 'Constructies Alternatieven'⁸.

De landschappelijke inpassing heeft betrekking op de uiteindelijke plek in combinatie met vormgeving en de materiaalkeuze. De ambitie is om de inpassing dusdanig te doen dat de kwaliteiten van het Markermeer versterkt worden. De locatie in combinatie met vormgeving bekeken leidt tot de visie dat hoe verder van de kust af de constructie komt te liggen, hoe groter in omvang de constructie kan worden. Dichter bij de kust (in de drie kleine cirkels op de kaart 'Zoekgebieden') passen relatief kleine eilanden of dammen. Midden in het water zijn ook grotere eilanden passend of een samenhangende groep kleinere eilanden zonder de dimensies van het water te verstoren. Ook de materiaalkeuze moet passend zijn bij de huidige kwaliteiten van het Markermeer. Stortsteen, zand, schelpen en gras zijn de meest voorkomende materialen. Dat leidt tot een vanuit inpassing gewenste uitvoering in stortsteen of zand voor een vaste constructie in het meer. Stalen damwanden passen niet in de huidige ruimtelijke kwaliteit. En ook andere vormen zijn vreemde elementen en worden daarom liever vermeden.

⁸ Memo 'Constructies alternatieven', Oranjewoud, 2013. Behorende bij opdracht voor verkenning luwtemaatregelen Markermeer.

4.2 Dammen West

Locatie en afstand tot de kust

Dit alternatief is gebaseerd op een tweetal dammen en een eilandje voor de westkust. Er liggen twee licht gekromde dammen van 1,8 km lang voor de kust tussen Warder en Edam. Ze liggen ongeveer 2 km uit de kust. Het eiland ligt ten noorden van Schardam. Het eiland is ongeveer 2 km lang en ligt 1,5 km tot 2,5 km uit de kust.

Bestuurlijke grenzen

De dammen liggen grotendeels in de gemeente Zeevang en provincie Noord-Holland, het uiterste puntje ligt in gemeente Almere (provincie Flevoland). Het eiland ligt in de gemeente Hoorn.



Figuur: bestuurlijke grenzen van alternatief Dammen West

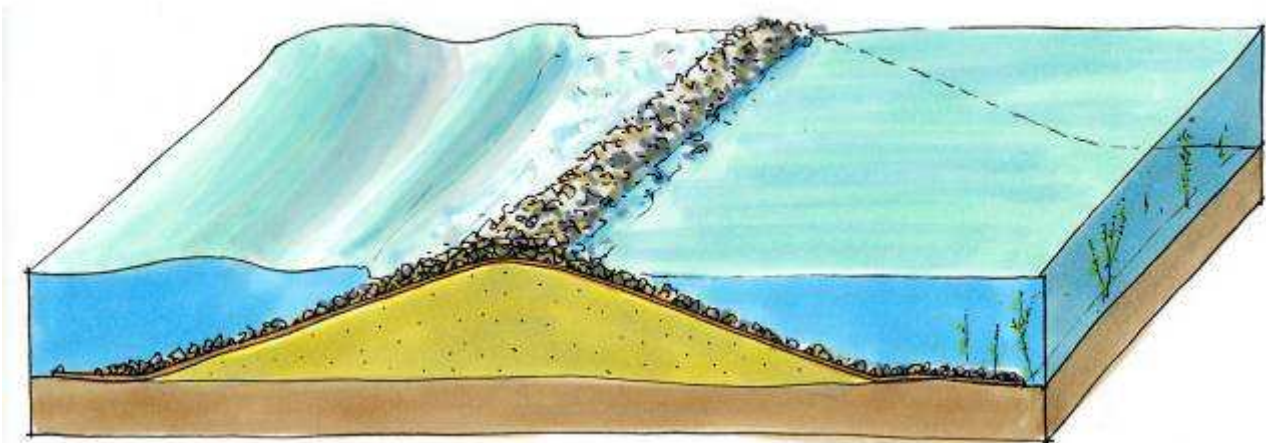
Constructie en vorm

De dammen worden gemaakt met een kern van zand en een breuksteen bekleding (zie figuur).

Het eiland bestaat grotendeels uit zand. De zandige oevers van het eiland lopen langs de onbeschermd noordwestkust langzaam af onder een talud van 1:20. Om het eiland te beschermen tegen golfslag is de oostelijke oever beschermd met breuksteen. Deze oever is ook steiler en heeft een talud van ca 1:3 tot 1:5.

Overgangen water - land

De overgang tussen water en land verloopt bij de dammen abrupt en op harde stortsteen. Dit biedt weinig mogelijkheid voor plantengroei. Door de oever van de dam grillig aan te leggen en lokaal een concave vorm te geven, zal zich daar in de loop der tijd schelpenmateriaal ophopen dat vanaf de bodem van het meer door golfwerking tegen de kust wordt opgewerkt. Zo kan op termijn door dit natuurlijke proces een deel van de oostkant van de dam veranderen in een natuurlijk schelpenstrand.



Figuur. Dwarsprofiel van een dam met stortsteenbekleding.



Figuur: impressie van de dammen gezien vanuit de lucht boven de Grote Braak en de Moordenaarsbraak.

De zandige constructie van het eiland zorgt wel voor een geleidelijke overgang tussen water en land. De onbeschermd noordwestoever loopt zeer flauw uit, waardoor zich hier een brede ondiepwaterzone kan ontwikkelen. Het zand op deze oevers ligt ook nooit stil; door de golfslag beweegt het op- en neer langs het profiel. Onder invloed van de overheersende windrichting wordt het zand langzaam naar het noorden tot noordoosten gevoerd. Er zal daardoor gaandeweg zandverlies optreden langs de zuidwestoever en sedimentatie langs de noordoever, waar het eiland zich uit zal breiden. Om het verlies op te vangen wordt periodiek (bijvoorbeeld eens in de 10 jaar) nieuw zand aangevoerd, dat als kleine zandmotor het eiland kan blijven voeden. Het continue zandtransport zorgt voor veel dynamiek en steeds weer wissellende omstandigheden. De zuidoostoever is juist steil en stenig. Lokaal zijn er wel korte onderbrekingen in de stenen kustlijn, waar water en dynamiek in door kunnen dringen en er kleine lagunes achter de stenen ontstaan wat op termijn een voor de natuur gunstige grillige kustlijn op kan leveren.

Flexibiliteit en adaptiviteit

De dammen zijn redelijk flexibel in die zin dat ze wel vast liggen, maar op zich verwijderd kunnen worden. De dammen kunnen ook langer gemaakt worden indien gewenst. Dus enige mate van adaptiviteit hebben ze ook.

Op de zandbeweging langs de oever na ligt het eiland ook vast. In die zin is het geen flexibele optie. Het eiland kan natuurlijk wel weer verwijderd worden. In die zin heeft het eiland ook enige mate van flexibiliteit. De mate waarin gevarieerd kan worden in opbouw en bijwerken (dus de adaptiviteit) van het eiland is groot.

Het eiland kan aangepast worden naargelang de financiering zich over de tijd uitspreidt. Of het kan aangepast worden naar de wensen van de toekomst. Zo kan het eiland in gedeelten worden opgebouwd, door het in de loop der jaren langzaam uit te breiden door nieuw materiaal aan te voeren. Als er met verschillende materialen gewerkt wordt, kan bv eerst de zandige buitenring opgebouwd worden, waarna de kern in de jaren daarna opgevuld wordt met slib.

Ook de hoogte is variabel. Vanwege de verwachte zettingen kan in de eerste jaren met een (al dan niet geringe) overhoogte worden gewerkt. In de loop der jaren zal de bodem onder het gewicht van het zand inzakken. Doordat er zettingsverschillen zullen optreden ontstaat een natuurlijke variatie in hoogte, of te wel een geaccidenteerd reliëf. Op delen waar dit gewenst is (deze variatie is positief voor natuurlijke ontwikkeling) kan de variatie behouden blijven. Op andere delen kan het overtollige materiaal eenvoudig over het oppervlak worden herverdeeld, tot een nieuw vlak oppervlak. Vanwege de relatief grote oppervlakte is er een grotere diversiteit in de vegetaties mogelijk. Door beheer kan hier in de loop der tijd ook weer in worden gevarieerd.

Robuustheid

Onder robuustheid wordt verstaan dat het ontwerp kan omgaan met afwijkende (fysieke) omstandigheden en (mede daardoor) een lange levensduur heeft. De met stortsteen beklede dammen zijn robuust. Met minimaal onderhoud waarin de bekleding periodiek gecontroleerd en waar nodig aangevuld wordt, behouden de dammen hun initiële sterkte. Ze zijn bestand tegen stormen, stroming en ook tegen kruierend ijs.

Het eiland als geheel is ook robuust, maar op een andere manier. Door voor zand te kiezen, dat zich onder invloed van wind en stroming kan verplaatsen, is het eiland altijd een beetje in beweging. Dit meebewegen onder invloed van de lokale dynamiek maakt het eiland tot een robuuste optie. Als de zachte oever maar flauw genoeg wordt aangelegd (minimaal 1:20) is er evenwicht tussen het zand dat door de golven omhoog wordt gebracht en het zand dat wegerodeert. Waar de erosieve krachten van het water het grootste zijn, is de oever wel vastgelegd. In luwe binnenbochten zullen naar alle waarschijnlijkheid ook schelpenstrandjes ontstaan, net als in aan de Noord-Hollandse kust. Op deze plekken zijn de opbouwende krachten zelfs groter dan de eroderende krachten en zal het eiland (langzaam) aangroeien.

Meekoppelkansen recreatie

De dammen en het eilandje liggen buiten de meest gebruikte vaarroutes en bieden vanwege hun harde stenen uitvoering weinig kansen voor meekoppelingen. Hoogstens kan een aanlegsteiger de mogelijkheid geven even aan te meren. Pas bij een andere inrichting van de oostoever van de dammen kan deze locatie uitgroeien tot een interessante tussenstop voor schepen onderweg van Hoorn naar Marken. Dit verdient verdere uitwerking in een volgende fase en is nu niet in de beoordeling meegenomen. Het gebied tussen de dammen en de kust kan vanwege de rust en grotere variatie meer vogels aantrekken en daarom interessant zijn voor vogelaars die vanaf de dijk dit gebied goed kunnen bekijken.). In de zomer biedt het rustige, heldere water mogelijkheden om er met de kano op uit te trekken.

Het noordelijke eiland biedt van dit alternatief de meeste kansen voor recreatieve meekoppelingen. Het ligt vrij dicht bij de kust en is daarom goed te bereiken met kleinere boten. Een aanlegsteiger zorgt er al voor dat het eiland gebruikt kan worden om op te picknicken of als aanlegplek voor de nacht. De zandige oever aan de westkant kan gebruikt worden als zwemstrandje. Meer intensieve recreatie kan hier ook plaatsvinden. Het eiland kan ruimte bieden aan horecafaciliteiten (al dan niet met tijdelijke bebouwing

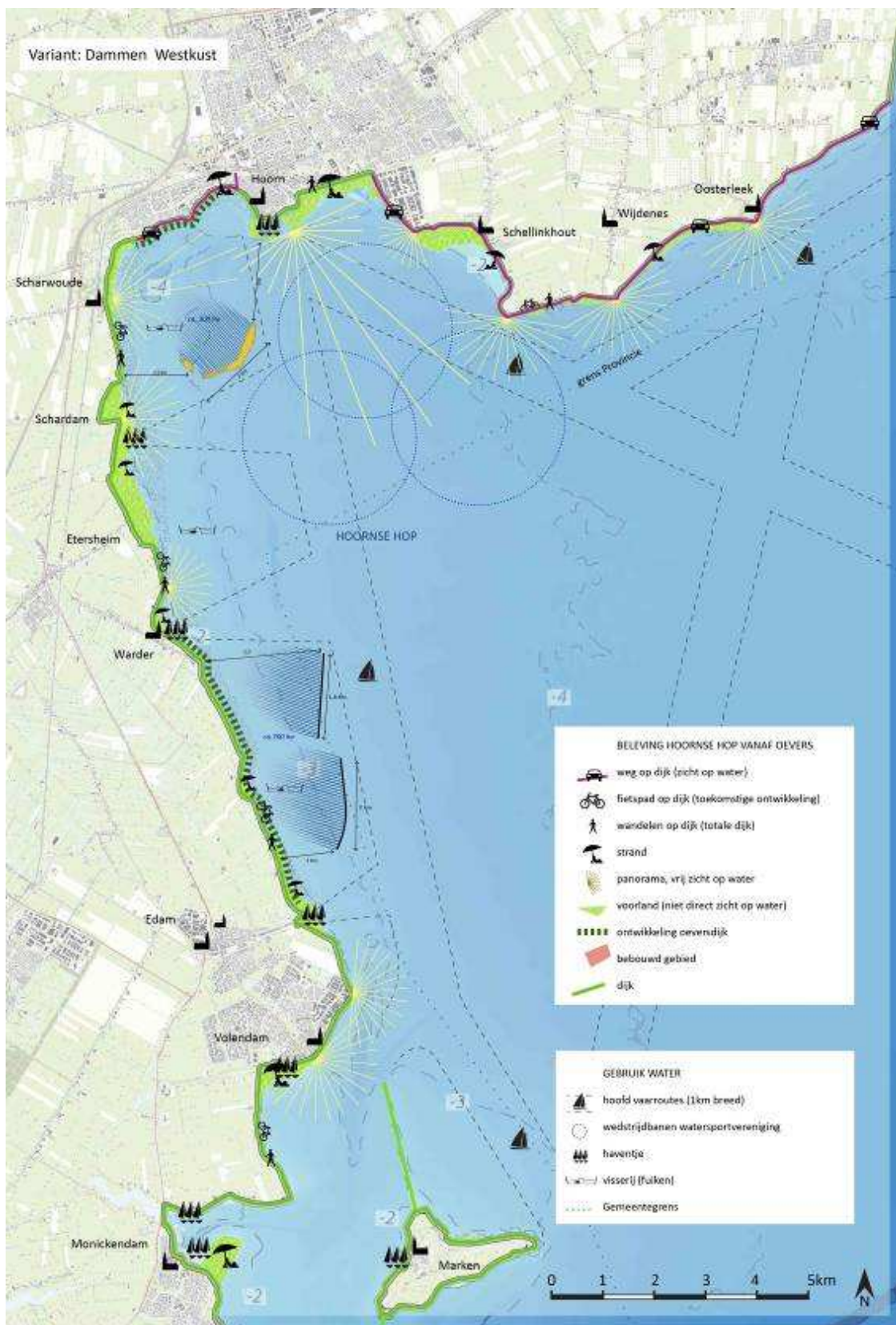
Meekoppelkansen ecologie

De dammen zelf bieden weinig tot geen meekoppelkansen voor ecologie. Het eiland biedt wel kansen voor natuurontwikkeling op en rondom het eiland. Het eiland zelf kan –afhankelijk van definitieve vormgeving en inrichting- ruimte bieden aan broedvogels. De randen kunnen een veelheid aan habitats herbergen met divers dieren- en plantenleven passend bij het ecosysteem van het Markermeer. Dit moet in een latere fase verder uitgewerkt

worden, maar in ieder geval is het gevoerde beheer van groot belang. Het beheer kan ruimte geven aan autonome ontwikkelingen of juist zeer doelgericht zijn op specifieke gewenste ontwikkelingen.

Meekoppelkansen visserij

Voor de beroepsvissers bieden oeverzones voor de dammen wel nieuwe plekken voor fuiken –mist bereikbaar. Voor de sportvisserij zijn de meekoppelkansen groter omdat zij er nieuwe vistekken bij krijgen, zeker als er ook enkele steigers aan de dam worden aangelegd.



Figuur. Alternatief 'Dammen Westkust' ligt dicht onder de kust.

4.3 Eiland Centraal

Locatie en afstand tot de kust

Dit alternatief omvat een langgerekt eiland, centraal gelegen in de baai voor Hoorn. De lengte van het eiland is ongeveer 3 km. Op het breedste deel is het eiland ca 300 – 400 m breed. De zuidpunt loopt in een lange ca 30 – 50 m

brede landengte uit. De dichtstbijzijnde afstand tot de kust bedraagt 1,8 km, dit is vanaf de meest uitstekende punt van de dijk voorbij Schellinkhout (de Nek). De afstand tot de kust bij Hoorn bedraagt 3,5 tot 4,5 km, de afstand tot de kust tussen Scharwoude en Warde is 3,5 km.

Bestuurlijke grenzen

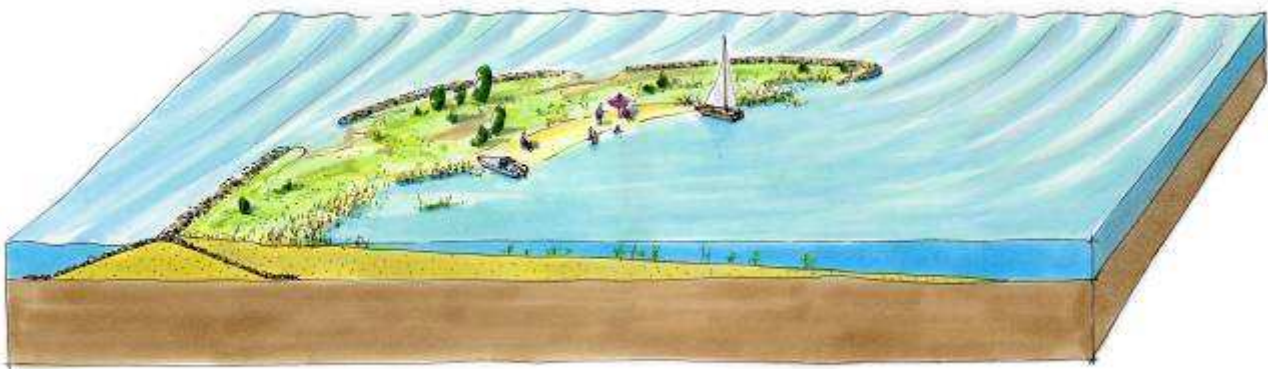
Het eiland ligt geheel in de gemeente Hoorn en in de Provincie Noord Holland.



figuur: bestuurlijke grenzen alternatief Eiland Centraal

Constructie en vorm

Het eiland bestaat grotendeels uit zand. Waar dat vanuit kostenoverwegingen wenselijk is, kan (bv in de kern) ook gebruik gemaakt worden van slib. De zandige oevers van het eiland lopen langs de onbeschermd west- en noordkust langzaam af onder een talud van 1:20. Om het eiland te beschermen tegen golfslag is de oostelijke oever beschermd met breuksteen. Deze oever is ook steiler en heeft een talud van ca 1:3 tot 1:5. Het eiland heeft een gebogen vorm, waarin de kromming van de kustlijn terug te vinden is. De relatie met de Noord Hollandse kust is ook te vinden in de grilligheid van de nieuwe kustlijn met kapen en ondiepe lagunes. Het eiland steekt op het hoogste deel ca 1 m boven de gemiddelde waterstand uit.



Figuur. Impressie van een eiland met een harde stortstenen kant op de zijde waar de meeste erosie wordt verwacht en een zachte zanderige kant aan de andere zijde.



Figuur: impressie van het Eiland Centraal gezien vanuit de lucht boven Etersheim

Overgangen water - land

De zandige constructie maakt het mogelijk om te variëren in land-water overgangen. De onbeschermd westelijke en noordelijke oever loopt zeer flauw uit, waardoor zich hier een brede ondiepwaterzone kan ontwikkelen. Het zand op deze oevers ligt ook nooit stil; door de golfslag beweegt het op- en neer langs het profiel. Onder invloed van de overheersende windrichting wordt het zand langzaam naar het noorden tot noordoosten gevoerd. Er zal daardoor gaandeweg zandverlies optreden langs de zuidwestoever en sedimentatie langs de noordoever, waar het eiland zich uit zal breiden. Om het verlies op te vangen wordt eens in de b.v. 10 jaar nieuw zand aangevoerd, dat als kleine zandmotor het eiland kan blijven voeden. Het continue zandtransport zorgt voor veel dynamiek en steeds weer wissellende omstandigheden. De oostelijke oever is juist steil en stenig. Lokaal zijn er wel korte onderbrekingen in de stenen kustlijn, waar water en dynamiek in door kunnen dringen en er kleine lagunes achter de stenen ontstaan wat op termijn de gewenste grillige kustlijn op kan leveren.

Op andere plaatsen, waar de oever een concave vorm heeft, zullen zich op den duur schelpen ophopen die vanaf de bodem van het Markermeer door golfslag omhoog worden gewerkt. Zo krijgt ook de harde stenen oever op termijn een meer natuurlijke uitstraling. Bij de detailinvulling van het eiland kan er voor gekozen worden om het centrale deel van het eiland niet tot boven de waterlijn op te vullen. Hier ontstaat dan een meertje met langzaam oplopende oevers en rustig water waar zich in de loop der tijd waterplanten en riet in zullen vestigen.

Flexibiliteit en adaptiviteit

Op de zandbeweging langs de west- en noordoever na ligt het eiland vast. Het eiland is in die zin niet erg flexibel. Het eiland kan wel weggehaald worden, dus enige mate van flexibiliteit is er wel. Het eiland is wel adaptief. De mate waarin gevarieerd kan worden in opbouw en bijwerken (dus de adaptiviteit) van het eiland is groot.

Het eiland kan het aangepast worden naargelang de financiering zich over de tijd uitspreid. Of het kan aangepast worden naar de wensen van de toekomst. Zo kan het eiland in gedeelten worden opgebouwd, door het in de loop der jaren langzaam uit te breiden door nieuw materiaal aan te voeren. Als er met verschillende materialen gewerkt wordt, kan bv eerst de zandige buitenring opgebouwd worden, waarna de kern in de jaren daarna opgevuld wordt met slib.

Ook de hoogte is variabel. Vanwege de verwachte zettingen kan in de eerste jaren met een (al dan niet geringe) overhoogte worden gewerkt. In de loop der jaren zal de bodem onder het gewicht van het zand inzakken. Doordat er zettingsverschillen zullen optreden ontstaat een natuurlijke variatie in hoogte, of te wel een geaccidenteerd reliëf. Op delen waar dit gewenst is (deze variatie is positief voor natuurlijke ontwikkeling) kan de variatie behouden blijven. Op andere delen kan het overtollige materiaal eenvoudig over het oppervlak worden herverdeeld, tot een nieuw vlak oppervlak. Vanwege de relatief grote oppervlakte is er een grotere diversiteit in de vegetaties mogelijk. Door beheer kan hier in de loop der tijd ook weer in worden gevarieerd.

Robuustheid

Onder robuustheid wordt verstaan dat het ontwerp kan omgaan met afwijkende (fysieke) omstandigheden en (mede daardoor) een lange levensduur heeft. Door voor zand te kiezen, dat zich onder invloed van wind en stroming kan verplaatsen, is het eiland altijd een beetje in beweging. Dat het eiland kan meebewegen onder invloed van de lokale dynamiek, maakt het tot een robuuste optie. Robuuster zelfs dan een damwand. Waar de erosieve krachten van het water het grootste zijn, kan de oever wel vastgelegd worden.

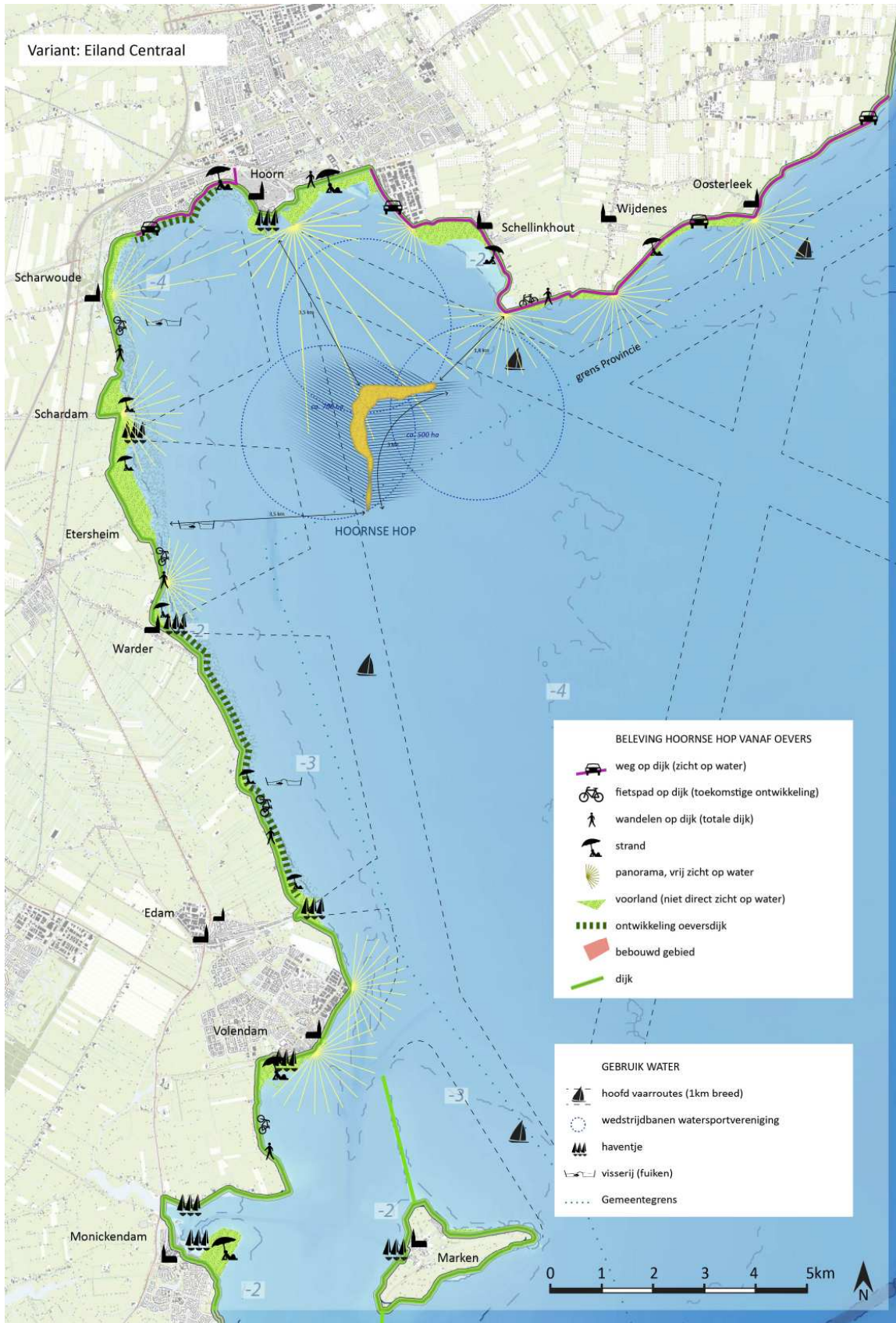
Meekoppelkansen recreatie

Voor de motorboten en actieve kanoërs biedt het eiland een nieuw element in het verder lege Hoornse Hop. Als je enkele kilometers uit de kust bent, is het Hoornse Hop een grote leegte. Het eiland is ook voor de kleinere boten prima te bereiken en kan daarmee een impuls betekenen voor deze vorm van watersport. Doordat het eiland zo goed te bereiken is, komen tal van recreatieve meekoppelkansen in beeld. Zoals extensieve dagrecreatie (picknickplekken, vissteigers, zwemstrandje). En meer intensieve dagrecreatie –te denken valt aan een festivalterrein, horecavoorzieningen of een plek voor kitesurfers. Ook zijn er kansen voor verblijfsrecreatie. Er zou een camping op het eiland gesitueerd kunnen worden of een verblijfmogelijkheid in eco-lodges. Ook zou bijvoorbeeld de scouting met de zeeverkenner er ruimte kunnen vinden.

Meekoppelingen kunnen ook zorgen voor een seizoensbeleving zoals de Nederlandse stranden die ook kennen. Aan het begin van de lente wordt alles opgebouwd, in de herfst worden de faciliteiten weer afgebroken. Zo blijft de leegte en rust in de winter bestaan, en is er in de zomer leven en activiteiten.

Meekoppelkansen ecologie

Het eiland biedt veel kansen om autonome ecologische processen op en rond het eiland te laten ontstaan (dus naast de ecologische ontwikkeling in het water waar de structuren in eerste instantie voor gemaakt worden). Het eiland is een geheel nieuwe habitat midden in het meer. De ecologische ontwikkeling op en rond het eiland hangt af van de inrichting, gebruik en beheer van het eiland. Het meest gunstig voor ecologische ontwikkeling zijn flauw oplopende en zandige oevers langs de west- en noordkust. Deze zullen rond de waterlijn begroeid raken met riet en andere oeverplanten. Dit is een biotoop die nu veelal ontbreekt in het Markermeer en daarmee erg waardevol is voor het ecosysteem in het Markermeer. Bovendien leeft in rietoevers een grote diversiteit aan vis die in het open water nauwelijks voorkomt, zoals Snoek en Winde. Een grillige kustlijn zorgt ervoor dat op beschutte plaatsen schelpenstranden ontstaan. Dit gebeurt doordat schelpen vanaf de bodem door de golfwerking tegen de kust omhoog worden gevoerd. De hogere delen van deze schelpenbanken zijn geschikt als broedgebied voor kale grondbroeders als Plevieren en Dwergsterns. De stenige oevers langs de oostkust blijven onbegroeid. Maar tussen de stenen kunnen bomen ontkiemen en de stenige oevers bieden bovendien habitat aan de Rivierdonderpad.



Alternatief 'Eiland Centraal' ligt middenin het Hoornse Hop

Hogerop de oever zal zich een meer grazige vegetatie ontwikkelen; wat hier zal groeien is vooral afhankelijk van het beheer. Op zandige plaatsen die kaal blijven, zijn er goede kansen voor vogels die in kolonies broeden zoals Visdieven en meeuwensoorten.

Meekoppelkansen visserij

Het eiland biedt enige meekoppelkansen voor de beroepsvisserij. Voor de harde stortstenen oostkant kunnen fuiken geplaatst worden. Dat kan alleen als de ecologische doelen daarmee ongemoeid blijven en de stortstenen bescherming van het eiland makkelijk per boot bereikbaar is. Voor de sportvisserij zijn er duidelijk meekoppelkansen omdat er voor hen op en rondom het eiland tal van nieuwe habitats ontstaan met goede vismogelijkheden. Met aanleg van vissteigers, komen er nog meer extra plekken voor hengelaars.

4.4 Archipel Oost

Locatie en afstand tot de kust

De 'Archipel Oost' bestaat uit een groep van 7 eilanden van verschillende vorm en formaat aan de oostkant van het zoekgebied. De archipel in totaal is 5 km lang. De noordkant van de archipel ligt op 3 km van de meest zuidelijke punt voorbij Schellinkhout. De zuidkant van de archipel ligt op 3,5 km van de kust tussen Warder en Edam. Op deze afstand van het vaste land in een dergelijk groot water past het om te werken met eilanden in plaats van met dammen. Vandaar dat we gekozen hebben voor een grote doch losse formatie eilanden. De eilanden liggen minimaal 300 m uit elkaar.

Bestuurlijke grenzen

De archipel ligt bijna helemaal in de gemeente Lelystad. Een klein deel van het zuidelijkste eiland ligt in gebied van gemeente Almere. Daarmee ligt de archipel geheel in de provincie Flevoland.



figuur: bestuurlijke grenzen alternatief Archipel Oost

Constructie en vorm

De archipel is een groep van zeven eilanden. De eilanden hebben grillige vormen, die de variatie en verandering van de Noord Hollandse kust weerspiegelen. Het langste eiland is ongeveer 1 km lang, het kortste minder dan 200 m. De eilanden liggen zo gerangschikt dat slibrijke stromingen die vanaf windkracht 5 in het Markermeer ontstaan, de baai bij Hoorn niet kunnen bereiken. Tevens zorgen ze er voor dat wind uit alle richtingen op de eilanden wordt gebroken, waardoor er een luw gebied in het Markermeer zelf ontstaat.

De eilanden bestaan grotendeels uit zand. Waar dat vanuit kostenoverwegingen wenselijk is, kan (bv in de kern van de twee grotere eilanden) ook gebruik gemaakt worden van slib. De zandige oevers van de eilanden lopen langs de onbeschermd west- en noordkust langzaam af onder een talud van 1:20.

Om de eilanden te beschermen tegen golfslag kan de oostelijke oever beschermd worden met breuksteen. Deze oever wordt dan ook steiler en heeft een talud van ca 1:3 tot 1:5. De eilanden steken op het hoogste deel ca 1 m boven de gemiddelde waterstand uit.



Figuur: impressie van de archipel gezien vanuit de lucht boven Schardam.

Overgangen water – land

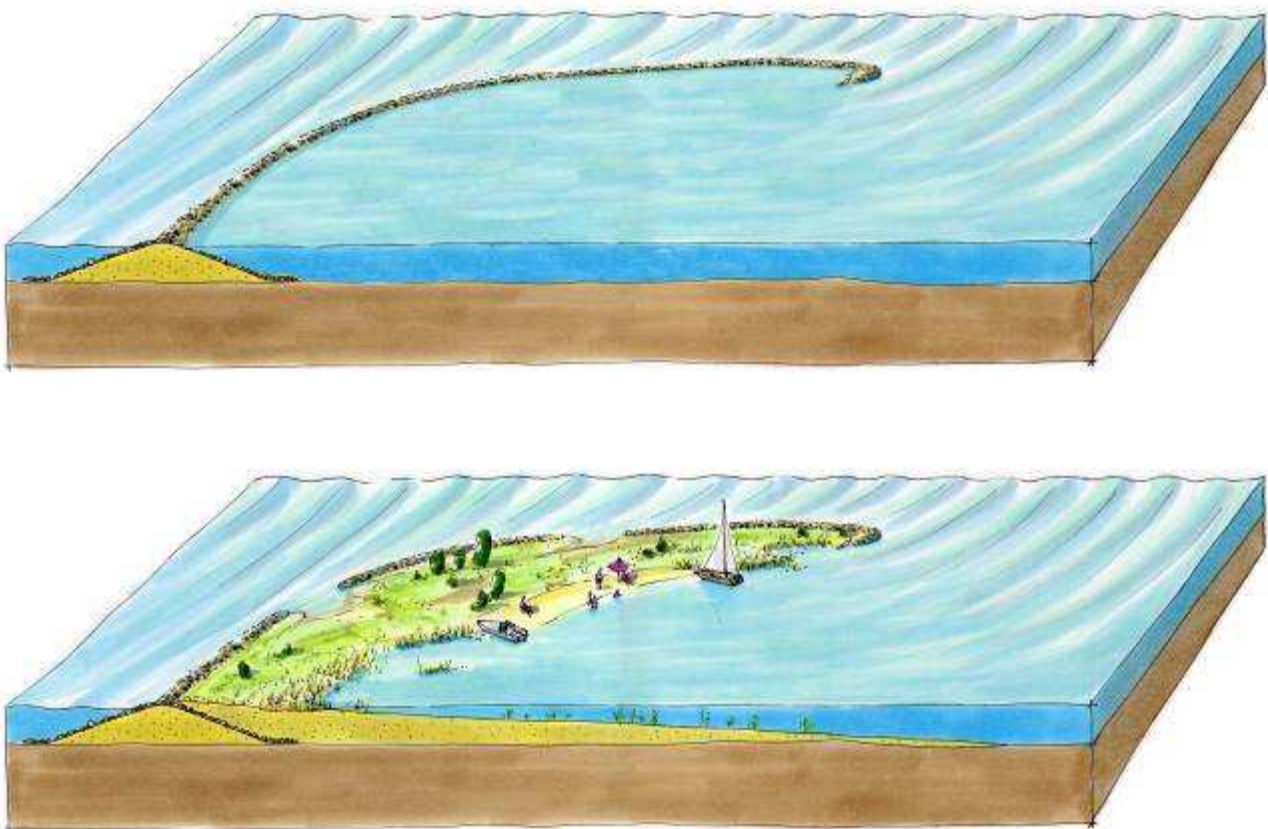
De zandige constructie en de verscheidenheid aan eilanden nodigt uit om te variëren in land-water overgangen. De onbeschermdo oevers lopen zeer flauw uit, waardoor zich op deze plekken brede ondiepwaterzones kunnen ontwikkelen. Ook zijn sommige stukken water tussen twee eilanden in ondiep. Ook hier ontstaan zones met ondiep water die geleidelijk overgaan in land en in dieper water. Het zand op de onbeschermdo oevers ligt ook nooit stil; door de golfslag beweegt het op- en neer langs het profiel. Onder invloed van de overheersende windrichting wordt het zand langs de verschillende eilanden langzaam naar het noorden tot noordoosten gevoerd. Er zal daardoor gaandeweg zandverlies optreden langs de zuidwestoever van de eilanden en sedimentatie optreden langs de noordoever, waar het eiland zich uit zal breiden. Om het verlies op te vangen wordt eens in de b.v. 10 jaar nieuw zand aangevoerd, dat als kleine zandmotor het eiland kan blijven voeden. Het continue zandtransport zorgt voor veel dynamiek en steeds weer wissellende omstandigheden. De oostelijke oevers oever zijn juist steil en stenig. Lokaal zijn er wel korte onderbrekingen in de stenen kustlijn, waar water en dynamiek in door kunnen dringen en er kleine lagunes achter de stenen ontstaan wat op termijn de gewenst grillige kustlijn op kan leveren. Op andere plaatsen, waar de oostelijke oever een meer concave vorm heeft, zullen zich op den duur schelpen ophopen die vanaf de bodem van het Markeermeer door golfslag omhoog worden gewerkt. Zo krijgt ook de harde stenen oever op termijn een meer natuurlijke uitstraling. Bij de detailinvulling van de eiland kan er voor gekozen worden om bij enkele eilanden het centrale deel van het eiland niet tot boven de waterlijn op te vullen. Hier ontstaat dan een meertje met langzaam oplopende oevers en rustig water waar zich in de loop der tijd waterplanten en riet in zullen vestigen.

Flexibiliteit en adaptiviteit

De archipel heeft zeker enige mate van flexibiliteit. Dat komt doordat de eilanden gefaseerd aangelegd kunnen worden. Door gefaseerde aanleg kan de detailinvulling van de archipel in de tijd worden aangepast. Voortschrijdend inzicht kan dus meegenomen worden. De eilanden die al zijn aangelegd, liggen vast. De mate waarin gevarieerd kan worden in opbouw en bijwerken (dus de adaptiviteit) van de archipel is groot.

De hoogte van de verschillende eilanden kan variëren in de tijd. Vanwege de verwachte zettingen kan in de eerste jaren met een (al dan niet geringe) overhoogte worden gewerkt. In de loop der jaren zal de bodem onder het gewicht van het zand inzakken. Doordat er zettingsverschillen zullen optreden, ontstaat een natuurlijke variatie in hoogte, wat een natuurlijk reliëf oplevert. Lagere delen zullen met enige regelmaat overstromen. Een centrale laagte wordt met ondiep water gevuld dat niet met het meer in contact staat. Zo bieden de verschillende eilandjes een grote variatie aan biotopen waar zich veel verschillende vogelsoorten kunnen vestigen. Op delen waar dit gewenst is (deze variatie is positief voor natuurlijke ontwikkeling) kan de variatie behouden blijven. Op andere delen kan het overtollige materiaal eenvoudig over het oppervlak worden herverdeeld, tot een nieuw vlak oppervlak. Vanwege de relatief grote oppervlakte van de verschillende eilanden samen is er een grotere diversiteit in de vegetaties mogelijk. Door beheer kan hier in de loop der tijd ook weer in worden gevarieerd.

De eilanden kunnen ook gefaseerd aangelegd worden. Er kan begonnen worden met de aanleg van een dam, die dan al meteen als luwtestructuur fungeert. In tweede instantie (dit kan ook na enige jaren) wordt daar zand tegen aan gebracht en verandert de luwtestructuur in een eilandje, met extra ecologische potenties en al dan niet mogelijkheden voor recreatief medegebruik.



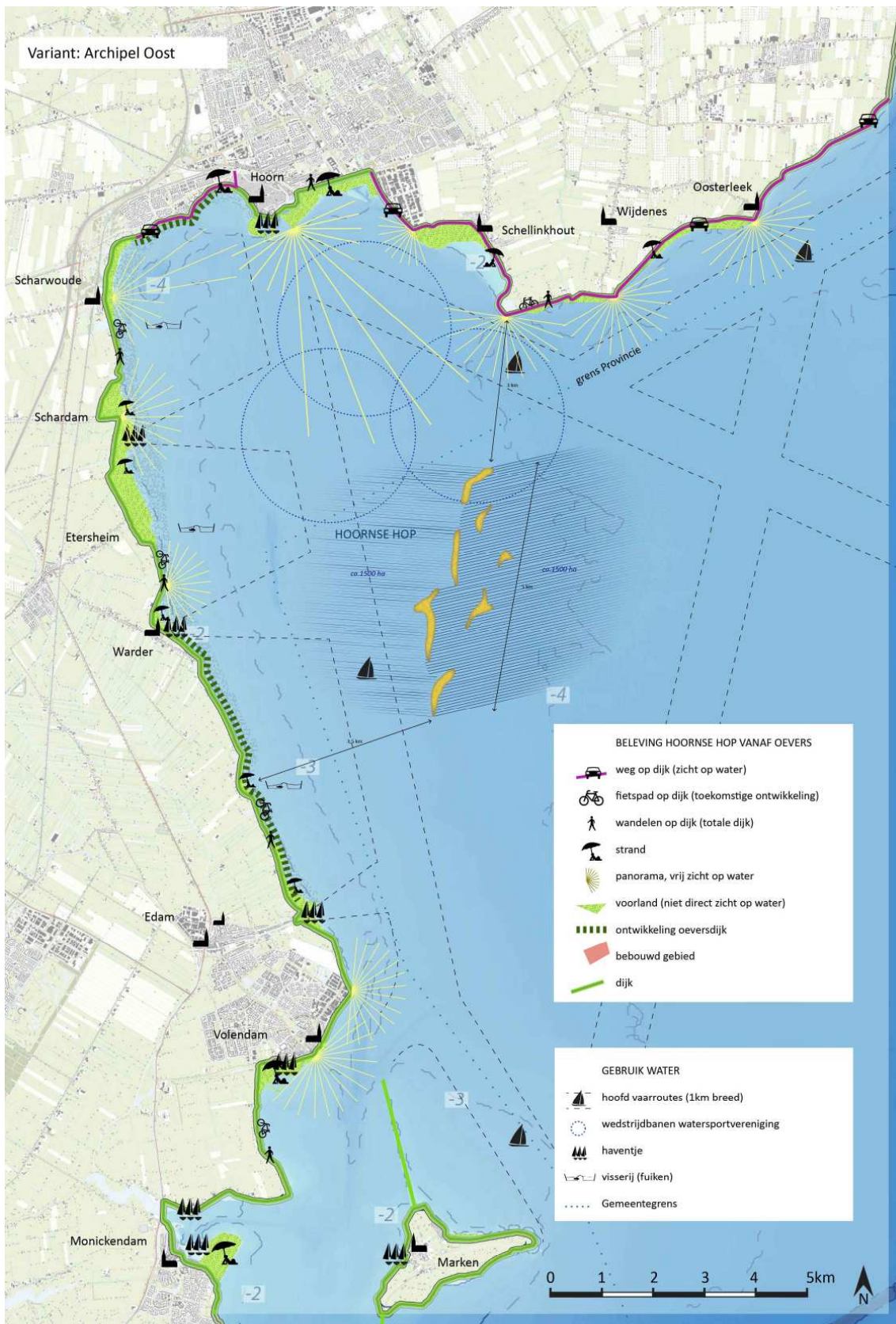
Figuur: voorbeeld van mogelijke gefaseerde aanleg van een luwtestructuur waarbij een dam wordt omgevormd tot een eiland met potenties voor ecologie en recreatief medegebruik.

Robuustheid

Onder robuustheid wordt verstaan dat het ontwerp kan omgaan met afwijkende (fysieke) omstandigheden en (mede daardoor) een lange levensduur heeft. Door voor zand te kiezen, dat zich onder invloed van wind en stroming kan verplaatsen, zijn de eilanden altijd een beetje in beweging. Dit meebewegen onder invloed van de lokale dynamiek maakt de archipel tot een robuuste optie. Waar de erosieve krachten van het water het grootste zijn, zijn de oevers wel vastgelegd.

Meekoppelkansen recreatie

De archipel zorgt als het ware voor een nieuw compartiment in het Markermeer, maar door de openingen tussen de eilanden blijft er volop contact tussen beide wateren. Hierdoor ontstaat er in het Hoornse Hop een kleinschaliger waterlandschap met aantrekkelijke vaardoelen. Iets wat met name voor de kleinere boten gunstig is. Door de toegenomen mogelijkheden voor kleinere tochtjes, zullen mensen meer gaan varen in plaats van in de haven te blijven liggen. Doordat de archipel vrij groot is, biedt het volop mogelijkheden om te variëren per eiland.



Alternatief 'Archipel Oost' ligt aan de oostelijke rand van het Hoornse Hop.

De eilanden kunnen een eigen inrichting en vormgeving krijgen waarmee er stille natuureilanden ontstaan en recreatie-eilanden. Eilanden waar mensen niet kunnen komen en eilanden die misschien wel intensief gebruikt worden. Er kunnen excursies gegeven worden in het natuurgebied dat tussen de eilanden ontstaat.

Het eiland dat vanaf Hoorn het best te bereiken is, kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor extensieve dagrecreatie (aanlegsteigers, picknickplekken, vissteigers, zwemstrandje, barbecue-plekken). En ook meer intensieve dagrecreatie is mogelijk. Te denken valt aan horecavoorzieningen zoals een watercafe, een strandtent of een eenvoudig restaurant. Er zou ook ruimte gemaakt kunnen worden voor kitesurfers of windsurfers. Een verhuurplek voor surfspullen kan gekoppeld worden aan een surfschool. Ook zijn er kansen voor verblijfsrecreatie. Er zou een camping op een van de eilanden gesitueerd kunnen worden of een verblijfmogelijkheid in kleinschalige eco-lodges. Ook zou bijvoorbeeld de scouting met de zeeverkenner ergens ruimte kunnen vinden. Er zou een bezoekerscentrum kunnen komen, een vogelkijkeiland met goed afgeschermd vogelkijkplaatsen, of een windsurfspot.

Meekoppelkansen ecologie

Afhankelijk van de hoogte, de oevervorm, hellingshoek, materiaal van de oevers, de expositie op de wind, menselijk gebruik en beheer kunnen de eilanden zich verschillend ontwikkelen. Door de vele overgangszones tussen land en water biedt de archipel veel kansen aan soorten die in deze overgangszones leven zoals jonge vis en zoöplankton. Vogelsoorten die voedsel zoeken in het heldere water dat tussen de eilanden zal ontstaan, zullen profiteren. De archipel biedt veel kansen om autonome ecologische processen op en rond het eiland te laten ontstaan (dus naast de ecologische ontwikkeling in het water waar de structuren in eerste instantie voor gemaakt worden). De archipel zorgt daarmee voor een geheel nieuwe habitat midden in het meer.

Het meest gunstig voor ecologische ontwikkeling zijn flauw oplopende en zandige oevers. Deze zullen rond de waterlijn begroeid raken met riet en andere oeverplanten. Dit is een biotoop die nu veelal ontbreekt in het Markermeer en daarmee erg waardevol is voor het ecosysteem in het Markermeer. Bovendien leeft in rietoevers een grote diversiteit aan vis die in het open water nauwelijks voorkomen, zoals Snoek en Winde. Op meer beschutte plaatsen in de oever kunnen schelpenstranden ontstaan van schelpen die vanaf de bodem door de golfwerking tegen de kust omhoog worden gevoerd. De hogere delen van deze schelpenbanken zijn geschikt als broedgebied voor kale grondbroeders als Plevieren en Dwergsterns. Stenige oevers blijven onbegroeid. Stenige oevers bieden een onderwaterbiotoop voor mosselen. En tussen de stenen kunnen bomen ontkiemen en de stenige oevers bieden bovendien habitat aan de Rivierdonderpad. Hogerop de oever zal zich een meer grazige vegetatie ontwikkelen; wat hier zal groeien is vooral afhankelijk van het beheer. Op zandige plaatsen die kaal blijven, zijn er goede kansen voor vogels die in kolonies broeden zoals Vissiepen en meeuwensoorten. De archipel biedt door zijn grotere landoppervlak ook meer leefgebied aan terrestrische soorten (soorten die op of in de grond leven).

Meekoppelkansen visserij

De archipel biedt enige meekoppelkansen voor de beroepsvisserij. Aan de harde stortstenen oostkant van de meest oostelijke eilanden en in het luwe tussengebied zouden fuiken geplaatst kunnen worden. Dat kan alleen als die stukken van de harde verdediging van de eilanden bereikbaar blijven en de natuurwetgeving dit gebruik in de toekomst mogelijk blijft maken. Voor de sportvisserij zijn er zeker meekoppelkansen. De eilanden bieden tal van nieuwe plekken voor hengelaars, al dan niet door aanleg van een vissteigers.

5. Effecten van de alternatieven

In dit hoofdstuk worden de effecten van de luwtemaatregelen beschreven op de ruimtelijke kwaliteit van het Markermeer. Er is getoetst aan vier van de zes kernkwaliteiten die in de inleiding zijn beschreven. De effecten op de natuur zijn niet getoetst, omdat dit al uitgebreid aan bod komt in andere documenten van deze verkenning. De samenhang tussen weer en water is niet getoetst omdat de ingrepen daar geen invloed op hebben. Voor de andere vier kernkwaliteiten is getoetst in hoeverre de luwtestructuren daar een positief, neutraal of negatief effect op hebben. Er zijn 7 categorieën aangehouden (++ , + , +/0 , 0 , 0/- , - , --). Waarbij 0 betekent dat er geen effect is. Naast de effecten op de kernkwaliteiten is in dit hoofdstuk ook gescoord op de mogelijke meekoppelkansen die de structuren kunnen genereren voor recreatie, natuur en visserij . Hierbij zijn drie categorieën aangehouden (0 , + , ++).

5.1 Cultuurhistorie

Luwtestructuren voor de kust vragen een inpassing die past bij de huidige kustlijn. Dit geldt meer voor de structuren die dicht bij de kust liggen dan voor structuren die verderop in het open water liggen. Het alternatief Dammen West ligt tussen de 1 en 2 km van de kust en heeft vanwege de nabijheid het meest met de kust te maken. De dammen zijn bekleed met stortstenen en steken minder dan 1,5 m boven het wateroppervlak uit. Daarom vallen ze al van een afstand van ca 1 km weinig meer op. Ze liggen min of meer evenwijdig aan de kustlijn. Het dijktraject waar de dammen voor liggen (tussen Warder en Volendam) is relatief recht, met minder panoramapunten dan de andere trajecten van de Markermeerdijk. De dammen sluiten hier beter bij aan dan bij andere kusttrajecten. Een met stenen versterkte dammenstructuur voor de kust past qua uitstraling goed bij de kustlijn, omdat die op de meeste plaatsen ook met stenen versterkt is. Het effect van de dammen op de cultuurhistorische waarde is daarom klein. Het relatief kleine eiland ligt dicht bij de kust van Hoorn. Op deze plek heeft er niet eerder een eiland gelegen. Het aanleggen van een eiland daar is een breuk met het historische open water voor de stad Hoorn. Het effect van het eiland op de cultuurhistorische waarde en daarmee van deze variant scoort daarom negatief.

De beide alternatieven 2 en 3 voegen iets nieuws toe aan de kustlijn. Uit historische kaarten blijkt niet dat hier voor de kust ooit eilanden gelegen hebben, behalve dan het eiland Marken. In die zin heeft een eiland een negatief effect op de cultuurhistorische waarden. Het alternatief Eiland Centraal lijkt qua vorm en grootte enigszins op het eiland Marken. De oostelijke oever van het eiland heeft een zelfde grilligheid als de oever van het vasteland en weerspiegelt daarmee het Hoornse Hop. De aanleg van Eiland Centraal in het Hoornse Hop betekent een grote verandering van het historische open vaarwater voor Hoorn, dat ook op historische schilderijen staat afgebeeld. Ondanks de grote afstand vanaf de stad en het nog brede vaarwater aan beide zijden, zal Hoorn, vanaf het water gezien, deels achter het eiland komen te liggen. Dit wordt beoordeeld als een groot negatief effect. Het kleinere eiland van Dammen West heeft wat dat betreft minder effect op het historische open water. De Archipel Oost is ook een nieuw element, maar ligt zover van de kust dat zij hier weinig relatie meer mee heeft, het historisch open karakter van het Hoornse Hop en het zicht op Hoorn worden er maar weinig door beïnvloed.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op de cultuurhistorische waarde ingeschat als:

Dammen West: -
Eiland Centraal: --
Archipel Oost: 0/-



Figuur: effect van Eiland Centraal op het vanuit historisch en recreatief oogpunt waardevolle open water voor de kust van Hoorn.

5.2 Landschap en Ruimtelijke Kwaliteit

De effecten van de drie alternatieven op de beleving van het landschap en de Ruimtelijke kwaliteit zijn bepaald aan de hand van 4 deelaspecten. Twee daarvan (weidsheid/openheid en rust/stilte) zijn ook als kernkwaliteit van het Hoornse Hop aangemerkt. De andere twee aspecten zijn de herkenbaarheid van het landschap en nieuwe kwaliteiten die alternatieven toevoegen aan het landschap van de Hoornse Hop.

Weidsheid en openheid van het gebied

Dit is een kwaliteit van het Markermeer die vrijwel altijd als eerste wordt genoemd, zowel door de mensen die achter de dijk wonen als door de waterrecreanten. Dammen West is een structuur dicht voor de kust, die zichtbaar is vanaf het land en daarom effect heeft op de openheid van het gebied. Dit effect zijn wel zo klein mogelijk gehouden door een lage structuur te maken die voor de kusttrajecten is neergelegd met weinig panoramapunten over het water. Maar vanaf het water hebben de dammen, omdat ze zo dicht bij de kust liggen en grotendeels buiten het vaargebied, vrijwel geen invloed op de weidsheid en openheid. Het alternatief Dammen West heeft daarom een beperkt negatief effect op de openheid en weidsheid van het gebied. Eiland Centraal heeft een groot negatief effect op de openheid. Ook al ligt het vrij ver van de kust, het gaat om een groot eiland, dat een dominante positie krijgt middenin het Hoornse Hop. Hierdoor wordt vanaf het water en vanaf het land de weidsheid en openheid beïnvloed. De Archipel Oost strekt zich uit over een groot gebied en heeft vanaf het water invloed op het open karakter van het meer. Door de ruimtes tussen de eilandjes wordt de openheid wel zoveel mogelijk gerespecteerd. Vanaf het land is deze structuur nauwelijks meer te zien, ook niet als er vegetatie op groeit, of gebouwen op staan. Dus het effect op de openheid en weidsheid van het gebied is beperkt maar negatief.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven mbt de effecten op de openheid ingeschat als:

Dammen West: -
 Eiland Centraal: - -
 Archipel Oost: -

Rust, stilte en duisternis

De structuren zelf hebben weinig tot geen invloed op de rust, stilte en duisternis. Bij de dammen voor de kust zullen boeien die schepen moeten waarschuwen voor de structuren 's nachts licht geven en daarmee de duisternis verminderen. Eiland Centraal en Archipel Oost hebben geen effect op de rust, stilte en duisternis in het gebied. In de beoordeling is niet meegewogen dat de eilanden mogelijk voor andere functies gebruikt zullen worden, die voor een aantasting van rust en duisternis kunnen zorgen. Als op termijn andere functies de eilanden in gebruik willen nemen, zal dit opnieuw getoetst moeten worden.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven mbt de effecten op de stilte en duisternis ingeschat als:

Dammen West: 0/-
 Eiland Centraal: 0
 Archipel Oost: 0

Nieuwe kwaliteiten

Alle alternatieven voegen nieuwe kwaliteiten toe aan het Markermeer. Bij de Dammen West worden langwerpige structuren aan de kustzone toegevoegd die daar, door hun stenige karakter en langgerekte structuur wel passen. Hiermee wordt ook een nieuwe zone in het Hoornse Hop geïntroduceerd. Het water achter de dammen zal helderder worden, met relatief veel kansen voor waterplanten. Dit is positief voor de ecologische ontwikkeling tussen de dammen en de kust. Vermoedelijk heeft dit tot gevolg dat er meer vogels komen en minder boten. Het bescheiden eiland past wel in de kom van de kustlijn en voegt een kwaliteit toe die er nu niet is. Dammen West heeft dus een positief effect op het toevoegen van nieuwe kwaliteiten.

Eiland Centraal en Archipel Oost voegen beide ook nieuwe kwaliteiten toe. Op andere plaatsen in het IJsselmeergebied liggen ook eilanden. Dus landschappelijk kunnen eilanden wel in het gebied passen. Eiland Centraal lijkt in vorm en grootte wel wat op Marken. Het voegt zeker een nieuwe kwaliteit toe, echter bescheiden. Archipel Oost voegt meer dan de andere alternatieven een nieuw element toe aan het hele Markermeer. Het Hoornse Hop wordt door de Archipel een aparte landschappelijke eenheid, terwijl door het transparante karakter van de eilandengroep Hoornse Hop en Markermeer juist niet van elkaar gescheiden worden.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven mbt de effecten op het toevoegen van nieuwe kwaliteiten ingeschat als:

Dammen West: +
Eiland Centraal: +
Archipel Oost: ++

Herkenbaarheid vanaf het land en het water

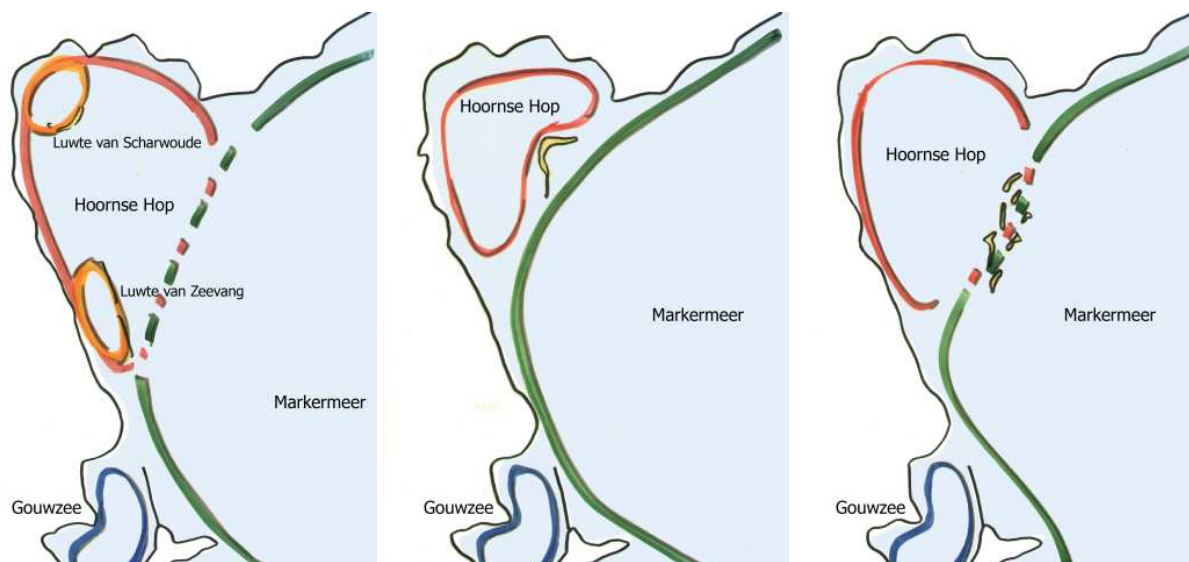
Het gaat hier om het effect op de herkenbaarheid van de kustlijn en het landschap. De herkenbaarheid vanaf het land neemt door de alternatieven heel licht toe. Er komen namelijk nieuwe herkenningspunten in het water bij. Alle alternatieven voegen daarnaast herkenbaarheid vanaf het water toe. Bij Dammen West krijgt de kustlijn tussen Edam en Warder er herkenningspunten bij. Deze kustlijn is op dit traject nu vrij eenvormig. Door de aanleg van de dammen en het eilandje in alternatief Dammen West Hoornse wordt het Hoornse Hop geleed door twee lokale toevoegingen, met ieder een eigen identiteit (zie figuur). Deze kunnen herkenbare eenheden worden die ook een eigen naam zouden kunnen krijgen (zoals bv de luwte van Zeevang en de luwte van Scharwoude). Deze geleiding speelt zich op een lokaal schaalniveau af, er ontstaat meer afwisseling binnen het Hoornse Hop. De relatie tussen het Hoornse Hop en het Markermeer verandert niet. Samengenomen resulteert dit in een positief effect (+).

Bij alternatief Eiland Centraal heeft het eiland een positief effect op de herkenbaarheid, vooral vanaf het water. Vanwege de omvang van het eiland wordt voor sommige richtingen het zicht vanaf het water op Warder, Schardam en op het waterfront van Hoorn belemmerd. Het Hoornse Hop wordt als eenheid duidelijk begrensd, maar wordt ook kleiner; het Markermeer komt daardoor ook dichterbij de kust (zie figuur). Door de begrenzing wordt het Hoornse Hop een herkenbare eenheid in de trits: IJmeer- Gouwzee-Hoornse Hop. Het hoornse Hop concentreert zich ook meer op Hoorn, waardoor Hoorn meer aan het Hoornse Hop komt te liggen en minder aan het Markermeer. Het effect op de herkenbaarheid van Eiland Centraal is daarom zowel positief (+) als licht negatief (0/-). Samengenomen resulteert dit in een licht positieve score (0/+).

De Archipel Oost wordt een duidelijk herkenbare eenheid in het Markermeer. Het zicht op de kust vanaf het water wordt er, vanwege de grote afstand tot de kust, weinig door gehinderd. De archipel ligt in het grensgebied tussen het hoornse Hop en door de aanleg wordt de omvang van het Hoornse Hop het minst aangetast van de 3 alternatieven (zie figuur). Door de aanleg van de archipel verandert de diffuse overgang tussen Hoornse Hop en Markermeer in een duidelijke grens, maar het is wel een open grens. Het Hoornse Hop wordt daarmee een duidelijk herkenbare eenheid in de trits: IJmeer- Gouwzee-Hoornse Hop. Het effect op de herkenbaarheid van de Archipel Oost is daarom sterk positief (++)

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op de herkenbaarheid ingeschat als:

Dammen West: +
Eiland Centraal: 0/+
Archipel Oost: ++



Figuur. De alternatieven Dammen West (links), Eiland Centraal (midden) en Archipel Oost (rechts) hebben ieder een andere invloed op de herkenbaarheid van het Hoornse Hop (voor verklaring figuren zie tekst).

5.3 Recreatieve beleving

Het Markermeer kent vele soorten van recreatief gebruik. Zeker ook in het Hoornse Hop is een veelheid van waterrecreatie aanwezig. Zeilen, varen met motorboten, kanoën, charters, kite-surfen en surfen, het wordt allemaal gedaan. Ook op het land is veel recreatie. De kustlijn is een geliefd parcours voor racefietsers, er wordt gewandeld, recreatief gefietst, en ook de voorlanden zijn plekken waar veelvuldig van zon, water en uitzicht genoten wordt. Vanaf de oevers en in mindere mate vanaf het water zijn ook sportvissers actief. De effecten van de drie alternatieven op het recreatief gebruik zijn bepaald aan de hand van drie facetten: land- en waterrecreatie en sportvisserij. Het gaat hier om de effecten op het huidige recreatieve gebruik.

Landrecreatie

Het alternatief Dammen West heeft vrijwel geen invloed op de huidige recreatie vanaf het land. De dammen zullen wel te zien zijn vanaf het vaste land, maar alleen vanaf de dijk en dan alleen als een dun streepje in het water. Daarbij zal de structuur vanwege de stenen uitvoering niet als hinderlijk element worden opgevat. Het noordelijke eiland zal beter te zien zijn – vooral vanaf de dijk bij Schardam en vanuit Hoorn, maar we verwachten ook van het eiland niet dat dit een hinderlijk element is, voor de landrecreant. De uiteindelijke vormgeving (in de volgende fase) vraagt wel veel aandacht, vanwege de zichtbaarheid vanaf het land. De verwachting is dat Dammen West voor de huidige landrecreatie geen effect zal hebben.

De andere twee alternatieven die verder in het open water liggen, zullen daarom ook zo goed als geen invloed hebben op de huidige landrecreatie. Het kan misschien zelfs positief ervaren worden dat op heldere dagen er ergens een eiland te zien is; meer afwisseling in het verder grote open water. Het effect op de landrecreatie van Eiland Centraal en Archipel Oost is beoordeeld als niet aanwezig (0).

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op de landrecreatie ingeschat als:

Dammen West: 0

Eiland Centraal: 0

Archipel Oost: 0

Waterrecreatie / vaargebied

Het alternatief Dammen West heeft een negatief effect op de huidige waterrecreatie. De dammen en de verwachte waterplantvelden tussen de dammen en de kust maken dat deel van het water onbegaanbaar voor de meeste boten en bootjes. Hierdoor is een stuk water dicht bij de kust minder geschikt om te bevaren. De beroepchartervaart en de meeste recreatievaart ondervinden echter weinig tot geen hinder omdat er ten oosten van de structuren geen invloed op de bevaarbaarheid wordt verwacht. Ook de wedstrijdgebieden blijven ongemoeid in deze ontwerpen, evenals de toegangen tot de havens en de vaarroute van de reddingsbrigade van Warder.

Eiland Centraal en Archipel Oost hebben wel invloed op de bevaarbaarheid voor de beroepchartervaart. Als er geen waterplantvrije zone ontstaat of gemaakt wordt tussen de zandige constructies en de kust van Noord Holland, zullen de schepen er via de oost omheen moeten varen. Dat heeft extra vaartijden tot gevolg en dit maakt sommige routes op een middagje niet meer haalbaar. Daarnaast verminderen beide varianten het beschikbare areaal waar gevaren kan worden. Het Eiland Centraal ligt ook in een deel van de wedstrijdbanen voor de zeilvaart. Daarmee hebben beide alternatieven een groot negatief effect (--) op de huidige waterrecreatie.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op het vaargebied ingeschat als:

Dammen West: -
Eiland Centraal: --
Archipel Oost: --

Waterrecreatie / vaardoelen

Alle drie de alternatieven hebben een positief effect op de vaardoelen in het Hoornse Hop. Er ontstaat in alle alternatieven een nieuw vaardoel waar voorheen alleen water was. Voor de kleinere motorboten en actieve kanoërs biedt het eilandje van Dammen een vaardoel. De dammen bieden geen extra vaardoel. Eiland Centraal en de eilanden van de archipel liggen verder het water op en zijn daardoor voor de zeilers en grotere motorboten aantrekkelijk.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op het vaargebied ingeschat als:

Dammen West: 0/+
Eiland Centraal: ++
Archipel Oost: ++

Sportvisserij

De sportvisserij in het Markermeer bestaat uit vissers langs de kant en vissers die met motorboten het meer op gaan. De vissers die vanaf de kant vissen, worden door geen van de alternatieven gehinderd. Ook de sportvissers op het meer worden door de structuren niet gehinderd. Er is van de constructies zelf dus geen effect op de sportvisserij te verwachten.

Bij de zandige alternatieven zal een deel van de oevers begroeid raken met riet, wat ook de paai- en opgroeimogelijkheden voor vis vergroot. De eilanden die in alle alternatieven aanwezig zijn, zullen daarom voor een verbetering van de visstand zorgen. Daarmee hebben ze wel een positief effect op de sportvisserij. Dit geldt voor alle drie de alternatieven, waarbij de effecten bij Eiland Centraal en de archipel groter zijn dan bij Dammen West.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op de sportvisserij ingeschat als:

Dammen West: +
Eiland Centraal: ++
Archipel Oost: ++

5.4 Meekoppelkansen

Recreatieve meekoppelkansen

De dammen van Dammen West bieden weinig mogelijkheden voor recreatieve meekoppelkansen. Het eiland vlak bij Hoorn uit dit alternatief biedt wel mogelijkheden voor meekoppelingen. Hier wordt een deel van het water minder geschikt om te bevaren, maar er staat tegenover dat het eiland dicht genoeg bij de kust ligt om gemakkelijk bereikbaar te zijn. Er liggen hier kansen voor ontwikkeling van nieuwe recreatieve functies waar voorheen alleen water was. Ditzelfde geldt ook voor Eiland Centraal en Archipel Oost; zij liggen verder weg, maar ze bieden nog meer mogelijkheden voor recreatieve meekoppelingen. Voorwaarde is dan wel dat (een deel van) de eilanden bereikbaar blijft.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten voor de recreatieve meekoppelkansen ingeschat als:

Dammen West: 0/+
Eiland Centraal: ++
Archipel Oost: ++

Meekoppelingen natuur

De mogelijkheden voor meekoppelkansen voor natuur is bij Dammen West relatief gering. De stenige dammen bieden nauwelijks meekoppelkansen. Het eiland biedt wel enige kansen. Maar door geringe oppervlakte zal het effect niet erg groot zijn. Eiland Centraal biedt veel mogelijkheden voor meekoppelkansen voor natuur. Het eiland kan zorgen voor een biotoop die nu veelal ontbreekt in het Markermeer (ondieptes en rietoevers) en daarmee erg waardevol is voor het ecosysteem in het Markermeer. De archipel biedt heel veel mogelijkheden voor meekoppelkansen voor natuur. Doordat er veel variatie kan ontstaan op en tussen de verschillende eilanden is de potentie nog groter dan bij Eiland Centraal. Er zijn bijvoorbeeld heel veel kansen om autonome ecologische processen op en rond het eiland te laten ontstaan.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten de meekoppelkansen voor natuur ingeschat als:

Dammen West: 0/+

Eiland Centraal: +

Archipel Oost: ++

Meekoppelingen visserij

De met stortsteen verdedigde oostkant van alle eilanden en dammen uit de verschillende varianten bieden mogelijkheden voor meekoppelingen voor de beroepsvisserij: hier kunnen fuiken geplaatst worden. Bij de zandige kanten van de eilanden zal een deel van de oevers begroeid raken met riet, wat ook de paai en opgroeimogelijkheden voor vis vergroot. De eilanden die in alle alternatieven aanwezig zijn, zullen daardoor een verbetering van de visstand zorgen. Daarnaast kunnen deze eilanden interessante nieuwe visplekken worden. Dit positieve effect geldt voor alle drie de alternatieven.

Op grond van deze analyse worden de alternatieven m.b.t. de effecten op de meekoppelkansen voor de visserij ingeschat als:

Dammen West: +

Eiland Centraal: +

Archipel Oost: +

5.5 Conclusie

Op basis van voorgaande analyses hebben we de volgende samenvattende tabellen gemaakt. In de tabel effecten op de ruimtelijke kwaliteit staan alle effecten kwalitatief aangegeven op de verschillende onderwerpen. Uit de tabel blijkt dat Dammen West gematigd scoort, Eiland Centraal veel negatief en redelijk veel positief en Archipel Oost zowel positief als wisselend. In de tweede tabel zijn de meekoppelkansen van de verschillende alternatieven samengevat. Archipel Oost en Eiland Centraal bieden de meeste kansen voor meekoppelingen, Dammen West de minste.

Tabel: Effecten Ruimtelijke Kwaliteit

Thema's	Aspecten	Dammen west	Eiland centraal	Archipel oost
Cultuurhistorie	Cultuurhistorie	-	--	0/-
Landschap en ruimtelijke kwaliteit	Weidsheid en openheid	-	--	-
	Stilte en duisternis	0/-	0	0
	Toevoegen nieuwe kwaliteiten	+	+	++
	Herkenbaarheid	+	0/+	++
Recreatieve beleving	Landrecreatie	0	0	0
	Waterrecreatie / vaargebied	-	--	--
	Waterrecreatie / vaardoelen	0/+	++	++
	Sportvisserij	+	++	++

Tabel: Meekoppelkansen

Meekoppelkansen	Aspecten	Dammen west	Eiland centraal	Archipel oost
	Recreatie	0/+	++	++
	Natuur	0/+	+	++
	Visserij	+	+	+

Overzicht geraadpleegde literatuur

integrale visie IJsselmeergebied, 2003 Rijksoverheid.

wikipedia (http://nl.wikipedia.org/wiki/Almere_%28meer%29)

Ecosysteemsysteemontwikkeling in het Hoornse Hop, Deltares, 2013

Inventarisatie bodemwaarden Markermeer-IJmeer; Benjamins, M. 2007

Leidraad Cultuurhistorie en Landschap; Prov. Noord Holland, 2010

“Luwtemaatregelen Hoornse Hop “ Deltares, 2013

Memo ‘Constructies alternatieven’, Oranjewoud, 2013

Bijlage 1. Resultaten van de 2^e werksessie

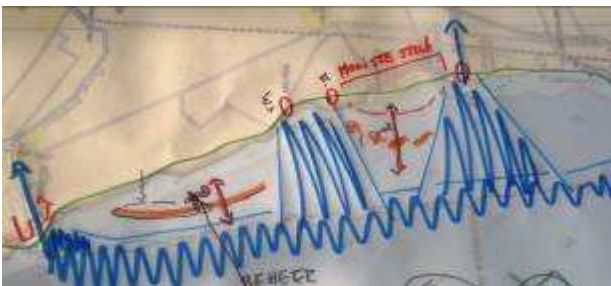
Tijdens de 2^e werksessie is aan de aanwezige betrokkenen gevraagd wat zij een passende plek vonden voor een eventuele luwtestructuur en welke vorm en/of uitvoering deze zou moeten krijgen. Hieronder staat een kort overzicht van de verschillende ontwerpen. Er waren drie plekken favoriet: voor de kust tussen Warder en Edam, dichterbij Hoorn in de baai en midden op het water. Per plek werden er verschillende opties aangedragen van de mogelijkheden dam/eiland/archipel.

1. Voor de kust Warder-Edam: dammen of eilanden

Op de zes foto's hieronder kunt u de volgende opties zien:

- Een eilandengroep
- Twee parallelle dammen oost-west neergelegd
- Twee variaties van een eilandengroep gecombineerd met een langwerpig eiland
- Een combinatie van een eilandengroep en een dam
- Twee variaties van parallelle dammen voor de kust

Er was nog een ontwerp gemaakt voor dit gebied, alleen hier is geen foto van gemaakt. Dit ontwerp bestond ook uit een aantal dammen redelijk dicht bij de kust.



2. In de baai bij Hoorn: een eiland of een archipel

In de foto's hieronder ziet u twee verschillende ontwerpen in de baai bij Hoorn:

- Een eiland dicht bij de kust
- Een combinatie van een archipel en een dam



3. In het open water van het Markermeer: dammen, een eiland of een archipel

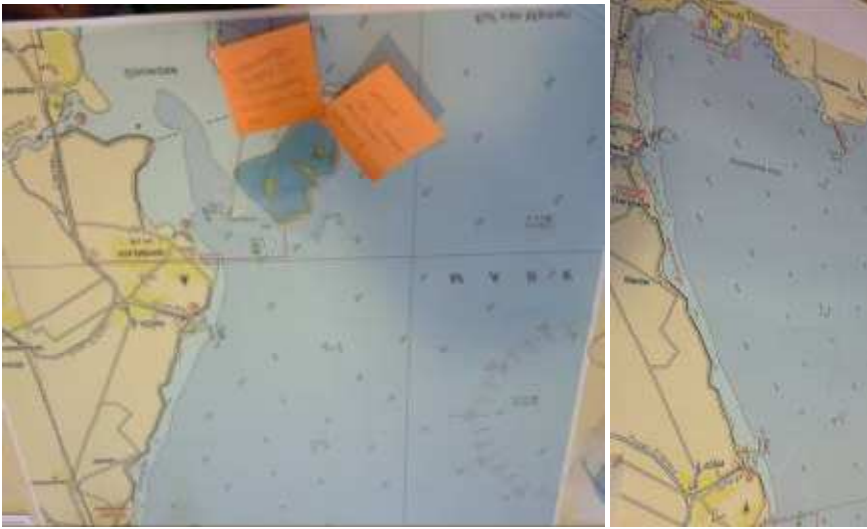
Op de foto's hieronder staan vier ontwerpen die in het ruime water ten oosten van het zoekgebied zijn neergelegd:

- Twee grote dammen
- Een archipel –wat meer centraal gelegen
- Een combinatie van verschillende eilanden
- Een gearceerd eiland (zwarte lijnen)



4 Overig

Tot slot werden er twee voorstellen ingebracht die zich onderscheiden van de rest. In het eerste voorstel wordt aansluitend bij Marken een archipel neergelegd. In het tweede voorstel gebeurt er niets: in dit voorstel worden er geen luwtestructuren geplaatst.

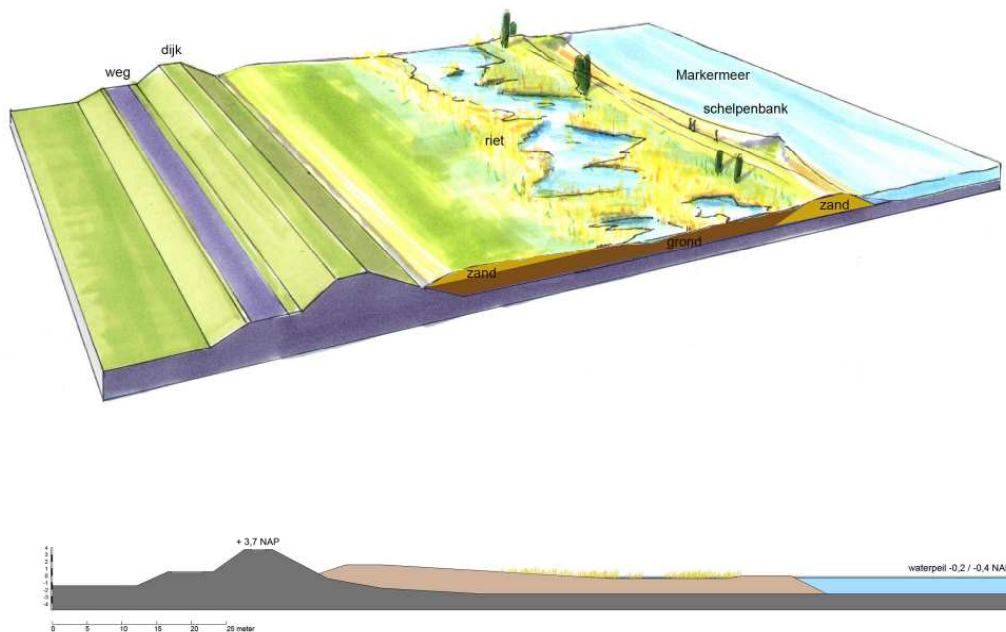


Bijlage 2. Overzicht andere initiatieven in en om het Hoornse Hop

Tijdens de dedere werksessie hebben enkele andere initiatiefnemers in het Hoornse Hop hun eigen plan kunnen toelichten. De uitkomsten hiervan zijn verwerkt in de paragraaf nummer? over mogelijke meekoppelingen.

Oeverdijk

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier bereidt de dijkverzwaring voor van de westelijke Markermeerdijk tussen Hoorn en Amsterdam. Een van de alternatieven is een zogenaamde oeverdijk, waarbij een ca 100 m breed langzaam oplopend zandlichaam voor de huidige dijk wordt aangelegd, dat dan als waterkering moet gaan functioneren. Het oplopend deel van het zandlichaam functioneert als golfbreker; het hoogste deel is de feitelijke kering. Er zijn verschillende varianten uitgewerkt, waarbij ook ecologische, met een nog wat ruimere opzet, met lagunes en rietzomen die tot in het water van het Markermeer doorlopen. Er wordt gekeken naar mogelijkheden om tot een synergie te komen met de luwtestructuren. Deze zal dan vooral op het ecologisch vlak liggen, omdat een bijdrage aan de veiligheid van de waterkering (b.v. door het reduceren van de golfaanval op de Oeverdijk) alleen mogelijk is als de luwtestructuur binnen enkele honderden meters van de kust af ligt.



Figuur. Bovenanzicht en dwarsprofiel van de oeverdijk.

Structuurvisie Hoorn / Programma Waterfront

De Gemeente Hoorn werkt aan een nieuwe structuurvisie, waarin zij zich presenteert als een complete en aantrekkelijke stad aan de rand van het Markermeer. Der stad zal zich de komende jaren meer op het Markermeer gaan richten en de ontwikkeling van het waterfront speelt daarin een sleutelrol. De kwaliteit van het water en de kust moeten ten volle benut worden. Indien mogelijk wordt er ook een koppeling gezocht met de luwtestructuren. Er komt ruimte voor een strand en leisure-activiteiten en de ontwikkeling van Marina Kaap Hoorn.



Figuur. De structuurvisie positioneert Hoorn als aantrekkelijke stad aan het Blauwe Hart.



Figuur. De structuurvisie heeft speciale aandacht voor de kustzone, het programma waterfront, met meer ruimte voor:

Markerwadden

Marken Wadden is een plan van Natuurmonumenten voor de aanleg van natuureilanden in het Markermeer. Het plan verrijkt het Markermeer met natuuroevers en een groot nieuw moerasgebied. Daarnaast levert het een bijdrage aan het verminderen van het slibprobleem, door slib op te zuigen en als "bouwstof" te gebruiken voor het ontwerp. De Markerwadden worden aangelegd in het noordoosten van het Markermeer. Het is samen met de luwtestructuren in het Hoornse Hop een van de drie projecten die uit de TBES-studie zijn geselecteerd als belangrijke peilers voor het herstel van de natuur in het Markermeer. Markerwadden is dus geen alternatief voor de luwtestructuren in het Hoornse Hop; beide projecten zijn nodig voor het herstel van het zoetwatermeer.



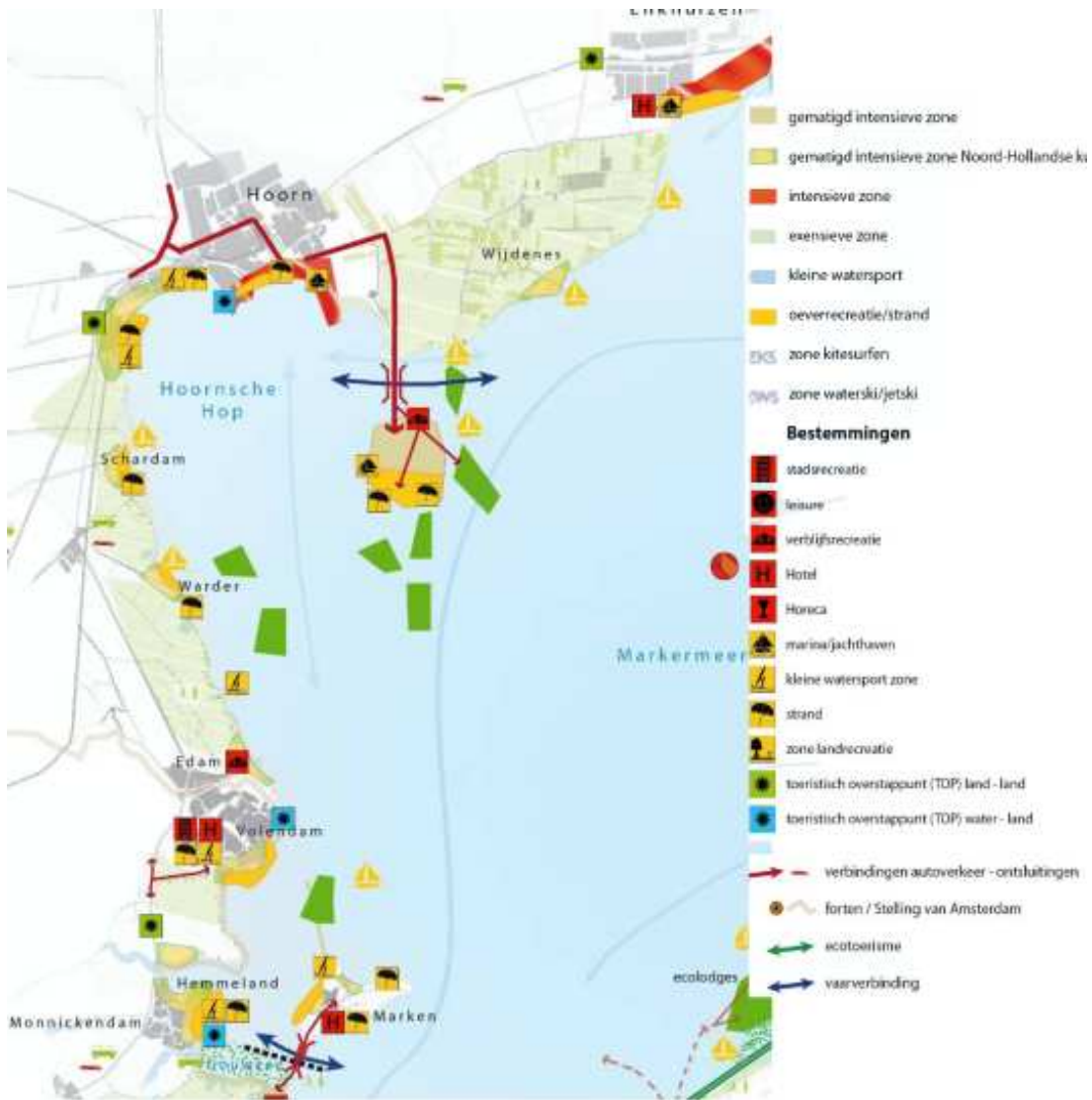
Figuur. Impressie Markerwadden

Kustvisie Noord Holland

PM. Tekst nog aanpassen aan de hand van info HNS. De Provincie Noord Holland is aan het werk aan de kustvisie. Er is een kaart gemaakt waarin de kwaliteiten en eenheden op water en op het land staan gegeven. Vanuit de kust redenerend kunnen er richtlijnen en randvoorwaarden mee gegeven worden aan ontwikkelingen in het Markermeer. Hoe verder van de kust af, hoe minder deze richtlijnen nodig zijn.

Recreatievisie Markermeer

In 2009 hebben ANWB, Recron en Kamer van koophandel een visie opgesteld waarin de recreatieve ontwikkeling van het Markermeer uiteen is gezet. Deze visie geeft een grote potentie aan voor recreatieve ontwikkelingen in het Hoornse Hop. Er is ook een eiland in de visie opgenomen ten zuiden van de zuidpunt van West Friesland, waardoor het Hoornse Hop een meer omsloten baai wordt.



Figuur. Impressie recreatievisie Markermeer

Bijlage 4 Klanteisenspecificatie



nummer 259817.04-11
datum zondag 13 oktober 2013
aan IPM-team
van Renier Koenraadt
kopie Projectteam consortium

project MIRT2-Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop
projectnummer 259817.
fase Uitwerkingsfase
betreft Klanteisen Specificatie en aanbevelingen voor MIRT3

Op 7 juni j.l. stelde het Opdrachtgeversoverleg Ecologie IJsselmeergebied (OEIJ) een beoordelingskader¹ vast voor de luwtmaatregelen in het Hoornse Hop. In het beoordelingskader is aangegeven welke alternatieven worden onderzocht en welke criteria worden gehanteerd om deze alternatieven met elkaar en met de referentiesituatie te vergelijken. Omdat het kader ook ingaat op de doelstellingen en randvoorwaarden voor de luwtmaatregel en de wensen van de betrokken stakeholders, ligt de klantvraag voor de verkenning vast. Nadat een voorkeursbeslissing MIRT2 is genomen, zal het voorkeursalternatief worden uitgewerkt ten behoeve van een projectbesluit MIRT3. In deze planstudiefase zal de klantvraag geactualiseerd en waar nodig gedetailleerd worden. Dat gebeurt middels Systems Engineering.

Dit memo vat deze doelstellingen en randvoorwaarden voor de luwtmaatregel in het Hoornse Hop en de wensen van de betrokken stakeholders samen geeft aanbevelingen voor actualisatie van de klantvraag in de planstudiefase. Een omgevingsanalyse is opgenomen in het separaat op te leveren SOM-dossier. Ook voor het managen van risico's en kansen is een apart dossier opgesteld.

Doelstelling luwtmaatregelen Hoornse Hop

De aanleg van luwtstructuren heeft de volgende, centrale **hoofddoelstellingen**:

- *Ecologie:*
 - Het voorkomen van het bij storm wegslaan van waterplanten en mosselen die zich in de afgelopen jaren hebben gevestigd.
 - Het creëren van luwe zones met helder water en overgangen van helder naar troebel water in het Hoornse Hop, die kansen bieden voor een rijke vis- en mosselstand en voldoende ontwikkelingskansen voor waterplanten. Hiermee wordt een voedselgebied voor vogels (waterplanten, vis en benthos) gecreëerd, waaronder ook de vogels met een Natura2000 instandhoudingsdoel.

¹ MIRT 2 Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop, te onderzoeken alternatieven en effecten (Beoordelingskader), d.d. 29 mei 2013, revisie 08, definitief

Daarnaast geldt de volgende **nevendoelestelling**:

- *Genereren van meekoppelkansen* voor ontwikkeling van het gebied zelf zonder significante, negatieve effecten op de nagestreefde (en met de luwtemaatregel beoogde) natuurdoelen.

De effectiviteit van luwtemaatregelen hangt vooral samen met een lokale vermindering van de slibconcentraties in de waterkolom. Dit leidt tot een groter doorzicht en dus beter lichtklimaat met kansen voor ontwikkeling van waterplantenvegetaties die weer een habitat vormen voor ongewervelden en vis (paai- en opgroeigebied). Dit levert uiteindelijk een groter voedselaanbod voor diverse watervogels. Om te komen tot een toekomstbestendig ecologisch systeem wordt ca. 1.200 ha (ca. 2 bij 6 km) aan luwte nagestreefd, die dan bestaat uit zones met helder water en zones met overgangen van helder naar troebel water [Passende beoordeling, RRAAM, 2011].

Randvoorwaarden voor de alternatieven

Randvoorwaarden betreffen de “grenzen van het speelveld”. Aan de randvoorwaarden moet te allen tijde worden voldaan om andere beleidsmatig vastgestelde functies niet negatief te beïnvloeden. De randvoorwaarden zijn onderstaand thematisch benoemd en vormen het kader waarbinnen de alternatieven (verkenning MIRT2) en het latere voorkeursalternatief (planstudie MIRT3) worden uitgewerkt. Omdat alle alternatieven eraan moeten voldoen, zullen alternatieven op deze punten niet onderscheidend zijn en worden ze in het beoordelingskader verder buiten beschouwing gelaten.

Natuur

De randvoorwaarden ten aanzien van natuur (TBES, Natura 2000, KRW) kunnen als volgt worden samengevat [Deltares, 2013]:

- Geen significant negatieve invloed op het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer;
- Geen significant negatieve invloed op doelstellingen voortvloeiend uit de Kaderrichtlijn Water (KRW);
- Geen significant negatieve invloed op andere TBES-maatregelen.

Scheepvaart en recreatie

- Behoud functie van (recreatieve) vaarroutes en wedstrijdbanen (schuiven in ligging is bespreekbaar);
- Behoud bereikbaarheid van jachthavens Warder, Schardam, Uitdam en Hoorn (jachten > 10 meter).

Veiligheid

- Gegarandeerde stabiliteit van de (versterkte) primaire waterkering;
- Bij maatregelen binnen de beschermingszone van de dijk rekening houden met de keur van het waterschap HHNK;
- Geen belemmeringen voor de uitoefening van de werkzaamheden van De Reddingsmaatschappij bij Warder;
- Zichtbaarheid luwtemaatregel voldoende voor veiligheid recreanten en ondernemers, al dan niet door middel van beboeiing en belichting;
- Niet nadelig beïnvloeding kabels en leidingen (voor zover aanwezig);
- Geen aantasting functionaliteit waterstaatkundige werken (gemalen en inlaten);
- Geulen/vaarroutes naar havens moeten op diepte blijven.

Landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit

- Rekening houden met de archeologische/cultuurhistorische beschermde waarden van het gebied (waaronder verdrinken dorpen, scheepswrakken en provinciaal monumentale dijken);

Bodem en water

- Voor het verzet van grond en bagger dient te worden voldaan aan de vigerende wet- en regelgeving.
- Geen achteruitgang van de chemische en ecologische toestand (Kader Richtlijn Water).

Beheer

- Maatregelen moeten bestand zijn tegen kruierend ijs;
- Het beheer en onderhoud van de vaargeulen (ook nabij de havenmonden), het ecologisch beheer en het waterbeheer moeten betaalbaar blijven;
- Maatregelen moeten voldoen aan de huidige beheervisie (o.m. dat er tot 1,5 km uit de kust geen maatregelen mogen worden genomen);
- Geen (plaatselijke) verslechtering waterkwaliteit (algenbloei).

Wensen vanuit belanghebbenden

Wensen betreffen zienswijzen van belanghebbenden die niet direct volgen uit de doelstellingen van het project, maar wel een meerwaarde kunnen betekenen. De wensen beschouwen wij als ontwerp-vrijheden die zoveel mogelijk worden gehonoreerd, mits niet conflicterend met eisen en randvoorwaarden. Wensen kunnen soms onderling tegenstrijdig zijn. Omdat niet altijd aan deze wensen kan worden voldaan, vormen wensen een belangrijke basis voor de uiteindelijke beoordeling van alternatieven. Onderstaande wensen zijn ingebracht door de geraadpleegde stakeholders.

Natuur

- Geen hoog opgaande beplanting (wilgen opslag) op de luwtestructuur, maar vegetatie laten aansluiten bij de omgeving (bijvoorbeeld riet);
- Het combineren van foerageer-, rust- en broedgebied voor vogels;
- Het creëren van afwisseling voor (water)vogels;
- het creëren van zachtere overgangen van land naar water.

Landschap en cultuurhistorie

- Behoud van de weidsheid en openheid van het gebied;
- Behoud van bestaande waardevolle zichtlijnen (vanaf land richting water en vice versa) en het creëren van nieuwe zichtlijnen;
- Aansluiten bij de historie van het gebied en rekening houden met waardevolle lijnstructuren (zoals de Westwal, omdijken);
- Behouden en accentueren herkenbaar ensemble van achterland, linten, vaarten, dijk en open water;
- Nieuwe ruimtelijke kwaliteiten of structuren toevoegen;
- Rekening houden met zichtlijnen vanaf de kust en het water;
- Behoud van de afwisselende oeverlijn (bezien vanaf het water) en de buitendijkse kwelders.

Recreatie

- Aantrekkelijkheid vergroten waterrecreatie (door middel van bijvoorbeeld de realisatie van een aanlegplaats (paal of steiger), een strandje of een vogelkijkhut);
- Het creëren van een vaardoel of starteiland voor zeilwedstrijden.
- Zo veel mogelijk extensieve recreatieve ontwikkelingen mogelijk maken (geen verblijfrecreatie);
- Versnellen van de successie van fonteinkruiden naar kranswieren door een combinatie van een vergroting van het doorzicht en een verspreiding van materiaal met kranswiersporen;
- Het stimuleren van recreatie met kleine (zeil)bootjes, sloepjes, zodat beginnende zeilers er ook terecht kunnen.

Aanleg en onderhoud

- Aandacht voor beheer om het gebied open te houden voor recreatievaart;
- Aandacht voor faseringsmogelijkheden en meekoppelkansen met betrekking tot grondstromen;
- De kosten van onderhoud moeten passen binnen de beschikbare onderhoudsbudgetten. Dit betreft de vaargeulen (ook nabij de havenmonden), het ecologisch beheer en het waterbeheer.

Aanbevelingen actualisatie klantvraag MIRT3

Bij de verdere uitwerking van het voorkeursalternatief ten behoeve van het projectbesluit MIRT3 zal de bovenstaande klantvraag geactualiseerd en uitgewerkt worden. Volgens de leidraad Systems Engineering² is een project immers cesvol als aan de klantvraag wordt voldaan. Daarbij hanteert de leidraad de volgende definitie:

- de klant is de verzameling van (betalende én niet-betalende) stakeholders;
- de klantvraag is de verzameling van behoeften en randvoorwaarden van deze stakeholders.

Systems Engineering (SE) is gericht op het actualiseren van de klantvraag na ieder MIRT-besluit binnen de context van het project en het beheren van de klantvraag in de aanloop naar het volgende MIRT-besluit.

² Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector, versie 2.0

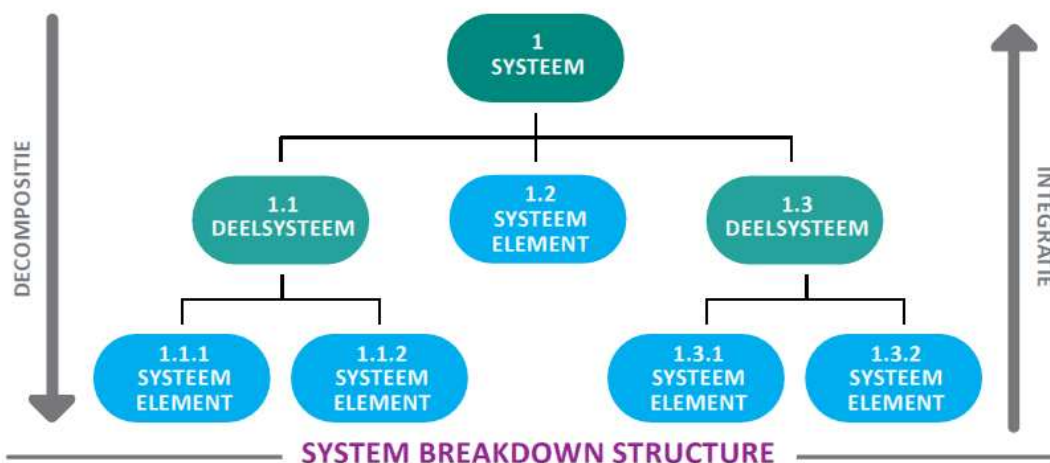


Na de voorkeursbeslissing MIRT2 start de planstudie c.q. ontwikkelfase om te komen tot een projectbesluit MIRT3. In deze fase wordt het voorkeursalternatief gespecificeerd zodat het voldoet aan de klanteisen. Dat resulteert in een (startklaar) ontwerp voor het gehele systeem. In dat kader bevelen wij aan om:

- bij aanvang van de planstudie aan te geven hoe het voorkeursalternatief na uitwerking wordt gevalideerd en geverifieerd;
- de doelstellingen en randvoorwaarden te actualiseren, te vertalen naar een programma van eisen (PVE) en opnieuw te laten vaststellen door de stuurgroep (OEI);
- het vastgestelde PVE via de voorgeschreven System Breakdown Structure (SBS) te koppelen aan functies en objecten, waarbij:
 - met een functieboom onderscheid gemaakt wordt tussen de hoofdfunctie (natuur en nevensgeschikte functies (recreatie, visserij e.d.);
 - met een objectenboom onderscheid wordt gemaakt tussen hoofd- en subsystemen en aanwezige en benodigde objecten;
- de System Breakdown Structure (SBS) consequent door te voeren in het inrichtingsplan en het beheerplan;
- wijzigingen in eisen en randvoorwaarden ten aanzien van vormgeving tijdens de planstudie te bespreken met de projectpartners en vast te leggen met een ID-code, een omschrijving, referentie naar eventueel bovenliggende eisen, een bronvermelding en een toelichting.

System Breakdown Structure (SBS)²

De SBS is een structuur die alle te ontwerpen, bouwen, onderhouden en slopen objecten in een hiërarchische indeling weergeeft. Je kunt zowel eisen als functies alloceren aan objecten.



Vertaald naar de luwtemaatregelen in het Hoornse Hop is het Hoornse Hop het systeem, zijn de waterbouwkundige constructies, natuurinrichting en eventuele recreatieve voorzieningen deelsystemen en zijn aanlegsteigers, wandelpaden en picknickbanken elementen binnen het deelsysteem recreatieve voorzieningen. Eisen zijn te koppelen aan zowel het systeem als aan de deelsystemen en de elementen binnen de deelsystemen.

Het definitieve ontwerp op basis waarvan een projectbesluit MIRT3 wordt genomen, moet voldoen aan de hele set van eisen, zoals dit per systeem, deelsysteem en element middels een functionele analyse aan het begin van de planstudie wordt bepaald. Dit houdt in dat het ontwerp moet voldoen aan:

- functionele eisen: de beschrijving van een gewenste functie van een product.
- Aspecteisen: de beschrijving van een gewenste functie of eigenschap van een product of dienst aangaande een aspect.
- Externe raakvlakeisen: eisen die worden gesteld aan de interactie van het te beschouwen systeem met de omgeving op het grensvlak.
- Interne raakvlakeisen: eisen die worden gesteld aan de interactie tussen objecten binnen het te beschouwen systeem op het grensvlak.

Dit borgt de integraliteit van het definitieve ontwerp. Overeengekomen wijzigingen in eisen worden met een ID-code, een omschrijving, referte naar eventueel bovenliggende eisen, een bronvermelding en een toelichting in het SE-dossier vastgelegd. Zo krijgt het PVE tijdens de planstudie een dynamisch karakter en blijven wijzigingen en gemaakte ontwerpkeuzes ook op lange termijn traceerbaar.

Bijlage 5 Vergunningenscan



nummer 259817.04-14
datum zondag 13 oktober 2013
aan
van Richard Schokker
kopie

project MIRT2-Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop
projectnummer 257788
fase Verkenningfase
betreft Vergunningenscan aanleg luwtmaatregelen Hoornse Hop

1. Inleiding

De kwaliteit van het Markermeer-IJmeer is de afgelopen decennia niet echt verbeterd als gevolg van de aanwezigheid van relatief veel slib in het water. In de RRAAM (Rijk-regioprogramma Amsterdam-Almere-Markermeer van november 2009) is opgenomen dat het kabinet een snelle start wil maken met het treffen van maatregelen voor de verbetering van de ecologische kwaliteit in het Markermeer-IJmeer. Eén van de maatregelen om de situatie te verbeteren is het creëren van luwte maatregelen in het Hoornse Hop. Het project is opgenomen in het Meerjarenprogramma Infrastructuur Ruimte en Transport (MITR) en bevindt zich in fase 2 (verkenning). Hiertoe is in mei 2013 is het rapport "MIRT 2 Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop (Te onderzoeken alternatieven en effecten (Beoordelingskader))" vastgesteld door het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Tijdens de verkenning worden drie alternatieven onderzocht. Daarbij is zoveel mogelijk gevarieerd in ligging, vorm, afwerking, beoogd effect en verwacht draagvlak. Voor schetsen van de alternatieven wordt verwezen naar het ambitiedocument 'Vormgeving en ruimtelijke kwaliteit'.

Het alternatief '*Dammen West*' is gebaseerd op een serie van dammen in het westelijk deel van het Markermeer. Het alternatief bestaat uit twee dammen van 1,8 km voorzien voor de kust tussen Warder en Edam en een eiland ten noorden van Schardam. De dammen zijn gepositioneerd op ongeveer 2 km uit de kust. De precieze vorm van de dammen wordt nog geoptimaliseerd op basis van verwacht morfologisch effect. Het eiland is ongeveer 2 km lang en ligt minimaal 1,5 km uit de kust. Dit alternatief kan ecologische synergie opleveren met de aanleg van een oeverdijk langs de Noord-Hollandse kust door het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. In de verkenning wordt dit nader onderzocht.

Het alternatief '*Eiland Centraal*' bestaat uit een eiland centraal gelegen in de baai van het Hoornse Hop. Het eiland heeft een gebogen vorm, waarin de kromming van de kustlijn terug te vinden is. De lengte is ongeveer 3 km. Het eiland ligt op 1,8 km afstand van de meest uitstekende punt van de dijk voorbij Schellinkhout. De afstand tot Hoorn en tot Warder is 3,5 km, waarmee het eiland vanuit daar zo goed als onzichtbaar is.

Het alternatief '*Archipel Oost*' bestaat uit een groep van zeven eilanden van verschillende vorm en omvang aan de oostkant van het zoekgebied. De eilanden liggen zo gerangschikt dat slibrijke stromingen die vanaf windkracht 5 in het Markermeer ontstaan, het plangebied beperkt kunnen bereiken. Tevens zorgen ze ervoor dat de wind vanuit richtingen op de eilanden wordt gebroken, waardoor er een luw gebied in het Markermeer zelf ontstaat. De archipel is in totaal 5 km lang.

In deze memo worden de benodigde vergunningen, met doorlooptijden behandeld en de (niet limitatieve) aandachtspunten en risico's waar mogelijk op voorhand rekening mee kan worden gehouden.

2. Benodigde vergunningen

In de bijlage bij deze memo is het totaal overzicht van de benodigde vergunningen (hieronder wordt mede verstaan ontheffingen, meldingen en toestemmingen) opgenomen. In deze procedurescan wordt per omschreven alternatief in het rapport "MIRT 2 Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop: te onderzoeken alternatieven en effecten (Beoordelingskader)", inzichtelijk gemaakt welke vergunningen, er voor het project benodigd zijn en wordt tevens per vergunning aangegeven:

- Op welke activiteit de vergunning betrekking heeft;
- Wie het bevoegd gezag is;
- Wat de doorlopen procedure (in tijd) is;
- Welke informatie en onderzoeken benodigd zijn voor de betreffende aanvraag;

In de bijlage is per omschreven alternatief aangegeven welke vergunningen benodigd zijn en wie hiervoor het bevoegd gezag. Dit omdat de te voorziene luwtmaatregelen binnen het grondgebied van verschillende gemeentes is gelegen. In onderstaande tabel is dit aangegeven:

Gemeente	Alternatief 1		Alternatief 2	Alternatief 3
	dammen	eilanden	eiland	eilanden
Gemeente Hoorn		X	X	
Gemeente Zeevang	X			
Gemeente Almere	X			X
Gemeente Lelystad			X	X

3. Uitgangspunten

Voor het uitvoeren van de vergunningeninventarisatie en omschrijving van de voorgenomen alternatieven is onder meer gebruik gemaakt van het rapport MIRT 2 Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop: te onderzoeken alternatieven en effecten (Beoordelingskader)", datum 29 mei 2013, revisie 08, definitief. De vergunningeninventarisatie gaat uit van de geldende wet- en regelgevingen. Eventuele toekomstige wijzigingen hierin kunnen invloed hebben op de geïnventariseerde gegevens opgenomen doorlooptijden.

Voorts is van de volgende uitgangspunten uitgegaan:

- Er vinden geen activiteiten op het vaste land plaats;
- Alle (aanleg)werkzaamheden vinden plaats met behulp van schepen;
- De te gebruiken (grond)stoffen worden per schip aangevoerd. Deze inventarisatie voorziet niet in de beoordeling van benodigde vergunning voor winning en transport van de (grond)stoffen;
- De passende beoordeling (PB) die in kader van de Rijksstructuurvisie RRAAM is opgesteld (bron: DHV, Werkdocument Passende Beoordeling RRAAM, november 2012) laat zien dat er op de onderzochte aspecten geen negatieve effecten (zie tabel 8.2) als gevolg van TBES maatregelen optreden (een klein effect voor de Rivierdonderpad kan worden gemitigeerd). In het onderzoek is men bij de effectbeoordeling uitgegaan van een fasering van TBES met geleidestructuren. Men spreekt zich niet concreet uit in het rapport, maar het uitgangspunt lijken dammen te zijn (en geen eilanden zoals in de voorliggende verkenningstudie Hoornse Hop wel worden ingezet). Conform artikel 19j, lid 5 van de Nb-wet is het voor een plan of project niet

verplicht een passende beoordeling op te stellen indien voor het plan of project reeds eerder een passende beoordeling is opgesteld en een nieuwe passende beoordeling niet leidt tot nieuwe gegevens en inzichten omtrent de significante gevolgen van het plan. Indien het voorkeursalternatief dermate afwijkt van het plan zoals getoetst in de passende beoordeling (bijvoorbeeld door de aanleg van eilanden in plaats van dammen of het bieden van recreatieve mogelijkheden) kunnen significante negatieve effecten niet bij voorbaat worden uitgesloten en dient een passende beoordeling te worden opgesteld. Indien het voorkeursalternatief (zoals dat wordt vastgelegd in het projectplan) alleen voorziet in de realisatie van dammen (zonder andere gebruiksfuncties als uitbating door horeca, recreatieve voorzieningen, e.d.) kan volstaan worden met een Verslechteringstoets omdat in de PB RRAAM significant negatieve effecten zijn uitgesloten en de negatieve effecten aanvaardbaar zijn. Dit advies dient te worden voorgelegd aan het bevoegd gezag met de vraag of kan worden volstaan met een Verslechteringstoets of de toets aan de Nb-wet toch wordt gezien als een passende beoordeling. Aanvaardbare negatieve effecten zijn zonder meer vergunbaar, maar zeker niet vergunningvrij. Mocht het BG het niet eens zijn met de eerder uitgevoerde PB (die op 3 september 2012 door de CMER positief is beoordeeld) of vindt dat er voor het VKA (voorkeursalternatief) er wel een geactualiseerde/nieuwe PB moet worden opgesteld, dan is een plan m.e.r. verplicht.

- Als gevolg van de maatregelen treedt er wel ruimtebeslag op, maar dat gaat niet ten koste van het habitattypen kranswierwateren (de kwaliteit ervan wordt door de luwtemaatregel verder geoptimaliseerd). En open water als kenmerkende eigenschap van het gebied is er nog volop (en is geen N2000 doel).
- Voor de aanleg van dammen en eilanden zal grond /materiaal worden aangebracht waarbij niet in de bodem "geroerd" wordt.

4. Toelichting vergunninginventarisatie

Onderstaand wordt een nadere toelichting gegeven op een aantal procedures.

Mer

De voorgenomen activiteiten, de aanleg van luwtemaatregelen, worden niet genoemd op de C- en D-lijst van bijlage 2 van het Besluit milieueffectrapportage. Een besluitMER, ter voorbereiding van het besluit op grond van de Wabo, dan wel een planMER ter voorbereiding op de ruimtelijke ordeningsprocedure, is op grond van dit criterium niet nodig. Wel dient een planMER opgesteld te worden indien er sprake is van een passende beoordeling in het kader van de Nb-wet (zie onderstaand).

Natuur

In het kader van de Rijksstructuurvisie RAAM is een planMER en een passende beoordeling opgesteld. Uit deze passende beoordeling blijkt dat significant negatieve effecten zijn uit te sluiten en tijdelijke negatieve effecten zijn te mitigeren. Daarbij moet de kanttekening gemaakt worden dat de aanlegfase van de luwtestructuren, alsmede mogelijkheden voor recreatief gebruik minder duidelijk in de PB van DHV zijn terug te vinden. Ook kan er van worden uitgegaan dat de aanleg van eilanden niet in de effectbeoordeling is meegenomen; door opwerveling van slib kan een tijdelijk negatief effect optreden. Een passende beoordeling is nodig wanneer de invulling van het VKA leidt tot nieuwe gegevens en inzichten omtrent de mogelijke significante gevolgen van een plan; dit is dus afhankelijk van de mate van wijziging ten opzichte van het plan zoals eerder getoetst. Mocht er geen sprake zijn van een passende beoordeling dient een Verslechteringstoets te worden uitgevoerd (daar zit ook een vergunningstraject aan vast). Indien het bevoegd gezag de negatieve effecten aanvaardbaar acht en instemt met de conclusie dat significant negatieve effecten ook voor de nader gedetailleerde plannen voor de Hoornse Hop zijn uitgesloten, is een plan m.e.r. niet nodig. Met de uitvoering van een Verslechteringstoets dient er ook een vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet te worden aangevraagd.

Tot slot is in een later stadium ook een natuurtoets nodig voor toetsing aan de Flora en Faunawet en aan de (provinciale) doelstellingen voor de EHS.

Bouwen

De definitie van een bouwwerk is "elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren".

Een constructie is een driedimensionaal gebouwd object. Een zandkasteel, berg met aarde, leidingen etc. vallen conform jurisprudentie niet onder de definitie van een constructies. De eilanden en dammen worden als het ware neergelegd (net als een berg met aarde) en niet geconstrueerd. Daarmee is ons inziens geen sprake van een bouwwerk. Omdat gemeenten daar nog wel eens een andere kijk op hebben is het zinvol dit punt nader af te stemmen met de betreffende gemeente.

Bestemmingsplannen

Gemeente Hoorn. Voor de locatie waar de maatregelen worden aangelegd geldt het bestemmingsplan Hoornsche Hop, vastgesteld op 8 december 1998. Artikel A.1 omschrijft dat de 'gronden' bestemd zijn voor doeleinden van landschap en natuur, zijnde het behoud, het herstel en de ontwikkeling van het waterecosysteem markermeer en de daaraan eigen landschappelijke en natuurlijke waarden, met de daarbij behorende water(en), oeverlanden en overige onbebouwde gronden. Hiermee 'past' de voorgenomen aanleg van eiland(en) (alternatief 1 en 2) binnen de hoofdbestemming van het gebied.

Artikel B.1 omschrijft dat voor het bouwen van bouwwerken, geen gebouwen zijnde, de hoogte van bouwwerken ten hoogste 2,0 meter mag bedragen. De hoogte van de dammen en de eilanden bedraagt 4,00 tot 4,40 gemeten vanaf de waterbodem en 1,00 ten opzichte van de (gemiddelde) waterstand.

Ingevolge de bepalingen 'Wijze van meten' in het bestemmingsplan (artikel 2 lid 1) moet gemeten worden vanaf het peil tot aan het hoogste punt van het bouwwerk volgens. Op grond van artikel D.4 kan vrijstelling worden verleend voor de bouw van bouwwerken, geen gebouwen zijnde, ten behoeve van waterbeheer tot ten hoogste 15,0 meter. Aangezien wij van mening zijn dat het hier niet gaat om bouwwerken, zijn de bepalingen ten aanzien van toegestane bouwhoogten niet van toepassing en hier enkel beschreven ter informatie. Indien bevoegd gezag een andere mening is toebedeeld ten aanzien van de definitie bouwwerk zijn deze bepalingen wel weer relevant.

Voor het grondgebied van de gemeente Zeevang geldt het bestemmingsplan Buitengebied 2009, kenmerk 101575-0070. De aanleg van de dammen (alternatief 1) is toegestaan op grond van artikel 18, lid 1 onder b 1 en b 5. Op grond van artikel 18 lid 2 c is het ten aanzien van bebouwing bepaald dat de hoogte van bouwwerken, geen gebouwen zijnde, niet meer mag bedragen dan 2 meter.

De gemeente Almere heeft geen bestemmingsplan voor het Markermeer voor zover dit gelegen is buiten ca. 500 meter van de kustlijn van de gemeente. Dit betekent dat er voor de aanleg van dammen (alternatief 1) en de eilanden (alternatief 3) geen belemmeringen zijn.

Ingevolge de beheersverordening van de gemeente Lelystad (artikel 3.3) is het toegestaan om de openbare ruimte te gebruiken voor wegen, fiets- en wandelpaden, groen, parkeervoorzieningen, taluds en natuurvriendelijke oevers, fietsenstallingen, nutsvoorzieningen, speelvoorzieningen, water(berging) ten behoeve van de waterhuishouding, geluidwerende voorzieningen, kruisingen met water, reclame-uitingen, kunstobjecten en kunstwerken. Eilanden kunnen niet gezien worden als een kunstobject of kunstwerk (artikel 1.17).

Een wijziging van het bestemmingsplan voor de aanleg van eilanden (alternatief 2 en 3) is derhalve nodig. De kortste procedure daarbij is een Omgevingsvergunning voor de activiteit "afwijken van bestemmingsplan".

Vergunningen

Ten minste nodig:

- Buitenplanse afwijking van het bestemmingsplan bij gemeente Lelystad door middel van een Omgevingsvergunning voor de activiteit 'afwijken van bestemmingsplan' (26 weken). Natuurtoets met betrekking tot Flora en Fauna en aandacht voor de EHS vormen hierbij de aandachtspunten;
- Omgevingsvergunning voor het uitvoeren van werk of werkzaamheden (8 weken);
- Graafmelding voor kabels en leidingen (uiterlijk 20 dagen voor aanvang werkzaamheden);
- Verkeersbesluit Scheepvaartverkeerswet voor tijdelijke verkeersmaatregelen op het water (8 weken);
- Ontheffing van Provinciale Milieuvordering provincie Noord Holland vanwege het verrichten van handelingen in een aangewezen stiltegebied (26 weken);
- Projectplan (26 weken), voor dat deel dat bij RWS in beheer is;
- Melding Besluit bodemkwaliteit voor het toepassen van grond en bouwstoffen in waterbodem (5 werkdagen);

- Melding lozen buiten inrichtingen voor het lozen van water dat dient als medium voor opbrengen van zand (4 weken).

Er kan per gemeente 1 omgevingsvergunning aangevraagd worden voor alle relevante WABO onderdelen (bestemmingsplan, bouwen, uitvoeren van werkzaamheden). Hierbij geldt wel dat alle onderdelen dan dezelfde procedure doorlopen. Dit betekent dat de uitgebreide voorbereidingsprocedure conform afdeling 3.4 Algemene wet bestuursrecht van toepassing is met een procedure tijd van 26 weken. De meeste vergunningen kunnen parallel aan elkaar aangevraagd worden.

Misschien nodig:

- In plaats van een omgevingsvergunning een geheel nieuw bestemmingsplan bij gemeente Lelystad (ca. 1 jaar);
- Instemmingbesluit telecommunicatiewet; afhankelijk van aanwezige kabels en leidingen (8 weken);
- Ligplaatsvergunning; afhankelijk van de reikwijdte van de APV (8 weken);
- Ontheffing geluid; afhankelijk van gebruikte werktuigen/werktijden en reikwijdte van de APV (8 weken);
- Ontheffing Flora en Fauna wet; afhankelijk van de uitkomst van de natuurtoets (16 weken).
- Vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet; afhankelijk van effecten (26 weken)

5. Aandachtspunten en risico's

In een vergunningenprocedure is het onvermijdelijk dat risico's zijn te verwachten met betrekking tot termijnen. In de planning kan alleen rekening worden gehouden met de reguliere proceduretermijnen en de reguliere inzage termijnen. Er bestaat altijd een kans op bezwaar en/of beroep waardoor termijnen vertraging kunnen oplopen. Voor standaard procedures geldt dat tot wel anderhalf jaar vertraging kan ontstaan als zowel bezwaar als beroep mogelijk is (bijv. Wabo-Wm). Indien de Crisis- en herstelwet (Chw) van toepassing is, is de beroepsfase ingekort, wat tijdswinst tot meer dan 1 jaar kan opleveren.

Als Rijkswaterstaat geen risico met de procedures wil lopen dan is het aan te raden pas te starten met de werkzaamheden als de vergunningen onherroepelijk zijn.

Een vergunning is na publicatie van het besluit daarover van kracht maar nog niet onherroepelijk. Dit is pas het geval als binnen 6 weken na het gepubliceerde besluit geen beroep wordt aangetekend. Wordt wel beroep aangetekend dan is de vergunning van kracht maar niet onherroepelijk. Wordt er naast beroep ook nog voorlopige voorziening aangetekend dan is de vergunning niet van kracht. Voordat zitting in de beroepszaak en uitspraak daarin gegeven wordt is er vaak alweer 1 jaar verstreken. Het verzoek tot voorlopige voorziening wordt vaak binnen 4 maanden behandeld. Indien de Chw van toepassing is dient de beroepszaak binnen 6 maanden behandeld te worden.

Uitgaande van onherroepelijke vergunningen dient voor reguliere procedures uitgegaan te worden van 8+ 6 weken en voor uitgebreide procedures van 26 weken (hier zitten de 6 weken bezwaartermijn al in). Bevoegd gezag kan de procedure eenmalig met 6 weken verlengen. Daarnaast komt het in praktijk vaak voor dat bevoegd gezag met de procedure uitloopt als er sprake is van zienswijzen dan wel aanvullende gegevens gevraagd worden.

De Crisis- en herstelwet is van toepassing op alle besluiten die krachtens enig wettelijk voorschrift zijn vereist voor de ontwikkeling of verwezenlijking van de in bijlage I van deze wet bedoelde categorieën ruimtelijke en infrastructurele projecten dan wel voor de in bijlage II bij deze wet bedoelde ruimtelijke en infrastructurele projecten. In bijlage I van de Crisis- en herstelwet onder artikel 7.3 is omschreven '*aanleg of wijziging van waterstaatswerken als bedoeld in artikel 7 van de Wet op de Waterkering of artikel 5.4 eerste lid van de Waterwet*'. Op onderhavig project is artikel 5.4 van de Waterwet van toepassing, zijnde *de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk door of vanwege de beheerder geschiedt overeenkomstig een daartoe door hem vast te stellen projectplan. Met de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk wordt gelijkgesteld de uitvoering van een werk tot beïnvloeding van een grondwaterlichaam*. Samengevat is de Crisis- en herstelwet van toepassing op alle besluiten die genomen worden in het kader van onderhavige voornemen. Hiermee wordt de behandelingstermijn van beroep bij de rechtbank ingekort. Ander voordeel is dat vergunningen niet meer aangehouden hoeven te worden maar tegelijkertijd verleend kunnen worden.

Vergunningaanvragen kunnen pas officieel in behandeling worden genomen als de vergunningaanvraag ontvankelijk is. Dit betekent dat alle relevante bijlagen en tekeningen compleet bij de aanvraag moeten zijn toegevoegd. Gezien het project een groot aantal vergunningen vereist is de afstemming met betrekking tot het produceren van bijlagen en tekeningen erg belangrijk.

De mogelijkheid bestaat dat bevoegd gezag oordeelt dat een Passende beoordeling en daarmee samenhangende planMER opgesteld dient te worden. Het opstellen van een Notitie Reikwijdte en Detailniveau, het advies hierover van wettelijke adviseurs als het opstellen van het document dient voorafgaand aan het indienen van vergunningaanvragen plaats te vinden. Dit leidt naast de proceduretijden tot extra doorlooptijd waarmee rekening gehouden dient te worden.

Afhankelijk van de resultaten van de natuurtoets is een ontheffing F&F danwel mitigerende maatregelen nodig. Deze zijn nog niet inzichtelijk.

Indien het bevoegd gezag oordeelt dat een eiland gezien moet worden als een 'bouwwerk', zal mogelijk een procedure voor het (binnenplans) afwijken van het bestemmingsplan doorlopen moeten worden (gemeentes Hoorn). Dit hangt af van de dan te voeren discussie over de realiseren bouwhoogte en wijze van meten hiervan in relatie tot de bepalingen in het bestemmingsplan.

Vooralsnog is aangenomen dat geen roering van de bodem optreedt. Indien dat wel het geval is dient rekening gehouden met de kwaliteit van de waterbodem. Deze is ten tijde van deze scan niet bekend. Indien geroerd wordt in de bodem dient ook rekening gehouden te worden met NGE's.



Bijlage 6 Chronologisch overzicht genomen besluiten

Zoals uit paragraaf 2.2 blijkt, heeft de afgelopen jaren veel onderzoek plaatsgevonden naar de ecologische achteruitgang van het Markermeer-IJmeer en de maatregelen die genomen kunnen worden om de situatie te verbeteren. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden in opdracht van samenwerkende overheden. Deze overheden hebben in die jaren ook verschillende producten opgeleverd en besluiten genomen, die er toe hebben geleid dat onder andere deze verkenning is gestart. Het gaat om de volgende producten en besluiten:

- *Toekomstvisie Markermeer- IJmeer*: anticiperend op de beslissing om Markermeer-IJmeer als open water te behouden, hebben zeven maatschappelijke organisaties en overheden, waaronder de provincies Flevoland en Noord-Holland, in 2005 de *Toekomstvisie Markermeer- IJmeer* opgesteld. Deze stelt dat een gerichte investering in de groen-blauwe kwaliteit een essentiële voorwaarde is voor een verdere stedelijke ontwikkeling van de as Schiphol-Amsterdam-Almere. De toekomstvisie legt de basis voor wat later het Toekomst-bestendig Ecologisch Systeem is geworden. Het vormt de kiem voor een natuurinclusief ontwerp op regionale schaal [WMIJ, 2012a].
- *Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer*: de provincies hebben het verzoek van het kabinet (benoemd in de "Noordvleugelbrief" van augustus 2006) aangegegrepen en in 2009 het *Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer* neergelegd. Het Toekomstbeeld beschrijft hoe het Markermeer-IJmeer kan uitgroeien tot een vitaal en gevarieerd natuurgebied, krachtig genoeg om ook andere ontwikkelingen zoals klimaatverandering, verstedelijking, infrastructurele investeringen, economische groei en toenemende recreatie te kunnen accommoderen. Het ecologisch systeem van Markermeer-IJmeer moet daarvoor kwalitatief worden verbeterd, zodat een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem ontstaat (TBES) ontstaat. Het TBES beoogt de neerwaartse ontwikkeling van de natuur in het Markermeer-IJmeer om te buigen met maatregelen die het ecologisch systeem versterken en veerkrachtig maken. Zo ontstaat een ecologisch systeem dat veranderingen in de toekomst vanuit eigen kracht kan opvangen.
- 1 november 2009: in de "RAAM-brief" aan de Tweede kamer heeft het toenmalige kabinet het toekomstbeeld overgenomen. Deze bevat de Rijksbesluiten Amsterdam-Almere-Markermeer. Centraal daarin staat een drievoudige ambitie voor verstedelijking, bereikbaarheid en natuur. In de RAAM-brief wordt de totstandkoming van het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem naar voren gebracht als het verbindend element in de integrale ontwikkeling van de Noordvleugel van de Randstad tot een internationaal concurrerende topregio.
- Het maatregelenpakket om te komen tot een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem wordt uitgewerkt door de ministeries van Infrastructuur en Milieu, Economische Zaken en de provincies Noord-Holland en Flevoland (samen de "Werkmaatschappij Markermeer IJmeer", WMIJ) in het kader van het project Rijk- en regioprogramma Amsterdam Almere Markermeer (RRAAM). De WMIJ leverde op 17 november 2011 haar optimalisatierapport '*Naar een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem*' op. Hierin zijn vier ecologische vereisten vastgelegd:
 - o Heldere randen langs de kust.
 - o Een gradiënt in slib van helder naar troebel water.
 - o Land-waterzones van formaat.
 - o Versterkte ecologische verbindingen tussen binnen- en buitendijks.

Dit rapport benoemt ook de maatregelen die nodig zijn om de natuurkwaliteit van het Markermeer-IJmeer te herstellen en duurzame ecologische veerkracht te creëren. De luwtmaatregelen Hoornse Hop is één van deze maatregelen.

- Op 15 december 2011 is in het bestuurlijk overleg RRAAM door Rijk (minister Schultz-Van Haegen) en regio besloten om 9 miljoen euro te investeren in de luwtmaatregelen Hoornse Hop: 6 miljoen euro van het Rijk en de provincies Noord-Holland en Flevoland beiden 1,5 miljoen euro.
- 12 maart 2012: Provinciale Staten van Noord-Holland besluiten 1,5 miljoen euro ter beschikking te stellen voor uitvoering van de Luwtmaatregelen Hoornse Hop.
- 15 mei 2012: Provinciale Staten van Flevoland besluiten 1,5 miljoen euro ter beschikking te stellen voor uitvoering van de Luwtmaatregelen Hoornse Hop.
- Eindrapport van de WMIJ: "*Een Toekomstbestendig Markermeer IJmeer*", (september 2012): In dit eindrapport worden drie alternatieven voor maatregelenpakketten geschetst, met daarin in elk pakket de luwtmaatregelen Hoornse Hop, waarover al bestuurlijke besluitvorming heeft plaatsgevonden.
- 25 september 2012: de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu neemt de *Startbeslissing voor de MIRT-Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop*.
- 23 april 2013: aanbieding van de *Ontwerp-Rijksstructuurvisie Amsterdam - Almere - Markermeer* aan de Tweede Kamer. De ecologische ambitie van het MarkermeerIJmeer en het project Luwtmaatregelen Hoornse Hop maakt hier onderdeel van uit. Daarnaast ook andere onderdelen uit het rapport "*Een Toekomstbestendig Markermeer IJmeer*" zoals de Marker Wadden bij de Houtribdijk bij Lelystad.

Bijlage 7 Quickscan Archeologie

P/A
Postbus 40
4900AA Oosterhout
Tel: (0162) 48 70 00
Fax: (0162) 45 11 41
info@oranjewoud.nl



nummer 259817.04-11
datum zondag 13 oktober 2013
aan IPM-team
van Ivo Vossen
kopie Projectteam consortium

project MIRT2-Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop
projectnummer 259817.
fase Uitwerkingsfase
betreft Archeologische quick scan MIRT2

Aanleiding

Voor de MIRT Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop worden de mogelijkheden verkend om luwtemaatregelen te realiseren in het Markermeer ter hoogte van het Hoornse Hop (zie Afbeelding 1). De luwtemaatregelen worden genomen om de ecologische condities van het Markermeer - IJmeer te verbeteren en bieden daarnaast meekoppelkansen. Op dit moment zijn drie alternatieven ontworpen. Het onderzoek richt zich nu op de mate van doelbereik, mate van uitvoerbaarheid, maatschappelijk draagvlak en kosten. Onder de mate van uitvoerbaarheid valt onder andere het aspect archeologie. In deze quickscan wordt duidelijk welke effecten de drie alternatieven kunnen hebben op het archeologisch erfgoed dat mogelijk nog aanwezig is op en in de bodem van het Markermeer. De onderzoeksresultaten worden vastgelegd in een zogenaamd Verkenningenrapport. Op basis hiervan wordt een voorkeursalternatief gekozen welke verder wordt uitgewerkt in de volgende MIRT 3 fase. Voor de quickscan zijn een beperkt aantal bronnen geraadpleegd, zoals gemeentelijke verwachtings-/beleidskaarten van de betreffende gemeenten en provincies, archeologische waarnemingen, onderzoeken en de IKAW uit ARCHIS II en de bodem- en geomorfologische kaart.

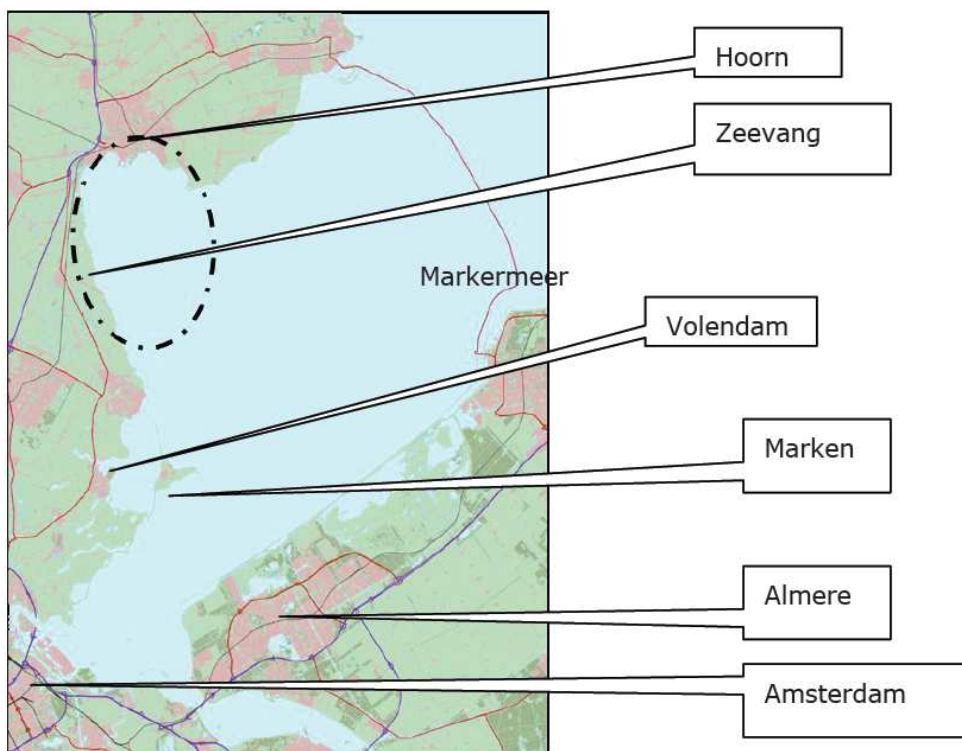
Gemeentelijk beleid en verwachtingskaarten

Het studiegebied valt binnen de gemeenten Almere, Zeevang, Lelystad en Hoorn (zie afbeeldingen 1 en 2). Op de IKAW, de landelijke archeologische verwachtingskaart, heeft de Hoornse Hop een hoge archeologische verwachting.¹

Voor *Almere* geldt dat voor het buitendijkse gebied beleid is geformuleerd. Er geldt een onderzoeksplicht naar scheepswrakken wanneer de waterbodem wordt geroerd, bedekt of afgegraven (ingrepen groter dan 100m² en dieper dan 0,5 m).² In het prehistorische stroomgebied van de Eem (zie onder, bij 'Landschappelijke situatie') bevindt zich een relatief hoge dichtheid aan goed geconserveerde archeologische waarden. Dit betreft onder andere resten van prehistorische nederzettingen van de Swifterbantcultuur. De diepte van de geplande graafwerkzaamheden maakt het mogelijk dat ook nog oudere menselijke sporen en fossielen tevoorschijn zullen komen.

¹ ARCHIS II: <http://archis2.archis.nl/archisii/html/index.html>

² Er is contact geweest met Archeologische monumentenzorg Almere, de heer Dick de Jager.



Afbeelding 1: Locatie zoekgebied luwtemaatregelen Hoornse Hop (binnen zwarte cirkel, bron: MIRT 2 Verkenning Luwtemaatregelen Hoornse Hop).

De provinciale inzet in archeologische aandachtsgebieden beperkt zich tot het opsporen en het planologisch beschermen, dan wel – indien niet anders mogelijk - opgraven van individuele archeologische waarden. Vanuit de Almeerse regelgeving geldt overigens nadrukkelijk geen onderzoekplicht met betrekking tot andere waarden dan scheepsarcheologische resten omdat de beschikbare onderzoekstechnieken daartoe onvoldoende effectief zijn gebleken.

Voor de gemeente *Zeevang* is het archeologiebeleid vastgelegd in het Bestemmingsplan buitengebied 2009. Voor het IJsselmeer geldt een onderzoeksplicht voor alle verstoringen met een oppervlakte groter dan 500 m² (er is geen ondergrens wat betreft diepte van de verstoring, omdat men er rekening mee houdt dat de waterbodem niet over reeds verstoorte bouwvoor beschikt). Het bestemmingsplan geeft geen inhoudelijke verwachting voor het gebied.³

Het IJsselmeer en Markermeer hebben binnen de gemeentegrenzen van *Lelystad* de status van aandachtsgebied. Hiervoor heeft de gemeente geen separaat beleid opgesteld, maar gaat ervan uit dat voor ontwikkelingen in deze gebieden een MER noodzakelijk is (immers Natura 2000-gebied) en dat archeologie binnen de kaders van een m.e.r. een plaats in de ruimtelijke procedure krijgt.

De gemeente *Hoorn* heeft voor de Hoornse Hop de waarde-Archeologie 3 meegegeven. De Toelichting Archeologische Beleidskaart gemeente Hoorn geeft aan dat er archeologisch vooronderzoek moet plaatsvinden bij bodemingrepen groter dan 500 m² en dieper dan 0,3 m.⁴ Een uitzondering vormen eventueel aanwezige verdrinken dorpen, dijkresten, de reeds bekende scheepswrakken etc. Voor deze laatste locaties is geen vooronderzoek vereist is; deze dienen in principe te worden behouden.

³ Zie www.zeevang.nl.

⁴ Soonius en Bartels 2012; Er is ook contact geweest met Michiel Bartels van gemeente Hoorn/Archeologie West-Friesland

Landschappelijke situatie

In het studiegebied komen voornamelijk afzettingen uit het Holoceen aan de bodemoppervlakte voor. Deze laatste geologische periode begon circa 10.000 jaar voor het heden en duurt nog steeds voort. Het begin van het Holoceen wordt gekenmerkt door een geleidelijke stijging van de temperatuur. Hierdoor smolten de ijskappen en steeg de zeespiegel en daarmee ook de grondwaterspiegel.

Door de hoge grondwaterspiegel konden plantenresten minder goed worden afgebroken, waardoor met name in de lage delen van landschap veen ontstond (Basisveen). Vanaf circa 5000 voor Chr. ontstonden langs de kustlijn strandwallen, met daarachter een lagunair gebied waar op het Basisveen klei werd afgezet, het laagpakket van Wormer (voorheen afzettingen van Calais).⁵ De strook met strandwallen sloot zich steeds meer en de invloed van de zee verminderde. Er bleven wel enkele getijdengeulen actief ten noorden van het studiegebied. Het studiegebied zelf raakte echter bedekt met een dikke veenlaag, het Hollandveen. In het veenmoeras ontstonden diverse grote meren, onder andere het Almere dat ter hoogte van het huidige IJ afwaterde op de Noordzee. De golfslag op de oevers van het meer brak het veen af en langzaamaan werd het meer steeds groter in omvang. Waar het Hollandveen was weggeslagen kwam de klei weer tevoorschijn. Rond het begin van de jaartelling was het meer zo groot geworden dat een opening naar het noorden met de Waddenzee ontstond. Getij, zoutwater en zeeklei kwamen de nieuwe Zuiderzee in. Afskalving van het veen werd na ca. 800 versterkt door de grootschalige ontginning van het Hollandse veengebied. Door afwatering klonk het veen in, waardoor het lager kwam te liggen en het gebied dientengevolge steeds kwetsbaarder werd voor inbraken van de Zuiderzee. Ca. 800 was het onderzoeksgebied nog veengebied; ca. 1200 moet de Hoornse Hop zijn ontstaan en was het veen ter plaatse van het plangebied dus grotendeels verdwenen. Om verdere afskalving door de Zuiderzee tegen te gaan werden vanaf circa 1300 dijken aangelegd. Vanaf circa 1500 worden de openingen in de Zuiderzeekust afgesloten om ook verdere afslag in het binnenland te voorkomen.⁶

Historische kaarten en eerder archeologisch onderzoek

Op historische kaarten is de kustlijn van het huidige Markermeer grotendeels gelijk aan de kustlijn van de toenmalige Zuiderzee na de aanleg van de dijken. Ook bestaat het Hoornse Hop geheel uit water, er zijn bijvoorbeeld geen eilanden bekend in dit deel van de Zuiderzee. Omdat het plangebied vanaf de middeleeuwen een binnenzee en meer is geweest is de verwachting op het aantreffen van scheepswrakken groot. Daarnaast is een kleine kans op het aantreffen van vliegtuigwrakken uit WOII, aangezien geallieerde bommenwerpers vaak over het IJsselmeer vlogen omdat luchtafweergeschut hier niet aanwezig was. Tevens dient rekening gehouden te worden met conventionele explosieven (van klein tot groot kaliber), niet alleen van crashlocaties maar ook van plaatsen waar bommenwerpers hun lading hebben gedropt omdat ze in moeilijkheden verkeerden.⁷

Binnen het onderzoeksgebied is ter hoogte van Zeevang een bureauonderzoek en sonaronderzoek uitgevoerd waarbij mogelijk relevante sonarcontacten zijn geconstateerd. In hoeverre dit ook daadwerkelijke archeologische vindplaatsen zijn is nog niet onderzocht. Verder zijn binnen het onderzoeksgebied twee archeologische waarnemingen ter hoogte van Hoorn, het betreft scheepswrakken (waarnemingen 47086 en 47879). Deze bekende wrakken liggen overigens niet op de locaties waar de drie varianten voor luwtemaatregelen zijn voorzien (zie Afbeelding 2)

Effectbepaling varianten

Er kan in dit stadium bij het bepalen van de negatieve effecten van elk van de drie varianten op archeologische waarden alleen worden uitgegaan van de verwachtingswaarde, omdat nog niet bekend is of, waar en in welke mate daadwerkelijk sprake is van archeologische waarden. En aangezien de verwachtingswaarde binnen de te verstoren zones van de drie varianten overal als hoog moet worden beschouwd, zal de effectbepaling zich baseren op de omvang van de verstoringen van elk van de drie varianten. Overigens kan na uitvoering van een uitgebreid bureauonderzoek blijken dat de verwachtingswaarde binnen het onderzoeksgebied wel varieert

De verstoring van de waterbodembodem bij het realiseren van de luwtezones hangt samen met de aanleg van dammen (variant 'Dammen west') en het opspuiten van één of meer eilanden (alle varianten). Bij het opspuiten van eilanden moeten we ons realiseren dat verstoring van de waterbodembodem (en eventuele archeologische resten hierin) ook zal plaatsvinden ter plekke van de herkomstgebieden van klei, slib en zand dat voor het opspuiten van de eilanden benodigd is, waarbij zand en slib overigens ook van buiten het plangebied kan worden aangevoerd.

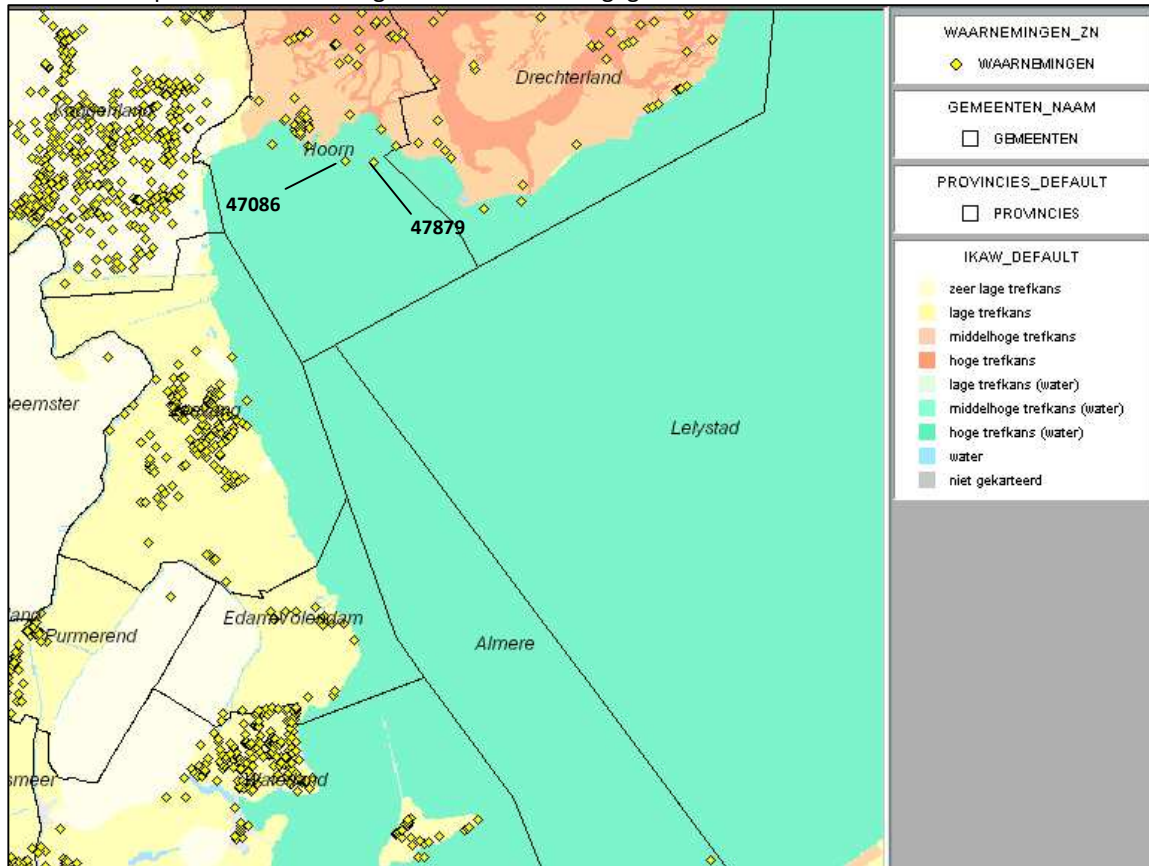
⁵ Berendsen 2004.

⁶ Kroes, 2011

⁷ Informatie Archeologische monumentenzorg Almere, de heer Dick de Jager

Ter plaatse van de eilanden zelf zal vooral rekening moeten worden gehouden met verstoring in de vorm van zetting, maar ook met het graven van sleuven bij de eilanden om groter effect op slib te hebben en om grond voor de dammen/eilanden te winnen.

Onderstaande effectbepaling is alleen gebaseerd op de globale totale omvang van de eilanden en de dammen. Hierbij is voor het bepalen van de omvang van de dammen uitgegaan van een breedte aan de voet van 25 m



Afbeelding 2: verwachtingswaarden en waarnemingen uit ARCHIS (bron: Archis II).

variant	omvang dammen (ha)	omvang eiland(en) (ha)	totaal (ha)	effect
Dammen west	9	23	32	-
Eiland centraal	-	75	75	--
Archipel oost	-	80	80	---

Conclusie

Binnen alle gemeenten heeft de bodem van de Hoornse Hop een hoge verwachtingswaarde of speciale status, met name voor het aantreffen van scheepswrakken. Om meer duidelijkheid te verkrijgen in de aanwezigheid van archeologische waarden zal archeologisch vooronderzoek moeten plaatsvinden. Dit sluit aan op het archeologiebeleid van de betreffende gemeenten. Het archeologisch vooronderzoek bestaat in eerste instantie uit een bureauonderzoek (conform KNA Waterbodem), aangevuld met een sonaronderzoek. Met sonaronderzoek wordt duidelijker waar archeologische waarden aanwezig (kunnen) zijn. Indien relevante sonarcontacten samenvallen met locaties van dammen, eilanden of herkomstgebieden van zand kan daar met het aanpassing van het ontwerp of fasering op geanticipeerd worden. Wanneer plaanpassing niet mogelijk blijkt, is in ieder geval een inventariserend veldonderzoek (IVO) onder water noodzakelijk, verkennende fase, bestaande uit duikinspecties, waarbij wordt bekeken of het 'sonarcontact' inderdaad een archeologische vindplaats betreft en, zo ja, wat de aard, conservering, omvang en waarde daarvan is.

Wij adviseren bovengenoemd onderzoeken uit te voeren in het kader van MIRT3, wanneer een VKA is gekozen. In dit stadium zien wij geen noodzaak deze quickscan na al te up'graden' naar een uitgebreider bureauonderzoek. Een bureauonderzoek zal minder aanvullende informatie opleveren dan sonaronderzoek dat zal doen. Overigens is voor de gemeente Zeevang al een sonaronderzoek uitgevoerd en wordt door de gemeente Hoorn maritiem onderzoek uitgevoerd. Te zijner tijd kan wellicht van deze onderzoeken gebruik worden gemaakt.

Gebruikte literatuur:

Berendsen, H.J.A. 2004 (4^e druk): *De vorming van het land. Inleiding in de geologie en geomorfologie*. Van Gorcum, Assen.

Kroes, R.A.C., 2011: *Plangebied Natuurlijk Markermeer IJmeer, locatie C, gemeente Zeevang; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek*, (RAAP-Rapport 2224), Weesp.

Soonius, C.M. & M.H. Bartels, 2012: *Toelichting Beleidskaart Archeologie Gemeente Hoorn*, Hoorn.



Bijlage 8: Beleidskader en overige ontwikkelingen

1. Beleidskader

Nationaal beleid

Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte

In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte schetst het Rijk ambities voor Nederland in 2040. Kern van de visie is "Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig". Het Rijk streeft naar met een krachtige aanpak die ruimte geeft aan regionaal maatwerk, zet de gebruiker voorop, prioriteert investeringen en verbindt ruimtelijke ontwikkelingen en infrastructuur met elkaar.

het Rijk zet Het stimuleren van gebiedsontwikkelingen van nationaal belang (zoals Rijk- Regioprogramma Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM) door.

Ruimtelijke ontwikkeling in Nederland is niet los te zien van water. Met het Deltaprogramma hebben de gezamenlijke overheden een basis om te werken aan bescherming tegen overstromingen, aan schoon water, aan de beschikbaarheid van voldoende zoet water en aan klimaatbestendige stedelijke (her)ontwikkeling.

Het hoofdwatersysteem van Nederland bestaat uit de Noordzee, de Waddenzee, het IJsselmeer, het Markermeer en de Randmeren, de grote rivieren, de Zuidwestelijke Delta en de rijkskanalen. Het hoofdwatersysteem, afgezien van de zoute en brakke wateren, heeft een belangrijke functie voor de zoetwatervoorziening in Nederland. Bij watertekorten of dreigende watertekorten kan het Rijk de Nationale Verdringingsreeks in werking laten treden. Het Rijk beschermt de primaire waterkeringen (dijken, dammen, kunstwerken en duinen).

Als opgaven van nationaal belang in noordwest-Nederland zijn in de structuurvisie onder ander benoemd:

- Het mogelijk maken van de drievoudige schaa sprong in het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer (woningbouw, infrastructuur en groen/blauw) samen met betrokken overheden (RRAAM);
- Versterking van de primaire waterkeringen (hoogwaterbeschermingsprogramma), het behouden van het kustfundament, het verbeteren van het ecologisch systeem van het Markermeer-IJmeer (Natura 2000)
- Het samenwerken met decentrale overheden in de generieke deelprogramma's Veiligheid, Zoet water en Nieuwbouw en Herstructurering van het Deltaprogramma.

Nationaal waterplan

Het eerste Nationaal Waterplan, dat tevens structuurvisie is op basis van de Waterwet en de Wet ruimtelijke ordening is opgesteld voor de planperiode 2009-2015. Een goede bescherming tegen overstromingen, het zoveel mogelijk voorkómen van wateroverlast en droogte en het bereiken van een goede waterkwaliteit zijn basisvoorwaarden voor welvaart en welzijn. En water levert een positieve bijdrage aan de kwaliteit van de leefomgeving en behoud van biodiversiteit. Het doel is: "Nederland, een veilige en leefbare delta, nu en in de toekomst".

Het kabinet kiest ervoor om het peil van zowel het Markermeer als de Veluwerandmeren los te koppelen van die van het IJsselmeer. Het gevolg is een peilbeheer in het Markermeer-IJmeer en de Veluwerandmeren dat beter tegemoet komt aan wat nodig is voor een ecologisch duurzame ontwikkeling. In het Markermeer- IJmeer ligt daarnaast de opgave om randvoorwaarden te scheppen voor een robuust ecosysteem dat ontwikkelingen mogelijk maakt. Buitendijkse natuurontwikkeling kan in principe in het gehele gebied plaatsvinden, maar met nadruk in het Markermeer-IJmeer.

Als streefbeeld voor het Markermeer-IJmeer is geformuleerd: "In het Markermeer-IJmeer ligt het accent op een duurzame, klimaatbestendige en veerkrachtige ontwikkeling van het ecosysteem, die perspectieven biedt op een intensivering van het gebruik. De ontkoppeling van het IJsselmeer heeft dat vereenvoudigd. Door de uitvoering van diverse proefprojecten worden de sturingsmechanismen in de (aquatische) ecologie in het Markermeer beter begrepen. Grootschalige moerasgebieden zijn aanwezig evenals vooroevers en luwtedammen. Het slibprobleem in het Markermeer is zover beteugeld, dat er op diverse plekken heldere delen zijn ontstaan waar zich waterplanten ontwikkelen. Ook het aantal watervogels heeft zich hersteld. Het ecosysteem maakt een gradiëntrijke, uitgebalanceerde en klimaatrobuuste ontwikkeling door. Er kunnen innovatieve bouwprojecten gerealiseerd zijn. Het gebied is zo ingericht dat het nog steeds een, zij het beperkte, bijdrage levert aan de zoetwatervoorziening. Het peilregime wordt voor een belangrijk deel bepaald door hetgeen nodig is voor een goede ecosysteemontwikkeling".

Ontwerp Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer

In 2009 heeft het kabinet, als uitkomst van een integrale verkenning naar de gebiedsontwikkeling in de regio Amsterdam-Almere, de raam-brief (Rijksbesluiten Amsterdam - Almere - Markermeer) vastgesteld. In deze raam-brief kiest het kabinet een koers die enerzijds een voortvarende start en anderzijds zorgvuldige, gefaseerde besluitvorming over de lange termijn (2030) mogelijk maakt. Over de volgende vijf projecten uit het programma Randstad Urgent zijn in deze brief (samenhangende) principebesluiten opgenomen die zijn uitgewerkt in de ontwerp Rijksstructuurvisie Amsterdam - Almere - Markermeer:

- Toekomstagenda Markermeer-IJmeer;
- Planstudie ov saal;
- Schaalsprong Almere;
- Ontwikkelingsmogelijkheden op de lange termijn voor de luchthavens Schiphol en Lelystad.
- Een (pré-)verkenning naar het verkeer- en vervoersysteem in het gebied ten oosten van Almere en 't Gooi (agu).

Vanuit de eerste resultaten van de studie naar de Autonoom Neergaande Trend komt naar voren dat het voor Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water nodig is om het natuursysteem minder kwetsbaar te maken middels heldere ondiepe zones en land-waterovergangen in het Markermeer. Daarom is in september 2012 de Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop gestart. De luwtmaatregelen dragen bij aan het halen van de Natura 2000- en de KRW-doelstellingen en kunnen tezamen met maatregelen ter verbetering van de vismigratie en de pilot "Moeras" worden gezien als een eerste fase van het toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES). Ook worden hiermee belangrijke stappen gezet ter verbetering van de recreatieve gebruiksmogelijkheden.



Met betrekking tot de toekomstagenda Markermeer - IJmeer is deze visie nader beschreven in paragraaf 2.3. De Structuurvisie wordt naar verwachting in 2013 vastgesteld.

Beleidsnota IJsselmeergebied 2009 - 2015

Deze beleidsnota van 22 december 2009 is geschreven om te voorzien in een duidelijker kader voor het IJsselmeergebied. De nota beschrijft hoe het rijk de opgaven in het gebied wil aanpakken. Deze beleidsnota is onderdeel van het Nationaal Waterplan en dient in samenhang hiermee gelezen te worden.

Het kabinet streeft naar een samenhangende, anticiperende en integrale aanpak voor de waterveiligheid, die gericht is op het leggen van verbindingen met de andere opgaven voor een klimaatbestendige inrichting van Nederland (zoals natuur, landbouw, waterbeheer). Ook wil het kabinet ruimte scheppen om het IJsselmeergebied in ruimtelijke en ecologische zin verder te ontwikkelen.

Het rijk kiest ervoor om zowel het Markermeer als de Veluwerandmeren op termijn los te koppelen van het IJsselmeer. Dat betekent dat het waterpeil in Markermeer en Veluwerandmeren dan niet langer gekoppeld zal zijn aan dat van het IJsselmeer. In termen van veiligheid betekent dit dat de dijken rond het Markermeer-IJmeer vanwege de zeespiegelstijging niet verder hoeven worden verhoogd. Daarmee blijft ook de cultuurhistorische waarde van de vele stadjes en steden rond Markermeer en de Veluwerandmeren behouden.

Voor de ecologie heeft de ont koppeling vele voordelen. De zeer waardevolle ondiepe gebieden, met lokaal allerlei standplaatsgebonden ecologische waarden, blijven ondiep en dus behouden. Met de keuze voor ont koppelen wordt het bovendien eenvoudiger om het peilregime voor de lange termijn af te stemmen op het halen van ecologische doelen. Zo wordt overwogen om een seizoensgebonden peil in te voeren. De term seizoensgebonden peil refereert aan een peilbeheer, dat de ecologie ondersteunt en de robuuste ontwikkeling ervan stimuleert. In de praktijk betekent dit, dat met behulp van het peilbeheer een natuurlijk peilverloop wordt aangehouden met hoge peilen in het voorjaar en lage peilen aan het einde van de zomer.

In het Markermeer-IJmeer is de opgave om randvoorwaarden te scheppen voor een robuust ecosysteem, zodanig robuust dat het mogelijkheden biedt voor een intensivering van het ruimtegebruik. In het project 'Toekomstperspectief Markermeer-IJmeer', dat in het kader van Randstad Urgent wordt uitgevoerd, is de verdergaande ecologische ambitie voor het Markermeer beschreven.

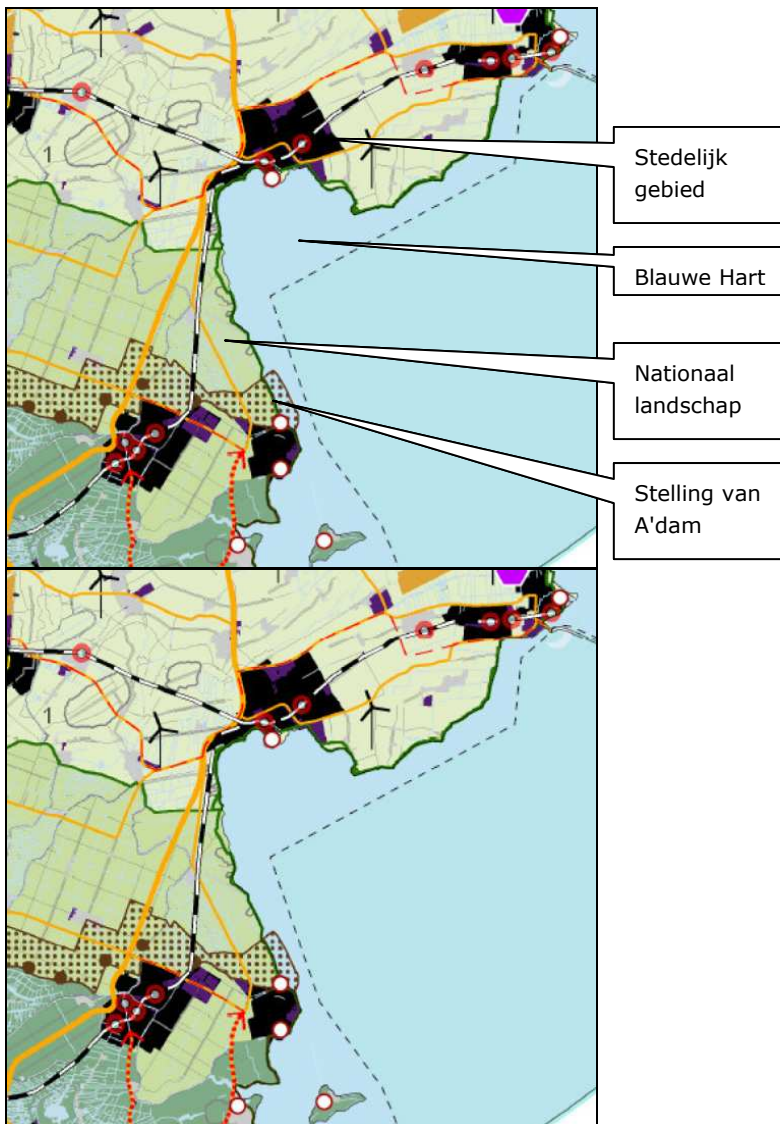
Er is daarnaast behoefte aan nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in het IJsselmeergebied. Het gaat om plannen voor wonen, werken, recreatievoorzieningen, infrastructuur en windenergie. Het rijk wil de ruimtelijke ontwikkeling van het IJsselmeergebied stimuleren en faciliteren. Dit betreft:

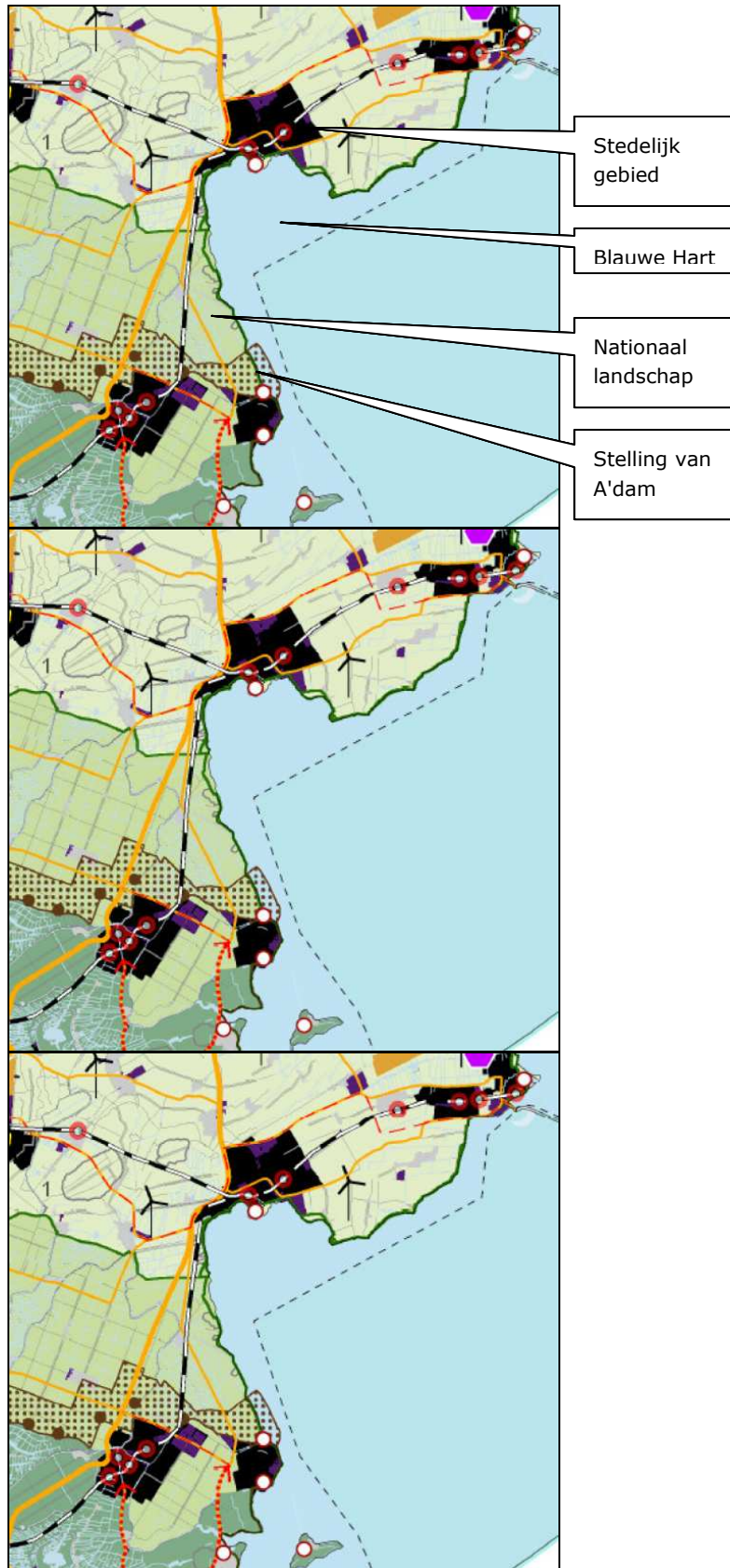
- het versterken van de concurrentiepositie van de Randstad door het realiseren van een kwalitatief hoogwaardige groei van de Noordvleugel van de Randstad;
- het ontwikkelen van nieuwe woonmilieus door het toestaan van hoogwaardige kleinschalige bebouwing in en aan het water in het gehele IJsselmeergebied;
- het verbeteren van het toeristisch recreatief product;
- het realiseren van een vitaal en duurzaam ecosysteem.

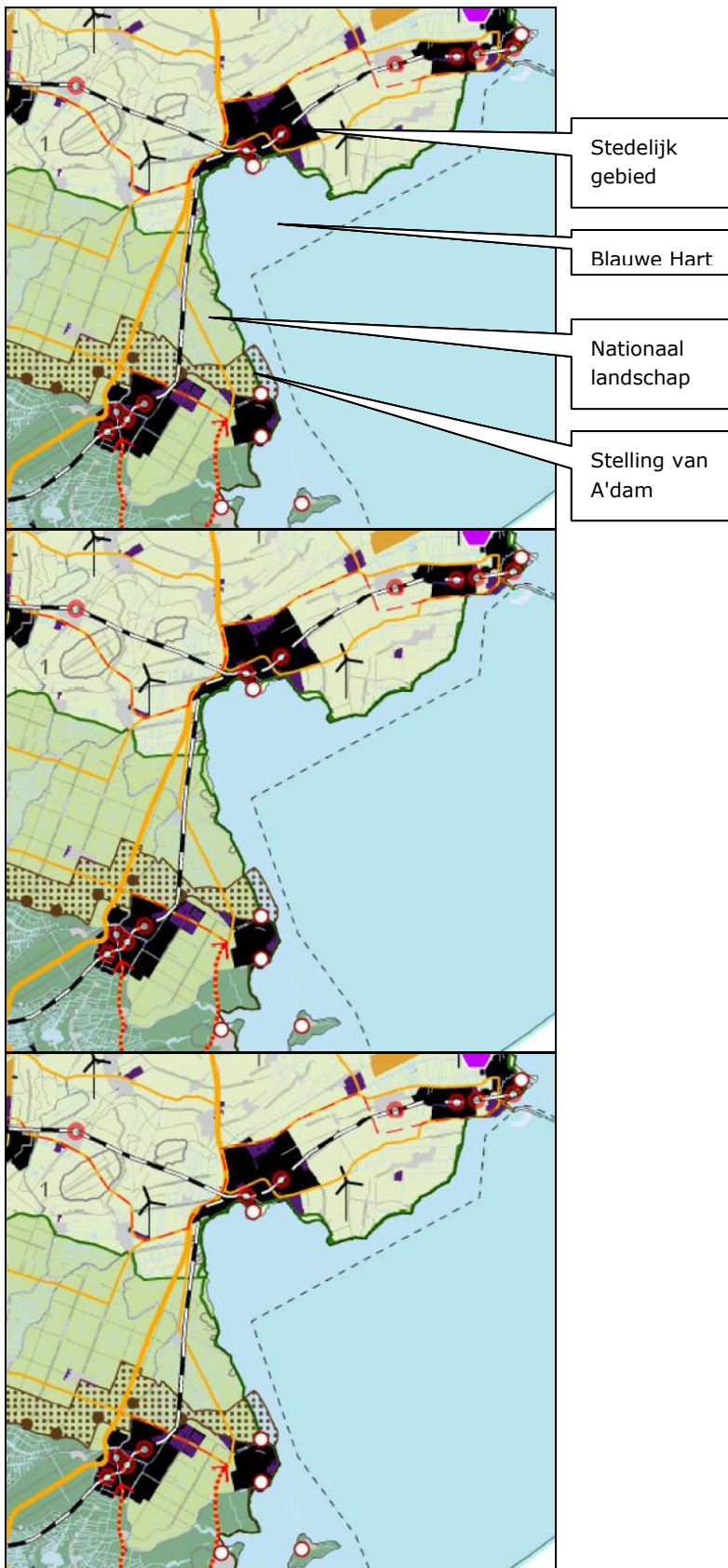
Provinciaal & regionaal beleid

Structuurvisie Noord-Holland 2040

Op 21 juni 2010 hebben de provinciale Staten van de provincie Noord-Holland de Structuurvisie Noord-Holland 2040 'kwaliteit door veelzijdigheid' vastgesteld. In de structuurvisie beschrijft de provincie hoe en op welke manier ze met ruimtelijke ambities omgaat en schets ze hoe de provincie er in 2040 uit moet komen te zien. In de Structuurvisie kaart van de provincie is het plangebied van het Hoornse Hop aangewezen als het 'Blauwe Hart' (zie figuur B9.1). Het beleid hiervoor betreft; behoud door ontwikkeling, behoud openheid en geen stedelijke ontwikkeling en realiseren toekomstbesteding ecologisch systeem (verbeteren ecologische kwaliteit). Verder is het gebied aangrenzend aan het Hoornse Hop aangewezen als Nationaal Landschap (Laag Holland en de Stelling van Amsterdam).







Figuur B9.1 Uitsnede Structuurvisie Kaart Noord-Holland 2040



In de Structuurvisie zijn zowel lopende als nieuwe projecten benoemd. Onder nieuwe projecten valt o.a. de integrale gebiedsontwikkeling van het blauwe Hart:

De Provincie Noord-Holland onderschrijft de lange termijn visie van het Ontwikkelingsperspectief (2008) en Toekomstbeeld Markermeer IJmeer (2009) van het samenwerkingsverband Toekomstagenda Markermeer IJmeer. Het Ontwikkelingsperspectief Markermeer IJmeer toont aan dat de ecologische achteruitgang kan worden gekeerd met een aanpak op systeemniveau. Het is nodig om grootschalige natuurmaatregelen te nemen en meer te doen dan het wettelijk minimum (de instandhoudingsdoelen Natura 2000). Ontwikkeld moeten worden heldere randen langs de Noord-Hollandse kust, een gradiënt van helder naar troebel water, land-water zones en versterkte ecologische relaties tussen binnendijkse en buitendijkse gebieden.

Hierbij horen de volgende maatregelen:

- beheersen van slibstromen en verluwingsmaatregelen bij de Hoornsche Hop;
- aanleg grootschalig oermoeras (locatie Houtribdijk nabij Lelystad);
- aanleg vooroever (locatie voor Lepelaarplassen bij Almere);
- seizoensgebonden peilbeheer;
- aanleggen van vispassages.

Op basis van de RAAM-brief (Rijksbesluiten Amsterdam Almere Markermeer) van het kabinet wordt begonnen met de voorbereiding van de realisatie van luwtemaatregelen bij het Hoornse Hop en het onderzoeken van de mogelijkheid om vooroevers op sommige plekken bij de dijkversterking van de Markermeerdijken tussen Hoorn en Amsterdam in te plannen.

Omgevingsplan Flevoland 2006-2015

In het Omgevingsplan is het integrale omgevingsbeleid voor de provincie Flevoland voor de periode 2006-2015 vastgelegd, met een doorkijk naar 2030. In het Omgevingsplan staat hoe de provincie de komende jaren wil groeien en op welke manier. Het belangrijkste doel van de provincie is het creëren van een goede woon-, werk- en leefomgeving in Flevoland.

In het plan staat opgenomen dat de provincie het van groot belang vindt dat Almere en Lelystad een aantrekkelijk waterfront kunnen ontwikkelen, in combinatie met de aanleg van verbindende infrastructuur. Dit kan alleen met respect voor de bestaande natuurgebieden. Markermeer en IJmeer hebben een potentieel hoge natuurwaarde, maar de kwaliteit van het gebied gaat momenteel achteruit. Daarom zijn inspanningen noodzakelijk om deze natuurgebieden te behouden en om ruimte voor andere ontwikkelingen mogelijk te maken. De provincie Flevoland wil het voortouw nemen door via regionale afstemming kansrijke combinaties te zoeken en potentiële spanningen weg te nemen.

Lokaal beleid

Ontwerp Structuurvisie Hoorn

Hoorn heeft sinds de jaren zeventig een forse bevolkingsgroei en woningbouwproductie gekend. De forse groei is definitief voorbij. Hoorn gaat een andere fase in: van groeikern naar volwassen stad. Deze verandering is de aanleiding om de stadsvisie uit 2005 te herzien in een structuurvisie. De ontwerpstructuurvisie van Hoorn heeft tot 25 april 2013 ter inzage gelegen.



ONDERNEMENDE STAD AAN HET BLAUWE HART



De gemeente heeft in de structuurvisie acht opgaven geformuleerd:

- Bouwen en transformeren voor de vergrijzing;
- Vasthouden van jonge gezinnen;
- Ontwikkelen van een aantrekkelijke stad in een complete regio;
- Bestaande woningvoorraad aantrekkelijk houden;
- Balans wonen en werken;
- Economie verbreden;
- Compleet pakket aan voorzieningen bieden;
- Branding en profilering van Hoorn verbeteren.

Hoorn is één van de historische (Zuiderzee)steden aan het blauwe hart van Nederland (IJmeer, Markermeer en IJsselmeer). De kwaliteit en waardering van dit blauwe hart wordt breed gedeeld. Van Lelystad, Almere, Amsterdam tot Hoorn, overal is een ontwikkeling naar het water zichtbaar. Alle steden zoeken de kustlijn op. Een kwalitatieve versterking van de gehele kustlijn en de stedelijke waterfronten is van bovenregionaal belang. Hier liggen kansen voor unieke woonmilieus, onderscheidende cultuurhistorische landschappen en prachtige recreatie- en natuurgebieden. Hoorn wil zich presenteren als aantrekkelijke stad aan het blauwe hart.

Hoorn wil haar unieke positie aan het blauwe hart versterken in samenhang met de ontwikkeling van het IJsselmeer en Markermeer. Dit kan bijdragen aan:

- een aantrekkelijke stedelijke kustontwikkeling met kansen voor recreatie & toerisme, leisure, strand, voorzieningen en bebouwing;
- een goede bereikbaarheid van hoorn over het water;
- natuurontwikkeling en de ecologische versterking van de kustzone en
- de waterveiligheid en -kwaliteit.

Strategische visie gemeente Zeevang

De visie heeft de titel 'Zeevang aan de horizon, koers op 2020'. In deze strategische visie zijn een drietal ontwikkelingsscenario's benoemd en in samenspraak met de inwoners beoordeeld. In de scenario's spelen de onderstaande kwaliteiten en knelpunten een rol:

- Open landschap, ruimte;
- Verenigingsleven;
- Kansen voor toerisme;
- Openbaar vervoer;
- Vergrijzing en ontgroening;
- Druk op voorzieningen;
- Verschuiving naar kennis-economie en stagnering arbeidsmarkt;
- Klimaatsverandering.



De oprukkende verstedelijking enerzijds en de rust en ruimte anderzijds maken een realistisch toekomstbeeld noodzakelijk. Het beleid kan rekenen op draagvlak binnen de bevolking. Geen conservatisme, maar realiteitszin. Tussen de vogelrichtlijnen en het oprukkende Purmerend staat Zeevang voor zijn eigen toekomst.

Wat betreft de waterrecreatie ziet de gemeente kansen om de recreatie die gericht is op het Markermeer verder te ontwikkelen.

2. Overige projecten

In de regio spelen nog diverse andere projecten. Onderstaand wordt hierop ingegaan.

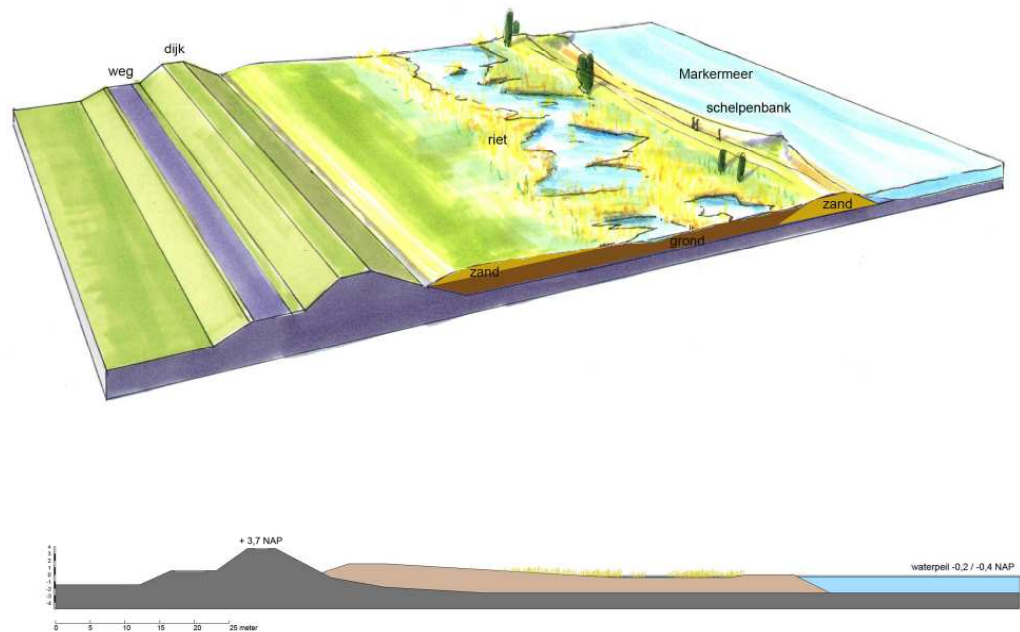
Dijkversterking Hoorn-Amsterdam

Een groot gedeelte van de dijken tussen Hoorn en Amsterdam is afgekeurd in verband met een te geringe stabiliteit van de waterkering. Het versterken van deze Markermeerdijken op een conventionele wijze blijkt vele malen duurder uit te vallen dan oorspronkelijk was voorzien.

Daarom is in 2009 gekeken naar alternatieve oplossingen waarbij het concept van de oeverdijk als mogelijk interessant alternatief naar voren is gekomen. De oeverdijk onderscheidt zich van een conventionele dijk doordat deze minder hoog is en een veel groter (buitendijks) oppervlak in beslag neemt waar ruimte wordt geboden aan dynamische (morfologische en ecologische) processen. In december 2010 is besloten dat de oeverdijk als extra alternatief wordt meegenomen in het lopende planproces (MER). In februari 2013 heeft het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) een voorkeursalternatief vastgesteld voor de dijkversterking. Daarin is voor ongeveer 1/3 van het traject Hoorn-Edam voorzien van een oeverdijk. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het Hoogheemraadschap hebben afgesproken om ook de mogelijkheden van synergie tussen waterveiligheid en ecologie te onderzoeken. Dit heeft in 2012 plaatsgevonden. Deltares heeft onderzocht of de aanleg van een luwtestructuur invloed kan hebben op de afmetingen van de oeverdijk met behoud van dezelfde veiligheidseisen [Deltares, 2012b]. Geconcludeerd is dat een afname van de golfhoogte zeer beperkte invloed heeft op de aanlegkosten van de oeverdijk omdat de basis van het huidige ontwerp van de oeverdijk nauwelijks gevoelig is voor verandering in de maatgevende golfbelasting. Omgekeerd kan een oeverdijk wellicht wel bijdragen aan de ecologische doelstellingen voor het Markermeer zoals heldere randen, gradiënten en heldere zones.

Daarnaast is afgesproken dat de koppelingsmogelijkheden (combinatie waterveiligheid en ecologie) en ruimtelijke afstemming tussen de dijkversterking en de luwte maatregelen onderzocht zullen worden. Hiervoor vindt afstemming plaats met het hoogheemraadschap.

Het voorkeursalternatief voor de dijkversterking tussen Hoorn en Amsterdam is op 12 februari 2013 vastgesteld door het dagelijks bestuur van het hoogheemraadschap. De dijken tussen Hoorn en Edam zijn opgedeeld in 12 dijkgedeelten, zogenaamde secties. Voor elke sectie is onderzocht op welke manier de dijk het beste versterkt kan worden. Dit is uitgewerkt in een voorkeursalternatief, dat is een combinatie geworden van binnenwaartse versterking, buitenwaartse asverschuiving, een combinatie variant (binnenwaartse versterking inclusief een aanpassing van het buitentalud en tot slot een oeverdijk. De volgende stap is de uitwerking van het voorkeursalternatief naar een projectplan. Hier wordt de omgeving ook bij betrokken. Het werk start in 2016; in 2021 moet de veiligheid op orde zijn.



figuur. Bovenaanzicht en dwarsprofiel van de oeverdijk.

Project Marker Wadden

Marken Wadden is een project van het rijk en Natuurmonumenten voor de aanleg van een moeras in het Markermeer en vormt één van de maatregelen die nodig zijn voor het versterken van het ecologische systeem in het Markermeer. Naast extra natuur voor mens en dier wordt de kwaliteit van het water verbeterd. Voor de aanleg van de eilanden wordt slib gebruikt dat met een innovatieve techniek opgezogen wordt van de bodem van het Markermeer. Zo wordt een deel van het slibvolume verwijderd dat zich nu in het meer bevindt. Het verwijderen van het slib alleen is echter niet voldoende om het meer helder te houden. Zonder organismen die de bodem vastleggen (mosselen of waterplanten) of een vermindering van de golfwerking door luwtestructuren zal de erosie van de bodem namelijk voortduren en zal het slibvolume weer toenemen.

Het eerste eiland komt vier kilometer ten zuiden van de Houtribdijk en eveneens op vier kilometer afstand van Lelystad (zie figuur B9.2). Na de aanleg van een ring in het water wordt er slib in gespoten. Na inklinking zal het eiland enkele decimeters boven het water uitsteken. De oppervlakte wordt 500 hectare. Over eveneens 500 hectare worden op de bodem slenken en geulen gecreëerd. Hier verzamelt zich door stroming ook slib. Dit eerste project van Marker Wadden slurpt een deel van het slib van het Markermeer op.



Figuur B9.2 Visualisatie Marker Wadden [Natuurmonumenten, 2012]

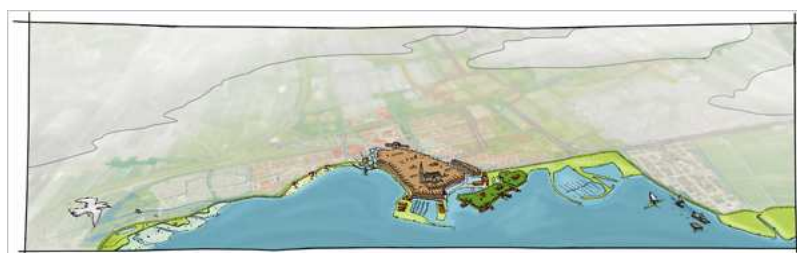
Het eiland wordt openbaar toegankelijk. Kort na de eerste fase wordt het tweede, kleinere eiland aangelegd. Mogelijk volgen nog meer eilanden, dat hangt af van natuurontwikkelingen en de financiën. De verwachting is dat de aanleg van het eerste eiland eind 2014 van start gaat.

Relatie Luwtemaatregelen Hoornse Hop en Marker Wadden

Om het water- en natuursysteem van het Markermeer robuuster en minder kwetsbaar te maken, volstaat alléén de Marker Wadden of alléén de Luwtemaatregelen niet. Het gaat om het gehele systeem én verbetering van dit systeem op meerdere plekken. Daarbij is één van de doelen van TBES heldere randen aan de Noord-Hollandse Kust. De luwtemaatregelen zijn hiervoor de meest geschikte maatregelen uit het TBES pakket. Het project Marker Wadden richt zich vooral op het beheersen van het grootschalige slibtransport en het vergroten van land-waterovergangen en levert aan de Noord-Hollandse kust geen extra luwte op. In de ontwerp-rijksstructuurvisie RRAAM zijn beide projecten opgenomen.

Programma Waterfront Hoorn

De ruimtelijke kwaliteitsversterking van de kust is één van de belangrijkste speerpunten uit de recente structuurvisie voor Hoorn. De (Zuiderzee)kust is het 'goud van Hoorn'. Als oude VOC-stad ligt Hoorn prachtig aan het IJsselmeer. Delen van de kust zijn buitengewoon mooi, andere delen kunnen een forse injectie gebruiken. Om de ambities waar te maken, is het Programma Waterfront gestart. Het plan wordt dit voorjaar door de gemeenteraad vastgesteld. In de startnotitie van het Programma Waterfront is aangegeven dat luwtemaatregelen in het Hoornse Hop, in de vorm van eilanden, kunnen bijdragen aan het recreatieve profiel van Hoorn. De vaarroutes van en naar Hoorn moeten echter gegarandeerd blijven.



Impressie Waterfront Hoorn (afbeelding BVR)

Figuur B9.3 Impressie Programma Waterfront Hoorn [BVR Adviseurs, 2013]

Bijlage 9 Constructies alternatieven

P/A
Postbus 40
4900AA Oosterhout
Tel: (0162) 48 70 00
Fax: (0162) 45 11 41
info@oranjewoud.nl



nummer 20130808-259817.01-Geo-04
datum zondag 13 oktober 2013
aan Perry Cornelissen, Daan Heineke
van Harmen van Meekeren
kopie Renier Koenraadt, Carlein Maka,
Alphons van Winden, Anne
Wijbenga, Menno Genseberger

project MIRT2-Verkenning Luwtmaatregelen Hoornse Hop
projectnummer 0259 817.04
fase Uitwerking alternatieven
betreft Constructies alternatieven

1. Inleiding

Op 15 december 2011 is in het bestuurlijk overleg RRAAM door Rijk (minister Schultz-Van Haegen) en regio het voornemen uitgesproken om te investeren in de luwtmaatregelen Hoornse Hop. Luwtstructuren leveren een positieve bijdrage aan het ecologisch systeem van het Markermeer-IJmeer door:

- lokaal de slibconcentraties in het water te beïnvloeden, waardoor (diepere) zones met helder water en zones met gradiënten van helder naar troebel water gerealiseerd kunnen worden.
- behoud van de natuur die zich in de laatste jaren op een positieve wijze heeft ontwikkeld langs de kust van Hoorn-Edam.

Afhankelijk van de ligging, de schaal en het ontwerp kunnen luwtmaatregelen in de Hoornse Hop ook een positieve bijdrage leveren aan het beïnvloeden van de slibstroming in het totale systeem van het Markermeer-IJmeer, waardoor ook op dat schaalniveau gradiënten ontstaan van helder water langs de Noord-Hollandse kust tot troebel water in het centrale deel van het Markermeer. Om de opwoeling en het transport van het slib tegen te gaan, wordt gedacht om de windgolven aan het wateroppervlak te dempen en de stroming te verhinderen.

Deze memo beschrijft kansrijke constructies waarmee de alternatieven uit de verkenning van luwtmaatregelen in het Hoornse Hop zijn op te bouwen. Waar nodig zijn deze nader gedimensioneerd op basis van indicatieve zettingsberekeningen en hydraulische berekeningen. Ook is gebruik gemaakt van de uitkomsten van twee brainstormsessies waarvoor ook experts van Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap Hllands Noorderkwartier en de gemeente Amsterdam waren uitgenodigd.

2. Verkenning mogelijke constructies

Tijdens een brainstormsessie met experts van het consortium, Rijkswaterstaat en het ingenieursbureau van de gemeente Amsterdam op 24 juni 2013 zijn diverse constructies (zie tabel 1) als mogelijke luwtstructuur naar voren gekomen. De resultaten van de sessie zijn meegenomen in de voorliggende memo. Ook is gebruik gemaakt van eerdere, voor het Markermeer uitgevoerde onderzoeken [Lit. 16 t/m [Lit. 20].

tabel 1: Verkende constructies of constructie onderdelen luwtemaatregelen Hoornse Hop.

Type	uitvoering	materiaal / vulling	voordeel	nadeel	maatregel
Schermen					
1	drijvend, verankerd aan de bodem ('staand want')	geotextiel, water, zand	eenvoudig, relatief goedkoop, ijs schuift er overheen	geen ervaring, onderhoudsgevoelig	
2	staand tussen palen	geotextiel+staal	relatief goedkoop	onderhoudsgevoelig, gevoelig voor ijsgang	onderhoud, 'ijsbrekers'
3	damwand	staal	eenvoudig	duur, gevoelig voor ijsgang	schoren, 'ijsbrekers'
Dammen					
4	Schanskorf 1x1 m	steen	eenvoudige elementen	lastig bouwen in diepwater	
5	Janbags 5 x 5 m	schoon sloop puin	robuust, snelle uitvoering, geen verliezen	compenseren van zettingen door toepassen tuimelkade	overhoogte bij aanleg
6a	geotubes $\varnothing \leq 5,40\text{m}$	zand	weinig verliezen	compenseren van zettingen lastig	overhoogte bij aanleg
6b		slib	goedkoop vulmateriaal	lastig vullen onderwater	-
				forse klink	meerdere keren vullen
7	zanddam	zand + talud verdediging	eenvoudig, zettingscompensatie simpel	gevoelig voor kruierend ijs	onderhoud
8	breukstenen dam	breuksteen	eenvoudig, zettingscompensatie simpel	relatief duur, gevoelig voor kruierend ijs	onderhoud

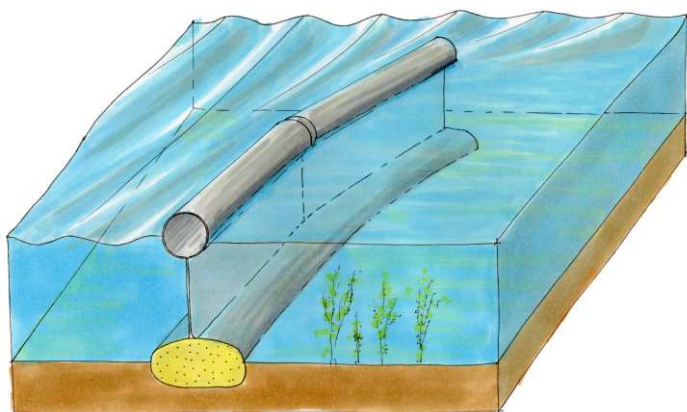
1.1 Drijvende constructies

Het meest ideale is, wanneer je water met water kunt keren. Het voordeel hiervan is dat de belasting op de bodem verwaarloosbaar is zodat er geen zettingen optreden die gecompenseerd moeten worden om het effect van golfdemping te garanderen. Als voorbeeld wordt genoemd de Balgstuw bij Rampspol. Een oplossing in deze trant is een grote slang die gevuld met water en verankerd wordt aan de bodem.

Een variant hierop is een constructie verdeeld in drieën: een drijflichaam, een verankeringslichaam en een element die beide stroomdicht aan elkaar koppelt. Dit kan door als drijflichaam een HDPE-buis te nemen, die redelijk vandalisme bestendig is (dikke wand). Als verankeringslichaam wordt gedacht aan een geotube gevuld met zand. De verbinding tussen beide lichamen kan bestaan uit een geotextiel, dus geen grid.

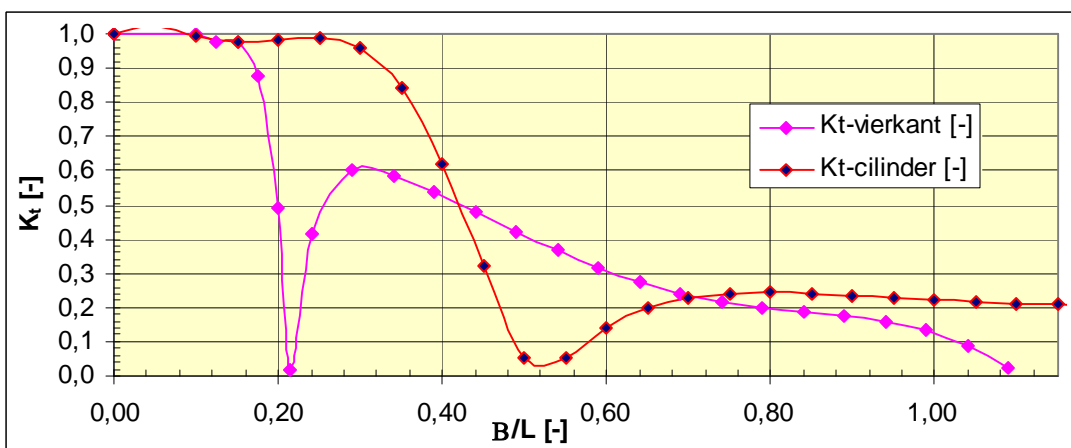
In figuur 1 is zo'n drijvende constructie weergegeven. De drijver bestaat uit polystyreen blokken die bijeen gehouden worden door een geotextiel. Dit geotextiel wordt verbonden met de geotube. De drijver (ca. 1,5 x 1,5 m) is zo gepositioneerd dat bij passeren van het golfdal van de significante golf ($H_s = 0,70\text{ m}$), deze nog voor $\frac{1}{4}H_s$

ondergedompeld blijft. Wanneer wordt uitgegaan van het winterpeil NAP-0,40 m dan treft de golftop de drijver ongeveer 0,20 m onder het horizontale punt. Indien het peil tot NAP gestuwd is, dan treft de golftop de drijver ongeveer 0,20 m boven het horizontale punt. Echter de massa van de drijver (polystyreen) is dermate laag, dat deze te snel met de golven mee kan bewegen zodat er weinig golfdemping wordt bereikt.



figuur 1:
 Schematische weergave drijvende luwtemaatregel

Met drijvende constructies bestaat beperkte praktijkervaring. Ook is niet duidelijk hoe effectief deze maatregel is voor het verbeteren van het doorzicht aan de luwe zijde van de constructie. Gezocht is naar informatie over de golfdempende eigenschappen van drijvende constructies. In 'Golfdempende constructies; deel 3: Literatuurstudie' [Lit. 1] wordt in paragraaf 3.3 iets geschreven over horizontale cilinders die door middel van ankers op hun plaats worden gehouden. De globale relatie tussen de golftransmissie en de verhouding B/L (breedte van de cilinder/ golflengte) is weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** voor genoemde cilindervormen. Het blijkt dat wanneer de breedte van de cilinders groter is dan 70% van de golflengte, de demping (>75%) van de cilinders vergelijkbaar is met die met een vierkante doorsnede. De golflengte varieert in het Hoornse Hop van $L=5-25$ m. Dat betekent wanneer de cilinders $B=2$ m breed zijn, de demping van 75% alleen bereikt wordt bij kleine golflengten $L<5$ m. Een ander markant punt in de grafiek van de vierkante cilinders treedt op bij $B/L=0,22$. Links daarvan is de demping verwaarloosbaar terwijl rechts daarvan de demping varieert van 40-80%.

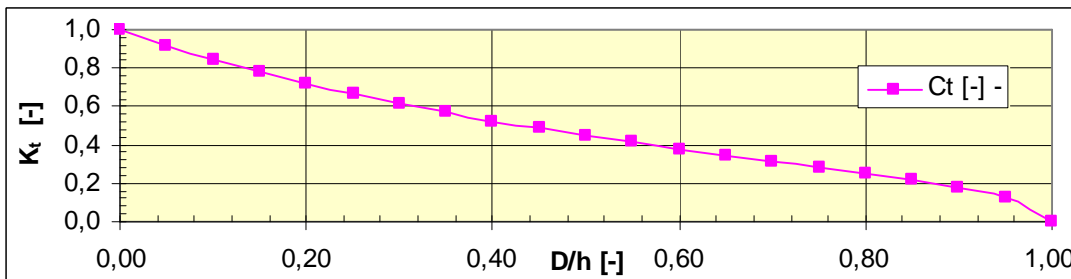


figuur 2: Transmissiecoëfficiënten van ronde en rechthoekige drijvers [Lit. 1; §3.3 Horizontale cilinders].

Gezien de bovengenoemde onzekerheden zijn drijvende constructies in de verkenning buiten beschouwing gelaten. Mochten dammen de voorkeur verdienen boven eilanden, dan kunnen dit soort flexibele constructies in de aanloop naar een te nemen projectbesluit nader worden afgewogen tegen starre constructies.

1.2 Staande constructies met palen

Een tweede oplossing is het toepassen van een verticaal geotextiel gespannen tussen palen. Deze oplossing vertoont de meeste overeenkomst met een verticale plaat die tot zekere diepte onder het wateroppervlak steekt zie [Lit. 1; §2.3 Vaste verticale of Schuine platen]. De demping is nihil wanneer het geotextiel teveel met de golven kan meebewegen. Wanneer het strak gespannen blijft, dan heeft het wel dempende eigenschappen, maar dan moet het geotextiel golfkrachten kunnen weerstaan. In figuur 3 is de transmissiecoëfficiënt van een vaste verticale plaat weergegeven als functie van de verhouding D/h (=diepte van het verticale scherm/waterdiepte).



figuur 3: Transmissiecoëfficiënten van een vaste verticale plaat [Lit. 1; §2.3].

Een dergelijke constructie is gevoelig voor kruidend ijs. Schade kan beperkt worden door het toepassen van ijsbrekers (figuur 4). Dit zijn schuin oplopende stalen liggers die steunen op palen. Wanneer het ijs kruit loopt het over de stalen liggers, breekt het en verliest het zijn vernietigende werking.



figuur 4: 'Ijsbrekers' langs de zuidoever van Marken t.h.v. de Witte werf.

Deze constructie is niet verder verkend vanwege het feit dat er geen ervaringen bekend zijn met deze constructie wat betreft golfdemping.

1.3 Damwand

De derde mogelijke oplossing is een stalen damwand. Een damwand is prima instaat om de gewenste golfdemping te realiseren. Een AZ 18-700 damwand van $L=21$ m verplaatst onder de belasting van de significante golf van $H_s=0,70$ m ongeveer 0,15 m. Aangezien de golfperiode $T_s=2$ à 4 seconden bedraagt, verplaats de stalen damwand dus per golfperiode ongeveer 0,30 m. De vervormingen kunnen worden beperkt door de damwand te schoren en te voorzien van een gording. Daarnaast is een damwand constructie gevoelig voor kruidend ijs. Ook hierbij kan de schade beperkt worden door het toepassen van ijsbrekers (figuur 4). Echter de totale kosten worden dermate hoog ingeschat, dat ook deze constructie niet verder wordt uitgewerkt. Daarnaast blijken de bevolking en de varenden op het Markermeer er veel weerstand tegen te hebben, omdat men het niet mooi vindt en vanmeming is dat het gevaarlijk is voor schepen.

1.4 Schanskorven

Een vierde oplossing is een dam opgebouwd uit schanskorven. Deze schanskorven hebben afmetingen van $1 \times 1 \times 4$ m en worden gevuld met een grove steensortering. De schanskorven worden boven water gevuld, op de wal of aan boord van een schip. Vervolgens moeten deze op de bodem van het meer of op andere korven worden geplaatst. Het onder water plaatsen van de korven in een aaneensluitend verband is lastig en maakt het noodzakelijk dat duikers assisteren. Het goed aaneensluiten van de korven is noodzakelijk omdat anders de golfdemping circa 10–15% kleiner wordt. Deze dam van schanskorven is eveneens gevoelig voor kruidend ijs. De kans bestaat dat de bovenste korven door het kruinende ijs worden weggeschoven. Ook hierbij kan de schade beperkt worden door het toepassen van ijsbrekers (figuur 4). Echter de totale kosten worden dermate hoog ingeschat, dat ook deze constructie niet verder wordt uitgewerkt.

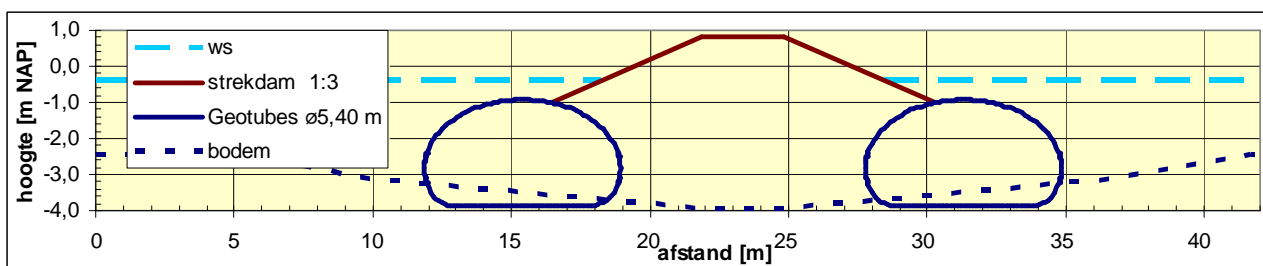
1.5 Jan-bags

Een vijfde oplossing is een dam opgebouwd met jan-bags. Dit zijn geocontainers die aan de bovenkant open zijn en na vullen worden dichtgenaaid. Deze jan-bags hebben een doorsnede van 5×5 m en worden op de definitieve locatie gevuld met zand, schoon (ongebroken) puin of klei. Tijdens het vullen wordt de jan-bag horizontaal gesteund door een hulp constructie om horizontale vervormingen te voorkomen. De jan-bags worden met een 'kop erop' gevuld. Vervolgens wordt het geotextiel er strak overheen getrokken en worden de twee einden aan elkaar genaaid. Naarmate het vulmateriaal een grotere hoek van inwendige wrijving bezit, zal de jan-bag minder vervormen. Wanneer in de jan-bags 'compartimenteringsschotten' van geotextiel worden genaaid, zoals in schanskorven gebruikelijk is, dan is de horizontale vervorming minimaal. Wanneer jan-bags als zelfstandige constructie worden toegepast dan worden ze afgewerkt met breuksteen. Om te voorkomen dat de breukstenen van de jan-bags afrollen, worden er bovenop de jan-bags langswiepen aangebracht. Deze constructie is eveneens gevoelig voor kruidend ijs en dient dan ook jaarlijks geïnspecteerd te worden en zo nodig onderhouden door het bijstorten van breuksteen. De zwaarte van de breuksteen is gelijk aan de zwaarte zoals berekend is bij de zand- en breuksteendammen, (zie bijlage 3). De jan-bags kunnen ook als 'goedkope vulling' worden gebruikt in breuksteendammen. Het is dan een variant van de geotubes (zie figuur 6) met dit voordeel dat niet allen zand als vulmateriaal kan worden toegepast maar ook klei, puin o.i.d.

1.6 Geotubes

Geotubes zijn gevoelig voor kruidend ijs en vandalisme. Om dit tegen te gaan moeten ze worden afgedekt met een beschermlaag, bijvoorbeeld breuksteen. Geotubes kunnen echter uitstekend dienst doen als hulpconstructie (spuitkaden) of als opvulling van de kern van een dam. De geotubes kunnen gevuld worden met slib of zand. Wanneer het vullen van de tubes geschiedt met een fijne fractie dan is de kans groot dat de tubes 'dichtslaan' en niet meer draineren tijdens het hydraulisch vullen. Veelal wordt bij vulling met slib een flocculant toegepast om het sedimentatieproces te versnellen.

In deze verkenning worden geotubes niet zelfstandig beschouwd, echter wel in combinatie met een zanddam of dam opgebouwd uit breuksteen. De ervaringen met het constructief toepassen van onder water met slib gevulde tubes, zijn beperkt. Daarom wordt er in het navolgende van uitgegaan dat de tubes met zand worden gevuld.



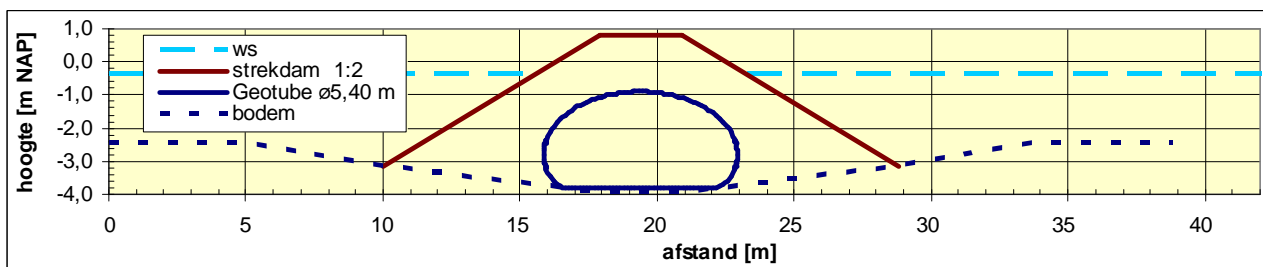
figuur 5: Geotubes als 'spuitkade' voor een zanddam.

1.7 Zanddam

Een zanddam kan worden opgezet onder een talud van 1 : 3 wanneer deze naderhand wordt verdedigd door een kraagstuk met breuksteen. In figuur 5 is een zanddam afgebeeld waarbij geotubes als perskade zijn gebruikt. Het voordeel van een dergelijke oplossing is, dat het zandlichaam is opgesloten door de geotubes waardoor de zandwippen nabij de teen van de kade niet behoeven te worden aangebracht. Daarnaast kan de bekleding eindigen op de geotubes en als het ware een plasberm vormen waarop de golven deels breken. De geotubes zullen in de bestaande meerbodem zakken en daardoor weerstand opbouwen tegen verschuiven. Deze constructie is eveneens gevoelig voor kruidend ijs en dient dan ook jaarlijks geïnspecteerd te worden en zo nodig onderhouden door het bijstorten van breuksteen.

1.8 Breuksteen dam

In verband de slappe ondergrond wordt op de bodem een zinkstuk aangebracht. Op het zinkstuk wordt breuksteen gestort tot de vereiste hoogte. Als taludhelling kan 1 : 2 of flauwer worden aangehouden.



figuur 6: Geotubes als kernvulling in een breukstenen dam.

De kern van de breukstenen dam kan worden opgevuld met geotubes. De geotubes worden gevuld met zand. Ook een breukstenen dam is gevoelig voor kruidend ijs en dient dan ook jaarlijks geïnspecteerd te worden en zo nodig onderhouden door het bijstorten van breuksteen.

1.9 Overige constructies

In eerdere onderzoeken zijn ook andere oplossingen aangedragen als luwtestructuur (zie [Lit. 16, [Lit. 17, [Lit. 20]). Een tweetal zijn interessant, omdat zij uitgaan van een tijdelijke/mobiele constructie die op meerdere plaatsen kan worden ingezet.

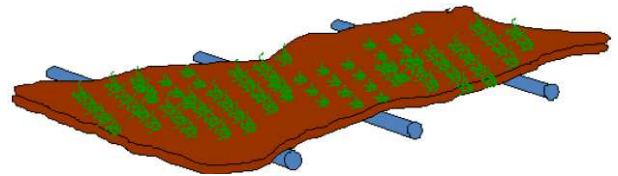
De eerste betreft de *Veenmat* [Lit. 17; blz. 32/92] die door het Consortium Kransmeer naar voren is gebracht. De veenmat is een matconstructie van geotextiel gevuld met veen (zie figuur 7). Doordat veen lichter is dan water, blijft de mat in eerste instantie drijven. Op termijn is het veen verzadigd van water en zinkt of zweeft de mat. Om dit te voorkomen, worden er drijvers aangebracht in de vorm van kunststofbuizen (zie figuur 8).

Het consortium verwacht dat de drijvende veenmatten wind vangen en dat daardoor de golfslag achter de matten



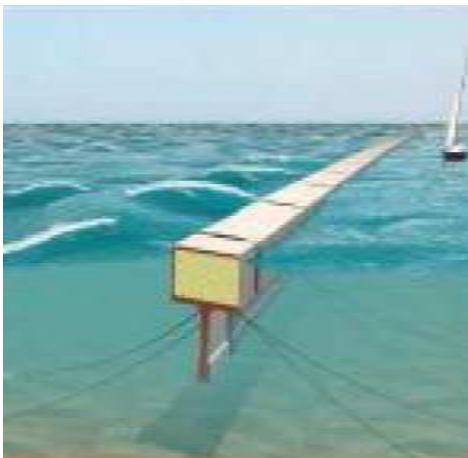
figuur 7: Veenmat met drijvers [Lit. 17]

vermindert. Uit de literatuurstudie van Van der Linden [Lit. 1; zie blz. 103–105] blijkt dat de golfdempende werking van dunne matten sterk uiteen kan lopen. Deze constructie is interessant in verband met de mobiliteit, maar gezien de onzekerheid in golfdempende eigenschappen is daar meer onderzoek naar nodig. Daarom wordt deze constructie in deze memo niet uitgewerkt.



figuur 8: Veenmat, (overgenomen uit [Lit. 17]).

In de 'Factsheet Slib A Geleidingsstructuren' van de NMIJ SA [Lit. 20, blz. 8] worden *geleidingsstructuren* aangedragen om de slibstromen te sturen. De slibschermen kunnen eventueel gecombineerd worden met drijvende caissons (zie figuur 9). Door de beperkte breedte van de caissons en hoogte boven het waterpeil, is de golfdempende werking beperkt. Deze kan worden verbeterd door meerdere constructies achter elkaar aan te brengen. Om de golven optimaal te kunnen dempen, moet de ruimte tussen de caissons afgestemd zijn op de heersende golfenlengte. Dit maakt de constructie duur en is daarom niet verder uitgewerkt in deze memo.



figuur 9: Drijvend caisson met daaronder een slibscherm (overgenomen uit [Lit. 20, blz. 8]).

1.10 Conclusies

Van de beschreven constructies is een globale afweging gemaakt op haalbaarheid. Daarbij is beoordeeld op:

- ervaring t.a.v. aanlegkosten → laag (+) of hoog (-)
- ervaring t.a.v. uitvoering → veel (+) of weinig (-)
- ervaring t.a.v. golfdemping door de constructie → goed (+) of slecht (-)
- benodigd onderhoud t.g.v. ijsgang → weinig (+) of veel (-)
- benodigd onderhoud t.g.v. vandalisme → weinig (+) of veel (-)
- kosten om het onderhoud uit te voeren → laag (+) of hoog (-)

Alle criteria zijn even zwaar gewogen.

Wanneer dan de rangorde wordt bepaald dan blijken zand- en breuksteendammen als meest kansrijke naar voren komen. Dit is ook het geval wanneer de beoordeling van 'ijsgang' en 'vandalisme' niet worden meegeteld. Jan-bags en Geotubes kunnen ook kansrijk zijn, maar gezien de beperkingen bij grote waterdiepten en de gevoeligheid voor vandalisme zijn deze constructies verder buiten beschouwing gelaten.

tabel 2: Beoordeling van de verschillende constructies om kansrijk te zijn.

nr constructie	vulmateriaal	ervaring			onderhoud			Rang-orde	
		kosten	uitvoering	golfdemping	ijsgang	vandalisme	kosten		
1	Drijvende golfdemper	polystyreen	?	0	---	0	---	0	15
2	staande constructie met palen	geotextiel	--	0	---	0	++	---	17
3	Damwand	damplanken	---	+++	+++	0	+++	---	12
3	Schanskorven	breuksteen	--	0	++	-	++	-	14
4	Jan-bags	puin	+	++	+++	--	--	+	4
		zand	+	++	+++	--	--	+	4
		klei	+	++	+++	--	--	+	4
5	Geotubes	zand	+	++	+++	--	--	+	4
		slib	+	-	+++	--	--	+	11
6	Zanddam	zand	0	+++	+++	-	0	++	2
		jan-bags	+	++	+++	-	0	++	2
		geotubes	+	+++	+++	-	0	++	1
7	Breuksteendam	breuksteen	--	+++	++	-	0	++	10
		jan-bags	-	++	+++	-	0	++	9
		geotubes	-	+++	+++	-	0	++	4
8	Veenmat	veen	?	0	--	--	---	-	15
9	Drijvend caisson	polystyreen	?	0	?	--	0	0	12

2. Toepassing in de alternatieven voor Hoornse Hop

2.1 Alternatieven Hoornse Hop

Tijdens de verkenning worden drie alternatieven onderzocht. Daarbij is zoveel mogelijk gevarieerd in ligging, vorm, afwerking, beoogd effect en verwacht draagvlak. Voor schetsen van de alternatieven wordt verwezen naar bijlage 1.

Het alternatief '*Dammen West*' is gebaseerd op een serie van dammen voor de kust. Het alternatief bestaat uit twee dammen van 1,8 km voorzien voor de kust tussen Warder en Edam en een eiland ten noorden van Schardam. De dammen zijn gepositioneerd op ongeveer 2 km uit de kust. De precieze vorm van de dammen wordt nog geoptimaliseerd op basis van verwacht morfologisch effect. Het eiland is ongeveer 2 km lang en ligt minimaal 1,5 km uit de kust. Dit alternatief kan ecologische synergie opleveren met de aanleg van een oeverdijk langs de Noord-Hollandse kust door het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. In de verkenning wordt dit nader onderzocht.

Het alternatief '*Eiland Centraal*' bestaat uit een eiland centraal gelegen in de baai van het Hoornse Hop. Het eiland heeft een gebogen vorm, waarin de kromming van de kustlijn terug te vinden is. De lengte is ongeveer 3 km. Het eiland ligt op 1,8 km afstand van de meest uitstekende punt van de dijk voorbij Schellinkhout. De afstand tot Hoorn en tot Warder is 3,5 km, waarmee het eiland vanuit daar zo goed als onzichtbaar is.

Het alternatief '*Archipel Oost*' bestaat uit een groep van zeven eilanden van verschillende vorm en formaat aan de oostkant van het zoekgebied. De eilanden liggen zo gerangschikt dat slibrijke stromingen die vanaf windkracht 5 in het Markermeer ontstaan, het plangebied niet kunnen bereiken. Tevens zorgen ze ervoor dat de wind vanuit verschillende richtingen op de eilanden wordt gebroken, waardoor er een luw gebied in het Markermeer zelf ontstaat. De archipel is in totaal 5 km lang.

2.2 Bescherming tegen weersinvloeden

Dammen en eilanden zijn door weersomstandigheden onderhevig aan golven, stroming, wind, regen, ijsgang. Om een bepaalde levensduur te kunnen garanderen, dienen de luwtestructuren daarom te worden verdedigd. Dit kan door de constructie zodanig óver te dimensioneren dat de dynamiek als gevolg van weersinvloeden kan worden doorstaan. Bescherming tegen een specifiek mechanisme wordt veel in de waterbouw toegepast. Zo wordt een stalen damwand tegen corrosie gecoat of kathodisch beschermd. En worden oevers beschermd tegen golfaanval en stroming door de toplaag in zwaardere elementen, zoals breuksteen of basalt, uit te voeren. Een constructie kan tegen ijsgang worden beschermd door ijsbrekers (zie figuur 4) vóór de constructie aan te brengen of een flauw talud te hanteren waartegen het ijs kan oplopen. Bij dit laatste zal altijd schade aan het talud ontstaan, hetgeen in het eerst volgende voorjaar moet worden gerepareerd en resulteert in beheerkosten. In geval van eilanden valt te overwegen om geen bescherming aan te brengen, maar om te accepteren dat de eilanden zullen veranderen van plek en/of vorm. Voor de luwte is dat geen enkel probleem op voorwaarde dat de golven voldoende gedempt blijven. En de eilanden hoeven, in tegenstelling tot bijvoorbeeld dijken, niet voor de eeuwigheid te blijven liggen op dezelfde plek. Voor de ecologie is het zelfs een pre als vervorming en verplaatsing mogelijk is. Eilanden met natuurlijke dynamiek als gevolg van golven, stroming en wind bieden meer verschillende habitats voor verschillende soorten. Ijsgang of heftige stormen vergroten de dynamiek. Onderhoud zal zich bij deze oplossing beperken tot grootschalig onderhoud (1x per 5 of 10 jaar) om te voorkomen dat de eilanden geheel onder water verdwijnen omdat er geen of onvoldoende aanvoer van zand is.

Kanttekening is wel dat wanneer gekozen wordt voor een voorkeursalternatief met zandige oevers, nader onderzocht moet worden hoe groot de dynamiek van erosie en sedimentatie werkelijk zal zijn. Het lijkt wenselijk om de dynamiek op lokaal niveau de ruimte te geven, zodat er een grote variatie aan habitats ontstaat. Maar dat neemt niet weg dat een landschapecologische analyse nodig is om te bepalen in hoeverre deze habitats een kans krijgen en in hoeverre vegetatie oevers (en daarmee eilanden) duurzaam in stand kan houden. Het instandhouden van onbegroeide oevers door het 5 a 10 jaarlijks bijstorten van zand is immers een kostbare aangelegenheid.

2.3 Bekleding dammen en eilanden

In bijlage 3 is bepaald hoe taluds van dammen en eilanden bekleed kunnen worden. Daarbij is een drietal taluds en een zestal herhalingstijden (=T_r) onderzocht. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3. Het blijkt dat er forse hoeveelheden breuksteen nodig zijn om het talud te verdedigen.

optie nr.	diepte m	T _r jaar	talud helling	H _s m	D _{n50, ber} m	breuksteen sortering		laagdikte 1,8*D _{n50}	massa kg/m ²
						D _{n50}	kg		
1	3,00	0,2	1 : 2	0,67	0,29	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
2		1		0,76	0,32	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
3		10		0,87	0,37	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
4		25		0,92	0,40	0,40-0,45	60-300	0,76	1,279
5		50		0,95	0,41	0,40-0,45	60-300	0,76	1,279
6		100		0,98	0,42	0,40-0,45	60-300	0,76	1,279
7	3,00	0,2	1 : 2½	0,67	0,26	0,22-0,26	10-60	0,43	726
8		1		0,76	0,29	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
9		10		0,87	0,33	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
10		25		0,92	0,35	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
11		50		0,95	0,37	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
12		100		0,98	0,38	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
13	3,00	0,2	1 : 3	0,67	0,23	0,22-0,26	10-60	0,43	726
14		1		0,76	0,27	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
15		10		0,87	0,31	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
16		25		0,92	0,32	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
17		50		0,95	0,33	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099
18		100		0,98	0,35	0,34-0,39	40-200	0,65	1,099

tabel 3: Breuksteen op de oostelijke en zuidelijke taluds van de luwtestructuren (stormen T_r= 1-100 jaar).

2.4 Kruinhoogte dammen en eilanden

De kruinhoogte is afhankelijk van het meerpeil (zomer- of winterpeil), de opwaaiing, de optredende golf, de mate waarin deze door de constructie gedempt moet worden, de taludhelling en de ruwheid van het taludoppervlak. Wat betreft de golfhoogte is uitgegaan van een herhalingstijd van T_r= 1-2 jaar. De golf moet meer dan 95% gedempt worden, hetgeen vertaald is naar een toelaatbaar overslagdebiet van q = 1 l/m/s. Daarnaast is met de taludhelling gevarieerd tussen 1:2 en 1:3. Het eerste kan alleen gerealiseerd worden in breuksteen terwijl het 1:3 talud maakbaar is met zand. Daarbij moet bedacht worden dat er bij onrustig weer afslag tijdens de aanleg zal plaatsvinden van de niet verdedigde delen.

Door geotubes als 'spuitkaden' te gebruiken wordt het zandverlies aanmerkelijk beperkt (zie figuur 5). In bijlage 4 is daarvan een uitwerking gemaakt voor één grote tube met een diameter van $\varnothing 5,4$ m en één voor drie gestapelde tubes met een diameter van $\varnothing 4,25$ m (zie figuur 23).

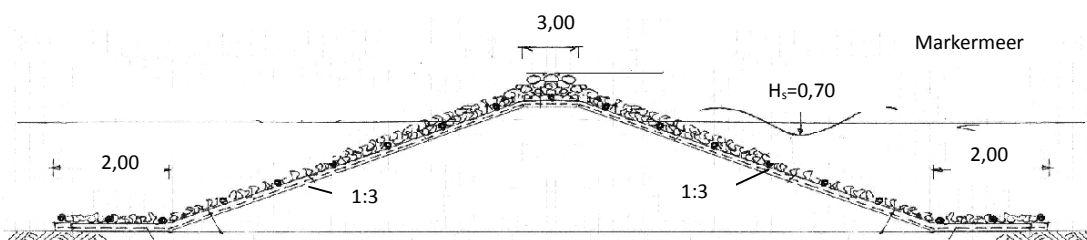
$H_s =$	0,70 m		0,80 m		eenheid
$T_s =$	3,2 s		3,6 s		
talud	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	
stilwater peil	-0,06				m NAP
bodemniveau	-3,00				m NAP
zetting	1,50				m
kruinbreedte	3,00				m
kruinhoogte bij					
$q = 1,0$ l/m/s	1,00	0,85	1,20	1,00	m
$K_t =$	0,07	0	0	0	-
kruinniveau	0,94	0,79	1,14	0,94	m NAP
bruto hoogte	5,44	5,29	5,64	5,44	m
A =	75,5	99,8	80,5	105,1	m ² /m
kruinhoogte bij					
$K_t = 0,05$	1,03	0,69	0,99	0,83	m
$q =$	0,8	2,7	2,6	2,8	l/m/s
kruinniveau	0,97	0,63	0,93	0,77	m NAP
bruto hoogte	5,47	5,13	5,43	5,27	m
A =	76,3	94,3	75,3	99,1	m ² /m

tabel 4: Bepaling van de kruinhoogte bij golven die optreden bij $T_r = 1$ en 2 jaar.

Bij een steiler talud steekt de strekdam iets hoger boven het water uit dan bij een flauwer talud. Daardoor is de kans groter op schade aan de strekdam door kruierend ijs en moet in het onderhoudsbudget rekening worden gehouden met incidenteel onderhoud (bij storten van breuksteen).

2.5 Dammen (alternatief 1)

De constructie van de strekdam bestaat uit een zandkern met daarop een kraagstuk en steenbestorting, ziet er als volgt uit (zie figuur 10). Een alternatief met geotubes als spuitkaden is in figuur 5 weergegeven.



figuur 10: Principe doorsnede van de strekdam met zandkern.

Afwerking taluds

In het geval de constructie wordt uitgevoerd met taluds van 1:3 en een $H_{s;T=1jr} = 0,70$ m resulteert dit in een steensortering van 10-60 kg/m². De toe te passen laagdikte van dit materiaal bedraagt 0,43 m (=730 kg/m² bij een $\rho_s = 2.600$ kg/m³). Om uitspoeling van de bodem te voorkomen, wordt een kraagstuk toegepast dat 2 m doorloopt op de bodem van het meer (zie figuur 10).

onderdeel	T _r = 1 jaar		T _r = 2 jaar		eenheid
H _s =	0,70		0,80		m
T _s =	3,2		3,6		s
waterdiepte	3,00				m
zetting	1,50				m
kruinbreedte	3,00				m
talud 1 :	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	-
B _{teenslab} =	0,00	2,00	0,00	2	m
H _{kruin} =	0,94	0,79	1,14	0,94	m NAP
H _{Netto} =	3,94	3,79	4,14	3,94	-
H _{Bruto} =	5,44	5,29	5,64	5,44	m
A _{kernlichaam} =	75,5	99,8	80,5	105,1	m ² /m
B _{kraagstuk} =	-	40,46	-	41,41	m
Breuksteen					
sortering	40-200 kg	10-60 kg	40-200 kg	40-200 kg	-
laagdikte	0,65	0,43	0,65	0,65	m
massa	-	730	-	1.105	kg/m ²
hoeveelheid	128	30	136	46	ton/m

H_{netto} = netto hoogte van de kade: Kruinhoogte minus bodemhoogte

H_{bruto} = H_{netto} + zetting van de ondergrond

tabel 5: Strekdamvarianten bij twee taluds en twee herhalingstijden

De grootte van het kernlichaam is afhankelijk van de taluds die worden toegepast. Met het oog op hoeveelheden en kosten is het wenselijk om steile taluds toe te passen. Wanneer echter het talud steiler wordt, is een grovere steensortering benodigd. Daarnaast is het opzetten van een talud onderwater steiler dan 1:2½ lastig met zand, maar goed realiseerbaar met breuksteen. Er zijn diverse opties berekend voor verschillende situaties (zie tabel 5). Indien geotubes goedkoper zijn dan breuksteen, dan is het interessant om in de kern van een breukstedam geotubes te verwerken. Ook bij een zanddam zijn de kosten doorslaggevend of het toepassen van twee geotubes als perskaden rendabel is ten opzicht van het traditioneel bouwen van een zanddam met meer zandverlies.

2.5 Eilanden (alternatieven 2 en 3)

In geval van eilanden is het belangrijk om de oevers op het zuiden en oosten te verdedigen. De constructie die hiervoor wordt toegepast is simpel gezegd een halve zanddam (zie tabel 5, talud 1:3). Dat wil zeggen dat het talud op het zuiden/oosten alleen hoeft te worden verdedigd. De west- en noordzijde kan eventueel onverdedigd worden uitgevoerd, maar dan dient rekening te worden gehouden met erosie door de vele kleine golven in combinatie met een constant waterpeil. Dit kan resulteren in het terugschrijden van de oeverlijn met 5 tot 15 m/jaar [Lit. 3]. Dit betekent dus wanneer het ontwerp een levensduur heeft van 25 jaar dat er dan een opofferingszone van 25*10 m = 250 m gehanteerd moet worden. Achter deze zone kan het eiland eventueel worden opgebouwd met slib dat gewonnen wordt in het Markermeer. Met deze uitvoeringswijze wordt bereikt dat het slib niet terug komt in het watersysteem van het Markermeer.

In de alternatieven is uitgegaan van de verdediging van zuid- en oostelijk gelegen oevers. Daar zal de golfwerking (vanwege een grotere strijklengte) het sterkst zijn. Aan de west en noordzijde is vooralsnog uitgegaan van zandige oevers. Daarbij blijft de kanttkening in paragraaf 2.2 (ten aanzien van het uitvoeren van een landschapecologische analyse) van kracht.

2.6 Verwachte zettingen

In DINOloket zijn boringen en sonderingen gevonden die in het Markermeer zijn gezet, in de nabijheid van de geplande luwtestructuren (zie bijlage 1). De sonderingen die in het Markermeer zijn gesitueerd, dateren uit 1971. Deze zijn waarschijnlijk gemaakt met een mechanische sondeerconus waardoor de grondlagen en de grondeigenschappen niet bepaald kunnen worden met behulp van tabel 2.b van de NEN9997-1 omdat die is opgezet voor elektrische sondeerconussen. De bodemopbouw bestaat overwegend uit kleilagen op een vaste zandondergrond (zie bijlage 1). De vaste zandlaag begint veelal tussen NAP-12 à -15 m. Tot die diepte wordt de kleilaag soms doorsneden door zandige lagen. De kleilaag is volgens de boorbeschrijvingen siltig tot organisch/humeus. Op bijna alle vier locaties, komen boringen voor met in de bovenste twee meter een laag veen van 1 à 1½ m dikte.

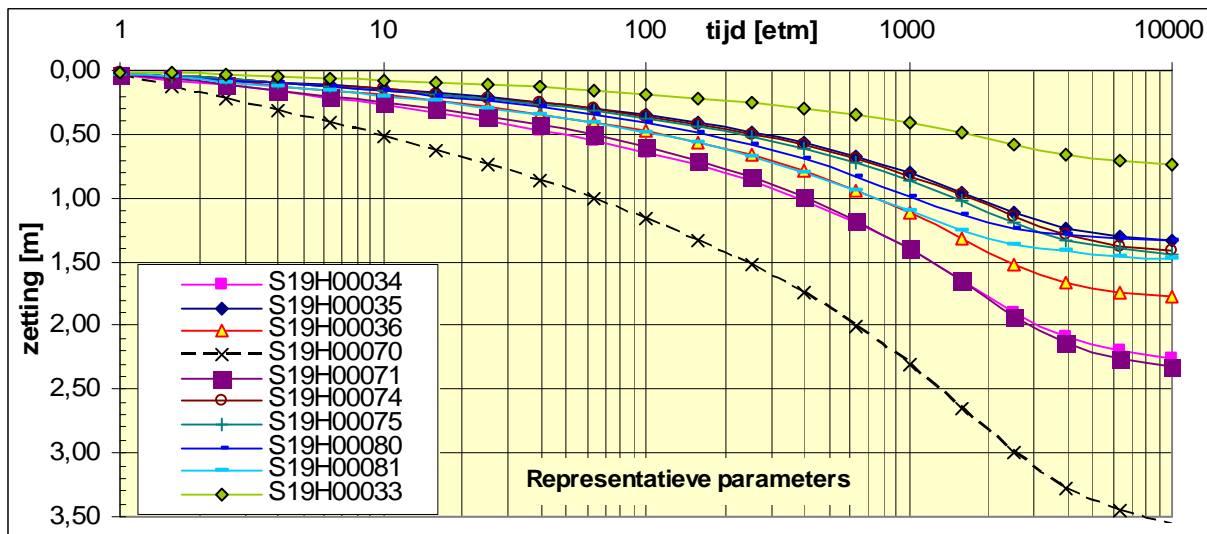
Tijdens de brainstormsessie liepen de verwachtingen over de mogelijke zettingen [Lit. 19 zie ook blz. 10] nogal uiteen. Daarom is dit aspect nader bekeken. Van de sonderingen, die op het land wel met elektrische sondeerconussen zijn uitgevoerd, zijn de grondsoorten en representatieve eigenschappen bepaald (zie bijlage 2) door gebruik te maken van tabel 2.b van de NEN9997-1 [Lit. 12]. Als ingang is de genormaliseerde conuswaarde gehanteerd.

Bij de boorbeschrijvingen is de consistentie van de grondlaag niet aangegeven. Voor het berekenen van de zettingen zijn daarbij twee varianten doorgerekend, te weten:

1. alle aanwezige samendrukbare grondlagen worden als **slap** geïnterpreteerd
2. alle aanwezige samendrukbare grondlagen worden als **matig** geïnterpreteerd

De berekende zettingen geven daardoor een bandbreedte waartussen deze kunnen variëren.

De zettingen zijn bepaald voor een 'eiland' waarbij de bovenkant gelijk komt te liggen met de waterspiegel van NAP-0,40 m. De meerbodem ter plaatse van de sondeerpunten varieert van NAP-2,20 m tot NAP-3,80 m. De bodemopbouw en de grondparameters zijn bepaald aan de hand van elektrische sonderingen. Deze sonderingen zijn gelokaliseerd nabij Wardeer op het vaste land. Het blijkt dat de zettingen variëren van $\Delta z = 0,75-3,50$ m (zie figuur 11). Het zwaartepunt van de eindzettingen ligt rond de 1,50 m.



figuur 11: Zettingsverloop tpv 10 sonderingen (zie bijlage 2) bij ophoging tot NAP-0,40 m blijvend niveau.

Van de uitgevoerde zettingsberekeningen is in tabel 6 een overzicht gegeven. Ter plaatse van de Dammen blijkt de consolidatieperiode te variëren van $t_e = 1-5$ jaar en ter plaatse van de Archipel is de spreiding van dezelfde orde, namelijk $t_e = 9-13$ jaar. De verschillen tussen een 'slappe ondergrond' en een 'matig vaste ondergrond' blijkt globaal een factor $2\frac{1}{2}$ te bedragen. De spreiding in de eindzettingen ter plaatse van het eiland bij Hoorn en het centrale eiland is beperkt bij een slappe ondergrond: $\Delta z_{\text{Eiland-Hoorn; slap}} = 2,2-2,8$ m en $\Delta z_{\text{Centraal-Eiland; slap}} = 2,0-2,4$ m. Voor de dimensionering van de dammen en de eilanden wordt uitgegaan van een zetting ter plaatse van de kruin van $\Delta z_{\text{Eind}} = 1,50$ m.

tabel 6: Samenvatting van de zettingsberekeningen.

locatie	t_e [jr]		$\Delta z_{\text{consistentie Slap}}$ [m]		$\Delta z_{\text{consistentie Matig}}$ [m]	
	min	max	min	max	min	max
Dammen	1	25	1,5	3,5	0,5	1,3
Eiland bij Hoorn	4	18	2,2	2,8	0,8	1,2
Centraal eiland	8	14	2,0	2,4	0,8	1,2
Archipel	9	13	1,3	3,0	0,5	1,1

Gezien de grote onderlinge verschillen wanneer wordt uitgegaan van de consistentie 'slap' of 'matig' bij het berekenen van de zettingen, wordt geadviseerd om laboratoriumproeven te laten uitvoeren op ter plekke gestoken ongeroerde grondmonsters. Zowel de samendrukkingparameters (abc, Bjerrum en Koppejan) als de consolidatiecoëfficiënten moeten dan worden bepaald.

2.7 Conclusies

Het blijkt dat er een behoorlijke zetting op kan treden wanneer de strekdammen/eilanden worden aangelegd. Daarom moet er rekening worden gehouden met het aanbrengen van een overhoogte. De overhoogte dient ervoor om de zettingen te compenseren, zodat wanneer de dam of de oever van het eiland zakt, deze uiteindelijk op de gewenste hoogte uitkomt. Indien een onbeschermd eiland wordt aangelegd, wordt erosie tot op zekere hoogte geaccepteerd en is het aanbrengen van een overhoogte minder noodzakelijk. Indien nodig kan het eiland worden aangevuld met extra zand samen met het jaarlijkse onderhoud. Wel dient er rekening te worden gehouden met oeverafslag van 5-15 m/jaar. Bovendien zorgt de onregelmatige zetting voor passende natuurlijke variatie, waardoor het geheel minder aangelegd overkomt en meer ruimte biedt aan natuurlijke ontwikkeling van planten en dieren.

Wat betreft de stabiliteit van de strekdammen, die een relatief steil talud hebben, is het noodzakelijk dat er een geotextiel als zoolstuk wordt toegepast (=aan de onderzijde van het zand/breksteen lichaam). Het geotextiel zorgt ervoor dat de grond niet kan afschuiven omdat de kritieke glijcirkel het geotextiel doorsnijdt. Het toe te passen geotextiel moet een minimale treksterkte bezitten om tijdens de aanleg de stabiliteit te waarborgen. De sterkte van dit geotextiel kan worden bepaald wanneer de sterkte eigenschappen van de meerbodem bekend zijn.

Een geotextiel met lussen dat voldoet aan de eisen van een kraag- of zoolstuk is bijvoorbeeld Geolon PP40L met een $O_{90}=200 \mu\text{m}$. Dit type heeft een nominale treksterkte van 40kN/m.

De taludbekleding zal in de vorm van steenbestorting worden aangebracht. Om te voorkomen dat het zand dat onder de steenbestorting ligt uit zal spoelen, is het noodzakelijk om een kraagstuk met wiepenrooster (1 x 1 m) toe te passen.

In tabel 7 zijn per variant de hoofdonderdelen en hun afmetingen vermeld. De benodigde sterkte van de geotextielen is bepaald op basis van ervaring. Voor variant 1 Jan-bags is het sterkste lussendoek gekozen dat beschikbaar is.

Vooralsnog is voor het bepalen van het voorkeursalternatief geen aanvullend onderzoek nodig. Grootste onzekerheid schuilt in de zettingen die zullen optreden tijdens en na aanleg van de alternatieven. Verhoudingsgewijs zal dit voor de aanleg van dammen een grotere bandbreedte in hoeveelheden (en daarmee in kosten) opleveren dan bij eilanden. Desondanks is het kostenverschil tussen dammen en eilanden dusdanig groot, dat dit niet zal leiden tot een andere alternatiefkeuze. Dammen blijven aanzienlijk goedkoper dan eilanden. Na de voorkeursbeslissing dienen de zettingen wel nader te worden onderzocht. Mocht gekozen worden voor de aanleg van dammen, dan wordt geadviseerd om ook nader onderzoek te doen naar de opbouw van de dammen (o.a. naar de steenbestorting en/of het gebruik van geotubes en janbags in de kern van de dammen) en het effect van meer flexibele constructies. Wellicht zijn daar dan nog kostenbesparingen mogelijk.

tabel 7: Samenvatting van de markante kenmerken van de geselecteerde varianten.

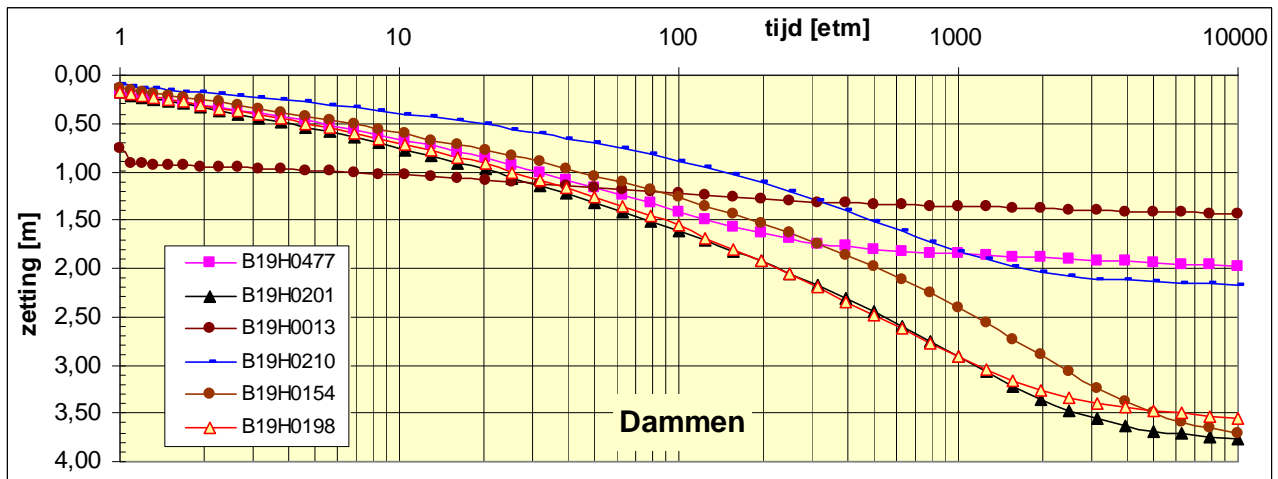
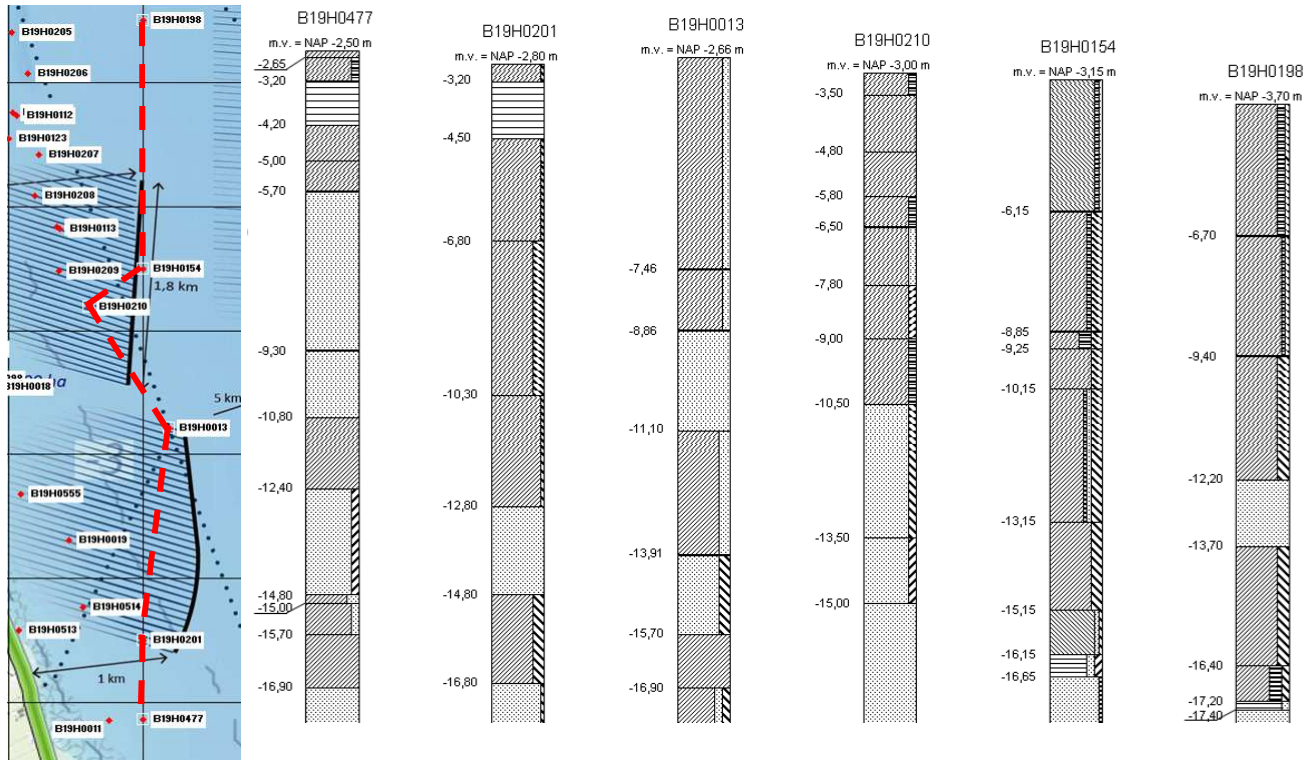
variant		talud	geotextiel		Geotube	kruin m NAP	A m ²	vul- materiaal	breksteen			
			type	afm					sortering	massa	ton/m	
1	Jan-bags	1 : 0	geolon PP300L	23 m	-	1,00	30	zand				
							2	breksteen	60-300 kg	1.080 kg/m ²	2	
2a	zanddam	fig.10	1 : 3	kraagstuk geolon PP40L	41 m	-	0,80	100	zand	40-200 kg	930 kg/m ²	38
2b		fig.18	1 : 3	kraagstuk geolon PP40L	18 m		0,80	57	zand	40-200 kg	930 kg/m ²	17
		fig. 5		zinkstuk geolon PP40L	25 m	2st ø5,40 m		35				
3a	breksteen		1 : 2	zinkstuk geolon PP40L	25 m	-	1,00	76	breksteen	60-300 kg	1.080 kg/m ²	82
3b		fig.17	1 : 2	zinkstuk			1,00	58	breksteen	60-300 kg	1.080 kg/m ²	63
		fig.22		geolon PP40L	25 m	ø5,40 m		17	zand	-	-	-

Literatuurlijst

- [Lit. 1] Golfdempende constructies; deel 3: Literatuurstudie, M. van der Linden, TH-Delft afdeling der Civiele techniek, vakgroep Waterbouwkunde, Delft oktober 1985;
- [Lit. 2] Polytechnisch Zakboek, Reed Business bv, Doetinchem, maart 2010, 52^e druk, ISBN13 9789062287703;
- [Lit. 3] CUR rapport 96-7, Erosie van onverdedigde oevers, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda augustus 1996, ISBN 90.376.01014
- [Lit. 4] CUR162, Construeren met grond, grondconstructies op en in weinig draagkrachtige en sterk samendrukbare ondergrond, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda, april 1993;
- [Lit. 5] CUR175, Geokunststoffen in de wegenbouw en als grondwapening, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda, januari 1995;
- [Lit. 6] CUR166, Damwandconstructies 6e druk, deel 1 en 2, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda, juli 2012;
- [Lit. 7] CUR192, Breuksteen in de praktijk, deel 1 1e druk, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda, juli 1998;
- [Lit. 8] CUR197, Breuksteen in de praktijk, deel 2 1e druk, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda, juni 2000;
- [Lit. 9] CUR214, Geotextiel zandelementen, CUR/NGO/DWW, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda maart 2004, ISBN 90.376.0442.0
- [Lit. 10] CUR217, Ontwerpen met geotextiele zandelementen, CUR/NGO/DWW, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda juli 2006, ISBN 90.3760.083.2
- [Lit. 11] Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp; NEN-EN 1990+A1+A1/C2 (NL), december 2011, Nederlands Normalisatie-instituut te Delft;
- [Lit. 12] Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels, NEN 9997-1+C1 (NL), april 2012, Nederlands Normalisatie-instituut te Delft;
- [Lit. 13] Geohydrologische Atlas IJsselmeergebied, editie 1991, Rijkswaterstaat, DBW/RIZA, Lelystad
- [Lit. 14] Technisch Rapport Waterkerende grondconstructies, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), Delft, juni 2001, ISBN 90-369-3776-0;
- [Lit. 15] Addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies, Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Expertise Netwerk Waterkeringen, Den Haag, juli 2007, ISBN 978-90-5773-382-6;
- [Lit. 16] Kosten- en efficiëntieberekening aanleg dammen, IJG-werkdocument 2006-07; Witteveen+Bos, Deventer, mei 2006.
- [Lit. 17] Kunstmatige structuren als katalysator voor ecologie in het Markermeer-IJmeer; Consortium Kransmeer, Deventer, 13 juli 2012.
- [Lit. 18] Kosten maatregelen TBES, Bevindingen audit Optimalisatierapport WMIJ; Royal Haskoning, Nijmegen, 24 mei 2012.
- [Lit. 19] Audit Kostenramingen Marktvraag Ecologie RRAAM; Royal Haskoning, Nijmegen, 18 september 2012.
- [Lit. 20] Factsheet Maatregel Geleidestructuren (S-A).

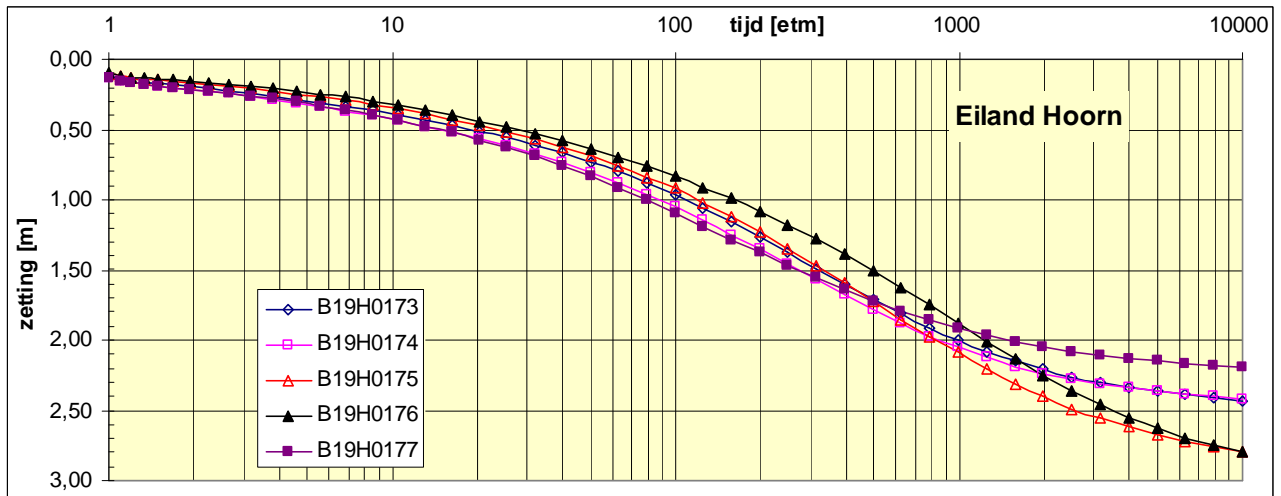
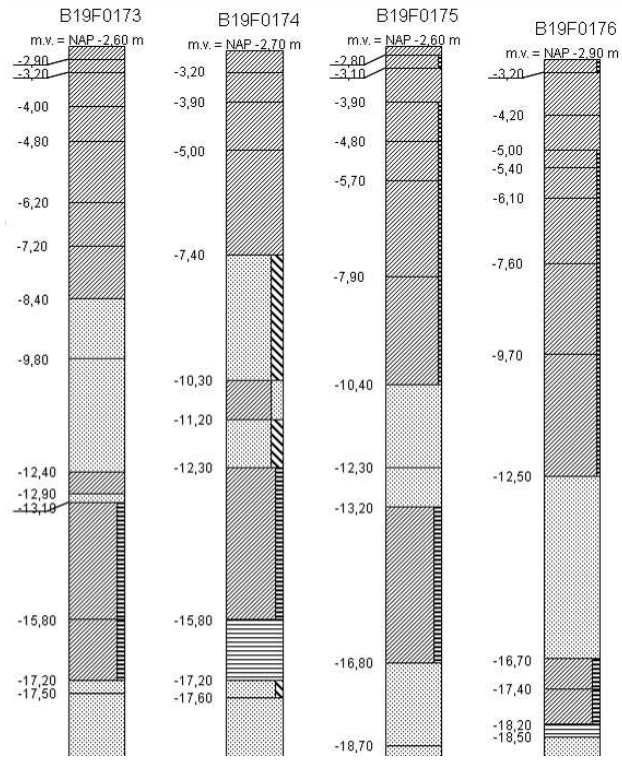
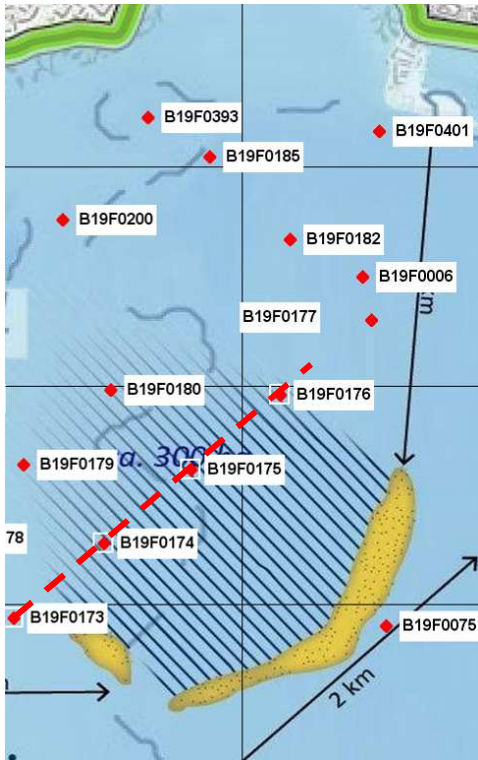
Bijlage 1: Bodemopbouw Markermeer

Bodemopbouw Dammen



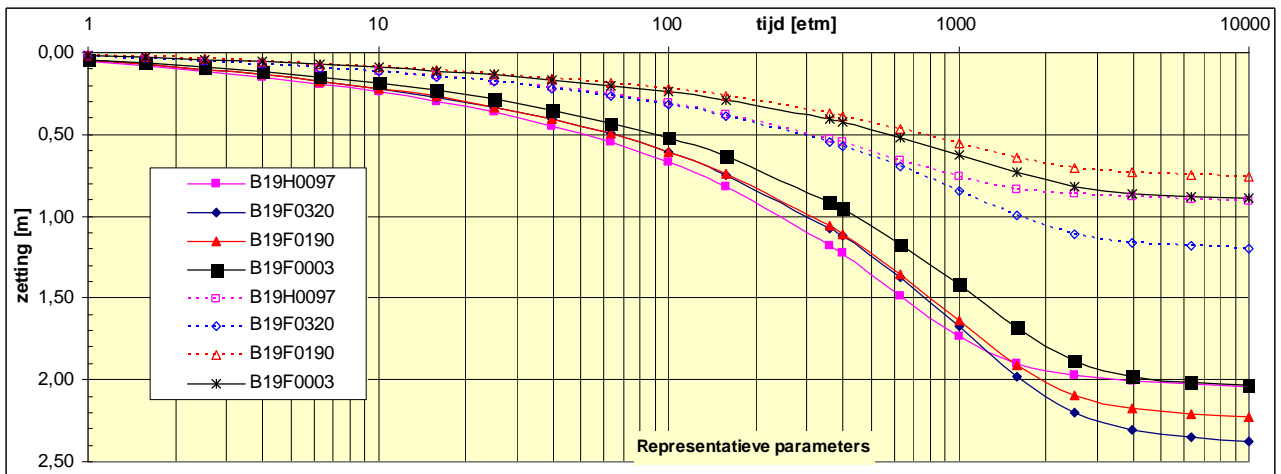
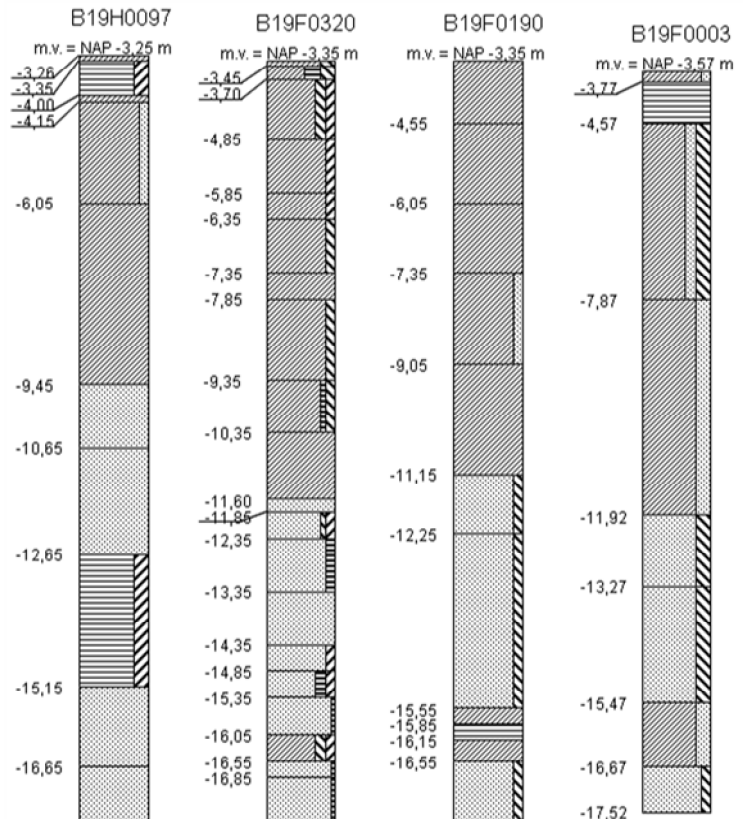
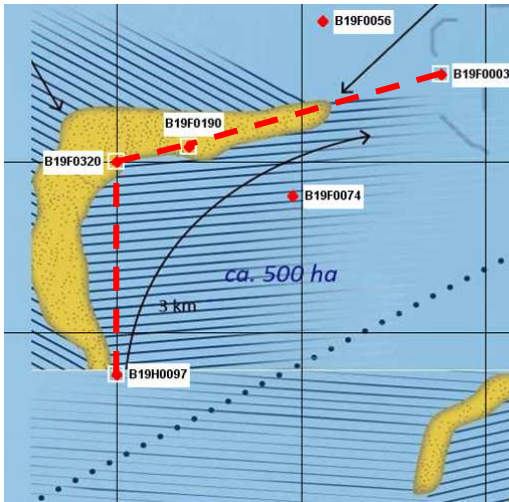
Zettingen waarbij voor de consistentie van de grondsoorten 'slap' is gehanteerd.

Bodemopbouw Eiland Hoorn



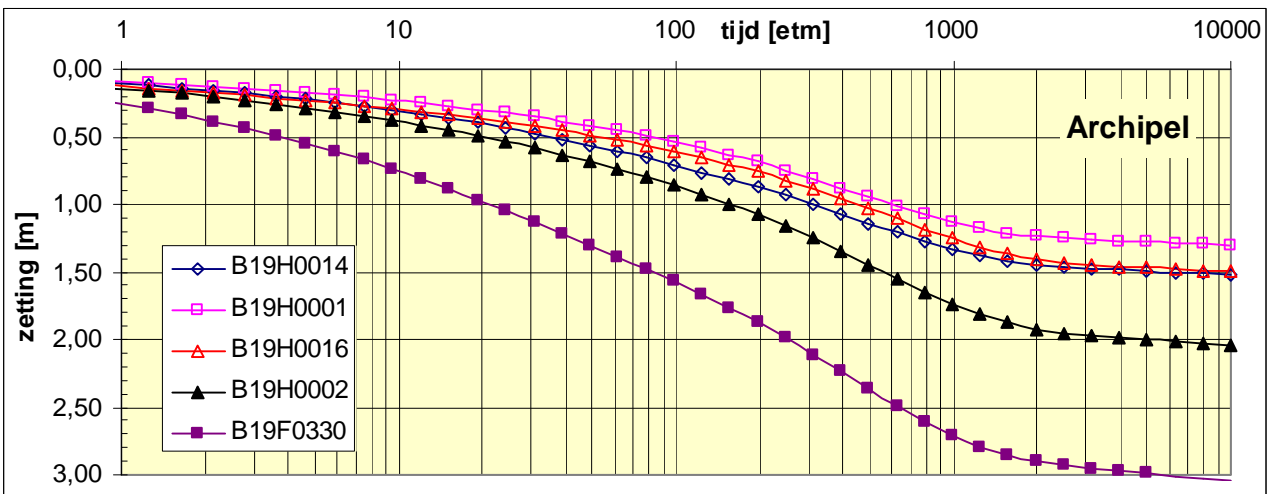
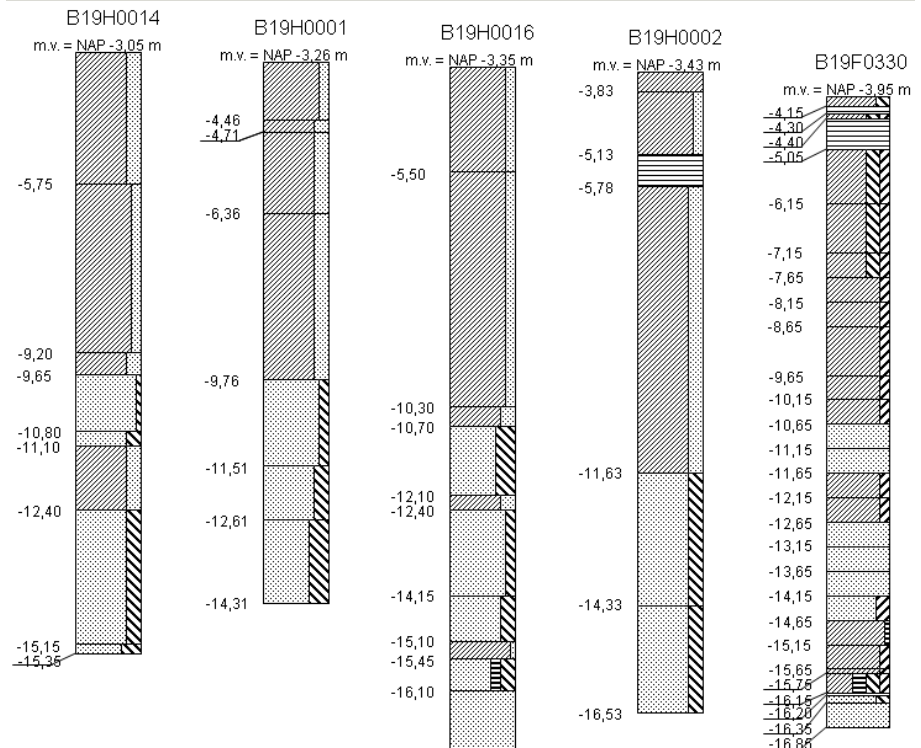
Zettingen waarbij voor de consistentie van de grondsoorten 'slap' is gehanteerd.

Bodemopbouw Centrale eiland



Zettingen waarbij voor de consistentie van de grondsoorten 'slap' en 'matig-vast' is gehanteerd.

Bodemopbouw Archipel



Zettingen waarbij voor de consistentie van de grondsoorten 'slap' is gehanteerd.

Bijlage 2: Sonderingen nabij Warder

In onderstaande tabellen zijn de volgende parameters gebruikt:

- $\gamma_{\text{sat}} / \gamma_v$ - respectievelijk het verzadigde en het vochtige volumegewicht.
- C_p' - primaire samendrukkingsconstante na de grensspanning.
- C_s' - secundaire samendrukkingsconstante na de grensspanning.
- CR - secundaire samendrukkingsindex na de grensspanning
- Ca - kruip samendrukkingsindex
- RR - primaire samendrukkingsindex voor de grensspanning

S19H00070

onder- kant	consis- tentie		$q_{c,VELD}$ Mpa	$q_{c,NORM}$ C_N^* qc:veld	R_f %	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	C_p'	C_s'	CR	Ca	RR
m NAP	grondsoort							-	-	-	-	-
-3,57	maaiveld											
-4,64	klei zw zandig	slap	0,25	0,74	6,31	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-9,50	klei organisch	slap	0,13	0,33	1,14	13,0	13,0	7,5	30,0	0,3067	0,0153	0,1022
-12,33	klei organisch	matig	0,27	0,57	0,70	15,0	15,0	10,0	40,0	0,2300	0,0115	0,0767
-13,50	klei zw zandig	slap	0,40	0,76	0,89	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-14,00	zand zw kleiig/siltig	-	5,68	10,04	0,59	18,0	20,0	328,7	1,0E+90	0,0082	0,0000	0,0027
-14,25	zand st kleiig/siltig	-	4,15	7,03	0,86	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038
-14,62	zand st kleiig/siltig	-	4,39	7,18	0,77	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038
-15,35	zand schoon	matig	11,96	18,41	0,80	18,3	20,3	714,8	1,0E+90	0,0034	0,0000	0,0012
-17,00	klei zw zandig	matig	0,98	1,35	2,46	18,0	18,0	20,0	240,0	0,1150	0,0046	0,0383
-17,50	zand zw kleiig/siltig	-	10,10	12,74	1,00	18,0	20,0	470,7	1,0E+90	0,0046	0,0000	0,0015

S19H00071

onder- kant	consis- tentie		$q_{c,VELD}$ Mpa	$q_{c,NORM}$ C_N^* qc:veld	R_f %	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	C_p'	C_s'	CR	Ca	RR
m NAP	grondsoort							-	-	-	-	-
-3,59	maaiveld											
-4,55	klei schoon	matig	0,42	1,22	4,12	17,0	17,0	15,0	160,0	0,1533	0,0061	0,0511
-5,81	klei schoon	slap	0,18	0,47	1,43	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-10,71	klei schoon	slap	0,21	0,48	0,39	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-13,59	klei zw zandig	slap	0,38	0,71	0,68	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-14,35	zand st kleiig/siltig	-	5,13	8,37	0,92	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038
-14,41	zand schoon	los	4,05	6,31	1,10	17,1	19,1	245,2	1,0E+90	0,0106	0,0000	0,0035
-14,78	zand schoon	los	3,89	5,94	1,06	17,1	19,1	230,0	1,0E+90	0,0109	0,0000	0,0036
-15,40	zand schoon	matig	11,82	17,14	1,03	18,2	20,2	661,9	1,0E+90	0,0036	0,0000	0,0012
-16,80	klei zw zandig	matig	1,02	1,35	1,95	18,0	18,0	20,0	240,0	0,1150	0,0046	0,0383
-17,50	zand st kleiig/siltig	-	8,11	9,85	2,47	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038

S19H00074

onder- kant	consis- tentie		$q_{c,VELD}$ Mpa	$q_{c,NORM}$ C_N^* qc:veld	R_f %	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	C_p'	C_s'	CR	Ca	RR
m NAP	grondsoort							-	-	-	-	-
-2,93	maaiveld											
-3,70	klei zw zandig	matig	0,47	1,37	7,63	18,0	18,0	20,0	240,0	0,1150	0,0046	0,0383
-3,75	klei schoon	matig	0,38	1,05	3,64	17,0	17,0	15,0	160,0	0,1533	0,0061	0,0511
-4,29	klei st zandig	-	0,32	0,86	2,92	18,0	18,0	25,0	320,0	0,0920	0,0037	0,0307
-7,10	klei zw zandig	slap	0,25	0,61	1,40	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-9,13	klei schoon	slap	0,26	0,55	0,72	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-10,13	klei zw zandig	slap	0,31	0,60	0,30	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-10,90	klei zw zandig	slap	0,34	0,62	0,62	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-11,00	klei schoon	matig	0,53	0,94	3,23	17,0	17,0	15,0	160,0	0,1533	0,0061	0,0511
-11,10	klei zw zandig	slap	0,42	0,74	2,70	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-13,86	klei zw zandig	slap	0,50	0,81	0,81	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-14,19	zand schoon	los	2,66	3,95	1,09	16,9	18,9	152,6	1,0E+90	0,0124	0,0000	0,0041
-15,60	zand zw kleiig/siltig	-	8,25	11,21	0,80	18,0	20,0	374,5	1,0E+90	0,0070	0,0000	0,0023
-17,35	klei st zandig	-	0,89	1,06	2,51	18,0	18,0	25,0	320,0	0,0920	0,0037	0,0307
-19,00	zand schoon	matig	14,91	15,46	0,72	18,0	20,0	612,0	1,0E+90	0,0038	0,0000	0,0013

S19H00075

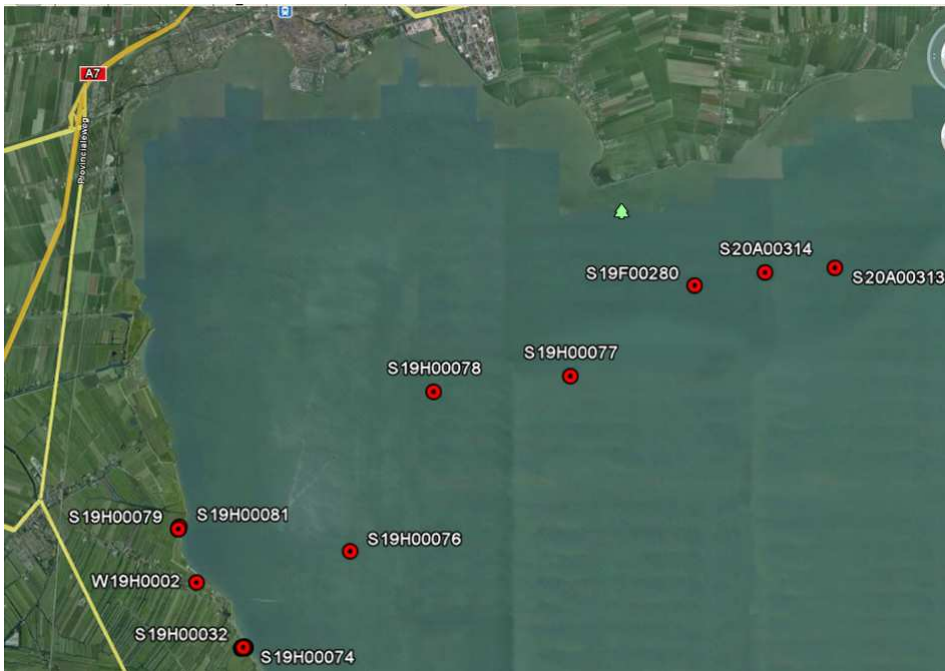
onderkant	consis-		q _c :VELD	q _c :NORM	R _f	γ	γ _{sat}	C' _p	C' _s	CR	Ca	RR
m NAP	grondsoort	tentie	Mpa	C _N * q _c :veld	%	kN/m ³	kN/m ³	-	-	-	-	-
-2,97	maaiveld											
-4,11	klei schoon	matig	0,40	1,15	7,44	17,0	17,0	15,0	160,0	0,1533	0,0061	0,0511
-6,07	klei zw zandig	slap	0,24	0,61	2,02	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-12,75	klei zw zandig	slap	0,32	0,62	0,75	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-13,55	klei zw zandig	slap	0,44	0,69	0,79	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-13,85	Leem zw zandig	vast	1,83	2,76	1,09	21,0	21,0	70,0	1900,0	0,0329	0,0013	0,0110
-14,60	zand st kleiig/siltig	-	4,93	7,02	1,02	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038
-14,80	zand schoon	los	2,97	4,03	1,14	16,9	18,9	155,1	1,0E+90	0,0124	0,0000	0,0041
-15,40	zand schoon	matig	11,39	14,88	0,99	17,9	19,9	573,6	1,0E+90	0,0039	0,0000	0,0013
-17,25	klei zw zandig	matig	1,04	1,23	2,52	18,0	18,0	20,0	240,0	0,1150	0,0046	0,0383
-19,00	zand schoon	matig	13,88	14,26	0,94	17,9	19,9	565,1	1,0E+90	0,0039	0,0000	0,0013

S19H00080

onderkant	consis-		q _c :VELD	q _c :NORM	R _f	γ	γ _{sat}	C' _p	C' _s	CR	Ca	RR
m NAP	grondsoort	tentie	Mpa	C _N * q _c :veld	%	kN/m ³	kN/m ³	-	-	-	-	-
-2,32	maaiveld											
-3,20	klei zw zandig	matig	0,60	1,72	4,48	18,0	18,0	20,0	240,0	0,1150	0,0046	0,0383
-4,70	klei schoon	slap	0,18	0,47	1,66	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-6,70	klei schoon	slap	0,19	0,46	0,49	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-10,20	klei zw zandig	slap	0,37	0,75	0,71	15,0	15,0	10,0	110,0	0,2300	0,0092	0,0767
-12,20	zand schoon	matig	9,49	15,64	0,62	18,0	20,0	614,3	1,0E+90	0,0037	0,0000	0,0013
-12,80	zand schoon	los	2,88	4,14	0,77	16,9	18,9	159,5	1,0E+90	0,0123	0,0000	0,0041
-13,50	Leem st zandig	vast	1,43	1,94	1,50	19,0	19,0	45,0	1300,0	0,0511	0,0020	0,0170
-14,25	Leem zw zandig	vast	2,35	2,96	0,80	21,0	21,0	70,0	1900,0	0,0329	0,0013	0,0110
-14,80	zand schoon	los	3,63	4,30	0,76	16,9	18,9	167,1	1,0E+90	0,0121	0,0000	0,0040
-15,20	Leem zw zandig	vast	2,77	3,15	0,66	21,0	21,0	70,0	1900,0	0,0329	0,0013	0,0110
-15,60	zand st kleiig/siltig	-	7,52	8,22	0,79	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038
-16,20	zand schoon	los	4,00	4,21	0,71	16,9	18,9	166,2	1,0E+90	0,0122	0,0000	0,0040
-17,10	zand schoon	matig	15,50	15,37	0,69	18,0	20,0	613,0	1,0E+90	0,0038	0,0000	0,0013
-18,10	zand schoon	vast	25,16	23,11	0,42	19,0	21,0	1000,0	1,0E+90	0,0023	0,0000	0,0008

S19H00081

onderkant	consis-		q _c :VELD	q _c :NORM	R _f	γ	γ _{sat}	C' _p	C' _s	CR	Ca	RR
m NAP	grondsoort	tentie	Mpa	C _N * q _c :veld	%	kN/m ³	kN/m ³	-	-	-	-	-
-2,25	maaiveld											
-2,89	klei zw zandig	matig	0,46	1,34	5,45	18,0	18,0	20,0	240,0	0,1150	0,0046	0,0383
-4,27	klei organisch	matig	0,19	0,50	1,94	15,0	15,0	10,0	40,0	0,2300	0,0115	0,0767
-4,39	klei schoon	slap	0,17	0,43	1,22	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-4,82	klei schoon	slap	0,18	0,46	1,08	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-5,72	klei schoon	slap	0,18	0,43	0,60	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-9,02	klei schoon	slap	0,26	0,58	0,86	14,0	14,0	7,0	80,0	0,3286	0,0131	0,1095
-9,16	Leem zw zandig	vast	1,44	2,88	0,96	21,0	21,0	70,0	1900,0	0,0329	0,0013	0,0110
-9,96	klei schoon	matig	0,50	0,95	1,01	17,0	17,0	15,0	160,0	0,1533	0,0061	0,0511
-10,29	zand st kleiig/siltig	-	4,48	8,17	0,39	18,0	20,0	200,0	1,0E+90	0,0115	0,0000	0,0038
-10,50	zand schoon	matig	9,91	17,50	0,38	18,3	20,3	701,2	1,0E+90	0,0034	0,0000	0,0012
-10,63	zand schoon	vast	13,54	23,43	0,52	19,0	21,0	1000,0	1,0E+90	0,0023	0,0000	0,0008
-10,76	zand schoon	vast	14,05	23,93	0,58	19,0	21,0	1000,0	1,0E+90	0,0023	0,0000	0,0008
-10,90	zand schoon	vast	13,37	22,39	0,65	19,0	21,0	1000,0	1,0E+90	0,0023	0,0000	0,0008
-11,12	zand schoon	vast	13,59	22,26	0,58	19,0	21,0	1000,0	1,0E+90	0,0023	0,0000	0,0008



Figuur 12: Locatie van de sonderingen

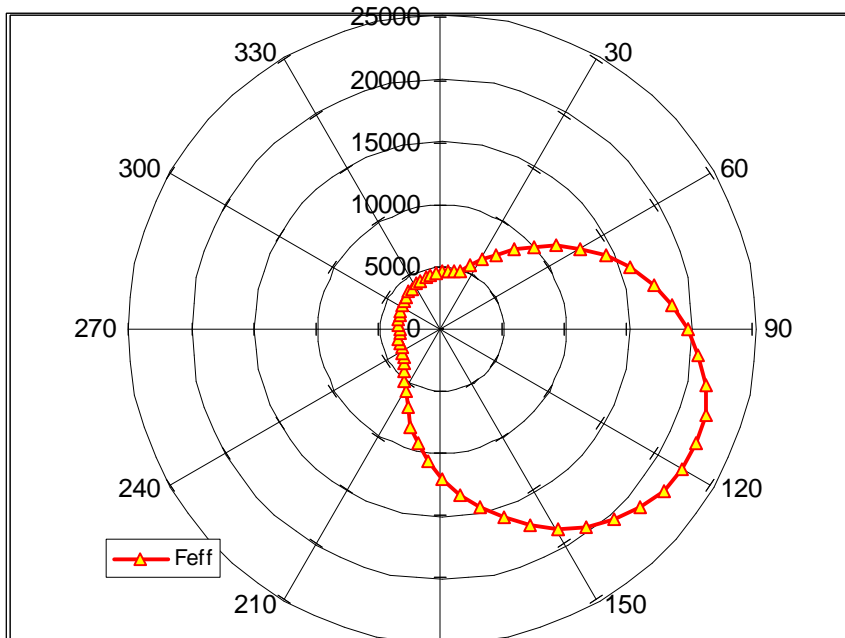
Bijlage 3: Berekeningen

In deze bijlage zijn de resultaten van de uitgevoerde berekeningen beschreven. De berekeningen die zijn gemaakt betreffen strijklengte, golfhoogte en golfdemping. Deze zijn uitgevoerd voor zuid en zuidoost kant van de luwteconstructies die voornamelijk worden belast door windgolven.

Strijklengte

De golfontwikkeling is afhankelijk van de lengte waarover de wind over het wateroppervlak waait, maar ook van de breedte van het water. Wanneer de breedte tweemaal groter is dan de lengte (in de richting van de wind gemeten) dan kan de golf zich ongestoord ontwikkelen. Bij smallere waterpartijen wordt de golf geremd in zijn groei. Bij waterpartijen smaller dan twee keer de lengte, wordt de invloed van de breedte verdisconteerd in de strijklengte door deze korter te maken. Er wordt dan gesproken over **effectieve strijklengte**. De effectieve strijklengte is bepaald voor een locatie die globaal 4 km ten zuiden van Hoorn en 3 km ten oosten van Schardam ligt.

De effectieve strijklengte (zie figuur 13) is voor diverse windrichtingen bepaald aangezien de windsnelheid die behoort bij een bepaalde herhalingsjijd, bijvoorbeeld $T=1$ jaar, niet voor alle windrichtingen dezelfde is (zie figuur 14). De maximale effectieve strijklengte bedraagt $F_{eff} = 22.150$ m en geldt voor de richting 120° ten opzichte van het noorden.

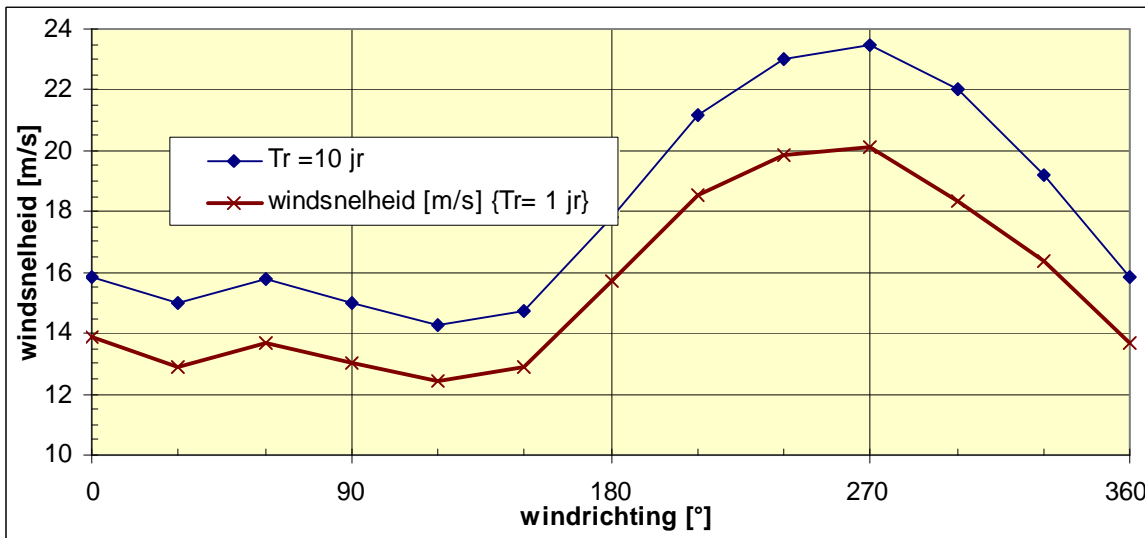


figuur 13: Effectieve strijklengten [m] per windrichting, op locatie {133.500; 512.700}.
Dit is globaal 4 km ten zuiden van Hoorn en 3 km ten oosten van Schardam.

Windgolven

De windsnelheid bepaalt samen met waterdiepte en strijklengte, de golfhoogte die ontstaat. De windgegevens die gebruikt zijn, komen uit 'Windklimaat van Nederland' van het KNMI [bijlage E, blz. 206-207]. Hierin zijn meetgegevens van weerstations in Nederland opgenomen. De windgegevens zijn bewerkt tot kaarten waarop staat aangegeven de bijbehorende herhalingsjijd en de potentiële windsnelheid.

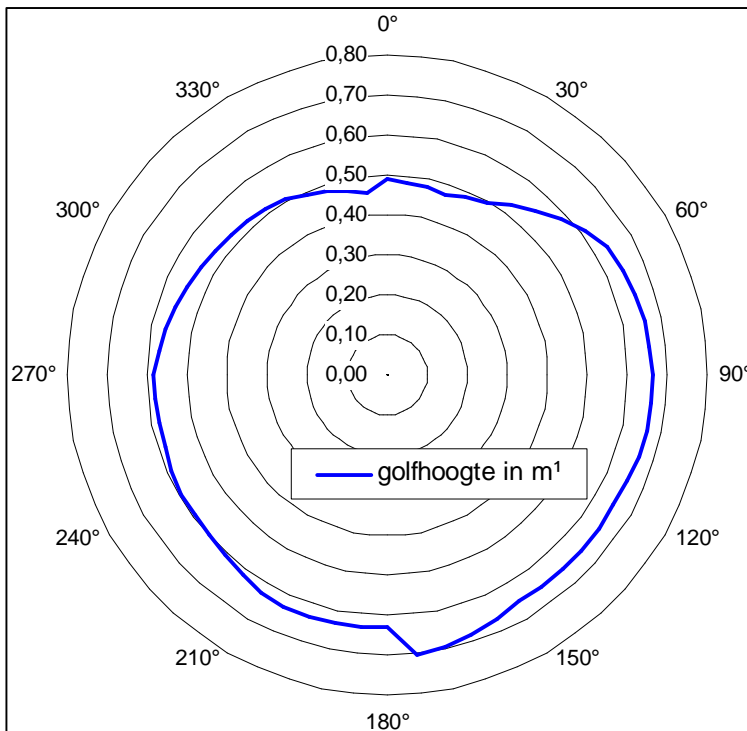
De verdeling van de windsnelheden over de windroos is in figuur 14 weergegeven voor het weerstation Schiphol. Hierin komen 0° en 360° overeen met Noorden wind. Daarnaast komt oost overeen met 90° , 180° met zuiden wind en 270° met westen wind.



figuur 14: Windsnelheden als functie van richting en frequentie (weerstation Schiphol).

In figuur 14 is te zien dat onafhankelijk van de frequentie, de grootste windsnelheden uit de richtingen tussen zuidwest en noordwest komen.

Voor het berekenen van de windgolven zijn windsnelheden ($=U_{10}$) met bijbehorende herhalings tijden ($=T_r$) gebruikt, die gelden voor het weerstation Schiphol. De windsnelheden die in figuur 14 vermeld zijn, zijn gemeten op 10 meter hoogte boven het aardoppervlak.



figuur 15: Significante golfhoogten per windrichting bij $T=1$ jaar, ter plaatse van locatie {133.500; 512.700}.

De windgolven zijn berekend volgens de theorie van Bretschneider. Uit de berekende golflengten blijkt, dat de optredende windgolven veelal behoren tot de categorie 'ondiepwater-golven'. Dat wil zeggen dat de golven dan de bodem 'voelen' of te wel dat ze geremd worden door de bodem in hun ontwikkeling. De significante golfhoogten zijn bepaald voor de strijklengten uit figuur 13 gecombineerd met de windsnelheden die behoren bij de herhalings tijd van $T=1$ jaar per windrichting.

Voor de locatie {133.500; 512.700} zijn de significante golfhoogten bepaald die ontstaan bij de gegevens uit figuur 13 en figuur 14. De resultaten zijn in figuur 15 afgebeeld. Daaruit blijkt dat de hoogste golven ontstaan bij stormen uit het zuiden ($\approx 180^\circ$). Dit is bij een effectieve strijklengte van 13.200 m. Bij deze windrichting vallen de golven loodrecht op de eilanden aan.

Uit figuur 13 blijkt dat de effectieve strijklengte vanuit het westen en noorden veel kleiner is dan bij oostelijke winden. De maximale effectieve strijklengte bij winden uit het noorden ($=0^\circ$) bedraagt $F_{eff} = 5.000$ m.

Bekleding

Om te voorkomen dat de oevers van de eilanden eroderen, worden de taluds verdedigd. Daarnaast moet de frequentie en de omvang van de schade, die aan de bekleding kan ontstaan, beperkt worden.

Hier is gekozen om de bekleding te dimensioneren op significante golfhoogten, die optreden bij stormen met een kans van voorkomen van één keer in de 25 à 50 jaar. Bij deze golfhoogten is een bekleding van breuksteen gedimensioneerd omdat het onderhoud daarvan eenvoudig is en de onderhoudskosten relatief laag zijn bij een drietal taludhellingen (1:2-1:3).

Breuksteen

De strekdam en de eilanden wordt het zwaarst aangevallen door loodrecht invallende golven vanuit het oosten en zuiden. In de laatste kolom van tabel 8 is een indicatie gegeven van de hoeveelheid breuksteen die minimaal per vierkante meter rond de waterspiegel en daarboven nodig is, uitgaande van een gemiddelde waterdiepte van 3 m.

tabel 8: Steensortering op de oostelijke en zuidelijke taluds van de luwtestructuren (stormen $T_r = 1-100$ jaar).

optie nr.	diepte m	T_r jaar	talud helling	H_s m	$D_{n50; ber}$ m	breuksteen sortering		laagdikte $1,8 \cdot D_{n50}$	massa kg/m^2
						D_{n50}	kg		
1	3,00	0,2	1 : 2	0,67	0,29	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
2		1		0,76	0,32	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
3		10		0,87	0,37	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
4		25		0,92	0,40	0,40–0,45	60-300	0,76	1.279
5		50		0,95	0,41	0,40–0,45	60-300	0,76	1.279
6		100		0,98	0,42	0,40–0,45	60-300	0,76	1.279
7	3,00	0,2	1 : 2½	0,67	0,26	0,22–0,26	10-60	0,43	726
8		1		0,76	0,29	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
9		10		0,87	0,33	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
10		25		0,92	0,35	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
11		50		0,95	0,37	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
12		100		0,98	0,38	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
13	3,00	0,2	1 : 3	0,67	0,23	0,22–0,26	10-60	0,43	726
14		1		0,76	0,27	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
15		10		0,87	0,31	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
16		25		0,92	0,32	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
17		50		0,95	0,33	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099
18		100		0,98	0,35	0,34–0,39	40-200	0,65	1.099

Uit tabel 8 blijkt dat de steilste taluds de zwaarste verdediging behoeven. Daarnaast is er geen verschil tussen toepasbare sortering die bestand is tegen een storm met $T_r=25$ jaar en $T_r=100$ jaar.

Voor het talud van 1:3 is er geen verschil in de toe te passen sortering 40-200 kg als wordt gedimensioneerd op stormen met een herhalingstijd tussen $T_r=1-100$ jaar.

De kans op **vandalisme** wordt op deze locatie als gevolg van waterrecreatie groot geacht. Daarom wordt geadviseerd om de stenen die boven water komen te liggen, niet te licht te nemen. De sortering 10-60 kg heeft een gemiddeld stuksgewicht van 26-46 kg.

Geotextiel

Om uitspoeling van het onderliggende materiaal te voorkomen wordt geadviseerd om een geotextiel toe te passen. Aangezien het onbekend is waar het zand dat gebruik wordt voor de bouw van de kaden/oevers vandaan komt, is aangenomen dat dit zand een $d_{85}=125 \mu m$ bezit. Voor een 'grond dicht' doek geldt bij een niet-stationaire stroming en een stabiel korrelskelet dat de $O_{98} < 2 \cdot d_{85} = 250 \mu m$. Bij toepassing van breuksteen moet het geotextiel voorzien zijn van lussen. Daarom wordt voor deze constructie gekozen voor een geolon PP40L met een poriegrootte van $O_{90}=225 \mu m$. Hierop moet wiepen van minimaal $\varnothing 100$ mm worden aangebracht in een half-rooster van 1,0 x 1,0 m. Om onderspoeling van de verdediging te voorkomen, moet de bekleding over een breedte van minimaal 2 m van de bodem en de kruin worden doorgezet.

Kruinhoogte

De eilanden en de strekdam hebben de functie om de golven te dempen en de stroming tegen te gaan. Daarnaast moeten de luwtestructuren zichtbaar zijn voor de varenden.

Wanneer de kruin van de strekdam op het waterpeil wordt aangelegd dan wordt de binnen komende golf voor 50% gedempt. Voor het bepalen van de minimale kruinhoogte kan worden uitgegaan van de maximaal doorgelaten golfhoogte of van een maximaal overslagdebiet. Voorgesteld wordt om als uitgangspunten te hanteren:

- overslagdebiet $q_{\max} = 1 \text{ l/m/s}$ (zie memorandum HKV-PR2508.10)
- transmissiecoëfficiënt $K_t = H_r/H_i < 0,05$
- golfhoogte $H_{s; T=1} = 0,70 \text{ m}$ en $T_{s; T=1} = 3,2 \text{ s}$ bij een herhalingstijd van $T_r = 1 \text{ jaar}$
- golfhoogte $H_{s; T=2} = 0,80 \text{ m}$ en $T_{s; T=2} = 3,6 \text{ s}$ bij een herhalingstijd van $T_r = 2 \text{ jaar}$
- de gestuwde waterstand bedraagt NAP-0,06 m
- bodemniveau waar de constructie gebouwd wordt ligt op NAP-3,00 m
- de zettingen zijn aangenomen op 1,50 m
- de kruinbreedte van de strekdammen bedraagt 3 m

Met bovenstaande gegevens is de kruinhoogte bepaald van de dammen en de verdediging rond de eilanden. De resultaten staan vermeld in tabel 9. In de berekening is ervan uitgegaan dat het Deltaprogramma niet leidt tot aanpassing van het peilbeheer van het Markermeer.

tabel 9: bepaling van de kruinhoogte bij golven die optreden bij $T_r = 1$ en 2 jaar.

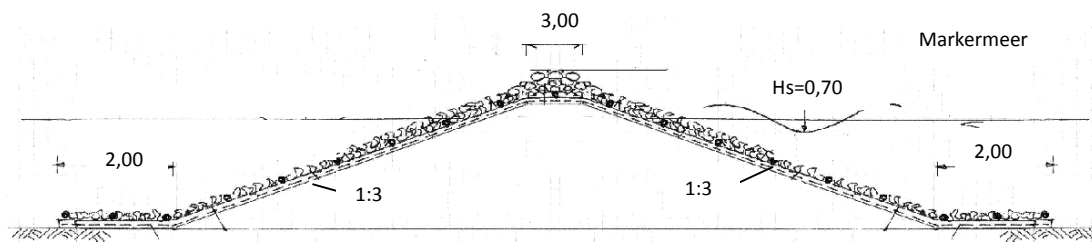
$H_s =$	0,70 m		0,80 m		
$T_s =$	3,2 s		3,6 s		
talud	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	eenheid
stilwater peil	-0,06				m NAP
bodemniveau	-3,00				m NAP
zetting	1,50				m
kruinbreedte	3,00				m
kruinhoogte bij					
$q = 1,0 \text{ l/m/s}$	1,00	0,85	1,20	1,00	m
$K_t =$	0,07	0	0	0	-
kruinniveau	0,94	0,79	1,14	0,94	m NAP
bruto hoogte	5,44	5,29	5,64	5,44	m
$A =$	75,5	99,8	80,5	105,1	m ² /m
kruinhoogte bij					
$K_t = 0,05$	1,03	0,69	0,99	0,83	m
$q =$	0,8	2,7	2,6	2,8	l/m/s
kruinniveau	0,97	0,63	0,93	0,77	m NAP
bruto hoogte	5,47	5,13	5,43	5,27	m
$A =$	76,3	94,3	75,3	99,1	m ² /m

Bij een steiler talud steekt de strekdam iets hoger boven het water uit. Daardoor is de kans groter op schade aan de strekdam door kruinend ijs en moet in het onderhoudsbudget rekening worden gehouden met incidenteel onderhoud (bij storten van breuksteen).

Constructie

Voor de constructie van de strekdam is uitgegaan van een zandkern met daarop een kraagstuk met steenbestorting. Uit de berekeningen volgt een D_{n50} maat (zie tabel 8). Dit is de theoretische maat van de gemiddelde steen waaruit de bekleding wordt opgebouwd. In het geval van een constructie met een buitentalud van 1:3 en bij een stormkans die eens per jaar voor kan komen, is de $D_{n50; \text{berekend}} = 0,24 \text{ m}$. Dit resulteert in een steensortering van 10/60kg.. De toe te passen laagdikte van dit materiaal bedraagt: $1,80 * D_{n50; \text{sortering}} = 1,80 * 0,24 = 0,43 \text{ m}$ dikte (=730 kg/m² bij een $\rho_s = 2600 \text{ kg/m}^3$).

Om uitspoeling van de bodem te voorkomen, wordt een kraagstuk toegepast dat 2 m doorloopt op de bodem van het meer (zie Figuur 16).



Figuur 16: Principe doorsnede van de constructie.

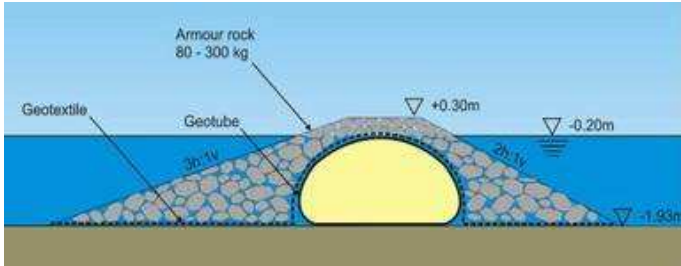
De grootte van het zandlichaam is afhankelijk van de taluds die worden gebruikt. Het voordeligst is, wat betreft de benodigde hoeveelheid zand, om een zo steil mogelijk talud toe te passen. Wanneer echter het talud steiler wordt, is een grovere steensortering benodigd. Daarnaast is het opzetten van een talud onderwater steiler dan 1:2½ lastig. Er zijn diverse opties berekend voor verschillende situaties (zie tabel 10).

tabel 10: Strekdamvarianten bij twee taluds en twee herhalingstijden.

onderdeel	T _r = 1 jaar		T _r = 2 jaar		eenheid
H _s =	0,70		0,80		m
T _s =	3,2		3,6		s
waterdiepte	3,00				m
zetting	1,50				m
kruinbreedte	3,00				m
talud 1 :	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	-
B _{teenslab} =	0,00	2,00	0,00	2	m
H _{kruin} =	0,94	0,79	1,14	0,94	m NAP
H _{Netto} =	3,94	3,79	4,14	3,94	-
H _{Bruto} =	5,44	5,29	5,64	5,44	m
A _{kernlichaam} =	75,5	99,8	80,5	105,1	m ² /m
B _{kraagstuk} =	-	40,46	-	41,41	m
Breuksteen					
sortering	40-200 kg	10-60 kg	40-200 kg	40-200 kg	-
laagdikte	0,65	0,43	0,65	0,65	m
massa	-	730	-	1.105	kg/m ²
hoeveelheid	128	30	136	46	ton/m

Bijlage 4: Geotubes

De kern van de kade wordt opgebouwd met geotubes. Dit zijn 'worsten' die gemaakt zijn van geotextielen en vol



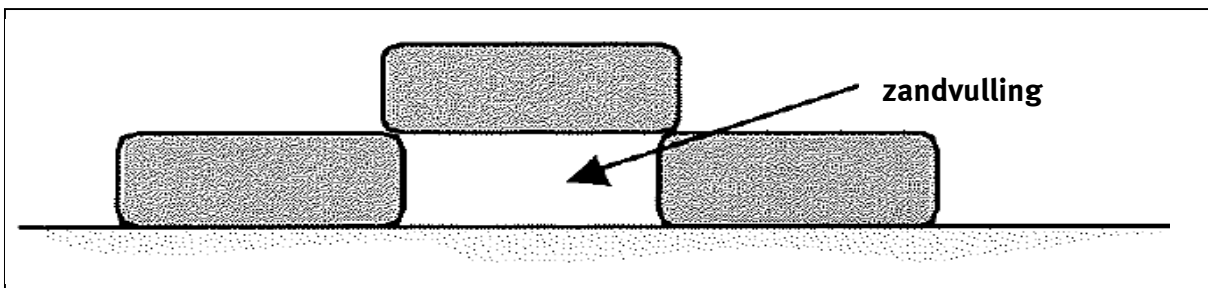
worden gespoten met zand (zie figuur 17). Deze tubes zijn verkrijgbaar in diameters van 2,0-5,0 m. Een dergelijke tube zou bijvoorbeeld één jaar kunnen zetten, waarna het volgende jaar de strekdam kan worden afgewerkt door de geotube aan te storten met zand of breuksteen en af te werken met een kraagstuk inclusief de aangegeven breuksteen bestorting.

figuur 17: Principe oplossing van een geotube.

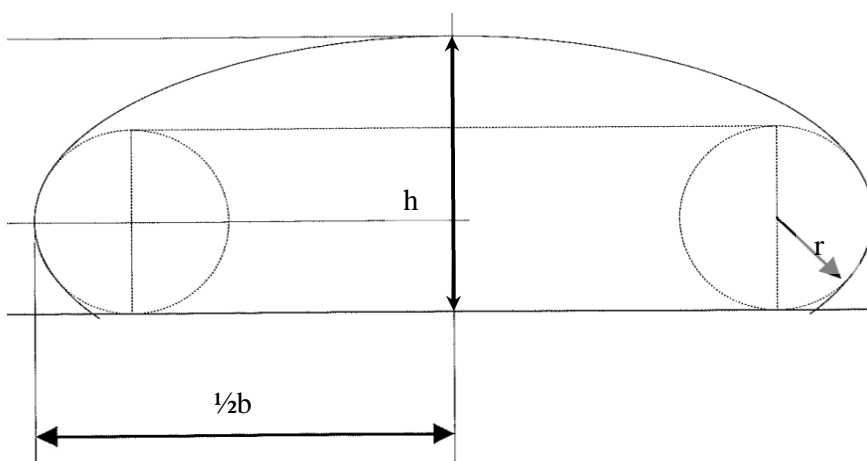


In de CUR 217 'Ontwerpen met geotextiele zandelementen' wordt in hoofdstuk 5 ingegaan op geotubes. Op bladzij 58 wordt aangegeven dat 'uit ervaring is gebleken dat het opbouwen van een geotextiele constructie met meerdere lagen lastig is'. Indien wel gekozen wordt voor meerdere lagen, dan wordt geadviseerd om het volgens figuur 19 op te bouwen.

figuur 18:
 Toepassing van twee geotubes bij het Naviduct te Enkhuizen.



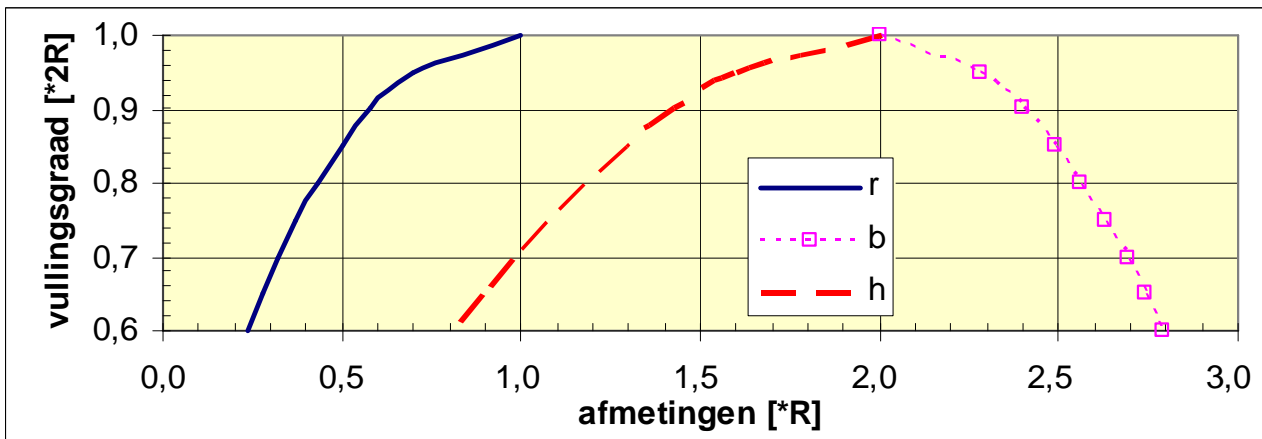
figuur 19: Voorbeeld van meerlaagse stapeling.



Wanneer een geotubes hydraulisch wordt gevuld, dan is de tube in het begin cirkelvorig. Echter naarmate de vulling vordert, zal de tube vervormen tot een ovaal (zie figuur 20).

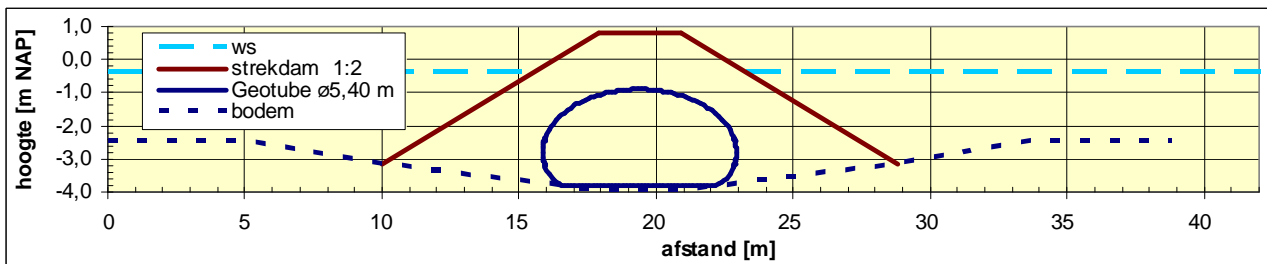
De eindhoogte (= h) en -breedte (= b) kunnen globaal worden benaderd door uit te gaan van de straal (=R) van de tube bij 100% vulling.

figuur 20: Afgeplatte geotube.



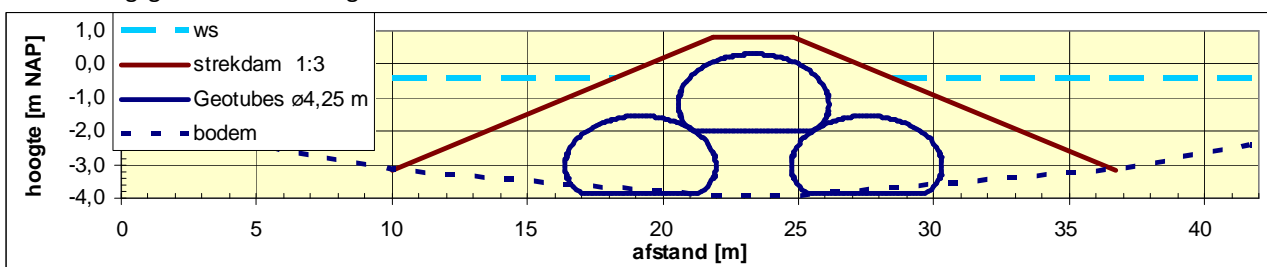
figuur 21: Relatieve afmetingen van een geotextiele tube bij verschillende vullingsgraden.

Wanneer wordt uitgegaan van een bepaalde vullingsgraad, bijvoorbeeld 75%, dan kan met behulp van figuur 21 de breedte en de hoogte worden bepaald alsmede de afrondingsstraal (= r; zie figuur 20). Wanneer wordt gekozen voor één geotube met een diameter van $5,4 \text{ m} = 2 \cdot R$ dan wordt bij een vullingsgraad van $f=75\%$ de eindhoogte globaal $h \approx 2,9 \text{ m}$ en de eindbreedte $b = 7,10 \text{ m}$ met een gevulde doorsnede van $A=17,4 \text{ m}^2$ (zie figuur 22). De omtrek van deze geotube bedraagt $O=16,5 \text{ m}$.



figuur 22: Afmetingen en positie van een afgeplatte geotube bij $f=75\%$ vullingsgraad.

Wanneer wordt gekozen voor een meerlaagse stapeling dan is een mogelijke oplossing in figuur 23 gegeven. Daarbij is uitgegaan van drie even grote geotubes $D_{f=100\%}=4,25 \text{ m}$. De stapeling is symmetrisch uitgevoerd. Ook bij deze oplossing is een vullingsgraad van $f = 75\%$ gebruikt.



figuur 23: Afmetingen en positie van een 3 geotubes bij $f=75\%$ vullingsgraad

De eindhoogte van elke geotube wordt globaal $h \approx 2,25 \text{ m}$ en de eindbreedte $b = 5,5 \text{ m}$. De gevulde doorsnede van deze 3 tubes bedraagt $A = 3 \cdot 10,7 \approx 32,2 \text{ m}^2$ (zie figuur 23). De omtrek van deze 3 geotubes bedraagt $O = 3 \cdot 13 \approx 39 \text{ m}$. Het zal duidelijk zijn dat bij deze laatste oplossing er meer geotextiel nodig is, circa 2,3 keer, terwijl de gevulde doorsnede circa 1,8 keer groter is dan wanneer gekozen wordt voor één grote tube.

De maximale trekkracht die verwacht wordt bij een vullingsgraad van $f=75\%$ en een overdruk van 5 kPa bedraagt $T = 18\text{-}25 \text{ kN/m}$. Dit betekent dat wanneer de aanbevolen reducerende factor ($\gamma=3,5$) voor naanaden, kruip en installatiebeschadiging [CUR-217, blz. 59] in rekening wordt gebracht er een geotextiel nodig is met een minimale treksterkte van $T_{\text{Geotextiel}} = 25 \cdot 3,5 = 87,5 \text{ kN/m}$.



Bijlage 10 Toelichting wijze beoordeling

De beoordelingsmethodiek

Beoordelingsschaal

De effecten van de alternatieven uit hoofdstuk 4 zijn in beeld gebracht ten opzichte van de referentiesituatie (zie hoofdstuk 3). De beoordeling is daarom niet om een absoluut oordeel. Om de effecten op de verschillende aspecten met elkaar vergelijkbaar te maken is de effectbeschrijving omgezet in een beoordeling met 'plussen en minnen' in een zogenaamde 7-punts beoordelingsschaal. De 'vertaling' van de manier waarop een effect beoordeeld is tot een score vond plaats op basis van 'expert judgement' en is per criterium toegelicht in een zogenaamde maatlattabel. Aan deze beoordeling ligt waar mogelijk gekwantificeerde informatie ten grondslag.

Tabel B 10.1 Zevenpuntsbeoordelingsschaal

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
- -	Sterk negatief effect kan optreden
-	Negatief effect kan optreden
0/-	Licht negatief effect kan optreden
0	Neutraal effect / geen significant effect
0/+	Licht positief / gunstig effect kan optreden
+	Positief / gunstig effect kan optreden
++	Sterk positief / gunstig effect kan optreden

Vier onderwerpen

De effecten van de alternatieven zijn beschreven aan de hand van vier onderwerpen. Er is gekeken naar de mate waarin de alternatieven de doelen bereiken. Daarnaast zijn de kosten van de alternatieven bepaald en zijn de alternatieven getoetst op beleving. Tot slot is ook de uitvoerbaarheid kwalitatief bepaald. In het Beoordelingskader is ook maatschappelijk draagvlak als beoordelingscriterium opgenomen. Dat vloeit voort uit de bespreking van het Verkenningenrapport met de klankbordgroep, de ambtelijke projectgroep en het OEIJ en krijgt een prominente plaats in de adviesnota MIRT2 aan de minister van Infrastructuur en Milieu.

Mate van doelbereik

Om te bepalen of en welke zones voldoende luw zijn, zijn tabellen gehanteerd zoals die voor vis- en mosseletende vogels zijn ontwikkeld in het kader van het onderzoeksprogramma Autonome Neerwaartse Trend. Deze tabellen zijn ontwikkeld voor het hele Markermeer. Voor de beoordeling van de alternatieven wordt met modelberekeningen bepaald waar wordt voldaan aan de vereiste condities qua waterdiepte en helderheid (zie tabel B10.2 en B10.3). Nadat een voorkeursalternatief is bepaald en er zicht is op de gewenste hoeveelheid luwte (streefdoel: ca. 1.200 ha), worden de ecologische effecten in de planstudie (MIRT3) meer gedetailleerd onderzocht. Opgemerkt wordt dat maatregelen voor viseters en mosseleters elkaar niet altijd versterken. Daar waar waterplanten sterker tot ontwikkeling zullen komen, zullen de mosselen teruggedrongen worden. Dit geldt met name voor de meest ondiepe gebieden (tot ca. 2,5 m), waar kranswier dichte vegetaties kan vormen. Wanneer meer waterplanten gelegenheid krijgen zich te ontwikkelen zullen die delen minder geschikt worden voor mosselen [Ecosysteemontwikkeling in het Hoornse Hop, Deltares, 2013].

Tabel B10.2 Minimaal vereiste condities qua helderheid en waterdiepte voor viseters (blankvoorn/baars) met rood: ongewenst, geel: bandbreedte en groen: optimaal

Helderheid (cm)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	>100
Waterdiepte (m)	< 1	1-2	2 - 3	3 - 4	4-5	>5

Tabel B10.3 Minimaal vereiste condities qua helderheid en waterdiepte voor mosseleiders met rood: ongewenst, geel: bandbreedte en groen: optimaal

Helderheid (cm)	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	>100
Waterdiepte (m)	< 1	1-2	2 - 3	3 - 4	4-5	>5

De verkenning geeft een beeld van de potentie voor het meekoppelen van functies. Qua type meekoppeling wordt gedacht aan recreatie en visserij. De daadwerkelijke invulling zal via toelatingsplanologie worden geregeld en maakt geen onderdeel uit van deze verkenning.

Beleving en uitvoerbaarheid

Voor beleving en uitvoerbaarheid heeft deze toetsing plaatsgevonden aan de hand van verschillende criteria. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabellen (tabel B10.4 en B10.5). Er is hierbij gefocust op die onderwerpen waarvan verwacht wordt dat de luwtemaatregelen Hoornse Hop effect heeft op de omgeving en die van belang kunnen zijn voor de besluitvorming.

Tabel B10.4 Aspecten en beoordelingscriteria uitvoerbaarheid

Hoofdaspect	Onderdeel	Criterium
Water en bodem	Hydrodynamica	Effecten op stromingspatronen en stroomsnelheid
		Effecten op de golfhoogte
	Waterkwaliteit	Licht op de bodem
		Effecten stilstaand water (blauwalgen)
Bodem	Bijdrage doelen kaderrichtlijn water	
	Verandering bodemmorfolgie (sediment)	
Natuur	Archeologie	Effecten op archeologische waarden
	Beschermde gebieden	Effecten op Ecologische Hoofdstructuur (EHS)
	Beschermde soorten	Effecten op beschermde soorten
Flexibiliteit en adaptiviteit	Ecologische potenties	Ecologische potenties
	Flexibiliteit	Mate van flexibiliteit
	Adaptiviteit	Mate van adaptiviteit
	Overgangen water - land	Kwaliteit van overgangen water - land
Beheer en onderhoud	Robuustheid	Mate van robuustheid
	Beheer en onderhoud maatregelen	Mate van inspanning ten behoeve van instandhouding maatregelen
	Baggeren	Af- of toename baggerinspanning (vaarroutes en ter hoogte van havenmonden)
	Flexibiliteit	Mate van flexibiliteit om in te spelen op het daadwerkelijke effect van maatregelen
	Maaibeheer	Mate van beheersinspanning maaien in bereikte luwte rondom de maatregel

**Tabel B10.5** Aspecten en beoordelingscriteria beleving

Hoofdaspect	Onderdeel	Criterium
Cultuurhistorie	Cultuurhistorische waarden	Effecten op cultuurhistorische waarden
Landschap en ruimtelijke kwaliteit	Weidsheid en openheid van het gebied	Effecten op weidsheid en openheid van het gebied
	Rust, stilte en duisternis	Effecten op rust, stilte en duisternis
	Toevoegen van nieuwe kwaliteiten	Mate van toevoeging nieuwe kwaliteiten
	Herkenbaarheid vanaf het water (beleving en zichtlijnen)	Mate van herkenbaarheid
Recreatie en visserij	Recreatie	Effecten op landrecreatie
		Effecten op waterrecreatie vaargebied
		Effecten op waterrecreatie vaardoelen
	Visserij	Effecten op beroepsvisserij
		Effecten op sportvisserij