

**Aanvraag voor een
ontgrondingvergunning voor het project
Markerzand in het Markermeer**
Toelichting bij de aanvraag
ontgrondingvergunning

Opdrachtgever
Van Oord Nederland bv
Contactpersoon
de heer R.H. Roels
Kenmerk
R085745ai.00001.pt
Versie
01_001
Datum
23 juli 2015
Auteur
Drs. P.D. Thoenes

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Aanvrager.....	4
3	Begrenzing ontgrondingsgebied.....	5
4	Te winnen hoeveelheden.....	7
5	Wijze van uitvoering.....	8
6	Grondwatertoets.....	9
7	Waterkwaliteit	10
8	Waterbeheer.....	11
	8.1 Waterwet.....	11
	8.2 Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren	11
9	Taludstabiliteit	12
10	Archeologie.....	13
11	Natuur	14
12	Multifunctionaliteit, duur en fasering	15
13	Stabiliteit van waterkeringen	17

Bijlagen

Bijlage I	milieueffectrapport
Bijlage II	Inventariserend Veldonderzoek
Bijlage III	Notitie Taludstabiliteit Markerzand
Bijlage IV	BPRW toetsing
Bijlage V	Kamer van Koophandel - uittreksel
Bijlage VI	Kadastrale percelen

1 Inleiding

In deze toelichting bij de aanvraag voor een ontgrondingsvergunning voor de ontgroning en slibvang Markerzand worden de volgende onderwerpen nader toegelicht:

- aanvrager
- begrenzing ontgrondingsgebied
- te winnen hoeveelheden
- wijze van uitvoering
- grondwatertoets
- waterkwaliteit
- taludstabiliteit
- archeologie
- natuur
- multifunctionaliteit en fasering
- stabiliteit van waterkeringen
- waterwet aspecten

Meer informatie over deze en andere aspecten van het project is te vinden in het bij deze aanvraag behorende Milieueffectrapport ontgroning Markerzand, met daarin opgenomen de passende beoordeling.

2 Aanvrager

Deze vergunning wordt namens Markerzand v.o.f. aangevraagd door de penvoerder Van Oord Nederland BV.

Werkplan

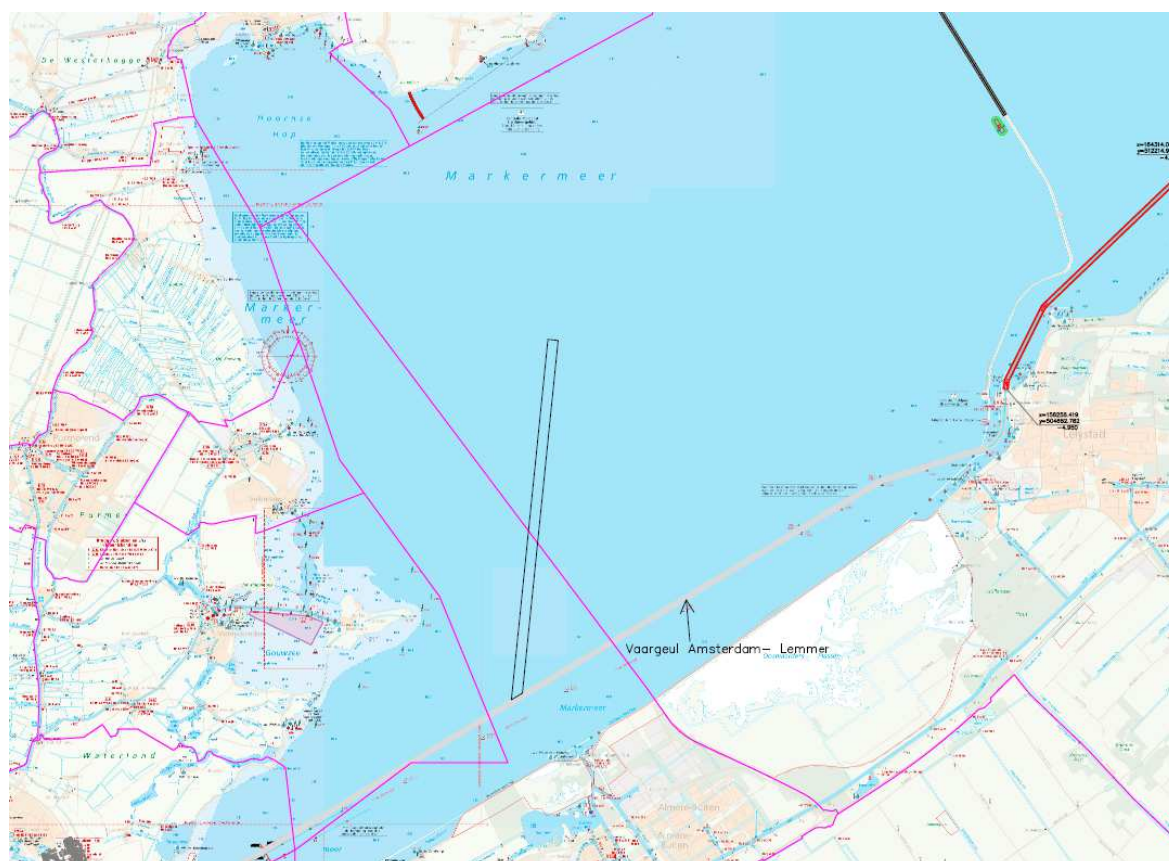
De vergunninghouder dient voor de aanvang van de werkzaamheden een werkplan in ter goedkeuring door de hoofdingenieur Rijkswaterstaat Midden-Nederland.

Dit werkplan bevat:

- Kaart met de begrenzing van het ontgrondingsgebied en de deelfases.
- Planning van de ontgroning, inclusief vrijkomende hoeveelheden.
- Scheepvaartveiligheidsplan.
- Lijst met in te zetten materieel.
- Geotechnische toetsing van taludstabiliteit op basis van grondboringen.
- Contactgegevens contactpersoon.

3 Begrenzing ontgrondingsgebied

De aanvrager vraagt een ontgrondingvergunning aan om te mogen winnen binnen het vak zoals hieronder op kaart aangegeven. De ontgronding wordt uitgevoerd als een lange sleuf van 350 meter breed, zoals aangeduid in de tekening met een dikke rode lijn.



Figuur 1: locatiekaart

Het wingebied wordt begrensd door de volgende coördinaten:

RD-coördinaten	X	Y	Punt
Linksboven	142638075,00	506389557,00	NW
Rechtsboven	142986292,00	506354269,00	NO
Rechtsonder	141770876,00	494360512,00	ZO
Linksonder	141396326,00	494135946,00	ZW

De afmetingen van het wingebied op meerbodem bedragen:

- Breedte is 350 meter
- Lengte over de as is 12185 meter

De oppervlakte bedraagt 426 ha.

Dit wingebied ligt in de kadastrale percelen LELYSTAD R 169 en ALMERE F 496, beide in eigendom bij De Staat (Rijksvastgoedbedrijf).

4 Te winnen hoeveelheden

Aanvrager vraagt een vergunning aan voor het winnen van 65 miljoen kubieke meter zand (in situ hoeveelheden) en het ontgronden van de daarop liggende bovengrond (naar schatting 34 miljoen kubieke meter). De roerdiepte is 50 meter - NAP. De bestaande bodemdiepte is gemiddeld 4 meter - NAP. De opleverdiepte is variabel, waarbij vanuit ecologisch perspectief wordt gestreefd naar een zo diep mogelijke opleverdiepte. In dat geval heeft de slibvang de langste levensduur en de grootste bergingscapaciteit. Van de vrijkomende bovengrond is 40% bestemd voor natuurbouwprojecten in en aan het Markermeer.

De vergunninghouder rapporteert jaarlijks de gewonnen hoeveelheden zand en vrijgekomen bovengrond aan het bevoegd gezag.

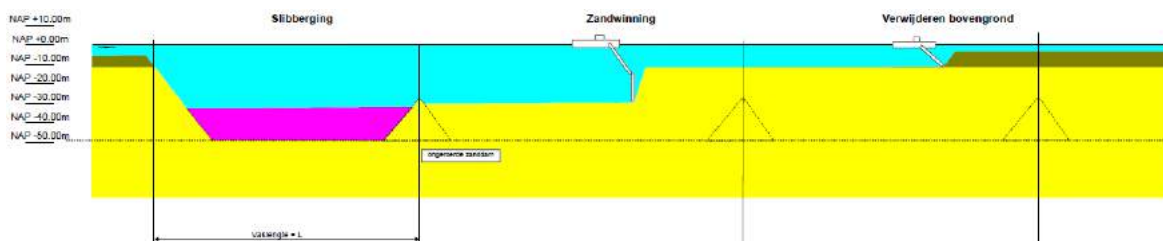
5 Wijze van uitvoering

Er zijn per fase drie aansluitende deelgebieden (vakken) tegelijkertijd actief, waar per vak de volgende activiteiten worden uitgevoerd:

1. afgraven bovengrond;
2. zandwinning;
3. terugbrengen bovengrond (voor zover deze niet wordt afgevoerd).

Deze drie activiteiten verplaatsen zich steeds in onderlinge samenhang stapsgewijs door het gebied, als het ware een trein met drie treinstellen, zie figuur.

Elk vak is ongeveer 500 meter lang. Er is dus steeds een gebied van 1.500 meter lang in uitvoering. Dit komt overeen met 12,5% van de uiteindelijke lengte van de slibvangput. Het overige deel van het gebied is dus óf gereed óf nog in de huidige toestand. Er vindt dan geen inzet van materieel plaats.



Figuur 2: schematische weergave van de drie fases van ontgroning (niet op schaal)

Aangezien het een ontgroning betreft waar meerdere bedrijven in deelnemen, met ieder een aanzienlijke vloot aan baggermaterieel, en de ontgroning een lange looptijd heeft, is nog niet bekend met welk materieel precies de ontgroning wordt uitgevoerd. In het MER is een aantal voorbeelden van geschikt materieel te vinden. Voor de milieueffectonderzoeken is steeds een worst case scenario voor de materieelinzet aangehouden.

6 Grondwatertoets

De effecten van de ontgroning zijn onderzocht door Wiertsema en partners. De resultaten zijn samengevat in § 4.2.2 van het milieueffectrapport en het rapport is opgenomen als bijlage VI bij het milieueffectrapport. Het rapport is ter commentaar voorgelegd aan het waterschap Zuiderzeeland.

De conclusie is dat de effecten op het grondwater zeer klein en tijdelijk zijn en daarmee acceptabel.

7 Waterkwaliteit

Het verbeteren van de waterkwaliteit – en daarmee van het ecologisch systeem - door het afvangen van slib is het primaire doel van het aanleggen van de slibvang. In het MER is het effect op het doorzicht van de slibvang onderzocht. Daarnaast is ingeschat hoeveel hectare natuurontwikkeling tot stand komt dankzij de vrijkomende en ter beschikking gestelde hoeveelheid bovengrond. Er is sprake van een significant en robuust positief ecologisch effect. Dit staat uitgebreid beschreven in het MER.

Stratificatie

In diepe putten kan stratificatie optreden (zie 4.1.4 in het MER). Uit onderzoek uit de jaren 1980 blijkt dat voor diepe putten in open water als deze het optreden van stratificatie beperkt blijft tot korte perioden per jaar en dat deze niet gepaard gaan met dusdanige zuurstofloze condities dat massale vissterfte optreedt. Dit is dan ook nooit waargenomen in de vele diepe putten (VAL, proefputten A en B, Flevoput, Trintelput etc.) die zich in het Markermeer – IJsselmeer gebied bevinden. Stratificatie wordt daarom niet als een groot milieurisico gezien.

Uitlevering fosfaat en nitraat

Als gevolg van het bagger- stort- en omputproces is het denkbaar dat er uitlevering van stoffen als fosfaat en nitraat in oplossing komen afkomstig uit de grond of het zand dat uit de slibvangput vrijkomt. In het projectMER van de Marker Wadden is hier uitgebreid naar gekeken en geconcludeerd dat als er al nitraat en fosfaat vrijkomen het zeer bescheiden hoeveelheden zullen zijn ten opzichte van het totale watervolume van het Markermeer. Hoewel er bij het Markerzand project sprake is van grotere totale volumes vrijkomende grond, zijn de hoeveelheden te storten grond per jaar vergelijkbaar. De mogelijk vrijkomende hoeveelheden fosfaat en nitraat zijn dermate klein dat er geen milieueffecten te verwachten zijn.

8 Waterbeheer

8.1 Waterwet

Voor ontgrondingen in rijkswateren is er sprake van een meldingsplicht (art. 6.14 Waterregeling). Volgens art. 6.12 Waterbesluit is er geen sprake van vergunningsplicht voor ontgrondingen. Aanvrager verzoekt Rijkswaterstaat Midden Nederland deze aanvraag tevens als de melding art. 6.14 Waterregeling te beschouwen.

8.2 Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren

Het plan waarvoor deze vergunning wordt aangevraagd is getoetst aan het Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren (BPRW toets, zie bijlage II). De conclusie is dat het initiatief Markerzand geen significant negatieve invloed heeft op de kwaliteitselementen die nog niet worden gecompenseerd of gemitigeerd. Sterker, een slibvang is juist als een mitigerende maatregel gedefinieerd. Markerzand heeft positieve effecten op de relevante biologische kwaliteitselementen.

9 Taludstabiliteit

De ontgroning ligt midden in het Markermeer. Er is geen sprake van belendingen binnen de veiligheidsafstand die een risico kunnen lopen als er zich een instabiliteit van de taluds van de slibvang voordoet. Hierbij wordt een veiligheidsafstand van 20 maal de putdiepte aangehouden, dat is hier 920 meter. De dichtstbijzijnde oevers en waterkeringen bevinden zich op een afstand van meer dan 2500 meter.

De ondergrond van het te ontgronden gebied bestaat uit een bovenlaag van klei met lokaal zand of veen (bovengrond) met een gemiddelde dikte van 9 meter en een homogeen zandpakket daaronder tot de maximum ontgravingsdiepte van 50 meter – NAP.

De bovengrond wordt in lagen ontgraven met een talud van 1:4. De ervaring uit onder meer de vaargeul Amsterdam – Lemmer leert dat dit flauw genoeg is om instabiliteit van de ontgraving te voorkomen. Het zandpakket wordt in lagen ontgraven (baggeren) met een talud van 1:3. Ook hier blijkt uit ervaring en uit de voorlopige geotechnische toetsing dat dit in een stabiele putwand resulteert. Voorafgaand aan de ontgroning wordt een geotechnisch veldonderzoek uitgevoerd. Op basis van de resultaten van dit onderzoek worden er geotechnische berekeningen uitgevoerd ter verificatie van de stabiliteit van de taluds.

Na verloop van de tijd slijt de put grotendeels dicht, waardoor de stabiliteit verder toeneemt.

10 Archeologie

De aanwezigheid van scheepswrakken, scheepvaartgerelateerde vondsten en vliegtuigwrakken in het ontgrondingsgebied zijn onderzocht met behulp van hoge resolutie side scan sonar. Gelijktijdig met de sonar-opnamen zijn met een magnetometer magnetische anomalieën in kaart gebracht. Metalen objecten in de bodem, zoals metalen wrakdelen, kunnen hiermee worden opgespoord. Daarnaast zijn alle andere mogelijk aanwezige objecten die baggerobstakels kunnen vormen in kaart gebracht (zie bijlage II). Er is een duikonderzoek uitgevoerd naar een aantal objecten in of vlak naast het ontgrondingsgebied (zie bijlage II).

De integriteit van aan – of vlak onder- het oppervlak aangetroffen archeologisch waardevolle objecten wordt verzekerd door

- het respecteren van de 1:10 lijn (denkbeeldig talud) vanaf het object. Het kan zijn dat er om deze reden ter plekke minder diep ontgrond kan worden, en
- het aanhouden van een veiligheidsafstand van 90 meter tot het object, zodat de voet van het talud in de bovengrond vrij blijft van de 1:10 lijn

Toevalsvondsten waarvan vermoed kan worden dat zij van archeologische waarde zijn of kunnen zijn, worden conform de Monumentenwet, gemeld aan de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed of de provinciaal archeoloog.

In het kader van de zandwinning is een verkennend geologisch/geotechnisch booronderzoek gepland. De boringen worden uitgevoerd in aanwezigheid van een KNA-prospecteur of fysisch geograaf. Het onderzoek krijgt hiermee een geo-archeologisch karakter. Op basis van het geo-archeologische boorkernenonderzoek kan het onderzochte gebied worden verdeeld in zones met een hoge, middelhoge en lage trefkans op het voorkomen van prehistorische bewoningsresten.

11 Natuur

Natura 2000

De ontgroning bevindt zich in het Natura 2000 gebied Markermeer/IJmeer. Om die reden is er een passende beoordeling van de effecten op de natuur door de ontgroning uitgevoerd. De passende beoordeling is in het milieueffectrapport opgenomen. Uit de passende beoordeling blijkt dat er geen negatieve effecten van enige omvang op de instandhoudingsdoelstellingen zijn. Er zijn wel significant positieve effecten.

Het tijdelijke positieve effect is dat het water helderder wordt tijdens de levensduur van de slibvang (minimaal 40 jaar).

De blijvende effecten zijn

1. de grote hoeveelheid slib dat aan het watersysteem wordt onttrokken en permanent geborgen wordt in de slibvang en
2. de natuurprojecten die worden aangelegd met de ter beschikking gestelde bovengrond.

Als gevolg van de tijdelijke en blijvende effecten wordt het hele Markermeer minder troebel en slaat er minder slib neer op de bodemflora en ontstaan er nieuwe zones met ondiep water. De positieve effecten van de slibvang worden toegelicht in het MER.

Er wordt een natuurbeschermingswetvergunningen aangevraagd bij de provincie Flevoland voor het uitvoeren van de ontgroning. De stikstofdepositie is berekend met Aerius en zal ook worden gemeld met Aerius.

Flora en fauna

De verbodsbepalingen uit de Flora- en faunawet worden niet overtreden als gevolg van de ingreep of de werkzaamheden. Een ontheffing is dus niet aan de orde. In het milieueffectrapport is deze conclusie nader toegelicht.

Nationaal Natuurnetwerk

De bovengenoemde ecologische effecten zijn ook van toepassing op het Nationaal Natuurnetwerk. Het ecologisch systeem wordt versterkt, waardoor de kansen voor behoud en ontwikkeling van de wezenlijke kenmerken en waarden van het wetlandgebied toenemen. De effecten van de uitvoering zijn tijdelijk en lokaal. Uiteindelijk zijn de effecten positief.

12 Multifunctionaliteit, duur en fasering

Eén uitgangspunt van deze ontgronding (in het kader van multifunctionaliteit) is dat 40% van de vrijkomende bovengrond ter beschikking wordt gesteld voor natuurbouwprojecten in het Markermeer.

Deze projecten zijn op dit moment in beeld voor natuurbouw in het Markermeer:

- de Marker Wadden
- de vooroevers van de Noord-Hollandse Markermeerdijken
- de Luwtmaatregelen Hoornse Hop
- versterking van de Houtribdijk (Building with nature varianten) en mogelijke daarmee samenhangende gebiedsontwikkelingen

Gedurende de looptijd van het project (30 jaar) zullen er meer projecten worden gerealiseerd in het Markermeer die bovengrond nodig hebben om ecologische redenen.

Minimaal 40% van de vrijkomende bovengrond wordt bestemd voor natuurbouwprojecten in of aan het Markermeer. De overige bovengrond wordt teruggebracht in de zandwininput (omputten), of toegepast buiten het Markermeer.

In het MER is een toetsing van de multifunctionaliteit aan het aanvullend kader van Rijkswaterstaat opgenomen. De conclusie is als volgt. De zandwinning is in het licht van het aanvullend kader minimaal 40 jaar multifunctioneel, tot 10 jaar na beëindiging van de zandwinning. Na deze tijd is er een permanent positief effect op de TBES-doelen vanwege de 453 ha (equivalente) toegevoegde ondiep waternatuur (en de permanente berging van mobiel slib).

De vergunning wordt aangevraagd voor een looptijd van 30 jaar. Dit is de tijdspanne die nodig is om de slibvang in volle omvang te realiseren. Pas bij volle omvang is de slibvang effectief genoeg om op systeemniveau tot een positief ecologisch effect te leiden.

Om het realiseren van de 40%-doelstelling te kunnen waarborgen, worden de grondstromen van de bovengrond gerapporteerd aan het bevoegd gezag. Zo is op ieder moment inzichtelijk in hoeverre de doelstelling is gerealiseerd.

TOETSING AANVULLEND KADER BIJ AFVOER 40% BOVENGROND				
	Fase 1 Aanlegfase (0-30 jr)	Fase 2 Volle omvang slibvang (30 - 40 jr)	Fase 3 Vulfase (40 - 45 jr)	Permanent
TBES				
Heldere randen langs kust (>10% licht op bodem)	pro rato ontgroning	0,9	0,9	0
Gradiënt helder-troebel (jaargemiddeld)	pro rato ontgroning	8,2	8,2 *	0
Toepassing ter beschikking gestelde bovengrond elders (40% vrijkomende bovengrond)	0 – 4,5	4,5	4,5	4,5
N2000	pro rato ontgroning	+	++	0/+
KRW	pro rato ontgroning	+	++	0/+
SOM	pro rato ontgroning	13,6	13,6	4,5

*) afnemend naar 0

Tabel 1: uitwerking van de multifunctionaliteit (uit Bijlage X van het MER)

13 Stabiliteit van waterkeringen

Doordat het water verdiept wordt als gevolg van de ontgroning, verandert ter plekke het golfklimaat. In dieper water worden de golven hoger en langer. Dit kan effecten hebben op waterkeringen en scheepvaart. Als de golven weer in ondieper water komen worden ze weer korter en lager.

Waterkeringen

Voor waterkeringen geldt als maatgevende situatie een zware storm. De vraag is of in die situatie de golfbelasting op de waterkering significant toeneemt.

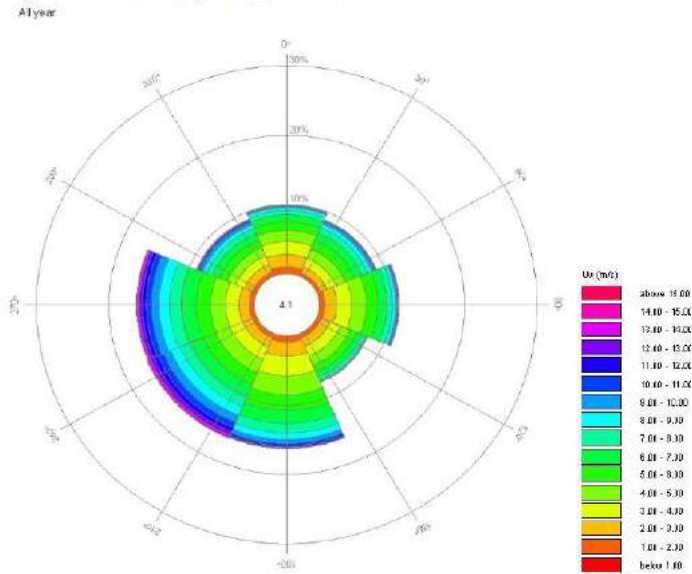
Uit de windstatistieken blijkt dat harde wind tot zware storm uit de windrichtingen tussen zuid-zuidoost en westnoordwest optreedt (zie windroos onder). De ontgrondingsput is zuidzuidwest-noordnoordoost georiënteerd. Als de wind uit zuidzuidwest komt, dus parallel aan de lengterichting van de put, zal het effect wegens de lange strijklengte op het golfklimaat het sterkst zijn. In ondiep water aan de benedenwindse zijde van de slibvangput zal de golfbeweging echter vrij snel weer in evenwicht komen met de waterdiepte en is er geen sprake meer met een verschil met de huidige situatie of met het omringende wateroppervlak. Gezien de afstand tot de Noord-Hollandse kust is er daar geen effect te verwachten. Aan de bovenwindse zijde treedt geen verhoging van de golven op.

De meeste en zwaarste stormen komen uit zuidwestelijke tot noordwestelijke richting. Deze richtingen maken een hoek met de ontgrondingsput. Stormen uit de zuidzuidoostrichting komen minder vaak voor en zijn minder zwaar. In deze gevallen is er ook sprake van een groot gebied met ondiep water tussen de ontgrondingsput en de betreffende benedenwindse waterkeringen, waardoor de golfhoogte en golflengte zich weer aanpassen aan de waterdiepte en er geen effect op de waterkeringen is.

De Oostvaarderdijk ligt het dichtst bij de ontgrondingsput. Als de wind uit noordelijke hoek komt, is deze parallel aan de lengterichting van de ontgrondingsput en is het maximale opstuwende effect te verwachten op benedenwindse waterkeringen. Deze liggen minimaal 2 kilometer van de ontgrondingsput. Uitgaande van de vuistregel dat de veiligheidszone minimaal vijf maal de golflengte moet zijn, is een afstand van circa 100 meter minimaal vereist. Dat is hier ruimschoots het geval.

Concluderend kan worden gesteld dat er geen effecten van enige omvang als gevolg van verandering van het golfklimaat op de waterkeringen of de scheepvaart worden verwacht.

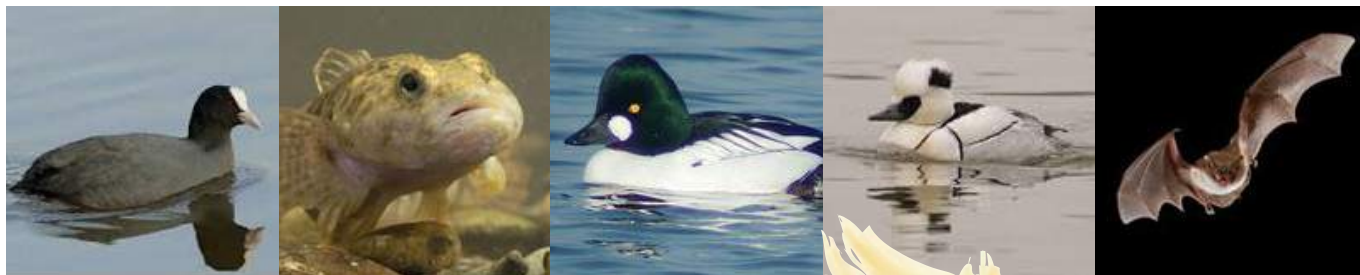
Figuur B11: Verdeling wind, periode 1951-2013



Scheepvaart

De hierboven geschetste verandering in het golfklimaat zal voor de beroepsvaart geen beperkingen opleveren, aangezien de toegenomen golfhoogte en golflengte nog steeds relatief klein zijn ten opzichte van het gemiddelde beroepsvaartuig. Voor de recreatievaart geldt dat het overgrote deel van de recreatievaartuigen het open water van Markermeer verlaten zullen hebben bij windkracht vanaf 7 Bft (harde wind) of meer. Bij lagere windkracht zal er voor de meeste recreatievaartuigen lokaal een aangenamer golfklimaat zijn dan heden, voor zover het verschil waarneembaar is. Bij wind boven 4 Bft wordt het huidige golfklimaat op het Markermeer met zijn - vanwege de geringe diepte - korte steile golven veelal als onprettig (knobbelig) ervaren, dus met name de langere golflengte die ter plekke kan optreden zal eerder als positief dan negatief ervaren worden.

Bijlage I
milieueffectrapport

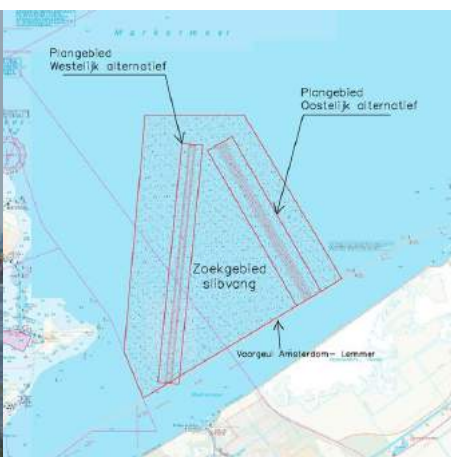


MARKERZAND



Milieueffectrapportage ontgronding Markerzand

LBP|SIGHT



Opdrachtgever

Markerzand v.o.f.

Contactpersoon

de heer J.L. van der Walle

Kenmerk

R085745ac.00004.dl

Versie

02_000

Datum

23 juli 2015

Auteurs

Drs. ing. C.B.E. (Constans) van Munster

Drs. P.D. (Peter) Thoenes

Samenvatting

Waarom is deze milieueffectrapportage opgesteld?

Markerzand v.o.f. wil een ontgroning uitvoeren in het Markermeer. Daarvoor is een ontgrondingsvergunning nodig. Voor de besluitvorming over deze vergunning vinden Markerzand v.o.f. en Rijkswaterstaat het belangrijk om de gevolgen voor het milieu in kaart te brengen. De bevindingen daarvan zijn in deze milieueffectrapportage te lezen.

Welke doelen heeft de ontgroning Markerzand?

1. Zandwinning (economisch doel)

Er wordt zo'n 65 miljoen m³ zand gewonnen om aan de zandbehoefte van de komende 30 jaar te kunnen voldoen. Het zand wordt gebruikt voor de bouw van woningen en de aanleg van wegen.

2. Verbeteren waterkwaliteit (ecologisch doel)

De put die ontstaat na de ontgroning vangt slib op. Hierdoor ontstaat er plaatselijk helderder water. Omdat water en wind het slib naar de slibvang transporteren, neemt de hoeveelheid slib in het Markermeer op den duur fors af: de put Markerzand kan minimaal 68 miljoen m³ slib permanent bergen. Dat is ruim de helft van al het mobiele slib dat nu in het Markermeer rondzweeft. Maximaal kan 110 miljoen m³ slib geborgen worden. Flora en fauna krijgen zo een betere kans zich te ontwikkelen. Door de vrijkomende bovengrond ter beschikking te stellen voor natuurprojecten wordt er duurzaam omgegaan met grondstromen.

Past dit project binnen het beleid?

Ja. De *structuurvisie voor het gebied Amsterdam – Almere – Markermeer* ziet een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES) als een noodzakelijk instrument in de integrale ontwikkeling van de noordelijke randstad. De grote en effectieve slibvang van dit project draagt bij aan de doelen van het TBES. Ook het hergebruik van de vrijgekomen bovengrond sluit bij die doelstellingen aan.

Een ontgroning moet multifunctioneel zijn: het winnen van zand moet ook een tweede maatschappelijke functie hebben. De combinatie van zandwinning, een grote slibvang en het ter beschikking stellen van bovengrond voor natuurprojecten voldoet aan dit criterium van de multifunctionaliteit. Hiermee past de ontgroning goed binnen de Rijksstructuurvisie.

Hoe ziet de planning van het project eruit?

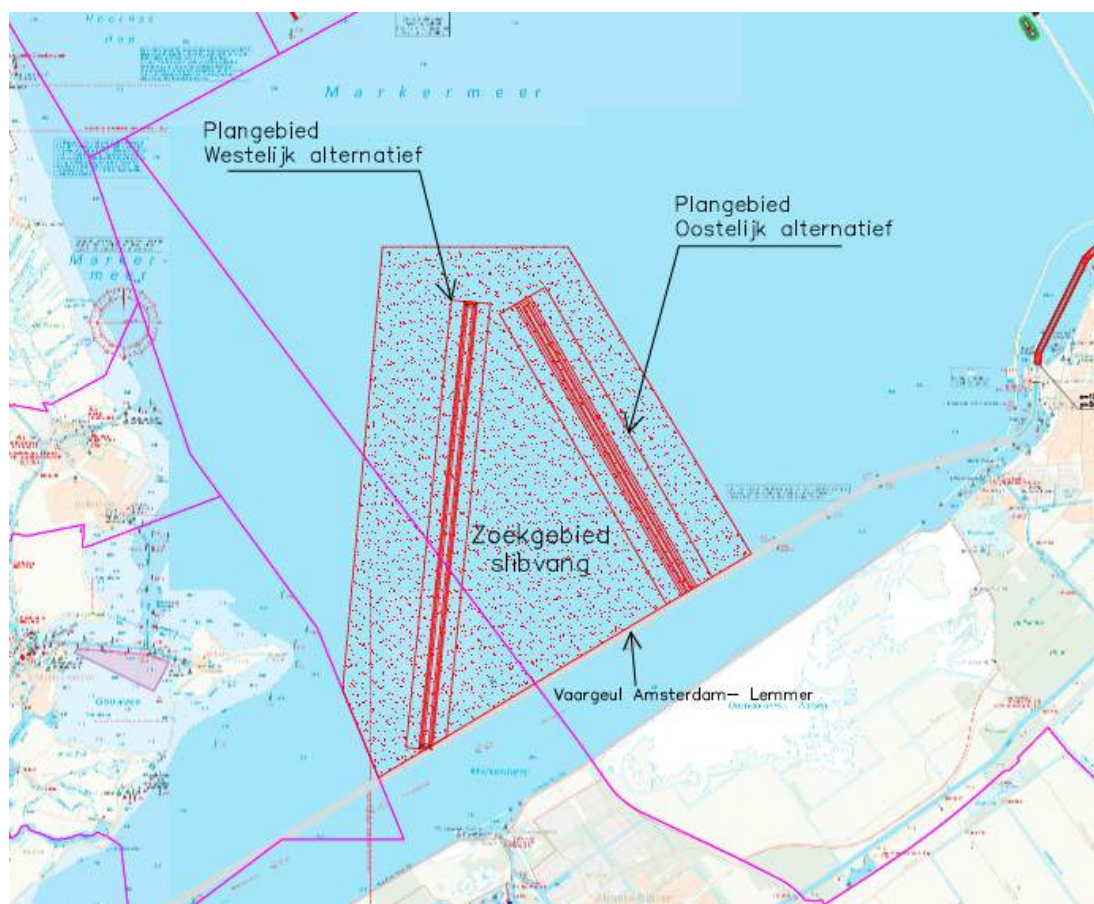
De ontgroning vindt plaats tussen 2016 en 2046. In deze periode vinden de volgende deelactiviteiten tegelijkertijd plaats:

- het afgraven van de bovengrond;
- de zandwinning met zandzuigers;
- het verwerken van de bovengrond in de slibvangput en/of;
- het duurzaam gebruiken van de bovengrond elders.

Waar vindt de zandwinning precies plaats?

In het Markermeer. Zandwinning in het IJsselmeergebied is eigenlijk niets nieuws. Al vele decennia wordt er jaarlijks zo'n 3 miljoen m³ aan zand gewonnen. Dit zand komt momenteel bijvoorbeeld uit de vaargeulen *Urk-Den Oever* en *Amsterdam-Lemmer* in het Markermeer en het IJsselmeer.

De slibvangput komt te liggen in het zoekgebied (zie onderstaande figuur). De slibvang heeft een oppervlakte van maximaal 425 hectare. Dit is circa 0,6% van het wateroppervlak van het Markermeer-IJmeer.



Voor dit project zijn twee alternatieven voor de locatie en de uitvoering onderzocht:

Locatiealternatieven (waar?)

- Westelijk alternatief
- Oostelijk alternatief

Uitvoeringsalternatieven: (hoe?)

- Basisalternatief waarbij de bovengrond tijdelijk uitgenomen wordt en na de zandwinning weer terug in de put wordt gebracht
- Natuuralternatief waarbij de bovengrond niet wordt teruggestort maar voor 100% wordt afgevoerd om duurzaam in te zetten bij bijvoorbeeld de aanleg van natuurgebieden.

Aan welke alternatieven geeft Markerzand uiteindelijk de voorkeur?

Locatie: op basis van effectvergelijking koos Markerzand voor het westelijk alternatief.

Uitvoering: op basis van juridische en praktische overwegingen worden vergunningen aangevraagd voor een variant tussen het Basisalternatief en het Natuuralternatief. Minimaal 40% van de bovengrond wordt ter beschikking gesteld aan natuurprojecten.

Wat zijn de milieueffecten van de slibvangput?

We hebben de milieueffecten van de volgende onderwerpen onderzocht:

Bodem en water

Door de zandwinning ontstaat een slibvangput. Daardoor neemt de slibconcentratie rond de slibvang af en de helderheid van het water toe. Door het verwijderen van de deklaag neemt de kwelstroom in Flevoland lokaal zeer beperkt toe. De infiltratie van (zoet) water uit het Markermeer naar de ondergrond neemt toe. Nadat de werkzaamheden beëindigd zijn, wordt de situatie hersteld. Er zijn geen noemenswaardige hydrologische effecten te verwachten.

Luchtkwaliteit

De inzet van materieel heeft emissies naar de lucht tot gevolg. De invloed op de luchtkwaliteit levert geen problemen op. Markerzand leidt tot een 'niet in betekenende mate' toename van fijn stof en stikstofdioxide. De wettelijk gestelde grenswaarden worden niet overschreden.

Geluid

Er zijn geen knelpunten voor wat betreft geluid. De zandwinning heeft geen negatief effect op de fauna. Voor de effecten op de mens is de meest kritische situatie beoordeeld. Dit is het gedeelte dat het dichtst bij het land is: het zuidelijkste stuk van het westelijke en oostelijke alternatief. De geluidbelasting op de woningen in Lelystad, Marken en Almere, ligt lager dan de wettelijke richtwaarden.

Landschap en beleving

Gezien het kleine ruimtebeslag op het water hebben de vier onderzochte initiatieven geen invloed op de beleving van leegte en uitgestrekte ruimte. Vanaf de kust zijn de werkzaamheden bij helder weer niet of nauwelijks zichtbaar.

Vlkbij de zandwinning is er sprake van een afname van de stiltebeleving door het geluid van het materieel. Recreatievaart in de buurt van het werkgebied merkt dit effect dus, maar heeft in principe de mogelijkheid om het werkgebied te vermijden. Ook vallen de tijden van maximale recreatievaart – overdag gedurende de weekenden en de feest- en vakantiedagen - meestal samen met de rust- en verloftijden van de bemanning van het baggermaterieel.

Vanaf de kust is de verlichting bij het materieel nauwelijks te zien. Vanaf het water wijkt de verlichting niet wezenlijk af van andere binnenvaartschepen, zoals die nu door het gebied varen. Aangezien de werkzaamheden zich minimaal 2,2 km buiten de kustlijn bevinden, worden de landschappelijke elementen niet beïnvloed.

Archeologie, cultuurhistorie en aardkundige waarden

De slibvang heeft geen invloed op de aanwezige cultuurhistorische elementen in het Markermeer. Voor de slibvang wordt er tot een diepte van 50 meter gegraven, in de Holocene en Pleistocene lagen. Er is niet uit te sluiten dat archeologische waarden aangetast worden. Een verkennend sonaronderzoek kan de aanwezigheid van scheeps- of vliegtuigwrakken en andere obstakels vaststellen. Met booronderzoek en geofysisch onderzoek kan de morfologie van het Pleistocene landschap en de Holocene stratigrafie geïnventariseerd worden.

Beroeps- en recreatievaart

Het totale bevaarbare oppervlak van het Markermeer wijzigt niet door de slibvang. Het materieel is beperkt van omvang en duidelijk gemarkeerd met borden en navigatieverlichting. De hinder voor beroeps- en recreatievaart is daarom zeer gering. Het voordeel van het westelijke alternatief is dat er een gedeeltelijke verdieping van de vaarroute Amsterdam - Enkhuizen ontstaat, waardoor de beroepsvaart op dit traject brandstof bespaart.

Visserij

Slibvangputten kunnen een belangrijke rol spelen in de uitvoering van de ecologische maatregelen. Diepe zandwinputten zijn een potentiële verblijfplaats voor spiering in perioden dat er sprake is van te hoge watertemperaturen in het meer. Dit kan een positief effect hebben op de visstand.

Natuur

Het Markermeer-IJmeer is een Natura 2000- en een wetlandgebied. Door de ontgroning zijn er positieve effecten op de waterkwaliteit. Het areaal bevisbaar water voor visetende watervogels neemt toe dankzij het betere doorzicht. Ook het foerageergebied van deze vogels verbetert en de kans voor vestiging van waterplanten neemt toe. Het ecologisch systeem wordt sterker.

Duurzaamheid

De aanleg van de slibvang door zandwinning heeft een positief ecologisch effect. De locatie is qua transportafstanden gunstig. Daarnaast wordt de bovengrond deels nuttig toegepast. Daarom is dit de meest duurzame wijze van zandvoorziening van de regio.



Zo ziet de bodem van het Markermeer eruit. Deze snoek is een zeldzame waarneming (foto Andre Donker)

De alternatieven zijn met elkaar vergeleken door ze kwalitatief te beoordelen ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten van de referentiesituatie worden op '0' gesteld. De alternatieven zijn bij elk aspect 'gescoord' ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is in onderstaande tabel weergegeven.

Aspect	Deelaspect	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief
Bodem	Milieukwaliteit vrijkomend bodemmateriaal	0	0
Grondwaterhuishouding	Kwel	0	0
	Verziltig	0	-
Waterkwaliteit	Doorzicht (kaderrichtlijn water)	+	+
	Langdurige slibvangwerking op systeemniveau (TBES)	+	++
Luchtkwaliteit	Stikstofdioxide	0	0
	Fijnstof PM10	0	0
Geluid	Geluidbelasting op mens (woningen)	0	0
Landschap en beleving	Horizon	0	0
	Beleving (uitgestrektheid, stilte, duisternis)	0	0
	Landschappelijke elementen	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Cultuurhistorie	0	0
	Archeologie	-	-
	Scheeps- en vliegtuigwrakken	0	0
Scheepvaart en visserij	Hinder voor de scheepvaart, nautische veiligheid	0	0
	Voordeel verdieping vaarroute Amsterdam – Enkhuizen voor beroepsvaart (duurzaamheid)	+	+
	Visserijareaal	+	+
Natuur	Natura 2000 - foerageergebied visetende watervogels	+	+
	Natura 2000 - verbetering van het doorzicht	+	++
	Flora- en faunawet	0	0
	Nationaal natuurnetwerk	+	+
Duurzaamheid	Ecologisch effect	+	++
	Emissie per ton	+	+

Wat weten we nog niet zeker?

De put heeft een opslagcapaciteit die groot genoeg is om voor 68 tot 110 miljoen m³ slib uit het Markermeer, afhankelijk van de alternatieven. Het voorkeursalternatief kan 84 miljoen m³ slib permanent bergen. Het effect van de slibvang op het ecosysteem is zeker positief maar we weten niet precies in welke mate. Dat kunnen de gebruikte geavanceerde rekenmodellen ons niet vertellen. De positieve effecten voor de waterkwaliteit en ecosysteem dragen bij aan de TBES-doelen.

Het verder onderzoeken van de processen en de effecten wordt uitgevoerd in het kader van de monitoring van de effecten van het gehele TBES-pakket. Deze monitoring is een voorwaarde om aan te tonen dat de TBES-maatregelen in samenhang voldoende ecologisch effect hebben om de neerwaartse trend in het Markermeer te keren. De verbetering van het ecologisch systeem is een voorwaarde om ruimtelijke en economische ontwikkeling in de regio Amsterdam – Almere mogelijk te maken.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	13
1.1 Het Markermeer – de opgave	13
1.2 Het beleid	13
1.3 Het initiatief	14
1.4 Het doel	15
1.5 De initiatiefnemer	15
1.6 Waarom een milieueffectrapportage?.....	15
1.7 Notitie reikwijdte en detailniveau.....	15
1.8 Leeswijzer	16
2 Voorgenomen activiteiten en alternatieven	17
2.1 Uitgangspunten van het project Markerzand	17
2.2 Zoekgebied voor locatiekeuze	19
2.3 Plangebied en studiegebied.....	19
2.4 Voorgenomen activiteit	21
2.5 Alternatieven	24
2.5.1 Basisalternatief.....	24
2.5.2 Natuuralternatief.....	25
2.5.3 Westelijk alternatief	26
2.5.4 Oostelijk alternatief.....	26
2.6 Werkrichting, fasering en werktempo.....	26
3 Referentiesituatie	27
3.1 Huidige situatie.....	27
3.2 Autonome ontwikkeling	28
3.3 Beoordelingskader van de effecten	28
4 Bodem en water	31
4.1 Referentiesituatie	31
4.1.1 Bodemopbouw	31
4.1.2 Bodemkwaliteit	32
4.1.3 Grondwaterhuishouding	33
4.1.4 Waterkwaliteit	33
4.2 Effectbeschrijving	39
4.2.1 Bodemkwaliteit	39
4.2.2 Grondwaterhuishouding	39
4.2.3 Waterkwaliteit.....	43
4.3 Effectbeoordeling	52
5 Luchtkwaliteit	55
5.1 Referentiesituatie	55
5.2 Effectbeschrijving	56

6	Geluid	59
6.1	Referentiesituatie	59
6.2	Effectbeschrijving en -beoordeling	59
7	Landschap en beleving	61
7.1	Referentiesituatie	61
7.2	Effectbeschrijving en -beoordeling	61
7.2.1	Horizon	61
7.2.2	Beleving	62
7.2.3	Landschappelijke elementen	64
8	Cultuurhistorie en archeologie	65
8.1	Referentiesituatie	65
8.2	Effectbeschrijving	72
8.3	Effectbeoordeling	73
9	Scheepvaart en visserij	75
9.1	Referentiesituatie	75
9.1.1	Beroepsvaart	75
9.1.2	Recreatie	77
9.1.3	Sportvisserij	77
9.1.4	Beroepsvisserij	77
9.2	Effectbeschrijving	78
9.2.1	Nautische veiligheid en hinder voor beroeps- en recreatievaart	78
9.2.2	Visserij: visstand en areaal	79
10	Natuur	81
10.1	Referentiesituatie	81
10.1.1	Natura 2000	81
10.1.2	Toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES)	83
10.1.3	Flora- en Faunawet en Rode Lijst	83
10.1.4	Ecologische hoofdstructuur (Natuurnetwerk Nederland)	85
10.2	Effectbeschrijving en -beoordeling	86
10.3	Effectbeschrijving en -beoordeling - Natura 2000-doelen	87
10.3.1	Conclusies	87
10.3.2	Oostelijk alternatief	87
10.3.3	Westelijk alternatief	87
10.3.4	Externe werking	87
10.4	Effectbeschrijving en -beoordeling - TBES-doelen	88
10.5	Effectbeschrijving en -beoordeling Flora- en faunawet	91
10.6	Samenvatting van effectbeoordeling natuur	92
11	Cumulatie van effecten	93
11.1	Ontwikkelingen en projecten in het Markermeer	93
11.2	Mogelijke cumulatieve effecten	94

12	Duurzaamheid en klimaat	95
12.1	Referentiesituatie	95
12.2	Effectbeschrijving	95
12.3	Effectbeoordeling	96
13	Multifunctionaliteit van de ontgronding	97
13.1	Achtergrond.....	97
13.2	Bouwgrondstoffenbeleid en relevante wet- en regelgeving	97
13.3	Toetsing van de multifunctionaliteit	99
13.4	Aanvullend kader	99
14	Samenvattende conclusies milieueffecten	101
14.1	Beoordeling	101
14.2	Het voorkeursalternatief	102
15	Leemten in kennis, onzekerheden en monitoring	105
	Literatuurlijst	107

Bijlagen

Bijlage I	Relevant beleid en besluiten
Bijlage II	De m.e.r.: het hoe en waarom
Bijlage III	Advies over de inhoud van het milieueffectrapport
Bijlage IV	De werking van de slibvang
Bijlage V	Overige projecten autonome ontwikkeling
Bijlage VI	Geohydrologische berekeningen Wiertsema
Bijlage VII	Rapportage geluid LBP SIGHT
Bijlage VIII	Passende beoordeling Grontmij
Bijlage IX	Rapportage archeologisch onderzoek Periplus
Bijlage X	Multifunctionaliteit - toetsing aan aanvullend kader
Bijlage XI	Geomilieu - concentratie NO ₂

1 Inleiding

1.1 Het Markermeer – de opgave

De ecologische kwaliteit van het Markermeer loopt sterk terug sinds de aanleg van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad. Dat komt vooral omdat het water erg troebel is door de aanwezigheid van veel slib en doordat er minder voedingsstoffen zijn voor flora- en fauna. Dit slibprobleem is toegelicht in onderstaand tekstkader. Gezien de omvang van het probleem moeten er meerdere grootschalige maatregelen getroffen worden om te komen tot een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES) in het Markermeer-IJmeer [1].

Het Markermeer vertroebelt

Het Markermeer bevat van oorsprong meer slib dan bijvoorbeeld het IJsselmeer. Ten tijde van de Zuiderzee was de dynamiek van het water daar rustiger. Er kon zich dus wat fijner sediment afzetten, terwijl de bodem in het noorden van de Zuiderzee, rond de rivier- en getijdengeulen, veel zandiger was.

Het slib van de oude Zuiderzeebodembodem wordt door de geringe diepte van het Markermeer voortdurend opgewoeld door golven en door stroming. Golven worden in het Markermeer opgewekt door de wind. De golfhoogte en -periode is afhankelijk van de windsnelheid, de duur van de storm en afstand waarover de wind over het wateroppervlak blaast. Al bij lage windsnelheden ontstaan krachtige golven, die snel invloed hebben op het bodemmateriaal. Hoe krachtiger de golven, hoe meer slib er van de bodem wordt opgewoeld.

Er is ook nog eens meer slib in het systeem gekomen doordat het water en de waterbodembodem zoet zijn geworden na realisatie van de Afsluitdijk. De afzetting van het slib op de bodem heeft in de Zuiderzeetijd plaatsgevonden; het slib is dus een combinatie van zout en klei. Zouten zorgen ervoor dat de kleideeltjes steviger aan elkaar gebonden worden dan in een zoete situatie. Na de afsluiting is het zout langzaam uit de bovenste kleilaag weggespoeld en de kleideeltjes zijn losser komen te zitten [2]. De grote hoeveelheid slib op de bodem wordt niet meer vastgehouden en komt onder winderige omstandigheden door de geringe waterdiepte in suspensie.

Sinds de aanleg van de Houtribdijk wordt het slib niet meer afgevoerd met gevolgen voor de bodemfauna en de beschikbaarheid van licht. Vanaf de jaren negentig werd het water troebeler en nam de hoeveelheid vis, visetende vogels en bodemfauna af, met name spiering en driehoeksmosselen. De hoeveelheid driehoeksmosselen nam niet alleen af, ze werden ook kleiner. Dat had weer negatieve gevolgen voor de mossetende vogels en voor de helderheid van het water [3].

1.2 Het beleid

Het TBES geeft een langetermijntoekomstbeeld voor de gewenste ecologische ontwikkelingen in het Markermeer-IJmeer. De volgende 4 doelen zijn geformuleerd:

1. *Zones met helder water langs de Noord-Hollandse kust.* Deze zone voorziet in ondergedoken waterplanten, het daarbij passende bodemleven en een diverse vispopulatie.
2. *Slibgradiënt.* Een geleidelijke overgang van helder naar slibrijk water, met heldere randen aan de Noord-Hollandse kust en troebel water aan de kant van Lelystad, is van groot belang voor flora en fauna. Van de bodem loskomend slib maakt het water troebel. Dat heeft negatieve gevolgen voor de mosselen en de waterplanten, en dus ook voor de vogels die daarvan leven. Verder wordt gedacht aan het creëren van golfuwte. Daardoor kunnen gebieden ontstaan waar slib niet meer opwervelt en niet meer wordt aangevoerd.

3. *Overgangszones tussen land en water.* Het ecosysteem heeft de land-waterzone als broedkamer voor vis en leefgebied voor vele soorten planten en dieren nodig. Bij ingrepen op systeemniveau is het van belang dat deze zones grootschalig zijn en dat dit in de toekomst wordt ondersteund door een seizoensgebonden peil.

4. *Versterken ecologische relaties tussen binnen- en buitendijkse natuurontwikkeling.* Het Markermeer en IJmeer zijn een deelgebied in de delta van Nederland. De dijken veroorzaken een harde scheiding tussen de binnendijkse en de buitendijkse natuur. De uitwisseling is op dit moment te gering. Versterken van de ecologische relaties met de andere delen van de delta geeft een impuls aan de soortenrijkdom van het ecologisch systeem van het Markermeer en IJmeer.

Om aan deze vier ecologische vereisten te voldoen zijn in 2009 diverse maatregelen en ingrepen geformuleerd, waaronder diepe putten zoals de Markerzand slibvang.

De overheid heeft de vier TBES-doelstellingen overgenomen in de integrale ruimtelijke plannen voor het gebied. Het is één van de drie kernambities (wonen - bereikbaarheid - ecologie) in het *Rijks-Regioprogramma Amsterdam - Almere – Markermeer*. Hierin heeft de *Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer* de opdracht gekregen om het *Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer*, zoals dat door de regionale partijen is vastgesteld, haalbaar en betaalbaar te maken. Deze werkmaatschappij is een samenwerking van de rijksoverheid en de provincies Noord-Holland en Flevoland.

>>*In bijlage I staat een overzicht van overig relevant beleid.*

Op 13 november 2013 heeft de Minister van Infrastructuur en Milieu, mede namens de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu en de staatssecretaris van Economische Zaken, de *Rijksstructuurvisie Amsterdam - Almere - Markermeer* vastgesteld [4]. Ook zijn de *Bestuursovereenkomst Rijks-Regioprogramma Amsterdam - Almere – Markermeer* en de *Uitvoeringsovereenkomst Almere 2.0* die bij deze visie horen getekend.

In de structuurvisie zijn onder meer de ruimtelijke kaders neergezet om eerst te starten met *TBES* voordat ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk zijn. Voor de natuurontwikkeling is veel grond en zand nodig, bijvoorbeeld voor het aanleggen van moerassen en eilanden. Voor de kernambities wonen en bereikbaarheid is in de periode van 2015 tot 2045 veel zand nodig voor bijvoorbeeld woningbouw en infrastructuur in de noordelijke Randstad.

1.3 Het initiatief

Markerzand v.o.f. wil zand winnen door het uitvoeren van een ontgroning in het Markermeer. Met de ontgroning wordt een diepe put gecreëerd waar het slib zich in grote hoeveelheden kan verzamelen. Met het afvangen van slib ontstaat plaatselijk in het Markermeer helderder water. Flora en fauna krijgen zo een betere kans zich te ontwikkelen. Hoe zo'n slibvang precies werkt, staat beschreven in hoofdstuk 2.

1.4 Het doel

Markerzand v.o.f. draagt met haar initiatief concreet bij aan het realiseren van veelomvattende ruimtelijke ordeningsopgaven van de structuurvisie en aan de doelstellingen van het TBES. In het TBES zijn diepe putten en het optimaal gebruik van grondstromen gewenst [5]. De combinatie van zandwinning, een grote slibvang en eventueel natuurbouw met bovengrond is één van de componenten van het TBES. Het TBES-eindrapport [1] stelt onder meer dat diepe putten bijdragen aan de gewenste slibgradiënt.

Concreet zijn de doelstellingen van het initiatief:

- de winning van 65 miljoen m³ zand uit de diepere lagen om te kunnen voorzien in de zandbehoefte in de periode van 2016 tot 2046;
- duurzaam omgaan met grondstromen door de vrijkomende bovengrond zo veel mogelijk ter beschikking te stellen voor natuurbouwprojecten (zoals het oermoeras aan de Houtribdijk en de luwtemaatregel Hoornse Hop) en eco- en civieltechnische projecten (zoals vooroevers voor dijkversterking);
- bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit in het Markermeer door het afvangen en bergen van slib;
- een haalbaar en maakbaar project (financieel rendabel, maatschappelijk acceptabel).

1.5 De initiatiefnemer

Markerzand v.o.f. bestaat uit de bedrijven Van Oord Nederland, Mineralis en De Vries & Van de Wiel. Van Oord Nederland en De Vries & Van de Wiel zijn aannemingsbedrijven in de waterbouw met daarbij een zandhandel. Mineralis is een groothandel in beton-, wegen- en waterbouwmaterialen. Van Oord is de penvoerder namens *Markerzand v.o.f.*

1.6 Waarom een milieueffectrapportage?

Voor de zandwinning is onder meer een ontgrondingsvergunning nodig. In het kader van die besluitvorming vinden *Markerzand v.o.f.* en het bevoegd gezag, Rijkswaterstaat, het van belang om een milieueffectrapportageprocedure te doorlopen. Zo'n rapportage is namelijk een nuttig middel om de milieugevolgen van de slibvang te bestuderen, te bespreken en te evalueren. Er is dus besloten om het m.e.r.-beoordelingsonderzoek (Besluit m.e.r. Tabel D categorie D29.2) over te slaan en direct een milieueffectrapport op te stellen.

>> *In bijlage II staat meer informatie over de procedure voor het opstellen van een milieueffectrapportage.*

1.7 Notitie reikwijdte en detailniveau

Rijkswaterstaat publiceerde op 4 juli 2013 de *Notitie reikwijdte en detailniveau* van *Markerzand v.o.f.* (bijlage III). Hierin staat meer over het initiatief en de achterliggende argumenten. Ook is een aantal alternatieven beschreven die in dit rapport zijn beoordeeld en onderling worden vergeleken.

Op 10 juli 2013 was er een voorlichtingsavond voor overheden en belangenorganisaties waar het initiatief en de procedures zijn toegelicht.

Het bevoegd gezag bracht op 4 november 2013 haar advies uit, zie bijlage III. In dit advies zijn de opmerkingen van de betrokken bestuursorganen en de wettelijke adviseurs meegenomen. Het advies is meegenomen bij het opstellen van de milieueffectrapportage.

1.8 Leeswijzer

Hoofdstukken

Hoofdstuk 2 >> beschrijving van de ontgronding en de slibvangput en de alternatieven.

Hoofdstuk 3 >> beschrijving van de referentiesituatie van het milieu in de omgeving en een beknopte weergave van de beoordeling van de effecten van het initiatief.

Hoofdstuk 4 tot en met 10 >> beschrijving van de milieueffecten voor alle relevante aspecten van het initiatief met de alternatieven.

Hoofdstuk 11 >> het duurzaamheidsaspect van de zandwinning.

Hoofdstuk 12 >> de multifunctionaliteitseis.

Hoofdstuk 13 >> de effecten, die zijn beoordeeld door weging.

Hoofdstuk 14 >> onzekerheden over de milieueffecten.

Hoofdstuk 15 >> de uiteindelijke keuze voor het alternatief.

Bijlagen

In de bijlagen staan de onderzoeken en achtergrondstudies die in het kader van deze milieueffectrapportage zijn uitgevoerd.

2 Voorgenomen activiteiten en alternatieven

Dit hoofdstuk behandelt het zoekgebied waarbinnen de locatie voor de ontgroning wordt gezocht. De overwegingen en uitgangspunten die daar mee samenhangen worden in dit hoofdstuk beschreven. Tenslotte wordt beschreven hoe de ontgroning voor zandwinning en natuurbouw in zijn werk gaat, en welke alternatieven er zijn voor de locatie en de wijze van uitvoering.

2.1 Uitgangspunten van het project Markerzand

Het project Markerzand heeft als doelen om zand te winnen op een financieel haalbare manier en om het ecosysteem – met name de waterkwaliteit - van het Markermeer te verbeteren. De initiatiefnemers streven ernaar zoveel mogelijk bovengrond te bestemmen voor natuurprojecten. Daarnaast is het doel om duurzaam en kosteneffectief om te gaan met de grondstromen.

De uitgangspunten van het project zijn:

1. kosteneffectiviteit;
2. multifunctionaliteit;
3. slibvangwerking en ecologisch effect;
4. maatschappelijk draagvlak;
5. duurzaamheid;
6. natuur en landschap.

Toelichting uitgangspunten en gevolgen

1. Kosteneffectiviteit

- De geologie bepaalt hoofdzakelijk of een zandwinning haalbaar is. Vooronderzoek wijst erop dat de kwaliteit van het zand in het zoekgebied geschikt is en dat de samenstelling en dikte van de bovengrond acceptabel zijn.
- Ook een efficiënte logistiek draagt bij aan de haalbaarheid. Een directe aansluiting op de vaargeul *Amsterdam - Lemmer* is noodzakelijk in verband met de afvoer van zand en bovengrond. De transportschepen hebben een bepaalde minimum vaardiepte nodig. Daarnaast ligt de locatie vlakbij mogelijke afzetgebieden, zoals bijvoorbeeld woningbouw- en infrastructuurprojecten in Amsterdam en Almere. Hiermee zijn de transportafstanden tussen de winlocatie en bestemming kort en kan het grootste deel per schip worden afgelegd. Dit minimaliseert het brandstofgebruik (en daarmee de uitstoot van bijvoorbeeld CO₂) en hinder door transport ten opzichte van verder gelegen winlocaties of winlocaties op land.

2. Multifunctionaliteit

Multifunctionaliteit is een voorwaarde vanuit de regelgeving voor ontgroningen in rijkswateren. De initiatiefnemer wenst ook multifunctionaliteit, maar dan uit een maatschappelijk oogpunt. Naast de zandvoorziening is de maatschappelijke hoofdfunctie een zo groot mogelijk positief effect op het ecosysteem door de best mogelijke slibvangwerking. Ook het ter beschikking stellen van de bovengrond in natuurprojecten draagt bij aan de maatschappelijke functie.

3. Slibvangwerking en ecologisch effect

- Slibvangwerking: de ontgroning wordt zodanig gedimensioneerd en gepositioneerd dat er zoveel mogelijk slib uit het Markermeer wordt afgevangen.
- In het midden van het Markermeer komt bij harde wind het meeste opgewoelde slib voor, dus de slibvang moet zoveel mogelijk in het midden van het meer liggen.
- De vorm en oriëntatie moet dusdanig zijn dat de slibvang zo lang mogelijk is en een zo groot mogelijke hoek met de meest voorkomende stromingsrichtingen maakt.
- De zones met helderder water (intermediair doorzicht) moeten zoveel mogelijk aansluiten bij de zones die door de andere TBES-maatregelen ontstaan, zodat de maatregelen elkaar versterken (robuustheid).

4. Maatschappelijk draagvlak

Met de gekozen locatie wordt voldoende afstand gehouden tot:

- de kustlijn, in verband met het minimaliseren van mogelijke zicht- en geluidhinder voor bewoners van de kuststrook en van Marken;
- andere projecten in het Markermeer.

Door de keuze voor het opstellen van een milieueffectrapport en het doorlopen van de daarbij behorende procedure, geeft *Markerzand v.o.f.* invulling aan de informatievoorziening naar en communicatie met de stakeholders. Zo is in het kader van het uitbrengen van de *Notitie reikwijdte en detailniveau* een informatieavond in Almere gehouden en zijn maatschappelijke partijen actief benaderd.

5. Duurzaamheid

- Bouwzand is de meest duurzame keuze. Dit komt vooral door de vrijwel onbeperkte levensduur van zand in deze toepassingen. Het alternatief bouwpuin wordt al zo veel mogelijk gerecycled tot granulaat, dat met name zand vervangt onder infrastructuur. Aangezien zand in grote hoeveelheden wordt aangetroffen in de Nederlandse ondergrond en op de bodem van de zee, is er geen sprake van uitputting van deze grondstof in zodanige hoeveelheden dat toekomstige generaties niet in de eigen behoeften kunnen voorzien.
- Het transport is een bepalende factor in de levenscyclusanalyse van een bouwstof als zand. Als het transport minimaal is, is de cyclus in principe optimaal ten opzichte van de alternatieven.
- Het bouwzand is normaal gesproken uitneembaar en opnieuw toepasbaar voor dezelfde functie. Er is geen sprake van downcycling (hergebruiken in een laagwaardiger toepassing).

6. Natuur en landschap

Mogelijke negatieve effecten op natuur en landschap worden beperkt doordat de afstand tot de kustlijn zo groot mogelijk is. Dit beperkt de mogelijke verstoring van natuur van de kuststrook, in het bijzonder de ecologische waarden langs de Noord-Hollandse kust, zoveel mogelijk. Vanwege de bestaande natuurwaarden is een locatie in het noordelijke deel van het Markermeer minder gewenst.

2.2 Zoekgebied voor locatiekeuze

Voorafgaand aan een precieze locatiekeuze is er een zoekgebied bepaald waarbinnen de mogelijke locaties kunnen liggen. Dit zoekgebied is bepaald met de uitgangspunten van het project Markerzand (zie paragraaf 2.1). Het zuidwestelijke kwart van het Markermeer komt naar voren als zoekgebied voor de slibvang. Dit zoekgebied staat in figuur 2.1.

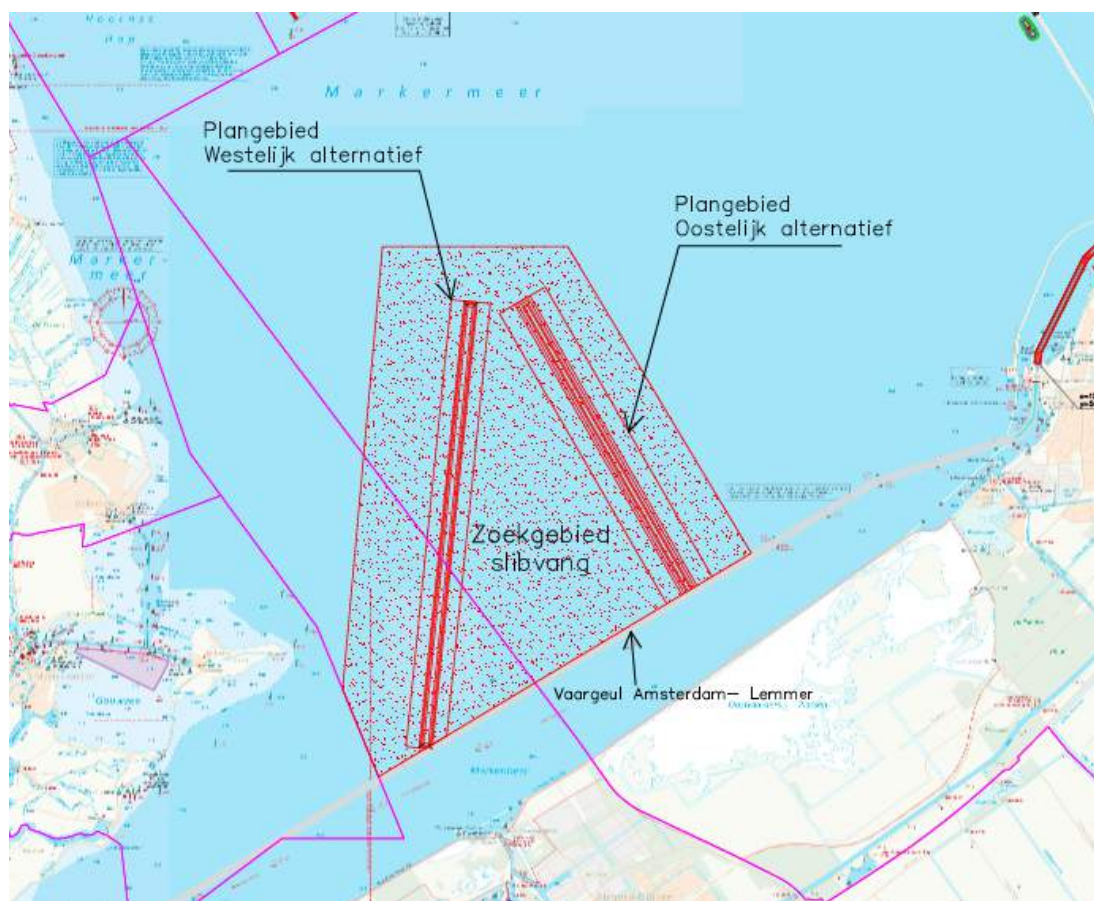


Figuur 2.1
Zoekgebied

2.3 Plangebied en studiegebied

Het milieueffectrapport maakt verschil tussen het **plangebied** en het **studiegebied**. Het plangebied is het gebied waarbinnen de ingreep is geprojecteerd. Het rapport brengt verschillende alternatieven in beeld, met ieder zijn eigen plangebied. In figuur 2.2 zijn de plangebieden aangegeven.

De effecten strekken zich vaak uit tot buiten het plangebied. Het gebied waarin effecten kunnen optreden, wordt het studiegebied genoemd. Het studiegebied kan van aspect tot aspect in omvang verschillen. Sommige effecten zijn namelijk tot op grotere afstand merkbaar dan andere. Globaal gezien begrenzen de kustlijnen van zuidelijk Noord-Holland (Hoorn tot Marken) en westelijk Flevoland (Lelystad tot Almere) het studiegebied.



Figuur 2.2
Plangebieden van het westelijk alternatief en oostelijk alternatief

Om eventuele scheeps- of vliegtuigwrakken en andere archeologische objecten te kunnen vermijden, gaan we in het rapport uit van een plangebied dat drie keer zo breed is als de geplande ontgraving. De daadwerkelijke breedte van de ontgraving is 350 tot 472 meter, het plangebied is daarom 1050-1416 m breed voor de locatiealternatieven. Aan de hand van de onderzoeksresultaten voor archeologie wordt de exacte locatie van de ontgraving binnen het plangebied vastgelegd. Er is dus enige speelruimte om bijvoorbeeld te vermijden dat de omtrek van de ontgraving over belangrijke scheepswrakken valt.

2.4 Voorgenomen activiteit

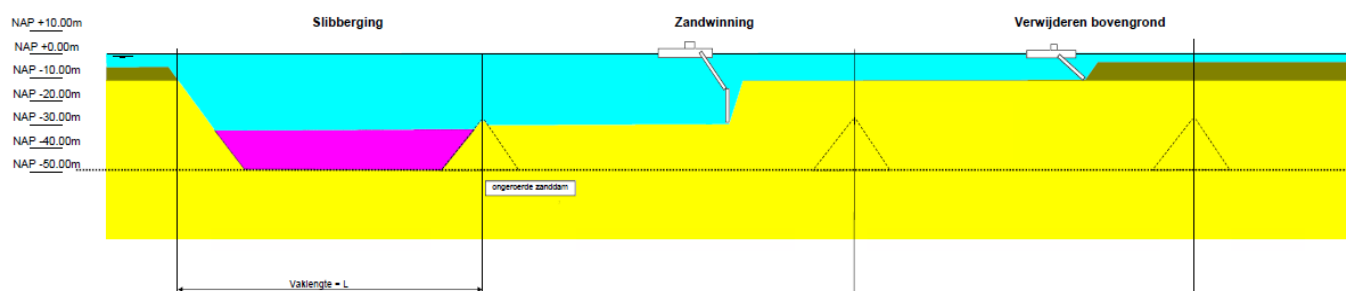
De ontgroning vindt gefaseerd plaats. Het bestaat uit een langgerekte ontgraving met een oppervlakte van maximaal 425 hectare. Dit komt overeen met circa 0,6% van het wateroppervlak van Markermeer-IJmeer.

Markerzand v.o.f. wil in 2016 met de aanleg van de slibvangput beginnen. De doorlooptijd van de ontgroning is 30 jaar. Gezien de afmetingen en volumes, vindt de uitvoering plaats in fases. Er zijn per fase drie aansluitende deelgebieden (vakken) tegelijkertijd actief, waar per vak de volgende activiteiten worden uitgevoerd:

1. afgraven bovengrond;
2. zandwinning;
3. terugbrengen bovengrond (voor zover deze niet wordt afgevoerd).

Deze drie activiteiten verplaatsen zich steeds in onderlinge samenhang stapsgewijs door het gebied, als het ware een trein met drie treinstellen, zie figuur 2.3.

Elk vak is ongeveer 500 meter lang. Er is dus steeds een gebied van 1.500 meter lang in uitvoering. Dit komt, afhankelijk van het locatiealternatief, overeen met 12,5% tot 17% van de uiteindelijke lengte van de slibvangput. Het overige deel van het gebied is dus óf gereed óf nog in de huidige toestand. Er vindt dan geen inzet van materieel plaats.



Figuur 2.3

Schematische tekening van 'het treintje' (werkrichting van rechts naar links) van de ontgroning (niet op schaal)

1. Afgraven bovengrond

De bovengrond is een 8 à 9 meter dikke laag van klei, veen en fijn zand. Die wordt verwijderd om het geschikte zand te kunnen winnen in de zandlaag eronder. Gezien de samenstelling en sterkte is de bovengrond meestal niet geschikt voor lastdragende toepassingen, zoals het opheffen van nieuwe woonwijken of de fundering voor nieuwe wegen. De bovengrond kan wel gebruikt worden voor natuurbouw (zoals het oermoeras) of kustverdediging (vooroevers voor dijken). De bovengrond wordt afgegraven met geschikt baggermateriaal zoals kraanpontoon, baggermolen, cutterzuiger (figuur 2.4) of sleepzuiger.

2. Zandwinning

Nadat de bovengrond is afgegraven en de zandlaag bloot ligt, vindt er zandwinning plaats met baggermateriaal zoals stationaire zandzuigers en varende sleephopperzuigers en/of diepzuigers. De afvoer van het zand vindt per schip plaats. Voorbeelden van materiaal dat ingezet kan worden, zijn te zien in figuur 2.5 en 2.6.

3. Terugbrengen bovengrond

De bovengrond - voor zover die niet wordt afgevoerd - wordt teruggestort in het vak waar reeds zand is gewonnen. In principe vindt dit plaats door de bovengrond, die wordt afgegraven uit het vak direct te transporteren naar het vak waar de zandwinning gereed is. Bijvoorbeeld door met een cutterzuiger de bovengrond van het nieuwe vak te baggeren en de grond door een pijpleiding te verpompen naar het op te vullen vak waar het zand al is afgevoerd. De werkzaamheden kunnen ook worden uitgevoerd met sleephopperzuigers (figuur 2.7). Deze zuigen de bovengrond in het ruim en varen dan naar de bergingslocatie om daar de lading te lossen. De bovengrond van het eerste vak wordt naar een andere locatie afgevoerd.

Zodra de ontgraving een bepaalde omvang heeft, krijgt de put een tweede - maatschappelijke - functie, namelijk het verbeteren van de waterkwaliteit (met name doorzicht) en daarmee van het ecosysteem; de put dient als slibvang. Grootschalige slibvangputten behoren tot de maatregelen om de ecologische doelstellingen voor het Markermeer te realiseren.

Dankzij de lengte, volume en locatie van de put, vangt de slibvang op natuurlijke wijze een aanzienlijke hoeveelheid circulerend slib af uit het water van het Markermeer. Na verloop van tijd neemt de slibproblematiek in het Markermeer hierdoor af. Het slib wordt permanent onttrokken uit het watersysteem en het water wordt helderder. In onderstaand kader leggen we uit hoe een slibvangput werkt.



Figuur 2.4
Cutterzuiger Vlaanderen 16
De Vries en van de Wiel



Figuur 2.5
Stationaire zandzuiger Faunus
Van Oord Nederland



Figuur 2.6
Diepzuiger Gaasterland
Mineralis



Figuur 2.7
Sleehopperzuiger Rival
Van Oord Nederland

Hoe werkt een grootschalige slibvang?

Een grote slibvangput vangt op twee manieren slib af:

- door bezinking van het slib uit het water dat over de put stroomt;
- door het afvangen van dichtheidsstromen die door zwaartekracht, wind en golven voortgedreven worden over de bodem tot ze in de put stromen.

Bezinking

De hoeveelheid slib die bezinkt, is evenredig met het oppervlakte van de slibvang. Om genoeg slib af te vangen om een merkbaar effect te hebben, moet de slibvang dus een behoorlijke oppervlakte (op het niveau van de waterbodem) hebben. De vorm en de oriëntatie van de slibvang is voor dit proces niet van belang.

Dichtheidsstromen

Bij harde wind en storm kunnen door opwoeling hoge slibconcentraties ontstaan aan de bodem. Waterlagen met hoge slibconcentraties kunnen zich gaan gedragen als zogenaamde dichtheidsstromen. Deze waterlagen zijn zwaarder dan het omringende water en worden voortbewogen door stroming of zwaartekracht. Stroming ontstaat in het Markermeer door wind, die het water opstuwt aan de kant van het meer waar de wind naar toe waait. Het opgestuwde water stroomt terug, veelal als onderstroming en drijft de dichtheidstroom aan. De hoeveelheid slib die wordt afgevangen doordat het slib als dichtheidsstroming in de put vloeit, is evenredig met de lengte van de slibvang loodrecht op de richting van de dichtheidsstroming. De richting van de dichtheidsstroming is veranderlijk. Deze hangt af van de richtingen waaruit de wind waait en aan welke kant van het meer het water opstuwt door de wind.

>> In hoofdstuk 4 en bijlage IV staat meer informatie over dit onderwerp.

2.5 Alternatieven

Er is onderzocht **waar** (locatie) en **hoe** (uitvoering) de ontgroning het beste kan worden gerealiseerd. Daarvoor hebben we twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken.

De **uitvoeringsalternatieven (hoe)** zijn:

1. het basisalternatief (§2.5.1);
2. het natuuralternatief (§2.5.2).

De **locatiealternatieven (waar)** zijn:

1. westelijk alternatief (§2.5.3);
2. oostelijk alternatief (§2.5.4).

De alternatieven zijn zo samengesteld dat er een bandbreedte in locatie en wijze van uitvoering ontstaat waarbinnen het voorkeursalternatief gekozen kan worden. Er zijn dus vier combinaties mogelijk:

- Het westelijk basisalternatief;
- Het oostelijk basisalternatief;
- Het westelijk natuuralternatief;
- Het oostelijk natuuralternatief.

Het voorkeursalternatief kan ook bestaan uit de combinatie van één locatie met een uitvoeringsalternatief waarbij *een deel* van de bovengrond wordt gebruikt voor natuurbouw. Het voorkeursalternatief is het alternatief waarvoor de vergunningen aangevraagd worden.

Alle alternatieven worden vergeleken met de referentiesituatie. De referentiesituatie beschrijft de situatie waarbij het project Markerzand niet plaatsvindt en dient als meetlat voor de alternatieven. De referentiesituatie - dit is de bestaande situatie plus de autonome ontwikkeling - is beschreven in hoofdstuk 3.

2.5.1 Basisalternatief

Het basisalternatief bestaat in essentie uit een grootschalige ontgroning die voorziet in de combinatie van:

- het aanleggen van een slibvangput van 9 (oostelijk alternatief) tot 12 (westelijk alternatief) km lengte, 350 (westelijk alternatief) tot 500 (oostelijk alternatief) meter breedte en 50 meter diepte ten opzichte van NAP;
- het tijdelijk uitnemen en later weer terugbrengen van de bovengrond in de put;
- het uitvoeren van een zandwinning.

Onder de bovengrond, bestaande uit een samengestelde laag van fijn zand, klei en veenlaagjes, bevindt zich het winbare zand.

In dit alternatief wordt de bovengrond geheel teruggestort in de zandwinput. De ontgroning vindt plaats van zuid naar noord. In het zuiden wordt aangetakt op de vaarroute Amsterdam-Lemmer ten behoeve van de afvoer per schip. De bovengrond van de eerste deelfase wordt elders geborgen.

In eerste instantie wordt gedacht aan de Vaargeul Amsterdam-Lemmer of in vooroevers voor dijkversterking of in natuurbouwprojecten. De geul die door de ontgroning ontstaat, functioneert als slibvangput.

2.5.2 Natuuralternatief

Het natuuralternatief is, voor wat betreft de ontgroning zelf, gelijk aan het basisalternatief. Alleen wordt de bovengrond niet teruggestort, maar afgevoerd en duurzaam ingezet bij bijvoorbeeld de aanleg van natuurgebieden.

De bovenste laag van de bodem van het Markermeer bestaat uit klei, slib, veen en fijne zandlaagjes. Die laag kan prima toegepast worden in civieltechnische en natuurbouwprojecten, zoals bijvoorbeeld de realisatie van het beoogde oermoeras Marker Wadden bij de Houtribdijk, zie figuur 2.8.

Dit grootschalige wetland is één van de maatregelen om een toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES) in het Markermeer te realiseren. Andere mogelijke toepassingen zijn het verwerken van de bovengrond in de vooroevers van dijken of in natuurbouwprojecten. Bij dit soort toepassingen wordt grond en zand ingezet in plaats van beton en steen (Building with Nature). Dit heeft een aantal voordelen voor natuur, duurzaamheid en milieu.

Het natuuralternatief levert een aanvullende bijdrage aan natuurontwikkeling en daarmee aan de maatschappelijke functie van de ontgroning. De natuurontwikkelingsprojecten zelf vallen buiten de scope van dit rapport.



Figuur 2.8
Impressie van het oermoeras Marker Wadden

2.5.3 Westelijk alternatief

In het westelijk alternatief wordt de slibvang aangelegd in de bestaande vaarroute van Amsterdam naar Enkhuizen, zie figuur 2.2. Ook wordt hierdoor een deel van deze route verdiept. De beroeps-scheepvaart zal in het verdiepte deel van de vaarroute minder weerstand van de bodem (squat-effect) ondervinden en de bodem minder opwoelen (minder vertroebeling).

2.5.4 Oostelijk alternatief

De slibvang op de locatie van het oostelijk alternatief heeft een andere oriëntatie en is korter en breder, zodat er een put met hetzelfde volume als bij het westelijk alternatief ingepast wordt in het zoekgebied. Dit is de meest oostelijke locatie om een slibvang met het gewenste volume te kunnen inpassen in het zoekgebied. Het slibbergend volume is gelijk aan dat van het westelijk alternatief.

Om inzicht te geven in de afmetingen en kengetallen van de alternatieven, zijn in tabel 2.1 de belangrijkste kenmerken van de vier alternatieven weergegeven.

Tabel 2.1

Overzicht kenmerken alternatieven

	Plangebied		Slibvang		Maximum einddiepte direct na zandwinning (m ³)	Oppervlakte (hectare)	Volume bovengrond (miljoen m ³)	Volume af te voeren zand (miljoen m ³)
	Lengte (m)	Breedte (m)	Lengte (m)	Breedte (m)				
Westelijk basialternatief	12.000	1050	12.000	350	15-30	420	34	65
Westelijk natuuralternatief	12.000	1050	12.000	350	50	420	34	65
Oostelijk basialternatief	8.900	1416	9.000	472	15-30	425	34	65
Oostelijk natuuralternatief	8.900	1416	9.000	472	50	425	34	65

2.6 Werkrichting, fasering en werktempo

Om het vrijkomende zand - vanwege de vaardiepte - via de bestaande vaargeul Amsterdam-Lemmer af te kunnen voeren, wordt de slibvang aangelegd van zuid naar noord, beginnend bij deze vaargeul. De activiteiten verplaatsen zich langzaam noordwaarts langs het tracé van de slibvang. Direct nadat de zandwinning klaar is in een vak, bezinkt er slib. De slibvang werkt dus al snel na aanvang van de ontgroning.

Aangezien het tempo van de zandwinning de marktvraag volgt, zijn er door het jaar heen drukke en minder drukke periodes. Als er grote projecten in uitvoering zijn die veel zand nodig hebben, wordt er meer materieel ingezet met langere werkweken. Als er geen marktvraag naar zand is, kan het voorkomen dat er tijdelijk geen activiteiten zijn.

3 Referentiesituatie

In een milieueffectrapportage worden de effecten van de alternatieven altijd vergeleken met de referentiesituatie. Dat is de situatie die in de toekomst ontstaat als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd. De toestand van het milieu in de referentiesituatie wordt altijd gebaseerd op de bestaande situatie van het milieu, samen met de gevolgen van de zogenaamde autonome ontwikkeling, dus:

$$\text{Referentiesituatie} = \text{bestaande situatie} + \text{autonome ontwikkeling}$$

Paragraaf 3.1 geeft een korte beschrijving van de huidige situatie. Paragraaf 3.2 beschrijft in het kort de autonome ontwikkeling. In de hoofdstukken over de aspecten (hoofdstukken 4 t/m 10) wordt nader ingezoomd op de voor het betreffende aspect relevante elementen van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling.

3.1 Huidige situatie

Voor het waterlichaam Markermeer heeft Rijkswaterstaat in het *Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015* gebruiksfuncties vastgesteld die in het teken staan van het maatschappelijk gebruik ervan, zoals scheepvaart, visserij, afvoer van water en recreatie. Daarnaast vormt het Markermeer een zoetwaterbekken dat fungeert als waterbuffer voor landbouw. Op dit moment wordt zandwinning in het IJsselmeergebied gecombineerd met de aanleg en het beheer van vaargeulen. Het beheer- en ontwikkelplan stelt dat op termijn uitgekeken moet worden naar andere zandwinningslocaties [6]. Markerzand voorziet daarin.

Zandwinning in het IJsselmeergebied: toen en nu

Zandwinning in het IJsselmeergebied is niets nieuws. Al vele decennia wordt er jaarlijks zo'n 3 miljoen m³ aan zand gewonnen. Dit zand komt op dit moment uit vaargeulen zoals Urk-Den Oever en de vaargeul Amsterdam-Lemmer in het Markermeer en het IJsselmeer. Bij deze vaargeul wordt tot 30 meter diep zand uit de geul gehaald. Dat zand wordt onder andere gebruikt voor het bouwen van woonwijken en infrastructuur in Flevoland en Noord-Holland. Het aanleggen van de vaargeul Amsterdam-Lemmer is begonnen in de jaren '90 en is nu nog in het Markermeer en het IJsselmeer in uitvoering. Boskalis heeft een vergunning in het kader van de Ontgrondingenwet voor het laatste gedeelte van de vaargeul (VAL 10).

Naast de vaargeul Amsterdam-Lemmer heeft Rijkswaterstaat twee proefputten gebaggerd en voert ze er in het kader van het *Rijksproject Natuurlijk(er) Markermeer-IJmeer* een aantal waterbouwkundige metingen en experimenten uit. Verder beschikt ook Boskalis al sinds 2010 over alle benodigde vergunningen voor het uitvoeren van een zandwinning in het Markermeer. In het Markermeer is er dus al decennia lang sprake van zandwinning en omputten. Zandwinning is dan ook als bestaande gebruiksfunctie aangemerkt in het *Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015*, *beheerplan Natura 2000* (nog in concept) en in de beheerverordening van de gemeente Lelystad.

Zand- en grondbehoefte in de toekomst

Het rapport *Grondstromen en natuur - Kansen voor optimalisatie* van Ecorys uit 2011 [5] raamt de regionale vraag naar zand uit het rijksregioprogramma en andere ruimtelijke investeringen in het gebied in de komende decennia op 118 tot 201 miljoen m³. De behoefte aan grond (slib en klei) wordt geraamd op 200 tot 242 miljoen m³. Een groot deel van deze grond is geraamd voor de aanleg van een oermoeras bij de Houtribdijk. Het rapport doet in het kader van duurzaamheid een nadrukkelijke aanbeveling om de vrijkomende grond uit zandwinningprojecten nuttig toe te passen in natuurprojecten en natuurvriendelijke dijkverbetering. Gezien de slechte ecologische situatie in het Markermeer en de noodzaak deze te verbeteren door onder meer het aanleggen van flauwe oevers en ondiep water en moeras, zal er de komende decennia vraag zijn naar grote hoeveelheden vrijkomende grond uit het Markermeer.

3.2 Autonome ontwikkeling

Autonome ontwikkeling houdt in dat vastgesteld overheidsbeleid (en de gevolgen daarvan) wordt gerealiseerd en dat er autonome trends zijn, zoals bijvoorbeeld zeespiegelstijging en bevolkingsgroei in de Randstad. In dit geval is de autonome ontwikkeling de ontwikkeling van het Markermeer in de komende dertig jaar, zoals dat zonder de ontgroning zou verlopen. Daarbij gaan we in dit rapport van het volgende uit:

- Er zijn geen grootschalige ontwikkelingen in het plangebied zelf vastgesteld;
- Uitvoering van de geplande projecten voor de *Kaderrichtlijn Water*;
- De realisatie van twee maatregelen uit de eerste fase van het programma een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem:
 - het realiseren van de luwtmaatregelen in de Hoornse Hop;
 - de aanleg van een oermoeras langs de Houtribdijk. De eerste fase van het plan Marker Wadden van Natuurmonumenten wordt uitgevoerd. Hiervoor is een bestemmingsplan vastgesteld.
- De realisatie van de zandwinningen van Boskalis;
- De neergaande trend in de ecologische kwaliteit van het Markermeer wordt dankzij de diverse maatregelen naar verwachting afgeremd;
- Realisatie van andere projecten zoals die zijn opgenomen in bijlage V.

3.3 Beoordelingskader van de effecten

We vergelijken de effecten van Markerzand met de referentiesituatie. In tabel 3.1 zijn per aspect de toetsingscriteria weergegeven voor de effectbeoordeling van Markerzand. In de hoofdstukken 4 t/m 10 beschrijven we per aspect de referentiesituatie en beoordelen we de effecten.

Bij de beoordeling van de milieueffecten hanteren we de volgende uitgangspunten:

1. Door het jaar heen zijn er drukke en minder drukke perioden van zandwinning, aangezien het werktempo van de zandwinning de marktvaart volgt. De drukste periode wordt in principe als maatgevend beschouwd (worstcase). Een uitzondering hierop is de stikstofemissie, die op basis van langjarig gemiddelde materieelinzet gebaseerd is.

2. We hebben aannames gedaan over het type en de hoeveelheid materieel dat wordt ingezet om de bovengrond te verwijderen, het zand te winnen en te vervoeren. Hierbij is er uitgegaan van een worstcase situatie. Dat is qua milieueffecten de ongunstigste combinatie van materieel, locatie, aantallen en draaiuren. In de praktijk doet deze onderzochte situatie zich niet vaak, niet lang of helemaal niet voor. Ook mag verwacht worden dat er, gedurende de doorlooptijd van 30 jaar, nieuw materieel op de markt komt dat wordt ingezet en dat dit steeds zuiniger, stiller en schoner wordt.

In onderstaande tabel 3.1 staan de aspecten vermeld die in die milieueffectrapport beoordeeld worden, zodat de alternatieven met elkaar en met het referentiealternatief vergeleken kunnen worden. Andere aspecten of effecten die kunnen optreden, zijn niet in deze tabel opgenomen omdat er op deze aspecten geen effecten van betekenis worden verwacht. In het kader van vergunningverlening wordt er in meer detail naar een aantal van deze aspecten gekeken.

Tabel 3.1

Aspect	Deelaspect	Beoordelingskader	Kwalitatief/Kwantitatief
Waterkwaliteit (H4)	Oppervlaktewaterkwaliteit: - Doorzicht - Troebelheid/ slibvangwerking	- Waterkwaliteitsdoeleinden KRW - TBES-doelen	- Kwantitatief - Kwalitatief
	Grondwater in Flevopolder (kwel en verzilting)	Natuur en landbouw	Kwantitatief
Bodem (H4)	Milieukwaliteit vrijkomend bodemmateriaal	Historisch bodemonderzoek a.d.h.v. eerdere onderzoeken, geschiedenis en bodemopbouw	Kwalitatief
Luchtkwaliteit (H5)	Stikstofdepositie	Toetsing aan natuurwetgeving	Kwantitatief
Geluid (H6)	Geluidbelasting op natuur en mens (woningen)	Toetsing aan (natuur)wetgeving	Kwantitatief
Landschap en beleving (H7)	Horizon Beleving (uitgestrektheid, stilte, duisternis) Landschappelijke elementen	Beleving	Kwalitatief
Cultuurhistorie en archeologie (H8)	Vaststellen archeologische en cultuurhistorische waarden en verwachting	O.b.v. onderzoeksresultaten wordt het exacte winningvak vastgelegd.	Kwalitatief bureauonderzoek (MER) naar verwachtingskansen. Afhankelijk van resultaten ook veldonderzoek (t.b.v. vergunning).
	Aanwezigheid scheeps- en vliegtuigwrakken		Kwalitatief
Scheepvaart (H9)	Hinder voor de scheepvaart, nautische veiligheid (H10)	Toename scheepvaartbewegingen	Kwalitatief
Visserij (H9)	Visserijareaal	Effecten op de visserij	Kwalitatief
Natuur (H10)	Natura 2000	Bepalen effecten Natura 2000	Passende beoordeling
	Nationaal Natuurnetwerk	Bepalen effecten op Nationaal Natuurnetwerk	Kwalitatief
	Flora en fauna	Bepalen effecten op beschermde dier- en plantensoorten en rode lijst soorten	Kwalitatief
Duurzaamheid (H11)	Ecologisch effect Emissie per ton	Effect op ecosysteem Ten opzichte van alternatieven	Kwalitatief

In de hoofdstukken 4 tot en met 10 zijn van alle alternatieven de effecten per aspect beschreven. De beschrijving en de beoordeling van effecten van de voorgenomen activiteit vindt plaats aan de hand van een aantal criteria. In tabel 3.1 zijn voor elk aspect de bijbehorende criteria opgenomen. Dit vormt het beoordelingskader waarmee de referentiesituatie wordt vergeleken met het westelijk basisalternatief, het westelijk natuuralternatief, het oostelijk basisalternatief en het oostelijk natuuralternatief.

De alternatieven worden met elkaar vergeleken door ze kwalitatief te beoordelen ten opzichte van de referentiesituatie. De effecten van de referentiesituatie worden op '0' gesteld. De alternatieven worden bij elk aspect gescoord ten opzichte van de referentiesituatie.

++	=	zeer positieve effecten
+	=	positieve effecten
0	=	(nagenoeg) geen effect
-	=	negatieve effecten
--	=	zeer negatieve effecten

Omdat de vergelijking kwalitatief is, vertegenwoordigen de plussen en de minnen niet eenzelfde waarde. Met andere woorden: een '-' voor bijvoorbeeld het aspect geluid hoeft niet te worden gecompenseerd door een '+' bij het aspect water.

4 Bodem en water

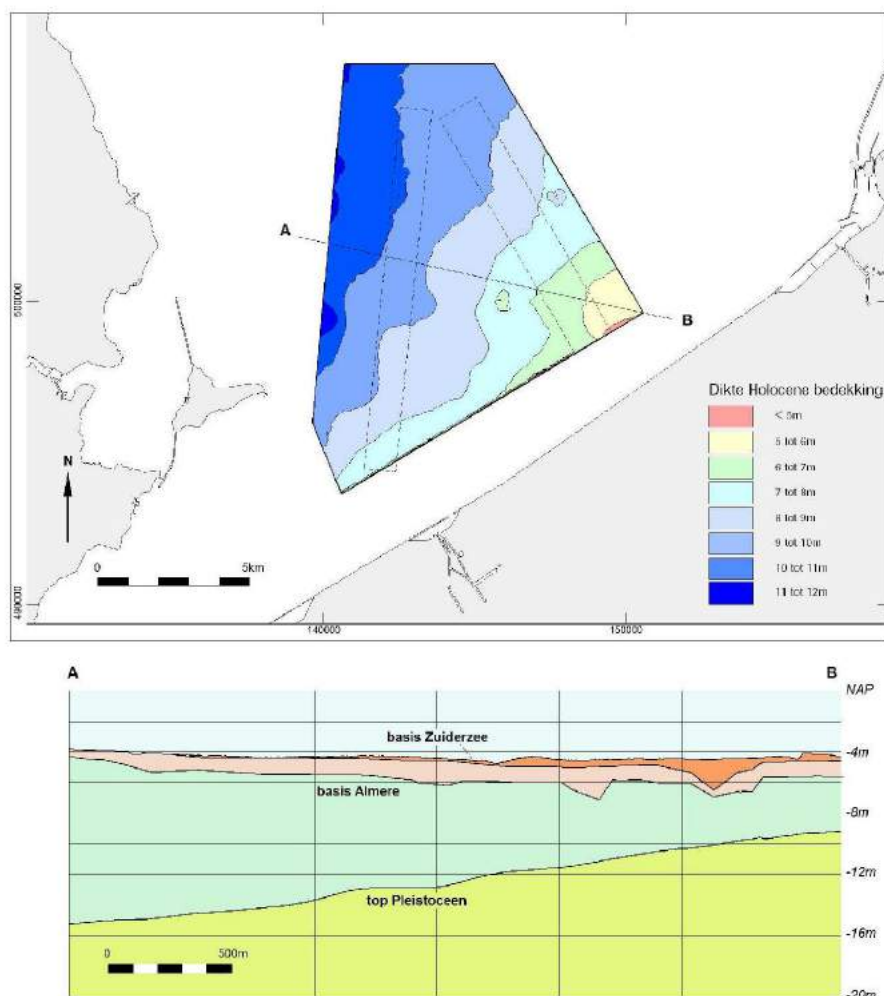
In dit hoofdstuk bespreken we de aspecten bodem en water. De aspecten bodem, slib en water grijpen in het Markermeer in elkaar en zijn te beschouwen als één systeem.

4.1 Referentiesituatie

4.1.1 Bodemopbouw

Er zijn in de ondergrond van het Markermeer tot circa -50 meter NAP twee geologische laagpakketten te onderscheiden (figuur 4.1):

1. De dieper liggende zandige sedimenten van Pleistocene ouderdom (2,6 miljoen jaar tot 11.700 jaar geleden). Deze laag is honderden meters dik en hieruit wordt het zand in dit project gewonnen.
2. De daarop gelegen vooral kleiige sedimenten van Holocene ouderdom (11.700 jaar geleden tot heden). Deze bovenlaag is 8 à 10 meter dik en is qua samenstelling niet geschikt voor zandwinning.



Figuur 4.1
Geologisch profiel Markermeer (uit bijlage IX, Bureauonderzoek Markerzand, afbeelding 8, Periplus Archeomare)

Pleistocene sedimenten

Tijdens het Pleistocene tijdvak was er sprake van een constante afwisseling van zeer koude perioden (ijstijden of glacialen) en warmere perioden (interglacialen). Tijdens de laatste koude periode was in Nederland de ondergrond permanent bevroren. De vegetatie bestond uit een boomloze toendra.

Een groot deel van de Noordzee viel droog, daardoor konden de daar liggende zanden verstuiven. Hierdoor is een dik pakket dekzanden afgezet ter hoogte van het huidige Markermeer. Ook kwamen de lopen van de IJssel en de Overijsselse Vecht daar bij elkaar (ten noordwesten van Lelystad) en is een diep dal uitgesleten. Daarnaast is het toenmalige dal van de Eem in het kaartbeeld te zien. De hoogste delen van het Pleistocene oppervlak zijn te vinden langs de Oostvaardersdijk op een diepte van 8 en 10 meter - NAP.

De Pleistocene laag is een 200 meter dik watervoerend pakket. Dit pakket is opgebouwd uit goed doorlatende zanden die behoren tot de Formaties van Kreftenheye, Urk, Appelscha en Peize/-Waalre. Lokaal, met name ter plaatse van het noordelijk deel van het oostelijk en westelijk alternatief, kunnen leemlagen voorkomen. Deze leemlagen zijn slechter waterdoorlatend en vormen daardoor een extra weerstand voor het grondwater. De weerstand van de deklaag is gemiddeld circa 1.500 dagen, variërend van minder dan 100 dagen tot ruim 3.000 dagen.

Holocene sedimenten

Het Holocene tijdvak was relatief warm door een plotselinge klimaatomslag met grote gevolgen voor het toenmalige landschap. Door het stijgen van de zeespiegel verdrong het Pleistocene landschap.

De Holocene bovengrond in het plangebied bestaat voornamelijk uit sedimenten die zijn afgezet in getijdengebieden (lagunes) die zijn ontstaan door het stijgen van de zeespiegel. Dit getijdenbekken stond in verbinding met de Noordzee via een westelijke opening. Het getijdenbekken vulde zich met sediment en vanaf 3000 v. Chr. vormde zich een groot zoetwater veengebied met binnenmeren in heel west Nederland, waaronder de Flevomeren. Pas na het begin van de jaartelling opent het Flevomeer zich naar de Waddenzee en ontstond de Zuiderzee.

De Holocene deklaag bestaat uit afwisselend kleiige, venige en zandige afzettingen en is slecht doorlatend. De dikte varieert van ruim 20 meter in het noordwestelijk deel van het Markermeer tot enkele meters in het zuidoosten. In de plangebieden is de dikte 8 à 10 meter.

4.1.2 Bodemkwaliteit

De Pleistocene zandlagen zijn niet vervuild door de mens. Dit komt door de ouderdom van de zandlagen en het dikke afdekkende Holocene pakket. Het is de verwachting dat de Holocene bovengrond en de daaruit vrijkomende grondstromen schoon zijn. De redenen hiervoor zijn dat er geen sedimenten uit rivieren zijn afgezet in de recente periode - waarin de rivieren veelal vervuild waren - en geen grootschalige industriële lozingen hebben plaatsgevonden in het Markermeer,

De zandkwaliteit en de gelaagdheid van het Pleistocene pakket ter plekke van het westelijk en oostelijk alternatief zijn geschikt voor zandwinning. Dat blijkt uit een studie van geologische gegevens, zoals de boringen uit de DINO-database van Geologische Dienst Nederland - TNO. Beide locaties zijn vanuit dit oogpunt even geschikt.

4.1.3 Grondwaterhuishouding

Het gebied kwam na het begin van de jaartelling opnieuw onder invloed van de zee. Er bevond zich een zoutgradiënt in de Zuiderzee van brak-zout rond de monding van de IJssel tot zeezout in het noordelijk deel van het gebied. Na de aanleg van droogmakerijen ontstond een sterke stijghoogtegradiënt vanaf de Zuiderzee richting de laaggelegen polders. Aangenomen wordt dat hierdoor het ondiepe grondwater onder en langs de Zuiderzee verziltte. Dit proces werd sterker bij de aanleg van de Noordoostpolder en de Flevopolders.

Na de komst van de Afsluitdijk in 1938 vond een snelle verzoeting van het meer plaats. In de ondergrond van het IJsselmeergebied is brak tot zout grondwater aanwezig tot een diepte van 100 meter beneden NAP. De overgang van het zoete naar het zoute grondwater (1.000 mg/l Cl) bevindt zich ter plaatse van de werkzaamheden op een diepte van ongeveer -10 à -25 m NAP.

Brak grondwater is ook aanwezig in de ondergrond van het vaste land rondom het Markermeer (inclusief het eerste watervoerende pakket). Aangenomen wordt dat zowel in de huidige situatie als in het (recente) verleden vanuit het Markermeer infiltratie naar het onderliggende pakket plaatsvindt. Daarom loopt er een grondwaterstroming van het Markermeer naar de omgeving. In Flevoland treedt daardoor brakke kwel op. Jaarlijks wordt er gemiddeld ongeveer 650 miljoen m³ water uit de gehele Flevopolder afgevoerd.

Door zeespiegelstijging, bodemdaling en een verandering in neerslag- en verdampingspatronen treedt toenemende verzilting van het land op, waardoor de agrarische functie onder druk komt te staan (los van de eventuele ingrepen in het Markermeer).

De diepte van het Markermeer ligt ter plaatse van het plangebied op circa NAP -4.00 meter. In de huidige situatie wordt in het Markermeer een tegennatuurlijk peilbeheer gevoerd; ten behoeve van de wintervoorraad is in de zomer een hoger peil dan in de winter. De waterstand in het Markermeer varieert tussen NAP -0.40 meter (winterpeil) en NAP -0.20 meter (zomerpeil).

In het Deltaprogramma 2015 is de *Deltabeslissing IJsselmeergebied* voorgesteld. Deze beslissing voorziet in flexibeler beheer van de streefpeilen. Daarmee kan de waterbeheerder beter inspelen op de verwachte weersomstandigheden en een grotere zoetwatervoorraad in de zomer creëren. Met de eerste stap van flexibel peilbeheer neemt de voorraad in het zomerseizoen toe met 20 cm in het IJsselmeer, Markermeer en de Zuidelijke Randmeren. De voorstellen uit het Deltaprogramma worden op dit moment uitgewerkt in beleidsplannen en in de wet.

4.1.4 Waterkwaliteit





Doorzicht

Volgens de *Kaderrichtlijn Water* is het Markermeer te classificeren als een groot diep gebufferd meer met als status 'sterk veranderd'. Door ingrijpen van de mens (onder meer inpoldering, bedijking en het verdwijnen van inundatiezones) is de toestand sterk veranderd. Rijkswaterstaat voert jaarlijks metingen uit in het kader van de *Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands*. Hiermee worden de toestand en trends gemonitord in zoute en zoete Nederlandse rijkswateren en kan er worden getoetst aan de waterkwaliteitsdoelstellingen van het (inter)nationale beleid en afspraken.

De kaderrichtlijn hanteert de termen *goede ecologische toestand (GET)* en *goed ecologisch potentieel (GEP)*. In de huidige situatie is de waterkwaliteit van het Markermeer niet optimaal. Volgens de normering in de richtlijn is de chemische waterkwaliteit voor enkele stoffen slecht en is de ecologische toestand matig (zie tabel 4.1). Zo is het doorzicht onvoldoende en liggen de biologische kwaliteitselementen onder de doelstelling. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het vaste peil, steile oevers, grote troebelheid, overbevissing en weinig oever- en waterplanten.

Tabel 4.1

Overzicht huidige toestand met doelstellingen ecologie en chemie [23]

Paramater/ kwaliteits- element	Fenheid/ beoordelings- criterium	Huidig (2006 t/m 2008) *		GET	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
		1 ^e lijns	2 ^e lijns					
<i>Overige relevante stoffen</i>								
Koper	(µg/l)	1.82		3.8				
Zink	(µg/l)	1		7.8				
Kobalt	(µg/l)	0.138		0.089				
Thallium	(µg/l)	0.024		0.013				
Vanadium	(µg/l)	5.35	n.u.	5.1				
<i>Fysisch chemisch ondersteunende parameters</i>								
Temperatuur	(Celsius)	23.1		25	25	27.5	30	>30
Zuurstof	(%)	102		60-120	60-120	50-60/120-130	40-50/130-140	<40/>140
Chloride	(mg/l)	112		200	200	250	300	>300
pH		8.6		6.5-8.5	6.5-8.5	<6.5/8.5-9.0	9.0-9.5	>9.5
Doorzicht	(m)	0.22		0.9	0.3	0.2	0.1	<0.1
P	(mg/l)	0.09		0.07	0.07	0.14	0.28	>0.28
N	(mg/l)	0.97		1.3	1.3	1.9	2.6	>2.6
<i>Biologische kwaliteitselementen</i>								
Fytoplankton	EK R	0.54		0.6	0.58	0.39	0.19	0
Macrofyten/fytobenthos	EK R	0.43		0.6	0.58	0.39	0.19	0
Macrofauna	EK R	0.42		0.6	0.42	0.28	0.14	0
Vissen	EK R	0.51		0.6	0.53	0.35	0.18	0
Goede Ecologische Toestand:								
<i>Prioritaire en overige stoffen</i>								
Som en benzo(ghi) peryleen en indenopyreen	(µg/l)	0.003		0.002				
Goede Chemische Toestand:								
Totaal								
* Oordeel kaderrichtlijn water:								
		voldoet aan GET/GEP (Goede Ecologische toestand/Goed Ecologisch Potentieel)						
		voldoet niet aan GET/GEP; kwaliteitsoordeel matig						
		voldoet niet aan GET/GEP; kwaliteitsoordeel ontoereikend						
		voldoet niet aan GET/GEP; kwaliteitsoordeel slecht						
n.u.		vanwege ontbrekende gegevens of methodiek niet uitvoerbaar						

Troebelheid door opwoeling en transport van slib

In de huidige situatie is er sprake van ernstige slibproblematiek. Hierdoor wordt de ecologische toestand van het water slechter. In het Markermeer is er sinds de indijking sprake van een verslechterende trend. Veel zwevend slib in het water beperkt het doorzicht, het water is dan troebel. Dit is voor veel soorten flora en fauna ongunstig, omdat zij bijvoorbeeld afhankelijk zijn van licht (voor fotosynthese) of zicht (roofvissen en -vogels). Bezinkend slib kan flora en fauna bedekken en daarmee verstikken. In het kader leggen we de definitie van slib uit.

Wat is slib en wat is zwevende stof?

De meest gangbare geologische definitie van slib is: "fijne minerale en organische deeltjes kleiner dan $< 16 \mu\text{m}$ (ook wel $< 20 \mu\text{m}$)". Eén μm (micrometer) is een duizendste deel van een millimeter. Ter vergelijking, minerale deeltjes groter dan $63 \mu\text{m}$ worden als zand geïnclassificeerd. Een kenmerk van slib is dat het makkelijk kan worden opgewerveld door water- en luchtstroming en in suspensie (zwevend) wordt meegevoerd.

Zwevend stof wordt gevormd uit alle deeltjes die in suspensie zijn in het water, dus zowel slib als deeltjes van organische oorsprong, zoals levend of dood plankton (zoals algen) en resten van opgewoelde veengrond.

In het Markermeer bestaat gemiddeld 70% van het zwevende stof uit anorganisch slib. In dit hoofdstuk wordt daarom verder met name ingegaan op slib en slibvang.

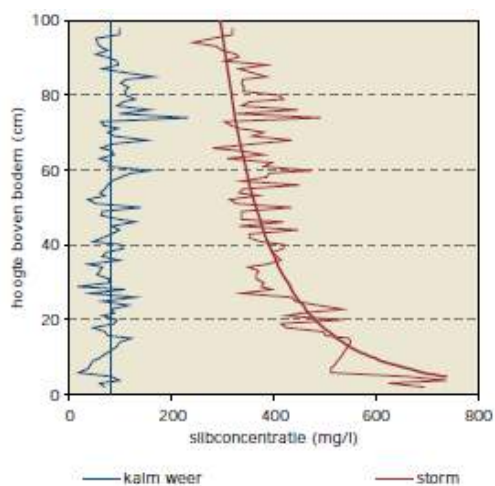
Slib wordt opgewoeld van de bodem door golven en door stroming. Golven worden in het Markermeer opgewekt door de wind. De golfhoogte en -periode is afhankelijk van de windsnelheid, duur van de wind en afstand waarover de wind over het wateroppervlak blaast (de strijklengte). Al bij geringe windsnelheden ontstaan in het Markermeer krachtige golven die snel invloed hebben op het bodemmateriaal. Hoe krachtiger de wind en dus de golven, hoe meer slib er van de bodem wordt opgewoeld (zie figuur 4.3).

Uit onderzoek [7] blijkt dat er in het Markermeer bij een gegeven weer- en stromingssituatie sprake is van twee soorten slib met verschillende eigenschappen.

1. Fijn slib dat langzaam bezinkt en veelal al bij weinig wind (windkracht $> 1\text{-}2 \text{ bft}$) in suspensie is.
2. Grover slib dat sneller bezinkt en alleen vanaf matige tot krachtige wind wordt opgewerveld.

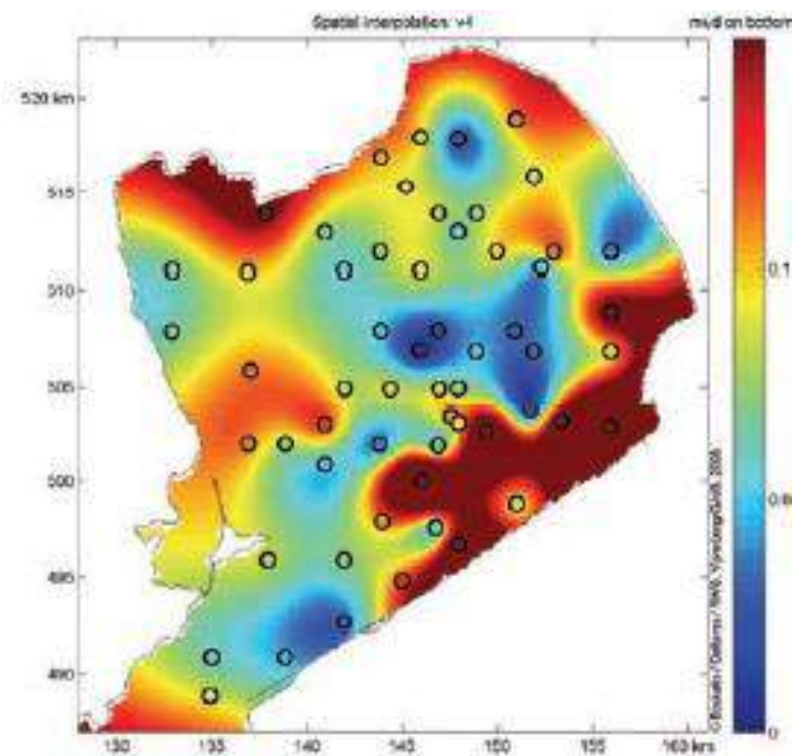
De hoogste golven ontstaan aan de kant van het meer waar de wind naar toe blaast. Daardoor wordt er aan die kant van het meer het meeste slib opgewoeld en is de slibconcentratie in het water het hoogst. Bij overwegend zuidwestenwind is dat aan de oostkant (zie figuur 4.4). Ook de verhouding tussen de golfhoogte en waterdiepte speelt hierin een grote rol. De maximale sedimentconcentraties aan het wateroppervlak kunnen oplopen tot 200 mg/l . Het slib in het water wordt, als het is opgewoeld, meegenomen door de stroming. Hierdoor kan het slib in het water zich uiteindelijk over het gehele meer verspreiden. Op locaties waar de golven en de stroming laag is (luwteplekken), kan het slib bezinken en is de slibconcentratie lager in de waterkolom.

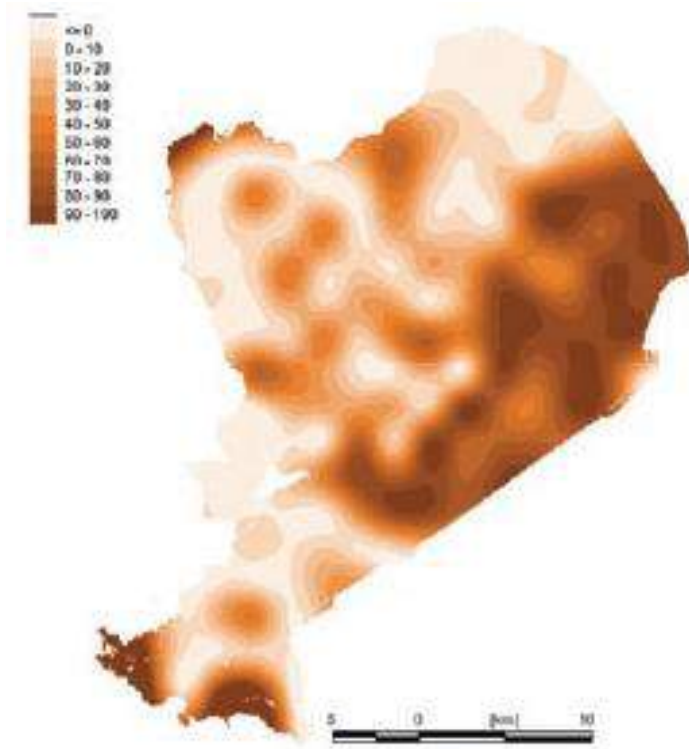
Slibconcentratie (x-as) in de onderste 100 cm van de waterkolom, gemeten op het midden van het meer (naar Vijlverberg, 2008). Links de situatie tijdens rustig weer, rechts tijdens een storm.



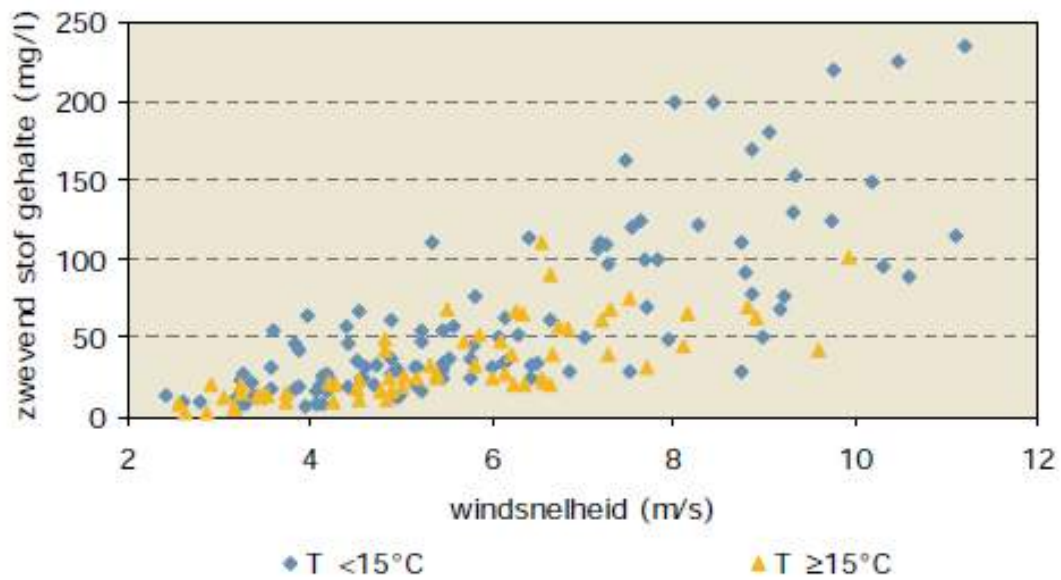
Figuur 4.2
Slibconcentratie in de eerste meter boven de meerbodem bij rustig weer en bij storm [3]

Doordat het slib van de bodem wordt opgewoeld en gelijktijdig bezinkt, is tijdens harde wind en storm de slibconcentratie vlakbij de bodem hoger dan aan het wateroppervlak, zie figuur 4.3.





Figuur 4.3
 Dikte van de sli blaag aan het bodemoppervlak (figuur boven, [7]) en het slijbpercentage in de bodem van het meer (figuur onder, meetcampagne Rijkswaterstaat 2000).



Figuur 4.4
 Relatie tussen het zwevend stof gehalte in het midden van het Markermeer en de windsnelheid gemeten op de Houtribdijk, 1982-1994. In de zomer lijkt bij de zelfde windsnelheid minder zwevend stof te worden opgeweeld.

Dichtheidsstromen

Bij harde wind en storm kunnen hoge slibconcentraties ontstaan aan de bodem. Waterlagen met hoge slibconcentraties kunnen zich gaan gedragen als zogenaamde dichtheidsstromen. Deze waterlagen zijn zwaarder dan het omringende water en worden voortbewogen door stroming of zwaartekracht.

Stroming ontstaat in het Markermeer door wind, die het water opstuwt aan de kant van het meer waar de wind naar toe waait. Het opgestuwde water stroomt terug, veelal als onderstroming, en drijft de dichtheidsstroom aan. Als de waterbodem helt, een zeer lichte helling is voldoende, glijdt de dichtheidsstroming als een deken de helling af, aangedreven door de zwaartekracht, omdat de dichtheidsstroom zwaarder is dan water.

Dichtheidsstromen zorgen zo voor de verplaatsing van een grote hoeveelheid slib vanwege de hoge slibconcentratie en het grote volume van de sliblaag.



Figuur 4.5

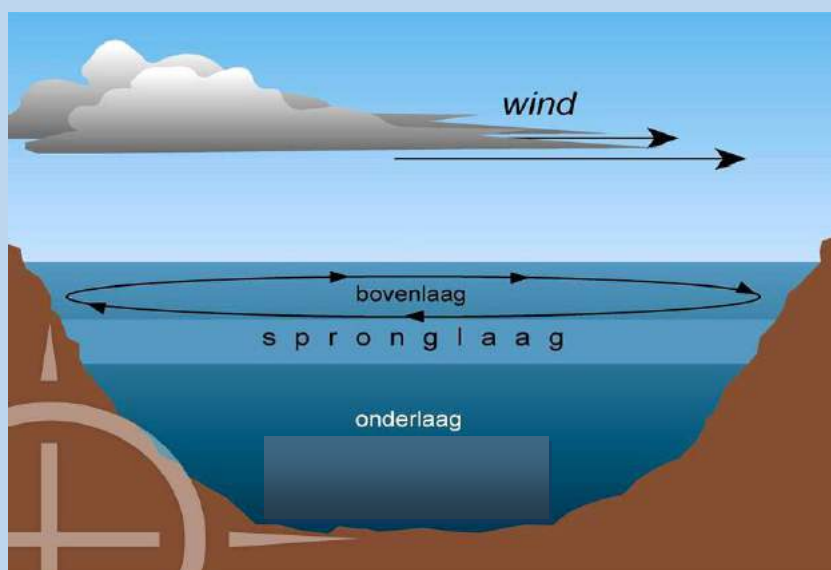
Dichtheidsstroming in een laboratoriumopstelling, de bodem van de waterbak is nagenoeg horizontaal

Stratificatie

Uit onderzoek is het bekend dat stratificatie in het IJsselmeergebied voor kan komen in diepe zandwinputten (zie voor een toelichting het kader). In de meer beschut gelegen putten kan die stratificatie in de zomer enkele maanden aanhouden en verder is op een diepte van meer dan 10 meter weinig bodemleven mogelijk. In de diepere delen van het open water – zoals bij dit project – komt een vorm van stratificatie mogelijk enkele dagen per jaar voor. De kans hierop wordt nog enigszins vergroot doordat het zomerstreefpeil (april t/m september), dat in de meren wordt gehandhaafd, hoger is dan het winterstreefpeil [3].

Wat is stratificatie?

Stratificatie is een normaal verschijnsel in dieper water en kent een seizoenscyclus. In het voorjaar begint de bovenste laag water op te warmen, waardoor er in het voorjaar en de zomer sprake is van drie lagen in het water. De bovenste laag is warmer en lichter. Tussen de warmere en lichtere bovenlaag en de koude onderlaag bevindt zich een spronglaag. De spronglaag vormt als het ware een barrière; de koude onderlaag wordt van de warme bovenlaag gescheiden. Zonder invloeden van buitenaf blijft de gelaagdheid bestaan. In de herfst koelt de bovenste laag weer af, waardoor er een najaarsomkering plaats kan vinden. Dan komt het zuurstofarme water naar boven en mengt met het water van de bovenlaag. In enkele bekende gevallen elders heeft dit tot vissterfte geleid, echter niet in vergelijkbare omstandigheden als op het Markermeer. In het Markermeer en IJsselmeer is geen vissterfte opgetreden, noch enige andere negatieve effecten door omkering, hoewel er een aantal diepe putten aanwezig zijn.



4.2 Effectbeschrijving

4.2.1 Bodemkwaliteit

Bij het aspect bodem kijken we naar de afvoer van de bovengrond en de bodemkwaliteit. Voor de andere mogelijke bestemmingen in het Markermeer zijn de locatiealternatieven vrijwel gelijkwaardig. Ten opzichte van de referentiesituatie onderscheiden de alternatieven zich niet op het gebied van de bodemkwaliteit. Er vindt geen bodemverontreiniging plaats, omdat de vrijkomende grond milieuhygiënisch schoon is.

4.2.2 Grondwaterhuishouding

Bureau Wiertsema heeft kwelberekeningen uitgevoerd. Daarbij zijn veranderingen in kwel en stijghoogte van het grondwater voor alle vier de alternatieven bepaald (zie bijlage VI). De parameters voor de modelberekeningen zijn worstcase gekozen. Daardoor leiden ze tot de grootste effecten. Daarnaast is bij de natuuralternatieven aangenomen dat de hele slibvang in één dag wordt aangelegd en dat deze geheel geen klei of slib bevatten. In de praktijk slibt de slibvang al tijdens de aanleg dicht, waardoor de grondwatereffecten al snel sterk worden beperkt.

Door het verwijderen van de deklaag neemt de kwelstroom in Flevoland lokaal toe. De infiltratie van (zoet) water uit het Markermeer naar de ondergrond neemt toe. Voor de westelijke en oostelijke basisvariant is dit effect door het omputten kortstondig, omdat de periode tussen winning en weer aanvullen met de bovengrond niet lang duurt. Nadat de werkzaamheden beëindigd zijn, wordt de situatie hersteld en zijn er geen noemenswaardige hydrologische effecten te verwachten.

Voor het westelijk natuuralternatief en het oostelijk natuuralternatief houden de effecten langer aan. De bovengrond wordt namelijk niet teruggebracht. Aangezien de slibvang zich vult met slib, worden de effecten mettertijd minder omdat dan voldoende weerstand is opgebouwd. In het beginstadium nemen de effecten sterker af door het dichtslibben van het zandpakket. De mate van afname van de effecten in de tijd is moeilijk te voorspellen, echter uiteindelijk zijn de effecten zeer beperkt.

De dichtstbijzijnde afstand van het westelijke en oostelijke alternatief tot aan de Flevopolder bedraagt respectievelijk circa 2,5 en 2,2 km. Ter plaatse van de polder wordt de grondwaterstromingsrichting niet beïnvloed. Ook is het zo dat de verblijftijd van het grondwater erg groot is. Dit houdt in dat de waterkwaliteit ter plaatse van de kwelgebieden in Flevoland door het lokaal verwijderen van de deklaag bij alle vier de varianten, niet of nauwelijks veranderd.

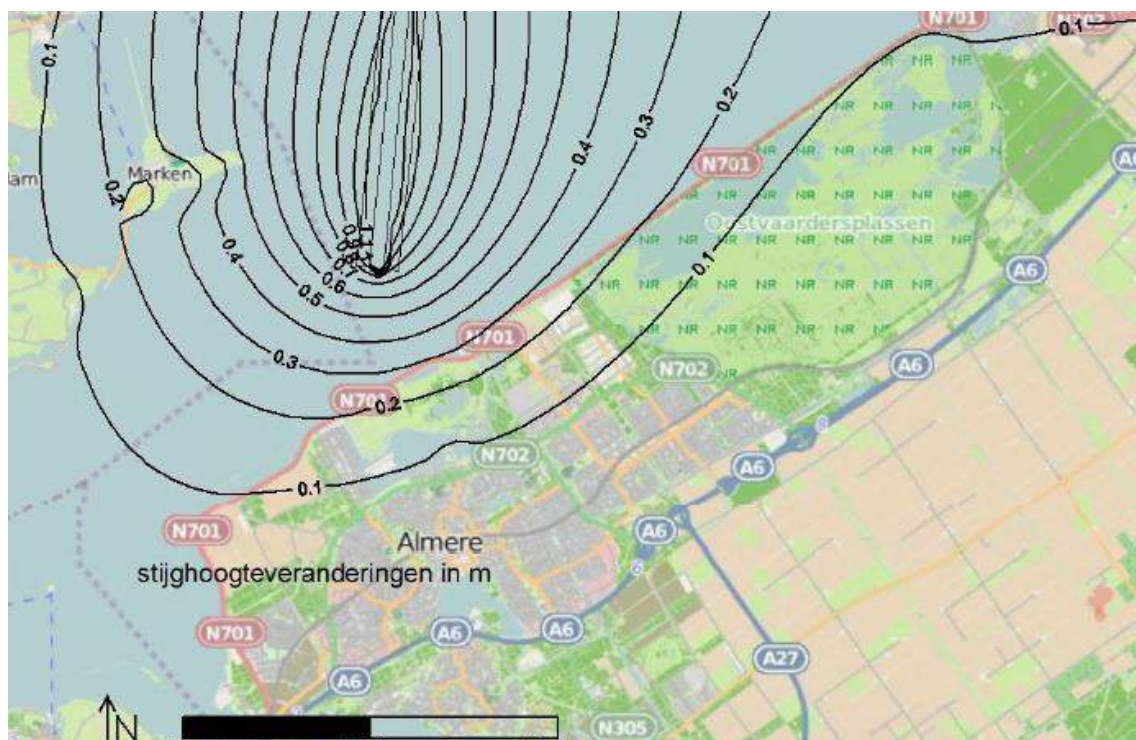
Stijghoogteverandering

De berekende effecten op de stijghoogte voor de Flevopolder zijn samengevat in tabel 4.2.

Tabel 4.2

Samenvatting berekende verhoging stijghoogte

Variant	Stijghoogteverandering	
	Maximaal	Na verloop van tijd
Westelijk basisalternatief	0,1	nihil
Westelijk natuuralternatief	0,25	< 0,05
Oostelijk basisalternatief	0,15	nihil
Oostelijk natuuralternatief	0,4	0,05



Figuur 4.6

Stijghoogteverandering op $t=0$ (Figuur 1a uit Bijlage VI Kwelberekening ontgroning Markerzand), dit is het theoretische geval met maximale omvang en stijghoogte-effect.

Kwelverandering westelijk en oostelijk basisalternatief

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is voor de meest zuidelijke werkzaamheden een maximale tijdelijke toename van de kwel berekend van 0,2 mm/dag ter plaatse van de Flevopolder (westelijk basisalternatief) en 0,1 mm/dag bij de Oostvaardersplassen (oostelijk basisalternatief). De berekende veranderingen van de kwelgroottes zijn beperkt in grootte en omvang. Daarnaast zijn de berekende effecten tijdelijk van aard doordat uiteindelijk de deklaag weer teruggebracht wordt en de oorspronkelijke situatie wordt hersteld.

De tijdelijke toename van de kwel bedraagt 3.700 m³/dag voor het westelijk basisalternatief en 3.900 m³/dag het oostelijk basisalternatief. Dat zijn ook de extra hoeveelheden die uit de Flevopolder afgevoerd moeten worden. Dit is voor beide alternatieven ongeveer 0,2% van de totale hoeveelheid van 650.000.000 m³ die jaarlijks uit de gehele Flevopolder wordt afgevoerd.

Effect stijghoogteverlaging op de freatische grondwaterstand

Het tijdelijk verwijderen van de deklaag beïnvloedt de stijghoogte in het diepe zandpakket. De freatische grondwaterstanden zijn dynamischer en worden in sterke mate bepaald door de neerslagintensiteit in combinatie met de lokale waterhuishouding en in mindere mate door beperkte stijghoogteveranderingen in het onderliggende pakket. De geplande werkzaamheden hebben geen invloed op het oppervlaktewaterbeheer ter plaatse.

Kwilverandering westelijke en oostelijke alternatieven met natuurbouw

Voor het westelijk natuuralternatief is een maximale toename van de kwel berekend van 0,4 mm/dag direct na de winning ter plaatse van de Noorderplassen te Almere. Voor het oostelijk natuuralternatief is dat 0,3 mm/dag. Dit zijn tijdelijke effecten, voor beide locatiealternatieven nemen de berekende kweleffecten uiteindelijk af tot minder dan 0,05 mm/dag. Dit is een zeer gering effect.

Effecten van kwilverandering op de natuur in de Oostvaardersplassen

Voor alle uitvoeringsvarianten geldt dat ze geen noemenswaardige negatieve invloed hebben op de waterhuishouding van de Oostvaardersplassen. Als daar ter plaatse sprake is van een kwelsituatie, dan moet er rekening worden gehouden met een tijdelijke toename van de kwel. Als daar sprake is van een infiltratiesituatie, dan wordt deze tijdelijk minder groot. Voor het westelijke alternatief geldt, gezien de afstand, logischerwijs dat de effecten ter plaatse van Oostvaardersplassen wat groter zijn dan voor het oostelijk alternatief.

Waterwingebieden Flevoland

In het zuiden van Flevoland liggen drie waterwinningen. De kwaliteit van het diepe grondwater ter plaatse van de waterwinningen in Flevoland wordt niet negatief beïnvloed.

Verzilting

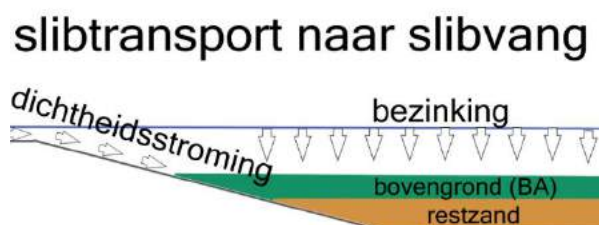
De ligging van het zoet-zout grensvlak ter plaatse van de Flevopolder wordt voor een groot deel beïnvloed door de regionale grondwaterstromingen vanaf het Veluwemassief en het Markermeer. Het verwijderen van de deklaag beïnvloedt deze regionale waterstromen niet of nauwelijks. Daardoor leidt het lokaal verwijderen van de deklaag redelijkerwijs niet tot een toename van zoute kwel, omdat zoetwater vanuit het Markermeer toestroomt en de overgang van zoet naar zout grondwater onder Flevoland zich grotendeels op relatief grote diepte bevindt.

Lokaal kan wel sprake zijn van een toename van de reeds bestaande zoute kwel. Dit is niet het geval bij de oostelijke alternatieven, maar wel bij de westelijke alternatieven. Voor het westelijke basisalternatief is dit gebied dermate klein en de duur dusdanig beperkt, dat de effecten op de zoute kwel verwaarloosbaar zijn. Voor het westelijk natuuralternatief geldt dat de effecten langduriger zijn, maar ook hier geldt dat het gebied en de omvang van de toename van de zoute kwel dermate klein is dat dit nauwelijks leidt tot negatieve effecten op landbouw of het stedelijk gebied. Wel moet de extra hoeveelheid zoute kwel via bemaling uit het gebied afgevoerd worden.

De hoeveelheid opgelost zout (of chloride) die vrijkomt uit het poriënwater van het gewonnen zand heeft geen toename van betekenis (worst case minder dan 0,3%) van het zoutgehalte van het Markermeer tot gevolg (Bijlage VI).

4.2.3 Waterkwaliteit

Het doel van de aanleg van een grootschalige slibvang is het afvangen van een aanmerkelijke hoeveelheid slib uit het watersysteem, waardoor de ecologische situatie in het Markermeer verbetert. Transport van slib naar de slibvang vindt plaats door bezinking of door dichtheidsstroming (zie figuur 4.7)



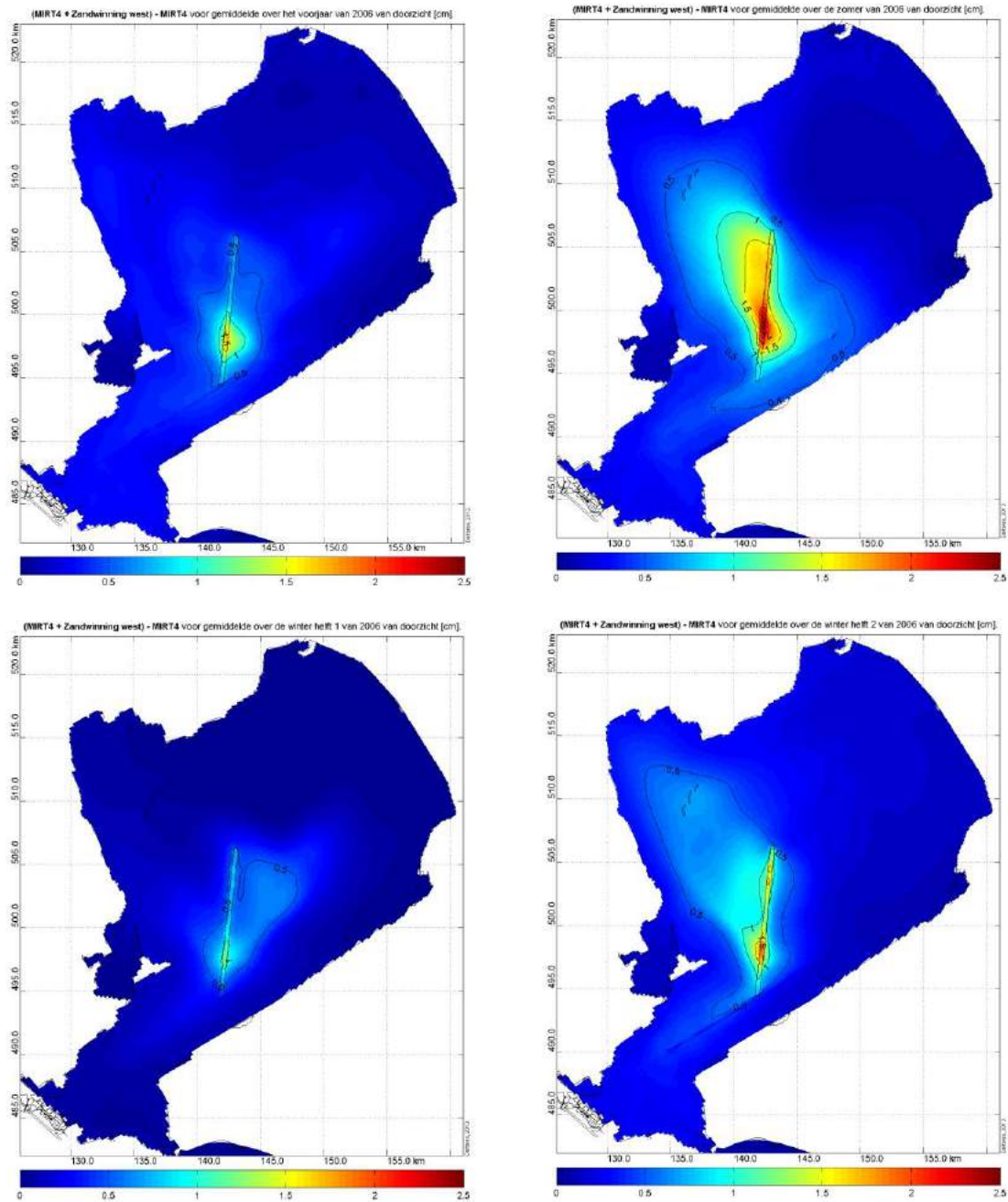
Figuur 4.7
Slibtransport en berging in slibvang

Om het slib permanent uit het watersysteem af te vangen, kunnen diepe putten in de waterbodem gebruikt worden. In deze diepe putten ligt het slib zo diep dat het niet wordt opgewoeld door de windgolven. In het Markermeer moet het slib dieper dan 4 meter onder de bodem van het meer liggen om buiten bereik te blijven van de golven (bijlage IV). Om een volume van enige omvang permanent te kunnen bergen, moeten de putten dus veel dieper dan 4 meter onder de meerbodem worden aangelegd.

De werking van een grootschalige slibvang zoals in dit project wordt voorgesteld, is doorgerekend en beoordeeld door Deltares (bijlage IV).

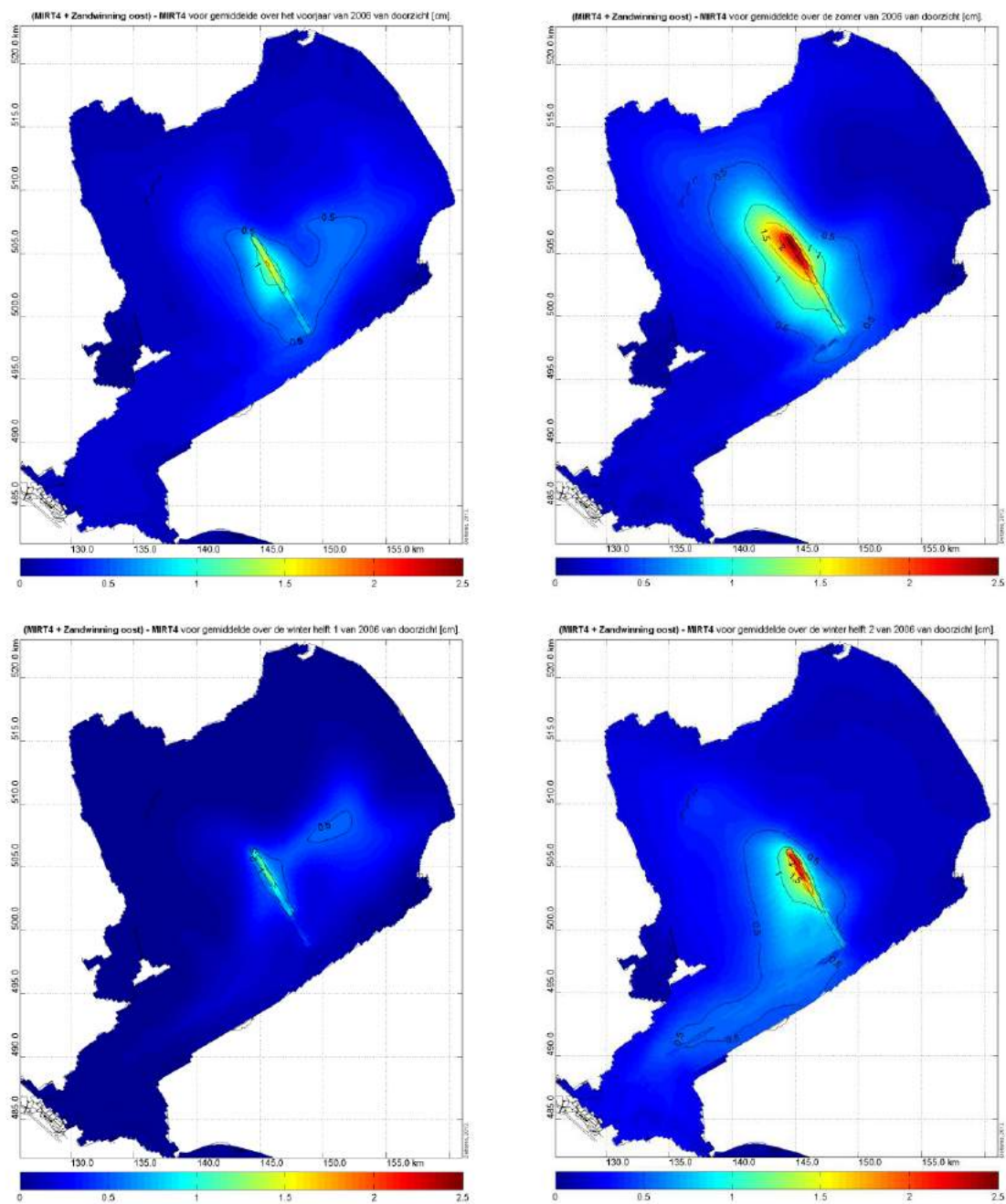
Doorzicht

De resultaten van de modelberekening voor wat betreft het doorzicht in het Markermeer zijn weergegeven in figuur 4.8 en figuur 4.9 voor respectievelijk de westelijke en oostelijke natuurvariant. Dit figuur toont het verschil met de referentiesituatie voor wat betreft verschil in doorzicht en op het gradiënt van helderder naar troebeler water.



Figuur 4.8

Verskil in doorzicht tussen westelijke natuuralternatief en referentiesituatie (2006), gemiddelde doorzicht (in cm) in respectievelijk voorjaar, zomer, herfst en winter

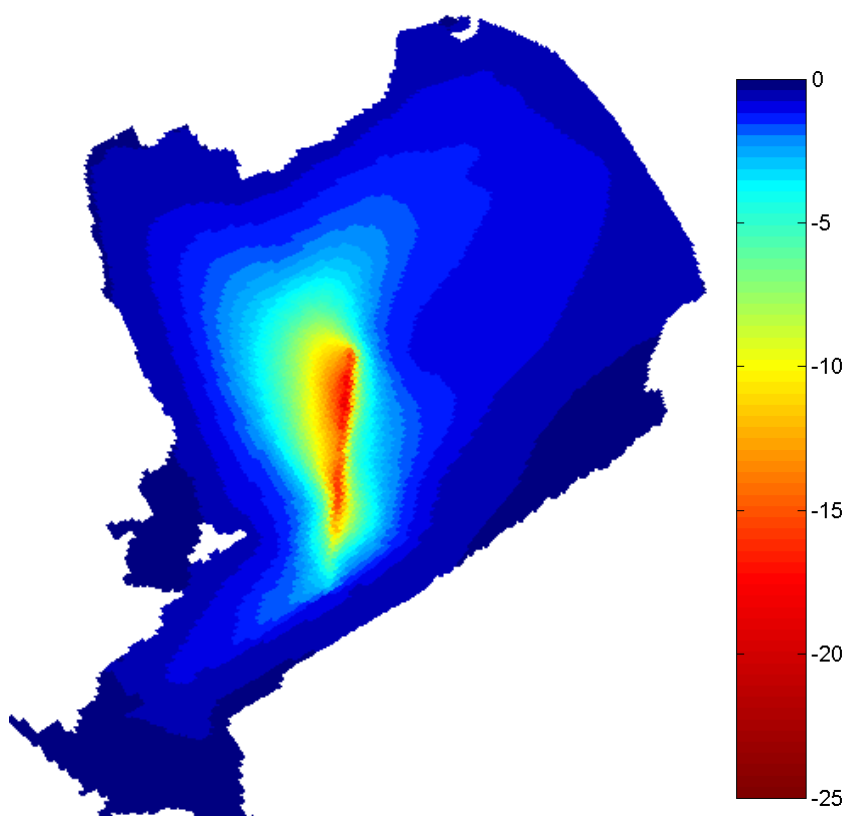


Figuur 4.9
 Verschil in doorzicht tussen oostelijk natuuralternatief en referentiesituatie (2006), gemiddelde doorzicht (in cm) in respectievelijk voorjaar, zomer, herfst en winter

Slibconcentratie en werking van slibvang

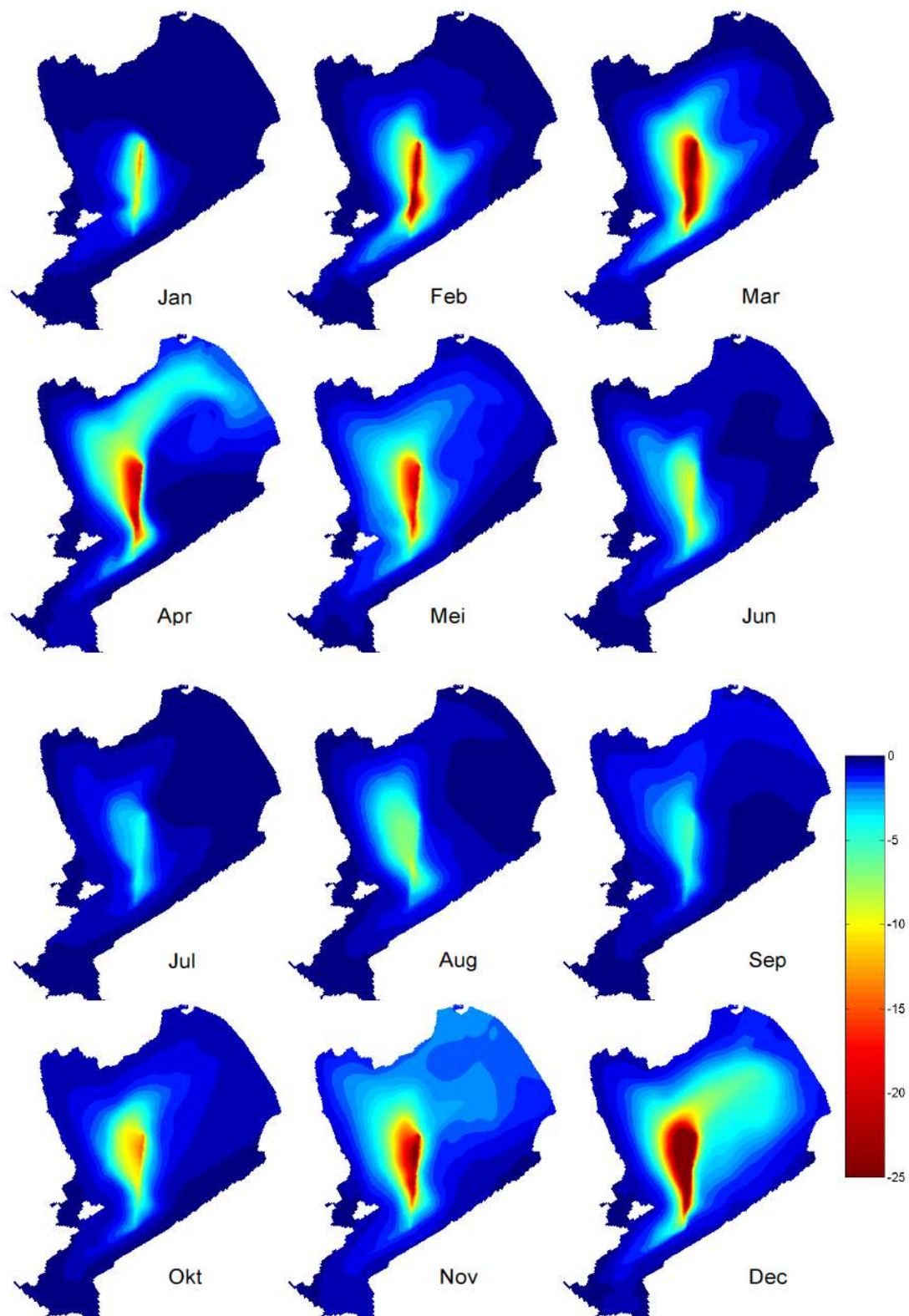
Door de aanwezigheid van een slibvang in het Markermeer, die ontstaat ten gevolge van zandwinning, neemt de slibconcentratie rondom de slibvang af. De resultaten van de modelberekening zijn weergegeven in figuur 4.10. Deze figuren tonen het verschil in de jaargemiddelde slibconcentratie in het Markermeer tussen het scenario met slibvang en de huidige situatie zonder slibvang. Het westelijk alternatief is hierbij als uitgangspunt genomen. Naar verwachting wijkt het oostelijk alternatief qua aanslibbing en effect op vertroebeling weinig af in omvang en is daarom niet apart doorgerekend.

De concentratieverlaging boven en in de directe nabijheid van de put bedraagt gemiddeld circa 15 mg/l, wat substantieel (30%) is ten opzichte van de jaargemiddelde slibconcentratie van 50 mg/l. Op een afstand van enkele kilometers vanaf de slibvang bedraagt de concentratieafname nog ongeveer 5 mg/l. Op de schaal van het volledige Markermeer is de afname door bezinking in de slibvang beperkt tot minder dan 2 mg/l.



Figuur 4.10

Absoluut verschil van jaargemiddelde slibconcentratie aan de oppervlakte (in mg/l) tussen Slibvang en Referentie scenario. N.B. de rode kleur duidt op concentratieverlaging voor het scenario Geul (uit Notitie Markerzand, Deltares, bijlage IV-2).



Figuur 4.11
 Verschil in maandgemiddelde slibconcentraties (in mg/l) tussen Slibvang en Referentiescenario. (uit Notitie Markerzand, Deltares, bijlage IV-2).

Figuur 4.11 toont dezelfde informatie als figuur 4.10, maar op maandgemiddelde in plaats van jaargemiddelde basis. De berekende effecten zijn niet constant in de tijd, maar variëren met de windsnelheid en windrichting. Tijdens en kort na perioden met harde wind (met name uit zuidwestelijke richting) vindt de meeste aanslibbing plaats en is de absolute concentratieverlaging in de waterkolom ten gevolge van deze aanslibbing het grootst.

Vertroebeling door de winwerkzaamheden

Tijdens de zandwinning wordt er zand en slib opgewoeld. Deltares schat in dat gemiddeld 0.5% van het gewonnen sediment door opwerveling en overloop als slib buiten de put terecht komt. Deze hoeveelheid is een factor 12 kleiner dan de totale hoeveelheid slib die gelijktijdig bezinkt in de slibvang. De hoeveelheid slib die wordt afgevangen is dus veel groter dan die opgewoeld wordt. Het netto effect van de zandwinning is dus een aanzienlijke verlaging van de slibconcentratie in het Markermeer. Alleen de eerste twee jaar van de winning is mogelijk een uitzondering, omdat er dan nog weinig aanslibbing zal zijn. De slibvangput is dan nog van beperkte omvang.

Ook de invloed van wind over het wateroppervlak en eventuele scheepvaartbewegingen kunnen een belangrijke oorzaak van vertroebeling zijn. Omdat de helderheid in het Markermeer - zeker bij hardere wind - laag is, zijn de tijdelijke vertroebelingseffecten door de winning te verwaarlozen ten opzichte van de huidige frequente en aanzienlijke vertroebeling.

De ecologische effecten van de zandwinning zelf zijn daarom gering. Bij harde wind zal het door bij zandwinning vrijgekomen zand en slib meer naast de winput terecht komen dan bij rustig weer. Onder deze omstandigheden is het Markermeer echter al erg troebel, en is het ecologisch effect dus zeer gering. Daarnaast zijn er weinig natuurwaarden in het Markermeer, vooral vanwege de huidige veelvuldige vertroebeling door het aanwezige slib.

Snelheid aanslibbing

Naast de invloed van de slibvang op de slibconcentratie in de waterkolom, is ook de aanslibbing-snelheid in de slibvang belangrijk. Deze snelheid bepaalt namelijk de levensduur van de slibvang, met andere woorden: hoe lang het duurt voordat de slibvang volledig is volgelopen met slib.

In werkelijkheid is de aanslibbingsnelheid (de hoeveelheid slib in m³/jaar die bezinkt in de slibvang) hoger dan die met het model berekend is, omdat in het model:

- a) de bijdrage van de grovere slibfractie mogelijk is ondervertegenwoordigd;
- b) het effect van dichtheidsstroming niet is meegenomen;
- c) de inklinking van het slib in de slibvang niet is meegenomen.

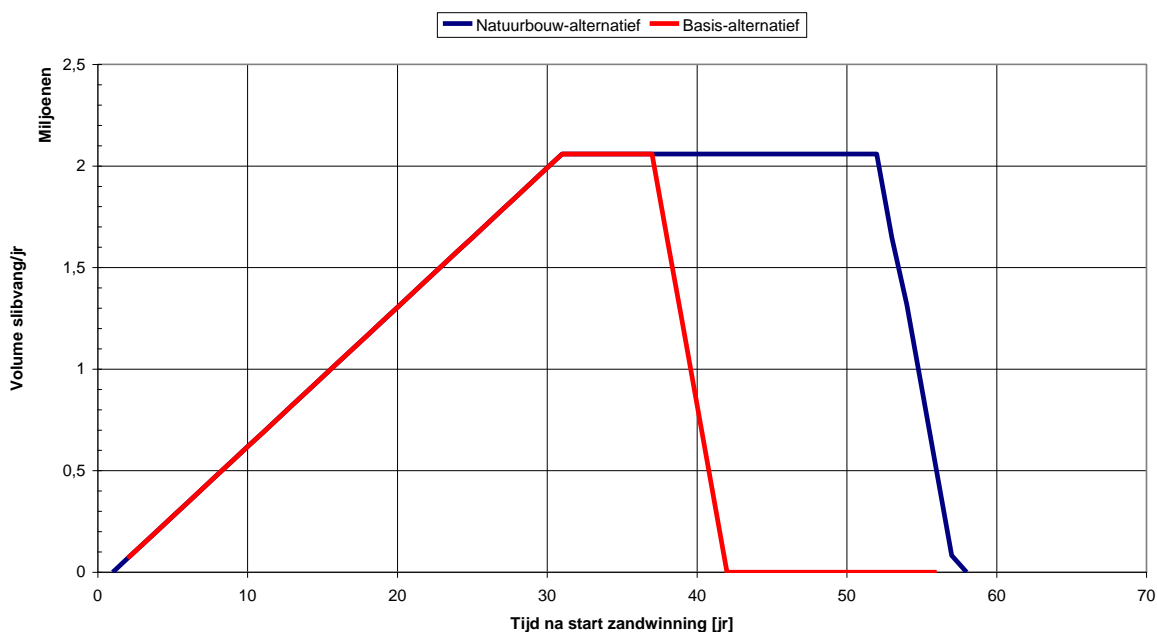
Daardoor wordt de slibvangwerking onderschat. Hierdoor kan de aanslibbingsnelheid in werkelijkheid wel een factor 2 groter zijn. Uit veldwaarnemingen naar aanslibbing in de vaargeul Amsterdam-Lelystad [8] en in een tweetal proefputten blijkt dat de slibvangwerking in de praktijk twee keer zo groot is als het model voorspelt. Dit gegeven is bij de voorspelling van de slibvangwerking betrokken door Deltares.

In de slibvang wordt veel slib ingevangen dat daardoor niet langer beschikbaar is voor resuspensie bij harde wind. Pas zodra de slibvang is dichtgeslibd tot een diepte van circa 10 meter onder NAP kan weer enige resuspensie vanuit de slibvang optreden.

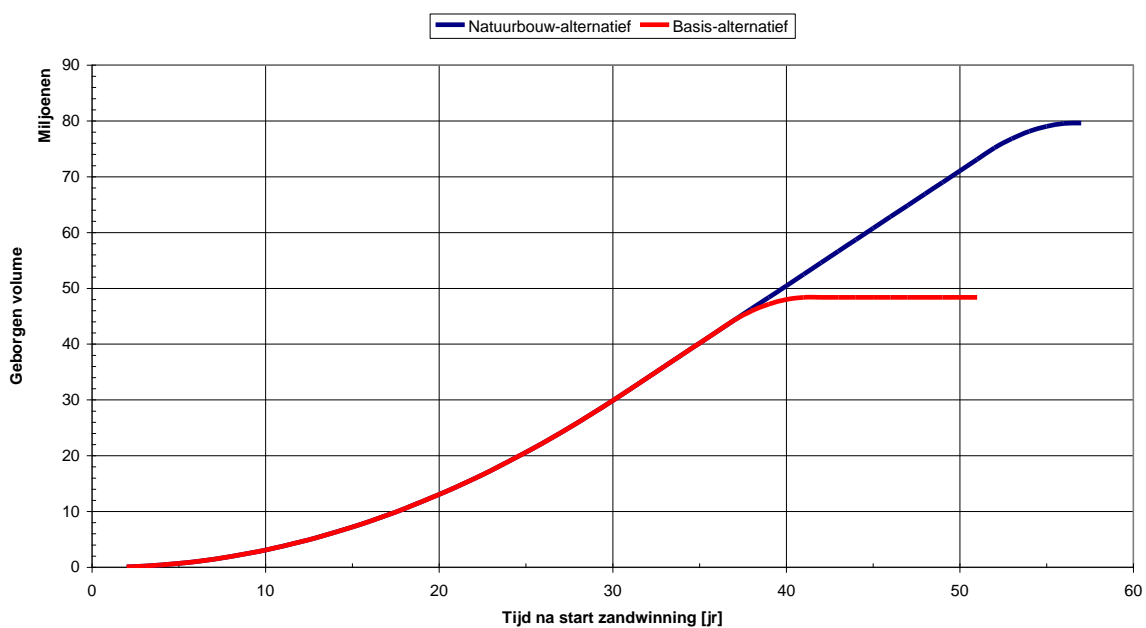
Levensduur van de slibvang

Om de levensduur van de slibvang te berekenen is er een apart rekenmodel gemaakt van de hoeveelheid slib die door de slibvang per jaar wordt geborgen. Het slibvangend oppervlak van de slibvangput wordt eerst steeds groter (langer) naarmate de ontgroning vordert, en bereikt vervolgens een maximale omvang. Door dichtslibbing vult de put zich vervolgens snel en gelijkmatig. Omdat het bezonken slib in eerste instantie nauwelijks consolideert en haast geen sterkte heeft, zal het zich vloeiend over de hele slibvang verspreiden. In tweede instantie vindt consolidatie plaats.

De hoeveelheid slib die per jaar in de slibvangput bezinkt, is recht evenredig met de oppervlakte van de slibvangput. Zonder consolidatie is de levensduur van de slibvang tussen de 42 en de 56 jaar. De levensduur van de slibvang is ook afhankelijk van het uitvoeringsalternatief, omdat bij het basisalternatief een deel van de zandwininput wordt opgevuld met bovengrond. Er is dus minder bergingsruimte voor slib, en de slibvang is sneller vol (zie figuur 4.12 en 4.13).



Figuur 4.12
Geborgen volume slib [m³] per jaar exclusief consolidatie



Figuur 4.13
Cumulatief geborgen volume slib [m³] exclusief consolidatie

Er wordt ingeschat dat er in totaal in het Markermeer totale hoeveelheid mobiel slib van 120 miljoen m³ aanwezig is [5, 9]. De resultaten van de berekening van de geborgen hoeveelheden slib staan in tabel 4.3. Omdat het slib in de put door inklinking een hogere dichtheid heeft dan het mobiele slib in het Markermeer, kan er veel slib worden afgevangen en geborgen. De put Markerzand kan minimaal 68 miljoen m³ slib uit het Markermeer permanent bergen. Dat is ruim de helft van al het mobiele slib. Er kan maximaal kan 110 miljoen m³ slib geborgen worden.

Dankzij de slibvang neemt de totale hoeveelheid mobiel slib in het systeem metertijd dus significant af. Hierdoor neemt ook de slibconcentratie in (een groot deel van) het water van het Markermeer fors af, en neemt het doorzicht toe.

Tabel 4.3

Volumes geborgen slib per alternatief

	Basialternatief		Natuuralternatief	
	excl. consolidatie	incl. consolidatie	excl. consolidatie	incl. consolidatie
Geborgen in slibvang [miljoen m ³]	48	58	80	96
Uit watersysteem [miljoen m ³]	57	68	93	110
Uit watersysteem [% van geschat totaal]	47%	57%	78%	91%

Als de slibvangput in de laatste fase van opvulling is – vanaf ongeveer vijf jaar voordat hij vol is – en geen uitbreiding meer plaatsvindt omdat de ontgroning is afgerond, neemt de werking van de slibvang af. Daarmee neemt ook de hoeveelheid slib die per jaar wordt afgevangen af. In principe nemen dan ook de gebieden met intermediair doorzicht in omvang af. Op dat moment is er echter al ruim 45 tot 75 miljoen m³ slib – afhankelijk van uitvoeringsalternatief - geborgen in de slibvang. Aangezien het slib in de slibvang een grotere dichtheid heeft dan het mobiele slib in het Markermeer, is er op dat moment minimaal 53 tot 88 miljoen m³ mobiel slib permanent uit het Markermeer verwijderd.

Hoewel er ook sprake is van de aanvoer van nieuw slib in het watersysteem door erosie en bioturbatie, zal de onttrekking van een dermate grote hoeveelheid slib aan het watersysteem tot een blijvende verbetering van het doorzicht leiden. Bovendien hebben de andere TBES-maatregelen tegen die tijd ook tot een verbetering van de waterkwaliteit en het ecosysteem geleid. De verwachting is daarom dat de afnemende slibvangwerking in de periode van 30 tot 50 jaar na aanvang van de slibvang niet resulteert in het weer troebeler worden van het water.

Bioturbatie en erosie

Behalve dat er slib wordt verwijderd uit het watersysteem, komt er ook nieuw slib vrij door bioturbatie en door erosie van de meerbodem. Recent onderzoek voert aan dat de dunne laag mobiele slib is ontstaan door bioturbatie (het omwoelen van de bodem door organismen zoals wormen) in het verleden [3, 10]. Omdat de sliblaag de onderliggende meerbodem afdekt waardoor deze zuurstofloos is, is er haast geen bodemleven meer en dus ook geen bioturbatie. Dit kan veranderen als de sliblaag verdwijnt door de slibvangwerking. In dat geval is er weer bodemleven mogelijk en kan er weer bioturbatie optreden. De hoeveelheid slib die door bioturbatie per jaar kan vrijkomen is veel kleiner dan de hoeveelheid die in de slibvang geborgen wordt. Erosie treedt voornamelijk op bij de Noord-Hollandse kust. De TBES-luwtemaatregel in de Hoornse Hop zorgt voor meer luwte. Dit beperkt de erosie.

Stratificatie

Gezien de omstandigheden van de slibvangput in het Markermeer verwachten we geen plotselinge en mogelijk schadelijke najaarsomkering. Door de ligging van de put midden in open water, vindt er veel menging met en voeding door oppervlaktewater uit het meer plaats, met name door windstroming (grote strijklengte). Dit mengeffect wordt versterkt door de in de put vloeiende dichtheidsstromingen die voor een groot deel uit vers water bestaan. Najaarsomkering is, voor zover bekend, ook niet voorgekomen in de andere diepe putten in het Markermeer, waar wel stratificatie optrad gedurende een maand in de zomer [3], of in de Vaargeul Amsterdam – Lemmer.

Mocht er door stratificatie sprake zijn van het geleidelijk ontstaan van zuurstofarm water op diepte, dan verplaatst de aanwezige fauna zich. Er is geen sprake van aanwezige flora in enige omvang zolang de slibvang actief is en er decimeters tot meters slib per jaar bezinken. Naarmate de slibvangput wordt opgevuld, is er steeds minder kans op stratificatie, omdat de put dan ondieper wordt.

4.3 Effectbeoordeling

Bodem

Ten opzichte van de referentiesituatie onderscheiden de alternatieven zich niet voor de bodemkwaliteit (0). Er vindt namelijk geen bodemverontreiniging plaats, omdat de vrijkomende grond milieuhygiënisch schoon is.

Grondwaterhuishouding

Bij het westelijk en oostelijk basisalternatief zijn de berekende veranderingen van de kwel en stijghoogte zeer beperkt in grootte en omvang. Bovendien zijn de veranderingen tijdelijk. Door het terugbrengen van de deklaag wordt de oorspronkelijke situatie hersteld. Deze alternatieven scoren daarom een 0 ten opzichte van de referentiesituatie. De uiteindelijke effecten op kwel en stijghoogte bij het westelijk en oostelijk natuuralternatief zijn iets groter maar nog zeer beperkt. De zandwininput slibt al snel dicht, en er ligt direct na de winning nog een laag fijn zand en slib (mors en overvloei). De effecten houden langer aan. Daarom scoren deze alternatieven een -.

Een toename van de reeds bestaande zoute kwel komt bij het oostelijk basisalternatief en het oostelijk natuuralternatief niet voor (0). Voor het westelijk basisalternatief is het gebied waarin dat voorkomt dermate klein en de duur beperkt, dat de effecten op de zoute kwel verwaarloosbaar zijn (0). Voor het westelijk natuuralternatief geldt dat de effecten langduriger zijn, maar ook hier leidt dit nauwelijks tot negatieve effecten op landbouw of het stedelijk gebied. Wel moet de zoute kwel via bemaling uit Flevoland afgevoerd worden. Daarom scoort het westelijk natuuralternatief een -, hoewel het effect zeer gering is.

Waterkwaliteit en doorzicht

Voor het Markermeer gelden doelstellingen in het kader van de Kader Richtlijn Water. Eén van de doelstellingen is het verbeteren van het doorzicht, omdat dat nu niet voldoet aan de KRW-norm voor Goede Ecologisch Potentieel. Het doorzicht moet groter zijn dan 0,30 meter.

Dit project biedt zicht op het halen van deze KRW-doelstelling in een deel van het Markermeer, aangezien met een kleine verbetering van het doorzicht al aan deze GEP voldaan wordt. Alle alternatieven scoren daarom op dit onderdeel een +.

De slibvangwerking en de invloed daarvan op de concentratieverlaging van het slib in het watersysteem scoort positief (+) ten opzichte van de referentiesituatie, omdat dit bijdraagt aan het TBES. Het westelijk en oostelijk natuuralternatief scoren ++, omdat de levensduur van de put langer is.

De ecologische effecten van het betere doorzicht en de afname van mobiel slib in het systeem worden beoordeeld in hoofdstuk 10.

Tabel 4.4

Effectbeoordeling bodem en water

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	Oostelijk natuuralternatief
Bodem	Milieu kwaliteit vrijkomend bodemmateriaal	0	0	0	0	0
Grondwater- huishouding	Kwel	0	0	0	0	0
	Verzilting	0	0	-	0	0
Waterkwaliteit	Doorzicht (KRW)	0	+	+	+	+
	Langdurige slibvangwerking op systeemniveau (TBES)	0	+	++	+	++

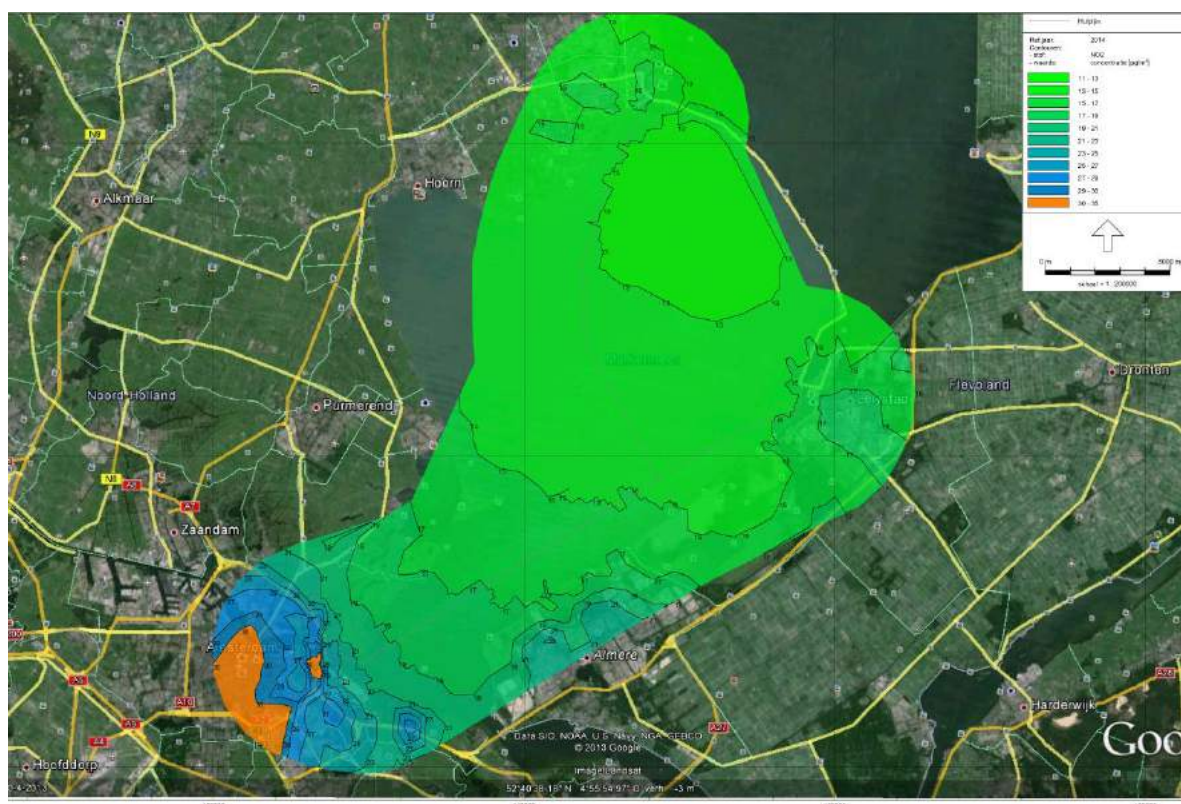
5 Luchtkwaliteit

De inzet van materieel heeft emissies naar de lucht als gevolg. In dit hoofdstuk is de invloed van Markerzand op de luchtkwaliteit in beeld gebracht en beoordeeld. In de Wet milieubeheer zijn luchtkwaliteitseisen opgenomen. De maatgevende stoffen hierbij zijn fijnstof en stikstofdioxide (NO₂). Er is wettelijk gezien geen probleem als aannemelijk wordt gemaakt dat Markerzand leidt tot een ‘niet in betekenende mate’ toename van voornoemde luchtverontreinigende stoffen. Dat is ook het geval als de grenswaarden niet worden overschreden.

De jaargemiddelde grenswaarden voor fijnstof en stikstofdioxide bedragen 40 µg/m³. Een ontwikkeling draagt niet in betekenende mate bij als de bijdrage aan de concentratie niet meer dan 3% bedraagt van de jaargemiddelde grenswaarde van de betreffende stof. Voor fijnstof en stikstofdioxide komt dit overeen met een bijdrage aan de jaargemiddelde concentraties van 1,2 µg/m³.

5.1 Referentiesituatie

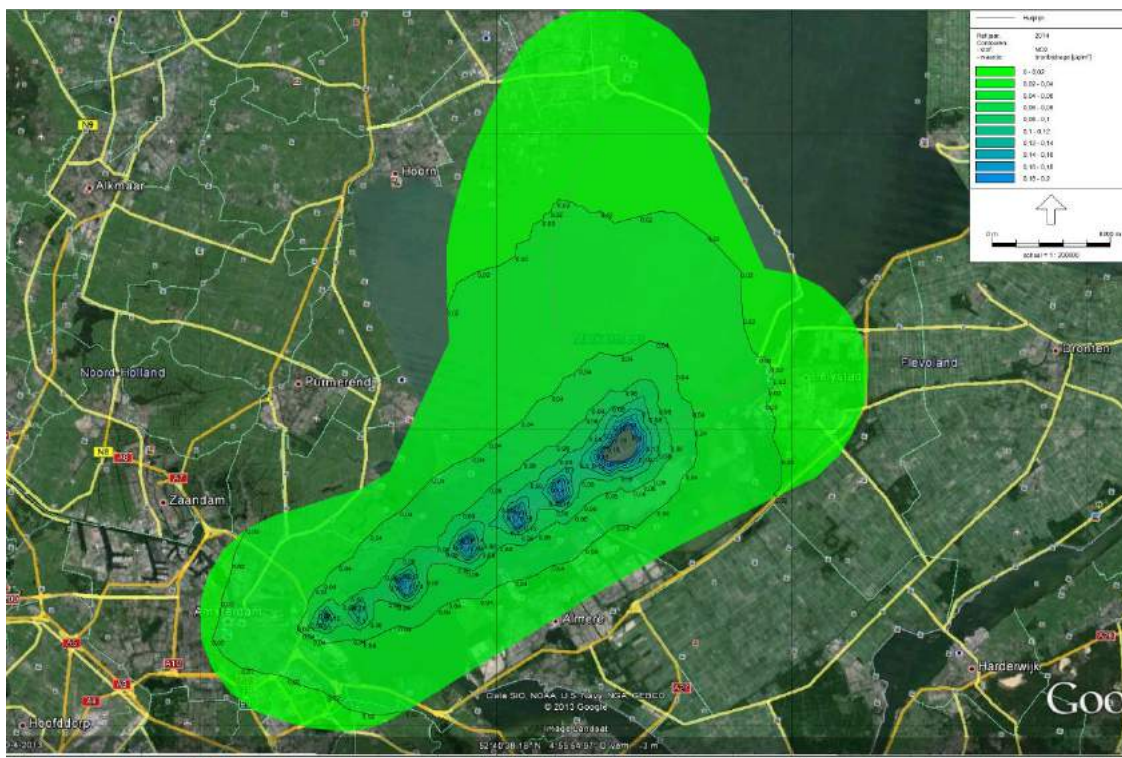
In figuur 5.1 is de achtergrondconcentratie NO₂ in de huidige situatie weergegeven. Boven het Markermeer is de NO₂-concentratie relatief laag, tussen de 11 en de 15 µg/m³. In de regio Amsterdam ligt de concentratie ongeveer drie maal zo hoog.



Figuur 5.1
Jaargemiddelde concentratie NO₂ huidige situatie (zie bijlage XI voor grote afbeeldingen)

5.2 Effectbeschrijving

LBP|SIGHT heeft verkennende luchtkwaliteitberekeningen uitgevoerd met het rekenprogramma Geomilieu. Het oostelijk basisalternatief is doorgerekend. In figuur 5.2 zijn de resultaten weergegeven.



Figuur 5.2

Bijdrage Markerzand aan concentratie NO₂ oostelijk basisalternatief (zie bijlage XI voor grote afbeeldingen)

De bijdrage van het oostelijk basisalternatief is heel klein: 0,04 µg/m³ bij Amsterdam en Almere en maximaal 0,02 µg/m³ bij Lelystad en Enkhuizen. De NO₂ -grenswaarde van 40 µg/m³ wordt bij geen enkele woonkern overschreden, zie figuur 5.3. De bijdrage bij het westelijk basisalternatief is gelijk aan die van het oostelijk basisalternatief. De maximale waarden bevinden zich weliswaar op andere plekken, maar ook daar zijn er geen overschrijdingen.

Bij het westelijk natuuralternatief en het oostelijk natuuralternatief is er naast de zandafvoer sprake van afvoer van de bovengrond. De extra bijdrage daarvoor is echter heel klein. Het jaarlijkse aantal scheepvaartbewegingen voor afvoer van de bovengrond is namelijk twee maal zo klein als die voor de zandafvoer, als alle bovengrond afgevoerd zou worden.. Bij alle vier de alternatieven zijn er geen overschrijdingen en dragen niet in betekende mate bij aan de luchtkwaliteit. Daarom scoren alle alternatieven een 0.



Figuur 5.3
Jaargemiddelde concentratie NO₂ huidige situatie + bijdrage oostelijk basisalternatief (zie bijlage XI voor grote afbeeldingen)

Ook de bijdrage aan fijnstof (PM10) levert geen problemen op. De emissie van fijnstof door het materieel ligt stukken lager dan die van NO₂. Als de NO₂-emissie al een zeer lage planbijdrage heeft, dan draagt de fijnstofemissie zeker niet in betekenende mate bij aan de luchtverontreiniging. Met de realisatie van Markerzand wordt de PM10-grenswaarde van 40 µg/m³ niet overschreden. De alternatieven scoren een 0.

Tabel 5.1
Effectbeoordeling luchtkwaliteit

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basisalternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basisalternatief	Oostelijk natuuralternatief
Luchtkwaliteit	Stikstofdioxide	0	0	0	0	0
	Fijnstof PM10	0	0	0	0	0

6 Geluid

6.1 Referentiesituatie

De bestaande geluidssituatie in het gebied wordt voornamelijk bepaald door de beroepsvaart in het Markermeer. Er zijn twee vaarroutes:

- vaarroute Amsterdam - Enkhuizen;
- vaarroute Amsterdam - Lemmer.

De scheepvaartintensiteiten voor de bestaande huidige situatie [11] zijn gebaseerd op tellingen uit 2008. Dit jaar is als referentiejaar gekozen omdat dit een druk jaar was voor de scheepvaart. De referentiesituatie is gelijkgesteld aan de bestaande situatie. Er is dus - op basis van door Rijkswaterstaat gehanteerde scenario's - uitgegaan van 0% groei van het aantal scheepvaartbewegingen. In tabel 6.1 staan de vaarintensiteiten van beide routes.

Tabel 6.1

Scheepvaart Amsterdam - Enkhuizen en Amsterdam - Lemmer

Aantal scheepvaartpassages	Amsterdam-Enkhuizen	Amsterdam-Lemmer
Jaarintensiteit	4.767	30.292
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	15,2	96,8

6.2 Effectbeschrijving en -beoordeling

Er zijn geluidberekeningen uitgevoerd om de effecten van Markerzand op de leefomgeving te bepalen (bijlage VII). Bij de berekeningen van de vier uitvoeringsalternatieven zijn ook twee varianten doorgerekend:

- Het **basiswerktempo**: een min of meer gemiddeld werktempo van 45 weken per jaar met vijf werkdagen van twaalf uur in de week.
- Het **maximum werktempo**: 45 weken per jaar met zeven werkdagen van 24 uur in de week. Het maximum werktempo is representatief voor een situatie met hoge marktvraag naar zand, zoals een infra- of woningbouwproject waar veel zand voor nodig is.

Het Markerzand heeft geen negatief (geluid)effect op de fauna. Dit is in de *Passende Beoordeling* geconcludeerd (bijlage VIII). Voor de effecten op de mens is de meest kritische situatie beoordeeld. Deze is bij het winmaterieel op het meest zuidelijke stuk van het westelijke en oostelijke alternatief.

De conclusie van de berekeningen is dat het oostelijk alternatief iets beter scoort dan het westelijk alternatief. De uitvoeringsvariant met een gemiddeld werktempo lijkt positiever dan de uitvoeringsvariant met het hoge werktempo, doordat er minder woningen binnen de 40 dB(A) etmaalwaardecontour liggen. Bij een hoog werktempo is het echter aannemelijk dat het project minder lang duurt dan bij een basis werktempo. Tussen de twee uitvoeringsalternatieven (omputten of bouwen met natuur) zijn geen wezenlijke verschillen.

De geluidbelasting op de woningen in Lelystad door alle alternatieven en varianten zijn, net als bij de referentiesituatie, lager dan de richtwaarde van 50 dB(A) die wordt gehanteerd voor een woonwijk in de stad. Ook voor Marken en Almere wordt de richtwaarde (van 45 dB(A)) voor een rustige woonwijk niet overschreden. Er zijn dan ook geen knelpunten voor het aspect geluid.

Tabel 6.2

Effectbeoordeling geluid

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	Oostelijk natuuralternatief
Geluid	Geluidbelasting op mens (woningen)	0	0	0	0	0

7 Landschap en beleving

7.1 Referentiesituatie

Dit zijn de belangrijkste karakteristieken van het Markermeer voor het aspect landschap en beleving:

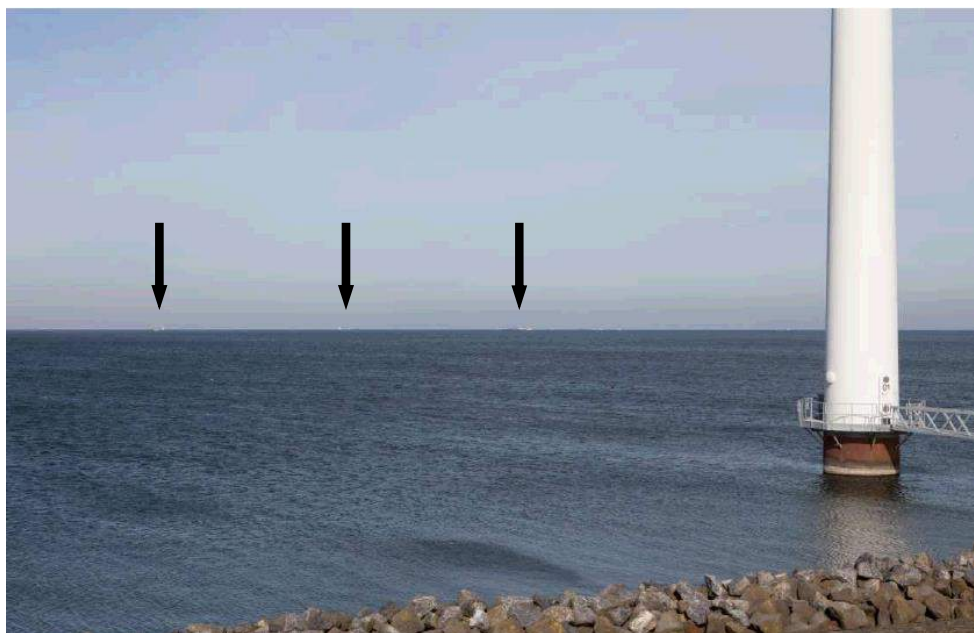
- **Open horizon:** de openheid en weidsheid, de grote oeverlengte en de lange zichtlijnen. De oppervlakte is zo groot, dat er op sommige plaatsen alleen maar water te zien is.
- **Beleving van leegte, rust, uitgestrekte ruimte en duisternis.** Het open landschap verandert steeds door afwisselende weer- en windomstandigheden; de elementen hebben vrij spel. Er zijn in het Markermeer geen vaste lichtbronnen.
- **Landschappelijke elementen**, zoals bijvoorbeeld de kronkelige Zuiderzeedijken aan de noord- en westzijde en de rechte Houtribdijk en dijken van Flevoland aan de oost- en zuidzijde. Andere elementen bij de kustlijn zijn de havensilhouetten, de oriëntatiepunten als Pampus en windturbines en het stedelijk gebied van Almere en Amsterdam.

De belangrijkste ontwikkeling die in de toekomst plaats gaat vinden, is de stedelijke ontwikkeling vanuit het rijksregioprogramma bij Amsterdam, Almere en Lelystad. Daarnaast is bij de Houtribdijk een gebied aangewezen voor windenergie. Hierdoor verdwijnt de open horizon aan de oostzijde van het Markermeer en zijn er vaste lichtbronnen te zien [12].

7.2 Effectbeschrijving en -beoordeling

7.2.1 Horizon

Het winmaterieel is tijdelijk aanwezig op een gegeven locatie in het werkgebied met 1.500 meter lengte. Met het voortschrijden van de aanleg van de slibvang verplaatst het werkgebied zich langzaam door het plangebied. Figuur 7.1 toont beunschepen in een bestaande zandwinning op het IJsselmeer. De afstand vanaf de kustlijn tot de schepen bedraagt 1,8 kilometer. De schepen zijn als stipjes aan de horizon te zien. Bij het Markerzand is de minimale afstand tot de kust groter (2,2 km en 2,5 km bij respectievelijk het oostelijk en het westelijk alternatief). Vanaf de kust zijn de werkzaamheden dus zelfs bij helder weer niet of nauwelijks zichtbaar (0). De zandwinning beïnvloedt de landschappelijke elementen niet, de kustlijn blijft door het initiatief ongewijzigd. Op het water beïnvloedt het winmaterieel de openheid en de leegheid zeer beperkt en alleen lokaal. Dit komt door de ruimtelijke verhoudingen tussen het materieel en de omgeving.



Figuur 7.1

Zicht op de beunschepen en zandzuiger bij de zandwinning op het IJsselmeer bij helder weer vanaf de kustlijn (afstand is 1,8 km, zie pijlen). Het perspectief is gekozen zoals de mens dit waarneemt.

7.2.2 Beleving

Uitgestrektheid

Het werkoppervlak van het materieel beslaat ongeveer 500 m². Gezien het kleine ruimtebeslag hebben de vier initiatieven geen invloed op de beleving van leegte en uitgestrekte ruimte (0).

Stilte

Ter hoogte van de ontgrondingswerkzaamheden is sprake van een afname van de stiltebeleving door het geluid van het materieel als dit in bedrijf is. Op het vaste land is dit geluid normaal gesproken niet waarneembaar. Alleen de recreatievaart in de buurt van het werkgebied merkt dit effect, maar deze heeft in principe de mogelijkheid om het werkgebied te vermijden. Ook vallen de tijden van maximale recreatievaart - overdag gedurende de weekenden en de feest- en vakantiedagen - meestal samen met de rust- en verloftijden van de bemanning van het baggermaterieel. De projectgebonden scheepvaart gaat op in het heersende scheepvaartverkeer en zal veelal als vertrouwd achtergrondgeluid ervaren worden dat bij het open water past.

Duisternis

Er is lichtonderzoek uitgevoerd (bijlage 3 van bijlage VIII)) in het kader van mogelijke ecologische verstoring. De contourlijnen van de horizontale verlichtingssterkte staan in figuur 7.2. De rode lijn is de contourlijn die overeenkomt met 0,1 lux, dit komt overeen met het niveau bij volle maan. Vanaf de kust is dit nauwelijks te zien. Vanaf het water wijkt de verlichting niet wezenlijk af van andere binnenvaartschepen die nu door het gebied varen.



Figuur 7.2
Contourlijnen verlichtingssterkte geprojecteerd op het westelijk alternatief

7.2.3 Landschappelijke elementen

Omdat het Markerzand zich minimaal 2,2 kilometer buiten de kustlijn bevindt, worden de landschappelijke elementen niet beïnvloedt (0).

Tabel 7.1

Effectbeoordeling landschap

Toetsingscriterium	Referentiesituatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	Oostelijk natuuralternatief
Horizon	0	0	0	0	0
Beleving (uitgestrektheid, stilte, duisternis)	0	0	0	0	0
Landschappelijke elementen	0	0	0	0	0

8 Cultuurhistorie en archeologie

8.1 Referentiesituatie

Cultuurhistorische elementen

De regio in en rond het Markermeer is rijk aan cultuurhistorische elementen. De bekende Zuiderzeestadjes en de vissersdorpen Hoorn, Enkhuizen, Volendam en Marken trekken veel toeristen. Ze kwamen tot bloei omdat de Zuiderzee een belangrijke schakel was in de scheepvaartroutes, internationale handel en een belangrijk visserijgebied. Omdat niet alle schepen hun bestemming bereikten, zijn het IJmeer en Markermeer een schatkamer vol getuigen van de scheepvaartgeschiedenis en scheepsbouwtraditie.

Noord-Holland was aan het begin van de Vroege Middeleeuwen een stuk groter dan nu. Door ontginning van veen en de bescherming tegen het open water, zijn ontgonnen land en nederzettingen prijsgegeven. Hoeveel land er verloren is gegaan is moeilijk in te schatten, maar langs de voormalige Zuiderzeekust van Noord-Holland bevindt zich een zone waar sporen van vroegere dijken en bewoning in de bodem aanwezig kunnen zijn.

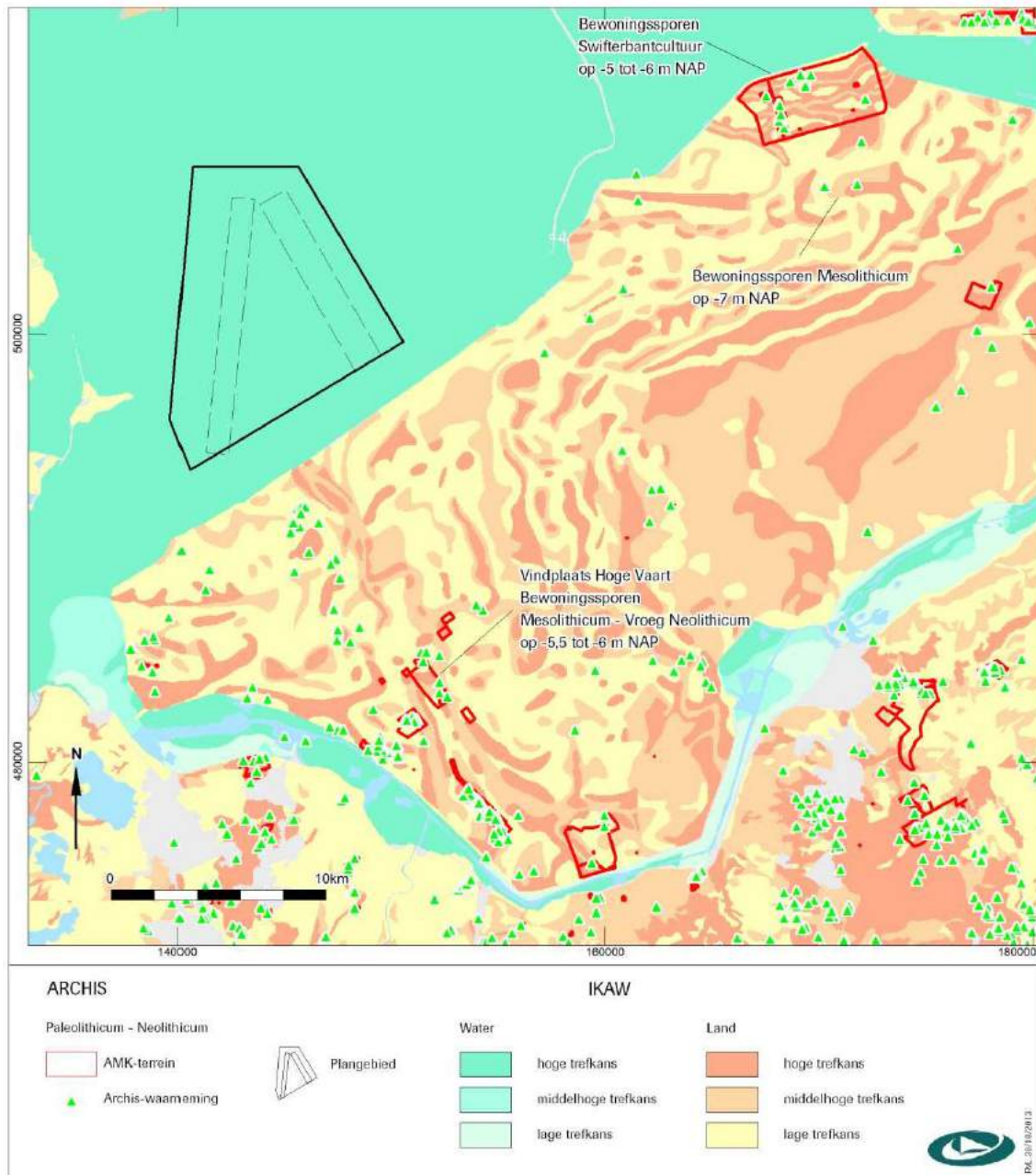
Ook de Noord-Hollandse zeedijken zijn een belangrijk cultuurhistorisch element. Ze geven een compleet beeld van de organische groei van de Middeleeuwse zeekering tot de vroege twintigste eeuw.

Een deel van de oever van het Markermeer en IJmeer maakt deel uit van de *Stelling van Amsterdam*. Met deze verdedigingslinie kon het land rond Amsterdam onder water gezet worden, zodat Amsterdam over land ontoegankelijk werd voor vijanden. Met de nieuwe Hollandse Waterlinie staat de Stelling van Amsterdam op Werelderfgoedlijst van de UNESCO. De stelling is ook aangewezen als Nationaal Landschap vanwege het samenhangende systeem van forten, dijken, kanalen en inundatiekommen, het groene en relatief stille karakter en de relatief grote openheid.

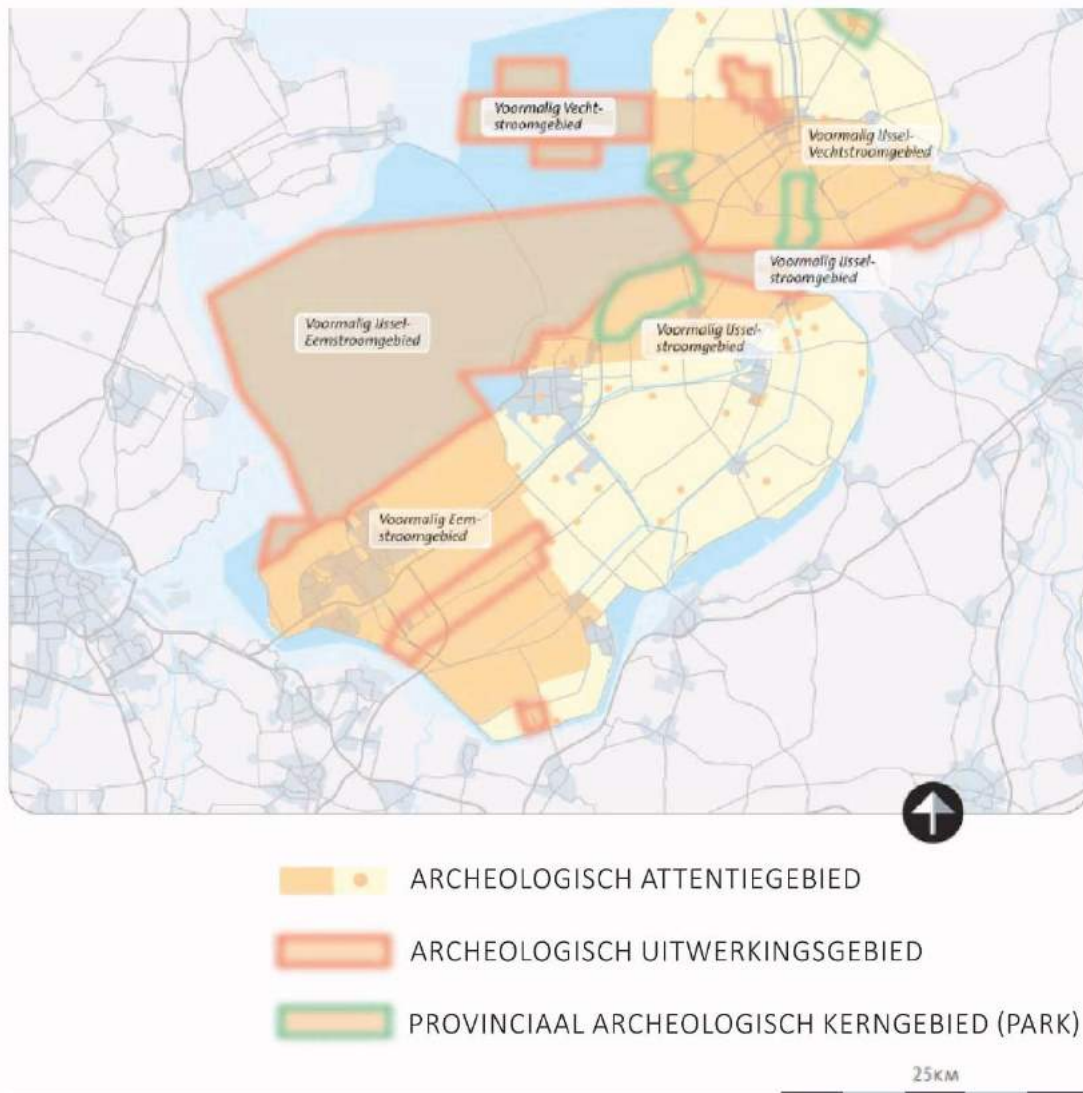
Archeologische waarden

Het gehele Pleistocene dekzandlandschap was in principe bewoonbaar vanaf het Paleolithicum tot het begin van de veengroei in het Holoceen. De oerstroomgebieden van de Eem, Vecht en IJssel zorgden in het hele gebied voor hooggelegen rivierduinen in een verder nat landschap waarop Mesolithische jagers hun jachtkampjes opsloegen en vroege neolithische bewoning en akkerbouw mogelijk waren. Vanuit het westen is door getijdenkreken en samenhangende zeeleiafzettingen in de Bronstijd een gunstig bewoningsgebied ontstaan in het huidige West-Friesland met uitlopers in het huidige Markermeer, zoals in de Hoornse Hop. Door de stijging van de zeespiegel in het begin van het Holoceen verdrinkt het landschap en ontstaan uitgebreide veenmoerassen. Zodra de veengroei begint, worden daardoor de condities voor bewoning ongunstiger. Door de latere afdekking met veen en zeelei is het prehistorisch landschap bedekt en goed geconserveerd. De best geconserveerde archeologische sites op het dekzandoppervlak dateren uit de periode vlak vóór de verdrinking.

Vanwege het prehistorische landschap zijn grote delen van het IJmeer en Markermeer door de provincie Flevoland en Noord-Holland aangewezen als gebieden met een hoge indicatieve waarde, zie figuur 8.1. De provincie Flevoland heeft delen als archeologisch attentiegebied aangewezen, zie figuur 8.2.

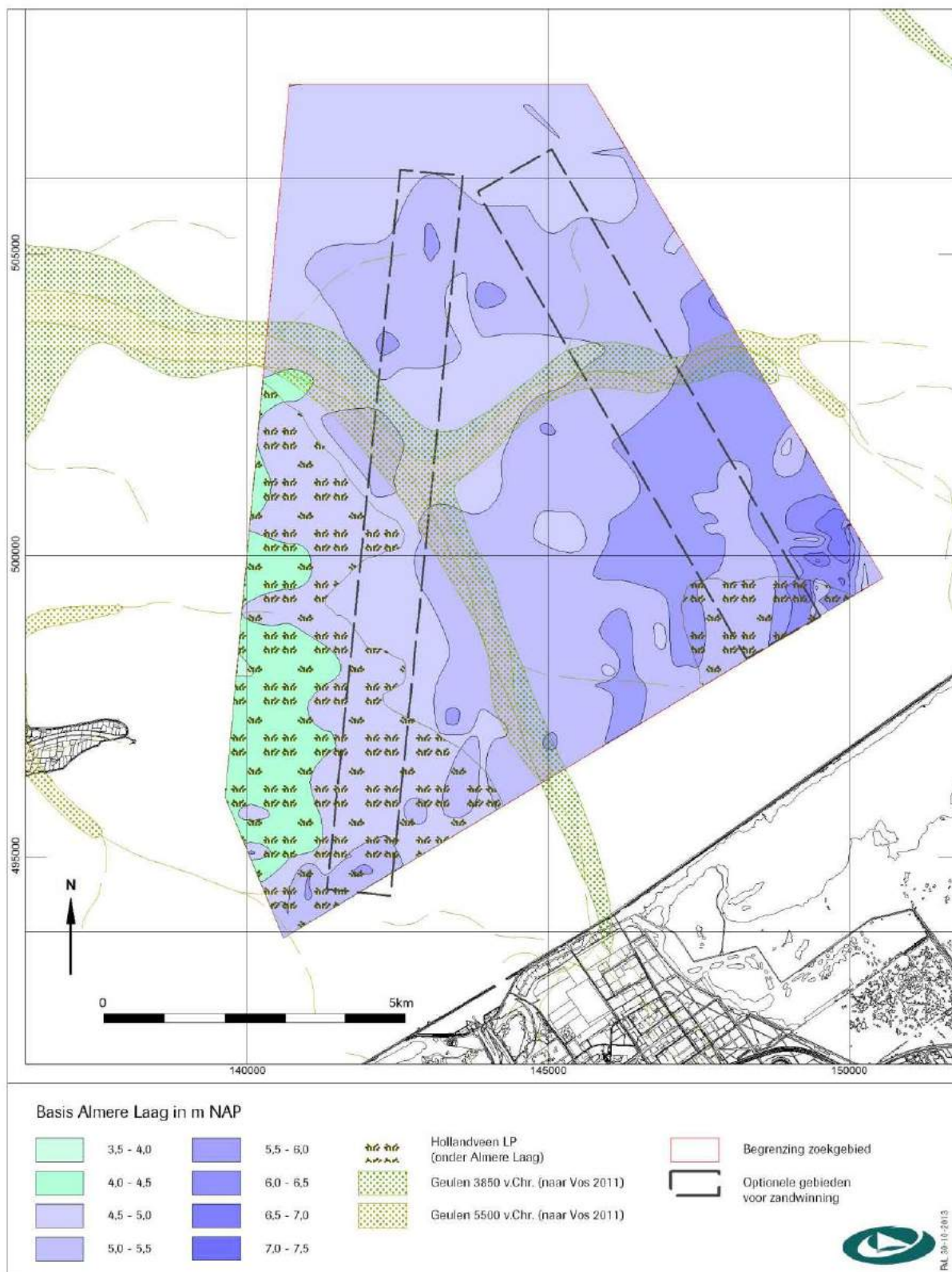


Figuur 8.1
ARCHISmelding, archeologische verwachting in het studiegebied, bijlage IX, afbeelding 18



Figuur 8.2
Archeologische attentiegebieden provincie Flevoland

De archeologische verwachting voor het Markermeer en IJmeer kan slechts globaal worden opgesteld op basis van de geologie van het Markermeer en IJmeer en de archeologische gegevens van het aangrenzende gebied, zie figuur 8.3. Het gaat om het aangeven van de *mogelijkheid* dat archeologische sporen in bepaalde delen van het Markermeer en IJmeer aanwezig zijn. Door de grove detaillering van de gegevens kan maar zeer beperkt uitspraak worden gedaan over de mate van waarschijnlijkheid.



Figuur 8.3
Mogelijke aanwezigheid archeologische sporen op basis van de ondergrond (Basis van de Almerelaag, figuur 10 uit Bureauonderzoek Markerzand, Periplus Archeomare (bijlage IX))

In opdracht van Markerzand v.o.f. heeft Periplus Archeomare B.V. een bureauonderzoek uitgevoerd voor een plangebied voor zandwinning in het Markermeer (bijlage IX). Dit onderzoek is verplicht in het kader van de *Wet op de Archeologische Monumentenzorg* (21 december 2007), voortgekomen uit het Verdrag van Malta (1992).

Het doel van dit onderzoek is het verwerven van informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen de omschreven gebieden, zodat de archeologische verwachting voor het plangebied kan worden gespecificeerd. Het onderzoek wees uit dat in de ondergrond archeologische waarden verwacht kunnen worden. In tabel 8.1 zijn de vondstcategorieën uit het zoekgebied samengevat.

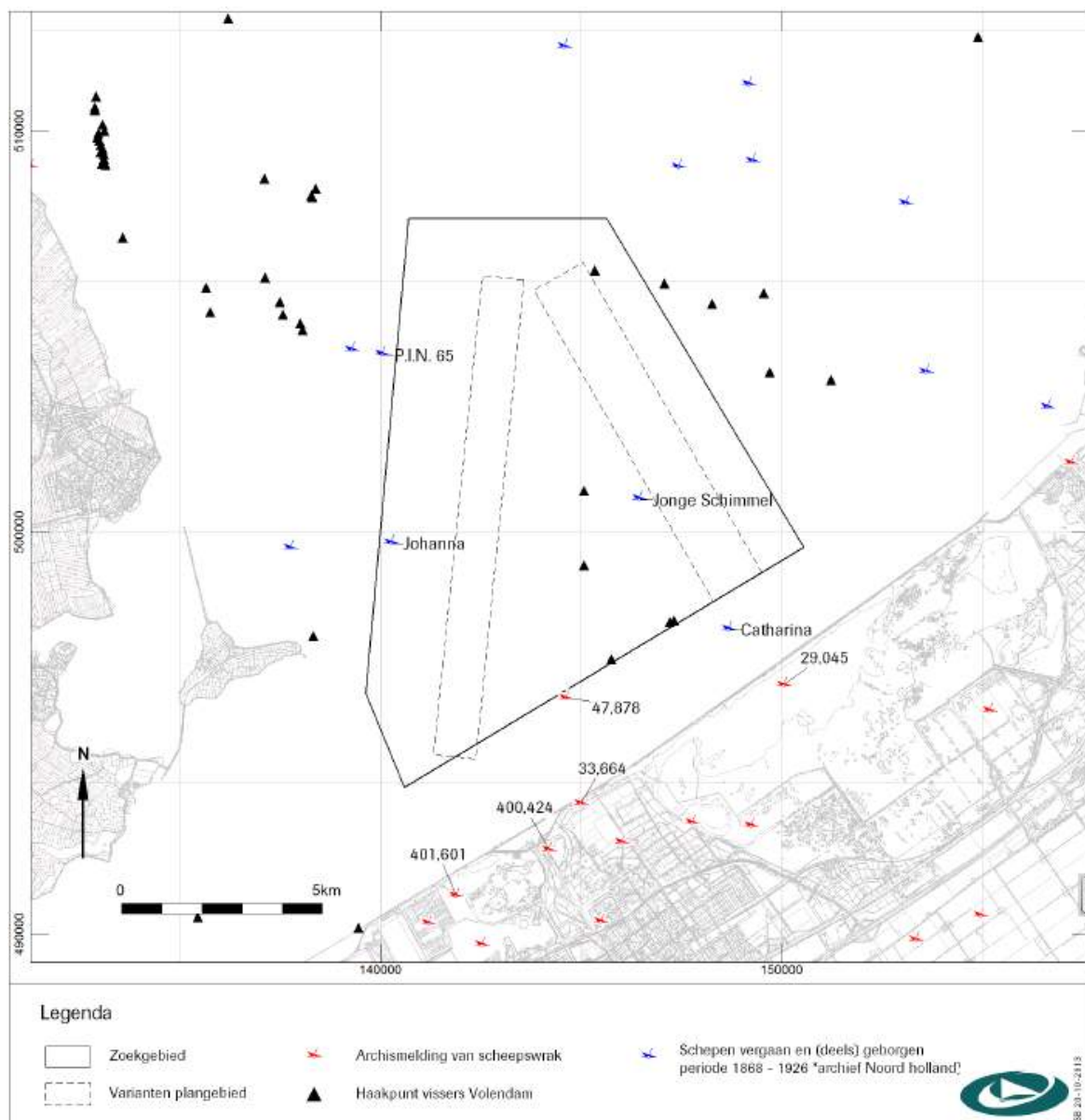
Tabel 8.1

Vondstcategorieën in het zoekgebied

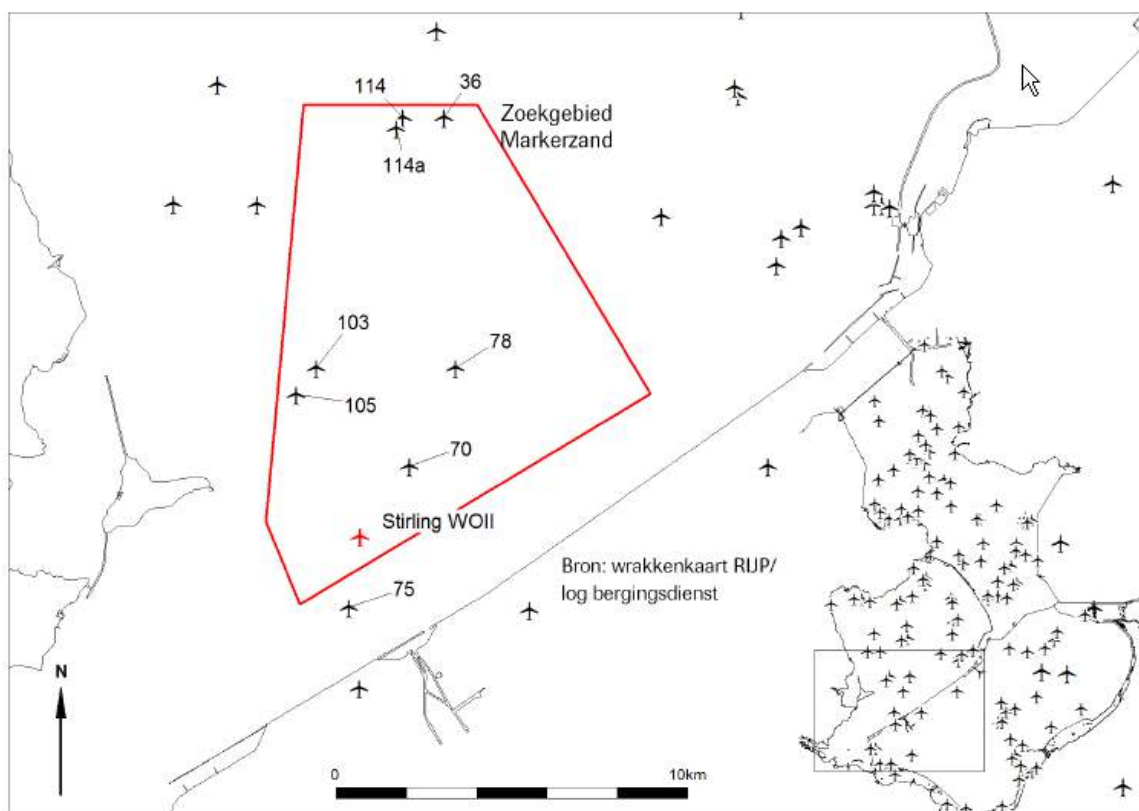
Cat.	Vondsten	Hoogte m NAP	Lithostratigrafisch niveau	Archeologisch niveau
1	Laat paleolithische artefacten	-18	Formatie van Kreftenheye	Grofzandige en grindige rivierafzettingen met plaatselijk een leemlaag aan de top.
2	Laat paleolithische en mesolithische jachtkampen	-9 tot -16	Laagpakket van Wierden Laagpakket van Delwijnen	Eolische afzettingen uit het Late Dryas. Archeologisch kansrijk zijn - dekzandkopjes of rivierduinen met intacte (podzol)bodem en/of - afgedekte paleosols (Laag van Usselo) en desert pavements
3	Mesolithische jachtkampen	-8 tot -13	Laagpakket van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Archeologisch kansrijk zijn de oeverafzettingen van krekens en prielen
	Seizoensnederzettingen Swifterbantcultuur	-5 tot -10	Laagpakket van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van krekens en prielen
4	Vondsten gerelateerd aan scheepvaart	-4 tot -6	Laagpakket van Walcheren Hollandveen Laagpakket	Gehele opeenvolging
5	Vliegtuigwrakken WOII	maaiveld tot -9	Laagpakket van Walcheren Hollandveen Laagpakket	Zware vliegtuigonderdelen meters diep door grote impact Lichte onderdelen verspreid over het gebied

Scheeps- en vliegtuigwrakken

In figuur 8.5 staan bekende scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten. In zowel het westelijk als het oostelijk plangebied bevinden zich geen wrakken of objecten. Figuur 8.6 geeft een overzicht van de gelokaliseerde vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog in het IJsselmeergebied. Een deel van de wrakken op de kaart is geborgen. Op de locaties kunnen nog wel resten aanwezig zijn. In tabel 8.2 zijn de vondstlocaties samengevat van de acht vliegtuigwrakken in het zoekgebied. De tabel bevat tevens een korte omschrijving van de aangetroffen resten.



Figuur 8.5
Projectie van scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten in en om het plangebied



Figuur 8.6
Overzichtskaat van vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog in het IJsselmeergebied

Tabel 8.2
Vondstlocaties van vliegtuigwrakken binnen het zoekgebied

NR	RDX	RDY	OMSCHRIJVING	Ruiming Uitvoerder
0	142317	495531	Short Stirling BK710 , vergaan op 26 mei 1943, gevonden in 2007. Lopend onderzoek van de Stichting Aircraft Recovery Group	-
36	144702	507474	stukken van een straaljager w.o. motor	-
70	143719	497585	propeller	-
75	141991	493571	vliegtuigstaartstuk	-
78	145027	500364	Russisch vliegtuigmotor	-
103	141065	500374	Amerikaans vliegtuigwrak	1947 M.O.D.(marine)
105	140497	499602	Amerikaans vliegtuigwrak	1947 M.O.D.(marine)
114/ 114a	143534	507476	Verspreide delen van de op 17-3-1958 tussen Hoorn en Lelystad met elkaar in botsing gekomen thunderstreaks nrs. P 184 en P150 nog niet gevonden: 4 wielen, staartstuk P 104, straalmotoren nrs. B 644884 en B 644439, gedeelten van de vleugel, romp en cockpit	-

8.2 Effectbeschrijving

Cultuurhistorie

Omdat de slibvang zich onder het wateroppervlak bevindt, heeft dit geen enkele invloed op de aanwezige cultuurhistorische elementen in het Markermeer.

Archeologie

Verwachte archeologische waarden kunnen worden aangetast als in de bodem van het Markermeer wordt gegraven. Voor de slibvang wordt er tot een diepte van 50 meter gegraven. Hierdoor wordt de bodem ernstig verstoord. Er wordt gegraven in de Holocene en Pleistocene lagen binnen een gebied met een hoge indicatieve archeologische waarde. Het fysieke behoud van eventuele in de bodem bewaarde sporen van Prehistorische en Holocene samenlevingen en scheeps- en vliegtuigwrakken wordt daardoor mogelijk aangetast.

Scheeps- en vliegtuigwrakken

Er wordt een verkennend sonaronderzoek uitgevoerd om de aanwezigheid van (delen van) scheeps- of vliegtuigwrakken vast te stellen. Met de onderzoeksresultaten wordt de exacte locatie van de ontgraving binnen het plangebied vastgelegd. Als er daadwerkelijk archeologisch behoudenswaardige wrakken worden aangetroffen, zijn gepaste maatregelen in het kader van de archeologische monumentenzorg aan de orde. Dit is in lijn met de adviezen die worden gegeven in de rapportage van het bureauonderzoek (bijlage IX).

Gelijktijdig met de sonaropnamen kunnen met een magnetometer magnetische anomalieën in kaart worden gebracht. Hiermee kunnen metalen objecten in de bodem worden opgespoord, zoals conventionele explosieven en metalen wrakdelen. Daarnaast worden alle andere mogelijk aanwezige objecten die baggerobstakels kunnen vormen in kaart gebracht.

Als in het kader van de zandwinning een geologisch booronderzoek is gepland, dan verdient het aanbeveling om deze boringen uit te voeren in aanwezigheid van een KNA-prospecteur of fysisch geograaf. Op basis van het boorkernenonderzoek kan het plangebied worden verdeeld in zones met een hoge, middelhoge en lage trefkans op het voorkomen van prehistorische bewoningsresten.

Als er geen geologisch booronderzoek gepland is, wordt aanbevolen om de morfologie van het Pleistocene landschap en de Holocene seismostratigrafie te inventariseren met behulp van een *subbottom profiler*. De uitkomsten van dit onderzoek vormen de basis voor de vaststelling van de noodzaak en vorm van eventueel vervolgonderzoek naar prehistorische bewoningsresten. Een vervolgonderzoek bestaat bijvoorbeeld uit een verkennend archeologisch booronderzoek op archeologisch kansrijke locaties. Toevalsvondsten waarvan vermoed wordt dat ze van archeologische waarde zijn, worden conform de Monumentenwet gemeld aan de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

8.3 Effectbeoordeling

Cultuurhistorie

De slibvang heeft geen enkele invloed op de aanwezige cultuurhistorische elementen in het Markermeer. Ook in *Parallelspoor Bodemwaarden Markermeer - IJmeer* is geconcludeerd dat de aanleg van slibputten geen invloed heeft op de belevingswaarde van de zeven cultuurhistorische kernkwaliteiten van het Markermeer-IJmeer die daarin geformuleerd zijn [9]. Daarom scoren alle alternatieven een 0 ten opzichte van de referentiesituatie.

Archeologie

Omdat niet uit te sluiten is dat Prehistorische vindplaatsen worden aangetast, worden alle alternatieven negatief (-) beoordeeld.

Scheeps- en vliegtuigwrakken

De kans op aantasting van eventueel aanwezige wrakken wordt door het sonaronderzoek geminimaliseerd. De wrakken die mogelijk in het plangebied aanwezig zijn, worden gelokaliseerd. Er is speelruimte om wrakken te vermijden. Daarom scoren alle alternatieven een 0.

Tabel 8.3

Effectbeoordeling Cultuur/Archeologie

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	Oostelijk natuuralternatief
Cultuurhistorie / archeologie	Cultuurhistorie	0	0	0	0	0
	Archeologie	0	-	-	-	-
	Scheeps- en vliegtuigwrakken	0	0	0	0	0

9 Scheepvaart en visserij

9.1 Referentiesituatie

Binnen de scheepvaart op het Markermeer onderscheiden we vier groepen:

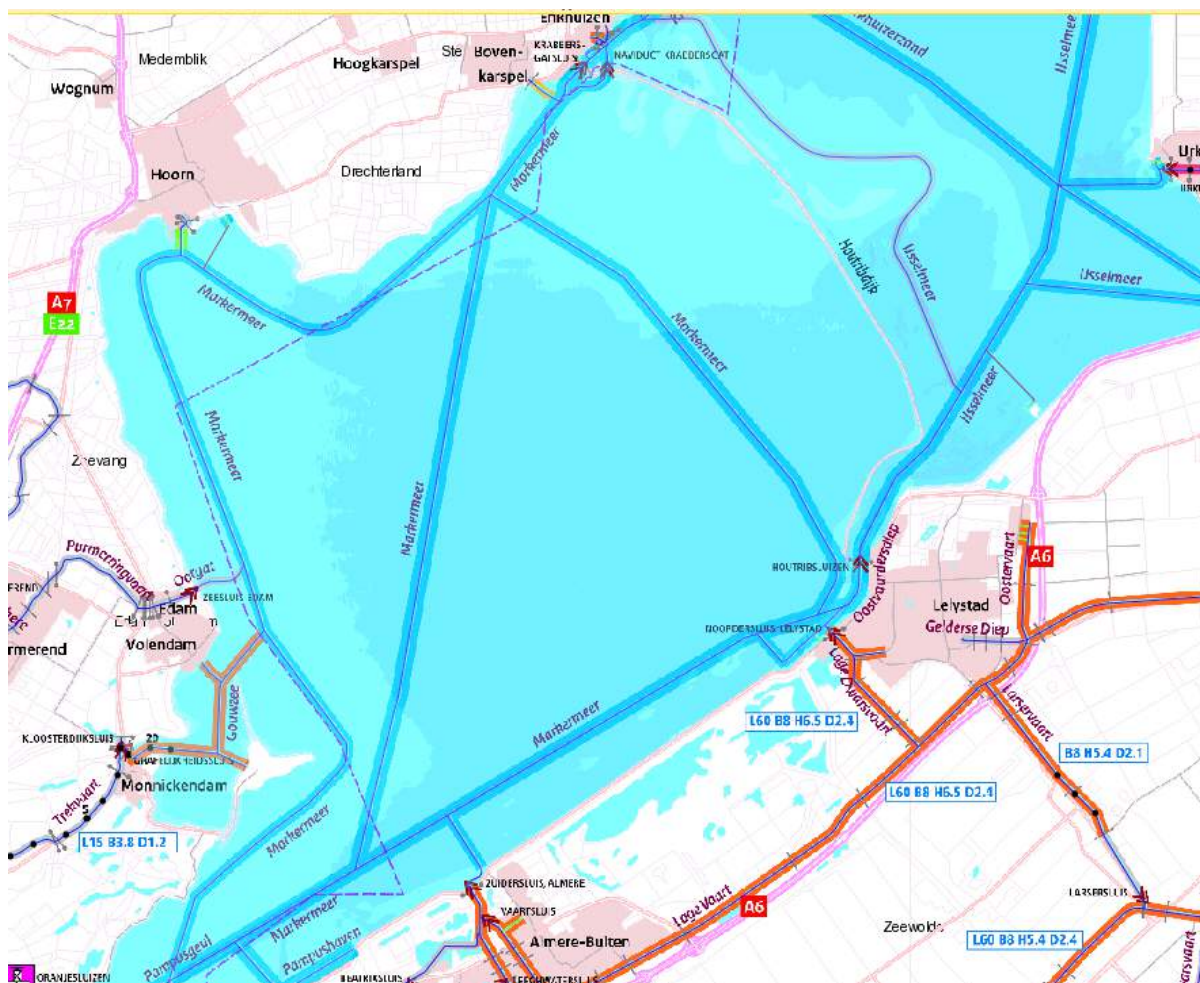
- beroepsvaart;
- recreatievaart;
- sportvisserij;
- beroepsvisserij.

9.1.1 Beroepsvaart

De belangrijkste vaarweg is Amsterdam-Lemmer. Daarnaast is de route Amsterdam-Enkhuizen in gebruik voor de beroepsvaart naar Noord-Holland. Op figuur 9.1 staan de vaarroutes op het Markermeer. Sinds de aanleg van het naviduct *Krabbersgat* bij Enkhuizen in 2003 kan het scheepvaartverkeer beter doorstromen.

De nationale overheid en de Europese Unie streven naar duurzame mobiliteit, onder andere door vervoerwijzekeuze (*modal shift*) voor minder transport over de weg en meer over water en per spoor [13]. Deze *modal shift* kan een bijdrage leveren aan de klimaatdoelen van Europa en Nederland. Een ander doel is om de overbelaste infrastructuur op land (weg en spoor) te ontlasten.

De Europese doelstelling voor 2030 is om 30% van het langeafstandvrachttransport van de weg naar het water en spoor te verschuiven. Ook kiezen steeds meer bedrijven voor duurzaam transport per schip of trein. Op dit moment zijn er plannen voor de inrichting van containeroverslagterreinen bij Enkhuizen, Hollands Kroon (Oude Zeug) en Lelystad (Flevokust).



Figuur 9.1

Vaarwegen uit de Legger Rijkswaterstaatwerken (Mapviewer RWS)

De scheepvaartintensiteiten voor de bestaande situatie zijn gebaseerd op tellingen bij de Krabbersgatsluizen en de Houtribsluizen uit 2008 [10]. Het jaar 2008 is als referentiejaar gekozen omdat dit jaar een druk jaar was voor de scheepvaart. In de jaren erna is sprake van een lichte afname in de scheepvaartverkeersintensiteit. Het hanteren van de verkeersintensiteit van 2008 is dus een worst-case benadering. De autonome ontwikkeling betreft de toe- of afname van het aantal schepen over een periode van tien jaar. Rijkswaterstaat hanteert ten aanzien van autonome groei van het scheepvaartverkeer twee scenario's:

- **het GE-scenario** (= hoogste groeiscenario). Hierbij groeit het aantal vrachtpassages circa 0,2% per jaar tot 2020 en daarna circa 0,6% per jaar. Deze hogere groei komt door afvlakkende schaalvergroting;
- **het RC-scenario** (= laagste groeiscenario). Bij dit scenario wordt krimp verwacht.

Op basis van de bovenstaande prognose is voor het scheepvaartverkeer de referentiesituatie gelijkgesteld aan de bestaande situatie. Het uitgangspunt is 0% groei van het aantal scheepvaartbewegingen. Omdat de trend is dat schepen groter worden en meer vracht vervoeren, is de verwachting dat toekomstige groei in tonnage niet direct leidt tot een toename in scheepvaart. In tabel 9.1 staat een overzicht.

Tabel 9.1

Scheepvaart Amsterdam - Enkhuizen en Amsterdam – Lemmer (telling 2008)

Aantal scheepvaartpassages	Amsterdam-Enkhuizen	Amsterdam-Lemmer
Jaarintensiteit	4.767	30.292
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	15,2	96,8

9.1.2 Recreatie

De recreatieve waarde van het Markermeer is groot. Op het open water varen zeil- en motorjachten. Langs de oevers bieden havens, zoals bij Hoorn en Enkhuizen, ligplaatsen en cultuurhistorische elementen. Recreatieterreinen aan de kusten geven mogelijkheden om in het gebied te verblijven voor strandbezoek, sportvissen, zwemmen, (kite)surfen en andere vormen van waterrecreatie. Voor de professionele passagiersvaart (chartervaart) met traditionele zeilschepen en motorschepen - de bruine vloot - is het Markermeer een belangrijk vaargebied. De belangrijkste routes van het toervaarnetwerk op het Markermeer zijn Amsterdam-Volendam-Hoorn en Amsterdam-Lelystad. Het midden van het Markermeer wordt minder bevaren. De behoefte aan waterrecreatie is groot, de verwachting is dat dit in de toekomst toeneemt [14].

9.1.3 Sportvisserij

Een bijzondere recreatievorm is de sportvisserij. In de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw was het Markermeer een populair viswater. Jaarlijks bezochten vele tienduizenden sportvissers met meer. In de jaren '80 en '90 namen de visstand én de vangsten drastisch af. Vanwege de slechte vangsten visten de sportvissers er eigenlijk niet of nauwelijks meer vanaf de eeuwwisseling. Sportvissers vissen vanuit een stilliggende boot en leggen dus weinig kilometers af.

9.1.4 Beroepsvisserij

In het IJsselmeergebied is een steeds kleiner wordende groep beroepsvissers actief. Er zijn 73 vergunninghouders die allemaal zijn aangesloten bij PO IJsselmeer. Volgens opgaaf van PO IJsselmeer richt de beroepsvisserij op het Markermeer zich op uiteenlopende soorten zoals brasem (circa 40 ton/jaar), aal (circa 35 ton/jaar) en voorn (circa 30 ton/jaar). Verder wordt er op snoekbaars, rode baars, blei en wolhandkrab gevestigd. Eens in de vier jaar mag er op spiering worden gevestigd.

Om te mogen vissen, moeten vissers in het kader van de Visserijwet beschikken over een publiek-rechtelijke en privaatrechtelijke vergunning. Aanvullend geldt voor de visserij met staande netten en de spieringvisserij met fuiken op het Markermeer dat deze moet beschikken over een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet. De andere vormen van visserij vallen onder het beheerplan *Natura 2000 IJsselmeergebied* dat nog in de ontwerpfase is. Alleen de visserij met grote fuiken is plaatsgebonden, de andere vormen van visserij kunnen verspreid over het Markermeer plaatsvinden.

Op het IJsselmeer is een verdeling gemaakt van plaatsen waar gevestigd mag worden. De Nederlandse Staat is eigenaar van deze plaatsen en verhuurt het visrecht aan de vissers. Ieder jaar proberen de IJsselmeervissers, die zich hebben aangesloten bij de *PO Vissersbond-IJsselmeer*, door middel van een visplan een zo goed mogelijk visbeheer te realiseren. PO-IJsselmeer werkt samen met Sportvisserij Nederland, Vogelbescherming Nederland, Stichting

Blauwe Hart IJsselmeer, de provincies Friesland, Noord-Holland en Flevoland en ook vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat en het ministerie van Economische Zaken om uiterlijk in 2020 een economisch en ecologisch duurzame visserij op het IJsselmeer en Markermeer te bereiken. Daarin is voldoende waarborging voor de watervogels, natuur, recreatie en sportvisserij.

Commissie Toekomst Binnenvisserij

In het kader van het *Masterplan Toekomst IJsselmeer* is extensivering één van de ontwikkelingsrichtingen [15]. Hierdoor is de verwachting dat het aantal vissers niet toeneemt.

9.2 Effectbeschrijving

9.2.1 Nautische veiligheid en hinder voor beroeps- en recreatievaart

Het totaal bevaarbare oppervlak van het Markermeer wijzigt niet door de slibvang. In de realisatiefase zijn er extra vaarbewegingen ter plaatse te verwachten, zowel in het werkgebied als op de scheepvaartroutes. In tabellen 9.2 en 9.3 staat daarvan per alternatief een overzicht en een vergelijking met de aantallen in de referentiesituatie.

Per etmaal zijn er 14 beunschepen die het zand afvoeren in de normale werksituatie en 48 in de maximale werksituatie. De hoppers die de bovengrond afvoeren bij de natuurvarianten maken geen gebruik van de vaartroutes. Zij varen direct naar het betreffende natuurproject. Ze dragen dus niet bij aan de vaartroutes.

Een deel van de huidige beroepsvaart in het Markermeer is zandtransport. In de praktijk komt daarom een deel van de projectgebonden scheepvaart in de plaats van de huidige beroepsvaart. Dit is dus niet aanvullend. De getallen in de tabel geven daarom een overschatting van de bijdrage van het project weer.

Tabel 9.2

Scheepvaart Amsterdam - Enkhuzen referentiesituatie + bijdrage westelijk alternatief

Aantal scheepvaartpassages	Referentiesituatie	Westelijk basisalternatief Westelijk natuuralternatief		Oostelijk basisalternatief Oostelijk natuuralternatief	
		Gemiddeld	Maximaal	Gemiddeld	maximaal
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar	15,2	14	48	0	0

Tabel 9.3

Scheepvaart Amsterdam - Lemmer referentiesituatie + bijdrage oostelijk alternatief

Aantal scheepvaartpassages	Referentiesituatie	Westelijk basisalternatief Westelijk natuuralternatief		Oostelijk basisalternatief Oostelijk natuuralternatief	
		Gemiddeld	Maximaal	Gemiddeld	maximaal
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar	96,8	0	0	13,3	46,5

De vaarwegen worden drukker door de beunschepen die zand afvoeren. Er is echter voldoende capaciteit in het wegwatersysteem om de extra scheepvaart te accommoderen. Het westelijk basisalternatief en westelijk natuuralternatief liggen in de vaarroute Amsterdam-Enkhuzen. Het winmaterieel werkt in de vaarroute en kan als obstakel werken. Met maatregelen in de uitvoering als (geleidings)markeringen en een goede communicatie (bekendmakingen vooraf, radar en marifoon) blijft het negatieve effect op de nautische veiligheid beperkt.

Buiten de huidige vaarroute is voldoende diep vaarwater aanwezig voor tijdelijke omleidingen. Bij de oostelijke alternatieven zijn er van het winmaterieel geen effecten op de vaarroutes.

Een stationaire zandzuiger vormt een obstakel voor de scheepvaart. Deze zuiger ligt aan ankerdraden, die verdiept onder het ponton van de zuiger bevestigd worden zodat de volgeladen zandschepen langs zij kunnen liggen. De draden liggen daarom zo diep in het water dat ze geen obstakel zijn voor de scheepvaart. Het ponton van de zuiger zelf is beperkt van omvang en duidelijk gemarkeerd met borden en navigatieverlichting. De hinder voor beroeps- en recreatievaart is daarom zeer gering en in lijn met het algemene beeld in het Markermeer.

Het voordeel van de westelijke alternatieven is dat er een gedeeltelijke verdieping van de vaarroute ontstaat. Hierdoor bespaart de beroepsvaart op dit traject brandstof. In de huidige situatie hebben de grotere beladen schepen op kruissnelheid te weinig ruimte onder de kiel, waardoor ze de bodem voelen (*squat effect*). Dit heeft een remmend effect op de schepen en leidt dus tot een hoger brandstofverbruik.

9.2.2 Visserij: visstand en areaal

Onderzoek van Tauw en LAGroup in opdracht van Sportvisserij Nederland en de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer [16] heeft effecten in beeld gebracht van de geplande TBES-maatregelen op de visstand en de (economische) potentie van de sportvisserij in het gebied. De uitgevoerde analyse van de bijdrage van TBES-maatregelen aan de visstand is gebaseerd op (de toename van) geschikt habitat. De huidige situatie met een zeer lage visbezetting (50-100 kg/ha) van vooral kleine vis maakt plaats voor een groter visbestand (>100kg/ha), grotere vissen en een meer evenwichtige populatieopbouw van vissen, mits de onttrekking wordt gereduceerd en de visserij duurzaam wordt uitgevoerd. Daarnaast ontstaat er veel meer leefgebied voor plantminnende vissoorten als ruisvoorn, snoek en zeelt, die momenteel nauwelijks voorkomen in het Markermeer-IJmeer. Ook zijn er ontwikkelingsmogelijkheden voor populaties van bijvoorbeeld meervallen en karpers.

In de randmeren ging ecologisch herstel gepaard met een afname van de totale visbiomassa, maar met een beëindiging van de dominantie van brasem en een toename van baars en blankvoorn en uiteindelijk ook van plantminnende soorten als snoek, rietvoorn en zeelt [3].

Naast de gevolgen van de TBES-maatregelen zijn verwachtingen opgenomen over de effecten van een slibvangput op de sportvisserij. Zandwin- /slibvangputten kunnen een belangrijke rol in de uitvoering van de ecologische maatregelen spelen. Diepe zandwinputten kunnen dienen als een verblijfplaats voor spiering in perioden dat er sprake is van te hoge watertemperaturen in het meer. Tijdens langdurige perioden van hoge watertemperaturen kan hoge vissterfte voorkomen. Ontsnappingsmogelijkheden naar koeler water kunnen de zomersterfte beperken. Dit kan een positief effect hebben op de visstand.

De slibvang bestaat uit een langgerekte ontgraving met een oppervlakte van maximaal 425 hectare. Dit komt overeen met circa 0,6% van het bodemoppervlak van Markermeer-IJmeer dat niet kan worden bevist. Er is dus sprake van een zeer geringe afname van het visareaal.

Tabel 9.4

Effectbeoordeling scheepvaart en visserij

Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basisalternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basisalternatief	Oostelijk natuuralternatief
Hinder voor de scheepvaart, nautische veiligheid	0	0	0	0	0
Voordeel verdieping vaarroute Amsterdam – Enkhuizen voor beroepsvaart	0	+	+	0	0
Visserijareaal	0	+	+	+	+

10 Natuur

10.1 Referentiesituatie

10.1.1 Natura 2000

Het Markermeer is een Natura 2000-gebied. Watervogels zijn daarin een belangrijke natuurwaarde. In het Markermeer en het IJsselmeer samen verblijft 's winters meer dan de helft van de Nederlandse watervogels. Tijdens strenge winters, wanneer de Oostzee dichtvriest, zijn de aantallen extra hoog.

Viseters zoals de fuut, de aalscholver en het nonnetje rusten en foerageren er in grote aantallen. Het nonnetje is zelfs één van de vogelsoorten waarvan de hoeveelheden in het Markermeer van internationale betekenis zijn. Waterplantetende vogels zoals de krooneend en de meerkoet foerageren op de goed ontwikkelde kranswierbegroeiingen die in heldere delen als de Gouwzee en de kust van Muiden voorkomen. Ook benthoseters komen in grote aantallen voor, zij eten organismen die op de bodem leven. Voor vogels als de kuifeend, de topper en de brilduiker is de aanwezigheid van driehoeksmosselbanken cruciaal.

Het Markermeer (met het IJmeer) is een groot, ondiep zoetwatermeer dat wordt begrensd door dijken en dammen. Een belangrijk verschil met het IJsselmeer is de slibrijke bodem en de geringere diepte, die ervoor zorgt dat dit slib gemakkelijk door de wind wordt opgewerveld, zodat het meer gemiddeld troebeler is. Toch foerageren ook hier grote aantallen watervogels, in het bijzonder viseters en eters van bodemfauna. In heldere delen, zoals de Gouwzee en de kust van Muiden, komen goed ontwikkelde kranswierbegroeiingen voor, waarop krooneenden foerageren.

De aantallen kuifeenden in de winter volgden in hoge mate de veranderingen in het voorkomen van driehoeksmosselen: in de jaren '70 vond een verschuiving plaats van oost naar west, in de jaren '90 volgde een drastische afname. In de zomer en in de ruitijd, wanneer ander voedsel wordt benut, namen de aantallen juist toe. Nog sterker is de afname bij de tafeleend, al heeft die enigszins geprofiteerd van de opkomst van de kranswieren in de Gouwzee. Ook de aantallen van viseters als nonnetje en fuut zijn sinds 1990 afgenomen. De laatste jaren geeft een voorzichtig positieve trend in het doorzicht van het water. Dit geeft hoop op enig herstel van de viseters. Het bestaan van sommige vissoorten, met name de rivierdonderpad, is met name gekoppeld aan de stenen van de dijken.

Hoewel ook in het westen van het Markermeer het doorzicht in de jaren negentig van de vorige eeuw afnam, nam de ondergedoken vegetatie er toe. In de Hoornse Hop gaat het om een ijle, maar omvangrijke begroeiing van doorgroeid fonteinkruid. In de Gouwzee is doorgroeid fonteinkruid geleidelijk vervangen door een sinds de jaren tachtig alsmaar groeiend veld Sterkranswier. Tegenwoordig bevindt zich hier onder water een nagenoeg eensoortige vegetatie met een oppervlakte van meer dan 500 hectare. Dit is verreweg de omvangrijkste begroeiing van deze soort in Nederland. Karakteristieke begeleiders zijn het mosdiertje *Cristatella mucedo*, dat geleï-achtige kolonies op de takken van het kranswier vormt, en de honderden krooneenden die in de nazomer op de planten foerageren. Ook voor de kust van Muiden bevindt zich een groot kranswieveld.



Figuur 10.1 | Nonnetje



Figuur 10.2 | Kuifeend



Figuur 10.3 | Brilduiker



Figuur 10.4 | Krooneend



Figuur 10.5 | Topper



Figuur 10.6 | Meerkoet

Het aantal visetende en mosseletende vogels neemt af, omdat de hoeveelheden spiering en mosselen afnemen. Spiering is een echte koudwatervis. De afname in spiering is mogelijk klimaatgerelateerd. Ook kan er in de warmste zomermaanden massale sterfte voorkomen tijdens langdurige perioden van hoge watertemperaturen, vooral boven de 23°C [17].

De verwachting is dat de ecologische achteruitgang (Autonome Neerwaartse Trend, ANT) zich voortzet als er geen maatregelen worden getroffen. In dit rapport zijn in de autonome ontwikkeling de luwtmaatregelen in de Hoornse Hop en de maatregelen uit de kaderrichtlijn water meegenomen. Hierdoor is de verwachting dat de waterkwaliteit en de visstand plaatselijk verbetert.

De afname van nutriënten wordt gezien als een belangrijke factor in de ecologische achteruitgang. In het *Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied* [18] is het onderzoek van de afgelopen jaren naar de neerwaartse trend en naar de maatregelen om de Natura 2000-instandhoudingsdoelen te realiseren samengevat. Dit rapport concludeert dat effectieve maatregelen voor realisatie van instandhoudingsdoelen maatregelen zijn gericht op:

1. Het vergroten van de connectiviteit
2. Het vergroten van de diversiteit van habitat en soorten, met name onderwaterhabitat
3. Het stimuleren van 'intermediair' doorzicht

Bestaand gebruik

Onder bestaand gebruik wordt in de natuurbeschermingswetgeving verstaan:

1. iedere activiteit die voor 1 oktober 2005 werd verricht en sindsdien niet of nauwelijks is gewijzigd;
2. iedere activiteit die na 1 oktober 2005 is begonnen en werd verricht op het moment van:
 - a) aanwijzing van een gebied als beschermd natuurmonument, of;
 - b) aanmelding van een gebied bij de Europese Commissie als Vogelrichtlijngebied, of;
 - c) aanmelding van een gebied bij de Europese Commissie als Habitatrichtlijngebied;
 en sindsdien niet of nauwelijks is gewijzigd.

Voor het waterlichaam Markermeer zijn gebruiksfuncties beschreven die in het teken staan van het maatschappelijk gebruik ervan, zoals visserij, scheepvaart, ontgroning, afvoer van water en recreatie. Daarnaast vormt het Markermeer een zoetwaterbekken dat fungeert als waterbuffer voor landbouw. Op dit moment wordt zandwinning in het IJsselmeergebied gecombineerd met de aanleg en het beheer van vaargeulen [6] en [19].

10.1.2 Toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES)

Het TBES wordt de komende decennia gerealiseerd (Structuurvisie RAAM), waardoor het ecologisch systeem van het Markermeer verandert (Zie §1.2). Het doel is dat het slibgehalte in een deel van het meer afneemt waardoor het doorzicht in dat gebied verbetert. Er komen substantiële ondiepe zones en eilanden (platen) en diepere zones. Een deel van de harde oevers wordt omgezet naar natuurvriendelijke oevers. Er ontstaan zones met intermediair doorzicht (40 – 8- cm), waardoor er meer gradiënten in doorzicht zijn en er een meer gedifferentieerd watersysteem ontstaat. Uiteindelijk komt er een beter, gevarieerder, robuuster en duurzamer ecosysteem tot stand. De slibvangwerking van de slibvangput en de toepassing van vrijkomende bovengrond in natuurbouwprojecten zijn bouwstenen voor het TBES.

10.1.3 Flora- en Faunawet en Rode Lijst

Het plangebied Markerzand ligt in het open water van het Markermeer, meerdere kilometers uit de oevers. Er kunnen effecten optreden op het leefgebied van vissen en foeragerende vogels en vleermuizen.



Figuur 10.7 | Vleermuis



Figuur 10.8 | Rivierdonderpad



Figuur 10.9 | Aalscholver met vis

10.1.3.1 Flora

In het open water van het Markermeer-IJmeer komen geen beschermde planten voor.

10.1.3.2 Fauna

Vissen

Uit de vismonitoring door Imares (Imares, 2011) op het IJsselmeer en Markermeer blijkt dat er door de jaren heen een beperkt aantal Flora- en faunawet- en/of Rode lijstsoorten is gevangen. Het gaat om de kleine modderkruiper, rivierdonderpad, bittervoorn, houting, vetje, winde en sneep. De bittervoorn, het vetje, de winde en de sneep zijn soorten van de Rode lijst. De bittervoorn is hiervan als enige ook wettelijk beschermd. Hierna worden de gevolgen per vissoort beschreven.

Bittervoorn

De bittervoorn is in zeer lage dichtheden aangetroffen nabij oevers met riet en met stenen (Imares, 2011). Buiten de oevers komt deze soort niet in het Markermeer voor.

Houting

Uit de vismonitoring door Imares in 2011 blijkt dat de houting wel in het open water van het IJsselmeer voorkomt, maar niet in het open water van het Markermeer.

Kleine modderkruiper

De kleine modderkruiper werd bij vismonitoring door Imares in 2011 alleen in oeverzones van het Markermeer waargenomen. De soort was aanwezig in meerdere oevertypes. De kleine modderkruiper komt verder nauwelijks in het Markermeer voor.

Rivierdonderpad

Het leefgebied van de rivierdonderpad bestaat uit zuurstofrijke plaatsen waar schuilgelegenheid aanwezig is. De soort komt vooral voor langs de kust ter plaatse van stenige oevers en op mosselbanken. De soort zwemt zelden in open water of boven een kale ondergrond. Binnen het plangebied is nagenoeg geen leefgebied voor de rivierdonderpad aanwezig.

Tijdens de vismonitoring van Imares in 2011 is de soort in geringe aantallen gevangen in de oeverzones en sporadisch in het open water. Binnen het plangebied zelf zijn geen waarnemingen bekend van de rivierdonderpad. De populatie van de rivierdonderpad in het Markermeer is afhankelijk van het habitat ter plaatse van de oeverzones.

Vetje en winde

Het leefgebied van het vetje bestaat uit kleine, stilstaande tot langzaam stromende en veelal vegetatierijke wateren. De winde is een stroomminnende vis die leeft in grote rivieren en de hiermee verbonden meren en beken. De soort wordt regelmatig in het IJsselmeer waargenomen en slechts af en toe in het Markermeer. Bij het onderzoek van Imares in 2011 werd deze soort niet in het open water aangetroffen, wel langs de oevers. Dat komt ook overeen met de waarnemingen van RAVON waarin de soorten ook vooral langs de oevers zijn aangetroffen.

Amfibieën

Geen van de (beschermd) amfibieënsoorten maakt gebruik van het open water van het Markermeer als onderdeel van het leefgebied.

Reptielen

Met uitzondering van de ringslang komen er geen reptielen voor in de oeverzones van het Markermeer. Het plangebied Markerzand ligt echter op ruime afstand van de oever en maakt geen deel uit van het functioneel leefgebied van de soort.

Zoogdieren

Op het open water van het Markermeer komen behalve vleermuizen geen zoogdieren voor. Het Markermeer is van belang voor de meervleermuis (bijlage VIII) maar wordt daarnaast ook gebruikt door de watervleermuis, gewone- en ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en laatvlieger. Van deze soorten maakt alleen de meervleermuis gebruik van groot open water om te foerageren. De meervleermuis foerageert binnen 10 tot 20 kilometer van de verblijfplaats (een deel van het plangebied ligt op meer dan 10 kilometer uit de kust). Het plangebied is weinig interessant voor de meervleermuis, omdat insecten al bij weinig wind de kustzone opzoeken.

Vogels

Het plangebied wordt alleen gebruikt als foerageergebied voor diverse soorten watervogels (bijlage VIII). Er zijn geen vaste rust- en verblijfplaatsen die zijn beschermd op grond van de Flora- en faunawet.

Insecten (vlinders, libellen, sprinkhanen) en overige soortengroepen

Slechts een beperkt aantal van de zeer soortenrijke groep van de insecten is beschermd. De habitateisen van beschermde soorten binnen deze groep zijn vaak zeer locatiespecifiek en gebonden aan zeer bijzondere biotopen, geen groot open water. Overige strikt beschermde soorten als mollusken en weekdieren zijn ook niet te verwachten.

10.1.4 Ecologische hoofdstructuur (Natuurnetwerk Nederland)

Het Markermeer en IJmeer zijn begrensd als Natuurnetwerk Nederland-wetlands (voorheen Ecologische Hoofdstructuur). De meren bestaan grotendeels uit open water, met een belangrijke functie als foerageer- en rustgebied voor watervogels. Dit komt overeen met de doelen vanuit Natura 2000. Hoewel er in het kader van de ecologische hoofdstructuur geen wezenlijke kenmerken en waarden zijn vastgesteld voor het Markermeer, kan gesteld worden dat de Natura 2000-status de wettelijke bescherming van het gebied waarborgt. Daarmee is de Natura 2000-regelgeving het bepalende toetsingskader voor effecten op de natuur en is de beoordeling van de effecten op de Natuurnetwerk Nederland-doelen gelijk aan die op de Natura 2000-doelen.



Figuur 10.10

Bron: Spelregels EHS, EHS-kaart en EHS-doelbenadering [20]

10.2 Effectbeschrijving en -beoordeling

De effecten op de natuur worden beschreven in het kader van:

- Natura 2000, overwegend gericht op natuurbescherming;
- Toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES), overwegend gericht op natuurontwikkeling, ook om de Natura 2000 doelstellingen in te vullen;
- Flora en faunawet;
- Natuurnetwerk Nederland-wetlands (Ecologische hoofdstructuur)

Voor het project Markerzand zijn twee ecologische effectstudies verricht:

- Passende beoordeling (Bijlage VIII): in deze toets voor de Natuurbeschermingswet zijn met name de risico's op negatieve effecten op de natuur beoordeeld, met name op de Natura 2000-doelen;
- Ecologische doorvertaling (Bijlage IV-3): in dit rapport zijn de effecten van de slibvang op het ecologisch systeem van het Markermeer in de toekomst onderzocht en beoordeeld in het licht van de TBES-doelen.

10.3 Effectbeschrijving en -beoordeling - Natura 2000-doelen

10.3.1 Conclusies

De voorgenomen ontgronding heeft positieve en enkele beperkt negatieve effecten op het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer. De effecten treden op bij beide alternatieven. Er zijn positieve effecten op het areaal bevisbaar water voor visetende watervogels door een verbetering van het doorzicht door de slibvang. Dankzij het verbeterde doorzicht nemen de kansen voor vestiging van waterplanten toe. Dit alles is door Deltares gekwantificeerd (Bijlage IV-3).

Door vrijkomende bovengrond ter beschikking te stellen, die in natuurbouwprojecten wordt toegepast, zal er een aanzienlijk oppervlak aan ondiep water, vooroevers en moeras gerealiseerd worden. Dit is het geval bij de natuurbouwalternatieven en alternatieven waarbij een deel van de vrijkomende bovengrond ter beschikking wordt gesteld. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 14.2 over het voorkeursalternatief.

Meer informatie over de effecten op de ecologische waterkwaliteit en de natuur is te vinden in de passende beoordeling (bijlage VIII) en de ecologische doorvertaling (bijlage IV-3).

10.3.2 Oostelijk alternatief

Uit de toetsing (passende beoordeling) komt naar voren dat er geen effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen van het Markermeer-IJmeer bij het oostelijk alternatief.

10.3.3 Westelijk alternatief

Bij het westelijk alternatief treden negatieve effecten op voor de visdief en aalscholver door optische verstoring en verstoring door geluid en vertroebeling. Deze effecten zijn minimaal en hebben geen gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen. Ook bleek dat de voorgenomen ontgronding voor een vergroting van het foerageergebied van deze soorten zorgt. Hierdoor treden er geen effecten op de instandhoudingsdoelstellingen op.

10.3.4 Externe werking

Beide alternatieven hebben externe werking tot gevolg. Het gaat hierbij om effecten van stikstofdepositie. In de uitlaatgassen van het materieel zijn stikstofoxiden aanwezig. Deze stikstofoxiden slaan in zeer kleine hoeveelheden voor een deel neer in Natura 2000-gebieden. Per alternatief staat in tabel 10.1 op welke Natura 2000-gebieden effecten van stikstofdepositie te verwachten zijn. Uit de resultaten komt naar voren dat de effecten van de natuuralternatieven een iets hogere – maar nog steeds zeer lage - stikstofdepositie tot gevolg hebben op meerdere Natura 2000-gebieden van ongeveer 0,1 mol N/ha/jaar. Dit wordt veroorzaakt doordat er vanaf de ontgronding richting de Markerwadden wordt gevaren. Ten opzichte van de huidige achtergrondwaarden en de kritische depositiewaarden zijn deze deposities van 0,1 mol N/ha/jaar of minder verwaarloosbaar.

Per 1 juli 2015 is de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) in werking getreden, dat tot doel heeft om de emissie en depositie van stikstof in Nederland te verminderen. De autonome ontwikkeling is dus een afname van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden. Voor bescheiden stikstofdepositiewaarden zoals bij de Markerzand-alternatieven geldt dat deze slechts gemeld hoeven te worden aangezien ze onder de drempelwaarde van 1 mol N/ha/jaar vallen.

Tabel 10.1

Effecten van stikstofdepositie per alternatief op Natura 2000-gebieden (in mol N/ha/jaar)

Natura 2000-gebied	Oostelijk alternatief		Westelijk alternatief	
	Basiaal-ternatief	Natuurbouwalternatief	Basiaal-ternatief	Natuurbouwalternatief
Botshol	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Eilandspolder	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Kennemerland-Zuid	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Naardermeer	0,1	0,1	0,1	0,1
Oostelijke Vechtplassen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Polder Westzaan	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Veluwe	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Veluwerandmeren	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Wormer- en Jisperveld en Kalverpolder	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

10.4 Effectbeschrijving en -beoordeling - TBES-doelen

De TBES-doelen zijn sterk gerelateerd aan de Natura 2000-doelen. In de effectstudie (bijlage IV-3) is vooral gekeken naar het effect van de toename van het doorzicht op het ecologisch systeem, op basis van het onderzoek naar de effecten van de slibvang op de slibhuishouding. Een positieve bijdrage aan het TBES houdt in principe ook een positieve bijdrage aan de Natura 2000-doelen in. In de effectstudie is ook gekeken naar de effecten van de luwtemaatregel bij de Hoornse Hop afzonderlijk. Daarnaast is gekeken naar gezamenlijk effect van Markerzand en de luwtemaatregel.

In de effectstudie zijn gebieden bepaald met licht op de bodem (kansen voor waterplanten) en met een intermediair doorzicht (kansen voor viseters). Diversiteit en gradiënten, onder meer te bereiken door het stimuleren van deze twee aspecten, zijn cruciaal voor de ontwikkeling van een robuust systeem waar meerdere vormen van gebruik naast elkaar mogelijk zijn zonder ecologische schade. De hier genoemde aspecten zijn dan ook belangrijke pijlers van het TBES.

Licht – kansen voor waterplanten

In de effectstudie is bepaald wat het gebied (in km²) is met kansen voor waterplanten. Dit is in het model vertaald in twee gebieden:

- meer dan 2% licht op de bodem in het voorjaar (kans op planten los van ecologische functie);
- meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar (kans op ontwikkeling van waterplanten met een ecologisch functionele dichtheid en structuur).

In tabel 10.2 zijn de resultaten weergegeven. Markerzand vergroot het gebied met meer dan 2% licht op de bodem in het voorjaar volgens het model met 6,3 km² (westelijk alternatief) en 4,5 km² (oostelijk alternatief). Bij zowel het oostelijk als het westelijk alternatief versterken de afzonderlijke projecten elkaar. Het grootste deel van deze toename zit in het deel tussen 2-10%. Dit leidt op zichzelf niet tot een significante verbetering van het ecologisch systeem, maar het is wel een stap in de richting van het halen van de doelstellingen van TBES en de KRW.

Tabel 10.2

Toename van het areaal waar meer dan 10% respectievelijk 2-10% van het licht op de bodem valt in het voorjaar. Hierbij wordt met “som” de som van de afzonderlijke effecten van Hoornse Hop en Markerzand bedoeld en met “combi” het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	Luwtemaatregel Hoornse Hop	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
toename areaal in km ²							
> 10%	3,4	0,9	4,3	4,1	0,6	4,0	3,8
2-10%	12,0	5,4	17,4	19,8	3,9	15,9	16,9
Totaal>2%	15,4	6,3	21,7	23,9	4,5	19,9	20,7

Doorzicht – kansen voor viseters

Dit is het gebied (in km²) met een intermediair doorzicht voor viseters. Dat is in het model vertaald als het gebied met een gemiddeld doorzicht van 40-80 cm per seizoen. Dergelijk water is helder genoeg voor vogels om de vis te kunnen vinden, en niet zo helder dat de vis de vogels zo snel ziet dat ze om die reden niet vangbaar zijn.

Tabel 10.3

Toename van het areaal met een gemiddeld doorzicht tussen 40 en 80 in km². Hierbij wordt met “som” de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met “combi” het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	Luwtemaatregel Hoornse Hop	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
toename areaal in km ²							
Januari - maart	8,9	5,9	14,8	15,4	4,8	13,7	14
April - juni	21,2	15,3	36,5	36,7	13,9	35,1	35,6
Juli - september	0	0	0	0	0	0	0
Oktober - december	32,5	11,6	44,1	50,4	8,7	41,2	45,7

Uit tabel 10.3 blijkt dat zowel de westelijke als de oostelijke variant van Markerzand in drie van de vier seizoenen een duidelijke uitbreiding van het areaal met doorzichten van 40 – 80 cm opleveren. In de winter versterken de twee projecten elkaar.

Geschiktheid voor viseters en mosselelers

In onderstaande tabellen is de geschiktheid voor viseters (tabel 10.3) en voor mosselelers (tabel 10.4 en 10.5) weergegeven in termen van toename van vierkante kilometers matig geschikt areaal. Het blijkt dat Markerzand en de luwtemaatregel Hoornse Hop elkaar in drie van de vier seizoenen versterken.

Tabel 10.4

Geschiktheid voor viseters, winst van matig geschikt areaal in km². Hierbij wordt met “som” de som van de afzonderlijke effecten van luwtmaatregel Hoornse Hop en Markerzand bedoeld en met “combi” het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

Periode	Luwtmaatregel Hoornse Hop	Markerzand west	Som	Combi	Markerzand Oost	Som	Combi
Januari – maart	8,8	5,8	14,6	15,2	4,8	13,6	13,9
April – juni	21,2	15,4	36,6	36,8	13,9	35,1	35,7
Juli – september	0	-0,1	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,1
Oktober – december	31	11	42	48,7	8,5	39,5	43,9

Tabel 10.5

Geschiktheid voor mosseleeters, winst van matig geschikt areaal in km². Hierbij wordt met “som” de som van de afzonderlijke effecten van de luwtmaatregel Hoornse Hop en Markerzand bedoeld en met “combi” het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

Periode	Luwtmaatregel Hoornse Hop	Markerzand west	Som	Combi	Markerzand Oost	Som	Combi
Januari – maart	2,7	5,1	7,8	8	4,6	7,3	7,4
April – juni	11,8	11,5	23,3	23,2	11,1	22,9	23,5
Juli – september	0	0	0	0	0	0	0
Oktober – december	27,9	10,9	38,8	42,5	8,3	36,2	39,4

Tabel 10.6

Geschiktheid voor mosseleeters, winst van geschikt areaal in km². Hierbij wordt met “som” de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met “combi” het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

Periode	Luwtmaatregel Hoornse Hop	Markerzand west	Som	Combi	Markerzand Oost	Som	Combi
Januari – maart	6,2	0,8	7	7,4	0,2	6,6	6,6
April – juni	9,5	4	13,5	13,7	2,9	12,4	12,2
Juli – september	0	0	0	0	0	0	0
Oktober – december	4,7	0,7	5,4	7,9	0,4	5,1	6,3

In de ecologische effectstudie worden op basis van de volledige omvang van de slibvang de volgende conclusies getrokken:

1. Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op de kansen voor waterplanten vanwege het verbeterde doorzicht. De modeluitkomsten suggereren een winst van 0,6 km² (Markerzand oost) tot 0,9 km² (Markerzand west) areaal voor ecologisch functionele vegetatie (>10% licht op de bodem). Dat is 3,0 - 4,5% van het TBES-doel.
2. Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op het areaal water met doorzichten geschikt voor viseters en mosseeters. In drie van de vier seizoenen neemt het areaal toe. In combinatie met de luwtemaatregel Hoornse Hop wordt deze winst door onderlinge versterking nog groter.
3. De positieve effecten zijn op alle onderdelen voor het westelijk alternatief iets groter dan voor het oostelijk alternatief.

Door vrijkomende bovengrond ter beschikking te stellen die in natuurbouwprojecten wordt toegepast, wordt er een aanzienlijk oppervlak aan ondiep water, vooroevers en moeras gerealiseerd. Dit is het geval bij de natuurbouwalternatieven en alternatieven waarbij een deel van de vrijkomende bovengrond te beschikking wordt gesteld. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 14.2.

Meer informatie over de effecten op de ecologische waterkwaliteit en de natuur is te vinden in de passende beoordeling (bijlage VIII) en de ecologische doorvertaling (bijlage IV-3).

10.5 Effectbeschrijving en -beoordeling Flora- en faunawet

In het open water op de locatie waar Markerzand is voorzien, komt één (beschermde) vissoort voor: de rivierdonderpad. Boven het water komen foeragerende vogels en foeragerende meervleermuizen voor. Andere beschermde soorten komen binnen de grenzen van het plangebied niet voor. Op grond van de Flora- en faunawet zijn alleen vaste rust- en verblijfplaatsen van vogels beschermd. Deze zijn binnen het plangebied niet aanwezig. Eventueel aanwezige vogels vluchten en mijden de omgeving waar gewerkt wordt. Er is zowel onder als boven water voldoende geschikte ruimte om naar uit te wijken.

Ook voor een eventueel aanwezige foeragerende meervleermuis geldt dat deze, indien er al hinder wordt ervaren, uitwijkt vanwege de grote vrije open ruimtelijke beschikbaarheid. Op het Markermeer is buiten het plangebied voldoende foerageergebied aanwezig.

Het plangebied maakt geen deel uit van de belangrijkste habitat van de rivierdonderpad: de stenige oevers langs de kust. De ecologische functionaliteit van het Markermeer verandert dan ook niet voor de soort. Binnen het plangebied zelf zijn geen waarnemingen bekend van de rivierdonderpad. Een rivierdonderpad die sporadisch wordt aangetroffen in het open water ondervindt geen hinder van de voorgenomen werkzaamheden. De soort heeft geen zwemblaas en is niet in staat verschillen in geluiddruk waar te nemen. De werkzaamheden worden gefaseerd en in één werkrichting uitgevoerd, te beginnen met het fasegewijs verwijderen van de bovengrond. Een enkele rivierdonderpad wijkt uit en de mijdt de omgeving waar gewerkt wordt.

Door de werkzaamheden worden de verbodsbepalingen uit de Flora- en faunawet niet overtreden. Een ontheffing is dus niet aan de orde.

Effectbeschrijving en -beoordeling Natuurnetwerk Nederland-wetlands

De bovengenoemde ecologische effecten zijn ook van toepassing op de ecologische hoofdstructuur. Het ecologisch systeem wordt versterkt, waardoor de kansen voor behoud en ontwikkeling van de wezenlijke kenmerken en waarden van het wetlandgebied toenemen. De effecten van de uitvoering zijn tijdelijk en lokaal. Uiteindelijk zijn de effecten positief.

10.6 Samenvatting van effectbeoordeling natuur

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	Oostelijk natuuralternatief
Natuur	Natura 2000 – foerageergebied visetende watervogels	0	+	+	+	+
	Natura 2000 – verbetering van het doorzicht	0	+	+	+	+
	Flora en faunawet	0	0	0	0	0
	Natuurnetwerk Nederland	0	+	+	+	+

11 Cumulatie van effecten

Er is sprake van cumulatie van (negatieve) effecten als de milieueffecten van individuele projecten per geval acceptabel zijn, maar de optelsom van effecten op een bepaalde plek tot onacceptabele effecten leidt.

De cumulatie van effecten op natuur van andere ontwikkelingen en projecten en het Markerzandproject zijn in de Passende beoordeling (Bijlage VIII) en in paragraaf 10.4 samengevat. Het gaat om de mogelijke cumulatie van de effecten door scheepvaart, van de indirecte effecten, van de optische verstoring van visetende watervogels en van vertroebeling op visetende en benthosetende watervogels. De conclusie is dat er geen cumulatief negatief effect op de natuur wordt verwacht.

In dit hoofdstuk wordt de cumulatie van overige effecten op het milieu beoordeeld. De relevante effecten zijn de effecten op de leefomgeving (geluid en luchtkwaliteit), op het scheepvaartverkeer en op grondwater.

11.1 Ontwikkelingen en projecten in het Markermeer

In en rondom het Markermeer worden meerdere projecten voorbereid en uitgevoerd. Dat kan leiden tot een cumulatie van effecten. Cumulatie is relevant als concreet zicht is op het gelijktijdig in uitvoering zijn van projecten waarbij effecten elkaar kunnen versterken. In onderstaand kader zijn alle projecten opgenomen die in en rondom het Markermeer gelijktijdig met Markerzand (kunnen) spelen.

Projecten	
1. Realisatie/uitbreiding van diverse jachthavens	<ul style="list-style-type: none"> - De Jachthaven Uitdam wordt uitgebreid van 300 naar 550 ligplaatsen; - Realisatie Jachthaven Marina Kaap Hoorn. De jachthaven met 800 ligplaatsen faciliteert in hoofdzaak grotere boten vanaf 10 meter voor de pleziervaart. In de praktijk concentreert de grote watersport zich op een aantal (niet betonde) vaarroutes tussen havens onderling en tussen havens en de sluisen; - Buitenhaven Muiden. Het plan voorziet in de aanleg en het gebruik van een buitendijkse haven ten westen van de Vecht voor de kust van Muiden en het KNSF-terrein in het IJmeer; - NDSM-haven aan het IJ in Amsterdam. Deze jachthaven met 342 ligplaatsen staat via de Oranjesluisen in verbinding met het Markermeer-IJmeer; - Jachthaven Oostmaat te Bunschoten in het Eemmeer voor 90 ligplaatsen (netto uitbreiding van 70 ligplaatsen); - Jachthaven-Watersportcentrum De Eemhof ligt aan het Nijkerkernauw (Zeewolde) en is in 2012 uitgebreid met 200 ligplaatsen voor passanten.
2. Natuurontwikkelingsproject Zuidelijke IJmeerkust	Er is in 2011 een vergunning verleend aan een natuurontwikkelingsproject voor de Muidense kust. Het gaat om verontdiepingen, de aanleg van een luwtedam en het graven van een kreek.
3. IJburg (ontgrondingen 2e fase)	Voor de realisatie van woonwijk "IJburg 2e fase" vinden er ontgrondingen plaats. Er worden ten compensatie van verloren gegane mosselbanken nieuwe mosselbanken aangelegd waarvan er twee zijn gerealiseerd in de IJburgbaai.
4. Dijkversterking Omringdijk Marken	Voor de buitendijkse versterking bij Marken zijn alternatieven op technische haalbaarheid getoetst. Het voorkeursalternatief wordt in 2016 vastgesteld.

5.	Vergunning beroepsvisserij Markermeer-IJmeer
Er is vergunning verleend voor het beroepsmatig vissen op het Markermeer-IJmeer. Het gaat om 74 vissers. Beroepsvisserij varen tegenwoordig niet altijd meer met een eigen schip en maken vaak gezamenlijk gebruik van een schip.	
6.	Realisatie van twee maatregelen uit het TBES-programma
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Luwtemaatregel Hoornse Hop</i> Deze maatregel bestaat uit het creëren van golfvluwe zones rond het Hoornse Hop bij Hoorn. Luwtemaatregelen kunnen in het gehele Markermeer worden toegepast, maar hebben door de stromingssituatie en het diepteverloop het meeste effect in het Hoornse Hop. Bovendien zijn hier arealen met waterplanten aanwezig die door de luwtemaatregelen beschermd en versterkt kunnen worden. Momenteel bevindt dit plan zich in de uitwerkingsfase,	
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Markerwadden</i> Dit natuurherstelproject van Natuurmonumenten bestaat uit de aanleg van eilanden langs de Houtribdijk met zand, klei en slib uit het Markermeer. Er is een bestemmingsplanprocedure doorlopen en het MER is in maart 2015 ter inzage gelegd. Het is de verwachting dat in 2016 wordt begonnen met de aanleg van het eerste eiland.	
7.	Slibvangput Boskalis
Boskalis wint zand in het Markermeer voor een slibvang van 400 bij 2000 meter met een diepte van 50 meter. De slibvangput van Boskalis is al langere tijd geëxploiteerd. Tot op heden is er nog geen zand gewonnen en is er nog nauwelijks activiteit geweest. Het is niet waarschijnlijk dat er tegelijkertijd veel activiteiten plaatsvinden in deze ontgraving en die van Markerzand. Dit aangezien er op de regionale zand- en grondmarkt sprake is van communicerende vaten en de vraag naar zand per jaar vrij constant blijkt te zijn.	
8.	Zandwinning Vaarweg Amsterdam-Lemmer (VAL10)
De verdieping van de vaargeul Amsterdam – Lemmer (om deze op te waarden tot klasse Vb beroepsvaart) in combinatie met zandwinning bevindt zich in de laatste fase (VAL 10). Op dit moment is de zandwinning voor ongeveer de helft gereed.	

11.2 Mogelijke cumulatieve effecten

De realisatie van Markerzand betekent niet dat er voor álle in dit MER besproken milieuaspecten sprake is van cumulatie van effecten. Voor de aspecten scheepvaart, geluid, luchtkwaliteit en grondwaterhuishouding zou er sprake kunnen zijn van cumulatie van effecten. Daarnaast is cumulatie te relateren aan grootschalige activiteiten die gelijktijdig plaatsvinden en daarmee gepaard gaande inzet van materieel en transportmiddelen. Bij relatief kleinschalige activiteiten zoals de uitbreiding van jachthavens zijn geen cumulatieve effecten te verwachten.

Voor de twee TBES-maatregelen luwtemaatregel Hoornse Hop en Marker Wadden worden aanzienlijke hoeveelheden grond aangevoerd met een gelijkwaardige inzet van transportmaterieel. Naar verwachting wordt het overgrote deel van de benodigde grond en zand betrokken uit de directe omgeving, en daarmee van de genoemde ontgravingen en uit Markerzand. Er is daarmee voor aspecten als geluid, luchtkwaliteit en licht geen sprake van cumulatie, er is immers geen samenloop met andere emissiebronnen. De afvoer van bovengrond en zand is in dit MER reeds beschouwd en dat levert voor genoemde aspecten geen enkel knelpunt op.

Bij zowel Markerzand als Marker Wadden zijn de effecten ten aanzien van de grondwaterhuishouding zeer beperkt in grootte en omvang. Bovendien zijn de veranderingen tijdelijk. Cumulatief gezien blijven deze effecten beperkt en tijdelijk.

12 Duurzaamheid en klimaat

12.1 Referentiesituatie

Er is sprake van een autonome neerwaartse trend van het ecologisch systeem Markermeer, die vanuit natuurbescherming gekeerd moet worden. Tegelijkertijd is er in de komende decennia behoefte aan meer woningen en infrastructuur. In de rijkstructuurvisie regio Amsterdam-Almere-Markermeer is vastgesteld hoe deze doelen gecombineerd kunnen worden.

De ontwikkelingen binnen de rijkstructuurvisie gaan gepaard met een vraag naar zand. Op dit moment is er geen duurzamer alternatief voor bouwzand. Dit komt vooral door de vrijwel onbeperkte levensduur van zand in deze toepassingen. Het beschikbare bouwpuin wordt al zoveel mogelijk gerecycled tot granulaat, dat met name zand vervangt onder infrastructuur. Omdat zand in grote hoeveelheden wordt aangetroffen in de Nederlandse ondergrond en op de bodem van de zee, is er geen sprake van uitputting van deze grondstof in zodanige hoeveelheden dat toekomstige generaties niet in de eigen behoeften kunnen voorzien.

In reactie op de zeespiegelstijging en de bodemdaling moet in West-Nederland het bouwpeil van gebouwen en infrastructuur worden verhoogd om voldoende drooglegging te garanderen. Hiervoor is in toenemende mate ophoogmateriaal nodig. Dat kan zand zijn, en tegenwoordig ook granulaat (uit gerecycled bouwpuin) en lichtgewicht materiaal zoals EPS.

In de referentiesituatie is er sprake van een blijvende vraag naar primaire bouwstoffen zoals bouwzand, in aanvulling op secundaire (gerecyclede) bouwstoffen.

12.2 Effectbeschrijving

Het project voldoet aan de Building with nature-criteria (<http://www.ecoshape.nl>):

1. het dienen van een socio-economische doelstelling
2. het gebruik van natuurlijke processen en materialen
3. verbetering van het ecosysteem

Als de winning van zand overwegend positieve effecten heeft op het ecosysteem van het Markermeer, is er sprake van een relatief duurzame zandwinning. Daarnaast wegen transportafstanden en het transportmiddel zwaar in de duurzaamheidscore. Transport per schip heeft een lagere milieubelasting dan transport per vrachtauto. Zandwinning in het Markermeer voor de regionale behoefte is in principe duurzamer dan zand uit de Noordzee of andere zandwinningen die verder liggen, omdat de transportafstanden beperkt zijn en per schip kunnen worden afgelegd. De emissie van CO₂, NO_x en fijnstof per ton zand is dan zo laag mogelijk. Hetzelfde geldt voor andere milieueffecten per ton zoals geluid en kosten. Als er zoveel mogelijk bovengrond nuttig wordt toegepast, is er sprake van duurzame grondstromen.

De alternatieven verschillen onderling in beperkte mate in hun duurzame karakter. De westelijke locatie ligt gemiddeld dichterbij de afnemers van zand, maar de afstanden tot de projecten die bovengrond kunnen afnemen en die zich voornamelijk aan het noorden en oosten van het Markermeergebied bevinden is wat groter dan bij het oostelijk alternatief.

De natuuralternatieven zijn duurzamer dan de basisalternatieven omdat ze langer slib afvangen en indirect positieve ecologische effecten hebben op de plaats van bestemming.

12.3 Effectbeoordeling

Ecologisch effect

De beoordeling van het effect op het ecologisch systeem in het kader van duurzaamheid is gelijk aan die voor natuur (Hoofdstuk 10) en heeft dus dezelfde uitkomst.

Emissie per ton

Uit LCA (levenscyclusanalyse) studies van bouwstoffen als bouwzand en secundaire bouwstoffen blijkt dat - naast de levensduur - het transport bepalend is voor de LCA-score. Aangezien de levensduur van alternatieven voor het zand uit het Markermeer min of meer gelijk aan elkaar en aan Markermeorzand zijn, zijn met name de het vervoersmiddel en de transportafstand maatgevend. Vervoer per schip heeft de laagste emissie per ton zand. Zowel de westelijke als de oostelijke alternatieven liggen dicht bij de beoogde bestemming dan andere winlocaties. Daarom is de emissie per ton zand de laagst haalbare. Het westelijke alternatief scoort beter, omdat dit het dichtste bij de noordelijke randstad ligt. De basisalternatieven scoren even hoog als de natuurbouwalternatieven.

Tabel 12.1

Effectbeoordeling duurzaamheid en klimaat

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basisalternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basisalternatief	Oostelijk natuuralternatief
Duurzaamheid	Ecologisch effect	0	+	++	+	++
	Emissie per ton	0	+	+	+	+

13 Multifunctionaliteit van de ontgroning

In het kader van het besluit om ontgroningvergunning te verlenen aan dit project, toetst Rijkswaterstaat de multifunctionaliteitseis. Dit houdt in dat een ontgroning naast het winnen van oppervlakedelfstoffen een tweede maatschappelijke functie moet hebben. In dit hoofdstuk wordt de context van de multifunctionaliteitseis toegelicht.

13.1 Achtergrond

Het beleid voor ontgroningen is gebaseerd op het besluit van het Rijk om de regierol van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat met betrekking tot de tijdige en voldoende voorziening voor bouwgrondstoffen, inclusief het bijbehorende taakstellingenbeleid, af te bouwen [21].

Het ruimtelijk beleid voor ontgroningen is gebaseerd op het beleid uit de *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte* en uit het *Nationaal Waterplan*. Dat richt zich op het stimuleren van de winning van oppervlakedelfstoffen in Nederland op een maatschappelijk aanvaardbare wijze en het wegnemen van onnodige marktbelemmerende maatregelen. De winning van oppervlakedelfstoffen is van nationaal belang. De winning van oppervlakedelfstoffen moet zoveel mogelijk multifunctioneel zijn, zodat er zo min mogelijk ingrepen in de omgeving hoeven plaats te vinden.

13.2 Bouwgrondstoffenbeleid en relevante wet- en regelgeving

Het project Markerzand bevindt zich in het rijkswater IJsselmeergebied. Het bevoegd gezag voor ontgroningen is daarom het Rijk. Naar aanleiding van de wijziging van het beleid zijn de volgende relevante wetten en regels vastgesteld:

- Ontgroningenwet;
- Besluit ontgroningen in rijkswater;
- Regeling ontgroningen in rijkswater;
- Beleidsregel ontgroningen in rijkswater.

Voor wat betreft multifunctionaliteit van ontgroningen zijn de volgende artikelen uit de beleidsregel het belangrijkste:

Artikel 1 Multifunctionele ontgroning

Een ontgroning is multifunctioneel als daarbij naast de winning van bouwgrondstoffen een tweede maatschappelijke functie van de ontgroning vervuld wordt (zie ook de Nota Ruimte, paragraaf 4.8.1.2. en het Nationaal Waterplan). Een ontgroning ten behoeve van zandwinning kan bijvoorbeeld tevens een ontgroning ten behoeve van een recreatieplas of vaargeulverdieping zijn.

Artikel 6

1. In het IJsselmeergebied kan een ontgrondingsvergunning worden verleend als er sprake is van een multifunctionele ontgroning of, indien er zwaarwegende redenen zijn, voor niet-multifunctionele ontgroningen.

2. Ontgroningen als bedoeld in het eerste lid worden in ieder geval beschouwd als multifunctioneel als het ontgroningen betreft die tevens dienen voor:

- a. de aanleg en verbetering van vaargeulen;
- b. de vergroting van de vaarmogelijkheden voor de recreatievaart;
- c. de verbetering van de retourstroomgeul op het Zwarte Meer;
- d. de verbetering van de stroomgeulen van de IJssel op het Ketelmeer;
- e. de uitvoering van het Integraal Inrichtingsplan Veluwerandmeren (IIVR);
- f. de uitvoering van natuurontwikkeling en ter uitvoering van afspraken in het kader van de Interdepartementale Commissie voor de Economische Structuurversterking (veiligheid en natte natuur), onderdeel IJsselmeergebied.

Toelichting bij de beleidsregels:

Artikel 6

Het beleid met betrekking tot multifunctionele ontgroningen zoals verwoord in de nota Zand boven Water (ZBW) wordt voortgezet in deze Beleidsregels. Dit betekent dat ontgroningen, zowel voor ophoogzand, als voor beton- en metselzand en andere zanden waar mogelijk gekoppeld worden aan aanleg van nieuwe vaargeulen, vaargeulverbetering, vergroting van vaarmogelijkheden van de recreatievaart, verbetering van stroomgeulen (Zwarte Meer en Ketelmeer) of het Integraal Inrichtingsplan Veluwerandmeren of natuurontwikkelingsprojecten in het kader van de Interdepartementale Commissie voor de Economische Structuurversterking (ICES) (veiligheid en natte natuur). Het eerste laat ook ontgroningen toe die niet multifunctioneel zijn, bijvoorbeeld loutere zandwinning, maar dat vergt een zwaardere motivering waarom in dat geval niet voor een multifunctionele ontgroning gekozen wordt.

Daarnaast zijn ontgronders vrij om ook voor andere multifunctionele ontgroningen vergunning aan te vragen. Het mogelijk multifunctionele karakter en optimale mogelijkheden voor nabestemming (de bestemming na afronding van de ontgroning) dienen dan door de aanvrager te worden beschreven. Dit laat uiteraard onverlet dat er ook mogelijke andere wettelijke en beleidskaders zijn waar de ontgroning aan moet voldoen.

13.3 Toetsing van de multifunctionaliteit

De primaire functie van het project Markerzand is het leveren van ophoogzand aan de regionale markt gedurende 30 jaar. De secundaire functie is de slibvang die ontstaat als gevolg van de zandwinning. De slibvang is multifunctioneel en draagt bij aan:

1. Versterking van de Natuur

- a) De slibvang draagt via het verbeterde doorzicht (lichtval op de waterbodem; belangrijk voor waterplanten en het intermediaire doorzicht; belangrijk voor visetende vogels) bij aan het halen van doelen vanuit Natura 2000 en TBES.
- b) Het voorkeursalternatief voorziet in de afvoer van 40% van de vrijkomende bovengrond in natuurbouwprojecten in of rond het Markermeer. Dit komt overeen met een oppervlakte van 13,6 km² nieuwe natuur bestaande uit ondiep water, flauwe oevers of moeras.

2. Verbetering van de waterkwaliteit

De slibvang draagt via het verbeterde doorzicht (lichtval op de waterbodem; belangrijk voor waterplanten), de refugiumfunctie en verbeterde foerageeromstandigheden voor vissen bij aan het halen van doelen vanuit de Kaderrichtlijn Water.

3. Kostenbesparing optimalisatie TBES en invulling RAAM

Diepe putten zijn als maatregel onderdeel van het basisplan TBES. Uitvoering van deze maatregel op kosten van initiatiefnemers draagt direct bij aan de kostenbesparing en optimalisatie van TBES en invulling van RAAM.

4. Duurzaamheid en gesloten grondbalans

Gebruik maken van gebiedseigen materiaal bevordert de duurzaamheid (minimale transportafstanden) en bevordert een gesloten grondbalans voor ruimtelijke activiteiten.

Conclusie

Op basis van bovenstaande vier functies is de conclusie dat er sprake is van een multifunctionele ontgronding conform artikel 1 van de Beleidsregels Ontgrondingen in Rijkswateren. Dit geldt voor alle alternatieven.

13.4 Aanvullend kader

Tijdens het opstellen van het milieueffectrapport heeft Rijkswaterstaat een aanvullend kader voor de multifunctionaliteit geformuleerd. Dit leidde tot een additionele toetsing in het kader van dit rapport van het voorkeursalternatief aan dit aanvullende toetsingskader (bijlage X).

In deze additionele toetsing zijn ook de aspecten van de levensduur van de slibvangput en van de slibvangwerking in de tijd beoordeeld (§ 4.2.3). De oppervlakte van de nieuwe natuur die ontstaat door het project is getalsmatig getoetst aan de richtlijn die volgt uit het aanvullend kader.

Gezien de levensduur van 40 jaar en de omvang van het positieve ecologisch effect (13,6 km² equivalent oppervlak) is er sprake van een robuuste ingreep – en bijdrage aan het TBES - met voldoende positieve ecologische effecten. Het voorkeursalternatief voldoet dus ook aan de eisen van het aanvullend kader. Daarom is de conclusie: de ontgronding Markerzand is multifunctioneel.

14 Samenvattende conclusies milieueffecten

14.1 Beoordeling

In hoofdstuk 4 tot en met 10 zijn van alle alternatieven de effecten per aspect beschreven en beoordeeld. In de tabel 14.1 staat de effectbeoordeling.

Tabel 14.1

Aspect	Deelaspect	Referentie situatie	Westelijk basisalternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basisalternatief	Oostelijk natuuralternatief
Bodemkwaliteit	Milieukwaliteit vrijkomend bodemmateriaal	0	0	0	0	0
Grondwater-huishouding	Kwel	0	0	0	0	0
	Verziltig	0	0	-	0	0
Waterkwaliteit	Doorzicht (KRW)	0	+	+	+	+
	Langdurige slibvangwerking op systeemniveau (TBES)	0	+	++	+	++
Luchtkwaliteit	Stikstofdioxide	0	0	0	0	0
	Fijnstof PM10	0	0	0	0	0
Geluid	Geluidbelasting op mens (woningen)	0	0	0	0	0
Landschap en beleving	Horizon	0	0	0	0	0
	Beleving (uitgestrektheid, stilte, duisternis)	0	0	0	0	0
	Landschappelijke elementen	0	0	0	0	0
Cultuurhistorie/ archeologie	Cultuurhistorie	0	0	0	0	0
	Archeologie	0	-	-	-	-
	Scheeps- en vliegtuigwrakken	0	0	0	0	0
Scheepvaart en visserij	Hinder voor de scheepvaart, nautische veiligheid	0	-	-	-	-
	Voordeel verdieping vaarroute Amsterdam – Enkhuizen voor beroepsvaart (duurzaamheid)	0	+	+	0	0
	Visserijareaal	0	+	+	+	+
Natuur	Natura 2000 - foerageergebied visetende watervogels	0	+	+	+	+
	Natura 2000 - verbetering van het doorzicht	0	+	++	+	++
	Flora en fauna	0	0	0	0	0
Duurzaamheid	Ecologisch effect	0	+	++	+	++
	Emissie per ton	0	+	+	+	+

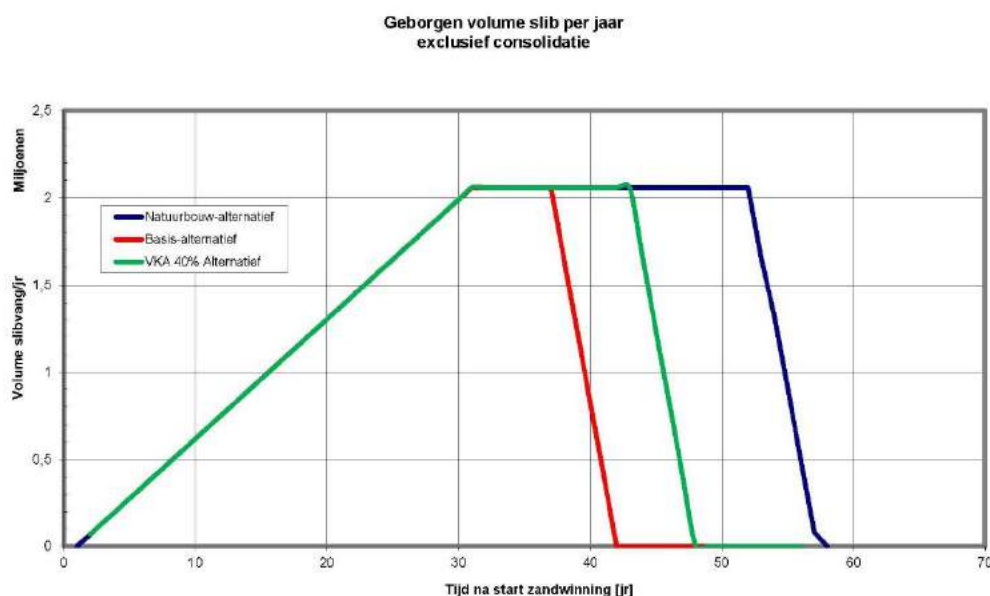
++ = zeer positieve effecten + = positieve effecten 0 = (nagenoeg) geen effect - = negatieve effecten -- = zeer negatieve effecten

14.2 Het voorkeursalternatief

Op basis van de eindbeoordeling van de vier alternatieven in hoofdstuk 13 hebben we een voorkeursalternatief vastgesteld. **Het voorkeursalternatief (VKA) is een synthese tussen het westelijk basisalternatief en het westelijk natuuralternatief.** In het voorkeursalternatief is aangehouden dat minimaal 40% van de vrijgekomen bovengrond ter beschikking wordt gesteld voor natuurprojecten in het Markermeergebied. Het voorkeursalternatief is te beschouwen als een nadere uitwerking van de natuurvariant.

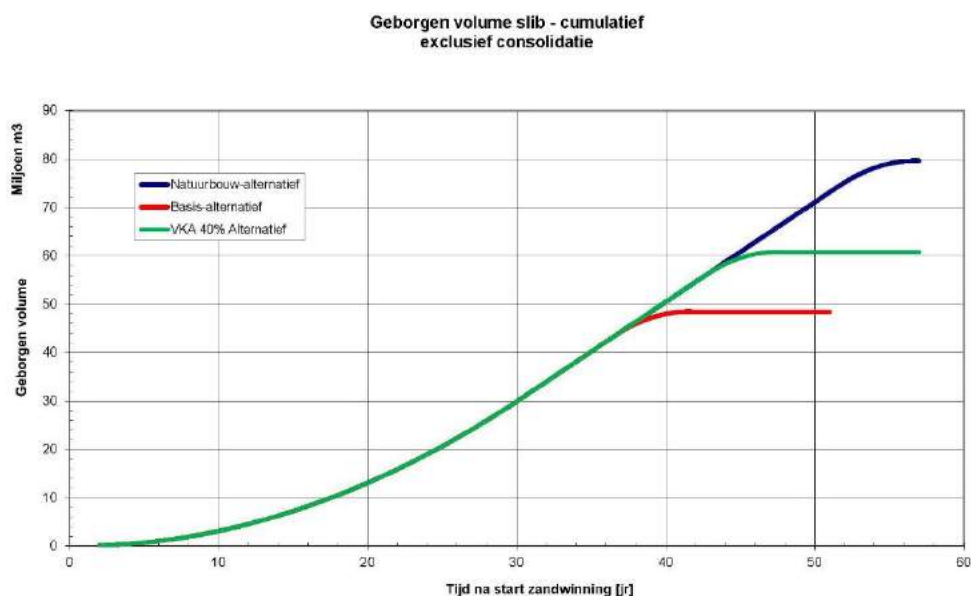
De westelijke locatie is verkozen boven de oostelijke locatie vanwege het voordeel voor de beroepsscheepvaart: de gedeeltelijke verdieping van de vaarroute Amsterdam – Enkhuizen heeft sneller en zuiniger transport tot gevolg. Daarnaast zijn de vaarafstanden voor het zand naar de markt – die voornamelijk in ten zuidwesten van het Markermeer is – korter.

Het westelijk natuuralternatief scoort beter op natuur en ecologie dan het westelijk basisalternatief. Hoe meer bovengrond er in projecten in de buurt nuttig kan worden toegepast, hoe langer de levensduur van de slibvang en hoe meer (potentiële) natuurwinst in andere projecten met zo min mogelijk transportbewegingen. In figuur 15.1 is per jaar weergegeven hoeveel slib er per jaar wordt geborgen in de slibvang. In figuur 15.2 is de cumulatieve berging van het slib in de slibvang weergegeven. Het VKA is in beide figuren met een groene lijn weergegeven.



Figuur 14.1

Grafische weergave van de hoeveelheid slib uit het Markermeer die per jaar geborgen wordt (m³, exclusief consolidatie)



Figuur 14.2

Grafische weergave van de cumulatieve hoeveelheid slib uit het Markermeer die per jaar geborgen wordt (m³, exclusief consolidatie).

Tabel 14.2

Volumes geborgen slib per alternatief

	Basisalternatief		Natuuralternatief		VKA	
	Exclusief consolidatie	Inclusief consolidatie	Exclusief consolidatie	Inclusief consolidatie	Exclusief consolidatie	Inclusief consolidatie
Geborgen in slibvang (miljoen m ³)	48	58	80	96	61	73
Uit waterstysteem (miljoen m ³)	57	68	93	110	71	84
Uit watersysteem (% van geschat totaal)	47	57	78	91	59	70

De afzetzekerheid is niet op 100% te stellen. Op dit moment is het vanwege lopende en komende aanbestedingen wettelijk nog niet mogelijk om contractuele afspraken te maken over het ter beschikking stellen van bovengrond uit de Markerzandontgronding aan grondvragende projecten in en rondom het Markermeer. Dit mede omdat het Markerzandproject nog niet vergund is. Het is echter de verwachting dat er tijdens het project kansen ontstaan voor het toepassen van de vrijkomende bovengrond in natuurbouw- en civieltechnische toepassingen.

Afvoer voor toepassing in natuurprojecten van minimaal 40% van de bovengrond wordt realistisch geacht. Daarom maakt het ter beschikking stellen van 40% van de vrijkomende bovengrond deel uit van het voorkeursalternatief. De aanvragen voor de vergunningen anticiperen hierop en voorzien in speelruimte voor optimalisatie. Naarmate er meer grond wordt toegepast in andere projecten, verandert het uitvoeringsalternatief steeds meer van het basisalternatief in het natuuralternatief.

Met het voorkeursalternatief wordt voldaan aan de eis van multifunctionaliteit (zie H13). Daarmee is het zowel een vergunbare als een gewenste ontwikkeling in het licht van beleid en wet- en regelgeving.

15 Leemten in kennis, onzekerheden en monitoring

In dit hoofdstuk zijn de gesignaleerde leemten in kennis en informatie en de onzekerheden in dit milieueffectrapport aangegeven. Ook is vermeld in hoeverre deze leemten invloed hebben gehad op de effectbeschrijving en of zij van belang zijn bij de uiteindelijke besluitvorming. De leemten in kennis en informatie worden deels betrokken bij het evaluatieprogramma dat voor de inventarisatie en beoordeling van de daadwerkelijk optredende milieugevolgen is opgesteld.

Oorzaken van leemten in kennis en informatie kunnen zijn:

- het ontbreken van gebiedsinformatie;
- het ontbreken van voldoende detailinformatie over (onderdelen van) de voorgenomen activiteit, waardoor effectvoorspellingen slechts in algemene zin kunnen plaatsvinden;
- onvoldoende informatie omtrent ingreep-effectrelaties;
- onzekerheid omtrent autonome ontwikkelingen.

De volgende leemten in kennis en informatie zijn gesignaleerd bij het opstellen van het milieueffectrapport Markerzand.

Waterkwaliteit

Modelberekeningen

Hoewel de modelberekeningen zijn uitgevoerd met de meest geavanceerde rekenmodellen en datasets, kennen ze ook hun beperkingen en onzekerheden. Met name op het gebied van de bijdrage van dichtheidsstromingen aan het slibtransport is er, bij gebrek aan detailkennis, uitgegaan van inschattingen gebaseerd op meetresultaten in de proefputten van Rijkswaterstaat en in de vaargeul Amsterdam-Lemmer. Het effect van de oriëntatie van de slibvang is op basis van huidige kennis van de dichtheidsstromingen in het Markermeer niet beter in te schatten dan op basis van gezond verstand.

Vertroebeling tijdens de uitvoering

De hoeveelheid slib die door de ontgrondingactiviteiten vrijkomt in het Markermeer is ingeschat door Deltares op 0,5% van het gewonnen volume. Op basis van praktijkervaring en gezien de diepte en breedte van de winput, moet deze inschatting van bij de ontgronding vrijkomend slib als een schatting van het gemiddelde worden gezien. Gezien de grootte van de ontgronding bezinkt verreweg het meeste vrijkomende slib in de ontgrondingsput. Als er vanwege harde wind, de positie van de zandzuiger ten opzichte van de rand van de put of de samenstelling van het gewonnen zand op een bepaald moment meer dan 0,5% buiten de put terechtkomen, zijn de ecologische effecten gering. In de huidige situatie komt het door de wind vaak voor dat het hele Markermeer ernstig vertroebeld is door het opgewervelde bodemslib.

Bioturbatie

Recent onderzoek [10] laat zien dat bioturbatie – het omwoelen van de meerbodem door organismen – tot een blijvende bron van vrijkomend slib leidt. De geschatte volumes slib die per jaar vrijkomen door bioturbatie zijn een orde van grootte kleiner dan de door de slibvang ingevangen hoeveelheid mobiel slib. De bioturbatie is echter een blijvend fenomeen, hoewel een beter ecosysteem meer waterplanten heeft die opwerveling van het door bioturbatie vrijkomend slib beperken.

Monitoring

Als de TBES-maatregelen worden uitgevoerd kan het gezamenlijk effect van alle maatregelen in het Markermeer worden gemeten. De monitoring moet uitgevoerd worden in het kader van de monitoring van de effecten van het hele TBES-pakket. Deze monitoring is een voorwaarde om aan te tonen dat de TBES-maatregelen in samenhang voldoende ecologisch effect sorteren om de neerwaartse trend te keren en daarmee ruimte voor andere ontwikkelingen te creëren. Onderdeel van de bestuurlijke afspraken die op 25 maart zijn gemaakt in het kader van het RRAAM is opgenomen dat de ministeries van EZ en IenM samen met de provincies Noord-Holland en Flevoland nagaan op welke wijze de monitoring voor TBES wordt opgezet. Hierbij wordt betrokken de vraag of en door wie er eventueel aanvullend op de lopende studies monitoringsonderzoek plaats moet vinden. Dit onderzoek meet de effecten van de natuurmaatregelen op de wezenlijke kenmerken en waarden van het Natura2000-gebied Markermeer-IJmeer. Een alternatieve mogelijkheid is aansluiting op de jaarlijkse metingen die door Rijkswaterstaat worden uitgevoerd in het kader van de Monitoring Rijkswateren.

Archeologie

Voor de slibvang wordt er tot een diepte van 50 meter gegraven. Hierdoor wordt de bodem ernstig verstoord. Er wordt gegraven in de Holocene en Pleistocene lagen binnen een gebied met een hoge indicatieve archeologische waarde. Het fysieke behoud van in de bodem bewaarde sporen van Prehistorische en Holocene samenlevingen worden mogelijk aangetast.

Er wordt een verkennend sonaronderzoek uitgevoerd om de aanwezigheid van (delen van) scheeps- of vliegtuigwrakken vast te kunnen stellen. Op basis van de onderzoeksresultaten wordt de exacte locatie van de ontgroning binnen het plangebied vastgelegd. Wanneer er ondanks de voorzorg bij het vaststellen van het plangebied toch archeologisch behoudenswaardige wrakken worden aangetroffen, dan zijn gepaste maatregelen in het kader van de archeologische monumentenzorg aan de orde.

Natuur

Markerzand levert een positieve bijdrage aan het doorzicht. Dat levert weer positieve effecten op benthische en pelagische ketens en op waterplanten. Het is echter niet mogelijk deze te kwantificeren. Wat voor invloed heeft de slibvang uiteindelijk op soorten en aantallen? Voor de spiering bijvoorbeeld is het zeker dat veranderingen in doorzicht het gedrag en de overlevingskansen kunnen beïnvloeden. Het is niet bekend in welke mate het bodemleven zich beter kan ontwikkelen.

Literatuurlijst

1. Een toekomstbestendig Markermeer-IJmeer, eindrapport Werkmaatschappij Markermeer – IJmeer 27 september 2012
2. Plan-MER RRAAM, DHV, november 2012
3. Noordhuis, R. 2010, Ecosysteem IJsselmeergebied, nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen van water en natuur in het Natte Hart van Nederland, Rijkswaterstaat Waterdienst Lelystad
4. Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer, Ministerie Infrastructuur en Milieu, 13 november 2013
5. Grondstromen en natuur - Kansen voor optimalisatie van Ecorys, 2011
6. Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015, werken aan een robuust watersysteem, RWS, december 2009
7. Ms Thesis Mud dynamics in the Markermeer, Thomas Vijverberg: May 2008
8. Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam -Lelystad Boderie, van der Wal, van Kessel en Genseberger, Deltares 2010
9. MER Marker Wadden, Gemeente Lelystad / Natuurmonumenten, juni 2013
10. Effect of biota on fine sediment transport processes. A study of Lake Markermeer, Miguel de Lucas, proefschrift, 29 september 2014
11. Scheepsvaartinformatie hoofdvaarwegen editie 2010, Rijkswaterstaat
12. Structuurvisie Wind op Land, Ministerie van IenM en Ministerie van EZ, 31 maart 2014
13. Europese Commissie, Witboek Stappenplan voor een interne Europese vervoersruimte – werken aan een concurrerend en zuinig vervoerssysteem, 2011
14. Recreatiestudie, achtergrondrapport Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer 2009 en Omgevingsplan Flevoland 2006
15. Masterplan Toekomst IJsselmeer deel 2, 4 maart 2014
16. Een goede vangst! Ontwikkelingsperspectief sportvisserij voor het Markermeer-IJmeer, Tauw & LAgrou: 4 februari 2013
17. Zomersterfte spiering in het IJsselmeer en Markermeer J.J. de Leeuw Rapport C086/07 Wageningen IMARES, Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied B.J. de Witte Postbus 600 8200 AP Lelystad Publicatiedatum: September 2007
18. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied, Delta
19. Bronddocument Waterlichaam Markermeer, doelen en maatregelen rijkswateren, Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat 2009, herziene versie, 2012
20. Spelregels EHS, EHS-kaart en EHS-doelbenadering, een handreiking bij ruimtelijke ontwikkelingen, Provincie Flevoland, 12 juli 2010
21. Brief van 23 mei 2003 van de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer
22. Bronddocument Waterlichaam Markermeer, doelen en maatregelen rijkswateren, Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009 Herziene versie, 2012

Bijlage I

Relevant beleid en besluiten

Relevant beleid en besluiten

In onderstaande tabel zijn de beleidskaders weergegeven die direct relevant zijn voor het voornemen van Markerzand v.o.f. In deze bijlage zijn deze beleidskaders verder uitgewerkt.

Tabel 1.1 Beleidskader

Beleidsniveau	Kader
Rijk (§1.1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte 2. Barro 3. Integrale Visie IJsselmeergebied 2030 4. Beleidsbesluit binnenvisserij 5. Beleidsregels ontgroningen in Rijkswateren 6. Nationaal Waterplan Deltaprogramma 2013 7. Beheerplan voor de Rijkswateren 8. Beheerplan 'Natura 2000 in het IJsselmeergebied' 9. Legger Rijkswaterstaatwerken 10. Rijksstuctuurvisie Rijk-Regioprogramma-Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM)
Provinciaal/regionaal (§1.2)	<ol style="list-style-type: none"> 11. Toekomstbestendig Ecologisch Systeem Markermeer-IJmeer 12. Omgevingsplan Flevoland 13. Beleidsregel archeologie en ruimtelijke ordening 14. Streekplan 2006
Gemeentelijk (§1.3)	<ol style="list-style-type: none"> 15. Structuurplan Lelystad 2005 16. Nota Archeologische Monumentenzorg & Archeologieverordening 2009 Almere
Te nemen besluiten (§1.4)	<ol style="list-style-type: none"> 17. Wet op de archeologische monumentenzorg 18. Natuurbeschermingswet 1998 19. Flora- en faunawet 20. Ontgroningenwet 21. Besluit lozen buiten inrichtingen 22. Besluit bodemkwaliteit 23. Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

Het initiatief Markerzand sluit direct aan op de beleidskaders. De winning van zand gekoppeld aan natuur en de slibvangput levert een actieve bijdrage aan natuurontwikkeling in de Markermeer. Dankzij de lengte, volume en locatie, vangt de slibvang op natuurlijke wijze metertijd een aanzienlijke hoeveelheid circulerend slib permanent af uit het water van het Markermeer, waardoor de waterkwaliteit verbetert.

Als de vrijkomende bovengrond (deels) wordt toegepast in het Markermeer, kan - afhankelijk van het betreffende natuurbouwproject - daardoor een extra bijdrage worden geleverd aan natuurontwikkeling en daarmee aan de maatschappelijke functie van de ontgroning.

I.1 Rijk

1. Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR)

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) geeft een integraal kader voor het ruimtelijk en mobiliteitsbeleid op rijksniveau en is de 'kapstok' voor bestaand en nieuw rijksbeleid met ruimtelijke consequenties. De SVIR heeft in 2012 de Nota Ruimte, de Structuurvisie Randstad 2040, de Nota Mobiliteit, de MobiliteitsAanpak en de Structuurvisie voor de Snelwegomgeving vervangen. Ook vervangt het de ruimtelijke doelen en uitspraken in de volgende documenten: PKB Tweede structuurschema Militaire terreinen, de agenda Landschap, de agenda Vitaal Platteland en Pieken in de Delta.

Het Rijk heeft in de SVIR drie hoofddoelen geformuleerd om Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig te houden voor de middellange termijn (2028).

- Het vergroten van de concurrentiekracht van Nederland door het versterken van de ruimtelijk-economische structuur van Nederland.
- Het verbeteren, in stand houden en ruimtelijk zekerstellen van de bereikbaarheid, waarbij de gebruiker voorop staat.
- Het waarborgen van een leefbare en veilige omgeving waarin unieke natuurlijke en cultuurhistorische waarden behouden blijven.

Ten aanzien van het Markermeer en de waterhuishouding valt in het SVIR te lezen dat de Europese Natura 2000-regelgeving van toepassing is vanwege de unieke natuurwaarden in het gebied. Het IJsselmeergebied is daarnaast van (inter)nationaal belang, omdat het een groot laaglandmeer is met landschappelijke en cultuurhistorische kwaliteiten (als voormalige Zuiderzee) en een unieke weidsheid en openheid (rust, leegte, duisternis).

Over delfstoffenwinning is het volgende opgenomen in het SVIR.

Er is een blijvende behoefte aan winning van oppervlakedelfstoffen uit de Nederlandse land- en zeebodem. De mogelijkheden voor import zijn beperkt en de winningmogelijkheden zijn ongelijk verdeeld in Nederland. De winning van oppervlakedelfstoffen dient daarom een nationaal belang. Voor de Noordzee is dit geregeld in het Nationaal Waterplan. Voor het landgebied en de grote wateren is het belangrijk dat maatschappelijk aanvaardbare winmogelijkheden worden benut. Winning van oppervlakedelfstoffen wordt daarom verbonden met andere ontwikkelingen zoals recreatie, water, woningbouw en natuur. Met het afbouwen van de rijksregie in 2003 is de rol van de markt toegevoegd. Het Rijk monitort nog wel de ontwikkelingen en bepaalt op basis hiervan of een ruimtelijke interventie via het instrumentarium van de Wro nodig is.

2. Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro)

Het Barro bevestigt in juridische zin de kaderstellende uitspraken, zoals opgenomen in de nieuwe Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. Er zijn algemene regels voor bestemmingsplannen in opgenomen. Zo bepaalt het Barro onder meer dat bestemmingsplannen de doorvaart voor schepen niet mogen belemmeren als het plan zich in een vrijwaringzone van een rijksvaarweg bevindt. Verder staat er in dat een bestemmingsplanwijziging ook geen belemmering mag bevatten voor het gebruik en geschikt maken van elektriciteitsproductie-installaties, kernenergiecentrales, hoogspanningsverbindingen, buisleidingen, de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), primaire waterkeringen (buiten het kustgebied) en het IJsselmeergebied.

3. Integrale Visie IJsselmeergebied 2030

In dit kabinetsbesluit van 18 januari 2002 wordt beschreven hoe in het IJsselmeergebied met toekomstige ontwikkelingen die extra ruimte vragen kan worden omgegaan, waarbij rekening gehouden wordt met de kernkwaliteiten van het gebied. Belangrijk onderdeel daarvan is dat de ruimtelijke reservering voor de inpoldering van het Markermeer komt te vervallen. Het kabinet benoemt een aantal ontwikkelingen die in de eerste helft van de 21^{ste} eeuw plaatsvinden en waar nu al rekening mee gehouden moet worden, waaronder:

- klimaatverandering in combinatie met bodemdaling;
- toenemende vraag naar zoetwater;
- toenemende intensivering van het gebruik van het IJsselmeergebied;
- toenemende druk van buitendijkse ruimtelijke claims.

Volgens de visie moeten er bijvoorbeeld nu maatregelen genomen worden om toekomstige ontwikkelingen in het waterbeheer van het IJsselmeergebied mogelijk te maken. Het is de bedoeling dat in 2030 het IJsselmeergebied een belangrijke rol speelt in de zoetwatervoorraad voor grote delen van (Noord-)Nederland en het Groene Hart: voor de drinkwatervoorziening en de landbouw. Het Markermeer dient aan de normen, eisen en beschermingsformules van de Europese richtlijnen te voldoen. Een verbetering van de waterkwaliteit is daarom noodzakelijk.

4. Beleidsbesluit binnenvisserij

Het beleidsbesluit heeft als doel de binnenvisserij meer te betrekken bij het beheer van de visbestanden. De dominante rol die de overheid als eigenaar van de binnenwateren lange tijd heeft gespeeld, kon hiermee verkleinen. In de verschillende binnenwateren worden visstandbeheercommissies (VBC's) opgericht. In deze VBC's moeten binnenvissers en sportvissers tot overeenstemming komen over de wijze waarop de visserij kan plaatsvinden. Dit wordt vastgelegd in een visplan, hetgeen onderdeel is van een visstandbeheersplan.

Voor het IJsselmeer en Markermeer is in 1996 een afzonderlijk beleid ingezet om tot een beter beheer van het visbestand te komen. De visserij-intensiteit is met de helft teruggebracht. Om dit doel te realiseren is destijds de Producentenorganisatie IJsselmeer opgericht.

5. Beleidsregels ontgroningen in Rijkswateren

Geheel in lijn met het SVIR schrijven de Beleidsregels Ontgroningen in Rijkswateren (BOR) voor dat er sprake moet zijn van een multifunctionele ontgroning. Dat wil zeggen dat de ontgroning een tweede maatschappelijke functie moet hebben naast klei- of zandwinning. Als maatschappelijke functie wordt onder meer gezien dat de ontgroning ook een functie heeft voor natuurontwikkeling.

6. Nationaal Waterplan (NWP)

Het NWP is het rijksplan voor het waterbeleid voor de periode 2009-2015. Het NWP beschrijft welke maatregelen genomen moeten worden om Nederland ook in de toekomst veilig en leefbaar te houden en om de (economische) kansen die water biedt te benutten. In het NWP benoemt het Rijk vier opgaven voor het IJsselmeergebied: waterveiligheid, zoetwatervoorziening, ecologie en ruimte voor buitendijks bouwen.

Er is gesignaleerd dat de natuurwaarden in het IJsselmeergebied voor een deel onder druk staan. Vooral in het Markermeer-IJmeer ligt de opgave om te komen tot een robuust systeem, dat kan dienen als basis voor maatschappelijke en economische ontwikkelingen in het gebied. Binnen het Deltaprogramma worden deze opgaven gecombineerd met regionale ambities en wordt onderzocht of het IJsselmeerpeil op termijn moet meebewegen met de zeespiegel. De Deltacommissie 2008 kent aan het IJsselmeer een belangrijke rol toe bij de zoetwatervoorziening van Nederland in een tijd waarin het klimaat verandert. Opgemerkt wordt dat in het Deltaprogramma IJsselmeergebied 2013 is opgenomen dat de anderhalve meter peilstijging, zoals de commissie Veerman voorstelde, niet meer nodig is. Enkele decimeters volstaan.

Er is bepaald dat het peil van het Markermeer-IJmeer en de Veluwerandmeren niet gekoppeld is aan dat van het IJsselmeer. Voor het Markermeer-IJmeer en de Veluwerandmeren dient rekening gehouden te worden met een maximale opzet van het zomerpeil van 30 centimeter. Hiermee wordt onder meer de eventuele westwaartse (buitendijkse) uitbreiding van Almere en de ecologische verbetering van het Markermeer mogelijk gemaakt.

Het is de bedoeling om in de planperiode een nieuw peilbesluit te nemen om (op de korte termijn) tegemoet te komen aan de groeiende zoetwatervraag. Op langere termijn zijn ook maatregelen nodig om in te spelen op de verwachte stijging van de zeespiegel. Bij maatregelen in de komende planperiode(n) wordt steeds afgewogen in hoeverre die houdbaar zijn bij een nieuw streefpeil.

Deze planperiode vindt, in samenwerking met diverse andere partijen, verkenningen en voorbereidingen gericht op de langere termijn plaats:

- onderzoek naar de integrale verbetering van de Afsluitdijk 'een dijk kan meer dan waterkeren';
- uitvoeren van een aantal experimenten in het Markermeer-IJmeer om effectieve maatregelen te verkrijgen voor een robuust ecosysteem;
- in nauwe relatie hiermee uitvoeren van een studie naar de mogelijkheden van de autonoom neergaande trends in Natura 2000-waarden te keren dan wel nieuwe waarden te ontwikkelen.

7. Beheerplan voor de Rijkswateren

In het Beheerplan voor de Rijkswateren is aangegeven dat, waar de winning van bouwgrondstoffen plaatsvindt, dit op een maatschappelijk aanvaardbare wijze dient te gebeuren. In het IJsselmeergebied en in het winterbed van de rivieren is diepe winning van beton- en metselzand in beginsel toegestaan, voor zover verenigbaar met de Ecologische Hoofdstructuur en de Natura 2000-gebieden.

Rijkswaterstaat streeft zo veel mogelijk naar multifunctionele winning door combinatie van ophoogzandwinning met vaargeulaanleg of -onderhoud. In het Beheerplan voor de Rijkswateren (BPRW) staat hoe Rijkswaterstaat zijn dagelijkse werk doet als waterbeheerder.

- Door te beschermen tegen overstromingen en te zorgen voor voldoende, schoon en gezond water. Niet alleen voor mensen, maar ook voor planten en dieren.
- Door als vaarwegbeheerder de hoofdvaarwegen te onderhouden en het scheepvaartverkeer in goede banen te leiden. Zo kunnen beroeps- en pleziervaart zich vlot en veilig bewegen.
- Door aandacht te besteden aan andere gebruiksfuncties van water. Denk hierbij aan het gebruik van water voor de visserij, voor recreatieve doeleinden, voor de bereiding van drinkwater en als koelwater voor de industrie.

8. Beheerplan 'Natura 2000 in het IJsselmeergebied'

Natura 2000

De Natuurbeschermingswet 1998 richt zich onder andere op de realisatie van een omvangrijk Europees natuurnetwerk: Natura 2000. Dit is de Europese Ecologische Hoofdstructuur en betreft alle gebieden die beschermd worden conform de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn. Rondom deze gebieden is in de wet een uitgebreid instrumentarium gebouwd dat beheer, herstel en bescherming mogelijk maakt. Kernelementen daarbij zijn: het beheerplan, het vergunningstelsel en de goedkeuring van plannen.

Het Markermeer maakt onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer dat is aangewezen op grond van de Vogelrichtlijn.

Elke ontwikkeling in of nabij een Natura 2000-gebied dient te worden getoetst of de ontwikkeling op zichzelf óf in combinatie met andere ontwikkelingen, de natuurwaarden waarvoor de gebieden zijn aangewezen niet significant negatief worden beïnvloed én, zo ja, hoe de schade wordt geminimaliseerd door het treffen van bepaalde maatregelen.

In de Voortoets wordt geanalyseerd of er negatieve effecten zijn en of er kans is op significant negatieve effecten. De Voortoets kent drie mogelijke uitkomsten.

1. Er is met zekerheid geen sprake van negatieve effecten.
2. Er is wel sprake van een negatief effect, maar met zekerheid geen significant effect. Er is dan wel een 'Verstorings- en Verslechteringstoets' noodzakelijk. Een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 is nodig.
3. Indien significant negatieve effecten, in samenhang met andere projecten, niet op voorhand kunnen worden uitgesloten, dan wordt er een passende beoordeling uitgevoerd. Als in de passende beoordeling blijkt dat significant negatieve effecten nog altijd niet kunnen worden uitgesloten, zal gekeken moeten worden naar de argumentatie om de ontwikkeling inderdaad uit te voeren.

Door Grontmij is een Passende beoordeling uitgevoerd (zie bijlage XI). Hierin is geconcludeerd dat er met zekerheid geen sprake is van een negatief effect op de instandhoudingdoelstellingen van het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer. Een vervolgonderzoek is niet nodig.

Ecologische Hoofdstructuur (EHS)

Met de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) wordt de realisatie van een Nederlands natuurnetwerk beoogd. De realisatie van de EHS is vastgelegd in de Nota Ruimte en de provinciale streekplannen. Het Markermeer is aangeduid als EHS gebied. Dit houdt in dat de voorgenomen activiteiten buiten ook getoetst worden op mogelijke strijdigheid met de belangen van het als EHS aangewezen gebied.

Flora- en faunawet

De Flora- en faunawet is gericht op het duurzaam in stand houden van soorten in hun natuurlijk leefgebied. Deze wet heeft de beschermingsregels, zoals die ook in de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn zijn opgenomen, overgenomen en voor de Nederlandse situatie toegepast.

In het kader van de Flora- en faunawet is getoetst of er ter plaatse van het plangebied, als gevolg van de beoogde ingrepen, sprake is of kan zijn van negatieve effecten op beschermde planten en dieren en rode lijst soorten.

9. Legger Rijkswaterstaatwerken

In de Legger Rijkswaterstaatswerken zijn normen voor vaarwegen, kunstwerken, stroomgeleidingswerken, oevers en regionale waterkeringen beschreven en vastgelegd.

10. Rijks-regioprogramma Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM)

Rijk en regio werken in RRAAM (Rijk- en Regioprogramma Amsterdam Almere Markermeer) samen om de uitdagende ruimtelijke ordeningsopdracht op het gebied van wonen, bereikbaarheid en natuur in de Noordelijke Randstad te verwezenlijken.

In het RRAAM willen Rijk en regio dat de Noordelijke Randstad zich verder ontwikkelt tot een duurzame en internationaal concurrerende Europese topregio (de Noordvleugel). Dit vraagt om nieuwe, moderne woon- en werklocaties, goede bereikbaarheid en mogelijkheden voor natuur en recreatie. De langdurige vraag naar woningen is ondanks de crisis zo groot dat meerdere bouwlocaties nodig zijn, zowel binnen bestaande steden als daarbuiten. Er is sprake van een drievoudige opgave:

- de groei van Almere met 60.000 woningen, gecombineerd met;
- de verbetering van de bereikbaarheid van de Noordelijke Randstad, en;
- een (ecologische) kwaliteitsverbetering van het IJmeer en Markermeer.

Op 25 april 2013 heeft minister Schultz de toekomstplannen van Rijk en regio voor het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer gepresenteerd in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer.

Binnen RRAAM heeft de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer (WMIJ) de opdracht gekregen om het Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer, zoals dat door de regionale partijen is vastgesteld, haalbaar en betaalbaar te maken. De WMIJ is een samenwerking van rijksoverheid en de provincies Noord-Holland en Flevoland. In deze structuurvisie zijn onder meer de ruimtelijke kaders neergezet voor de gefaseerde ontwikkeling van een zogeheten Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES) (zie 11).

Markerzand v.o.f. draagt met haar initiatief concreet bij aan het realiseren van deze veelomvattende ruimtelijke ordeningsopgave.

I.2 Provincie Flevoland

11. Toekomstbestendig ecologisch systeem Markermeer-IJmeer (TBES)

De overheid streeft naar een toekomst bestendig ecologisch systeem (TBES) in het Markermeer-IJmeer. Ecologisch is de kwaliteit van het Markermeer-IJmeer de laatste decennia fors achteruit gegaan. Het doel is om op de middellange termijn (circa tien jaar) die negatieve trend van de natuurontwikkeling in het Markermeer-IJmeer om te buigen. Op de lange termijn (2040) moet er een ecologisch systeem bereikt zijn dat voldoende veerkracht heeft om negatieve effecten op te vangen van toekomstige ontwikkelingen zoals klimaatverandering, bevolkingsgroei en/of economische groei.

Het TBES geeft een lange termijn toekomstbeeld voor de gewenste ecologische ontwikkelingen in het Markermeer-IJmeer. Het TBES richt zich op vier vereisten waaraan het ecologisch systeem moet voldoen om toekomstbestendig te zijn en daarmee de beoogde ontwikkelingen mogelijk te maken.

1. *Zones met helder water langs de Noord-Hollandse kust.* Deze zone met een waterdiepte tot drie meter voorziet in ondergedoken waterplanten, het daarbij passende bodemleven en een diverse vispopulatie.
2. *Slibgradiënt.* Een geleidelijke overgang van helder naar slibrijk water, met heldere randen aan de Noord-Hollandse kust en troebel water aan de kant van Lelystad, is van groot belang voor flora en fauna. Van de bodem loskomend slib maakt het water troebel. Dat heeft negatieve gevolgen voor de mosselen en de waterplanten, en dus ook voor de vogels die daarvan leven. Verder wordt gedacht aan het creëren van golfuwte. Daardoor kunnen gebieden ontstaan waar slib niet meer opwervelt en niet meer wordt aangevoerd.
3. *Overgangszones tussen land en water.* Het ecosysteem heeft de land-waterzone als broedkamer voor vis en leefgebied voor vele soorten planten en dieren nodig. Bij ingrepen op systeemniveau is het van belang dat deze zones grootschalig zijn en dat dit in de toekomst wordt ondersteund door een seizoensgebonden peil.
4. *Versterken ecologische relaties tussen binnen- en buitendijkse natuurontwikkeling.* Het Markermeer en IJmeer zijn een deelgebied in de delta van Nederland. De dijken veroorzaken een harde scheiding tussen de binnendijkse en de buitendijkse natuur. De uitwisseling is op dit moment te gering. Versterken van de ecologische relaties met de andere delen van de delta geeft een impuls aan de soortenrijkdom van het ecologisch systeem van het Markermeer en IJmeer.

Met deze doelstellingen gaat het TBES dus verder dan het beheerplan N2000. Het laatstgenoemde beheerplan is namelijk primair gericht op het bereiken van de instandhoudingdoelen in relatie tot het huidige gebruik van het Markermeer & IJmeer. De in het beheerplan N2000 opgenomen maatregelen vormen het vertrekpunt voor TBES.

Om aan de vier ecologische vereisten te voldoen zijn de volgende, onderling samenhangende maatregelen en ingrepen geformuleerd in 2009.

- Grootschalig moeras (circa 4500 ha).
- Luwtmaatregelen (21 km).
- Diepe putten (7).
- Vooroever Lepelaarsplassen (circa 1000 ha).
- Binnendijkse natuur.
- Vispassages.
- Recreatief medegebruik (aanleg strandvoorzieningen, steigers voor recreatievaart etc.).

In november 2011 heeft de WMIJ haar optimalisatierapport 'Naar een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem' opgeleverd. In onderstaande tabel staat een overzicht van de nu beoogde maatregelen en hun omvang per fase.

Maatregel	Eerste fase TBES	Tweede fase TBES	EindbeeldTBES
Pilot oermoeras	4 hectare	4 hectare	4 hectare
Verbeteren vismigratie	18 locaties	18 locaties	18 locaties
Luwtmaatregelen Hoornse Hop	6 km geleidestructuren	10 km geleidestructuren	12 km geleidestructuren
Grootschalig moeras Houtribdijk	1.500 hectare	4.500 hectare	
Vooroever Lepelaarplassen	100 hectare	300 hectare	

De Markerzand-slibvang voorziet voor een aanmerkelijk deel in de - in het kader van TBES gewenste - diepe putten en het optimaal gebruik van grondstromen. De combinatie van zandwinning, natuurbouw met bovengrond en een grote slibvang is één van de componenten (optimalisatie grondstromen) van het TBES (Toekomstbestendig Ecologisch Systeem) van het Markermeer. In het eindrapport "Een Toekomstbestendig Markermeer-IJmeer" van 27 september 2012 wordt onder meer gesteld dat diepe putten bijdragen aan het gewenste 'slibgradiënt'. Dit wordt bereikt door lokaal slib af te vangen waarna plaatselijk helder water ontstaat. Uit modelberekeningen blijkt dat diepe putten vooral effectief zijn in combinatie met andere slibmaatregelen zoals luwtedammen.

12. Omgevingsplan provincie Flevoland

De provincie heeft in haar Omgevingsplan aangegeven diverse nieuwe activiteiten in het IJsselmeergebied mogelijk te maken, waaronder nieuwe infrastructuur (zoals de IJmeerverbinding), de waterfrontontwikkeling van Lelystad en Almere, recreatieve activiteiten en windenergie. Maar ook zandwinning en baggerspecieberging zijn denkbaar.

Daarnaast geeft zij aan dat het ecosysteem van het IJsselmeergebied robuuster moet worden, door grootschalige ingrepen in de werkgebieden, door kwaliteitsverbetering van bestaande natuurgebieden en zo nodig door toevoeging van nieuwe binnendijkse natuurgebieden. Het systeem wordt hiermee minder kwetsbaar voor menselijk handelen. De ontwikkelingen in het IJmeer en Markermeer worden bovendien zodanig vormgegeven dat het geen belemmering vormt voor de waterberging. Een nadere uitwerking van deze plannen is beschreven in Toekomstbestendig Ecologisch Systeem Markermeer-IJmeer (zie punt 11).

Over zandwinning staat in het omgevingsplan het volgende.

Tot circa 2006 werd winning van ophoogzand en industriezand in het IJsselmeer en Markermeer alleen toegestaan in de vaargeulen en -routes met een opleveringsdiepte van NAP -8 meter. De rijksoverheid rekent het bouwgrondstoffendossier niet langer tot de kerntaken en volstaat in de Nota Ruimte met de mededeling dat het aan de markt en aan decentrale overheden wordt overgelaten om te bepalen hoe en waar ontgroningen binnen het 'nee, tenzij'-regime mogelijk zijn.

Marktpartijen pakken de handschoen op en bereiden initiatieven voor grootschalige zandwinning voor, waarbij aan winning tot op grote diepte (circa 70 meter) lijkt te worden gedacht. De provincie Flevoland ziet hierin in beginsel een goede mogelijkheid voor combinatie met de gewenste grootschalige natuurontwikkeling, verbetering van de waterkwaliteit en met berging van baggerspecie van klasse 1 en 2. De provincie stelt hierbij een aantal randvoorwaarden met betrekking tot bescherming van de primaire waterkeringen en het voorkomen van binnendijkse kwel. Deze zullen worden uitgewerkt in de beleidsregel vergunningen. Daarnaast mag een zandwinput in beginsel niet tot verslechtering van de waterkwaliteit leiden.

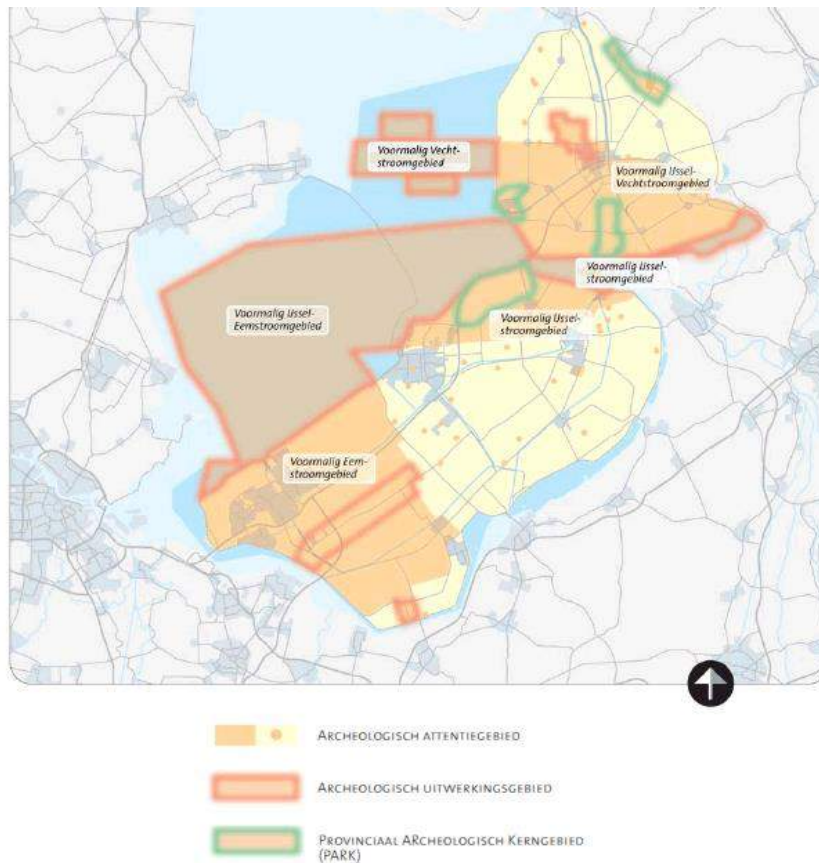
De buitendijks gelegen zoekrichtingen voor stedelijke ontwikkeling, inclusief een veiligheidszone daaromheen, worden van zandwinning uitgesloten. Ontgroningen in visserijgebieden zijn niet toelaatbaar als daardoor de visproductie substantieel afneemt. Tenslotte is zandwinning niet gewenst op plaatsen waar de nautische beweegruimte gering is.

Beleidsregel archeologie en ruimtelijke ordening 2008

Middels deze beleidsregel moet bij ruimtelijke planontwikkeling en bodemingrepen rekening worden gehouden met het behoud van behoudenswaardige archeologische waarden. In deze beleidsregel wordt het kader aangegeven waarbinnen de provincie Flevoland een oordeel vormt over archeologie bij ruimtelijke plannen. Zo mogen archeologische waarden en hoge archeologische verwachtingen in principe niet worden beschadigd of vernietigd bij het uitvoeren van ruimtelijke plannen.

Streekplan 2006

De provincie Flevoland heeft het grootste gedeelte van het Markermeer aangewezen als archeologisch attentiegebied, omdat zich in de ondergrond de oude stroomdalen van de Eem en IJssel bevinden waarop prehistorische bewoningssporen kunnen voorkomen, zie figuur 5.1.



Met de attentiegebieden wil de provincie de gemeenten stimuleren om gemeentelijke archeologische beleidskaarten op te stellen waarmee zij, voorafgaand aan concrete ruimtelijke ontwikkelingen in afstemming met andere ruimtelijke belangen, de archeologisch ruimtelijke prioriteiten vaststellen.

I.3 Gemeente

15. Structuurplan Lelystad

Het Structuurplan Lelystad 2015 bevat een visie op de integrale leefomgeving, waarin onder andere ook ruimtelijk, duurzaamheids- en milieubeleid is opgenomen. Lelystad ziet daarbij de handhaving en versterking van de kernkwaliteiten rust, ruimte, groen en water als één van de belangrijkste opgaven. Het grootste gedeelte van de gemeente Lelystad bestaat uit het zogenaamde buitengebied (circa 90%). Het buitengebied, bestaande uit het Markermeer/IJsselmeer en de polder, is dan ook kenmerkend voor Lelystad. De uitgestrektheid van het water enerzijds en de openheid van de polder anderzijds, zijn kwaliteiten die de gemeente koestert. Het IJsselmeer wordt gezien als een multifunctioneel gebied, waarbij waterhuishouding, waterkwaliteit, recreatie en natuur de hoofdfuncties zijn. Het beleid voor het IJsselmeergebied bouwt vooral voort op de open horizon, de van nature aanwezige rijkdommen en cultuur. Het ecologisch functioneren van het IJsselmeergebied kan worden versterkt door ondiepe oeverzones verder te ontwikkelen.

Duurzame overwegingen in het stuk hebben onder meer betrekking op het Markermeer en IJsselmeer als waardevol gebied. De weidsheid van het wateroppervlak wordt gezien als een waarde op zichzelf, maar ook voor Lelystad. Ingrepen langs de kust en buitendijks zullen zorgvuldig worden uitgevoerd, waarbij compensatie aan de orde zal zijn. Gestreefd wordt dat deze ingrepen leiden tot zowel winst op het gebied van landschap en ecologie als winst op het gebied van stedelijke ontwikkeling.

16. Nota Archeologische Monumentenzorg & Archeologieverordening 2009 Almere

Het archeologisch monumentenbeleid van de gemeente Almere is vastgelegd in de Archeologienota 2009. Het is gericht op het veilig stellen van de waardevolste vindplaatsen in de gemeente en het zoveel mogelijk integreren van deze locaties in de diverse inrichtingsplannen. De Archeologische Beleidskaart Almere 2009 geeft aan welke gebieden verwachtingsvol c.q. mogelijk behoudenswaardig zijn. Er wordt gefocust op gebieden waarin zich (representatieve) prehistorische landschappelijke zones bevinden. Binnen de geselecteerde gebieden geldt een onderzoeksplicht naar scheepswrakken en wanneer de waterbodem wordt geroerd, bedekt of afgegraven bij ingrepen groter dan 100 m² en dieper dan 0,5 m. Binnen de genoemde gebieden zijn met enkele uitzonderingen, alle werkzaamheden aanlegvergunningplichtig. Als het onvermijdelijk is dat ingrepen worden gedaan, dan dient een vindplaats te worden opgegraven voordat een aanlegvergunning kan worden verstrekt. De nota is juridisch verankerd in de gemeentelijke archeologieverordening.

I.4 Te nemen besluiten

Op grond van onderstaande wetten dient het bevoegd gezag een besluit te nemen (dit is meestal een vergunning).

17. Wet op de archeologische monumentenzorg (Wamz)

Uitgangspunten van de Wamz zijn onder meer:

- behoud van waardevolle archeologische resten ter plaatse ('in situ');
- de verstoorder (van de bodem) betaalt;
- vooronderzoek van de bodem in een zo vroeg mogelijk stadium van de planontwikkelingen doen;
- de verantwoordelijkheid voor archeologische monumentenzorg wordt bij gemeenten neergelegd.

De Wamz stelt het verplicht om, voorafgaand aan bodemingrepen vast te stellen of door de ingreep archeologische waarden bedreigd worden. Indien dat het geval is dient de bodemingreep voorkomen te worden óf dienen de archeologische waarden op gegraven te worden.

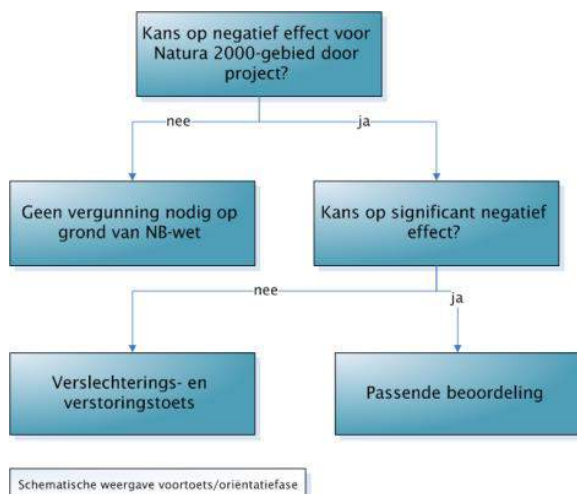
18. Natuurbeschermingswet 1998 (Nbw)

De Nbw regelt de bescherming van natuurgebieden in Nederland. Het gaat daarbij om de bescherming van:

- gebieden van nationaal belang (de Beschermde Natuurmonumenten);
- gebieden van internationaal belang (Natura 2000);
- gebieden die de minister van EL&I aanwijst ter uitvoering van verdragen of andere internationale verplichtingen (met uitzondering van verplichtingen op grond van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn), zoals Wetlands.

Het Markermeer is aangewezen als Natura 2000-gebied. In een voortoets wordt aan de hand van een bureaustudie bepaald wat het effect is van een initiatief op een Natura 2000-gebied. Er wordt een indicatie verkregen van de mogelijke negatieve effecten en welke procedurele vervolgstappen nodig zijn. Als tijdens de voortoets al duidelijk wordt dat er zeker geen negatieve effecten zijn, dan is er geen vergunningplicht en hoeft de initiatiefnemer verder niets te doen. In het andere geval volgt een nadere toetsing, zie figuur 5.1.

Zo kan in een vroeg stadium overzicht worden gekregen wat aan onderzoek en procedures (en daarmee tijd en kosten) noodzakelijk zal zijn. Dit kan helpen om in een vroeg stadium het succes op realisatie van de activiteit te toetsen en zo nodig de activiteit aan te passen. Voor dit MER is er voor gekozen om direct een Passende Beoordeling uit te voeren.



Figuur 5.1 Schematische weergave voortoets (bron: www.natura2000.nl)

De Passende beoordeling geeft aan welke doelstellingen er zijn voor de instandhouding of uitbreiding van bepaalde dier- en plantensoorten in Natura 2000-gebieden en welk effect het initiatief daarop heeft. Uiteindelijk geeft de Passende Beoordeling antwoord op de vraag of er significant negatieve effecten zijn (gelet op de doelstellingen en de staat van instandhouding) en of de natuurlijke kenmerken in het gebied worden aangetast. In bijgaand kader is uitgelegd wat een significant effect precies is.

Wanneer heeft een activiteit nu een significant effect op de natuurwaarden?

Er is sprake van significante gevolgen (of een significant negatief effect) als door menselijk handelen een doelstelling die voor de relevante beschermde natuurwaarden in een Natura 2000-gebied niet gehaald wordt. Met beschermde natuurwaarden worden beschermde habitats (leefgebieden van organismen) en beschermde plant- en diersoorten genoemd. Deze zijn opgenomen in het Aanwijzingsbesluit van het Natura 2000-gebied.

Voor de beschermde natuurwaarden zijn doelstellingen in het betreffende gebied vastgesteld. Steeds als er een voornemen is om een bepaalde activiteit uit te voeren in een Natura 2000-gebied (in dit geval dus de realisatie van een slibput in het Markermeer), dan moet worden gezien of het behalen of behouden van de doelstellingen in het geding is. Dit is gedaan middels de Passende Beoordeling in bijlage XI.

19. Flora- en faunawet (Ffw)

De Ffw beschermt in het wild voorkomende dier- en plantensoorten. De Habitatrichtlijn, de Vogelrichtlijn en het CITES-verdrag maken onderdeel uit van de Flora- en faunawet. Het uitgangspunt van de Ffw is 'Nee, tenzij'. Dit betekent dat alles wat schadelijk is voor bedreigde soorten verboden is. Van het verbod ('nee') kan alleen onder bepaalde voorwaarden ('tenzij') worden afgeweken. De wet biedt de mogelijkheid om een ontheffing aan te vragen voor bepaalde activiteiten.

20. Ontgrondingenwet (Ow)

De Ow regelt het winnen van zand, grind, klei en andere materialen uit de Nederlandse (water)bodem. Voor dergelijke winningen in Rijkswateren moet bij Rijkswaterstaat een vergunning worden aangevraagd.

21 .Besluit lozen buiten inrichtingen (Bbi)

De Bbi is van toepassing op lozingen die niet vanuit een particulier huishouden of een inrichting plaatsvinden. In het Bbi zijn voor een aantal specifieke activiteiten algemene regels opgesteld ten aanzien van lozingen. Als aan deze algemene regels wordt voldaan, kan worden volstaan met een melding en hoeft dus geen vergunning te worden aangevraagd. Het besluit is gebaseerd op de Wet milieubeheer, de Waterwet en de Wet bodembescherming.

22. Besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Met het Bbk worden milieuhygiënische voorwaarden gesteld aan de toepassing van bouwstoffen, grond en baggerspecie ter bescherming van de bodem en het oppervlaktewater. Bij dit initiatief is het Bbk van belang als de bovenlaag van het Markermeer toegepast gaat worden in bijvoorbeeld de Markerwadden. Het Bbk is een besluit op grond van de Wet milieubeheer, de Wet bodembescherming en de Waterwet.

23. Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)

Het Markermeer valt voor een groot deel binnen de gemeentegrenzen van Lelystad. Op 28 mei 2013 is er door de gemeenteraad de beheersverordening 'IJsselmeer - Markermeer - Oostvaardersplassen' vastgesteld. Markerzand past binnen de beheersverordening. Er is een omgevingsvergunning conform art. 2.1 Wabo nodig voor het afgraven, ophogen en egaliseren van gronden.

Voor de besluiten in het kader van de Nbw en de Ow is een milieueffectrapportage verplicht (zie ook paragraaf 1.3).

Bijlage II

De m.e.r.: het hoe en waarom

Bijlage II De procedure voor de milieueffectrapportage

In deze bijlage wordt de procedure rondom de milieueffectrapportage (m.e.r.) nader toegelicht.

Wat is m.e.r.?

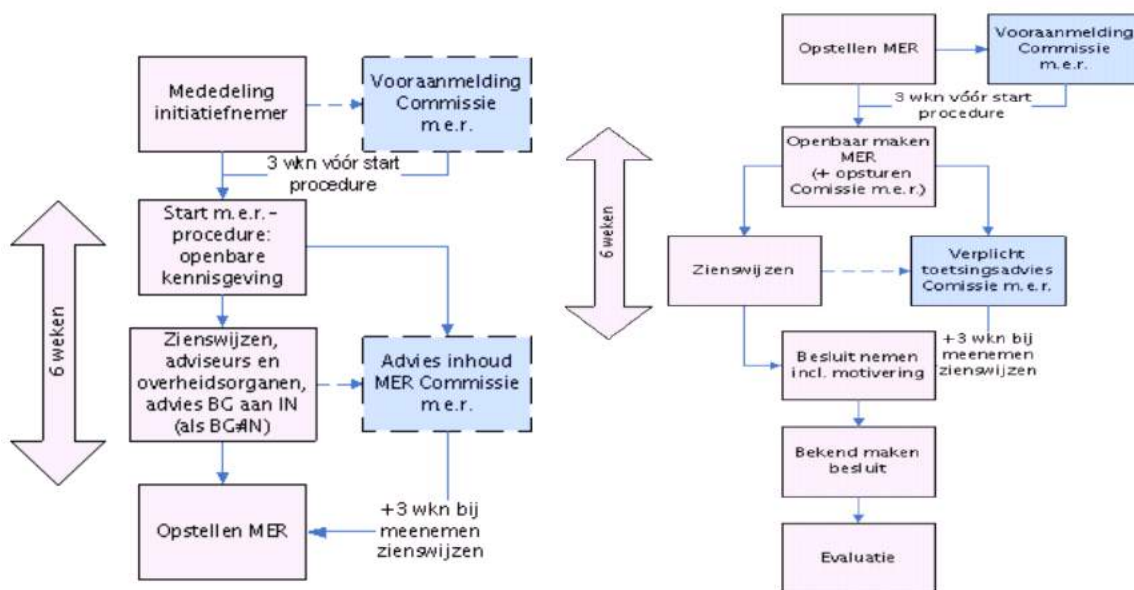
In Nederland is het verplicht voor ontwikkelingen met mogelijke belangrijke nadelige milieugevolgen een zogenaamde m.e.r. te doorlopen. De m.e.r. staat voor de totale procedure en een MER staat voor milieueffectrapport. Voor een ontwikkeling zoals zandwinning heeft de wetgever in het Besluit m.e.r. aangegeven dat mogelijke belangrijke nadelige milieugevolgen niet op voorhand uit te sluiten zijn. Het doel van de m.e.r. is het milieubelang volwaardig en vroegtijdig in de plan- en besluitvorming te betrekken. Ten eerste is dit om bij het nemen van besluiten inzicht te krijgen in de effecten van de voorgenomen activiteit op de omgeving. Ten tweede om onderzoek te kunnen doen naar mogelijke maatregelen om negatieve effecten op de omgeving te verminderen en/of te compenseren. De m.e.r. is geen doel op zich, maar vindt altijd plaats ten behoeve van het nemen van een concreet besluit. De m.e.r. kent een aantal verplichte (procedure)stappen. De resultaten van het milieuonderzoek worden opgenomen in een milieueffectrapport.

Waarom is een m.e.r. voor ontgroning in de Markermeer nodig?

De ontgroning is m.e.r.-beoordelingsplichtig, omdat het valt onder de bepalingen van activiteit van onderdeel D 29.2 Besluit m.e.r.: de winning van mineralen door afbaggering van de zee-, meer- of rivierbodem dan wel de wijziging of uitbreiding daarvan, in het geval waar de activiteit betrekking heeft op een oppervlakte van 50 hectare of meer en plaatsvindt in een gevoelig gebied (hier: Natura 2000). Aangezien verwacht wordt door initiatiefnemer en bevoegd gezag dat de conclusie uit de m.e.r.-beoordeling zal zijn dat er een m.e.r. opgesteld moet worden, heeft de initiatiefnemer ervoor gekozen om meteen een m.e.r. op te stellen.

De stappen in een m.e.r.-procedure

In figuur 1 is de m.e.r.-procedure in een schema weergegeven. Voor de ontgroningvergunning geldt de zogenoemde beperkte m.e.r.-procedure.



Figuur 1. Schema uitgebreide m.e.r.-procedure bron: Cie M.e.r.

Hieronder zijn de stappen in de procedure verder uitgewerkt:

1. Mededeling van het project: De initiatiefnemer die een aanvraag wil indienen voor een vergunning die m.e.r.-plichtig is, meldt dit schriftelijk aan het bevoegd gezag.

2. Kennisgeving: Het bevoegd gezag geeft er kennis van dat het een besluit aan het voorbereiden is. In deze kennisgeving staat:

- dat de stukken over het voornemen ter inzage worden gelegd, waar en wanneer dit gebeurt;
- dat er gelegenheid wordt geboden zienswijzen over het voornemen naar voren te brengen, aan wie, op welke wijze en binnen welke termijn;
- of de Commissie m.e.r. of een andere onafhankelijke instantie gevraagd wordt advies uit te brengen over de voorbereiding van het plan;
- of de activiteit plaatsvindt in de ecologische hoofdstructuur of in een Natura 2000-gebied.

3. Raadpleging: Het bevoegd gezag adviseert de initiatiefnemer over de reikwijdte en het detailniveau. Het bevoegd gezag raadpleegt de betrokken bestuursorganen en de wettelijke adviseurs die bij het besluit moeten worden betrokken over de reikwijdte en het detailniveau van het MER. In het voortraject van de m.e.r.-procedure is een advies van de Commissie m.e.r. niet verplicht. Van de mogelijkheid tot adviesaanvraag kan echter wel gebruik worden gemaakt. De Commissie stelt in dat geval een werkgroep samen en brengt schriftelijk een (openbaar) advies uit.

4. Advies reikwijdte en detailniveau: Het bevoegd gezag geeft advies aan de initiatiefnemer over de reikwijdte en het detailniveau van het op te stellen MER. Dit moet binnen zes weken nadat de mededeling is ontvangen.

5. Opstellen en indiening Milieueffectrapport (MER) en vergunningaanvragen: De initiatiefnemer stelt een MER op en dient dit tezamen met de vergunningaanvragen in bij het bevoegd gezag.

6. Kennisgeving en terinzagelegging en inspraak: Het bevoegd gezag geeft openbaar kennis van het MER en legt die met het ontwerpbesluit voor een ontgrondingvergunning ter inzage. Iedereen kan dan zienswijzen indienen over het MER en het ontwerpbesluit. De inspraaktermijn is doorgaans zes weken, maar volgt de termijn van bedenkingen van de procedure voor het besluit.

7. Advisering door de Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r. brengt advies uit over het MER binnen de termijn die ook voor de zienswijzen geldt (doorgaans zes weken)

8. Definitief besluit: Het bevoegd gezag neemt een definitief besluit. Daarbij geeft het aan hoe rekening is gehouden met de in het MER beschreven milieugevolgen, wat is overwogen over de in het MER beschreven alternatieven, over de zienswijzen. Ook geeft het bevoegd gezag aan hoe burgers en maatschappelijke organisaties bij de voorbereiding van het plan zijn betrokken. Verder wordt vastgesteld hoe en wanneer er geëvalueerd wordt.

9. Bekendmaking van het besluit: Het besluit wordt bekendgemaakt. De bekendmaking vindt in principe plaats op de manier zoals dat in de wet staat op grond waarvan het besluit wordt genomen.

8. Bezwaar en beroep: De mogelijkheden om bezwaar te kunnen maken en beroep aan te kunnen tekenen tegen het vastgestelde plan of tegen het besluit volgen uit de wettelijke bepalingen waarin de betreffende moeder- of basisprocedure is vastgelegd.

9. Evaluatie: Het bevoegd gezag evalueert de werkelijk optredende milieugevolgen zoals dat beschreven is in de evaluatieparagraaf van het besluit. Het bevoegd gezag neemt zo nodig aanvullende maatregelen om de gevolgen voor het milieu te beperken.

1 Bronnen

- Europese Commissie, Witboek Stappenplan voor een interne Europese vervoersruimte – werken aan een concurrerend en zuinig vervoerssysteem, 2011.
- Een toekomstbestendig Markermeer-IJmeer, eindrapport Werkmaatschappij Markermeer – IJmeer 27 september 2012 RRAAM.
- Notitie Reikwijdte en Detailniveau ten behoeve van het beoordelingskader RRAAM, de plan-MER.
- MKBA, Ministerie van Infrastructuur en Milieu/Rijksteam Amsterdam-Almere-Markermeer in het kader van RRAAM, 19 mei 2011.
- Ontwerp-Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer, Ministerie Infrastructuur en Milieu, april 2013.
- Plan-MER RRAAM, DHV, november 2012.
- Scenario's hydrodynamica en slibtransport Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer, Deltares, 2009.
- Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer Initiële bureaustudie slib 2010 RWS Dienst IJsselmeergebied, Haskoning 31 augustus 2010.
- <http://www.vissersbond.nl/>;
- Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2010, IMARES Wageningen UR, 1 april 2011.
- Achtergronddocument 4 Water Bouwsteen voor Toekomstagenda Markermeer en IJmeer Samenwerkingsverband Markermeer-IJmeer, januari 2008.
- www.markermeerijmeer.nl.
- Parallelspoor Bodemwaarden Markermeer IJmeer, ADC Heritage, 18 december 2007, uitgevoerd ihkv het project Toekomst Markermeer IJmeer geïnitieerd vanuit de Werkgroep Ruimtelijke Kwaliteit.
- Nota Mobiliteit, Ministeries Verkeer en Waterstaat en VROM, 2004

Bijlage III

Advies over de inhoud van het milieueffectrapport



Retouradres Postbus 600 8200 AP Lelystad

Markerzand v.o.f. p/a Mineralis
de heer J. van der Walie
Postbus 31
8090 AA Wezep
Nederland

RWS Midden-Nederland

"Smedinghuis"
Zuiderwägenplein 2
8224 AD Lelystad
Postbus 600
8200 AP Lelystad
T 0320-299111
F 0320-234300
www.rijkswaterstaat.nl

Contactpersoon
P.C. van Gelder

T 06 212 058 60
peter.van.gelder01@rws.nl

Datum 4 november 2013
Onderwerp Advies NRD zandwinning Markerzand

Ons kenmerk
RWS-2013/55028

Geachte heer Van Der Walle,

Per brief van 22 mei 2013 heeft Van Oord Nederland bv, namens Markerzand vof, aan het bevoegd gezag kenbaar gemaakt dat Markerzand vof in een gebied ter grootte van 420 hectare zand wil gaan winnen. Het gebied ligt in het zuidwestelijke deel van het Markermeer. Ten behoeve van het initiatief heeft u een concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau opgesteld. Deze notitie heeft van 4 juli 2013 tot en met 14 augustus 2013 ter inzage gelegen. Hierop zijn diverse inspraakreacties ontvangen.

Het is de taak van het bevoegd gezag om u naar aanleiding van de inspraakreacties te adviseren over de aanvullende informatie die voor het MER van belang is, naast de informatie uit uw concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau.

Rijkswaterstaat heeft als bevoegd gezag voor het project-MER gereageerd op de concept-NRD (brief van 21 februari 2013, RWS-2013/9684). De in deze brief genoemde aandachtspunten zijn deels verwerkt. Zie hiervoor het onderstaande schema:

onderwerp	status	voldoet?
multifunctionaliteit van de zandwinning	In de NRD is aangegeven dat er ten behoeve van het MER onderzoek wordt uitgevoerd dat inzichtelijk maakt wat de bijdrage is van de slibvang aan de kwaliteit van het oppervlaktewater (doorzicht). Bij het ontwerp van de put dient rekening te worden gehouden met CUR Aanbeveling 113 "Oeverstabiliteit bij zandwinputten".	ja
alternatieve locaties	Op basis van de huidige situatie is de eerder gemaakte opmerking met betrekking tot de VAL als alternatieve zandwinlocatie niet meer actueel. Hier wordt in het vervolg van deze brief uitgebreid op ingegaan.	ja

uitvoeren passende beoordeling	Uit tabel 7.1 blijkt dat er een passende beoordeling wordt uitgevoerd.	ja
geohydrologische effecten als gevolg van de winddiepte, in het bijzonder het vrijkomen van brakke of zoute grondwaterstromen	De grondwatereffecten op de Flevopolder worden kwantitatief in het MER beschreven.	ja

RWS Midden-Nederland

Datum
4 november 2013
Ons kenmerk
RWS-2013/55028

In bijlage 1 is een samenvatting van de externe adviezen opgenomen. Hierin staat de belangrijkste aanvullende informatie die voor het MER van belang is. De gevraagde aanvullende informatie betreft in veel gevallen een nadere detaillering van de in de NRD aangegeven milieu-thema's. Voor een deel overlappen de adviezen elkaar ook.

Bijlage 2 bevat de integrale tekst van de inspraakreacties. Deze kan worden geraadpleegd om inzicht te krijgen in de details van de inspraakreacties. Het is voor de inhoud van het MER van belang dat ook de detailopmerkingen worden verwerkt.

Opmerkingen naar aanleiding van de ingebrachte adviezen

Algemene opmerkingen

Behalve de concrete verzoeken om aanvullende informatie zijn er ook algemene opmerkingen gemaakt. Wij adviseren u om hier rekening mee te houden.

- Waterschap Zuiderzeeland verzoekt om tijdige inzage van onderzoeksrapporten die de waterschaptaken raken;
- De Coöperatieve Productenorganisatie Nederlandse Vissersbond IJsselmeer U.A. vraagt niet concreet om aanvullende informatie. Wel benoemt zij in de vorm van zienswijzen een aantal effecten die optreden als gevolg van de zandwinning. Ik adviseer u om bij het opstellen van het MER zoveel mogelijk rekening te houden met deze zienswijzen;
- De gemeente Waterland wijst er op dat wanneer de activiteiten plaatsvinden binnen de grenzen van de gemeente Waterland, er een omgevingsvergunning nodig is;
- De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed merkt op dat het aspect "Aanwezigheid van niet gesprongen explosieven" niet bij het onderdeel Archeologie, cultuurhistorie en aardkundige waarden hoort.

Specifieke opmerking: Verdiepen vaargeul (Stichting het Blauwe Hart en gemeente Almere)

Stichting Het Blauwe Hart vraagt om onderzoek naar verdieping van de bestaande vaargeulen. Naar aanleiding van dit verzoek kan wordt opgemerkt dat de zandwinning in de VAL (Vaargeul Amsterdam Lemmer) in het Markermeer bijna geheel is vergund. Wanneer VAL 10 binnenkort is uitgegeven rest nog een deel van VAL 4, maar deze is voor de reguliere zandwinning economisch gezien niet aantrekkelijk. Amsterdam heeft de VAL tot circa 8 km noordoostelijk van gemaal Blocq van Kuffeler op diepte gebracht.

Er kan worden geconcludeerd dat de VAL vrijwel volledig is uitgeput. Verdere verdieping door middel van zandwinning kan niet op een rendabele manier worden gerealiseerd. Het verdiepen van de VAL tot beneden de voor de scheepvaart benodigde diepte valt niet binnen de randvoorwaarde multifunctionaliteit zoals bedoeld in het ontgrondingenbeleid.

Op basis van deze situatie vindt Rijkswaterstaat het niet zinvol om het verder verdiepen van de VAL als alternatief in het MER te onderzoeken.

De vaarroute van Almere naar Enkhuizen heeft (nog) geen officiële status als vaargeul voor de binnenvaart en kent als zodanig geen aanleg of verbeterdoelen. Een vergunning voor zandwinning in deze vaarroute kan dan ook nu niet worden verstrekt op basis van de multifunctionaliteit "aanleg/verbetering vaargeul".

Specifieke opmerking: Samenhangende projecten (gemeente Almere)

De gemeente Almere geeft aan dat het belangrijk is om de definitieve locatie in samenhang met andere initiatieven in het IJmeer/Markermeer te bepalen. De buitendijkse plannen, zoals aangegeven in de Structuurvisie 2.0 van de gemeente, zijn met het uitstel van de IJmeerverbinding op de lange baan geschoven. In de dit jaar nog vast te stellen Rijkstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer wordt hierover het volgende gezegd:

"Het IJland (grootschalig buitendijks bouwen) voor de kust van Almere is op basis van de huidige onderzoeken nu geen kansrijk perspectief, omdat een relatief duur eiland niet aansluit bij de opdracht van RRAAM om de kosten te optimaliseren."

Een IJmeerverbinding en de daarmee in samenhang te ontwikkelen buitendijkse woningbouw komen pas mogelijk vanaf 2025 in beeld.

Omdat de bovengenoemde projecten nog zeer onzeker en onvoldoende concreet zijn, vindt Rijkswaterstaat het niet zinvol om deze projecten in het MER mee te nemen.

Samenvatting/Conclusies

Ik benadruk dat de haalbaarheid van het project voor een belangrijk deel afhangt van het multifunctionele karakter door middel van de slibvangfunctie. Hiervoor is een overtuigende onderbouwing, ondersteund met valide onderzoek, een voorwaarde.

Het is belangrijk dat de definitieve locatie in samenhang met andere initiatieven in het IJmeer/Markermeer wordt bepaald. De onderlinge beïnvloeding moet onderdeel zijn van het MER.

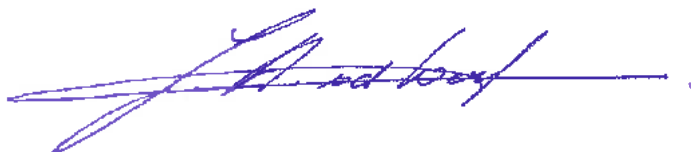
Ik stuur een afschrift van deze brief naar de betrokken bestuursorganen en de belangenorganisaties die hebben ingesproken op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau.

Vragen?

Voor vragen kunt u contact opnemen met de heer P. van Gelder, telefoon 06-21205860.

Hoogachtend,

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU
namens deze,
HOOFD VERGUNNINGVERLENING



mr. J.A. van der Werf

Verzendlijst bij brief met kenmerk RWS-2013/55028:

RWS Midden-Nederland

Van Oord Nederland bv
de heer A.D.J. Makkink
Postbus 243
4200 AE Gorinchem

Datum
4 november 2013
Ons kenmerk
RWS-2013/55028

LBP Sight
de heer P.D. Thoenes
Postbus 1475
3230 BL Nieuwegein

Provincie Flevoland
t.a.v. mw. F.C.L. Geenevasen-Spaan
Postbus 55
8200 AB Lelystad

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
E. Romeijn
Postbus 1600
3800 BP Amersfoort

Provincie Noord-Holland
M. Hartman
Postbus 3007
2001 DA Haarlem

Stichting Het Blauwe Hart
mw. F.F. Fleischer
Postbus 222
1850 AE Heiloo

Gemeente Waterland
mw. A. Mobron
Postbus 1000
1140 BA Monnickendam

Gemeente Almere
mw. T.C.M. van den Eskamp
Postbus 200
1300 AE Almere

Waterschap Zuiderzeeland
F. Stoppelenburg
Postbus 229
8200 AE Lelystad

Coöperatieve Producentenorganisatie Nederlandse Vissersbond IJsselmeer U.A.
D.J.T. Berends
Postbus 64
8300 AB Emmeloord

Bijlage 1: Samenvatting aanvullende informatie die voor het MER van belang is op basis van de externe adviezen

RWS Midden-Nederland

Datum
4 november 2013
Ons kenmerk
RWS-2013/55028

	Gevraagde aanvullende info	organisatie
1	Kwantificeren van de effecten op de biomassa driehoeksmosselen die bij het westelijke en oostelijke alternatief verloren in het plangebied verloren gaan.	Provincie Flevoland
2	Kwantificeren van de effecten van de winbaarheid van de driehoeksmossel voor de verschillende vogelsoorten.	Provincie Flevoland
3	Kwantificeren van de stikstofdepositie als gevolg van de toename van het transport over water.	Provincie Flevoland
4	Onderzoek naar de effecten op de drinkwatervoorraad in het derde watervoerend pakket.	Provincie Flevoland
5	Meenemen van de verwachtingenkaart voor het IJmeer-Markermeer van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.	Provincie Flevoland
6	Beschrijving van de autonome ontwikkeling van de beroepsvaart.	Provincie Flevoland
7	Beschrijving van het verschuiven van de vaarbewegingen in het Markermeer wanneer de slibvang is gerealiseerd en de beroepsvaart hier (voor een deel) gebruik van zal maken.	Provincie Flevoland
8	De geplande einddatum van het project.	Provincie Flevoland
9	Effect op de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater binnendijks. Concreet wordt met name een toename van zout-, ijzerhoudende en nutriëntrijke kwel bedoeld.	Waterschap Zuiderzeeland
10	Een kwalitatieve beoordeling van de te verwachten effecten op het diepere grondwater door extra toevoer van nutriënten.	Waterschap Zuiderzeeland
11	Verstoring/aantasting van het beschermde landschap IJmeer/Markermeer.	Gemeente Waterland
12	Hinder (geluid, luchtkwaliteit en zicht) voor de bewoners van Marken en de kuststrook van de gemeente Waterland.	Gemeente Waterland
13	Invloed op watersport, recreatie en toerisme in het IJmeer/Markermeer en de gemeente Waterland.	Gemeente Waterland
14	Aantasting van recreatie vaar- en schaatsroutes in het IJmeer/Markermeer.	Gemeente Waterland
15	Cumulatie en externe werking op ontwikkelingen die zijn opgenomen in de bestemmingsplannen Buitengebied 2013, Marken 2013 en Camping jachthaven Uitdam.	Gemeente Waterland
16	Ten aanzien van het thema archeologie geeft de gemeente Waterland aan dat moet worden aangetoond dat er geen sprake is van archeologische waarden, of wordt aangetoond dat deze niet worden geschaad of verstoord.	Gemeente Waterland
17	Aanwezigheid van kwalificerende soorten in ruimte in tijd in relatie tot de uitvoering van het werk.	Provincie Noord-Holland
18	Effecten moeten niet alleen worden onderzocht ter plaatse van de zandwinlocatie, maar in een breder perspectief namelijk de toename van vaarbewegingen op open water en/of logistieke activiteiten aan de wal/in de haven.	Provincie Noord-Holland
19	Een volledige cumulatieanalyse, d.w.z. inclusief andere aspecten dan zandzinning, zoals bijvoorbeeld	Provincie Noord-Holland

	recreatievaart.	
20	De stikstofeffecten moeten niet alleen kwalitatief maar ook kwantitatief worden onderzocht.	Provincie Noord-Holland
21	Onderzoek naar de paaigebieden van de spiering. Aangevoerd moet worden dat er geen (significant) negatieve effecten zullen optreden.	Provincie Noord-Holland
22	Onderzoek naar het verdiepen van de vaargeulen als alternatief.	Stichting Het Blauwe Hart
23	Onderbouwing voor de geplande winddiepte van 40 meter.	Stichting Het Blauwe Hart
24	Kans op stratificatie en zuurstofloosheid.	Stichting Het Blauwe Hart
25	Kwantificering van de bijdrage aan het totale slibprobleem van het Markermeer. Een achterliggende vraag hierbij is of slibvang in de put leidt tot versterking van bodemerrosie op andere locaties.	Stichting Het Blauwe Hart
26	Gedetailleerde beschrijving van het werkproces en verschillende varianten inclusief de effecten op natuur-, milieu- en landschappelijke effecten in beeld brengen.	Stichting Het Blauwe Hart
27	Beschrijving van het aspect lichtuitstraling.	Stichting Het Blauwe Hart
28	Beschrijven van de geplande natuurontwikkelingsprojecten en aantonen dat de natuur dat daadwerkelijk beter van wordt.	Stichting Het Blauwe Hart
29	Beschrijving van de wijze van monitoring van de effecten op natuur, slib en bodem, inclusief een 0-meting.	Stichting Het Blauwe Hart
30	Behalve scheepwrakken, dient er bij het vaststellen van de ontgrondingslocatie ook rekening te worden gehouden met land-gebonden archeologische resten.	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
31	Er moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van archeologische waarden in de bovengrond.	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
32	Bij de beschrijving van de huidige situatie is het van belang om archeologie en cultuurhistorie mee te nemen.	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
33	Er moet rekening worden gehouden met de Nota Visie Erfgoed en Ruimte.	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
34	In tabel 6.1 ontbreekt wet- en regelgeving, waaronder de Monumentenwet, Ontgrondingenwet en het gemeentelijk beleid Lelystad en Almere.	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
35	Bij de beschrijving van het aspect archeologie, cultuurhistorie en aardkundige waarden is het van belang om rekening te houden met de 'Handreiking Cultuurhistorie in m.e.r. en MKBA'.	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
36	Het is belangrijk dat de definitieve locatie in samenhang met andere initiatieven in het IJmeer/Markermeer wordt	Gemeente Almere

RWS Midden-Nederland

Datum

4 november 2013

Ons kenmerk

RWS-2013/55028

	bepaald. De onderlinge beïnvloeding moet onderdeel zijn van het MER.	
37	De gevolgen (natuur, transport over water en watersport) van de lange doorlooptijd op het projectgebied en haar omgeving.	Gemeente Almere
38	In het Almeerder grondgebied ligt een aantal bekende vliegtuigwrakken die een beschermde status hebben, waar rekening mee gehouden moet worden.	Gemeente Almere
39	De effecten op het grondwater moeten kwalitatief beschreven worden. Wanneer de kennis ontbreekt kan dit aanleiding zijn voor een verdiepingsonderzoek of monitoring tijdens de uitvoering.	Gemeente Almere
40	Onder autonome ontwikkeling is geen rekening gehouden met Markerwadden. Kan Markerwadden niet zonder deze ontgroning? Markerwadden zal ook de waterkwaliteit sterk verbeteren, ook zonder dit plan.	Gemeente Lelystad
41	In tabel 6.1 mist het ruimtelijk beheersplan dat recent is vastgesteld.	Gemeente Lelystad
42	Voorgesteld wordt om eerst bureauonderzoek uit te voeren en na de keuze van de locatie winningsvak(ken) vervolgonderzoek uit te voeren naar het (de) te verstoren gebied(en) totdat de impact voldoende is vastgesteld.	Gemeente Lelystad
43	In tabel 6.1 mist het archeologiebeleid van de gemeente Lelystad.	Gemeente Lelystad

RWS Midden-Nederland

Datum
4 november 2013

Ons kenmerk
RWS-2013/55028



**Milieueffectrapportage ontgroning
Markerzand**

Notitie over de inhoud van het milieueffectrapport



Opdrachtgever
Markerzand v.o.f.
Contactpersoon
de heer J.L. Van der Walle
Kenmerk
R085745ab.00001.pt
Versie
07_004
Datum
22 mei 2013
Auteurs
Mw. drs. ing. C.B.E. van Munster
Mw. ing. D.A. Riemer
Dhr. drs. P.D. Thoenes

LBP|SIGHT 

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Achtergrond.....	4
1.2	Doelstellingen en het initiatief	4
1.3	Waarom een MER?	5
1.4	Plangebied en studiegebied.....	5
1.5	Doel van deze notitie	7
1.6	Leeswijzer	7
2	Werkwijze ontgroning.....	8
3	Slibvang	11
4	De MER- alternatieven	12
4.1	Zoekgebied	12
4.2	Vier alternatieven	13
4.3	Westelijk alternatief	13
4.4	Oostelijke alternatief	13
4.5	Basisalternatief.....	13
4.6	Alternatief Bouwen met natuur.....	14
5	Referentiesituatie	15
5.1	Autonome ontwikkeling	15
5.2	Huidige situatie.....	15
6	Beleidskader	19
7	Beoordelingskader van het milieueffectrapport	20
8	De procedure voor de milieueffectrapportage	21
8.1	Wat is m.e.r.?	21
8.2	Waarom is een m.e.r. voor ontgroning in de Markermeer nodig?	21
8.3	De stappen in een m.e.r.-procedure	21
9	Bronnen.....	24

1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft het voornemen van Markerzand v.o.f. om een ontgroning uit te voeren in het Markermeer en waarom Markerzand v.o.f. dat wil doen (paragraaf 1.1 en 1.2). Verder wordt toegelicht waarvoor deze notitie is geschreven (paragraaf 1.3 en 1.4). Paragraaf 1.5 is de leeswijzer.

1.1 Achtergrond

Markerzand v.o.f. bestaat uit de bedrijven Van Oord Nederland, Mineralis en De Vries & van de Wiel. Van Oord Nederland en De Vries & van de Wiel zijn aannemingsbedrijven in de waterbouw en Mineralis is een groothandel in beton-, wegen- en waterbouwmaterialen. Markerzand v.o.f. wil zand winnen en een diepe slibvangput aanleggen in het Markermeer. Het zand is voor de zandmarkt in de periode 2014 tot 2035 voor bijvoorbeeld woningbouw in Almere en de overige delen van de noordelijke Randstad. De vrijkomende bovengrond kan nuttig worden toegepast in natuurbouwprojecten, zoals bijvoorbeeld het oermoeras aan de Houtribdijk en civieltechnische projecten zoals bijvoorbeeld vooroevers voor dijken. De diepe slibvangput heeft tot doel de ecologische kwaliteit van het water van het Markermeer te verbeteren.

In het Rijks-regioprogramma Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM) willen Rijk en regio dat de Noordelijke Randstad zich verder ontwikkelt tot een duurzame en internationaal concurrerende Europese topregio (de Noordvleugel). Dit vraagt om nieuwe, moderne woon- en werklocaties, goede bereikbaarheid en mogelijkheden voor natuur en recreatie. De langdurige vraag naar woningen is ondanks de crisis zo groot, dat meerdere bouwlocaties nodig zijn, zowel binnen bestaande steden als daarbuiten. Er is sprake van een drievoudige opgave:

- de groei van Almere met 60.000 woningen, gecombineerd met
- de verbetering van de bereikbaarheid van de Noordelijke Randstad en
- een (ecologische) kwaliteitsverbetering van het IJmeer en Markermeer.

Op 25 april 2013 heeft minister Schultz de toekomstplannen van Rijk en regio voor het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer gepresenteerd in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer.

Markerzand v.o.f. draagt met haar initiatief concreet bij aan het realiseren van deze veel-omvattende ruimtelijke ordeningsopgave.

1.2 Doelstellingen en het initiatief

De doelstellingen van het initiatief zijn:

- 60 miljoen m³ zand te winnen om te kunnen voorzien in de zandbehoefte in de periode van 2014 tot 2045;
- duurzaam omgaan met grondstromen en een kosteneffectief hergebruik van de vrijkomende bovengrond;
- bouwen met natuur waar mogelijk (bijvoorbeeld het oermoeras, vooroevers voor dijkversterking);

- bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit in het Markermeer door de slibvang;
- een haalbaar en maakbaar project (financieel rendabel, maatschappelijk acceptabel).

Deze doelstellingen worden gerealiseerd door het uitvoeren van een ontgroning in het zuid-westelijke deel van het Markermeer, waarmee een grote slibvangput wordt aangelegd.

De ontgroning vindt gefaseerd plaats in het zoekgebied zoals aangegeven in figuur 1.1 en bestaat uit een langgerekte ontgraving met een oppervlakte van maximaal 420 hectare. Dit komt overeen met circa 0,6% van het wateroppervlak van Markermeer-IJmeer. In Hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op het zoekgebied en de te onderzoeken alternatieven.

De ecologische kwaliteit van het Markermeer loopt sterk terug sinds de aanleg van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad. Dat komt omdat het water inmiddels veel slib en weinig voedsel bevat. Bij harde wind of storm wordt het slib telkens weer van de bodem opgewerveld, waardoor het water troebel wordt. Door wind en stroming verplaatst het slib zich over het hele Markermeer. Door de ontgroning wordt een diepe put gecreëerd waar het slib zich in grote hoeveelheden kan verzamelen en kan bezinken (zie paragraaf 2.2). Het water wordt dan minder troebel waardoor flora en fauna een betere kans krijgen zich te ontwikkelen. Hierdoor wordt een bijdrage geleverd aan de doelstellingen van het TBES (Toekomstbestendig Ecologisch Systeem) van het Markermeer-IJmeer.

1.3 Waarom een MER?

Voor de zandwinning is onder meer een vergunning in het kader van de Ontgrondingenwet noodzakelijk. Vanwege de omvang van het project moet er volgens het Besluit Milieueffectrapportage beoordeeld worden of er een milieueffectrapportageprocedure doorlopen moet worden ten behoeve van het besluit om een ontgroningvergunning af te geven. Aangezien door het bevoegd gezag en de initiatiefnemer wordt ingeschat dat er op basis van deze m.e.r.-beoordeling geconcludeerd wordt dat er een milieueffectrapportageprocedure doorlopen moet worden, is er voor gekozen de beoordelingsprocedure over te slaan en direct over te gaan tot het opstellen van een milieueffectrapport (MER).

Op dit moment is er geen sprake van vigerende bestemmingsplannen in het zoekgebied. Het is dus niet nodig om een bestemmingsplan te wijzigen of vast te stellen. Uit de Wet ruimtelijke ordening vloeit dus geen verplichting voort om een milieueffectrapport voor een plan (plan-MER) op te stellen.

1.4 Plangebied en studiegebied

Er wordt in het MER verschil gemaakt tussen het plangebied en het studiegebied. Het plangebied is het gebied waarbinnen de ingreep is geprojecteerd. In het milieueffectrapport worden verschillende alternatieven in beeld gebracht, met ieder zijn eigen plangebied.

De effecten trekken zich vaak uit tot buiten het plangebied. Het gebied waarin effecten kunnen optreden wordt het studiegebied genoemd. Het studiegebied kan van aspect tot aspect in omvang verschillen.

In figuur 1.1 is per locatiealternatief het plangebied en het maximale studiegebied aangegeven; die van het aspect geluid. In figuur 1.1 zijn twee alternatieve locaties weergegeven, die worden in hoofdstuk 4 toegelicht.

Om eventuele scheeps- of vliegtuigwrakken en andere archeologische objecten of niet-gesprongen explosieven (NGE) te kunnen vermijden, wordt in het MER uitgegaan van een plangebied dat driemaal zo breed is als de geplande ontgronding. De daadwerkelijk breedte van de ontgronding zal 300 tot 500 meter zijn. Aan de hand van de onderzoeksresultaten van de aspecten archeologie en NGE wordt de exacte locatie van de ontgronding binnen het plangebied vastgelegd. Er is dus enige speelruimte om bijvoorbeeld te vermijden dat de omtrek van de ontgronding over belangrijke scheepswrakken valt.



Figuur 1.1. Zoekgebied en de Studiegebieden en Plangebieden voor de twee alternatieve locaties.

1.5 Doel van deze notitie

Met deze Notitie reikwijdte en detailniveau wordt informatie gegeven over de opzet en inhoud van het MER ontgronding Markerzand. Het is een onderzoeksplan dat aangeeft welke alternatieven en welke milieuaspecten (reikwijdte) er in het MER worden onderzocht, hoe uitgebreid en op welke manier (detailniveau). Reeds gemaakte keuzes worden onderbouwd. Met deze notitie biedt Markerzand v.o.f. alle betrokken partijen - naast een beknopte uitleg van het initiatief - een vertrekpunt bij het aandraagen van adviezen over de inhoud van het MER.

1.6 Leeswijzer

In deze Notitie reikwijdte en detailniveau wordt het volgende weergegeven:

Hoofdstuk 2 beschrijft de huidige situatie, het voornemen en de alternatieven: welk gebied en activiteiten worden in de MER beschouwd. In hoofdstuk 3 worden de alternatieven beschreven die beoordeeld worden in het milieueffectrapport. Hoofdstuk 4 geeft een beschrijving van de referentiesituatie.

In hoofdstuk 5 is het beleidskader opgenomen en hoofdstuk 6 geeft het beoordelingskader weer waarin de te onderzoeken milieueffecten en -aspecten zijn beschreven. Tot slot gaat hoofdstuk 7 in op de stappen die in de m.e.r.-procedure doorlopen worden.

2 Werkwijze ontgroning

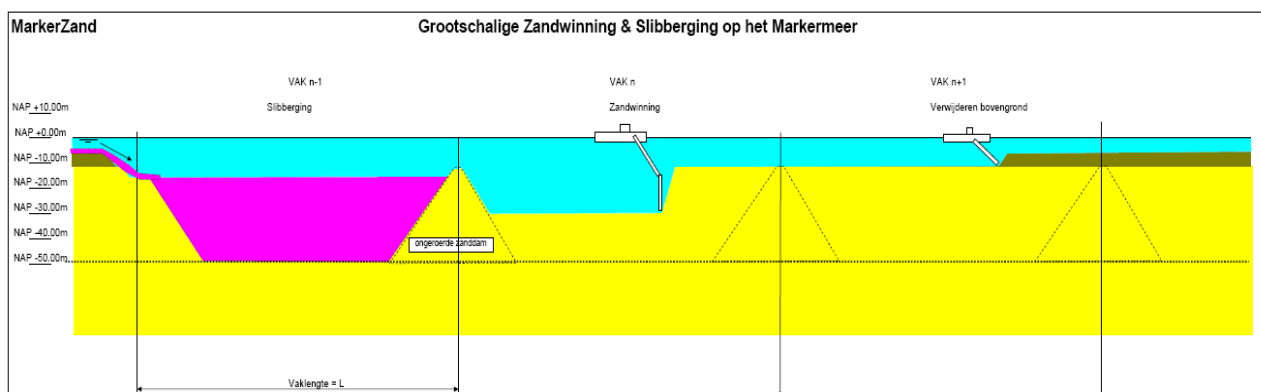
Dit hoofdstuk beschrijft in het kort de voorgenomen activiteit: hoe ontgroning voor zandwinning en natuurbouw in zijn werk gaat, welke technieken en welke materialen worden gebruikt. In het milieu-effectrapport wordt een uitgebreidere beschrijving van werkwijze en materieel opgenomen.

De slibvang wordt aangelegd door het uitvoeren van een ontgroning met de goede afmetingen en op de juiste plek om het slib op grote schaal af te kunnen vangen. De voorgenomen wijze van ontgronden, vaak in combinatie met het aanleggen van een vaargeul, is een gebruikelijke methode in het Markermeer en IJsselmeergebied. Zo is bijvoorbeeld ook de vaarweg Amsterdam - Lemmer deels tot stand gekomen.

De ontgroning wordt uitgevoerd in een periode van ongeveer 20 jaar. Gezien de afmetingen en volumes, vindt de uitvoering plaats in fases. Er zijn drie aansluitende deelgebieden (vakken) tegelijkertijd actief, waar per vak de volgende activiteiten worden uitgevoerd:

1. afgraven bovengrond;
2. zandwinning;
3. terugbrengen bovengrond.

Deze drie activiteiten verplaatsen zich steeds in onderlinge samenhang stapsgewijs door het gebied (als het ware een trein met drie treinstellen). Aangezien de vakken ieder ongeveer 500 meter lang zijn, is er steeds een gebied van 1500 meter lang in uitvoering. Dit komt overeen met 12,5 tot 17% van de uiteindelijke lengte van de slibvangput. Het overige deel van het gebied is dus óf gereed óf nog in de huidige toestand, en er vindt geen activiteit plaats.

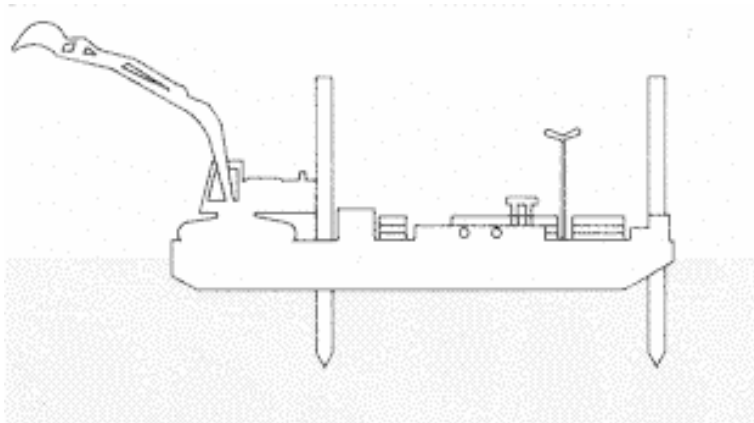


Figuur 2.1. Schematische tekening van 'het treintje' (van rechts naar links) van de ontgroning.

Afgraven bovengrond

De bovengrond is een 8 á 9 meter dikke laag van klei, veen en fijn zand, die verwijderd moet worden om zand te kunnen winnen in de zandlaag onder de laag bovengrond. De bovengrond is gezien de samenstelling en sterkte meestal niet geschikt voor civieltechnische toepassingen, zoals het opheffen van nieuwe woonwijken of als fundering voor nieuwe wegen.

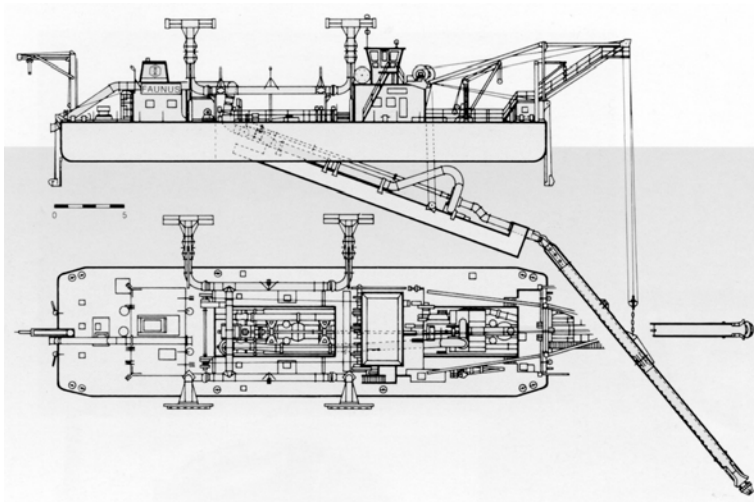
De bovengrond kan wel gebruikt worden voor natuurbouw (zoals het oermeeras) of kustverdediging (vooroevers voor dijken). De bovengrond wordt afgegraven met daartoe geschikt baggermaterieel zoals kraanponton, baggermolen of cutterzuiger. Afhankelijk van het gekozen alternatief wordt de bovengrond weer teruggebracht in de ontgraven put na de zandwinning of wordt deze afgevoerd per schip naar natuurbouwprojecten of dijkversterkingen in de omgeving van het Markermeer.



Figuur 2.2. Backhoe (hydraulische graafmachine op ponton)- voorbeeld van in te zetten baggermaterieel.

Zandwinning

Nadat de bovengrond is afgegraven en de zandlaag bloot ligt, vindt er zandwinning plaats met baggermaterieel zoals stationaire zandzuigers en varende sleephopperzuigers en/of diepzuigers. De afvoer van het zand vindt per schip plaats.



Figuur 2.3. Stationaire zandzuiger voor scheepsbelading (voorbeeld van materieel dat ingezet kan worden).



Figuur 2.4. Diepzuiger Gaasterland van Mineralis (voorbeeld van materieel dat ingezet kan worden).

Terugbrengen bovengrond

De bovengrond – voor zover die niet wordt afgevoerd naar een natuurbouwproject of een andere nuttige toepassing – wordt teruggestort in het vak waar reeds zand is gewonnen. In principe vindt dit plaats door de bovengrond, die wordt afgegraven uit het eerste vak, direct te transporteren naar het vak waar de zandwinning gereed is. Bijvoorbeeld door met een cutterzuiger de bovengrond van het nieuwe vak te baggeren en de grond door een pijpleiding te verpompen naar het op te vullen vak waar het zand is afgevoerd. Deze werkzaamheden kunnen ook worden uitgevoerd met sleep-hopperzuigers.



Figuur 2.5. Sleephopperzuiger Rival van Van Oord Nederland (voorbeeld van materieel dat ingezet kan worden).

3 Slibvang

Het rijksbeleid voor ontgrondingen in rijkswateren, met name de Beleidsregels Ontgrondingen in Rijkswateren (BOR), schrijft voor dat er sprake moet zijn van een multifunctionele ontgroning. Dat wil zeggen dat de ontgroning een tweede maatschappelijke functie moet hebben naast klei- of zandwinning. Als maatschappelijke functie wordt onder meer gezien dat de ontgroning ook een functie heeft voor natuurontwikkeling. Deze functie is hier de slibvangput, die overblijft na de ontgroning. Dankzij de lengte, volume en locatie van de put zal de slibvang op natuurlijke wijze een aanzienlijke hoeveelheid circulerend slib afvangen uit het water van het Markermeer. Mettertijd zal de slibproblematiek in het Markermeer hierdoor afnemen, het slib wordt permanent onttrokken uit het watersysteem en het water zal helderder worden. Door het onderzoek dat voor het MER wordt uitgevoerd zal inzichtelijk worden gemaakt in welke mate het effect van de slibvang zal bijdragen aan de waterkwaliteit (m.n. doorzicht).

Indien de vrijkomende bovengrond (deels) wordt toegepast in het Markermeer kan – afhankelijk van het betreffende natuurbouwproject – ook daardoor een bijdrage worden geleverd aan natuurontwikkeling en daarmee aan de maatschappelijke functie van de ontgroning.

De combinatie van zandwinning, natuurbouw met bovengrond en een grote slibvang is één van de componenten (optimalisatie grondstromen) van het TBES (Toekomstbestendig Ecologisch Systeem) van het Markermeer. In het Eindrapport Een Toekomstbestendig Markermeer - IJmeer van 27 september 2012 wordt onder meer gesteld "diepe putten dragen bij aan gewenste 'slibgradiënt'. Dit doen zij doordat ze lokaal slib afvangen waarna plaatselijk helder water ontstaat. Uit modelberekening blijkt dat ze vooral effectief zijn in combinatie met andere slibmaatregelen zoals luwtedammen. In het basisplan TBES is de aanleg van zeven diepe slibputten voorzien". De Markerzand-slibvang voorziet voor een aanmerkelijk deel in de - in het kader van TBES gewenste - diepe putten en het optimaal gebruik van grondstromen.

Om de doelstellingen voor het TBES in te vullen, zal ook de uitvoering van de andere in het Eindrapport voorgestelde maatregelen nodig zijn.

4 De MER- alternatieven

Dit hoofdstuk beschrijft de alternatieven die beoordeeld worden in het milieueffectrapport. De alternatieven zijn zodanig samengesteld dat er een bandbreedte in locatie en wijze van uitvoering ontstaat waarbinnen het voorkeursalternatief (VKA) gekozen kan worden. Het VKA is het alternatief waarvoor de vergunningen aangevraagd worden. In het MER worden twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken. Op deze wijze wordt onderzocht waar (locatie) en hoe (uitvoering) de ontgronding het beste kan worden gerealiseerd. Het VKA wordt een combinatie van een locatiealternatief en een uitvoeringsalternatief. De locaties liggen in een afgebakend zoekgebied (zie paragraaf 4.1).

De locatiealternatieven voor de ontgronding (zie figuur 1.1) zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief (zie paragraaf 4.4);
- het bouwen met natuuralternatief (zie paragraaf 4.5).

Het zoekgebied en de locatiealternatieven zijn weergegeven in figuur 1.1.

Alle alternatieven worden vergeleken met het referentiealternatief. Het referentiealternatief beschrijft de situatie waarbij het project Markerzand niet plaatsvindt en dient als meetlat voor de alternatieven. Het referentiealternatief – dit is de bestaande situatie plus de autonome ontwikkeling – wordt beschreven in hoofdstuk 5.

4.1 Zoekgebied

Het zoekgebied waarbinnen de ontgronding wordt gelokaliseerd is bepaald op grond van een aantal overwegingen:

- afstand houden van de ecologische waarden langs de Noord-Hollandsche kust;
- afstand houden van andere projecten in het Markermeer;
- afstand houden van de kustlijn in verband met het minimaliseren van mogelijke verstoring van natuur en hinder voor bewoners van de kuststrook en van Marken;
- aansluiting op de Vaargeul Amsterdam – Lemmer in verband met de afvoer van zand en bovengrond met gangbare beunschepen (die een bepaalde vaardiepte nodig hebben);
- goede kwaliteit van het zand in de ondergrond,
- geschiktheid van de locatie voor een slibvang met de juiste afmetingen.

4.2 Vier alternatieven

De vier in het MER te onderzoeken alternatieven worden hieronder nader beschreven.

Het betreft:

- het westelijk alternatief;
- het oostelijk alternatief.
- het basisalternatief ,
- het bouwen met natuuralternatief.

4.3 Westelijk alternatief

In het westelijk alternatief wordt de slibvang aangelegd onder de vaarroute van Amsterdam naar Enkhuizen. Dit heeft als bijkomend voordeel dat er een gedeeltelijke verdieping van de vaarroute ontstaat, waardoor de beroepsvaart op dit traject brandstof bespaart. In de huidige situatie hebben de grotere volbeladen schepen op kruissnelheid te weinig ruimte onder de kiel waardoor zij 'de bodem voelen' ('squat effect'), wat een remmend effect heeft op de schepen en dus tot een hoger brandstofverbruik leidt. De slibvang wordt aangelegd van zuid naar noord, zodat er voldoende waterdiepte ontstaat voor het transport van de vrijkomende grond en zand die steeds verbonden is met de vaargeul Amsterdam- Lemmer.

4.4 Oostelijke alternatief

De slibvang op de locatie van het oostelijke alternatief heeft een iets andere oriëntatie en is korter en breder. Het volume winbaar zand is gelijk aan dat van het westelijk alternatief. Ook deze slibvang wordt aangelegd van zuid naar noord vanaf de vaargeul Amsterdam- Lemmer.

4.5 Basisalternatief

Het basisalternatief bestaat in essentie uit een grootschalige ontgroning die voorziet in de combinatie van:

- het aanleggen van een slibvangput van 9 tot 12 km lengte en 350 tot 500 meter breedte en 15 tot 30 meter diepte;
- het tijdelijk uitnemen en later weer terugbrengen van de bovengrond;
- het uitvoeren van een zandwinning.

Onder de bovengrond, bestaande uit een samengestelde laag van fijn zand, klei en veenlaagjes, bevindt zich het winbare zand. Er wordt ontgrond tot maximaal 50 meter.

In dit alternatief wordt de bovengrond zoveel mogelijk geborgen in de zandwinput. De ontgroning vindt plaats van zuid naar noord. In het zuiden wordt aangetakt op de vaarroute Amsterdam - Lemmer ten behoeve van de afvoer per schip. De bovengrond van de eerste deelfase (zie hoofdstuk 2) wordt elders geborgen. In eerste instantie wordt gedacht aan de Vaargeul Amsterdam-Lemmer of in vooroevers voor dijkversterking of in natuurbouwprojecten. De geul die door de ontgroning ontstaat, functioneert als slibvangput.

4.6 Alternatief Bouwen met natuur

Dit alternatief is voor wat betreft de ontgroning zelf gelijk aan het basisalternatief. Alleen wordt de bovengrond niet teruggestort maar zo veel mogelijk afgevoerd en duurzaam ingezet bij bijvoorbeeld de aanleg van natuurgebieden in of aan het Markermeer. De bovenste laag van de bodem van het Markermeer bestaat uit klei, slib, veen en fijne zandlaagjes.

Die laag kan prima toegepast worden in civieltechnische en natuurbouwprojecten zoals bijvoorbeeld de realisatie van het oermoeras bij de Houtribdijk (zie figuur 3.1). Dit grootschalig wetland is één van de mogelijke maatregelen om een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem in het Markermeer te realiseren.



Figuur 4.1. Oermoeras – fase 1 van het project Marker Wadden van Natuurmonumenten

5 Referentiesituatie

In een MER worden de effecten van de alternatieven altijd vergeleken met de *referentiesituatie*. Dat is de situatie die in de toekomst ontstaat als de voorgenomen activiteit niet wordt ondernomen. De toestand van het milieu in de referentiesituatie wordt altijd gebaseerd op de bestaande situatie van het milieu, samen met de gevolgen van de zogenaamde autonome ontwikkeling, dus:

Referentiesituatie = bestaande situatie + autonome ontwikkeling.

Paragraaf 5.1 beschrijft in het kort de autonome ontwikkeling. Paragraaf 5.2 geeft een korte beschrijving van de huidige situatie.

5.1 Autonome ontwikkeling

In het kader van de milieueffectrapportage houdt de autonome ontwikkeling in dat vastgesteld overheidsbeleid (en de gevolgen daarvan) wordt gerealiseerd en dat er autonome trends zijn zoals bijvoorbeeld zeespiegelstijging en bevolkingsgroei in de Randstad. In dit geval is de autonome ontwikkeling de ontwikkeling van het Markermeer in de komende 30 jaar zoals dat zonder de ontgroning zou verlopen. Daarbij wordt in het MER van het volgende uitgegaan:

- Er zijn geen grootschalige ontwikkelingen in het studiegebied vastgesteld.
- De eerste fase van het programma Toekomstbestendig Ecologisch Systeem wordt uitgevoerd. Één van de drie ambities van RRAAM (zie paragraaf 1.1) is de structurele verbetering van de ecologische kwaliteit van het Markermeer en het IJmeer. Dit is nader uitgewerkt in het programma Toekomst Bestendig Ecologisch Systeem (TBES). Deze eerste fase bestaat met name uit luwtmaatregelen in de Hoornsche Hop.
- Uitvoering van de geplande projecten voor de Kaderrichtlijn Water.
- De autonome neergaande trend in de ecologische kwaliteit van het Markermeer zet door.

5.2 Huidige situatie

In deze paragraaf is per milieuaspect de huidige situatie van het Markermeer kort weergegeven. De aspecten water, bodem en natuur worden apart van elkaar beschreven maar het is belangrijk te beseffen dat ze samen onderdeel zijn van één systeem dat momenteel uit balans is.

Landschap en beleving

Het IJsselmeergebied vormt volgens de Integrale Visie IJsselmeergebied 2030 één samenhangend watersysteem waarin een aantal essentiële en unieke kwaliteiten zijn te onderscheiden, die onlosmakelijk met het IJsselmeergebied zijn verbonden en daardoor het karakter van het gebied bepalen. Eén van deze kernkwaliteiten is 'horizon', hiermee wordt bedoeld openheid, leegte, rust, ruimte en duisternis.

Water

Het Markermeer is 70.000 hectare groot (inclusief IJmeer) en is omgeven door dijken. Op de meeste plaatsen is het 2 tot 4 meter diep. Het Markermeer heeft vooral een recreatieve functie maar heeft ook een functie in de waterhuishouding (kwaliteit en kwantiteit). In de zomer heeft het Markermeer water uit het IJsselmeer nodig voor het wegspoelen van het zout via het Noordzeekanaal en voor zoetwatervoorziening voor de landbouw van Noord-Holland. Daarvoor heeft het IJsselmeer een iets hoger peil dan het Markermeer nodig en het Markermeer moet weer wat hoger staan dan het Noordzeekanaal. In de winter moet het Markermeer het overtollige water juist lozen. De slibrijke bodem en de geringe diepte zorgen ervoor dat het aanwezig slib en de bovenliggende klei gemakkelijk door wind en golven wordt opgewerveld, zodat het water van het Markermeer vaak erg troebel is. De waterkwaliteit voldoet nu niet aan de Europese normen.

Bodem

Door de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 werd het IJsselmeergebied binnen enkele jaren verzoet. De IJsselmeerafzettingen behorende bij het laagpakket van Lelystad, bestaan uit IJsselslib vermengd met opgewervelde Zuiderzeeafzettingen. Er komt geen nieuw sediment meer binnen sinds de aanleg van de Houtribdijk. Enkel door herverdeling van slib en erosie van Zuiderzeeafzettingen worden sedimenten afgezet. De toplaag van het Markermeer is als gevolg van erosie van relatief hooggelegen gebieden en door slibverplaatsing onderhevig aan veranderingen. Langs de Noord-Hollandse kust zorgen wind en golven voor erosie van het aan het oppervlak liggende sediment.

De huidige waterbodem van het Markermeer ter plaatse van het plangebied bevindt zich op circa NAP -4.00 meter. De waterstand in het Markermeer varieert tussen NAP -0.40 (winterpeil) en NAP -0.20 meter (zomerpeil). De bovengrond (eerste 9 meter onder de waterbodem tot circa NAP -13.00 meter) bestaat uit klei, veen en fijn zand.

Natuur

Het Markermeer is een groot, ondiep zoetwatermeer dat wordt begrensd door dijken. Een belangrijk verschil met het IJsselmeer is de slibrijke bodem en de geringere diepte, die er voor zorgt dat het aanwezige slib gemakkelijk door de wind wordt opgewerveld, zodat het meer gemiddeld troebeler is. Het Markermeer is, samen met het IJmeer, een Natura 2000 gebied dat sinds 1980 een gestage achteruitgang laat zien in natuurwaarde. De drie pijlers van het biotoop Markermeer-IJmeer (figuur 5.1), te weten de driehoeksmossel, de spiering en waterplanten laten een neerwaartse trend zien. Daardoor loopt ook de (water)vogelpopulatie terug. De grote hoeveelheid slib op de bodem wordt niet meer vastgehouden of opgenomen door de driehoeksmossel en komt onder winderige omstandigheden door de geringe waterdiepte in suspensie en maakt het water troebel.

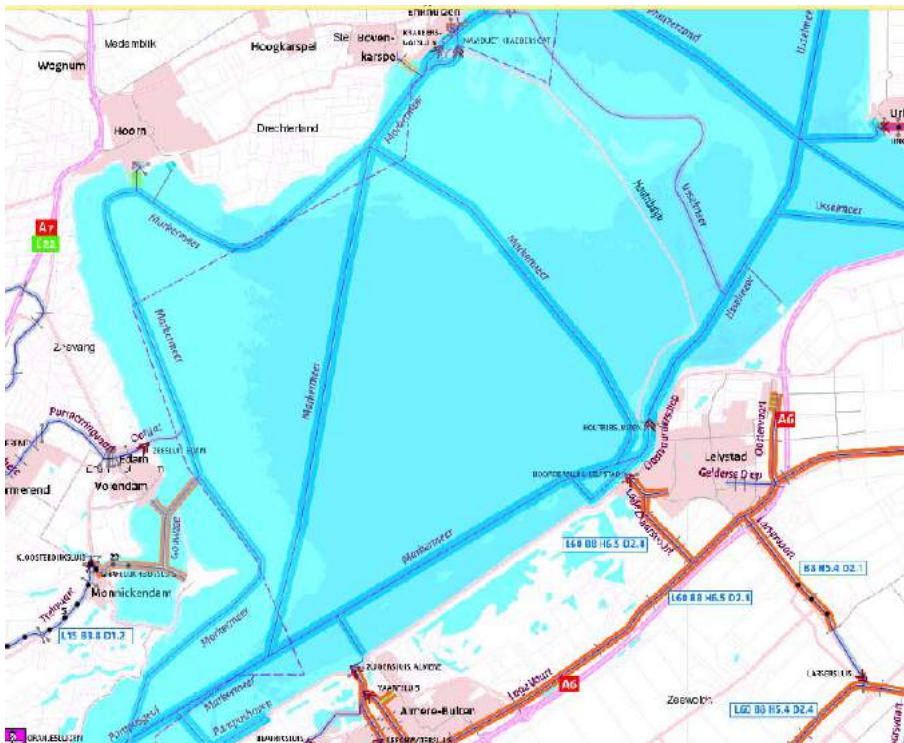


Figuur 5.1. De voedselketens in het IJsselmeergebied (uit Eindrapport Een toekomstbestendig Markermeer - IJmeer 2012).

De projectorganisatie TMIJ (Toekomstbestendig Ecologisch Systeem Markermeer-IJmeer) ziet mogelijkheden voor een toekomstbestendig ecologisch systeem waarmee mogelijk ruimte voor stedelijke dynamiek is. Bedoeld wordt een systeem dat in kwaliteit vooruit gaat, dat meer robuust is ten aanzien van natuurlijke elementen als stormen, dat meer natuurdiversiteit laat zien en zijn rol voor het woon- en vestigingsklimaat in de Randstad met verve kan blijven vervullen. Er zijn vier ecologische maatregelen om het gebied ecologisch toekomstbestendig te maken: de bestrijding van het slibprobleem, de realisering van een seizoensgebonden peilbeheer, de aanleg van een grootschalig oermeeras en het maken van land-waterovergangen.

Beroepsvaart

De belangrijkste vaarweg is Amsterdam-Lemmer (hoofdcorridor). Daarnaast is de route Amsterdam-Enkhuizen in gebruik voor de beroepsvaart die naar Noord-Holland gaat. Zie figuur 4.1. voor de vaarroutes op het Markermeer. Sinds de aanleg van het naviduct Krabbersgat bij Enkhuizen in 2003 kan het scheepvaartverkeer beter doorstromen. De nationale overheid en de Europese Unie streven naar duurzame mobiliteit, onder andere door vervoerwijzekeuze (modal shift) voor minder transport over de weg en meer over water en per spoor. Deze modal shift kan een bijdrage leveren aan de klimaatdoelen van Europa en Nederland. Een ander doel is om de overbelaste infrastructuur op land (weg en spoor) te ontlasten. De Europese doelstelling voor 2030 is om 30% van het lange afstand vrachtransport van de weg naar het water en spoor te verschuiven. Ook kiezen steeds meer bedrijven voor duurzaam transport per schip of trein. Op dit moment zijn er plannen in ontwikkeling voor de inrichting van containeroverslagterreinen bij Enkhuizen, Hollands Kroon (Oude Zeug) en Lelystad (Flevokust).



Figuur 5.2. Vaarwegen uit de Legger Rijkswaterstaatwerken (uit Mapviewer RWS).

Visserij

Op het Markermeer wordt voornamelijk gevist op snoekbaars, spiering en paling. Binnen het IJsselmeergebied is een verdeling gemaakt van plaatsen waar men mag vissen. De Nederlandse Staat is eigenaar van deze plaatsen en verhuurt het visrecht aan de vissers. Ieder jaar proberen de IJsselmeervissers, die zich hebben aangesloten bij de PO Vissersbond-IJsselmeer, door middel van een visplan een zo goed mogelijk visbeheer te realiseren. Het IJsselmeer en Markermeer vallen onder de Natuurbeschermingswet (Nb-wet). Vissers zijn verplicht om een Nb-wetvergunning aan te vragen. In de vergunning staan aanvullende voorwaarden waar vissers zich aan dienen te houden. Op die manier worden de doelstellingen van de Nb-wet en Natura 2000 gehaald. Er zijn steeds minder beroepsvissers actief (zo'n 70 vergunningen voor het hele IJsselmeergebied).

Recreatie

De recreatieve waarde van het Markermeer is groot. Op het open water wordt gevaren met zeil- en motorjachten. Langs de oevers bieden havens zoals bijvoorbeeld Hoorn en Enkhuzen ligplaatsen en cultuurhistorische elementen. Recreatieterreinen geven mogelijkheden om in het gebied te verblijven voor strandbezoek, sportvissen, zwemmen, (kite)surfen en andere vormen van waterrecreatie. Voor de bruine vloot - de professionele passagiersvaart (chartervaart) met traditionele zeilschepen en motorschepen – is het Markermeer een belangrijk vaargebied.

6 Beleidskader

In onderstaande tabel zijn de beleidskaders weergegeven die direct relevant zijn voor het voornemen van Markerzand v.o.f. In het MER worden deze beleidskaders verder uitgewerkt en worden in relatie gebracht met het project Markerzand.

Tabel 6.1

Beleidskader

Beleidsniveau	Kader
Rijk	Nota Ruimte Nota Mobiliteit Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte + Barro Integrale Visie IJsselmeergebied 2030 Beleidsbesluit binnenvisserij Beleidsregels ontgroningen in Rijkswateren Nationaal Waterplan Beheerplan voor de Rijkswateren Beheerplan 'Natura 2000 in het IJsselmeergebied' Rijksstuurvisie Rijk-Regioprogramma-Amsterdam-Almere-Markermeer (RRAAM) Legger Rijkswaterstaatwerken
Provinciaal/regionaal	Omgevingsplan Flevoland Toekomstbestendig Ecologisch Systeem Markermeer-IJmeer
Gemeentelijk	Structuurplan Lelystad 2005

7 Beoordelingskader van het milieueffectrapport

In het MER worden de effecten in het studiegebied onderzocht. Waar relevant gebeurt dat kwantitatief (cijfermatig), in dit geval betreft dat in ieder geval het aspect geluid. In de overige gevallen is het onderzoek kwalitatief (beschrijvend) op basis van onderzoek.

De beschrijving en de beoordeling van effecten van de voorgenomen activiteit in het MER vindt plaats aan de hand van een aantal criteria. In tabel 6.1 zijn de aspecten met de bijbehorende criteria opgenomen. Dit vormt het beoordelingskader waarmee de referentiesituatie wordt vergeleken met het basisalternatief en het natuuralternatief.

Tabel 7.1

Aspecten

Aspect	Deelaspect	Beoordelingskader	Kwalitatief/Kwantitatief	
Water	Oppervlaktewaterkwaliteit: Vertroebeling/effect slibvang Grondwater in Flevopolder	Waterkwaliteitsdoeleinden KRW en TBES-doelen Natuur en landbouw	Kwalitatief Kwantitatief Kwantitatief	
Bodem	Milieukwaliteit vrijkomend bodemmateriaal	Historisch bodemonderzoek adhv eerdere onderzoeken, geschiedenis en bodemopbouw	In 1 ^e instantie kwalitatief. Afhankelijk van resultaten ook kwantitatief (vergunningaanvraag)	
Luchtkwaliteit	Stikstofemissie	Toetsing aan natuurwetgeving	Kwalitatief	
Geluid	Geluidsbelasting op natuur	Toetsing aan natuurwetgeving	Kwantitatief	
Landschap en beleving	Horizon Stilte	Beleving	Kwalitatief	
Archeologie, cultuurhistorie, aardkundige waarden,	Vaststellen archeologische en cultuurhistorische waarden en verwachting	O.b.v. onderzoeksresultaten wordt het exacte winningsvak vast- gelegd.	In 1 ^e instantie kwalitatief bureauonderzoek naar verwachtingskansen. Afhankelijk van resultaten ook kwantitatief.	
	Aanwezigheid scheeps- en vliegtuigwrakken			Kwalitatief
	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven			
Beroeps- en recreatievaart	Hinder voor de scheepvaart		Kwalitatief	
Visserij	Visserijareaal	Effecten op de visserij	Kwalitatief	
Nautische veiligheid	Toename scheepvaart bewegingen	Intensiteit scheepvaart(routes)	Kwantitatief	
Natuur	Natura 2000	Bepalen effecten Natura 2000	Passende beoordeling	
	EHS/Wetlands	Bepalen effecten op EHS/beoordeling Wetlands	Kwalitatief	
	Flora en fauna	Bepalen effecten op beschermde dier- en plantensoorten en rode lijst soorten	Kwalitatief	
	Doelen beschermde natuurmonumenten	Bepalen effecten op beschermende natuurmonumenten	Kwalitatief	

8 De procedure voor de milieueffectrapportage

In dit hoofdstuk wordt de procedure rondom de milieueffectrapportage (m.e.r.) nader toegelicht.

8.1 Wat is m.e.r.?

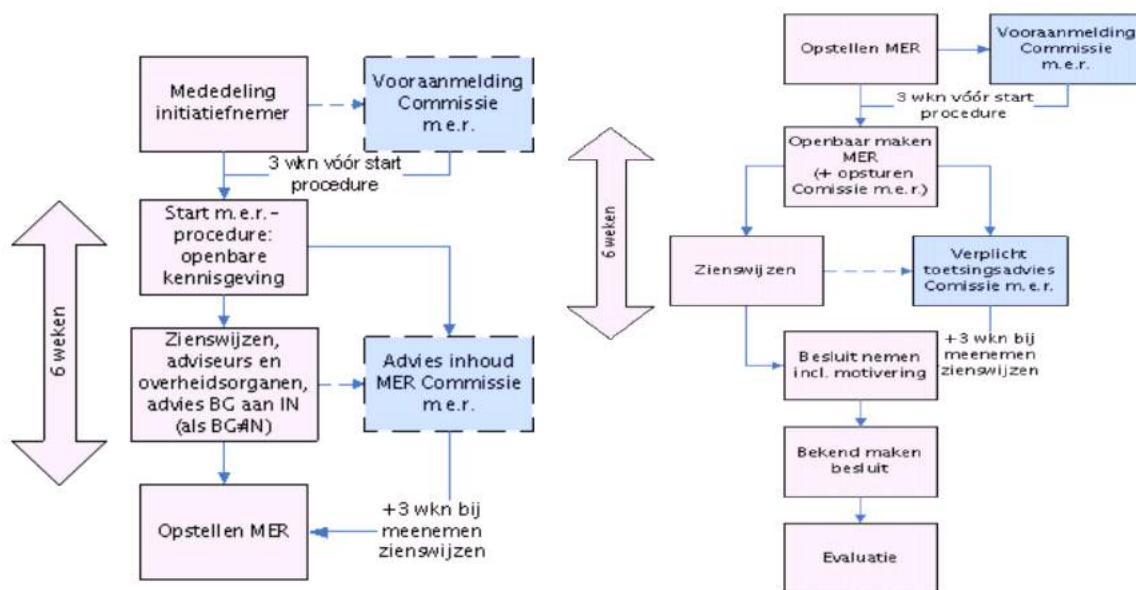
In Nederland is het verplicht voor ontwikkelingen met mogelijke belangrijke nadelige milieugevolgen een zogenaamde m.e.r. te doorlopen. De m.e.r. staat voor de totale procedure en een MER staat voor milieueffectrapport. Voor een ontwikkeling zoals zandwinning heeft de wetgever in het Besluit m.e.r. aangegeven dat mogelijke belangrijke nadelige milieugevolgen niet op voorhand uit te sluiten zijn. Het doel van de m.e.r. is het milieubelang volwaardig en vroegtijdig in de plan- en besluitvorming te betrekken. Ten eerste is dit om bij het nemen van besluiten inzicht te krijgen in de effecten van de voorgenomen activiteit op de omgeving. Ten tweede om onderzoek te kunnen doen naar mogelijke maatregelen om negatieve effecten op de omgeving te verminderen en/of te compenseren. De m.e.r. is geen doel op zich, maar vindt altijd plaats ten behoeve van het nemen van een concreet besluit. De m.e.r. kent een aantal verplichte (procedure)stappen (zie paragraaf 7.3.). De resultaten van het milieuonderzoek worden opgenomen in een milieueffectrapport.

8.2 Waarom is een m.e.r. voor ontgroning in de Markermeer nodig?

De ontgroning is m.e.r.-beoordelingsplichtig, omdat het valt onder de bepalingen van activiteit van onderdeel D 29.2 Besluit m.e.r.: de winning van mineralen door afbaggering van de zee-, meer- of rivierbodem dan wel de wijziging of uitbreiding daarvan, in het geval waar de activiteit betrekking heeft op een oppervlakte van 50 hectare of meer en plaatsvindt in een gevoelig gebied (hier: Natura 2000). Aangezien verwacht wordt door initiatiefnemer en bevoegd gezag dat de conclusie uit de m.e.r.-beoordeling zal zijn dat er een m.e.r. opgesteld moet worden, heeft de initiatiefnemer ervoor gekozen om meteen een m.e.r. op te stellen.

8.3 De stappen in een m.e.r.-procedure

In figuur 6.1 is de m.e.r.-procedure in een schema weergegeven. Voor de ontgrondingsvergunning geldt de zogenoemde beperkte m.e.r.-procedure.



Figuur 8.1. Schema uitgebreide m.e.r.-procedure bron: Cie M.e.r.

Hieronder zijn de stappen in de procedure verder uitgewerkt:

1. Mededeling van het project: De initiatiefnemer die een aanvraag wil indienen voor een vergunning die m.e.r.-plichtig is, meldt dit schriftelijk aan het bevoegd gezag.

2. Kennisgeving: Het bevoegd gezag geeft er kennis van dat het een besluit aan het voorbereiden is. In deze kennisgeving staat:

- dat de stukken over het voornemen ter inzage worden gelegd, waar en wanneer dit gebeurt;
- dat er gelegenheid wordt geboden zienswijzen over het voornemen naar voren te brengen, aan wie, op welke wijze en binnen welke termijn;
- of de Commissie m.e.r. of een andere onafhankelijke instantie gevraagd wordt advies uit te brengen over de voorbereiding van het plan;
- of de activiteit plaatsvindt in de ecologische hoofdstructuur of in een Natura 2000-gebied.

3. Raadpleging: Het bevoegd gezag adviseert de initiatiefnemer over de reikwijdte en het detailniveau. Het bevoegd gezag raadpleegt de betrokken bestuursorganen en de wettelijke adviseurs die bij het besluit moeten worden betrokken over de reikwijdte en het detailniveau van het MER. In het voortraject van de m.e.r.-procedure is een advies van de Commissie m.e.r. niet verplicht. Van de mogelijkheid tot adviesaanvraag kan echter wel gebruik worden gemaakt. De Commissie stelt in dat geval een werkgroep samen en brengt schriftelijk een (openbaar) advies uit.

4. Advies reikwijdte en detailniveau: Het bevoegd gezag geeft advies aan de initiatiefnemer over de reikwijdte en het detailniveau van het op te stellen MER. Dit moet binnen zes weken nadat de mededeling is ontvangen.

5. Opstellen en indiening Milieueffectrapport (MER) en vergunningaanvragen: De initiatiefnemer stelt een MER op en dient dit tezamen met de vergunningaanvragen in bij het bevoegd gezag.

6. Kennisgeving en terinzagelegging en inspraak: Het bevoegd gezag geeft openbaar kennis van het MER en legt die met het ontwerpbesluit voor een ontgrondingvergunning ter inzage. Iedereen kan dan zienswijzen indienen over het MER en het ontwerpbesluit. De inspraaktermijn is doorgaans zes weken, maar volgt de termijn van bedenkingen van de procedure voor het besluit.

7. Advisering door de Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r. brengt advies uit over het MER binnen de termijn die ook voor de zienswijzen geldt (doorgaans zes weken)

8. Definitief besluit: Het bevoegd gezag neemt een definitief besluit. Daarbij geeft het aan hoe rekening is gehouden met de in het MER beschreven milieugevolgen, wat is overwogen over de in het MER beschreven alternatieven, over de zienswijzen. Ook geeft het bevoegd gezag aan hoe burgers en maatschappelijke organisaties bij de voorbereiding van het plan zijn betrokken. Verder wordt vastgesteld hoe en wanneer er geëvalueerd wordt.

9. Bekendmaking van het besluit: Het besluit wordt bekendgemaakt. De bekendmaking vindt in principe plaats op de manier zoals dat in de wet staat op grond waarvan het besluit wordt genomen.

8. Bezwaar en beroep: De mogelijkheden om bezwaar te kunnen maken en beroep aan te kunnen tekenen tegen het vastgestelde plan of tegen het besluit volgen uit de wettelijke bepalingen waarin de betreffende moeder- of basisprocedure is vastgelegd.

9. Evaluatie: Het bevoegd gezag evalueert de werkelijk optredende milieugevolgen zoals dat beschreven is in de evaluatieparagraaf van het besluit. Het bevoegd gezag neemt zo nodig aanvullende maatregelen om de gevolgen voor het milieu te beperken.

9 Bronnen

- Europese Commissie, Witboek Stappenplan voor een interne Europese vervoersruimte – werken aan een concurrerend en zuinig vervoerssysteem, 2011.
- Een toekomstbestendig Markermeer-IJmeer, eindrapport Werkmaatschappij Markermeer – IJmeer 27 september 2012 RRAAM.
- Notitie Reikwijdte en Detailniveau ten behoeve van het beoordelingskader RRAAM, de plan-MER.
- MKBA, Ministerie van Infrastructuur en Milieu/Rijksteam Amsterdam-Almere-Markermeer in het kader van RRAAM, 19 mei 2011.
- Ontwerp-Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer, Ministerie Infrastructuur en Milieu, april 2013.
- Plan-MER RRAAM, DHV, november 2012.
- Scenario's hydrodynamica en slibtransport Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer, Deltares, 2009.
- Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer Initiële bureaustudie slib 2010 RWS Dienst IJsselmeergebied, Haskoning 31 augustus 2010.
- <http://www.vissersbond.nl/>;
- Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2010, IMARES Wageningen UR, 1 april 2011.
- Achtergronddocument 4 Water Bouwsteen voor Toekomstagenda Markermeer en IJmeer Samenwerkingsverband Markermeer-IJmeer, januari 2008.
- www.markermeerijmeer.nl.
- Parallelspoor Bodemwaarden Markermeer IJmeer, ADC Heritage, 18 december 2007, uitgevoerd ihkv het project Toekomst Markermeer IJmeer geïnitieerd vanuit de Werkgroep Ruimtelijke Kwaliteit.
- Nota Mobiliteit, Ministeries Verkeer en Waterstaat en VROM, 2004

Bijlage IV

De werking van de slibvang

IV-1 Samenvattende notitie

IV-2 Notitie Markerzand (Deltares)

IV-3 Ecologische doorvertaling Markerzand (Deltares)

Bijlage IV-1

De werking van de slibvang | samenvatting en conclusies

ONDERZOEK SLIBVANG, DOORZICHT EN ECOLOGISCHE EFFECTEN

Inleiding

Deze notitie geeft een samenvatting van de onderzoeken, de geraadpleegde informatie en de bevindingen die we voor dit milieueffectrapport gebruikten. Het gaat met name om:

- *Notitie Markerzand*, Deltares (bijlage IV-2), dat het effect van de slibvang op de slibhuishouding van het Markermeer beoordeelt;
- *Ecologische doorvertaling Markerzand*, Deltares (bijlage IV-3);
- Berekening van de levensduur en effect van de slibvang op de slibhuishouding tijdens de levensduur van de slibvang (in deze notitie).

Vraagstelling slibproblematiek

Er is sprake van slibproblematiek in het Markermeer (*Eindrapport Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer*, 27 september 2012). In de jaren negentig voltrok er zich in het Markermeer-IJmeer een ecologische samenloop van omstandigheden met ingrijpende gevolgen. Het systeem veranderde in negatieve zin. De belangrijkste oorzaak van die verandering is slib. Het slib is niet het organisch slib (plantenresten) zoals we dat in de meeste meren van Nederland kennen. Het gaat om anorganisch slib, dat bestaat uit opgeloste klei en zanddeeltjes. Dit slib, dat van nature bij de bodem van het Markermeer-IJmeer hoort, is vrijgekomen in de waterkolom. Deze processen hebben ertoe geleid dat de driehoeksmossel flink in aantal is afgenomen.

De door wind gedreven golven kregen vrij spel op de bodem, en konden daardoor de minder gebonden kleideeltjes optillen en in het water oplossen. Het resultaat is dat er een yoghurt-achtige sliblaag op de bodem van het Markermeer ligt die bij de geringste wind (vanaf windkracht drie) van de bodem wordt opgetild en het water troebel maakt. Dit laatste is goed zichtbaar op satellietfoto's van het gebied (figuur 1). Als het een tijdje windstil is, dwarrelt het slib weer naar de bodem en wordt het water (tijdelijk) relatief helder, totdat de wind weer golven op het water maakt.



Figuur 1

Het troebele water van het Markermeer op een satellietfoto

De dominante aanwezigheid van het slib heeft verschillende effecten op het ecologisch functioneren in het Markermeer-IJmeer. Het slib in het water beperkt allereerst de ontwikkeling van fytoplankton. De algenbloei was in de jaren zeventig en tachtig massaal. Door de maatregelen die (inter)nationaal zijn getroffen om de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater te reduceren, is de ontwikkeling van de algen in de jaren negentig afgenomen en veranderd, daar komt het slib bij.

Slib in de waterkolom beperkt het intreden van licht in het water. Algen hebben dat licht nodig om te groeien. De algen hebben hierdoor minder voedingsstoffen en minder licht tot hun beschikking. Het gevolg van deze ontwikkeling is dat de basis van de voedselpiramide aanzienlijk is versmald. Het slib beperkt voorts de ontwikkeling van de driehoeksmossel. De driehoeksmossel voedt zich met bacteriën, algen en fijne detritusdeeltjes. Doordat er minder fosfaat in het water zit is er minder voedsel beschikbaar. De driehoeksmossel voedt zich door kleine slokjes water te nemen, de algen eruit te zeven en het water weer uit te spuwen. Met die slokjes water krijgen ze de laatste jaren minder voedsel binnen en veel slib. De driehoeksmossel moet dus meer energie stoppen in het verkrijgen van voedsel en heeft hierdoor minder energie om te groeien en zich voort te planten.

Een ander effect van het slib is dat het in rustige periodes op de bodem dwarrelt en als een deken over de driehoeksmossel heen komt te liggen. Dit werkt verstikkend. Het slib beperkt bovendien de ontwikkeling van waterplanten. Door de hoeveelheid slib in het water komt er minder licht diep in de waterkolom. Vooral in de kiemperiode heeft dit gevolgen voor de waterplanten. Zij kunnen dan minder goed kiemen en groeien. Het slib heeft dus een negatieve invloed op twee van de drie soorten die het stapelvoedsel zijn in de voedselpiramide.

Vier ecologische vereisten voor systeemverbetering

Het Markermeer-IJmeer heeft de ambitie om de kwaliteit te verbeteren voor natuur, recreatie en landschap. Deze drie elementen zijn sterk met elkaar verbonden. Door te investeren in natuur ontstaat er meer juridische ruimte voor ruimtelijke ontwikkelingen zoals recreatie.

Om het huidige systeem om te vormen naar een toekomstbestendig systeem zijn de ecologische vereisten in beeld gebracht, namelijk:

1. heldere randen langs de kust;
2. een gradiënt in slib van helder naar troebel water;
3. land-waterzones van formaat en;
4. versterkte ecologische verbindingen.

Daarbij is de borging van de Natura 2000-doelstellingen van dit gebied een voorwaarde. Deze voorwaarde betekent dat ontwikkeling van het gebied voor menselijk gebruik alleen mogelijk is als er zicht is dat voldaan kan worden aan de Natura 2000-doelstellingen.

Van deze vier vereisten kunnen er twee deels door het Markerzandproject ingevuld worden, namelijk heldere randen langs de kust en - met name - een gradiënt in slib van helder naar troebel water.

Deze zijn in het TBES als volgt verwoord:

1. **Heldere randen langs de kust.** Dergelijke zones bieden een groeiplaats voor ondergedoken waterplantenvegetaties, vormen het leefgebied voor een natuurlijke vispopulatie en een rijke bodemfauna en kennen een rijkdom aan ongewervelde dieren. Vanwege de morfologie van het Markermeer-IJmeer ligt voor de hand deze zone te creëren langs de Noord-Hollandse kust. Hier is het water 2-3 meter diep. Aan de Flevolandse kust is het water te diep voor ontwikkeling van een waterplantvegetatie.

2. **Een gradiënt in slib van helder naar troebel water.** Samen met een geaccidenteerde bodem vormt deze gradiënt extra habitats voor benthos, prooivissen en waterplanten. Bij een voldoende grote schaal vormt dit een belangrijk rustgebied voor de watervogels. De gradiënt is van belang voor een gevarieerde vispopulatie. Met name de commerciële interessante vissen (snoekbaars, aal) hebben baat bij troebel water om zich te kunnen verschuilen voor de predatoren. Tegelijk hebben de predatoren behoefte aan waterzones waar ze de vis nog net wel kunnen zien, maar zelf niet al te snel gezien worden.

Met betrekking tot het TBES-doel *Heldere randen langs de kust*, kan worden opgemerkt dat het oermoeras (Marker Wadden) binnen het invloedsgebied ligt van het oostelijk alternatief van Markerzand. In dat geval zullen het *Oostelijk Alternatief* en het oermoeras elkaar in ecologisch opzicht versterken en gezamenlijk invulling geven aan de vereiste gradiënt in slib van helder naar troebel water, in dit geval de kust langs de Houtribdijk. Het *Westelijk Alternatief* en de luwtmaatregelen (Archipel-Oost) versterken elkaar ook in dit opzicht.

SLIBHUISHOUDING

1.1.1 Slibvangwerking - onderzoek Deltares

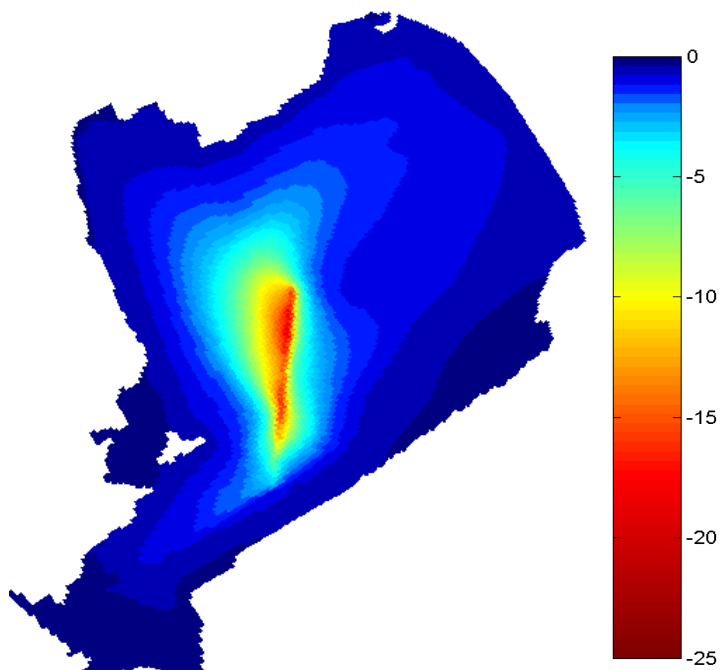
Deltares deed in opdracht van Markerzand v.o.f. onderzoek naar de effecten van de slibvang op de slibhuishouding van het Markermeer en vervolgens naar de ecologische effecten van de slibvang. De resultaten van beide onderzoeken zijn hier samengevat.

Aanpak

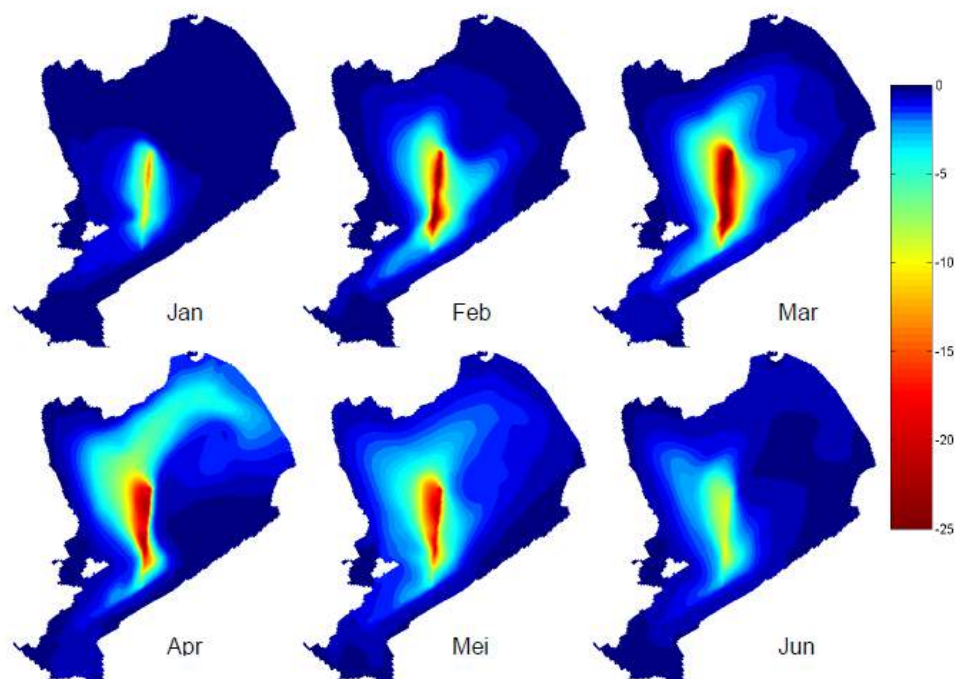
In het kader van eerder onderzoek naar de slibhuishouding in het Markermeer is door Deltares een 3D-hydrodynamisch model van het Markermeer opgesteld. Voor dit onderzoek is gebruikgemaakt van het bestaande gekalibreerde slibmodel van het Markermeer. Aan de hand van dit model is een volledig jaar (2006) doorgerekend met en zonder uitschakeling van de resuspensie in het geplande zandwinningsgebied. Het Westelijke Alternatief is hierbij als uitgangspunt genomen. Het oostelijke alternatief is niet apart doorgerekend, maar naar verwachting zullen de effecten van beide alternatieven met betrekking tot aanslibbing en invloed op vertroebeling weinig van elkaar afwijken.

Doordat een geul slib invangt, neemt door aanleg van de geul, de gemiddelde slibconcentratie in het Markermeer af. De vraag voor dit onderzoek was hoe groot deze afname is ten opzichte van de huidige situatie en tot welke afstand van de geul dit effect zich uitstrekt.

De resultaten van de modelberekening is weergegeven in figuur 1 (figuur 12 uit Deltares Notitie Markerzand). Figuur 1 toont het verschil in de jaargemiddelde slibconcentratie in het Markermeer tussen het scenario met geul en de huidige situatie (zonder geul). Hieruit blijkt dat de slibconcentratie direct boven de geul afneemt met ongeveer 15 mg/l, hetgeen significant is ten opzichte van het huidige jaargemiddelde van circa 50 mg/l. De isolijn van 5 mg/l afname bevindt zich op enkele kilometers vanaf de geul. Ver weg van de geul is de invloed beperkt, de afname in het grootste deel van het Markermeer bedraagt minder dan 2 mg/l.



Figuur 1 Absoluut verschil (G-R) van jaargemiddelde slibconcentratie aan de oppervlakte (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006. N.B. de rode kleur duidt op concentratieverlaging voor het scenario Geul (uit Notitie Markerzand).



Figuur 2 Verschil (G-R) in maandgemiddelde slibconcentraties (in mg/l) tussen Geul en Referentiescenario. Jaar = 2006 (uit Notitie Markerzand).

Figuur 2 toont dezelfde informatie als figuur 1, maar op maandgemiddelde in plaats van jaargemiddelde basis. Hieruit blijkt dat het effect niet constant is, maar varieert afhankelijk van de windsnelheid en -richting. De effectgrootte blijkt goed te correleren met de grootte van de netto

sedimentatieflux. In maanden met een sterke wind is de absolute afname groter dan in maanden met weinig wind. Het relatieve effect (dat wil zeggen de procentuele afname) varieert echter minder sterk in de tijd (niet getoond in figuur).

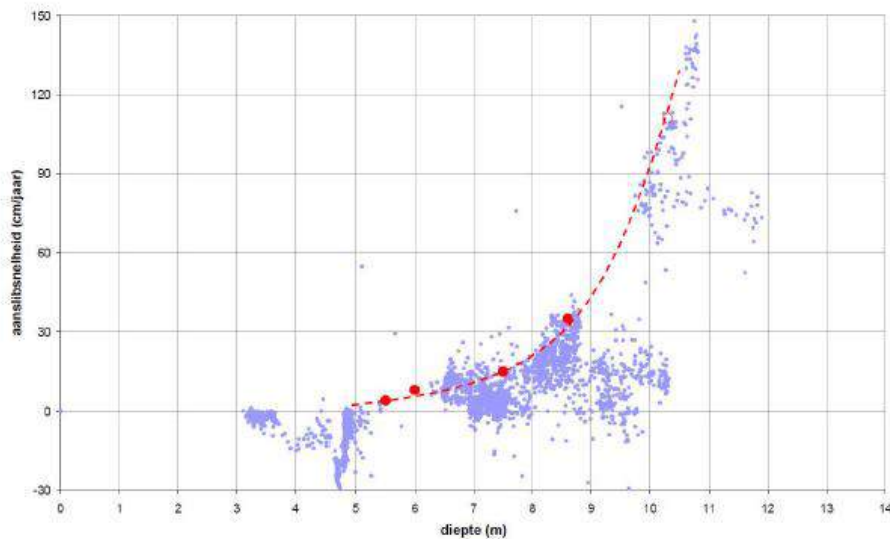
Tegenover het concentratieverlagende effect van de geul staat een potentieel concentratieverhogend effect van de zandwinning zelf. Dit is sterk afhankelijk van de werkwijze en het percentage slib aanwezig in het te winnen zand. Deltares heeft gerekend met een percentage van 0.5% slib dat tijdens zandwinning wordt verspreid tot voorbij de geulranden, komt over een periode van 20 jaar $0.005 \times 60 \times 10^{-6} \times 1600 = 480$ miljoen kg extra slib vrij in het Markermeer, ofwel 24 miljoen kg per jaar. Deze hoeveelheid is ongeveer een factor 10 kleiner ten opzichte van de hoeveelheid die bezinkt in de volledige geul (ten minste $70 \text{ kg/m}^2/\text{jaar}$ over een areaal van $350 \times 12.000 \text{ m}^2 = 294$ miljoen kg/jaar). Met uitzondering van het eerste jaar van winning (wanneer de geul slechts een beperkte omvang heeft en er nog relatief weinig slib wordt ingevangen) domineert het concentratieverlagende effect op het concentratieverhogende effect en is het netto effect een concentratieverlaging. Niettemin moet de verspreiding van slib voorbij de geulranden zoveel mogelijk worden voorkomen. Het is echter aannemelijk dat het merendeel van het tijdens de zandwinning vrijgekomen slib direct in de geul bezinkt.

Naast de invloed van de geul op de slibconcentratie in de waterkolom, is ook de aanslibbingsnelheid in de geul relevant. Deze bepaalt de levensduur van de geul, met andere woorden de tijd die duurt voordat de geul volledig is volgelopen met slib.

De met het model berekende aanslibbingsnelheid is een ondergrens voor de werkelijk optredende aanslibbing, omdat:

- a) de bijdrage van de grovere slibfractie in het model mogelijk is ondervertegenwoordigd;
- b) het effect van dichtheidstroming niet is meegenomen, en;
- c) de consolidatie (inklinking) van het slib in de slibvang niet is meegenomen.

Hierdoor wordt de 'trapping efficiency' onderschat. Daardoor kan de aanslibbingsnelheid in werkelijkheid wel een factor 2 groter zijn. Vanwege deze modelbeperkingen worden ook veldwaarnemingen naar aanslibbing in de vaargeul Amsterdam-Lelystad en in een tweetal proefputten bij de analyse betrokken. Deze laten hoge aanslibbingsnelheden zien van 1,5 tot 2 m /jaar, met name als de putten nog diep (dieper dan 10 m) zijn.



Figuur 3

Waargenomen (blauwe puntenwolk) aanslibbingsnelheid in de vaargeul Amsterdam-Lelystad als functie van de diepte (t.o.v. NAP) (Boderie et al, 2010)

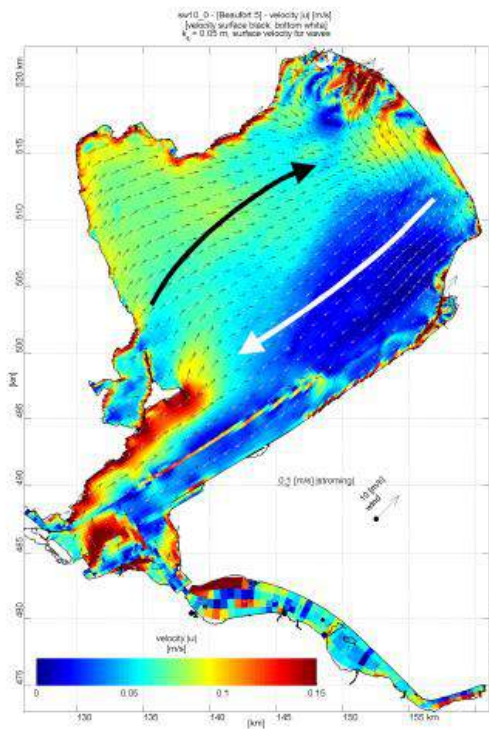
In het referentiescenario (zonder geul) functioneert het zandwinningsgebied als een beperkte slibbron. Over een jaar resuspendeert er netto $\sim 5 \text{ kg/m}^2$. In het geulscenario functioneert het zandwinningsgebied als slibput. Over een jaar sedimenteert er $\sim 70 \text{ kg/m}^2$. De slibafzetting is niet evenredig verdeeld over het jaar: het grootste deel sedimenteert in de winter en in de lente. Deze sedimentatiepieken komen overeen met perioden met harde wind. Het zomerkwartaal is duidelijk rustiger dan de rest van het jaar, dan sedimenteert er weinig slib.

Een aanslibbingsnelheid van $70 \text{ kg/m}^2/\text{jaar}$ is bij een initiële (ongeachteerde) droge stofconcentratie van 100 kg/m^3 equivalent met 0.7 m/jaar . Dit is laag ten opzichte van waarnemingen van de aanslibbingsnelheid in de vaargeul tussen Amsterdam en Lelystad (tot $1,5 \text{ m}$ per jaar in de diepste delen) en proefputten (tot 2 m per jaar). Het is niet aannemelijk dat in de slibvang eenzelfde aanslibbingsnelheid als in de proefputten wordt gehaald, omdat:

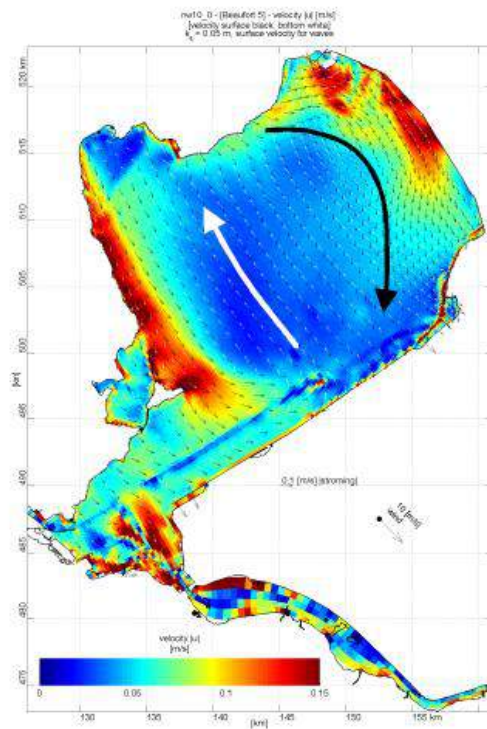
- a. een geul meer stroming trekt dan een put;
- b. door het grootschaliger karakter van de geul de omgevingsconcentratie sterker wordt verlaagd dan voor een lokale put met een langzamere aanslibbing tot gevolg.

Een soortgelijke aanslibbingsnelheid als waargenomen in diepe delen van de vaargeul Amsterdam-Lelystad is wel aannemelijk, dat wil zeggen 1 tot $1,5 \text{ m}$ per jaar. Aangezien de vaargeul Amsterdam-Lelystad evenwijdig loopt aan de overheersende stroomrichting in het Markermeer, en de beide alternatieven voor de slibvang een grote hoek daarmee maken, wordt er voor de slibvang een grotere bijdrage van de dichtheidstromingen aan de aanslibbing verwacht dan bij de vaargeul. De resuspensie zal om dezelfde reden ook lager zijn dan in de VAL, waardoor de slibvang meer bergend vermogen heeft en minder bijdraagt aan de vertroebeling in het meer (door resuspensie).

Rekening houdend met een correctiefactor 2 ter compensatie van het ontbreken van dichtheidstromingen in de geul, zijn de resultaten van het slibmodel met betrekking tot aanslibbing aannemelijk.



Figuur 6 Stroomsnelheid en –richting aan wateroppervlak (zwarte pijlen) en aan de bodem (witte pijlen) bij een constante zuidwestenwind (10 m/s).



Figuur 7 Stroomsnelheid en –richting aan wateroppervlak (zwarte pijlen) en aan de bodem (witte pijlen) bij een constante noordzuidwestenwind (10 m/s)

Figuur 4

Stroomsnelheid en -richting bij zuidwesten en noordwestenwind (fig. 6 en 7 uit Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam-Lelystad Boderie, van der Wal, van Kessel en Genseberger, Deltares 2010)

Dichtheidsstroming

Bij harde wind en storm kunnen hoge slibconcentraties ontstaan aan de bodem. Waterlagen met hoge slibconcentraties kunnen zich gaan gedragen als zogenaamde dichtheidstromen. Deze waterlagen zijn zwaarder dan het omringende water en worden voortbewogen door stroming of zwaartekracht. Stroming ontstaat in het Markermeer door wind, die het water opstuwt aan de kant van het meer waar de wind naar toe waait. Het opgestuwde water stroomt terug, veelal als onderstroming, en drijft de dichtheidstroom aan. Als de waterbodem helt, een zeer lichte helling is voldoende, glijdt de dichtheidsstroming als een deken de helling af, aangedreven door de zwaartekracht, omdat de dichtheidsstroom zwaarder is dan water.

Dichtheidsstromen zorgen zo voor de verplaatsing van een grote hoeveelheid slib vanwege de hoge slibconcentratie en het grote volume van de sliblaag.



Figuur 5
Dichtheidsstroming in een laboratoriumopstelling, de bodem van de waterbank is nagenoeg horizontaal

De hoeveelheid slib die wordt afgevangen doordat het slib als dichtheidstroming in de put vloeit, is evenredig met de lengte van de slibvang loodrecht op de richting van de dichtheidstroming. De richting van de dichtheidstroming is veranderlijk. Het hangt vooral af van de richtingen waaruit de wind waait en aan welke kant van het meer het water opstuwt door de wind. Er is onderzoek verricht naar dichtheidstromingen in het Markermeer [22], waaruit de conclusie is getrokken dat deze grotendeels de snelle opvulling van de proefputten van Rijkswaterstaat verklaren. Uit metingen is namelijk gebleken dat deze met 1,5 à 2 meter slib per jaar worden opgevuld, wat veel meer is dan alleen uit bezinking van slib kan worden verklaard.

1.1.2 Ecologische effecten van de slibvang

De met de slibvang samenhangende ecologische effecten worden beschreven in het milieueffectrapport in hoofdstuk 10 Natuur.

1.1.3 Oostelijk versus westelijk alternatief

Alleen het westelijk alternatief is doorgerekend door Deltares, aangezien in het rapport geconcludeerd wordt dat de effecten op de slibhuishouding vergelijkbaar zullen zijn. Voor het westelijk alternatief geldt dat de heldere zone aan zal sluiten op de bestaande heldere zone voor de Noord-Hollandse kust. Voor het oostelijk alternatief geldt dat het aannemelijk is dat de heldere zone aansluit op de heldere zone die als gevolg van de Marker Wadden zal ontstaan. In beide gevallen ontstaat er een groot gebied met meer doorzicht, dat richting het midden van het meer gradueel overgaat in een gebied met minder doorzicht.

1.1.4 Tijdsafhankelijk effect slibvang

Slibvangwerking tijdens levensduur slibvang - model

Aanleg slibvang

Aangezien de zandwinning de marktvraag naar zand volgt, heeft het aanleggen van de slibvang een bepaalde looptijd die afhankelijk is van de vraag naar zand. Hier wordt – op basis van een geschat langjarig gemiddelde van de regionale vraag naar zand - aangenomen dat de looptijd 30 jaar is. De slibvangwerking begint echter al zodra de ontgrondingput een omvang heeft waarbij er meer slib bezinkt dan er door het zandwinningsproces wordt opgewerveld. Dit is het geval binnen twee jaar na aanvang.

Met het voortschrijden van de ontgronding wordt het oppervlak van de put groter en rechtevenredig daarmee de slibvangwerking (zie notitie Markerzand van Deltares van 31 mei 2013). De ontgronding zelf bestaat uit drie opeenvolgende deelactiviteiten:

1. verwijderen bovengrond;
2. zand winnen;
3. eventueel terugstorten van bovengrond.

Deze activiteiten vinden ruimtelijk gezien opeenvolgend plaats in aansluitende vakken (model “trein met drie wagons”). Zodra de bovengrond verwijderd is en de put circa 9 m diep is, zal er sprake zijn van significante slibvangwerking. Er zal ook sprake zijn van enige resuspensie van het ingevangen slib, omdat er tot een diepte van 10 m waterdiepte in extreme omstandigheden nog sprake kan zijn van stroom- en golfwerking.

In het vak waar zandwinning plaats vindt, zal ook slib bezinken. Dit slib wordt met het zand mee opgezogen en zal door het overvloeien van de beunschepen weer terugzakken in de put. Bij ongunstige weersomstandigheden zal door stroom en golven mogelijk niet al het slib weer in de put bezinken, maar deels weer terug in het omringende water komen. Dat water is echter bij dergelijke omstandigheden al zeer troebel. Gezien de geringe waterdiepte van het Markermeer wordt dan namelijk al het mobiele slib opgewerveld.

In het vak waar de zandwinning net beëindigd is, wordt bovengrond gestort in het geval van het basialternatief of een combinatie van basialternatief en natuuralternatief. Dan zal er gezien de diepte van meer dan 30 meter meteen sprake zijn van slibvangwerking, die nauwelijks beïnvloed wordt door de stortactiviteit en geheel niet door wind en golven. In het geval dat er geen bovengrond wordt gestort, zal de lege sectie als optimale slibvang werken in aansluiting op de reeds opgeleverde secties van de slibvang.

Slibmodel Deltares

Het effect van de slibvang op de slibhuishouding is beoordeeld door Deltares (Notitie Markerzand 31 mei 2013) door middel van een bureau- en modelstudie. Op basis van deze bevindingen heeft Deltares de ecologische effecten in beeld gebracht (Ecologische doorvertaling Markerzand 17 februari 2014). Uit de bureau- en modelstudie blijkt dat de hoeveelheid slib die per jaar bezinkt in de slibvang met name afhangt van - en rechtevenredig is met - de oppervlakte van de slibvangput. Deltares komt tot een gemiddelde slibvang van 140 kg droge stof/m² per jaar. Dat komt overeen met een gemiddelde van ruim 1 meter aanslibbing in de slibvang per jaar.

Uit waarnemingen in de vaargeul Amsterdam-Lemmer en in de proefputten A en B in het Markermeer blijkt dat nadat de geul of de putten tot een waterdiepte van 8 a 10 meter zijn gevuld, de aanslibbing-snelheid snel terugloopt naar mate de putten of de geul ondieper worden.

Als de slibvangput praktisch gezien vol is, omdat deze tot een diepte is opgevuld waarboven sprake is van volledige resuspensie, zal deze niet meer als slibvang van enige omvang werken. Resuspensie (opwerveling) treedt op vanaf een waterdiepte van 10 meter en bij minder dan 6 meter waterdiepte zal er geen sprake zijn van permanente berging van slib. In deze berekening is 8 meter waterdiepte (4 meter onder huidige waterbodem) aangehouden als de maximum vuldiepte van de slibvang.

Kanttekening - consolidatie

Tijdens het gevuld raken van de slibvangput zal er consolidatie (inklinking) optreden van het slib en de onderliggende teruggestorte bovengrond en achtergebleven zand door het gewicht van het slib, wat in de modellen niet is verdisconteerd. Dit effect kan resulteren in 20 tot 30% meer berging in de loop van de tijd (1 – 10 jaar).

Resultaten berekening

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is er een rekenkundig model gemaakt van de hoeveelheid slib die door de slibvang per jaar wordt geborgen. Het slibvangend oppervlak van de slibvangput wordt eerst steeds groter (langer) naarmate de ontgroning voortschrijdt, en bereikt vervolgens een maximum omvang. Als gevolg van dichtslibbing vult de put zich vervolgens relatief snel en gelijkmatig. Omdat het bezonken slib in eerste instantie nauwelijks geconsolideerd is en haast geen sterkte heeft, zal het zich vloeiend over de hele slibvang verspreiden.

De hoeveelheid slib die per jaar in de slibvangput bezinkt, is rechtevenredig met de oppervlakte van de slibvangput. De levensduur van de slibvang is ook afhankelijk van het uitvoeringsalternatief, omdat bij het basisalternatief een deel van de zandwinput wordt opgevuld met bovengrond. Er is dus minder bergingsruimte voor slib, en de slibvang is sneller vol.

De volgende aannames liggen ten grondslag aan de voorspelling:

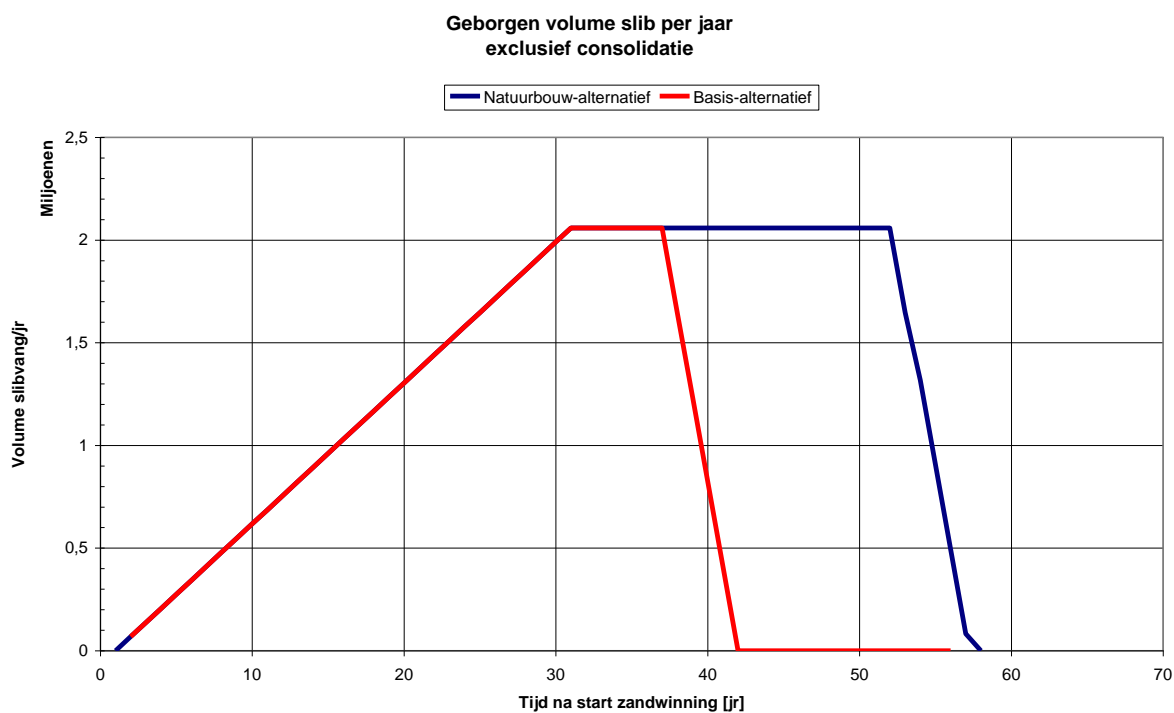
1. de (langjarig) gemiddelde sedimentatie van slib komt overeen met een (ongeconsolideerde) laag van 1 meter dik per jaar (Deltares)
2. maximum vuldiepte is - 8 meter NAP (circa 8 meter waterdiepte)
3. levensduur per alternatief
 - a. Basisalternatief
 - i. na 41 jaar is de slibvang geheel opgevuld
 - ii. de totale bergingscapaciteit is 48 miljoen m³ (excl. consolidatie)
 - b. Natuuralternatief
 - i. na 58 jaar is de slibvang geheel opgevuld (tot -8 m NAP)
 - ii. de totale bergingscapaciteit is 80 miljoen m³ (excl. consolidatie)
4. de ontgroning duurt 30 jaar

De resultaten van de berekening staan in tabel 1. Omdat het mobiele slib in het meer een erge lage dichtheid heeft en in de slibvang een hogere dichtheid, is de hoeveelheid slib die in het totaal uit het Markermeer wordt onttrokken dankzij de slibvang aanmerkelijk ten opzichte van de geschatte totale hoeveelheid van 120 miljoen m³ (MER Marker Wadden).

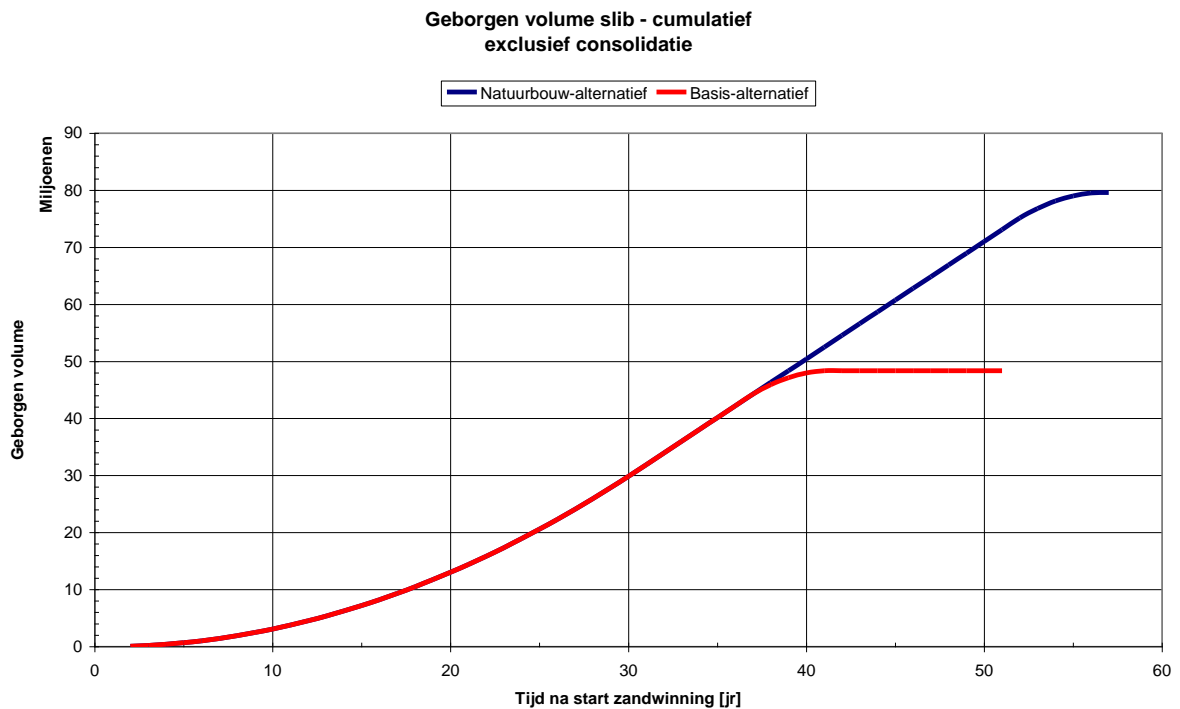
VOLUMES GEBORGEN SLIB PER ALTERNATIEF				
	Basisalternatief		Natuurbouwalternatief	
	excl. consolidatie	incl. consolidatie	excl. consolidatie	incl. consolidatie
geborgen in slibvang [miljoen m3]	48	58	80	96
uit watersysteem [miljoen m3]	57	68	93	110
uit watersysteem [% van geschat totaal]	47%	57%	78%	91%

Tabel 1 Volumes geborgen slib per alternatief

Grafische weergave



Figuur 6 Geborgen volume slib [m³] per jaar



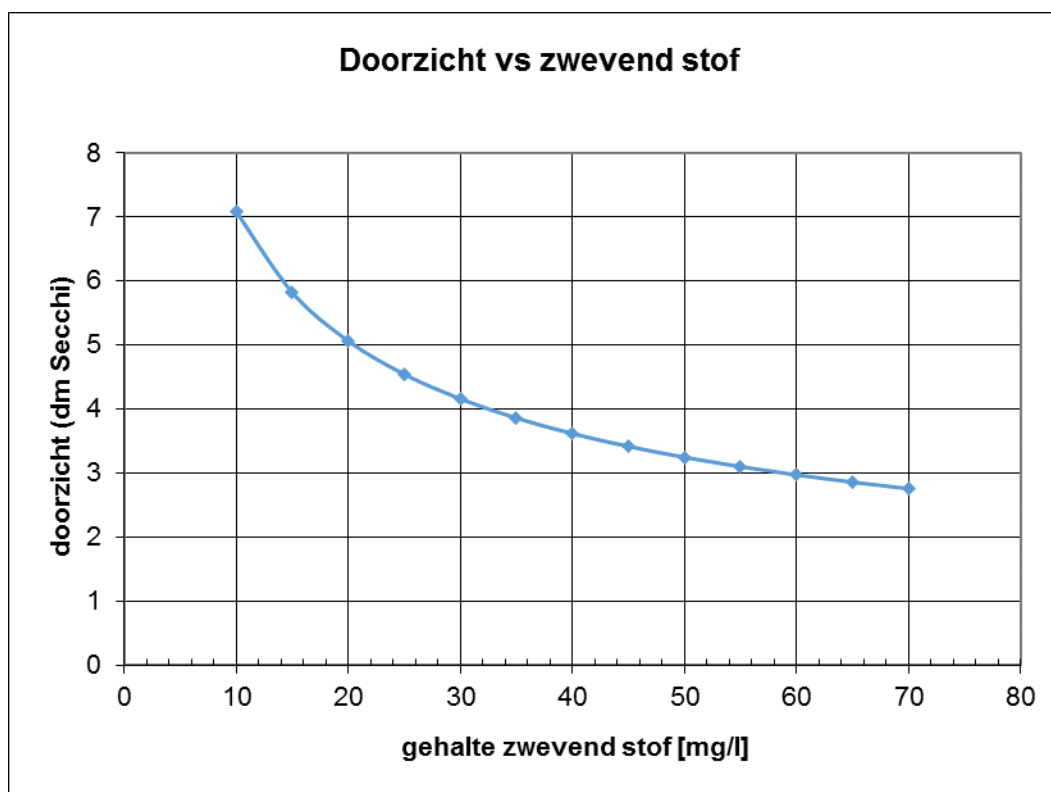
Figuur 7 Cumulatief geborgen volume slib [m³]

Ecologisch effect

De positieve ecologisch effecten zijn direct gerelateerd aan het ontstaan van een groter gebied met intermediair (40 – 80 centimeter) doorzicht (zie rapport Ecologische doorvertaling Deltares). In de rapporten van Deltares is uitgegaan van de effecten van een slibvang van de maximale grootte. Dit is de situatie die in bovenstaande voorspelling optreedt in de periode na circa 32 jaar na aanvang van de ontgroning. In deze periode van 6 (basisalternatief) tot 21 (natuuralternatief) jaar zijn de effecten qua omvang zoals beschreven in de rapporten van Deltares. In de periode daaraan voorafgaand is er een gestage – in principe lineaire – groei van gebieden met intermediair doorzicht rondom de slibvang, tot de omvang wordt bereikt die in de rapporten van Deltares wordt genoemd. Aangezien het ingevangen slib net na sedimentatie uitvloeit over de hele put – en dus ook over de zanddammen vloeit – vult de slibvang zich gelijkmatig. Als het slib boven het niveau van -10 meter NAP komt, begint resuspensie bij storm op te treden, waardoor de netto sedimentatiesnelheid afneemt. In het model is ervan uitgegaan dat er boven -8 meter NAP geen sedimentatie optreedt. In de praktijk blijkt dat de bestaande putten en geul (vaargeul Amsterdam-Lemmer) tot een hoger niveau dichtslibben, maar dat de netto sedimentatiesnelheid afneemt.

Als de slibvangput in de laatste fase van opvulling is – vanaf ongeveer 5 jaar voordat hij vol is - en geen uitbreiding meer plaatsvindt omdat de ontgroning is afgerond, neemt de werking van de slibvang en daarmee de hoeveelheid slib die per jaar wordt afgevangen af. In principe nemen dan ook de gebieden met intermediair doorzicht in omvang af. Op dat moment is er echter al ruim 45 tot 75 miljoen m³ slib – afhankelijk van uitvoeringsalternatief - geborgen in de slibvang. Aangezien het slib in de slibvang een grotere dichtheid heeft dan het mobiele slib in het Markermeer, is er op dat moment minimaal 53 tot 88 miljoen m³ mobiel slib permanent uit het Markermeer verwijderd.

Hoewel er ook sprake is van de aanvoer van nieuw slib in het watersysteem als gevolg van erosie en bioturbatie, zal de onttrekking van een dermate grote hoeveelheid slib aan het watersysteem tot een blijvende verbetering van het doorzicht leiden. De verwachting is daarom dat de afnemende slibvangwerking in de periode van 30 tot 50 jaar na aanvang van de slibvang niet zal resulteren in het weer troebeler worden van het water.



Figuur 8 Empirische verhouding tussen zwevend stof en doorzicht (Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling)

Toenemend doorzicht

Hoe lager de slibconcentratie in het water, hoe meer effect op doorzicht de slibvang heeft (zie fig. 6). De verbetering (toename) van het doorzicht zal steeds sneller gaan naarmate de slibvang langer in bedrijf is en effectief groter wordt door de voortschrijdende ontgronding en de gemiddelde slibconcentratie in het water lager wordt. Daarenboven zullen de andere grote maatregelen (Luwtemaatregel, Marker Wadden) ook effecten hebben op de opwerveling (Luwtemaatregel) en berging van slib (Marker Wadden). Dankzij de Luwtemaatregelen zal de erosie van de meerbodem aanzienlijk afnemen, waardoor de aanvoer van nieuw slib sterk zal afnemen. De aanleg van de Marker Wadden met ingevangen slib uit het meer zal leiden tot een afname van het mobiele slib in het midden en oosten van het Markermeer. De land-waterzones van de Marker Wadden zullen het ecologisch systeem versterken, waardoor onder meer het meerwater gezuiverd zal worden. Ook de reeds toenemende populatie van quaggamosselen draagt nu al lokaal merkbaar bij aan het helderder worden van het water. Er is aldus sprake van een cumulatief positief effect op het doorzicht.

Cumulatief bergend effect

De totale hoeveelheid mobiel slib wordt geschat op 120 miljoen m³ (MER Marker Wadden). Het mobiele slib is de grootste bron van troebelheid in het Markermeer (Van Nes 2005). De put Markerzand kan minimaal 68 miljoen m³ slib (met de dichtheid op de meerbodem) permanent bergen.

Dat is ruim de helft van al het mobiele slib. Dankzij de slibvang neemt de totale hoeveelheid mobiel slib in het systeem mettertijd dus significant af. Hierdoor zal de slibconcentratie in (een groot deel van) het Markermeer - naarmate er meer slib uit het systeem is verwijderd – fors afnemen. Een onzekere factor is in hoeverre het mobiele slib door de stromingen in het Markermeer effectief naar de slibvang wordt getransporteerd. Uit de literatuur blijkt dat het slib erg mobiel is en dat er stromingen in allerlei richtingen optreden als gevolg van het windklimaat (zie fig. 2). Daarom wordt verwacht dat het merendeel van het mobiele slib vroeger of later in de buurt van de slibvang zal komen en ingevangen zal worden.

Ecologische effecten

In het rapport van Deltares (Ecologische doorvertaling, bijlage IV-3) worden de ecologische effecten van de slibvang beschreven. In het rapport worden de volgende conclusies getrokken (§ 2.7):

- Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op de kansen voor waterplanten. De modeluitkomsten suggereren een winst van 0,6 (Markerzand oost) tot 0,9 (Markerzand west) km² areaal voor ecologisch functionele vegetatie (>10% licht op de bodem). Dat is 3-4,5% van het TBES-doel. In combinatie met het Voorkeursalternatief uit de MIRT verkenning Hoornse Hop wordt deze winst door overlap iets kleiner.
- Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op het areaal water met doorzichten geschikt voor viseters. Op basis van de situatie in 2006 lijkt in geen van de vier seizoenen het areaal overgangen van troebel naar helder af te gaan nemen, in drie van de vier seizoenen neemt het areaal toe met maximaal 4%. In combinatie met het Voorkeursalternatief uit de MIRT verkenning Hoornse Hop wordt deze winst door onderlinge versterking iets groter.
- De effecten zijn op alle onderdelen voor Markerzand west iets groter dan voor Markerzand oost.

In dit rapport is het ecologische effect van het maken van natuur met bovengrond uit de Markerzand ontgroning niet meegenomen, aangezien het rapport alleen over de slibvang gaat.

Samenvatting

- De slibvang heeft een levensduur van 40 (Basisalternatief) tot 50 (Natuurbouwalternatief) jaar.
- De effectiviteit van de slibvang is het grootst als de slibvang de maximale oppervlakte heeft bereikt,
 - dit is het geval na 11 jaar voor het Basisalternatief en bedraagt dan 1,28 miljoen m³ /jaar gedurende een periode van 6 jaar;
 - dit is het geval na 21 jaar voor het Basisalternatief en bedraagt dan 2,16 miljoen m³ /jaar gedurende 21 jaar, dit is de situatie die door Deltares is doorgerekend op de slibvangwerking en beoordeeld op ecologische effecten.
- Omgerekend naar de in-situ dichtheden van het mobiele slib wordt er door de slibvang 68 tot 110 miljoen m³ mobiel slib permanent onttrokken aan het watersysteem van het Markermeer.

Conclusie ten aanzien van slibhuishouding en waterkwaliteit

Hoewel er sprake is van onzekerheden in de modellering van de slibhuishouding en een forse spreiding in de kwantitatieve doorvertaling van afnemende slibconcentratie in doorzicht, kan toch met enige kracht geconcludeerd worden dat de slibproblematiek aanzienlijk en gedurende tientallen jaren zal worden verminderd door deze grote slibvang.

Er is sprake van een lokaal effect, dat vooral groot is boven en rondom de slibvang. Het project heeft positieve effecten op de visstand en op het areaal water met doorzichten geschikt voor viseters. Maar er is ook sprake van een effect op systeemniveau. Vooral omdat door deze maatregel het mobiele slib daadwerkelijk in grote hoeveelheden permanent geborgen zal worden zal op termijn het doorzicht in het hele systeem verbeteren en zal de verstikking van het bodemleven door de steeds terugkerende slibdeken verminderen. Het effect laat zich met de huidige kennis en methoden niet precies kwantificeren. Gezien de onzekerheden zouden kwantitatieve uitspraken niet significant zijn. Andersom geredeneerd kan gesteld worden dat de Luwtmaatregel en de Marker Wadden alleen vermoedelijk niet tot het halen van de TBES-doelstellingen zullen leiden.

Voor het Markermeer gelden doelstellingen in het kader van de Kader Richtlijn Water. Eén van de doelstellingen betreft het verbeteren van het doorzicht, omdat dat nu niet voldoet aan de KRW-norm voor Goede Ecologisch Potentieel.

Dit project biedt zicht op het halen van deze KRW-doelstelling (GEP: doorzicht is groter dan 0,30 meter) inzake doorzicht in een deel van het Markermeer, aangezien met een kleine verbetering van het doorzicht al aan de GEP voldaan wordt. Daarnaast wordt een bijdrage geleverd aan de TBES-doelstellingen heldere randen langs de kust en een gradiënt in slib van helder naar troebel water.

Notitie Markerzand

Aan
Van Oord

Datum
31 mei 2013

Aantal pagina's
22

Van
Thijs van Kessel

Doorkiesnummer

E-mail
thijs.vankessel@deltares.nl

Onderwerp
memo Markerzand

1 Introductie

Markerzand v.o.f. is voornemens zand te winnen in het zuidwesten van het Markermeer (zie Figuur 1). Hierbij wordt een slibvang van enkele tientallen meters diep gecreëerd, en het is de verwachting dat hierin slib uit het Markermeer neerslaat. Mogelijk leidt dit tot een afname van de sedimentconcentratie in het Markermeer.

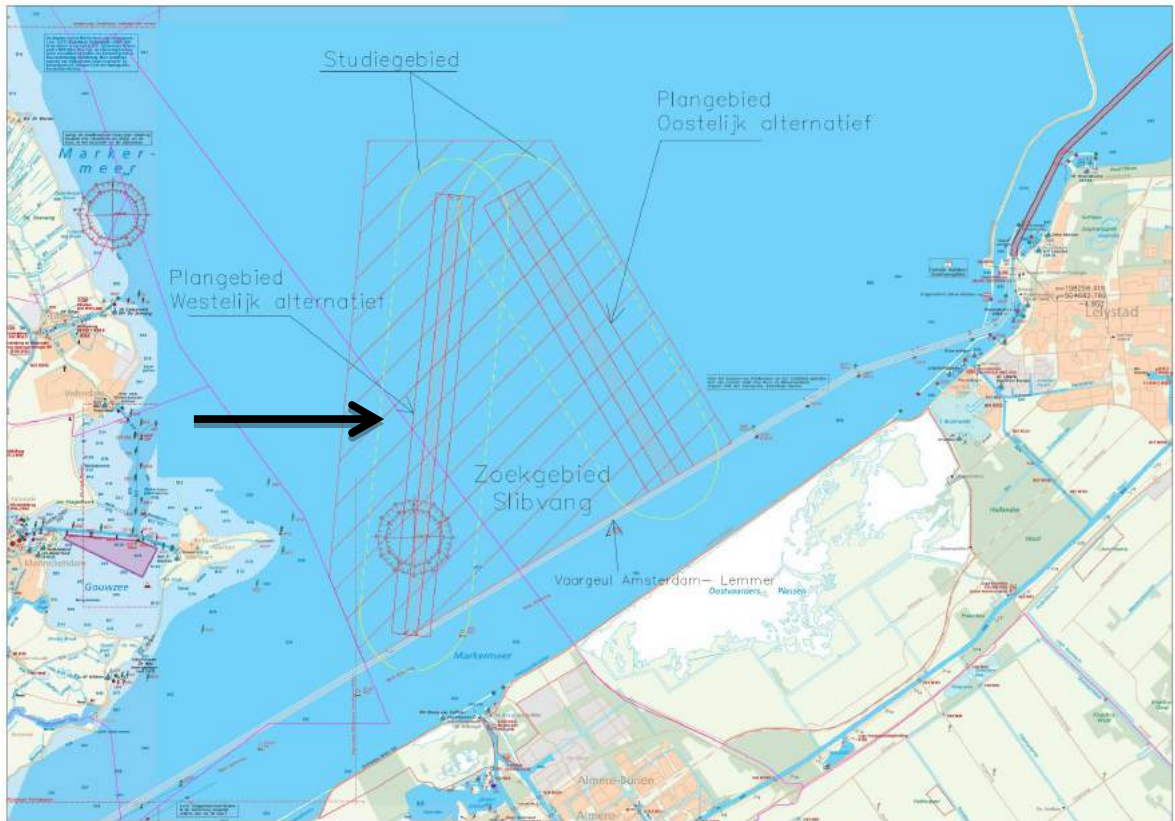
De verdieping zal bestaan uit een geul van 350 m breed en 12 km lang. De lokale waterdiepte is 4 m. De bovenste circa 10 meter van de bodem bestaat uit klei en veen, wat verwijderd wordt. Vervolgens wordt het onderliggende zand tot een diepte van -50 m gewonnen. De toplaag van klei en veen wordt teruggestort, wat door een toename in volume de put opvult tot een diepte van -30 m. Afgraven van de geul gebeurt in secties van 1500 m (met een lengte van 12 km overeenkomend met 8 deelsecties), welke stapsgewijs worden afgegraven. Vanaf de tweede put wordt de bovenlaag in de vorige put teruggestort. De looptijd van het project is 20 jaar: elke 2.5 jaar wordt daarom een deelsectie gewonnen (zie Figuur 2). Het gaat in totaal om 60 miljoen m³ zand, te winnen in de periode 2014 – 2045.

Markerzand v.o.f. heeft aan Deltares gevraagd een eerste inschatting te geven van:

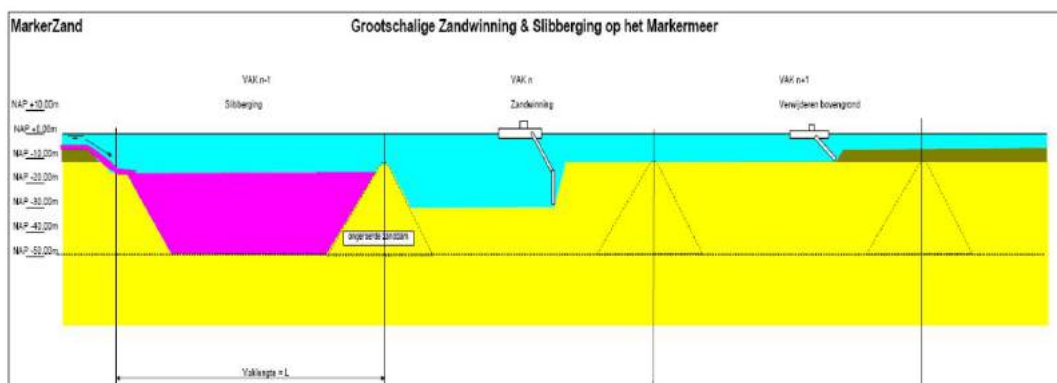
- (1) de aanslibbingssnelheid in het zandwinningsgebied, en
- (2) het effect van lokale slibonttrekking op de interne sedimentbalans van het Markermeer

Deltares geeft de inschatting van deze effecten door middel van een beknopte bureau- en modelstudie. De resultaten van deze studie zijn in deze notitie verwoord, die achtereenvolgens de volgende aspecten beschrijft:

1. beknopt literatuuroverzicht over en beschrijving van de slibdynamiek in het Markermeer
2. beknopte beschrijving van het slibmodel
3. kwantificering van effect op slibconcentratie op basis van modelberekeningen
4. kwantificering van aanslibbingssnelheid op basis van modelberekeningen
5. conclusies en aanbevelingen



Figuur 1: Overzicht van het Markermeer met de winningslocatie tussen Almere en Enkhuizen.



Figuur 2: Schematische weergave van het zogenaamde 'omputten'.

2 Beknopt literatuuroverzicht en beschrijving slibdynamiek

Het Markermeer is een ondiep meer (gemiddelde diepte 4 m) met een afmeting van circa 30 × 30 km. Het meer is ontstaan in 1975 na de aanleg van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad. De uitwisseling van water met de omgeving is beperkt, waardoor de gemiddelde verblijftijd van water in het meer lang is (circa 1.5 jaar). Het peil van het Markermeer wordt actief beheerd. Het streefpeil in de zomer is –0.2 m NAP en in de winter –0.4 m NAP. De waterbeweging in het Markermeer wordt hoofdzakelijk bepaald door de wind. Zowel windgolven als windgedreven stroming zijn van belang voor het opwoelen en verplaatsen van slib. In perioden met weinig wind zakt het slib geleidelijk naar de bodem en neemt de troebelheid af. In periode met veel wind wervelt het slib weer op en neemt de troebelheid toe. De jaargemiddelde slibconcentratie in het midden van het meer is circa 50 mg/l, tijdens harde wind vaak meer dan 100 mg/l en tijdens kalm weer soms minder dan 10 mg/l.

In de jaren '80 en begin jaren '90 is er veel onderzoek gedaan aan het Markermeer. Wat betreft de fysische processen (waterbeweging, slibdynamica) en de basis van de ecologische effectketen (lichtklimaat, primaire productie) wordt een goed overzicht gegeven door Van Duin (1992). Tussen medio jaren '90 en medio jaren '00 is er minder aandacht voor het Markermeer met een navenant effect op de onderzoeksagenda. Sindsdien staat het Markermeer opnieuw in de belangstelling, resulterend in een niet aflatende stroom rapporten. Aan het begin van deze nieuwe reeks staan o.a. de quickscan uitgevoerd door Witteveen & Bos (2004) en de hierop volgende verdiepingsslag door Royal Haskoning en WL Delft Hydraulics (Van Ledden et al., 2006) in opdracht van het toenmalige RIZA.

De aanleiding voor deze hernieuwde belangstelling is de constatering dat gestelde natuurdoelen in het Markermeer niet worden gehaald, hetgeen onder andere wordt toegeschreven aan de hoge troebelheid van het meer. De oplossing van de problemen wordt daarom met name gezocht in de beïnvloeding van de slibdynamiek.

Om maatregelen voor de beïnvloeding van de slibdynamiek kwantitatief te kunnen onderbouwen, is door Deltares in opdracht van de inmiddels opgerichte Waterdienst een slibmodel ontwikkeld gebaseerd op 3D-hydrodynamica (Van Kessel et al, 2009). Dit model berekent de verspreiding van slib in de waterkolom en in de bodem (bestaande uit een flufflaag en een meer geconsolideerde laag) onder invloed van stroming en golven. Het model is inmiddels een aantal keer ingezet om het effect van diverse maatregelen door te rekenen, waaronder de invloed van peilbeheer, luwtestructuren, putten en geulen (o.a. Boderie et al., 2010; Boderie en Genseberger, 2010).

Het ontwikkelde model is goed in staat om de waargenomen ruimtelijke en temporele variaties van de slibconcentratie te reproduceren. Modelvalidatie van de temporele component heeft plaatsgevonden op basis van hoogfrequente metingen van de slibconcentratie in de periode 2007-2008. Validatie van de ruimtelijke component heeft plaatsgevonden op basis van remote sensing beelden (Van Kessel et al., 2009).

Een kennisleemte is het langetermijngedrag van slib in het Markermeer. In het model is aangenomen dat de totale slibvoorraad constant is (N.B. de verspreiding van deze voorraad

over de ruimte – bestaande uit waterkolom, flufflaag en bodemlaag varieert wel afhankelijk van de windcondities) en dat de slibeigenschappen ook constant zijn (b.v. valsnelheid, kritische schuifspanning voor erosie). Op de korte termijn is dit een redelijke aanname, maar op de lange termijn is deze aanname mogelijk niet correct.

Er loopt een onderzoekstraject aan de TU Delft naar deze langetermijneffecten (De Lucas Pardo, 2013). Hierin worden vragen beantwoord als 1) 'Hoe ontwikkelt de slibvoorraad in het Markermeer zich in de tijd?' en 2) 'Hoe ontwikkelen slibeigenschappen (valsnelheid, erosiebestendigheid) zich in de tijd?'. De bevindingen uit dit traject zullen op termijn in het slibmodel worden verwerkt, maar op dit moment zijn resultaten nog niet beschikbaar. Dit is vooral een beperking indien het model gebruikt wordt voor de berekening van de autonome ontwikkeling op de lange termijn. Het huidige model voorspelt een stabiel beeld van de slibdynamiek, mits het windklimaat niet wijzigt. Deze beperking is op het doorrekenen van ingrepen veel minder van toepassing, omdat de berekening met ingreep wordt vergeleken met de berekening zonder ingreep. Omdat de autonome ontwikkeling in beide berekeningen op gelijke wijze is verdisconteerd, valt deze grotendeels weg in het effect van de ingreep.

Voor de huidige studie relevante ingrepen uit het verleden zijn het graven van proefputten in de jaren '80 (zie Figuur 3) en de onderhoudsbehoefte van de vaargeul Amsterdam – Lelystad in het afgelopen decennium.

De proefputten A en B in de jaren '80 in het Markermeer zijn cirkelvormig aangelegd met een talud van 1:10 (Put A) en 1:3 (Put B). De putten hadden een gezamenlijke oppervlakte van circa $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2$ en een aanlegdiepte van respectievelijk -21.5 m NAP en -20 m NAP . De waargenomen aanslibingssnelheid bedroeg circa $1.5 - 2 \text{ m}$ per jaar totdat de diepte was afgenomen tot minder dan -8 m NAP (zie Figuur 4). Daarna nam de aanslibingssnelheid af door een combinatie van resuspensie vanuit de put en inklinking van het afgezette slibpakket. Helaas is de dichtheid waarmee het materiaal is afgezet onbekend, maar vermoedelijk is deze dichtheid laag en heeft de afzetting een hoog watergehalte. Pas bij een veronderstelde lage drogestofconcentratie van 100 kg/m^3 (ongeveer bulkdichtheid 1060 kg/m^3) is er een redelijke overeenstemming tussen waarnemingen uit sedimentvallen (0.4 kg/dag volgens Van Duin, 1992) en de aanslibingssnelheid in putten. Meer veldmetingen naar deze dichtheid worden aanbevolen.

Het vermoeden is daarom dat naast sedimentatie vanuit suspensie ook dichtheidstromingen een rol spelen bij het vollopen van de putten en geulen. Hierdoor neemt de zogenaamde 'trapping efficiency' van de put of geul toe, m.a.w. een groter deel van het passerende slib wordt ingevangen. Het is aannemelijk dat de depositieflux tijdens windrijke perioden zo meer dan kan verdubbelen. Dichtheidsgedreven stroming wordt echter niet gemodelleerd in het slibmodel, waardoor depositie wordt onderschat. Een tweede oorzaak hiervoor is dat de wat grovere sedimentfractie die uitsluitend tijdens harde wind dichtbij de bodem in suspensie is, waarschijnlijk in het model is ondervertegenwoordigd. Het model is immers gekalibreerd aan de hand van OBS (Optical Back Scatter) data en deze meettechniek is minder gevoelig voor grovere fracties. Concentratie metingen dichtbij de bodem van het Markermeer zijn slechts voor korte periodes beschikbaar (Vijverberg, 2008).

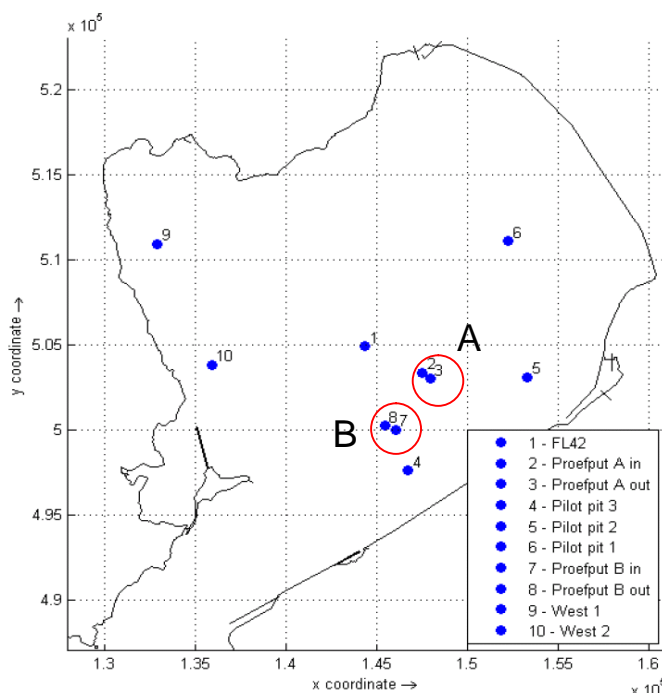
Hiernaast is er ook informatie over de aanslibingssnelheid van de vaargeul Amsterdam – Lelystad (Figuur 5). Voor een diepte groter dan -10 m NAP bedraagt de aanslibingssnelheid circa $1 - 1.5 \text{ m}$ per jaar, bij geringere diepte neemt deze af door resuspensie. Doordat een geul meer stroming trekt dan een put, is het logisch dat de diepte waarbij resuspensie niet langer

verwaarloosbaar is voor een geul groter is dan voor een put. Bovendien kan in een (vaar)geul ook resuspensie optreden door scheepvaart. De geringere maximale aanslibbingsnelheid voor een diepte > -10 m NAP wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het slibaanbod langs de vaargeul Amsterdam – Lelystad kleiner is dan ter hoogte van de proefputten (volgens zowel metingen als het slibmodel is de jaargemiddelde slibconcentratie hier wat lager).

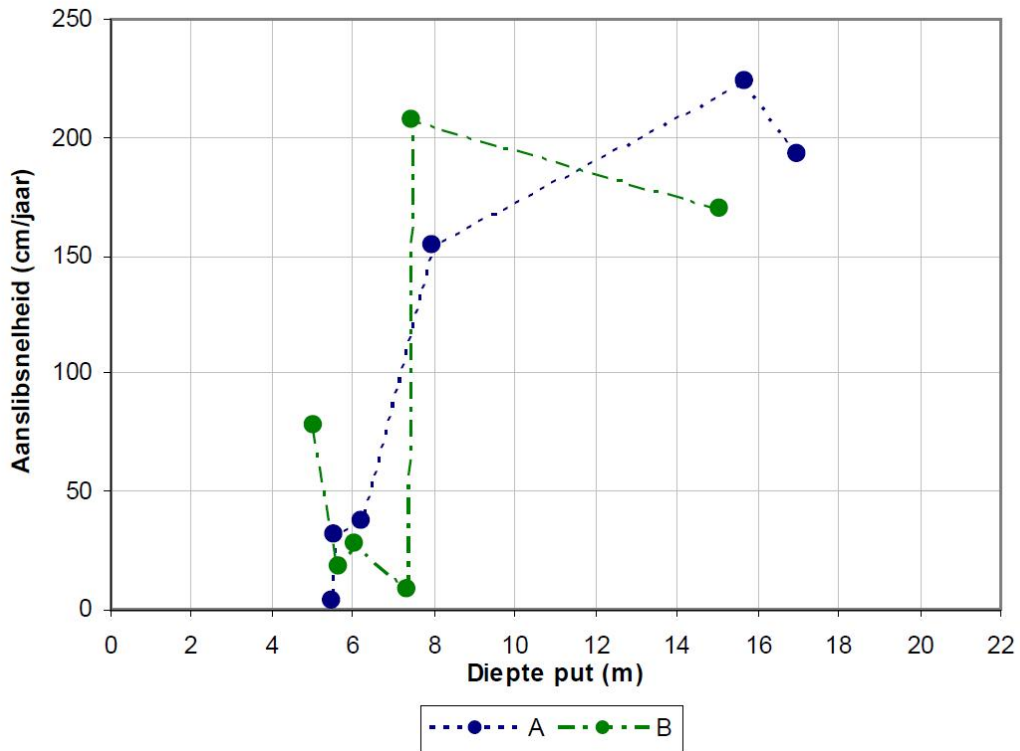
Uit een analyse van langjarige metingen naar de slibconcentratie in het Markermeer blijkt dat deze geen significante trend vertoont, m.a.w. op dit moment wijkt de gemiddelde slibconcentratie niet wezenlijk af van die van 10 of 20 jaar geleden. Niettemin is er wel sprake van een aanmerkelijke variatie tussen de jaren, afhankelijk van het opgetreden windklimaat of andere factoren. Hoewel de slibconcentratie min of meer constant is, neemt het doorzicht geleidelijk wel af (al zet deze trend de afgelopen paar jaar niet door). Vermoedelijk zijn de eigenschappen van het slib dus niet constant, er wordt een toename van het organische gehalte waargenomen. Dezelfde hoeveelheid slib kan in geval van een kleinere vlogrootte voor meer vertroebeling zorgen.

Gezien de grote ontwerpdiepte van de nieuwe geul (tot -50 m NAP) kan mogelijk stratificatie (gelaagdheid) in de put optreden, waarbij nauwelijks meer uitwisseling van water plaatsvindt tussen de onder- en bovenzijde van de put. Een beschouwing van deze effecten is echter geen onderdeel van deze studie. Stratificatie vermindert het slibinvangende vermogen van een geul niet en is daarom minder relevant voor dit onderdeel.

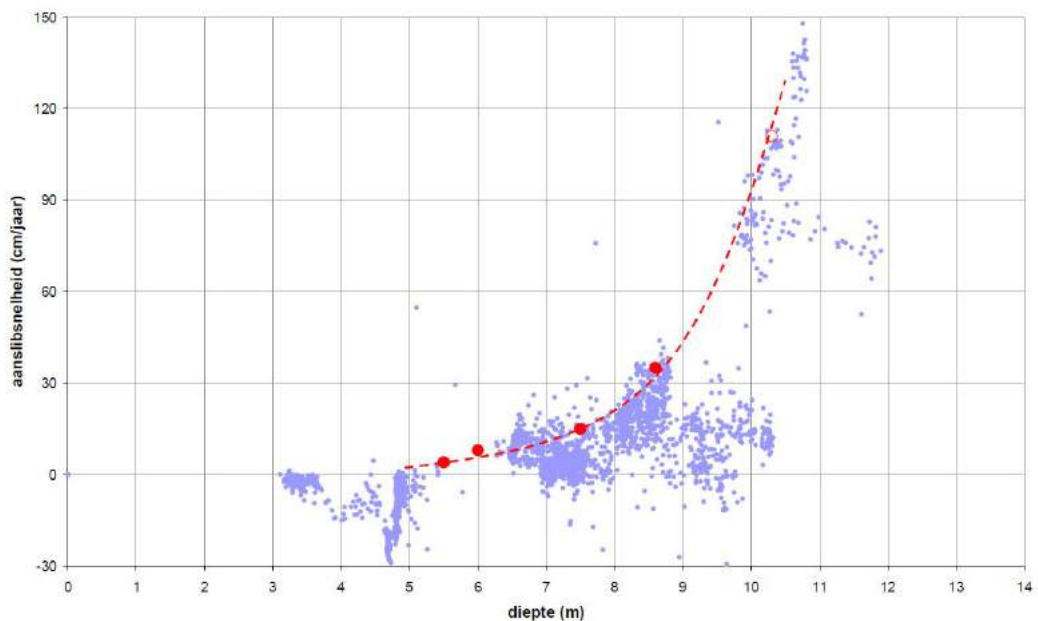
Een ander aspect dat hier verder niet wordt beschouwd is de invloed van de zandwinning op de grondwaterstroming. De ontwerpdiepte is zodanig dat het watervoerende pakket kan worden aangesneden. Hierdoor moet rekening worden gehouden met tijdelijke extra infiltratie, totdat door de afzetting van slib de doorlatendheid voldoende is afgenomen (Oude Essink et al., 2010).



Figuur 3: Locatie van proefputten A en B in het Markermeer. Naar Vijverberg (2008). N.B. de grootte van de rode cirkels is niet op schaal.



Figuur 4: Waargenomen aanslibingssnelheid in proefputten A en B als functie van de diepte (t.o.v. NAP). Voor de locatie van putten A en B zie Figuur 3. Data



Figuur 5: Waargenomen (blauwe puntenwolk) aanslibingssnelheid in de vaargeul Amsterdam-Lelystad als functie van de diepte (t.o.v. NAP) (Boderie et al., 2010).

3 Beknopte beschrijving van het slibmodel

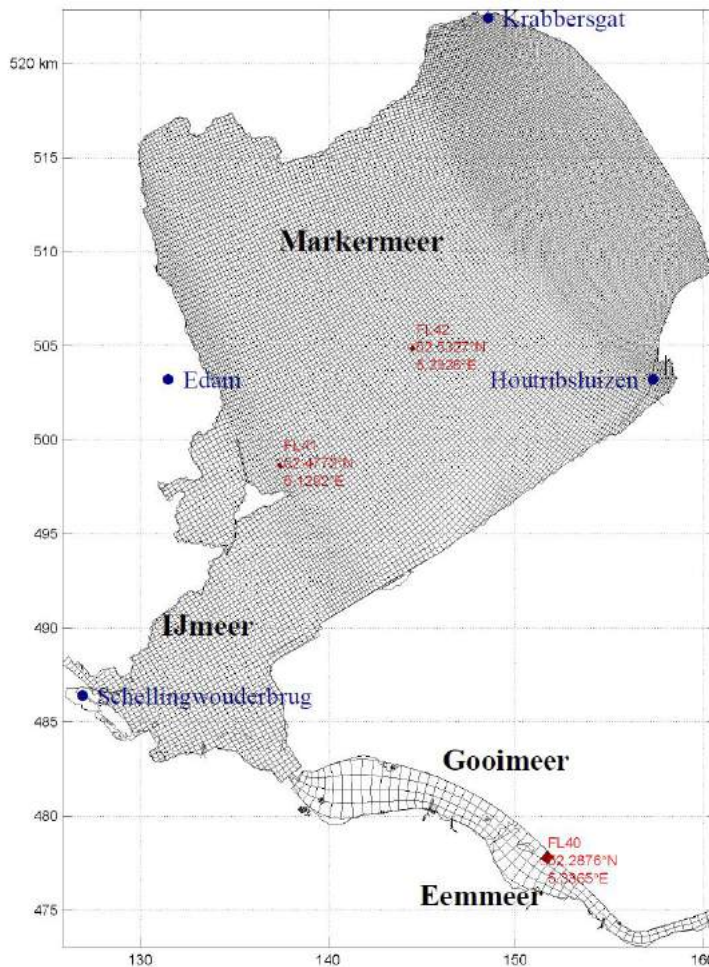
Het slibmodel is gebaseerd op een 3D-hydrodynamisch model van het Markermeer. Figuur 6 toont het gebruikte modelrooster. De verticale component is vertegenwoordigd door 7 lagen die ieder circa 15% van de waterdiepte vertegenwoordigen. De waterbeweging wordt aangedreven door de wind. Voor de huidige berekeningen zijn de uurgemiddelde waarden gebruikt voor het volledige jaar 2006. Hierdoor zijn de resultaten beschikbaar voor allerlei condities, zodat het model recht doet aan de in werkelijkheid optredende dynamiek van de wind en stroming.

Golven worden gemodelleerd met een zogenaamde 'strijklengtebenadering', waarbij gegeven de lokale waterdiepte, de windsnelheid en de strijklengte vanaf de bovenwindse oever (dus afhankelijk van de windrichting) de evenwichtsgolfhoogte en –periode wordt berekend. Hieruit wordt de golfgedreven bodemschuifspanning berekend die in combinatie met de stromingsgedreven bodemschuifspanning zorgt voor resuspensie mits de kritische schuifspanning voor resuspensie van het slib op de bodem wordt overschreden.

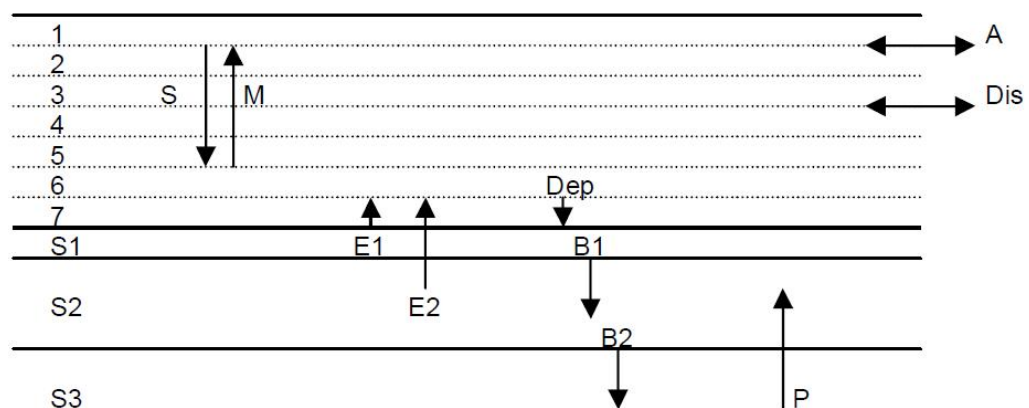
Het slib kan zich onder invloed van de waterbeweging (stroming en golven) vrijelijk bewegen door het model in horizontale en verticale richting (Figuur 7). In de vertikaal kan het slib zich bevinden in de waterkolom (lagen 1 t/m 7) of in de bodem (lagen S1 t/m S3). Laag S1 representeert de zogenaamde flufflaag, een dunne, zachte sliblaag op de bodem die zeer makkelijk resuspendeert. Laag S2 representeert de hardere bodem daaronder waarvandaan resuspensie minder snel optreedt (maar bij harde wind nog wel mogelijk is). Omdat in het huidige model de termen P (productie vanuit laag S3) en B2 (begroting vanuit laag S2 naar laag S3) aan elkaar zijn gelijk gesteld, speelt laag S3 effectief geen rol. De termen P en B2 zijn nog onderwerp van studie door De Lucas Pardo (2013) aan de TU Delft.

De bodemruwheid van het slibmodel is niet uniform, maar ruimtelijk variabel op basis van de waargenomen bedekkingsgraad van de bodem door schelpen (Figuur 8). Voor deze aanpak is gekozen omdat de kwaliteit van de modelkalibratie voor een uniforme verdeling van de ruwheid minder goed is. Het slibmodel is gekalibreerd aan de hand van hoogfrequente meetgegevens van twee meetpalen van RWS. Ook zijn remote-sensing gegevens gebruikt. De kalibratieresultaten worden getoond in Figuur 9 m.b.t. variaties in de tijd en in Figuur 10 m.b.t. de ruimtelijke verdeling. Over het algemeen is het slibmodel redelijk goed in staat om de waargenomen slibconcentratie te reproduceren. Voor meer details zie Van Kessel et al. (2009). Wel onderschat het model de aanslibbingssnelheid, o.a. door het ontbreken van dichtheidsstromingen. Hiervoor wordt een correctiefactor 2 toegepast afgeleid uit de waargenomen aanslibbingssnelheid van bestaande geulen en putten.

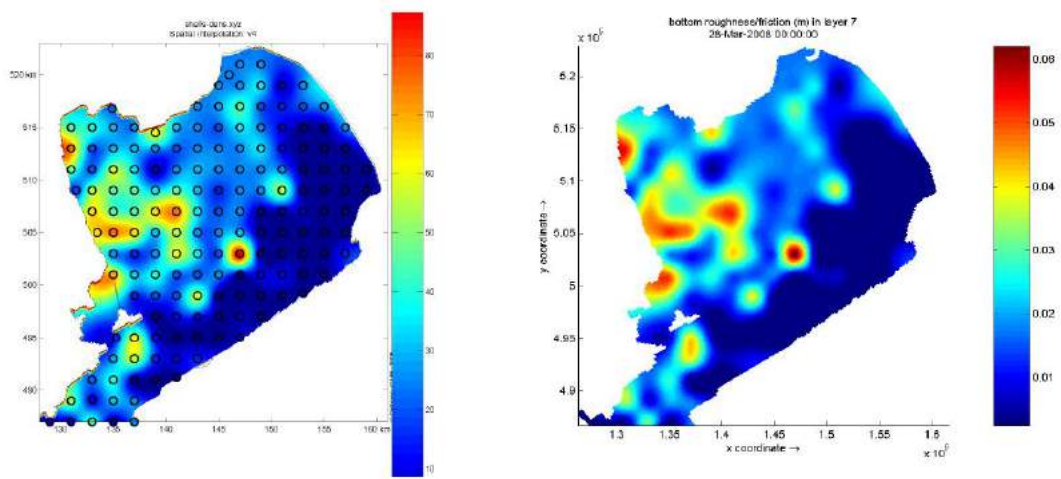
Voor de huidige studie is gebruik gemaakt van het bestaande gekalibreerde slibmodel van het Markermeer. Het effect van de lokale verdieping t.g.v. zandwinning wordt hierin gesimuleerd door de resuspensie in het model lokaal (in de vaargeul) uit te schakelen. Dit is een realistische aanname, daar uit de analyse van de proefputten en de vaargeul Amsterdam-Lelystad blijkt dat resuspensie vanuit een geul dieper dan circa 10 meter verwaarloosbaar is.



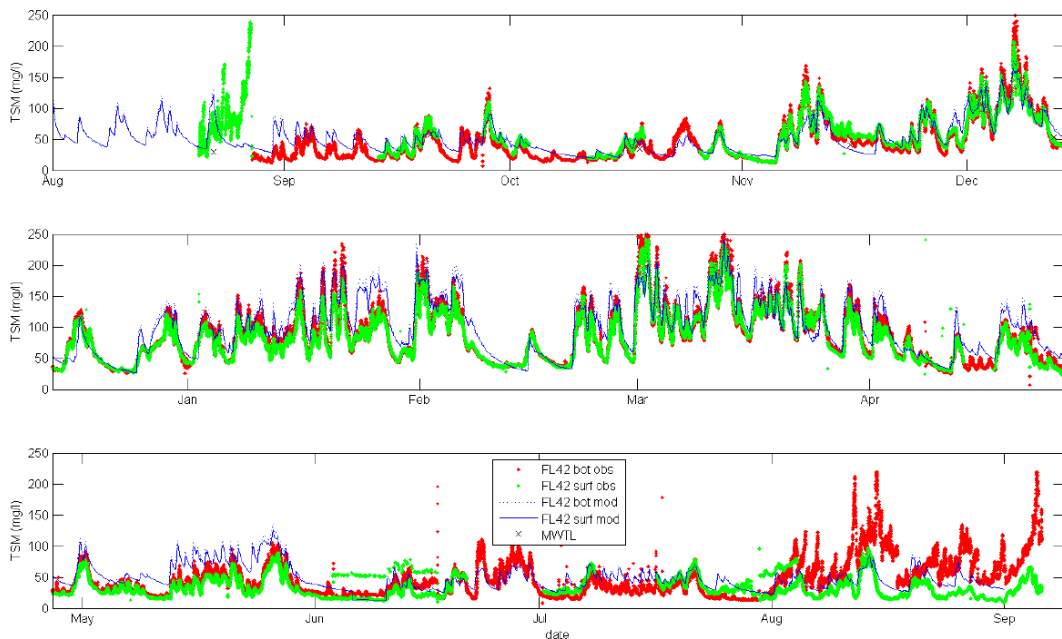
Figuur 6: Modelrooster van het Markermeer. De rode punten FL40, FL41 en FL42 geven de locaties aan van meetpalen met de gegevens waarvan het model is gekalibreerd.



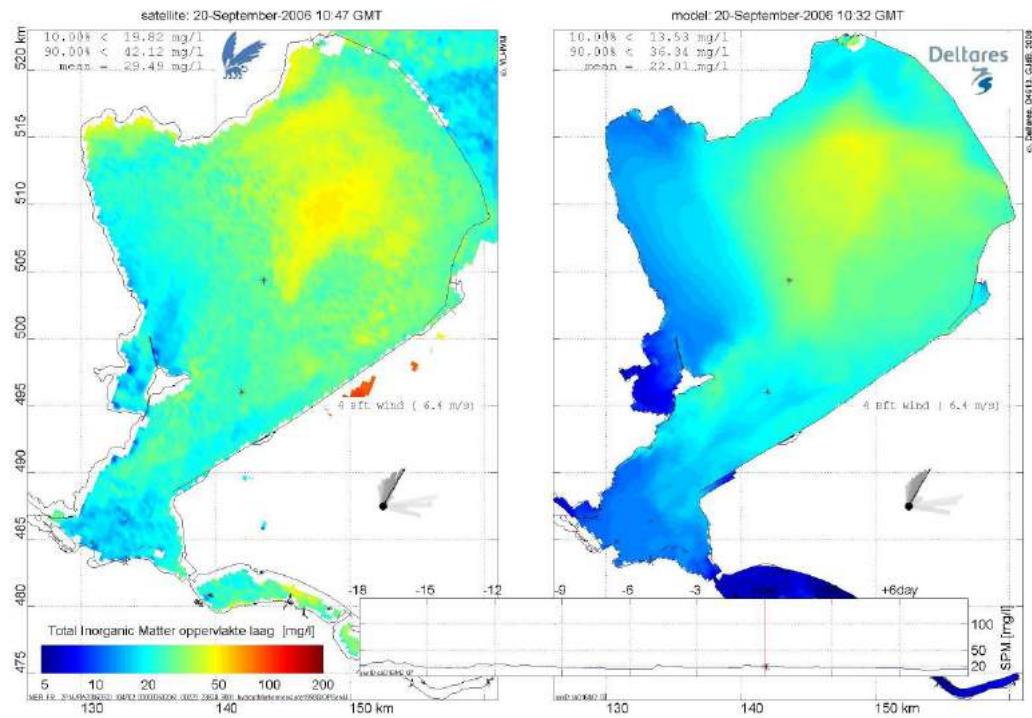
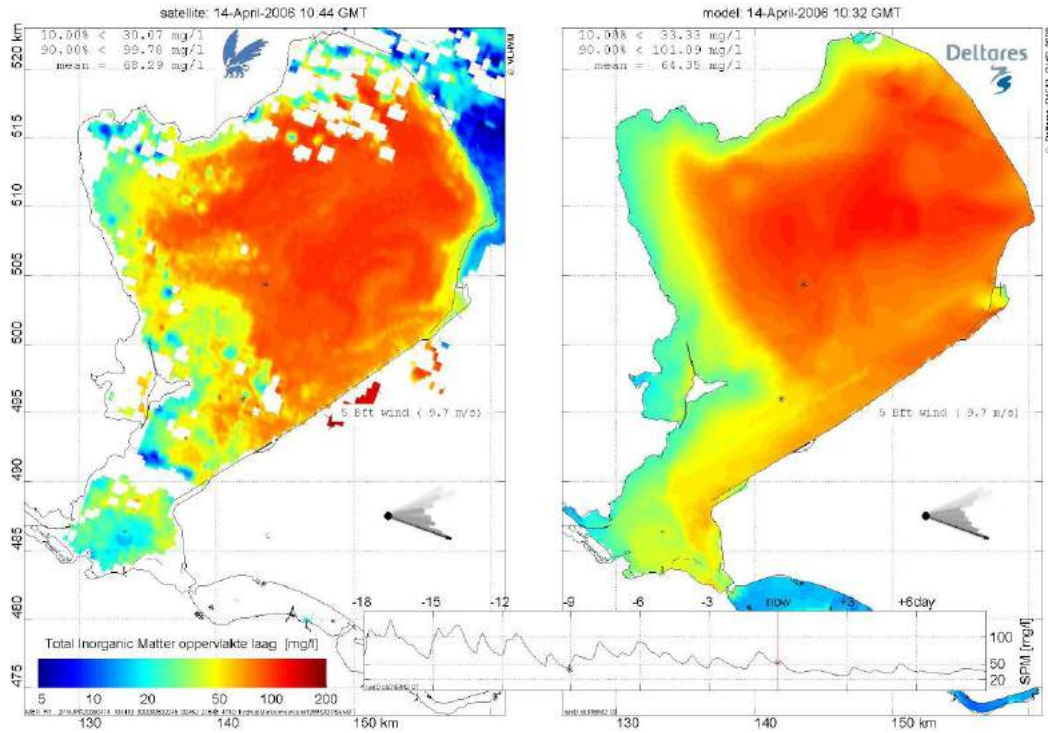
Figuur 7: Geschematiseerde weergave van sedimentfluxen in het model. Lagen 1 t/m 7 vertegenwoordigen de waterkolom, lagen S1 t/m S3 de bodem. Processen omvatten sedimentatie (S), verticale mixing (M), horizontale advectie (A) en dispersie (Dis), depositie (Dep), erosie vanuit de bodemlagen S1 (E1) en S2 (E2), begraving van S1 naar S2 (B1) en van S2 naar S3 (B2) en tenslotte productie vanuit S3 (P).

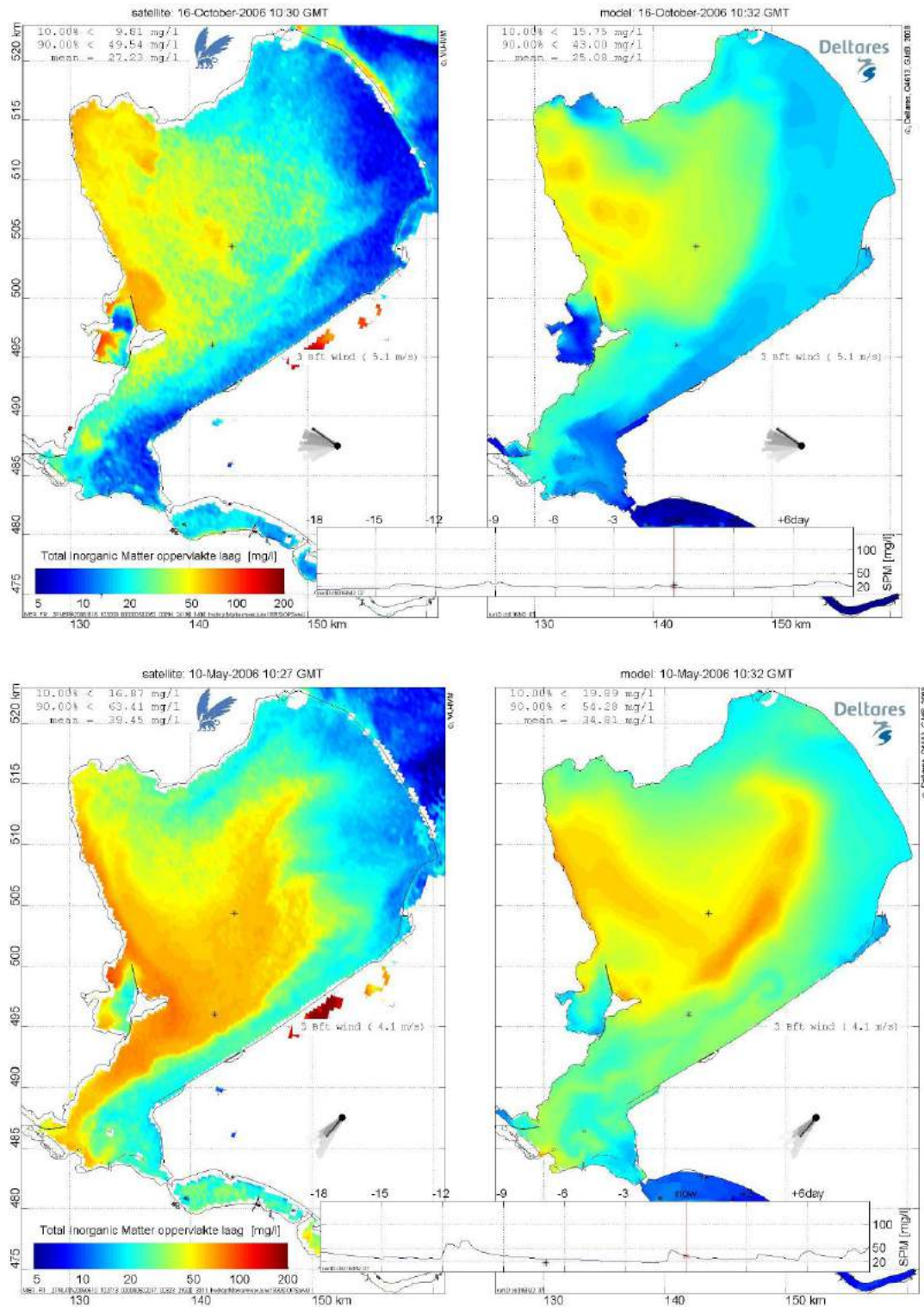


Figuur 8: Links: waargenomen bedekkingsgraad door schelpen (%). Rechts: hieruit afgeleide Nikuradse bodem ruwheidshoogte (m).



Figuur 9: Berekende (blauw) en gemeten (groen en rood) slibconcentratie (in mg/l) in de periode september 2007 tot september 2008. Locatie FL42 (zie Fig. 6).



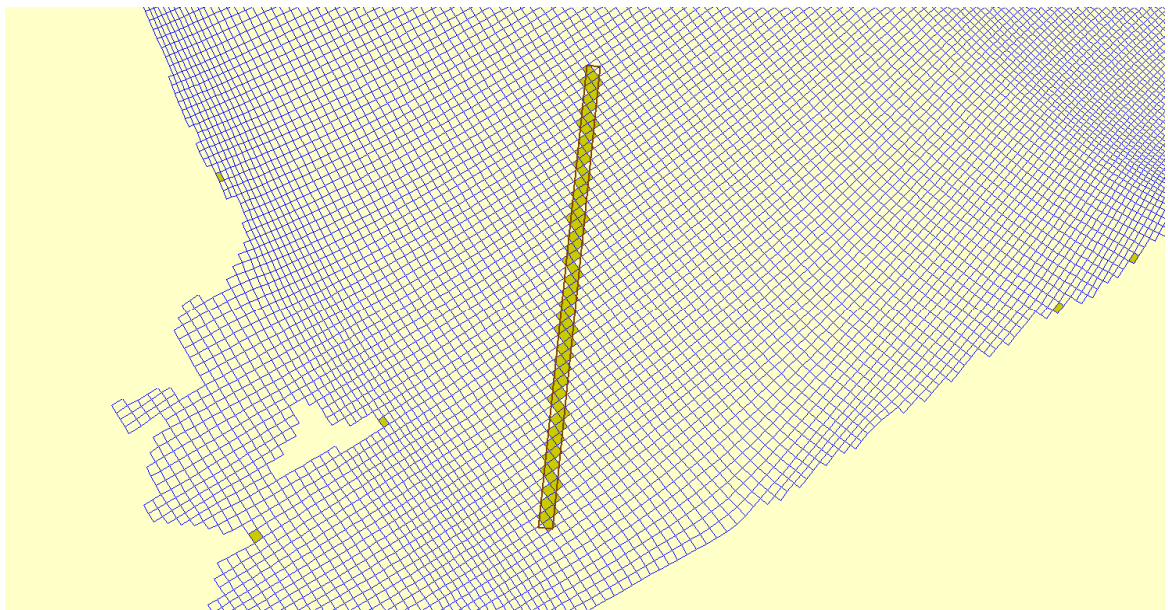


Figuur 10: Met remote-sensing waargenomen (links) en berekende (rechts) slibconcentratie bovenin de waterkolom voor verschillende windsnelheden en -richtingen.

De bruine lijn in Figuur 11 toont het geplande zandwinningsgebied en het modelrooster eromheen. Het zandwinningsgebied is 12 km lang en 350 m breed. De totale oppervlakte is 420 ha. De groene cellen tonen aan hoe het geplande gebied in het model geschematiseerd is. Samen dekken deze cellen een gebied van 419 ha (een cel is in dit gebied ongeveer 5 ha).

Aan de hand van dit model is een volledig jaar (2006) doorgerekend met en zonder uitschakeling van de resuspensie in het geplande zandwinningsgebied. Het westelijke alternatief is hierbij als uitgangspunt genomen (zie ook Figuur 1). Het oostelijke alternatief is niet apart doorgerekend, maar naar verwachting zullen de effecten van beide alternatieven m.b.t. aanslibbing en invloed op vertroebeling weinig van elkaar afwijken zolang het zandwinvolume een vergelijkbare omvang heeft. De berekende scenario's worden verder 'Geul' en 'Referentie' genoemd. Het scenario 'Geul' is representatief voor de eindsituatie (rond 2035), wanneer de volledige zandwinning heeft plaatsgevonden. Impliciet wordt verondersteld dat de geul dan nog niet zo ver is dichtgeslibd dat er weer resuspensie vanuit de geul kan optreden. De berekende effecten vertegenwoordigen daarom een bovengrens; de berekende effecten zijn ongeveer evenredig met het reeds ontgonnen geuloppervlak. Het scenario 'Referentie' is representatief voor de huidige situatie zonder geul.

De aldus berekende resultaten geven een eerste indruk van de te verwachten effecten m.b.t. de slibconcentratie in het water en de aanslibbing op de bodem. De effecten op de waterbeweging worden niet berekend in deze verkennende fase. Hiertoe zou het model lokaal verder moeten worden verfijnd en zou het aantal lagen in de vertikaal lokaal moeten worden uitgebreid (overstap van ' σ -lagen' op ' z -lagen') om numerieke diffusie in de put te beperken. Dit zou een majeure ingreep in het model betekenen die niet past binnen de gestelde randvoorwaarden van het project. Bovendien zijn meetdata waarmee het lokaal gedetailleerde hydrodynamische model zou dienen te worden gevalideerd niet beschikbaar.



Figuur 11: Modelschematisatie rondom het geplande zandwinningsgebied (westelijk alternatief).

4 Kwantificering van effect op slibconcentratie op basis van modelberekeningen

Doordat een geul slib invangt, neemt door aanleg van de geul de gemiddelde slibconcentratie in het Markermeer af. De vraag is hoe groot deze afname is ten opzichte van de huidige situatie en tot welke afstand van de geul dit effect zich uitstrekt.

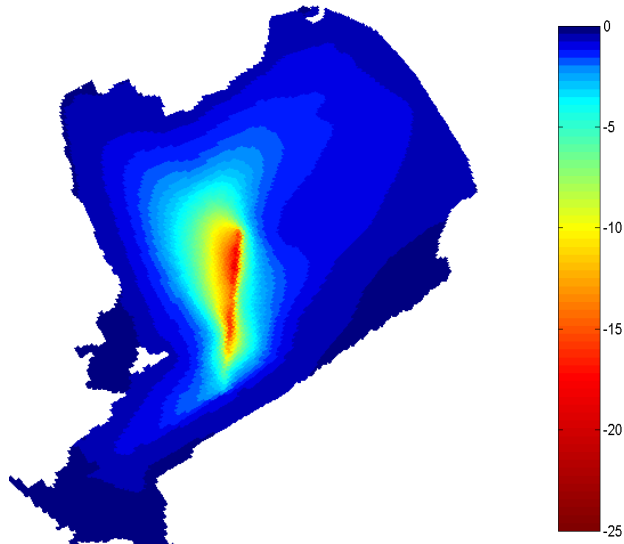
Figuur 12 toont het verschil in de jaargemiddelde slibconcentratie in het Markermeer tussen het scenario met geul en de huidige situatie (zonder geul). Hieruit blijkt dat de slibconcentratie direct boven de geul afneemt met ongeveer 15 mg/l, hetgeen significant is ten opzichte van het huidige jaargemiddelde van circa 50 mg/l. De isolijn van 5 mg/l afname bevindt zich op enkele kilometers vanaf de geul. Ver weg van de geul is de invloed beperkt, de afname in het grootste deel van het Markermeer bedraagt minder dan 2 mg/l.

Figuur 13 toont dezelfde informatie als Figuur 12, maar op maandgemiddelde in plaats van jaargemiddelde basis. Hieruit blijkt dat het effect niet constant is, maar varieert afhankelijk van de windsnelheid en -richting. De effectgrootte blijkt goed te correleren met de grootte van de netto sedimentatieflux, zie §5. In maanden met een sterke wind is de absolute afname groter dan in maanden met weinig wind. Het relatieve effect (d.w.z. de procentuele afname) varieert echter minder sterk in de tijd (niet getoond in figuur).

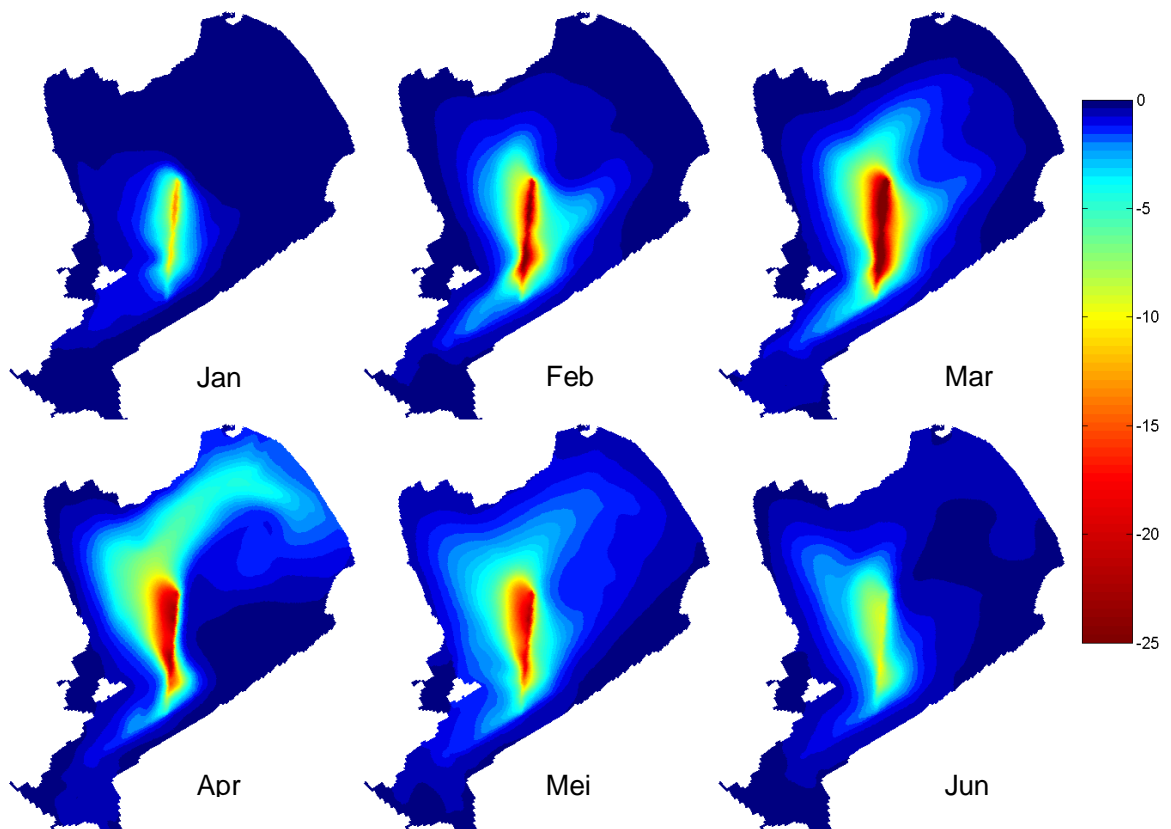
Tegenover het concentratieverlagende effect van de geul staat een potentieel concentratieverhogend effect van de zandwinning zelf. Dit is sterk afhankelijk van de werkwijze en het percentage slib aanwezig in het te winnen zand. Indien wordt aangenomen dat een percentage van 0.5% slib tijdens zandwinning wordt verspreid tot voorbij de geulranden, komt over een periode van 20 jaar $0.005 \times 60 \times 10^6 \times 1600 = 480$ miljoen kg extra slib vrij in het Markermeer, ofwel 24 miljoen kg per jaar. Deze hoeveelheid is ongeveer een factor 10 kleiner ten opzicht van de hoeveelheid die bezinkt in de volledige geul (tenminste $70 \text{ kg/m}^2/\text{jaar}$ over een areaal van $350 \times 12.000 \text{ m}^2 = 294$ miljoen kg/jaar, zie §5). Met uitzondering van het eerste jaar van winning (wanneer de geul slechts een beperkte omvang heeft en er nog relatief weinig slib wordt ingevangen) domineert het concentratieverlagende effect op het concentratieverhogende effect en is het netto effect een concentratieverlaging. Niettemin moet de verspreiding van slib voorbij de geulranden zoveel mogelijk worden voorkomen. Het is echter aannemelijk dat het merendeel van het tijdens zandwinning vrijgekomen slib direct in de geul bezinkt.

Datum
31 mei 2013

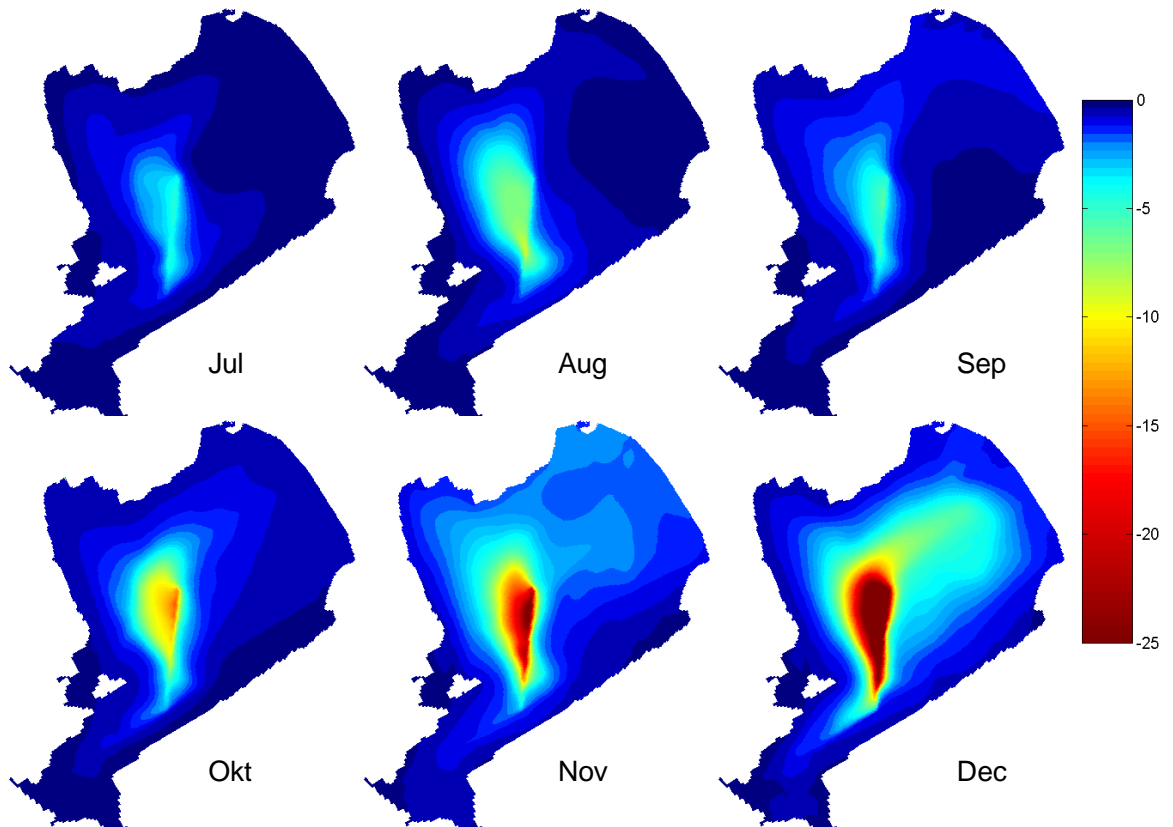
Pagina
14/22



Figuur 12: Absoluut verschil (G-R) van jaargemiddelde slibconcentratie aan de oppervlakte (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006. N.B. de rode kleur duidt op concentratieverlaging voor het scenario Geul.



Figuur 13: Verschil (G-R) in maandgemiddelde slibconcentraties (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006.



Figuur 13 (vervolg): Verschil (G-R) in maandgemiddelde slibconcentraties (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006.

5 Kwantificering van aanslibbingsnelheid op basis van modelberekeningen

Naast de invloed van de geul op de slibconcentratie in de waterkolom is ook de aanslibbingsnelheid in de geul relevant. Deze bepaalt de levensduur van de geul, m.a.w. de tijd die duurt voordat de geul volledig is volgelopen met slib.

De met het model berekende aanslibbingsnelheid is een ondergrens voor de werkelijk optredende aanslibbing omdat a) de bijdrage van de grovere slibfractie in het model mogelijk is ondervetegenwoordigd en b) het effect van dichtheidsstroming niet is meegenomen, waardoor de 'trapping efficiency' wordt onderschat (zie voor verdere details hierover §2). Hierdoor kan de aanslibbingsnelheid in werkelijkheid wel een factor 2 groter zijn. Vanwege deze modelbeperkingen worden ook veldwaarnemingen naar aanslibbing in de vaargeul Amsterdam-Lelystad en in een tweetal proefputten bij de analyse betrokken.

Figuur 14 toont het verschil in aanslibbing tussen de scenario's Geul en Referentie na een periode van één jaar. De aanslibbing in de geul bedraagt zo'n 70 kg/m²/jaar. Naar het zuiden toe neemt de aanslibbing wat af; dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de jaargemiddelde slibconcentratie hier wat lager is en daarmee het aanbod van slib kleiner. De beperktere toename van de aanslibbing halverwege de geul (gemarkeerd met een witte pijl in Figuur 14) wordt niet veroorzaakt door een kleinere aanslibbing dan elders in het Geulscenario, maar door een lokaal grotere aanslibbing in het Referentiescenario. Hierdoor is het verschil tussen het Geul- en Referentiescenario halverwege de geul kleiner. Hier is de bodem nu al slibrijk en bevat weinig schelpen die de bodemruwheid verhogen (zie §2), waardoor er ook zonder geul al aanslibbing optreedt.

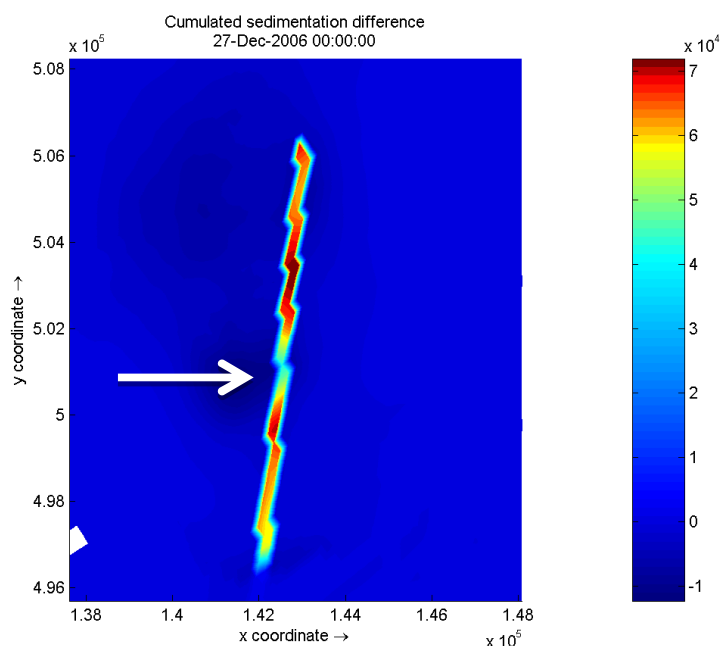
De plaatselijk donkerblauwe kleur rondom de geul (aangegeven met een pijl) duidt erop dat er rondom de geul enige erosie van de slibbodem optreedt. Dit wordt veroorzaakt door de lagere slibconcentratie rondom de geul, waardoor de depositieflux lokaal afneemt. Echter, initieel is de erosieflux rondom de geul (gestuurd door de bodemschuifspanning) van het Geulscenario gelijk aan het Referentiescenario, waardoor het lokale evenwicht tussen erosie en depositie tijdelijk is verstoord totdat de hoeveelheid slib op de bodem zodanig is afgenomen dat een nieuw evenwicht wordt bereikt. In de praktijk vertaalt de erosie rondom de geul zich nauwelijks in een bodemdaling, maar veeleer in het minder slibrijk (d.w.z. zandiger) worden van de bodem.

Figuur 15 toont van boven naar beneden achtereenvolgens a) de netto sedimentatieflux (kg/m²/dag) in het zandwinningsgebied voor beide scenario's (negatieve waarde is resuspensie); b) de cumulatieve sedimentatie per m² voor beide scenario's en c) de uurgemiddelde snelheid en richting van de opgelegde wind (gemeten bij station Berkhout in 2006). In het Referentiescenario (zonder geul) functioneert het zandwinningsgebied als een beperkte slibbron. Over een jaar resuspendeert er netto ~5 kg/m². In het Geulscenario functioneert het zandwinningsgebied als slibput. Over een jaar sedimenteert er ~70 kg/m². De slibafzetting is niet evenredig verdeeld over het jaar: het grootste deel sedimenteert in de winter en in de lente. Deze sedimentatiepieken komen overeen met perioden met harde wind. Het zomerkwartaal is duidelijk rustiger dan de rest van het jaar en sedimenteert er weinig slib.

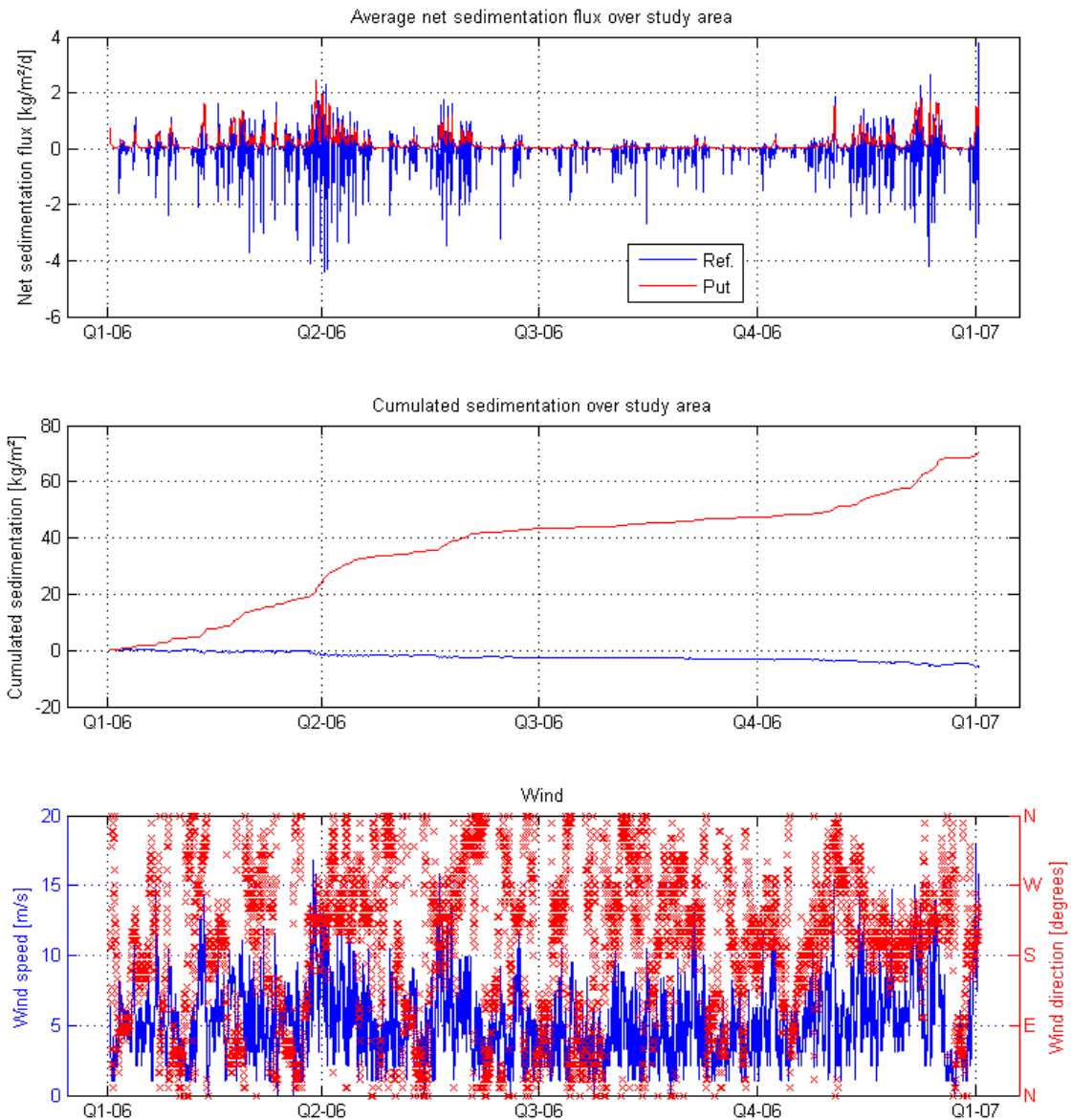
In het model wordt rekening gehouden met de invloed van wind en golven met een zogenoemde 'strijklengtebenadering', zie pagina 7. De afhankelijkheid tussen sedimentatieflux en windsnelheid is zichtbaar gemaakt in Figuur 16. Een lage windsnelheid resulteert altijd in een lage sedimentatieflux, terwijl een hoge windsnelheid soms (maar niet altijd) leidt tot een hoge sedimentatieflux. Hierin speelt de windrichting, de windhistorie en de hoeveelheid slib makkelijk beschikbaar voor resuspensie (d.w.z. dikte van flufflaag S1) ook een rol.

De afhankelijkheid tussen de sedimentatieflux en de windrichting wordt getoond in Figuur 17. Hieruit blijkt dat bij wind uit de richting ZW vaak een hoge sedimentatieflux optreedt, terwijl bij wind uit de richting ZO dit nauwelijks het geval is. Deze sterke richtingsafhankelijkheid wordt mede veroorzaakt door de correlatie tussen windsnelheid en windrichting (zie Figuur 18), maar deze verklaart de afhankelijkheid tussen sedimentatieflux en windsnelheid waarschijnlijk niet volledig. Bij ZO wind wordt de 'slibwolk' weggeduwd van de dijk tussen Almere en Lelystad en is er weinig aanbod ter hoogte van het zuidelijke deel van de geul (zie Figuur 10, conditie 16 oktober).

Een aanslibbingsnelheid van $70 \text{ kg/m}^2/\text{jaar}$ is bij een initiële (ongecoconsolideerde) dichtheid van 100 kg/m^3 equivalent met 0.7 m/jaar . Dit is laag ten opzichte van waarnemingen van de aanslibbingsnelheid in de vaargeul tussen Amsterdam en Lelystad (tot 1.5 m per jaar in de diepste delen) en proefputten (tot 2 m per jaar). Het is niet aannemelijk dat in de zandwingeel eenzelfde aanslibbingsnelheid als in de proefputten wordt gehaald omdat a) een geul meer stroming trekt dan een put en b) door het grootschaliger karakter van de geul de omgevingsconcentratie sterker wordt verlaagd dan voor een lokale put met een langzamere aanslibbing tot gevolg. Een soortgelijke aanslibbingsnelheid als waargenomen in diepe delen van de vaargeul Amsterdam – Lelystad is wel aannemelijk, d.w.z. 1 tot 1.5 m per jaar. Rekening houdend met een correctiefactor 2 ter compensatie van het ontbreken van dichtheidsstromingen in de geul, zijn de resultaten van het slibmodel m.b.t. aanslibbing aannemelijk.

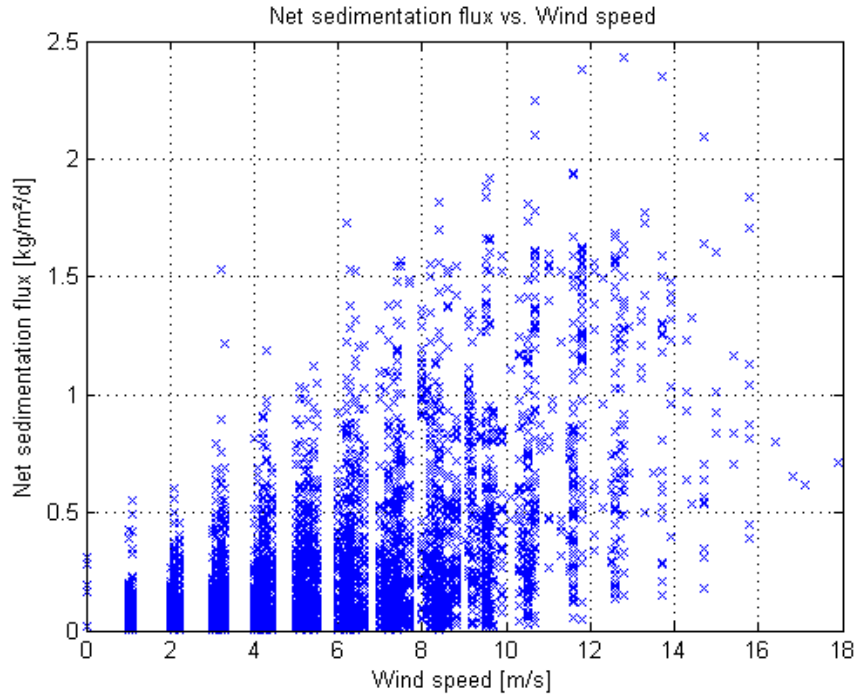


Figuur 14: Verschil in sedimentatie (in g/m^2) na één jaar.

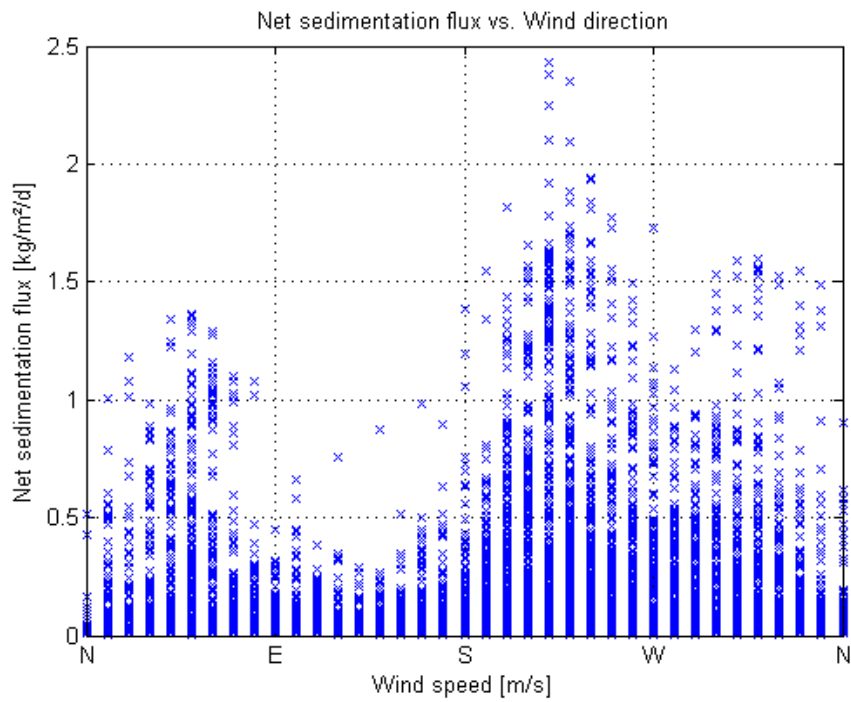


Figuur 15: Netto fluxen, gecumuleerde sedimentatie en gemeten wind gegevens

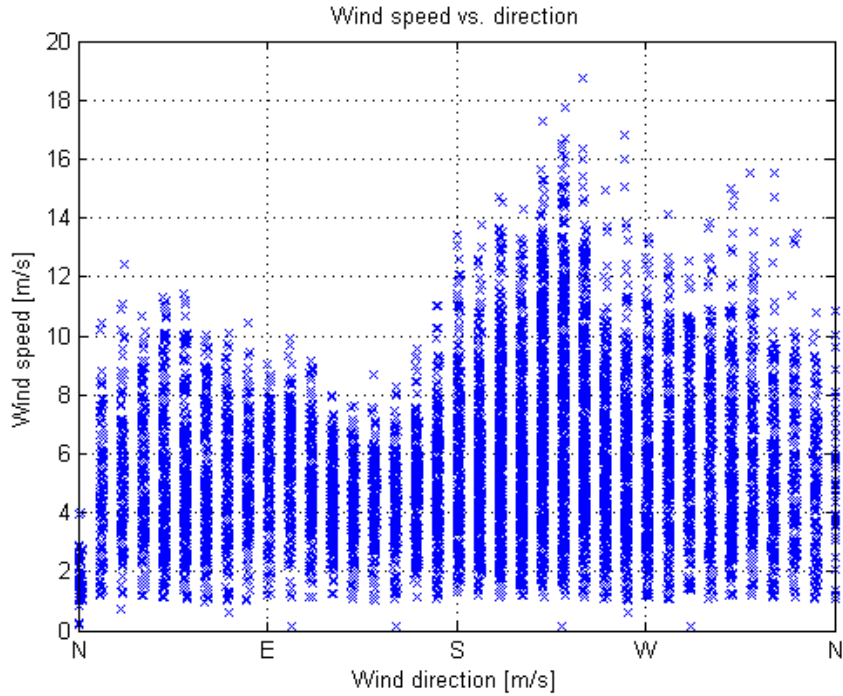
Bij een initiële overdiepte van circa 45 m ten opzichte van de Markermeerbodem duurt het naar verwachting 30 jaar voordat de zandwingeul weer is dichtgeslibd (aannemende dat er geen sediment wordt bijgestort). Dit betekent dat tegen het einde van de looptijd van de zandwinning het concentratieverlagende effect maximaal is. Over de volle lengte van de geul vindt dan nog sedimentatie plaats. Indien in de geul kort nadat de maximale diepte is bereikt klei en veen wordt teruggestort tot een diepte van -30 m NAP, is de levensduur van de geul minimaal zo'n 17 jaar. In dit geval is het begin van de geul al (bijna) volledig dichtgeslibd aan het eind van de zandwinactiviteiten (rond 2035).



Figuur 16: Netto sedimentatieflux tegen windsnelheid, Geulscenario.



Figuur 17: Netto sedimentatieflux tegen windrichting, Geulscenario.



Figuur 18: Windsnelheid tegen windrichting. Data station Berkhout, 2006.

6 Conclusies en aanbevelingen

Door de aanwezigheid van een slibvang in het Markermeer die zal ontstaan ten gevolge van zandwinning, neemt de slibconcentratie rondom de slibvang af. Dit komt doordat in de geul veel slib wordt ingevangen dat hierdoor niet langer beschikbaar is voor resuspensie bij harde wind. Pas zodra de geul is dichtgeslibd tot een diepte van circa -10 m NAP kan weer resuspensie vanuit de geul optreden. De snelheid van aanslibbing bedraagt initieel naar verwachting circa 1 tot 1.5 m per jaar. Bij een aanlegdiepte van -50 m NAP duurt het dus tenminste circa 30 jaar voordat de geul door natuurlijke aanslibbing volledig is dichtgeslibd tot het bodemniveau van de omgeving (-4 m NAP). Als sediment in de geul wordt teruggestort, is deze tijd vanzelfsprekend korter. Deze waarden zijn gebaseerd op waarnemingen van de aanslibbingsnelheid in een tweetal proefputten en in de vaargeul tussen Amsterdam en Lelystad. Met het slibmodel wordt een tweemaal lagere aanslibbingsnelheid berekend, maar hierin is het effect van dichtheidsstromingen niet meegenomen en is de bijdrage van grover sediment aan de aanslibbing waarschijnlijk onderschat.

De concentratieverlaging boven en in de directe nabijheid van de put bedraagt gemiddeld circa 15 mg/l, wat substantieel is ten opzichte van de jaargemiddelde slibconcentratie van 50 mg/l. Op een afstand van enkele km vanaf de geul bedraagt de concentratie-afname nog zo'n 5 mg/l. Op de schaal van het volledige Markermeer is de afname beperkt tot 1 tot 2 mg/l. De berekende effecten zijn niet constant in de tijd, maar variëren met de windsnelheid en windrichting. Tijdens en kort na perioden met harde wind (met name uit ZW-richting) vindt de meeste aanslibbing en is de absolute concentratieverlaging in de waterkolom t.g.v. deze aanslibbing het grootst.

Tegenover de concentratieverlaging door de aanwezigheid van de geul staat potentieel een concentratieverhoging door de zandwinactiviteiten zelf. Deze is afhankelijk van de werkwijze en de slibfractie in het winbare zand. Dit effect is hierin verder niet beschouwd, maar indien wordt aangenomen dat 0.5% van het gewonnen sediment uitspoelt als slib tot voorbij de geulrand, is deze bronterm meer dan een factor 10 kleiner dan de putterm t.g.v. natuurlijke aanslibbing in de zandwingeel. Mogelijk met uitzondering van het eerste jaar van winning (wanneer er nog weinig natuurlijke aanslibbing in de geul van nog beperkte omvang plaatsvindt) is het netto effect van zandwinning dus een verlaging van de slibconcentratie in het Markermeer.

De huidige studie omvat uitsluitend het effect van de zandwinning op de slibconcentratie en aanslibbing. Andere mogelijke effecten van een diepe geul zijn buiten beschouwing gebleven.

Er wordt aanbevolen om tenminste tijdens de eerste jaren van de zandwinning de aanslibbingsnelheid en de dichtheid van de slibafzetting geregeld te monitoren. De betrouwbaarheid van de voorspelling van de effecten in latere jaren van winning en van de verwachte levensduur van de geul is hierbij gebaat.

7 Literatuur

Boderie, P.M.A., M. Genseberger (2010). Modelstudie geleidestructuren : bepaling locatie en omvang. Deltares rapport 1201198.

Boderie, P.M.A., T. van Kessel, M. Genseberger (2010). Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam-Lelystad. Deltares rapport 1202714.

De Lucas Pardo, M. (2013). Fine sediment Dynamics in Markermeer. PhD-thesis Delft University of Technology. Delft, the Netherlands (*in prep.*).

Duin, E.H.S. van (1992). Sediment transport, light and algal growth in the Markermeer. A two-dimensional water quality model for a shallow lake. Dissertatie Landbouwniversiteit Wageningen.

Kessel, T. van, G. de Boer, P. Boderie (2009). Calibration suspended sediment model Markermeer. Deltares report 1200148.

Ledden, M. van, G.W.R. Gerrits, T. van Kessel en E. Mosselman (2006). Verdiepingsslag en maatregelen slibproblematiek Markermeer. Analyse kennisleemten en inventarisatie maatregelen. Royal Haskoning en WL Delft Hydraulics rapport 9R3456.A0.

Oude Essink G., J. Delsman, W. Borren, R. Stuurman, J. Verkaik (2010). Veranderingen in het grondwatersysteem van het Markermeergebied. Deltares rapport 1202830. Rapportage DC project Wetlands in het IJsselmeergebied.

Vijverberg, T. (2008). Mud dynamics in the Markermeer. Silt traps as a mitigation measure for turbidity. Afstudeerscriptie TU Delft.

Witteveen & Bos, 2004. Quick-scan slibproblematiek Markermeer en Eem- en Gooimeer. Deel 1: samenvattende rapportage (RW1390-1/beem5/001) & Deel 2: Achtergronddocument (RW1390-1/beem5/002).

Memo

Aan
Markerzand v.o.f.

Datum
14 juli 2015

Kenmerk
1209619-000-ZWS-0003

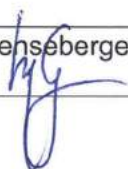


Aantal pagina's
119

Van
Christophe Thiange,
Menno Genseberger,
Ruurd Noordhuis

Doorkiesnummer
+31 (0)88 33 58 453

E-mail
menno.genseberger@deltares.nl

Onderwerp
ecologische doorvertaling Markerzand

VERSIE	AUTEUR	REVIEW	GOEDGEKEURD DOOR
1.0 19 februari 2014	Christophe Thiange Menno Genseberger Ruurd Noordhuis	Pascal Boderie	Sacha de Rijk
2.0 14 juli 2014	Menno Genseberger 	Pascal Boderie 	Sacha de Rijk 

1 Ten geleide

Het consortium Markerzand v.o.f. bestudeert (zie o.a. [2]) in hoeverre twee lokaties in het zuidwesten van het Markermeer geschikt zijn als zandwininput: Markerzand west en Markerzand oost (figuur 1.1).

In een eerdere kleine studie heeft Deltares voor dit consortium onderzocht wat het effect van de lokatie Markerzand west is op de slibhuishouding van het Markermeer [1]. De voorliggende memo maakt de doorvertaling van waterbeweging en slibdynamiek naar ecologie. Naast het scenario van Markerzand west en Markerzand oost is hiervoor ook gekeken naar de referentie situatie (ongestoorde toestand) en voorstel voorkeursalternatief en alternatief Archipel Oost uit de MIRT verkenning luwtestructuren Hoornse Hop [3].

Voor de vergelijkingen zijn de volgende scenario's beschouwd:

- 1 referentie (ongestoorde situatie) (identiek aan [3]),
- 2 alleen maatregel Markerzand west,
- 3 alleen maatregel Markerzand oost,
- 4 alleen maatregel voorstel voorkeursalternatief (identiek aan [3]),
- 5 alleen maatregel alternatief Archipel Oost (identiek aan [3]),
- 6 combinatie van maatregelen Markerzand west en voorstel voorkeursalternatief,
- 7 combinatie van maatregelen Markerzand oost en voorstel voorkeursalternatief.

Tevens is gekeken hoe scenario 6 (respectievelijk 7) zich verhoudt tot de som van de afzonderlijke effecten ten opzichte van de referentie van scenario 4 en 2 (respectievelijk 3).

De in deze memo gerapporteerde resultaten van scenario's zijn op dezelfde manier tot stand gekomen als in de genoemde MIRT verkenning [3]. Dit is een combinatie van scenario modellering met het Markermeer slibmodel en ecologische doorvertaling hiervan door expert judgement, dit op basis van criteria uitgewerkt en vastgelegd binnen deze MIRT. Voor de modelopzet en gevolgde aanpak verwijzen we daarom naar [3]. De appendices met figuren en tabellen in deze memo zijn zo genummerd dat ze doorlopen op die in [3]. De uitkomsten van de ecologische doorvertaling voor Markerzand zijn beschreven in de volgende sectie 2 van deze memo.

Figuur 1.1. Lokatie in Markermeer van Markerzand west (Plangebied Westelijk alternatief) en Markerzand oost (Plangebied Oostelijk alternatief).



2 Interpretatie ecologische effecten

2.1 Inleiding

Zandwinning kan op diverse manieren effect hebben op ecologische waarden. Een verkenning van de mogelijke effecten van Markerzand is elders uitgevoerd [2]. Twee aspecten van effecten op ecologie zijn hier met behulp van het slibmodel benaderd:

- Het areaal met kansen voor waterplanten: uitgewerkt als het areaal met meer dan 2% licht op de bodem in het voorjaar (kans op planten los van ecologische functie) en met meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar (kans op ontwikkeling van waterplanten met een ecologisch functionele dichtheid en structuur).
- Het areaal met intermediair doorzicht voor viseters: uitgewerkt als het areaal met een gemiddeld doorzicht van 40-80 cm per seizoen. Dergelijk water is helder genoeg voor vogels om de vis te kunnen vinden, en niet zo helder dat de vis de vogels zo snel ziet dat ze om die reden niet vangbaar zijn.

Diversiteit en gradiënten, onder meer te bereiken door het stimuleren van deze twee aspecten, zijn cruciaal voor de ontwikkeling van een robuust systeem waar meerdere vormen van gebruik naast elkaar mogelijk zijn zonder ecologische schade. De hier genoemde aspecten zijn dan ook belangrijke pijlers van Toekomst Bestendig Ecologisch Systeem (TBES).

De modeluitkomsten lenen zich vooral voor het kwantitatief vergelijken van scenario's. Absoluut gezien zijn de uitkomsten minder "hard", omdat deze afhankelijk zijn van de input van het model. In dit geval zijn dat de weersomstandigheden en de waterkwaliteit van het jaar 2006. De uiteindelijke effecten zullen absoluut gezien enigszins afwijken omdat de achtergrondsituatie veranderlijk is.

Beoordeeld dient te worden of Markerzand een duurzame bijdrage aan TBES levert. Beoordeling van de resultaten ten opzichte van de TBES doelen is lastig, niet alleen om bovenstaande redenen, maar ook omdat deze doelen slechts in beperkte mate zijn gekwantificeerd. Met betrekking tot de twee bestudeerde aspecten kan daarover het volgende worden gezegd:

- Heldere randen langs de kust: toename van de habitatdiversiteit door vergroting van het areaal voor waterplanten. Genoemd wordt een areaal van 6000 hectare waterplanten in het Markermeer-IJmeer, waarvan ongeveer de helft al aanwezig is. Deze waarde is afkomstig uit vergelijking met referentiegebieden. De waarde wordt nader onderbouwd en gespecificeerd vanuit vogeldoelstellingen in de MIRT verkenning Hoornse Hop [3]. Het gaat dan om 2000 tot 3000 hectare waterplanten met meer dan 15% bedekking, corresponderend met meer dan 10% licht op de bodem.
- Gradiënt in slib van helder naar troebel: dit doel is niet gekwantificeerd. Inzet was aanvankelijk vooral behoud van de bestaande gradiënten bij uitvoering van inrichtingsmaatregelen. Omdat het daarbij vooral ging om vangbaarheid van vis voor visetende watervogels is dit hier vertaald in het areaal met een gemiddeld doorzicht tussen 40 en 80 cm.

2.2 Licht op de bodem; effecten op planten

Voor het stimuleren van waterplanten (en de bijbehorende fauna) is een grotere helderheid van het water nodig, met name in de kiemingsperiode, dus in het voorjaar. In principe zijn er kansen voor waterplanten als in het voorjaar meer dan 2% van het licht aan het oppervlak de bodem bereikt. Als deze grens voor het eerst wordt overschreden op grotere diepte en verder uit de kust kan het echter jaren duren voordat planten verschijnen omdat nog geen zaadbank in de bodem aanwezig is. Ook zal de dichtheid en de diversiteit aan soorten op grotere diepte beperkt blijven. Zo'n vegetatie heeft weinig of geen ecologische betekenis, omdat de dichtheid te laag is om habitat te bieden aan vis of ongewervelde diersoorten.

Als meer dan 10 of 15% van het licht in het voorjaar de bodem bereikt, in het algemeen op beperkte diepte, is er kans op ontwikkeling van een vegetatie met grotere dichtheid en meerdere soorten. Dit is het type vegetatie dat habitat biedt voor allerlei diersoorten en dat in het kader van TBES wordt gestimuleerd.

Meer dan 2% licht op de bodem

Markerzand vergroot het gebied met meer dan 2% licht op de bodem in het voorjaar volgens het model met respectievelijk 6,3 km² (Markerzand West) en 4,5 km² (Markerzand Oost), ongeveer een derde van de toename bij het voorstel voorkeursalternatief van de MIRT

verkenning Hoornse Hop (15,4 km²). Bij combinatie van beide ingrepen is de toename respectievelijk 2,2 km² (west) en 0,8 km² (oost) groter dan de som van de effecten van de afzonderlijke ingrepen (respectievelijk 23,9 km² (west) en 20,7 km² (oost)). Verreweg het grootste deel van deze toename betreft percentages van minder dan 10% licht op de bodem. Hiervan wordt ook bij het voorstel voorkeursalternatief weinig ecologische winst verwacht met betrekking tot vegetatie en bijbehorende fauna.

Meer dan 10% licht op de bodem

Een klein deel van de toename betreft gebieden met meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar: respectievelijk 0,9 km² (west) en 0,6 km² (oost), ongeveer een kwart van het effect van het voorstel voorkeursalternatief van de MIRT. In dit geval is het effect van de combinatie van beide ingrepen respectievelijk 0,2 km² (west) en 0,2 km² (oost) kleiner dan de som van de afzonderlijke ingrepen als gevolg van overlap van de effecten. De combinatie **voegt daardoor dus respectievelijk 0,7 km² (west) en 0,4 km² (oost) toe** aan het effect van het voorstel voorkeursalternatief van de MIRT alleen. Deze winst is te klein om met behulp van de kaartjes in deze memo te lokaliseren, maar gezien de verspreiding van de winst van het areaal met meer dan 2% licht gaat het waarschijnlijk vooral om het Hoornse Hop.

Tabel 2.1. Toename van het areaal waar meer dan 2% respectievelijk 2-10% van het licht op de bodem valt in het voorjaar. Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen. Boven is de toename weergegeven in km², onder is dezelfde toename weergegeven maar dan als percentage van het areaal dat in de referentiesituatie aanwezig is.

	voorstel voorkeurs- alternatief	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
toename areaal in km ²							
> 10%	3,4	0,9	4,3	4,1	0,6	4,0	3,8
2-10%	12,0	5,4	17,4	19,8	3,9	15,9	16,9
toename areaal in % van referentie areaal							
>10%	3,7	1,0	4,7	4,4	0,6	4,3	4,1
2-10%	4,7	2,1	6,7	7,7	1,5	6,2	6,6

2.3 Intermediair doorzicht

Gradiënten met intermediair doorzicht, gelegen tussen een gebied met troebel water en een gebied met helder water, zijn belangrijk voor visetende watervogels. Deze zijn afhankelijk van zulke gradiënten om de aanwezige vis te kunnen vangen. In het algemeen is water met een doorzicht tussen 40 en 80 cm geschikt. Afhankelijk van de soort viseter gaat het daarbij om het voorjaar en de zomer (Visdief, Zwarte Stern, Dwergmeeuw), het najaar (Fuut, Dwergmeeuw) of de winter (Grote Zaagbek, Nonnetje).

Tabel 2.2. Toename van het areaal met een gemiddeld doorzicht tussen 40 en 80 cm in winter, voorjaar, zomer en najaar in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen. Boven is de toename weergegeven in km², onder is dezelfde toename weergegeven maar dan als percentage van het areaal dat in de referentiesituatie aanwezig is

	voorstel voorkeurs- alternatief	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
toename areaal in km ²							
januari- maart	8,9	5,9	14,8	15,4	4,8	13,7	14
april- juni	21,2	15,3	36,5	36,7	13,9	35,1	35,6
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	32,5	11,6	44,1	50,4	8,7	41,2	45,7
toename areaal in % van referentie areaal							
januari- maart	2,4	1,6	4,1	4,2	1,3	3,8	3,8
april- juni	6,5	4,7	11,2	11,3	4,3	10,8	11,0
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	7,0	2,5	9,5	10,9	1,9	8,9	9,9

Arealen intermediair doorzicht

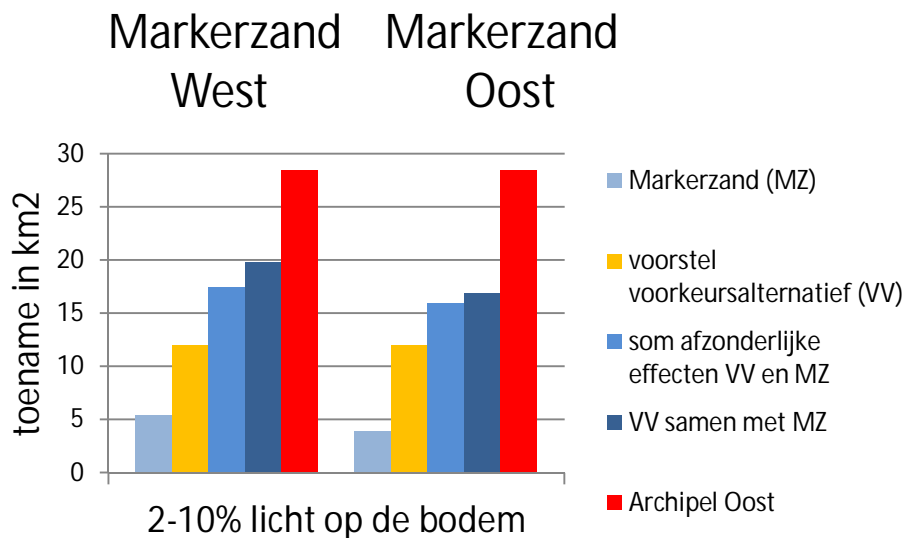
Uit tabel 2.2 blijkt dat zowel de westelijke als de oostelijke variant van Markerzand in drie van de vier seizoenen een duidelijke uitbreiding van het areaal met doorzichten van 40 – 80 cm op kunnen leveren. In de periode januari - maart en april-juni bedraagt deze uitbreiding ongeveer twee derde van die van het voorstel voorkeursvariant MIRT Hoornse Hop. In oktober-december ongeveer een kwart tot een derde, maar in dat seizoen is het effect van de twee ingrepen samen beduidend groter dan de som van de afzonderlijke ingrepen.

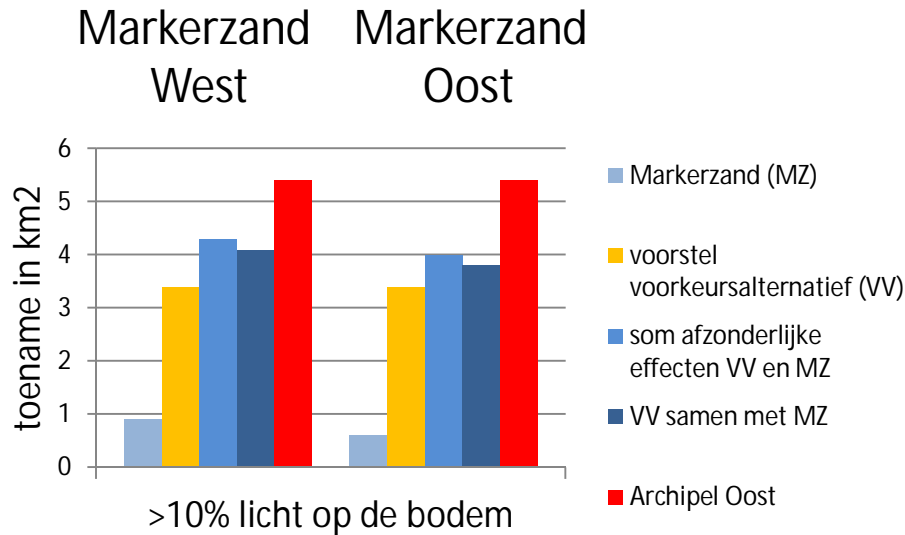
Ruimtelijke aspecten

Het areaal met gemiddeld minder dan 40 cm doorzicht ligt in het algemeen in het midden van het Markermeer. Het noordelijke uiteinde van Markerzand west ligt ongeveer in het midden van dit gebied. Het zuidelijke uiteinde ligt er afhankelijk van het seizoen in meer of mindere mate buiten. De toename van dit areaal is verdeeld langs de randen van dit gebied. Er is volgens de resultaten van het slibmodel dus geen sprake van nieuwe, geïsoleerd gelegen zones rond de verdieping van Markerzand. Alleen in de periode oktober – december (2006) is sprake van een nieuw bevisbaar gebied ten opzichte van het Voorkeursalternatief, gelegen langs de Hollandse kust tussen Hoorn en Enkhuizen.

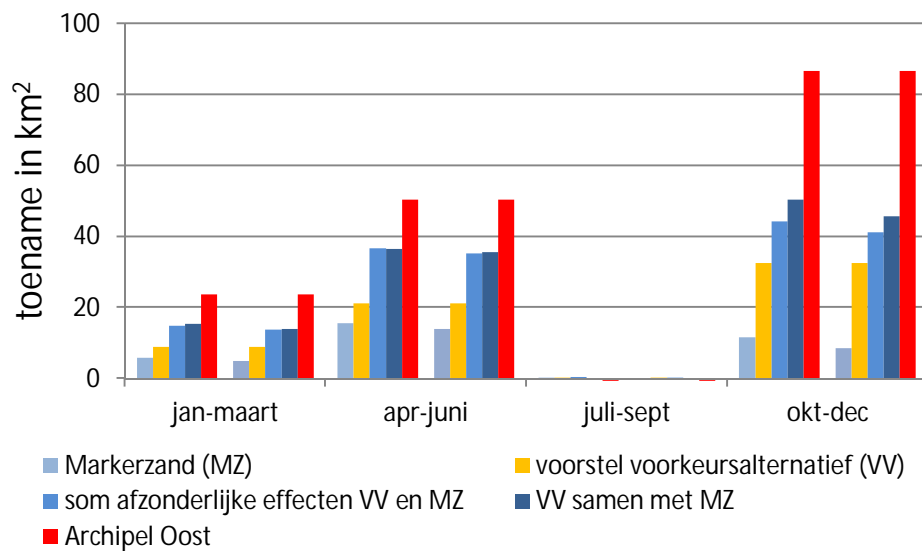
2.4 Vergelijking voorstel voorkeursalternatief en Archipel Oost

De getallen die hierboven zijn gebruikt voor de vergelijking met het voorstel voorkeursalternatief Hoornse Hop hebben betrekking op een mogelijke eerste aanlegfase. Dit wordt gezien als een opmaat naar een meer uitgebreide archipel met een groter complex van eilandjes en ondieptes met een groter effect op de kansen voor planten en voor viseters. Archipel Oost is daar een mogelijkheid van, let wel dat daarin nog geen verondiepingen zijn meegenomen. De uitwerking van beide uitvoeringen van dit alternatief alsmede de andere twee alternatieven is te vinden in het rapport [3]. Hieronder wordt een vergelijking gepresenteerd van de meerwaarde van de combinatie van Markerzand ten opzichte van het voorstel voorkeursalternatief, vergeleken met Archipel Oost als verdere uitwerking.





Figuur 2.1. Toename van het areaal met meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar, het voorstel voorkeursalternatief, het voorstel voorkeursalternatief en Markerzand west (gezamenlijk effect) en Archipel Oost (zonder Markerzand west).



Figuur 2.2. Toename van het areaal met doorzichten van gemiddeld 40-80 cm per seizoen, het voorstel voorkeursalternatief, het voorstel voorkeursalternatief en Markerzand west (gezamenlijk effect) en Archipel Oost (zonder Markerzand west).

2.5 Geschiktheid voor viseters en mosselelers

In bijlagen Z en AA zijn modelresultaten voor geschiktheid voor visetende en voor mosseletende watervogels weergegeven. Bij de geschiktheid voor viseters speelt het intermediaire doorzicht een belangrijke rol. De resultaten zijn daardoor vergelijkbaar met die voor dit aspect alleen; Markerzand west levert in winter en voorjaar een derde tot drie kwart

van het resultaat op van het voorstel voorkeursalternatief Hoornse Hop, Markerzand oost iets minder. Vooral in oktober-december is er in deze bewerking meerwaarde van de combinatie ten opzichte van de som van de afzonderlijke ingrepen.

Tabel 2.3. Geschiktheid voor viseters, winst van matig geschikt areaal in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	voorstel voorkeursalternatief MIRT HH	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
januari-maart	8,8	5,8	14,6	15,2	4,8	13,6	13,9
april-juni	21,2	15,4	36,6	36,8	13,9	35,1	35,7
juli-september	0	-0,1	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,1
oktober-december	31	11	42	48,7	8,5	39,5	43,9

Met betrekking tot de geschiktheid voor mosselelers is de toename van matig geschikt areaal van Markerzand vergelijkbaar met die van het voorstel voorkeursalternatief. De toename van het geschikte areaal is echter aanzienlijk kleiner. Deze scores zijn echter minder relevant omdat de berekeningen zijn gebaseerd op de eigenschappen van de Driehoeksmossel. Die is echter inmiddels grotendeels vervangen door de verwante Quaggamossel, die maar weinig door de vogels wordt gegeten.

Tabel 2.4. Geschiktheid voor mosselelers, winst van matig geschikt areaal in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	voorstel voorkeursalternatief MIRT HH	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
januari-maart	2,7	5,1	7,8	8	4,6	7,3	7,4
april-juni	11,8	11,5	23,3	23,2	11,1	22,9	23,5
juli-september	0	0	0	0	0	0	0
oktober-december	27,9	10,9	38,8	42,5	8,3	36,2	39,4

Tabel 2.5. Geschiktheid voor mosselelers, winst van geschikt areaal in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	voorstel voorkeurs- alternatief MIRT HH	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
januari- maart	6,2	0,8	7	7,4	0,2	6,6	6,6
april- juni	9,5	4	13,5	13,7	2,9	12,4	12,2
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	4,7	0,7	5,4	7,9	0,4	5,1	6,3

2.6 Overige effecten

Behalve via licht op de bodem en doorzicht kunnen ecologische effecten optreden via gebruik van de verdieping door vis, bijvoorbeeld als schuilplaats in het winterseizoen of ten tijde van verhoogde watertemperaturen in de zomer. Deze effecten zijn mogelijk interessant voor vis zowel als visetende vogels, maar zijn met het gebruikte instrumentarium niet te kwantificeren.

2.7 Conclusies

Uit het voorgaande kunnen, op basis van de voltooide realisatie van Markerzand, de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op de kansen voor waterplanten. De modeluitkomsten suggereren een winst van 0,6 (Markerzand oost) tot 0,9 (Markerzand west) km² areaal voor ecologisch functionele vegetatie (>10% licht op de bodem). Dat is 3-4,5% van het TBES doel. In combinatie met het Voorkeursalternatief uit de MIRT verkenning Hoornse Hop wordt deze winst door overlap iets kleiner.
- Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op het areaal water met doorzichten geschikt voor viseters. Op basis van de situatie in 2006 lijkt in geen van de vier seizoenen het areaal overgangen van troebel naar helder af te gaan nemen, in drie van de vier seizoenen neemt het areaal toe met maximaal 4%. In combinatie met het Voorkeursalternatief uit de MIRT verkenning Hoornsche Hop wordt deze winst door onderlinge versterking iets groter.
- De effecten zijn op alle onderdelen voor Markerzand west iets groter dan voor Markerzand oost.

2.8 Discussie

De uitkomsten van het slibmodel zijn gebaseerd op de volledig aangelegde geul met de initiële diepte, en zonder rekening te houden met effecten van verwijdering van de sliblaag in de omgeving door aanzuiging van de put.

Het eerste kan betekenen dat de effecten kleiner zijn omdat een deel van de geul nog niet is aangelegd of alweer ten dele is volgeslibd.

Het tweede kan betekenen dat de effecten in de praktijk groter zijn omdat minder slib overblijft voor resuspensie.

Daarnaast is het Markermeer sinds het modeljaar 2006 gekoloniseerd door Quaggamosselen, die via afdekking van de bodem en filtratie van zwevend stof het water helderder maken. Met name in 2013 was het water helderder dan voordien. Ook daardoor kunnen de effecten groter zijn, met name op de kansen voor waterplanten.

Door de recente ontwikkelingen komen doorzichtwaarden van meer dan 80 cm vooral in de Hoornsche Hop vaker voor. Bij voortzetting van die ontwikkeling kan het areaal voor viseters theoretisch gezien weer krimpen.

2.9 Disclaimer

Het slibmodel dat gebruikt is om de effecten van maatregelen op slib te kwantificeren is gevalideerd voor de korte termijn (enkele jaren) en gaat uit van een slibbalans voor het gehele Markermeer die in evenwicht is. Uit recent onderzoek (Miguel de Lucas Pardo, PhD in voorbereiding) blijkt dat maatregelen een extra bron van slib kunnen veroorzaken. Dat gebeurt als de beschermende anaerobe sliblaag op de bodem verdwijnt waardoor geconsolideerde Zuiderzee afzettingen door organismen worden geërodeerd en gaan bijdragen aan de slibbelasting van het meer. Deze terugkoppeling ontbreekt op dit moment in het slibmodel.

In deze memo worden twee verschillende type maatregelen vergeleken die het slibgehalte in het water verlagen en daarmee het doorzicht vergroten: in de MIRT zorgen luwtestructuren ervoor dat golfenergie afneemt en rondom de structuur minder slib opwerfelt. Bij de Markerzand maatregelen bereiken golven de bodem niet meer om dat de put daarvoor te diep is. Beide maatregelen hebben buiten hun directe invloedssfeer (rondom de structuur en boven de put) ook een verlagend effect op de slibconcentratie omdat ze slib uit de omgeving in luwe gebieden sedimenteert. Dit grootschalige en langetermijneffect kan door toegenomen 'productie' t.g.v. de erosie van oude afzettingen kleiner zijn dan nu met het model berekend, maar zal niet helemaal verdwijnen. Mogelijk is het berekende langetermijneffect een overschatting doordat deze terugkoppeling van een maatregel met extra productie niet is meegenomen.

3 Referenties

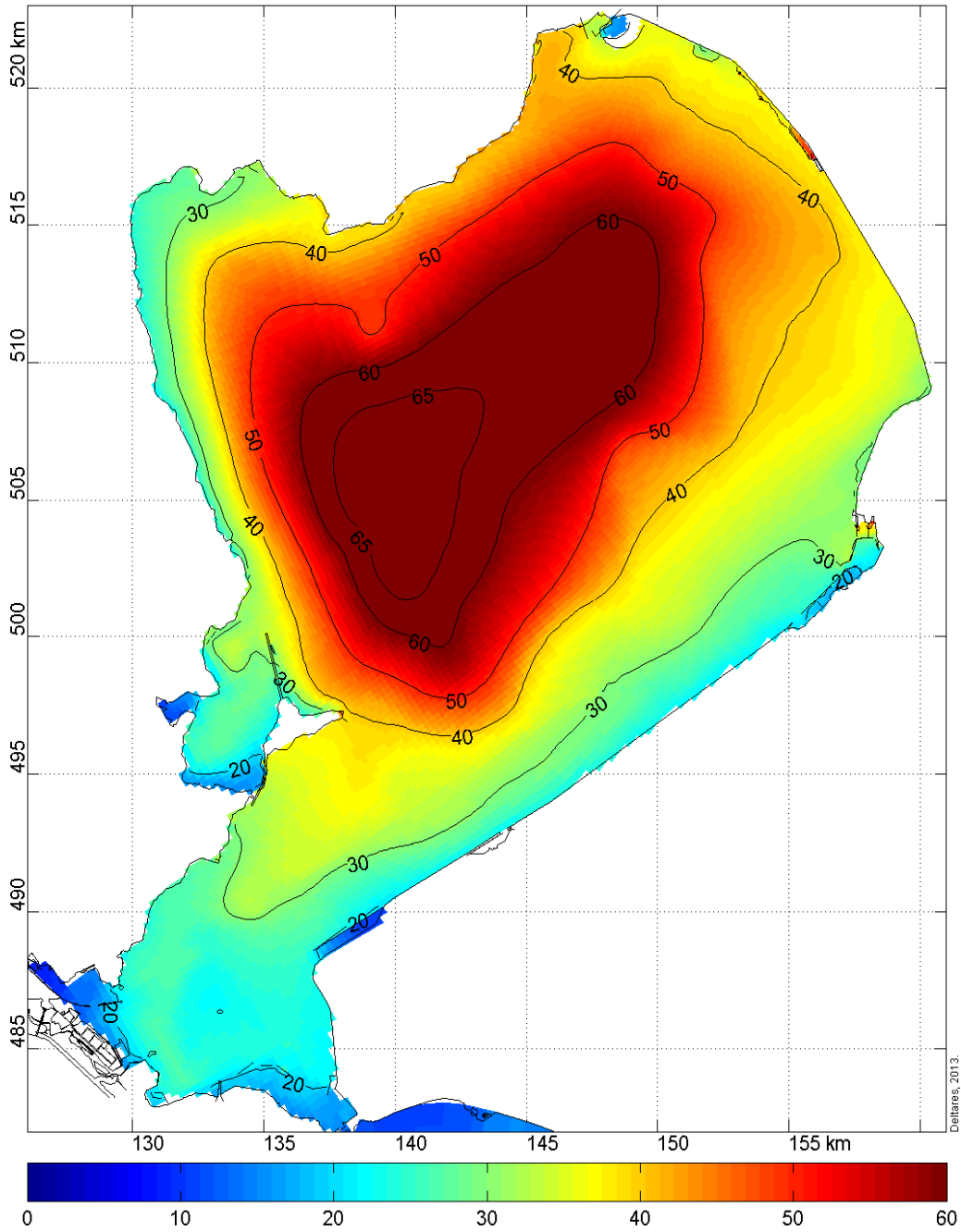
[1] Thijs van Kessel, Notitie Markerzand, Deltares memo 1208090-000, mei 2013.

[2] Constans van Munster en Peter Thoenes, Milieueffectrapport ontgroning Markerzand, concept, LBP SIGHT, november 2013.

[3] Ruurd Noordhuis, Menno Genseberger en Christophe Thiange, Luwtmaatregelen Hoornse Hop – Bijdrage Deltares aan MIRT verkenning Hoornse Hop, Deltares rapport 1297128-000, februari 2014.

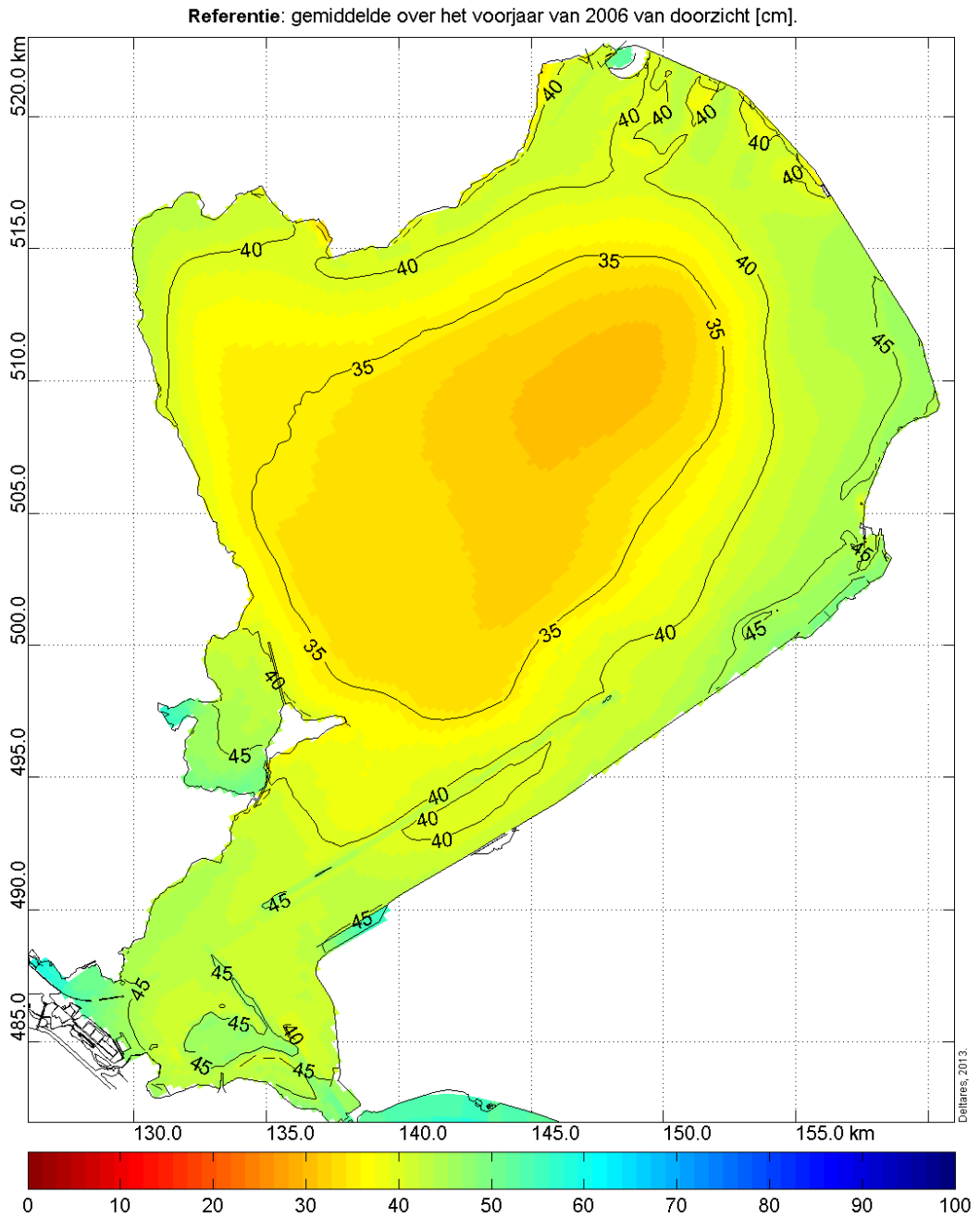
B Modelresultaten: Referentie

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

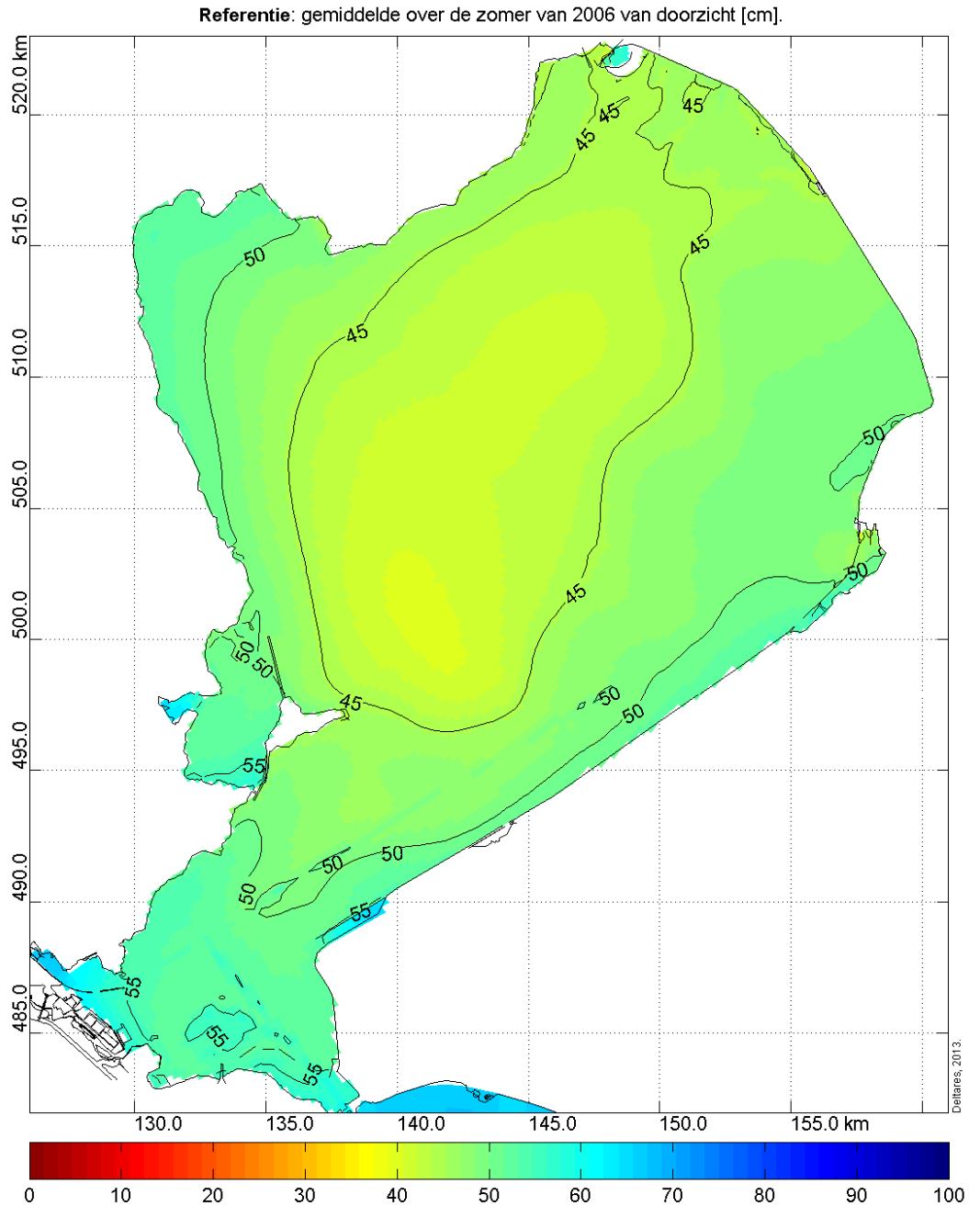


Figuur B.1

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

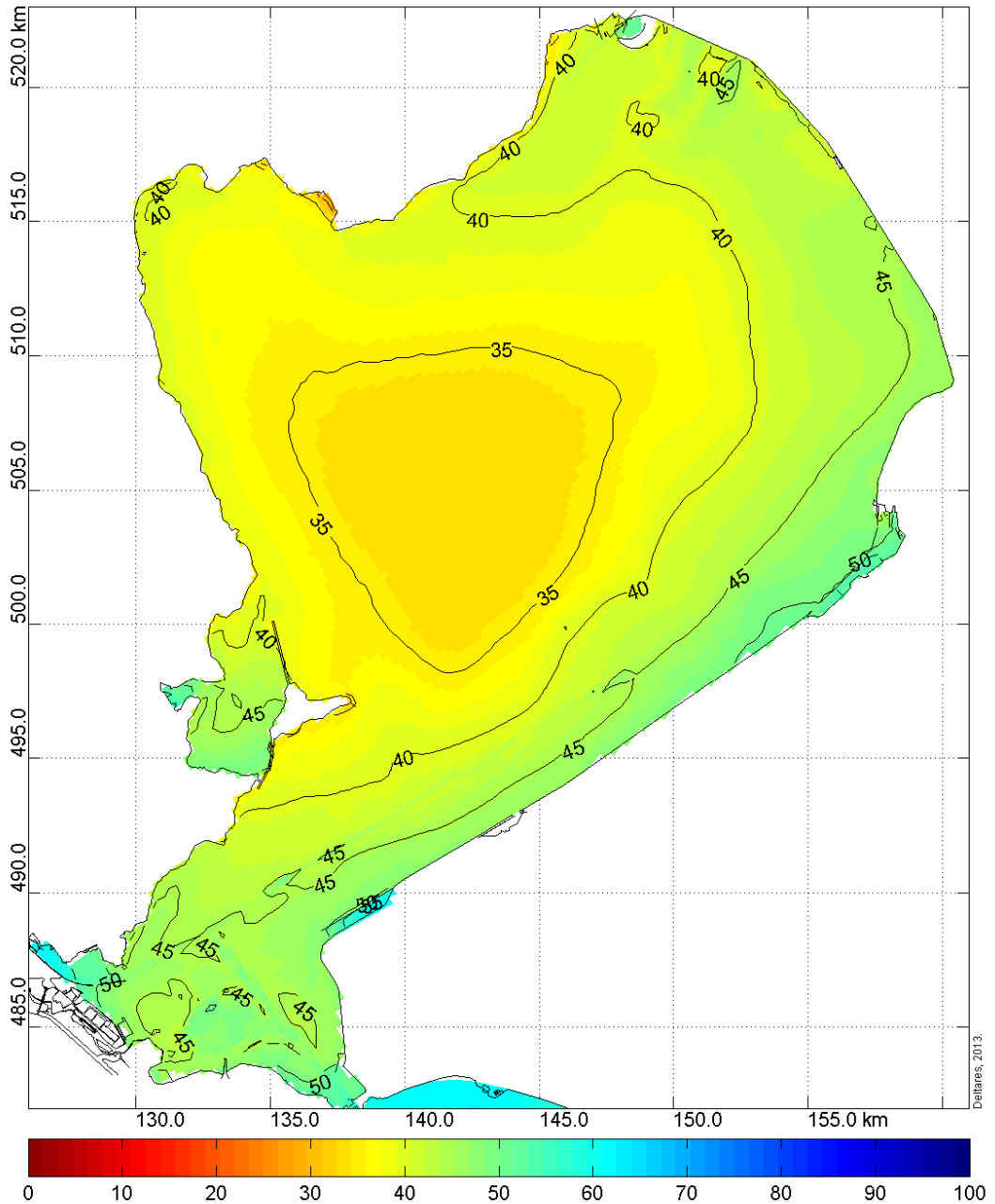


Figuur B.6 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



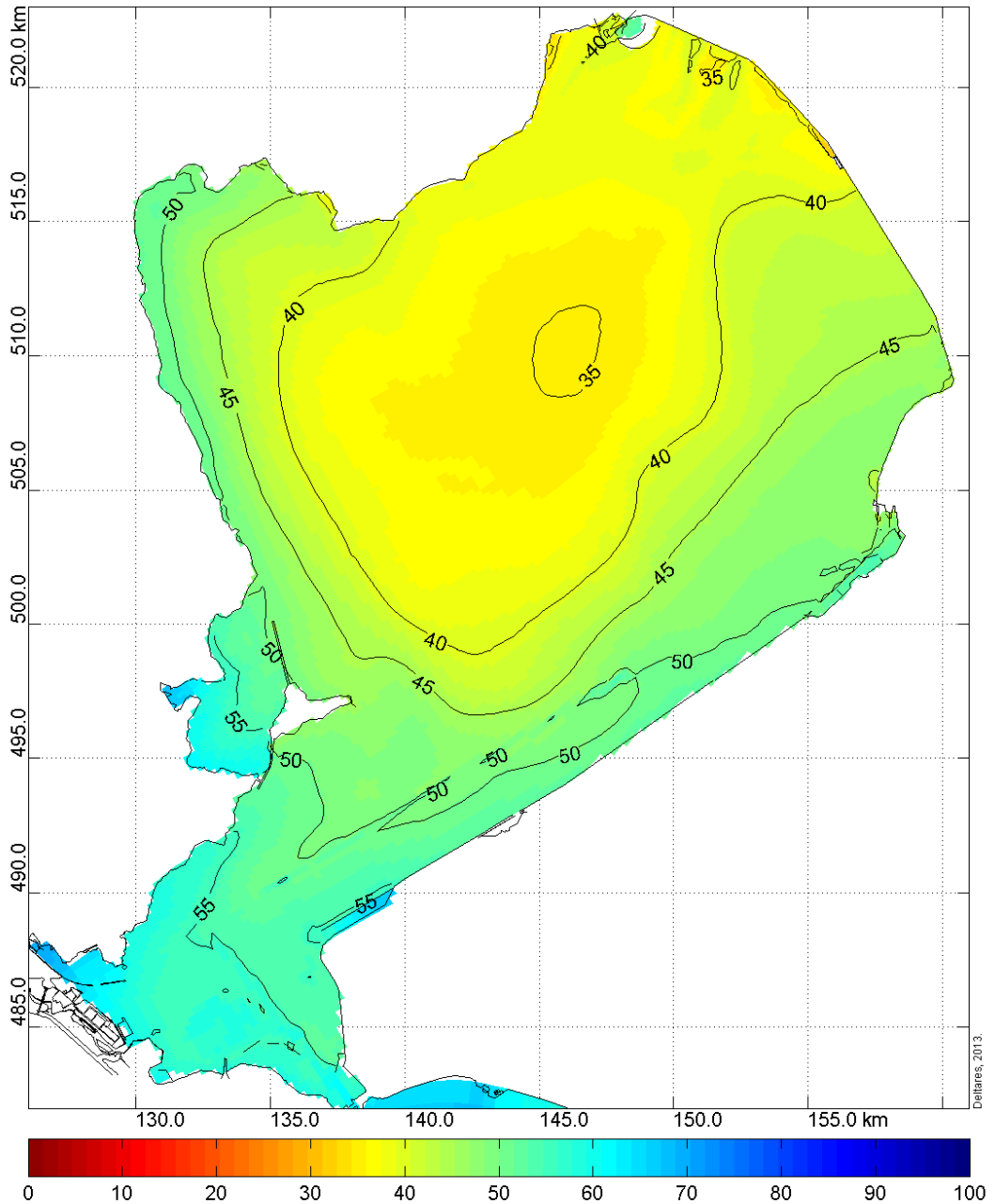
Figuur B.7 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

Referentie: gemiddelde over de winter heft 1 van 2006 van doorzicht [cm].

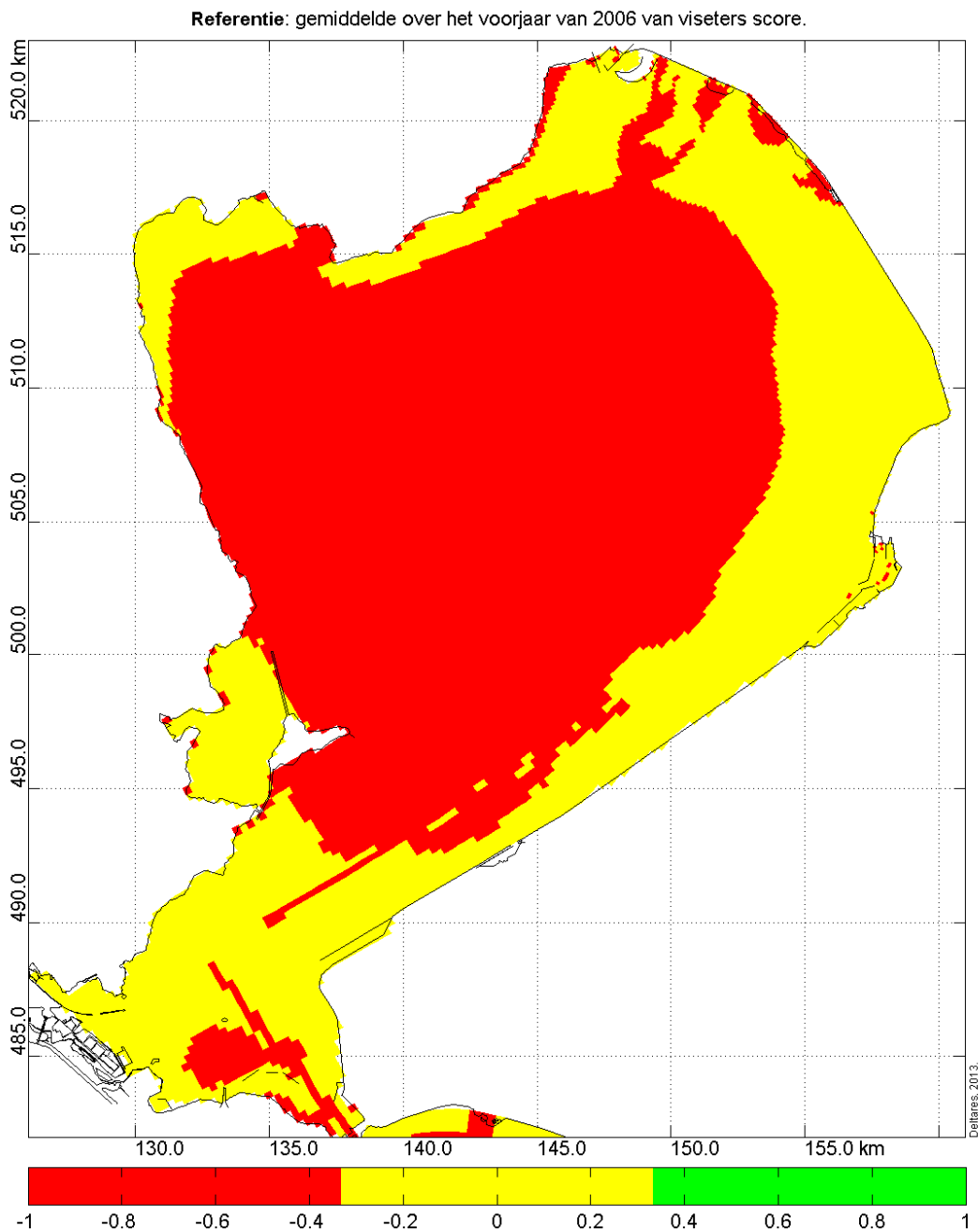


Figuur B.8 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

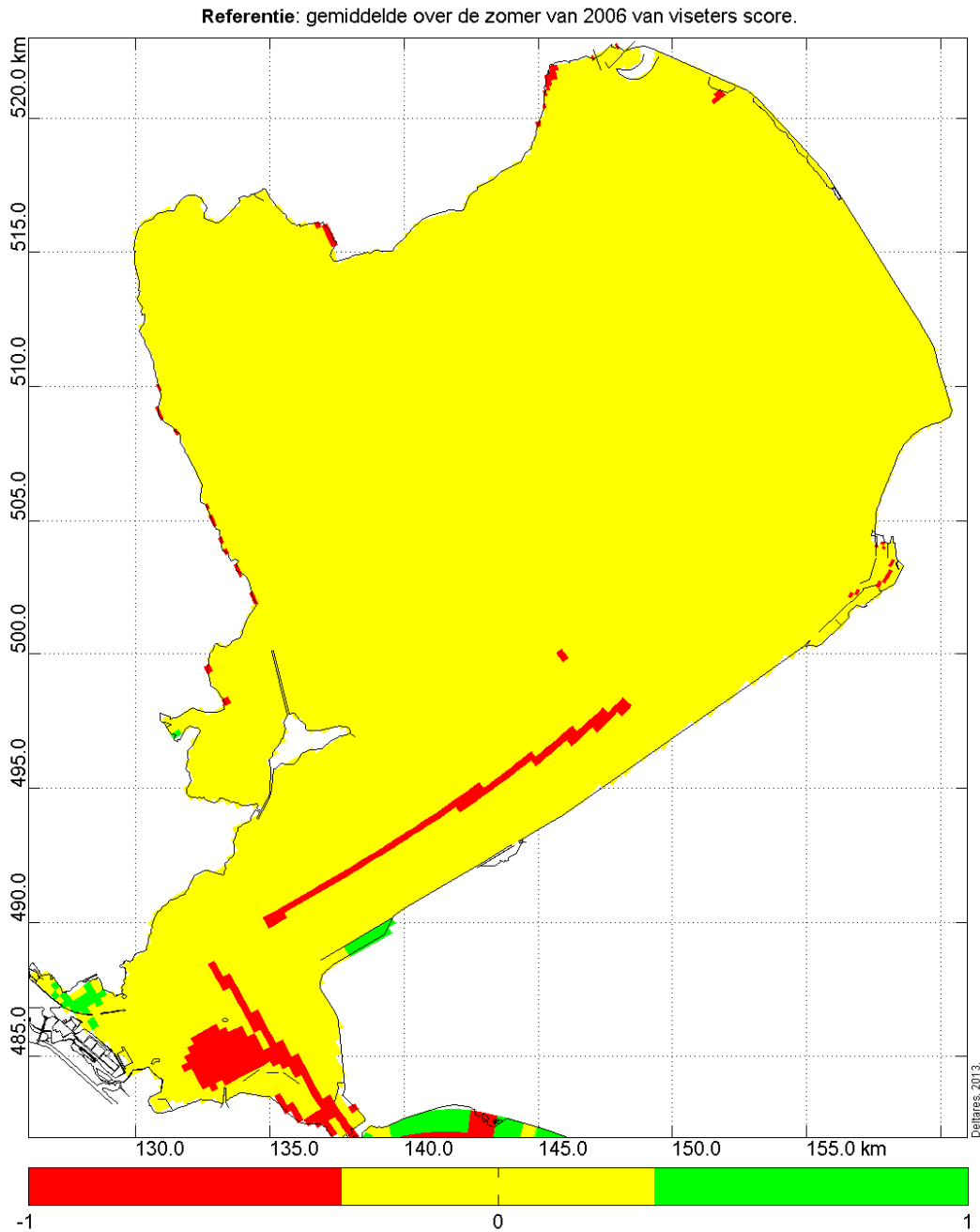
Referentie: gemiddelde over de winter heft 2 van 2006 van doorzicht [cm].



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

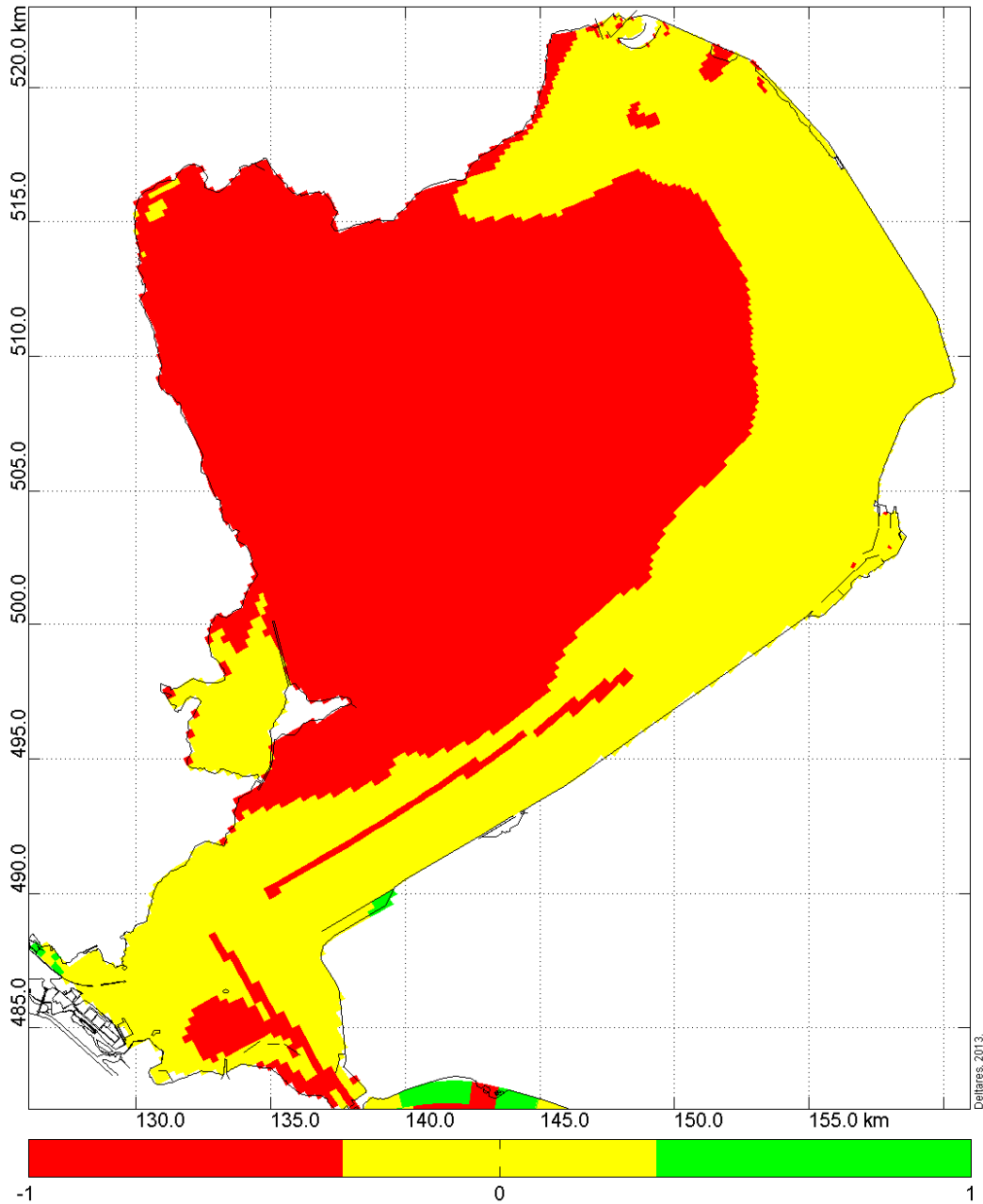


Figuur B.10 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

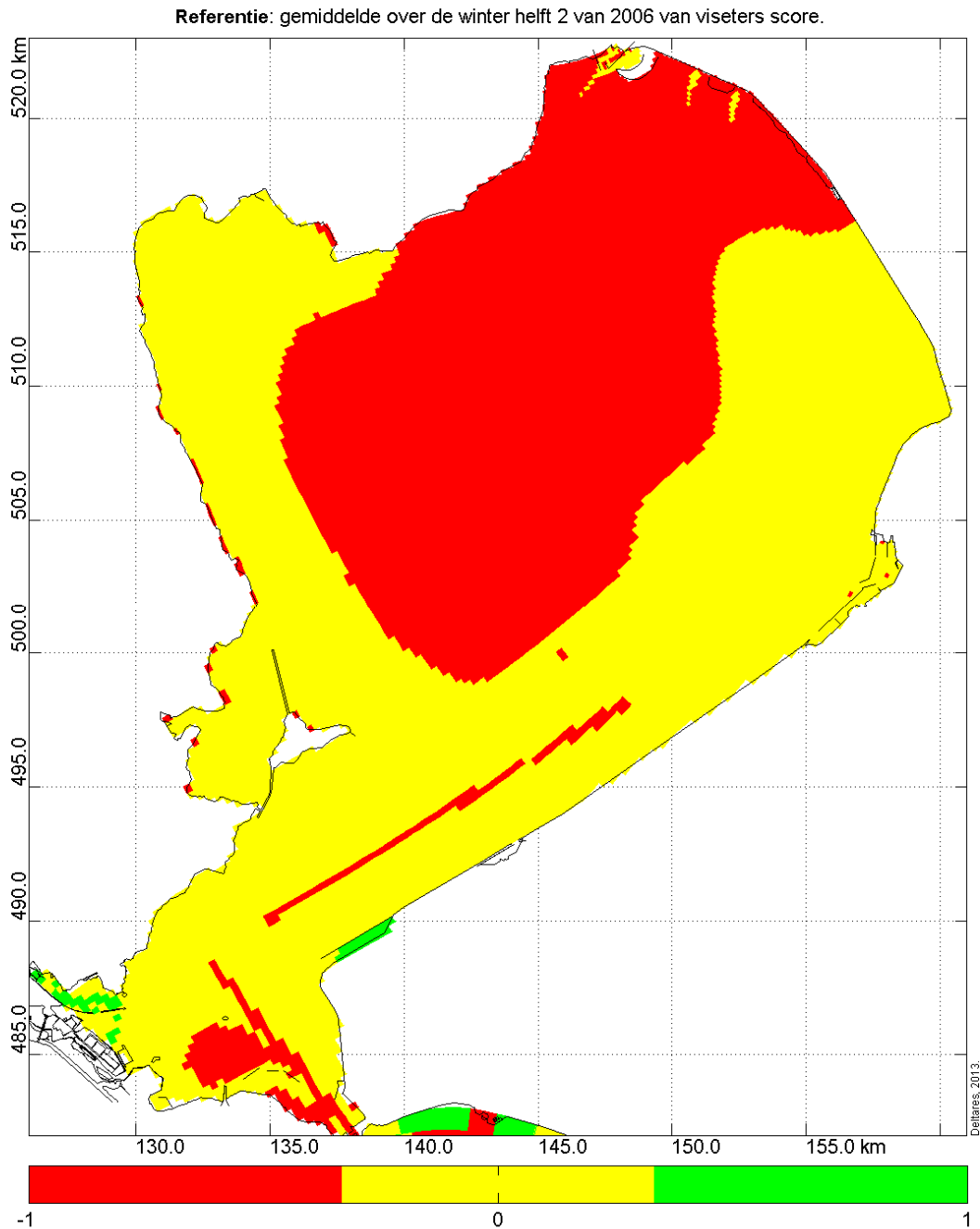


Figuur B.11 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over de winter heft 1 van 2006 van viseters score.

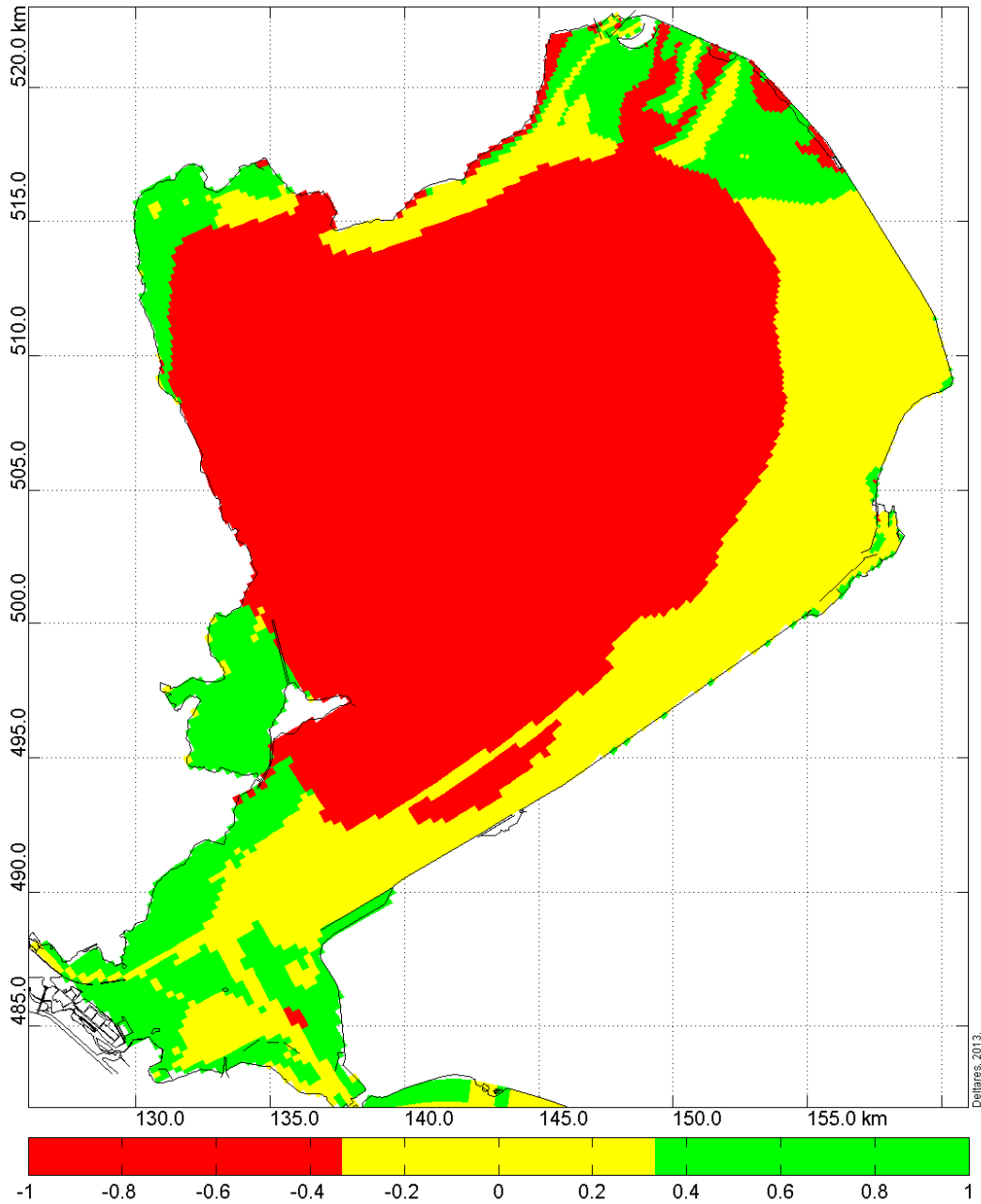


Figuur B.12 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



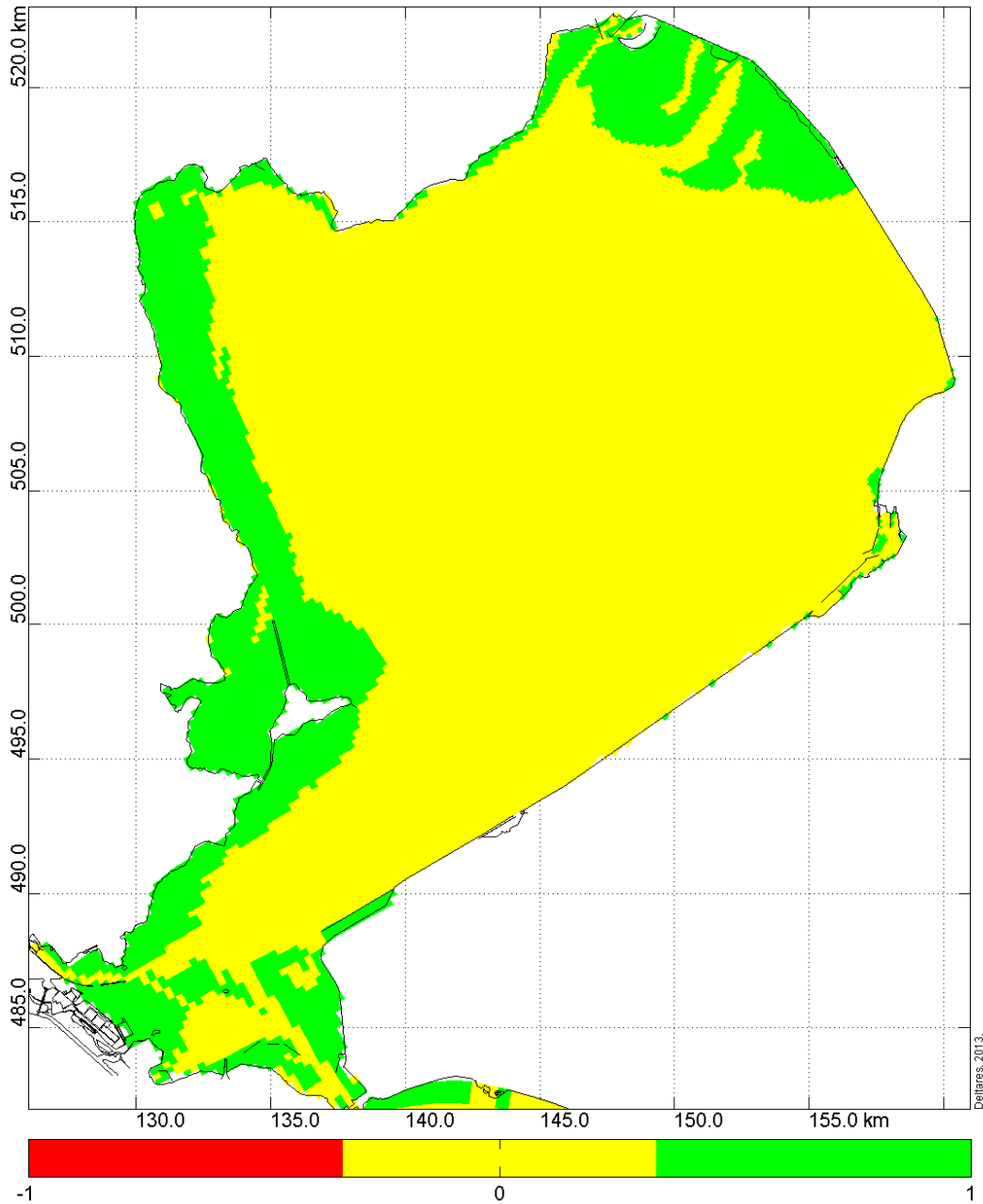
Figuur B.13 Referentie: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van mosseleters score.

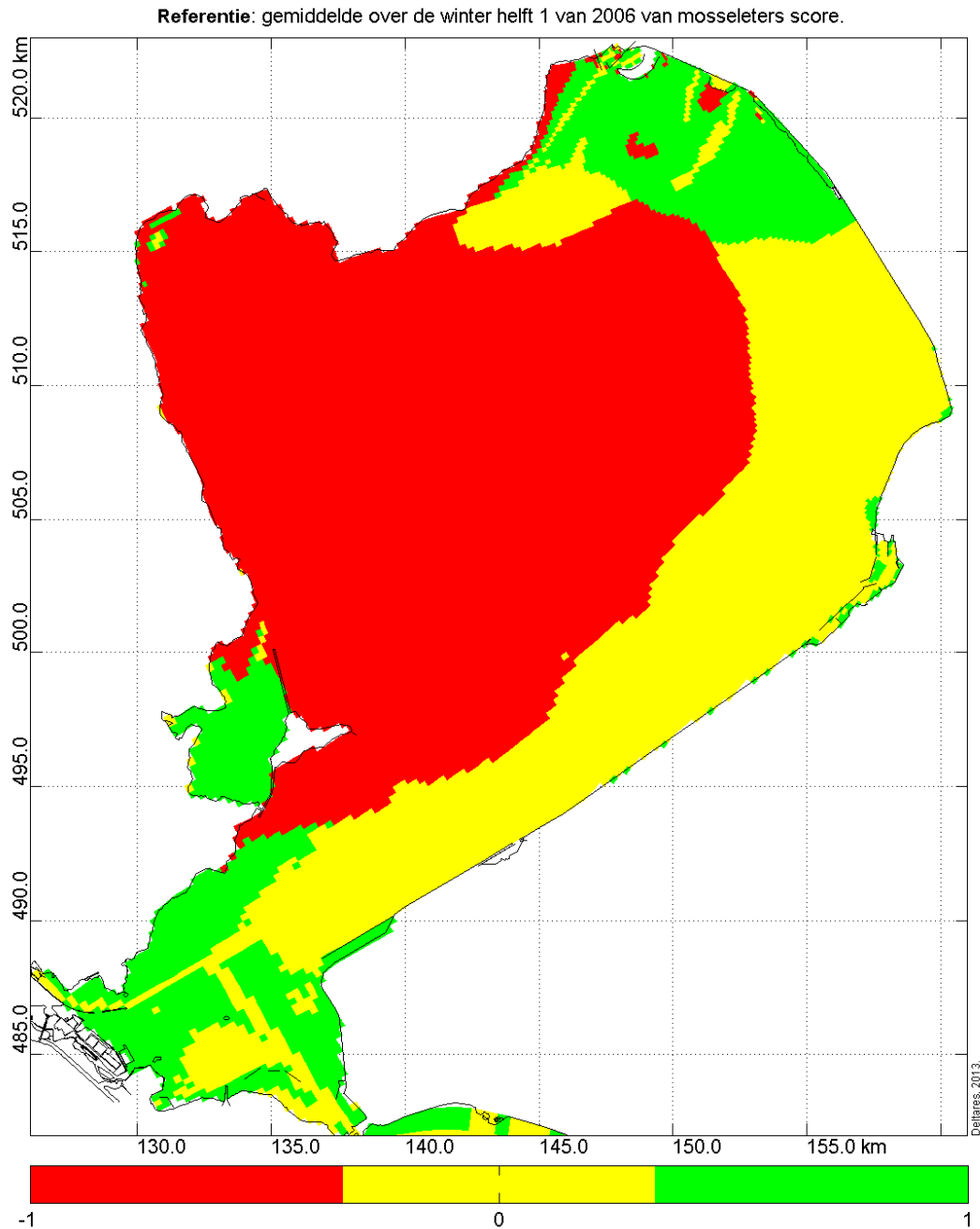


Figuur B.14 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van mosseleters score.

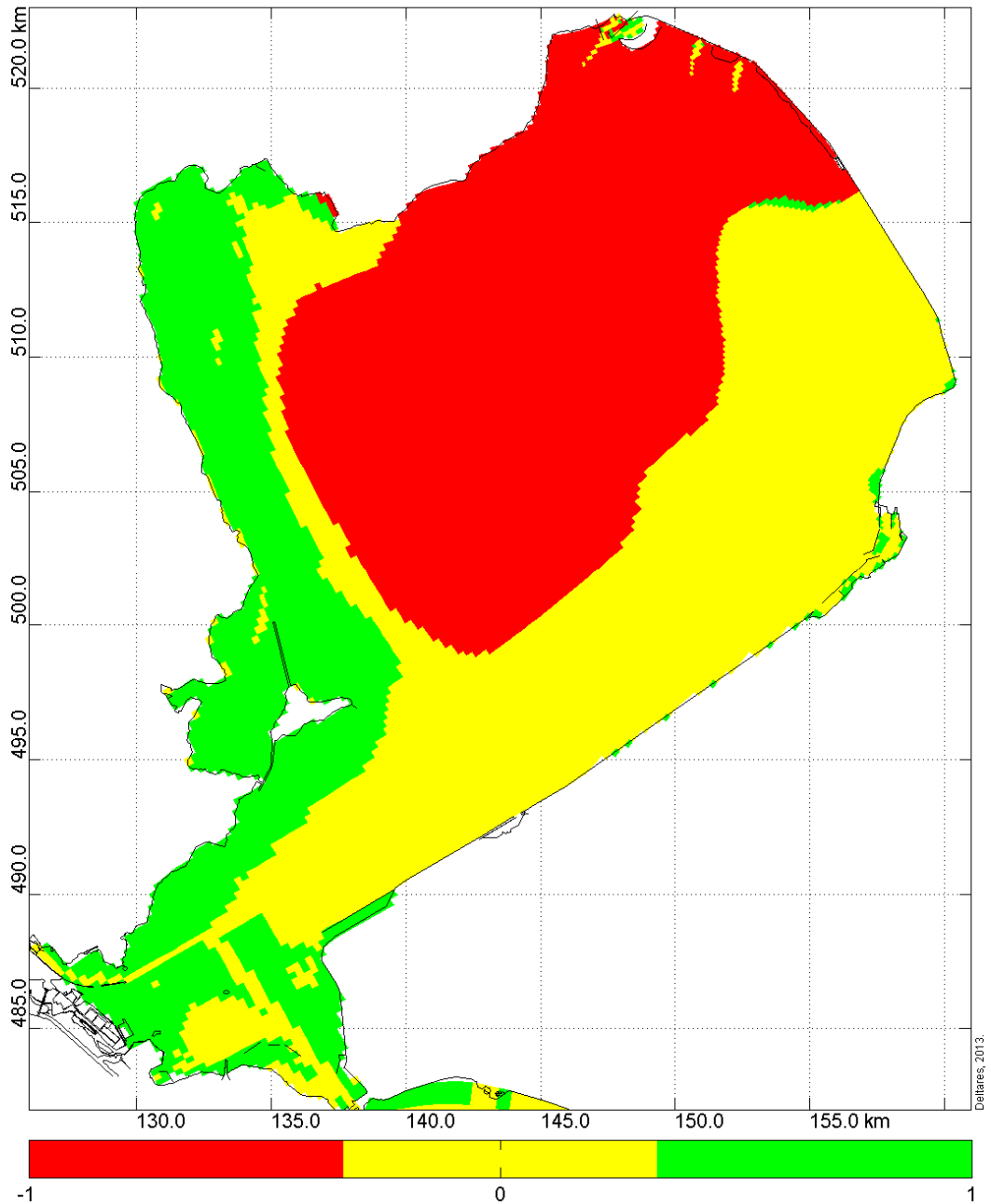


Figuur B.15 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



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

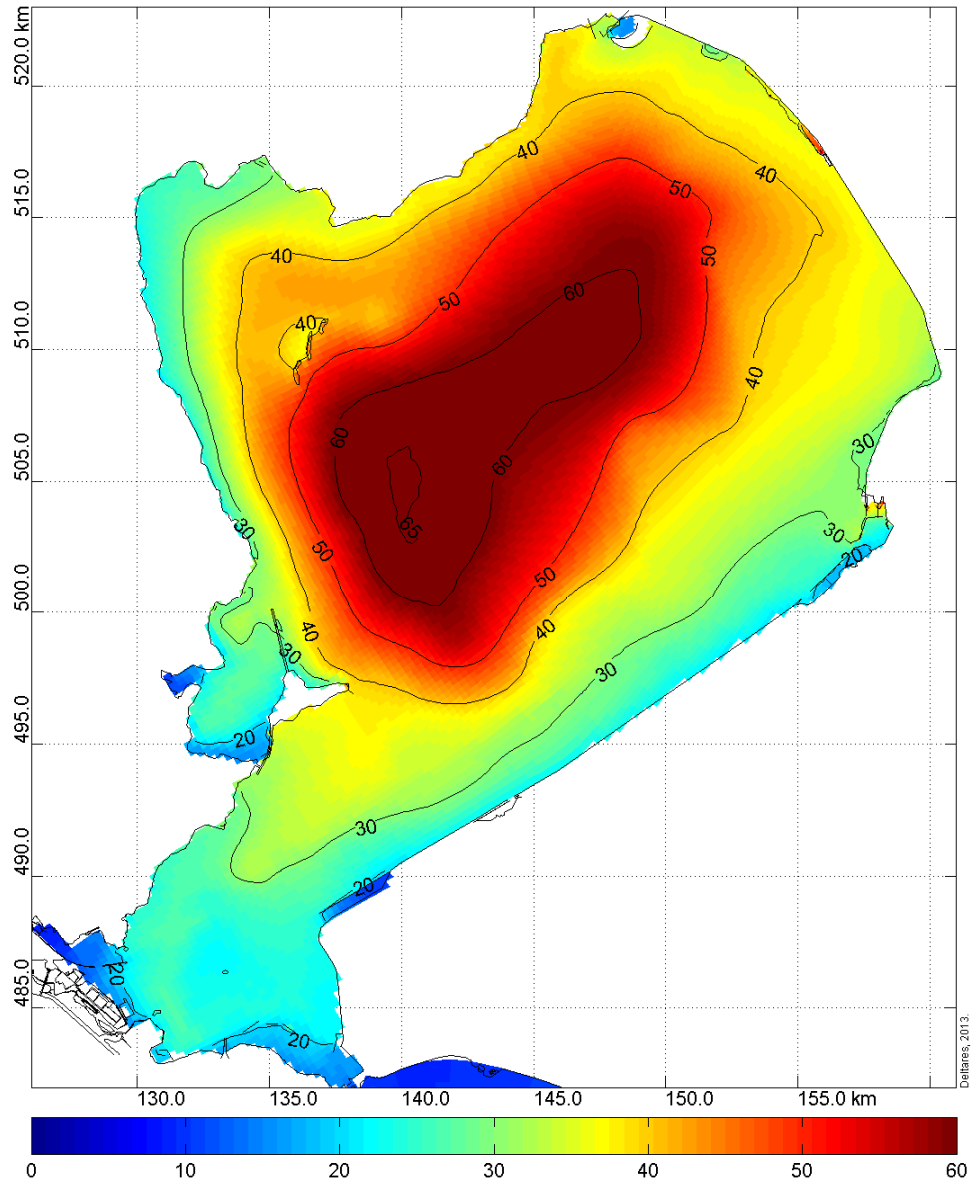
Referentie: gemiddelde over de winter heft 2 van 2006 van mosselelers score.



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

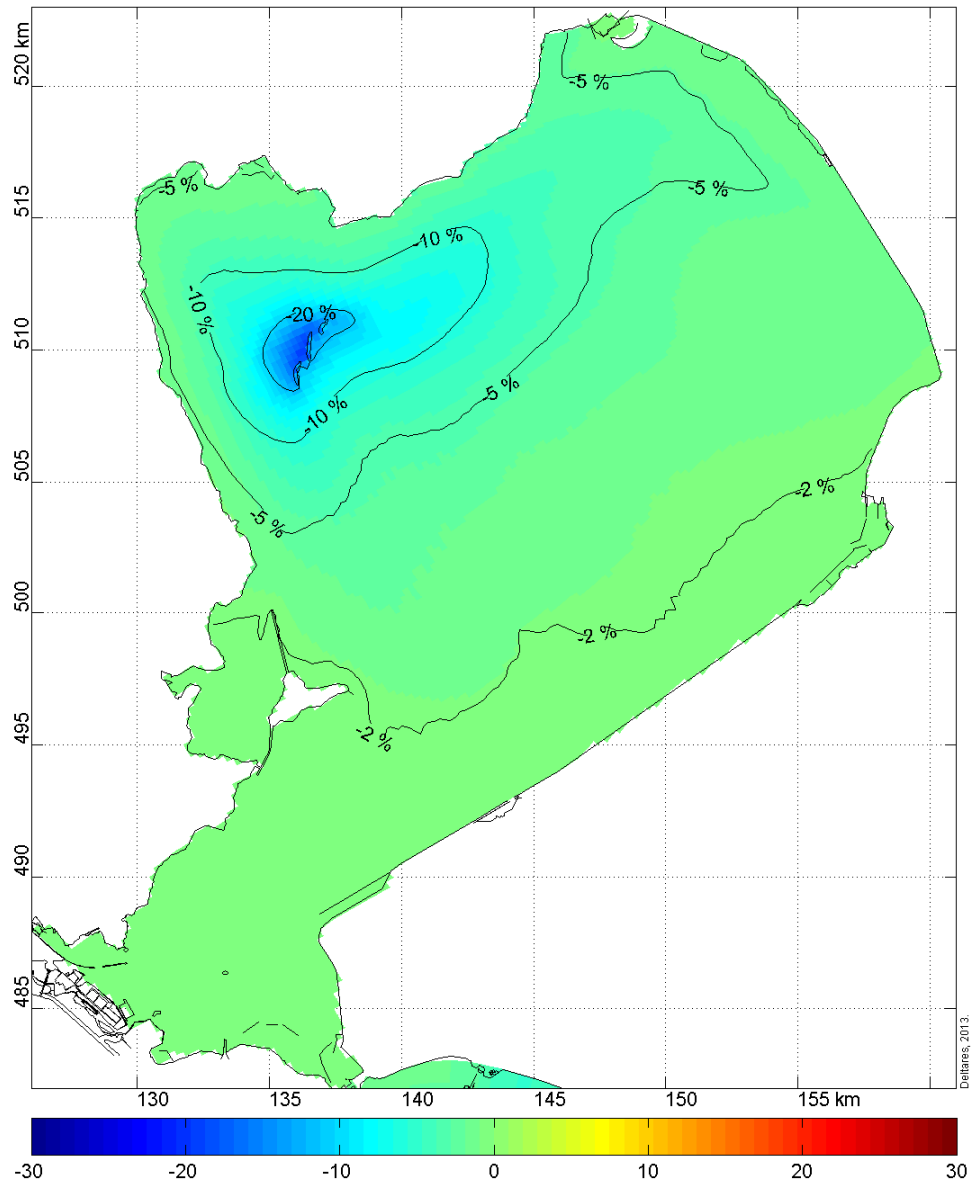
F Modelresultaten: voorstel voorkeursalternatief

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



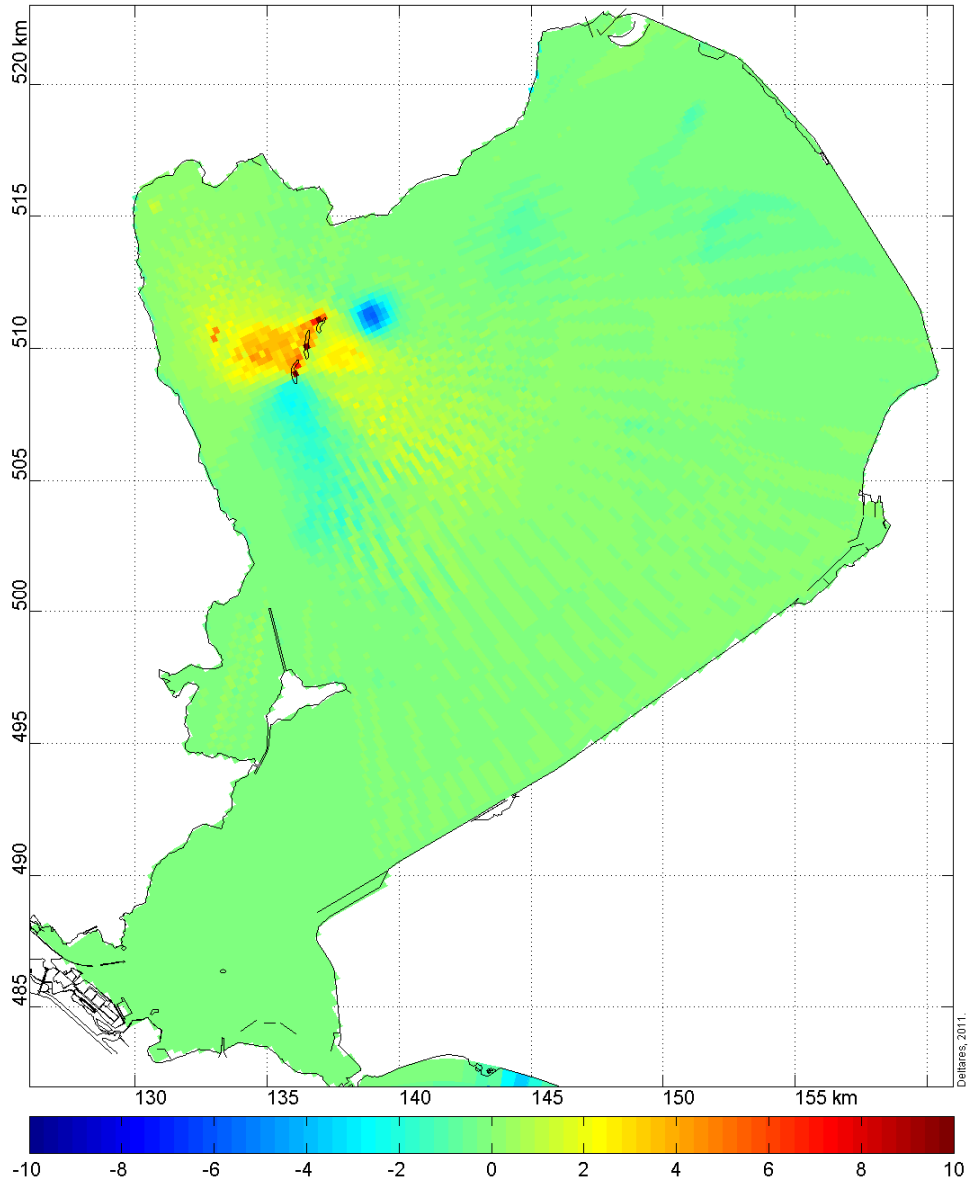
Figuur F.1 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



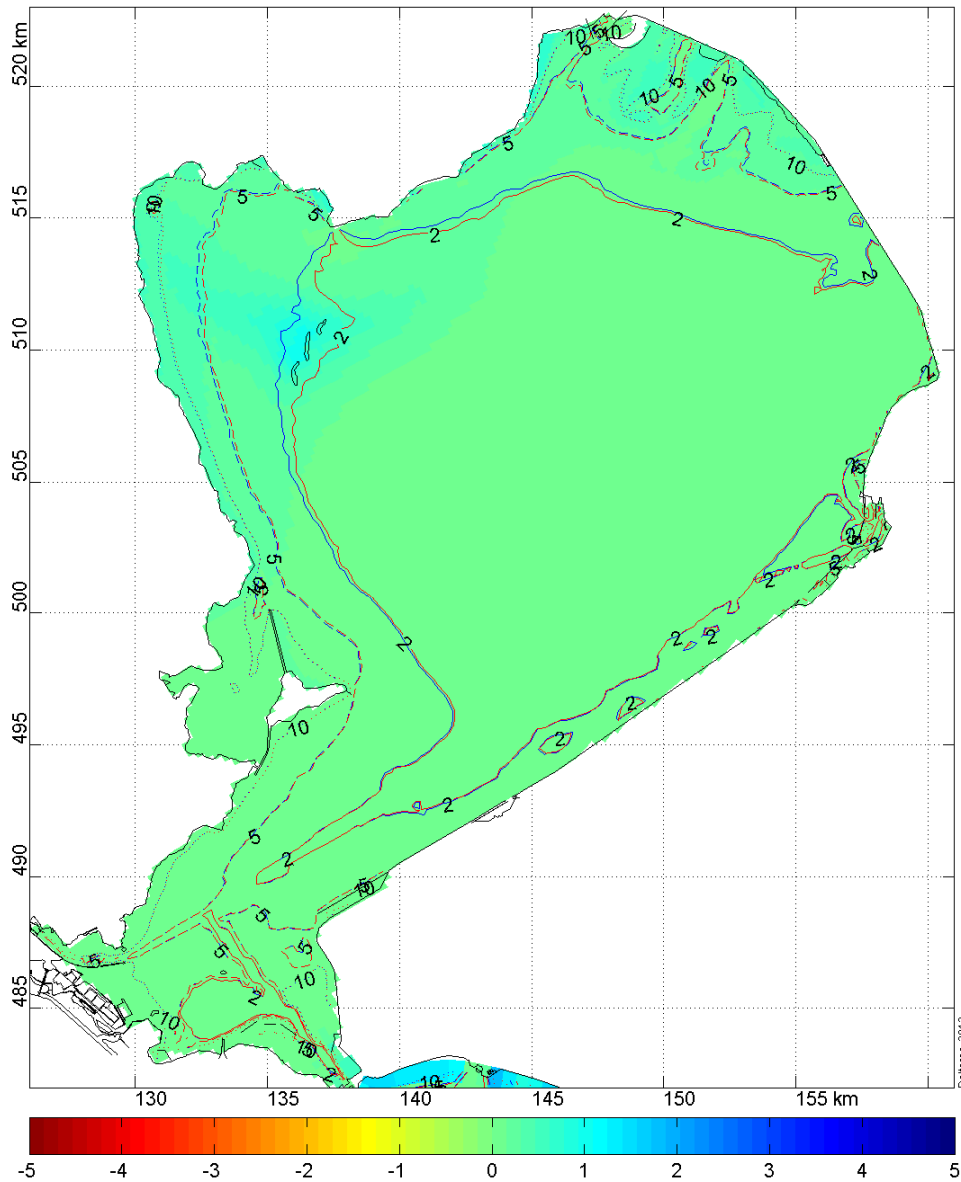
Figuur F.2 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

Voorstel voorkeursalternatief - referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.



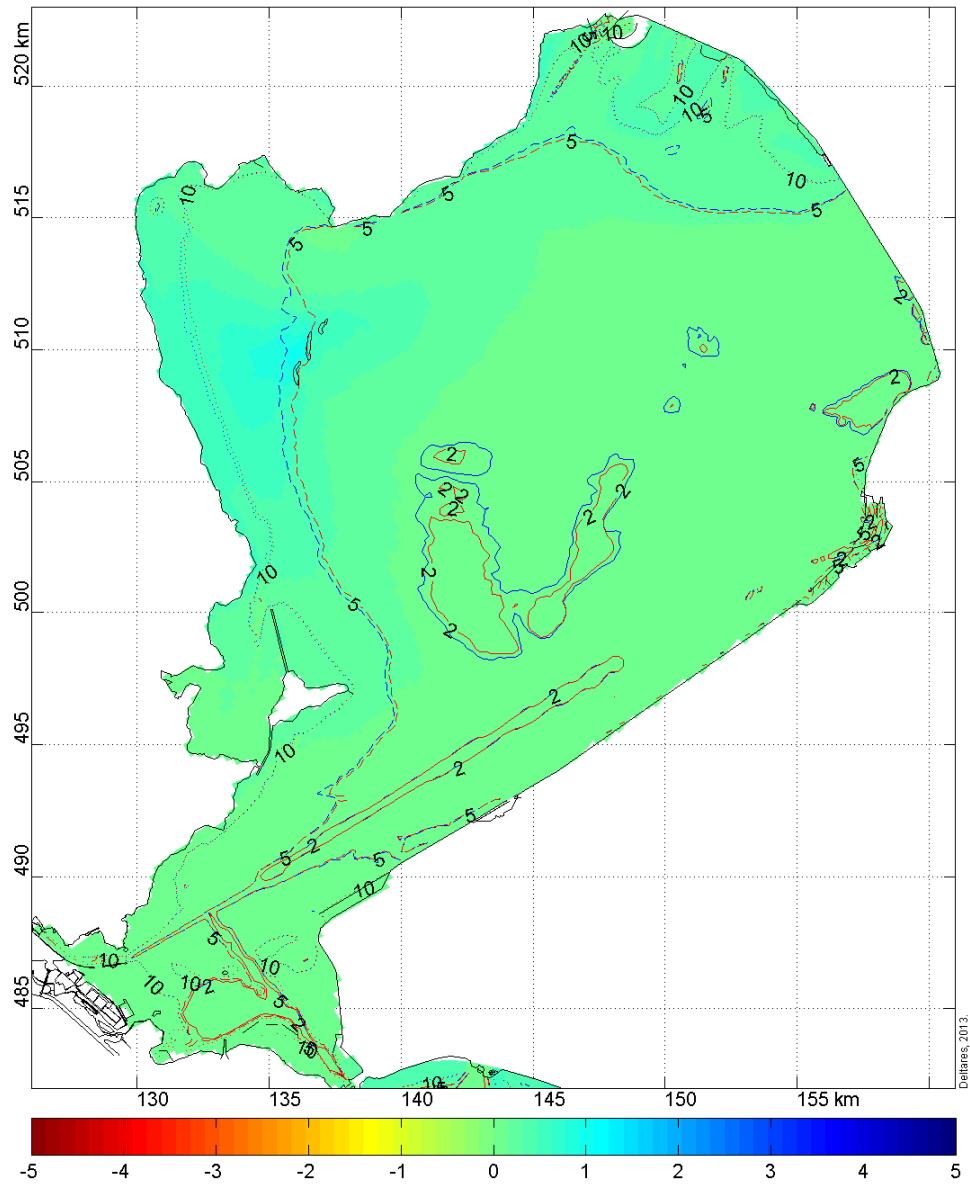
Figuur F.3 *Verskil tussen voorstel voorkeursalternatief en Referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

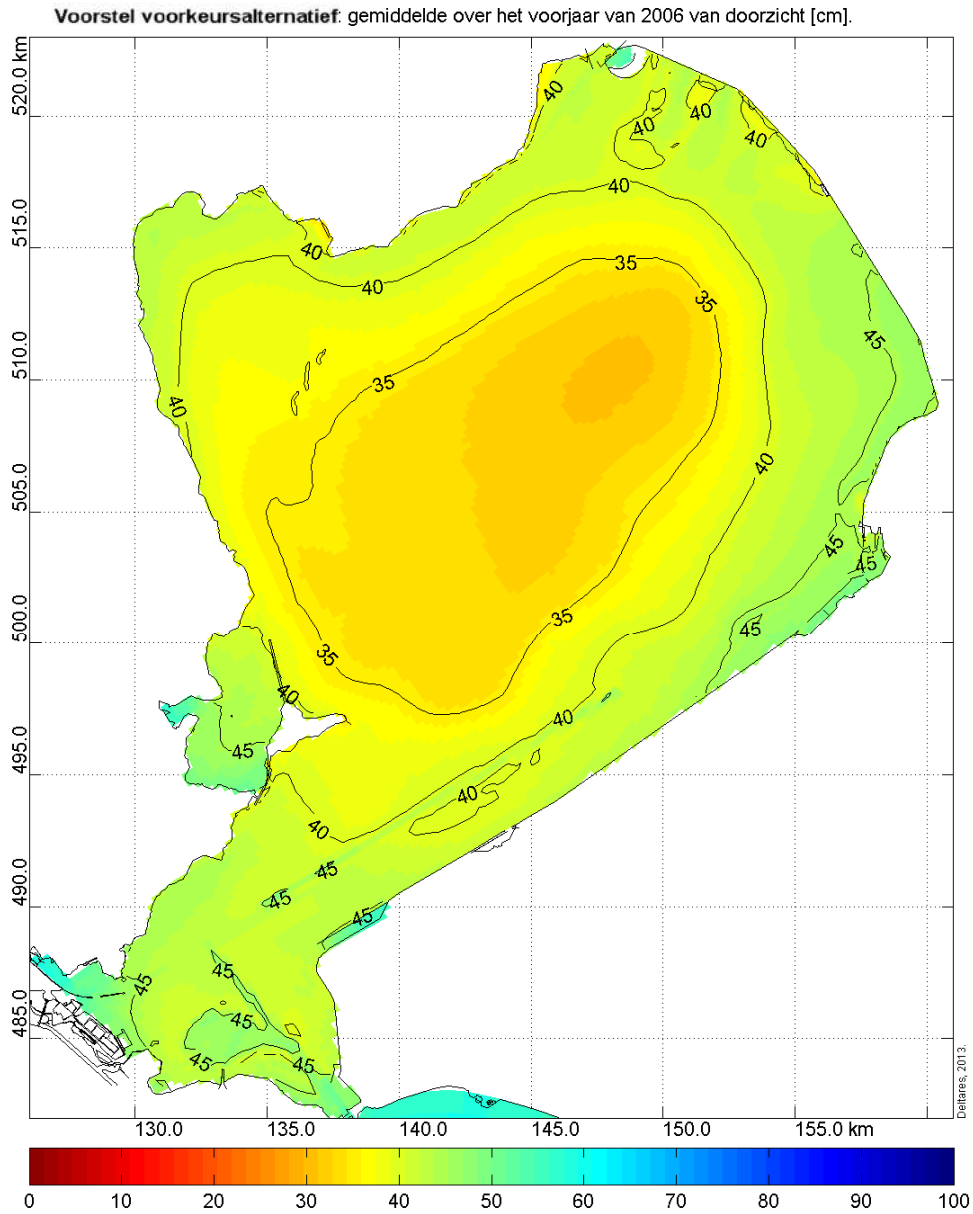


Figuur F.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en Referentie (kleurenkaart).

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

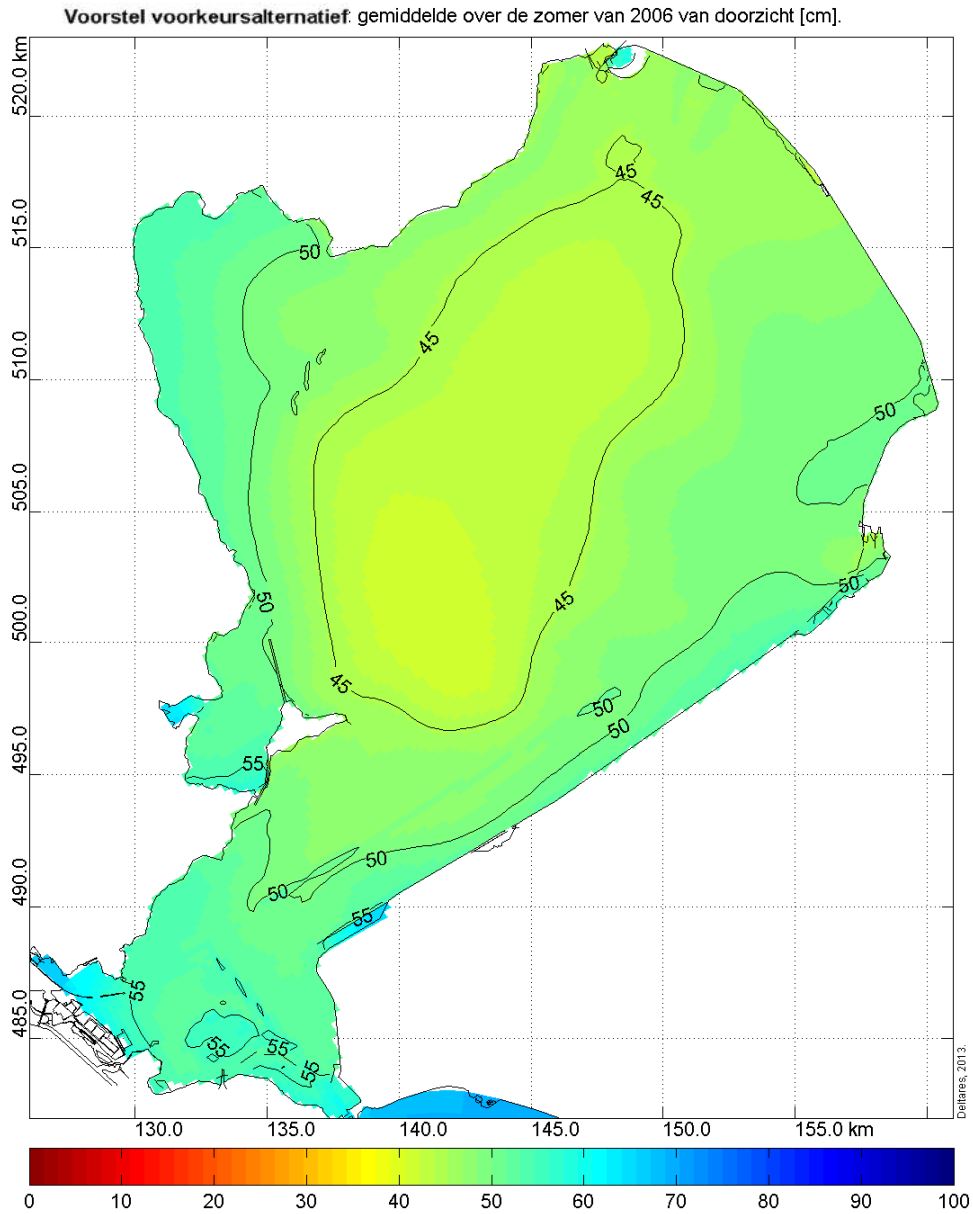


Figuur F.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en Referentie (kleurenkaart).

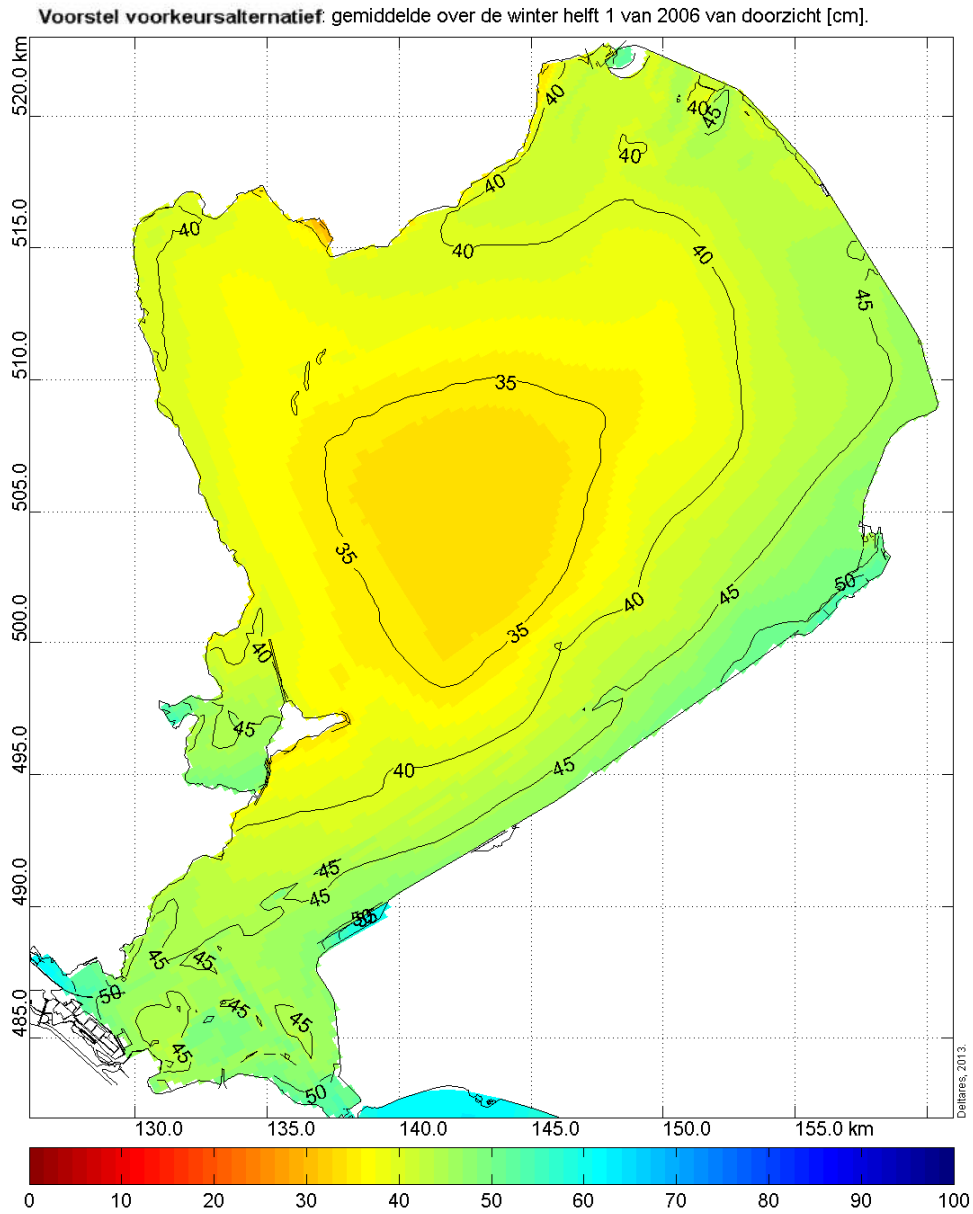


Figuur F.6

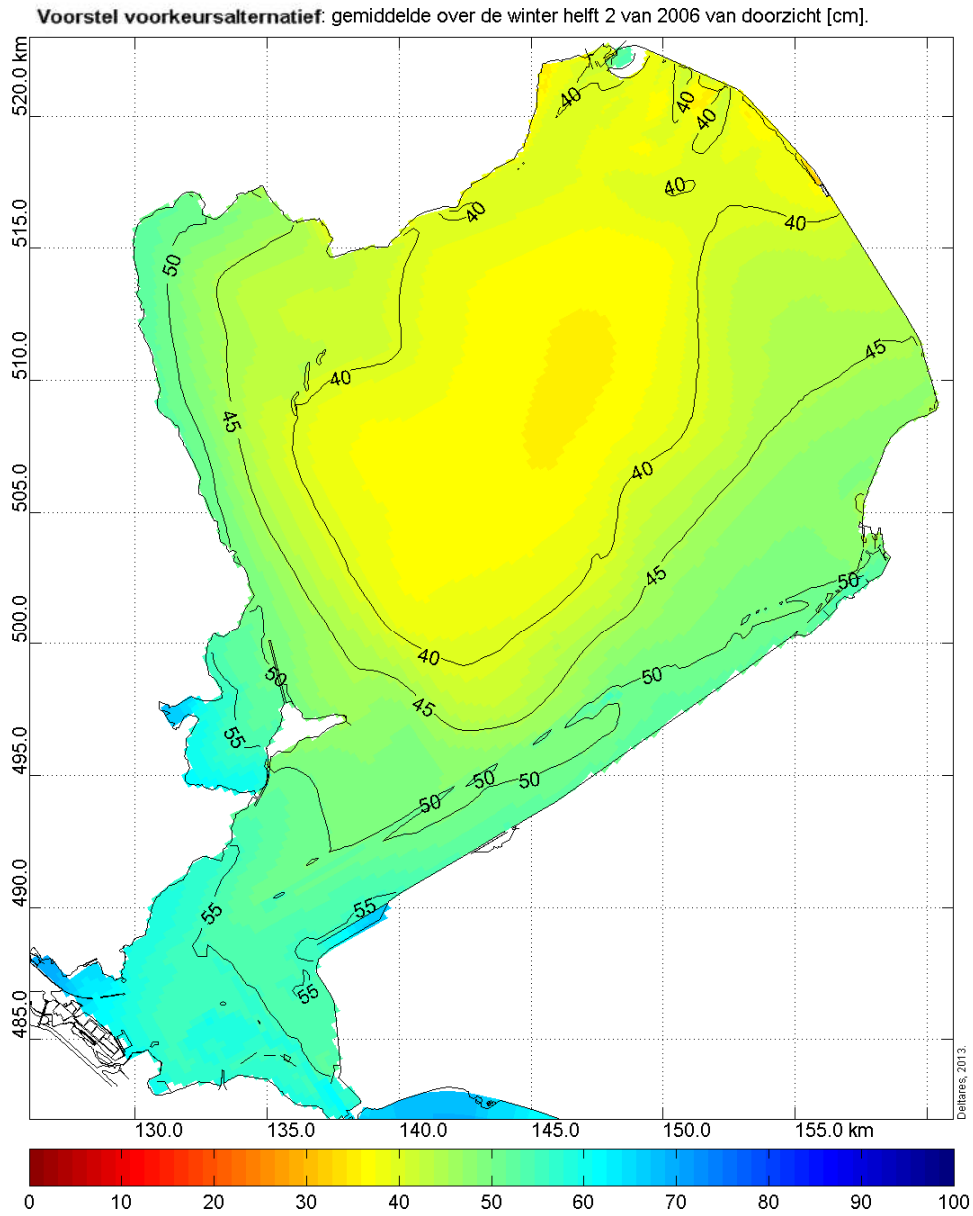
Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



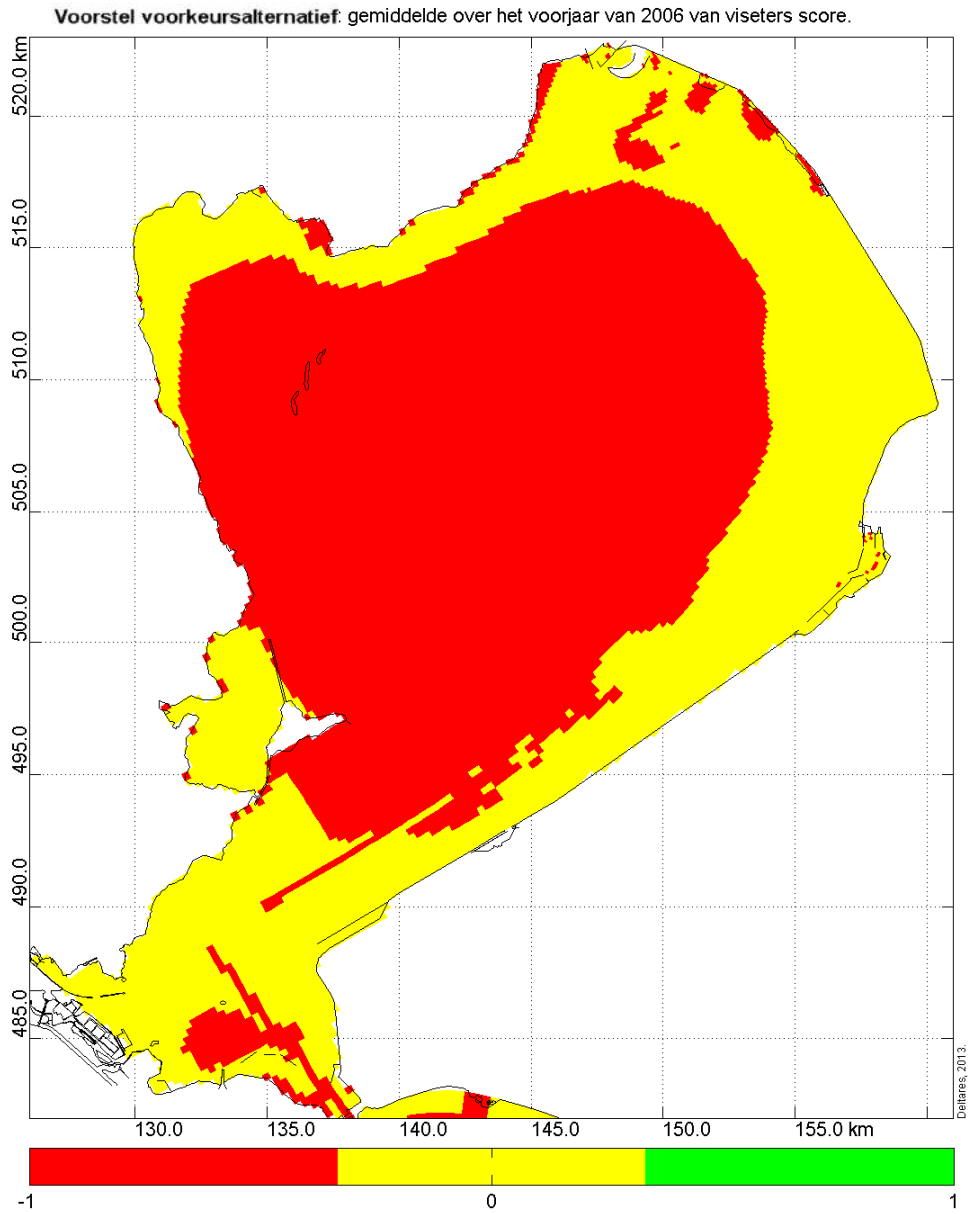
Figuur F.7 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



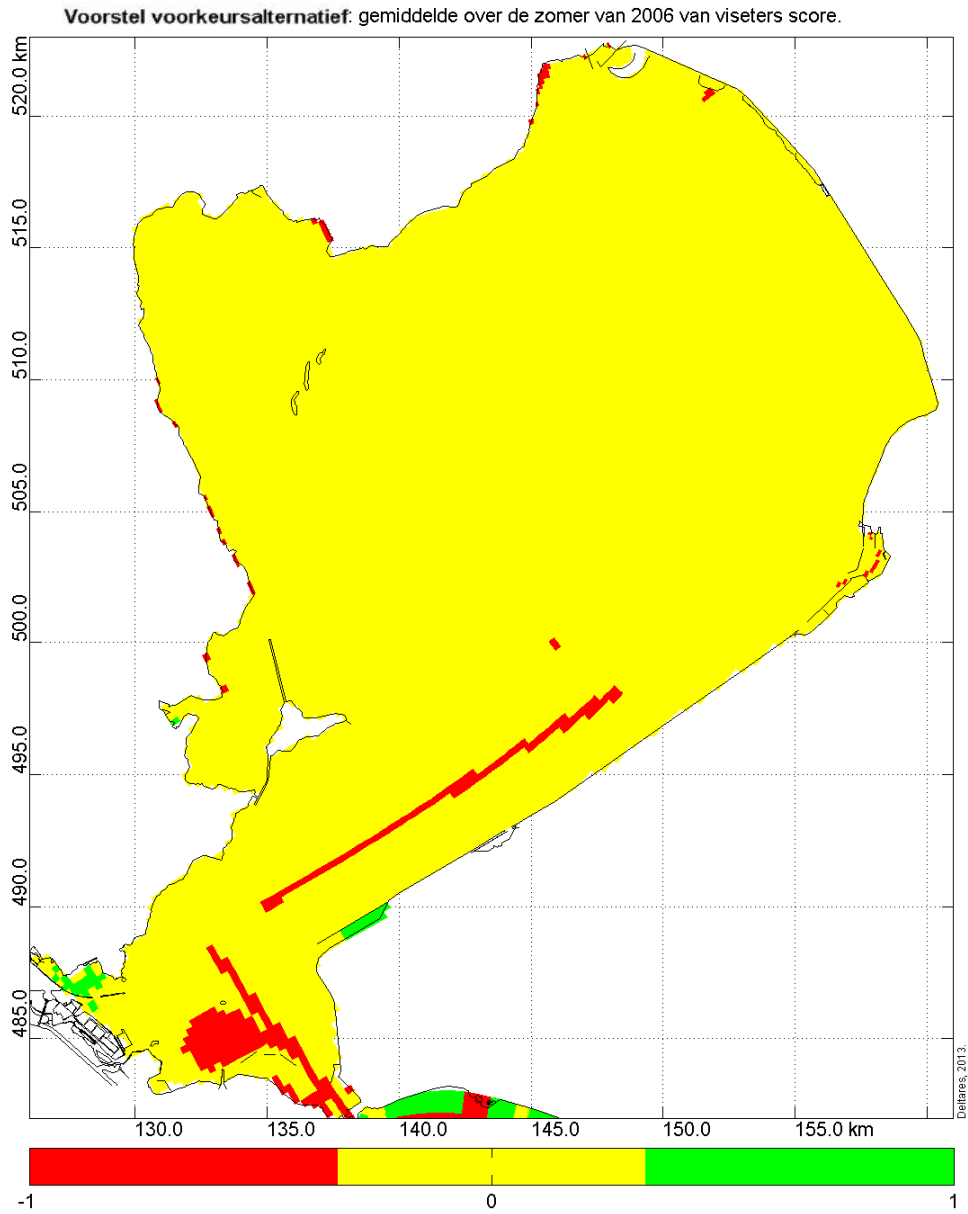
Figuur F.8 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].



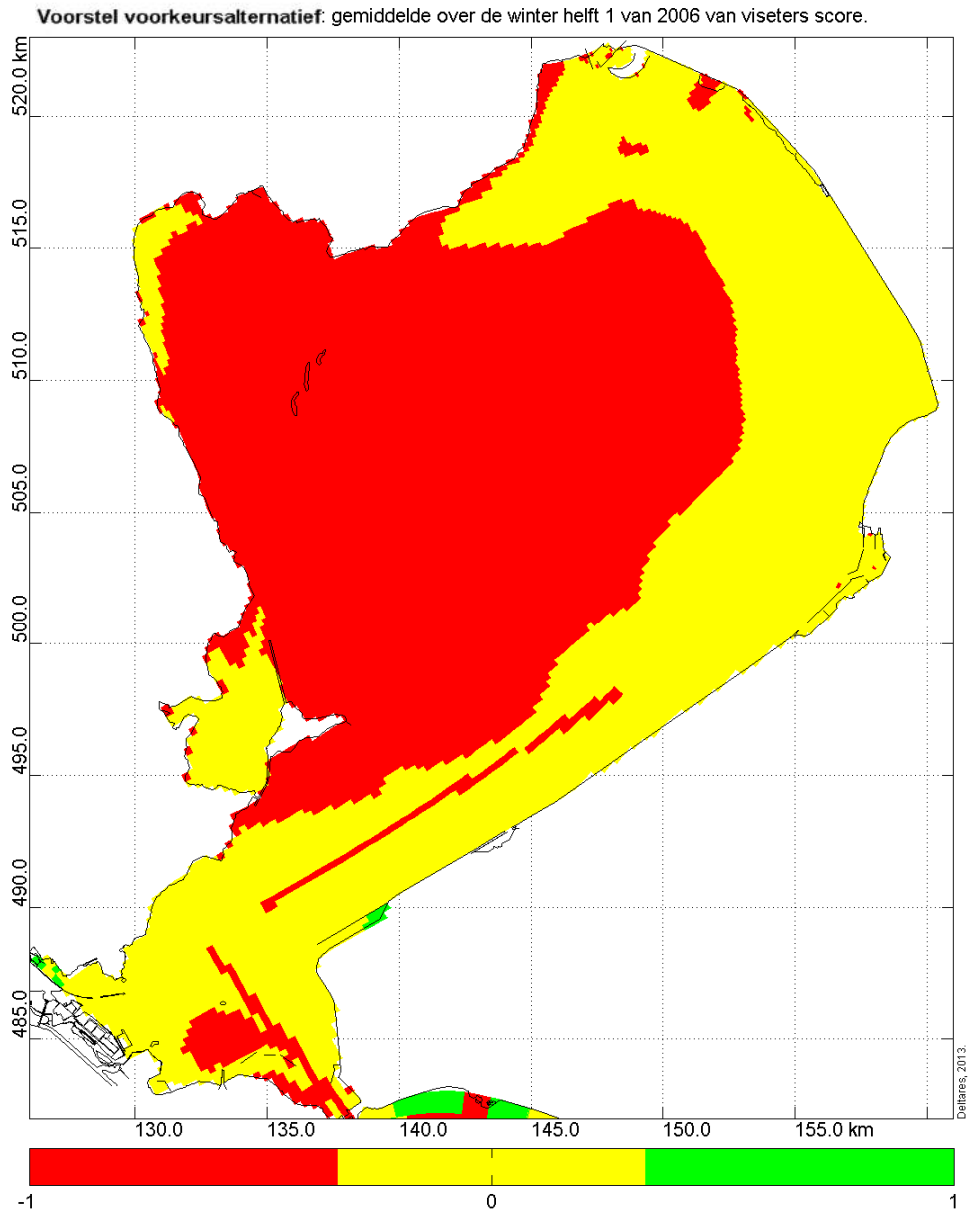
Figuur F.9 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



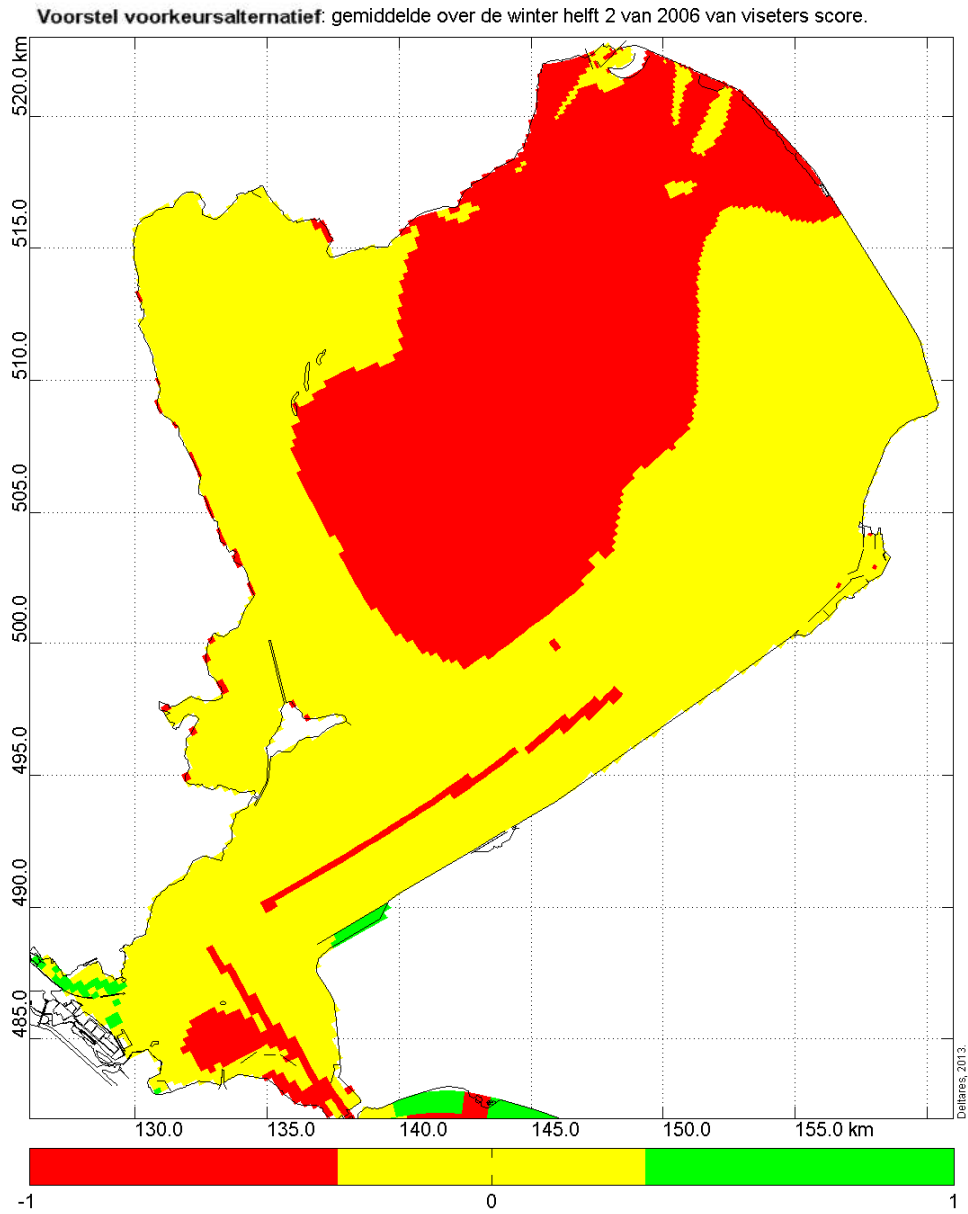
Figuur F.10 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



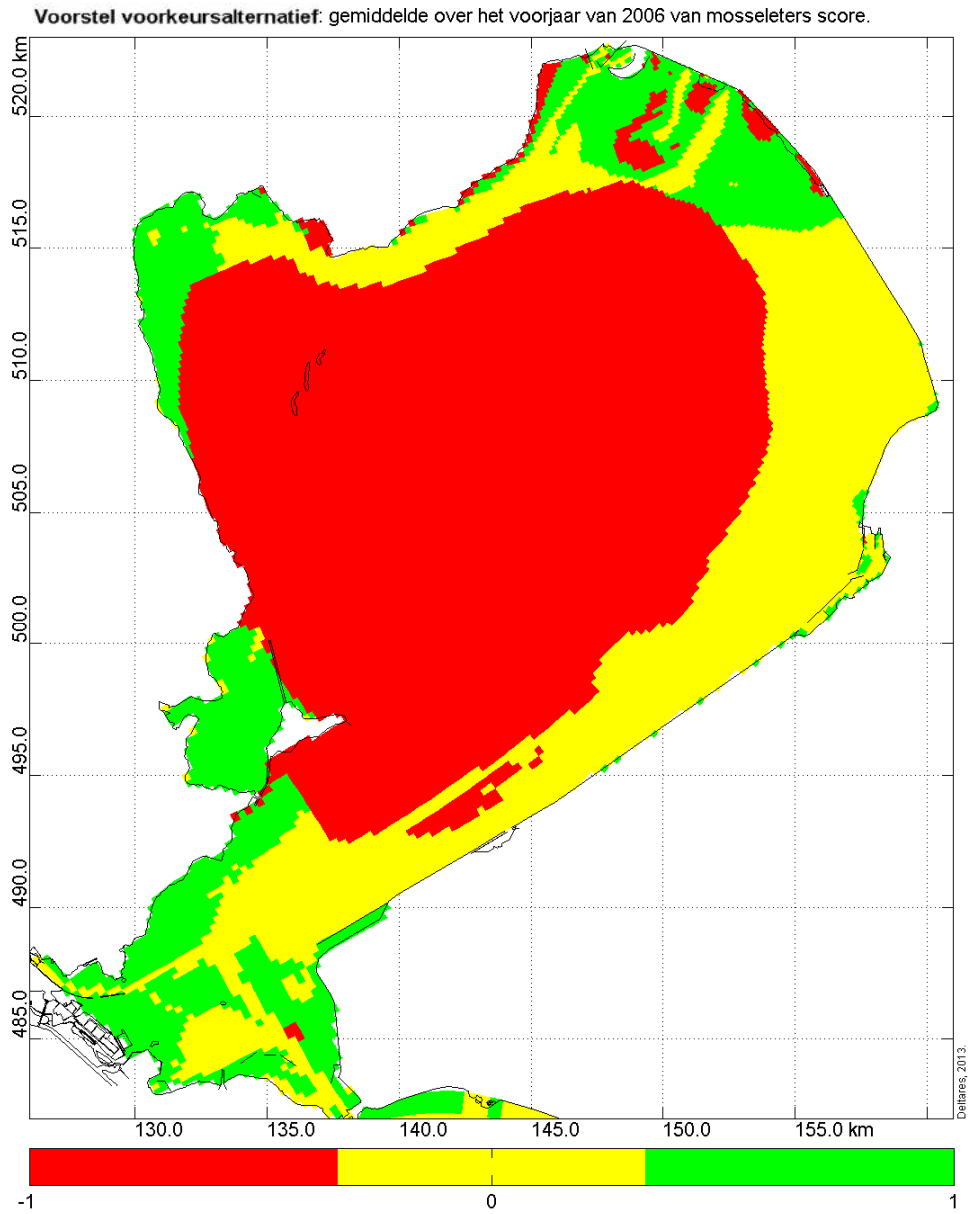
Figuur F.11 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



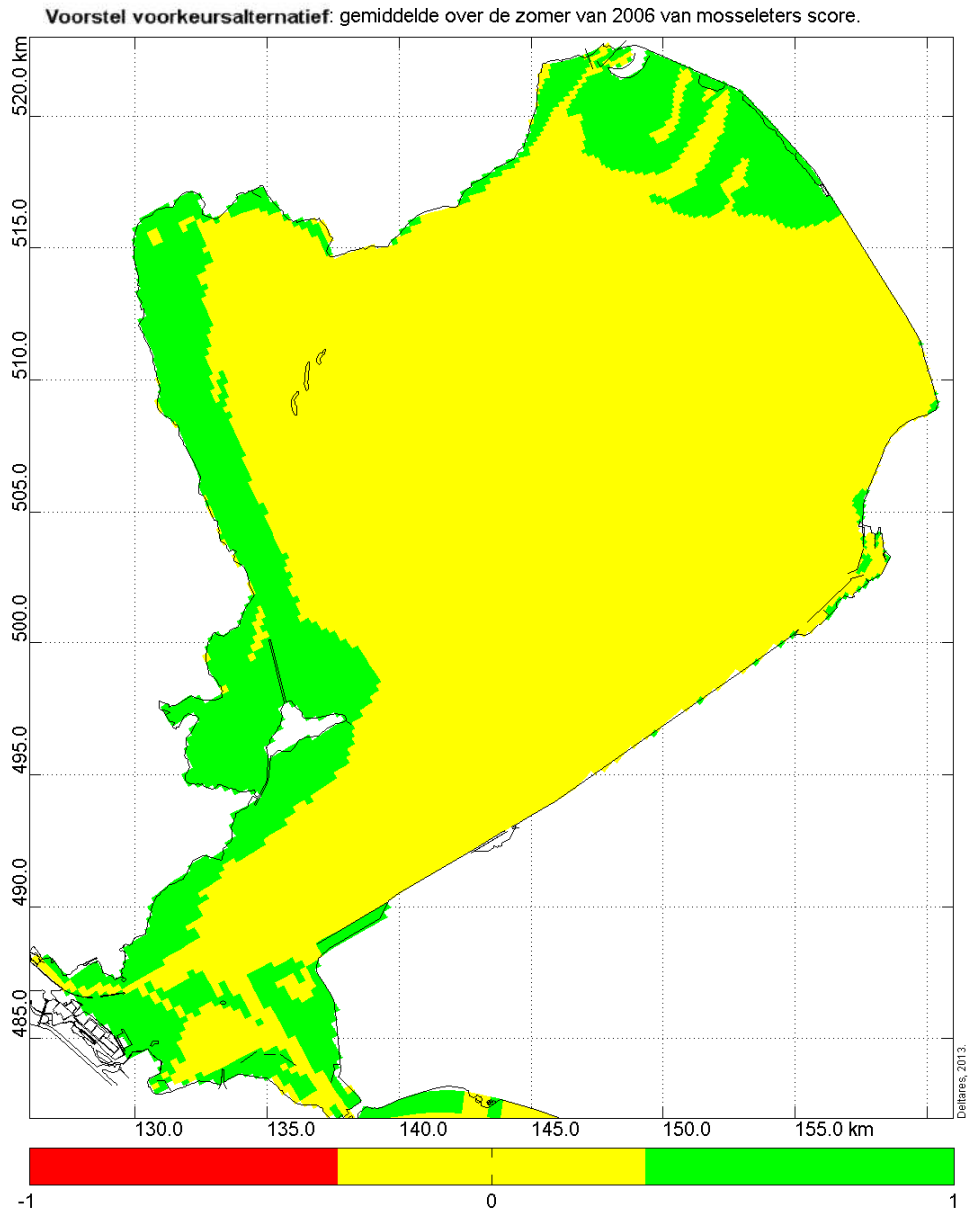
Figuur F.12 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



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

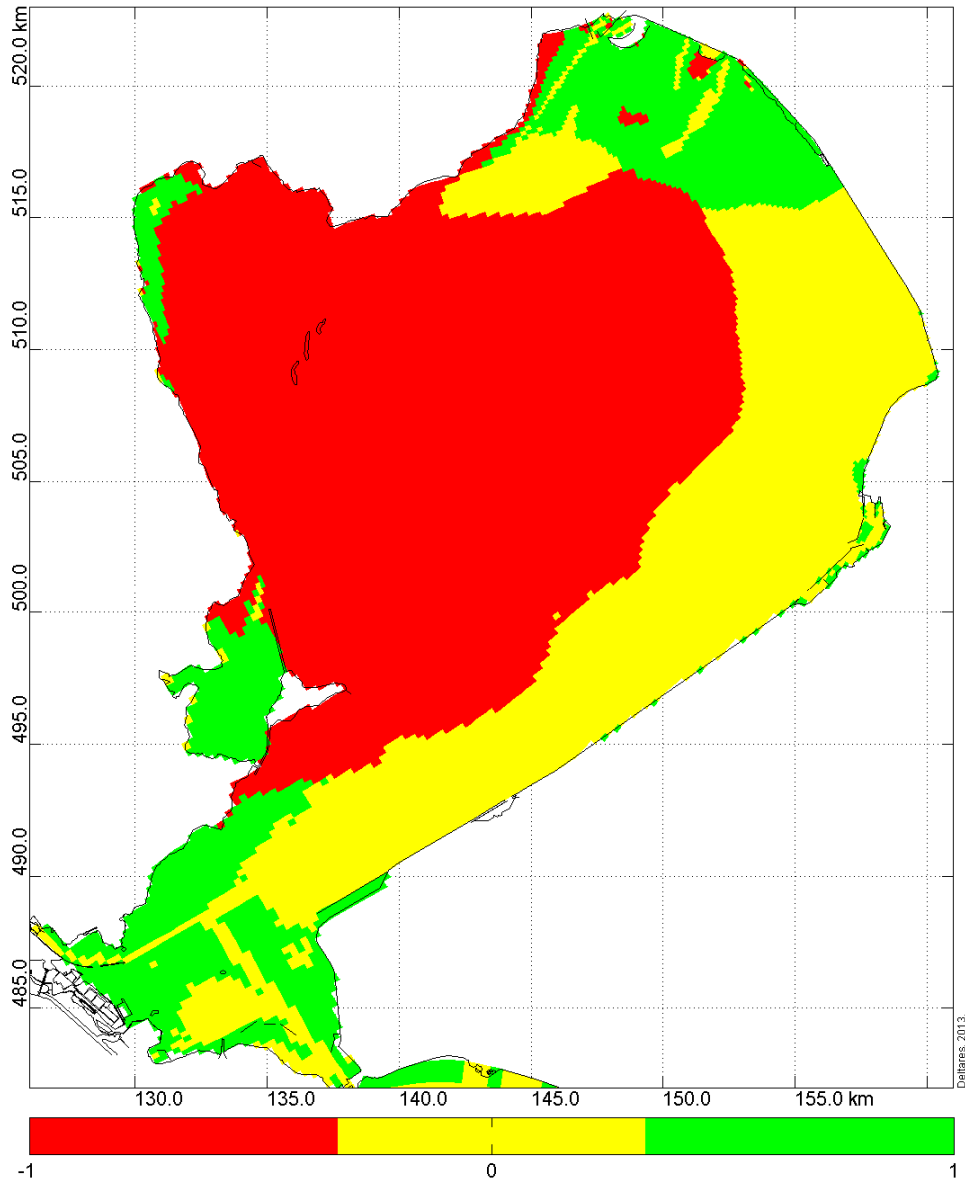


Figuur F.14 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



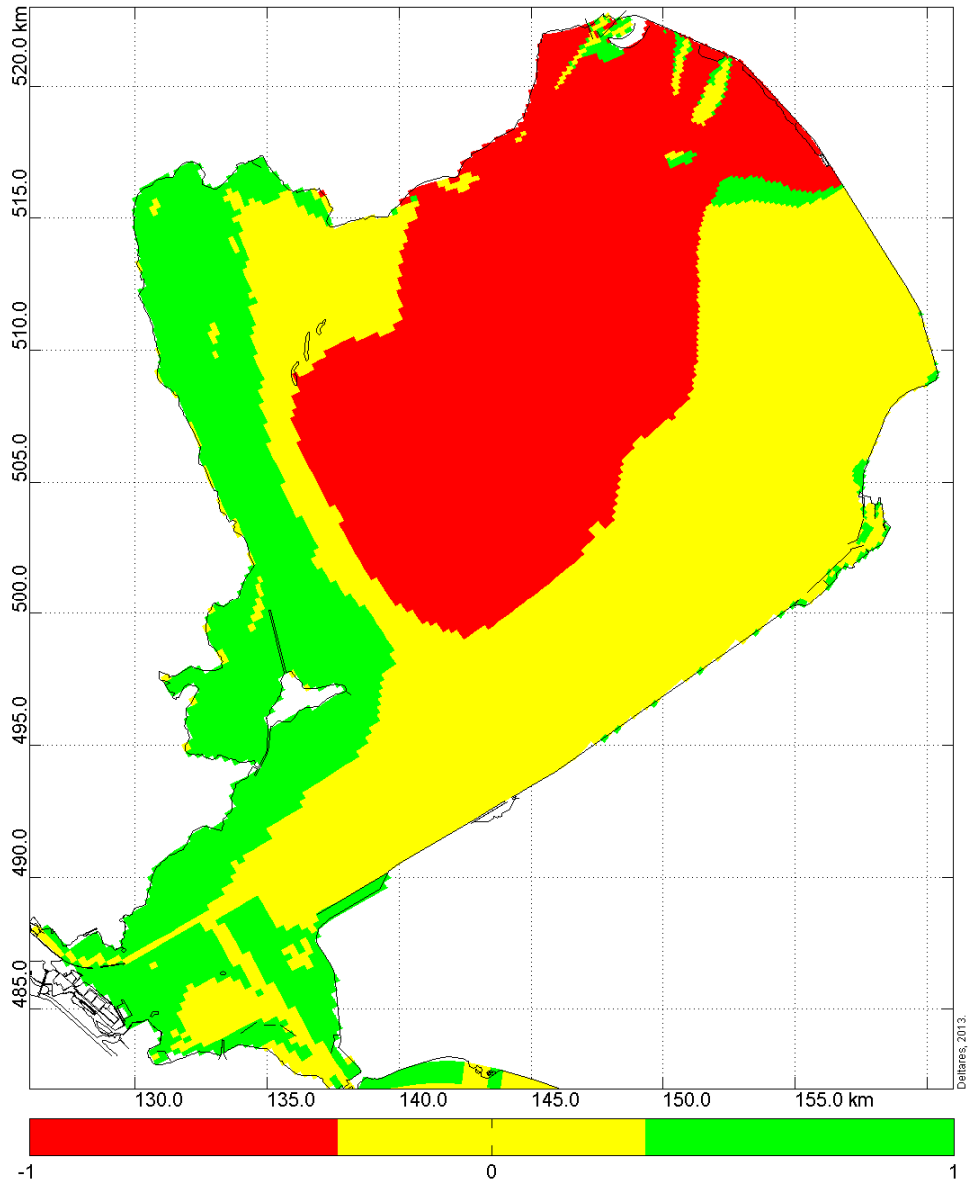
Figuur F.15 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter helft 1 van 2006 van mosseleters score.



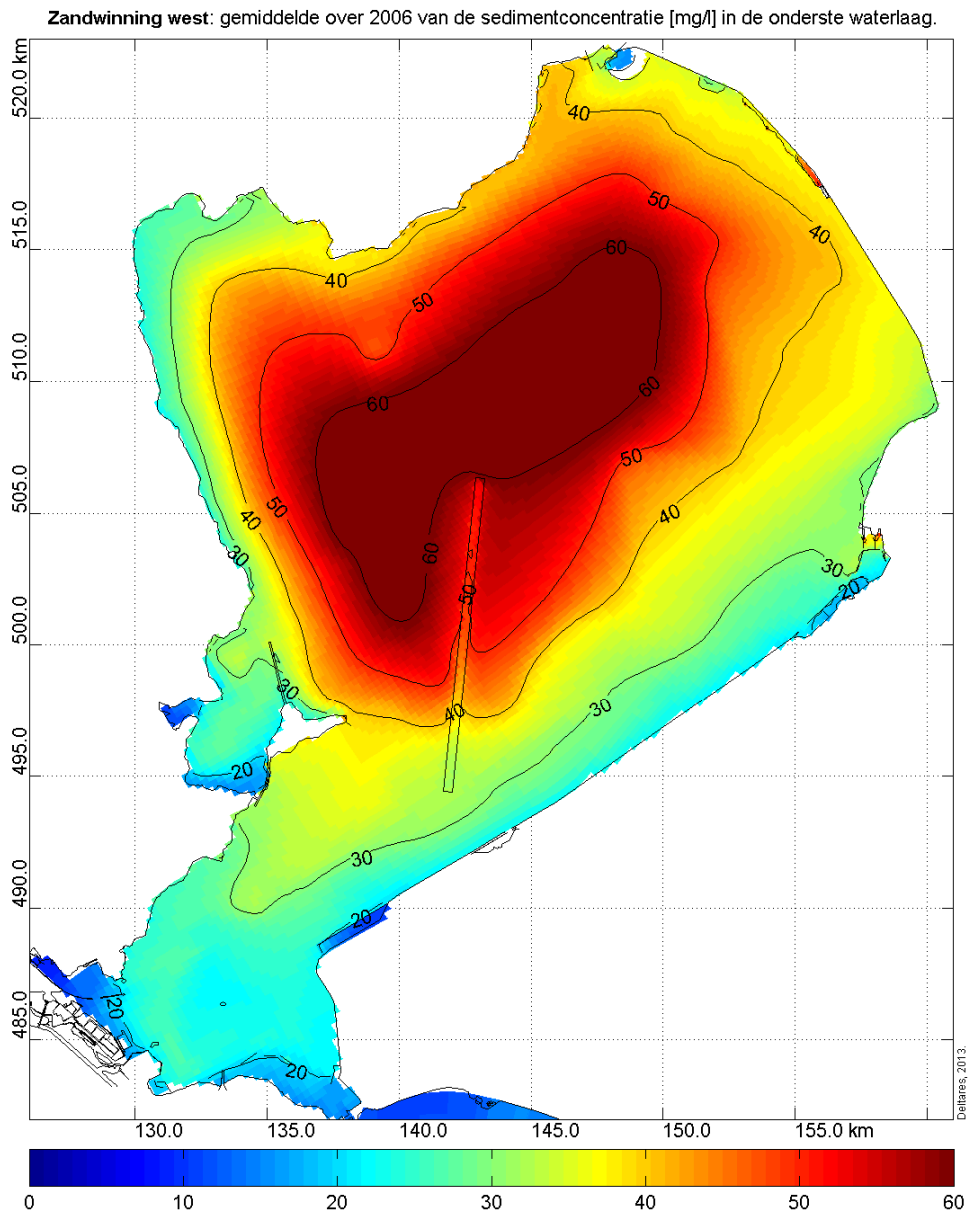
Figuur F.16 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter helft 2 van 2006 van mosselelers score.

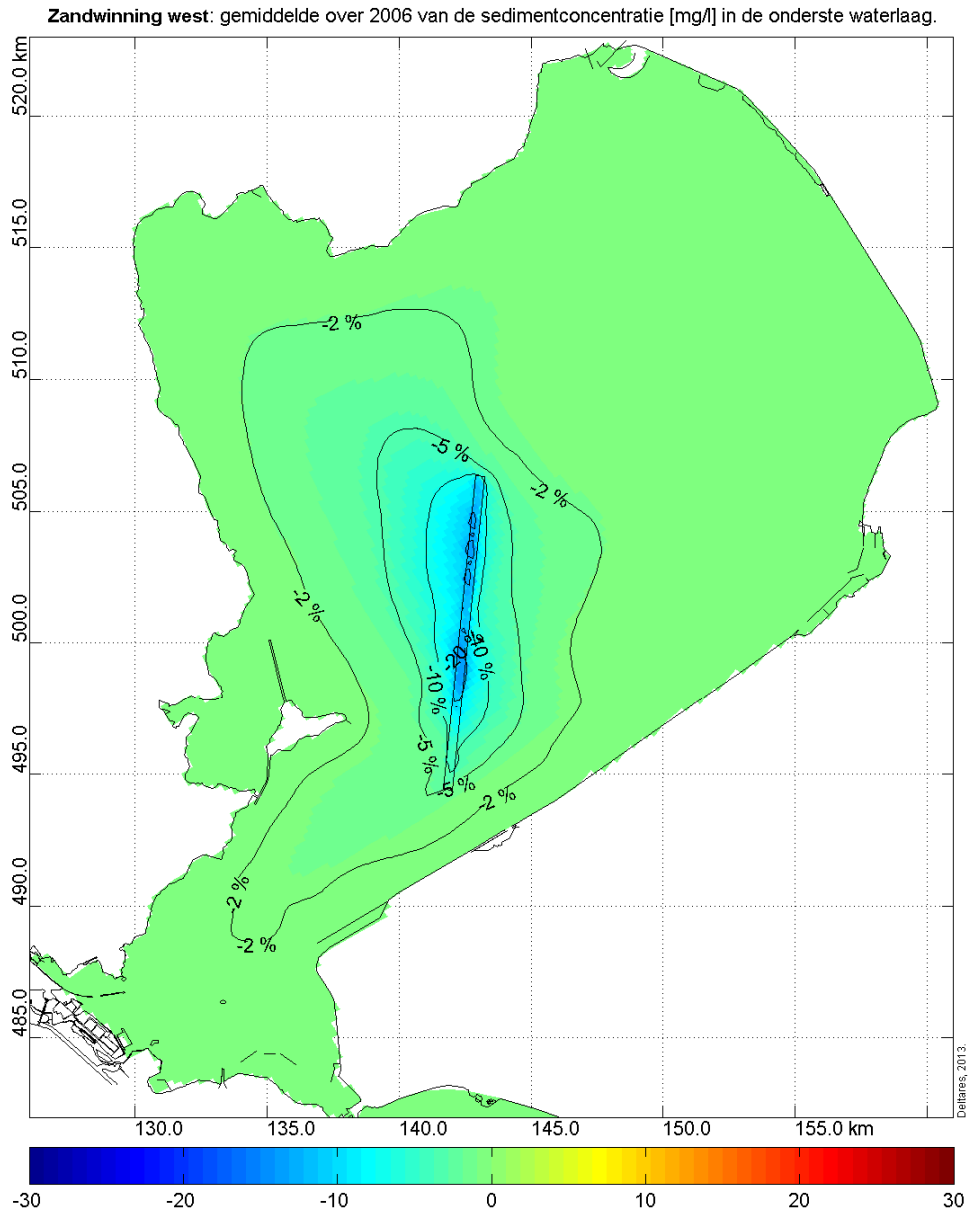


Figuur F.17 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

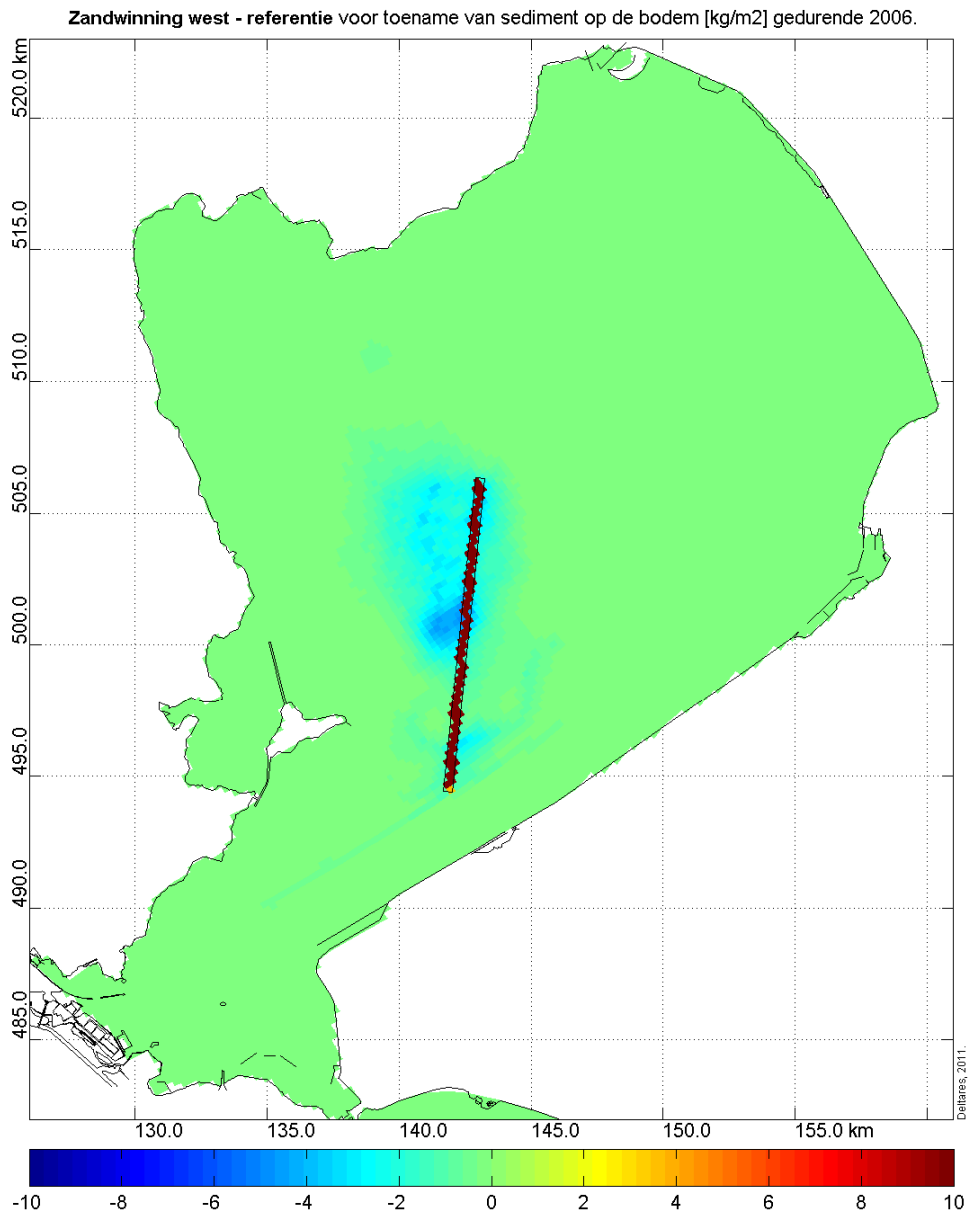
S Modelresultaten: zandwinning west



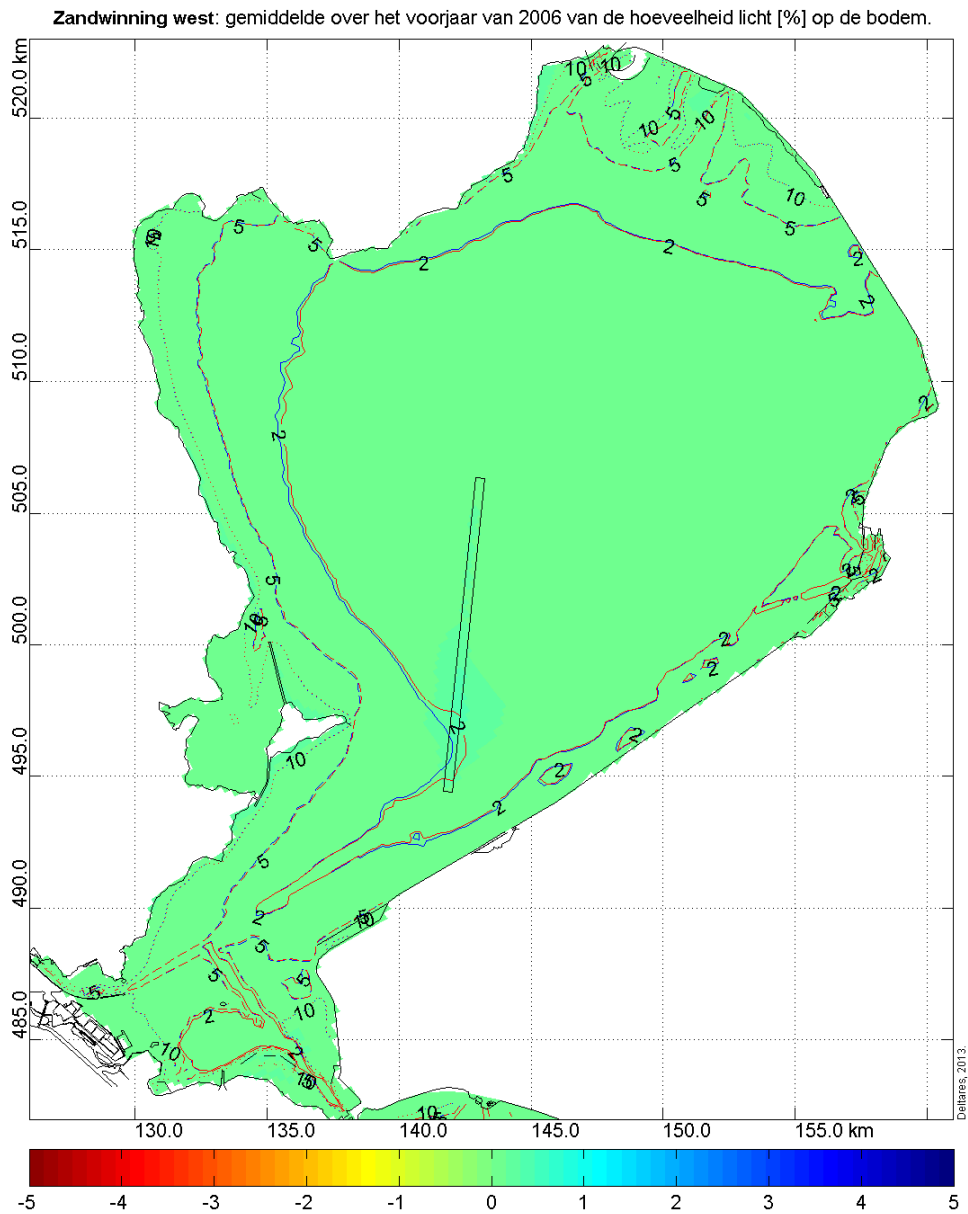
Figuur S.1 Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



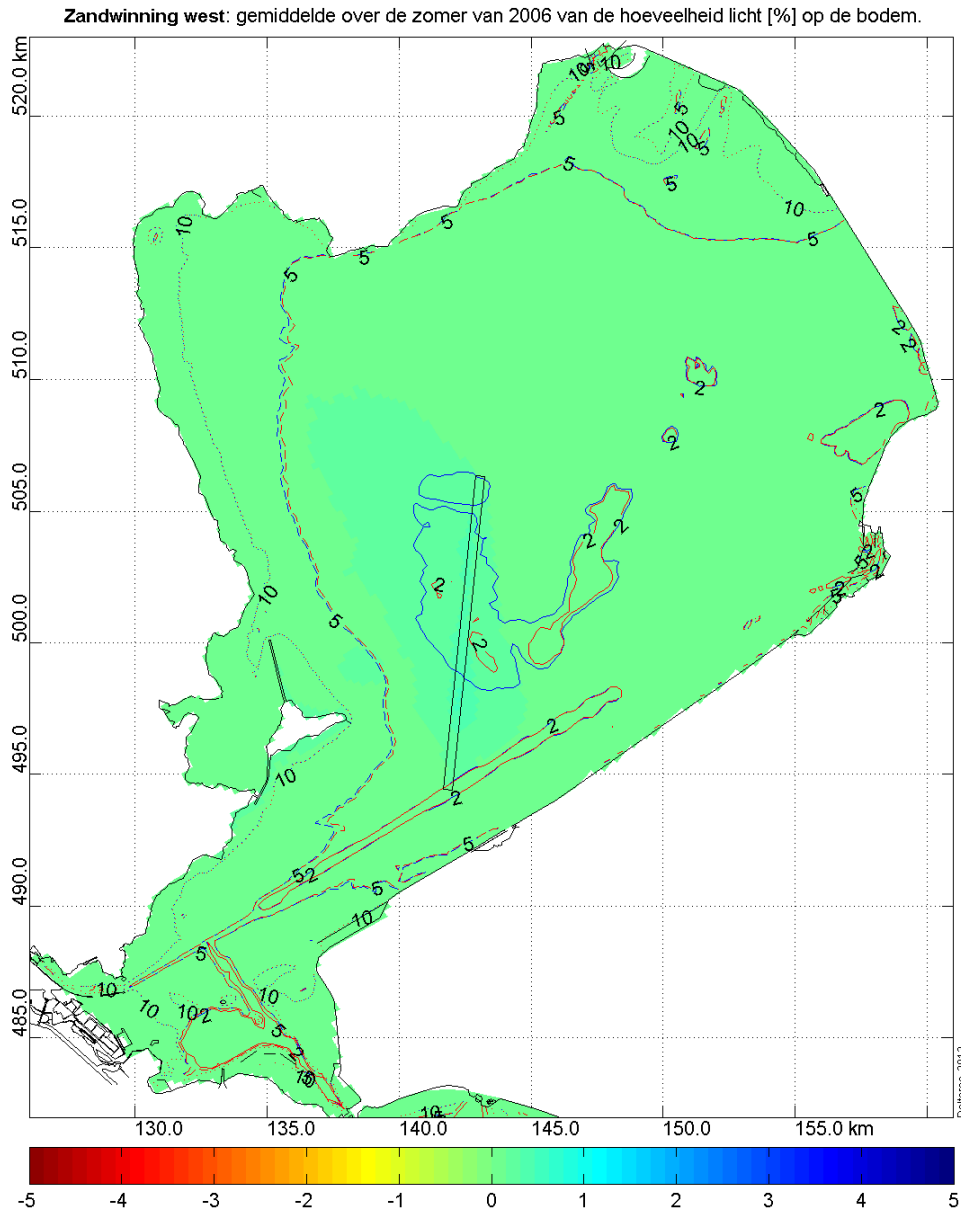
Figuur S.2 Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.



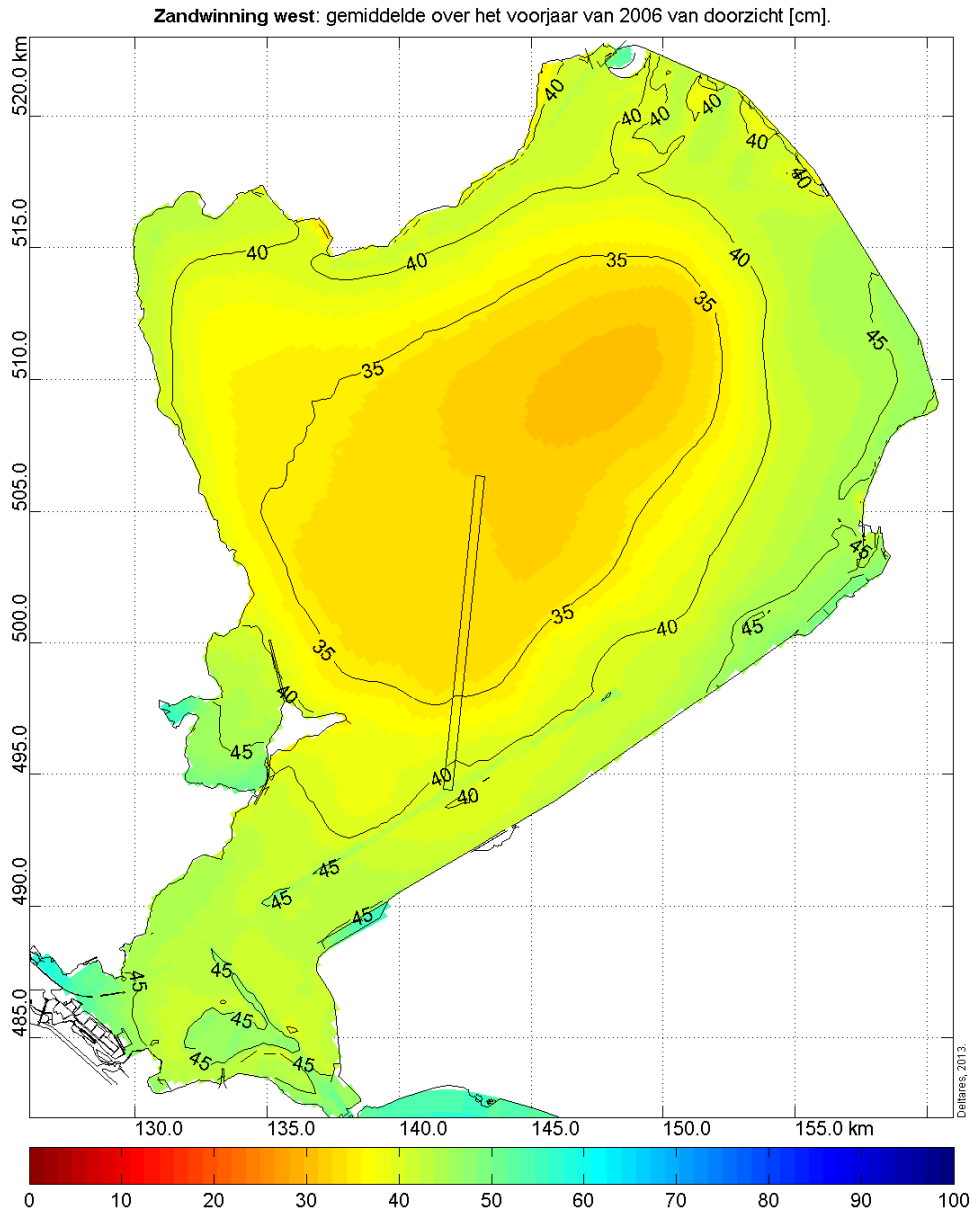
Figuur S.3 *Verschil tussen zandwinning west en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*



Figuur S.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning west en referentie (kleurenkaart).

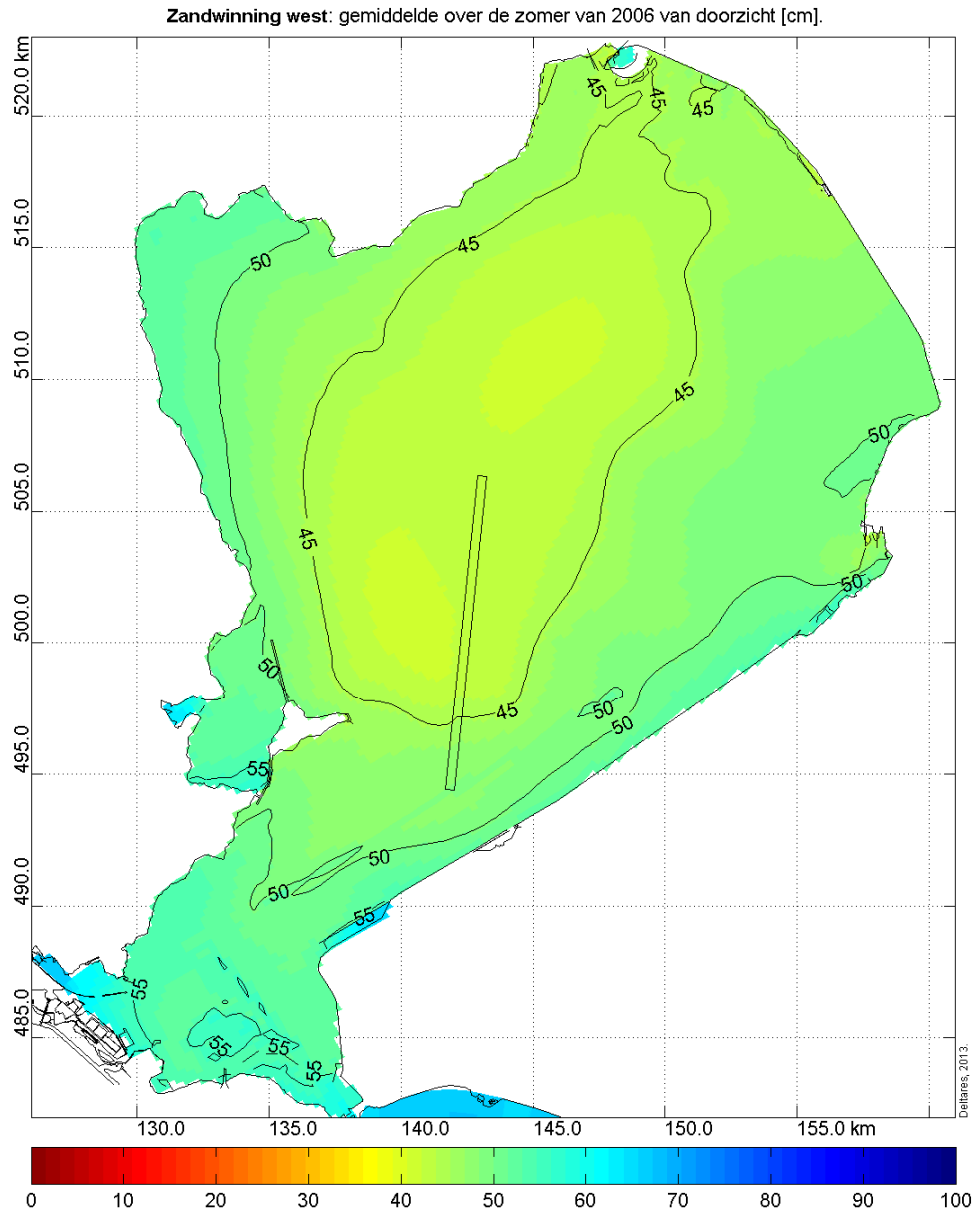


Figuur S.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning west en referentie (kleurenkaart).

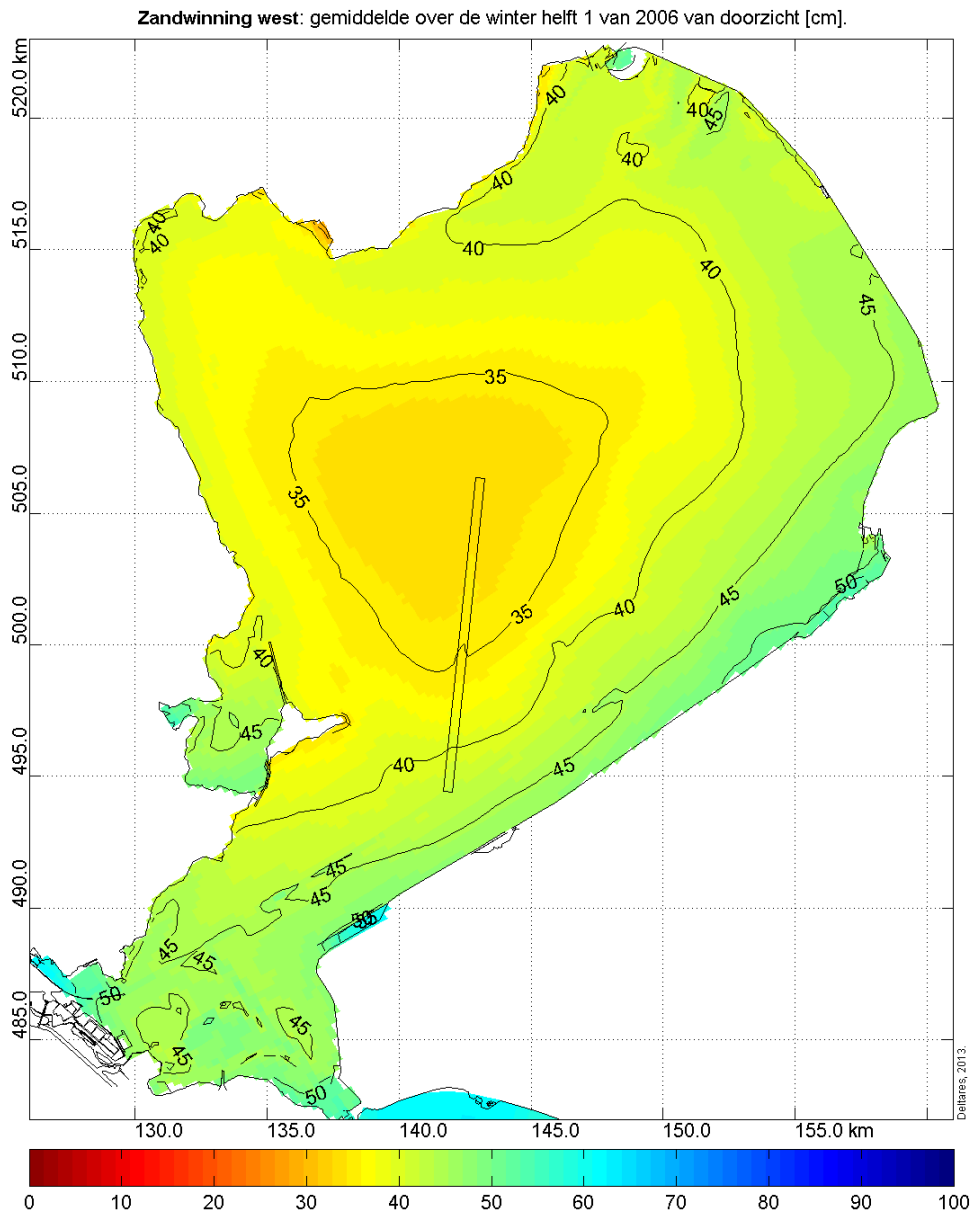


Figuur S.6

Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

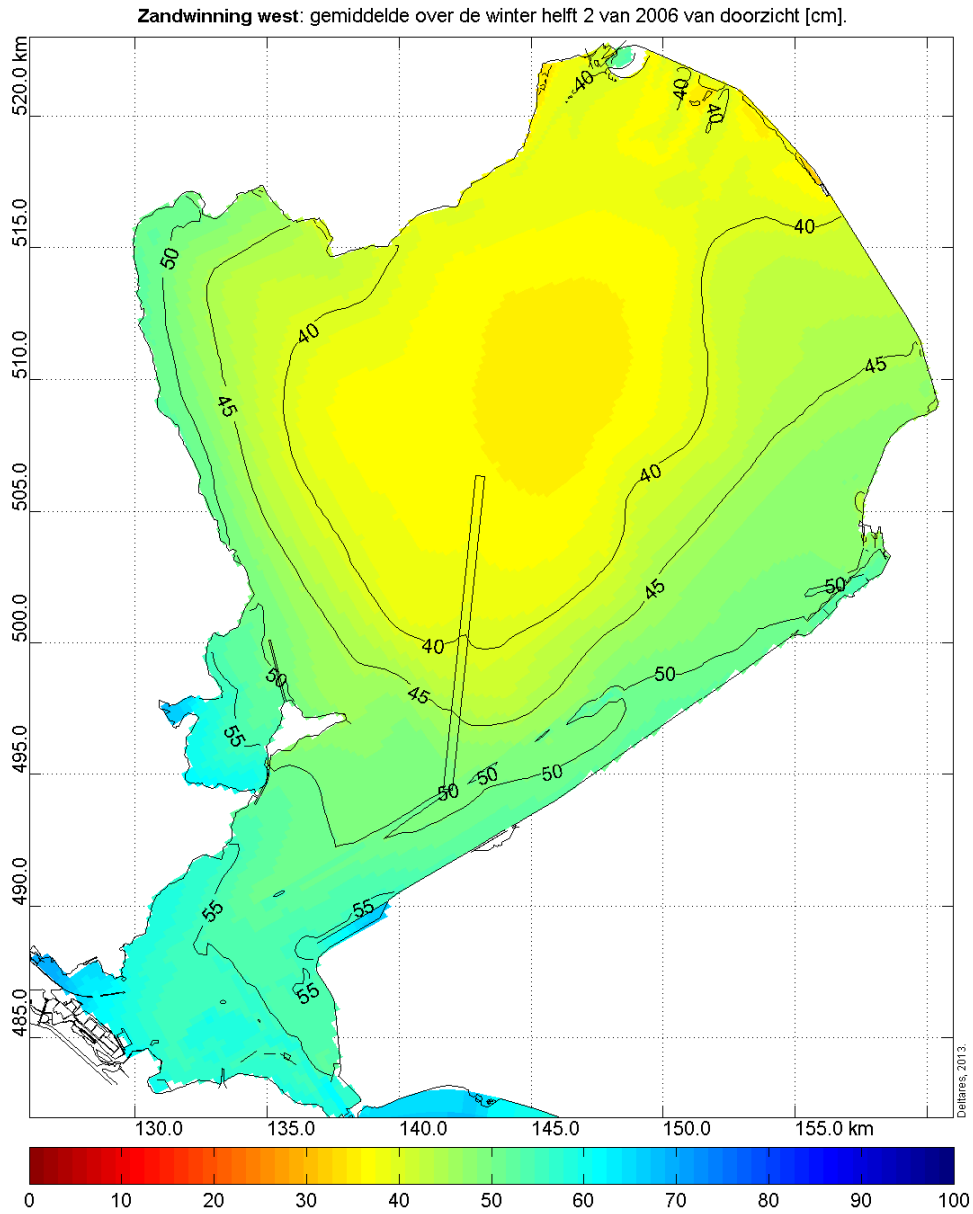


Figuur S.7 Zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



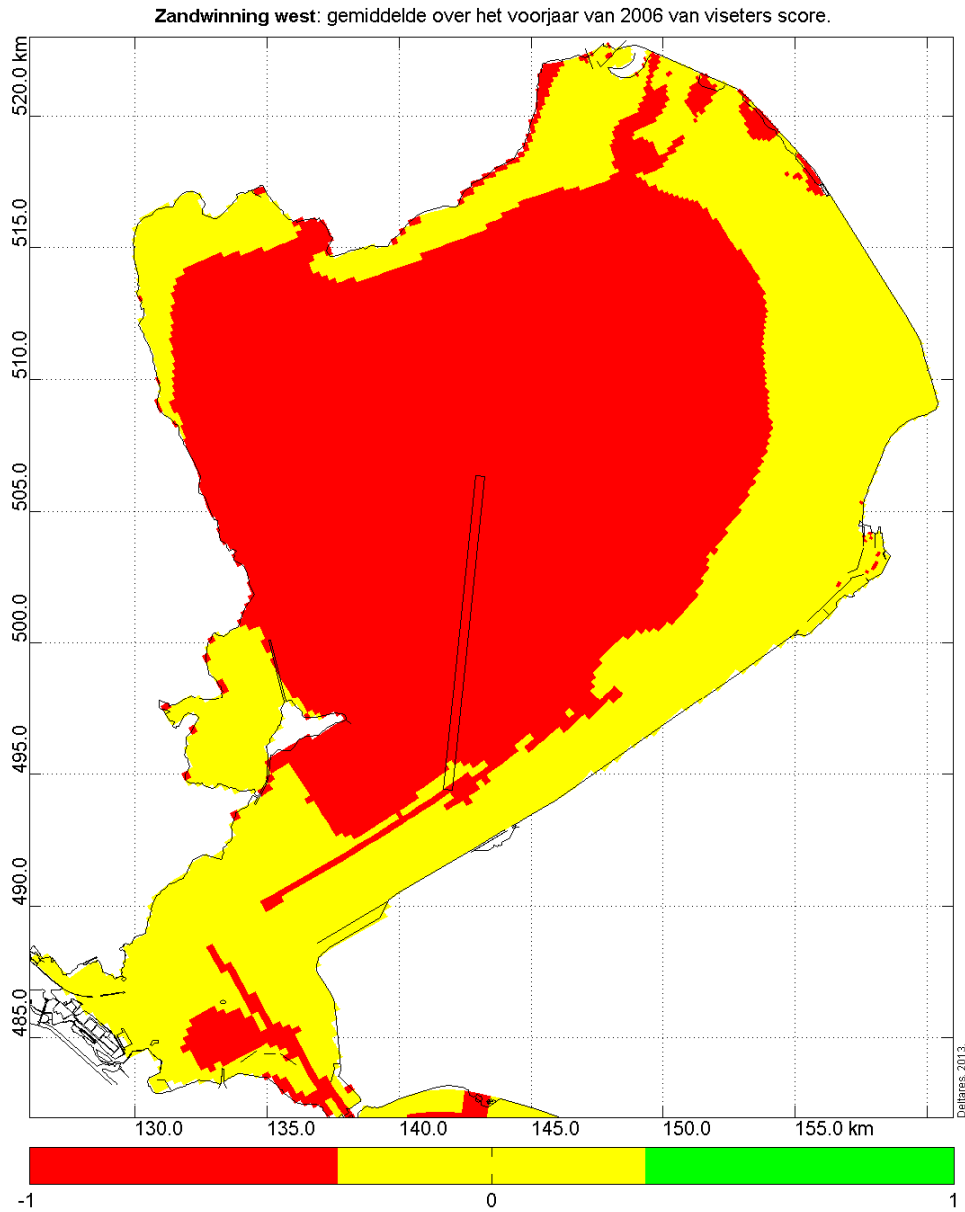
Figuur S.8

Zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

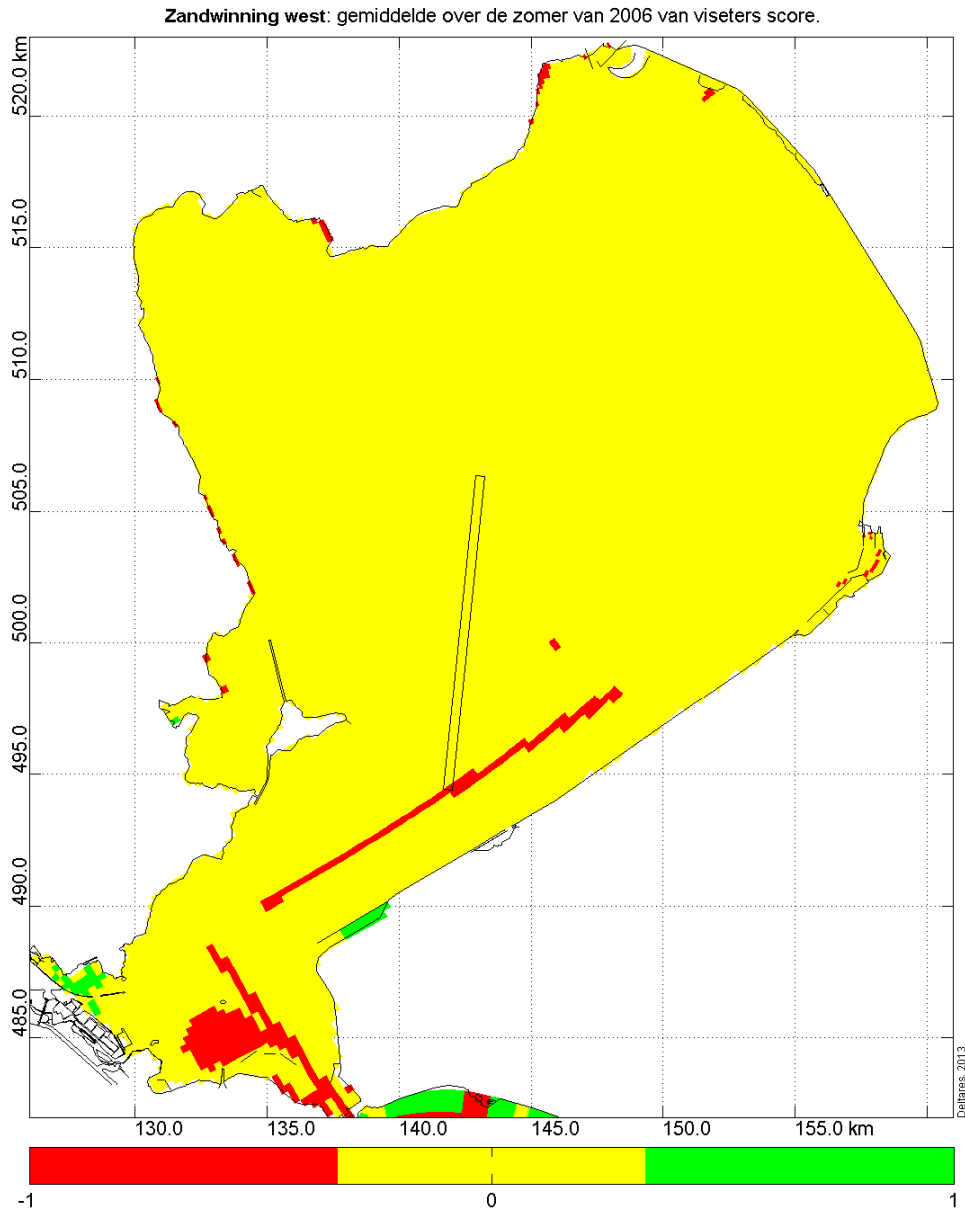


Figuur S.9

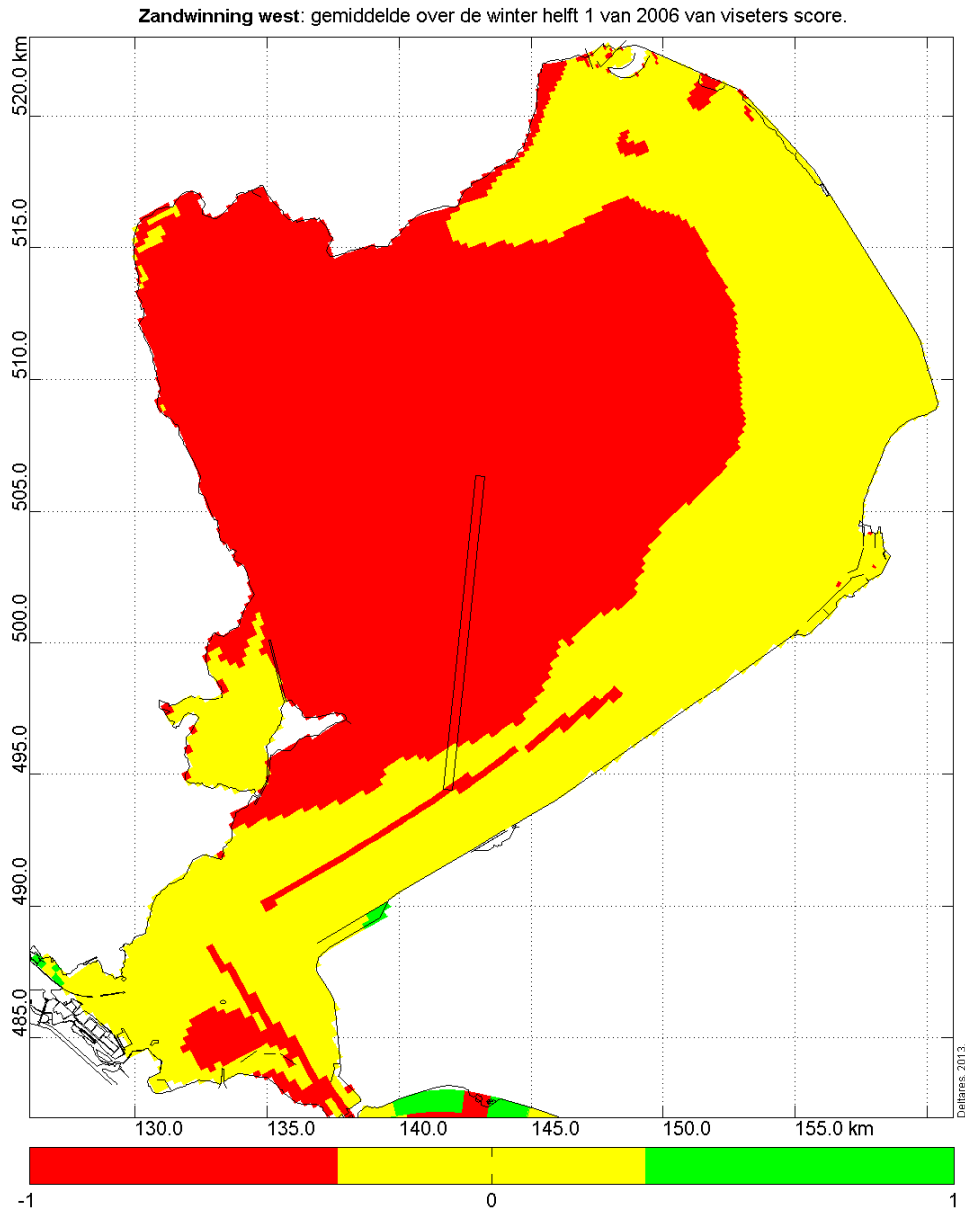
Zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



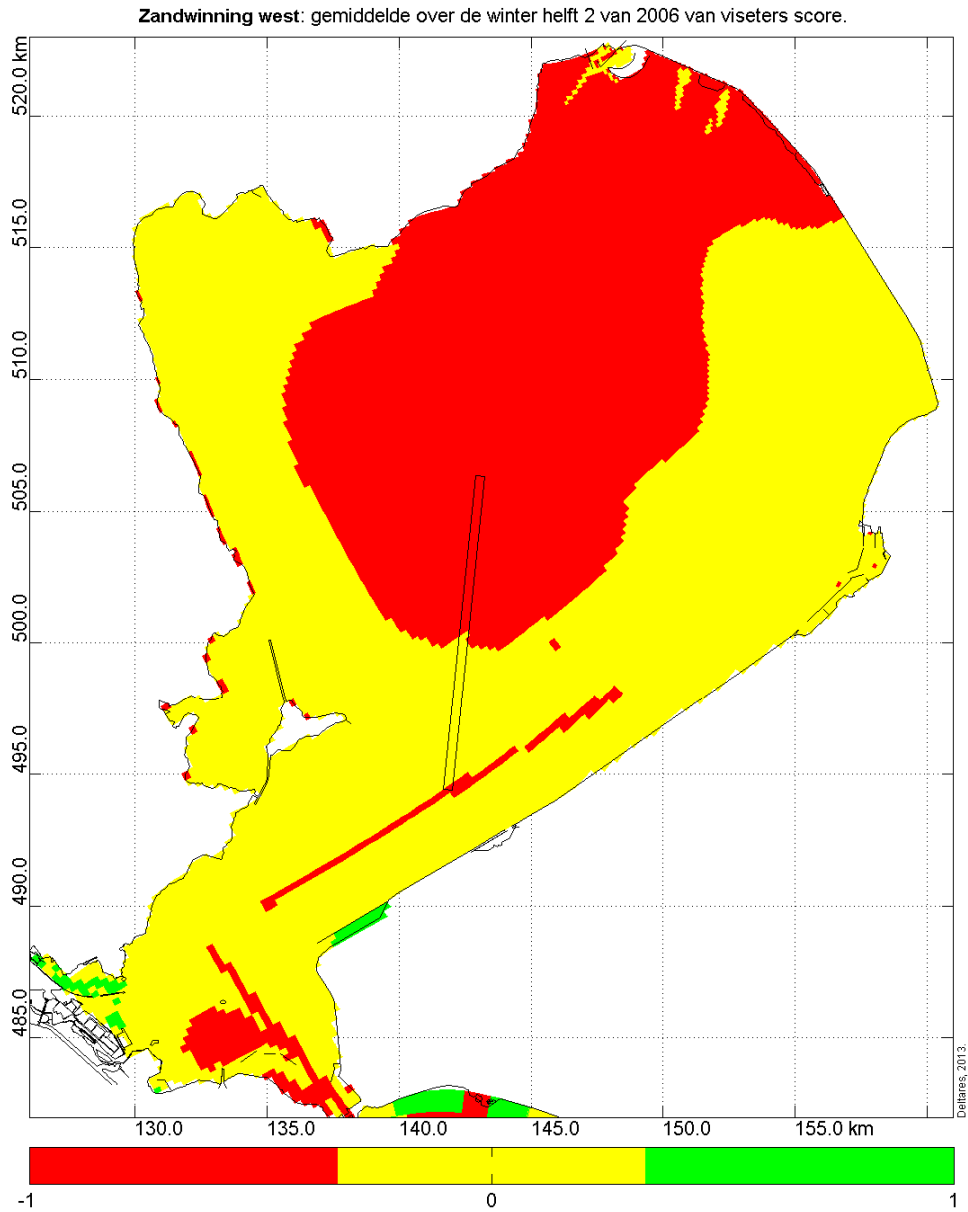
Figuur S.10 Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



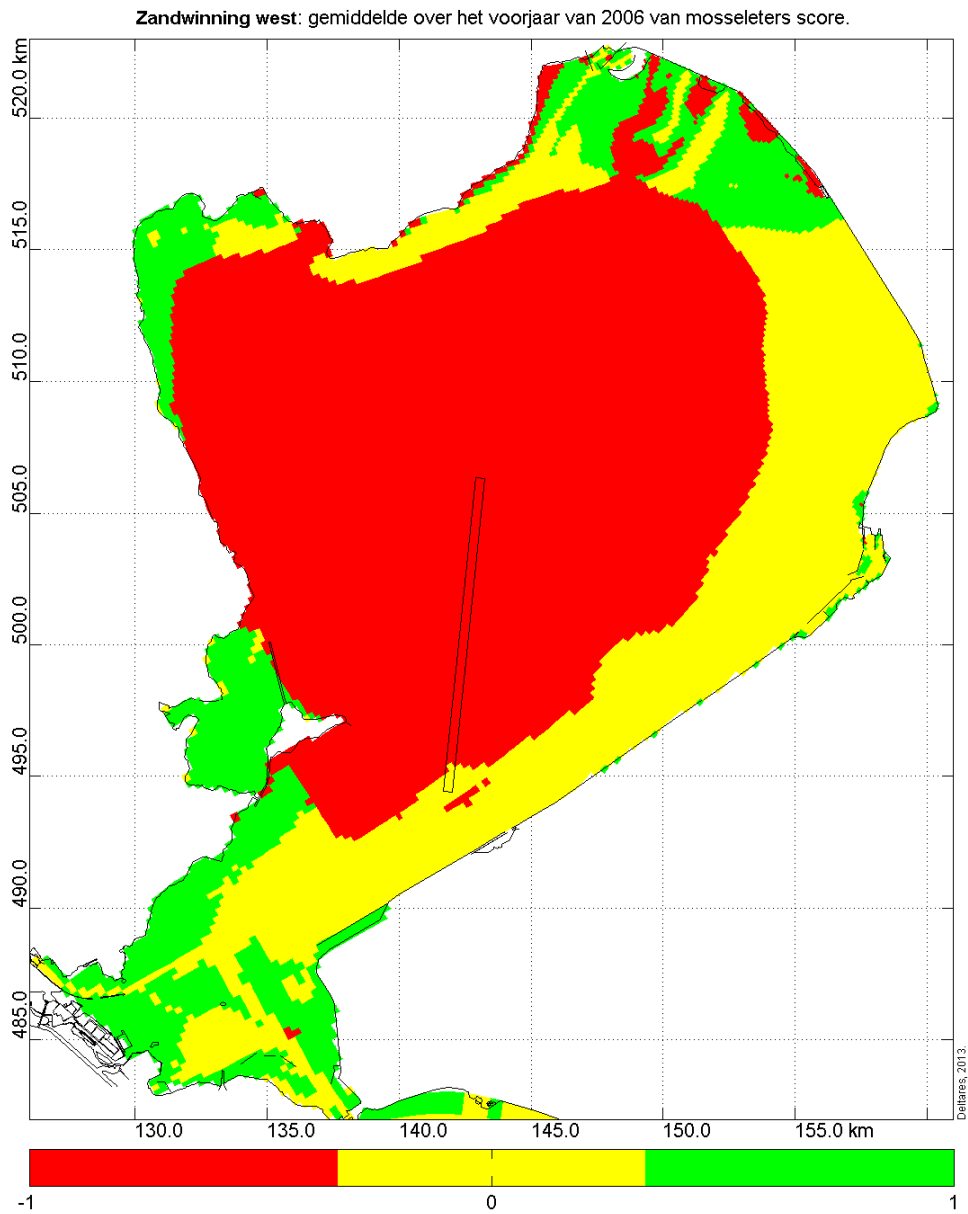
Figuur S.11 Zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



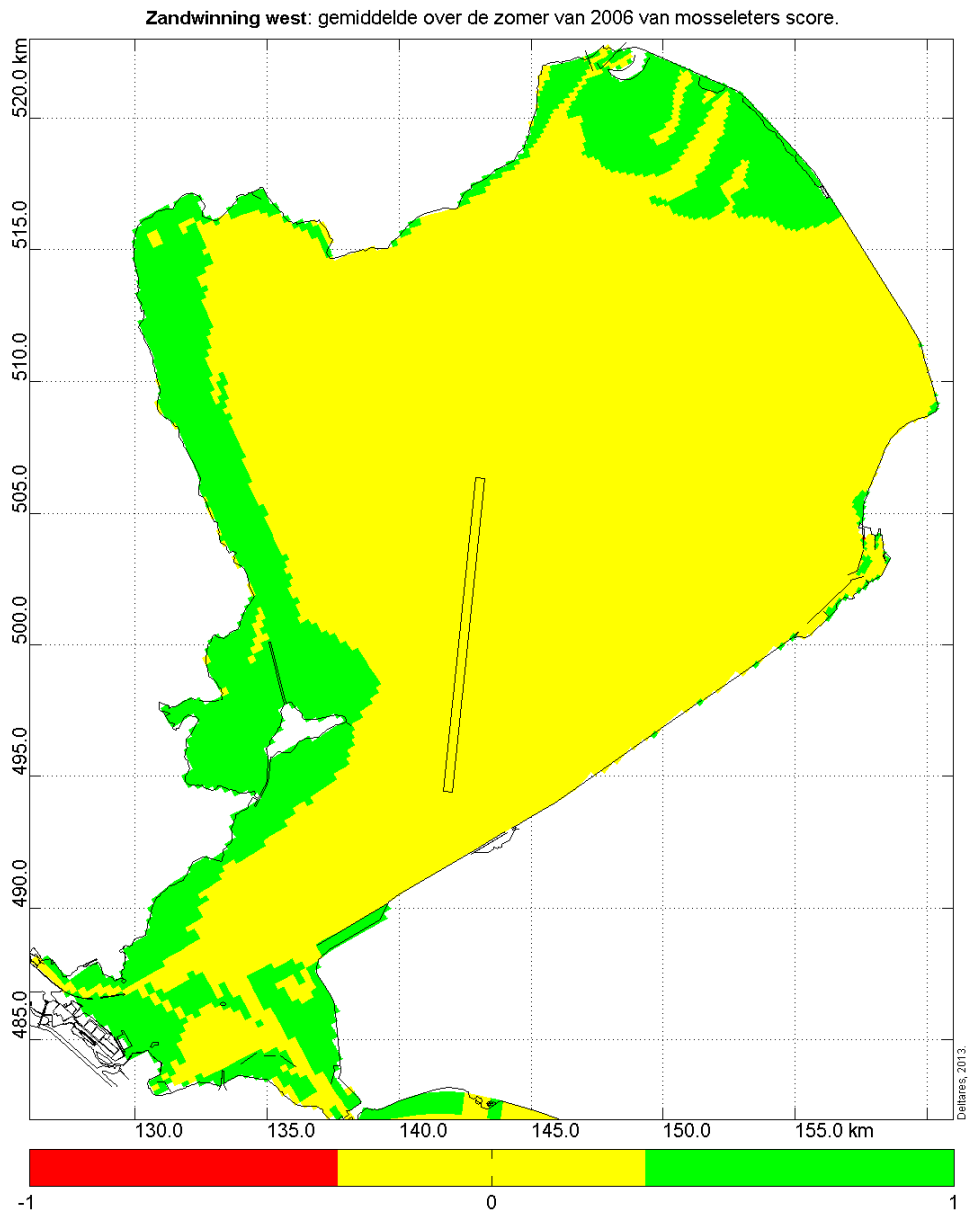
Figuur S.12 Zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



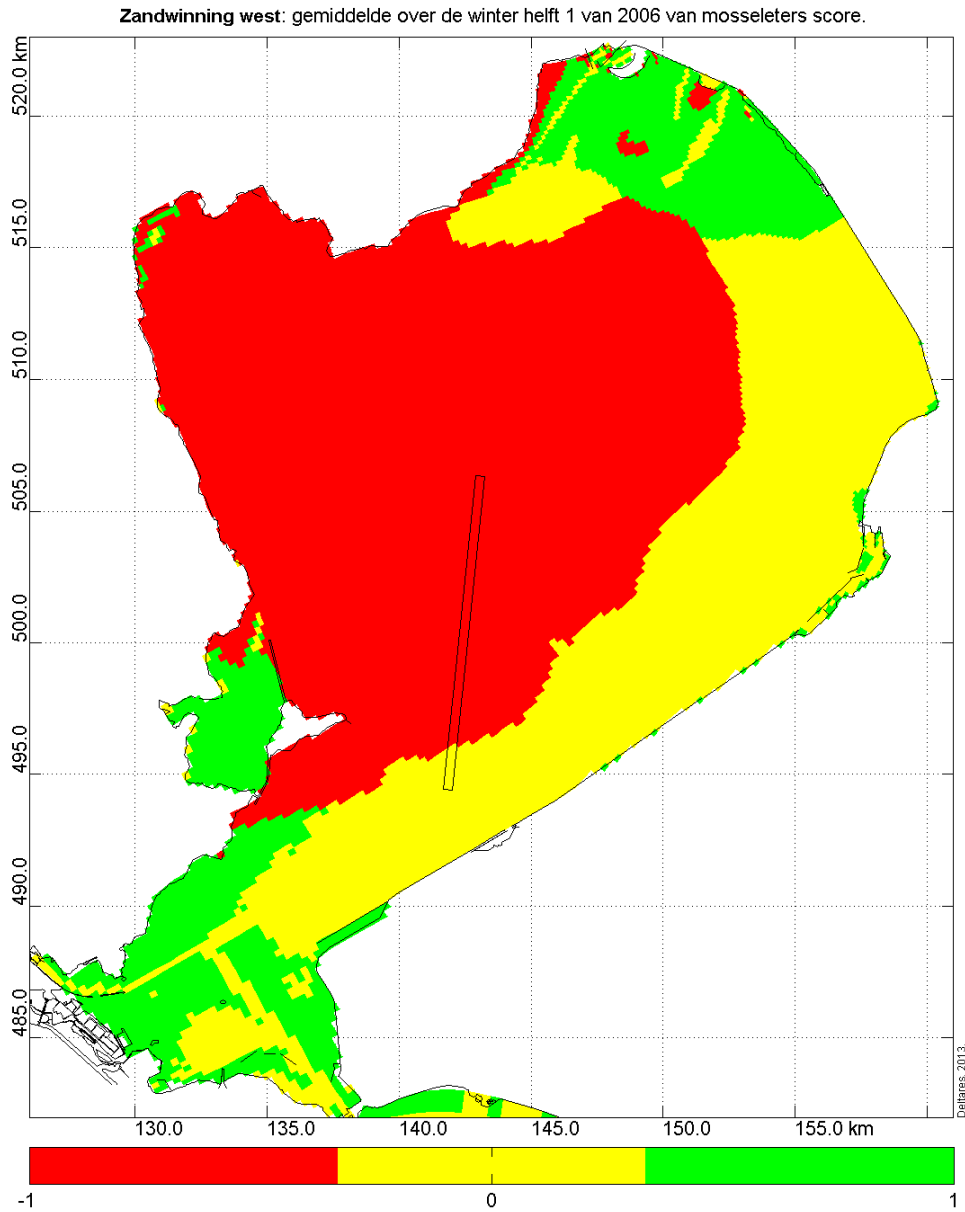
Figuur S.13 Zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



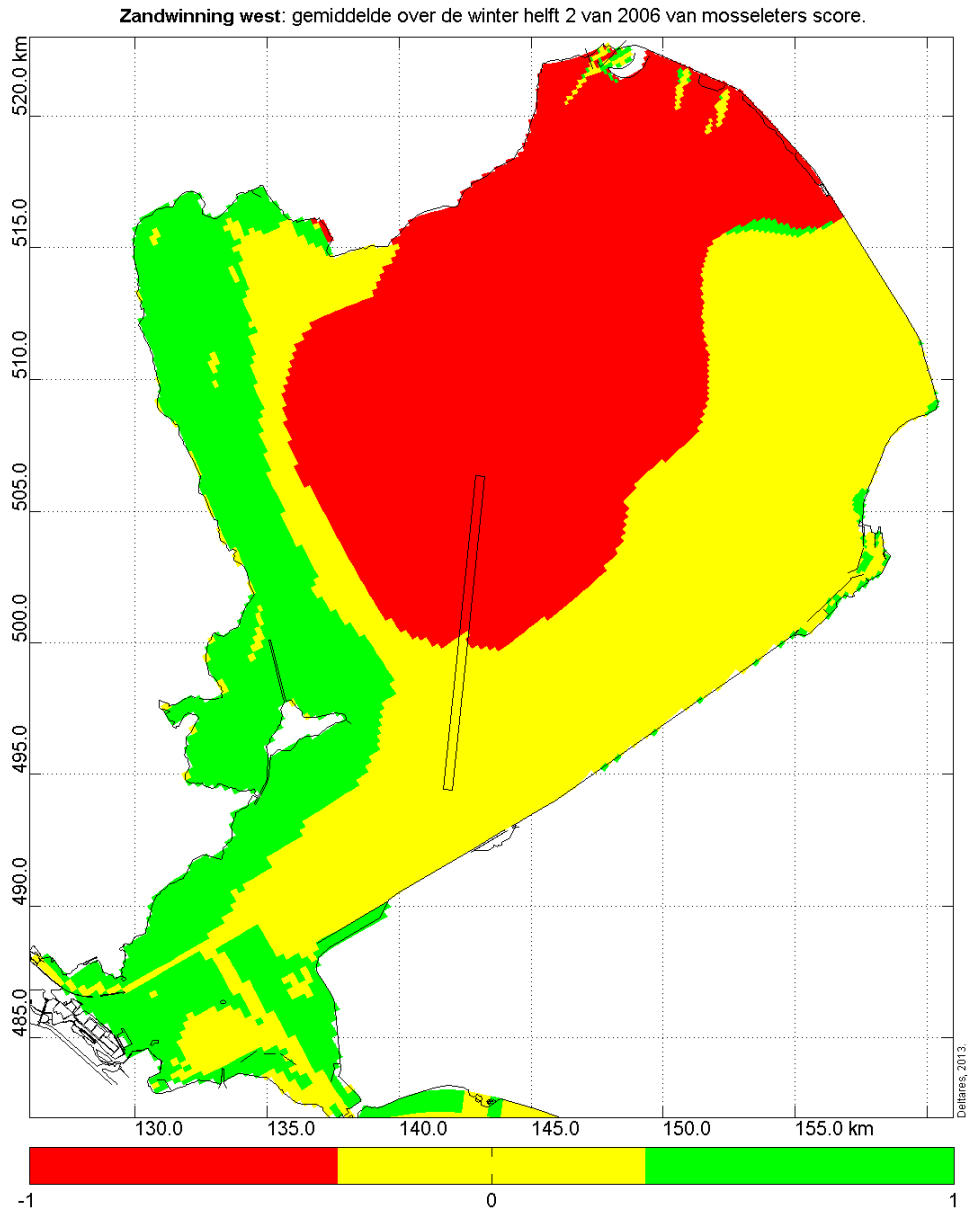
Figuur S.14 Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur S.15 Zandwinning 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.



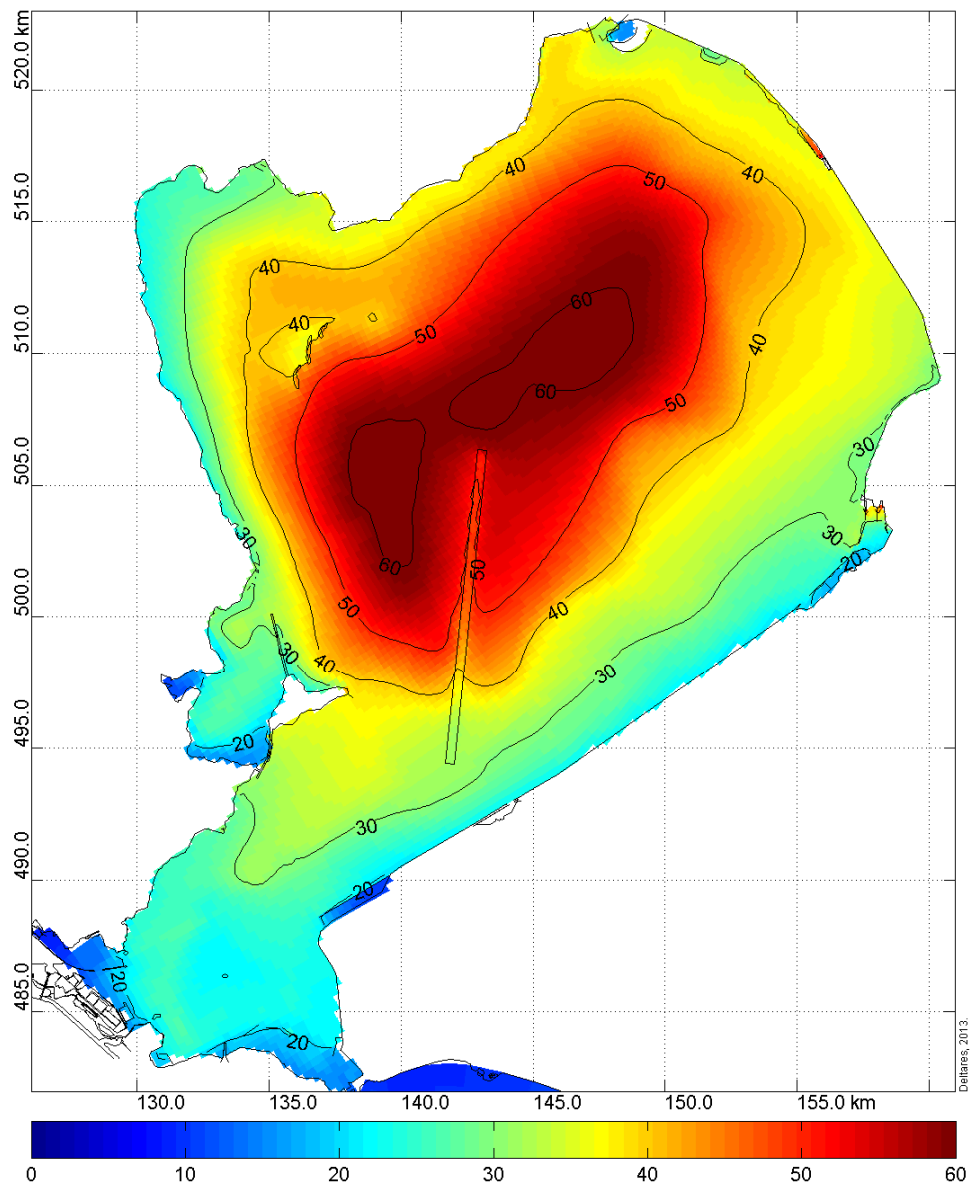
Figuur S.16 Zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur S.17 Zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

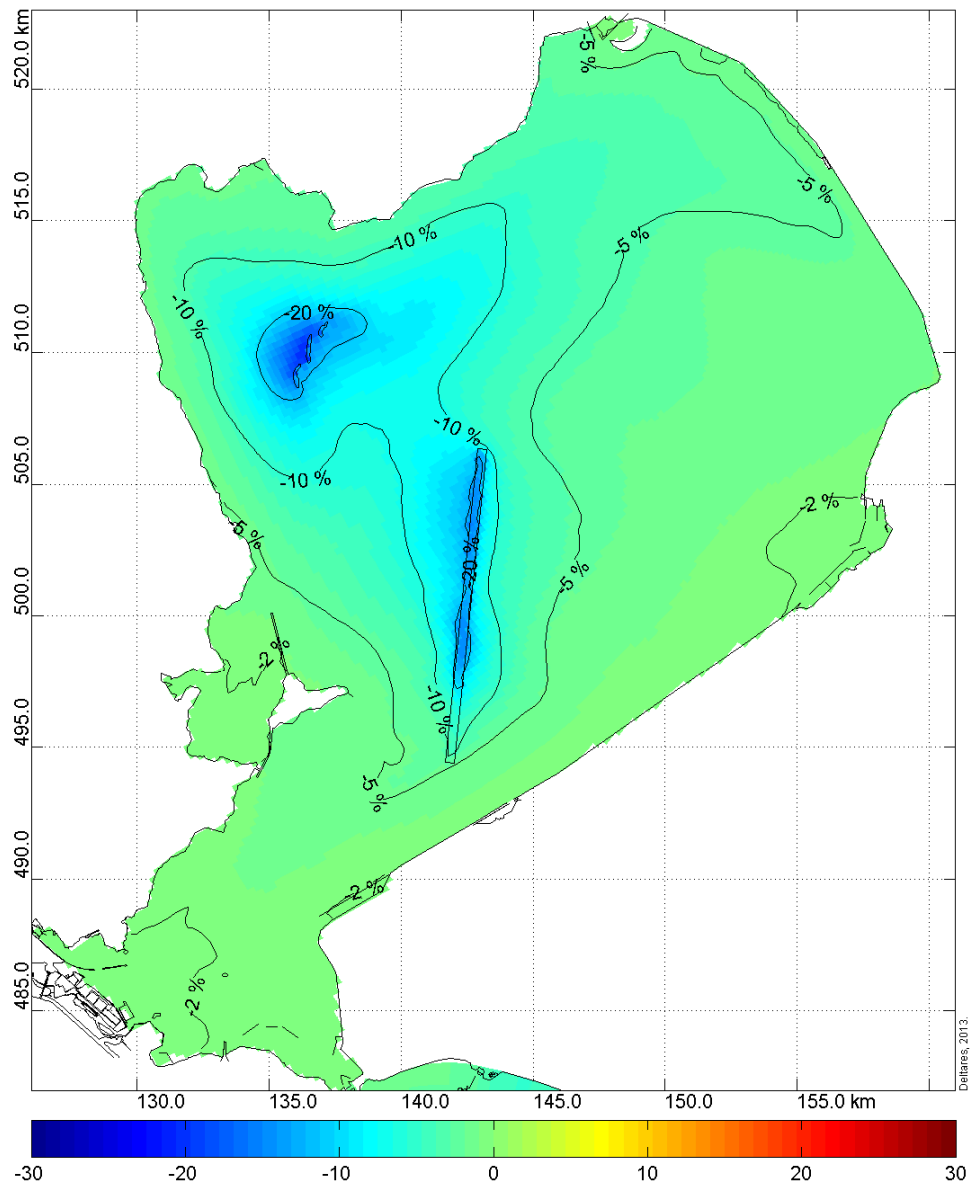
T Modelresultaten: voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west

MIRT4 + Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

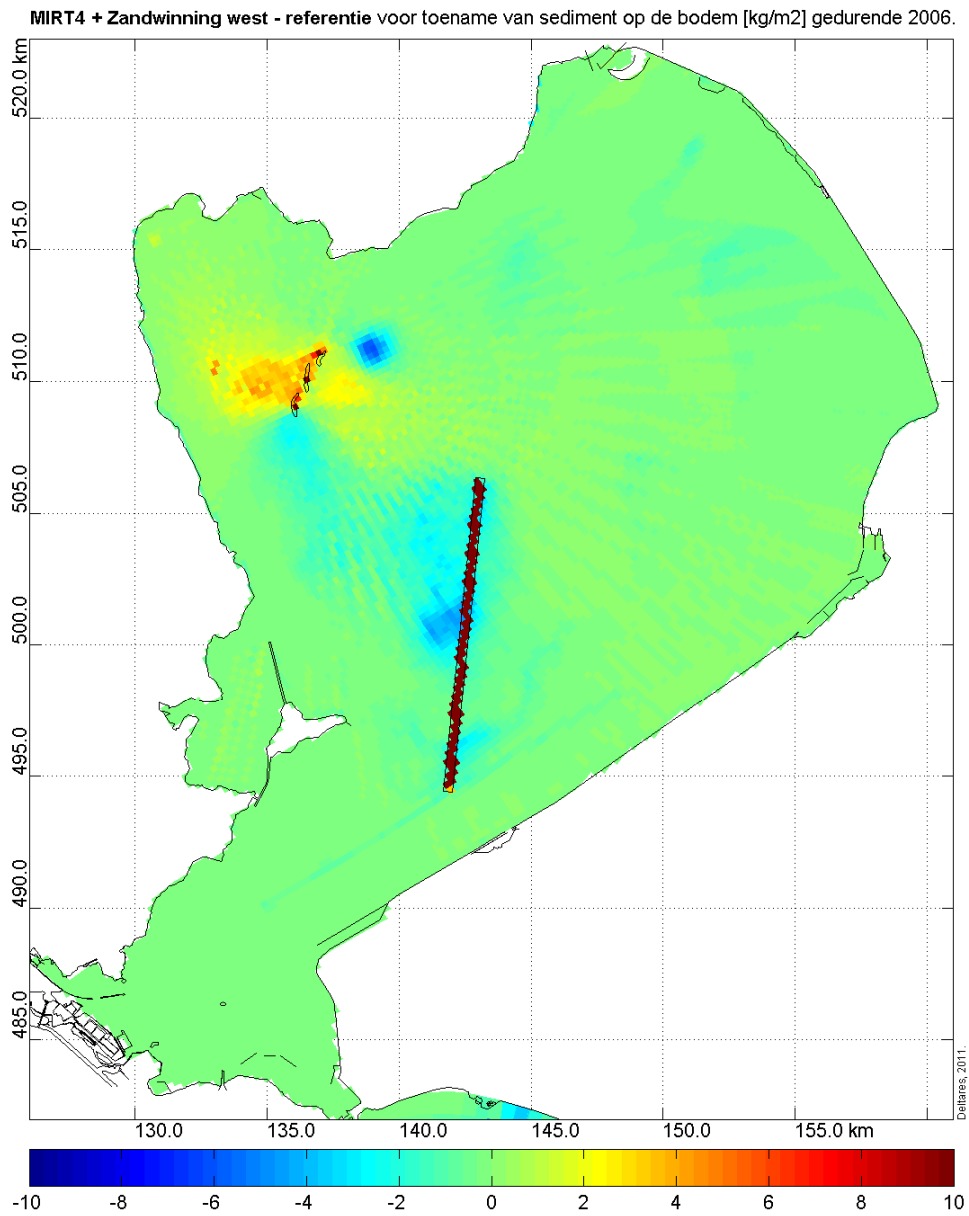


Figuur T.1 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

MIRT4 + Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

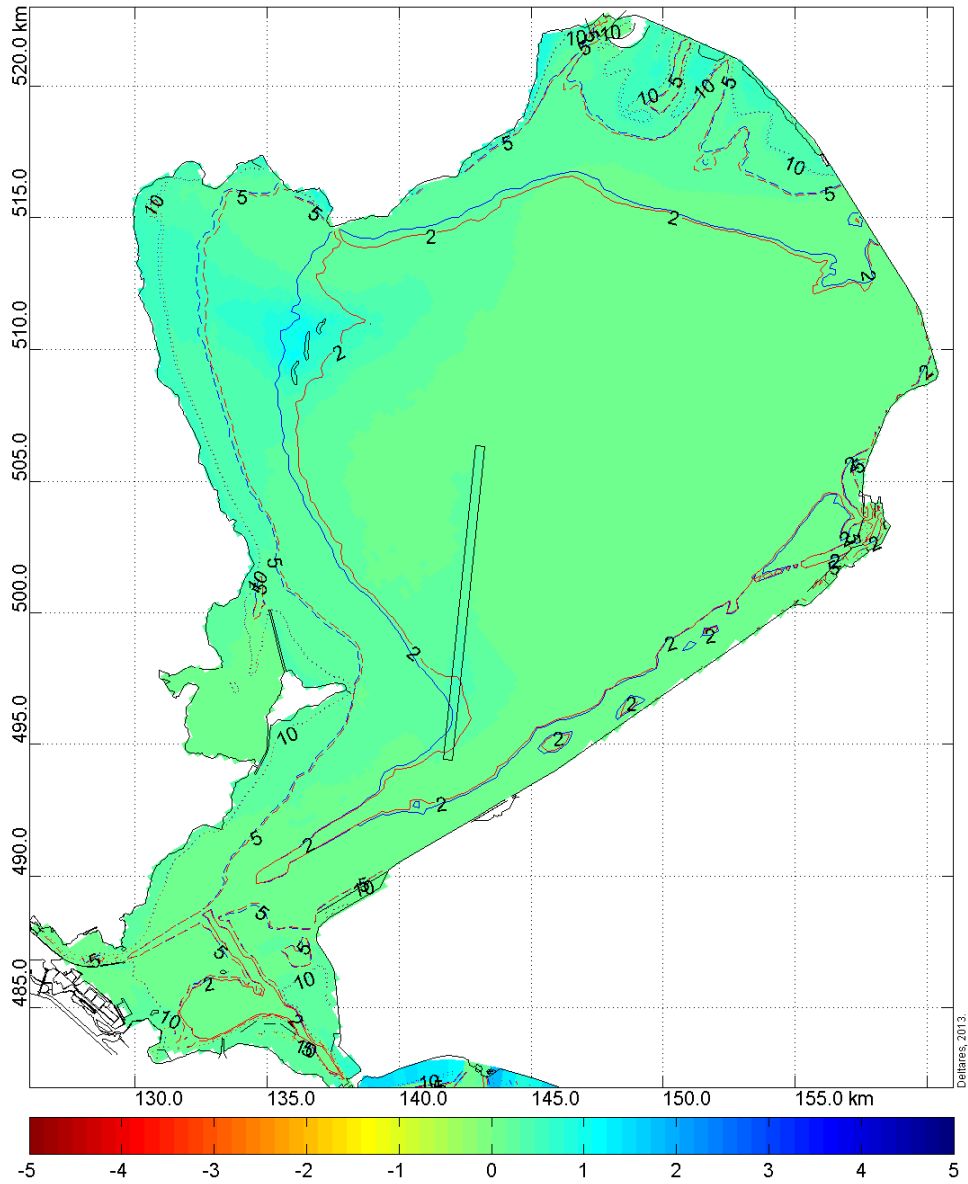


Figuur T.2 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

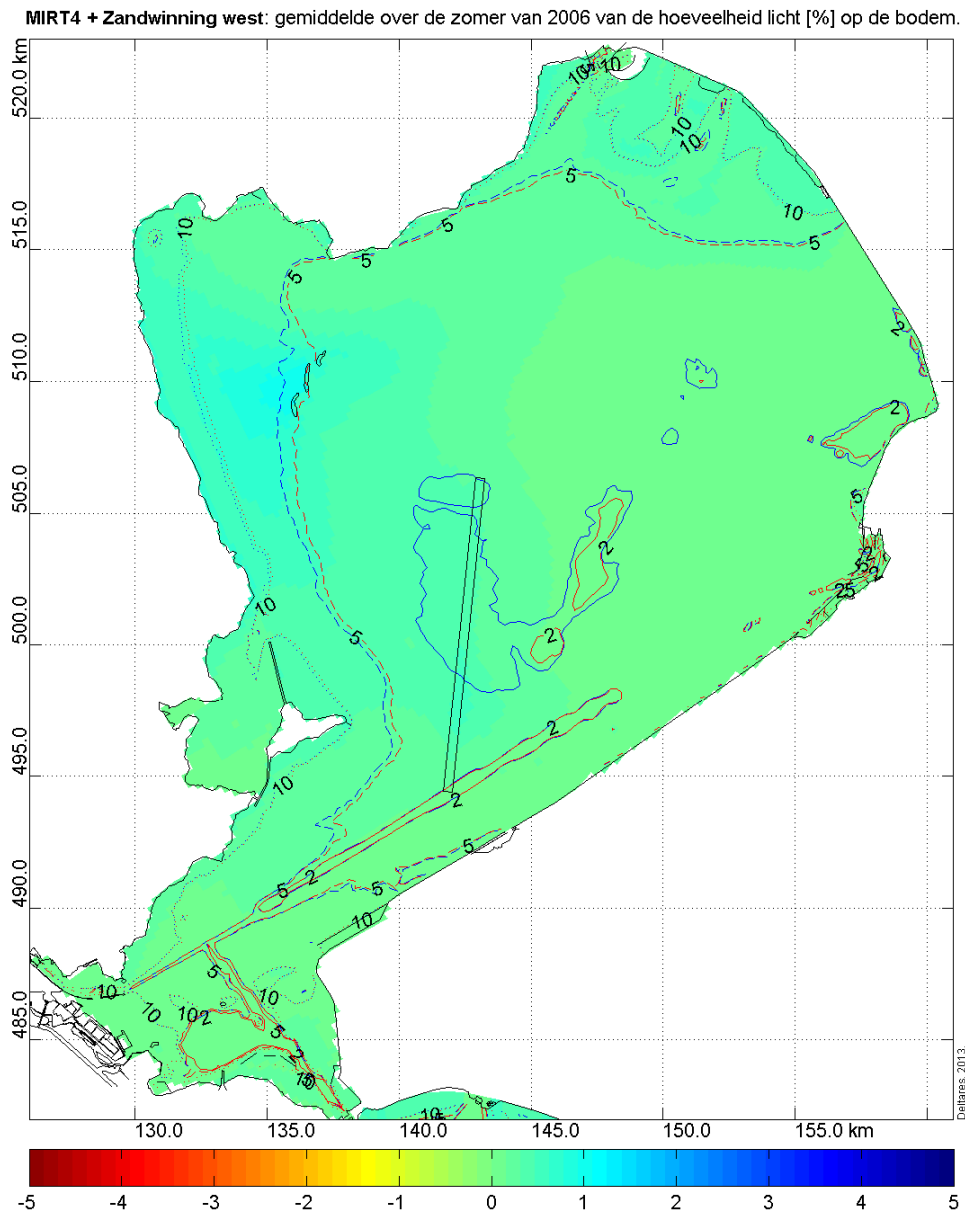


Figuur T.3 *Verskil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*

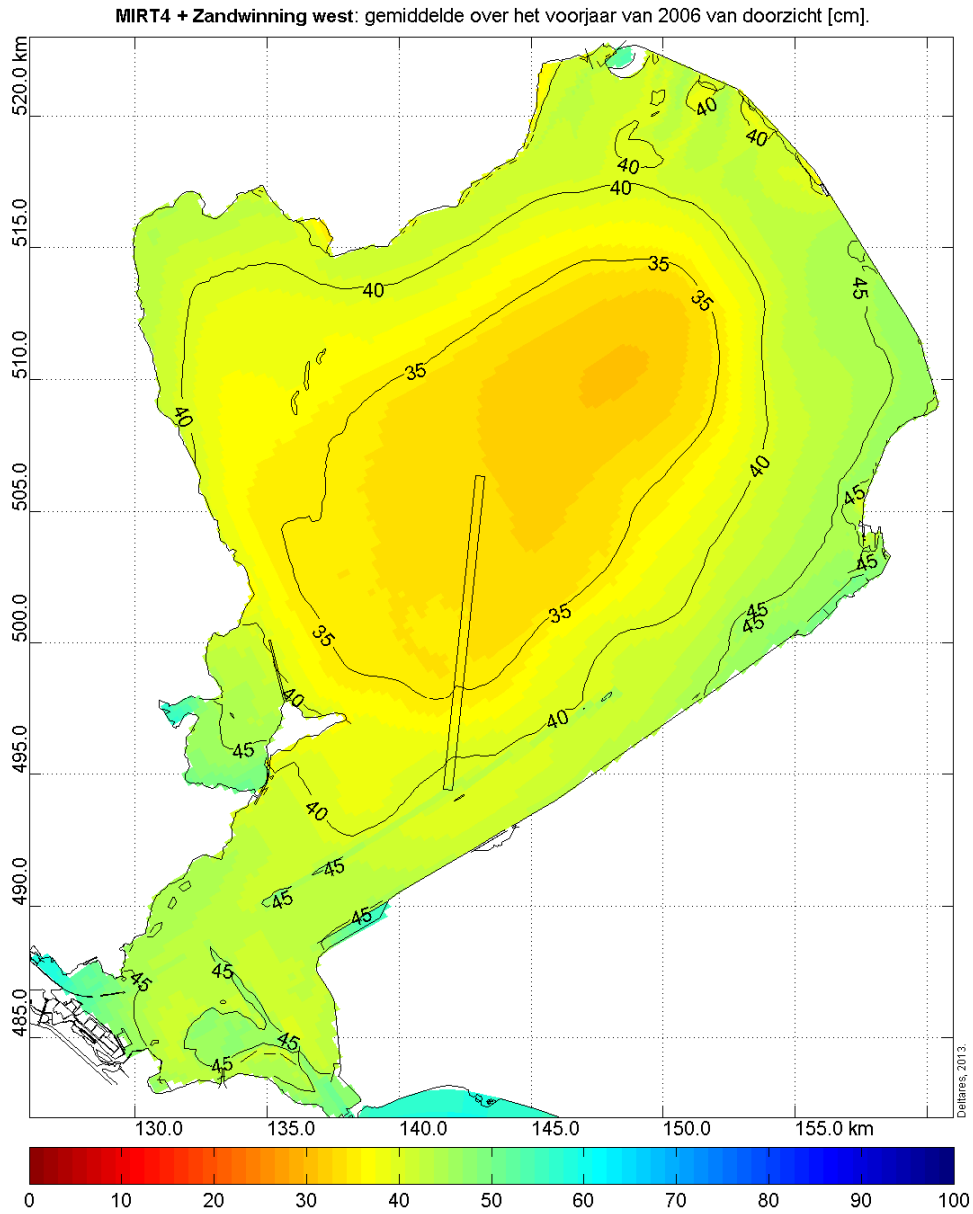
MIRT4 + Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.



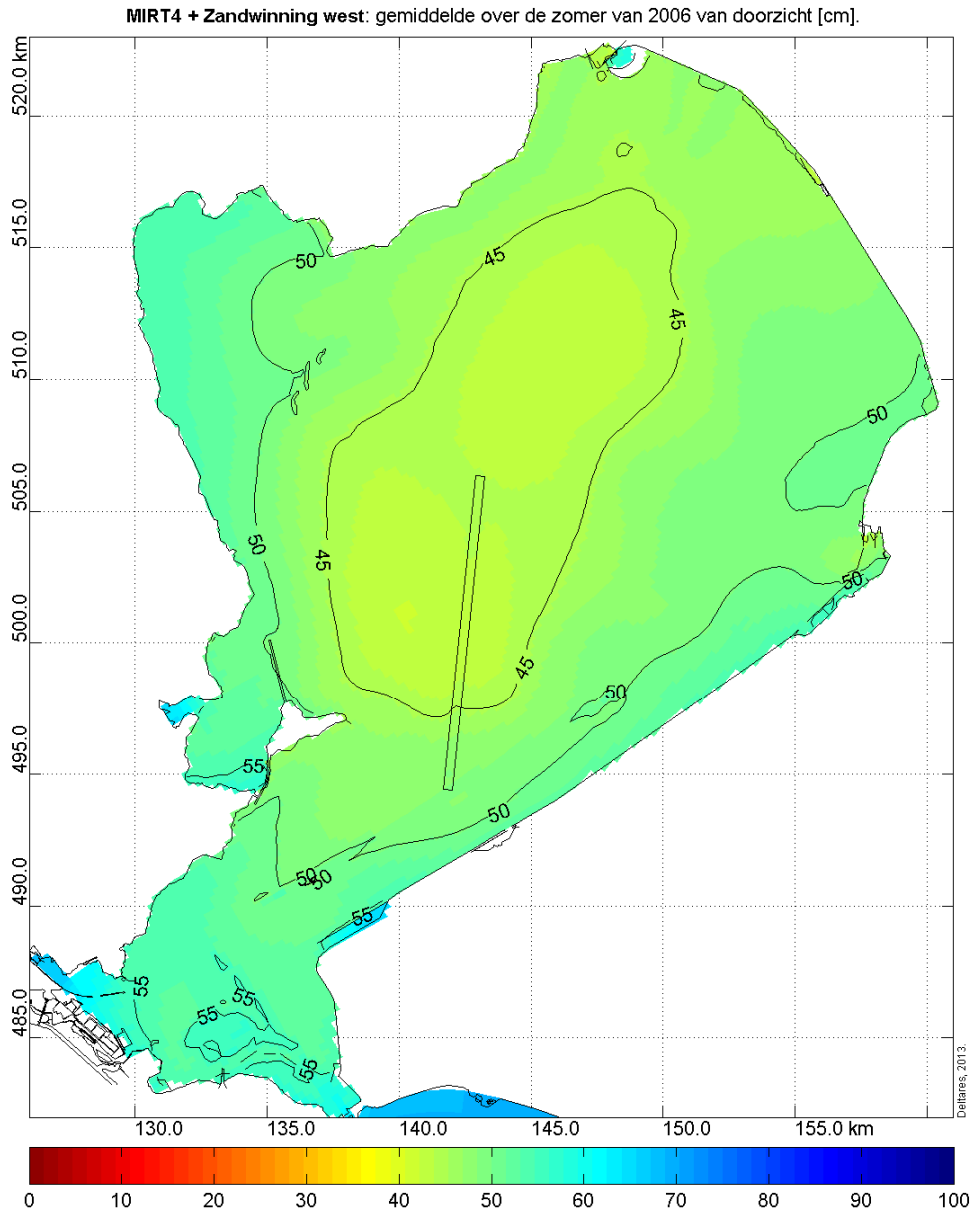
Figuur T.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west en referentie (kleurenkaart).



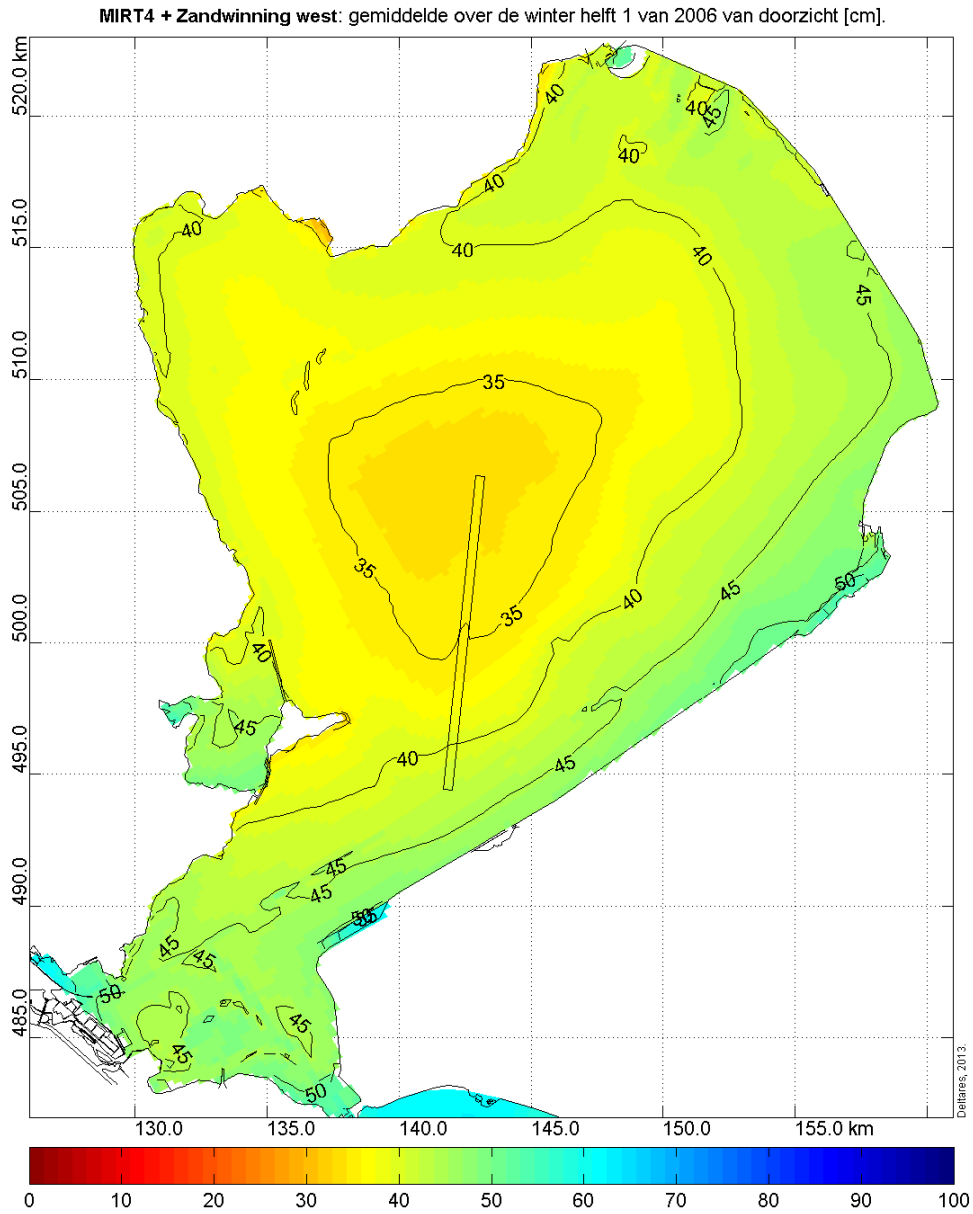
Figuur T.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west en referentie (kleurenkaart).



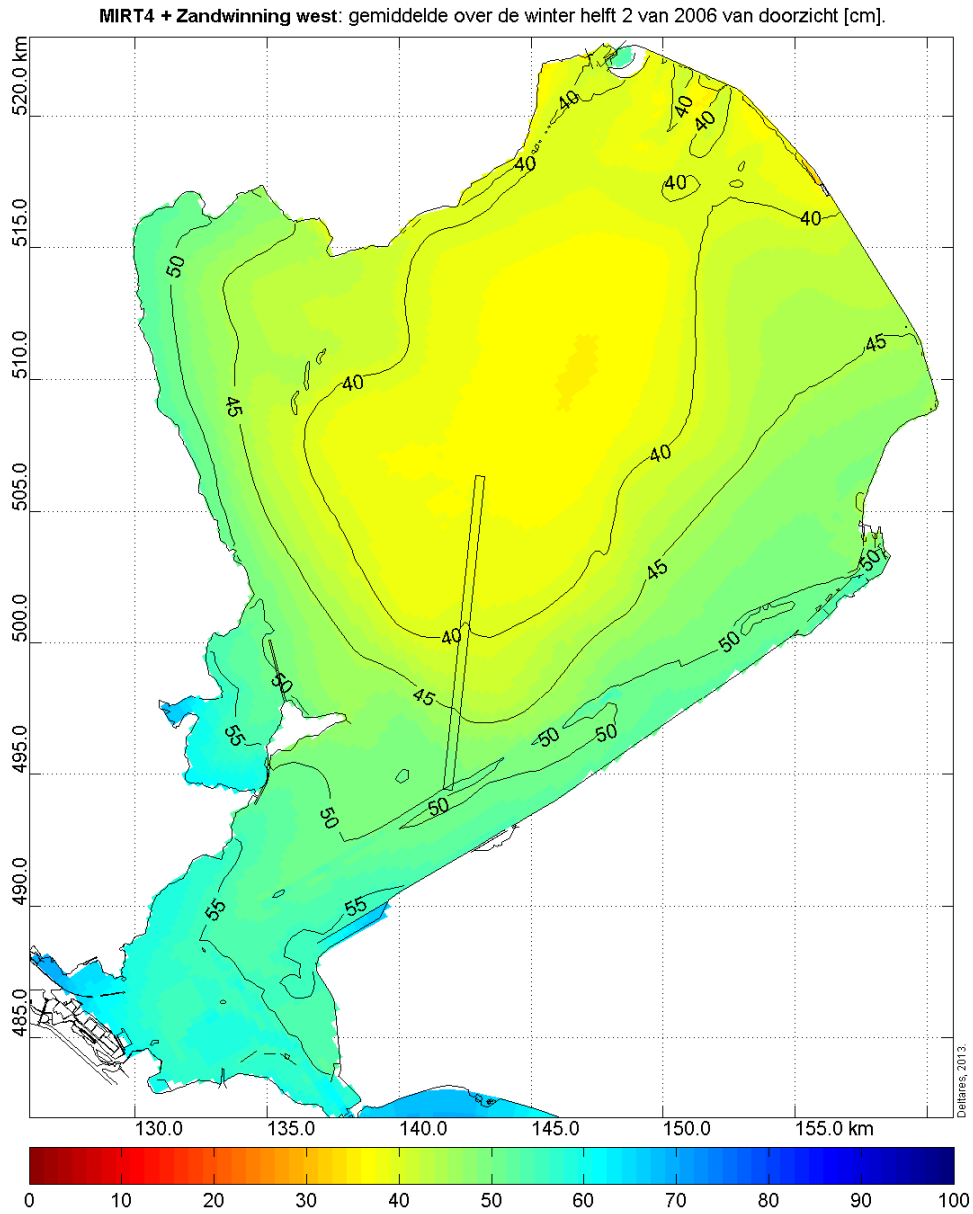
Figuur T.6 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



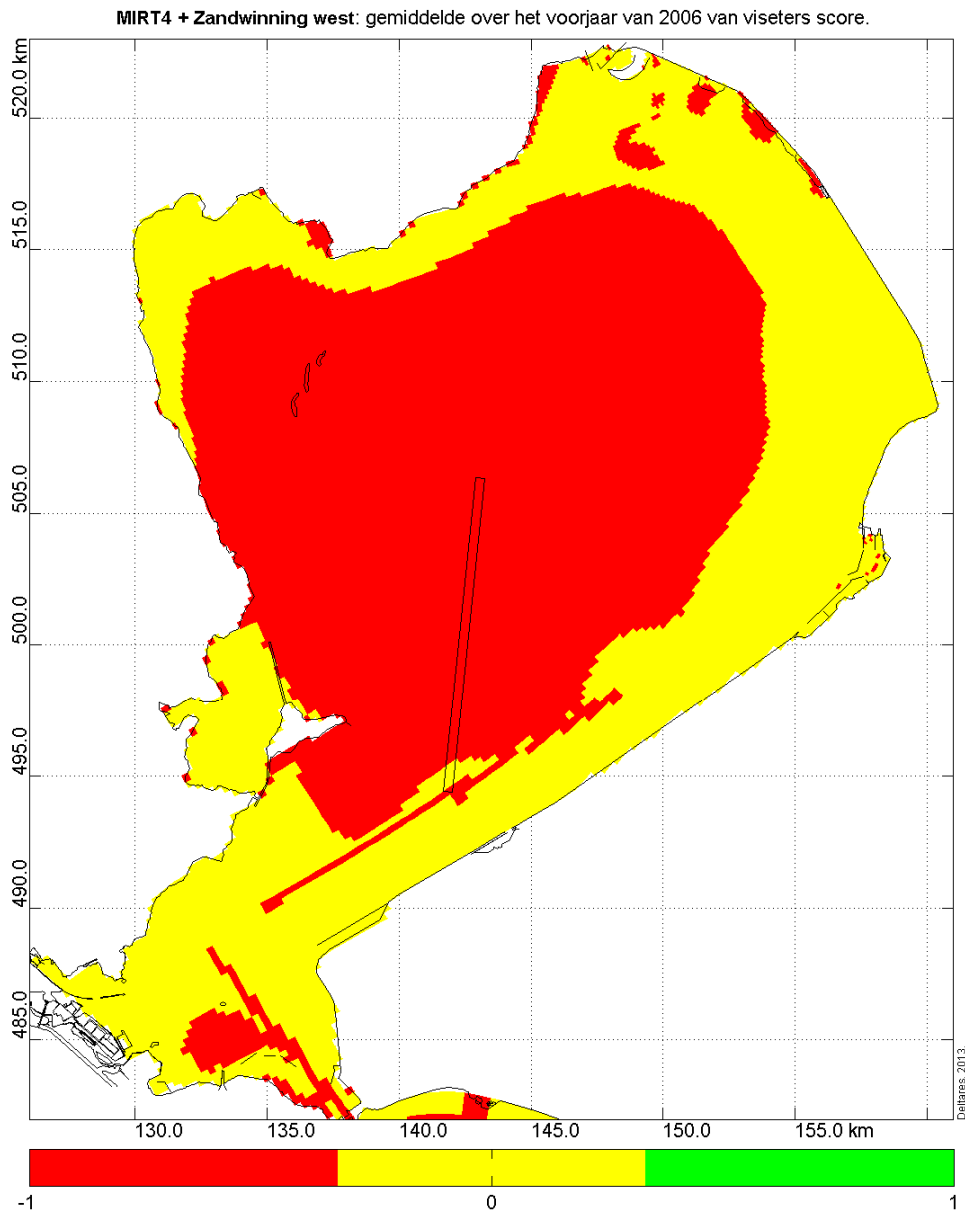
Figuur T.7 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



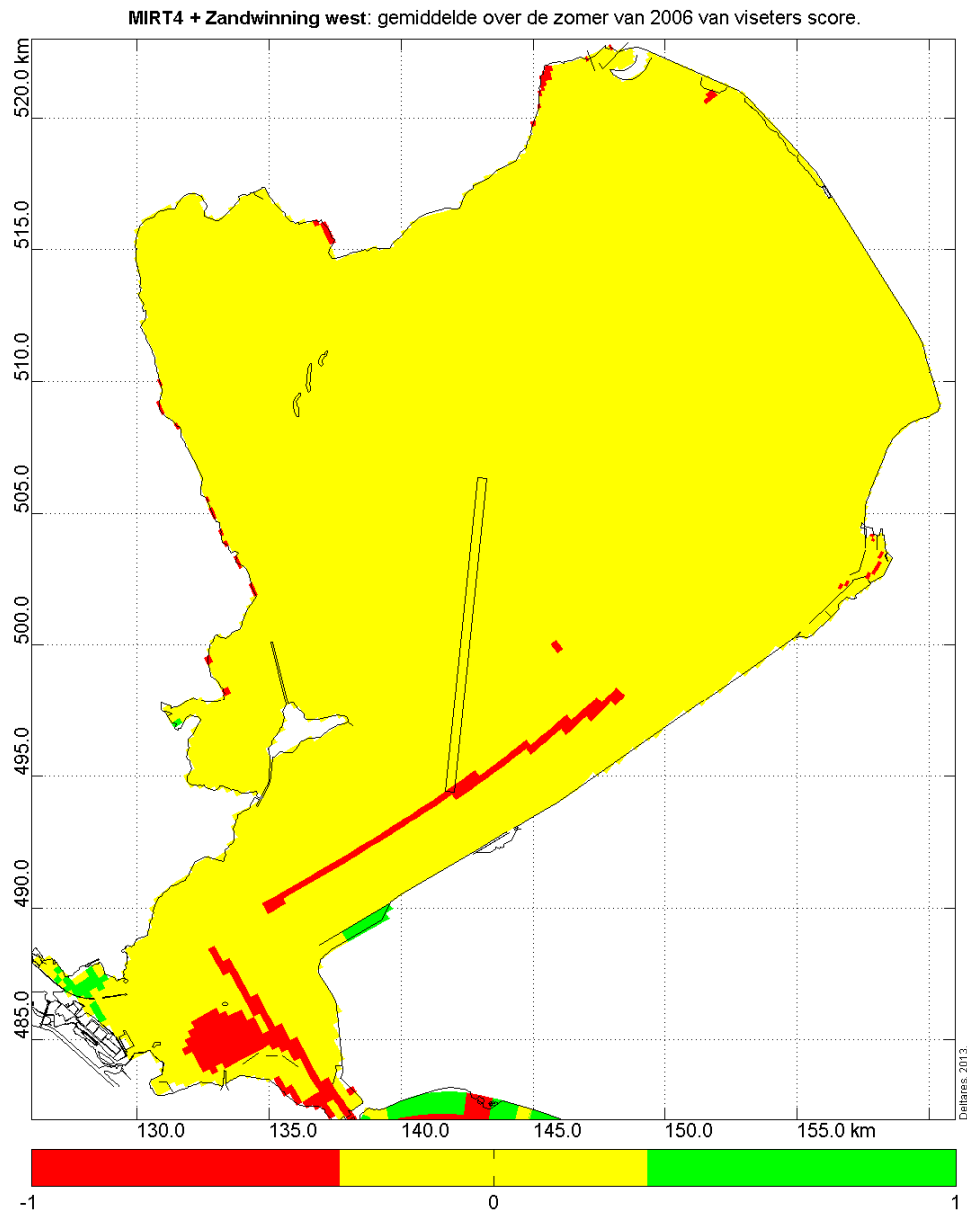
Figuur T.8 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].



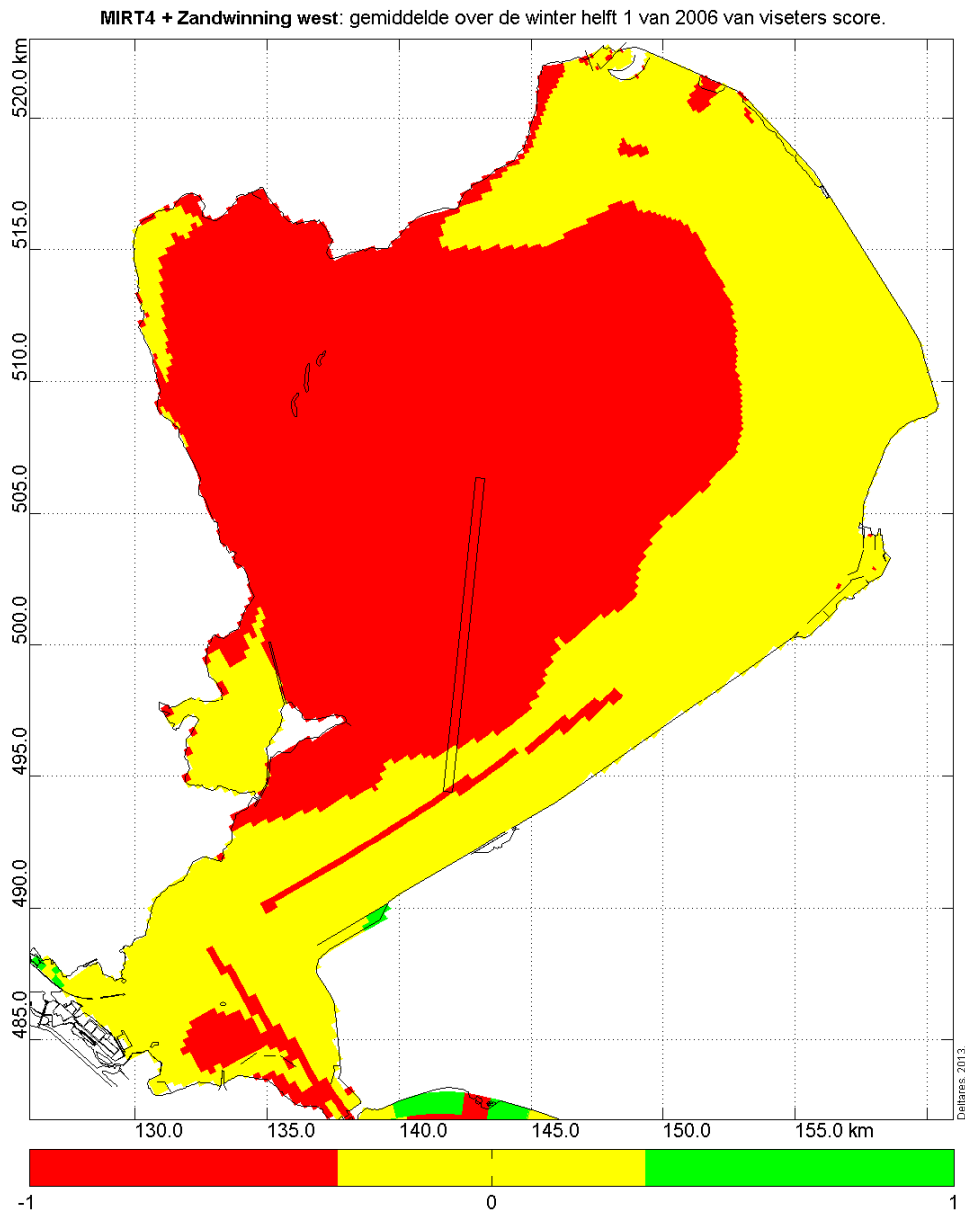
Figuur T.9 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



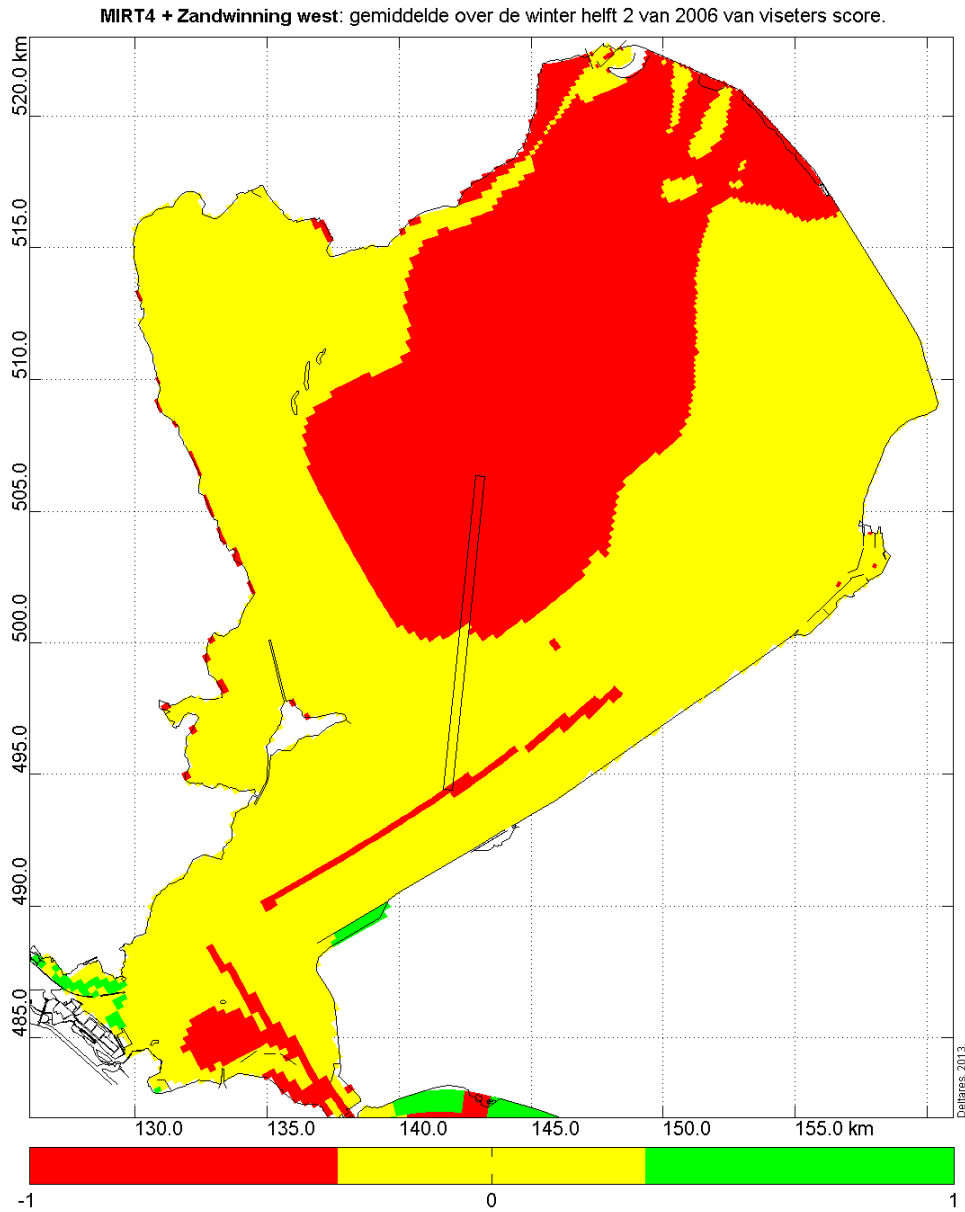
Figuur T.10 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



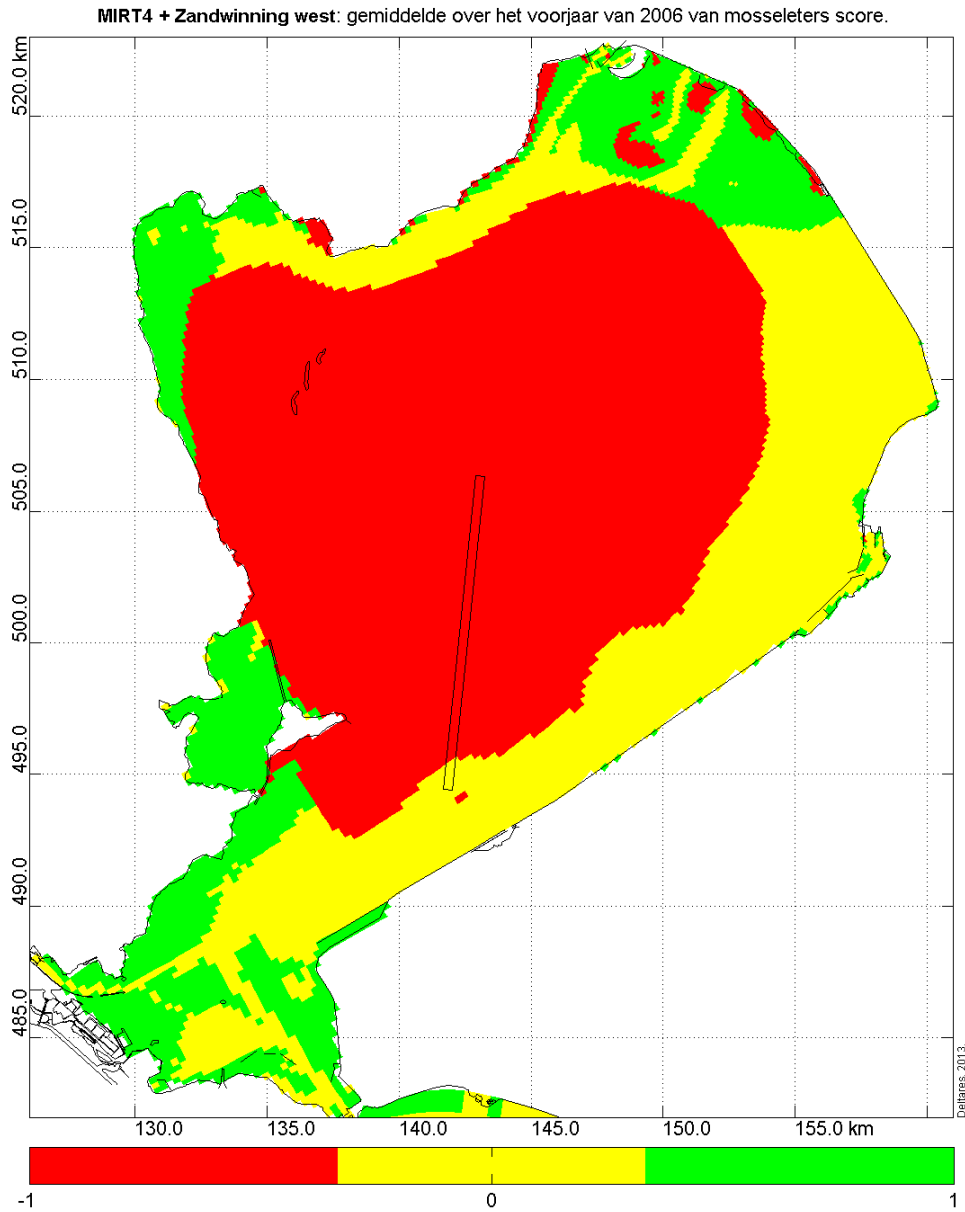
Figuur T.11 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



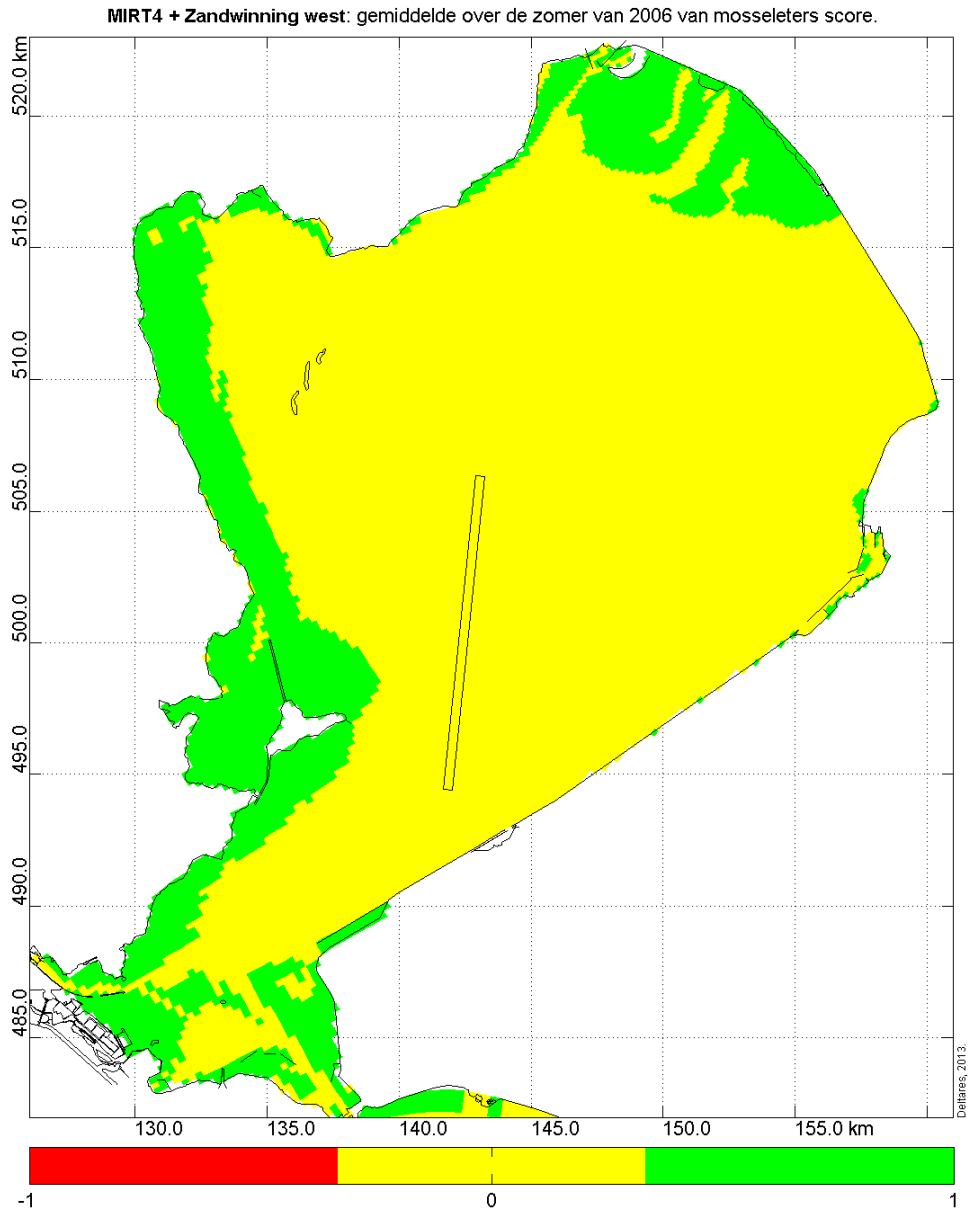
Figuur T.12 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



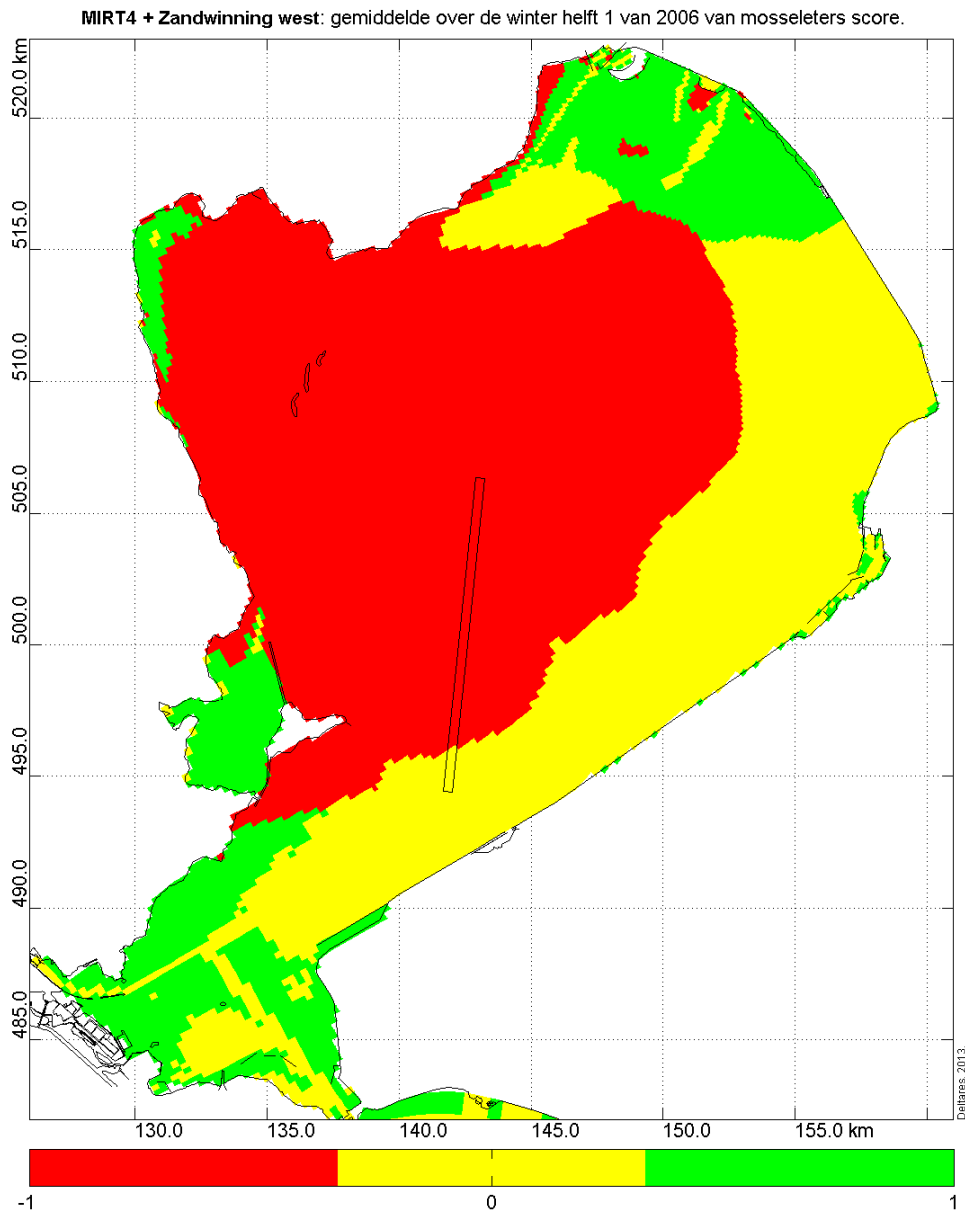
Figuur T.13 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



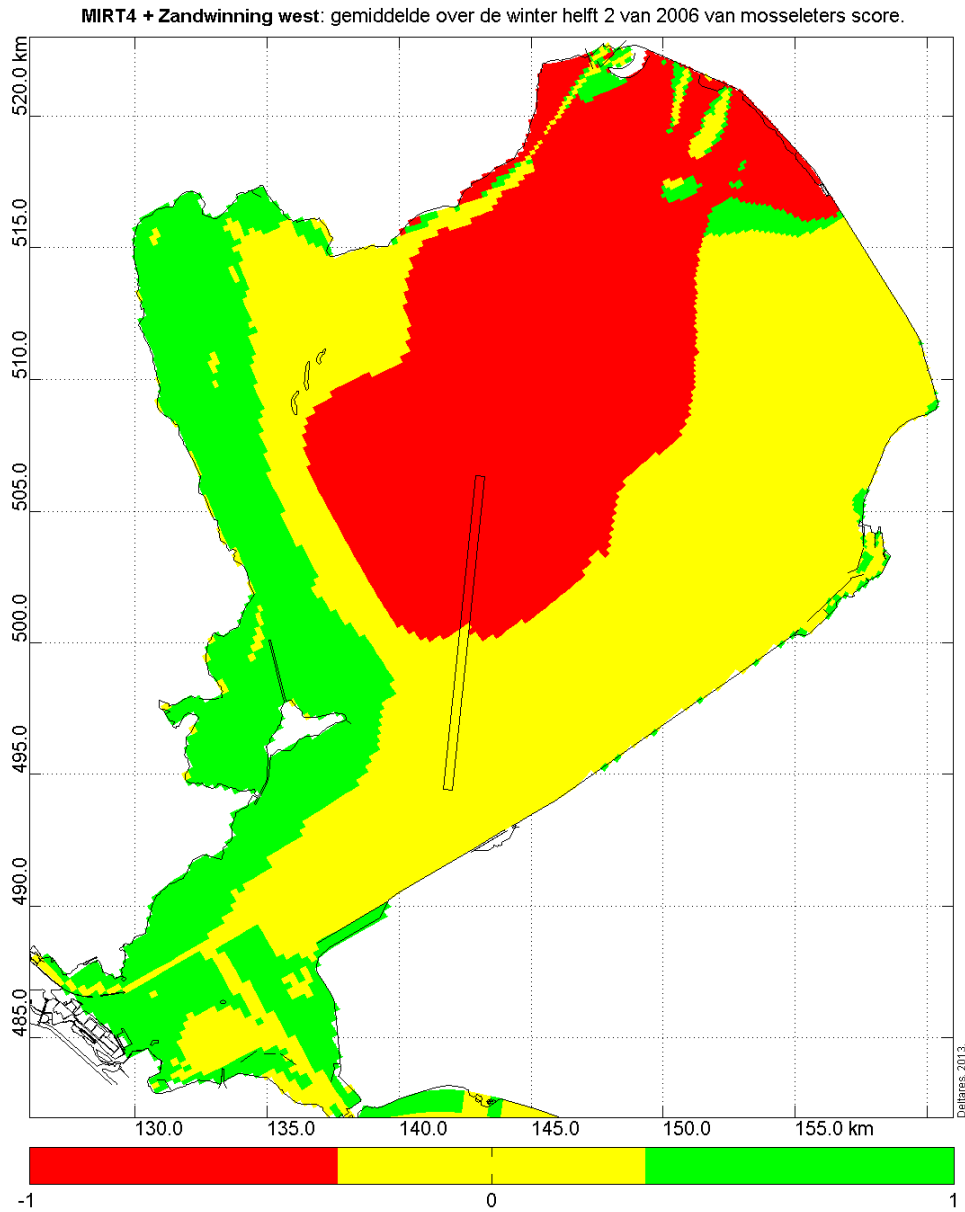
Figuur T.14 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur T.15 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning 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.

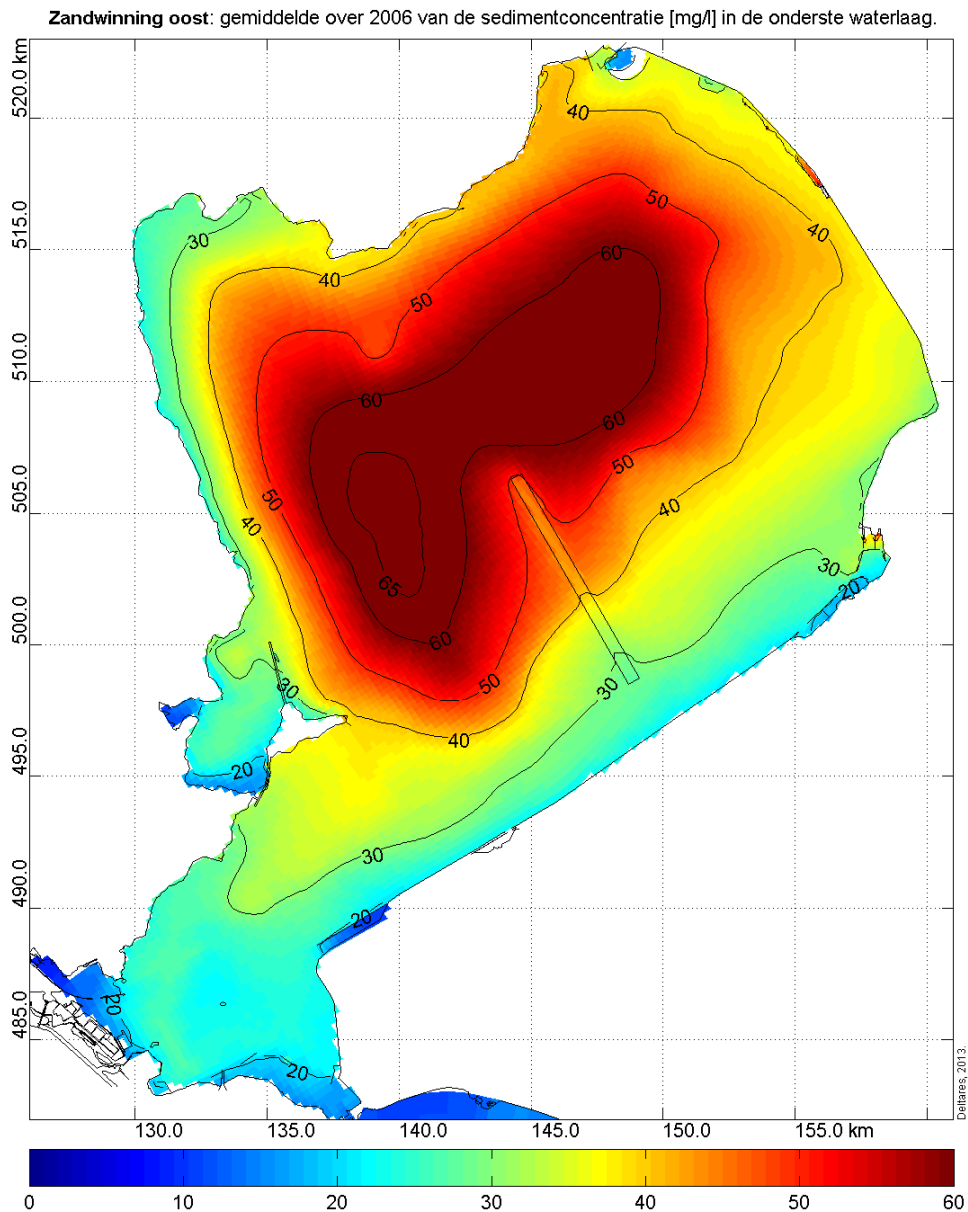


Figuur T.16 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

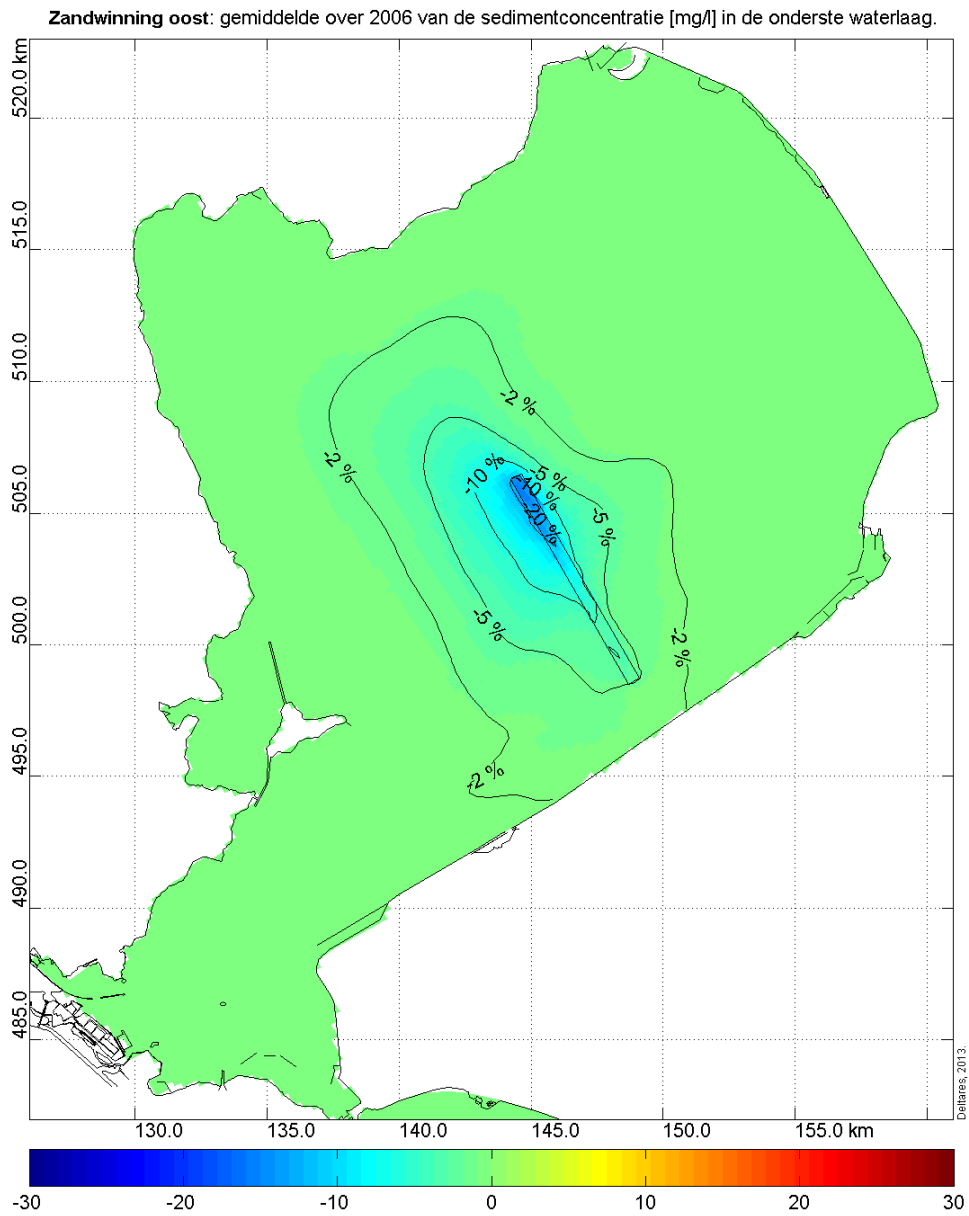


Figuur T.17 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

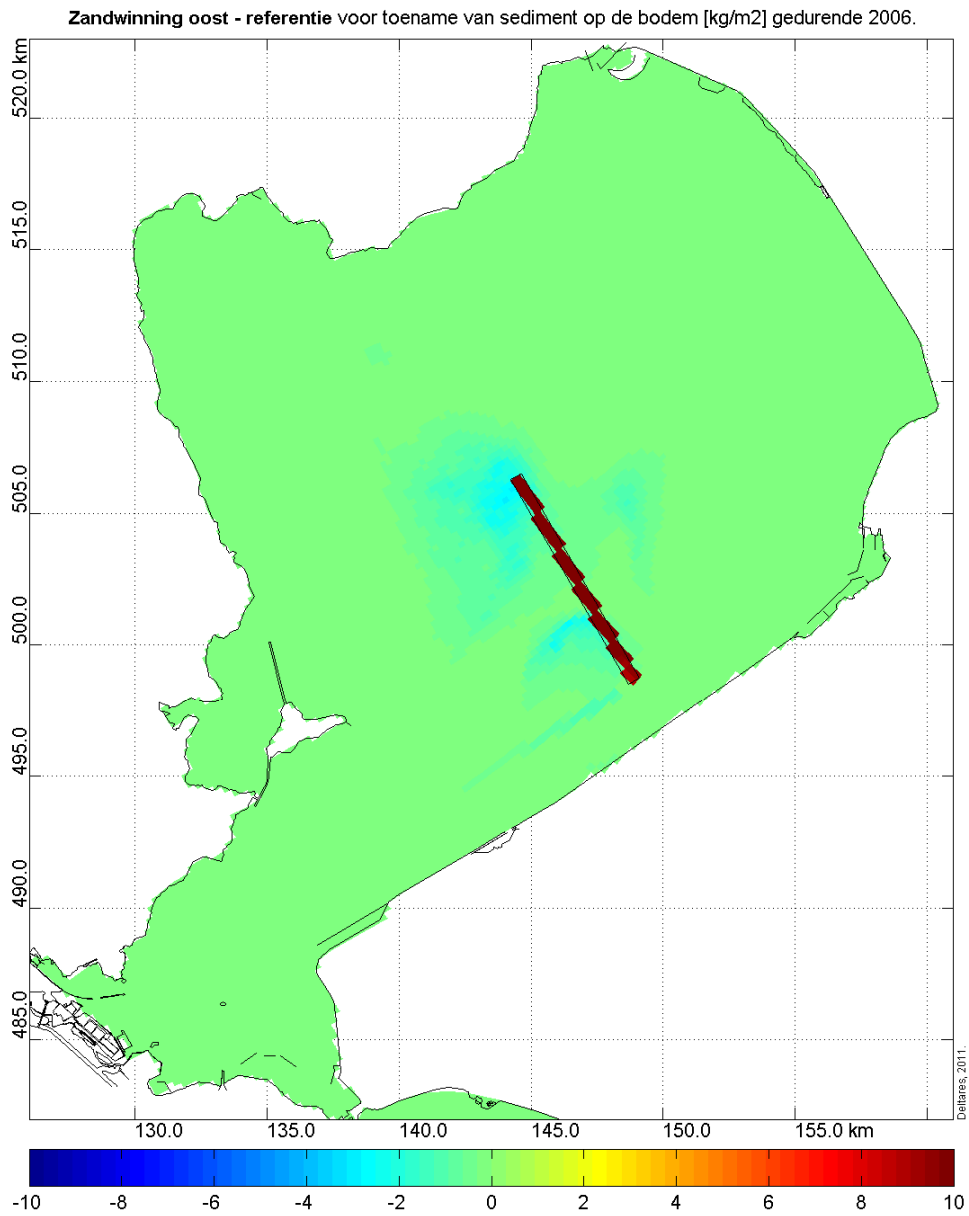
U Modelresultaten: zandwinning oost



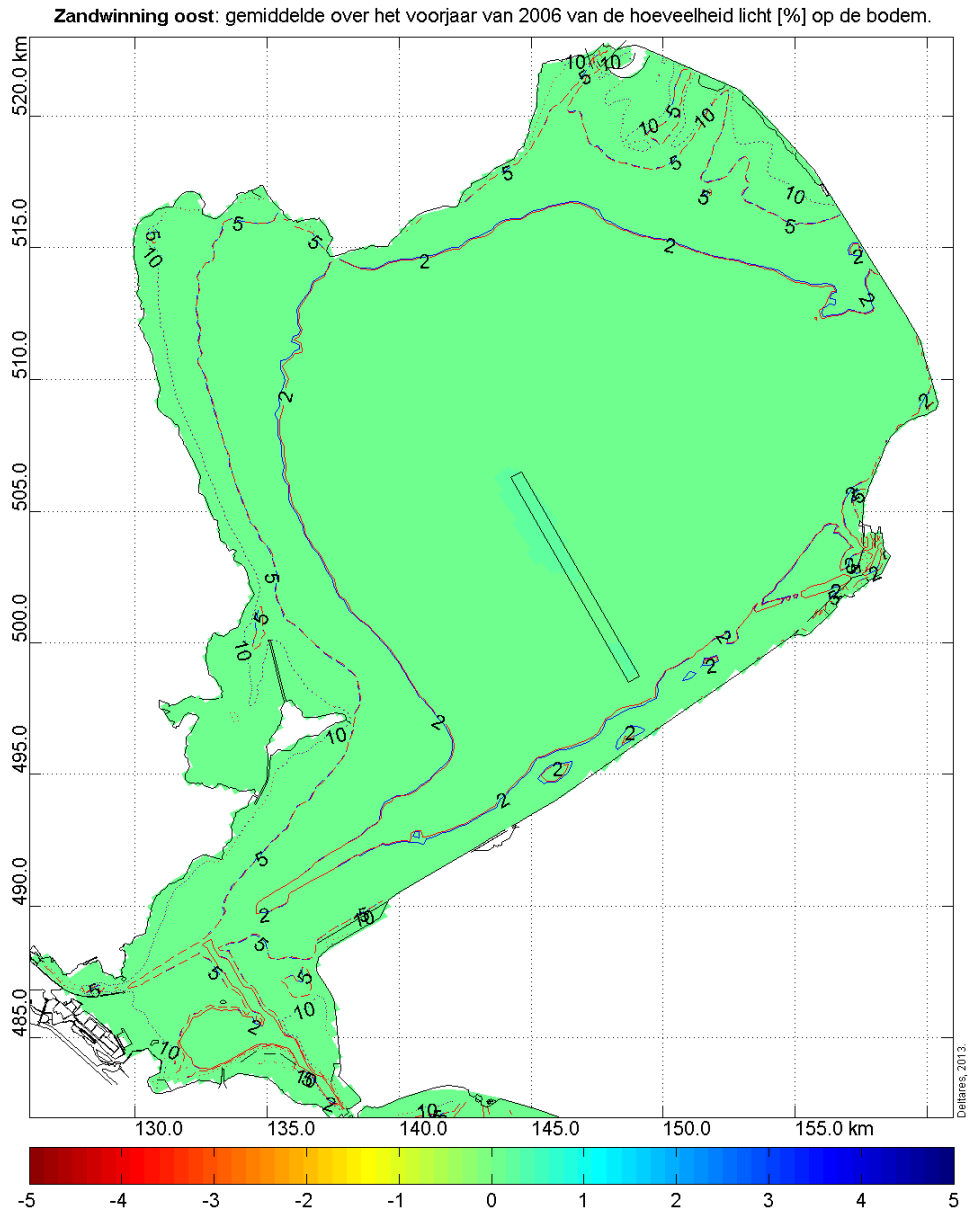
Figuur U.1 Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



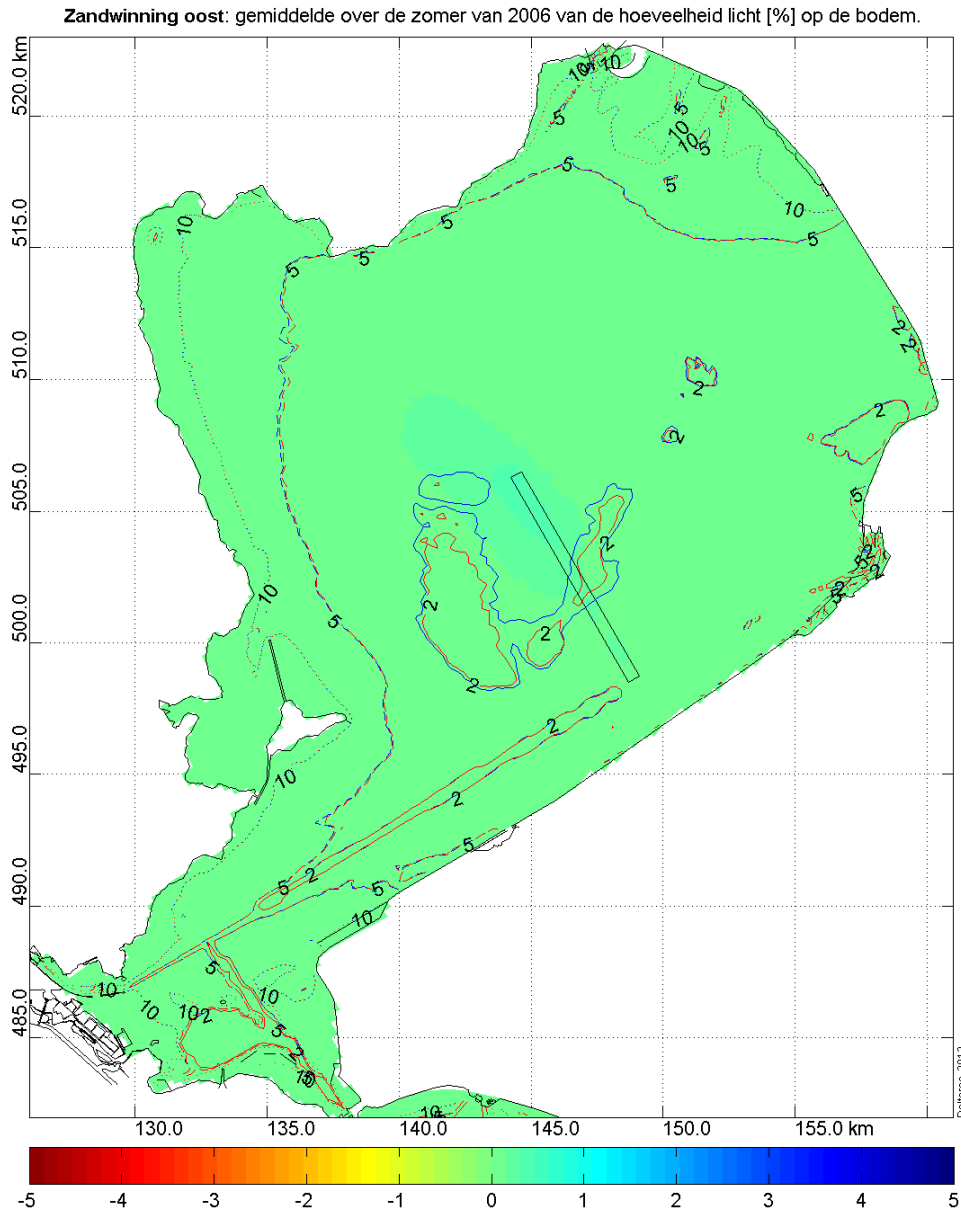
Figuur U.2 Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.



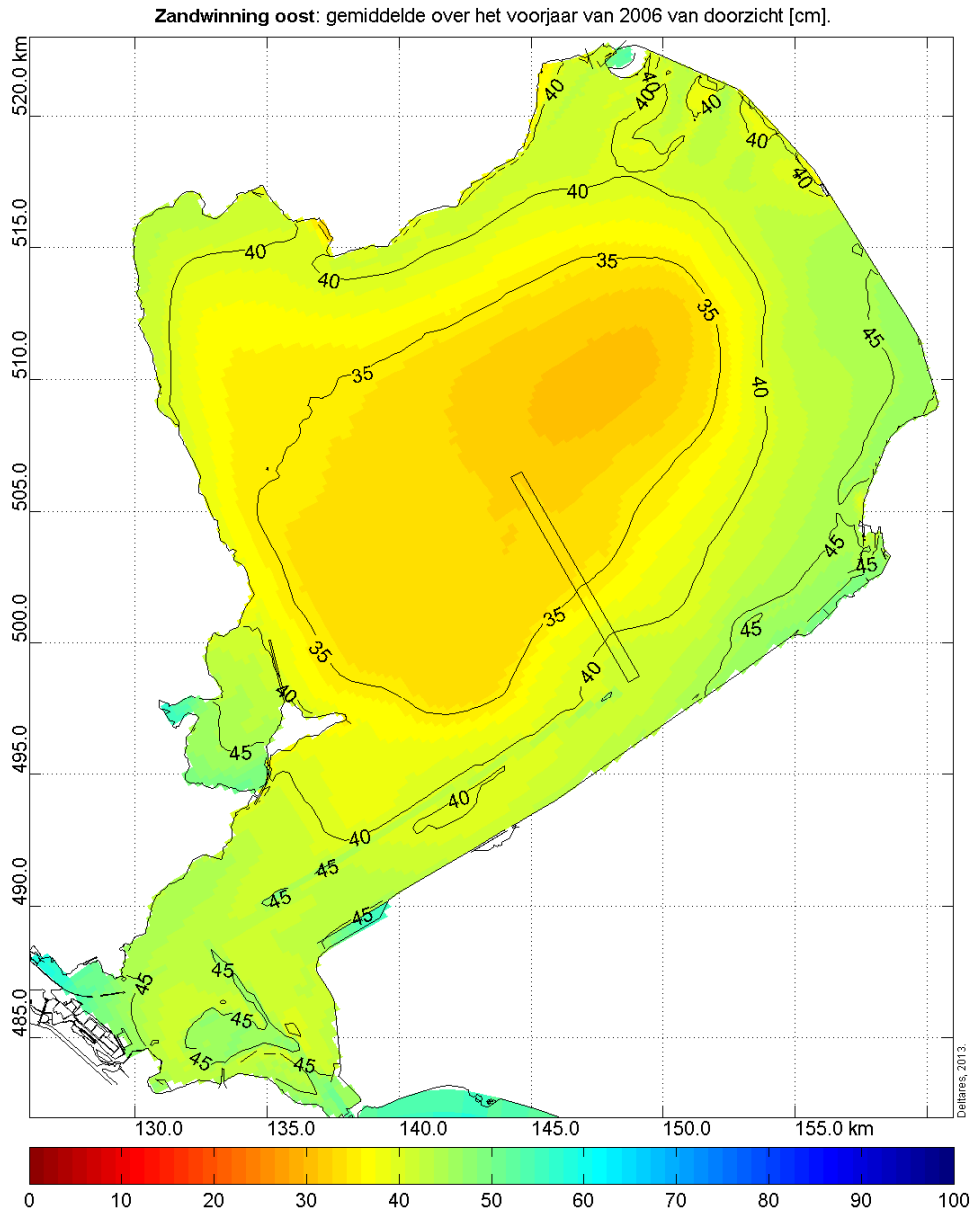
Figuur U.3 *Verschil tussen zandwinning oost en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*



Figuur U.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).

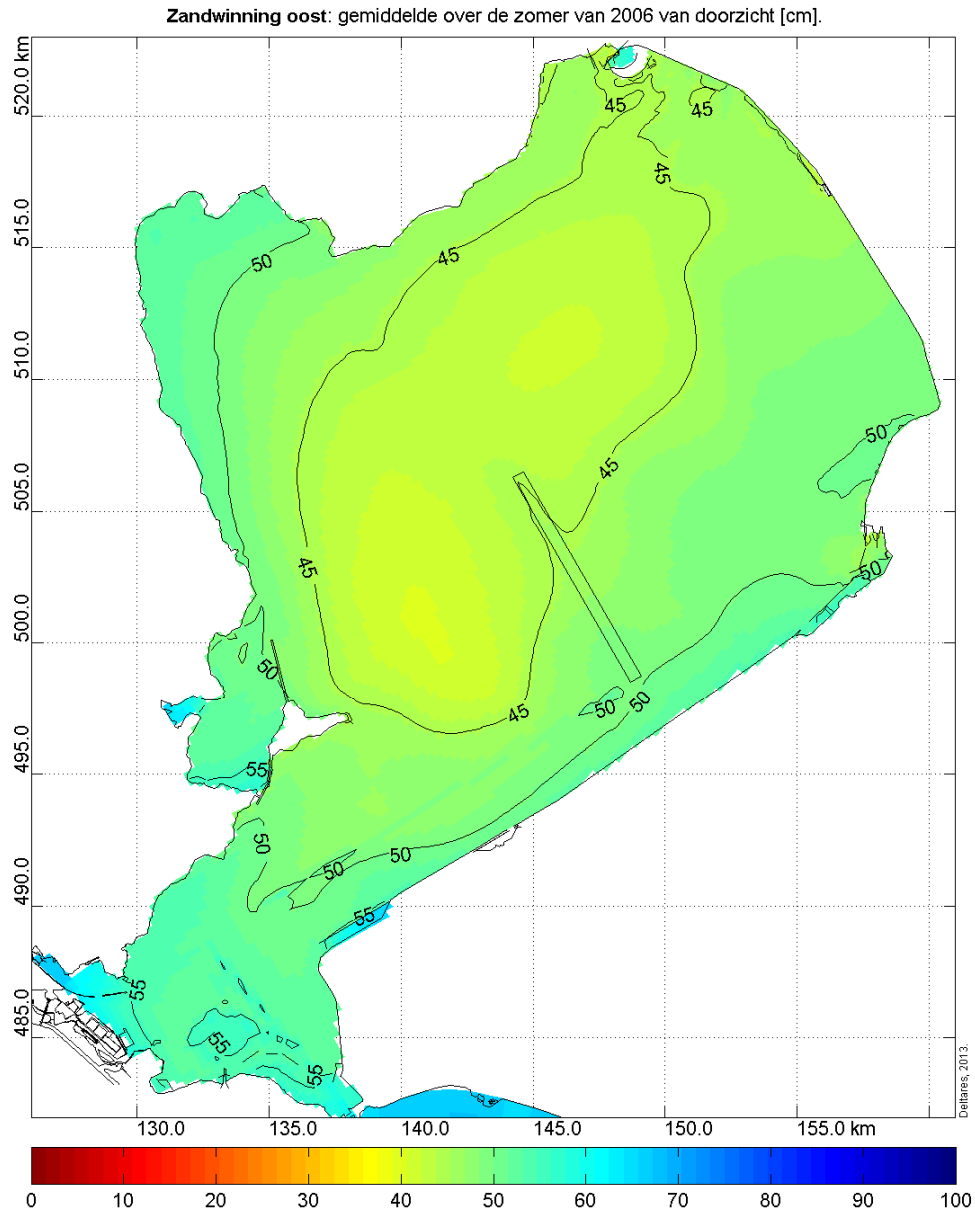


Figuur U.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).



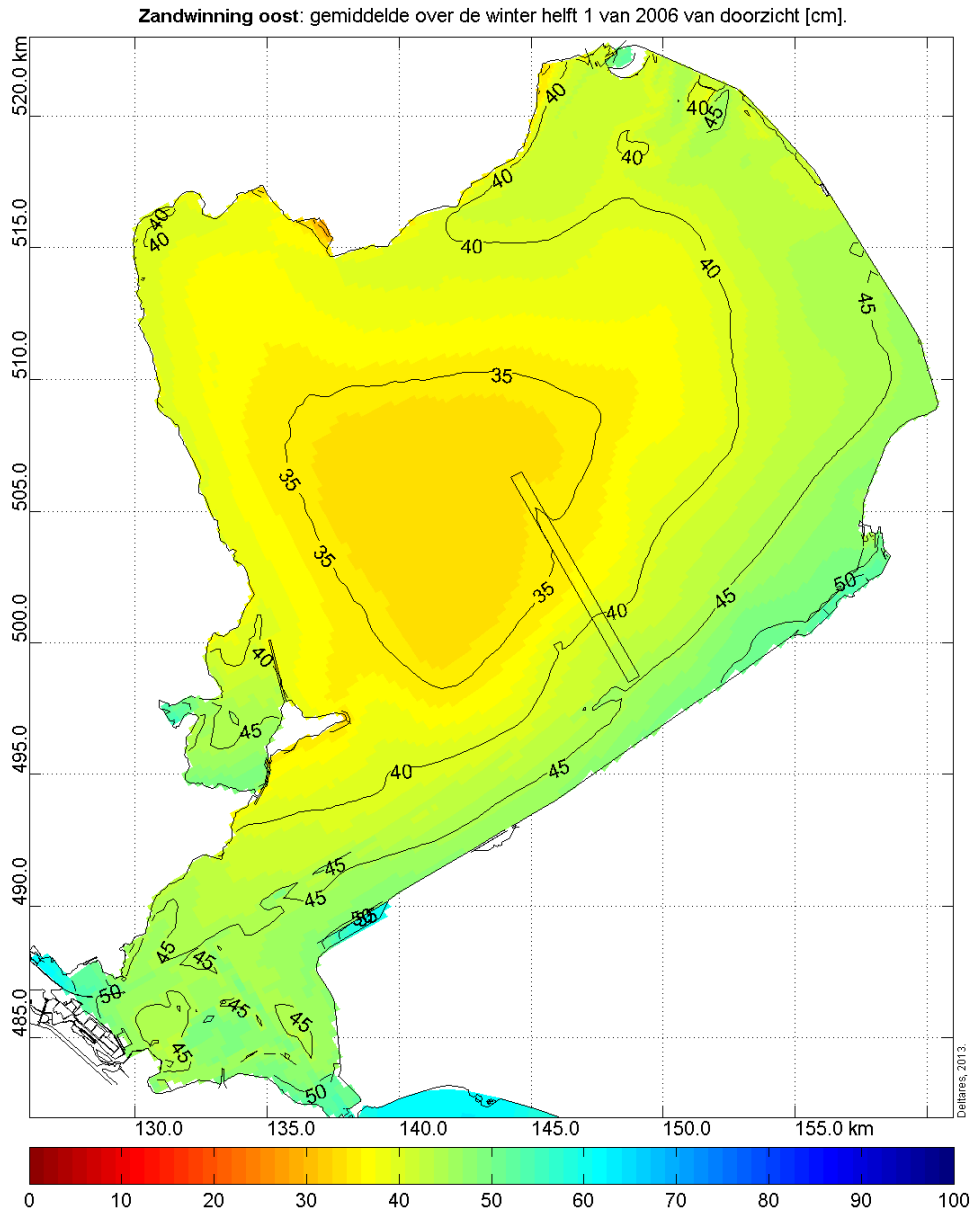
Figuur U.6

Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



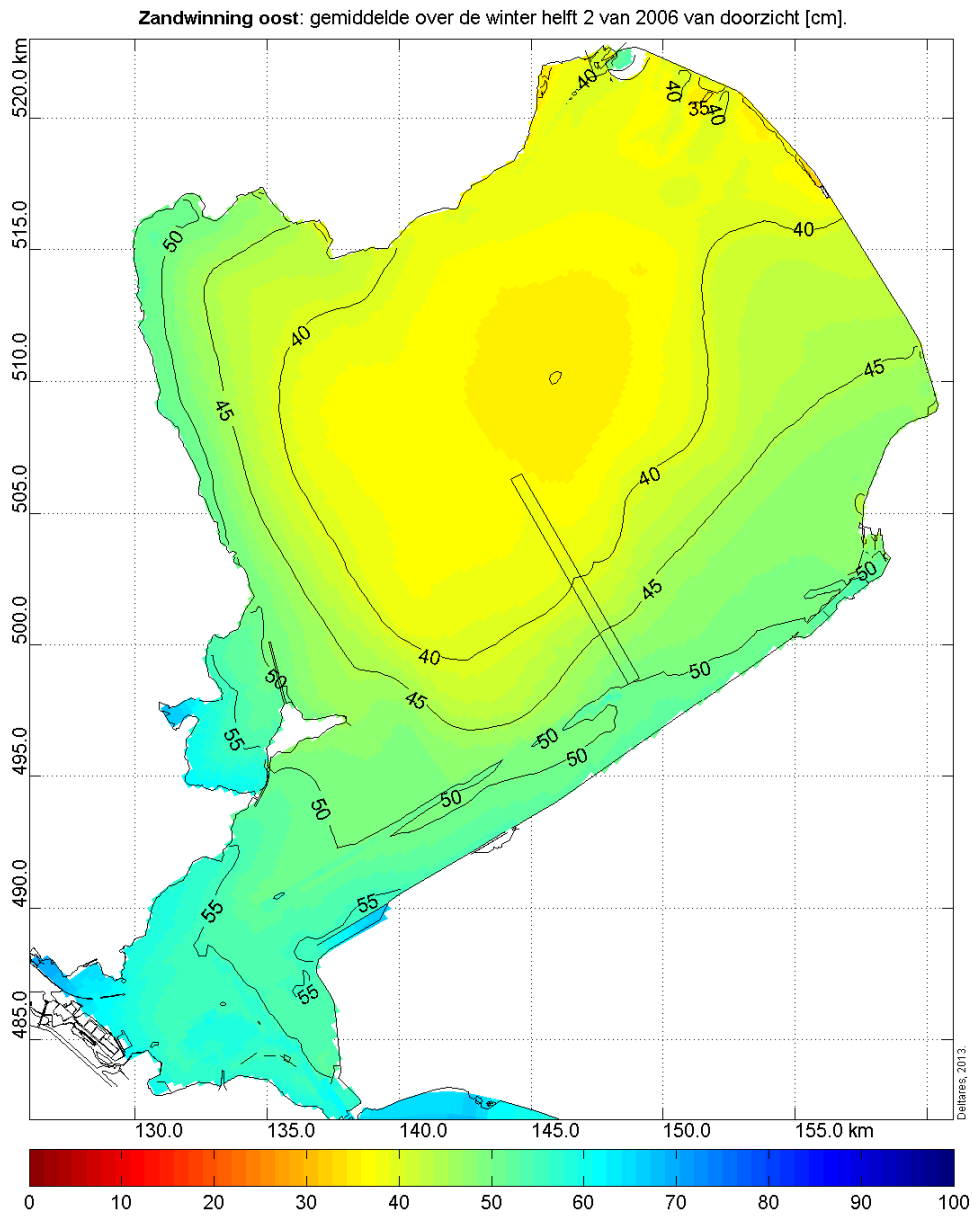
Figuur U.7

Zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



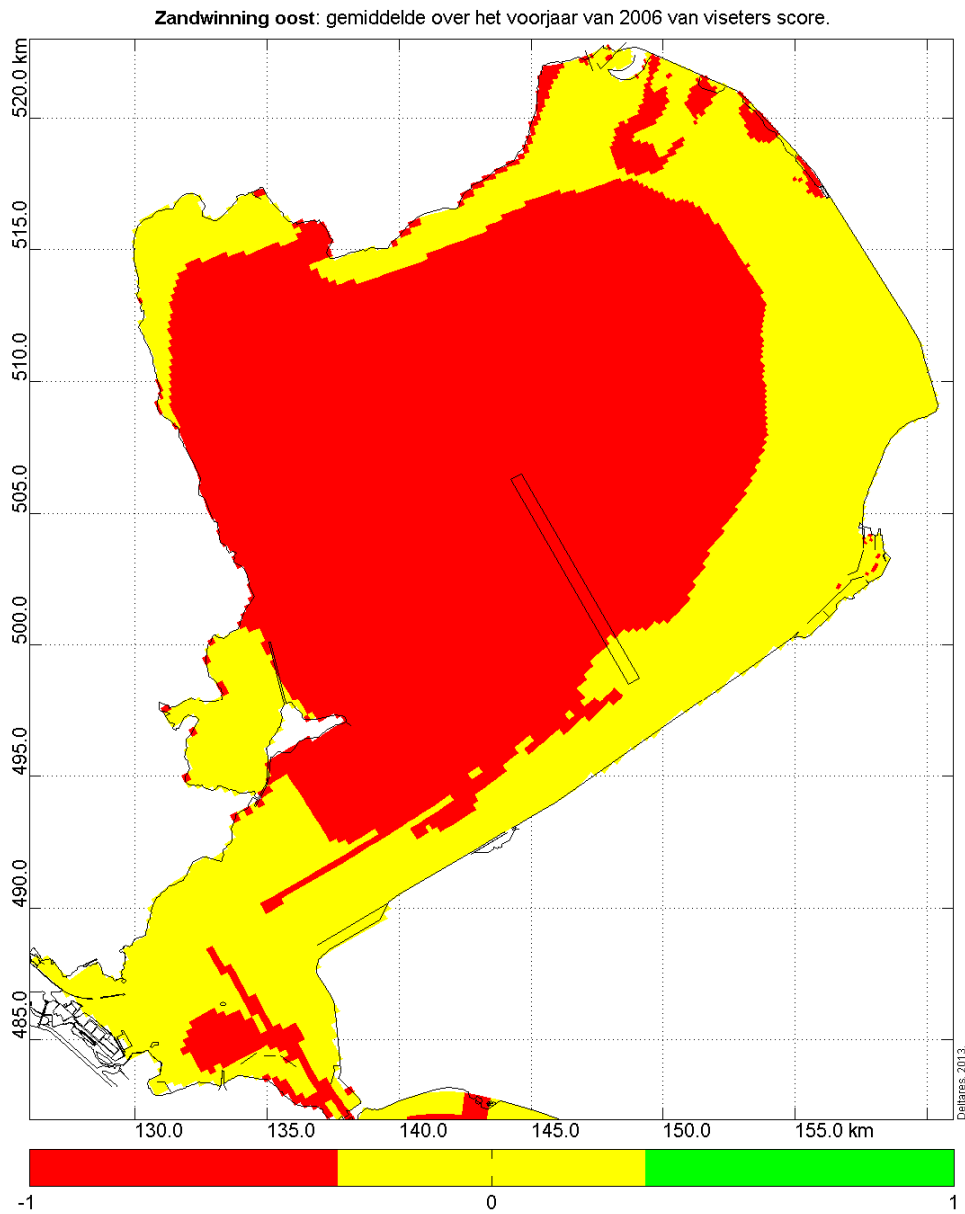
Figuur U.8

Zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

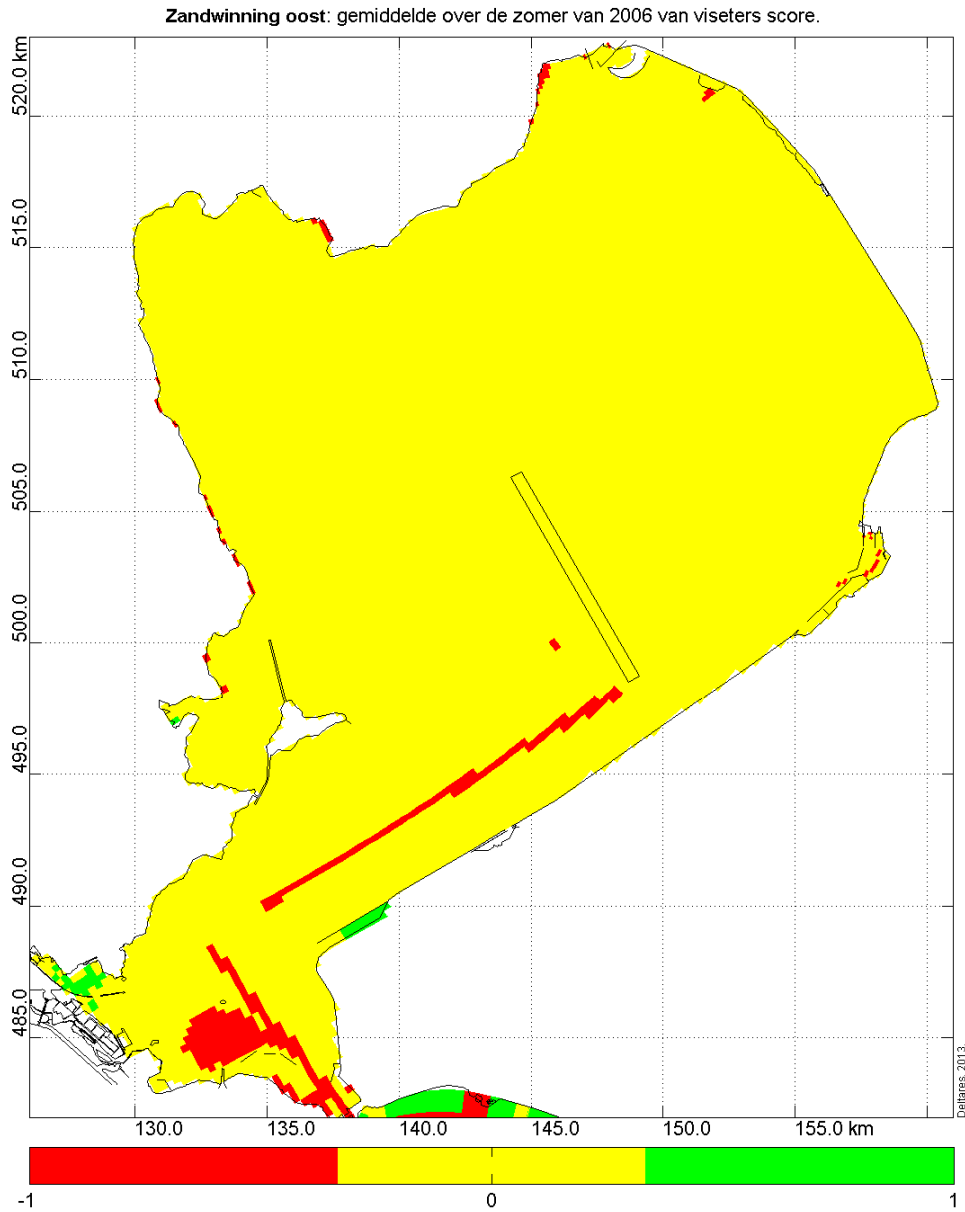


Figuur U.9

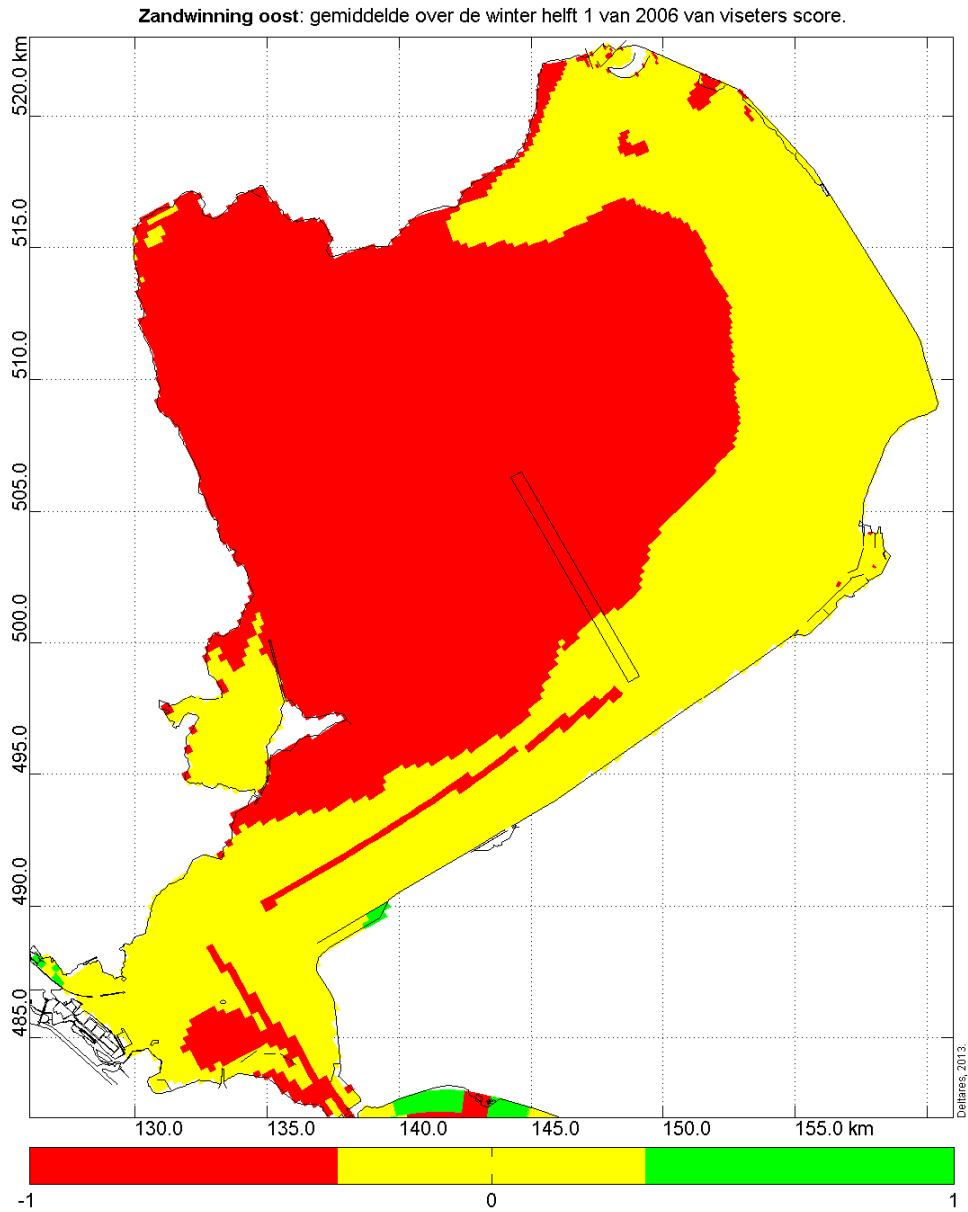
Zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



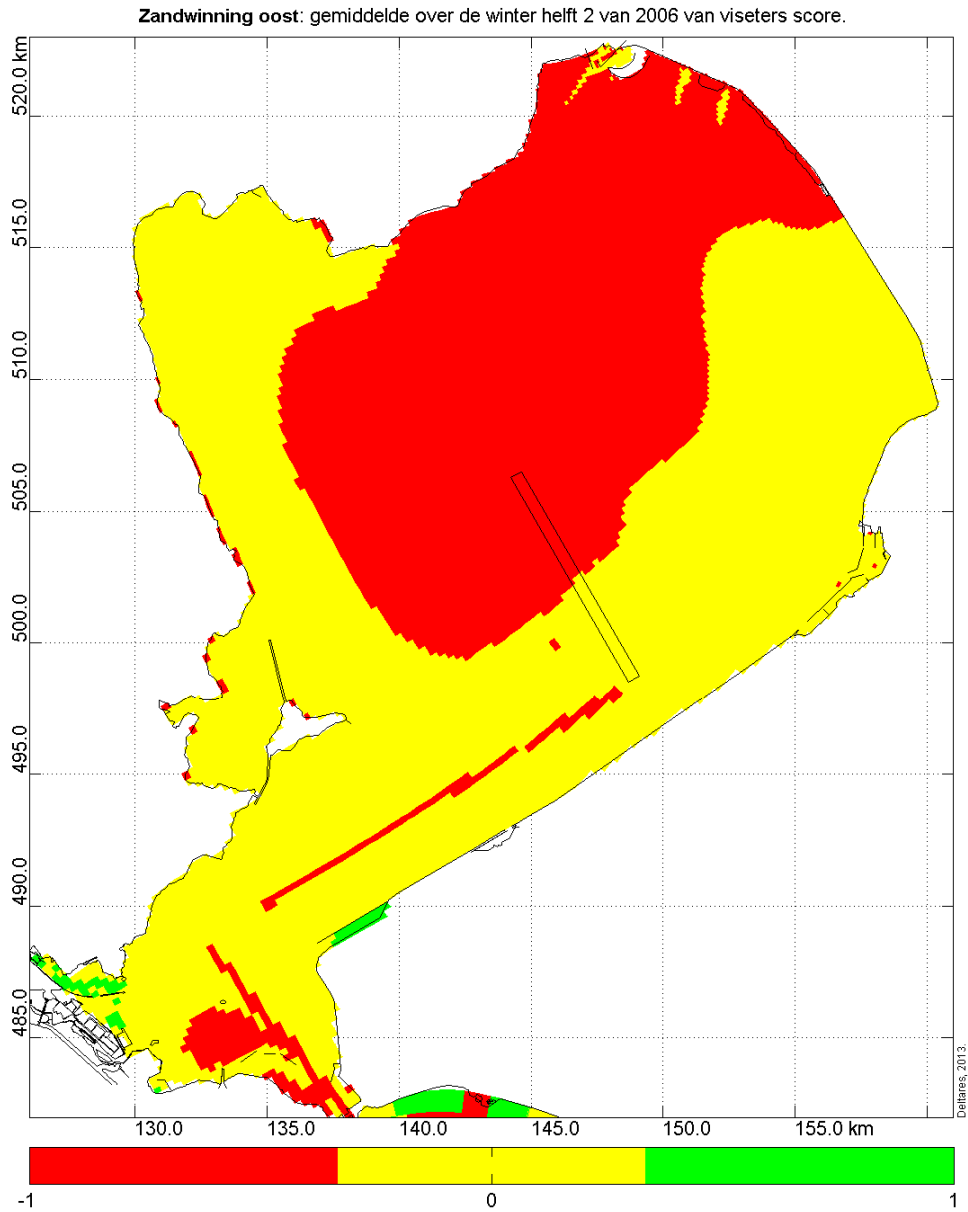
Figuur U.10 Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



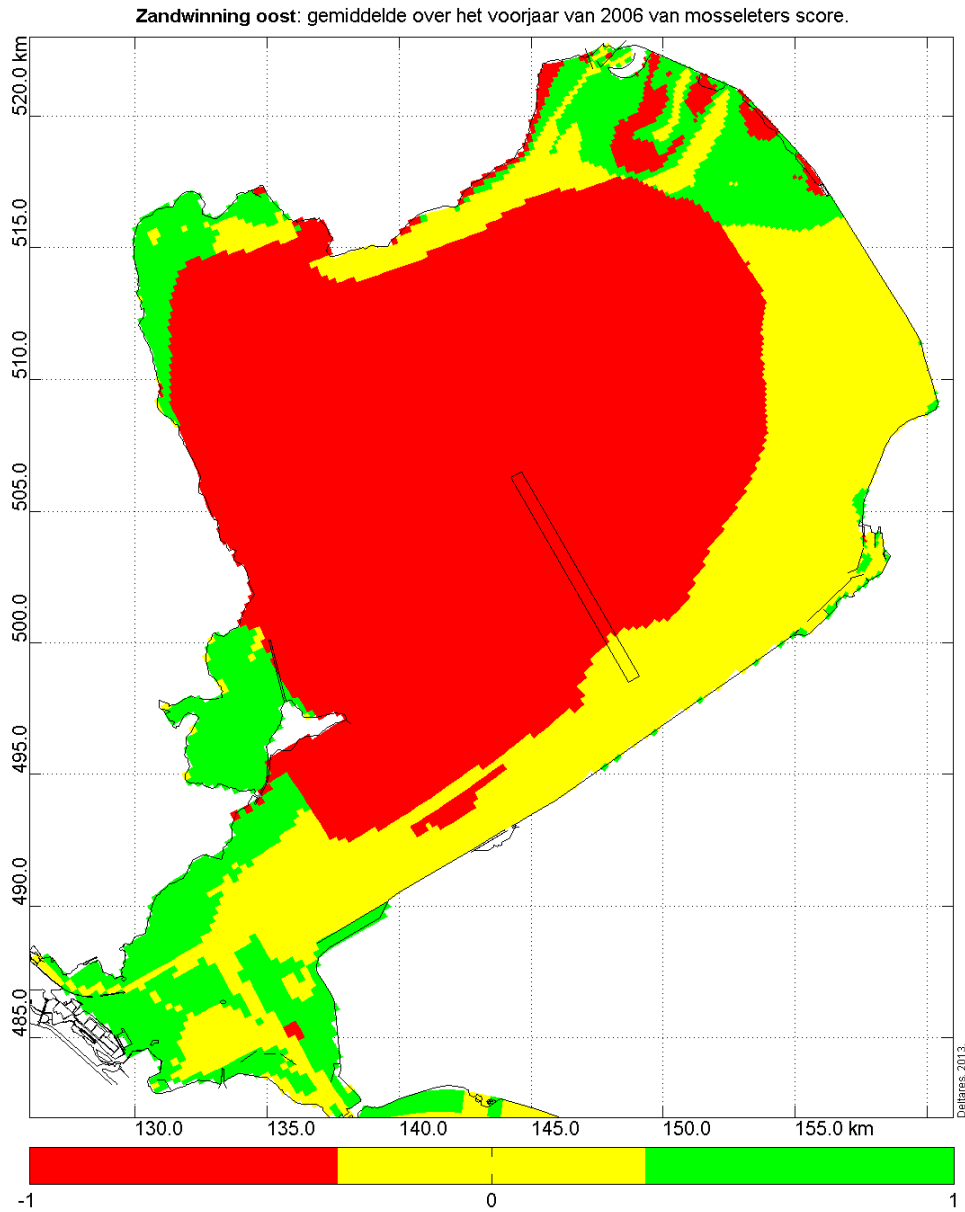
Figuur U.11 Zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



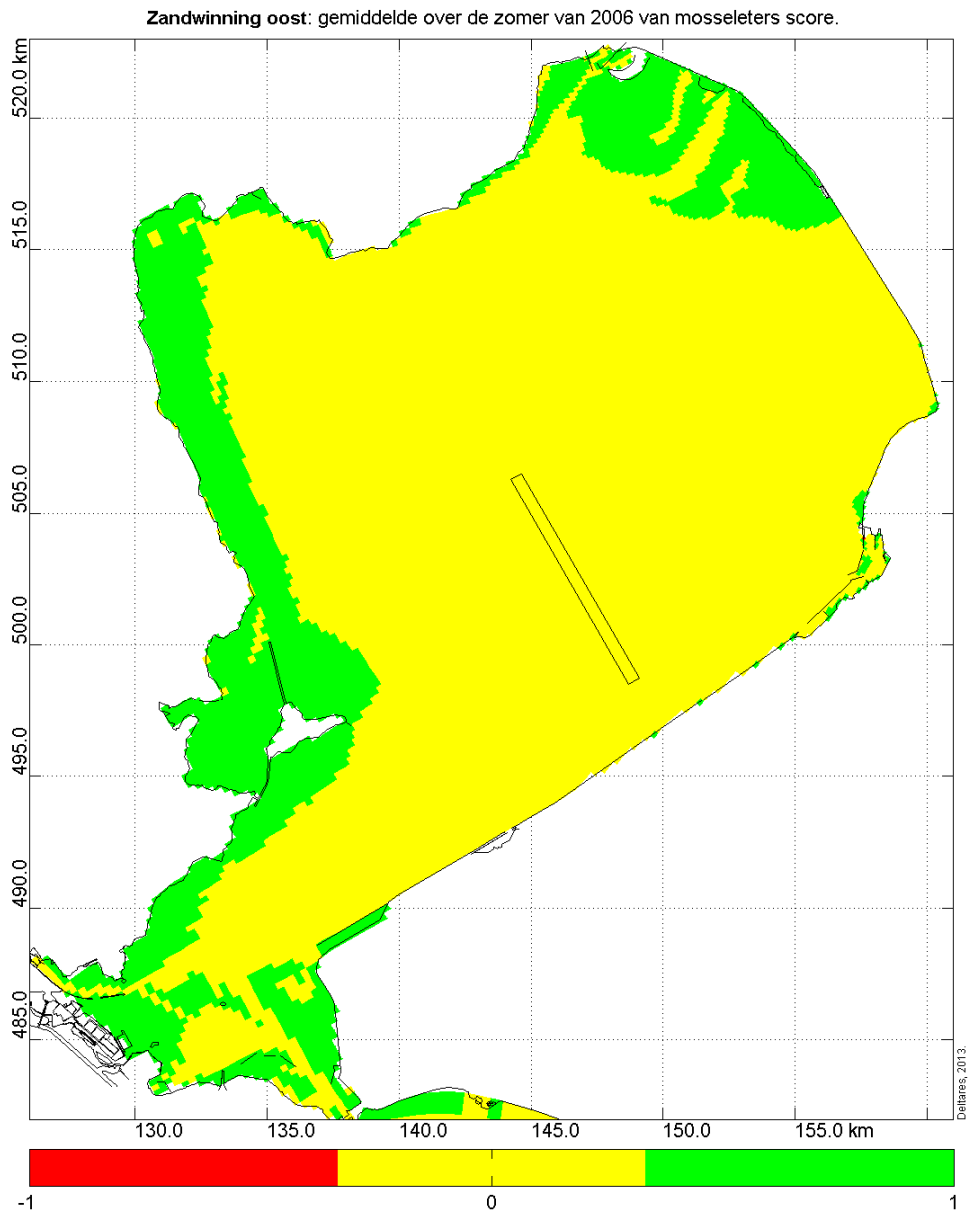
Figuur U.12 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



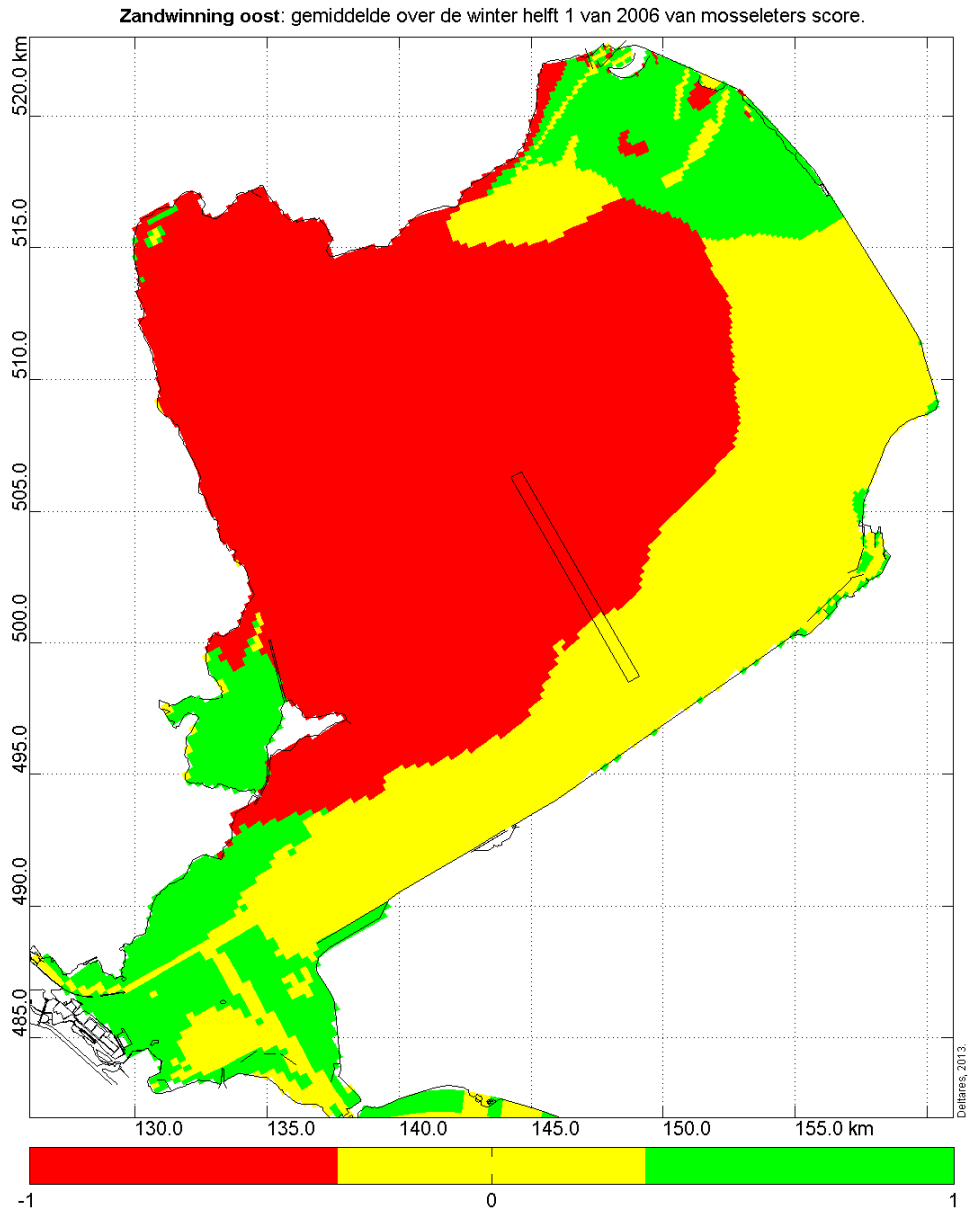
Figuur U.13 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



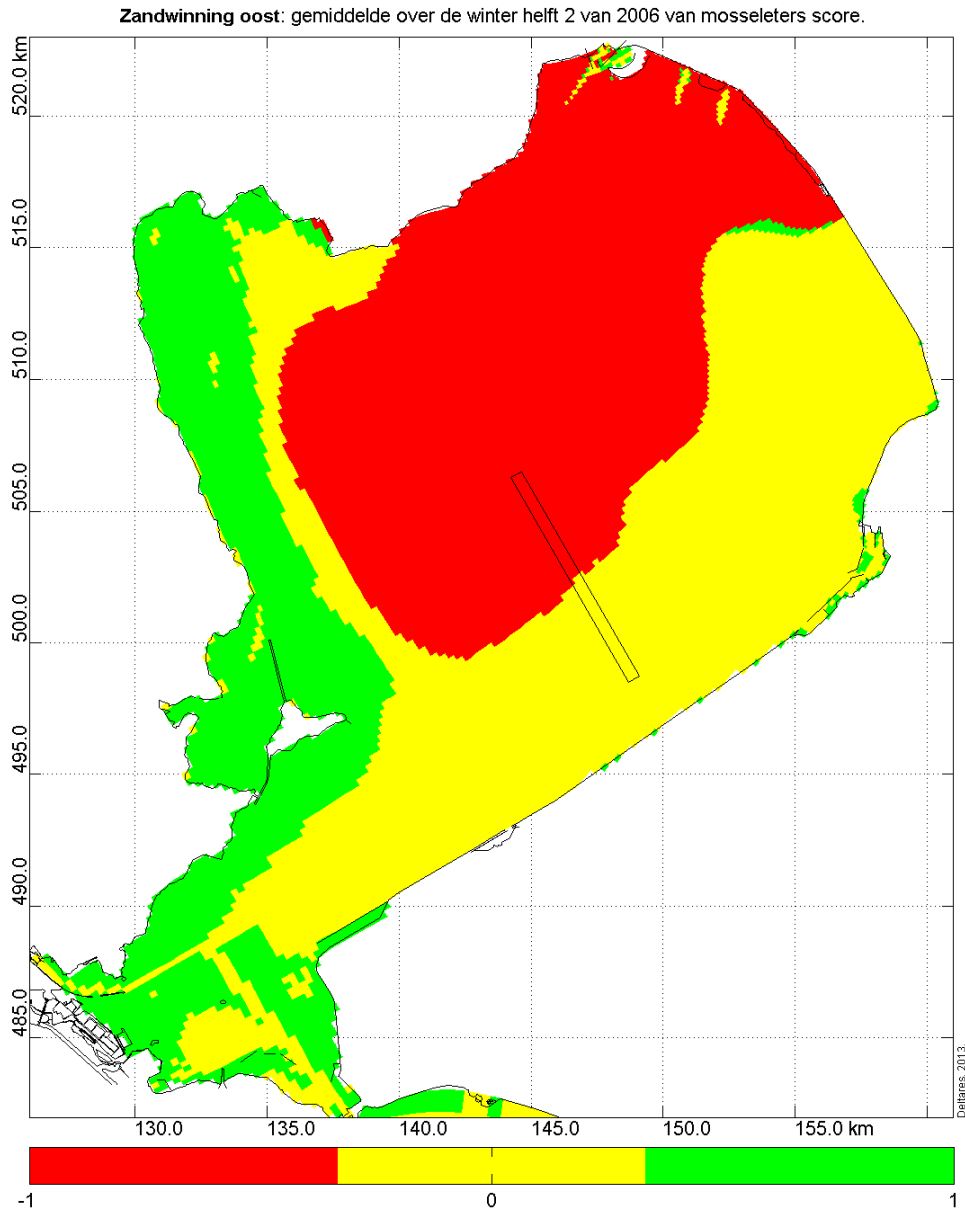
Figuur U.14 Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



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



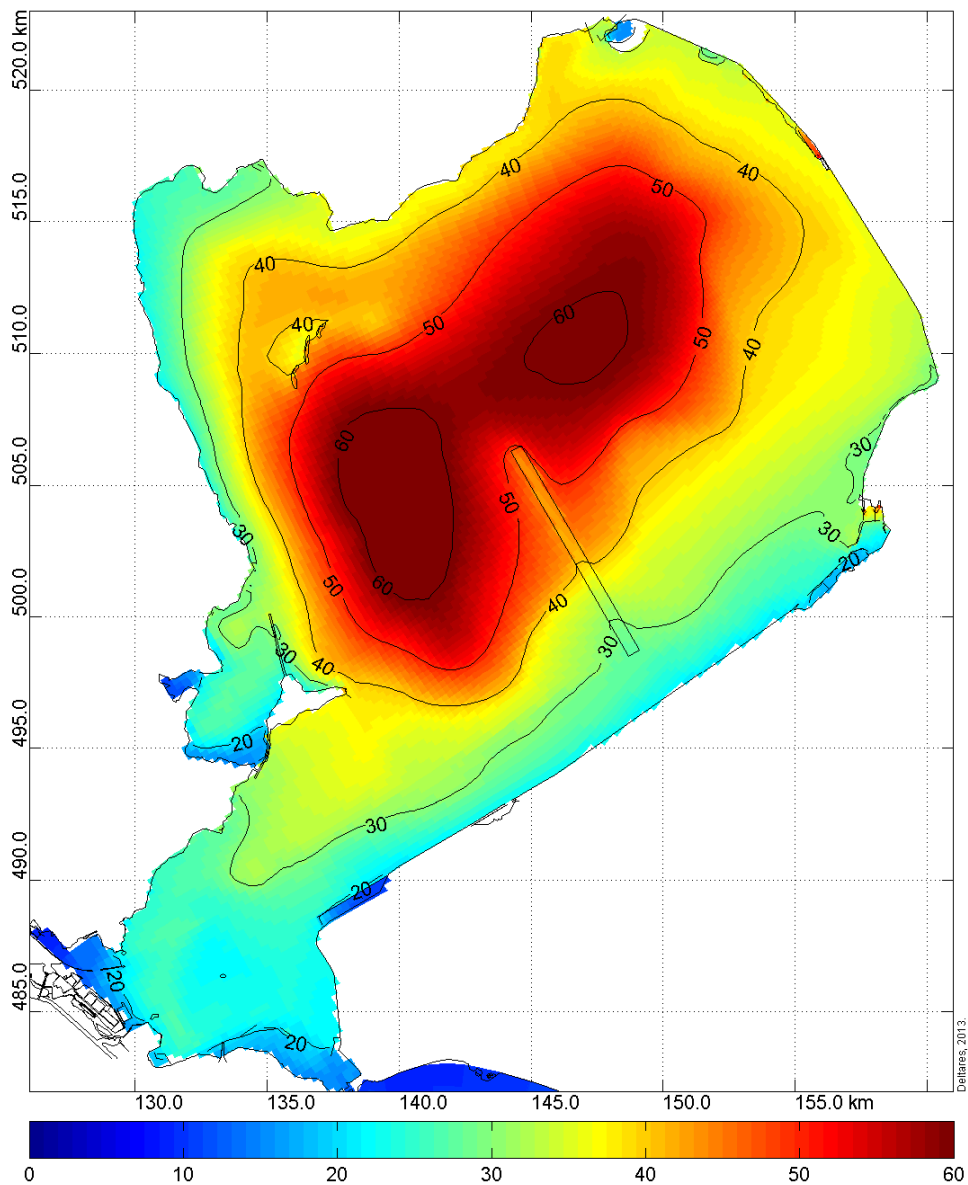
Figuur U.16 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur U.17 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

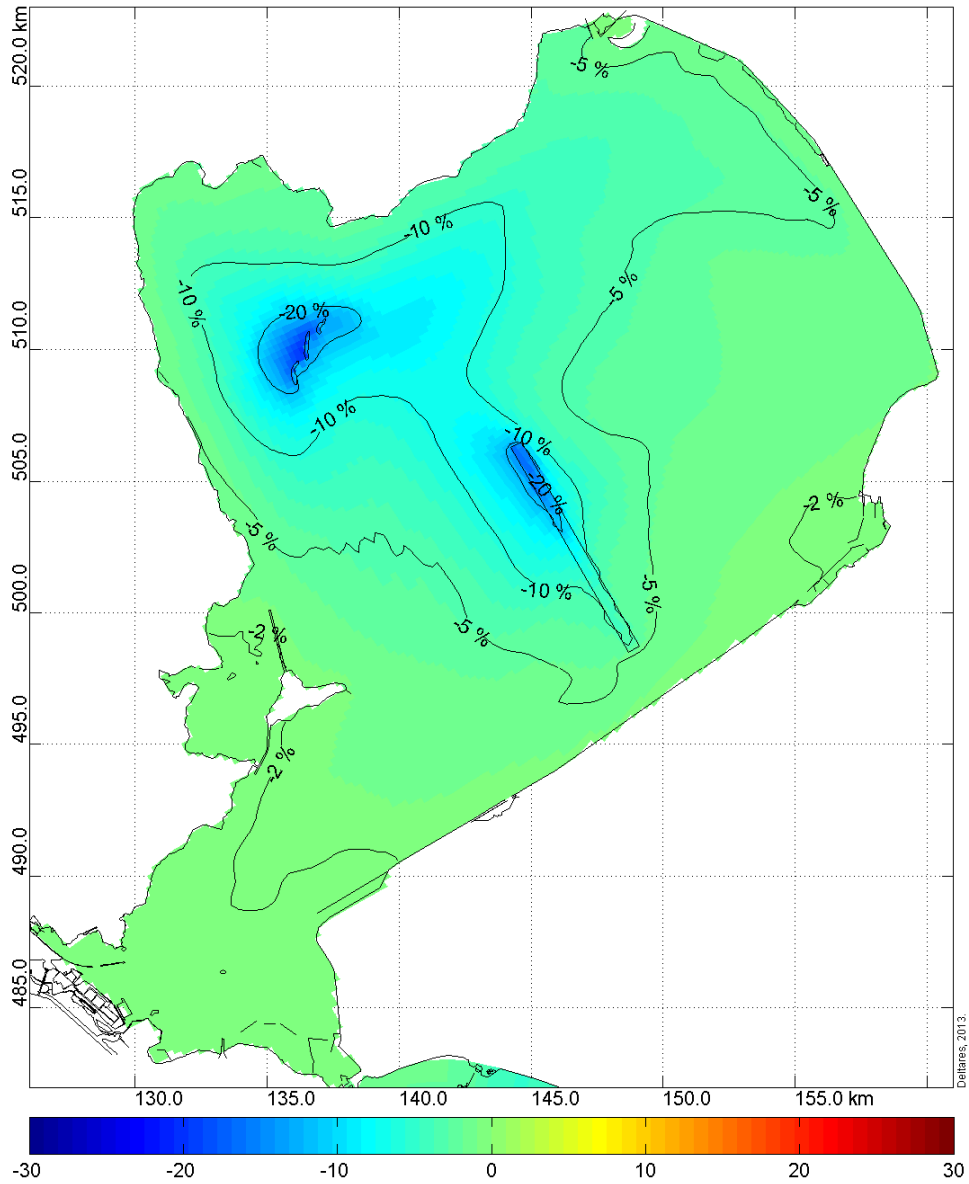
V Modelresultaten: voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost

MIRT4 + Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

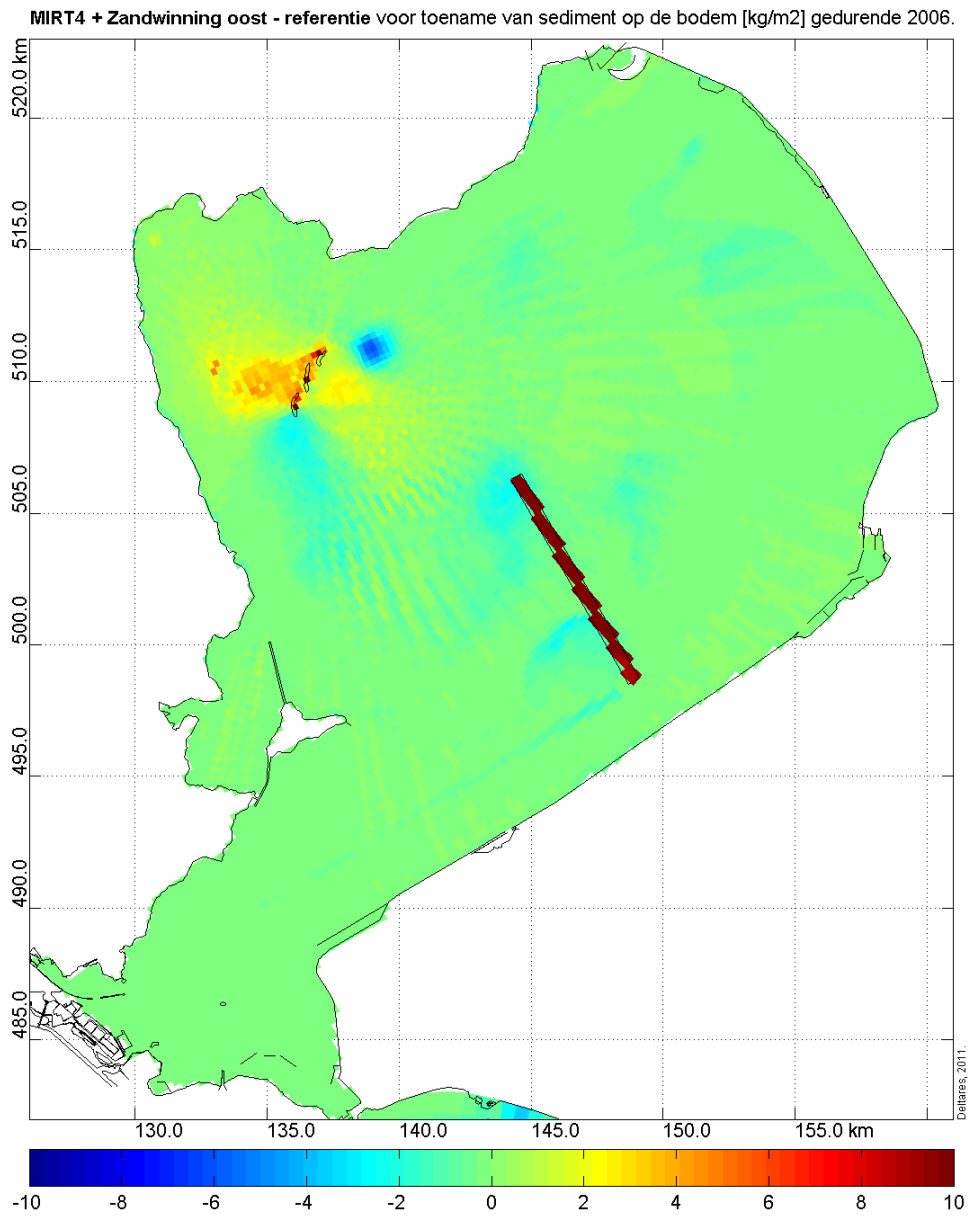


Figuur V.1 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

MIRT4 + Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

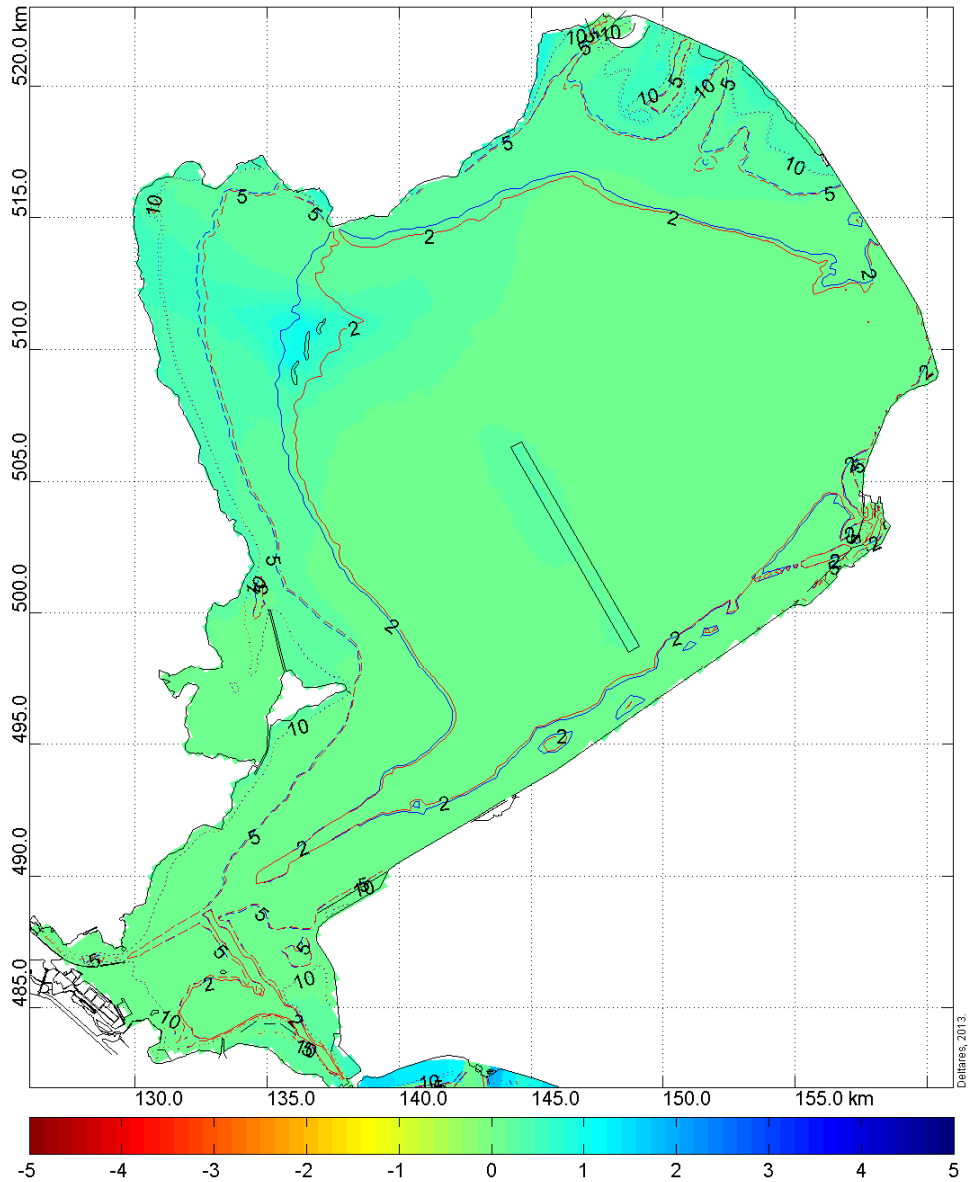


Figuur V.2 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

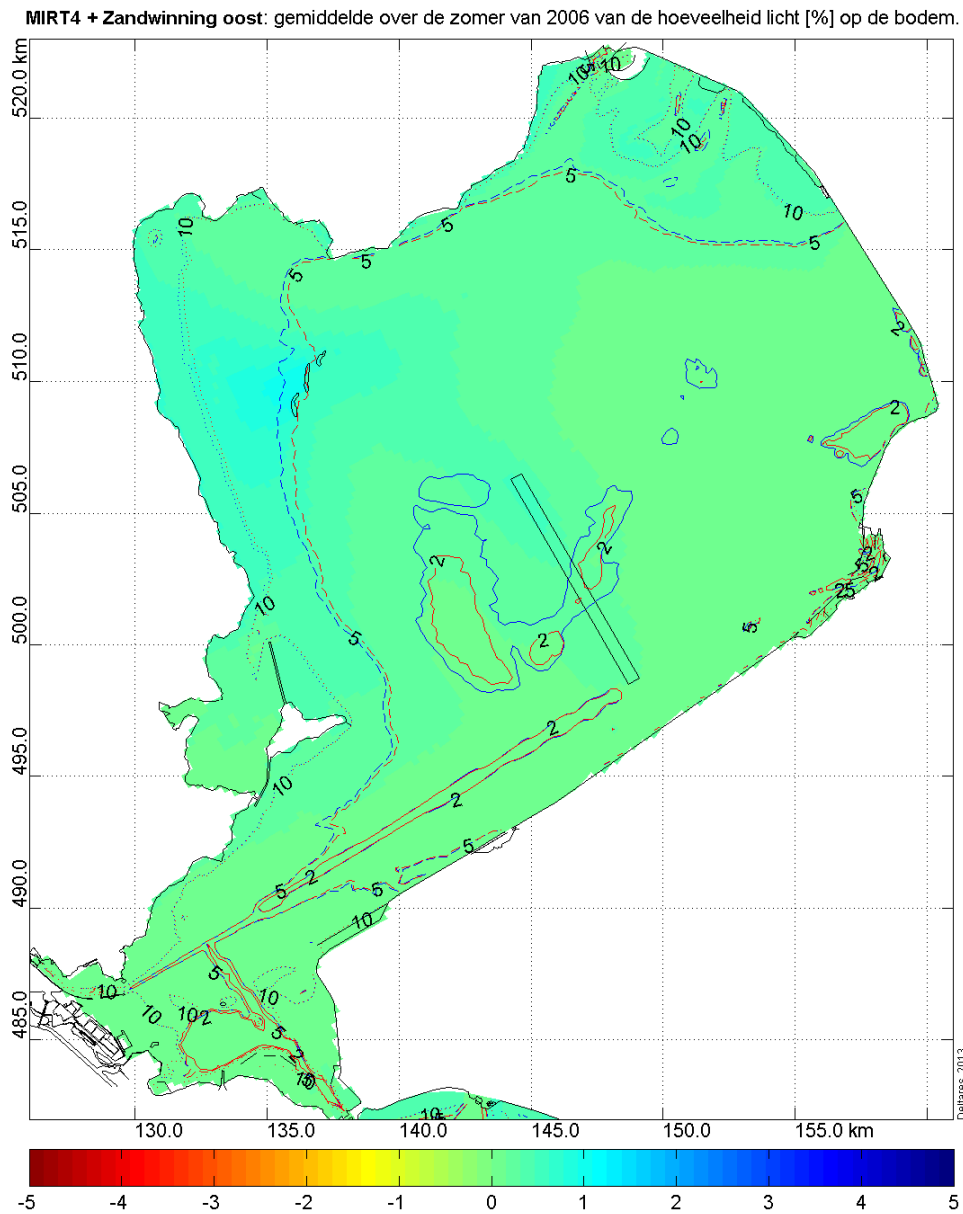


Figuur V.3 *Verskil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*

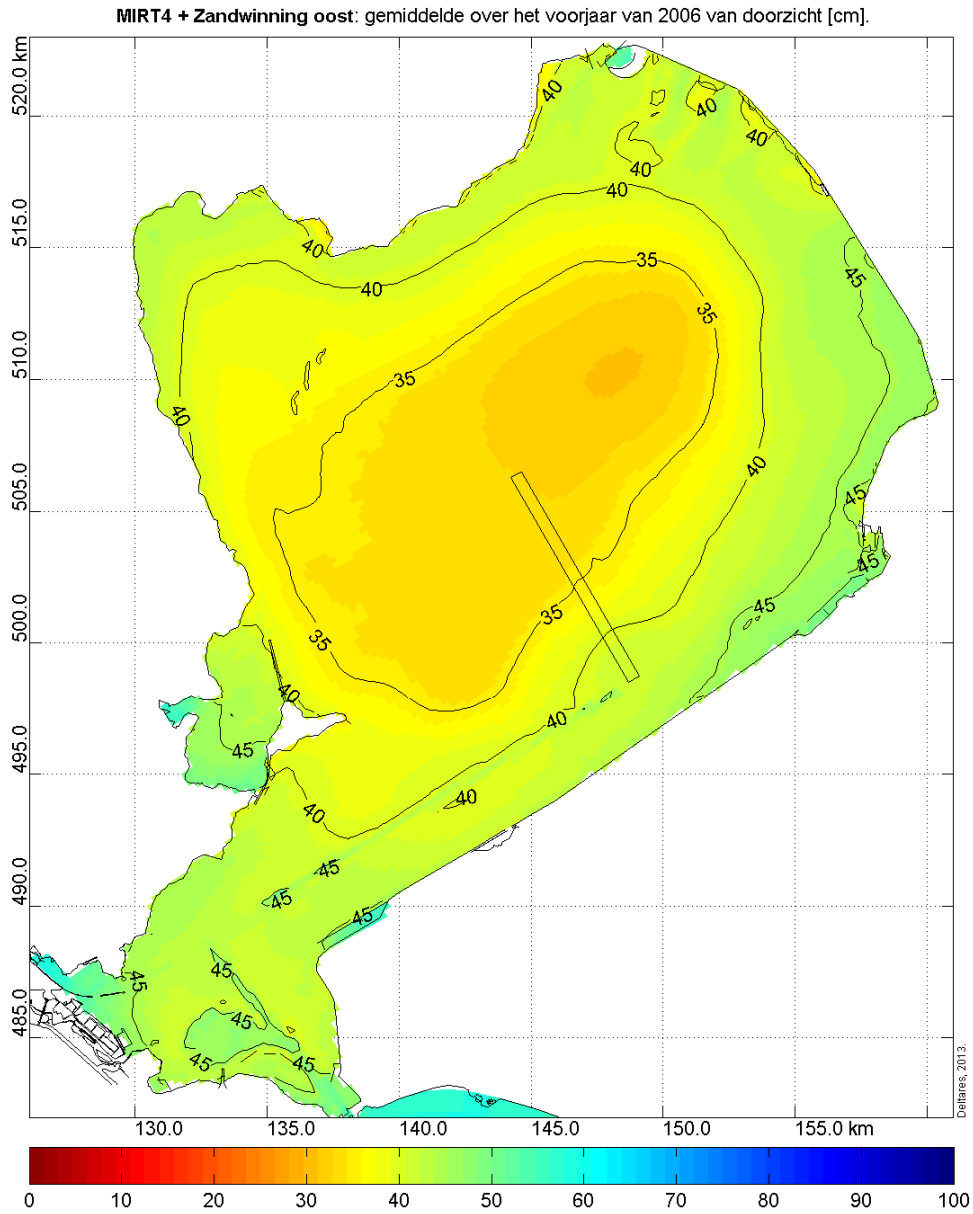
MIRT4 + Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.



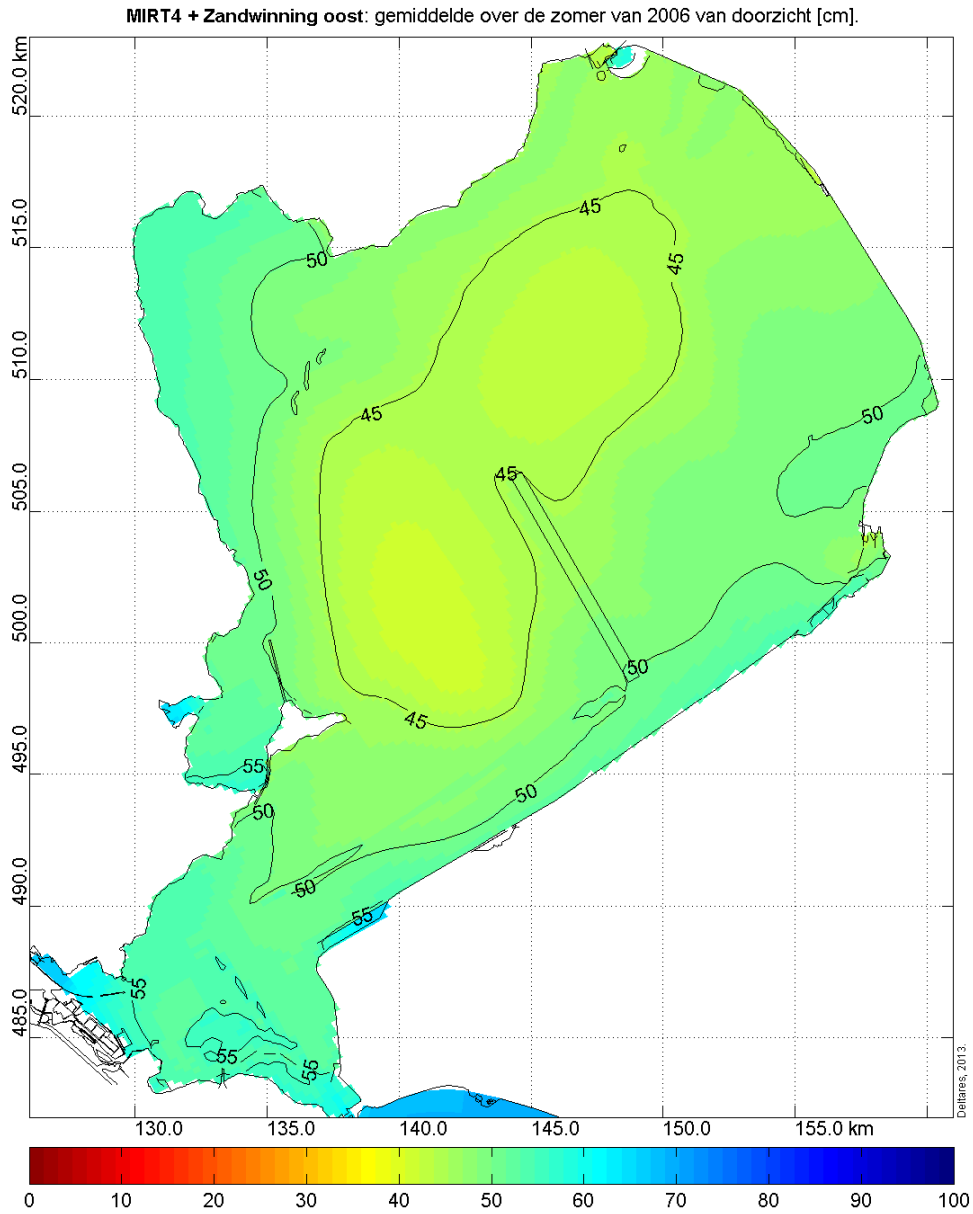
Figuur V.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).



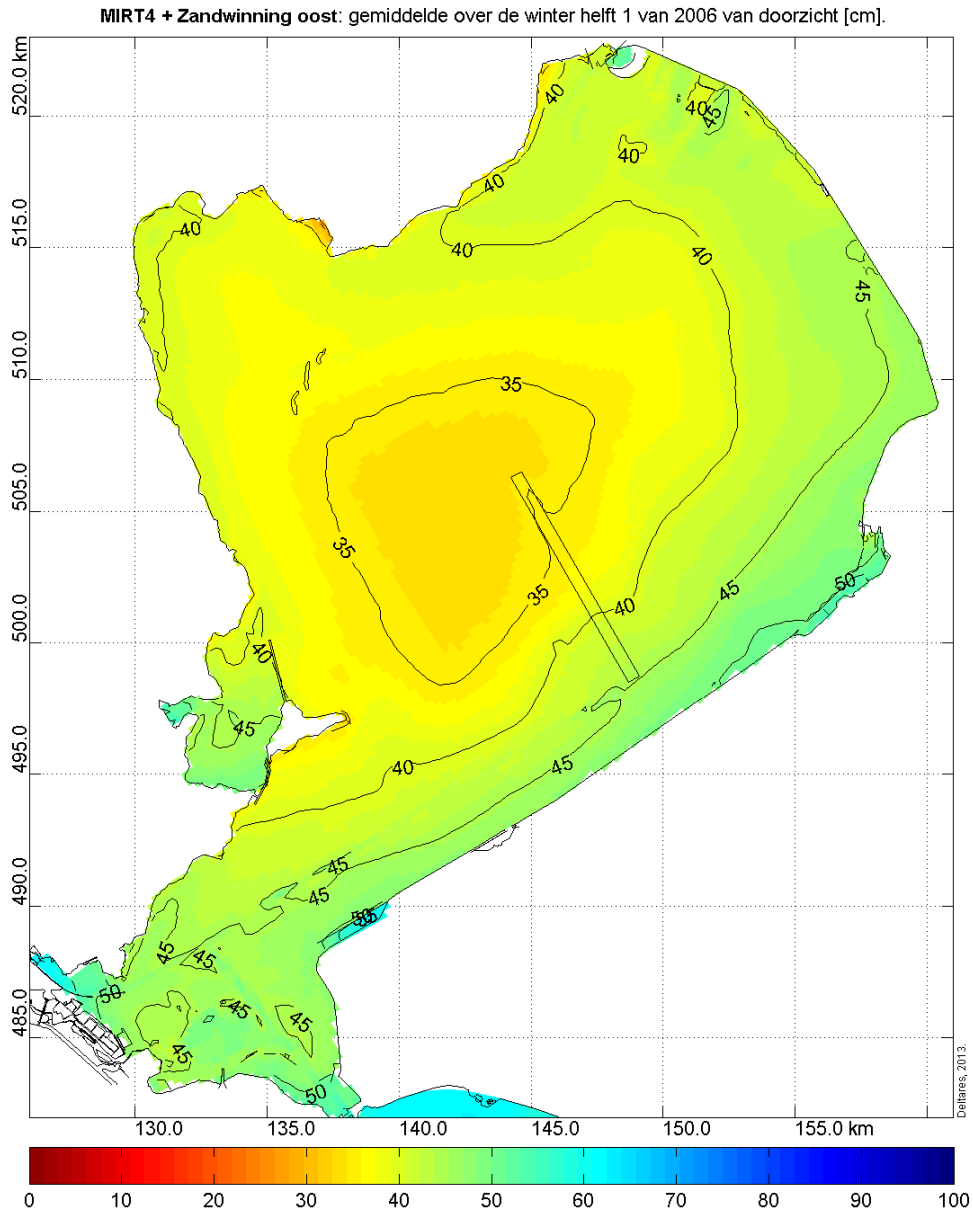
Figuur V.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).



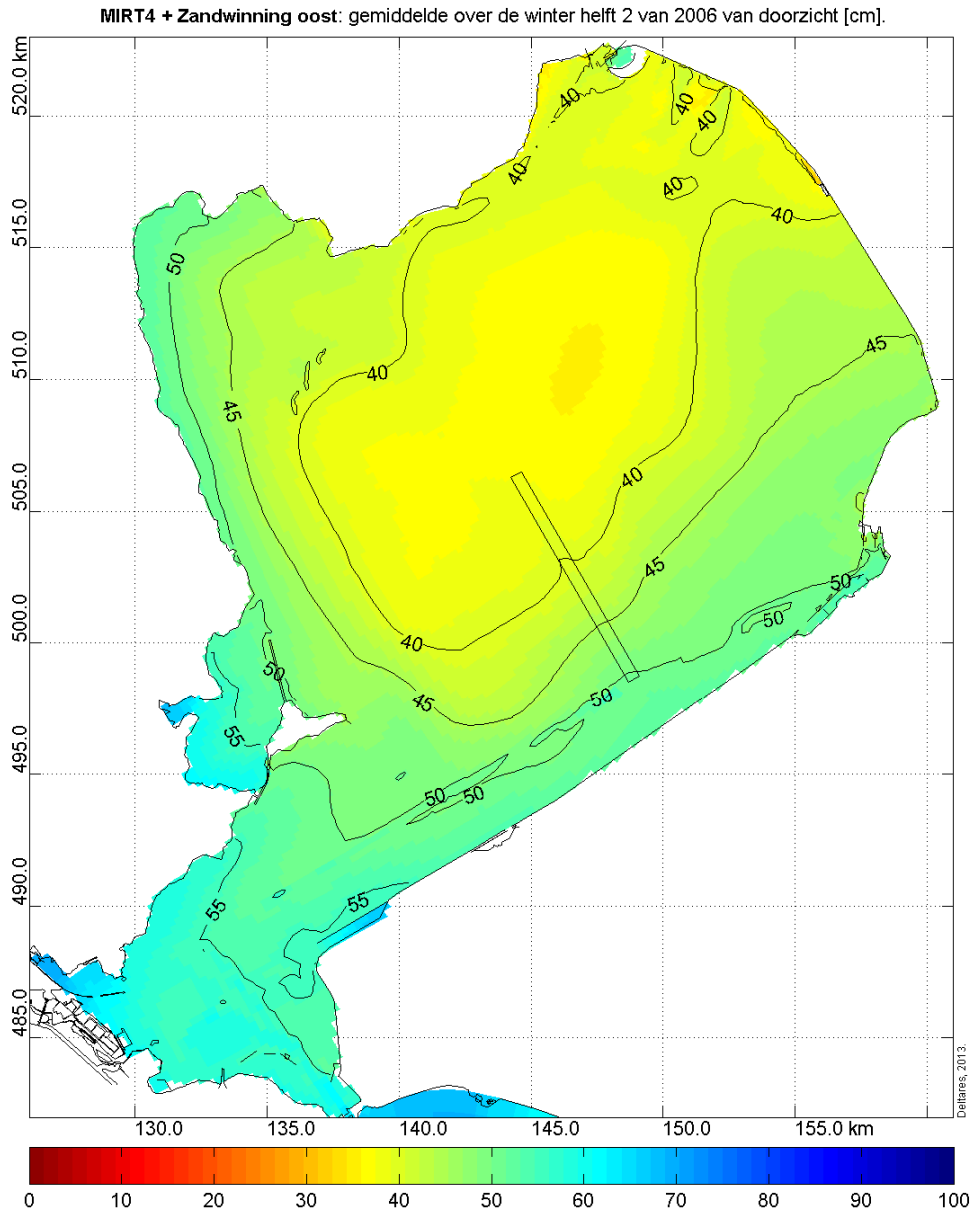
Figuur V.6 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



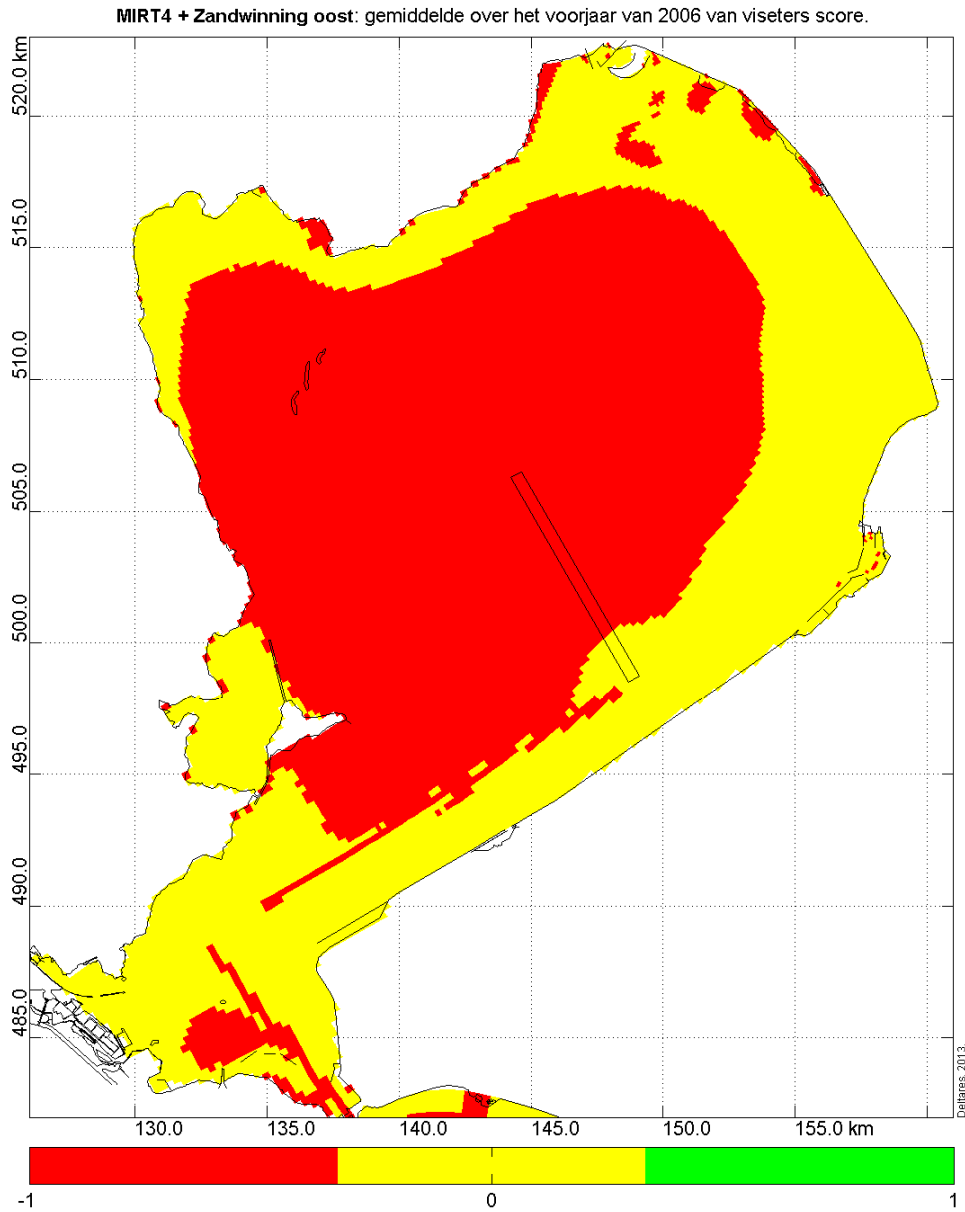
Figuur V.7 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



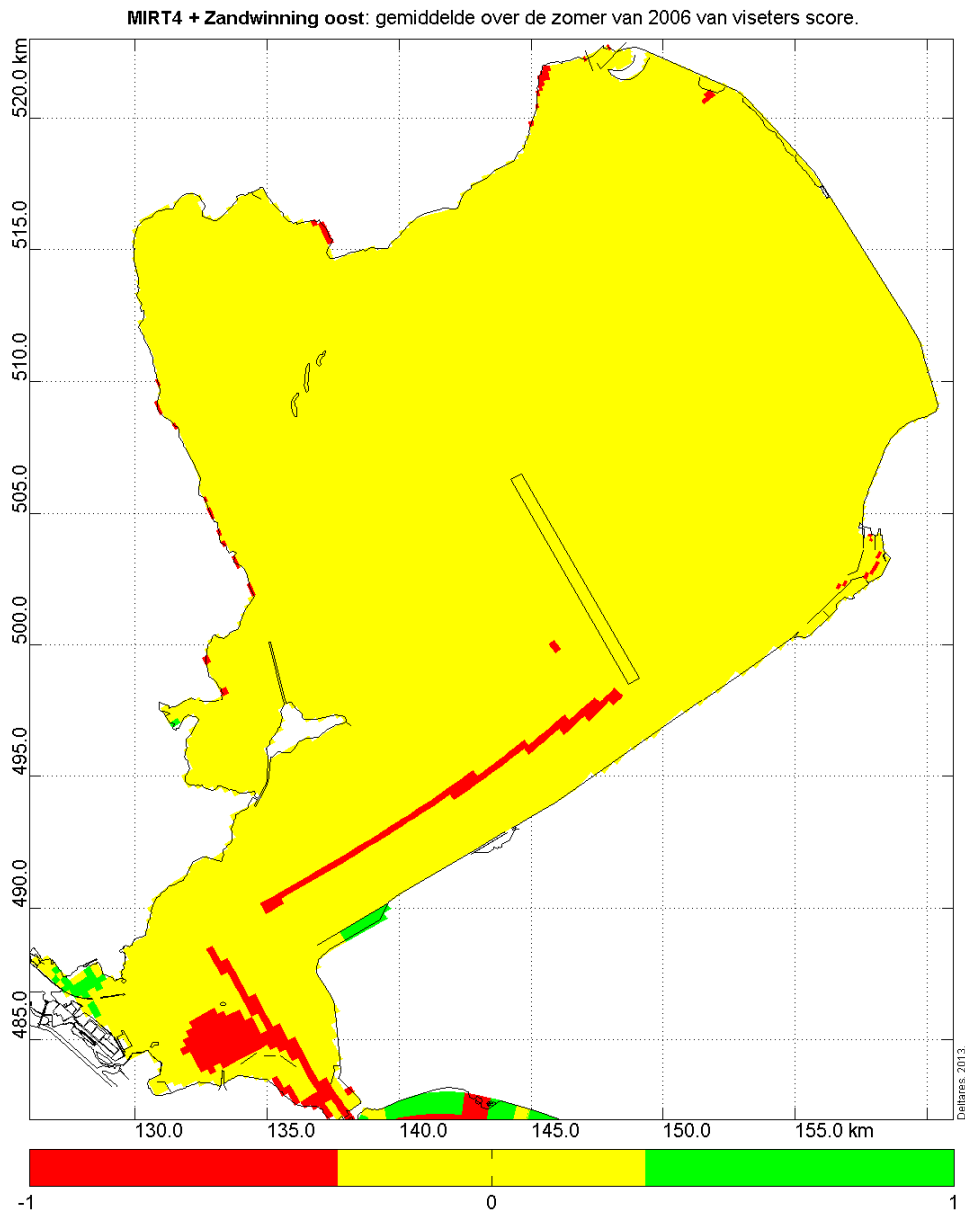
Figuur V.8 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].



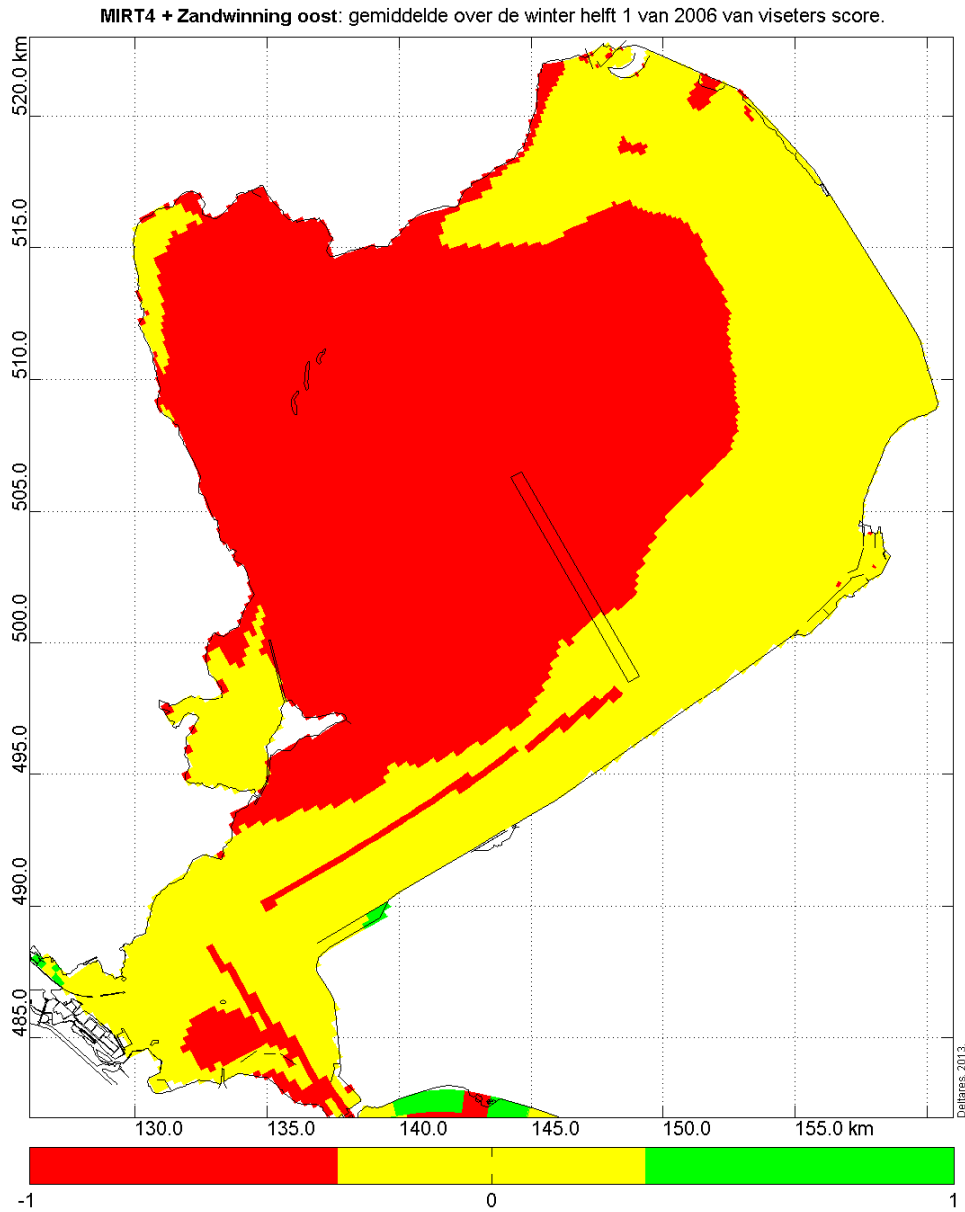
Figuur V.9 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



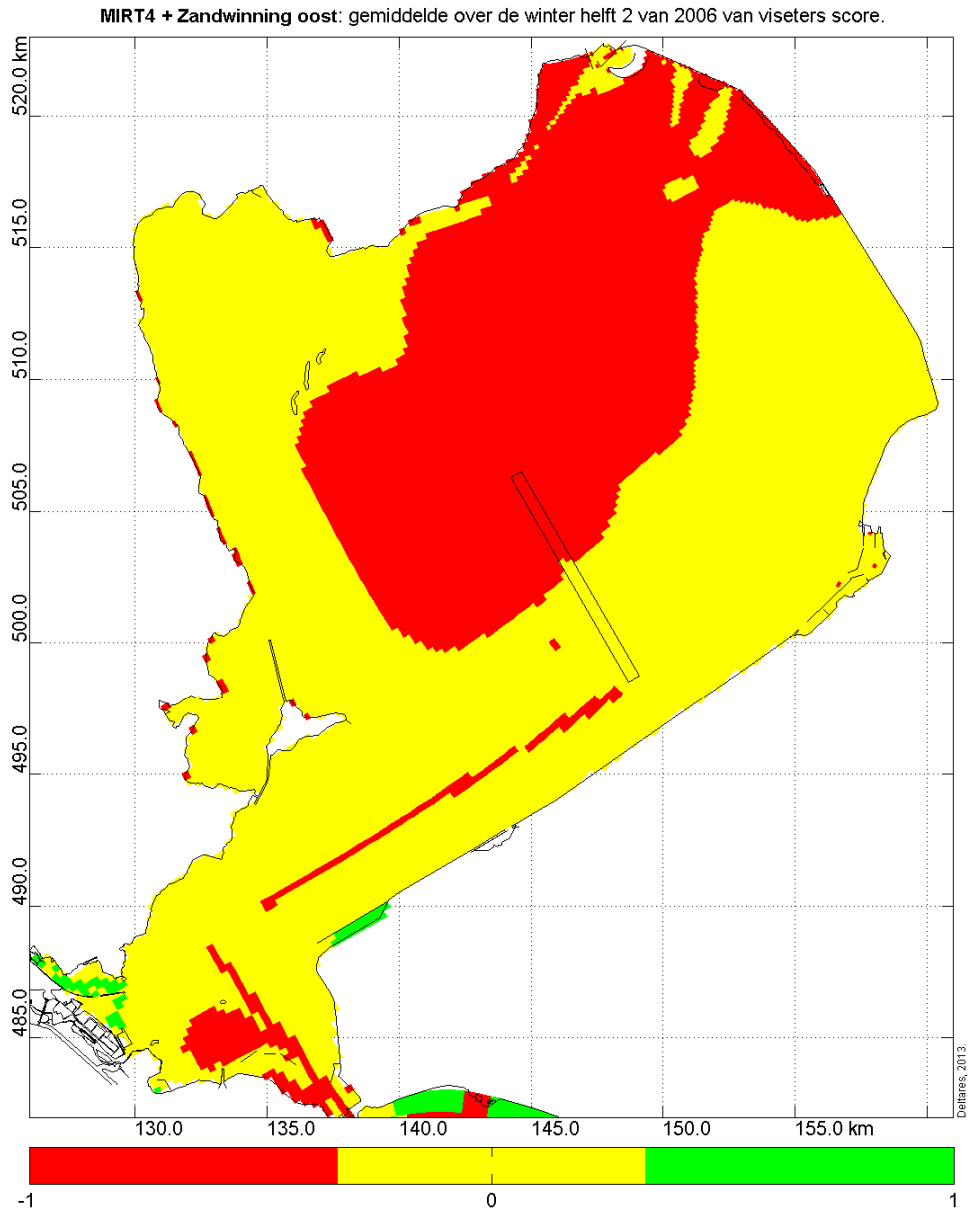
Figuur V.10 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



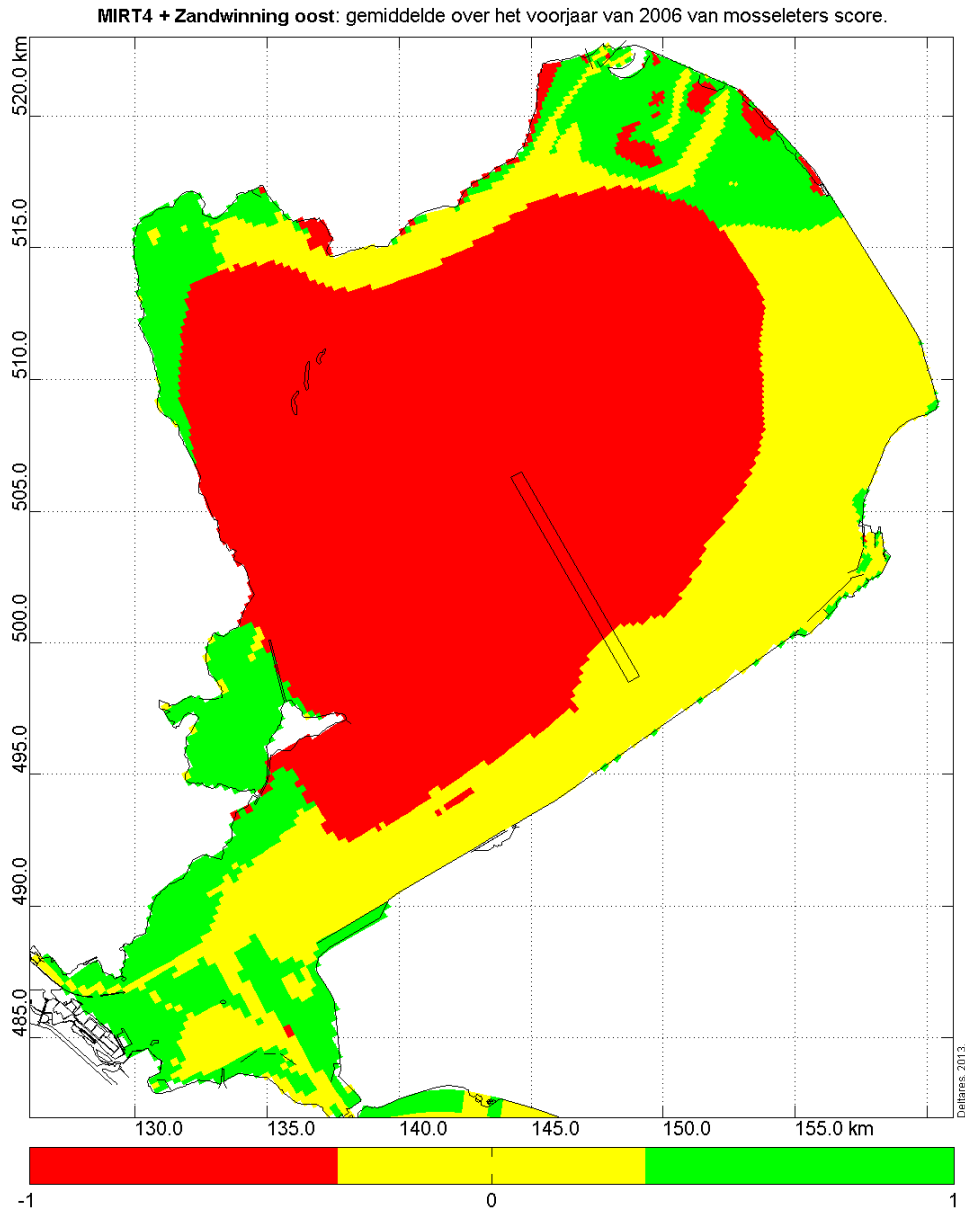
Figuur V.11 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



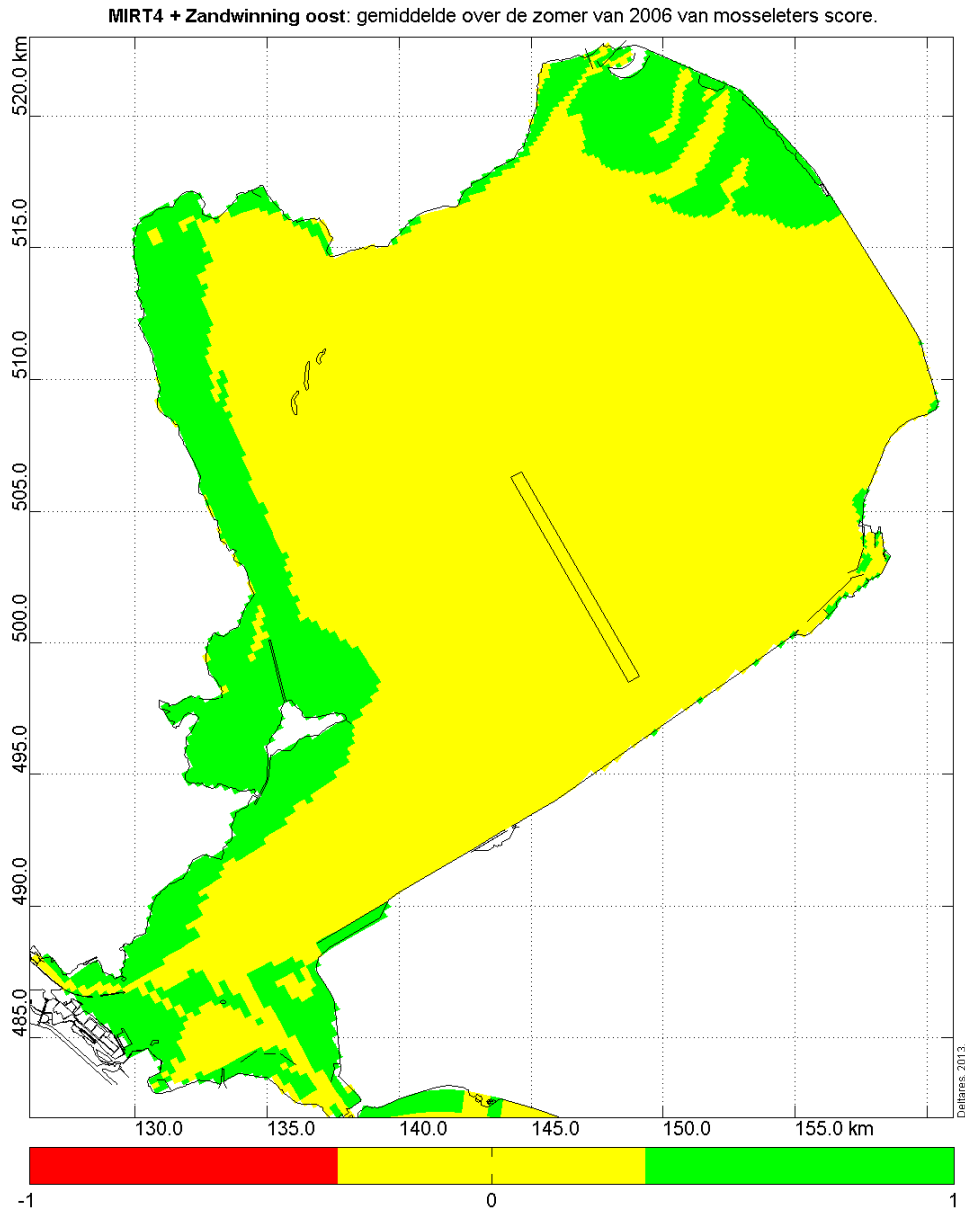
Figuur V.12 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



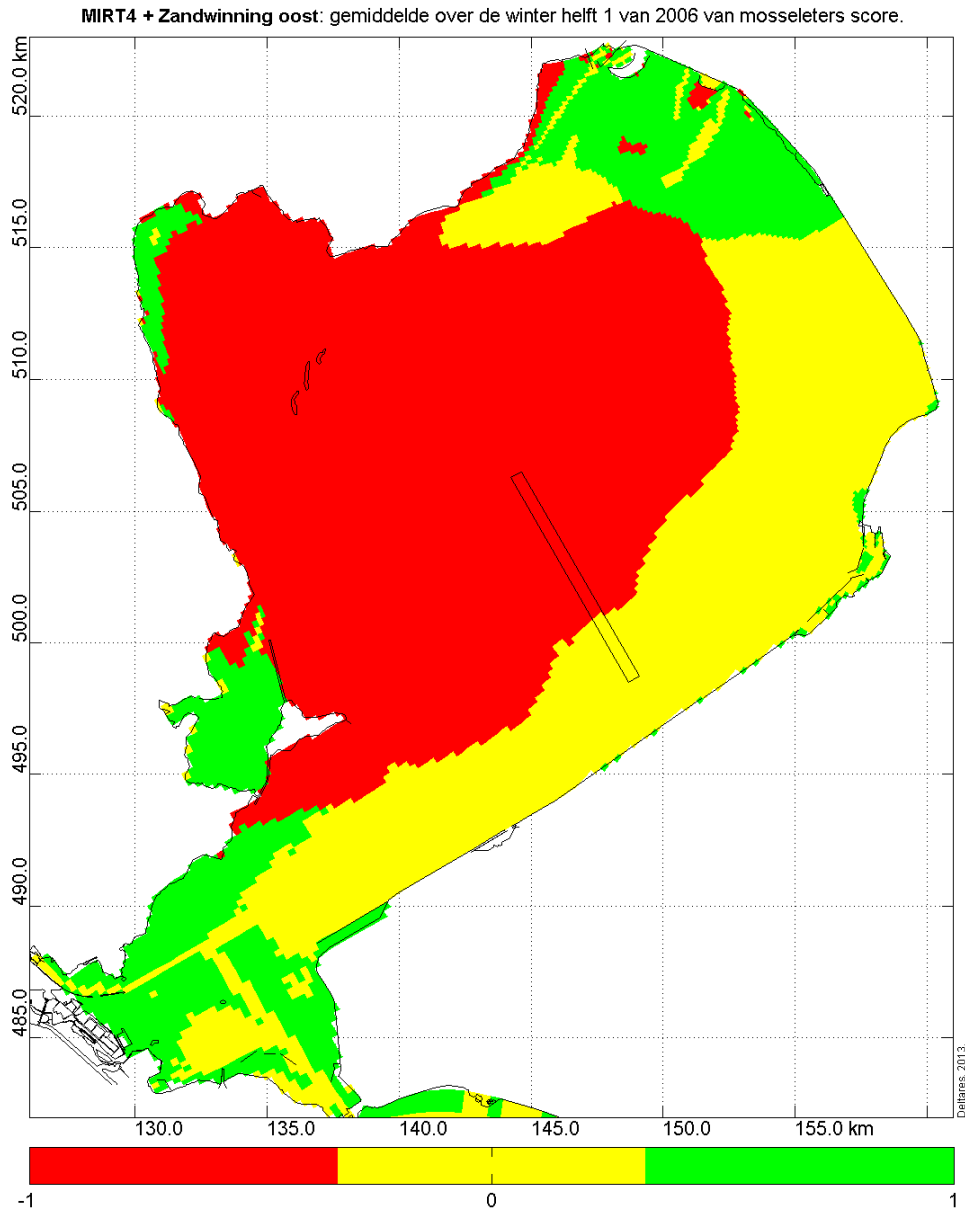
Figuur V.13 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



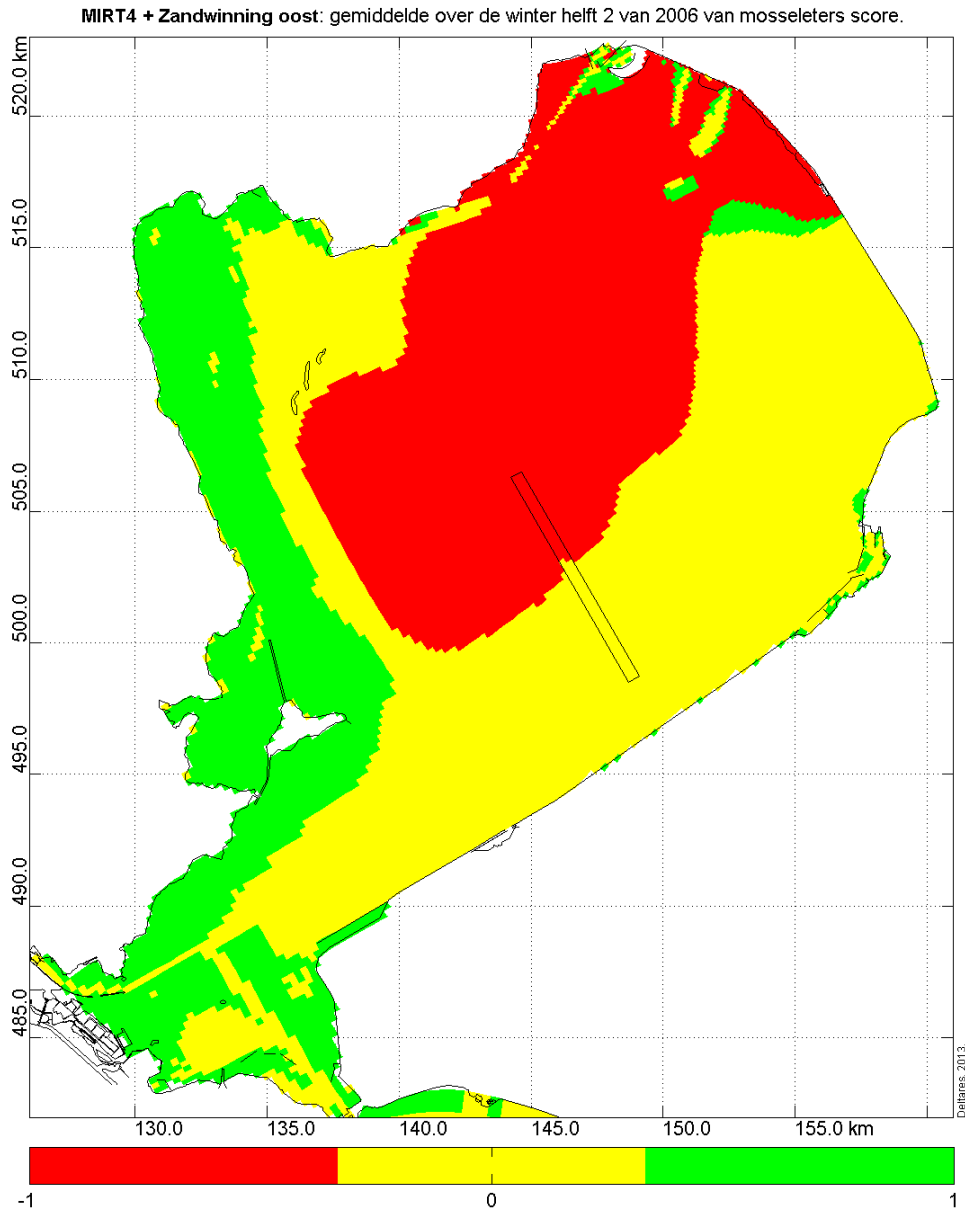
Figuur V.14 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur V.15 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: 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 V.16 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

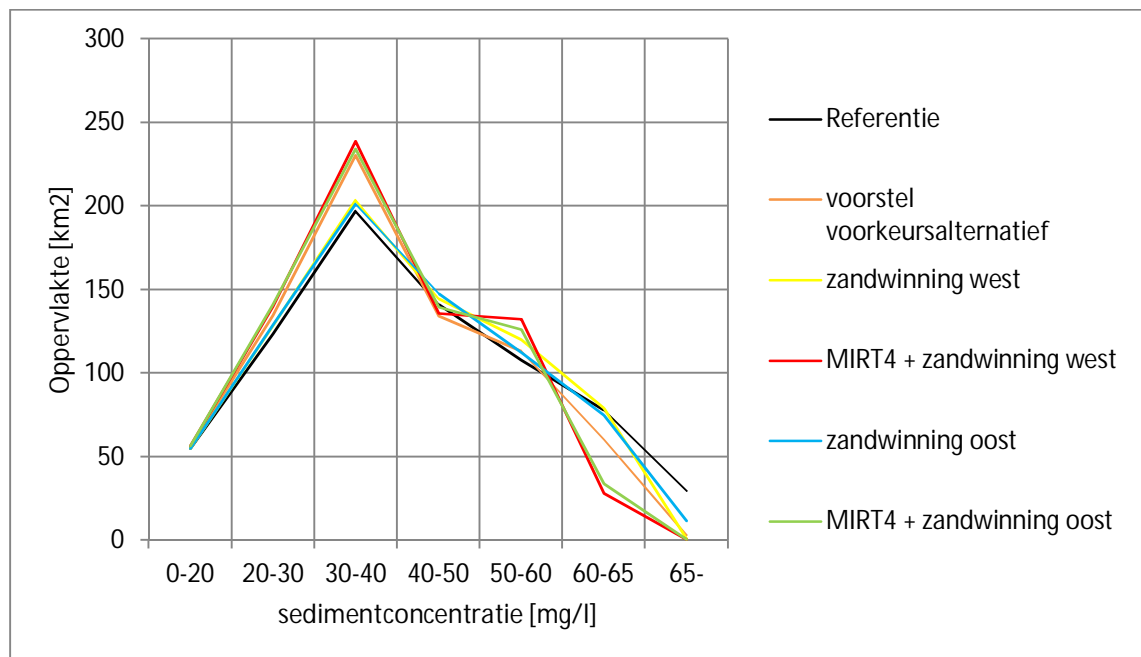


Figuur V.17 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

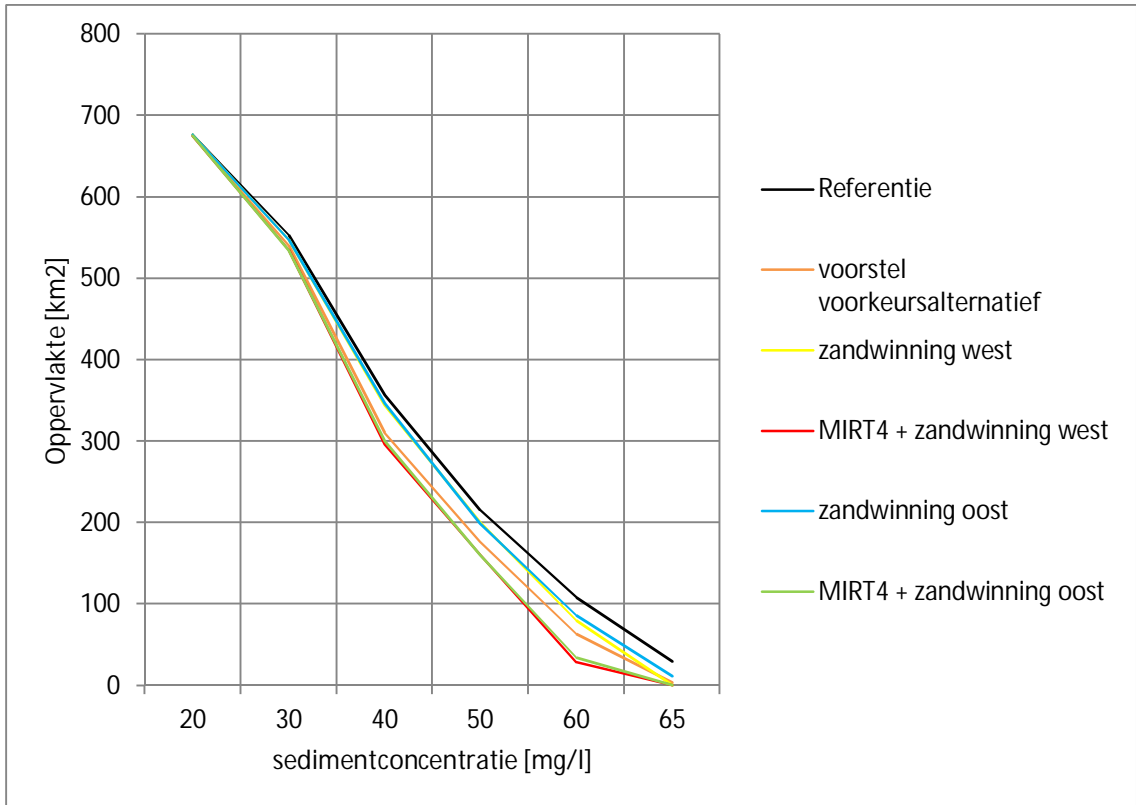
W Vergelijking resultaten sedimentconcentratie

Tabel W.1 Oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en scenario's.

sedimentconcentratie [mg/l]	Referentie	voorstel voorkeursalternatief (A)	zandwinning west (B)	A + B	zandwinning oost (C)	A + C
0.0-20.0	54.7	56.1	55.0	56.5	54.8	56.3
20.0-30.0	123.3	134.3	128.6	140.0	129.0	141.2
30.0-40.0	197	230.4	203.5	238.7	201.3	234.2
40.0-50.0	141	134.0	144.4	135.7	147.6	139.7
50.0-60.0	107.7	113.0	120.1	132.2	112.5	126.2
60.0-65.0	78	60.4	79.1	28.1	74.7	33.7
> 65.0	29.8	3.3	0.7	0.3	11.6	0.3



Figuur W.2 Oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en scenario's. MIRT4 = voorstel voorkeursalternatief.



Figuur W.3 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en scenario's. MIRT4 = voorstel voorkeursalternatief.

X Vergelijking resultaten – licht

Tabel X.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 groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
2.0	350.3	365.7	356.6	374.2	354.8	371.0
5.0	175.9	181.7	178.1	184.0	177.2	182.8
10.0	92.4	95.8	93.3	96.5	93.0	96.2
15.0	58.1	59.3	58.4	59.7	58.2	59.6

Tabel X.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	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0- 2.0	381.2	365.7	374.9	357.3	376.7	360.5
2.0- 5.0	174.4	184.0	178.5	190.3	177.6	188.2
5.0-10.0	83.5	85.9	84.8	87.5	84.2	86.6
10.0-15.0	34.3	36.5	35.0	36.8	34.8	36.6
> 15.0	58.1	59.3	58.4	59.7	58.2	59.6

Tabel X.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 groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
2.0	673.4	688.0	696.5	701.4	687.9	695.3
5.0	270.6	281.1	274.5	285.3	273.2	283.6
10.0	124.2	128.4	125.1	129.5	125.0	129.1
15.0	73.1	75.2	73.7	75.8	73.4	75.7

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

Licht [%] op de bodem groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0- 2.0	58.1	43.5	34.9	30.1	43.6	36.2
2.0- 5.0	402.7	406.9	422.1	416.1	414.8	411.7
5.0-10.0	146.4	152.7	149.4	155.7	148.2	154.5
10.0-15.0	51.1	53.2	51.4	53.7	51.6	53.4
> 15.0	73.1	75.2	73.7	75.8	73.4	75.7

Y Vergelijking resultaten – doorzicht

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.2	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	713.5	731.2	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.5	731.2	731.5	731.5	731.5	731.5
35.0	530.9	550.2	543.4	564.0	541.3	561.2
40.0	324.8	346.0	340.1	361.5	338.7	360.4
45.0	83.4	87.8	85.8	91.8	87.5	93.3
50.0	44.1	46.1	44.4	46.4	44.1	46.3
55.0	19.4	33.5	19.5	33.8	19.5	33.5
60.0	4.8	6.6	4.8	6.6	4.8	6.6
65.0	3.8	4.0	3.8	4.0	3.8	4.0
70.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	730.9	730.8	731.5	731.5
20.0-30.0	0.0	0.0	730.9	730.8	731.5	731.5
30.0-35.0	200.6	181.3	188.1	167.5	190.2	170.3
35.0-40.0	206.2	204.2	203.3	202.4	202.6	200.7
40.0-45.0	241.4	258.2	254.4	269.7	251.2	267.1
45.0-50.0	39.2	41.7	41.4	45.4	43.4	47.0
50.0-55.0	24.8	12.6	24.9	12.6	24.7	12.8
55.0-60.0	14.6	27.0	14.8	27.2	14.7	27.0
60.0-65.0	1.0	2.6	1.0	2.6	1.0	2.6
65.0-70.0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9
70.0-80.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
35.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
40.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
45.0	498.9	552.5	516.8	570.8	519.2	576.4
50.0	185.7	218.9	199.5	237.2	196.8	235.4
55.0	57.0	59.2	59.3	61.7	58.0	60.8
60.0	44.6	44.7	44.7	44.8	44.6	44.7
65.0	39.8	41.1	40.2	41.1	40.0	41.1
70.0	4.9	8.5	4.9	8.9	4.9	8.9
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0-40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0-45.0	232.6	179.0	214.7	160.6	212.3	155.0
45.0-50.0	313.1	333.6	317.3	333.6	322.4	341.0
50.0-55.0	128.7	159.7	140.2	175.6	138.8	174.6
55.0-60.0	12.4	14.6	14.7	16.9	13.4	16.1
60.0-65.0	4.8	3.6	4.5	3.7	4.6	3.7
65.0-70.0	34.9	32.6	35.3	32.1	35.0	32.1
70.0-80.0	4.9	8.5	4.9	8.9	4.9	8.9
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
25.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.3	731.4	731.3	731.4	731.3	731.4
35.0	627.2	644.7	638.0	658.0	633.8	652.5
40.0	363.7	372.6	369.6	379.1	368.5	377.7
45.0	157.1	159.7	159.7	162.3	160.2	162.7
50.0	52.4	52.6	52.4	52.7	52.6	52.7
55.0	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3
60.0	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
65.0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
70.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0-25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0-30.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1
30.0-35.0	104.0	86.7	93.3	73.5	97.5	78.8
35.0-40.0	263.5	272.1	268.4	278.9	265.3	274.9
40.0-45.0	206.6	212.9	209.9	216.8	208.4	215.0
45.0-50.0	104.7	107.0	107.3	109.6	107.6	109.9
50.0-55.0	13.1	13.4	13.1	13.4	13.3	13.5
55.0-60.0	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9
60.0-65.0	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
65.0-70.0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
70.0-80.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	730.8	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	731.5	730.8	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
35.0	723.9	731.3	730.9	731.3	730.7	731.3
40.0	461.8	494.3	473.4	512.2	470.5	507.5
45.0	326.1	340.2	333.8	348.3	332.5	346.7
50.0	177.3	188.9	184.3	196.6	186.2	198.7
55.0	89.1	92.0	91.3	95.5	91.7	96.2
60.0	29.9	32.7	30.9	33.1	30.5	33.0
65.0	17.0	19.7	17.2	19.7	17.2	19.7
70.0	2.9	4.1	2.9	4.1	2.9	4.1
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	7.5	0.2	0.6	0.2	0.8	0.2
35.0-40.0	262.1	237.0	257.5	219.1	260.2	223.8
40.0-45.0	135.7	154.1	139.6	163.9	138.0	160.8
45.0-50.0	148.7	151.3	149.5	151.7	146.2	148.0
50.0-55.0	88.3	96.9	93.0	101.1	94.5	102.4
55.0-60.0	59.2	59.4	60.5	62.4	61.2	63.2
60.0-65.0	12.9	13.0	13.6	13.4	13.3	13.4
65.0-70.0	14.1	15.6	14.3	15.6	14.3	15.6
70.0-80.0	2.9	4.1	2.9	4.1	2.9	4.1
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Z Vergelijking resultaten – viseters score

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	435.2	413.9	419.8	398.4	421.2	399.5
0.0	293.3	314.5	308.7	330.1	307.2	329.0
1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6
0.0	685.6	685.6	685.5	685.5	685.6	685.5
1.0	18.3	18.3	18.4	18.5	18.3	18.4

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	398.7	389.9	392.9	383.5	393.9	384.9
0.0	324.1	332.9	329.9	339.3	328.9	338.0
1.0	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	300.8	268.5	289.3	250.7	292.1	255.5
0.0	420.5	451.5	431.5	469.2	429.0	464.4
1.0	10.2	11.5	10.7	11.6	10.4	11.6

AA Vergelijking resultaten – mosseleters score

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	406.7	385.5	391.3	369.9	392.8	371.1
0.0	198.7	210.5	210.2	221.9	209.8	222.2
1.0	126.0	135.5	130.0	139.7	128.9	138.2

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	561.4	561.4	561.4	561.4	561.4	561.4
1.0	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	367.8	358.9	361.9	352.4	362.9	353.8
0.0	232.4	235.1	237.5	240.4	237.0	239.8
1.0	131.3	137.5	132.1	138.7	131.5	137.9

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	269.7	237.2	258.1	219.2	261.0	224.0
0.0	294.2	322.1	305.1	336.7	302.5	333.6
1.0	167.6	172.3	168.3	175.5	168.0	173.9



Datum
14 juli 2015

Ons kenmerk
1209619-000-ZWS-0003

Pagina
119/119

Bijlage V

Overige projecten autonome ontwikkeling

Cumulatie met scheepvaart

Ontwikkeling

Jachthaven Uitdam Op 22 september 2011 is een Nbwet-vergunning verleend voor de uitbreiding van Camping-Jachthaven Uitdam van 300 naar 550 ligplaatsen voor boten in en in de nabijheid van het Natura-2000-gebied 'Markermeer en IJmeer'. De verleende beschikking ziet op maximaal 300 ligplaatsen voor boten <10m en minimaal 250 ligplaatsen voor boten >10meter. Het merendeel van de extra vaartuigen afkomstig van de uitbreiding in Uitdam (grote botenvang 10-16 meter) is vanwege de grootte en diepgang gebonden aan vaargeulen en hoofdvaarroutes.

Jachthaven Marina Kaap Hoorn Op 16 oktober 2012 is een Nbwet-vergunning verleend voor de realisatie en het gebruik van jachthaven Marina Kaap Hoorn ter hoogte van het bedrijventerrein "Schelphoek" te Hoorn in het Markermeer. Deze jachthaven is nog niet gerealiseerd. Het gaat om een jachthaven met 800 ligplaatsen en tevens de verplaatsing van het huidige zeilcentrum gelegen aan de Vluchthaven te Hoorn. De jachthaven faciliteert in hoofdzaak grote boten vanaf 10 meter voor de pleziervaart. In de praktijk concentreert de grote watersport (kajuitzeil en motorboten > 6m) zich op een aantal (niet betonde) vaarroutes tussen havens onderling en tussen havens en de sluisen. De reikwijdte van het zeilcentrum veranderd in de nieuwe situatie niet (max. 5km uit de kust). De indeling van de Jachthaven Kaap Hoorn is als volgt:

Bootlengte (m)	Aantal ligplaatsen	Percentage (%)	Boxlengte (m)	Boxbreedte (m)
7	0	0,0	8	3,00
8	0	0,0	9	3,25
9	7	0,9	10	3,75
10	93	11,6	11	4,00
11	175	21,9	12	4,50
12	195	24,4	13	4,75
13	175	21,9	14	5,00
14	45	5,6	15	5,00
15	24	3,0	16	5,25
16	86	10,8	17	5,75

Natuurhaven Muiden (in procedure) Het plan voorziet in de aanleg en het gebruik van een buitendijkse haven ten westen van de Vecht voor de kust van Muiden en het KNSF-terrein in het IJmeer. De natuurhaven voorziet in ligplaatsen voor grote kajuitzeiljachten, allen gebonden aan diep water. Het gaat specifiek om 500 vaste ligplaatsen en passantplaatsen en een kade t.b.v. zeilende beroepsvaart tot een lengte van 40 m. Het gaat om een totale capaciteit van 25 charters en 200 passanten. Daarnaast wordt voorzien in de aanleg van een buitendijks natuureiland van 3,08 ha.

NDSM-haven Amsterdam Op 28 juni 2011 is een Nbwetvergunning verleend voor de realisatie en het gebruik van een jachthaven ter plaatse van de voormalige NDSM-werf te Amsterdam. De voormalige NDSM-werf aan het IJ in het Amsterdamse havengebied staat via de Oranjesluisen in verbinding met het Markermeer-IJmeer (7 km afstand). Het gaat om een jachthaven met 342 ligplaatsen en een havenkantoor. Op basis van berekende uitvaarpercentages in relatie tot de boottypen die de haven faciliteert, blijkt dat er op een ideale dag maximaal 16 boten extra op het open water van het Markermeer-IJmeer vertoeven ('worst case'-scenario). Het gaat dan om de vaarbewegingen tijdens het vaarseizoen (1 april-1 november).

Jachthaven Oostmaat Op 29 oktober 2010 heeft Provincie Utrecht vergunning verleend voor de aanleg en het in gebruik hebben van een nieuwe jachthaven te Bunschoten in het

Eemmeer voor 90 ligplaatsen (netto uitbreiding van 70 ligplaatsen). Uit de effectenanalyse (Ecogroen Advies, 2008) blijkt dat deze jachthavenuitbreiding in het hoogseizoen leidt tot circa 3 extra boten per dag in Vogelrichtlijngebied.

***Jachthaven-
Watersportcentrum
De Eemhof***

Jachthaven-Watersportcentrum De Eemhof (verder JWC Eemhof) ligt aan het Nijkerkernauw (Zeewolde) op 2 kilometer van Vogelrichtlijngebied "Eemmeer". In 2010 heeft Provincie Flevoland de uitbreiding van JWC Eemhof beoordeeld als niet-vergunningplichtig in het kader van de Nbwet. Het betreft een uitbreiding met 200 ligplaatsen. Het gaat hier niet om een verblijfshaven maar een passantenhaven waardoor weliswaar het aantal vaarbewegingen lokaal kan toenemen (aantrekkende werking) maar netto er geen sprake is van toename van het aantal boten in het waterlichaam / vaste aanlegplaatsen in het betreffende deel van het waterlichaam.

Cumulatie met indirecte effecten

Ontwikkeling	
Zandwinning Boskalis	Boskalis gaat in het Markermeer zand winnen ten behoeve van een slibvang van 400 bij 2000 meter met een diepte van 50 meter. Hiervoor is een NBwetvergunning verleend.
Natuurontwikkelingsproject Zuidelijke IJmeerkust	Op 16 maart 2011 is aan gemeente Amsterdam een Nbwetvergunning verleend voor het natuurontwikkelingsproject Zuidelijke IJmeerkust. De natuurontwikkeling vindt plaats ten oosten van de Bocht van Ballast voor de Muidense kust. Het gaat om verontdiepingen, de aanleg van een luwtedam en het graven van een kreek in de Bocht van Ballast. Ook vinden hierdoor allerlei vaarbewegingen (lokaal) plaats.
IJburg (ontgrondingen 2^e fase)	Op 31 juli 2008 is aan de gemeente Amsterdam een vergunning verleend voor de realisatie van woonwijk "IJburg 2e fase" (kenmerk 2008/41903) nabij Natura 2000-gebied "Markermeer-IJmeer". In het kader van dit project vinden er ontgrondingen plaats en worden bestaande mosselbanken vernietigd. Het project voorziet ook in de aanleg van nieuwe mosselbanken waarvan er thans 2 zijn gerealiseerd in de IJburgbaai. De mosselbanken functioneren buitengewoon goed. Hoewel het wat betreft areaal beperkt is en (nog) niet in verhouding met het areaal dat verloren gaat, tonen recente monitoringsgegevens aan dat het biovolume dat thans op beide vakken groeit 793m ³ bedraagt. Dat is meer dan 2x het biovolume (349m ³) dat verloren gaat. De werkzaamheden zijn op dit moment in volle gang. Via voorschriften in de vergunning is echter geborgd dat slibverspreiding en vertroebeling beperkt blijft tot de planlocatie.
Dijkversterking Ommeringdijk Marken	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Rijkswaterstaat willen de Ommeringdijk te Marken in de Gouwezee buitendijks te versterken. Thans is nog geen vergunning aangevraagd maar is de Mer-procedure en de vaststelling van het projectplan Waterwet in volle gang. De verwachting is dat dit project volgend jaar wordt uitgevoerd.
Vergunning beroepsvisserij Markermeer-IJmeer	Er is vergunning verleend voor het beroepsmatig vissen op het Markermeer-IJmeer. Het gaat om 74 vissers (vergunninghouders) die in het IJmeer en Markermeer op Aal, Snoekbaars, Spiering, Baars, Wolhandkrab en op zogenaamde pootvis (Brasem, Kolblei, Blankvoorn en Rietvoorn) vissen. Beroepsvissers varen tegenwoordig niet altijd meer met een eigen schip en maken vaak gezamenlijk gebruik maken van een schip. Wie er gezamenlijk vissen op welk schip staat in het Visplan. Spieringvisserij is niet mogelijk in het Markermeer-IJmeer.
Markerwadden	Natuurmonumenten is bezig met het project Markerwadden is reeds een bestemmingsplan procedure doorlopen, voor het project is nog geen vergunning aangevraagd. Door realisatie van een grootschalige wetland in de vorm van een archipel van natuureilanden tussen Enkhuizen en Lelystad, verspreid over een gebied van circa 10.000 hectare. Dit uitgestrekte gebied bestaat uit windwadden, lagunes, slikplaten, rietvelden, vloedbossen en stranden. De eilanden worden met een rif tegen golfslag beschermd. Aan de diepere Lelystadse zijde komt vooral voedselrijk moeras. Aan de kant van het ondiepere Enkhuizerzand vooral zand- en schelpenbanken met ondiepe watervlaktes met waterplantenvegetaties.

Bijlage VI

Geohydrologische berekeningen Wiertsema



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Feithspark 6 9356 BZ Tolbert

Postbus 27 9356 ZG Tolbert

Netherlands

Tel. +31 (0)594 51 68 64

Fax +31 (0)594 51 64 79

E-mail: info@wiertsema.nl

Internet: www.wiertsema.nl

Kwelberekening

ontgroning Markerzand

VN-57586-3 | 25 mei 2015




Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Onderwerp: Ontgroning Markerzand
Projectnummer: VN-57586-3
Opdrachtgever: Mineralis
Postbus 31
8090 AA Wezep
Nr. opdrachtgever:
Datum: 25 mei 2015

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	18 september 2013	
2	14 oktober 2013	Aanpassingen n.a.v. overleg met het waterschap.
3	31 oktober 2013	Tesktuele aanpassingen n.a.v. reactie van opdrachtgever en waterschap.
4	19 december 2013	Uitbreiding met toename zoutgehalte in het Markermeer §4.4
5	25 mei 2015	Verwerken opmerkingen opdrachtgever

Opgesteld door:	ir. C.A. van den Hoven
Handtekening:	
Documentnummer:	R36162
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ir. C.A. van den Hoven



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en doel	1
1.2	Kwaliteitswaarborg	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Project	2
2.1	Bestaande onderzoeksgegevens.....	2
2.2	Projectbeschrijving.....	2
3	Geohydrologische beschrijving.....	4
3.1	Bodemopbouw.....	4
3.2	(Grond-)waterstanden.....	6
3.3	Kwelgrootte	7
3.4	Zoet-zout grensvlak.....	7
4	Verandering kwel.....	9
4.1	Uitgangssituatie	9
4.2	Kwilverandering	11
4.2.1	Variant 1a Westelijk alternatief + omputten	12
4.2.2	Variant 1b Westelijk alternatief + verwijderen deklaag.....	14
4.2.3	Variant 2a Oostelijk alternatief + omputten.....	15
4.2.4	Variant 2b Oostelijk alternatief + verwijderen deklaag	17
4.2.5	Effect stijghoogteverlaging op de freatische grondwaterstand.....	18
4.3	Invloed op waterkwaliteit.....	18
4.4	Toename zoutgehalte Markermeer.....	20
4.4.1	Ten gevolge van vrijkomend porienwater.....	20
4.4.2	Ten gevolge van toename kwel	21
4.4.3	Toename agv porienwater en kwel.....	22
4.5	Effect kwilverandering op overige effecten	22
4.5.1	Natuur.....	22
4.5.2	Landbouw / stedelijk gebied	23
4.5.3	Effecten waterwingebieden.....	24
5	Slotopmerkingen en aandachtspunten.....	25

Bijlagen

- 1 Polderstreefpeilen Flevoland
- 2 Berekenende kweleffecten westelijke inrichtingsvariant met slibvangput.
- 3 Berekenende verhoging van de stijghoogte voor de westelijke inrichtingsvariant met slibvangput
- 4 Berekenende kweleffecten oostelijke inrichtingsvariant met slibvangput.
- 5 Berekenende verhoging van de stijghoogte voor de oostelijke inrichtingsvariant met slibvangput
- 6 Chlorideconcentratie watervoerend pakket onder het Markermeergebied



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1 Inleiding

In opdracht van Mineralis te Hattemerbroek heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners bv ten behoeve van de geplande ontgroning van het Markerzand een kwelberekening uitgevoerd.

1.1 Aanleiding en doel

Aanleiding tot de kwelberekening is de voorgenomen ontgroning. Als onderdeel van de MER procedure worden verschillende varianten beschouwd. In voorliggend rapport worden de effecten op de kwel van een viertal varianten beschouwd. De berekeningen zijn gebaseerd op regionale gegevens en dienen dan ook als indicatie te worden beschouwd.

Doel van voorliggende memo is om inzicht te krijgen in de gevolgen van de zandwinning het (tijdelijk) verwijderen van de slecht doorlatende deklaag) op de kwelsituatie in Flevoland en Noord-Holland.

1.2 Kwaliteitswaarborg

De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners voldoet aan de veiligheidsmanagementnorm VCA**.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport zijn de relevante gegevens voor het opstellen van een kwelberekening weergegeven. Hoofdstuk 2 wordt het project beschreven, waarna in hoofdstuk 3 een geohydrologische beschrijving van de locatie volgt. Vervolgens zijn in hoofdstuk 4 de resultaten van de kwelberekeningen weergegeven. Tenslotte volgen in hoofdstuk 5 enkele slotopmerkingen ten aanzien van het opgestelde advies.

2 Project

2.1 Bestaande onderzoeksgegevens

De kwelberekening is tot stand gekomen op basis van de volgende gegevens, te weten:

- ▲ Door LBP Sight opgestelde notitie over de inhoud van het milieueffectrapport, d.d. 22 mei 2013.
- ▲ Regionale gegevens betreffende de bodemopbouw; REGIS;
- ▲ Door LBP Sight opgestelde notitie: Geologische profielen op basis van Dino-gegevens, d.d. 24 mei 2013.
- ▲ Door waterschap Zuiderzeeland aangeleverde gegevens betreffende de peilgebieden, de kwel en de weerstand van de deklaag (zie bijlage 1).
- ▲ Door Deltares opgestelde Notitie Markerzand d.d. 31 mei 2013 betreffende de effecten van de zandwinning op de slibconcentratie.

De berekeningen zijn gebaseerd op regionale gegevens.

2.2 Projectbeschrijving.

Ten behoeve van de ontgroning worden twee alternatieve locaties beschouwd:

1. Het westelijk alternatief. Het betreft een 12 km lang tracé. Over een breedte van 350 m wordt de ontgroning uitgevoerd. De breedte van het zoekgebied is 3 x 350 m.
2. het oostelijk alternatief. Het betreft een 8,9 km lang tracé. Over een breedte van 472 m wordt de ontgroning uitgevoerd. De breedte van het zoekgebied bedraagt 3 x 472 m.

De ligging van de locaties is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Ligging projectlocaties



Ten aanzien van de uitvoeringswijze kunnen eveneens twee varianten worden beschouwd.

- a. Tijdelijk uitnemen en later weer terugbrengen van de bovengrond. Voorafgaand aan de zandwinning wordt een ca. 8 à 10 m dikke deklaag (klei, veen en fijn zand) afgegraven. Vervolgens wordt zand gewonnen. Nadat de zandwinning is beëindigd wordt de bovengrond teruggebracht ter plaatse van de reeds ontgonnen locaties. Deze werkzaamheden beslaan een gebied met een lengte van ongeveer 1,5 km. Van deze 1,5 km is 1 km niet voorzien van een deklaag. Dit resulteert erin dat over een lengte van maximaal 1 km geen sprake is van een afdichtende kleilaag.
- b. Ten behoeve van de winning wordt de bovengrond afgegraven en niet teruggestort, maar elders toegepast. Dit houdt in dat over de gehele tracélengte de afdichtende kleilaag ontbreekt.



3 Geohydrologische beschrijving

3.1 Bodemopbouw

Markermeer

Ter plaatse van het tracé wordt onder een circa 4 m diepe waterlaag een slecht doorlatende kleilaag aangetroffen de dikte van deze laag varieert van circa 8 tot maximaal 10 m. Vervolgens wordt een 200 m dik watervoerend pakket aangetroffen. Dit pakket is opgebouwd uit goed doorlatende zanden behorende tot de Formaties van Kreftenheye, Urk, Appelscha en Peize/Waalre. Lokaal, met name ter plaatse van het noordelijk deel van de locaties kunnen leemlagen voorkomen (zie figuur 3.1). De bovenkant van deze leemlaag kan in diepte variëren van -20 m tot -30 m N.A.P. Vooralsnog gaan we in de berekeningen uit van een "worst-case" benadering waarbij deze laag niet wordt meegenomen.



Figuur 3.1 Spreiding leemlaag

Flevopolder

In de Flevopolder wordt onder een maximaal 10 m dikke slecht doorlatende deklaag een zeer dik watervoerend zandpakket aangetroffen. Lokaal wordt dit pakket doorkruist door leem- en/of kleilagen met name op -25 m NAP en -50 m NAP.

Noord-Holland (Monnikendam – Edam)

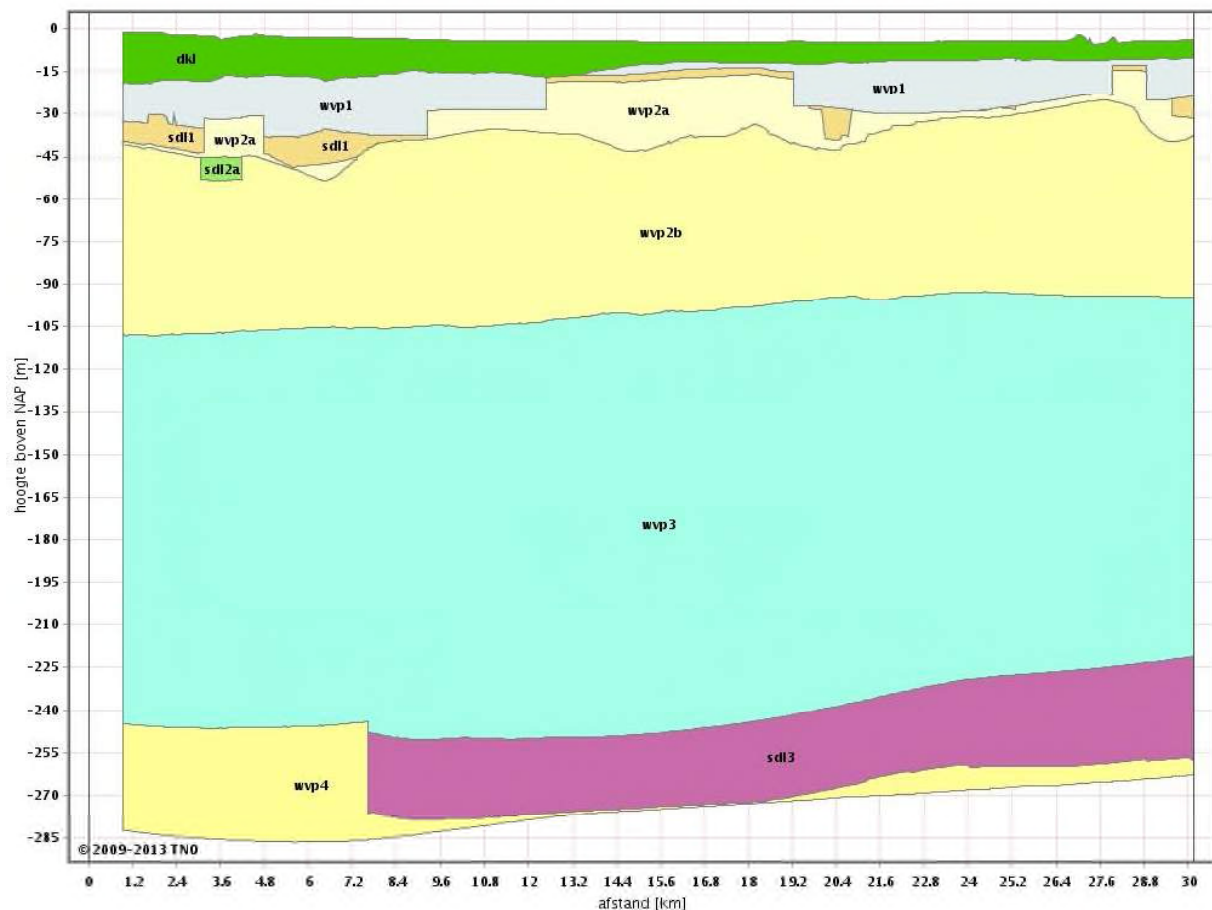
Over het tracé van Monnikendam tot Edam wordt onder een circa 15 m dikke holocene deklaag een watervoerend pakket aangetroffen met een dikte van ongeveer 15 à 20 m. Dit pakket wordt aan de onderzijde begrenst door leem- en (eem-)kleilagen, de 1^e scheidende laag. Deze heeft een dikte van ongeveer 5 à 10 m. Vervolgens wordt een ca 200 m dik doorgaand zandpakket aangetroffen.

Geohydrologische dwarsdoorsnede

In figuur 3.3 is een dwarsdoorsnede over het project gebied weergegeven (REGIS). De ligging van het tracé is weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2 Tracé geohydrologisch profiel



Figuur 3.3 Geohydrologisch dwarsprofiel (REGIS)

3.2 (Grond-)waterstanden

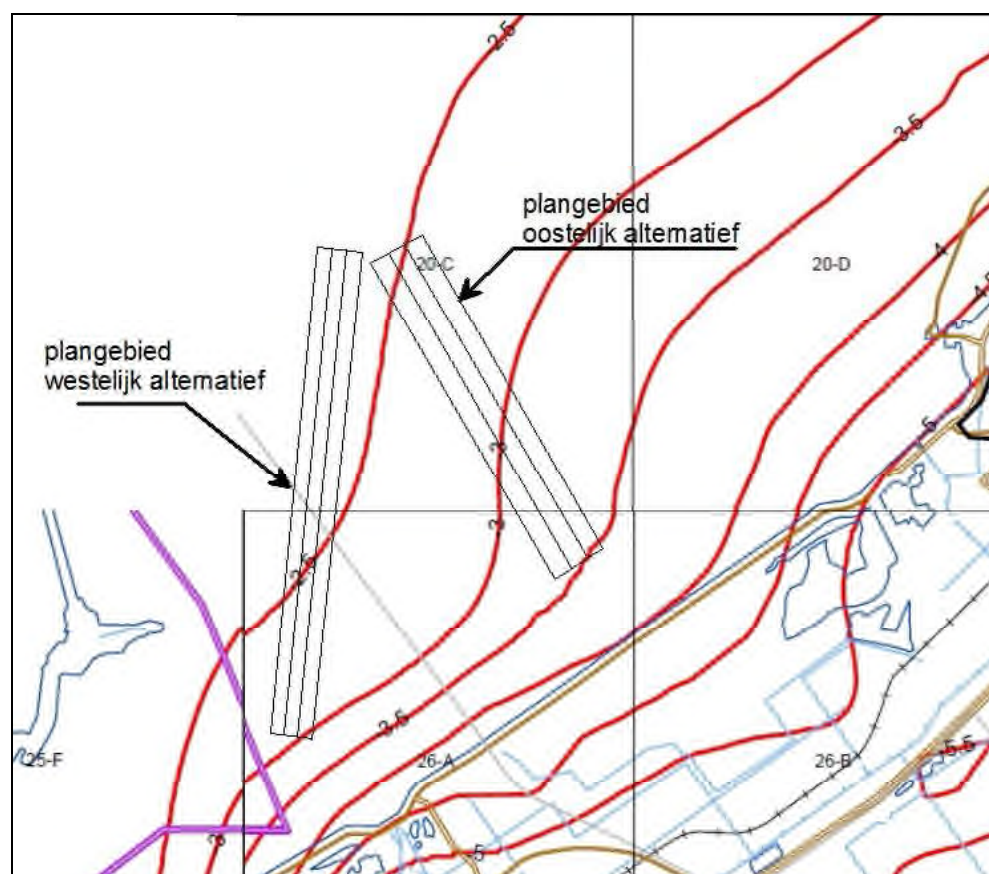
Waterpeilen

Het streefpeil van het Markermeer bedraagt respectievelijk 0,2 m- N.A.P. in de zomer en 0,4 m- N.A.P. in de winter.

Om inzicht te krijgen in de polderpeilen in Flevoland zijn peilgegevens opgevraagd bij waterschap Zuiderzeeland (zie bijlage 1). Het polderpeil voor Marken bedraagt -1,0 m N.A.P. Nabij Volendam is een waterpeil geregistreerd van -1,5 m N.A.P.

In figuur 3.4 is het isohypse patroon van het grondwater in het 1^e watervoerende pakket weergegeven (april 1995). Ter plaatse van de westelijke uitvoeringsvariant varieert de stijghoogte van -3 tot -2,5 m N.A.P. Ter plaatse van de oostelijke variant varieert de stijghoogte van -3,5 tot -2,5 m N.A.P.

De stromingsrichting van het diepe grondwater is zuidoostelijk gericht.



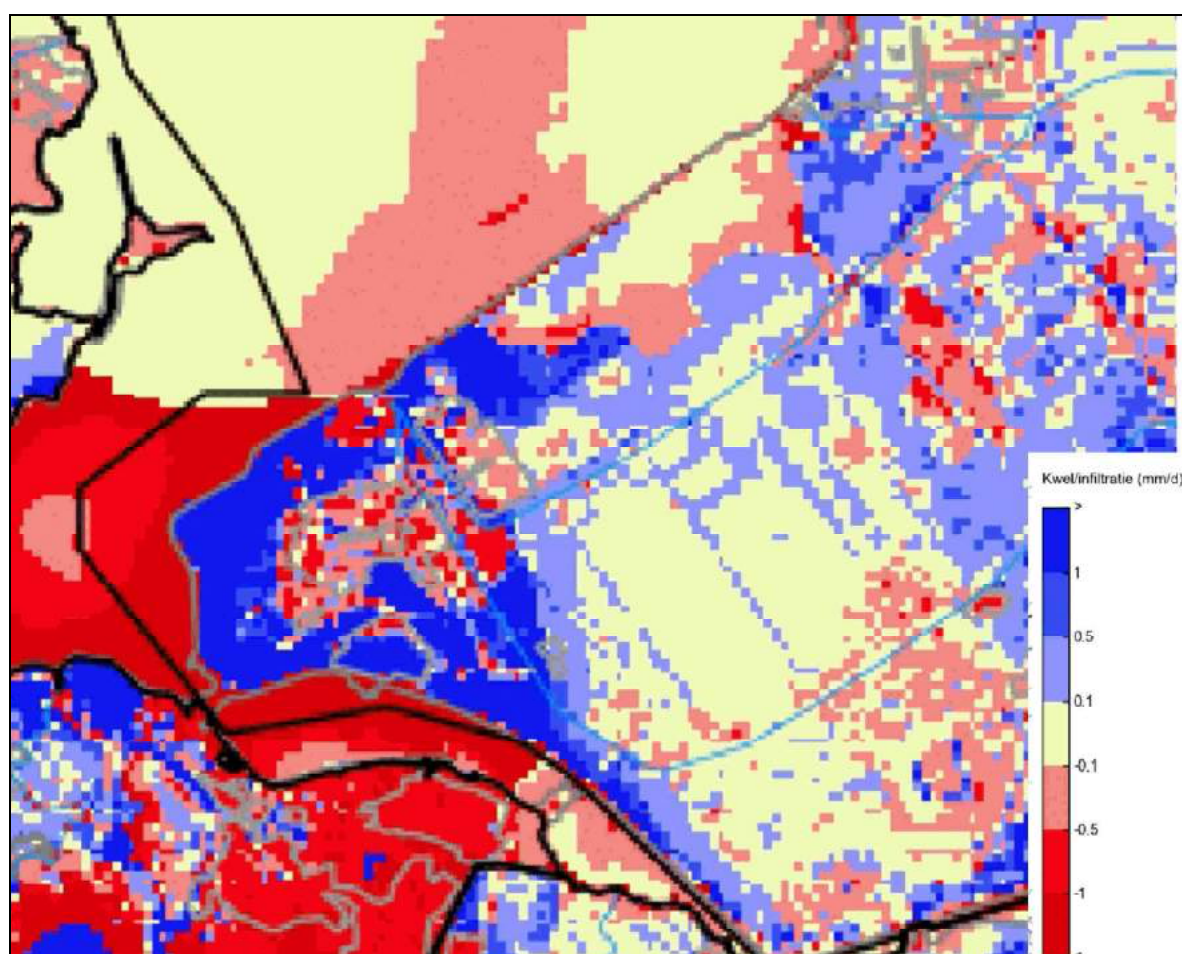
Figuur 3.4 Isohypse 1^e watervoerende pakket april 1995, bron TNO



3.3 Kwelgrootte

In figuur 3.5 is de huidige berekende gemiddelde kwelgrootte weergegeven. Deze gegevens zijn berekeningsresultaten van het grondwatermodel AZURE (Actueel instrumentarium ZUiderzee REgio). AZURE is een grondwatermodel dat momenteel wordt ontwikkeld door Rijkswaterstaat, Drinkwaterbedrijf Vitens, de provincies Flevoland, Gelderland en Utrecht en de waterschappen Vallei & Eem, Veluwe en Zuiderzeeland, kennisinstellingen en adviesbureaus. Het model beslaat het gebied Veluwe tot aan de Utrechtse heuvelrug, Flevoland en het IJsselmeer.

Jaarlijks wordt er gemiddeld ongeveer $650 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ water uit de gehele Flevopolder afgevoerd.

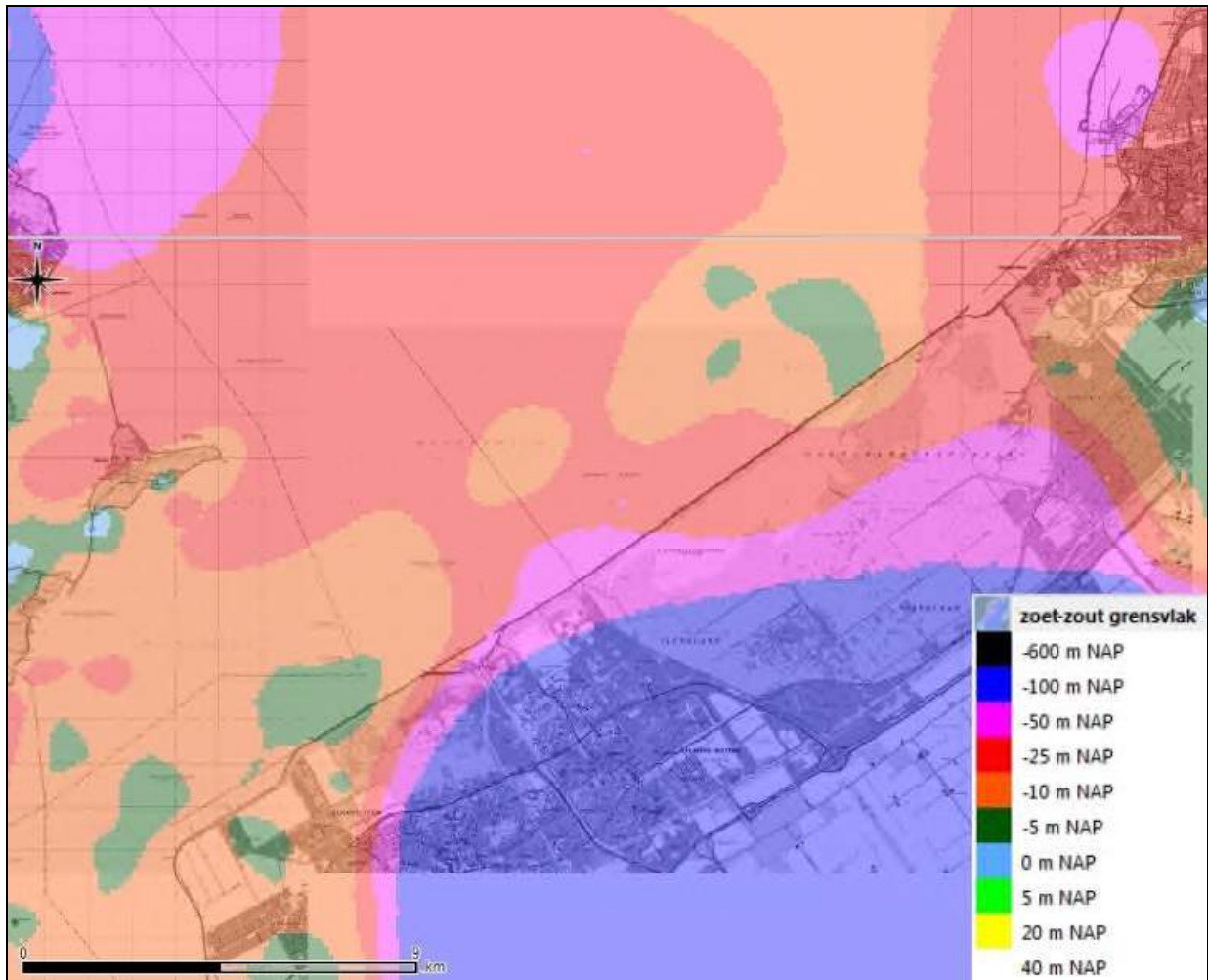


Figuur 3.5 Huidige kwelgrootte

3.4 Zoet-zout grensvlak

Het water in het Markermeer is zoet. De overgang van het zoete naar het zoute grondwater (1.000 mg/l Cl) bevindt zich ter plaatse van de werkzaamheden op een diepte van ongeveer -10 à -25 m N.A.P. (zie figuur 3.6). Ter plaatse van de Flevopolder bevindt zich de overgang van zoet naar zout grondwater aanzienlijk dieper.





Figuur 3.6 Overgang zoet – zout grensvlak (bron: REGIS)



4 Verandering kwel

4.1 Uitgangssituatie

Om inzicht te krijgen in de effecten van de zandwinning op de kwelintensiteit in de Flevopolder en nabij Marken en Noord-Holland zijn door ons bureau indicatieve modelberekeningen uitgevoerd met het eindige elementenprogramma Microfem.

Ten behoeve van de modellering is een grondwatermodel opgezet met een afmeting van ongeveer 35 x 30 km². De modelgrenzen zijn weergegeven in figuur 4.1. Gezien het hoge doorlaatvermogen van het zandpakket en de grote weerstand van de deklaag kan het invloedsgebied van een lokale stijghoogteverhoging groot zijn. Om de effecten in Flevoland zo goed mogelijk te kunnen bepalen dient de invloed van een vaste modelrand op de stijghoogtegradiënt en daarmee op de uitkomsten van de berekening geminimaliseerd te worden. Derhalve is de vaste modelrand op een afstand van minimaal 3√kDc aangebracht (zie figuur 4.1).



Figuur 4.1 Modelgrenzen Microfem

Binnen het model is onderscheid gemaakt in een viertal bodemschematisaties (Markermeer, Flevopolder-west, Flevopolder-overig en Noord-Holland). De geschematiseerde bodemopbouw en parameterisatie zijn weergegeven in tabel 4.1. Op basis van de voorhanden literatuurgegevens is de verwachting dat de weerstand van de deklaag ongeveer 1.500 à 3.500 dagen bedraagt. Echter, bij de toegepaste modellering leiden deze waarden tot relatieve hoge stijghoogtes in het



zandpakket onder het Markermeer; hogere stijghoogtes dan aangegeven in figuur 3.1. Om een onderschatting van de effecten te voorkomen is de weerstand van de deklaag in het Markermeer aangepast tot 8.000 dagen zodat grondwaterstijghoogtes worden berekend in ordegrrootte zoals aangegeven in figuur 3.1. (zie figuur 4.2). Deze waarden komen overeen met de weerstandswaardes zoals gehanteerd in het model Azure.

Tabel 4.1: Samenvatting schematisatie bodemopbouw voor modellering

Model -laag	Type modellaag	Markermeer		Flevopolder		Flevopolder noorderplassen		Noord-Holland	
		C (dagen)	kD (m ² /dag)	C (dagen)	kD (m ² /dag)	C (dagen)	kD (m ² /dag)	C (dagen)	kD (m ² /dag)
C1	Weerstandsbiedend (deklaag)	8.000		1.000		300		1.500	
kD1	1 ^e watervoerend pakket		200		200		200		350
C2	1 ^e scheidende laag	50		100		100		1.000	
kD2	2 ^e en 3 ^e watervoerend pakket		8.000		8.000		8.000		8.000



Figuur 4.2 Berekende stijghoogtes op basis van de gehanteerde uitgangspunten



De berekende stijghoogte ter plaatse van de Oostvaardersplassen is iets hoger dan aangegeven in figuur 3.1, waardoor hier rekening dient te worden gehouden met een overschatting van de kwelgrootte.

4.2 Kwelverandering

Voor het bepalen van de effecten op de kwel zijn een viertal varianten beschouwd:

- 1a Westelijk alternatief, inclusief omputten.
Hier worden de tijdelijke effecten berekend over een open liggend oppervlakte van $1.000 \times 350 \text{ m}^2$. In de eindfase zal er geen verandering zijn ten opzichte van de huidige situatie omdat de uiteindelijk deklaag weer wordt teruggebracht
- 1b Westelijk alternatief,
Deklaag wordt verwijderd over lengte van $12 \text{ km} \times 350 \text{ m}$. De ontgraving functioneert als een slibput, met het verloop van de tijd zal de ontgraving worden gevuld met slib.
- 2a Oostelijk alternatief, met omputten.
Hier worden de tijdelijke effecten berekend over een open liggend oppervlakte van $1.000 \times 470 \text{ m}^2$. In de eindfase zal er geen verandering zijn ten opzichte van de huidige situatie omdat de uiteindelijk deklaag weer wordt teruggebracht
- 2b Oostelijk alternatief,
Deklaag wordt verwijderd over lengte van $8,9 \text{ km} \times 470 \text{ m}$. De ontgraving functioneert als een slibput, met het verloop van de tijd zal de ontgraving worden gevuld met slib.

Om inzicht te krijgen in de effecten als gevolg van het tijdelijk verwijderen van de deklaag voor de zandwinning zijn berekeningen uitgevoerd door ter plaatse van de winlocaties de deklaag te verwijderen. Bij varianten 1a en 2a is sprake van omputten en wordt de deklaag tijdelijk verwijderd. Tijdelijk dient dan ook rekening te worden gehouden met een toename van de kwel. Deze tijdelijke toename is berekend door aan de verwijderde deklaag een weerstand van 25 dagen (i.p.v. 8.000 dagen) aan te houden.

Bij varianten 1b en 2b gaat de ontgraving als slibvangput functioneren, hierbij zal de weerstand van de deklaag in de tijd toenemen. De mate van toename is slechts indicatief in te schatten. Door toename van slib in de slibvangputten zullen de poriën in het zand dichtslibben, dit leidt tot een relatief sterke toename van de weerstand van de deklaag met name in de beginfase. De toename met de tijd zal vervolgens geleidelijker verlopen. Op basis van de door Deltares uitgevoerde berekeningen betreffende de aanslibbingssnelheid wordt in de Notitie Markerzand een aanslibbing verwacht van 1 à 1,5 m/jaar. De weerstand van de sliblaag bedraagt ongeveer 1.000 dagen/m. Om een indicatie van verloop van de kwel in de tijd te krijgen zijn bovengenoemde waarden vertaald naar verloop van weerstand in de tijd. Hierbij gaan we uit van:

- minimale aanslibbing van 1 m/jaar.
- weerstand van 1 m dikke sliblaag van 1.000 dagen ($k_v=0,001 \text{ m/d}$).

Dit houdt in dat de weerstand na een periode van 1 jaar minimaal 1.000 dagen bedraagt, maar mogelijk hoger is: 1.500 dagen.

Tabel 4.1 Verloop van de weerstand in de tijd

Indicatieve tijdsfactor	Weerstand (dagen)	Opmerkingen
t=0	25	direct na winnen zand
t=1	50	geschatte periode ca 0,5 à 1 maand
t=2	100	
t=3	250	geschatte periode 3 maanden
t=4	1000	geschatte periode 1 jaar

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de volgende uitgangspunten:

- Uniforme bodemopbouw zoals beschreven in deze rapportage.
- Gemiddeld streefpeil van het IJsselmeer van 0,3 m- N.A.P.
- Gemiddelde polderpeilen
 - Flevoland: zie bijlage 1
 - Oostvaardersplassen: zie bijlage 1
 - Noord-Holland: -1,5 m NAP en
 - Marken -1,0 m N.A.P.
- Eventuele waterwinningen zijn niet meegenomen in de berekening.
- Berekening voor een stationaire situatie.

Voor de effectenrekening is het van belang onderscheid te maken tussen tijdelijke en permanente effecten:

Tijdelijke effecten

- Voor varianten 1a en 2a is alleen sprake van tijdelijke effecten gedurende de winning. In de uiteindelijke situatie is er geen sprake van een verandering voor wat betreft de kwelsituatie. De berekende effecten geven de tijdelijke effecten weer.

Permanente effecten

- Voor varianten 1b en 2b is sprake van langdurige effecten als gevolg van de winning omdat in de uiteindelijke situatie de deklaag verwijderd blijft. Echter, de ontgraving gaat functioneren als slibvangput, met het voorschrijden van de tijd onder natuurlijke omstandigheden een sliblaag ontstaan waardoor de effecten in de tijd af zullen nemen.

4.2.1 Variant 1a Westelijk alternatief + omputten

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is voor de meest zuidelijke werkzaamheden een maximale tijdelijke toename van de kwel berekend van 0,2 mm/dag ter plaatse van de Flevopolder. Ter plaatse van de Noord-Holland en Marken is geen toename van de kwel berekend. In figuur 4.3 is de berekende toename van de kwel weergegeven.



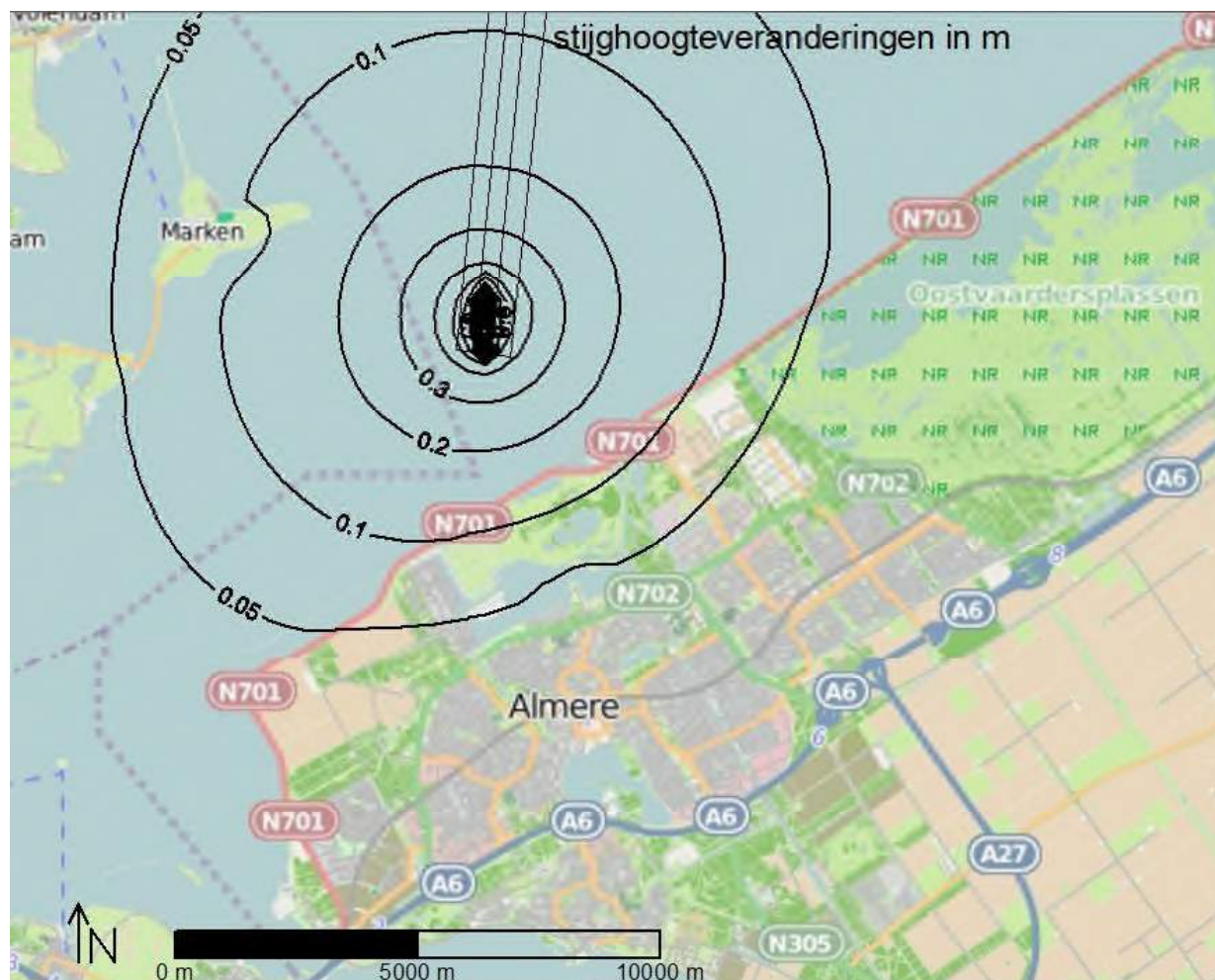


Figuur 4.3 Berekende kweltoename (mm/d), variant 1a

De berekende veranderingen van de kwelgroottes zijn beperkt in grootte en omvang. Daarnaast zijn de berekende effecten tijdelijk van aard doordat uiteindelijk de deklaag weer teruggebracht wordt en de oorspronkelijke situatie wordt hersteld.

De tijdelijke toename van de kwel bedraagt $3.700 \text{ m}^3/\text{dag}$. Dit is eveneens de extra hoeveelheid die uit de Flevopolder afgevoerd dient te worden. Dit is ongeveer 0,2% van de gemiddelde totale hoeveelheid die dagelijks uit de gehele flevopolder wordt afgevoerd.

In figuur 4.4 zijn de tijdelijke verhogingen van de stijghoogte van het diepe watervoerende pakket weergegeven als gevolg van geplande werkzaamheden. Ter plaatse van Flevoland bedraagt de maximaal berekende stijghoogteveranderingen ongeveer 0,15 m.



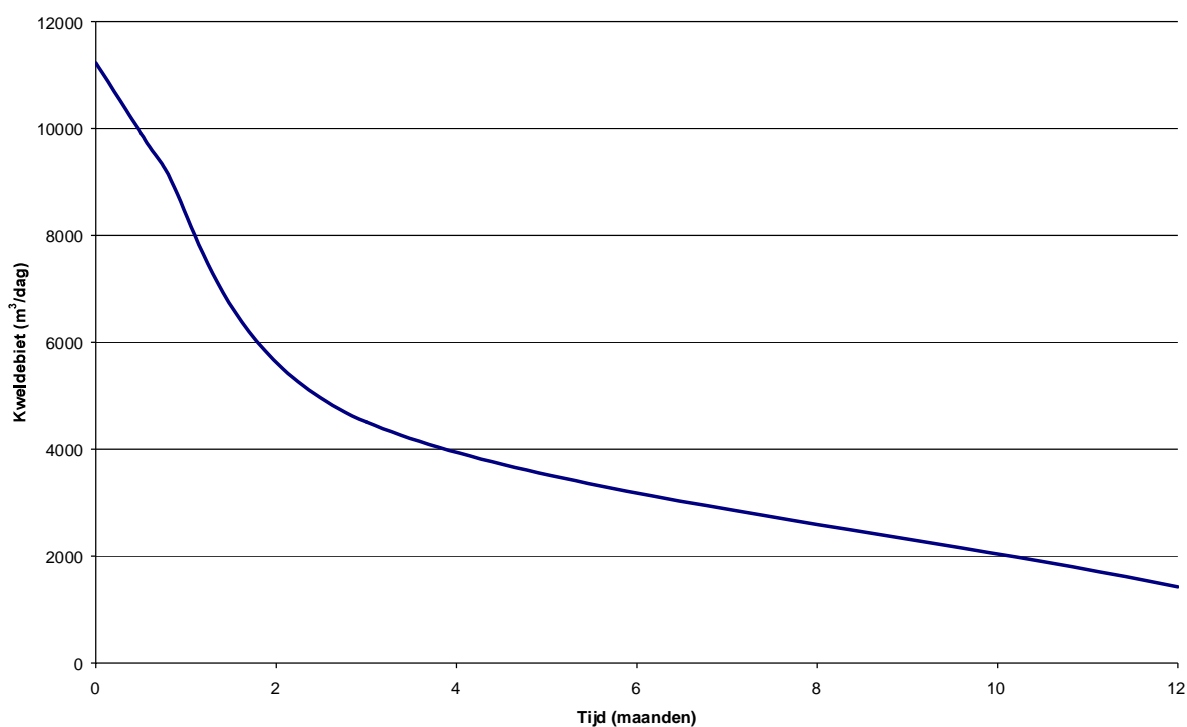
Figuur 4.4 Berekende stijghoogteveranderingen variant 1a.

4.2.2 Variant 1b Westelijk alternatief + verwijderen deklaag

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is direct na de winning een maximale toename van de kwel berekend van 0,4 mm/dag ter plaatse van de Noorderplassen te Almere. Uiteindelijk nemen de berekende kweleffecten af tot minder dan 0,05 mm/dag. Het verloop van de kweleffecten in de tijd is weergegeven in bijlage 2. Ter plaatse van Noord-Holland en Marken is geen toename van de kwel berekend omdat hier sprake is van een infiltratiesituatie, waarbij het oppervlaktewaterpeil hoger is dan de stijghoogte in het watervoerende pakket.

Op basis van tabel 4.1 is de toename van de kwel in de tijd bepaald. De resultaten zijn weergegeven in figuur 4.5.





Figuur 4.5 Verloop Kweldebiet in de tijd variant 1b

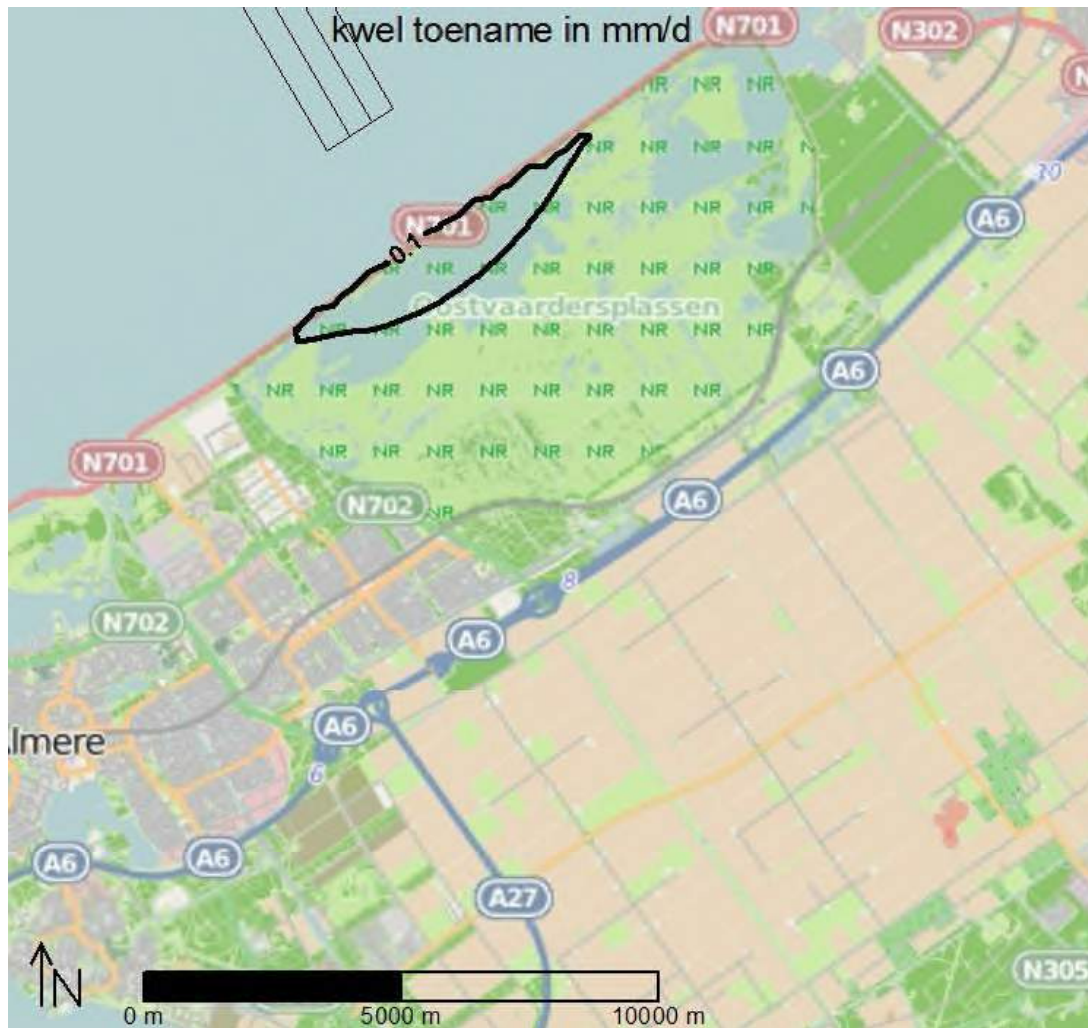
Het verloop van de veranderingen van de stijghoogte in de tijd is weergegeven in bijlage 3. Uiteindelijk als de slibvangput voldoende weerstand heeft opgebouwd zal er nauwelijks sprake zijn van effecten op de omgeving.

4.2.3 Variant 2a Oostelijk alternatief + omputten

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is voor de meest zuidelijke werkzaamheden een maximale tijdelijke toename van de kwel berekend van 0,1 mm/dag ter plaatse van de Oostvaardersplassen. De berekende uitkomsten zijn weergegeven in figuur 4.6. Ter plaatse van de locaties Noord-Holland en Marken is geen toename van de kwel berekend omdat ter plaatse sprake is van een infiltratiesituatie (gemiddelde oppervlaktewaterpeil) is hoger dan de stijghoogte van het onderliggende watervoerende pakket).

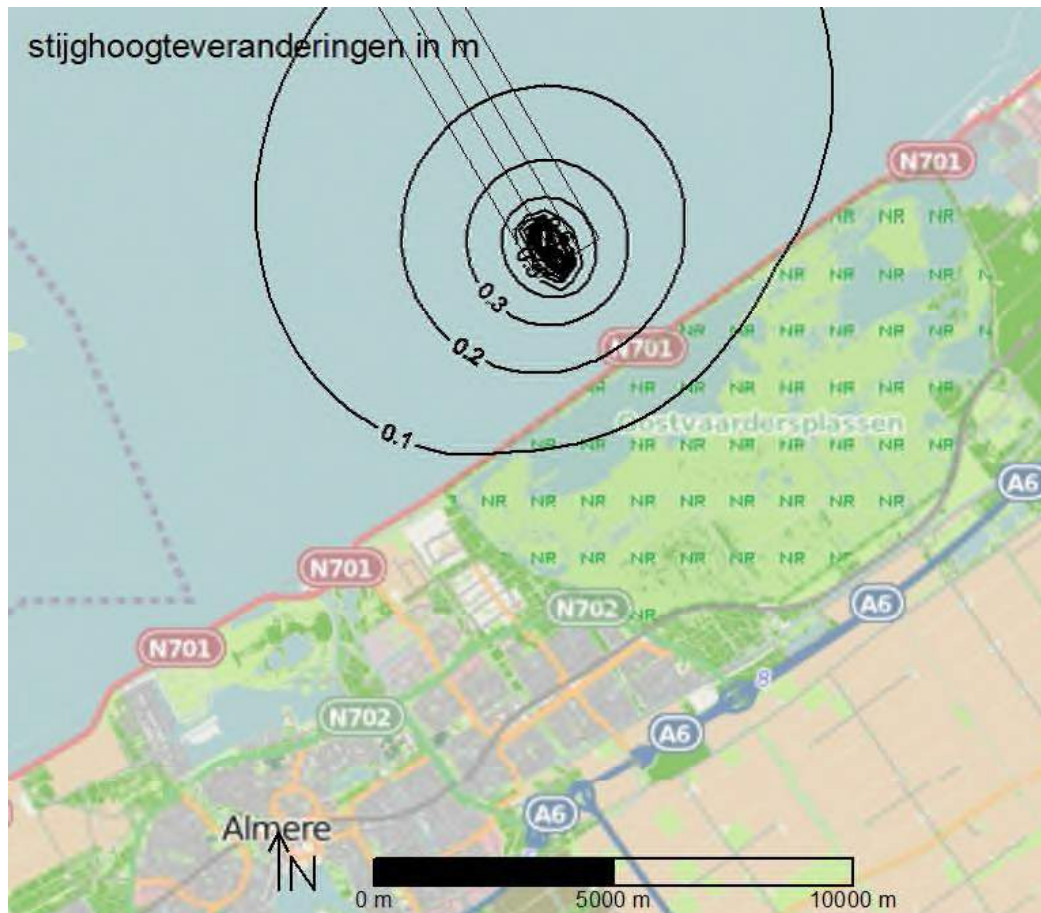
De berekende veranderingen van de kwelgroottes zijn beperkt in grootte en omvang. Daarnaast zijn de berekende effecten tijdelijk van aard doordat uiteindelijk de deklaag weer teruggebracht wordt en de oorspronkelijke situatie wordt hersteld.

De tijdelijke toename van de kwel bedraagt 3.900 m³/dag. Dit is eveneens de extra hoeveelheid die uit de Flevopolder afgevoerd dient te worden. Dit is ongeveer 0,2% van de gemiddelde totale hoeveelheid die dagelijks uit de gehele flevopolder wordt afgevoerd.



Figuur 4.6 Berekende kweltoename (mm/d), variant 2a

In figuur 4.7 zijn de tijdelijke verhogingen van de stijghoogte van het diepe watervoerende pakket weergegeven als gevolg van geplande werkzaamheden. Ter plaatse van Flevoland bedraagt de maximaal berekende stijghoogteveranderingen ongeveer 0,15 m. .

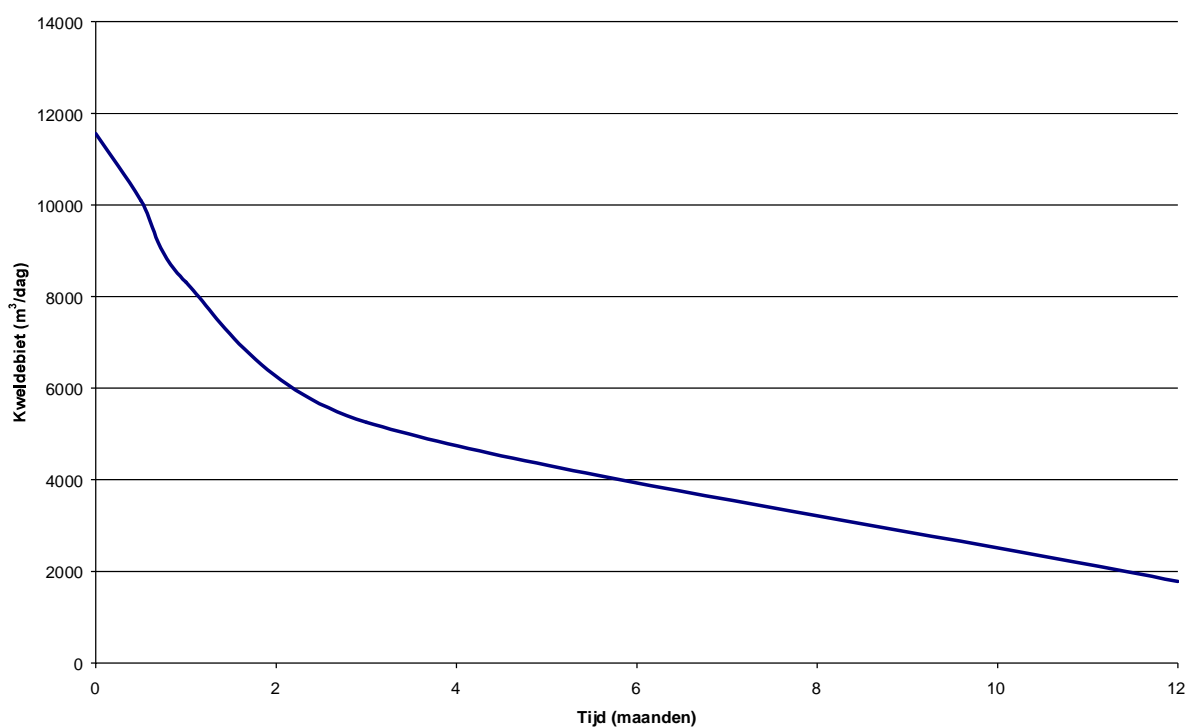


Figuur 4.7 Berekende stijghoogteveranderingen variant 2a.

4.2.4 Variant 2b Oostelijk alternatief + verwijderen deklaag

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is direct na de winning een maximale toename van de kwel berekend van 0,3 mm/dag. Uiteindelijk nemen de berekende kweleffecten af tot minder dan 0,05 mm/dag. Het verloop van de kweleffecten in de tijd is weergegeven in bijlage 4. Ter plaatse van Noord-Holland en Marken is geen toename van de kwel berekend omdat hier sprake is van een infiltratiesituatie, waarbij het oppervlaktewaterpeil hoger is dan de stijghoogte in het watervoerende pakket.

Op basis van tabel 4.1 is de toename van de kwel in de tijd bepaald. De resultaten zijn weergegeven in figuur 4.8.



Figuur 4.8 Verloop Kweldebiet in de tijd variant 2b

Het verloop van de veranderingen van de stijghoogte in de tijd is weergegeven in bijlage 5. Uiteindelijk als de slibvangput voldoende weerstand heeft opgebouwd zal er nauwelijks sprake zijn van effecten op de omgeving.

4.2.5 Effect stijghoogteverlaging op de freatische grondwaterstand

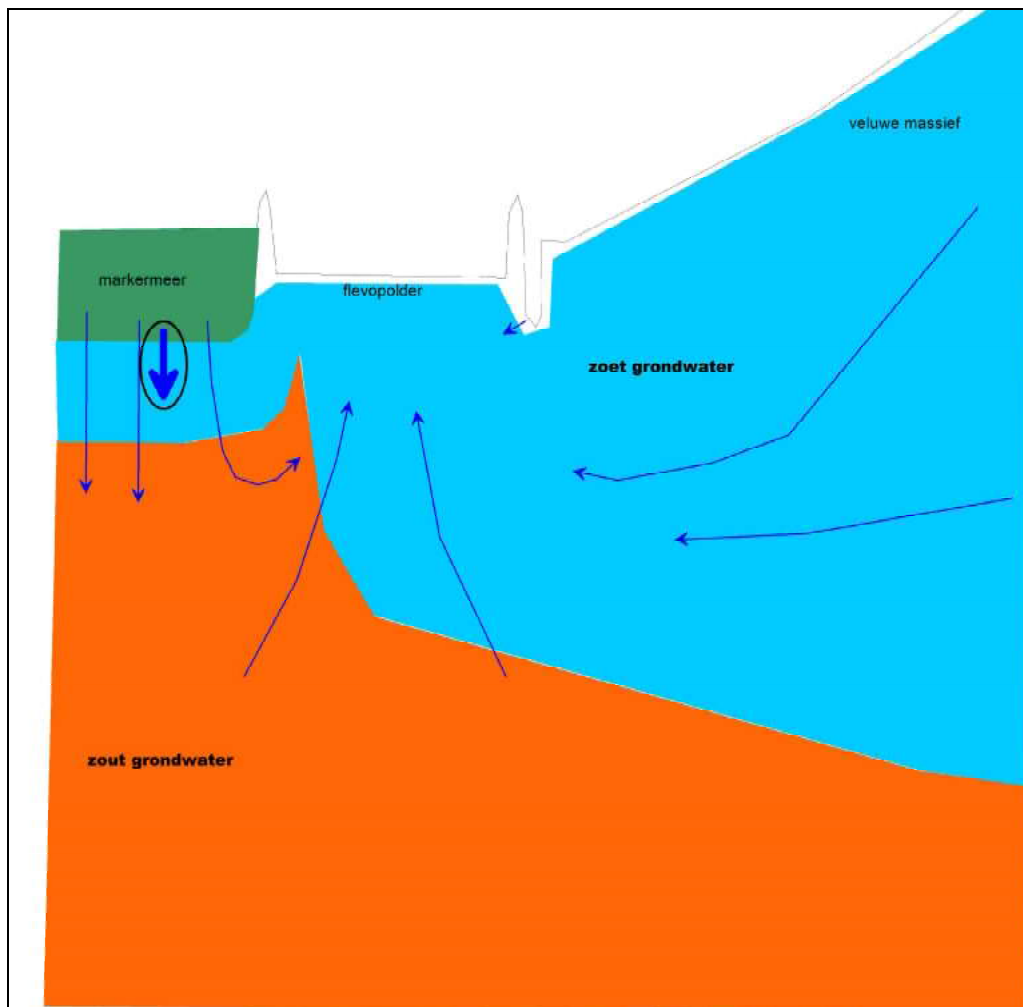
Het tijdelijk verwijderen van de deklaag heeft beïnvloedt de stijghoogte in het diepe zandpakket. De freatische grondwaterstanden zijn dynamischer en worden in sterke mate bepaald door de neerslagintensiteit in combinatie met de lokale waterhuishouding en in mindere mate door beperkte stijghoogteveranderingen in het onderliggende pakket. De geplande werkzaamheden hebben geen invloed op het oppervlaktewaterbeheer ter plaatse. De berekende tijdelijke stijghoogteverhogingen zullen leiden tot een tijdelijke beperkte toename van de kwel, maar nauwelijks effect hebben op de freatische grondwaterstanden.

4.3 Invloed op waterkwaliteit

Door het verwijderen van de deklaag zal de infiltratie van (zoet) water uit het Markermeer naar de ondergrond toenemen. Voor varianten inclusief omputten is dit effect zeer kortstondig, voor de andere varianten is dit effect langduriger. Als gevolg van deze toename neemt de waterdruk in het watervoerende pakket toe. In figuur 4.9 zijn de regionale kwelstromen schematisch weergegeven. Hieruit blijkt dat door het verwijderen van deklaag lokaal de kwelstroom toe zal nemen, waardoor de toevoer van zoet water groter zal zijn.

De dichtstbijzijnde afstand van de westelijke en oostelijke variant tot aan de Flevopolder bedraagt respectievelijk circa 2,5 en 2,2 km. Ter plaatse van de polder wordt de grondwaterstromings-

richting niet beïnvloed. De ligging van het zoet-zout grensvlak ter plaatse van de Flevopolder wordt voor groot deel beïnvloed van de regionale grondwaterstromingen vanaf het Veluwemassief en het Markermeer. Het verwijderen van de deklaag beïnvloedt deze regionale waterstromen niet of nauwelijks. Daardoor leidt het lokaal verwijderen van de deklaag redelijkerwijs niet tot een toename van zoute kwel omdat zoet water vanuit het Markermeer toestroomt en de overgang van zoet naar zout grondwater onder Flevoland zich grotendeels op relatief grote diepte bevindt. Lokaal kan wel sprake zijn van een toename van de reeds bestaande zoute kwel (zie paragraaf 4.5.2).



Figuur 4.9 Kwelstromen (schematisch)

Daarnaast geldt dat de verblijftijd van het grondwater erg groot is (zie box 4.1). Dit houdt in dat de waterkwaliteit ter plaatse van de kwelgebieden door het lokaal verwijderen van de deklaag niet of nauwelijks zal veranderen.

Box 4.1 Verblijftijd grondwater

Uitgangspunten:

Doorlatendheid: 25 à 50 m/d.

Stromingsverhang grondwater: 0,5/1000m.

Afstand van geul tot aan Flevopolder: 2,2 km.

porositeit: 0,3

- stroom snelheid: $v = k \cdot i = 0.0125 \text{ à } 0.025 \text{ m/d}$
- verplaatsingsnelheid water = $v/\text{porositeit} \cdot 365 \text{ dagen} = 15 \text{ à } 30 \text{ m/a}$
- verblijftijd: afstand / verplaatsingsnelheid = 73 à 146 jaar

4.4 Toename zoutgehalte Markermeer

De EU Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft ecotoxicologische milieurisicogrenzen afgeleid voor chloride in zoetwater. Een zoet meer heeft volgens de KRW een Zeer Goede Ecologische Toestand (ZGET) indien het zomerhalfjaargemiddelde minder dan 200 mg/l is (RIVM, Rapport 711701075/2008). Het Markermeer heeft (in 2009) een gemiddeld chloridegehalte van 113 mg/l (bron: atlas van het IJsselmeergebied).

Er is sprake van een infiltratiesituatie in het Markermeer. Het waterpeil in het Markermeer is hoger dan de stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket. Er is dan ook geen toename van het zoutgehalte in het Markermeer te verwachten als gevolg van kwel vanuit diepe ondergrond naar het meer. Echter, als gevolg van de zandwinning kan wel zout vrijkomen uit het poriënwater van het gewonnen zand. Dit poriënwater vloeit namelijk grotendeels weer terug in het Markermeer. Naast de menging van brak poerienwater is er eveneens sprake van lozing van extra kwelwater uit de flevopolder. Dit extra kwelwater is over het algemeen zoet en dat verandert niet met de voorgenomen baggerwerkzaamheden (zie paragraaf 4.3). Alleen lokaal kan er tijdelijk sprake zijn van beperkte toename van zoute kwel (zie paragraaf 4.5.2). Ter indicatie van de kwelhoeveelheden is een "worst-case" beschouwing uitgevoerd (zie paragraaf 4.4.2).

4.4.1 Ten gevolge van vrijkomend porienwater

Ter indicatie van de toename van zout als gevolg van het vrijkomend poriënwater is een indicatieve berekening uitgevoerd op basis van de volgende "worst-case" uitgangspunten

- Per jaar wordt $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ zand gewonnen gedurende een periode van 30 jaar.
- Porositeit van het gewonnen water: 0,3.
- 100% van het poriënwater vloeit terug in het Markermeer.
- Jaarlijkse verversing van het Markermeer (afvoer zouten) wordt niet meegenomen.
- Maximale winddiepte bedraagt: 50 m– N.A.P.
- Het Markermeer heeft een oppervlakte van 680 km^2 en een gemiddelde diepte van 3,6 m. Dit komt overeen met een watervolume van $2,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$.
- In bijlage 6 is voor 5 dwarsdoorsneden het verloop van de zoutconcentratie met de diepte in het watervoerende pakket weergegeven. Voor de berekening gaan we uit van een gemiddelde chloridegehalte in het grondwater van 1.500 mg/l.



Op basis van deze uitgangspunten wordt de volgende toename van zoutgehalte berekend:

- Watervolume Markermeer: $2.5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$
- Zout load marker meer: $2.5 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \times 0,113 \text{ kg/m}^3 = 2,825 \cdot 10^8 \text{ kg}$
- Jaarlijks volume poriënwater: $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \times 0,3 = 6 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ grondwater
- Jaarlijkse toename zout load: $6 \cdot 10^5 \text{ m}^3 \times 1,5 \text{ kg/m}^3 = 9 \cdot 10^5 \text{ kg}$
- Jaarlijkse toename zoutgehalte $9 \cdot 10^5 / 2,825 \cdot 10^8 = 0,3 \%$
- Jaarlijkse toename in zoutconcentratie (Cl⁻) van 113 mg/l naar 113,3 mg/l

De jaarlijks toename van de zoutconcentratie in Markermeer als gevolg van de toestroom vanuit het poriënwater is verwaarloosbaar klein.

4.4.2 Ten gevolge van toename kwel

Het verwijderen van de deklaag heeft geen noemenswaardige invloed op de regionale grondwaterstromen. Daardoor leidt het lokaal verwijderen van de deklaag redelijkerwijs niet tot een toename van zoute kwel omdat zoet water vanuit het Markermeer toestroomt en de overgang van zoet naar zout grondwater onder Flevoland zich grotendeels op relatief grote diepte bevindt. Lokaal kan wel sprake zijn van een toename van de reeds bestaande zoute kwel (zie paragraaf 4.5.2). De toename van de kwel dient weer uit de flevopolder te worden afgevoerd. Ter indicatie is de toename van het zoutgehalte van het Markermeer als gevolg van de kwel bepaald op de volgende uitgangspunten:

- Berekenende kweldebieten zoals aangegeven in paragraaf 4.2.
- Voor varianten 1b en 2b neemt het kweldebiet af in de tijd. In de berekening wordt het gemiddelde jaardebiet beschouwd.
- Eventuele verdunning van het af te voeren kwelwater door zoete kwel wordt buiten beschouwing gelaten.
- Toename zoutgehalte is gelijkaan gemiddeld zoutgehalte van het kwelwater: 500 mg/l.
- 100% van het kwelwater vloeit terug in het Markermeer.

Op basis van deze uitgangspunten wordt de volgende toename van zoutgehalte berekend:

Varianten	1a	1b	2a	2b
Maximale toename kwel (m ³ /dag)	3700	4400	3900	4800
Percentage afvoer naar Markermeer	100	100	100	100
Chloride gehalte kwelwater (mg/l)	500	500	500	500
Toename zoutbelasting (kg/dag)	1850	2200	1950	2400
Toename zoutbelasting (kg/jaar)	6,75E+05	8,03E+05	7,12E+05	8,76E+05

Bij bovengenoemd ehoeveelheden dient opgemerkt te worden dat dit een ruime overschatting is.

4.4.3 Toename agv porienwater en kwel

De totale maximale cumulatieve toename van zoutgehalte in het Markermeer als gevolg van porienwater en toename kwel is hieronder samengevat.

Volume Markermeer (m ³)	2,50E+09	2,50E+09	2,50E+09	2,50E+09
Jaarlijkse toename zoutgehalte als gevolg van porienwater (kg/jaar)	9,02E+05	9,02E+05	9,02E+05	9,02E+05
Maximale jaarlijkse toename zoutgehalte als gevolg van kweltoename (kg/jaar)	6,75E+05	8,03E+05	7,12E+05	8,76E+05
Cumulatieve jaarlijkse toename (kg/jaar)	1,58E+06	1,71E+06	1,61E+06	1,78E+06
Cumulatieve toename zoutgehalte (kg)	4,73E+07	5,12E+07	4,84E+07	5,34E+07
Toename jaarlijkse zoutgehalte Markermeer (mg/l/jaar)	0,63	0,68	0,65	0,71
Toename totaal zoutgehalte (mg/l)	19	20	19	21

Zonder rekening te houden met de jaarlijkse verversing leidt een cumulatieve toename van het zoutgehalte na 30 jaar conform bovengenoemde processen tot een chloride gehalte van het water in het Markermeer van 133 mg/l. Deze totale toename is minimaal en het genoemde zoutgehalte is nog ruim onder de gestelde (KRW) norm van 200 mg/l.

4.5 Effect kwelverandering op overige effecten

4.5.1 Natuur

Op basis van de regionale stijghoogtegegevens van TNO (zie figuur 3.4) is er sprake van een infiltratiesituatie (polderpeil van -3,7 m NAP is hoger dan de stijghoogte van -4,0 à -4,5 m NAP). De berekende verhogingen van de stijghoogte bedragen maximaal 0,2 à 0,3 m ter plaatse van de Oostvaardersplassen. Als gevolg hiervan verandert de infiltratiesituatie ter plaatse niet. Echter, zoals reeds aangegeven in hoofdstuk 4 is ter plaatse van Oostvaardersplassen een hogere uitgangsstijghoogte berekend / aangehouden. Dit houdt in dat als gevolg van de berekende stijghoogteverhogingen van maximaal 0,2 à 0,3 m de kwel beperkt zal toenemen. Als ter plaatse van de Oostvaardersplassen inderdaad sprake is van een infiltratiesituatie resulteert dit in een overschatting van het af te voeren totale kweldebieten zoals berekend in de paragrafen 4.2.1 tot en met 4.2.4). De daadwerkelijke veranderingen worden hoofdzakelijk bepaald door de heersende stijghoogte ter plaatse.

Voor variant 1a worden ter plaatse van Oostvaardersplassen geen effecten berekend. Voor variant 1b en 2a worden tijdelijk maximale stijghoogteveranderingen berekend in orde grootte van 0,1 à 0,2 m. Voor variant 2b worden tijdelijk maximale stijghoogte verhogingen berekend van ongeveer 0,3 tot 0,4 m. Afhankelijk van de daadwerkelijke stijghoogte ter plaatse van de Oostvaardersplassen is met de zandwinning rekening te houden met een beperkte toename van de kwel of beperking van de infiltratie.

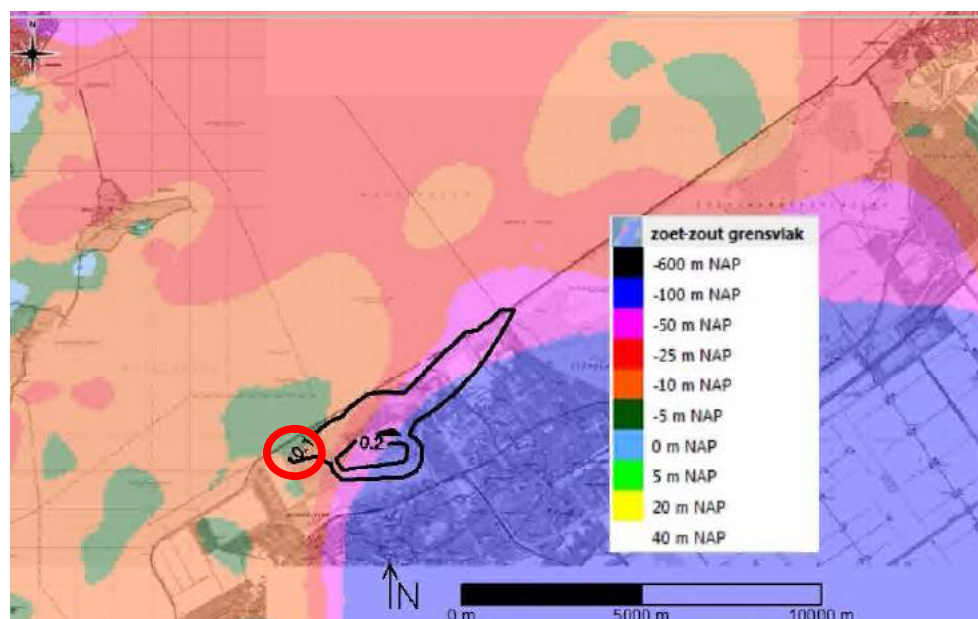
Het betreft een tijdelijke situatie waarbij de kwaliteit van de kwelwater niet noemenswaardig verandert. Het is echter wel zo dat voor de varianten inclusief omputten de duur van de verandering in tijd zeer beperkt zal zijn. Voor de westelijke variant geldt logischerwijs dat de effecten ter plaatse van Oostvaarderplassen groter zullen zijn.

De permanente effecten als gevolg van de werkzaamheden zijn voor alle 4 de varianten verwaarloosbaar. Hierbij gaan we er wel van uit dat de slibvang van varianten 1b en 2b functioneert zoals voorzien.

4.5.2 Landbouw / stedelijk gebied

Als gevolg van het verwijderen van de deklaag kan de kwel lokaal toenemen door een verhoging van de stijghoogte in het onderliggende zandpakket. De samenstelling van het kwelwater zal niet veranderen ten opzichte van de huidige situatie. Voor de oostelijke variant is de toename van de kwel zeer minimaal (< 0,1 mm/dag) waardoor geen nadelige effecten op de waterkwaliteit voor de landbouw of het stedelijk zijn te verwachten.

Voor de westelijke variant is een beperkte toename van de kwel berekend. Voor de variant met omputten (1a) geldt dat over een zeer klein gebied tijdelijk rekening moet worden gehouden met een toename van zoute kwel (rood omcirkeld in figuur 4.10). Echter dit effect is zeer beperkt zowel in tijd als in omvang en intensiteit. Het overige deel omvat zoet kwelwater en dit verandert niet met de voorgenomen werkzaamheden. De effecten op de landbouw zijn dan ook verwaarloosbaar.

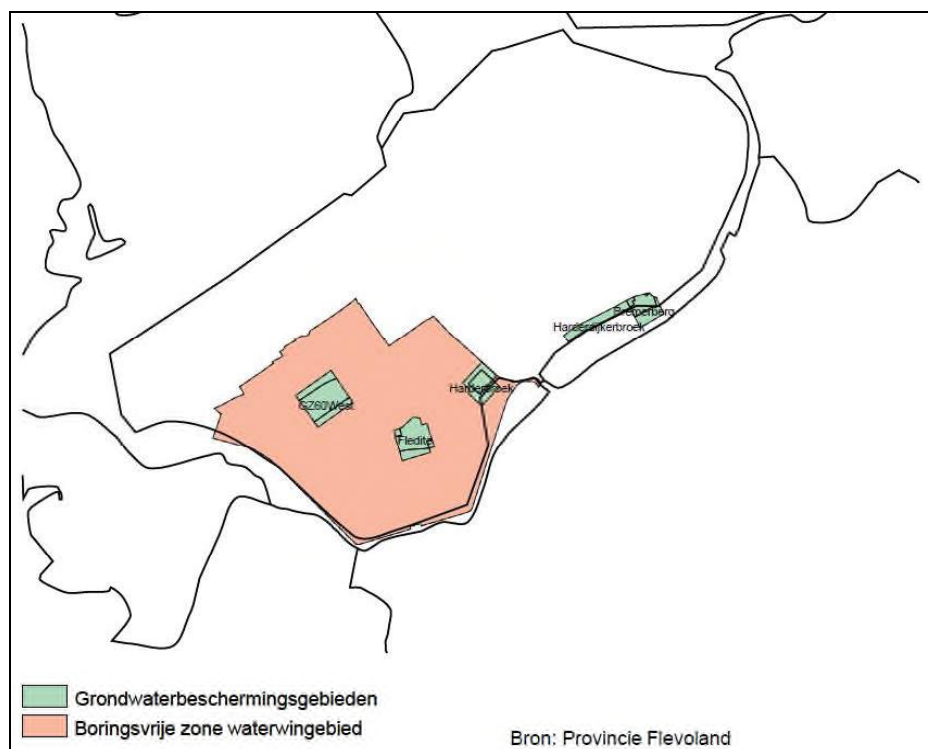


Figuur 4.10. Toename kwel (variant 1a) in relatie tot zoutgehalte grondwater

Voor de variant zonder omputten (1b) geldt dat over een beperkt gebied en tijdelijk rekening moet worden gehouden met een toename van zoute kwel. Het betreft het gebied westelijk en oostelijk langs het Markermeer. Echter dit effect is beperkt in omvang en intensiteit. Dit zal dan ook leiden tot een lokale en minimale toename van zout kwelwater; dit kwelwater zal middels het oppervlaktewatersysteem afgevoerd moeten worden. Het overige deel omvat zoet kwelwater en dit verandert niet met de voorgenomen werkzaamheden. De effecten op de landbouw en stedelijk gebied zijn dan ook minimaal.

4.5.3 Effecten waterwingebieden.

In het zuiden van Flevoland bevinden zich een drietal waterwoningen. De ligging van deze winningen en het grondwaterbeschermingsgebied is weergegeven in figuur 4.11. Het water wordt gewonnen vanuit het diepe watervoerende pakket. Dit zoet grondwater wordt aangevoerd vanuit het hoger gelegen Veluwemassief. De stroming ter plaatse van deze winningen is dan ook noordwestelijk gericht. De in deze rapportage beschreven werkzaamheden hebben geen invloed op deze grondwaterstroming (zie ook figuur 4.9). Op basis hiervan is dan ook geen negatieve beïnvloeding van de waterkwaliteit ter plaatse van de waterwoningen te verwachten.



Figuur 4.11 Waterwingebieden

De voor waterwinning gereserveerde gebieden in zuidelijk Flevoland bevinden zich in het inversiegebied onder de kleilagen (3^e watervoerende pakket). De berekende stijghoogteveranderingen in het gecombineerde 2^e/3^e watervoerende pakket er plaatse van zuidelijk Flevoland zijn minimaal ($\ll 0,05$ m, zie paragraaf 4.2.). Deze minimale effecten hebben geen meetbare invloed op de regionale grondwaterstroming en daarmee de verzilting van waterwingebieden. Naast het regionale systeem is mate en winningsdebiet (upconing) is maatgevend voor eventuele verzilting.

5 Slotopmerkingen en aandachtspunten

Om inzicht te krijgen in de effecten van de zandwinning op de toename van kwel op het vasteland zijn indicatieve modelberekeningen uitgevoerd. Doel van deze berekeningen is inzicht te krijgen in de toename van de kwel en de effecten op de verhoging van de stijghoogte als gevolg van de zandwinning op het Markermeer. Hierbij zijn vier alternatieven beschouwd:

- 1a Westelijk alternatief, inclusief omputten.
Hier worden de tijdelijke effecten berekend over een open liggend oppervlakte van 1.000 x 350 m². In de eindfase zal er geen verandering zijn ten opzichte van de huidige situatie omdat de uiteindelijk deklaag weer wordt teruggebracht
- 1b Westelijk alternatief,
Deklaag wordt verwijderd over lengte van 12 km x 350 m. De ontgraving functioneert als een slibput, met het verloop van de tijd zal de ontgraving worden gevuld met slib.
- 2a Oostelijk alternatief, met omputten.
Hier worden de tijdelijke effecten berekend over een open liggend oppervlakte van 1.000 x 470 m². In de eindfase zal er geen verandering zijn ten opzichte van de huidige situatie omdat de uiteindelijk deklaag weer wordt teruggebracht
- 2b Oostelijk alternatief,
Deklaag wordt verwijderd over lengte van 8,9 km x 470 m. De ontgraving functioneert als een slibput, met het verloop van de tijd zal de ontgraving worden gevuld met slib.

De parameters voor de modelberekeningen zijn "worst-case" gekozen (i.e. zodanig dat deze leiden tot de grootste effecten).

Daarnaast dient rekening te worden gehouden met verschil in tijdsduur van de effecten. Indien gebruik gemaakt wordt van omputten (variant 1a en 2a) is alleen sprake van kortstondige effecten (periode tussen winning en weer aanvullen). Nadat de werkzaamheden beëindigd zijn wordt de huidige situatie hersteld en zijn geen noemenswaardige hydrologische effecten te verwachten. Voor de varianten zonder omputten (1b en 2b) zullen de effecten langduriger aanhouden maar met het verlopen van de tijd minder worden doordat de ontgravingen zich vullen met slib. Het reduceren van de effecten zal in beginstadium sterk zijn door dichtslobben van het zandpakket. De mate van afname van de effecten in de tijd is moeilijk te voorspellen, echter uiteindelijk zullen de effecten zeer beperkt zijn.

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is geen toename van de kwel berekend in Noord-Holland en Marken. De berekende effecten voor de Flevopolder zijn samengevat in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Samenvatting berekende verhoging stijghoogte.

Variant	Stijghoogteverandering	
	max	na verloop van tijd
1a (westelijk + omputten)	0,1	nihil
1b (westelijk zonder omputten)	0,25	< 0,05
2a (oostelijk + omputten)	0,15	nihil
2b (oostelijk zonder omputten)	0,4	0,05

De voorgestelde werkzaamheden leiden niet tot een verandering van de kwaliteit van het kwelwater ter plaatse.

Op basis van de voorhanden gegevens blijkt dat de oostelijke variant niet leidt tot een toename van zoute kwel.

Voor de westelijke variant geldt dat over een zeer beperkt gebied rekening moet worden gehouden met een toename van de zoute kwel. Voor variant 1a, is dit gebied dermate klein en de duur beperkt zodat de effecten op de zoute kwel verwaarloosbaar zijn. Voor variant 1b geldt dat de effecten langduriger zijn, ook hier geldt dat het gebied en de omvang van de toename van de zoute kwel dermate klein is dat dit nauwelijks leidt tot negatieve effecten op landbouw of het stedelijk gebied. Wel dient de extra zoute kwel via bemaling uit het gebied afgevoerd te worden.

Voor alle uitvoeringsvarianten geldt dat deze geen noemenswaardige negatieve invloed hebben op de waterhuishouding van de Oostvaardersplassen. Indien sprake is van een kwelsituatie ter plaatse dient rekening te worden gehouden met een tijdelijke toename van de kwel. Indien sprake is van een infiltratiesituatie zal deze tijdelijk minder groot worden.

De kwaliteit van het diepe grondwater ter plaatse van de waterwinningen wordt niet negatief beïnvloed door de werkzaamheden zoals beschreven in voorliggende rapportage.

Het baggeren leidt niet tot een significante toename van het chloride gehalte in het Markermeer.

Geadviseerd wordt voorliggend rapport ter commentaar voor te leggen aan de verantwoordelijke instanties en de te nemen vervolgstappen gezamenlijk vast te stellen.

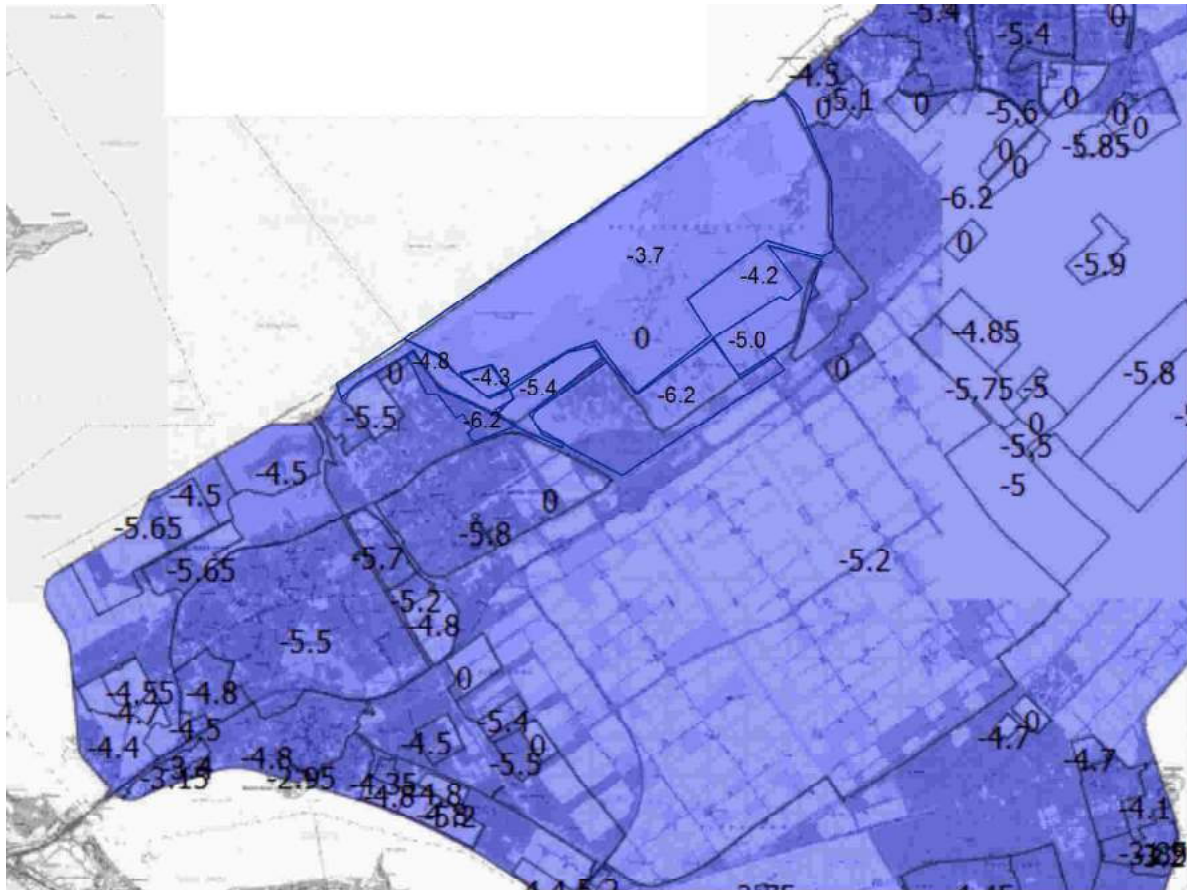
Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Oppervlaktepeilen

Om inzicht te krijgen in de oppervlaktewaterpeilen zijn bij waterschap peilgegevens opgevraagd. De verschillende peilvakken zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1 Peilvakken Flevoland



Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Berekende kweleffecten westelijke inrichtingsvariant met slibvangput

In onderstaande figuren zijn de effecten van de verschillende fases voor variant 1b weergegeven. In de verschillende figuren is de verandering van de kwelgrootte weergegeven met een meetinterval van 0,1 mm/d.



Figuur 1a Kweltoename op $t=0$ ($c=25$ dagen)



Figuur 1b Kweltoename op $t=1$ ($c=50$ dagen)



Figuur 1c Kweltoename op $t=2$ ($c=100$ dagen)





Figuur 1d Kweltoename op $t=3$ ($c=250$ dagen)



Figuur 1e Kweltoename op $t=4$ ($c=1.000$ dagen)



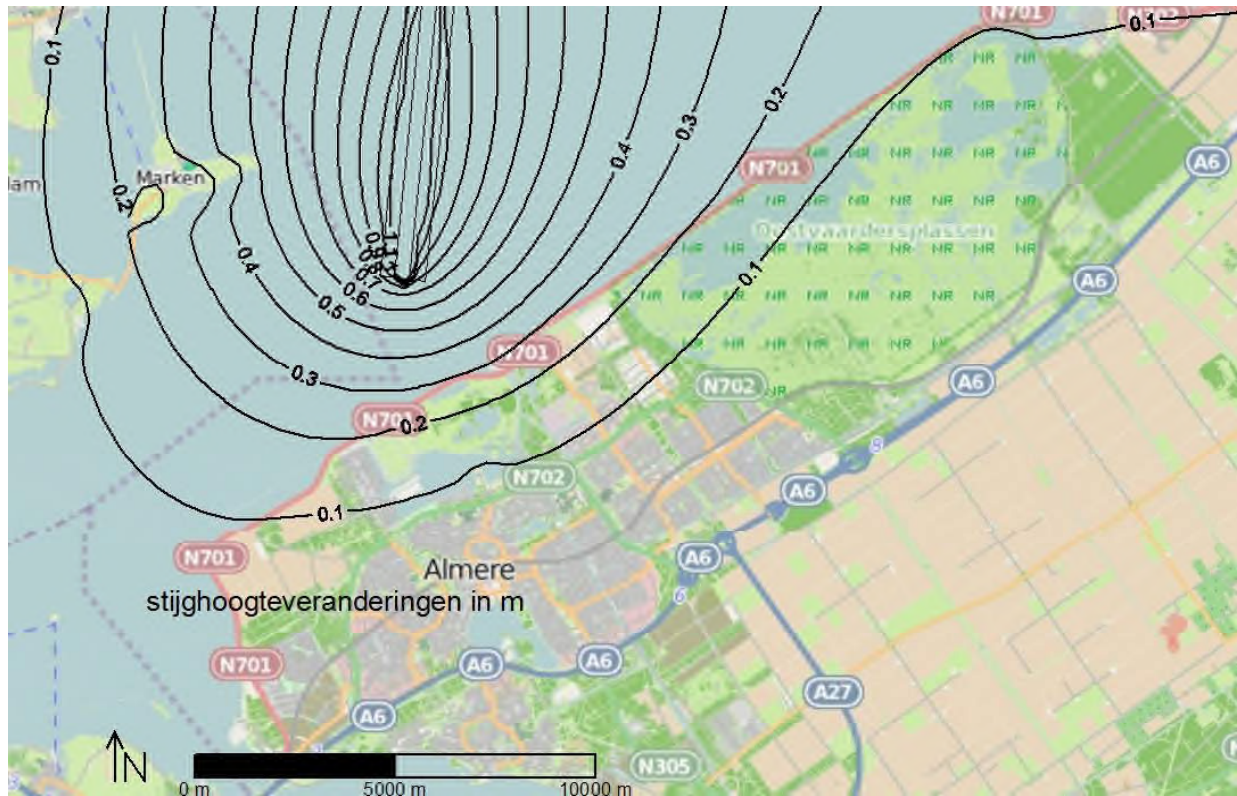
Bijlage 3




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

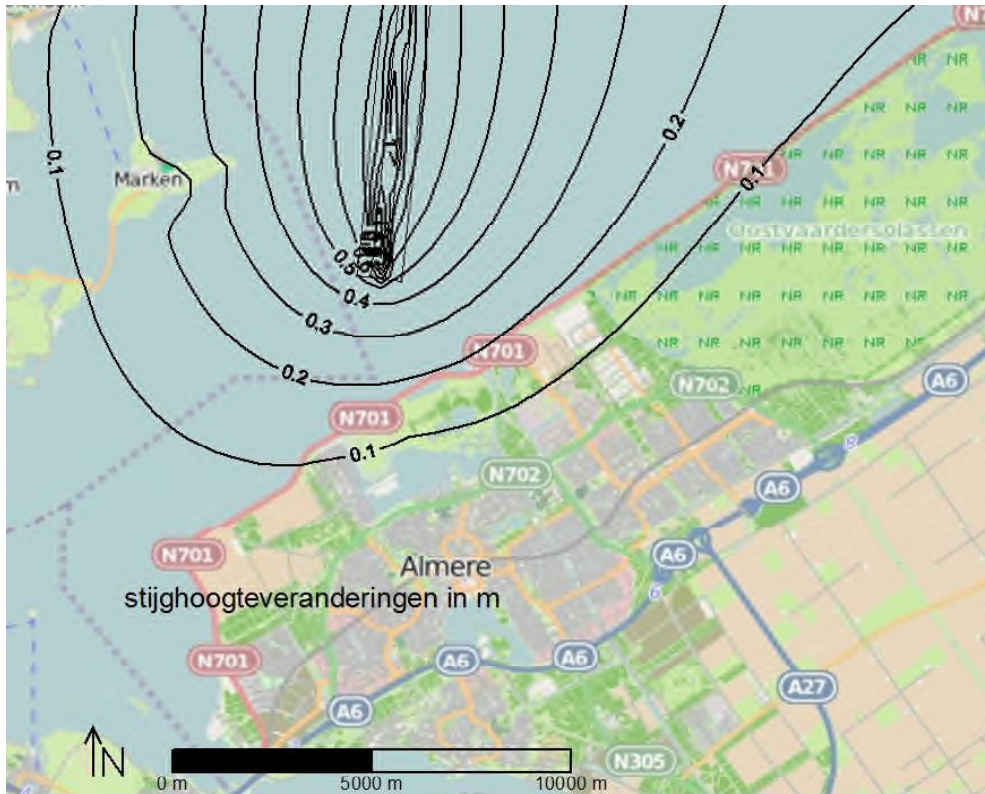
Berekende verhoging van de stijghoogte voor de westelijke inrichtingsvariant met slibvangput

In onderstaande figuren zijn de stijghoogteveranderingen van de verschillende fases voor variant 1b weergegeven.

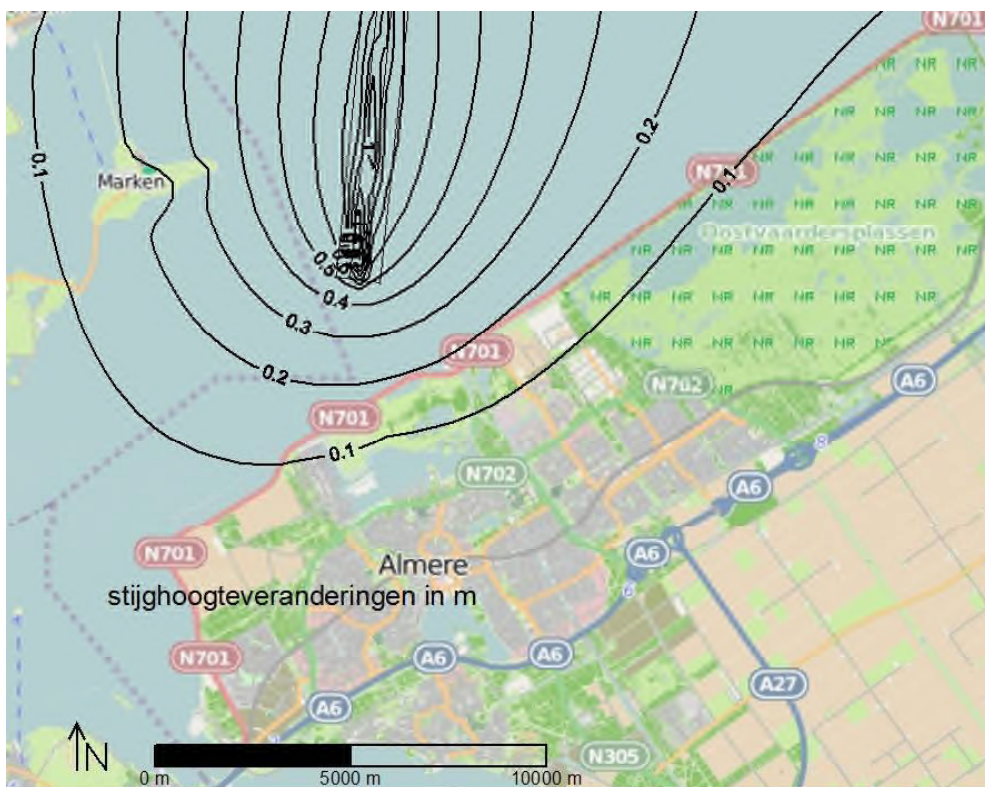


Figuur 1a Stijghoogteverandering op $t=0$ ($c = 25$ dagen)





Figuur 1b Stijghoogteverandering op $t=1$ ($c = 50$ dagen)



Figuur 1c Stijghoogteverandering op $t=2$ ($c = 100$ dagen)





Figuur 1d Stijghoogtetoe name op t=3 (c = 250 dagen)



Figuur 1e Stijghoogteverandering op t=4 (c = 1.000 dagen)



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



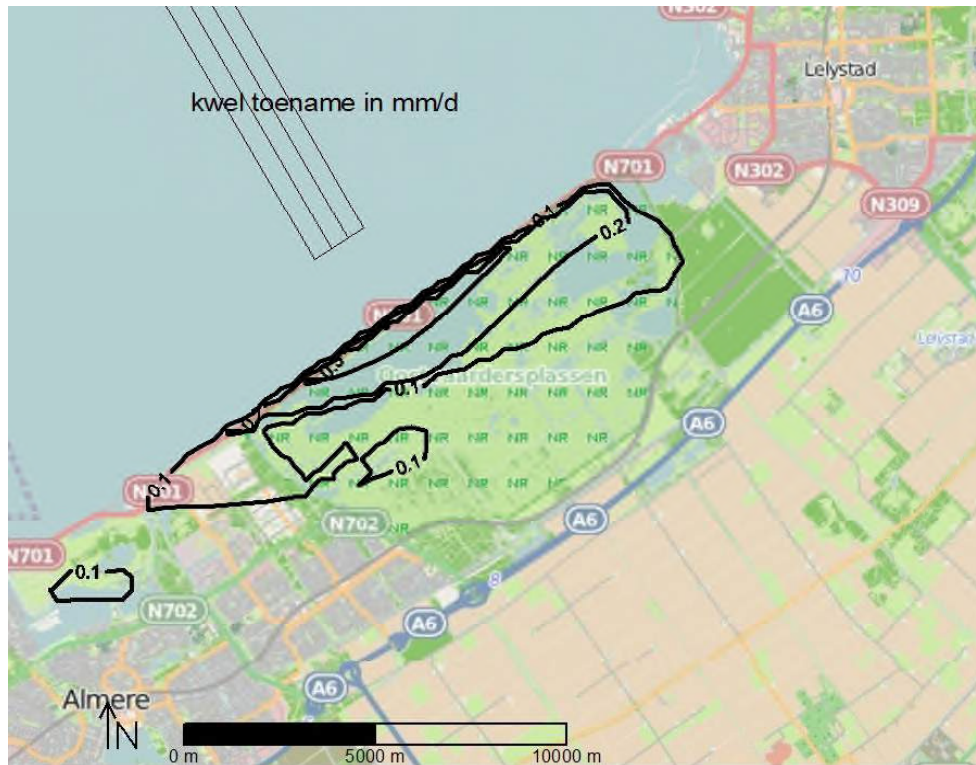
Bijlage 4




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Berekende kweleffecten oostelijke inrichtingsvariant met slibvangput

In onderstaande figuren zijn de effecten van de verschillende fases voor variant 2b weergegeven. In de verschillende figuren is de verandering van de kwelgrootte weergegeven met een meetinterval van 0,1 mm/d.



Figuur 1a Kweltoename op $t=0$ ($c = 25$ dagen)





Figuur 1b Kweltoename op t=1 (c=50 dagen)



Figuur 1c Kweltoename op t=2 (c=100 dagen)





Figuur 1d Kweltoename op $t=3$ ($c = 250$ dagen)



Figuur 1e Kweltoename op $t=4$ ($c=1.000$ dagen)



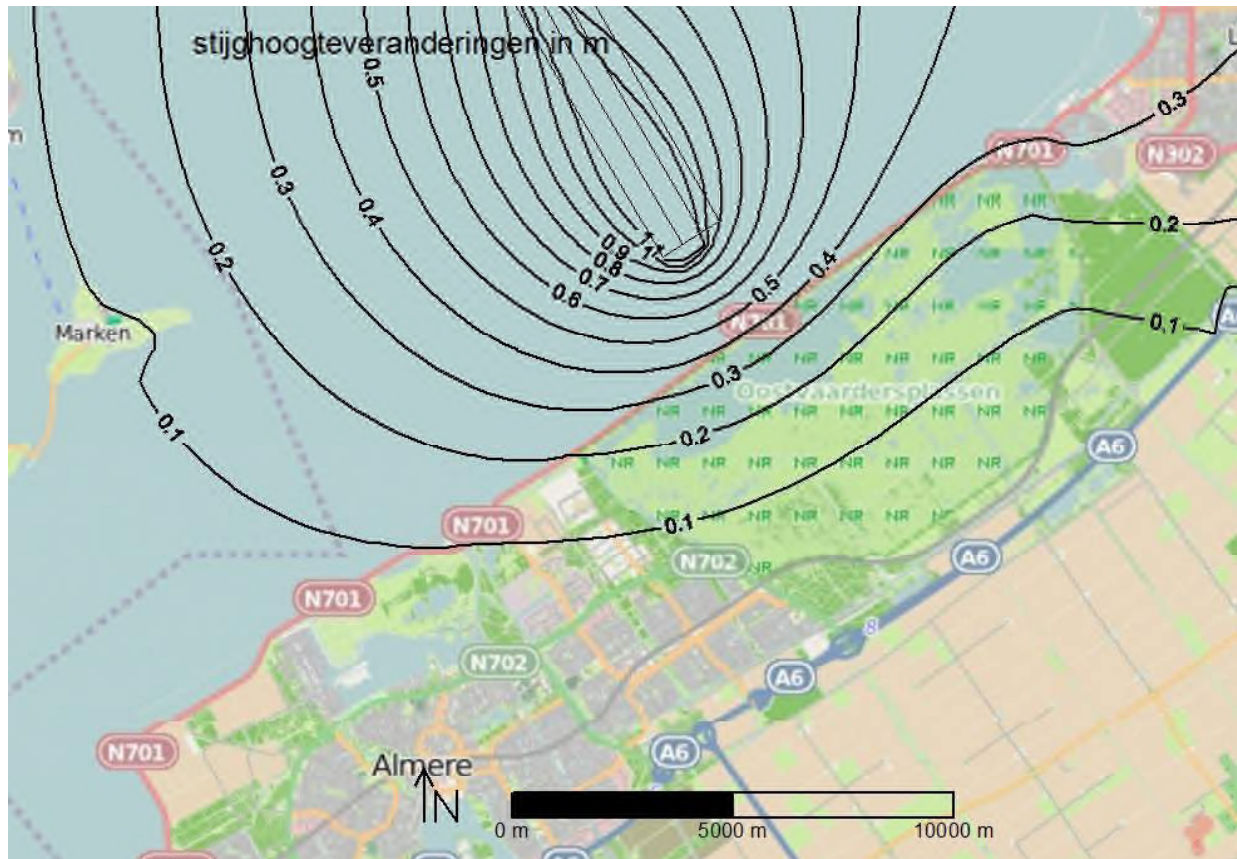
Bijlage 5




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

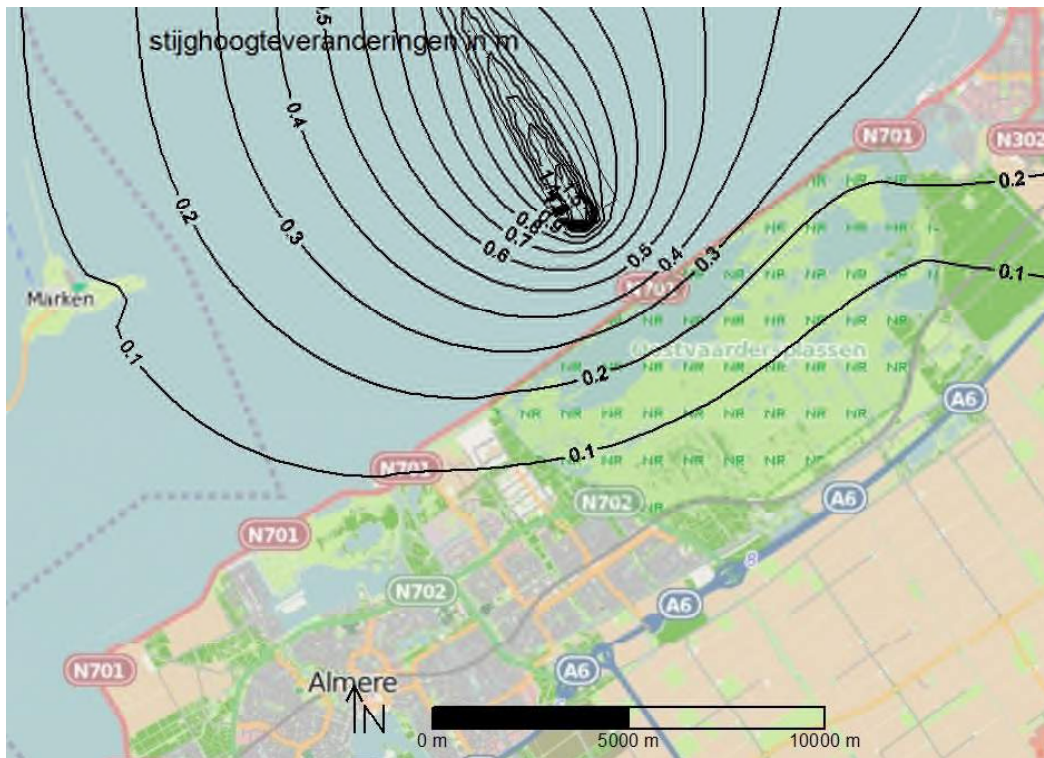
Berekende verhoging van de stijghoogte voor de oostelijke inrichtingsvariant met slibvangput

In onderstaande figuren zijn de stijghoogteveranderingen van de verschillende fases voor variant 2b weergegeven.



Figuur 1a Stijghoogteverandering op $t=0$ ($c = 25$ dagen)





Figuur 1b Stijghoogteverandering op $t=1$ ($c = 50$ dagen)



Figuur 1c Stijghoogteverandering op $t=2$ ($c = 100$ dagen)





Figuur 1d Stijghoogtetoeename op t=3 (c = 250 dagen)



Figuur 1e Stijghoogtverandering op t=4 (c = 1.000 dagen)



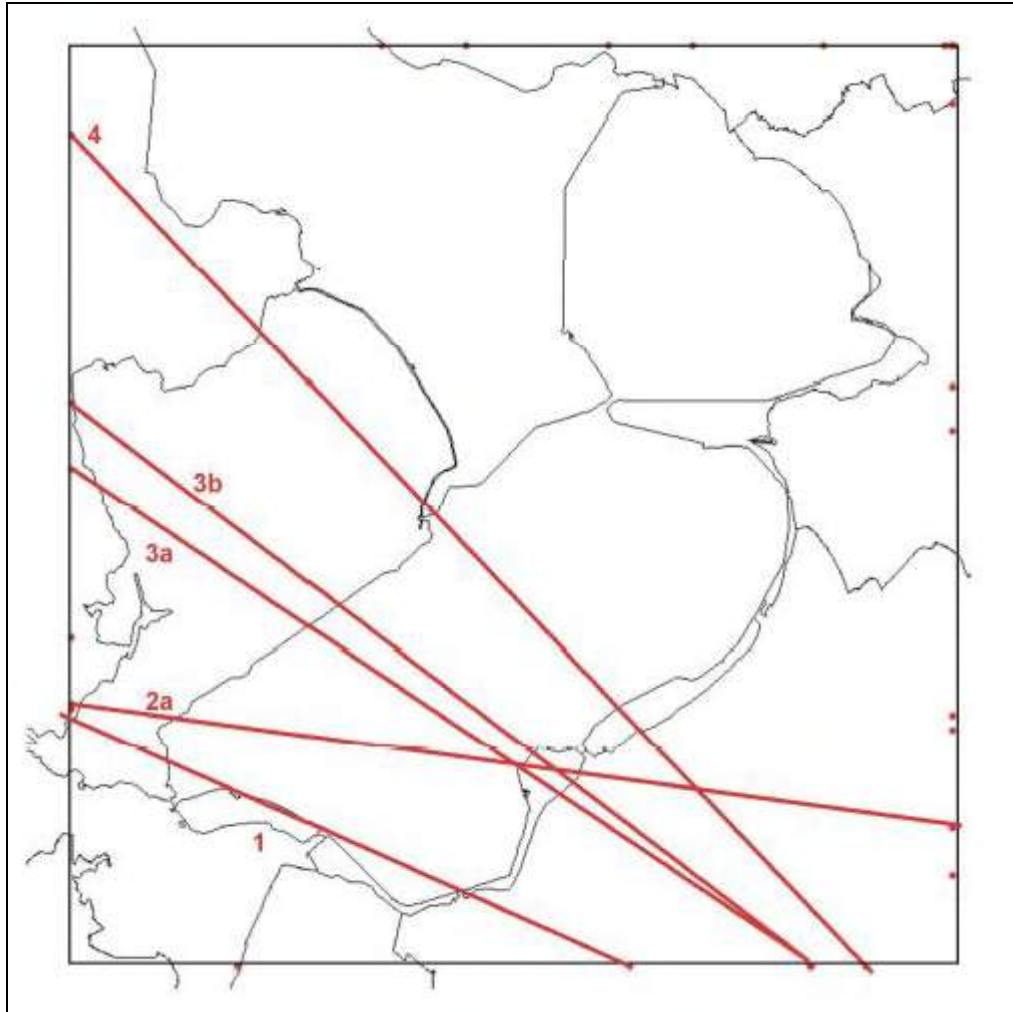
Bijlage 6




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

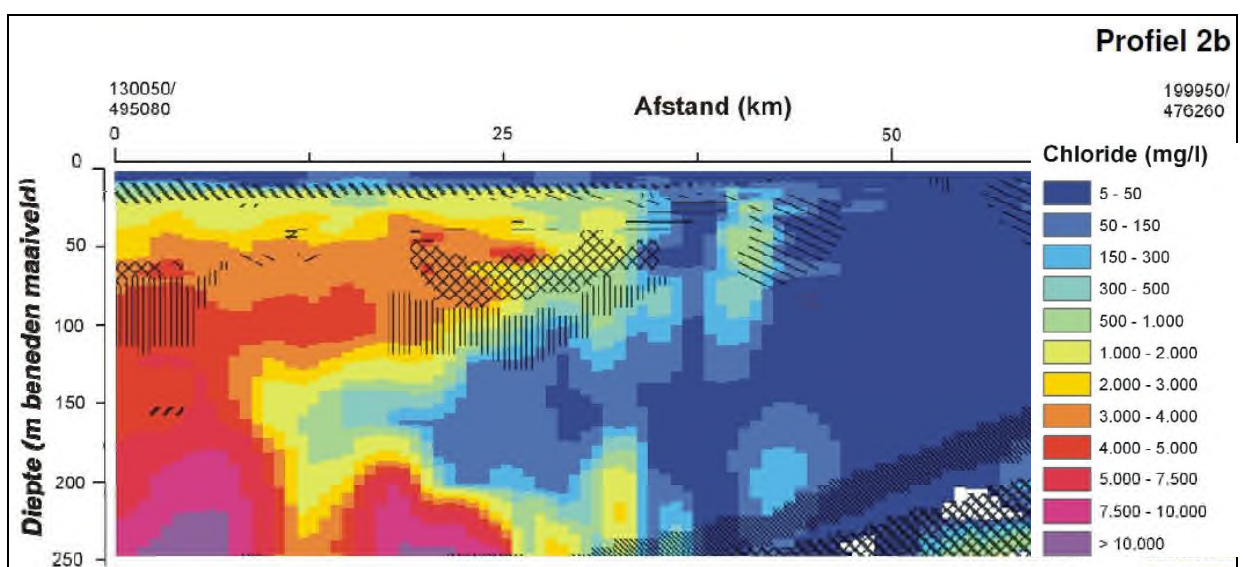
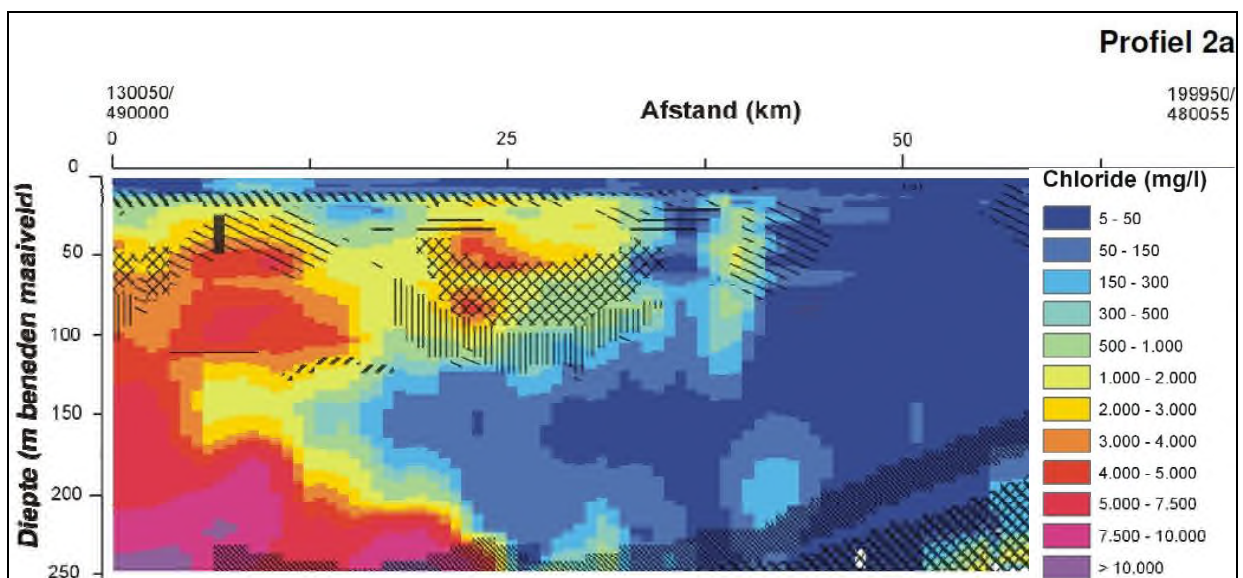
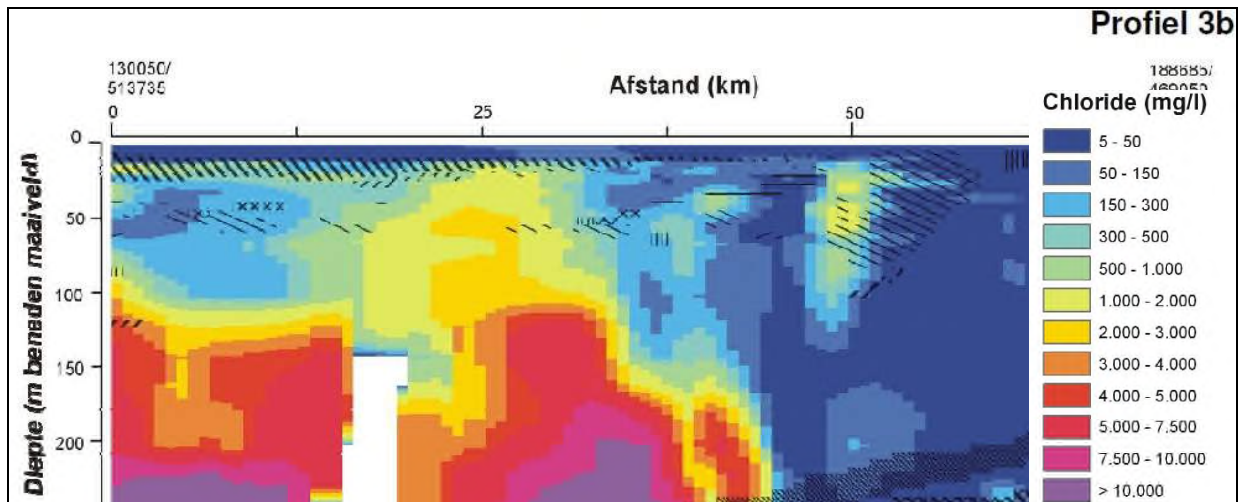
Chlorideconcentratie watervoerend pakket onder het Markermeergebied

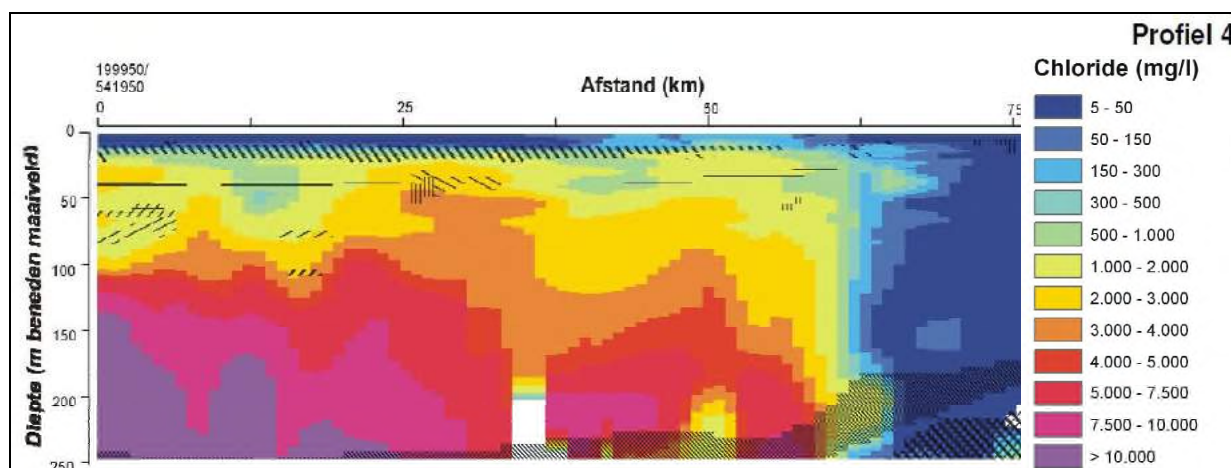
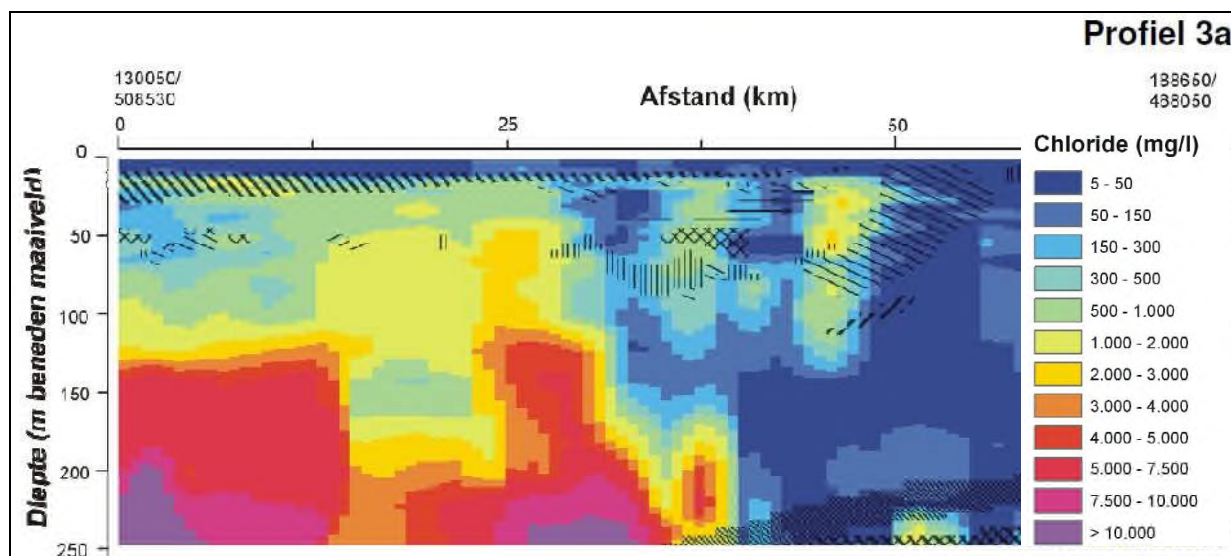
Om inzicht te krijgen in de zoutconcentratie met de diepte zijn 5 dwarsdoorsnedes bijgevoegd zoals gepresenteerd in het rapport van Deltares: Zoet-zout studie provincie Flevoland, met referentie 2008-U-R0546/A, d.d. 14 mei 2008.



Figuur 1. Ligging dwarsprofielen in het Markermeergebied







Figuur 2. Dwarsprofielen 2a, 2b, 3a, 3b en 4 van de chlorideconcentratie (mg/l) in het Markermeergebied



Bijlage VII

Rapportage geluid LBP|SIGHT

MER Markerzand
Akoestisch onderzoek Markermeer

Opdrachtgever
Markerzand v.o.f.
Contactpersoon
de heer J. van der Walle
Kenmerk
R085745ac.00001.rvh
Versie
05_001
Datum
14 juli 2015
Auteur
ing. R. (Ries) van Harmelen
ing. R. (Roel) van de Wetering

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Leeswijzer	3
2	Huidige geluidssituatie en referentiesituatie	4
2.1	Bestaande situatie	4
2.2	Autonome ontwikkelingen scheepvaart	5
2.3	Referentiesituatie	5
3	Activiteiten en alternatieven	6
3.1	Voorgenomen activiteit en alternatieven.....	6
3.2	Zoekgebied voor locatiekeuze	6
3.3	Voorgenomen activiteit	7
3.4	Alternatieven	8
4	Uitgangspunten geluidberekeningen	10
4.1	Inzet van materieel.....	10
4.2	Werktijden en bedrijfstijd van het materieel	10
5	Rekenmethode en resultaten	13
5.1	Rekenmethodiek	13
5.2	Beoordelingssystematiek woningen	13
5.3	Referentiesituatie - geluidcontouren	14
5.4	Alternatieven – geluidcontouren	14
6	Vergelijking van alternatieven en varianten met de referentiesituatie	15
7	Conclusie	17

Bijlagen

- Bijlage I Uitgangspunten
- Bijlage II Geluidcontouren huidige en referentiesituatie - L_{etmaal}
- Bijlage III L_{etmaal} geluidcontouren gemiddeld werktempo
- Bijlage IV L_{etmaal} geluidcontouren hoog werktempo

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In het kader van het MER Markerzand vof zijn geluidberekeningen uitgevoerd om de effecten op de leefomgeving te bepalen. Voorliggend geluidrapport maakt onderdeel uit van het MER en wordt als bijlage bij het MER gevoegd. In het geluidrapport wordt ten aanzien van het aspect geluid aandacht besteed aan het volgende.

1. De huidige geluidssituatie in de omgeving van het initiatief inclusief de geluidrelevante autonome ontwikkelingen in het gebied, zijnde de referentiesituatie.
2. De geluideffecten ten gevolge van het voorgenomen initiatief, waarbij twee uitvoeringsalternatieven en locatiealternatieven zijn beschouwd.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

De locatiealternatieven voor de ontgronding zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De alternatieven zijn volledig beschreven in het MER en samengevat in hoofdstuk 3 van het voorliggende geluidrapport.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de huidige geluidssituatie in het gebied inclusief autonome ontwikkelingen, voor zover deze geluidrelevant zijn. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de activiteiten en alternatieven. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten voor de geluidberekeningen beschreven. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de rekenmethodiek en rekenresultaten. In hoofdstuk 6 worden de alternatieven en varianten vergeleken met de referentiesituatie. De conclusies van het verrichte geluidonderzoek zijn opgenomen in hoofdstuk 7.

2 Huidige geluidssituatie en referentiesituatie

2.1 Bestaande situatie

De bestaande geluidssituatie in het gebied wordt vooral bepaald door de varende schepen (beroepsvaart) in het Markermeer. Er zijn twee hoofdvaarroutes, namelijk:

- hoofdvaarroute Amsterdam – Enkhuizen via de Krabbersgatsluizen;
- hoofdvaarroute Amsterdam – Lemmer via de Houtribsluizen.

De scheepvaartintensiteiten voor de bestaande huidige situatie zijn aangeleverd door Markerzand vof en zijn gebaseerd op tellingen bij de Krabbersgatsluizen en de Houtribsluizen, verricht in het jaar 2008. Het jaar 2008 is als referentiejaar gekozen, omdat dit jaar een druk jaar was voor de scheepvaart. In de jaren er na is sprake van een lichte afname in de scheepvaartverkeersintensiteit. Het hanteren van de verkeersintensiteit van 2008 is dus een worst-case benadering. In de tabellen 2.1, 2.2 en 2.3 worden samenvattende overzichten gegeven.

Tabel 2.1

Scheepvaart Amsterdam - Enkhuizen

Periode	Aantal scheepvaartpassages (beroepsvaart route VR01)
Jaarintensiteit	4.767
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	15,2
Dag (07.00 - 19.00 uur) - 12/24*15,2	7,6
Avond (19.00 - 23.00 uur) - 4/24*15,2	2,5
Nacht (23.00 - 07.00 uur) - 8/24*15,2	5,1

Tabel 2.2

Scheepvaart Amsterdam - Lemmer

Periode	Aantal scheepvaartpassages (beroepsvaart route VR02)
Jaarintensiteit	30.292
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	96,8
Dag (07.00 - 19.00 uur) - 12/24*96,8	48,4
Avond (19.00 - 23.00 uur) - 4/24*96,8	16,1
Nacht (23.00 - 07.00 uur) - 8/24*96,8	32,3

Tabel 2.3

Scheepvaart Amsterdam (Amsterdam–Enkhuizen en Amsterdam – Lemmer)

Periode	aantal scheepvaartpassages (beroepsvaart route VR03 = VR01 + VR02)
Jaarintensiteit	4.767 + 30.292 = 35.059
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	112
Dag (07.00 - 19.00 uur) - 12/24*112	56,0
Avond (19.00 - 23.00 uur) - 4/24*112	18,7
Nacht (23.00 - 07.00 uur) - 8/24*112	37,3

2.2 Autonome ontwikkelingen scheepvaart

De autonome ontwikkeling betreft de toe- of afname van het aantal schepen over een periode van tien jaar. Door Rijkswaterstaat (RWS) worden ten aanzien van autonome groei van het scheepvaartverkeer twee scenario's gehanteerd.

1. Het GE-scenario (= hoogste groeiscenario). Hierbij groeit het aantal vrachtpassages circa 0,2% per jaar tot 2020 en daarna circa 0,6% per jaar (hogere groei vanwege afvlakkende schaalvergroting).
2. Het RC-scenario (= laagste groeiscenario). Bij dit scenario wordt krimp verwacht.

Op basis van de bovenstaande prognose van RWS is ten aanzien van het scheepvaartverkeer de huidige bestaande situatie + autonome groei gelijk gesteld aan de huidige bestaande situatie. Met andere woorden, er wordt uitgegaan van 0% groei van het aantal scheepvaartbewegingen. Omdat de trend is dat de schepen groter worden en meer vracht vervoeren, zal toekomstige groei in tonnage niet leiden tot een toename in de scheepvaart.

2.3 Referentiesituatie

De referentiesituatie is de situatie waarmee het voorgenomen plan vergeleken wordt. De referentiesituatie is de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkeling in het gebied, zoals de groei van de huidige scheepvaart. Doordat de autonome groei van de scheepvaart op 0% is gesteld, omdat er geen groei van de scheepvaart wordt verwacht, is de huidige situatie van de scheepvaart ook de referentiesituatie.

3 Activiteiten en alternatieven

3.1 Voorgenomen activiteit en alternatieven

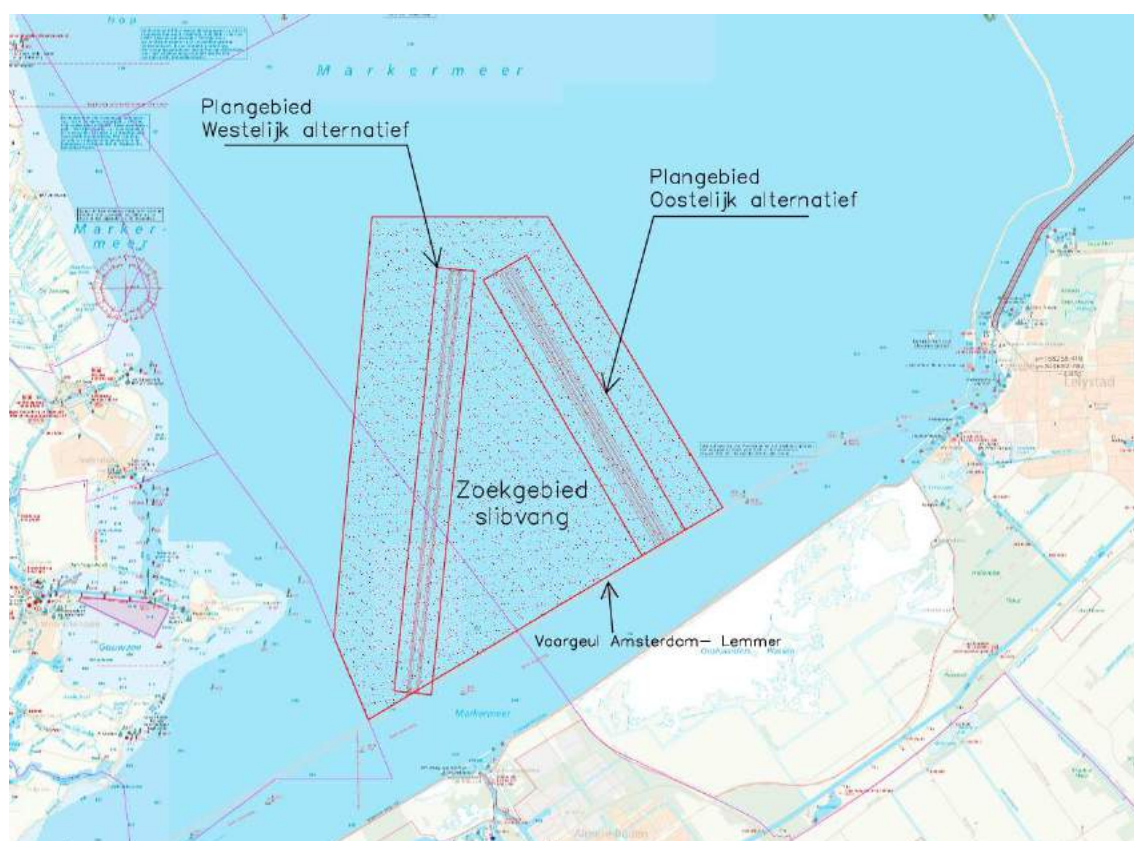
Het gebied waarbinnen de ontgroning plaatsvindt, is bepaald op grond van een aantal overwegingen die nauw samenhangen met het doel van Markerzand vof. In het MER wordt hier verder op ingegaan.

3.2 Zoekgebied voor locatiekeuze

Voorafgaand aan een precieze locatiekeuze is er een zoekgebied bepaald waarbinnen de mogelijke locaties zouden kunnen liggen. In figuur 3.1 zijn de locaties aangegeven. De locatiealternatieven voor de ontgroning zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De gekozen locaties hebben een directe aansluiting op de Vaargeul Amsterdam – Lemmer. Dat is noodzakelijk in verband met de afvoer van zand en bovengrond door schepen die een bepaalde vaardiepte nodig hebben. Daarnaast ligt de locatie vlakbij mogelijke afzetgebieden, zoals bijvoorbeeld de Markerwadden. In figuur 3.1 zijn de locaties weergegeven.



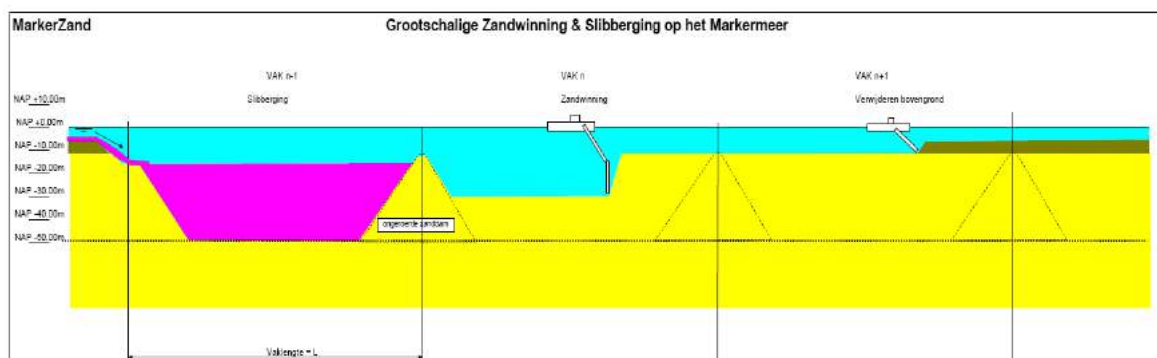
Figuur 3.1
Locaties westelijk en oostelijk alternatief aanpassen

3.3 Voorgenomen activiteit

De ontgronding vindt gefaseerd plaats in het zoekgebied zoals aangegeven in figuur 3.1. Het voornemen is om in 2014 met de aanleg van de slibvangput te beginnen. De doorlooptijd van de ontgronding is 31 jaar. Gezien de afmetingen en volumes, vindt de uitvoering plaats in fases. Er zijn drie aansluitende deelgebieden (vakken) tegelijkertijd actief, waar per vak de volgende activiteiten worden uitgevoerd.

1. Het afgraven van de bovengrond (verwijderen van de sliblaag).
2. De zandwinning zelf.
3. Het terugbrengen of hergebruiken van de bovengrond.

Deze drie activiteiten verplaatsen zich steeds in onderlinge samenhang stapsgewijs door het gebied (als het ware een trein met drie treinstellen). Aangezien de vakken ieder ongeveer 500 meter lang zijn, is er steeds een gebied van 1.500 meter lang in uitvoering. Het overige deel van het gebied is dus óf gereed óf nog in de huidige toestand. In deze gebieden vinden dan geen activiteiten plaats.



Figuur 3.2

Schematische tekening van 'het treintje' (van rechts naar links) van de ontgronding.

Afgraven bovengrond

De bovengrond is een 8 á 9 meter dikke laag van klei, veen en fijn zand, die verwijderd moet worden om zand te kunnen winnen in de zandlaag onder de laag bovengrond. De bovengrond is gezien de samenstelling en sterkte meestal niet geschikt voor civieltechnische toepassingen. De bovengrond wordt afgegraven met daartoe geschikt baggermaterieel, zoals een kraanponton, baggermolen of een cutterzuiger. De bovengrond kan wel gebruikt worden voor natuurbouw (zoals het oermoeras) of kustverdediging (vooroevers voor dijken). Afhankelijk van het gekozen alternatief wordt de bovengrond weer teruggebracht in de ontgraven put na de zandwinning of wordt deze afgevoerd per schip naar natuurbouwprojecten of dijkversterkingen in de omgeving van het Markermeer.

Zandwinning

Nadat de bovengrond is afgegraven en de zandlaag bloot ligt, vindt er zandwinning plaats met baggermaterieel zoals stationaire zandzuigers en varende sleephopperzuigers en/of diepzuigers. De afvoer van het zand vindt per schip plaats of door beunscopen. Ook kunnen de zuigers zelf het gewonnen zand afvoeren.

Terugbrengen bovengrond

De bovengrond – voor zover die niet wordt afgevoerd naar een natuurbouwproject of een andere nuttige toepassing – wordt teruggestort in het vak waar reeds zand is gewonnen. In principe vindt dit plaats door de bovengrond, die wordt afgegraven uit het eerste vak, direct te transporteren naar het vak waar de zandwinning gereed is. Bijvoorbeeld door met een cutterzuiger de bovengrond van het nieuwe vak te baggeren en de grond door een pijpleiding te verpompen naar het op te vullen vak waar het zand is afgevoerd. Deze werkzaamheden kunnen ook worden uitgevoerd met sleep-hopperzuigers.

Nadat de ontgroning is afgerond, heeft de put een maatschappelijke functie in de vorm van natuurontwikkeling; de put dient als slibvang.

3.4 Alternatieven

Er zijn twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken. Op deze wijze is onderzocht waar (locatie) en hoe (uitvoering) de ontgroning het beste wordt gerealiseerd.

De locatiealternatieven voor de ontgroning zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

Alle alternatieven worden vergeleken met de referentiesituatie. De referentiesituatie beschrijft de situatie waarbij het project Markerzand vof níét plaatsvindt en dient als meetlat voor de alternatieven. De referentiesituatie is de bestaande situatie plus de autonome ontwikkeling, zie ook hoofdstuk 2 van dit rapport.

Westelijk alternatief

In het westelijk alternatief wordt de slibvang aangelegd in de vaarroute van Amsterdam naar Enkhuizen. De slibvang wordt aangelegd van zuid naar noord, zodat er voldoende waterdiepte ontstaat voor het transport van de vrijkomende grond en zand die steeds verbonden is met de vaargeul Amsterdam-Lemmer.

Oostelijk alternatief

De slibvang op de locatie van het oostelijke alternatief heeft een andere oriëntatie en is korter en breder. Dit is de meest oostelijke locatie om een slibvang met het gewenste volume te kunnen inpassen in het zoekgebied. Het te ontgronden gebied is qua volume gelijk aan dat van het westelijk alternatief. Ook deze slibvang wordt aangelegd van zuid naar noord vanaf de vaargeul Amsterdam-Lemmer. Voor het overige is dit alternatief identiek aan het westelijk alternatief.

Voor de specifieke kenmerken (lengte, breedte, oppervlakte en volume) wordt verwezen naar het MER.

Basisalternatief

Het basisalternatief bestaat in essentie uit een grootschalige ontgroning die voorziet in de combinatie van het aanleggen van een slibvangput, het tijdelijk uitnemen en later weer terugbrengen van de bovengrond en het uitvoeren van een zandwinning. De ontgroning vindt plaats van zuid naar noord. In het zuiden wordt aangetakt op de vaarroute Amsterdam-Lemmer ten behoeve van de afvoer per schip. In dit alternatief wordt de bovengrond zoveel mogelijk geborgen in de zandwinput. De geul die door de ontgroning ontstaat, functioneert als slibvangput.

Alternatief bouwen met natuur

Dit alternatief is, voor wat betreft de ontgroning zelf, gelijk aan het basisalternatief. Alleen wordt de bovengrond niet teruggestort, maar zo veel mogelijk afgevoerd en duurzaam ingezet bij bijvoorbeeld de aanleg van natuurgebieden in of aan het Markermeer. Met dit alternatief wordt een aanvullende bijdrage geleverd aan natuurontwikkeling en daarmee aan de maatschappelijke functie van de ontgroning.

4 Uitgangspunten geluidberekeningen

4.1 Inzet van materieel

Door Markerzand vof is opgegeven met welk soort baggermaterieel de ontgrondingwerkzaamheden worden uitgevoerd. Het betreft de inzet van kranen op drijvende pontons, diepwinzuigers, cutterzuigers of zelfvarende zuigers en sleephoppers en beunschepen.

Voor de geluidberekeningen is uitgegaan van de meest ongunstigste situatieconfiguratie van het materieel (materieel met de hoogste bronsterkte) zoals gepresenteerd in tabel 4.1.

Tabel 4.1

In te zetten materieel – bronsterkte

		Bronsterkte L_{WR} [dB(A)]
ZZ_1	Zandzuiger/cutterzuiger (type Faunus)	115 dB(A)
SHZ_a	Diepzuiger (type Gaasterland)	113 dB(A)
SHZ_1	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	113 dB(A)
SHZ_2	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	113 dB(A)
SHZ_3	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers (onderweg)	113 dB(A)
Hopper	Varende schepen of varende sleephoppers	108 dB(A)

De bronsterktes van het materieel zijn verkregen op basis van metingen bij vergelijkbare projecten. Het gemeten materieel was 'Stand der Techniek' uitgevoerd. Voor de varende schepen is een bronsterkte aangehouden van 108 dB(A). Dit is gebaseerd op het onderzoek dat door SIGHT (thans LBP|SIGHT) is verricht in 2009 voor de Vereniging van Waterbouwers.

4.2 Werktijden en bedrijfstijd van het materieel

De bedrijfstijden van het materieel zijn ontleend aan de tabel die aangeleverd is door Markerzand vof, opgenomen in bijlage I van dit rapport. In deze tabel wordt uitgegaan van een 'basis' werktempo en een 'maximum' werktempo. Het basis werktempo betreft de bedrijfssituatie die meer dan twaalf dagen per jaar zal optreden. Deze bedrijfssituatie wordt ook wel de representatieve bedrijfssituatie (RBS) genoemd. De representatieve bedrijfssituatie (RBS) is dan ook meer dan de jaargemiddelde bedrijfssituatie. De representatieve bedrijfssituatie (RBS) betreft een werktempo van 45 werkweken per jaar, 5 dagen per week, 12 uur per dag. Het maximum werktempo betreft hoog werktempo van 45 weken per jaar, 7 dagen per week, 24 uur per dag. Het maximum werktempo kan realistisch zijn wanneer voor een bepaald infrastructureel werk grote hoeveelheden zand geleverd moet worden. In de berekening is in deze situatie uitgegaan van een ononderbroken inzet van materieel en dus 100% efficiëntie. In de praktijk zal er altijd sprake zijn van een lagere efficiëntie.

In tabel 4.2 is het basis werktempo en de maximum werktempo vertaald naar de bedrijfstijden en aantal scheepvaartbewegingen. Bij het gemiddeld werktempo wordt twaalf uur effectief gewerkt. Dit vindt in de regel plaats tussen 07.00 en 19.00 uur, maar kan ook plaatsvinden in het tijdvak 05.00 en 21.00 uur. Daarom is voor deze situatie gerekend met de situatie van 14 schepen afvoer in de dagperiode, waarbij dus van 07.00 tot 19.00 uur wordt gewerkt. In de avondperiode met twee schepen als men later begint en tot 21.00 uur doorwerkt. in de nachtperiode met twee schepen als er in de vroege ochtend (05.00 uur) wordt begonnen en eerder wordt stopt. Totaal blijft het aantal schepen 14 met afvoer van zand, over de periode tussen 05.00 en 21.00 uur.

Tabel 4.2

In te zetten materieel – bedrijfstijden en aantallen ‘gemiddeld’ en ‘hoog’ werktempo.

	Omschrijving	Bedrijfstijd in uren gemiddeld werktempo			Bedrijfstijd in uren maximum werktempo		
		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
ZZ_1	Zandzuiger/cutterzuiger (type Faunus)	12	2	2	12	4	8
SHZ_a	Diepzuiger (type Gaasterland)	12	2	2	12	4	8
Beun	Aantal schepen zand afvoer	14*	2	2	24**	8	16
Beun	Aantal scheepvaartbewegingen zand afvoer	28*	4	4	48**	16	32
SHZ_1	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	12	2	2	12	4	8
SHZ_2	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	12	2	2	12	4	8
SHZ_3	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers (onderweg)	0	0	0	0	0	0
Hopper	Aantal reizen met grond per dag	12	2	2	36	12	24
Hopper	Aantal reisbewegingen met grond per dag	24	4	4	72	24	48

* Hiervan gaat in de dagperiode 5% (= 1 schip, 2 bewegingen) richting krabbergatsluizen en 5% richting de Houtribsluizen toe. De overige 90% gaat richting Amsterdam

** Hiervan gaat in de dagperiode 5% (= 2 schepen, 4 bewegingen) richting krabbergatsluizen en 5% richting de Houtribsluizen toe. De overige 90% gaat richting Amsterdam

In tabel 4.3 is het aantal gecumuleerde scheepvaartbewegingen en reisbewegingen met grond weergegeven.

Tabel 4.3

Gecumuleerd aantal schepen bestaande situatie + autonoom + initiatief

	Omschrijving	Scheepvaartbewegingen gemiddeld werktempo			Scheepvaartbewegingen maximum werktempo		
		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
SCH_enkhu	Scheepvaartbewegingen A'dam – Enkhuizen (15,2)	7,6 (8)	2,5 (2)	5,1 (5)	7,6 (8)	2,5 (2)	5,1 (5)
SCH_houtri	Scheepvaartbewegingen A'dam – Lemmer (96,8)	48,4 (48)	16,1 (16)	32,3 (32)	48,4 (48)	16,1 (16)	32,3 (32)
SCH_adam	Scheepvaart totaal traject A'dam (1)+ (2) (112)	56,0	18,7 (19)	37,3 (37)	56,0	18,7 (19)	37,3 (37)
Beun	Aantal scheepvaartbewegingen zand afvoer per dag	28	4	4	48	16	32
Hopper	Aantal reisbewegingen met grond per dag	24	4	4	72	24	48

5 Rekenmethode en resultaten

5.1 Rekenmethodiek

Op basis van de aangeleverde informatiestukken zijn met het softwareprogramma Geomilieu de akoestisch rekenmodellen opgesteld. Met behulp van deze rekenmodellen zijn de geluidcontouren berekend. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai 1999.

5.2 Beoordelingssystematiek woningen

Ten behoeve van de geluideffecten ter plaatse van woningen zijn de geluidniveaus berekend in de dosismaat L_{etmaal} . Deze geluidcontouren zijn bepaald om na te gaan of bijvoorbeeld de woning bij het Paard van Marken binnen de etmaalwaardecontour ligt. De etmaalwaardecontour wordt bepaald uit één van de drie volgende hoogste waarden.

1. Het equivalente geluidniveau gedurende de dagperiode L_{day} (van 07.00 tot 19.00 uur).
2. Het equivalente geluidniveau gedurende de avondperiode $L_{evening}$ (van 19.00 tot 23.00 uur) vermeerderd met 5 dB(A).
3. Het equivalente geluidniveau gedurende de nachtperiode L_{night} (van 23.00 tot 07.00 uur) vermeerderd met 10 dB(A).

De etmaalwaardecontouren zijn vanaf 40 dB(A) inzichtelijk gemaakt, omdat de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening 1998 onderscheid maakt in type woonomgevingen. Hierdoor kan er een goede afweging gemaakt worden in de alternatieven. In tabel 5.1 is de typering en de bijbehorende richtwaarden opgenomen.

Tabel 5.1

Richtwaarden

Aard van de woonomgeving	Aanbevolen richtwaarden in de woonomgeving in dB(A)			
	Dag	Avond	Nacht	Etmaalwaarde
Landelijke omgeving	40	35	30	40
Rustige woonwijk, weinig verkeer	45	40	35	45
Woonwijk in de stad	50	45	40	50

De geluidcontouren zijn bepaald op 5 meter hoogte.

5.3 Referentiesituatie - geluidcontouren

Voor de bepaling van de geluidcontouren ten gevolge van de schepen (beroepsvaart) voor de referentiesituatie is uitgegaan van:

- de intensiteiten zoals opgenomen in tabel 3.1, 3.2 en 3.3;
- een bronsterkte van 108 dB(A);
- een gemiddelde vaarsnelheid van 10 km/uur.

In bijlage II is de L_{etmaal} geluidcontour van de referentiesituatie gepresenteerd.

5.4 Alternatieven – geluidcontouren

Er zijn twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken. Op deze wijze is onderzocht waar (locatie) en hoe (uitvoering) de ontgroning het beste kan worden gerealiseerd.

De locatiealternatieven voor de ontgroning zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

Ten aanzien van de uitvoeringsalternatief zijn tevens nog twee varianten doorgerekend, namelijk met een basis werktempo en een hoogwerktempo. Zoals eerder aangegeven betreft het basis werktempo een min of meer gemiddeld werktempo van 45 werkweken per jaar, 5 dagen per week, 12 uur per dag. Het maximum werktempo betreft een hoog werktempo van 45 weken per jaar, 7 dagen per week, 24 uur per dag.

De geluidcontouren van de alternatieven zijn opgenomen in de volgende bijlagen.

- Bijlage III: L_{etmaal} geluidcontouren gemiddeld werktempo.
- Bijlage IV: L_{etmaal} geluidcontouren hoog werktempo.

De L_{etmaal} contouren zijn alleen gepresenteerd voor de situaties waarbij in het zuidelijk deel van het westelijk en oostelijk alternatief wordt gewerkt, omdat deze locaties het dichtst bij het vaste land liggen. Zoals eerder aangegeven wordt gewerkt van zuid naar noord.

6 Vergelijking van alternatieven en varianten met de referentiesituatie

De referentiesituatie, de alternatieven en de uitvoeringsalternatieven worden met elkaar vergeleken. De vergelijking vindt plaats door bepaling van het aantal woningen die als gevolg van het initiatief een hogere of lagere geluidbelasting ondervinden dan als gevolg van de referentiesituatie.

Woningen die in de directe nabijheid van het initiatief zijn gesitueerd, liggen in Almere, Lelystad en Marken. Het meest zuidelijke deel van de omliggende woningen zijn voor zowel het westelijk als het oostelijk alternatief voor de omliggende woningen het meest kritisch. Deze situaties zijn dan ook beschouwd omdat de omliggende woningen in het noordelijk deel, van zowel het westelijk als het oostelijk alternatief, verder van deze woningen afliggen.

De geluidcontouren voor de alternatieven en uitvoeringsvarianten zijn opgenomen in bijlage III en IV. Hierin zijn de etmaalwaardecontouren 40, 45 en 50 dB(A) gepresenteerd. Op basis hiervan zijn de alternatieven en varianten vergeleken.

Referentiesituatie

Tijdens de referentiesituatie ligt de 40 dB(A) etmaalwaardecontour over een deel van Lelystad en over een zeer beperkt deel van de Oostvaarders Plassen. De 50 dB(A) etmaalwaardecontour raakt net de kade van Lelystad en raakt geen woningen. Almere en Marken liggen ver buiten de 40 dB(A) etmaalwaardecontour.

Alternatieven en uitvoeringsalternatieven

Door het initiatief, voor zowel het westelijk als het oostelijk alternatief, zullen als gevolge van de zandwinning en de toename van de scheepvaart (beunschepen) de etmaalwaardecontouren verder reiken.

Het westelijk en oostelijk alternatief zijn ten opzichte van elkaar nauwelijks onderscheidend. Het oostelijk alternatief is iets positiever omdat deze verder van Almere ligt. De verschillen in uitvoeringsalternatieven bouwen met natuur en het basisalternatief zijn voor zowel het westelijk als het oostelijk alternatief nihil en verwaarloosbaar.

Gemiddeld werktempo

Tijdens het gemiddeld werktempo liggen er in Lelystad iets meer woningen binnen de 40 dB(A) etmaalwaardecontour. De richtwaarde voor woningen 'Woonwijk in de stad' van 50 dB(A) wordt echter niet overschreden, waardoor er geen knelpunten zijn.

Bij Almere en Marken liggen de woningen net als bij de referentiesituatie ver buiten de 40 dB(A) etmaalwaardecontour. Hierdoor treedt tijdens het gemiddeld werktempo geen extra verstoring op en zijn er geen knelpunten.

Hoog werktempo

Bij Lelystad schuiven de 40 dB(A) etmaalwaardecontouren iets verder op ten opzichte van het gemiddeld werktempo, maar niet zodanig dat dit knelpunten oplevert.

Tijdens het westelijk alternatief liggen Almere en Marken, ten opzichte van de referentiesituatie, voor een klein deel in de 40 dB(A) etmaalwaardecontour. Tijdens het oostelijk alternatief ligt alleen Almere voor een klein deel in het 40 dB(A) etmaalwaardecontour.

De geluidbelasting is echter dusdanig laag dat ook hier geen knelpunten zijn ten aanzien van hinder.

Over het algemeen wordt gesteld dat de geluidbelasting ten gevolge van alle alternatieven en varianten echter zodanig laag is dat dit niet zal leiden tot geluidhinder. Ruimschoots wordt voldaan aan de richtwaarde van 45 dB(A) voor rustige woonwijken met weinig verkeer, dan wel 50 dB(A) voor woningen gesitueerd in de stad.

Oostvaardersplassen

Een deel van de Oostvaardersplassen is door provincie Flevoland aangewezen als stiltegebied. Voor het stiltegebied geldt voor de geluidbelasting een uurgemiddelde richtwaarde van 35 dB(A). Dit is te kenmerken als stil. In de verordening is voor deze richtwaarde gekozen om eventuele ontwikkelingen in de omgeving nog mogelijk te maken. Anders dan bij de beoordelingsystematiek voor woningen behoeft hier geen correctie van 5 dB(A) voor de avond- en voor 10 dB(A) voor de nachtperiode opgeteld te worden.

In figuur 6.1 is voor de meest kritische situatie de 35 dB(A) contour weergegeven. In deze figuur zijn ook de contouren voor het stiltegebied opgenomen. De meest kritische situatie is het 'oostelijk alternatief' met als uitvoeringsalternatief 'basisalternatief' met een 'hoog' werktempo.



Figuur 6.1

Uurgemiddelde 35 dB(A) contour tijdens de meest kritische situatie t.o.v. het stiltegebied

Zoals blijkt raakt de 35 dB(A) uurgemiddelde contour het stiltegebied niet. De richtwaarde van 35 dB(A) wordt dan ook niet overschreden.

7 Conclusie

In het kader van het MER Markerzand vof zijn geluidberekeningen uitgevoerd om de effecten naar de leefomgeving te bepalen. Voorliggend geluidrapport maakt onderdeel uit van het MER en wordt als bijlage bij het MER gevoegd.

In het geluidrapport wordt ten aanzien van het aspect geluid aandacht besteed aan het volgende.

- De huidige geluidssituatie in de omgeving van het initiatief inclusief de geluidrelevante autonome ontwikkelingen in het gebied, zijnde de referentiesituatie.
- De geluideffecten als gevolg van het voorgenomen initiatief, waarbij twee uitvoeringsalternatieven en locatiealternatieven zijn beschouwd met ieder nog twee varianten.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

De locatiealternatieven voor de ontgronding zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

Voor de berekeningen is uitgegaan van nog twee varianten in de wijze van uitvoering. Er is onderscheidt gemaakt in een gemiddeld werktempo en in een hoog werktempo. Op basis van de berekende geluidcontouren zijn de verschillende alternatieven met elkaar vergeleken.

Voor de effecten op de mens is de meest kritische situatie beoordeeld. De meest kritische situatie doet zich voor op het meest zuidelijke stuk van de twee alternatieven (westelijk en oostelijk).

Geconcludeerd wordt dat het oostelijk alternatief ten opzichte van het westelijk alternatief iets positiever is. De uitvoeringsvariant met een gemiddeld werktempo lijkt positiever dan de uitvoeringsvariant met een hoog werktempo, doordat er minder woningen binnen de 40 dB(A) etmaalwaardecontour liggen. Bij een hoog werktempo is het echter aannemelijk dat het project minder lang zal duren dan bij een basis werktempo. Tussen de twee uitvoeringsalternatieven (omputten dan wel bouwen met natuur) zijn geen wezenlijke verschillen.

Gesteld wordt dat geluidbelasting op de woningen in Lelystad ten gevolge van alle alternatieven en uitvoeringsalternatieven net als bij de referentiesituatie lager zijn dan de richtwaarde van 50 dB(A) zoals wordt gehanteerd voor een woonwijk in de stad.

Voor Marken en Almere geldt dat de richtwaarde van 45 dB(A) voor een rustige woonwijk ook niet wordt overschreden. Er zijn dan ook ten aanzien van het aspect geluid geen knelpunten.

De richtwaarde van 35 dB(A) uurgemiddeld die geldt voor het stiltegebied in de Oostvaardersplassen wordt bij geen enkel alternatief of uitvoeringsvariant van het initiatief overschreden.

LBP|SIGHT BV



ing. R. (Ries) van Harmelen



ing. R. (Roel) van de Wetering

Bijlage I

Uitgangspunten

Beroepsscheepvaart

	Jaaraantal	Etmaal aantal				
		365-52=313	Dag	Avond	Nacht	
	Dagen	313.0	12/24	4/24	8/24	
Scheepvaart			0.5	0.2	0.3	
	100000	319.5	159.7	53.2	106.5	319.5
Schepen - huidig - Houtribsluizen (Lelystad)	30292	96.8	48.4	16.1	32.3	96.8
Schepen - huidig - Krabbersgatsluizen (Enkhuizen)	4767	15.2	7.6	2.5	5.1	15.2
Schepen - huidig - Adam	35059	112.0	56.0	18.7	37.3	112.0

Exploitatie Zandwingebied Markerzand

Uitgangspunten:

Gem. Laadproductie		1.500	m3/u (1 laadunit)
Gem. Scheepsgrootte		1.000	m3
Ratio grond - zand = 1:		2	
Productie bovengrond		500	m3/reis

Werktempo

Zand			
		Basis	Maximum
Werkweken per jaar	wkn/jr	45	45
Dagen per week	d/wk	5	7
Bruto uren per week	u/wk	60	168
Netto uren per week	u/wk	48	134.4
Gem. Productie	m3/u	1.500	2.500
Gem. Week prod	m3/wk	72.000	336.000
Aantal schepen per wk	st/wk	72	336
Aantal schepen per dag	st/d	14	48
Jaar productie	m3/jr	3.240.000	15.120.000
Aantal schepen per week	st/wk	72	336
Aantal schepen per uur	st/u	1.5	2.5
Aantal bewegingen per uur	st/u	3.0	5.0

Bovengrond o.b.v. hoppers

		Basis	Maximum
Werkweken per jaar	wkn/jr	45	45
Dagen per week	d/wk	5	7
Bruto uren per week	u/wk	60	114
Netto uren per week	u/wk	48	91.2
Benodigde productie	m3/wk	36.000	168.000
Aantal reizen	tr/wk	72	336
Aantal schepen per uur	st/u	1.5	3.7
Aantal bewegingen per uur	st/u	3.0	7.4
Aantal bewegingen per uur VASTGESTELD		2	6
Aantal bewegingen per etmaal VASTGESTELD		24	144

Gemiddeld werktempo

	1	Reis met hoppers		
	2	Reisbeweging met hoppers		
dag 12 uur	12	12x1 reis		60
	24	12x2 reeibew.		120
avond 19.00 - 21.00 uur = 2 uur	2	2x1 reis		10
	4	2x2		20
nacht 05.00 - 07.00 uur = 2 uur	2	2x1		10
	4	2x2		40
		per week	reizen	80
		per week	bewegingen	180

Maximum werktempo

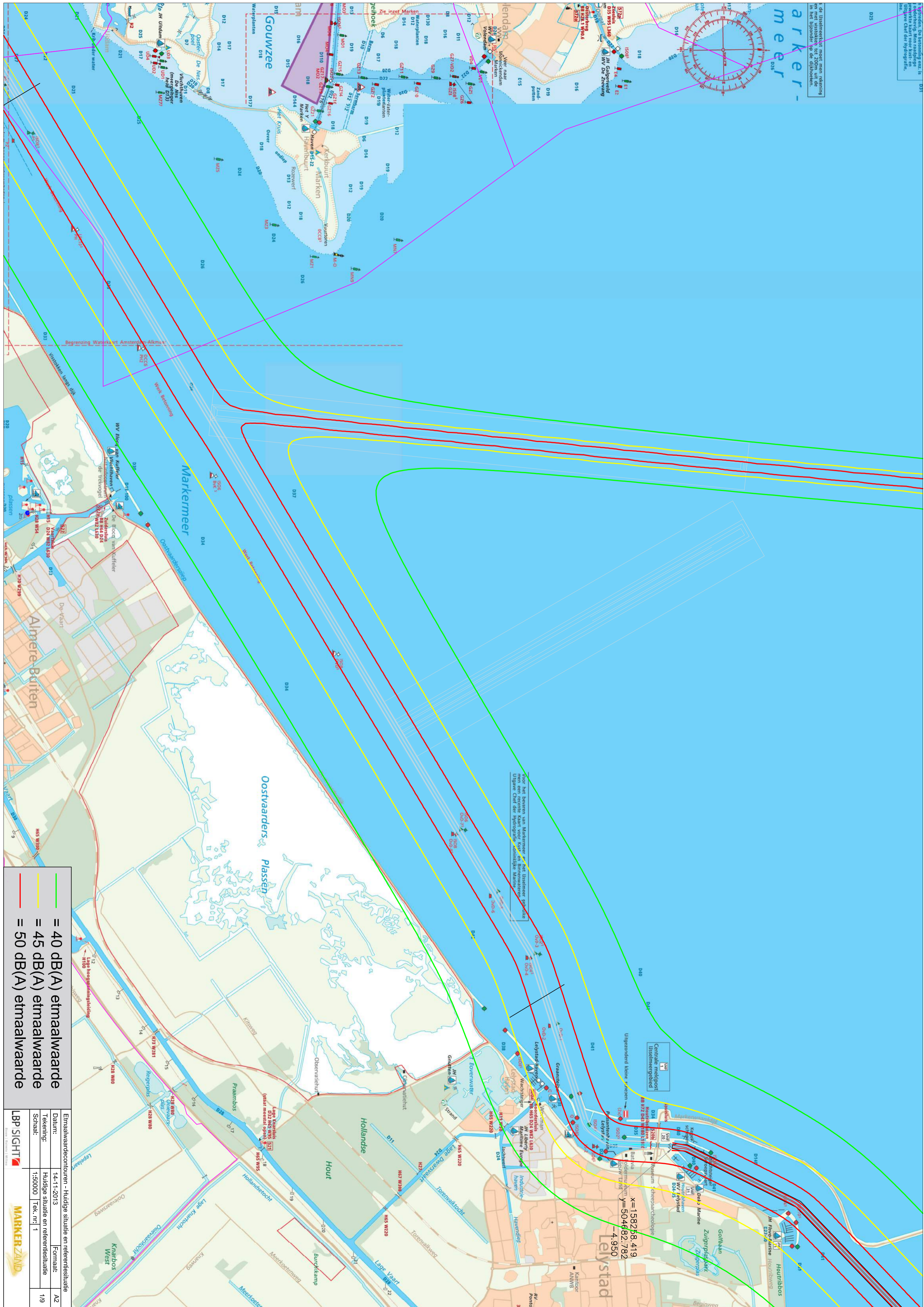
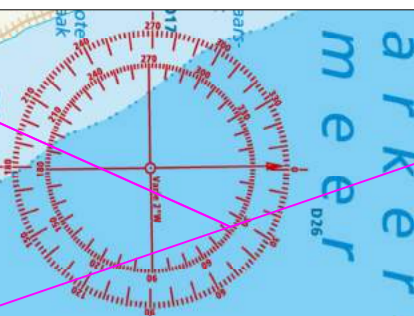
	3	Reis met hoppers		
	6	Reisbeweging met hoppers		
dag 12 uur	36	12x3 reis		252
	72	12x2 reeibew.		504
avond 19.00 - 23.00 uur = 4 uur	12	2x1 reis		84
	24	2x2		168
nacht 23.00 - 07.00 uur = 8 uur	24	2x1		168
	48	2x2		336
		per week	reizen	504
		per week	bewegingen	1008

Bijlage II

Geluidcontouren huidige en referentiesituatie - L_{etmaal}

De afbeelding is een schematische afbeelding van de situatie op de referentieplaat. Het is niet bedoeld als een exacte afbeelding van de werkelijkheid. Het is niet mogelijk om de afbeelding te kopiëren of te verspreiden. Het is niet mogelijk om de afbeelding te verspreiden of te kopiëren.

De afbeelding is een schematische afbeelding van de situatie op de referentieplaat. Het is niet bedoeld als een exacte afbeelding van de werkelijkheid. Het is niet mogelijk om de afbeelding te kopiëren of te verspreiden. Het is niet mogelijk om de afbeelding te verspreiden of te kopiëren.



- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Huidige situatie en referentiesituatie	
Datum:	14-11-2013
Tekening:	Huidige situatie en referentiesituatie
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 1

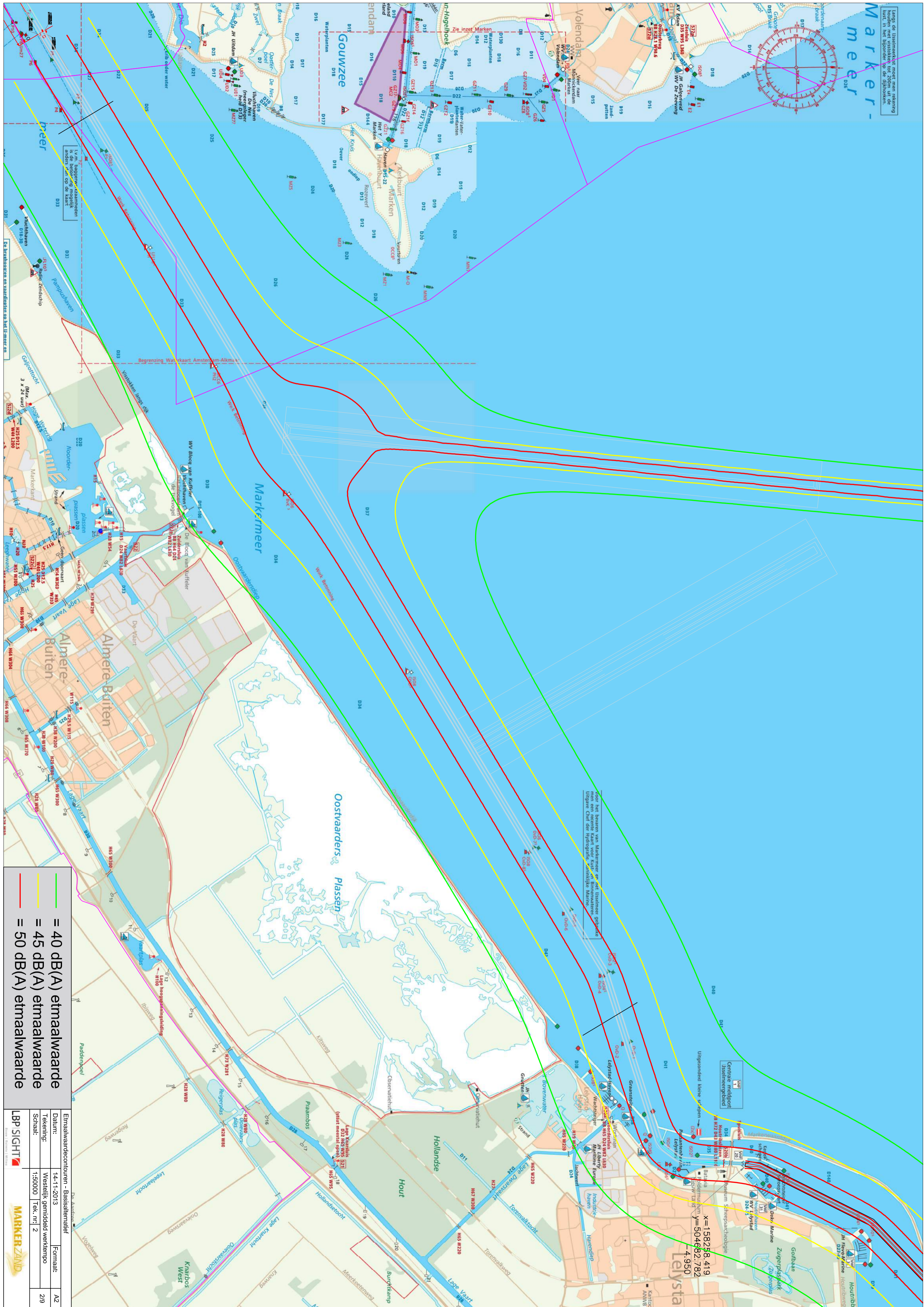
X=158258.419
Y=504682.782
-4.950

Naar het beveiligde van Markermeer met de Lissabon goudkade
Uitgever: Chief der Hydrografie, Koninklijke Marine

Bijlage III

Letmaal geluidcontouren gemiddeld werktempo

Langs de IJsselmeerkust moet men rekening houden met vaststaak en ZDM uit de kaart. In het bijzonder op de afbeelding.



- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Basisatmetriek		Formaat:	A2
Datum:	14-11-2013		
Tekening:	Wettelijk gemiddeld werktempo		
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 2		2/9

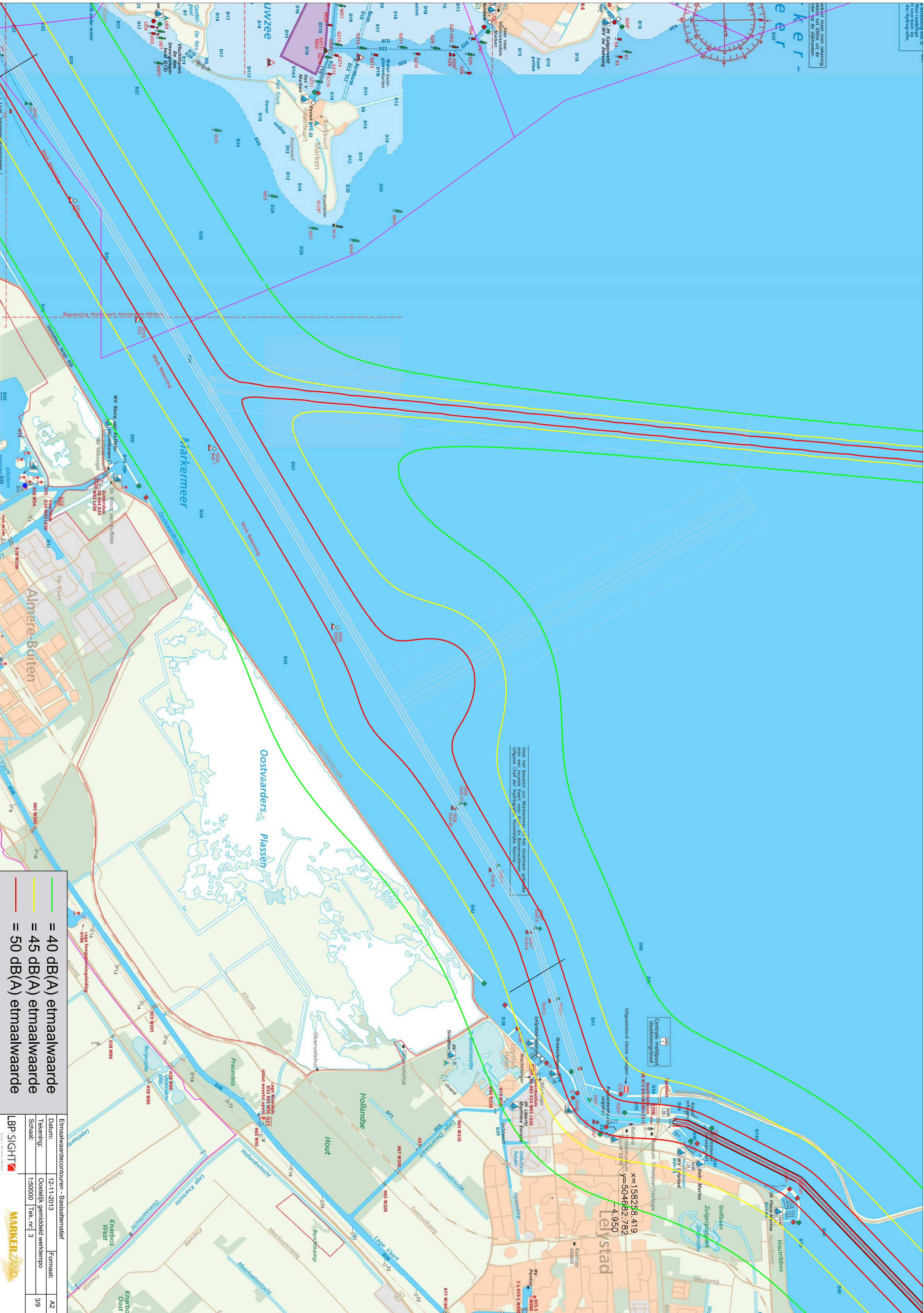


x=1582368.419
y=504682.782
-4.950

Ziet het kantoor van Vakantier en het IJsselmeer gebouwen met een deense kaart voor kust en binnenwateren, om de Ulgave Chef der Hydrografie, Koninklijke Marine

In de omgeving van Almere Buiten is de bepaling mogelijk anders dan op de kaart.

De berekeningen en waarden zijn gebaseerd op het IJsselmeer en de omgeving.



erkeket moet men rekening houden met 200m uit de oever van de Markermeer.

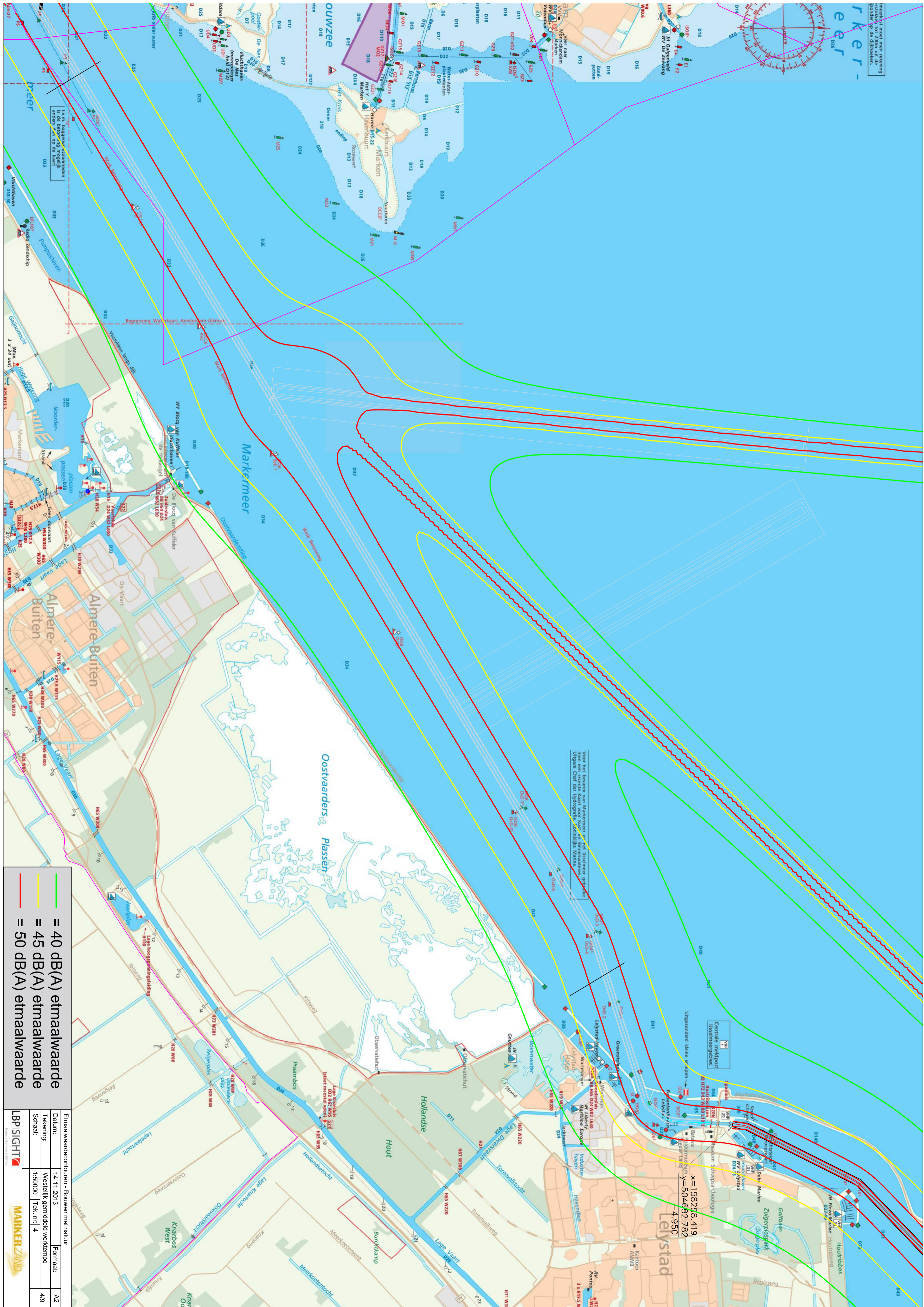
Voor het bepalen van de Markering van de Lijn met de gemaakte met een recente kaart voor Kuster en binnenwateren. Uitgave: Chief der Hydrologie, Koninklijke Marine.

x = 158258.419
y = 504682.782
4.950

- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Basisalternatief	
Datum:	12-11-2013
Tekening:	Oostelijk gemiddeld werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 3

metriek moet men rekening houden met de afstanden van de dijken.

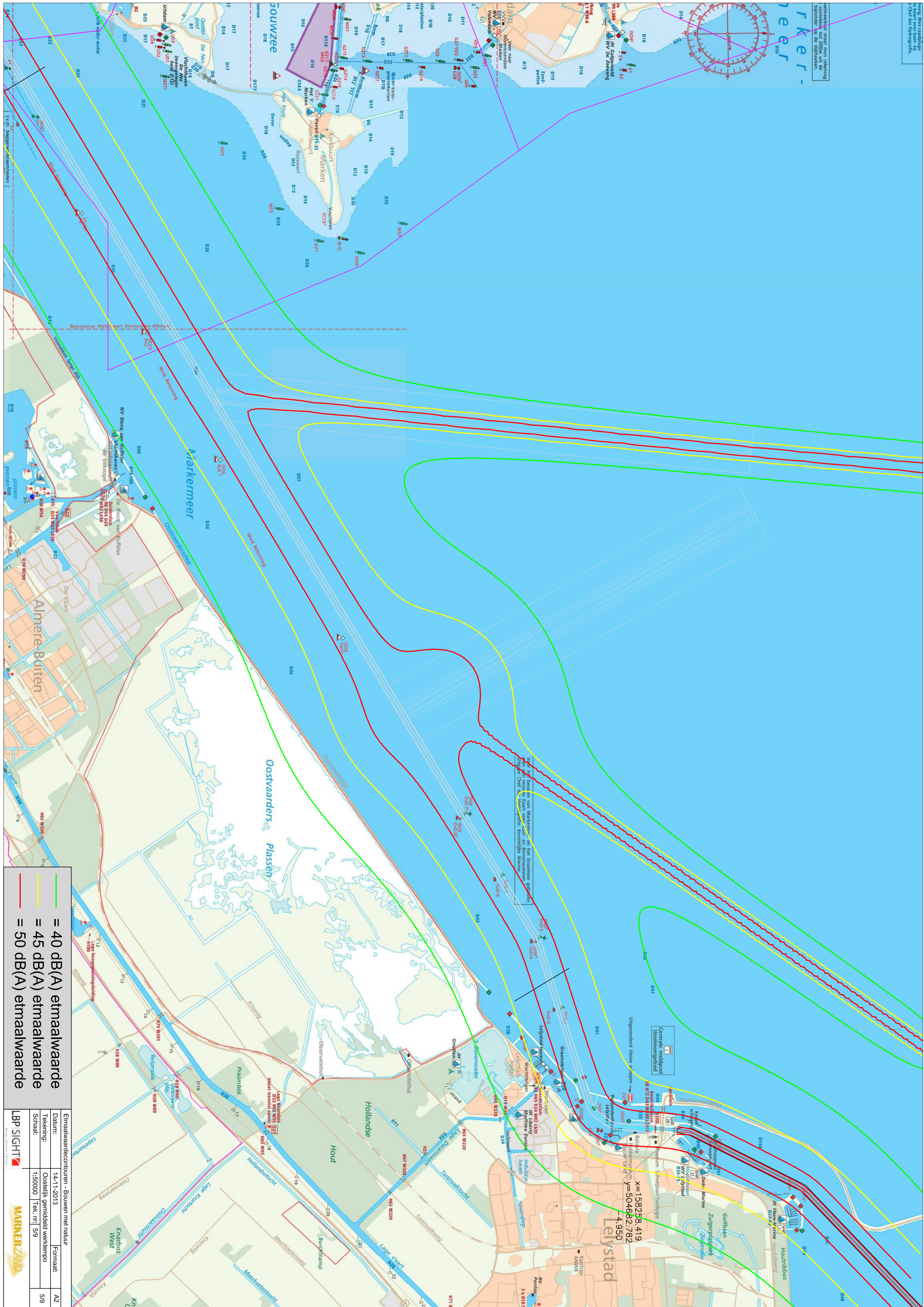


— = 40 dB(A) etmaalwaarde
— = 45 dB(A) etmaalwaarde
— = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Bouwen met natuur	
Datum:	14-11-2013
Tekening:	Wettelijk gemiddeld werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 4
Formaat:	A2
	4/9

Voor het Beheer van Markermeer en het IJsselmeer gebied met een recente kaart voor kust- en rivierwaken. Uitgegeven door de Hydrografische Dienst van de Rijkswaterstaat.

X=158258.419
Y=504882.782
4.950



— = 40 dB(A) etmaalwaarde
— = 45 dB(A) etmaalwaarde
— = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaalwaardecontouren - Bouwen met natuur	
Datum:	14-1-2013
Tekening:	Oostelijk gemiddeld werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 519
Formaat:	A2
Schaal:	5/9

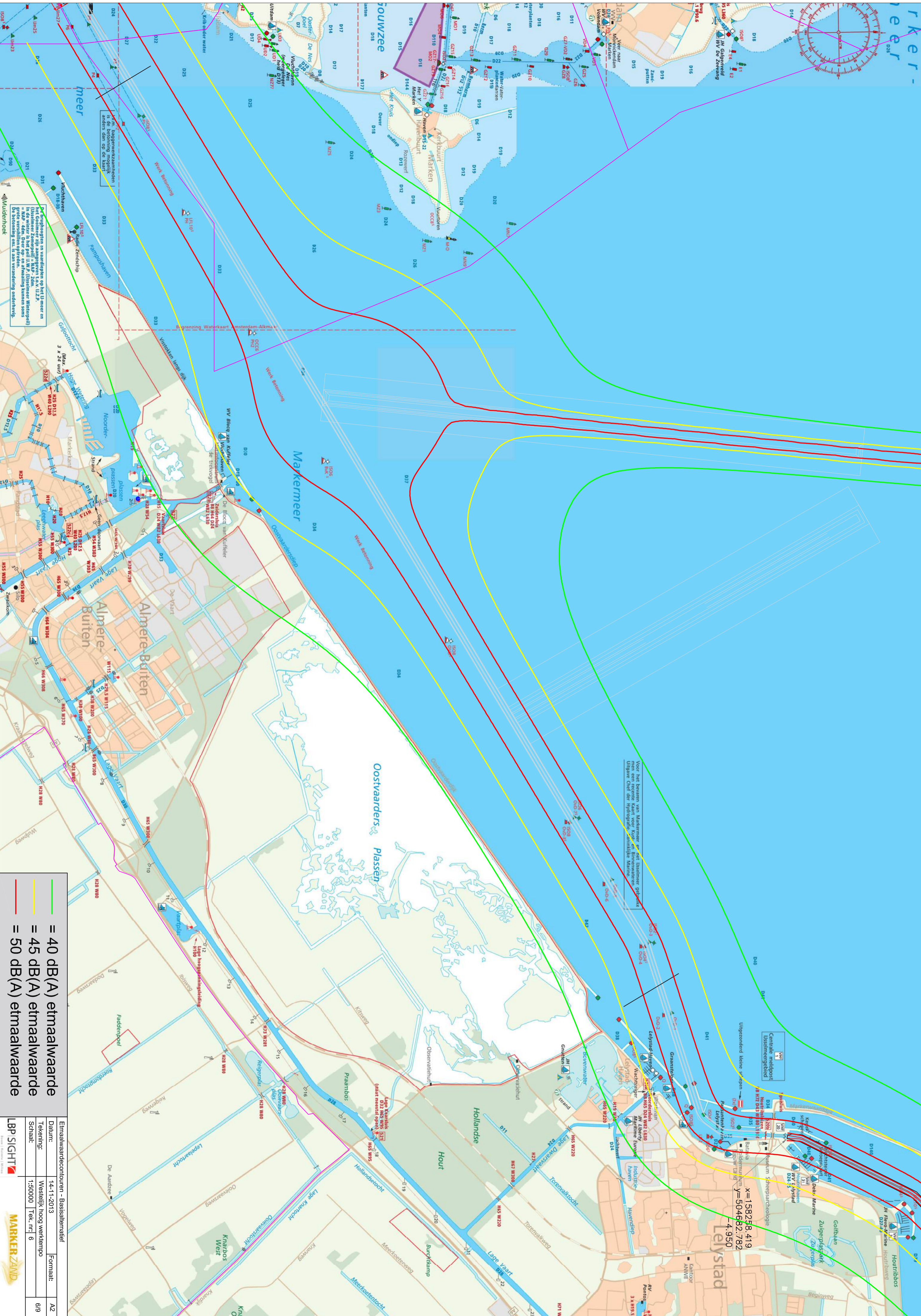
x=158258,419
 y=504682,782
 4,950

Voor het bevoen van Markermeer- en het IJsselmeer gebied is een plan reeds te kaart voor 'vult- en binnenvaarten' uitgegeven. Het plan is van de heer J. H. van der Meulen, hoofd van de afdeling 'vult- en binnenvaarten' van de Rijkswaterstaat. Het plan is te raadplegen bij de Rijkswaterstaat, afdeling 'vult- en binnenvaarten', Postbus 1, 2200 AA, Maastricht.

De afbeelding is een afbeelding van een kaart van de Rijkswaterstaat, afdeling 'vult- en binnenvaarten'. De afbeelding is te raadplegen bij de Rijkswaterstaat, afdeling 'vult- en binnenvaarten', Postbus 1, 2200 AA, Maastricht.

Bijlage IV

Letmaal geluidcontouren hoog werktempo



De ruisgegevens in kaart zijn op basis van de metingen in de wijk Almere-Buiten (Lisselmeerpolder - NAF - 2de fase). De ruisgegevens zijn gebaseerd op de metingen in de wijk Almere-Buiten (Lisselmeerpolder - NAF - 2de fase). De ruisgegevens zijn gebaseerd op de metingen in de wijk Almere-Buiten (Lisselmeerpolder - NAF - 2de fase).

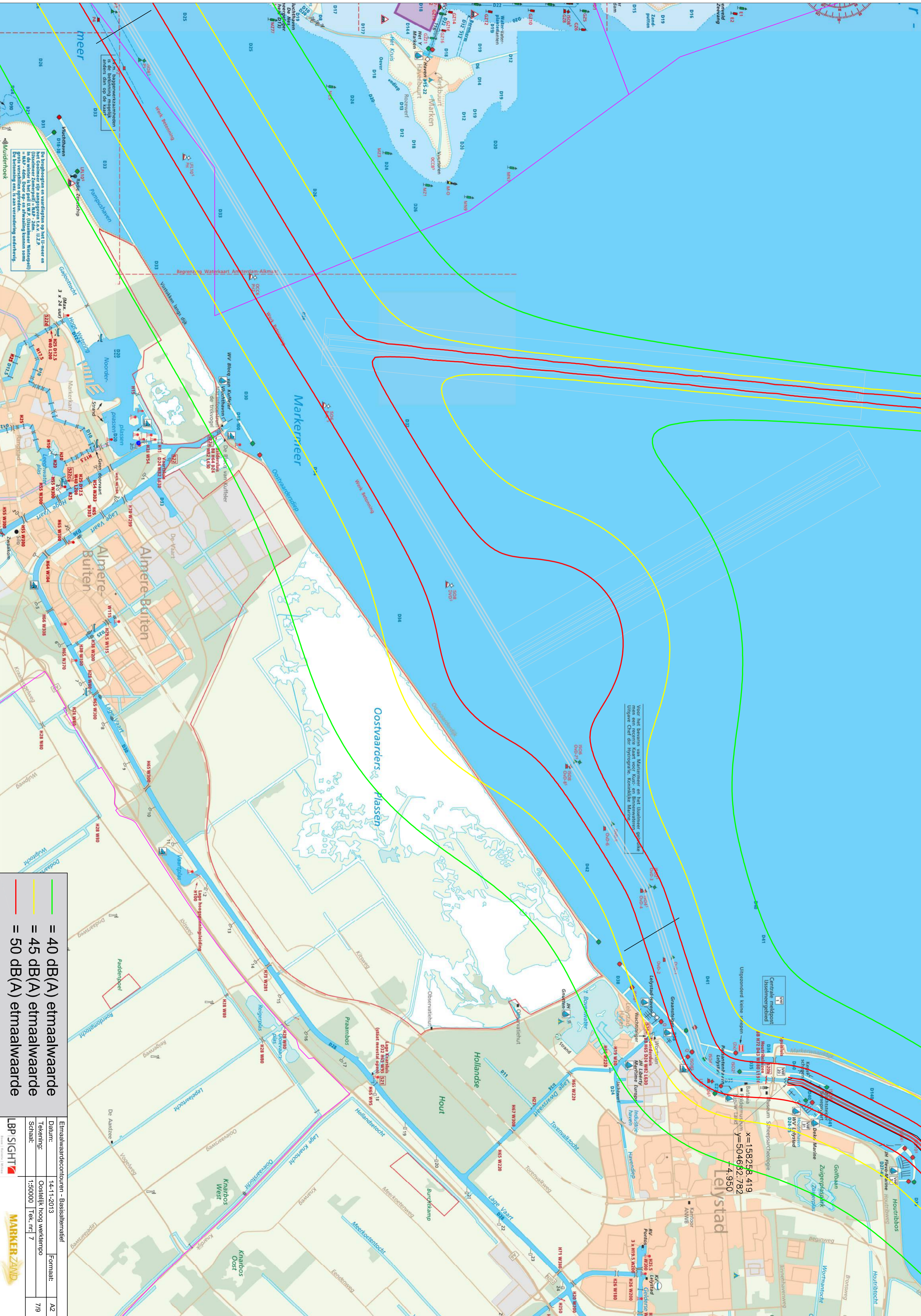
Voor het bepalen van de ruiscontour is gebruik gemaakt van de metingen in de wijk Almere-Buiten (Lisselmeerpolder - NAF - 2de fase). De ruisgegevens zijn gebaseerd op de metingen in de wijk Almere-Buiten (Lisselmeerpolder - NAF - 2de fase).

- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Basisalternatief		Formaat:	A2
Datum:	14-11-2013		
Tekening:	Westeiflijk hoog werktempo		
Schaal:	1:50000 Tek. nr: 6		6/9



x=158258.419
y=504682.782
4.950



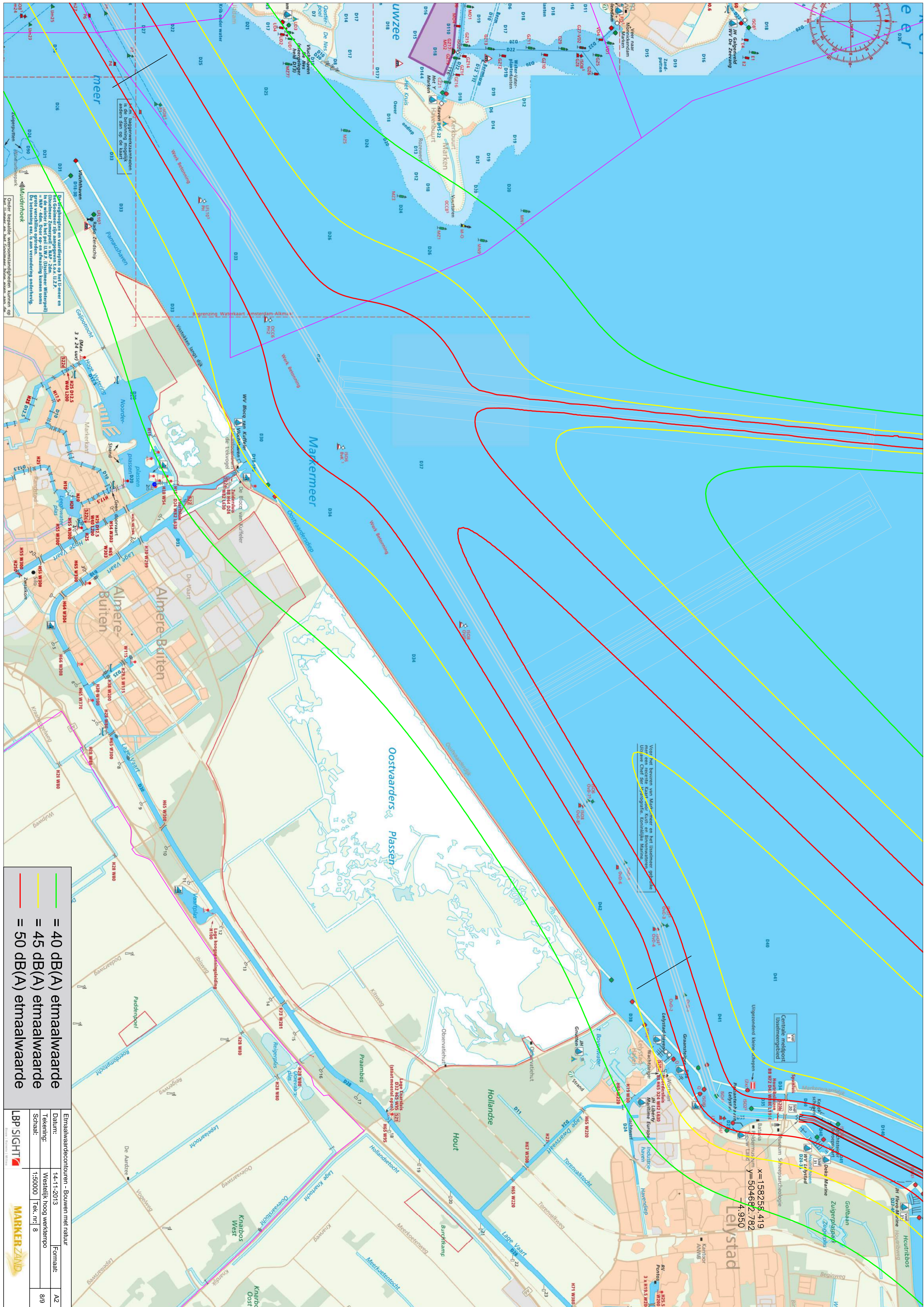
— = 40 dB(A) etmaalwaarde
— = 45 dB(A) etmaalwaarde
— = 50 dB(A) etmaalwaarde

Voor het bevestigen van Markermeer en het IJsselmeer grondke
 Ulfave Chef der Hydrologie, Koninklijke Marine

X=158258.419
 Y=504682.782
 4.950

Eismaatwaardecontouren - Basisalternatief		Format:	A2
Datum:	14-11-2013		
Tekening:	Oostelijk hoog werklamp		
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 7		7/9





De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden.

Onder bepaalde weersomstandigheden kunnen op het IJmeer en de omgeving daarvan hoge windsnelheden optreden. Dit kan tot schade aan het IJmeer en de omgeving daarvan leiden. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden.

Onder bepaalde weersomstandigheden kunnen op het IJmeer en de omgeving daarvan hoge windsnelheden optreden. Dit kan tot schade aan het IJmeer en de omgeving daarvan leiden. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden.

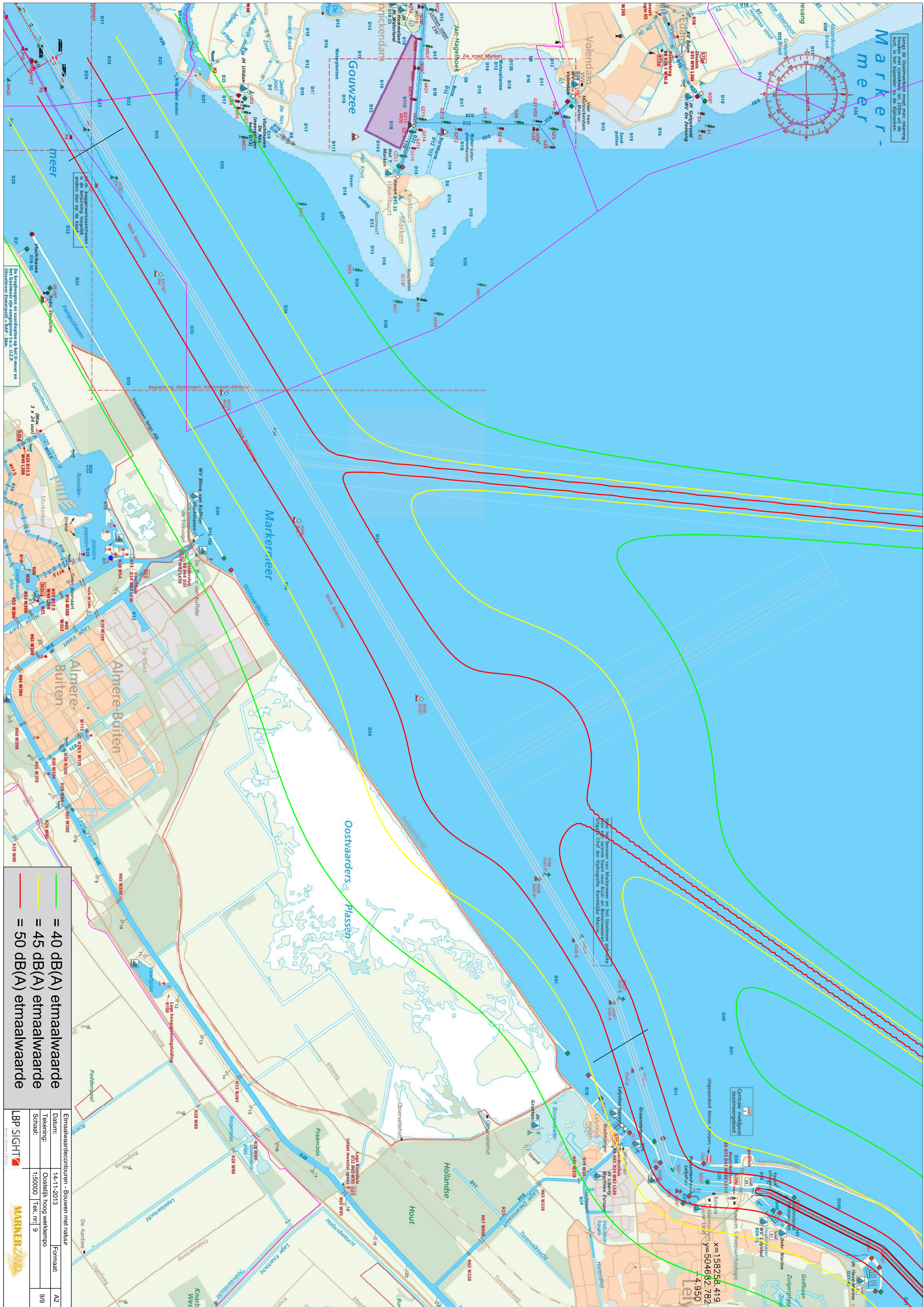
De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden. Het IJmeer is een beschermd gebied en de realisatie van het project kan tot schade aan het IJmeer leiden.

- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

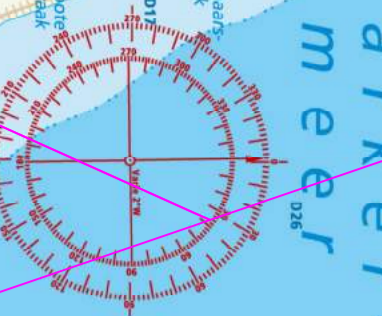
Eismaalwaardecontouren - Bouwen met natuur							
Datum:	14-11-2013						
Tekening:	Wettelijk hoog werktempo						
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 8						
<table border="1"> <tr> <td>LBP SIGHT</td> <td>Formaat:</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>8/9</td> </tr> </table>		LBP SIGHT	Formaat:	A2			8/9
LBP SIGHT	Formaat:	A2					
		8/9					

Voor het beveiligen van Markermeer en het IJsselmeer worden er voor een recente kaart met kust- en binnenwateren (voor 2011) een aantal zandpluimen, schuifpluimen, etc. geplaatst.

X=158258.419
Y=504682.782
4.950



Langs de IJsselmeerkust wordt naar rijkdom in natuur met visscherij op 200m uit de kust. In het bijzonder op de dijkhoeven.



Voor het bepalen van Markermeer en het IJsselmeer geldt de meest recente kaart voor kust en Binnewateren uitgegeven door de Hydrografische Dienst van de Rijkswaterstaat.

	= 40 dB(A) etmaalwaarde
	= 45 dB(A) etmaalwaarde
	= 50 dB(A) etmaalwaarde

Eemalwaardecontouren - Bouwen met natuur	
Datum:	14-1-2013
Tekening:	Oostelijk hoog werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 9
LBP SIGHT	
FORMAAT: A2	
9/9	

X=158258,419
Y=504682,782
4.950



Bijlage VIII

Passende beoordeling Grontmij

Passende beoordeling ontgroning en slibberging in het Markermeer

Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet

Definitief

V.o.f. Markerzand

Grontmij Nederland B.V.
Alkmaar, 9 juli 2015

Verantwoording

Titel : Passende beoordeling ontgroning en slibberging in het Markermeer

Subtitel : Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet

Projectnummer : 324644

Referentienummer : GM-0164765

Revisie : 6

Datum : 9 juli 2015

Auteur(s) : ing. M. Kolen (Grontmij Nederland B.V.)
ing. D.A. Riemer (LBP|SIGHT)

E-mail adres : marloes.kolen@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. C.J. Jaspers

Paraaf gecontroleerd :



Goedgekeurd door : ing. R. Krom

Paraaf goedgekeurd :



Contact : Grontmij Nederland B.V.
Robijnstraat 11
1812 RB Alkmaar
Postbus 214
1800 AE Alkmaar
T +31 88 811 66 00
F +31 30 310 04 14
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Initiatiefnemer.....	5
1.2	Doel van het project.....	5
1.3	Passende beoordeling.....	6
2	Voorgenomen activiteiten en alternatieven.....	8
2.1	Uitgangspunten van het project Markerzand.....	8
2.2	Zoekgebied voor locatiekeuze.....	10
2.3	Plangebied en studiegebied.....	10
2.4	Voorgenomen activiteit.....	11
2.5	Alternatieven.....	13
2.5.1	Basisalternatief.....	14
2.5.2	Natuuralternatief.....	14
2.5.3	Westelijk alternatief.....	15
2.5.4	Oostelijk alternatief.....	15
2.6	Werkrichting, fasering en werktempo.....	16
2.7	Keuze alternatief.....	16
3	Toetsingskader Natuurbeschermingswet.....	17
3.1	Natuurbeschermingswet 1998.....	17
3.2	Beschermingskader Natura 2000.....	17
3.3	Beschermingskader Beschermde natuurmonumenten.....	17
3.4	Voortoets \leftrightarrow verslechteringstoets \leftrightarrow passende beoordeling.....	18
3.5	Ligging plangebied ten opzichte van Natura 2000-gebieden.....	18
3.6	Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer.....	20
4	Inventarisatie natuurwaarden.....	21
4.1	Bronnenonderzoek.....	21
4.2	Beschermde natuurwaarden Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer.....	21
4.2.1	Gebiedsbeschrijving.....	21
4.2.2	Habitattypen.....	22
4.2.3	Habitatsoorten.....	22
4.2.4	Broedvogels.....	23
4.2.5	Niet broedvogels.....	24
4.2.6	Belangrijke voedselgebieden.....	26
5	Effectenanalyse.....	30
5.1	Inleiding.....	30
5.2	Vernietiging van de waterbodem.....	30
5.3	Vertroebeling van water.....	31
5.4	Verstoring door geluid/trillingen.....	32
5.5	Verstoring door licht.....	33
5.6	Optische verstoring.....	34
5.7	Vermesting.....	36
5.8	Externe werking.....	37
5.8.1	Effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden.....	37
5.8.3	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Botshol.....	39
5.8.4	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Eilandspolder.....	41
5.8.5	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske.....	43

5.8.6	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid	45
5.8.7	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Naardermeer.....	47
5.8.8	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen	51
5.8.9	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Polder Westzaan	55
5.8.10	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Veluwe	56
5.8.11	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Veluwerandmeren.....	59
5.8.12	Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	60
5.9	Samenvatting effecten	62
6	Toetsing van de effecten.....	63
6.1	Inleiding.....	63
6.1	Viseters, aalscholver, fuut, grote zaagbek, dwergmeeuw, visdief, zwarte stern	63
7	Cumulatieve effecten	69
7.1	Selectie te beschouwen plannen	69
7.2	Cumulatieve effecten	69
7.2.1	De slibvangput in het Markermeer	69
7.2.2	Markerwadden	70
7.2.3	Camping-Jachthaven Uitdam.....	71
7.2.4	Jachthaven Marina Kaap Hoorn	72
7.2.5	NDSM haven Amsterdam.	73
7.2.6	Jachthaven/watersportcentrum Eemhof	73
7.2.7	Jachthaven Oostmaat	73
7.2.8	IJburg (ontgroningen 2 ^e fase)	73
7.3	Conclusie	74
8	Conclusies.....	75
8.1	Directe werking	75
8.2	Externe werking	75
8.3	Cumulatie	75
9	Literatuur	76
Bijlage 1:	Instandhoudingsdoelstellingen en gebiedsbeschrijving Natura 2000-gebieden rondom het Markermeer-IJmeer	
Bijlage 2:	Verspreiding watervegetatie Markermeer (2010)	
Bijlage 3:	Verlichtingsonderzoek LBP SIGHT rondom de Gaasterland	
Bijlage 4:	Trend van broedvogels en watervogels van het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer (bron: www.sovon.nl)	
Bijlage 5:	Resultaten stikstofberekeningen met de Aerius calculator LBP SIGHT	
Bijlage 6:	Resultaten geluidsberekeningen LBP SIGHT	
Bijlage 7:	Resultaten berekeningen Deltares	
Bijlage 8:	Methoden reconstructie aantallen watervogels Zuidelijk Markermeer	
Bijlage 9:	Aantallen watervogels langs de oever en op het open water ter hoogte van ontgroning en overzichtskaart telgebieden	

1 Inleiding

1.1 Initiatiefnemer

Markerzand v.o.f. bestaat uit de bedrijven Van Oord Nederland, Mineralis en De Vries & van de Wiel. Van Oord Nederland en De Vries & van de Wiel zijn aannemingsbedrijven in de waterbouw met daarbij een zandhandel. Mineralis is een groothandel in beton-, wegen- en waterbouwmaterialen. Markerzand v.o.f. wil zand winnen en een diepe slibvangput aanleggen in het Markermeer. Het zand uit de diepere lagen is voor de regionale zandmarkt in de periode 2015 tot 2045 voor bijvoorbeeld woningbouw in Almere en de overige delen van de noordelijke Randstad. De vrijkomende bovengrond kan nuttig worden toegepast in natuurbouwprojecten, zoals bijvoorbeeld het oermoeras aan de Houtribdijk en civieltechnische projecten zoals bijvoorbeeld vooroevers voor dijken. De diepe slibvangput heeft tot doel de ecologische kwaliteit van het water van het Markermeer te verbeteren.

1.2 Doel van het project

Markerzand v.o.f. draagt met haar initiatief concreet bij aan het realiseren van veelomvattende ruimtelijke ordeningsopgave van de structuurvisie RAAM en aan de doelstellingen van het TBES. In het TBES zijn diepe putten en het optimaal gebruik van grondstromen gewenst. De combinatie van zandwinning, een grote slibvang en eventueel natuurbouw met bovengrond is één van de componenten van het TBES. In het TBES-eindrapport wordt onder meer gesteld dat diepe putten bijdragen aan de gewenste 'slibgradiënt'.

Concreet zijn de doelstellingen van het initiatief:

- 60 miljoen m³ zand uit de diepere lagen winnen om te kunnen voorzien in de zandbehoefte in de periode van 2016 tot 2046;
- duurzaam omgaan met grondstromen door de vrijkomende bovengrond nuttig toe te passen in natuurbouwprojecten (bijvoorbeeld het Oermoeras/Markerwadden aan de Houtribdijk) en civieltechnische projecten (bijvoorbeeld luwtmaatregelen Hoornse Hop);
- bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit in het Markermeer door de slibvang;
- een haalbaar en maakbaar project (financieel rendabel, maatschappelijk acceptabel).

Deze doelstellingen worden gerealiseerd door het uitvoeren van een ontgroning in het zuidwestelijke deel van het Markermeer, waarmee een grote slibvangput wordt aangelegd. De ecologische kwaliteit van het Markermeer loopt sterk terug sinds de aanleg van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad. Dat komt omdat het water erg troebel is door de aanwezigheid van slib. Het probleem van de vertroebeling in de Markermeer is kort toegelicht in onderstaand tekstkader. Gezien de omvang van de slibproblematiek en met name de grote hoeveelheid slib in het watersysteem, dienen er meerdere grootschalige maatregelen getroffen te worden.

Het Markermeer vertroebelt

Het Markermeer bevat van oorsprong meer slib dan bijvoorbeeld het IJsselmeer. Ten tijde van de Zuiderzee was de dynamiek van het water daar rustiger. Er kon zich dus wat fijner sediment afzetten, terwijl de bodem in het noorden van de Zuiderzee, rond de rivier- en getijdegeulen, veel zandiger was.

Het slib van de oude Zuiderzeebodem wordt door de geringe diepte van het Markermeer voortdurend opgewoeld door golven en door stroming. Golven worden in het Markermeer opgewekt door de wind. De golfhoogte en -periode is afhankelijk van de windsnelheid, duur van de storm en afstand waarover de wind over het wateroppervlak blaast. Al bij lage windsnelheden ontstaan krachtige golven, die snel invloed hebben op het bodemmateriaal. Hoe krachtiger de golven, hoe meer slib er van de bodem wordt opgewoeld. Er is ook nog eens meer slib in het systeem gekomen doordat het water en de waterbodem zoet zijn geworden na realisatie van de Afsluitdijk. De afzetting van het slib op de bodem heeft in de Zuiderzeetijd plaatsgevonden; het slib is dus een combinatie van zout en klei. Zouten zorgen ervoor dat de kleideeltjes steviger aan elkaar gebonden worden dan in een zoete situatie. Na de afsluiting is het zout langzaam uit de bovenste kleilaag weggespoeld en de kleideeltjes zijn losser komen te zitten. De grote hoeveelheid slib op de bodem wordt niet meer vastgehouden en komt onder windiger omstandigheden door de geringe waterdiepte in suspensie.

Sinds de aanleg van de Houtribdijk wordt het slib niet meer afgevoerd met gevolgen voor de bodemfauna en de beschikbaarheid van licht. Vanaf de jaren negentig werd het water troebeler en nam de hoeveelheid vis, visetende vogels en bodemfauna af, met name spiering en driehoeksmosselen. De hoeveelheid driehoeksmosselen is niet alleen afgenomen, ze zijn ook kleiner geworden. Dat had weer negatieve gevolgen voor de mossetende vogels en voor de helderheid van het water.

Met de ontgroning wordt een diepe put gecreëerd waar het slib zich in grote hoeveelheden kan verzamelen. Het water wordt dan lokaal minder troebel, waardoor flora en fauna een betere kans krijgen zich te ontwikkelen. Dit initiatief levert daarmee een bijdrage aan de doelstellingen van het TBES (Toekomstbestendig Ecologisch Systeem) van het Markermeer-IJmeer.

Beleidskader

De overheid streeft naar een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES) in het Markermeer-IJmeer. Ecologisch is de kwaliteit van het Markermeer-IJmeer de laatste decennia fors achteruit gegaan en het doel is om die trend om te buigen.

De Markerzand-slibvang voorziet voor een aanmerkelijk deel in de door TBES gewenste diepe putten en het optimaal gebruik van grondstromen. De combinatie van zandwinning, natuurbouw met bovengrond en een grote slibvang is één van de componenten van het TBES. In het TBES-eindrapport [‘Een Toekomstbestendig Markermeer-IJmeer’ van 27 september 2012] wordt onder meer gesteld dat diepe putten bijdragen aan het gewenste ‘slibgradiënt’. Dit wordt bereikt door lokaal slib af te vangen, waarna plaatselijk helder water ontstaat.

Op 25 april 2013 heeft minister Schultz de toekomstplannen van Rijk en regio voor het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer gepresenteerd in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Amsterdam-Almere-Markermeer (RAAM).

Binnen RRAAM heeft de Werkmaatschappij Markermeer-IJmeer (WMIJ) de opdracht gekregen om het Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer, zoals dat door de regionale partijen is vastgesteld, haalbaar en betaalbaar te maken. De WMIJ is een samenwerking van rijksoverheid en de provincies Noord-Holland en Flevoland. In deze structuurvisie zijn onder meer de ruimtelijke kaders neergezet om eerst te starten met TBES alvorens ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk te maken. Markerzand v.o.f. draagt met haar initiatief concreet bij aan het realiseren van deze veelomvattende ruimtelijke ordeningsopgave.

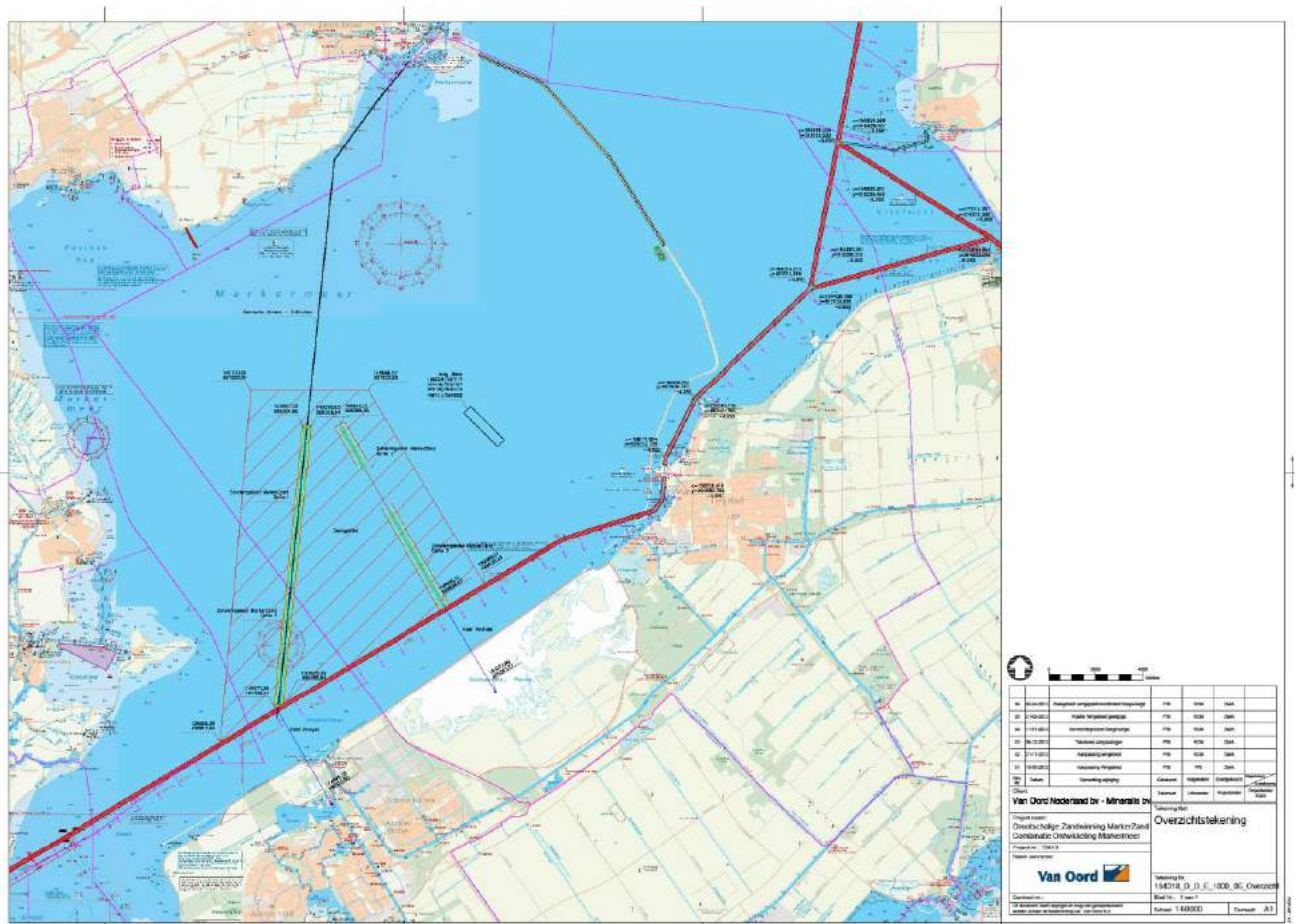
1.3 Passende beoordeling

De natuurwetgeving schrijft voor om, voorafgaand aan een ontwikkeling, een beoordeling te maken van de natuurwaarden van het plangebied en de mogelijke effecten hierop veroorzaakt door de voorgestane ontwikkelingen. Als significante effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten dan dient een passende beoordeling uitgevoerd te worden.

Bij de totstandkoming van de BesluitMER is een passende beoordeling opgesteld (Grontmij, 30 juli 2014). Op basis van de BesluitMER en de Passende beoordeling is een keuze gemaakt voor het westelijk alternatief. Daarnaast is besloten om minimaal 40% van de bovengrond te verwerken in natuurbouwprojecten. Een voorbeeld van een natuurbouwproject in het Markermeer is de Markerwadden.

Voor de Natuurbeschermingswetvergunningaanvraag is door de Provincie Flevoland gevraagd om de passende beoordeling te herzien en te voorzien van nieuwe data (vogelaantallen). In de voorliggende passende beoordeling zijn de vogeldata van de telseizoenen van de laatst beschikbare 5 jaar van 2007/2008 tot en met 2012/2013 meegenomen. Het seizoen 2013/2014 is niet meegenomen omdat er toen een aantal vogeltellingen is uitgevallen. Het opstellen van de passende beoordeling is daarnaast gericht op het westelijk alternatief.

In de voorliggende passende beoordeling is op basis van bestaande informatie en modelonderzoek van Deltares (slib) en LBP|SIGHT (stikstofdepositie) een inventarisatie gemaakt van de natuurwaarden van het plangebied, de relaties die er liggen met de omgeving en een analyse van de mogelijke effecten.



Figuur 1.1: Ligging van plangebied voor slibberging middels ontgroning.

2 Voorgenomen activiteiten en alternatieven

Dit hoofdstuk behandelt het zoekgebied waarbinnen de locatie voor de ontgroning wordt gezocht. De overwegingen en uitgangspunten die daar mee samenhangen worden in dit hoofdstuk beschreven. Tenslotte wordt beschreven hoe de ontgroning voor zandwinning en natuurbouw in zijn werk gaat, en welke alternatieven er zijn voor de locatie en de wijze van uitvoering.

2.1 Uitgangspunten van het project Markerzand

Het project Markerzand heeft als doel om zand te winnen op een financieel haalbare manier. Tegelijkertijd verbetert het initiatief de waterkwaliteit van het Markermeer door slibvang. De initiatiefnemers streven ernaar zoveel mogelijk bovengrond te leveren aan natuurprojecten. Daarnaast is het doel om duurzaam en kosteneffectief om te gaan met de grondstromen.

De uitgangspunten van het project zijn:

1. kosteneffectiviteit;
2. multifunctionaliteit;
3. slibvangwerking en ecologisch effect;
4. maatschappelijk draagvlak;
5. duurzaamheid;
6. natuur en landschap.

Toelichting uitgangspunten en gevolgen

1. Kosteneffectiviteit

- De geologie bepaalt hoofdzakelijk of een zandwinning haalbaar is. Vooronderzoek wijst erop dat de kwaliteit van het zand in het zoekgebied geschikt is en dat de samenstelling en dikte van de bovengrond acceptabel zijn.
- Ook een efficiënte logistiek draagt bij aan de haalbaarheid. Een directe aansluiting op de vaargeul *Amsterdam - Lemmer* is noodzakelijk in verband met de afvoer van zand en bovengrond. De transportschepen daarvoor hebben een bepaalde vaardiepte nodig. Daarnaast ligt de locatie vlakbij mogelijke afzetgebieden, zoals bijvoorbeeld woningbouwprojecten in Amsterdam en Almere. Hiermee zijn de transportafstanden tussen de winlocatie en bestemming kort en het grootste deel kan per schip worden afgelegd. Dit minimaliseert het brandstofgebruik (en daarmee de uitstoot van bijvoorbeeld CO₂) en hinder door transport.

2. Multifunctionaliteit

Multifunctionaliteit is een voorwaarde vanuit de regelgeving voor ontgroningen in rijkswateren. De initiatiefnemer wenst ook multifunctionaliteit, maar dan uit een maatschappelijk oogpunt. Naast de zandvoorziening is de maatschappelijke hoofdfunctie een zo groot mogelijk positief effect op het ecosysteem door de best mogelijke slibvangwerking. Ook het ter beschikking stellen van de bovengrond in natuurprojecten draagt bij aan de maatschappelijke functie.

3. Slibvangwerking en ecologisch effect

- Slibvangwerking: de ontgraving wordt zodanig gedimensioneerd en gepositioneerd dat er zoveel mogelijk slib uit het Markermeer wordt afgevangen.
- In het midden van het Markermeer komt bij harde wind het meeste opgewoelde slib voor, dus de slibvang moet zoveel mogelijk in het midden van het meer liggen.
- De vorm en oriëntatie moet dusdanig zijn dat de slibvang zo lang mogelijk is en een zo groot mogelijke hoek met de meest voorkomende stromingsrichtingen maakt.
- De zones met helderder water (intermediair doorzicht) moeten zoveel mogelijk aansluiten bij de zones die door de andere TBES-maatregelen ontstaan, zodat de maatregelen elkaar versterken (robuustheid).

4. Maatschappelijk draagvlak

Met de gekozen locatie wordt voldoende afstand gehouden tot:

- de kustlijn, in verband met het minimaliseren van mogelijke zicht- en geluidhinder voor bewoners van de kuststrook en van Marken;
- andere projecten in het Markermeer.

Door de keuze voor het opstellen van een milieueffectrapport en het doorlopen van de daarbij behorende procedure, geeft *Markerzand v.o.f.* invulling aan de informatievoorziening naar en communicatie met de stakeholders. Zo is in het kader van het uitbrengen van de *Notitie reikwijdte en detailniveau* een informatieavond in Almere gehouden en zijn maatschappelijke partijen actief benaderd.

5. Duurzaamheid

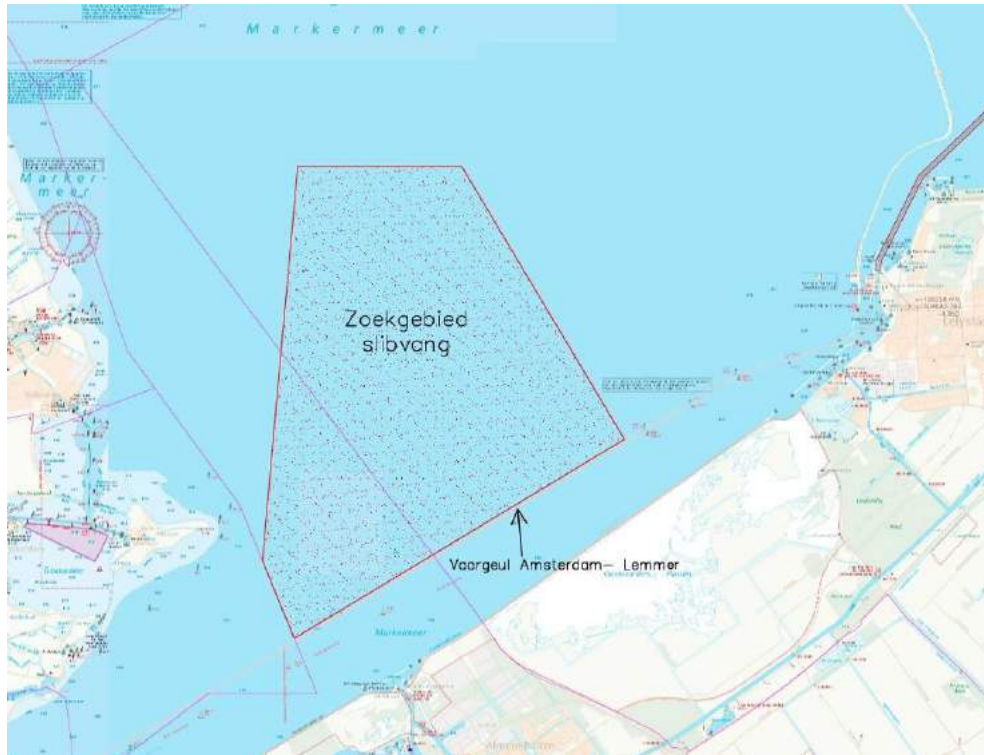
- Bouwzand is de meest duurzame keuze. Dit komt vooral door de vrijwel onbeperkte levensduur van zand in deze toepassingen. Het beschikbare bouwpuin wordt al zo veel mogelijk gerecycled tot granulaat, dat met name zand vervangt onder infrastructuur. Aangezien zand in grote hoeveelheden wordt aangetroffen in de Nederlandse ondergrond en op de bodem van de zee, is er geen sprake van uitputting van deze grondstof in zodanige hoeveelheden dat toekomstige generaties niet in de eigen behoeften kunnen voorzien.
- Het transport is een bepalende factor in de levenscyclusanalyse van een bouwstof als zand. Als het transport minimaal is, is de cyclus in principe optimaal ten opzichte van de alternatieven.
- Het bouwzand is normaal gesproken uitneembaar en opnieuw toepasbaar voor dezelfde functie. Er is geen sprake van downcycling (hergebruiken in een laagwaardiger toepassing).

6. Natuur en landschap

Mogelijke negatieve effecten op natuur en landschap worden beperkt doordat de afstand tot de kustlijn zo groot mogelijk is. Dit beperkt de mogelijke verstoring van natuur van de kuststrook, in het bijzonder de ecologische waarden langs de Noord-Hollandse kust, zoveel mogelijk. Vanwege de bestaande natuurwaarden is een locatie in het noordelijke deel van het Markermeer minder gewenst.

2.2 Zoekgebied voor locatiekeuze

Voorafgaand aan een precieze locatiekeuze is er een zoekgebied bepaald waarbinnen de mogelijke locaties kunnen liggen. Dit zoekgebied is bepaald met de uitgangspunten van het project Markerzand (zie paragraaf 2.1). Het zuidwestelijke kwart van het Markermeer komt naar voren als zoekgebied voor de slibvang. Dit zoekgebied staat in figuur 2.1.

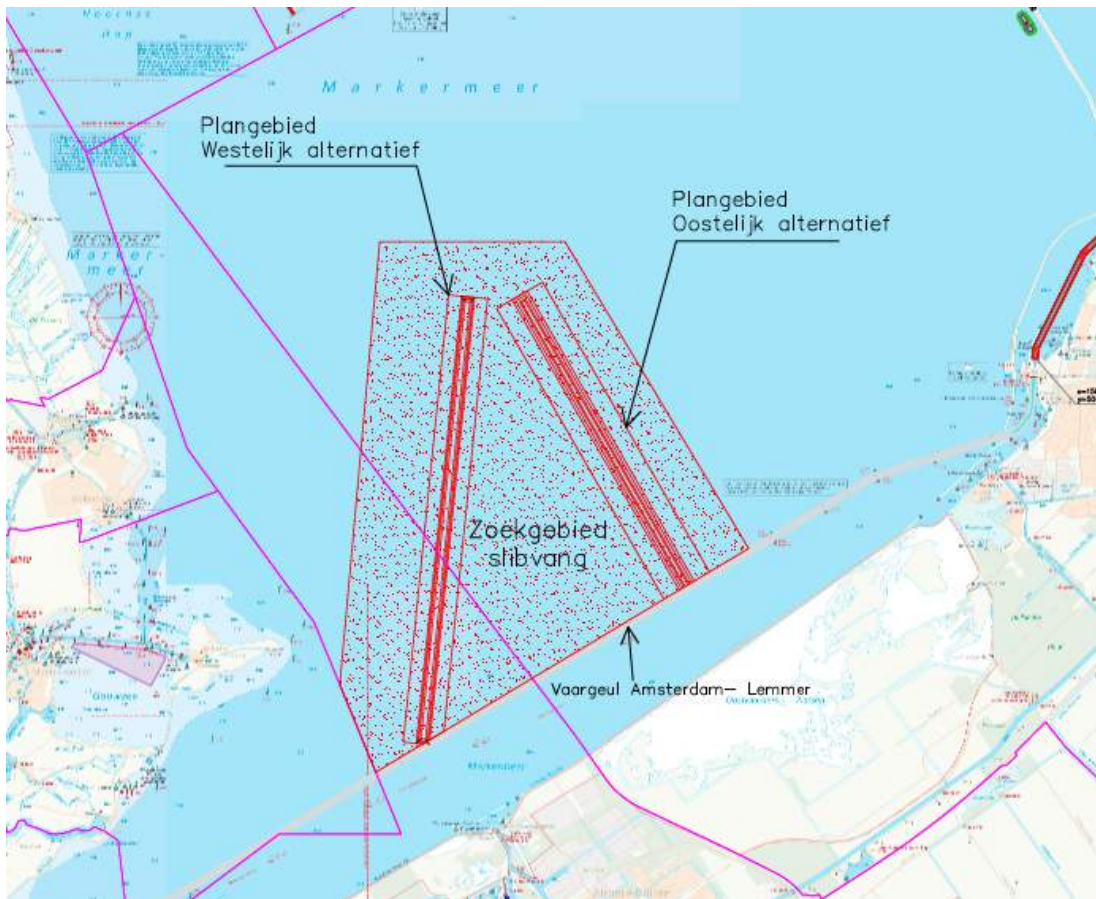


Figuur 2.1: Zoekgebied

2.3 Plangebied en studiegebied

Het milieueffectrapport maakt verschil tussen het **plangebied** en het **studiegebied**. Het plangebied is het gebied waarbinnen de ingreep is geprojecteerd. Het rapport brengt verschillende alternatieven in beeld, met ieder zijn eigen plangebied. In figuur 2.2 zijn de plangebieden aangegeven.

De effecten strekken zich vaak uit tot buiten het plangebied. Het gebied waarin effecten kunnen optreden, wordt het studiegebied genoemd. Het studiegebied kan van aspect tot aspect in omvang verschillen. Sommige effecten zijn namelijk tot op grotere afstand merkbaar dan andere. Globaal gezien begrenzen de kustlijnen van zuidelijk Noord-Holland (Hoorn tot Marken) en westelijk Flevoland (Lelystad tot Almere) het studiegebied.



Figuur 2.2: Plangebieden van het westelijk alternatief en oostelijk alternatief

Om eventuele scheeps- of vliegtuigwrakken en andere archeologische objecten te kunnen vermijden, gaan we in het rapport uit van een plangebied dat drie keer zo breed is als de geplande ontgroning. De daadwerkelijke breedte van de ontgroning is 300 tot 500 meter, het plangebied is daarom 1.500 m breed voor beide locatiealternatieven. Aan de hand van de onderzoeksresultaten voor de aspecten archeologie en niet gesprongen explosieve wordt de exacte locatie van de ontgroning binnen het plangebied vastgelegd. Er is dus enige speelruimte om bijvoorbeeld te vermijden dat de omtrek van de ontgroning over belangrijke scheepswrakken valt. De slibvang hoeft niet kaarsrecht te zijn. Knikken of verspringingen binnen het plangebied zijn mogelijk.

2.4 Voorgenomen activiteit

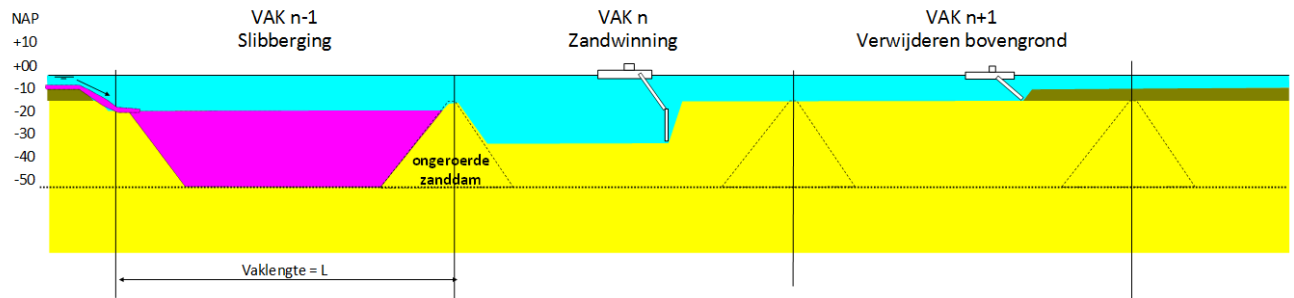
De ontgroning vindt gefaseerd plaats. Het bestaat uit een langgerekte ontgraving met een oppervlakte van maximaal 425 hectare. Dit komt overeen met circa 0,6% van het oppervlak van Markermeer-IJmeer.

Markerzand v.o.f. wil eind 2015 met de aanleg van de slibvangput beginnen. De doorlooptijd van de ontgroning is 30 jaar. Gezien de afmetingen en volumes, vindt de uitvoering plaats in fases. Er zijn per fase drie aansluitende deelgebieden (vakken) tegelijkertijd actief, waar per vak de volgende activiteiten worden uitgevoerd:

1. afgraven bovengrond;
2. zandwinning;
3. terugbrengen bovengrond (voor zover deze niet wordt afgevoerd).

Deze drie activiteiten verplaatsen zich steeds in onderlinge samenhang stapsgewijs door het gebied, als het ware een trein met drie treinstellen, zie figuur 2.3.

Elk vak is ongeveer 500 meter lang. Er is dus steeds een gebied van 1.500 meter lang in uitvoering. Dit komt, afhankelijk van het locatiealternatief, overeen met 12,5% tot 17% van de uiteindelijke lengte van de slibvangput. Het overige deel van het gebied is dus óf gereed óf nog in de huidige toestand. Er vindt dan geen inzet van materieel plaats.



Figuur 2.3: Schematische tekening van 'het treintje' (werkrichting van rechts naar links) van de ontgronding

1. Afgraven bovengrond

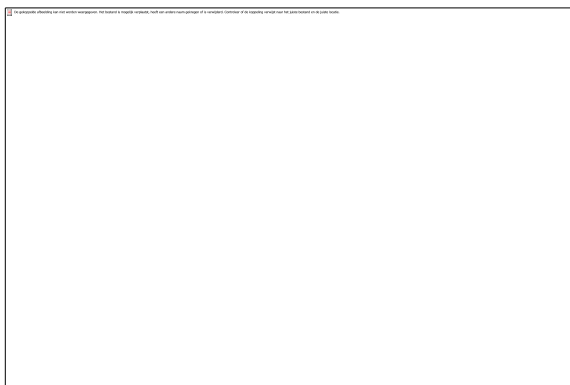
De bovengrond is een 8 à 9 meter dikke laag van klei, veen en fijn zand. Die wordt verwijderd om het geschikte zand te kunnen winnen in de zandlaag eronder. Gezien de samenstelling en sterkte is de bovengrond meestal niet geschikt voor lastdragende toepassingen, zoals het ophogen van nieuwe woonwijken of de fundering voor nieuwe wegen. De bovengrond kan wel gebruikt worden voor natuurbouw (zoals het oermoeras) of kustverdediging (vooroevers voor dijken). De bovengrond wordt afgegraven met geschikt baggermaterieel zoals kraanponton, baggermolen, cutterzuiger (figuur 2.4) of sleepzuiger.

2. Zandwinning

Nadat de bovengrond is afgegraven en de zandlaag bloot ligt, vindt er zandwinning plaats met baggermaterieel zoals stationaire zandzuigers en varende sleephopperzuigers en/of diepzuigers. De afvoer van het zand vindt per schip plaats. Voorbeelden van materieel dat ingezet kan worden, zijn te zien in figuur 2.5 en 2.6.

3. Terugbrengen bovengrond

De bovengrond - voor zover die niet wordt afgevoerd - wordt teruggestort in het vak waar reeds zand is gewonnen. In principe vindt dit plaats door de bovengrond, die wordt afgegraven uit het eerste vak, direct te transporteren naar het vak waar de zandwinning gereed is. Bijvoorbeeld door met een cutterzuiger de bovengrond van het nieuwe vak te baggeren en de grond door een pijpleiding te verpompen naar het op te vullen vak waar het zand al is afgevoerd. De werkzaamheden kunnen ook worden uitgevoerd met sleephopperzuigers (figuur 2.7). Deze zuigen de bovengrond in het ruim en varen dan naar de bergingslocatie om daar de lading te lossen.



Figuur 2.4: Cutterzuiger Vlaanderen 16
De Vries en van de Wiel



Figuur 2.5: Stationaire zandzuiger Faunus
Van Oord Nederland



Figuur 2.6: Diepzuiger Gaasterland Mineralis



Figuur 2.7: Sleephopperzuiger Rival Van Oord Nederland

Zodra de ontgroning een bepaalde omvang heeft, krijgt de put een tweede, maatschappelijke, functie, namelijk het verbeteren van de waterkwaliteit (met name doorzicht) en daarmee van het ecosysteem; de put dient als slibvang. Grootschalige slibvangputten behoren tot de maatregelen om de ecologische doelstellingen voor het Markermeer te realiseren (bijlage 7).

Dankzij de lengte, volume en locatie van de put, vangt de slibvang op natuurlijke wijze een aanzienlijke hoeveelheid circulerend slib af uit het water van het Markermeer. Na verloop van tijd neemt de slibproblematiek in het Markermeer hierdoor af. Het slib wordt permanent onttrokken uit het watersysteem en het water wordt helderder. In onderstaand kader leggen we uit hoe een slibvangput werkt.

Hoe werkt een grootschalige slibvang?

Een grote slibvangput vangt op twee manieren slib af:

- door bezinking van het slib uit het water dat over de put stroomt;
- door het afvangen van dichtheidstromen die door wind en golven voortgedreven worden over de bodem tot ze in de put stromen.

Bezinking

De hoeveelheid slib die bezinkt, is evenredig met het oppervlakte van de slibvang. Om genoeg slib af te vangen om een merkbaar effect te hebben, moet de slibvang dus een behoorlijke oppervlakte (op het niveau van de waterbodem) hebben. De vorm en de oriëntatie van de slibvang is voor dit proces niet van belang.

Dichtheidsstromen

Bij harde wind en storm kunnen door opwoeling hoge slibconcentraties ontstaan aan de bodem. Waterlagen met hoge slibconcentraties kunnen zich gaan gedragen als zogenaamde dichtheidstromen. Deze waterlagen zijn zwaarder dan het omringende water en worden voortbewogen door stroming of zwaartekracht. Stroming ontstaat in het Markermeer door wind, die het water opstuwt aan de kant van het meer waar de wind naar toe waait. Het opgestuwde water stroomt terug, veelal als onderstroming en drijft de dichtheidstroom aan. De hoeveelheid slib die wordt afgevangen doordat het slib als dichtheidstrooming in de put vloeit, is evenredig met de lengte van de slibvang loodrecht op de richting van de dichtheidstroming. De richting van de dichtheidstroming is veranderlijk. Deze hangt af van de richtingen waaruit de wind waait en aan welke kant van het meer het water opstuwt door de wind.

>> In hoofdstuk 4 en bijlage IV van de BesluitMER staat meer informatie over dit onderwerp.

2.5 Alternatieven

Er is onderzocht **waar** (locatie) en **hoe** (uitvoering) de ontgroning het beste kan worden gerealiseerd. Daarvoor hebben we twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken.

De **uitvoeringsalternatieven (hoe)** zijn:

1. het basisalternatief (§2.5.1);
2. het natuuralternatief (§2.5.2).

De **locatiealternatieven (waar)** zijn:

1. westelijk alternatief (§2.5.3);
2. oostelijk alternatief (§2.5.4).

De alternatieven zijn zo samengesteld dat er een bandbreedte in locatie en wijze van uitvoering ontstaat waarbinnen het voorkeursalternatief gekozen kan worden. Er zijn dus vier combinaties mogelijk:

- het westelijk basisalternatief;
- het oostelijk basisalternatief;
- het westelijk natuuralternatief;
- het oostelijk natuuralternatief.

Het voorkeursalternatief kan ook bestaan uit de combinatie van één locatie met een uitvoeringsalternatief waarbij *een deel* van de bovengrond wordt gebruikt voor natuurbouw. Het voorkeursalternatief is het alternatief waarvoor de vergunningen aangevraagd worden.

Alle alternatieven worden vergeleken met de referentiesituatie. De referentiesituatie beschrijft de situatie waarbij het project Markerzand niet plaatsvindt en dient als meetlat voor de alternatieven. De referentiesituatie - dit is de bestaande situatie plus de autonome ontwikkeling - is beschreven in hoofdstuk 3.

2.5.1 Basisalternatief

Het basisalternatief bestaat in essentie uit een grootschalige ontgroning die voorziet in de combinatie van:

- het aanleggen van een slibvangput van 9 (oostelijk alternatief) tot 12 (westelijk alternatief) km lengte, 350 (westelijk alternatief) tot 500 (oostelijk alternatief) meter breedte en 50 meter diepte ten opzichte van NAP;
- het tijdelijk uitnemen en later weer terugbrengen van de bovengrond in de put;
- het uitvoeren van een zandwinning.

Onder de bovengrond, bestaande uit een samengestelde laag van fijn zand, klei en veenlaagjes, bevindt zich het winbare zand.

In dit alternatief wordt de bovengrond geheel teruggestort in de zandwinput. De ontgroning vindt plaats van zuid naar noord. In het zuiden wordt aangetakt op de vaarroute Amsterdam-Lemmer ten behoeve van de afvoer per schip. De bovengrond van de eerste deelfase wordt elders geborgen. In eerste instantie wordt gedacht aan de Vaargeul Amsterdam-Lemmer of in vooroevers voor dijkversterking of in natuurbouwprojecten. De geul die door de ontgroning ontstaat, functioneert als slibvangput.

2.5.2 Natuuralternatief

Het natuuralternatief is, voor wat betreft de ontgroning zelf, gelijk aan het basisalternatief. Alleen wordt de bovengrond niet teruggestort, maar afgevoerd en duurzaam ingezet bij bijvoorbeeld de aanleg van natuurgebieden.

De bovenste laag van de bodem van het Markermeer bestaat uit klei, slib, veen en fijne zandlaagjes. Die laag kan prima toegepast worden in civieltechnische en natuurbouwprojecten, zoals bijvoorbeeld de realisatie van het beoogde oermoeras bij de Houtribdijk, zie figuur 2.8. Dit grootschalige wetland is één van de maatregelen om een toekomstbestendig ecologisch systeem (TBES) in het Markermeer te realiseren. Andere mogelijke toepassingen zijn het verwerken van de bovengrond in de vooroevers van dijken of in natuurbouwprojecten. Bij dit soort toepassingen wordt grond en zand ingezet in plaats van beton en steen (Building with Nature). Dit heeft een aantal voordelen voor natuur, duurzaamheid en milieu.

Het natuuralternatief levert een aanvullende bijdrage aan natuurontwikkeling en daarmee aan de maatschappelijke functie van de ontgronding. De natuurontwikkelingsprojecten zelf vallen buiten de scope van dit rapport.



Figuur 2.8: Impressie van het oermoeras Marker Wadden

2.5.3 Westelijk alternatief

In het westelijk alternatief wordt de slibvang aangelegd in de bestaande vaarroute van Amsterdam naar Enkhuizen, zie figuur 2.2. Ook wordt hierdoor een deel van deze route verdiept. De beroepsscheepvaart zal in het verdiepte deel van de vaarroute minder weerstand van de bodem (squat-effect) ondervinden en de bodem minder opwoelen (minder vertroebeling).

2.5.4 Oostelijk alternatief

De slibvang op de locatie van het oostelijk alternatief heeft een andere oriëntatie en is korter en breder, zodat er een put met hetzelfde volume als bij het westelijk alternatief ingepast wordt in het zoekgebied. Dit is de meest oostelijke locatie om een slibvang met het gewenste volume te kunnen inpassen in het zoekgebied. Het slibbergend volume is gelijk aan dat van het westelijk alternatief.

Om inzicht te geven in de afmetingen en kengetallen van de alternatieven, zijn in tabel 2.1 de belangrijkste kenmerken van de vier alternatieven weergegeven.

Tabel 2.1: Overzicht kenmerken alternatieven

	Plangebied		Slibvang		Maximum einddiepte direct na zandwinning (meter)	Oppervlakte (hectare)	Volume bovengrond (miljoen m ³)	Volume af te voeren zand (miljoen m ³)
	Lengte (km)	Breedte (km)	Lengte (km)	Breedte (km)				
Westelijk basisalternatief	12.0	1050	12	350	15-30	420	34	65
Westelijk natuuralternatief	12.0	1050	12	350	50	420	34	65
Oostelijk basisalternatief	8.9	1416	9	472	15-30	425	34	65
Oostelijk natuuralternatief	8.9	1416	9	472	50	425	34	65

2.6 Werkrichting, fasering en werktempo

Om het vrijkomende zand - vanwege de vaardiepte - via de bestaande vaargeul Amsterdam-Lemmer af te kunnen voeren, wordt de slibvang aangelegd van zuid naar noord, beginnend bij deze vaargeul. De activiteiten verplaatsen zich langzaam noordwaarts langs het tracé van de slibvang. Direct nadat de zandwinning klaar is in een vak, bezinkt er slib. De slibvang werkt dus al snel na aanvang van de ontgroning.

Aangezien het tempo van de zandwinning de marktvraag volgt, zijn er door het jaar heen drukke en minder drukke periodes. Als er grote projecten in uitvoering zijn die veel zand nodig hebben, wordt er meer materieel ingezet met langere werkweken. Als er geen marktvraag naar zand is, kan het voorkomen dat er tijdelijk geen activiteiten zijn.

Er is rekening gehouden met een gemiddeld en een hoog werktempo.

1. Langjarig gemiddelde - maatgevend voor stikstofemissie en depositie (alle kubieke meters gelijkmatig uitgesmeerd over 31 jaar).
2. Gemiddeld werktempo - is maatgevend voor onder andere ecologische beoordeling op jaarbasis en geluidhinder voor mensen = gebruikelijke werkweek met verlof en verletperiodes.
3. Hoog werktempo - bij hoge marktvraag door bijvoorbeeld infraprojecten kan er 24 u/dag gewerkt worden, eventueel 7 dagen per week, gedurende een periode van een aantal maanden.

De winning kan 7 dagen per week, 24 uur per dag plaats vinden. In de meeste gevallen (90%) zullen de werkzaamheden 5 dagen in de week plaats vinden, 16 uur per dag.

Het gewonnen zand wordt afgevoerd met beunschepen via de bestaande vaarroute.

2.7 Keuze alternatief

In de BesluitMER is de keuze gemaakt voor het westelijk alternatief. Daarnaast is besloten om minimaal 40% van de bovengrond te verwerken in natuurbouwprojecten. In de voorliggende passende beoordeling is van dit alternatief uitgegaan.

3 Toetsingskader Natuurbeschermingswet

3.1 Natuurbeschermingswet 1998

De Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) biedt de juridische basis voor de bescherming van natuurgebieden in Nederland. Internationale verplichtingen uit de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn, maar ook verdragen als bijvoorbeeld het Verdrag van Ramsar (Wetlands) zijn hiermee in nationale regelgeving verankerd. De Nbwet 1998 onderscheidt twee categorieën beschermde gebieden:

- Natura 2000-gebieden;
- Beschermde natuurmonumenten.

Onder Natura 2000-gebieden vallen de gebieden die op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn zijn of nog worden aangewezen. Voor beide gebieden geldt het beschermingsregime op grond van met name artikel 6 van de Habitatrichtlijn, waaraan met de Nbwet 1998 uitvoering is gegeven. De (ontwerp) aanwijzingsbesluiten bevatten daartoe onder meer een lijst van soorten en/of habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen. Voor al deze natuurwaarden gelden instandhoudingdoelstellingen. De essentie van het beschermingsregime voor de Natura 2000-gebieden is dat het halen van de instandhoudingdoelstellingen niet in gevaar mag worden gebracht.

Beschermde natuurmonumenten kennen een nationale aanwijzingsgrondslag op basis van natuurschoon, natuurwetenschappelijke betekenis, voorkomen van dieren en planten. Deze natuurwaarden worden in de aanwijzingsbesluiten als zogenoemde wezenlijke kenmerken beschreven, zonder overigens in concrete doelstellingen te voorzien. De essentie is dat aantasting van de wezenlijke kenmerken dient te worden voorkomen.

3.2 Beschermingskader Natura 2000

Ten aanzien van Natura 2000-gebieden geldt dat het halen van de instandhoudingsdoelstellingen niet in gevaar mag worden gebracht. Hierbij wordt ook gekeken naar externe werking. In het aanwijzingsbesluit worden de instandhoudingsdoelstellingen geconcretiseerd in de vorm van een zgn. behouddoelstelling (kwaliteit en omvang) en/of een verbeterdoelstelling (kwaliteit) of uitbreidingsdoelstelling (omvang). Voor soorten (m.n. vogels) kan daarbij een beoogd draagkracht voor een bepaalde populatieomvang zijn opgenomen. Het aanwijzingsbesluit voor het Markermeer & IJmeer is per 13 maart 2013 vastgesteld (herzien).

3.3 Beschermingskader Beschermde natuurmonumenten

Ten aanzien van Beschermde natuurmonumenten geldt dat aantasting van de wezenlijke kenmerken dient te worden voorkomen, externe werking is niet van toepassing voor Beschermde Natuurmonumenten. Voor de wezenlijke kenmerken is niet voorzien in concrete doelstellingen, maar is in het aanwijzingsbesluit een beschrijving van de kenmerken opgenomen. De Crisis- en Herstelwet d.d. 31 maart 2010 (hierna: CHW) heeft een versoepeling in de beoordeling van Beschermde natuurmonumenten doorgevoerd. Dit betekent dat de wezenlijke kenmerken voor de Beschermde natuurmonumenten een kader vormen waarbij meerdere belangen kunnen worden gewogen. Bij de beoordeling hoeft niet alleen rekening te worden gehouden met de bescherming van natuurwaarden, maar kunnen ook economische, sociale en culturele belangen worden betrokken. In het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer zijn geen Beschermde Natuurmonumenten aanwezig.

3.4 Voortoets ↔ verslechteringstoets ↔ passende beoordeling

Voortoets

De voortoets geeft een indicatie of de geplande werkzaamheden leiden tot (significante) negatieve effecten op de gekwalificeerde habitattypen en habitatsoorten aan de hand van checklists van het Regiebureau Natura 2000. De volgende uitkomsten zijn mogelijk:

1. *geen negatieve effecten*, een vergunning is niet nodig;
2. *negatief, niet significant effect*. In deze situatie wordt een verslechteringstoets voorgeschreven;
3. *significant negatief effect*. In deze situatie wordt een passende beoordeling voorgeschreven.

Verslechteringstoets

In een verslechteringstoets wordt nagegaan of door een project, plan of handeling een kans bestaat op een verslechtering van een natuurlijke habitat of de habitat van een soort. Hiertoe worden alle relevante aspecten van de activiteit in kaart gebracht. De verslechteringstoets heeft twee mogelijke uitkomsten:

1. de verslechtering is aanvaardbaar. Het bevoegd gezag verleent vergunning;
2. de verslechtering is onaanvaardbaar. De vergunning wordt geweigerd.

Passende beoordeling

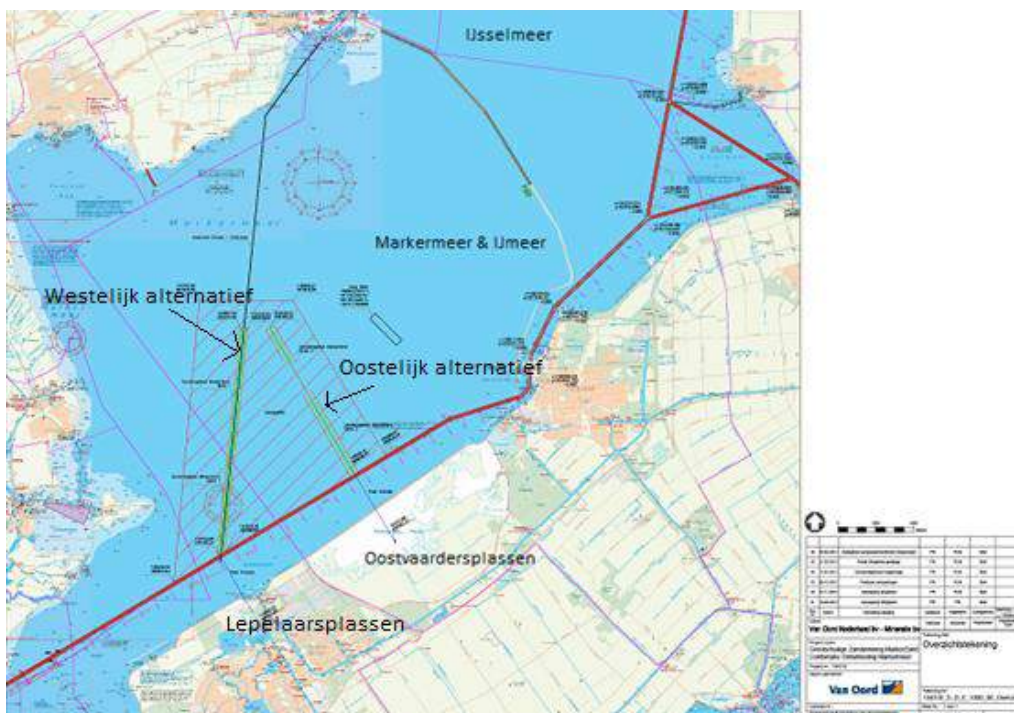
Op basis van de beste wetenschappelijke kennis en het nemen van mitigerende maatregelen worden alle aspecten van de activiteit op zichzelf en in combinatie van cumulatieve activiteiten of plannen getoetst. De passende beoordeling heeft twee mogelijke uitkomsten:

1. *Er treedt een niet significante verslechtering op*: vergunning wordt verleend.
2. *Er treedt een significant effect op*: een ADC-toets wordt voorgeschreven bestaande uit een onderzoek naar Alternatieven, Dwingende redenen van groot openbaar belang en Compensatie van de verloren gaande waarden. Er zijn dan twee uitkomsten mogelijk:
 1. *Het project voldoet aan de ADC-voorwaarden*, vergunning wordt verleend.
 2. *Het project voldoet niet hieraan*, vergunning wordt geweigerd.

Slechts als aan al deze drie criteria in de ADC is voldaan, mag het bevoegd gezag vergunning verlenen. Indien er sprake is van aantasting van een gebied dat is aangewezen ter bescherming van een prioritair natuurlijk habitat of een prioritaire soort, dan dient eerst door de minister van EZ aan de Europese Commissie advies te worden gevraagd alvorens toestemming mag worden verleend. Bovendien is het aantal redenen van groot openbaar belang in dat geval beperkt.

3.5 Ligging plangebied ten opzichte van Natura 2000-gebieden

De plangebieden zijn gelegen in het Markermeer (figuur 3.1), dit meer behoort tot het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer (www.rijksoverheid.nl) (figuur 3.2) en is aangewezen op basis van de Vogelrichtlijn. De plangebieden liggen buiten het gebied dat op grond van de Habitatrichtlijn is aangewezen. Ze maken geen onderdeel uit van Beschermd Natuurmonumenten. Rondom de plangebieden liggen diverse Natura 2000-gebieden, te weten IJsselmeer, Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen (Bijlage 1). Het Markermeer is op 24 maart 2000 aangewezen als wetland onder de Ramsar Conventie. De Ramsar conventie heeft tot doel wetlands en de daarbij behorende planten- en diersoorten te beschermen.



Figuur 3.1: Ligging van het plangebied in het Markermeer-IJmeer en ten opzichte van Natura 2000-gebieden IJsselmeer, Oostvaardersplassen en Lepelaarsplassen



Figuur 3.2 : Ligging van Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer (bron www.rijksoverheid.nl).

3.6 Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer

Instandhoudingsdoelstellingen

In tabel 3.1 staan de instandhoudingsdoelstellingen weergegeven van het Natura 2000-gebied (definitief aanwijzingsbesluit, herzien op 13 mei 2013).

Tabel 3.1: Instandhoudingsdoelstellingen Markermeer en IJmeer

		Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren
Habitattypen						
H3140	Kranswierwateren	=	=			
Habitatsoorten						
H1163	Rivieronderpad	=	=	=		
H1318	Meervleermuis	=	=	=		
Broedvogels						
A017	Aalscholver	=	=			8000*
A193	Visdief	=	=			630
Niet-broedvogels						
A005	Fuut	=	=		170	
A017	Aalscholver	=	=		2600	
A034	Lepelaar	=	=		2	
A043	Grauwe Gans	=	=		510	
A045	Brandgans	=	=		160	
A050	Smient	=	=		15600	
A051	Krakeend	=	=		90	
A056	Slobeend	=	=		20	
A058	Krooneend	=	=			
A059	Tafeleend	=	=		3200	
A061	Kuifeend	=	=		18800	
A062	Toppereend	=	=		70	
A067	Brilduiker	=	=		170	
A068	Nonnetje	=	=		80	
A070	Grote Zaagbek	=	=		40	
A125	Meerkoet	=	=		4500	
A177	Dwergmeeuw	=	=			
A197	Zwarte Stern	=	=			

* Instandhoudingsdoelstelling is voor het IJsselmeergebied.

Legenda	
=	Behoudsdoelstelling

4 Inventarisatie natuurwaarden

4.1 Bronnenonderzoek

Het bronnenonderzoek heeft als doel een overzicht te krijgen van de beschikbare informatie met betrekking tot het voorkomen van beschermde soorten en gebieden in het plangebied en omgeving. Hierbij wordt gebruik gemaakt van diverse ecologische atlanten en internetbronnen (zie literatuurlijst voor een overzicht). Informatie over Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten is afkomstig uit de gebiedendatabase van het Ministerie van EZ.

4.2 Beschermde natuurwaarden Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer

In deze paragraaf staat aangegeven welke natuurwaarden in het Markermeer & IJmeer voorkomen ter hoogte van het plangebied.

4.2.1 Gebiedsbeschrijving

Het Markermeer (met het IJmeer) is een groot, ondiep zoetwatermeer dat wordt begrensd door dijken en dammen. Een belangrijk verschil met het IJsselmeer is de slibrijke bodem en de geringere diepte, die er voor zorgt dat dit slib gemakkelijk door de wind wordt opgewerveld, zodat het meer gemiddeld troebel is. Toch foerageren ook hier grote aantallen watervogels, in het bijzonder viseters en eters van bodemfauna. In heldere delen, zoals de Gouwzee en de kust van Muiden, komen goed ontwikkelde kranswiegroeiingen voor, waarop krooneenden foerageren.

Het Nonnetje is een van de vogelsoorten waarvan de aantallen in het Markermeer van internationale betekenis zijn. Hier en in het IJsselmeer tezamen verblijft 's winters meer dan de helft van de Nederlandse vogels. Tijdens strenge winters, wanneer de Oostzee dichtvriest, zijn de aantallen extra hoog. Watervogels vormen de meest in het oog springende natuurwaarde. De aantallen kuifeenden in de winter volgden in hoge mate de veranderingen in het voorkomen van driehoeksmosselen: in de jaren 1970 vond een verschuiving plaats van oost naar west, in de jaren 1990 volgde een drastische afname. In de zomer en in de ruitijd, wanneer ander voedsel wordt benut, zijn de aantallen juist toegenomen. Nog sterker is de afname bij de Tafeleend, al heeft die enigszins geprofiteerd van de opkomst van de kranswieren in de Gouwzee. Ook de aantallen van viseters als Nonnetje en Fuut zijn sinds 1990 afgenomen. De laatste jaren geeft een voorzichtig positieve trend in het doorzicht van het water en dit geeft hoop op enig herstel van de viseters. Het bestaan van sommige vissoorten, met name de rivierdonderpad, is met name gekoppeld aan de stenen van de dijken.

Hoewel ook in het westen van het Markermeer het doorzicht in de jaren negentig van de vorige eeuw afnam, is de ondergedoken vegetatie er toegenomen. In de Hoornsche Hop gaat het om een ijle, maar omvangrijke begroeiing van Doorgroeid fonteinkruid (*Potamogeton perfoliatus*; [H3150](#)). In de Gouwzee is Doorgroeid fonteinkruid geleidelijk vervangen door een sinds de jaren tachtig als maar groeiend veld Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*; [H3140](#)). Tegenwoordig bevindt zich hier onder water een nagenoeg eensoortige vegetatie met een oppervlakte van meer dan 500 ha, verreweg de omvangrijkste begroeiing van deze soort in Nederland. Karakteristieke begeleiders zijn het mosdiertje *Cristatella mucedo*, dat geleiachtige kolonies op de takken van het kranswier vormt, en de honderden krooneenden die in de nazomer op de planten foerageren. Ook voor de kust van Muiden bevindt zich een groot kranswieveld (bron: www.rijksoverheid.nl).

4.2.2 Habitattypen

Het beschermde habitattype kranswierwateren in het Markermeer bevinden zich in het habitatrictlijngebied. Deze ligt in de Gouwzee en bij de Kustzone van Muiden

(<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=4&id=n2k73&topic=documenten>). De ontwikkeling bevindt zich buiten het habitatrictlijngebied.

Kranswierwateren

Kranswieren zijn pioniers van minder voedselrijke, heldere wateren. Onder deze omstandigheden ontwikkelen ze dichte tapijten die bestaan uit een of meerdere soorten kranswieren, waarin nauwelijks andere waterplanten kunnen doordringen. Kenmerkende soorten voor kalkrijke wateren zijn: Gewoon kransblad (*Chara vulgaris*), Ruw kransblad (*Chara aspera*), Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*). In de grote meren van het IJsselmeergebied komen in de ondiepe zone (0,5 - 2,5 m) kranswieren voor als de waterkwaliteit voldoende is verbeterd en er voldoende licht tot op de bodem doordringt. Kranswieren komen voor in wateren met uiteenlopende chemische samenstelling. Het doorzicht in de waterkolom is de meest bepalende factor die de maximale groeiddiepte bepaalt waarop lichtbeperking optreedt. In zeer ondiep water (in meren met een vast peil < 20 cm) kunnen kranswieren echter niet groeien vanwege de turbulentie in de waterkolom en begrazing. De alkaliniteit kan zeer hoog zijn; ook in brakke meren en plassen kunnen kranswieren aspectbepalend zijn. Kranswieren hebben basische condities (pH > 6) nodig. Ze groeien op uiteenlopende bodems (zand, klei, veen) (<https://publicwiki.deltares.nl/display/HBTDB/H3140+-+Kranswierwateren>). Effecten op kranswierwateren kunnen op voorhand niet worden uitgesloten, omdat er effecten op kunnen treden van stikstofdepositie.

4.2.3 Habitatsoorten

Meervleermuis

De meervleermuis is een nachtdier, dat in de late avond tevoorschijn komt om te jagen. Hij scheert dan laag boven open water op jacht naar vliegende insecten, met name muggen en motten. Het jachtgebied van de meervleermuis kan wel op 10 tot 20 km afstand liggen van zijn verblijfplaats. Vaak zijn dat daken en zolders, maar ook holle bomen. De reis tussen verblijf- en jachtplaats verloopt via kanalen, beken, vaarten en brede sloten en boven land langs bomerijen, houtwallen en dijken. In de zomer houdt hij zich vooral op in waterrijke gebieden met moerassen, weiden en bossen. De meervleermuis foerageert boven het water van het Markermeer bij relatief windstil weer, voornamelijk langs de randen waar de meeste insecten zich bevinden en waar de soort zich kan oriënteren aan lijnvormige elementen als dijken en rietkragen. Op de locatie waar de voorgenomen ontgronding plaats vindt zijn de aantallen relatief laag. Er kunnen evenwel effecten optreden van verstoring, hier worden de individuen uit het habitatrictlijngebied niet door beïnvloed. Significant negatieve effecten op de meervleermuis kunnen op voorhand worden uitgesloten.

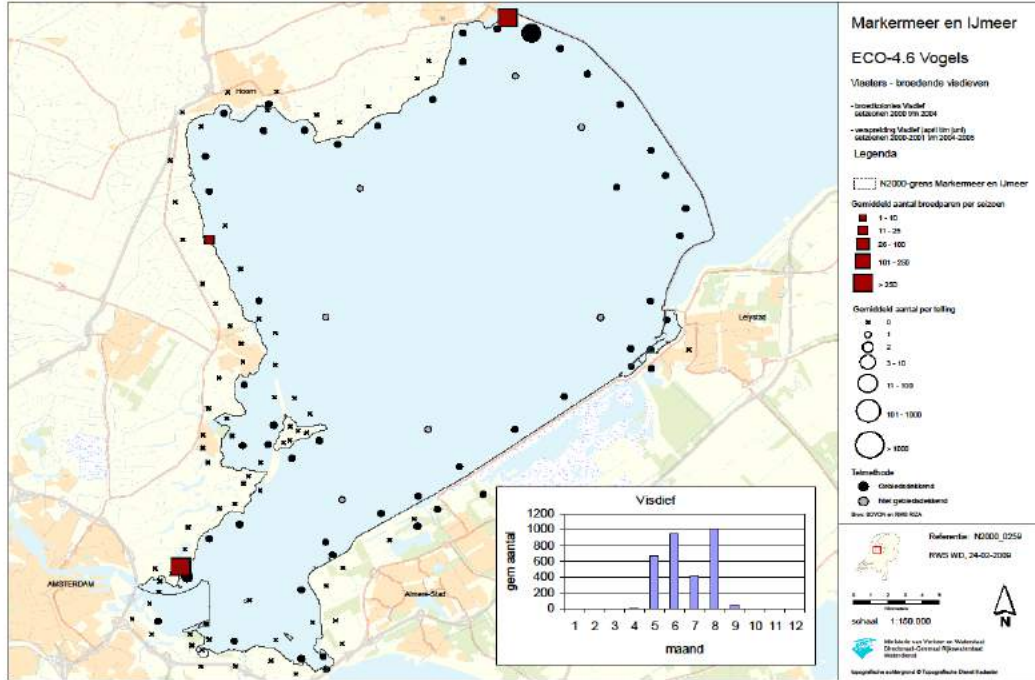
Rivierdonderpad

Rivierdonderpad (*Cottus perifretum*) is een kleine vis (tot circa 15 centimeter lang) met een opmerkelijk uiterlijk. Opvallend zijn de dikke, platte kop met brede bek en dicht bij elkaar staande ogen. Het leefgebied van rivierdonderpad bestaat uit zuurstofrijke plaatsen waar schuilgelegenheid aanwezig is. Dergelijke plaatsen bevinden zich in beken, rivieren, meren en polderwateren op plaatsen met steenstort en windwerking of nabij bruggetjes, duikers of stuwtjes waar het water sneller stroomt (www.ravon.nl). Rivierdonderpadden zijn erg honkvast; de bewegingsruimte is beperkt tot enkele meters (maximaal ongeveer 15-20 m). De soort zwemt zelden in open water of boven een kale ondergrond (<http://mineleni.nederlandsesoorten.nl>). De soort heeft geen zwemblaas. Tijdens de visinventarisaties in het Markermeer is de soort gevangen in de oevers met steenbestorting en met riet (Overzee, *et al.* 2011). Daarnaast zijn er verspreid over het Markermeer en IJmeer waarnemingen bekend. Op de locatie waar de voorgenomen ontgronding plaats vindt zijn de aantallen relatief laag. Er kunnen evenwel effecten optreden van verstoring, hier worden de individuen uit het habitatrictlijngebied niet door beïnvloed. Significant negatieve effecten op de rivierdonderpad kunnen op voorhand worden uitgesloten.

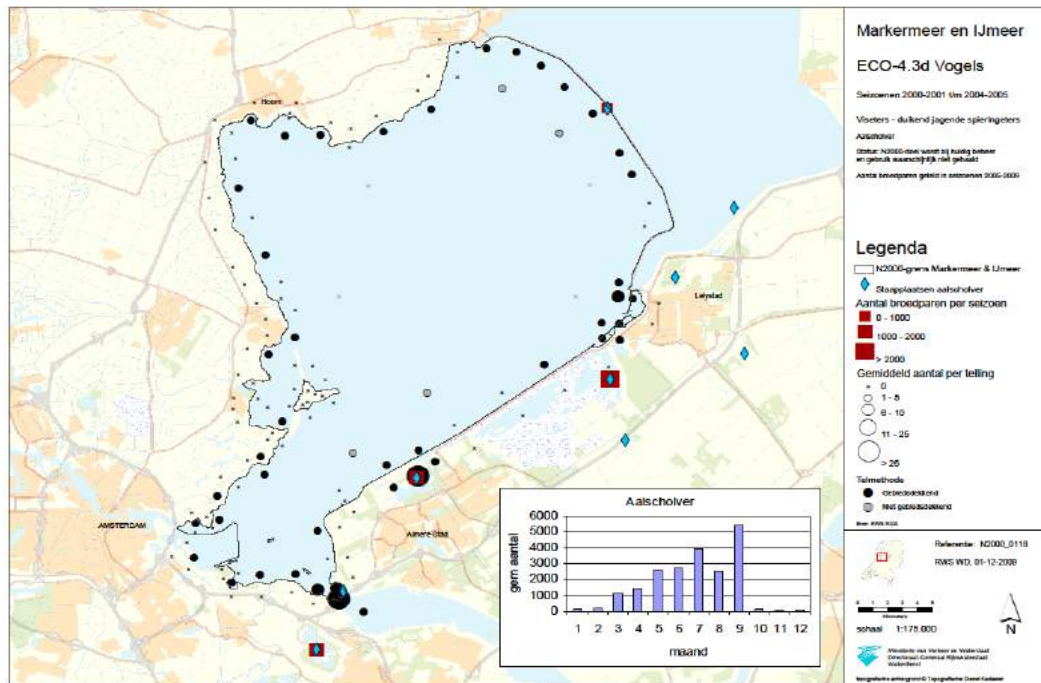
4.2.4 Broedvogels

Aalscholver en visdief

Het voorkomen van de broedvogels aalscholver en visdief is gerelateerd aan hun broedplaatsen in het Markermeer (figuur 4.1 en 4.2) en van Rijn 2015. Het gebruik van het Markermeer en IJmeer door deze soorten staat weergegeven in 4.2.5. De broedplaatsen van beide soorten liggen aan de rand van het Natura 2000-gebied (Kinseldam) en in aangrenzende Natura 2000-gebieden (onder andere Lepelaarplassen en Naardermeer).



Figuur 4.1: Voorkomen van de visdief in het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer, de rode stippen op de kaart geven de broedplaatsen weer (www.natura2000ijsselmeergebied.nl & van Rijn 2015).



Figuur 4.2: Voorkomen van de aalscholver in het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer, de rode stippen op de kaart geven de broedplaatsen weer, de blauwe ruiten op de kaart geven de slaapplaatsen weer (www.natura2000ijsselmeergebied.nl & van Rijn 2015).

4.2.5 Niet broedvogels

De watervogelsoorten waarvoor het Markermeer is aangewezen als N2000-gebied zijn onder te verdelen in 5 groepen:

- groep 1: viseters:
 - A solisten en groepsjagers van de hele waterkolom: fuut en aalscholver;
 - B groepsjager bovenste waterkolom: nonnetje, grote zaagbek;
 - C toplaagjagers: visdief, dwergmeeuw, zwarte stern;
 - D doorwaadbaar water: lepelaar.
- groep 2: benthoseters: kuifeend, meerkoet*, tafeleend**, topper, brilduiker;
- groep 3: herbivore van boerenland: smient, grauwe gans, brandgans, kolgans;
- groep 4: waterplanteneters: meerkoet*, tafeleend**, krooneend;
- groep 5: Zwemeenden en overige soorten van ondiep water: slobeend en krakeend.

* *meerkoet, deels benthos en deels waterplanten of gras.*

** *tafeleend, deels waterplanten en deels benthos.*

Er zijn in de periode juli 2007 tot en met juni 2012 54 soorten watervogels gedetecteerd (bron van Rijn, 2015). De watervogeltellingen uit het seizoen 2013/2014 zijn niet meegenomen omdat enkele belangrijke tellingen zijn uitgevallen. Veel watervogels zijn dermate schaars of niet karakteristiek voor het gebied dat ze geen rol van betekenis spelen. De soorten waar het echt om gaat zijn soorten uit de deelsystemen mosseeters (duikeenden), viseters (futen, aalscholvers, zaagbekken en meeuwen), waterplanteneters (eenden en zwanen op de Gouwzee en in de Hoornse Hop) en soorten die op boerenland foerageren en het gebied als slaap- en rustplaats gebruiken (onder andere. Smienten en diverse soorten ganzen). In bijlage 8 staat aangegeven hoe is bepaald welke vogelaantallen waar voorkomen in het Zuidelijk Markermeer, dit is uitgevoerd door Stef van Rijn (Deltaproject management).

Soorten die om te foerageren afhankelijk zijn van open water zijn die uit groep 1 (viseters) en groep 2 (benthos-eters). Soorten uit groep 3 tot en met 5 zijn afhankelijk van de oeverzone (slapen of foerageren) of van ondiepe water, zandbanken en eilandjes (rusten of slapen).

Groep 1: viseters

Van de viseters zijn de op open water foeragerende visdieven en aalscholvers met name broedvogels. Visdieven in het gebied zijn voornamelijk dieren die in de kolonie op de Kinseldam broeden. Aalscholvers zijn hoofdzakelijk afkomstig uit de kolonies van de Lepelaarplassen en het Naardermeer. De grootste concentraties visdieven verblijven in de periode mei-juli vooral in de kolonie (telgebied 122, IJmeer) en in de directe omgeving van de kolonie (telgebied 120-123 (IJmeer)). Andere concentraties zijn langs de kust van Flevoland geregistreerd. Op open water zijn de dichtheden het grootst in gebied 178 en 179.

Zwarte sterns zijn trekvogels die in de nazomer tijdelijk in het gebied verblijven om te ruien. De aantallen zijn erg klein maar de vogels die er zijn worden in juli en augustus van oudsher langs de kust van Marken waargenomen (gebied 114-115) en profiteren daar van de lokale spiering-gebieden. Naast het IJmeer gebruiken Zwarte sterns vooral de kust van Flevoland. Op open water zijn de dichtheden vooral groot in augustus en september in gebied 178 en 179. Dwergmeeuwen kennen een doortrekkie in april en zijn met name ter hoogte van telgebied 117 en 118 gezien en eten daar vermoedelijk ook vooral spiering. Naast het IJmeer gebruiken Dwergmeeuwen vooral de kust van Flevoland. Op open water zijn vooral Dwergmeeuwen waargenomen in oktober in gebied 178 en 179. Toplaagjagers gebruiken op open water dus vooral gebied 178 en 179.

Nonnetjes zijn trekvogels die in het gebied overwinteren. De aantallen Nonnetjes zijn klein en de meeste vogels verblijven langs de kust van Flevoland, in de zuidelijke Gouwzee (telgebied 107 en 109), de westzijde en noordzijde van Marken (111, 114), de oostzijde van de Bukdijk (113) en ter hoogte van het Kinselmeer (121). Grote zaagbekken overwinteren in kleine aantallen langs de kust van het zuidelijk Markermeer. De meeste vogels zijn ter hoogte van telgebied 111 en 112 waargenomen.

Daarnaast gebruiken ze vooral het IJmeer en de kust van Flevoland. Aalscholvers foerageren vooral in het voorjaar en in de zomer in grote aantallen voor de kust van Flevoland maar ook wel in het IJmeer, voor de kust van Volendam (onder andere telgebied 103), in de omgeving van Marken (111-114). Op open water wordt verder vooral gebied 178 en 179 gebruikt (voorjaar en najaar). Futen verblijven jaarrond in het gebied. Het gaat om kleine aantallen met onder andere enkele ruiers in de Gouwzee. In het voorjaar verblijven de meeste Futen in het IJmeer en voor de kust van Flevoland. In de winter verblijven grote dichtheden van Futen op open water voor de kust van Flevoland.

De Lepelaar is een viseter van ondiep doorwaadbaar water. Lepelaars worden vooral in het gebied van de Kinseldam (telgebied 122) en in en rond polder IJdoorn (telgebied 123) geregistreerd. In bijlage 9 staat per maand aangegeven welke vogelaantallen waar voorkomen langs de kust van het Markermeer. In bijlage 9 staat ook aangegeven welke soorten gebruiken maken van welke delen van het open water.

Groep 2: benthos-eters

De soorten uit deze groep zijn duikeenden die in de winter veelal mossels eten. Overdag verblijven de vogels op rustplaatsen vanwaar in de nacht naar de foerageerplaatsen (mosselbanken) van open water wordt gevlogen. De grote concentraties lagen sinds het begin van de tellingen in de jaren tachtig in het IJmeer (met name kuifeenden en tafeleenden). Overwinterende mosseletende duikeenden van het Markermeer zijn sterk afgenomen, onder andere die van het IJmeer. De meeste duikeenden concentreren zich thans in de Gouwzee waar ze hoofdzakelijk rusten en foerageren in de gebieden met waterplantengemeenschappen. Het gaat om tientallen duizenden kuifeenden, meerkoeten en tafeleenden in de maanden september – november en om enkele tientallen overwinterende brilduikers. In de Gouwzee worden de beste en meest rustige gebieden gebruikt (telgebied 104-105, 107 en 109). De duikeenden die in de winter (december - januari) in de Gouwzee verblijven foerageren nachtelijk in de mosselgebieden. Van kuifeenden zitten de grote winteraantallen nog steeds in het IJmeer en langs de kust van Flevoland (vooral t.h.v. Pampushaven). Tafeleenden opereren in de winter vooral vanuit de Gouwzee maar er verblijven ook grote aantallen in het IJmeer en voor de kust van Flevoland. Meerkoeten verblijven vooral in de zomer en het najaar in de Gouwzee (waterplanten gebonden). In de winter zitten enige concentraties in het IJmeer en langs de kust van Flevoland. Kuifeenden, tafeleenden en meerkoeten worden overdag vrijwel niet op open water geregistreerd. Brilduikers opereren in de winter vooral vanuit de Gouwzee en het IJmeer. Op open water kunnen Brilduikers in gebied 176 voorkomen. Toppereenden komen nauwelijks voor in het gebied tussen Hoorn en Amsterdam. In bijlage 9 staat per maand aangegeven welke vogelaantallen waar voorkomen langs de kust van het Markermeer. In bijlage 9 staat aangegeven welke soorten gebruiken maken van welke delen van het open water.

Groep 3: herbivoren van boerenland

Het gaat om overwinterende gras-etende smienten, brandganzen en kolganzen en om grauwe ganzen die jaarrond in het gebied verblijven. Smienten foerageren nachtelijk op de natte graslanden van Waterland. Overdag rusten smienten in de kustzone van het Markermeer. Een deel van de vogels foerageert overdag in de binnendijkse gebieden van het gebied. Deze dieren zijn om te rusten afhankelijk van het Markermeer. Het hele gebied wordt door smienten gebruikt. De grootste aantallen verblijven in de Gouwzee (104, 109-110) en tussen de Uitdammer Die en Polder IJdoorn (118-122). In de binnendijkse gebieden verblijven de grote aantallen op de graslanden ten zuiden van de Gouwzee en de graslanden tussen de Nes en het Barnegat (117-118). De ganzen gebruiken de kustzone als rustplaats, vluchtplaats en slaapplek. Brandganzen verblijven overdag vooral binnendijks, onder andere op Marken en ter hoogte van de Kinseldam. Kolganzen overwinteren vooral rond de Gouwzee en in Waterland. Grauwe Ganzen verblijven ook rond de Gouwzee (onder andere op Marken maar vooral ten zuiden van de Gouwzee) en in Waterland. Ganzen gebruiken de buitendijkse gebieden vooral 's nachts en als uitwijkplaats overdag. Open water is voor deze soorten minder van belang.

Groep 4: waterplanteneters

Hiertoe behoren de soorten meerkoet en tafeleend (die deels benthos-etend zijn) en de krooneend. Het overgrote deel verblijft in de nazomer en najaar in de Gouwzee (zie benthos-eters). Het aantal krooneenden is sterk onderschat omdat deze soort tijdens de tellingen vanuit het vliegtuig door hun relatief schaarse voorkomen tussen de grote concentraties van de overige soorten lastig te onderscheiden zijn. Werkelijke aantallen krooneenden zijn groter!

Groep 5: zwemeenden

Hieronder vallen krakeend en slobeend. De meeste krakeenden verblijven in de zomer en nazomer (juni-oktober). De gebieden waar de meeste krakeenden verblijven zijn het Monnickendammergat in de Gouwzee (105), de zuidelijke en oostelijke Gouwzee (109-112) en de regio van het Kinselmeer en Durgerdam (122-123). Slobeenden concentreren zich met name in polder IJdoorn. Verder verblijven kleine aantallen Slobeenden in overige polders en in het gebied ter hoogte van de Kinseldam.

Conclusie

Het open water van het zuidelijk Markermeer wordt nog steeds door grote aantallen benthos-etende duikeenden gebruikt (groep 2), vooral in de winter. Het gaat vooral om kuifeenden maar ook om brilduikers en tafeleenden. Daarnaast is het open water belangrijk voor visetende soorten (groep 1) waaronder topplaagjagers (dwergmeeuw, visdief en zwarte stern), groepsjagers van de bovenste waterlagen (nonnetje en grote zaagbek) en solisten en groepsjagers van de hele waterkolom (aalscholver en fuut). Effecten op de bovenstaande soorten kunnen dan ook niet worden uitgesloten.

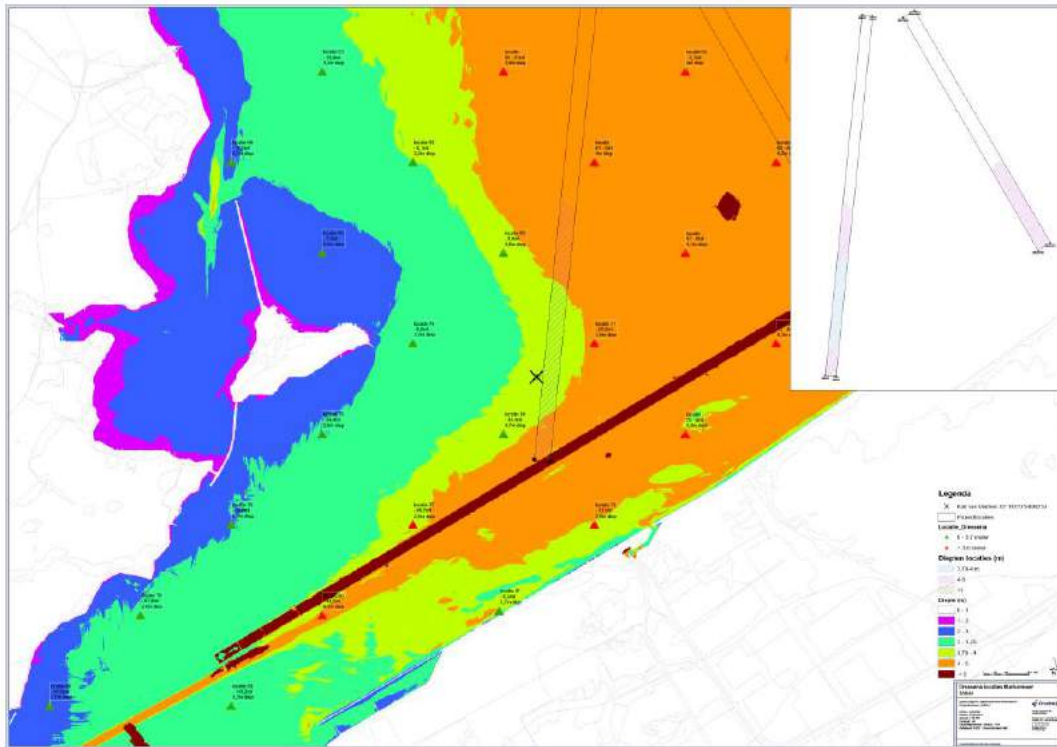
Voor de overige soorten (groep 3-5 (herbivoren van boerenland, waterplanteneters en zwemeenden) en viseters van doorwaadbaar water) heeft het open water een zeer beperkte betekenis. Effecten op bovenstaande soorten kunnen op voorhand worden uitgesloten. Deze soorten zijn verder niet beschouwd in de passende beoordeling.

4.2.6 Belangrijke voedselgebieden**Vis → viseters**

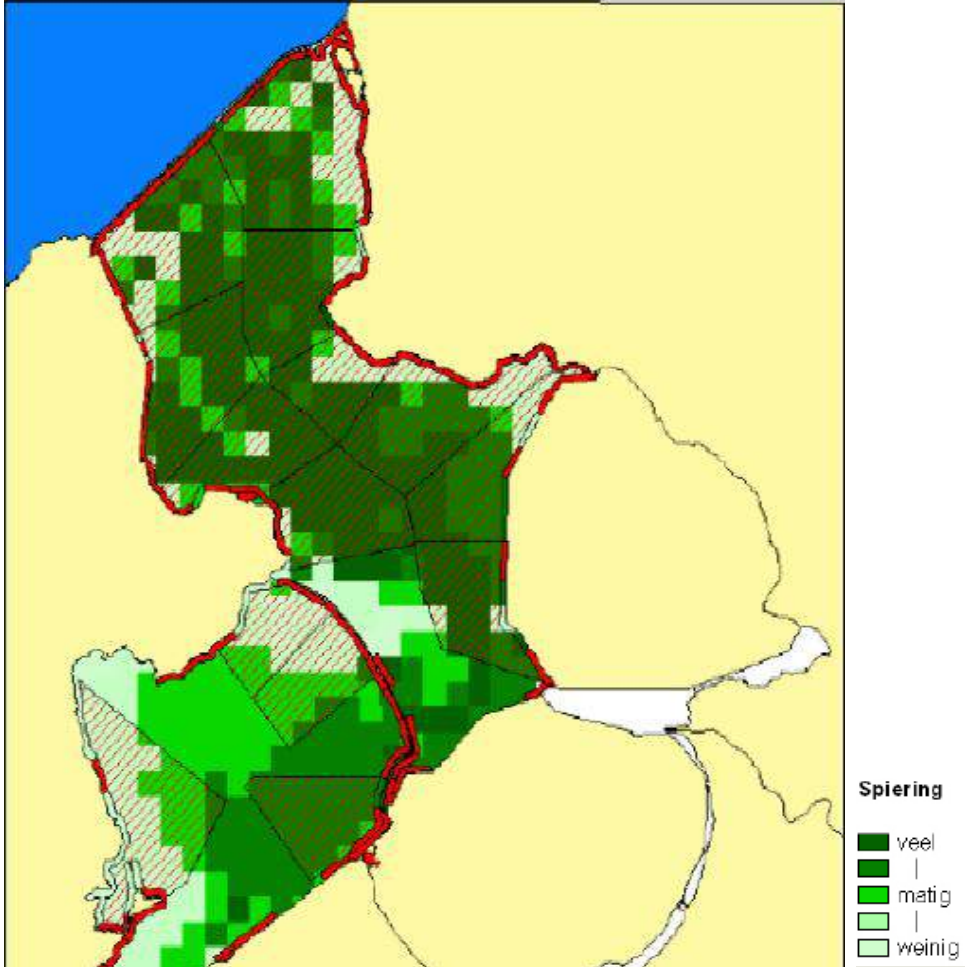
Een groot deel van het visbestand in het Markermeer en IJmeer bestaat uit pos, baars, blankvoorn, spiering, brasem en snoekbaars. Voor een aantal soorten is een toename waar te nemen (bijvoorbeeld pos), terwijl andere soorten in aantal afnemen. Als gevolg van de vertroebeling van het water hebben zichtjagende vissen het moeilijk. Trekvissen kunnen moeilijk naar het gebied migreren.

Een belangrijk voedselgebied voor de visetende watervogels in de directe omgeving van de alternatieven is de Kuil van Marken (figuur 4.3), middelpunt van de Kuil van Marken 141725/496253. De Kuil van Marken ligt ten westen van het westelijk alternatief. De Kuil van Marken fungeert als een belangrijk visgebied voor aalscholvers en visdieven (onder andere vanuit de nieuwe aalscholverkolonie in de Lepelaarsplassen), door de aanwezigheid van onder andere pos en spiering. Uit onderzoek (van Eerden et al. 2005) volgt waar belangrijke spieringgebieden liggen in het Markermeer (figuur 4.4). De paailocaties van de spiering bevinden zich in het Markermeer langs de kust van Flevoland en het beginstuk van de Houtribdijk bij Lelystad (figuur 4.5)

Spiering heeft een voorkeur voor de diepere delen in het watersysteem (Noordhuis 2010). De soort heeft een voorkeur voor koeler water en in de zomermaanden kan het in de ontgronding op diepte koeler zijn dan op de ondiepere delen. Door uitvoering van de ontgronding ontstaat er in het Markermeer een diepe geul, dit kan een positief effect hebben op het voorkomen van de spiering. Doordat er door de ontwikkeling mogelijk positieve effecten optreden op het voorkomen van spiering treden er mogelijk ook positieve effecten op, op de voedselbeschikbaarheid voor visetende watervogels en daarmee op visetende watervogels.



Figuur 4.3: Ligging van de Kuil van Marken voor de kust van Marken (bij kruis) ten opzichte van het westelijk en oostelijk alternatief voor de voorgenomen slibvang middels ontgraving in het Markermeer-IJmeer



Figuur 4.4: Ligging 90%zones voor spieringgetende watervogels en ligging belangrijkste spieringgebied. De drie gearceerde open watersectoren zijn tevens belangrijk jachtgebied voor visetende watervogels (Van Eerden, et al. 2005)



Figuur 4.5: Paai-gebieden van de spiering in het Markermeer en IJsselmeer. De paai van de spiering in het Markermeer vindt plaats van eind maart tot begin april (www.natura2000ijsselmeergebied.nl).

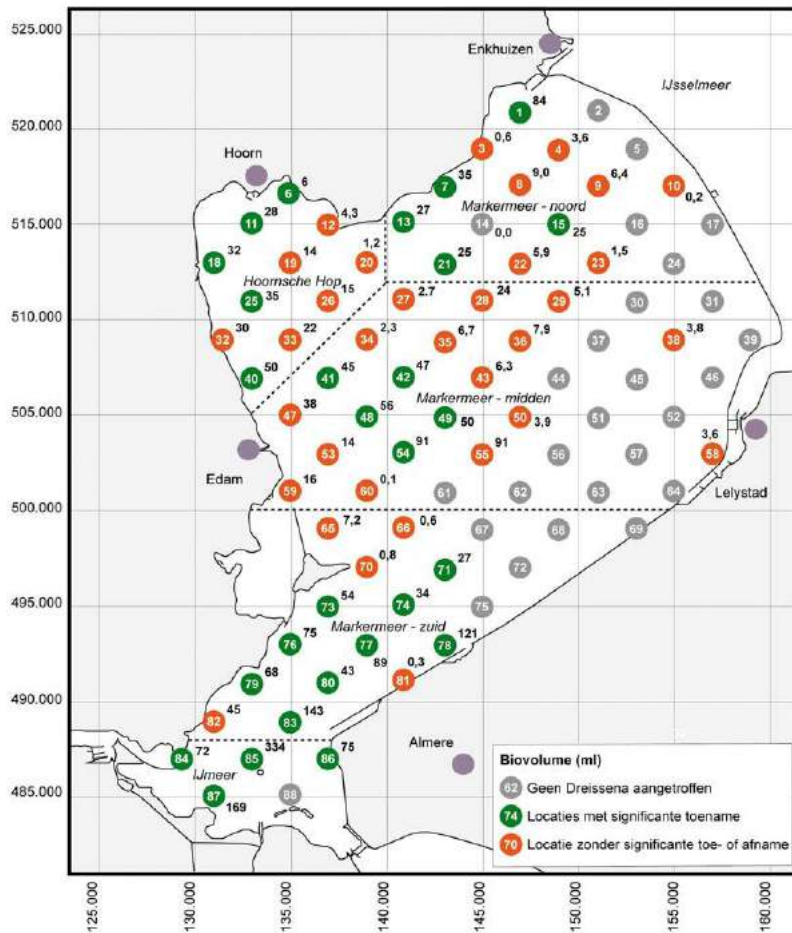
De spiering neemt af in het Markermeer (TMIJ 2008), net als in de rest van Noord-Europa, dit is vermoedelijk een klimaatseffect. Door Temperatuursveranderingen neemt voor de spiering (koud water soort, optimum temperatuur 15⁰C, sterfte boven de 20⁰C watertemperatuur) de kans toe op een terugval van de populatie. De teruggang komt waarschijnlijk door een combinatie van slechte paaiomstandigheden in het voorjaar (wind, opwerveling van slib, ongunstig temperatuursverloop) of een slechte voedselsituatie (weinig zooplankton) (Bron: CVO).

Bijzonder van spiering in het Markermeer en IJmeer is dat de soort een eenjarige cyclus heeft, Het gevolg is dat een slecht jaar voor spiering een hele generatie bedreigt, dit heeft ook direct weer gevolgen voor de volgende generatie in het gebied. Daarom is een goede spieringstand belangrijk. Hiervoor zijn in het gebied paai- en opgroei mogelijkheden nodig, door geschikte oevers met onderwater vegetatie, bij periodes met hoge temperatuur, zijn er refugia nodig, zoals diepere plekken die koeler zijn en tegelijkertijd niet zuurstofloos.

De voedselvoorziening lijkt voor de soort niet belemmerend. De soort eet onder meer larven van dansmuggen bij gebrek aan groter zooplankton. Het verbeteren van de condities voor de muggenlarven werkt via vissen toch weer door tot de visetende watervogels. Muggenlarven komen vooral voor in modderlagen, maar in het Markermeer ontbreken zijn waarschijnlijk in grote delen, doordat de modder te zacht is. Bij de laatste driehoeksmossel kartering werd vastgesteld dat er weinig ander bodemleven in de monsters aanwezig was.

Benthos → benthoseters

Het voorkomen van de driehoeksmossel in 2011 staat in figuur 4.6 aangegeven, het voorkomen van de driehoeksmossel neemt af. Na 2006 is de mosseldichtheid in het Markermeer-IJmeer toegenomen door de komst van de Quaggamossel. Hierdoor heeft er een toename plaats gevonden van het aantal mossels in het Markermeer-IJmeer. Aangenomen werd dat door de komst van de Quaggamossel er meer voedsel beschikbaar was in het Markermeer voor duikenden. Recent onderzoek wijst echter uit dat Benthoseters minder afhankelijk zijn van mosselen als in het verleden. Thans worden de mosselen in de winter minder gegeten dan in de jaren 80 en is het dieet van de vogels diverser geworden door de opkomst van alternatieve prooien in onder andere gebieden met waterplanten. Ze eten nu naast Quaggamosselen en driehoeksmosselen onder andere ook erwtenmosselen en brakwaterhorentjes. Deze dieetverandering dateert van ruim voor de komst van de quaggamossel (Noordhuis 2015).



Figuur 4.6: Het biovolume (ml) van de aangetroffen Dreissena's in 2011 per locatie (totaal van vijf monsters) inclusief een aanduiding voor een significante toename (groen)t.o.v. 2006. De getallen bij de locaties staan voor de gemeten waarden.

5 Effectenanalyse

5.1 Inleiding

De ontgroning en aanleg van slibberging tussen Almere en Enkhuizen wordt mede uitgevoerd voor de winning van zand. Als gevolg van de realisatie van de slibberging wordt bij het westelijke alternatief 420 hectare (0,61% van het Natura 2000-gebied) van het totale Natura 2000-gebied (68.460 ha) verdiept.

De effecten van de realisatie van de slibvang zijn aanzienlijk (Kessel, Thijs van 2013). In de huidige situatie vindt thans vanwege de ondiepte door scheepvaartbewegingen vertroebeling en verstoring plaats. De scheepvaartbewegingen als gevolg van dit project vinden plaats via bestaande vaarroutes/ de slibberging. Na de aanleg van de slibberging zal er voldoende diepte aanwezig zijn voor de scheepvaart, hierdoor neemt de vertroebeling als gevolg van scheepvaartbewegingen af. De waterdiepte ter hoogte van beide alternatieven is 3-5 meter en krijgt in de toekomst een diepte van >20 meter.

Als gevolg van de werkzaamheden kunnen er effecten optreden op het Natura 2000-gebied. Het gaat hierbij om de volgende effecten:

- vernietiging van de waterbodem op de ontgrondingslocatie;
- vertroebeling van water op de bodem door de ontgroning en door overflow;
- verstoring door geluid (door de ontgroning en door scheepvaartbewegingen);
- verstoring door licht;
- optische verstoring (door de ontgroning en de scheepvaartbewegingen);
- vermesting (door het gebruik van motoren voor de zandwinning).

Onderstaand is per effect een nadere beoordeling gegeven, ook is aangegeven voor welke soorten/habitats het effect optreedt, voor de relevante soorten uit hoofdstuk 4.

5.2 Vernietiging van de waterbodem

Door uitvoering van de ontgroning verandert de samenstelling en diepte van de bodem. De aanwezige soorten die op de bodem leven, onder andere driehoeksmossels en quaggamossels verliezen hierdoor leefgebied, waardoor ook potentieel foerageergebied wordt aangetast van benthoseters. De soorten zijn echter niet afhankelijk van driehoeksmosselen en quaggamosselelen. In tabel 5.1 staat aangegeven of de soort/habitat mogelijk beïnvloedt wordt door het effect, in de tabel zijn de soorten/habitats opgenomen die volgens de effectenindicator van het Ministerie van EZ gevoelig zijn voor vernietiging, daarnaast zijn soorten opgenomen die een mogelijke voedselrelatie hebben met het gebied.

Tabel 5.1: Soorten/habitats die gevoelig zijn voor het effect vernietiging van de waterbodem

Soorten/habitats	Vernietiging van de waterbodem
habitats	
Kranswierwateren	Vernietiging vindt plaats buiten het habitatype.
Broedvogels	
Visdief/aalscholver	Lokaal effect, geen invloed op de broedlocatie, dieper worden deel foerageergebied, geen negatieve invloed op de voedselbeschikbaarheid, in de winter kan de vaarroute fungeren als diepe put waar vissen zich in bevinden (positief effect)
Niet broedvogels	
Aalscholver/visdief/zwarte stern	Lokaal effect, dieper worden deel foerageergebied, geen negatieve invloed op de voedselbeschikbaarheid, in de winter kan de vaarroute fungeren als diepe put waar vissen zich in bevinden (positief effect)
Kuifeend, tafeleend, topper, brilduiker, meerkoet	Geen effect, door verlies van voedsellocatie (diepere waterbodem) de soorten zijn niet afhankelijk van driehoeksmosselen en quaggamosselen

5.3 Vertroebeling van water

Huidige situatie, door het scheepvaartverkeer op deze vaarroute treedt er vertroebeling op. De schepen steken namelijk diep (1-3 meter) en de waterbodem is ondiep (3-5 meter). Tijdens het zuigen van slib en zand en het lozen van de overflow van de beunschepen is er een toename van de slibconcentratie in het water. Een hogere slibconcentratie maakt het water troebeler en minder lichtdoorlatend (de pluim is maximaal 200 meter). Daardoor worden algen in hun groei belemmerd. Algen dienen als voedsel voor wormpjes, slakjes en schelpen, die op hun beurt voer zijn voor vissen en eenden zijn. Te veel slib zou de voedselketen kunnen verstoren. In het gebied direct rondom de zandwinning zal het effect van de vertroebeling het grootst zijn. Hoe verder van de bron, hoe lager de vertroebeling wordt.

Na de aanleg van de slibberging zal er voldoende diepte aanwezig zijn voor de scheepvaart, hierdoor neemt in de directe omgeving van de slibberging de vertroebeling als gevolg van scheepvaartbewegingen af ten opzichte van de huidige situatie.

Deltares (Thijs van Kessel, 2013. Memo Markerzand) heeft ingeschat dat de hoeveelheid slib die vrijkomt bij de ontgroning ongeveer een factor 10 kleiner is dan de hoeveelheid slib die bezinkt in de volledige slibberging. Met uitzondering van de eerst twee jaar van de winning (de geul is dan van beperkte omvang en er is nog relatief weinig slib ingevangen), domineert het concentratieverlagend effect op het concentratieverhogend effect en is er een netto concentratieverlagend effect. Alleen de eerste twee jaar is er dan ook sprake van vertroebeling door de overflow, daarna wordt het water helderder ten opzichte van de huidige situatie.

Soorten/habitats die mogelijk beïnvloed worden door vertroebeling zijn onder andere soorten die op zicht foerageren, het gaat hierbij om effecten op de aalscholver, fuut, nonnetje, visdief, dwergmeeuw, zwarte stern en grote zaagbek. Uit tabel 4.2 komt naar voren dat het nonnetje niet voorkomt op het open water. De soort ondervindt dan ook geen effect van vertroebeling. De fuut komt met name voor langs de kust en wordt hier niet beïnvloed door de vertroebeling die lokaal plaats vindt. De aalscholver, visdief, dwergmeeuw, zwarte stern en grote zaagbek zullen na 2 jaar ook positief beïnvloed worden doordat de vertroebeling ten opzichte van de huidige situatie afneemt, hierdoor neemt het doorzicht toe en wordt het voor de zichtjager makkelijker om een prooi te vangen. Het positieve effect duurt totdat de ontgroning is dichtgeslibt, aangezien de duur van de ontgroning circa 30 jaar is, duurt het invangen van het slib ook minimaal 30 jaar, terwijl de plaatselijke vertroebeling slechts 2 jaar plaats vindt.

Tabel 5.2: Soorten/habitats die gevoelig zijn voor het effect vertroebeling

Soorten/habitats	Vertroebeling
habitats	
kranswierwateren	Vertroebeling vindt lokaal plaats, geen invloed op het habitatype, het habitatype ligt namelijk op grote afstand >5 kilometer van de ontgroning.
Broedvogels	
visdief /aalscholver	Vertroebeling vindt lokaal plaats, geen invloed op de broedlocatie wel op foerageren om dat de soorten vissen vangen (zichtjagers)
Niet broedvogels	
aalscholver, visdief, dwergmeeuw, zwarte stern, grote zaagbek	Vertroebeling vindt lokaal plaats gedurende de eerste twee jaar van de ontgroning, mogelijk van invloed op het vangen van vis (zichtjager). Na de eerste twee jaar wordt het doorzicht beter en treedt er een positief effect op
fuut	Vertroebeling vindt lokaal plaats gedurende de eerste twee jaar, mogelijk van invloed op het vangen van vis (zichtjager), maar soort foerageert met name langs de oever, hier treedt geen toename van de vertroebeling op.
nonnetje	Soort komt niet voor op het open water.

5.4 Verstoring door geluid/trillingen

Er zal als gevolg van de werkzaamheden en het in te zetten materieel geluid en trillingen worden geproduceerd. Het volgende materieel zal worden ingezet:

- Er worden 1-3 werktuigen (hoppers) ingezet voor het verwijderen van de bovengrond op een gebied van 500x350m² (westelijk alternatief);
- Er worden 2 winzuigers ingezet voor het winnen van zand op een gebied van 500x350m² (westelijk alternatief);
- In het stortvak, een gebied van 500x350m² (westelijk alternatief) ligt geen werktuig, slechts het uiteinde van de pijpleiding dan wel 1 lossende hopper. In de geluidseffectberekeningen is uitgegaan van lossende hoppers met in totaal 42 reizen per dag (84 scheepvaartbewegingen) tussen het stortvak en het vak waar de bovengrond wordt verwijderd voor het basialternatief, bij het natuurbouwalternatief lopen de geluidsberekeningen door tot aan de Markerwadden.
- Beunschepen voor de afvoer van het gewonnen zand met een verdeling van 5% naar Enkhuizen, 5% naar Lelystad en 90% naar Amsterdam en Almere, 45 reizen per dag (90 scheepvaartbewegingen) via bestaande vaargeulen en vaarroutes;
- Ondersteunende schepen (onder andere voor brandstof en het bemannen van het werk).

De worstcase situatie (6 werktuigen op een gebied van 1000 x 350 m² of 742 x 472m²) is door LBP|SIGHT doorgerekend op basis van een eenvoudig model, waarin alle werktuigen een bronvermogen hebben van 105 dB(A). Op basis van deze geluidseffectberekeningen is bepaald waar de L₂₄ waarde van 45 dB(A) zich bevindt en hoe groot het oppervlak binnen deze contour is. Gezien de ruimtelijke spreiding van de geluidsbronnen heeft de 45 dB(A) contour een ellipsvorm.

Het gebied rondom de zandwinning kan door geluidsverstoring tijdelijk minder geschikt zijn voor vogels. Voor vogels gelden per soort verschillende drempelwaarden. Voor weidevogels wordt vaak een drempelwaarde voor L₂₄ aangehouden van 47 dB(A) en voor bosvogels 42 dB(A). Voor de vogelsoorten waarvoor het Markermeer is aangewezen zijn geen drempelwaarden bekend. De Provincie Flevoland hanteert voor de vogelsoorten in het Markermeer 45dB(A) als de drempelwaarden voor watervogels. Uit geluidsberekeningen van LBP|SIGHT volgt dat door de voorgenomen ontgroning lokaal de 45dB(A) wordt overschreden. Het extra oppervlak van het gebied binnen de 45 dB(A) contour bedraagt 431 hectare bij het westelijk alternatief en 524 hectare bij het oostelijk alternatief. Dit komt neer op een gebied van 0.6 % van het Natura 2000-gebied bij het westelijk alternatief en 0,8 % van het Natura 2000 gebied bij het oostelijk basialternatief. Bij natuurbouw en een verhoogde werktempo neemt dit extra verstoord oppervlak toe ten opzichte van de referentiesituatie. De geluidskaarten staan weergegeven in bijlage 6. De extra verstoring vindt plaats langs de vaarroutes en ter hoogte van de werkzaamheden. Het gebied waar verstoring optreedt door geluid kan van belang zijn voor soorten die gebruik maken van het open water, dit zijn de aalscholver, visdief, dwergmeeuw, grote zaagbek en zwarte stern (hst 4). De broedvogels aalscholwers en visdief hebben hun broedlocaties buiten

de verstoringzone van de alternatieven. Ter hoogte van het westelijk alternatief is ter hoogte van de Kuil van Marken geschikt foerageergebied aanwezig van de visdief en aalscholver, deze soorten kunnen dan ook verstoord worden door de werkzaamheden. De overige soorten maken geen gebruik van het gebied, geluidsverstoring is dan ook niet van toepassing.

Tabel 5.3: De toename in oppervlakte van overschrijding van de 45 dB(A) contour van door Markerzand t.o.v. de referentiesituatie in hectaren

	1 vak winning + scheepvaart autonoom	
	gem. werktempo	Hoog werktempo
Westelijk basisalternatief	431	804
Westelijk Bouwen met natuur	680	1553

Uit de effectenindicator van het Ministerie van EZ komt naar voren dat alleen de meervleermuis, rivierdonderpad en lepelaar gevoelig zijn voor geluid en trillingen, de rivierdonderpad heeft echter geen zwemblaas en is dan ook niet in staat om verschillen in geluidsdruk waar te nemen. De soort communiceert via geluid en is gevoelig voor geluidsverstoring. Op de locatie waar werkzaamheden plaats vinden zijn de aantallen rivierdonderpaden relatief laag, het voorkeurshabitat van de soort zijn namelijk stenige oevers. Er kunnen evenwel effecten optreden ten gevolge van verstoring, doordat de soort ook mosselbanken als leefgebied heeft. Dit heeft echter geen gevolgen voor de aantallen individuen in het Habitatrictlijngebied.

Uit het vleermuizenprotocol 2013 van het Netwerk Groene Bureau' s blijkt dat de meervleermuis relatief ongevoelig is voor geluid. Op de locatie waar werkzaamheden plaats vinden zijn de aantallen meervleermuizen relatief laag. Er kunnen evenwel effecten optreden ten gevolge van verstoring. Dit heeft echter geen gevolgen voor de aantallen individuen in het Habitatrictlijngebied.

Het Markermeer-IJmeer heeft voor de lepelaar met name een functie als foerageergebied (www.rijksoverheid.nl). Lepelaars vinden hun voedsel in ondiep water, waar ze hun snavel zijwaarts doorheen bewegen, om op deze manier op de tast allerlei prooidieren te vangen. In de speciale snavel is een soort zeefmembraan aanwezig, waarmee de lepelaar, door een bundeling van zenuwen, over een ultragevoelig eetgereedschap beschikt (bron: www.vogelbescherming.nl). In het plangebied en de omgeving van het plangebied is geen ondiep water aanwezig, het water in het plangebied en omgeving is 3-5meter diep. Er is dan ook geen geschikt foerageergebied voor de lepelaar aanwezig. Verstoring door geluid en trilling vindt lokaal plaats, aangezien er geen geschikt foerageergebied aanwezig is voor de lepelaar, wordt de soort niet verstoord door uitvoering van de ontgroning. Er treden dan ook geen effecten op, op de instandhoudingsdoelstelling van de lepelaar.

Tabel 5.4: Soorten/habitats die gevoelig zijn voor het effect verstoring door geluid en trilling

Soorten	Verstoring door geluid en trilling
habitatsoorten	
Broedvogels	
Visdief, aalscholver	Lokaal effect, geen effect op de broedlocaties van de soort.
Niet broedvogels	
Aalscholver/grote zaagbek/dwergmeeuw/visdief/zwarte stern	Mogelijk effect, doordat de soort gebruik maakt van het open water om te foerageren.

5.5 Verstoring door licht

Het aanwezige materieel is voorzien van de noodzakelijk verplichte navigatie verlichting. Daarnaast wordt het deel van het schip verlicht waar werkzaamheden worden verricht (zie bijlage 3). Het mogelijk dat er 's nachts gewerkt wordt (ontgroning en afvoer van zand) om aan de vraag van de klant te kunnen voldoen.

's Nachts wordt er gewerkt met gebundelde en naar beneden gerichte verlichting. Door deze wijze van werken wordt het effect van de uitstraling van licht zoveel mogelijk beperkt.

Soorten die gevoelig zijn voor licht zijn volgens de effectenindicator van het Ministerie van EZ, de meervleermuis en alle vogelsoorten.

Uit verlichtingsonderzoek dat is uitgevoerd door LBP|SIGHT komt naar voren dat de noodzakelijke verlichting om veilig zand te winnen een verstoord oppervlakte rondom de wininstallatie met zich meebrengt van maximaal 4,5 hectare (bijlage 3).

Tabel 5.5: Soorten/habitats die gevoelig zijn voor het effect verstoring door verlichting

Soorten/habitats	Verstoring door licht
Broedvogels	
Visdief/aalscholver	De soort is 's nachts niet aanwezig op/in de directe omgeving van de planlocatie, maar op de slaappleatsen of in de kolonies, er treden dan ook geen effecten op, doordat de lichtverstoring een lokaal effect is
Niet broedvogels	
Aalscholver, visdief, lepelaar	De soort is 's nachts niet aanwezig op/in de directe omgeving van de planlocatie, maar op de slaappleatsen of in de kolonies, er treden dan ook geen effecten op, doordat de lichtverstoring een lokaal effect is
Fuut, nonnetje, grote zaagbek, dwergmeeuw, krooneend, meerkoet, zwarte stern, grauwe gans, brandgans, krakeend, slobend	De soort is 's nachts niet aanwezig op/in de directe omgeving van de planlocatie, er treden dan ook geen effecten op, doordat de lichtverstoring een lokaal effect is
Topper, kuifeend, tafeleend	Lichtverstoring vindt lokaal plaats, doordat de soort 's nachts foerageert, de verstoring door verlichting vindt echter plaats in een gebied waar de soorten niet foerageren, er treden dan ook geen effecten op, op de soorten omdat verstoring door verlichting een lokaal effect is.

5.6 Optische verstoring

De ontgroning vind plaats ter hoogte van de bestaande scheepsroute Almere – Enkhuizen. Op basis van de gegevens van de passerende beroepsvaart in de Krabbergatsluizen (in 2008: 4.767 → 13 per dag¹) is de aanname dat per dag maximaal zo'n 15 beroepsschepen per dag van de vaarroute Enkhuizen – Almere gebruik maken (RWS, 2009¹) (autonome ontwikkeling). Het aantal recreatieschepen dat de sluisen passeert bedraagt 50.000-70.000 stuks per jaar (mededeling Rijkswaterstaat Naviduct). Uitgaande van een evenredige verdeling op jaarbasis over het volledige Markermeer zijn dat 2,6 schepen per km², daarnaast zijn er ook nog recreatieboten die op het Markermeer blijven.

Het winwerktuig zelf maakt tijdens de winwerkzaamheden vaarbewegingen in een klein gebied. De vaarbewegingen komen met name van de beunschepen, voor de ontgroning en de afzet van de bovengrond. Gelet op de winning van zand en de afzet van de bovengrond komt dat neer op ongeveer 14,4 scheepvaartbewegingen per dag voor het zand en 9,6 schepen per dag voor de bovengrond (tabel 5.6). De beunschepen voor het zand houden de gangbare vaarroutes aan, via de slibvang naar bestaande routes (tabel 5.7).

¹ Scheepvaartinformatie hoofdvaarwegen editie 2009, RWS Dienst Verkeer en Scheepsvaart, augustus 2009

De beunschepen voor de bovengrond varen of naar het om te putten vak via de slibvang of rechtstreeks naar het natuurbouwproject oermeeras (figuur 5.1).

- Ten behoeve van de afvoer van zand zal het aantal beroepsschepen dat van de vaarroute gebruik maakt groter worden, namelijk 1,5 schepen zandvaart per uur extra (3 bewegingen).
- Afhankelijk van het gekozen alternatief zal de bovengrond afgezet worden via de methode van omputten of naar een natuurbouwproject (rechtsreeks naar het natuurbouw project oermeeras (figuur 5.1) gebracht worden (2 bewegingen bovengrondvaart per uur).

Tabel 5.6: Aantal schepen en scheepvaartbewegingen voor zandtransport en transport van de bovengrond benodigd voor de ontgroning Markerzand in een gemiddelde situatie (werkdag van 12 uur) en in een maximale situatie (werkdag 24 uur)

	aantal schepen per week		Aantal schepen per uur		Aantal bewegingen per uur		Aantal bewegingen per dag	
	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
Autonome ontwikkeling scheepvaart Amsterdam - Enkhuizen							15	15
Autonome ontwikkeling scheepvaart Amsterdam - Lemmer							97	97
Zandtransport	72	336	1,5	2,5	3	5	14,4	48
Transport bovengrond	48	274	1	3	2	6	9,6	39
TOTAAL SCHEEPVAART TIJDENS PROJECT*							126	160

* exclusief transport naar natuurbouwproject Oermeeras/omputten.

Opmerkingen bij tabel 5.1.

1. bovengrondtransport grotendeels buiten bestaande routes (figuur 5.1);
2. aantallen in alle alternatieven gelijk;
3. uitgegaan van effectieve werkweek (< theoretische werkweek van respectievelijk 60 en 168 uur);
4. autonome scheepvaart peiljaar 2008 (all time high);

Tabel 5.7: De vaarroute van schepen benodigd voor zandtransport van de ontgroning Markerzand

Vaarroute schepen zandtransport	gemiddeld	maximaal
- Amsterdam v.v. (90%)	13,0	43,2
- Enkhuizen v.v. (5%)	0,7	2,4
- Lemmer v.v. (5%)	0,7	2,4
% toename Houtribsluizen door zandtransport	0,7%	
%toename totaal	13%	

1. Enkhuizen = Krabbersgatluizen (nu Naviduct), Lemmer = Houtribsluizen.



Figuur 5.1: Scheepvaartroute voor de afvoer van de bovengrond naar Natuurproject het oermoeras.

Tabel 5.8: Soorten/habitats die gevoelig zijn voor het effect optische verstoring

Soorten/habitats	Optische verstoring
habitats	
Kranswierwateren	Het habitatype is niet gevoelig voor optische verstoring
Broedvogels	
Visdief, aalscholver	Lokaal effect, geen effect op de broedlocaties van de soort.
Niet broedvogels	
Aalscholver/grote zaag-bek/dwergmeeuw/visdief/zwarte stern	Mogelijk effect, doordat de soort gebruik maakt van het open water om te foerageren.
Fuut	Lokaal effect, de soort bevindt zich voornamelijk langs de kust, er treedt dan ook geen effect op, op het voorkomen van de soort door optische verstoring.
Kuifeend/tafeleend/topper/brilduiker	Lokaal effect, de topper, kuifeend, tafeleend en brilduiker bevinden zich buiten de beïnvloedingssfeer van het project. De soorten hebben geen relatie met het gebied om te rusten of te foerageren. Er treden dan ook geen effecten op van optische verstoring.

5.7 Vermesting

In het Markermeer-IJmeer komen geen habitattypen voor die gevoelig zijn voor effecten van stikstofdepositie. Mede naar aanleiding van de uitspraak van de RvS heeft Grontmij een analyse gemaakt van de gevolgen van stikstofdepositie voor Vogelrichtlijnsoorten en Habitatrichtlijnsoorten (Grontmij, 2011). Daarnaast heeft EZ (Bal, 2011 in prep) een analyse uitgevoerd naar de stikstofgevoeligheid van Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten.

In onderstaande tabellen is weergegeven welke Vogel- en Habitatrichtlijnsoorten in het Markermeer (mogelijk) gevoelig zijn voor verandering van hun broedhabitat, foerageergebied en/of voedselbronnen als gevolg van stikstofdepositie, met hun Kritische Depositiewaarde en habitats waarin de soorten gevoelig zijn.

Uit de onderstaande tabel komt naar voren dat alleen de visdief en de zwarte stern gevoelig zijn voor stikstof, de gevoeligheid van deze soorten is gekoppeld aan de habitattypen. H2130A, B en C en H3130. Deze habitattypen zijn niet aanwezig in het Markermeer-IJmeer. Er treden dan ook geen effecten op van stikstofdepositie op de genoemde soorten.

Tabel 5.9: Gevoeligheid van stikstof van de soorten en habitattypen van het Markermeer-IJmeer inclusief de bijbehorende kritische depositiewaarde en habitattypen waarin een soort gevoelig is

Habitatype		Gevoeligheid voor stikstof	KDW	Habitattypen waarin soort gevoelig is voor stikstofdepositie
Kranswierwateren		NG		
Habitatsoorten				
H1163	Rivieronderpad	NG		
H1318	Meervleermuis	NG		
Broedvogels				
A017	Aalscholver	NG		
A193	Visdief	G	900-1400	H2130A, H2130B, H2130C
Niet-broedvogels				
A005	Fuut	NG		
A017	Aalscholver	NG		
A034	Lepelaar	NG		
A043	Grauwe Gans	NG		
A045	Brandgans	NG		
A050	Smient	NG		
A051	Krakeend	NG		
A056	Slobeend	NG		
A058	Krooneend	NG		
A059	Tafeleend	NG		
A061	Kuifeend	NG		
A062	Toppereend	NG		
A067	Brilduiker	NG		
A068	Nonnetje	NG		
A070	Grote Zaagbek	NG		
A125	Meerkoet	NG		
A177	Dwergmeeuw	NG		
A197	Zwarte Stern	G	400	H3130

5.8 Externe werking

Externe werking kan optreden door effecten van stikstofdepositie op de omliggende Natura 2000-gebieden. Overige effecten van externe werking treden niet op. De effecten die optreden op het Markermeer-IJmeer hebben een beperkte reikwijdte, zoals ook te zien is in de kaarten tot hoever de lichtverstoring reikt (bijlage 3).

5.8.1 Effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) kaarten gemaakt van de stikstofdepositie in Nederland (GDN kaarten genoemd). Deze kaarten geven een beeld van de grootschalige stikstofdepositie in Nederland, zowel voor het verleden als de toekomst (tot en met 2030) en hebben een resolutie van 1 km bij 1 km.

Ze bevatten de bijdragen van de emissies van alle bronnen in binnen- en buitenland, dus inclusief de (geprognosticeerde) verkeersbijdrage (hier verder Totale depositie genoemd). Een vergelijking van de GDN kaarten met de KDW (kritische depositiewaarde) geeft inzicht in de ligging van al dan niet overbelaste habitattypen binnen Natura 2000-gebieden.

Door LBP|SIGHT zijn berekeningen uitgevoerd met de Aerius Calculator om de stikstofeffecten van de voorgenomen ontgronding voor het basisalternatief en het natuurbouwalternatief in beeld te brengen van het oostelijk alternatief en westelijk alternatief. De effecten zijn in beeld gebracht voor de habitattypen die in de Natura 2000 gebieden voorkomen en waarvan de KDW wordt overschreden. De deposities zijn berekend tot een afstand van 25 kilometer vanaf de bron, buiten deze afstand worden er geen effecten van stikstofdepositie gemeten.

Uit de berekeningsresultaten van Aerius volgt dat op de volgende Natura 2000-gebieden de ontgronding een bijdrage heeft >0 mol/ha/jr (bijlage 5).

- Botshol.
- Eilandspolder.
- IJperveld, varkensveld, Oostzanerveld & Twiske.
- Kennemerland-Zuid.
- Naardermeer.
- Oostelijke Vechtplassen.
- Polder Westzaan.
- Veluwe.
- Veluwerandmeren.
- Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder.

Per Natura 2000-gebied staat in de onderstaande paragrafen weergegeven wat de effecten zijn van stikstofdepositie op de instandhoudingsdoelstellingen. Uit kader 5.1 blijkt dat een toename van de stikstofdepositie ($<0,1$ mol/ha/jaar) wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan verwaarloosbaar. In bijlage 5 staan de resultaten ook op de kaart weergegeven.

Kader 5.1 Betrouwbaarheid en representativiteit rekenresultaten

Algemeen

De betrouwbaarheid en representativiteit van de rekenresultaten is met name afhankelijk van:

1. de rekenkern die ten grondslag ligt aan de berekeningen met AERIUS Calculator. In de huidige versie van de calculator is uitgegaan van het Operationele Prioritaire Stoffen model versie 4.3.16 (hierna: OPS);
2. de invoergegevens, zoals gegevens over de emissiebronnen, de meteorologische condities, de terreinruwheid en het landgebruik.

OPS in AERIUS

Het Operationele Prioritaire Stoffen model (OPS) berekent de verspreiding van verontreinigende stoffen in de lucht. Daarnaast berekent het model hoeveel van die stoffen per hectare op bodem of gewas terecht komt (depositie). Het OPS-model is gezamenlijk eigendom van het RIVM en het PBL.

Onzekerheden in berekende deposities

De berekende concentraties en deposities van het OPS-model zijn uitgebreid vergeleken met gemeten concentraties in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en andere meetnetten.

In 2011 is door RIVM een notitie opgesteld waarin de onzekerheden zijn aangegeven in de deposities op lokale schaal (op Nederlands grondgebied) die worden berekend met AERIUS.

Uit deze notitie volgt:

1. de onzekerheid in de berekende absolute waarde van de depositie bedraagt 70%. Deze onzekerheid is vastgesteld door gemeten concentraties te vergelijken met berekende concentraties, en hangt samen met onzekerheden in de emissies, het landgebruik, de verspreidingsberekening en de depositieberekening;
2. wanneer veel detailinformatie over bronnen nabij een natuurgebied beschikbaar is, zal de onzekerheid in de berekende absolute waarde enkele tientallen procenten bedragen. Dat is in onderhavige situatie niet van toepassing.

Foutenmarge invoerparameters

De bovenstaande onzekerheid van 70% is exclusief de marge die veroorzaakt wordt door onzekerheden in de invoerparameters. Bijvoorbeeld als een bronlocatie wordt ingevoerd van een schip met een x en een y coördinaat dan zal dat niet de absolute werkelijke positie zijn (een schip vaart zelden exact dezelfde route tweemaal). M.a.w. indien deze onzekerheden in de invoerparameters ook meegenomen worden dan ontstaat naast een onzekerheid in de modelberekening zelf, ook een foutenmarge waar beneden de berekende waarde geen fysieke betekenis meer heeft, maar is het louter een rekenkundige exercitie. Die marge is situatieafhankelijk, maar loopt al snel in de orde grootte van 0,05 - 0,1 mol N/ha/jaar (maar kan ook veel groter zijn). M.a.w. indien een AERIUS berekening een output geeft van b.v. 0,041 mol N/ha/jaar dan heeft dit met grote waarschijnlijkheid geen fysieke betekenis.

Opgesteld door LBP|SIGHT (2014)

5.8.3 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Botshol

In tabel 5.10 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Botshol opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden. In de tabel staat tevens de KDW weergegeven.

Tabel 5.10: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Botshol

Instandhoudingsdoelstellingen	Doelst. Opp.vl	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren	KDW
Habitattypen						
H3140	Kranswierwateren	=	=			2143
H3150	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	=	=			2143
H6410	Blauwgraslanden	=	>			1071
H6430A	Ruigten en zomen (moeras-spirea)	=	=			>2400
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	>	>			714
H7210	*Galigaanmoerassen	>	=			1571
Habitatsoorten						
H1134	Bittervoorn	=	=	=		1800-2100
H1149	Kleine modderkruiper	=	=	=		
H1163	Rivierdonderpad	=	=	=		
H1318	Meervleermuis	=	=	=		
Broedvogels						
A197	Zwarte Stern	>	>		15	400 in H3130
A292	Snor	=	=		9	
Legenda						
SVI landelijk						
=	Behoudsdoelstelling					
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling					

Uit de berekeningen met de Aeries Calculator volgt of er binnen het Natura 2000-gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlakte gewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	KDW	Gemiddelde depositie Basisalternatief	Gemiddelde depositie Natuurbouwalternatief
Maximale achtergronddepositie 1646,7 mol/ha/jaar			
Westelijk alternatief			
H3140 Kranswierwateren	2143	0,051	0,059
H3150 Meren met krabbenscheer	2143	0,068	0,068
H6410 Blauwgraslanden	1071	0,058	0,059
H6430A Ruigten en zomen (moerasspirea)	2400	0,058	0,066
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)	714	0,056	0,056
H7210 Galigaanmoerassen	1571	0,061	0,070

Uit de resultaten van de Aeries berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor zowel het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met <math><0,1\text{ mol/ha/jaar}</math> voor het westelijk alternatief, deze toename is minimaal. Bij de habitattypen blauwgraslanden, overgangs- en trilvenen (veenmosrietland) en galigaanmoerassen wordt de KDW overschreden.

Habitatype blauwgraslanden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,058 en 0,059 mol/ha/jaar.

Voor de achteruitgang van blauwgrasland in Botshol zijn de twee oorzaken aan te wijzen: vermisting en verzuring. Vermisting veroorzaakt de verzuiging en verarming van de vegetatie. Verzuring treedt enerzijds op door atmosferische depositie. Anderzijds treedt verzuring ook op als gevolg van een vergrootte invloed van regenwater in de bodem. Daarbij komt dat het zuurbufferend vermogen van de bodem vermindert doordat niet voldoende basen worden aangevoerd met het oppervlaktewater of het grondwater. Door verzuring verandert de samenstelling van de vegetatie en verdwijnt het Blauwgrasland. Soorten als Pijpestrootje en Moerasstruisgras krijgen de overhand in het restant blauwgrasland. Het nog overgebleven blauwgrasland wordt in stand gehouden middels (onder andere) bekalking door de beheerder Natuurmonumenten. Voor Botshol is een nieuw peilbesluit gedaan om de verzuring, verzuiging en verdroging tegen te gaan. De uitvoering van het herstelplan heeft de randvoorwaarden geschapen om de verlanding weer op gang te brengen. Veel meer ingrepen zijn waarschijnlijk niet nodig op korte termijn. Ondanks de toename van de stikstofdepositie met 0,058/0,059 mol/ha/jaar, is de verwachting dat door uitvoering van de bovenstaande herstelmaatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,056 mol/ha/jaar.

Het habitatype veenmosrietland is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden (goede waterkwaliteit) toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door een goed beheer wordt de successie in het gebied tegen gehouden (zoveel mogelijk), daarnaast wordt er nieuw veenmosrietland ontwikkeld uit bloemrijke rietlanden en worden verlandingen gestimuleerd. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype galigaanmoerassen

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,061/0,070 mol/ha/jaar.

Het habitatype H7210 Galigaanmoerassen komt over een klein oppervlak goed of matig ontwikkeld voor. De kansen voor behoud van oppervlak en kwaliteit zijn goed, waarschijnlijk kan het oppervlak nog uitbreiden.

Knelpunten zijn:

- 1) verlaging van de grondwaterstand door lage peilen in polders buiten Botshol (m.n. polder Groot Mijdrecht);
- 2) verzuring als gevolg van hydrologische isolatie;
- 3) externe en interne eutrofiering door aanvoer sulfaatrijk oppervlaktewater.

Habitatype H7210 Galigaanmoerassen komt over een oppervlakte van minder dan 1 ha voor (Natuurmonumenten 1998, 'Omkijken naar Laagveen. Resultaten van beheer & wensen voor de toekomst van de laagvenen van Natuurmonumenten'), maar is wel op veel kleine plekken aanwezig. Galigaanmoeras is met name te vinden rond de Grote Wijhe, in de oeverzone. Vermoedelijk zorgt de golfslag van het grote wateroppervlak voor afdoende zuurstof in het water zodat de soort zich goed kan handhaven. Het is momenteel niet duidelijk of het type goed of matig ontwikkeld is. Wel blijkt het habitatype zich recent uit te breiden in Botshol. Het habitatype galigaanmoerassen heeft van nature een sterke positie in Botshol. Het habitatype is wel onderhevig aan voortschrijdende successie door steeds verdere verlanding, maar dit is een natuurlijk proces. Galigaan houdt in de vegetatie van nature lang stand, ook bij lichte verzuring. Via de bestaande beheersmaatregelen valt nog veel te bereiken in Botshol. Volgens het beheerplan is het nieuwe peilbesluit een stap in de goede richting om de verzuring, verzuiging en verdroging tegen te gaan. Voor Botshol is in 2009 een nieuw peilbesluit vastgelegd, als onderdeel van het nieuwe Watergebiedsplan Groot Mijdrecht. Hierin zijn nieuw in te stellen peilen vastgelegd in het kader van het GGOR (Gewenst Grond- en OppervlaktewaterRegime). De veranderingen die in het peilbeheer worden doorgevoerd op grond van het nieuwe watergebiedsplan zijn (deels) ondersteunend voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen die gelden voor Botshol. De uitvoering van het herstelplan heeft de randvoorwaarden geschapen om de verlanding weer op gang te brengen. Veel meer ingrepen zijn waarschijnlijk niet nodig op korte termijn. De landelijke staat van instandhouding van het habitatype is matig gunstig. Voor Botshol is niet precies bekend wat de kwaliteit van het habitatype is. Wel is bekend dat het zich uitbreidt. Uit de kansen- en knelpuntenanalyse blijkt dat de beperking voor dit habitatype in de eerste plaats voortkomt uit de hydrologie van het gebied. Daarom is in 2009 het waterpeil aangepast. Door het meer natuurlijk oppervlaktewaterpeil zou nieuwe verlanding weer op gang moeten komen. Het is nog te vroeg om vast te stellen of deze maatregel effectief is geweest. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

5.8.4 *Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Eilandspolder*

In tabel 5.11 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Eilandspolder opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.11: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Eilandspolder

Instandhoudingsdoelstelling	Doels t. Opp. vl.	Doel st. Kwal.	Doel st. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren	KDW
Habitattypen						
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	=	=			2400
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	=	=			714
Habitatsoorten						
H1134	Bittervoorn	=	=	=		1800-2100
H1149	Kleine modderkruiper	=	=	=		
H1340	*Noordse woelmuis	=	=	=		
Broedvogels						
A295	Rietzanger	=	=		230	
Niet-broedvogels						
A034	Lepelaar	=	=		2	
A050	Smient	=	=		7000	
A052	Wintertaling	=	=		130	
A125	Meerkoet	=	=		480	
A140	Goudplevier	=	=		150	
A142	Kievit	=	=		1200	1400-1600
A156	Grutto	=	=		170	1300-1600

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	KDW	Gem. depositie mol/ha/jaar Basisalternatief	Gem. depositie mol/ha/jaar Natuurbouwalternatief
Maximale achtergronddepositie 1546,7mol/ha/jaar			
		Westelijk alternatief	
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)	714	0,050	0,050

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor het westelijk alternatief voor zowel de basisalternatief als de natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met 0,050 mol/ha/jaar deze toename is minimaal.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,050 mol/ha/jaar.

Het habitatype veenmosrietland is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden.

Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden (goede waterkwaliteit) toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door een goed beheer wordt de successie in het gebied tegen gehouden (zoveel mogelijk), daarnaast wordt er nieuw veenmosrietland ontwikkeld uit bloemrijke rietlanden en worden verlandingen gestimuleerd. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Daarnaast blijkt uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerijs. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.8.5 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske

In tabel 5.12 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.12: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske

		Doelst. Opp.vl	Doelst . Kwal.	Doelst . Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren	KDW
Habitattypen							
H3140	Kranswierwateren	>	=				2143
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	>	=				786
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	=	=				2400
H7140 B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	>	=				714
H91D0	*Hoogveenbossen	=	=				1786
Habitatsoorten							
H1134	Bittervoorn	=	=	=			1800 - 2100
H1149	Kleine modderkruiper	=	=	=			
H1163	Rivierdonderpad	=	=	=			
H1318	Meervleermuis	=	=	=			
H1340	*Noordse woelmuis	=	=	=			
Broedvogels							
A021	Roerdomp	=	=			17	400
A081	Bruine Kiekendief	=	=			15	900-1600
A151	Kemphaan	>	>			20	1100 - 1600
A153	Watersnip	>	>			60	400-1600
A193	Visdief	=	=			180	900-1600
A292	Snor	=	=			50	
A295	Rietzanger	=	=			800	
Niet-broedvogels							
A043	Grauwe Gans	=	=		90		
A050	Smient	=	=		6400		
A051	Krakeend	=	=		200		

A056	Slobeend	=	=	50	
A125	Meerkoet	=	=	710	
A156	Grutto	=	=	behoud	1300 - 1600

Uit de berekeningen met de Aeries Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied. Uit de berekeningen volgt dat er weinig verschil is tussen het westelijk alternatief basisalternatief en het westelijk alternatief natuurbouwalternatief.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	KDW	Gem. depositie Basisalternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternatief	achtergronddepositie ter hoogte van habitatype	
Maximale achtergronddepositie 2240 mol/ha/jaar					
Westelijk alternatief					
H3140	Kranswierwateren	2143	0,067	0,080	1180-1230
H4010B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,071	0,071	1170-1380
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	0,065	0,071	1160-2200
H91D0	*Hoogveenbossen	1786	0,082	0,090	

Uit de GIS bewerkingen die zijn uitgevoerd door LBP|SIGHT volgt wat de achtergronddepositie is ter hoogte van de habitattypen waarvan de KDW wordt overschreden.

Uit de resultaten van de Aeries berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor het westelijk alternatief (basis en natuurbouw) de stikstofdepositie toeneemt met <0,1 mol/ha/jaar, maximaal 0,090 mol/ha/j bij het Habitatype hoogveenbossen.

Uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie van <0,1 mol/ha/jaar wegvalt tegen de foutenmarge in Aeries. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op deze habitattypen binnen het Natura 2000gebied.

Habitatype kranswierwateren

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype niet wordt overschreden. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Vochtige heiden (laagveengebied)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,071 mol/ha/jaar bij het westelijk alternatief, zowel basis als natuurbouw.

Uit het concept-beheerplan van het Natura 2000-gebied (Huurnink, M., A. van Hooff, P. Oudejans & R. Blijleven 2011 (11 januari) Concept beheerplan Natura 2000 IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld en Twiske. Amsterdam) volgt dat er ook andere maatregelen nodig zijn om het instandhoudingdoel te halen. Door verbetering van het water (kwaliteit en kwantiteit) ontstaat er jonge verlanding, vervolgens bloemrijk rietland, vervolgens veenmosrietland en tenslotte vochtige heide. Uit ingrepen die in het IJperveld zijn uitgevoerd blijkt dat er vervolgens nieuwe verlandingen ontstaan (met huidige depositie). Ook het beter afstemmen van het beheer op de habitattypen heeft effecten tot gevolg dat het habitatype beter ontwikkeld en behouden blijft. Tenslotte is het tegenhouden van successie ook belangrijk. Met de uitvoering van de bovenstaande maatregelen wordt gestart in de eerste beheerplanperiode.

Ondanks de toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,071 mol/ha/jaar, is de verwachting dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt van verlandingen. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,065/0,071 mol/ha/jaar bij het basisalternatief/natuurbouwalternatief. Het habitatype veenmosrietland is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden (goede waterkwaliteit) toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door een goed beheer wordt de successie in het gebied tegen gehouden (zoveel mogelijk), daarnaast wordt er nieuw veenmosrietland ontwikkeld uit bloemrijke rietlanden en worden verlandingen gestimuleerd. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Hoogveenbossen

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,082/0,090 mol/ha/jaar bij het basisalternatief/natuurbouwalternatief. Uit het conceptbeheerplan van het Natura 2000-gebied (Huurnink, M., A. van Hooff, P. Oudejans & R. Blijleven 2011 (11 januari) Concept beheerplan Natura 2000 IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld en Twiske. Amsterdam) volgt dat er geen knelpunten zijn voor dit habitatype. Een minimale toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,090 mol/ha/jaar, heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

5.8.6 *Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid*

In tabel 5.13 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Kennemerland-Zuid opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.12: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid

		Doelst. Opp.vl	Doelst . Kwal.	Doelst . Pop.	Draag- kracht aan- tal vogels	Draag- kracht aan- tal paren	KDW
Habitattypen							
H2110	Embryonale duinen	=	=				1400
H2120	Witte duinen	>	>				1400
H2130 A	*Grijze duinen (kalkrijk)	>	>				1071
H2130 B	*Grijze duinen (kalkarm)	=	>				940
H2130 C	*Grijze duinen (heischraal)	>	>				770
H2150	*Duinheiden met struikhei	=	=				1100
H2160	Duindoornstruwe- len	= (<)	=				2000
H2170	Kruipwilgstruwelen	= (<)	=				2310
H2180 A	Duinbossen (droog)	=	=				1071
H2180 B	Duinbossen (vocht- tig)	=	>				2214
H2180 C	Duinbossen (bin- nenduintrand)	=	=				1786
H2190 A	Vochtige duinval- leien (open water)	>	>				1000
H2190 B	Vochtige duinval- leien (kalkrijk)	>	>				1390
H2190 C	Vochtige duinval- leien (ontkalkt)	=	=				1380
H2190 D	Vochtige duinval- leien (hoge moe- rasplanten)	>	>				>240 0
Habitatsoorten							
H1014	Nauwe korfslak	=	=	=			1400- 1800
H1903	Groenknolorchis	>	>	>			100- 1400

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen waar effecten worden verwacht door de voorgenomen ontgroning en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	KDW	Gem. depositie Basisal- ternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternat- ief
Maximale achtergronddeposi- tie 1753,3 mol/ha/jaar			
Westelijk alternatief			
H2130 A	*Grijze duinen (kalkrijk)	1071	0,047
H2160	Duindoornstruwelen	2000	0,050
H2180 A	Duinbossen (droog)	1071	0,056
H2180 B	Duinbossen (vochtig)	2214	0,051
H2180 C	Duinbossen (binnenduintrand)	1786	0,060
H2190 A	Vochtige duinvalleien (open water)	1000	<0,1

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor zowel het oostelijk alternatief als het westelijk alternatief voor zowel het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met <0,1 mol/ha/jaar, deze toename is minimaal.

Habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Slechts een zeer klein deel van het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid ligt binnen de beïnvloedingsafstand van de voorgenomen zandwinning in het Markermeer. Verreweg het grootste deel van het gebied en daarmee ook potentiële uitbreidings- en verbeteringslocaties liggen buiten de beïnvloedingsafstand. Het habitattype Grijze duinen (kalkrijk) is voor herstel afhankelijk van met name dynamische processen in de duinen. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitattype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype. Een effect op de doelstellingen voor uitbreiding en verbetering is daarmee uitgesloten.

Habitattype 2180A Duinbossen (droog)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,056/0,067 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Slechts een zeer klein deel van het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid ligt binnen de beïnvloedingsafstand van de voorgenomen zandwinning in het Markermeer. Verreweg het grootste deel van het gebied en daarmee ook van potentiële verbeteringslocaties liggen buiten de beïnvloedingsafstand. Het habitattype is afhankelijk van de soortensamenstelling en het beheer. De verwachting is dat door uitvoering van de beheermaatregelen in het kader van het beheerplan de kwaliteit van het habitattype verbeterd. De zeer beperkte toename van stikstofdepositie heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype. Een effect op de doelstelling behoud is daarmee ook uitgesloten.

Habitattype 2190A Vochtige duinvalleien (open water)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar bij het basisalternatief. Slechts een zeer klein deel van het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid ligt binnen de beïnvloedingsafstand van de voorgenomen zandwinning in het Markermeer. Verreweg het grootste deel van het gebied en daarmee ook van potentiële verbeteringslocaties ligt dan ook ruim buiten de beïnvloedingsafstand. Daarnaast blijkt uit de herstelstrategie Vochtige duinvalleien (open water) dat het habitattype ook afhankelijk is van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitattype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype. Een effect op de doelstelling voor verbetering is daarmee ook uitgesloten.

Uit kader 5.1 blijkt daarnaast ook dat de berekende toenames van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen significante effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.8.7 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Naardermeer

In tabel 5.14 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Naardermeer opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.14: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Naardermeer

		Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vo- gels	Draagkracht aantal pa- ren	KDW
Habitattypen							
H3140	Kranswierwateren	=	=				2143
H3150	Meren met krab- benschuur en fonteinkruiden	=	=				2143
H4010B	Vochtige heiden (laagveengebied)	=	=				786
H6410	Blauwgraslanden	>	>				1071
H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilve- nen)	>	>				1214
H91D0	*Hoogveenbossen	=	>				1786
Habitatsoorten							
H1082	Gestreepte water- roofkever	>	>	>			G
H1134	Bittervoorn	=	=	=			1800- 2100
H1149	Kleine modder- kruiper	=	=	=			
H1903	Groenknolorchis	=	=	=			100- 1400
H4056	Platte schijfhoren	=	=	=			400- 2100
Broedvogels							
A017	Aalscholver	=	=			1800	
A029	Purperreiger	=	=			60	
A197	Zwarte Stern	>	>			35	400
A292	Snor	=	=			30	
A298	Grote karekiet	>	>			10	
Niet-broedvogels							
A041	Kolgans	=	=		behoud		
A043	Grauwe Gans	=	=		behoud		

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	KDW	Gem. depositie Basialternatief	Gem. depositie Natuurbouwalter- natief	achtergronddepo- sitie ter hoogte van habitatype
H3140	2143	0,069	0,076	1260-2100
H3150	2143	0,074	0,080	1260-2100
H4010B	786	<0,1	<0,1	1880
H6410	1071	0,087	0,087	1710-2100
H7140A	1214	0,10	0,10	1340-1880
H91D0	1786	0,12	0,13	1790-1880

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor het westelijk alternatief bij het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met maximaal 0,1 mol/ha/jaar bij de habitattypen Kranswierwateren, Meren met krabbescheer en fonteinkruiden, blauwgraslanden en overgangs- en trilvenen (trilvenen), deze toename is minimaal. Uit kader 5.1 blijkt dat deze toename van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op deze habitattypen.

Habitattype kranswierwateren en Meren met krabbescheer en fonteinkruiden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van deze habitattypen niet wordt overschreden. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op deze habitattypen.

Habitattype Vochtige heiden (laagveengebied)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattypen wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Het habitattypen vochtige heiden is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitattypen kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door hydrologisch herstel vermindert de vermestende invloed van N, P en SO₄, vermindert verdroging en eutrofiëring, verbetert de waterkwaliteit, verbetert het gebruik van het kwelwater en zijn er kansen voor jonge verlanding. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitattypen verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattypen.

Habitattypen blauwgraslanden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattypen wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,087 mol/ha/jaar. Het habitattypen Blauwgraslanden bevindt zich in een zeer ongunstige staat van instandhouding. In het aanwijzingsbesluit is voor dit typen een uitbreidingsdoelstelling voor de oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit opgenomen. De staat van instandhouding van blauwgrasland is grotendeels afhankelijk van grondwater en is zeer gevoelig voor een te hoge stikstofdepositie. Voor de blauwgraslanden in het Naardermeer is verzuring een groot knelpunt, doordat geen gebufferd grondwater meer in het bovenste deel van de bodem komt. Hierdoor is het typen extra gevoelig voor atmosferische depositie (heeft eveneens een verzurend effect). De belangrijkste opgaven voor dit habitattypen in het Naardermeer zijn:

- herstel van de kwelstromen (beter bufferend vermogen, terugdringen verzuring);
- een structurele waterkwaliteitsverbetering (terugdringen en voorkomen van eutrofiëring).

Uitbreiding van blauwgrasland is mogelijk op lange termijn, op de voedselarme zandgronden die gelegen zijn in de kwelzone van het Naardermeer, met name aan de oostkant van het gebied. Door inrichting en verschrallingsbeheer vanuit de graslandvegetaties, in combinatie met een verbeterde aanvoer van mesotroof kwelwater en het omlaag brengen van de fosfaatconcentraties liggen hier mogelijk kansen.

Gezien de overschrijding van de KDW zijn overal tamelijk sterke verzurende en vermestende effecten te verwachten van stikstofdepositie. Het is daarom van groot belang om via effect en/of systeemgerichte maatregelen deze ongunstige situatie te verbeteren. Deze zal zich dienen te richten op de volgende set van (integrale) herstelmaatregelen:

- a) Systeemgerichte maatregel: een verbeterde aanvoer van mesotroof kwelwater
- b) Systeemgerichte maatregel: bij een hoge N-depositie is een verbeterde aanvoer van mesotroof en gebufferd kwelwater niet voldoende. Ook moet het watersysteem zo in gericht worden dat de invloed van fosfaat zo min mogelijk is
- c) Effectgerichte maatregelen: maatregelen die mesotroof, fosfaat- en ammoniumarm (kwel)water in het perceel en in de wortelzone kan leiden; dit kan ook via overstroming.

Voor het behoud en verdere ontwikkeling van de blauwgraslanden is de bestaande aanvoer van baserijk grondwater via kwel onvoldoende. De huidige verzuurde situatie in het noordelijk deel is veroorzaakt door activiteiten uit het verleden, met name grondwaterwinning en verharding van het oppervlak door bebouwing (vermindering invloed gebufferd kwelwater vanwege verminderde infiltratie op de stuwwal). De waterwinning is inmiddels beperkt en enig herstel van de grondwaterstroom is daarom te verwachten. Dit herstel gaat echter langzaam: de kwelstromen verlopen traag en er is nog steeds aanvoer van oude kwel die rijk is aan voedingsstoffen. Langs de westflank van de stuwwal ligt een aantal locaties waar lokale maatregelen genomen kunnen worden om de kwel beter te benutten. Het kwelwater bevat echter veel fosfaat. Alvorens het kwelwater te benutten dient daarom onderzocht te worden op welke wijze dit het best kan gebeuren zonder dat dit tot eutrofiëring leidt. Door uitvoering van de effect en systeemgerichte maatregelen in het beheerplan is de verwachting dat de kwaliteit van het habitatype mogelijk verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (trilvenen)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,10 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Voor het habitatype geldt een uitbreidingsdoelstelling van oppervlakte en een verbeterdoelstelling van kwaliteit. In laagveengebieden is duurzaam herstel van trilvenen waarschijnlijk alleen mogelijk als er voortdurend plaatsen zijn waar de successie opnieuw kan beginnen. Dat betreft op diep en beschut open water van goede kwaliteit. Het maken van nieuwe petgaten zal alleen effectief zijn als er een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit optreedt. Daarnaast spelen waarschijnlijk het ontbreken van soorten die verlanding mogelijk maken, en de hoogproductieve oevers een belangrijke rol. De inmiddels genomen herstelmaatregelen ten aanzien van de waterkwaliteit in het Naardermeer hebben positief uitgewerkt. Het defosfateren van het inlaatwater en uitbaggeren van fosfaatrijke sliblagen heeft geleid tot een betere waterkwaliteit en het herstel van een groot oppervlak aan kranswiervegetaties en een redelijk oppervlak krabbenscheervegetaties. Dit zijn gunstige standplaatscondities voor de ontwikkeling van nieuw areaal aan jonge trilveenverlandingsstadia. Trilveen in het Naardermeer komt op een beperkt areaal goed ontwikkeld voor. De prognose voor behoud van oppervlakte en kwaliteit is gunstig door de aanwezigheid van gebufferd grondwater. Gunstige standplaatsen voor dit habitatype zijn aanwezig op plekken met een goede waterkwaliteit (lage P- en N-belasting) en aanwezigheid van gebufferd kwelwater vanuit de stuwwal. Voor een duurzaam behoud van dit type is het van belang om regelmatig nieuwe verlandingen op gang te brengen, op plekken waar baserijke kwel aanwezig is en de waterkwaliteit goed is (lage P- en N-belasting). Deze ontwikkeling kan bevorderd worden door de wegzijging te beperken en kwel te bevorderen. Deze maatregelen worden opgenomen in het beheerplan. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt.

De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Hoogveenbossen

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,12/0,13 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Uit de herstelstrategie van het habitatype Hoogveenbossen komt naar voren dat een goede hydrologie belangrijk is voor het functioneren van het habitatype. De beperkende factoren voor het behalen van de instandhoudingsdoelen zijn een combinatie van de hydrologische toestand en de te hoge stikstofdepositie. De geringe toename van stikstofdepositie als gevolg van de voorgenomen ontgronding is niet de beperkende factor voor ontwikkeling van hoogveenbossen. De verbetering van hoogveenbossen is vooral afhankelijk van voldoende stabiele grondwaterstanden. De toename van de stikstofdepositie als gevolg van de ontgronding bedraagt maximaal 0,13 mol/ha/jaar. In de natuur is altijd sprake van een fluctuatie in depositie. Een toename ten opzichte van de huidige situatie met maximaal 0,2/0,13 mol N/ha/jaar is verwaarloosbaar en leidt niet tot een reëel effect op hoogveenbossen.

De zeer geringe toename is ecologisch niet meetbaar en zichtbaar in het veld. Effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied in het licht van de instandhoudingsdoelen behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit voor hoogveenbossen, dan wel de inspanning ten aanzien van het realiseren van deze doelen, zijn uit te sluiten.

Daarnaast blijkt uit kader 5.1 blijkt daarnaast ook dat de berekende toenames van <0,1 mol van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aenius. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen significante effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.8.8 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen

In tabel 5.15 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Oostelijke Vechtplassen opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.15: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen

		Doelst. Opp.vl	Doelst . Kwal.	Doelst . Pop.	Draag- kracht aan- tal vogels	Draag- kracht aan- tal paren	KDW
Habitattypen							
H3140	Kranswierwateren	>	>				2143
H3150	Meren met krabben- scheer en fontein- kruiden	>	>				2143
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	=	=				786
H6410	Blauwgraslanden	=	>				1071
H7140 A	Overgangs- en tril- venen (trilvenen)	>	>				1214
H7140 B	Overgangs- en tril- venen (veenmosriet- landen)	>	>				714
H7210	*Galigaanmoerasse n	>	>				1571
H91D0	*Hoogveenbossen	=	=				1786
Habitatsoorten							
H1042	Gevlekte witsnuitli- bel	>	>	>			400- 2100
H1082	Gestreepte water- roofkever	>	>	>			G
H1134	Bittervoorn	=	=	=			1800 - 2100
H1149	Kleine modderkruip- per	=	=	=			
H1163	Rivierdonderpad	=	=	=			
H1318	Meervleermuis	=	=	=			
H1340	*Noordse woelmuis	>	>	>			
H1903	Groenknolorchis	=	=	=			100- 1400
H4056	Platte schijfhoren	=	=	=			400- 2100
Broedvogels							
A021	Roerdomp	>	>			5	400
A022	Woudaapje	>	>			10	400
A029	Purperreiger	=	=			50	

A119	Porseleinhoen	=	=			8	G
A197	Zwarte Stern	>	>			110	400
A229	IJsvogel	=	=			10	400
A292	Snor	=	=			150	
A295	Rietzanger	=	=			880	
A298	Grote karekiet	=	=			50	
Niet-broedvogels							
A017	Aalscholver	=	=		behoud		
A041	Kolgans	=	=		920		
A043	Grauwe Gans	=	=		1200		
A050	Smient	=	=		2800		
A051	Krakeend	=	=		40		
A056	Slobeend	=	=		80		
A059	Tafeleend	=	=		120		
A068	Nonnetje	=	=		20		

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitattype	Maximale achtergronddepositie 2720 mol/ha/jaar	KDW	Gem. depositie Basisalternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternatief
Westelijk alternatief				
H3140	Kranswierwateren	2143	0,057	0,059
H3150	Meren met krabbenscheer en fontein-kruiden	2143	0,057	0,064
H4010B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,071	0,071
H6410	Blauwgraslanden	1071	<0,1	<0,1
H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	1214	0,053	0,058
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosriet-landen)	714	0,053	0,058
H7210	*Galigaanmoerassen	1571	0,068	0,068
H91D0	*Hoogveenbossen	1786	0,068	0,073

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor zowel het oostelijk als het westelijk alternatief voor zowel het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met <0,1 mol/ha/jaar deze toename is minimaal.

Habitattype kranwierwateren

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,057/0,059 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Het habitattype kranwierwateren is bij laagveengebieden beperkt gevoelig voor stikstofdepositie. Het habitattype is afhankelijk van de waterkwaliteit. Door hydrologisch herstel verbeterd de kwaliteit van het habitattype. Het concept-beheerplan voor de Oostelijk Vechtplassen geeft de kaders voor de te nemen maatregelen in het gebied. Concrete invulling en realisatie daarvan moet voor een groot deel nog plaatsvinden. Het robuuster maken van het watersysteem is een belangrijke oplossingsrichting om de natuur- en bodemdalingsdoelen zo goed mogelijk te bedienen. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype.

Aangezien het habitatype beperkt gevoelig is voor stikstofdepositie en er sprake is van een zeer beperkte toename van stikstofdepositie, is ook een belemmering van de daarvoor geldende uitbreidingsdoelstelling als gevolg van de voorgenomen ontgronding op voorhand uit te sluiten.

Habitatype meren met krabbescheer en fonteinkruiden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,057/0,064 mol/ha/jaar bij de alternatieven.

Het habitatype meren met krabbescheer en fonteinkruiden is bij laagveengebieden beperkt gevoelig voor stikstofdepositie. Het habitatype is afhankelijk van de waterkwaliteit. Door hydrologisch herstel verbeterd de kwaliteit van het habitatype. Het conceptbeheerplan voor de Oostelijk Vechtplassen geeft de kaders voor de te nemen maatregelen in het gebied. Concrete invulling en realisatie daarvan moet voor een groot deel nog plaatsvinden. Het robuuster maken van het watersysteem is een belangrijke oplossingsrichting om de natuur- en bodemdalingdoelen zo goed mogelijk te bedienen. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype. Aangezien het habitatype beperkt gevoelig is voor stikstofdepositie en er sprake is van een zeer beperkte toename van stikstofdepositie, is ook een belemmering van de daarvoor geldende uitbreidingsdoelstelling als gevolg van de voorgenomen ontgronding op voorhand uit te sluiten.

Habitatype Vochtige heiden (laagveengebied)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,071 mol/ha/jaar bij beide alternatieven.

Het habitatype vochtige heiden is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door hydrologisch herstel vermindert de vermestende invloed van N, P en SO₄, vermindert verdroging en eutrofiering, verbeterd de waterkwaliteit, verbeterd het gebruik van het kwelwater en zijn er kansen voor jonge verlanding. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt.

De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype blauwgraslanden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar. Het habitatype blauwgraslanden heeft goede hydrologische omstandigheden nodig. Door verbetering van het water (kwaliteit en kwantiteit) ontstaat er jonge verlanding, vervolgens bloemrijk rietland, vervolgens veenmosrietland en tenslotte vochtige heide. Uit ingrepen die in het IIPerveld zijn uitgevoerd blijkt dat er vervolgens nieuwe verlandingen ontstaan (bij de huidige depositie). Ook het beter afstemmen van het beheer op de habitattypen heeft effecten tot gevolg dat het habitatype beter ontwikkeld en behouden blijft. Tenslotte is het tegenhouden van successie ook belangrijk. Het concept-beheerplan voor de Oostelijk Vechtplassen geeft de kaders voor de te nemen maatregelen in het gebied. Concrete invulling en realisatie daarvan moet voor een groot deel nog plaatsvinden. Het robuuster maken van het watersysteem is een belangrijke oplossingsrichting om de natuur- en bodemdalingdoelen zo goed mogelijk te bedienen. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (trilvenen)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,053/0,058 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Voor het habitatype geldt een uitbreidingsdoelstelling van oppervlakte en een verbeterdoelstelling van kwaliteit. In laagveengebieden is duurzaam herstel van trilvenen waarschijnlijk alleen mogelijk als er voortdurend plaatsen zijn waar de successie opnieuw kan beginnen. Dat betreft op diep en beschut open water van goede kwaliteit. Het maken van nieuwe petgaten zal alleen effectief zijn als er een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit optreedt. Daarnaast spelen waarschijnlijk het ontbreken van soorten die verlanding mogelijk maken, en de hoogproductieve oevers een belangrijke rol. Een goede waterkwaliteit (dat wil zeggen arm aan nitraat, sulfaat en fosfaat), een lage stikstofdepositie en maai-beheer kunnen daarbij de successie in bestaande trilvenen flink vertragen. De verminderde afname van stikstofdepositie (achtergronddepositie) ten gevolge van de voorgenomen ontgroning is zeer beperkt 0,053/0,058 mol/ha/jaar). Hierdoor is sprake van een niet waarneembaar ecologisch effect en kan verslechtering van dit habitatype en belemmering van de verbeterdoelstelling als gevolg van de snelheidsverhoging op voorhand uitgesloten worden.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,053/0,058 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Het habitatype veenmosrietland is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden (goede waterkwaliteit) toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door een goed beheer wordt de successie in het gebied tegen gehouden (zoveel mogelijk), daarnaast wordt er nieuw veenmosrietland ontwikkeld uit bloemrijke rietlanden en worden verlandingen gestimuleerd. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Galigaanmoerassen

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,068 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Voor het habitatype geldt een uitbreidingsdoelstelling van oppervlakte en een verbeterdoelstelling van kwaliteit. Het type is vooral afhankelijk van niet al te eutroof oppervlaktewater. Defosfatering, zoals in het laagveengebied hier en daar gebeurt, is waarschijnlijk een effectieve maatregel voor functioneel herstel. Het concept-beheerplan voor de Oostelijk Vechtplassen geeft de kaders voor de te nemen maatregelen in het gebied. Concrete invulling en realisatie daarvan moet voor een groot deel nog plaatsvinden. Het robuuster maken van het watersysteem is een belangrijke oplossingsrichting om de natuur- en bodemdalingsdoelen zo goed mogelijk te bedienen. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype. Aangezien er sprake is van een zeer beperkte toename van stikstofdepositie, is ook een belemmering van de daarvoor geldende uitbreidingsdoelstelling als gevolg van de voorgenomen ontgroning op voorhand uit te sluiten.

Habitatype Hoogveenbossen

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,068/0,073 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Uit de herstelstrategie van het habitatype Hoogveenbossen komt naar voren dat een goede hydrologie belangrijk is voor het functioneren van het habitatype. De beperkende factoren voor het behalen van de instandhoudingsdoelen zijn een combinatie van de hydrologische toestand en de te hoge stikstofdepositie. De geringe toename van stikstofdepositie als gevolg van de voorgenomen ontgroning is niet de beperkende factor voor ontwikkeling van hoogveenbossen. De verbetering van hoogveenbossen is vooral afhankelijk van voldoende stabiele grondwaterstanden.

De toename van de stikstofdepositie als gevolg van de ontgroning bedraagt maximaal 0,068/0,073 mol/ha/jaar. In de natuur is altijd sprake van een fluctuatie in depositie. Een toename ten opzichte van de huidige situatie met maximaal 0,068/0,073 mol N/ha/jaar is verwaarloosbaar en leidt niet tot een reëel effect op hoogveenbossen. De zeer geringe toename is ecologisch niet meetbaar en zichtbaar in het veld. Effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied in het licht van de instandhoudingsdoelen behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit voor hoogveenbossen, dan wel de inspanning ten aanzien van het realiseren van deze doelen, zijn uit te sluiten.

Daarnaast blijkt uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.8.9 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Polder Westzaan

In tabel 5.16 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Polder Westzaan opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.16: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Polder Westzaan

		Doelst. Opp.vl	Doelst . Kwal.	Doelst . Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren	KDW
Habitattypen							
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	>	=				786
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	>	>				2400
H7140 B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	=	=				714
Habitatsoorten							
H1134	Bittervoorn	= (<)	=	=			1800 - 2100
H1149	Kleine modderkruiper	= (<)	=	=			
H1318	Meervleermuis	=	=	=			
H1340	*Noordse woelmuis	=	=	=			

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	Maximale achtergronddepositie mol/ha/jaar	KDW	Gem. depositie Basisalternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternatief
Westelijk alternatief				
H4010B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	<0,1	<0,1
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2400	0,050	0,061
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	0,048	0,058

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor het westelijk alternatief voor zowel het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met <0,1mol/ha/jaar deze toename is minimaal.

Habitatype Vochtige heiden (laagveengebied)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,1 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Het habitattype vochtige heiden is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitattype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door hydrologisch herstel vermindert de vermestende invloed van N, P en SO₄, vermindert verdroging en eutrofiering, verbeterd de waterkwaliteit, verbeterd het gebruik van het kwelwater en zijn er kansen voor jonge verlanding. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitattype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype.

Habitattype Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,048/0,058 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Het habitattype veenmosrietland is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitattype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden (goede waterkwaliteit) toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door een goed beheer wordt de successie in het gebied tegen gehouden (zoveel mogelijk), daarnaast wordt er nieuw veenmosrietland ontwikkeld uit bloemrijke rietlanden en worden verlandingen gestimuleerd. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitattype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype.

Daarnaast blijkt uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.8.10 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Veluwe

In tabel 5.17 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Veluwe opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.17: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Veluwe

		Doelst Opp.vl	Doelst . Kwal.	Doelst . Pop.	Draag- kracht aan- tal vogels	Draag- kracht aan- tal paren	KDW
Habitattypen							
H2310	Stuifzandheiden met struikhei	>	>				1071
H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	=	=				714
H2330	Zandverstuivingen	>	>				740
H3130	Zwakgebufferde vennen	=	=				310
H3160	Zure vennen	=	>				410
H3260A	Beken en rivieren met waterplanten (waterranonkels)	>	>				>240 0
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	>	>				1300
H4030	Droge heiden	>	>				1071
H5130	Jeneverbesstruwelen	=	>				2180
H6230	*Heischrale graslanden	>	>				830

H6410	Blauwgraslanden	>	>				1071
H7110B	*Actieve hoogvenen (heideveentjes)	>	>				400
H7150	Pioniervegetaties met snavelbiezen	>	>				1600
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	>	=				1400
H9160A	Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)	>	=				1400
H9190	Oude eikenbossen	>	>				1100
H91E0 C	*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	>	>				1860
Habitatsoorten							
H1042	Gevlekte witsnuitlibel	>	>	>			400-2100
H1083	Vliegend hert	>	>	>			G
H1096	Beekprik	>	>	>			<2400
H1163	Rivierdonderpad	>	=	>			
H1166	Kamsalamander	=	=	=			400-2100
H1318	Meervleermuis	=	=	=			
H1831	Drijvende waterweegbree	=	=	=			400-2100
Broedvogels							
A072	Wespendief	=	=			150	400-1100
A224	Nachtzwaluw	=	=			610	400-1800
A229	IJsvogel	=	=			30	400
A233	Draaihals	>	>			100	700-1100
A236	Zwarte Specht	=	=			430	1400
A246	Boomleeuwerik	=	=			2400	700-1300
A255	Duinpieper	>	>			40	700-1100
A276	Roodborsttapuit	=	=			1000	900-1300
A277	Tapuit	>	>			100	700-1400
A338	Grauwe Klauwier	>	>			40	400-1400

Uit de berekeningen met de Aeries Calculator volgt of er binnen het Natura 2000-gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitattype	KDW	Gem. depositie Basialternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternatief
Maximale achtergronddepositie 2476,7 mol/ha/jaar			
Westelijk alternatief			
H2310	Stuifzandheiden met struikhei	1071	0,11
H2330	Zandverstuivingen	740	0,060
H4030	Droge heiden	1071	<0,1

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor zowel het westelijk alternatief basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met maximaal 0,11 mol/ha/jaar deze toename is minimaal. Uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar.

Habitattype stuifzandheiden met struikhei

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattypen wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,11 mol/ha/jaar bij de alternatieven.

Het beheer van dit habitattypen is van groot belang voor het voortbestaan ervan. Zonder voldoende beheer is er sprake van het dichtgroeien van de heide door dominantere soorten waaronder bomen en struiken. Lichte instuiving van zand en/of bodemverstoring door extensieve betreding en begrazing blijven belangrijke processen. Hierdoor vindt er in de huidige situatie geen kwaliteitsverbetering plaats. De mate waarin stikstofdepositie plaats vindt is in de huidige situatie van ondergeschikt belang ten opzichte van het beheer. Negatieve effecten als gevolg van een minimale toename van stikstofdepositie worden daarom uitgesloten

Habitattype zandverstuivingen

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattypen wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,060/0,076 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Een goed ontwikkelde zandverstuiving vertoont alle stadia van de opeenvolging in begroeiingen van open, verstuvend zand tot gestabiliseerde grazige vegetaties. Deze variatie is essentieel voor het behoud van de karakteristieke flora en fauna. De oppervlaktes en verhoudingen van de verschillende vegetaties verschillen sterk per locatie en zijn afhankelijk van de grootte, de omgeving en de geschiedenis van de betreffende zandverstuiving. Stikstofdepositie zorgt voor het versneld dichtgroeien van de toplaag met algen en soms korstmossen.

Echter, bij voldoende dynamiek in het zand vindt een continue 'verversing' plaats van het zand, waardoor er geen verzuurde en/of nutriëntenrijke toplaag kan vormen. Zowel grootschalig als kleinschalig ingrijpen zijn maatregelen om de stuifzanden te behouden en herstellen. De mate waarin stikstofdepositie plaats vindt is in de huidige situatie van ondergeschikt belang ten opzichte van de (bodem)dynamiek. Negatieve effecten als gevolg van een minimale toename van stikstofdepositie worden daarom uitgesloten.

Habitattype Droge heiden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattypen wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Uit de herstelstrategie van het habitattypen droge heide komt naar voren dat de aanwezigheid van gradiënten en combinaties van biotopen van belang zijn voor het functioneren van het habitattypen. De beperkende factoren voor het behalen van de instandhoudingsdoelen zijn een combinatie van versnippering van heidegebieden, achterstanden in regulier beheer, de gevolgen van zwaveldepositie uit het verleden en de te hoge stikstofdepositie. De geringe toename van stikstofdepositie als gevolg van de voorgenomen ontgronding is niet de beperkende factor voor ontwikkeling van droge heide. De verbetering van droge heiden is afhankelijk van het beheer (regulier en achterstallig beheer), het vergroten van de variatie. De toename van de stikstofdepositie als gevolg van de ontgronding bedraagt <0,1 mol/ha/jaar. In de natuur is altijd sprake van een fluctuatie in depositie. Een toename ten opzichte van de huidige situatie met <0.1 mol N/ha/jaar is verwaarloosbaar en leidt niet tot een reëel effect op droge heiden. De zeer geringe toename is ecologisch niet meetbaar en zichtbaar in het veld. Effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied in het licht van de uitbreidingsdoelstellingen voor oppervlakte en kwaliteit voor droge heiden dan wel de inspanning ten aanzien van het realiseren van deze doelen, zijn uit te sluiten.

5.8.11 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Veluwerandmeren

In tabel 5.18 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Veluwerandmeren opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.18: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Veluwerandmeren

		Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vo- gels	Draagkracht aantal pa- ren	KDW
Habitattypen							
H3140	Kranswierwateren	=	=				2400
H3150	Meren met krab- benschuur en fon- teinkruiden	=	=				2400
Habitatsorten							
H1149	Kleine modder- kruiper	=	=	=			
H1163	Rivierdonderpad	= (<)	=	=			
H1318	Meervleermuis	=	=	=			
Broedvogels							
A021	Roerdomp	>	>			5	400
A298	Grote karekiet	>	>			40	
Niet-broedvogels							
A005	Fuut	=	=		400		
A017	Aalscholver	=	=		420		
A027	Grote Zilverreiger	=	=		40		
A034	Lepelaar	=	=		3		
A037	Kleine Zwaan	=	=		120		
A050	Smient	=	=		3500		
A051	Krakeend	=	=		280		
A054	Pijlstaart	=	=		140		400
A056	Slobeend	=	=		50		
A058	Krooneend	=	=		30		
A059	Tafeleend	= (<)	=		6600		
A061	Kuifeend	= (<)	=		5700		
A067	Brielduiker	=	=		220		
A068	Nonnetje	=	=		60		
A070	Grote Zaagbek	=	=		50		
A125	Meerkoet	=	=		11000		

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype		KDW	Gem. depositie Basisalternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternatief
Maximale achtergronddepositie 2700 mol/ha/jaar			Westelijk alternatief	
H3140	Kranswierwateren	2400	0,050	0,058
H3150	Meren met krabbenschuur en fon- teinkruiden	2400	0,051	0,060

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor zowel het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met maximaal 0,051/0,060 mol/ha/jaar deze toename is minimaal.

Habitattypekranswierwateren

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,050/0,058 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Het habitattype kranswierwateren is in afgesloten zeearmen niet gevoelig voor stikstofdepositie, alleen op hogere zandgronden en op laagveengebieden. De Veluwerandmeren zijn afgesloten zeearmen (herstelstrategie kranswierwateren). In het Veluwemeer is het habitattype met name afhankelijk van de waterkwaliteit. De afgelopen jaren zijn maatregelen getroffen om deze te verbeteren. Aangezien het habitattype niet gevoelig is voor stikstofdepositie en er een zeer beperkte toename plaats vindt door de voorgenomen ontgronding zijn er geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype.

Habitattype meren met krabbescheer en fonteinkruiden

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitattype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,051/0,060 mol/ha/jaar bij beide alternatieven. Het habitattype is in afgesloten zeearmen minder tot niet gevoelig voor de effecten van stikstofdepositie. Dit is gebaseerd op voldoende buffercapaciteit en een eutroof karakter van het habitattype in dit landschapstype. Aangezien het habitattype minder tot niet gevoelig is voor stikstofdepositie en er een zeer beperkte toename plaats vindt door de voorgenomen ontgronding zijn er geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitattype.

Daarnaast blijkt uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.8.12 Effectbeoordeling Natura 2000-gebied Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder

In tabel 5.19 zijn de instandhoudingsdoelstellingen van gebied Wormer- en Jisperveld en Kalverpolder opgenomen, omdat hier eventuele effecten aan getoetst moeten worden.

Tabel 5.19: Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebied Wormer- en Jisperveld en Kalverpolder

		Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vo- gels	Draagkracht aantal pa- ren	KDW
Habitattypen							
H4010B	Vochtige heiden (laagveengebied)	>	=				786
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	=	=				2400
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	=	=				714
Habitatsoorten							
H1134	Bittervoorn	=	=	=			1800-2100
H1149	Kleine modderkruiper	=	=	=			
H1163	Rivierdonderpad	=	=	=			
H1318	Meervleermuis	=	=	=			
H1340	*Noordse woelmuis	=	=	=			
Broedvogels							
A021	Roerdomp	=	=			10	400
A151	Kemphaan	>	>			25	1100-1600
A295	Rietzanger	=	=			480	

Niet-broedvogels							
A050	Smient	=	=		5800		
A056	Slobeend	=	=		90		
A156	Grutto	=	=		behoud		1300-1600

Uit de berekeningen met de Aerius Calculator volgt of er binnen het Natura 2000gebied overbelaste habitattypen liggen en voor welke habitats de KDW (kritische depositiewaarde) wordt overschreden, op basis van de hoogste achtergronddepositie (mol/ha/jr) in het betreffende Natura 2000-gebied.

Kritische depositiewaarde en (oppervlaktegewogen) gemiddelde totale depositie (mol/ha/jaar) per alternatief (westelijk, basis en natuurbouw) op de gevoelige habitattypen. Rood is KDW overschreden, groen is KDW niet overschreden.

Habitatype	KDW	Gem. depositie Basisalternatief	Gem. depositie Natuurbouwalternatief	
Maximale achtergronddepositie 2090 mol/ha/jaar		Westelijk alternatief		
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	<0,1	<0,1
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2400	0,091	0,091
H7140 B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	0,049	0,061

Uit de resultaten van de Aerius berekeningen (bijlage 5) komt naar voren dat voor zowel het basisalternatief als het natuurbouwalternatief de stikstofdepositie toeneemt met <0,1 mol/ha/jaar deze toename is minimaal.

Habitatype Vochtige heiden (laagveengebied)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie <0,1 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Het habitatype vochtige heiden is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door hydrologisch herstel vermindert de vermestende invloed van N, P en SO₄, vermindert verdroging en eutrofiering, verbeterd de waterkwaliteit, verbeterd het gebruik van het kwelwater en zijn er kansen voor jonge verlanding. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft dan ook geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Habitatype Overgangs- en trilvenen (veenmosrietland)

Uit de vergelijking tussen de KDW en de achtergronddepositie blijkt dat de KDW van dit habitatype wordt overschreden. Uit de stikstofberekeningen blijkt dat er een geringe toename plaats vindt van stikstofdepositie 0,049/0,061 mol/ha/jaar bij de alternatieven. Het habitatype veenmosrietland is met name afhankelijk van een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden. Het habitatype kan bij een goed beheer en goede hydrologische omstandigheden (goede waterkwaliteit) toch goed functioneren ondanks een overschrijding van de KDW. Door een goed beheer wordt de successie in het gebied tegen gehouden (zoveel mogelijk), daarnaast wordt er nieuw veenmosrietland ontwikkeld uit bloemrijke rietlanden en worden verlandingen gestimuleerd. Dit wordt in het beheerplan aangepakt. De verwachting is dat door uitvoering van de bovenstaande maatregelen de kwaliteit van het habitatype verbeterd en dat er uitbreiding plaats vindt. De zeer beperkte toename heeft geen ecologisch waarneembare effecten tot gevolg. Hierdoor treden er geen significante effecten op, op dit habitatype.

Daarnaast blijkt uit kader 5.1 blijkt dat de toename van de stikstofdepositie wegvalt tegen de foutenmarge in Aerius. Het berekende effect op de Habitattypen en soorten in het Natura 2000-

gebied is dan ook verwaarloosbaar. Hierdoor treden er geen effecten op van stikstofdepositie op dit Natura 2000-gebied.

5.9 Samenvatting effecten

In tabel 5.20 staat per beschermde soort/habitat aangegeven welke effecten te verwachten zijn veroorzaakt door de voorgenomen ontgroning.

Tabel 5.20: Soorten/habitats uit het Markermeer-IJmeer waar mogelijk effecten op verwacht worden door de voorgenomen ontgroning

Soorten/habitats	Vernietiging van waterbodem	Vertroebeling	Geluid/trilling	Verlichting	Optische verstoring
habitattypen					
Kranswierwateren	0	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
habitatsoorten					
Meervleermuis	0	n.v.t.	0	0	0
Rivieronderpad	0	n.v.t.	0	n.v.t.	n.v.t.
Broedvogels					
Visdief	0	0	0	0	0
Aalscholver	0	0	0	0	0
Niet broedvogels					
Aalscholver	0	-/+	-	0	-
fuut	n.v.t.	0	n.v.t.	0	0
nonnetje	n.v.t.	0	n.v.t.	0	0
Grote zaagbek	n.v.t.	-/+	0	0	-
dwergmeeuw	n.v.t.	-/+	0	0	-
Visdief	0	-/+	-	0	-
Zwarte stern	0	-/+	0	0	-
Lepelaar	0	n.v.t.	0	0	n.v.t.
Kuifeend	0	n.v.t.	n.v.t.	0	0
Tafeleend	0	n.v.t.	n.v.t.	0	0
Meerkoet	0	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.
Topper	0	n.v.t.	n.v.t.	0	0
Brilduiker	0	n.v.t.	n.v.t.	0	0
Krooneend	0	0	n.v.t.	0	0
Smient	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.
Grauwe gans	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.
Brandgans	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.
Krakeend	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.
slobeend	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.

Legenda

0 gevoelig, maar geen effect

- gevoelig, negatief effect

+ gevoelig, positief effect

n.v.t. (niet van toepassing) soort/habitatype is niet gevoelig voor betreffende effect.

6 Toetsing van de effecten

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk staat aangegeven op welke soorten en/of habitats mogelijk effecten kunnen optreden door de ontgroning, op basis van de gegevens uit hoofdstuk 5. Ook worden de effecten getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van de soorten en zijn de trends van de soorten in beeld gebracht. De soorten - habitats die hier niet behandeld worden, worden niet beïnvloed door de ontgroning (zie h5).

6.1 Viseters, aalscholver, fuut, grote zaagbek, dwergmeeuw, visdief, zwarte stern

In tabel 6.1 staat aangegeven wat de trends zijn van de visetende watervogels in het Markermeer-IJmeer en wat de relatie is met de instandhoudingsdoelstellingen en welke aantallen de afgelopen 5 seizoenen gemiddeld zijn waargenomen in het hele Markermeer.

Tabel 6.1: Trend visetende watervogels in het Markermeer en IJmeer (bron: bijlage 4 en Platteeuw 2012)

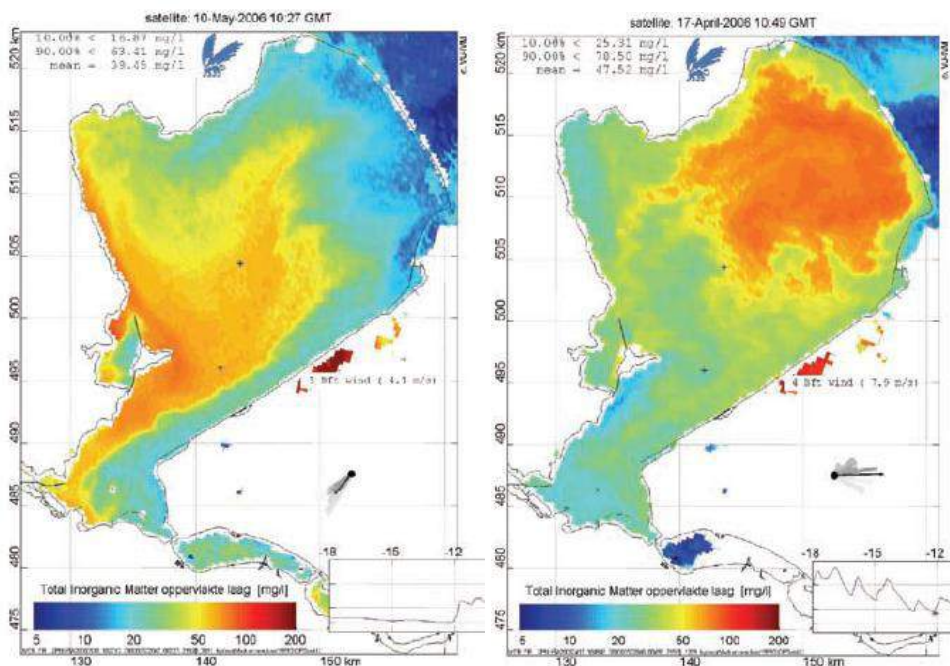
Soort	Trend	Trend in relatie tot Instandhoudingsdoelstelling	Instandhoudingsdoelstelling	Gem. aantal periode 2008/2009 - 2012/2013	Gem. aantal periode 2009/2013
Aalscholver (broedvogel)	matig afnemend		8000*		513 in het Markermeer
Aalscholver (watervogel)	matig toenemend	behoudsdoel wordt makkelijk gehaald	2600	3524,4	
fuut	matig afnemend	behoudsopgave wordt niet gehaald, trend laat verdere daling zien	170	170,6	
visdief (broedvogel)	matig afnemend	behoudsopgave wordt niet gehaald bij voortzetting ingezette trend, in het beheerplan worden maatregelen opgenomen voor broedgelegenheid, maatregelen voor verbetering foerageergebied zijn ook nodig	630		246,6
grote zaagbek	sterk afnemend	Behoudsopgave wordt gemiddeld gehaald	40	53	
zwarte stern	sterk afnemend	Behoudsopgave wordt niet gehaald en trend lijkt zeer negatief in beheerplan zijn maatregelen nodig om de voedselbeschikbaarheid te waarborgen.	-	-	
dwergmeeuw	onbekend		-	-	

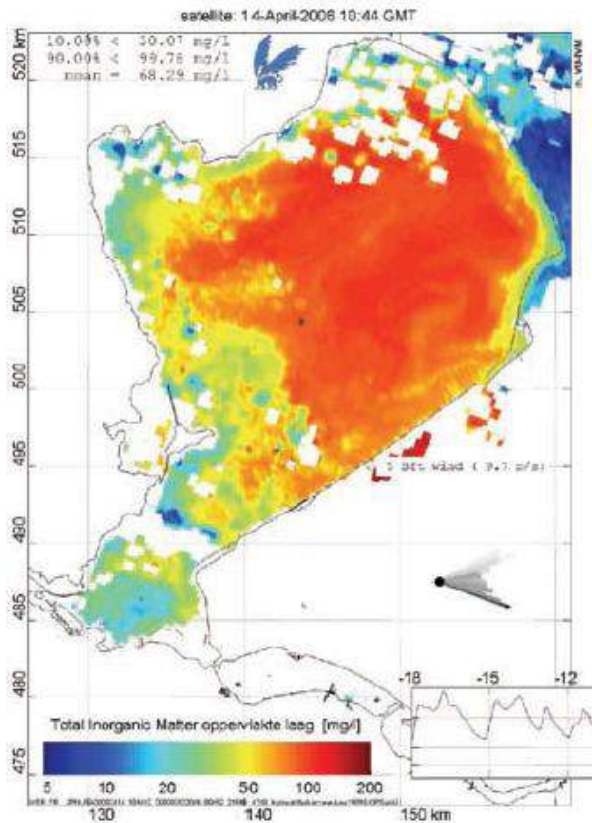
Vertroebeling

Door vertroebeling kan mogelijk een effect optreden op de viseters die op zicht jagen. Deltares (Thijs van Kessel, 2013 Memo Markerzand) heeft aangenomen dat de hoeveelheid slib die vrijkomt bij de ontgronding ongeveer een factor 10 kleiner is dan de hoeveelheid slib die bezinkt in de volledige slibvang. Met uitzondering van het eerste twee jaar van de winning (de slibvang is dan van beperkte omvang en er is nog relatief weinig slib ingevangen), domineert het concentratieverlagend effect op het concentratieverhogend effect en is er een netto concentratieverlagend effect.

Uit Noordhuis 2010 komt naar voren dat in het Markermeer slib wordt opgewoeld van de bodem door golven die over het wateroppervlakte blazen. Al bij geringe windsnelheden ontstaan krachtige golven, die snel invloed hebben op het bodemmateriaal. Hoe krachtiger de golven, hoe meer slib er van de bodem wordt opgewoeld. De hoogste golven ontstaan aan de kant van het meer waar de wind naar toe blaast. Daardoor wordt er aan die kant van het meer het meeste slib opgewoeld en is de slibconcentratie daar het hoogst. Ook de verhouding tussen de golfhoogte en waterdiepte speelt hierin een grote rol. Dit effect is goed te zien in figuur 6.1. In dit figuur zijn sedimentconcentraties te zien aan het wateroppervlak over het gehele oppervlak van het meer, voor drie windrichtingen en -snelheden. De maximale sedimentconcentraties aan het wateroppervlak kunnen oplopen tot 200 mg/l. Het slib in het water wordt, als het is opgewoeld, meegenomen door de stroming. Hierdoor kan het slib in het water zich uiteindelijk over het gehele meer verspreiden. Op locaties waar de golven en de stroming laag is (luwte-plekken), kan het slib bezinken en is de slibconcentratie lager.

Noordhuis, R. 2010 *Ecosysteem IJsselmeergebied, nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen van water en natuur in het Natte Hart van Nederland*. Rijkswaterstaat Waterdienst Lelystad.





Figuur 6.1: Slibconcentratie aan het wateroppervlakte op: A: 10 mei 2006 bij een windsnelheid van 4,1 m/s NO (windkracht 3). B: 17 april 2006 bij een windsnelheid van 7,3 m/s W (windkracht 4). C: 14 april 2006 bij een windsnelheid van 9,7 m/s NW (windkracht 5). Bron: Noordhuis, R. 2010 Ecosysteem IJsselmeergebied, nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen van water en natuur in het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat Waterdienst Lelystad.

Uit onderzoek dat is uitgevoerd naar grote sterns komt naar voren dat de kans op een prooi voor een zichtjager afhangt van de mate van troebelheid (Baptist en Leopold 2007) (Figuur 6.2).

De vertroebeling die in het Markermeer aanwezig is, doordat het een meer is met een slibrijke bodem, is in de meeste gevallen >35 mg/l (uit onderzoek van Deltares is gebleken dat de jaargemiddelde slibconcentratie van het Markermeer 50 mg/l is). De vertroebeling die bij een beperkte windkracht in het gebied aanwezig is, zorgt ervoor dat bij een toename van slib een beperkte afname is van het vangstsucces van visetende watervogels (figuur 6.2). Het westelijk gebied, ter hoogte van de Kuil van Marken, is deels een overgangsgebied van het heldere deel van het Markermeer naar het troebele deel van het Markermeer. In dit gebied bevindt zich veel vis, onder andere spiering. Rijkswaterstaat, de heer Mennobart van Eerden heeft aangegeven dat voornamelijk de visdief en aalscholver ter hoogte van de Kuil van Marken foerageren. Dit komt overeen met de resultaten van de telgegevens in tabel 4.2.

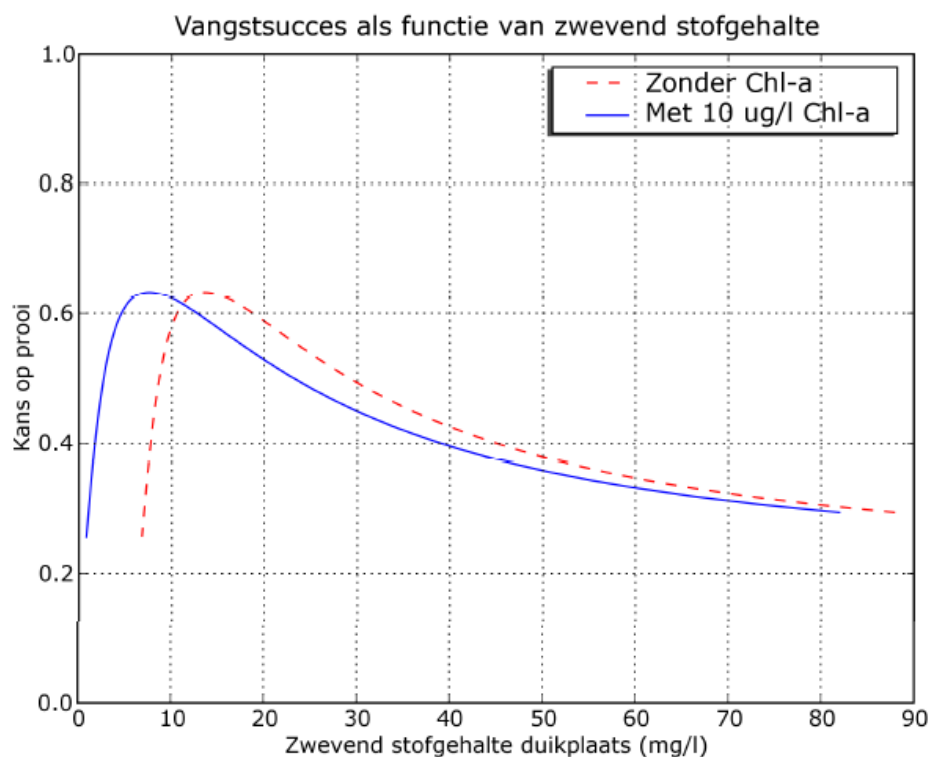
De vertroebeling die veroorzaakt wordt door de voorgenomen ontgronding vindt plaats over een beperkt oppervlakte in een gebied, waar reeds veel vertroebeling aanwezig is. Als de slibvang een lengte heeft bereikt van 1200 meter, na ongeveer 2 jaar, is het effect van slibvang groter dan de vertroebeling door de werkzaamheden. Na 2 jaar kan lokaal een positief effect optreden voor viseters (bij beide alternatieven), doordat bij een beter doorzicht (maximaal 4%) het vangstsucces van de soorten toeneemt. Dit blijkt ook uit een nadere analyse van Deltares (2014, Christophe Thiange, Menno Genseberger & Ruurd Noordhuis. Ecologische doorvertaling Markerzand).

De aalscholver heeft een behoudsdoelstelling dat makkelijk gehaald wordt. Eventuele effecten van vertroebeling die de eerste twee jaar plaats vinden zullen dan ook geen effect hebben op het instandhoudingsdoel van de soort. Na twee jaar wordt het Markermeer minder troebel dan in de huidige situatie, dit heeft een positief effect op de soort, dit kan een positief effect hebben op het instandhoudingsdoel van de soort.

De visdief heeft ook een behoudsdoelstelling, dat niet wordt gehaald, daarnaast heeft deze soort een afnemende trend. Door het foerageergebied voor de soort te verbeteren door het verbeteren van het visgebied (het water wordt na 2 jaar helderder door de slibvang) treden er na twee jaar positieve effecten op de soort op. De eerste twee jaar kunnen er negatieve effecten optreden door de toenemende vertroebeling. Dit heeft een negatief effect op het instandhoudingsdoel.

Ter hoogte van het westelijk alternatief foerageert de soort. De soort is matig gevoelig voor verstoring in het foerageergebied en zeer gevoelig voor verstoring op broed-, slaap- en rustplaatsen (Krijgsveld et al. 2008), rondom kolonies van broedende visdieven dient een bufferzone aangehouden te worden van 200-350 meter (Krijgsveld et al. 2008). Aangezien de Kuil van Marken een belangrijk visgebied is voor de visdief dient in de eerste twee jaar, in de maanden dat de soort aanwezig is in het Markermeer (in de periode juli-september), gewerkt te worden buiten de bufferzone van de visdief, 350 meter, rondom de Kuil van Marken om effecten op het instandhoudingsdoel van de visdief te voorkomen. Na twee jaar is het effect van slibberging groter dan vertroebeling en kan er wel zand gewonnen worden in de bufferzone van de visdief, rondom de Kuil bij Marken. Een alternatief is om het westelijke tracé ter hoogte van de Kuil van Marken naar het oosten te verplaatsen.

De trends van de visetende watervogels staan vermeld in bijlage 4 en tabel 6.1 (bron www.SOVON.nl en Platteeuw 2012).



Figuur 6.2: Vangstsucces van grote stern als functie van het slibgehalte op de duikplaats in zee water met algen (doortrokken blauwe lijn) en zonder algen (gestippelde rode lijn) (bron: Baptist & Leopold. 2007 . De relatie tussen zichtdiepte en vangstsucces van de grote sterns van de Petten, Texel. Wageningen Imares).

Optische verstoring en verstoring door geluid

Naast vertroebeling kan er ook optische verstoring en verstoring door geluid optreden, optische verstoring kan optreden door de winwerktuigen benodigd voor aanleg van de slibberging en door de scheepvaart die het zand en de bovengrond afvoeren.

Optische verstoring en verstoring door geluid van de winwerktuigen zijn lokale effecten en vinden plaats ter hoogte van de zandwinstallatie (zie hoofdstuk 2), deze schuift in de loop van de tijd op. Deze verstoring vindt bij het westelijk alternatief plaats binnen een bestaande vaarroute. De vaarroute is door het huidige gebruik al een minder goede plek in het Markermeer om te foerageren voor viseters. Ook is het westelijke alternatief voor vis niet de beste locatie, met uitzondering van de Kuil bij Marken. De verstoring vindt over langere tijd plaats op een vergelijkbare manier en is hiermee voorspelbaar en minder bedreigend voor watervogels dan verstoring door bijvoorbeeld zeilboten die over het water laveren of een alternatief dat een vaarroute creëert.

Optische verstoring en verstoring door geluid kan optreden de afvoer van zand en bovengrond. De afvoer van het zand vindt plaats door bestaande vaargeulen/vaarroutes, grotendeels via de vaargeul Amsterdam-Lemmer (VAL). In deze vaargeul is beroepsscheepvaart aanwezig, in de vaarroute naar de VAL is beroepsscheepvaart in een beperkte mate aanwezig (tabel 5.5). Beroepsscheepvaart maakt jaarrond gebruik van de vaarroute en VAL en beïnvloedt slechts een klein deel van het Markermeer-IJmeer. In de bestaande VAL zal geen extra verstoring van watervogels plaats vinden doordat deze route in de huidige situatie als doorgaande route gebruikt wordt. Van de beroepsscheepvaart in de VAL is er dan ook geen sprake van effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de watervogels in het Markermeer-IJmeer.

De afvoer van zand vindt bij het westelijk alternatief plaats via de vaarroute Amsterdam-Enkhuizen naar de Vaargeul Amsterdam-Lemmer. De vaarroute Amsterdam-Enkhuizen wordt door de afvoer van zand bij het westelijk alternatief aanzienlijk drukker dan in de huidige situatie. Binnen de vaarroute richting de VAL (beide alternatieven) neemt de optische verstoring en verstoring door geluid ten opzichte van de huidige situatie toe met drie scheepvaartbewegingen per uur (gemiddeld 14,4 bewegingen per dag).

Optische verstoring en verstoring door geluid door de afvoer van zand bij het westelijk alternatief en veroorzaakt door de winwerktuigen kan van invloed zijn op de instandhoudingsdoelstelling van de aalscholver en de visdief. De aalscholver en visdief maken beiden gebruik van het open water om te foerageren, ter hoogte van het westelijke alternatief. De aalscholver heeft een positieve trend en een behoudsdoelstelling die makkelijk gehaald wordt. Het instandhoudingsdoel van de aalscholver wordt dan ook niet beïnvloedt door de optische verstoring en verstoring door geluid die optreedt veroorzaakt door de winning en de afvoer van zand.

De visdief heeft ook een behoudsdoelstelling die net niet gehaald wordt. De soort foerageert vanuit de Hoeklingsdam onder andere bij de Kuil van Marken. De trend van de soort is afnemend. Ten aanzien van de broedlocaties worden in het beheerplan maatregelen genomen. Door uitvoering van de ontgroning wordt het water helderder (na 2 jaar) en verbeterd daarmee het foerageergebied van de soort. Het effect van de optische verstoring en verstoring door geluid is minimaal doordat de soort beperkt gevoelig is voor optische verstoring, de ontgroning lokaal wordt uitgevoerd, buiten de Kuil van Marken en doordat de verstoring plaats vindt door een vaarroute (voorspelbaar). Daarnaast is de soort alleen aanwezig in het recreatie seizoen, er is dan al optische verstoring/verstoring door geluid in het gebied aanwezig door recreatievaart die vele malen groter is (en minder voorspelbaar) dan de verstoring door de zandwinning. Er worden dan ook geen effecten verwacht op de instandhoudingsdoelstelling van de soort veroorzaakt door de winning en de afvoer van zand.

De afvoer van de bovengrond gaat of via omputten (en blijft dan binnen het zandwingebied) en via natuurbouw mogelijk rechtstreeks naar bijvoorbeeld het oermoeras toe (gemiddeld 2 scheepvaartbewegingen per uur of 9,6 scheepvaartbewegingen per dag). De aalscholver is een soort die mogelijk beïnvloedt wordt door optische verstoring (de visdief komt in dit deel van het Markermeer vrijwel niet voor (mededeling Rijkswaterstaat Mennobart van Eerden). De aalscholver heeft een positieve trend en een behoudsdoelstelling die makkelijk gehaald wordt. Het instandhoudingsdoel van de aalscholver wordt dan ook niet beïnvloedt door de optische verstoring en de verstoring door geluid die optreedt door de natuurbouw.

7 Cumulatieve effecten

7.1 Selectie te beschouwen plannen

In overleg met de Provincie Flevoland en Noord-Holland zijn de volgende projecten geselecteerd waardoor met de voorgenomen ontgroning cumulatie kan optreden.

- De slibvangput in het Markermeer (Boskalis heeft NBwetvergunning).
- Markerwadden.
- Jachthaven Uitdam.
- Jachthaven Marina Kaap Hoorn.
- NDSM haven Amsterdam.
- Jachthaven/watersportcentrum Eemhof.
- Jachthaven Oosmaat.

Een aantal projecten zijn onderdeel van het bestaande gebruik en worden niet bij het onderdeel cumulatie betrokken.

- Periodiek onderhoud vaargeul Amsterdam-Lemmer;
- De beroepsvisserij op het Markermeer en IJmeer, hier wordt jaarlijks vergunning voor verleend. De beroepsvisserij is daardoor te zien als min of meer constante factor, die onderdeel uitmaakt van de huidige situatie.
- Bestaande waterrecreatie.

Een aantal projecten zijn nog niet van toepassing voor cumulatie.

- Versterking Houtribdijk (er is nog geen vastgesteld dijkversterkingsplan).
- Dijkversterking Hoorn-Amsterdam (er is nog geen vastgesteld dijkversterkingsplan).
- Dijkversterking Ommeringdijk Marken (er is nog geen vastgesteld dijkversterkingsplan).

7.2 Cumulatieve effecten

7.2.1 *De slibvangput in het Markermeer*

Boskalis gaat in het Markermeer zand winnen ten behoeve van een slibvang van 400 bij 2000 meter met een diepte van 50 meter. Hiervoor is een NBwetvergunning verleend. Deze put ligt op enkele kilometers afstand van het plangebied. Uit de passende beoordeling van Boskalis uit 2009 volgt dat er geen effecten op treden op soorten of habitattypen uit het Natura 2000-gebied. Indien Boskalis de slibvangput tegelijkertijd aanlegt met de ontgroning in het Markermeer dan kan er sprake zijn van cumulatieve effecten door verstoring en vertroebeling. Deze effecten zullen zeer gering of afwezig zijn omdat Boskalis aangeeft dat er geen effecten optreden. Het gaat dan met name om visetende watervogels, omdat door de voorgenomen ontgroning alleen hier mogelijke effecten op optreden.



Figuur 7.1: Voorstel ligging zandwinput Boskalis

7.2.2 Markerwadden

De Marker Wadden is een programma waarbinnen een combinatie van maatregelen boven en onder water een substantiële kwaliteitsverbetering van het ecosysteem dien te bewerkstelligen. Dit programma wordt gefaseerd gerealiseerd waarbij de verwachting is dat de eerste 10 jaar een oppervlakte van 1500 hectare natuur wordt gerealiseerd in het Markermeer. Uit de passende beoordeling van het Bestemmingsplan Marker Wadden volgt dat optreden van significante effecten niet aan de orde is, mits het eventueel verstoren van ruiende futen en kuifeenden wordt voorkomen.

De ontgroning heeft geen invloed op ruiende futen en kuifeenden. Er vinden dan ook geen cumulatieve effecten plaats met de Marker Wadden door verstoring.

Naast verstoring treedt er door de Markerwadden ook vertroebeling op, dit is mogelijk een cumulatief effect met de voorgenomen ontgroning. De effecten van vertroebeling van Markerzand duren maximaal 2 jaar en de visdief en aalscholver zijn hier gevoelig voor. De projecten liggen op ruime afstand van elkaar, de visdieven van de Kinseldam, zullen dan ook geen effecten van de Markerwadden ondervinden. De aalscholver zit ver boven zijn instandhoudingsdoelstelling, eventuele effecten zijn niet van invloed op de gunstige staat van instandhouding van de soort.

Wanneer er vanuit de ontgroning natuurbouw wordt gepleegd (40% van de bovengrond) richting de Markerwadden dan worden de Marker Wadden sneller gerealiseerd en hiervan zullen de beschermde soorten van het Markermeer van kunnen profiteren.



Figuur 7.2: Voorstel ligging Markerwadden

7.2.3 Camping-Jachthaven Uitdam

Op 22 september 2011 is een Nbwet-vergunning verleend voor de uitbreiding van Camping-Jachthaven Uitdam van 300 naar 550 ligplaatsen voor boten in en in de nabijheid van het Natura-2000-gebied 'Markermeer en IJmeer'. De verleende beschikking ziet op maximaal 300 ligplaatsen voor boten <10m en minimaal 250 ligplaatsen voor boten >10meter. Het merendeel van de extra vaartuigen afkomstig van de uitbreiding in Uitdam (grote botenvang 10-16 meter) is vanwege de grootte en diepgang gebonden aan vaargeulen en hoofdvaarroutes.

De boten uit Jachthaven Uitdam zijn gebonden aan vaargeulen en hoofdvaarroutes de optische verstoring die door vaargeulen en hoofdvaarroutes veroorzaakt wordt is beperkt en voorspelbaar. De verstoring vindt plaats op locaties waar al verstoring aanwezig is. Uit het bestemmingsplan van de Camping-jachthaven Uitdam volgt dat er geen effecten optreden op Natura 2000-doelstellingen van het Markermeer-IJmeer. Aangezien er geen effecten optreden, treden er ook geen cumulatieve effecten op.



Figuur 7.3: Ligging camping-jachthaven Uitdam

7.2.4 Jachthaven Marina Kaap Hoorn

Op 16 oktober 2012 is een Nbwet-vergunning verleend voor de realisatie en het gebruik van jachthaven Marina Kaap Hoorn ter hoogte van het bedrijventerrein 'Schelphoek' te Hoorn in het Markermeer. Deze jachthaven is nog niet gerealiseerd. Het gaat om een jachthaven met 800 ligplaatsen en tevens de verplaatsing van het huidige zeilcentrum gelegen aan de Vluchthaven te Hoorn. De jachthaven faciliteert in hoofdzaak grote boten vanaf 10 meter voor de pleziervaart. In de praktijk concentreert de grote watersport (kajuitzeil en motorboten > 6m) zich op een aantal (niet betonde) vaarroutes tussen havens onderling en tussen havens en de sluisen. De reikwijdte van het zeilcentrum verandert in de nieuwe situatie niet (max. 5km uit de kust). De indeling van de Jachthaven Kaap Hoorn is als volgt:

Bootlengte (m)	Aantal ligplaatsen	Percentage (%)	Boxlengte (m)	Boxbreedte (m)
7	0	0,0	8	3,00
8	0	0,0	9	3,25
9	7	0,9	10	3,75
10	93	11,6	11	4,00
11	175	21,9	12	4,50
12	195	24,4	13	4,75
13	175	21,9	14	5,00
14	45	5,6	15	5,00
15	24	3,0	16	5,25
16	86	10,8	17	5,75

De boten uit Jachthaven Marina Kaap Hoorn zijn gebonden aan vaargeulen en hoofdvaarroutes de optische verstoring die door vaargeulen en hoofdvaarroutes veroorzaakt wordt is beperkt en voorspelbaar. De verstoring vindt plaats op locaties waar al verstoring aanwezig is, door aanleg en gebruik van de jachthaven treden er geen significante effecten op, maar wel verstoring van de aalscholver, krakeend en brilduiker.

In combinatie met de ontgraving in het Markermeer kunnen er cumulatieve effecten optreden. De ontgraving heeft er geen effecten op de krakeend en brilduiker tot gevolg, er treden dan ook geen cumulatieve effecten op, op deze soorten.

De aalscholver zit ver boven de instandhoudingsdoelstellingen door cumulatie treden er dan ook geen significant negatieve effecten op, op de soort.

7.2.5 *NDSM haven Amsterdam.*

Op 28 juni 2011 is een Nbwetvergunning verleend voor de realisatie en het gebruik van een jachthaven ter plaatse van de voormalige NDSM-werf te Amsterdam. De voormalige NDSM-werf aan het IJ in het Amsterdamse havengebied staat via de Oranjesluizen in verbinding met het Markermeer-IJmeer (7 km afstand). Het gaat om een jachthaven met 342 ligplaatsen en een havenkantoor. Op basis van berekende uitvaarpercentages in relatie tot de boottypen die de haven faciliteert, blijkt dat er op een ideale dag maximaal 16 boten extra op het open water van het Markermeer-IJmeer vertoeven ('worst case'-scenario). Het gaat dan om de vaarbewegingen tijdens het vaarseizoen (1 april-1 november).

Uit de verstoring- en verslechteringstoets komt naar voren dat er geen verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten als gevolg van het gebruik van de NDSM jachthaven optreedt en dat significante verstoring niet optreedt. Verstoring treedt alleen op, op individuele soorten van zwarte stern, aalscholver en fuut. Cumulatieve effecten op de instandhoudingsdoelstelling van de visdief treden niet op, doordat de NDSM haven geen gevolgen heeft voor de visdief. Cumulatieve effecten op de aalscholver treden wel op. De aalscholver heeft een behoudsdoelstelling die makkelijk gehaald wordt en een positieve trend. Ondanks de cumulatieve effecten zal er geen effect optreden op het instandhoudingsdoel van de soort.

7.2.6 *Jachthaven/watersportcentrum Eemhof*

Jachthaven-Watersportcentrum De Eemhof (verder JWC Eemhof) ligt aan het Nijkerkernauw (Zeewolde) op 2 kilometer van Vogelrichtlijngebied 'Eemmeer'. In 2010 heeft Provincie Flevoland de uitbreiding van JWC Eemhof beoordeeld als niet-vergunningplichtig in het kader van de Nbwet. Het betreft een uitbreiding met 200 ligplaatsen. Het gaat hier niet om een verblijfshaven maar een passantenhaven waardoor weliswaar het aantal vaarbewegingen lokaal kan toenemen (aantrekkende werking) maar netto er geen sprake is van toename van het aantal boten in het waterlichaam / vaste aanlegplaatsen in het betreffende deel van het waterlichaam. Jachthaven Watersportcentrum de Eemhof heeft geen extra/nieuwe vaarbewegingen tot gevolg. De Jachthaven bevindt zich niet in het Markermeer-IJmeer en heeft geen invloed op de natuurwaarden van het Markermeer-IJmeer. Er treden geen cumulatieve effecten op.

7.2.7 *Jachthaven Oostmaat*

Op 29 oktober 2010 heeft Provincie Utrecht vergunning verleend voor de aanleg en het in gebruik hebben van een nieuwe jachthaven te Bunschoten in het Eemmeer voor 90 ligplaatsen (netto uitbreiding van 70 ligplaatsen). Uit de effectenanalyse (Ecogroen Advies, 2008) blijkt dat deze jachthavenuitbreiding in het hoogseizoen leidt tot circa 3 extra boten per dag in Vogelrichtlijngebied.

Jachthaven Oostmaat heeft een toename tot gevolg van 3 boten per dag in het Eemmeer. Niet al deze boten varen door naar het Markermeer-IJmeer. De meeste boten varen 4 a 5 uur en zijn dan weer terug in de haven. Hierdoor bereiken ze het Markermeer-IJmeer ter hoogte van de voorgenomen ontgroning niet en treden er geen cumulatieve effecten op.

7.2.8 *IJburg (ontgroningen 2^e fase)*

Op 31 juli 2008 is aan de gemeente Amsterdam een vergunning verleend voor de realisatie van woonwijk 'IJburg 2e fase' (kenmerk 2008/41903) nabij Natura 2000-gebied 'Markermeer-IJmeer'. In het kader van dit project vinden er ontgroningen plaats en worden bestaande mosselbanken vernietigd. Het project voorziet ook in de aanleg van nieuwe mosselbanken waarvan er thans 2 zijn gerealiseerd in de IJburgbaai. De mosselbanken functioneren buitengewoon goed. Hoewel het wat betreft areaal beperkt is en (nog) niet in verhouding met het areaal dat verloren gaat, tonen recente monitoringsgegevens aan dat het biovolume dat thans op beide vakken groeit 793m³ bedraagt. Dat is meer dan 2x het biovolume (349m³) dat verloren gaat. De werkzaamheden zijn op dit moment in volle gang. Via voorschriften in de vergunning is echter geborgd dat slibverspreiding en vertroebeling beperkt blijft tot de planlocatie.

Er kunnen cumulatieve effecten van vertroebeling optreden met voorgenomen ontgroning. Aangezien de effecten van Iburg 2^e fase beperkt zijn tot het IJmeer en er maatregelen worden genomen om vertroebeling tegen te gaan treden er geen cumulatieve effecten op, met de voorgenomen ontgroning.

7.3 Conclusie

Er treden cumulatieve effecten op door de voorgenomen ontgroning in combinatie met NDSMwerf, namelijk op de aalscholver. Aangezien deze soort ver boven het instandhoudingsdoel zit, treden er geen cumulatieve significante effecten op.

8 Conclusies

8.1 Directe werking

Er treden door de voorgenomen ontgronding positieve effecten op, op het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer. Deze effecten treden op bij beide alternatieven. Er treden positieve effecten op, op het areaal bevisbaar water voor visetende watervogels door en verbetering van het doorzicht. Ook neemt na de eerste twee jaar van uitvoering de troebelheid van het Markermeer af ten opzichte van de huidige situatie, hierdoor wordt het foerageergebied van de visetende watervogels verbeterd. Daarnaast neemt het doorzicht toe waardoor de kansen voor vestiging van waterplanten toenemen.

Bij het westelijke alternatief treden negatieve effecten op de visdief en aalscholver door optische verstoring, verstoring door geluid en vertroebeling, deze effecten zijn minimaal en hebben geen gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen. Ook is gebleken dat de voorgenomen ontgronding voor een vergroting van het foerageergebied van deze soorten zorgt. Hierdoor treden er geen effecten op, op de instandhoudingsdoelstellingen.

8.2 Externe werking

Beide alternatieven hebben externe werking tot gevolg. Het gaat hierbij om effecten van stikstofdepositie. Per alternatief staat in tabel 8.1 aangegeven op welke Natura 2000-gebieden effecten van stikstofdepositie te verwachten zijn. Door de beperkte toename van stikstofdepositie treden er geen significante effecten op en kan het project meeliften onder de PAS. Bij de vergunningaanvraag dient de melding opgenomen te worden dat het project is aangemeld bij de PAS.

Tabel 8.1: Natura 2000-gebieden waarop effecten van stikstofdepositie van het westelijk alternatief natuurbouw en basisalternatief plaats vinden

Natura 2000-gebied

Botshol
Eilandspolder
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske
Kennemerland-Zuid
Naardermeer
Oostelijke Vechtplassen
Polder Westzaan
Veluwe
Veluwerandmeren
Wormer- en Jisperveld en Kalverpolder

8.3 Cumulatie

Er treden cumulatieve effecten op door de voorgenomen ontgronding in combinatie met NDSM-werf, namelijk op de aalscholver. Aangezien deze soort ver boven het instandhoudingsdoel zit, treden er geen cumulatieve significante effecten op.

9 Literatuur

Baptist & Leopold. 2007 . De relatie tussen zichtdiepte en vangstsucces van de grote sterns van de Petten, Texel. Wageningen Imares.

Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen 2010. Dichtheidsschatting van driehoeks- en Quaggamosselen in het IJssel- en Markermeer: resultaten van onderzoek uitgevoerd in 2010

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

De Leeuw, J. 1997. Demanding divers: Ecological energetics of food exploitation by diving ducks (Van zee tot land)

Eerden, M.R. van, S.H.M. van Rijn & M. Roos 2005 Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. RIZA Rapport 2005.014, ISBN 9036957036.

Grontmij, 2011, Quickscan invloed stikstofdepositie op Vogelrichtlijnsoorten. Auteurs A.H. Tuijter en S.C. Wessels. Rapport Grontmij in opdracht van Rijkswaterstaat-DVS

Kessel, Thijs van, 2013. Memo Markerzand. Deltares.

Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden 2008 Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Bureau Waardenburg rapport nr. 08-173.

Noordhuis, R. 2010 Ecosysteem IJsselmeergebied, nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen van water en natuur in het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat Waterdienst Lelystad.

Noordhuis, R. 2015 Trends en ontwikkelingen in ecologie en draagkracht voor tafeleend en brilduiker in de Veluwerandmeren. 1220138-009. Deltares.

Noordhuis, R. & J. van Schie 2008 Inventarisatie driehoeksmosselen in het Markermeer

Overzee, H.M.J. van, I.J. de Boois, ONDER ANDERE van Keeken, B. van Os-Koomen, J. van Willigen & M. de Graaf 2011. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2010. Rapport C041/11 Imares Wageningen UR.

Platteeuw, M. 31 mei 2012. Trends voor visetende en mosseletende watervogels in het IJsselmeergebied in relatie tot instandhoudingsdoelstelling voor Natura 2000. Rijkswaterstaat Waterdienst.

Scheepvaartinformatie hoofdvaarwegen editie 2009, RWS Dienst Verkeer en Scheepsvaart, augustus 2009.

Website

<http://mineleni.nederlandsesoorten.nl>

www.natura2000ijsselmeergebied.nl

www.RAVON.nl

Www.rijksoverheid.nl

www.sovon.nl

Bijlage 1

Instandhoudingsdoelstellingen en gebiedbeschrijving Natura 2000-gebieden rondom het Markermeer- IJmeer

Oostvaardersplassen

Gebiedsbeschrijving

De Oostvaardersplassen zijn ontstaan in het voorheen diepste en natste deel van de Zuidelijk Flevoland en werden behouden toen de zich ontwikkelende natuurwaarden aanleiding waren om de bestemming van industriegebied te wijzigen in natuurgebied. De omliggende delen van de polder klonken vervolgens in en om het gebied nat te kunnen houden werd ruim de helft van het gebied in 1976 omgeven door een kade, waardoor hier afzonderlijk peilbeheer mogelijk is. Na wisselingen van waterstanden en verdeling in een westelijk en een oostelijk deel kan het water tegenwoordig bij een hoge waterstand weer vrijelijk stromen en functioneert het bekade deel van het moeras als één geheel. Het waterpeil wordt bepaald door natuurlijke variaties in neerslag en verdamping. In de tweede helft van de jaren negentig is het oostelijke deel van het buitenkaadse gebied vernat en zijn zowel in het westen als in het oosten, aansluitend op het binnenkaadse gebied, uitgebreide complexen van poelen aangelegd.

Instandhoudingsdoelstellingen

In tabel 1 staan de instandhoudingsdoelstellingen weergegeven van het Natura 2000-gebied.

Tabel 1 Instandhoudingsdoelstellingen Oostvaardersplassen (definitief aangewezen)

		SVI Lan- delijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vo- gels	Draagkracht aantal pa- ren
Broedvogels							
A004	Dodaars	+	=	=			140
A017	Aalscholver	+	=	=			8000*
A021	Roerdomp	--	=	=			40
A022	Woudaapje	--	=	=			3
A026	Kleine Zilver- reiger		=	=			20
A027	Grote Zilver- reiger	+	=	=			40
A034	Lepelaar	+	=	=			160
A081	Bruine Kie- kendief	+	=	=			40
A082	Blauwe Kie- kendief	--	>	>			4
A119	Porseleinhoen	--	>	>			40
A272	Blauwborst	+	=	=			190
A292	Snor	--	=	=			680
A295	Rietzanger	-	=	=			790
A298	Grote karekiet	--	=	=			3
Niet-broedvogels							
A027	Grote Zilver- reiger	+	=	=		30	
A034	Lepelaar	+	=	=		110	
A038	Wilde Zwaan	-	=	=		20	
A041	Kolgans	+	=	=		600	
A043	Grauwe Gans	+	=	=		4200	
A045	Brandgans	+	=	=		1800	
A048	Bergeend	+	=	=		90	
A050	Smient	+	=	=		2100	
A051	Krakeend	+	=	=		480	
A052	Wintertaling	-	=	=		1300	
A054	Pijlstaart	-	=	=		80	
A056	Slobeend	+	=	=		1900	

A059	Tafeleend	--	=	=		11900	
A061	Kuifeend	-	=	=		10200	
A068	Nonnetje	-	=	=		280	
A075	Zeearend	+	=	=			
A132	Kluut	-	=	=		100	
A151	Kemphaan	-	=	=		210	
A156	Grutto	--	=	=		90	

Legenda	
W	Kernopgave met wateropgave
<input type="checkbox"/>	Sense of urgency: beheeropgave
<input type="checkbox"/>	Sense of urgency opgave m.b.t. watercondities
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

Lepelaarsplassen

Gebiedsbeschrijving

De Lepelaarsplassen zijn ontstaan na drooglegging van Zuidelijk Flevoland. In de lager gelegen noordelijke delen van de nieuwe polder kon een spontane natuurontwikkeling op gang komen doordat ontginning hier achterwege bleef. Om wegzijging te voorkomen is rond het gebied een plastic scherm ingegraven. De Lepelaarsplassen vormen een moerasgebied met open water in een kwelplas langs de dijk en in drie voormalige zandwinputten. Het gebied bestaat verder uit rietvelden, ruigten, struwelen en wilgenbossen.

Instandhoudingsdoelstellingen

In tabel 2 staan de instandhoudingsdoelstellingen weergegeven van het Natura 2000-gebied.

Tabel 2 Instandhoudingsdoelstellingen Lepelaarsplassen (definitief aangewezen).

		SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst . Kwal.	Doels t. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draag- kracht aan- tal paren
Broedvogels							
A017	Aalscholver	+	=	=			8000*
A034	Lepelaar	+	=	=			20
Niet-broedvogels							
A034	Lepelaar	+	=	=		10	
A043	Grauwe Gans	+	=	=		240	
A051	Krakeend	+	=	=		210	
A054	Pijlstaart	-	=	=		20	
A056	Slobeend	+	=	=		140	
A059	Tafeleend	--	=	=		110	
A061	Kuifeend	-	=	=		2500	
A068	Nonnetje	-	=	=		14	
A132	Kluut	-	=	=		4	
A156	Grutto	--	=	=		5	

Legenda

W	Kernopgave met wateropgave
□	Sense of urgency: beheeropgave
□	Sense of urgency opgave m.b.t. watercondities
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

IJsselmeer

Gebiedsbeschrijving

Het IJsselmeer in zijn huidige vorm is ontstaan door afsluiting van de voormalige Zuiderzee door de aanleg van de Afsluitdijk, voltooid in 1932, de aanleg van de IJsselmeerpolders (voltooid in 1968) en tenslotte van de Houtribdijk, voltooid in 1976. Na de aanleg van de Afsluitdijk is het water binnen enkele maanden verzoet, en sindsdien ontbreekt een brakke overgangszone naar de zee. De faunagemeenschappen verdwenen binnen enkele jaren en werd vervangen door een zoetwater gemeenschap met twee in de voedselketen cruciale sleutelsoorten: de driehoeksmossel en de spiering. Langs de Friese kust (voormalig intergetijdengebied) is er sprake van substantiële ondieptes met waterplanten en buitendijkse slikken en platen. Het grootste deel van het water wordt aangevoerd door de IJssel. Het mondingsgebied is meer dynamisch met geulen tot 9 meter diep en grotendeels zandig sediment. Het doorzicht wordt voor een groot deel bepaald door algen en is in het algemeen relatief hoog. Het waterpeil is gefixeerd, maar door het grote oppervlak van het meer kan de wind echter een aanzienlijk scheefstand (orde grootte een meter) veroorzaken die tevens resulteert in een zekere peildynamiek. De buitendijkse kweldergebieden hebben zilte en brakke milieus. In de natte terreindelen treedt moerasvorming op in de vorm van biezenstroken. Op de overgang van water en land en op de laagliggende delen van de oude platen komt rietland voor. Bij verdere successie verruigt het rietland en vindt opslag van wilg plaats. Vooral op de hogere delen ontwikkelen struwelen en bos. De graslanden zijn soortenrijk, vooral op kalkrijk vochtig substraat.

Instandhoudingsdoelstellingen

In tabel 3 staan de instandhoudingsdoelstellingen weergegeven van het Natura 2000-gebied.

Tabel 3 Instandhoudingsdoelstellingen IJsselmeer (definitief aangewezen).

		SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren
Habitattypen							
H3150	Meren met krabben-scheer en fontein-kruiden		=	=			
H6430A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	+	=	=			
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	-	=	=			
H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	--	=	=			
Habitatsoorten							
H1163	Rivieronderpad	-	=	=	=		
H1318	Meervleermuis	-	=	=	=		
H1318	<i>Meervleermuis</i>	-	=	=	=		
H1340	*Noordse woelmuis	--	>	=	>		
H1903	Groenknolorchis	--	=	=	=		
Broedvogels							
A017	Aalscholver	+	=	=			8000*
A021	Roerdomp	--	>	>			7
A034	Lepelaar		=	=			25
A081	Bruine Kiekendief	+	=	=			25
A119	Porseleinhoen	--	>	>			18
A137	Bontbekplevier	-	>	>			13
A151	Kemphaan	--	>	>			20
A193	Visdief	-	=	=			3300
A292	Snor	--	=	=			40
A295	Rietzanger	-	=	=			990
Niet-broedvogels							

A005	Fuut	-	=	=		1300	
A017	Aalscholver	+	=	=		8100	
A034	Lepelaar	+	=	=		30	
A037	Kleine Zwaan	-	=	=		20 foer/ 1600 slaap	
A039b	Toendrarietgans	+	=	=			
A040	Kleine Rietgans	+	=	=		30	
A041	Kolgans	+	=	=		4400 foer/ 19000 slaap	
A043	Grauwe Gans	+	=	=		580	
A045	Brandgans	+	=	=		1500 foer/ 26200 max	
A048	Bergeend	+	=	=		210	
A050	Smient	+	=	=		10300	
A051	Krakeend	+	=	=		200	
A052	Wintertaling	-	=	=		280	
A053	Wilde eend	+	=	=		3800	
A054	Pijlstaart	-	=	=		60	
A056	Slobeend	+	=	=		60	
A059	Tafeleend	--	=	=		310	
A061	Kuifeend	-	=	=		11300	
A062	Toppereend	--	=	=		15800	
A067	Brilduiker	+	=	=		310	
A068	Nonnetje	-	=	=		180	
A070	Grote Zaagbek	--	=	=		1300	
A125	Meerkoet	-	=	=		3600	
A132	Kluut	-	=	=		20	
A140	Goudplevier	--	=	=		9700	
A151	Kemphaan	-	=	=		2100 foer/ 17300 slaap	
A156	Grutto	--	=	=		290 foer/ 2200 slaap	
A160	Wulp	+	=	=		310 foer/ 3500 slaap	
A177	Dwergmeeuw	-	=	=		50	
A190	Reuzenster	+	=	=		40	
A197	Zwarte Stern	--	=	=		49700	

Legenda

W	Kernopgave met wateropgave
□	Sense of urgency: beheeropgave
□	Sense of urgency opgave m.b.t. watercondities
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

Bijlage 2

Verspreiding watervegetatie Markermeer (2010)

Waterplantenkartering 2010

Buiten IJ - Marken

Totale bedekking

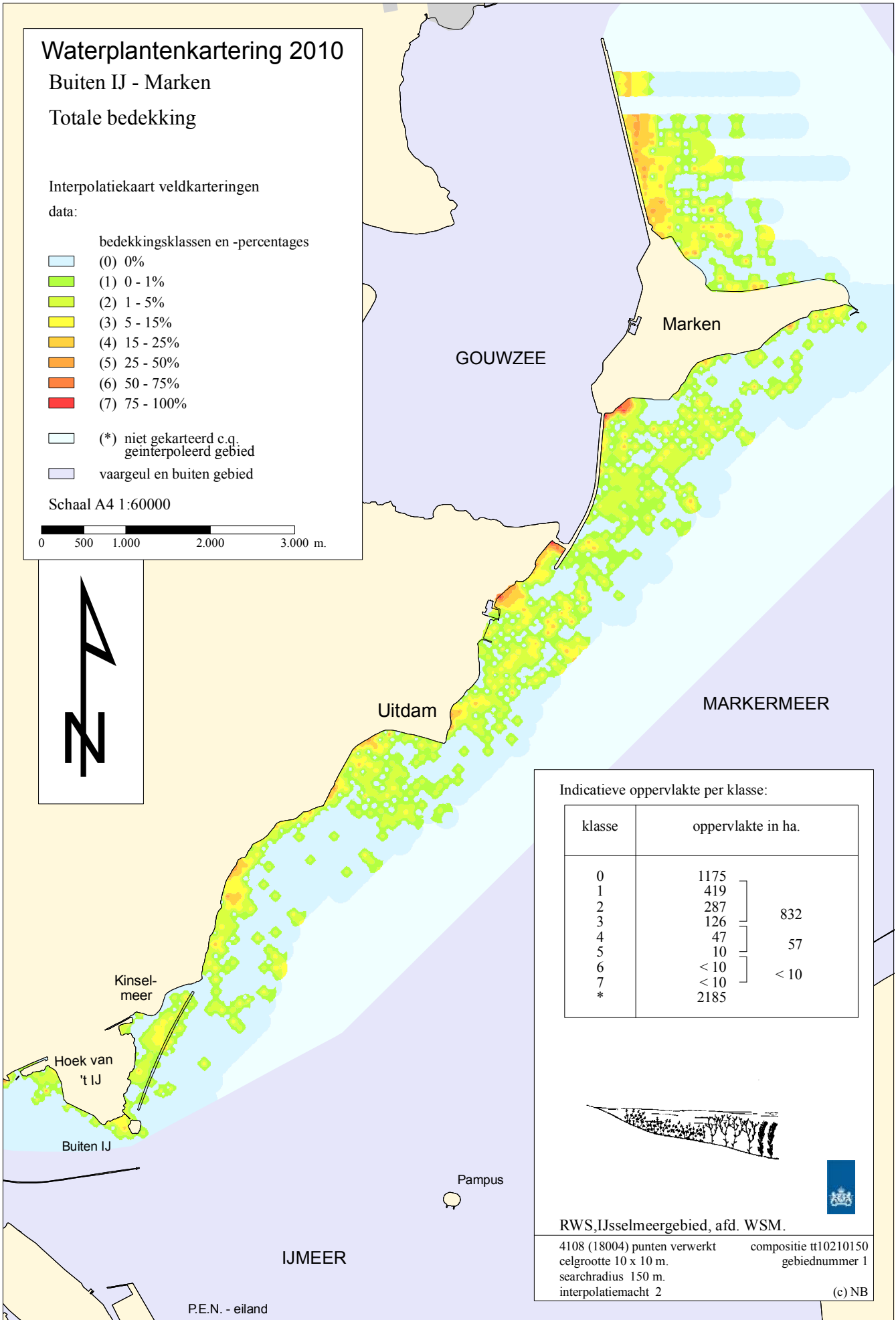
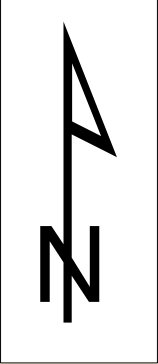
Interpolatiekaart veldkarteringen

data:

- bedekkingsklassen en -percentages
- (0) 0%
 - (1) 0 - 1%
 - (2) 1 - 5%
 - (3) 5 - 15%
 - (4) 15 - 25%
 - (5) 25 - 50%
 - (6) 50 - 75%
 - (7) 75 - 100%

- (*) niet gekarteerd c.q. geïnterpoleerd gebied
- vaargeul en buiten gebied

Schaal A4 1:60000



Indicatieve oppervlakte per klasse:

klasse	oppervlakte in ha.	
0	1175	
1	419	
2	287	} 832
3	126	
4	47	} 57
5	10	
6	< 10	} < 10
7	< 10	
*	2185	

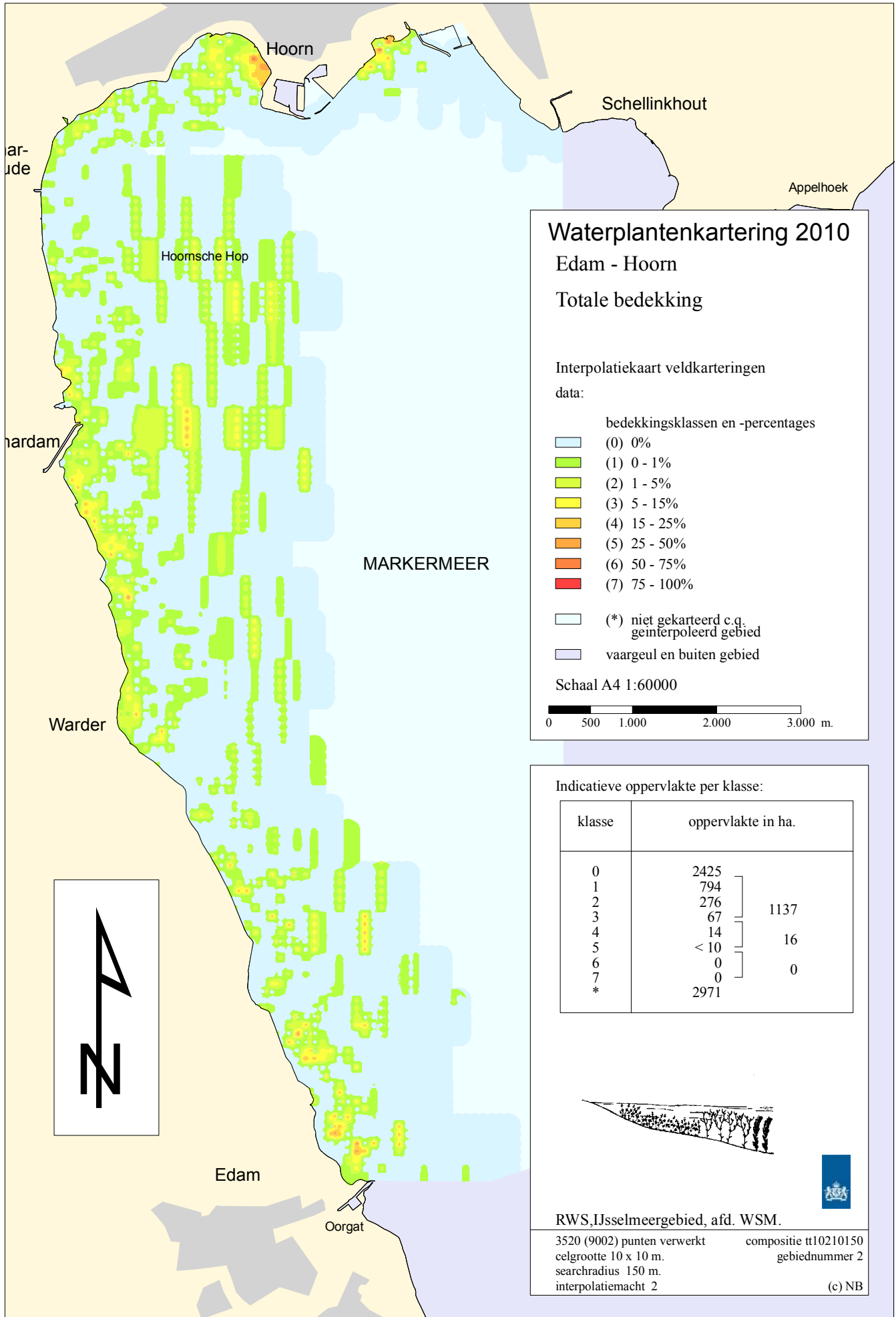


RWS, IJsselmeergebied, afd. WSM.

4108 (18004) punten verwerkt
celgrootte 10 x 10 m.
searchradius 150 m.
interpolatiemacht 2

compositie tt10210150
gebiednummer 1

(c) NB



Waterplantenkartering 2010

Edam - Hoorn

Totale bedekking

Interpolatiekaart veldkarteringen

data:

bedekkingsklassen en -percentages

- (0) 0%
- (1) 0 - 1%
- (2) 1 - 5%
- (3) 5 - 15%
- (4) 15 - 25%
- (5) 25 - 50%
- (6) 50 - 75%
- (7) 75 - 100%

(*) niet gekarteerd c.q. geïnterpoleerd gebied

vaargeul en buiten gebied

Schaal A4 1:60000



Indicatieve oppervlakte per klasse:

klasse	oppervlakte in ha.		
0	2425	} 1137	
1	794		
2	276		
3	67		
4	14		
5	< 10		} 16
6	0		} 0
7	0		
*	2971		



RWS, IJsselmeergebied, afd. WSM.

3520 (9002) punten verwerkt
 celgrootte 10 x 10 m.
 searchradius 150 m.
 interpolatiemacht 2

compositie tt10210150
 gebiednummer 2

(c) NB

Waterplantenkartering 2010

Enkhuizen - Trintelhaven

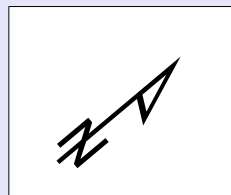
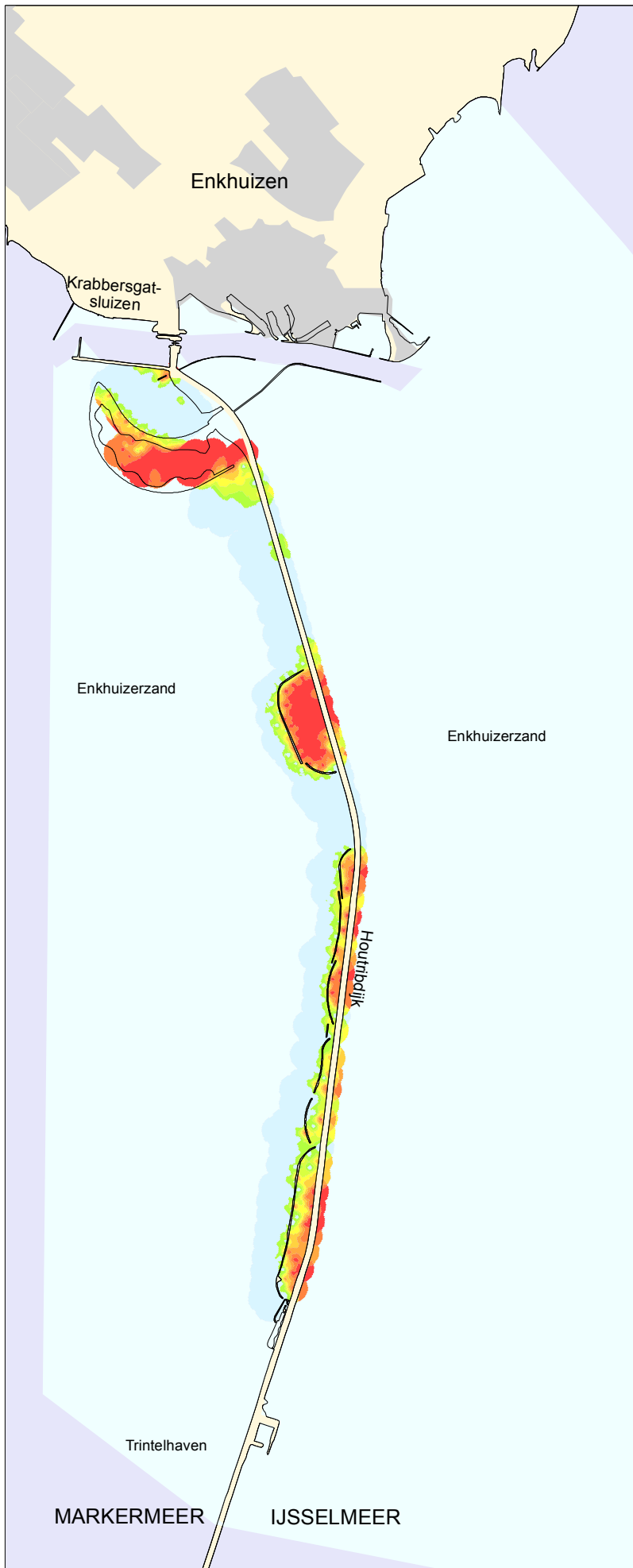
Totale bedekking

Interpolatiekaart veldkarteringen

data:

- bedekkingsklassen en -percentages
- (0) 0%
 - (1) 0 - 1%
 - (2) 1 - 5%
 - (3) 5 - 15%
 - (4) 15 - 25%
 - (5) 25 - 50%
 - (6) 50 - 75%
 - (7) 75 - 100%
- (*) niet gekarteerd c.q. geïnterpoleerd gebied
- vaargeul en buiten gebied

Schaal A4 1:60000



Indicatieve oppervlakte per klasse:

klasse	oppervlakte in ha.	
0	321	
1	45	} 103
2	32	
3	26	
4	25	} 47
5	22	
6	38	} 107
7	69	
*	7036	



RWS, IJsselmeergebied, afd. WSM.

481 (9002) punten verwerkt
celgrootte 10 x 10 m.
searchradius 150 m.
interpolatiemacht 2

compositie tt10210150
gebiednummer 3

(c) NB

Indicatieve oppervlakte per klasse:

klasse	oppervlakte in ha.	
0	530	396
1	164	
2	119	
3	113	313
4	124	
5	189	
6	234	795
7	561	
*	54	



RWS, IJsselmeergebied, afd. WSM.

2217 (9002) punten verwerkt
celgrootte 10 x 10 m.
searchradius 150 m.
interpolatiemacht 2

compositie tt10210150
gebiednummer 18

(c) NB

Waterplantenkartering 2010









Gouwzee

Totale bedekking


Interpolatiekaart veldkarteringen

data:

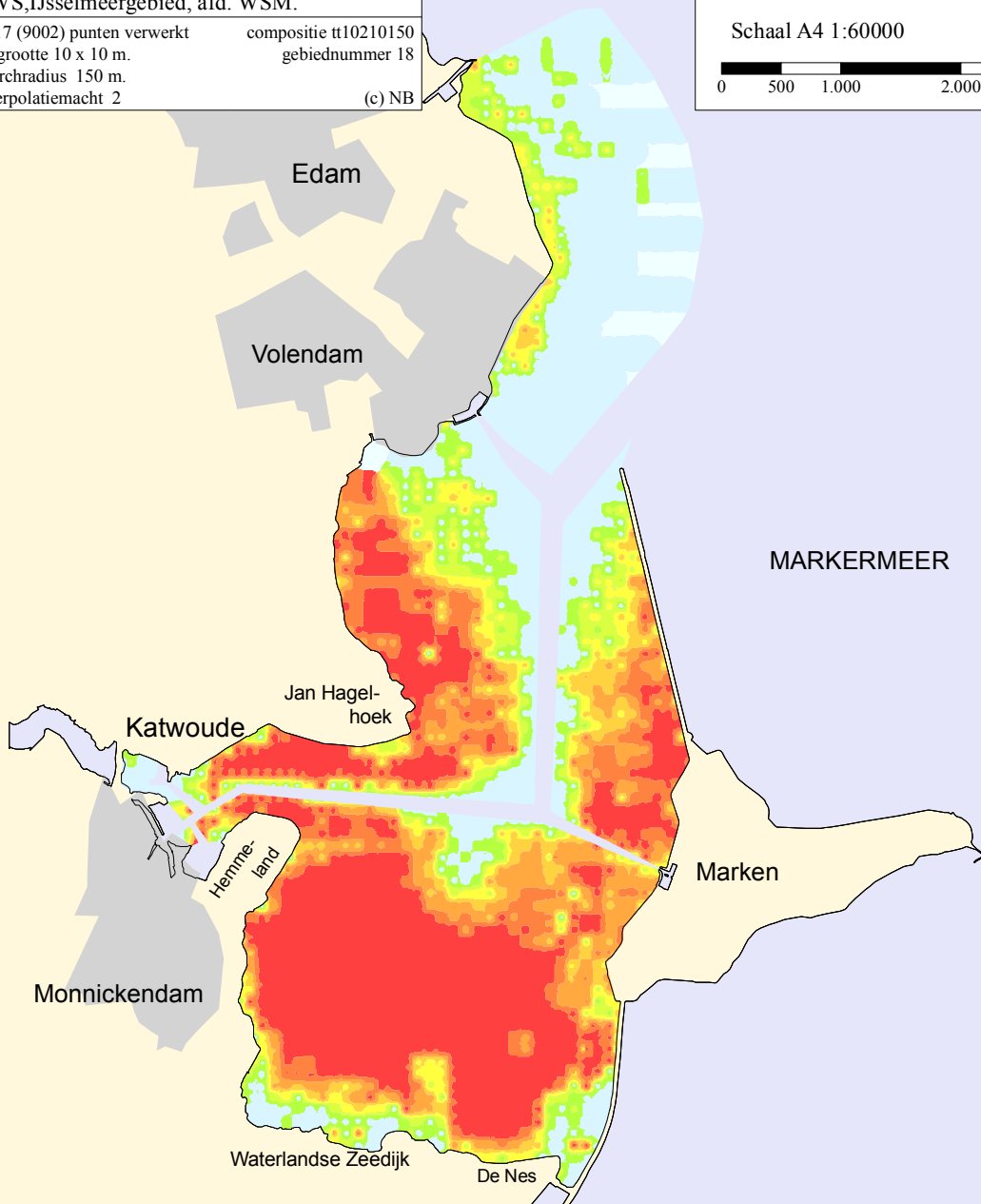
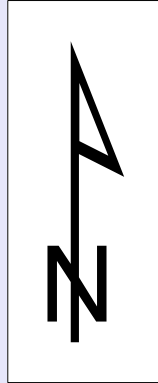
bedekkingsklassen en -percentages

-  (0) 0%
-  (1) 0 - 1%
-  (2) 1 - 5%
-  (3) 5 - 15%
-  (4) 15 - 25%
-  (5) 25 - 50%
-  (6) 50 - 75%
-  (7) 75 - 100%

 (*) niet gekarteerd c.q. geïnterpoleerd gebied

 vaargeul en buiten gebied

Schaal A4 1:60000



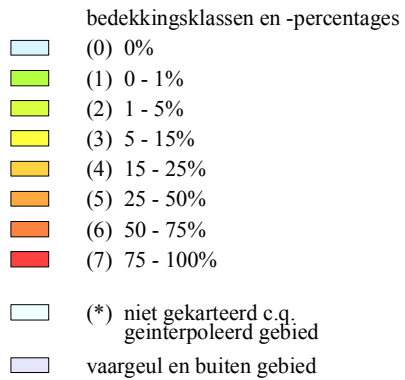
Waterplantenkartering 2010

Hoorn - Enkhuizen

Totale bedekking

Interpolatiekaart veldkarteringen

data:



Schaal A4 1:60000



Indicatieve oppervlakte per klasse:

klasse	oppervlakte in ha.	
0	820	} 83
1	51	
2	22	
3	10	
4	< 10	
5	< 10	
6	0	
7	0	} 0
*	2569	

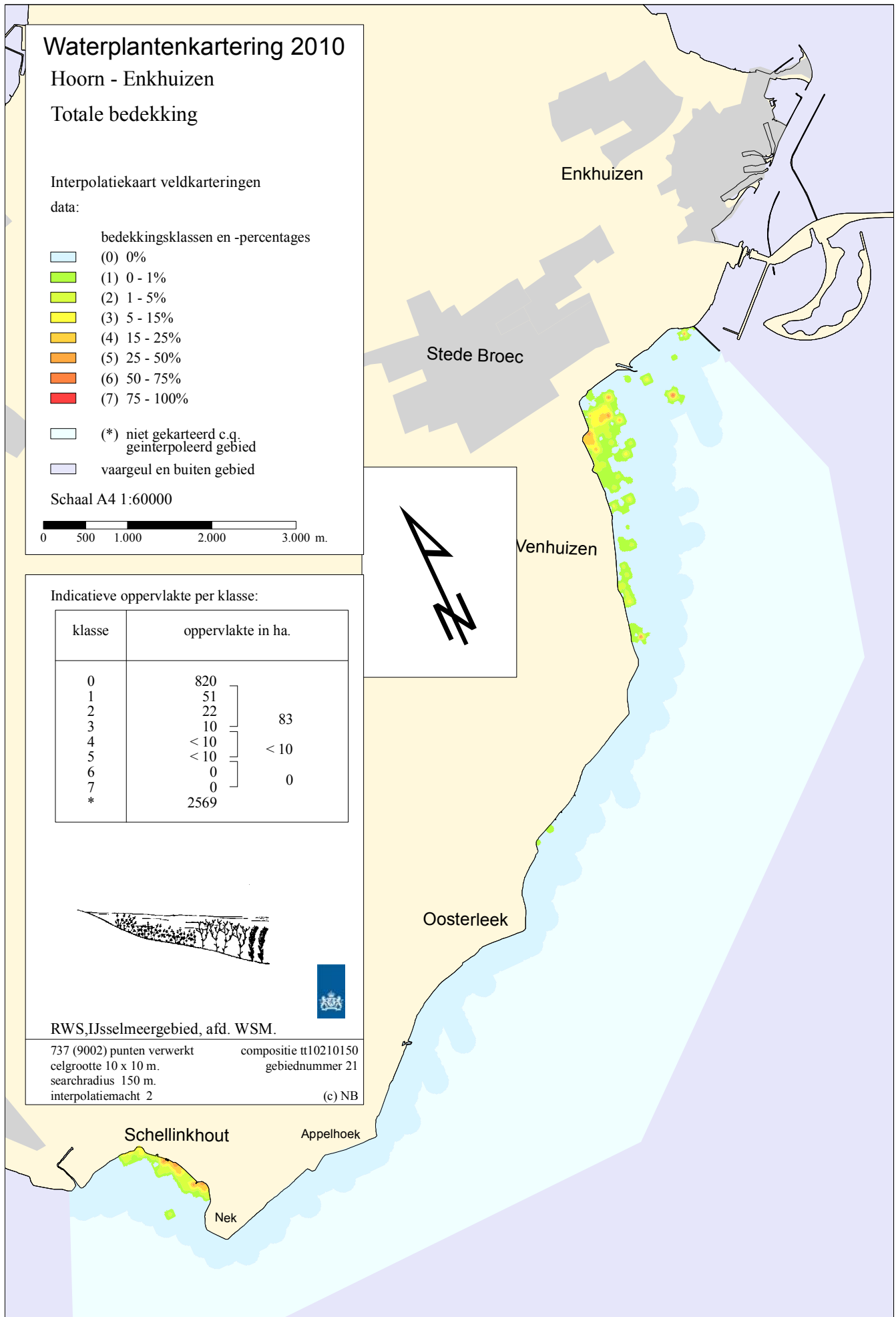


RWS, IJsselmeergebied, afd. WSM.

737 (9002) punten verwerkt
celgrootte 10 x 10 m.
searchradius 150 m.
interpolatiemacht 2

compositie tt10210150
gebiednummer 21

(c) NB



Waterplantenkartering 2010

IJmeer

Totale bedekking

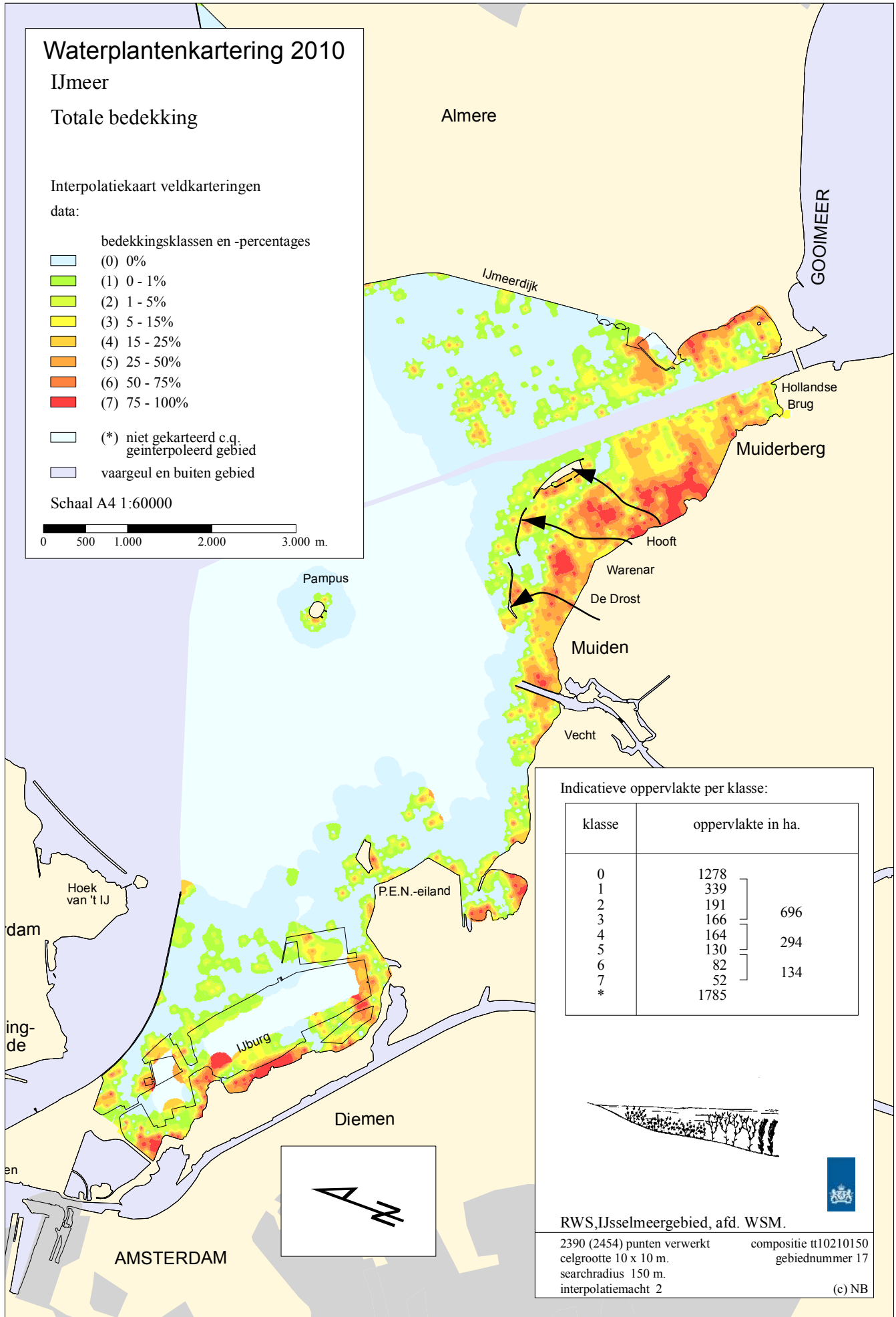
Interpolatiekaart veldkarteringen

data:

- bedekkingsklassen en -percentages
- (0) 0%
 - (1) 0 - 1%
 - (2) 1 - 5%
ampus
 - (3) 5 - 15%
 - (4) 15 - 25%
 - (5) 25 - 50%
 - (6) 50 - 75%
 - (7) 75 - 100%

- (*) niet gekarteerd c.q. geïnterpoleerd gebied
- vaargeul en buiten gebied

Schaal A4 1:60000



Indicatieve oppervlakte per klasse:

klasse	oppervlakte in ha.	
0	1278	
1	339	
2	191	} 696
3	166	
4	164	} 294
5	130	
6	82	} 134
7	52	
*	1785	



RWS, IJsselmeergebied, afd. WSM.

2390 (2454) punten verwerkt
celgrootte 10 x 10 m.
searchradius 150 m.
interpolatiemacht 2

compositie tt10210150
gebiednummer 17

(c) NB

Bijlage 3

Verlichtingsonderzoek LBP|SIGHT rondom de Gaasterland

**Grootschalige zandwinning en
natuurbouw Markermeer**
Lichtmetingen rondom de diepzuiger Gaasterland

Opdrachtgever
Mineralis b.v.
Contactpersoon
de heer J. van der Walle
Kenmerk
R085745ad.00001.st
Versie
02_001
Datum
22 maart 2013
Auteur
S.G. (Sierd) Tilma BBE
drs. P.D. (Peter) Thoenes

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Richtlijnen	4
3	Uitgangspunten en werkwijze	5
	3.1 De Gaasterland	5
	3.2 Meetcondities	5
	3.3 Metingen	6
4	Resultaten	9

Bijlagen

Bijlage I	Tekening van diepzuiger de Gaasterland
Bijlage II	Meetresultaten per meetpunt
Bijlage III	Uitgangspunten spiegeling meetpunten ten behoeve van contourlijnen
Bijlage IV	Contourlijnen verlichtingssterkte

1 Inleiding

Er wordt overwogen om de diepzuiger Gaasterland in te zetten in Natura 2000 gebieden in de periode na zonsondergang en voor zonsopgang. Hierbij kan door de aanwezige verlichting op deze diepzuiger mogelijk verstoring plaatsvinden van beschermde natuurwaarden, met name foeragerende watervogels. Hierover is op dit moment nog weinig bekend. Daarom zijn in opdracht van Mineralis BV, contactpersoon de heer J. van der Walle, verkennende metingen verricht van de verlichtingsniveaus rondom de Gaasterland. Het onderzoek heeft zich hierbij in eerste instantie beperkt tot het meten van de horizontale en verticale verlichtingssterkte.

In dit rapport zijn de uitgangspunten en resultaten van de uitgevoerde lichtmetingen opgenomen en kan als eerste verkenning worden gebruikt bij het uitvoeren van ecologische toetsen (zoals verstorings- en verslechteringstoetsen of passende beoordelingen) voor het aspect licht van het betreffende baggermateriaal op natuurwaarden.

2 Richtlijnen

Voor het beoordelen van lichthinder kunnen in het algemeen de volgende parameters van belang zijn:

- De *luminantie*.
Dit is de lichtstroom die vanuit een oppervlakte in een gegeven richting wordt uitgezonden (eenheid candela/m²) en is een maat voor de helderheid van een vlak. Bij luminantieverschillen tussen vlakken en de omgeving zal het oog zich meer moeten aanpassen (adaptatie). Grote luminantieverschillen kunnen tot verblinding leiden.
- De *lichtsterkte*.
De lichtsterkte (I) is de verhouding van de hoeveelheid lichtenergie, die wordt uitgestraald in een ruimtehoek in de richting van een waarnemer (eenheid candela (cd) = lumen/sterradiaal). De lichtsterkte geeft een maat voor de helderheid van (puntvormige) verlichtingsarmaturen.
- De *verlichtingssterkte*.
Dit is het quotiënt van de lichtstroom, dat een oppervlakte-element ontvangt en de oppervlakte van dat element (eenheid lux = 1 lumen/m²) en is een maat voor de hoeveelheid licht die op een vlak valt. Enkele voorbeelden:
 - een onbewolkte zomer middag: 100.000 lux
 - kantoorruimte met goede verlichting: 500 lux
 - volle maan bij heldere hemel: 0,1 lux

Er bestaan geen wettelijke eisen voor deze parameters. Tevens zijn vanuit de literatuur geen algemeen gehanteerde grenswaarden voor lichtniveaus in relatie tot mogelijke verstoring van dieren bekend.

Voor de verlichtingssterkte zou echter het niveau ten gevolge van volle maan bij heldere hemel als referentieniveau gehanteerd kunnen worden (0,1 lux). Aangenomen mag worden dat dit natuurlijke verlichtingsniveau voor dieren acceptabel is. Dit niveau is daarom als grenswaarde in dit rapport aangehouden.

3 Uitgangspunten en werkwijze

Om een eerste indruk te krijgen van de lichtsituatie rondom de Gaasterland zijn in eerste instantie alleen metingen uitgevoerd voor de *verlichtingssterkte*. Hiermee ontstaat reeds een goede indruk van de verlichting rondom de diepzuiger. Er is onderscheid gemaakt in de verlichtingssterkte op een horizontaal meetvlak en een vertikaal meetvlak¹.

3.1 De Gaasterland

De Gaasterland is een schip (zelfvarende en zelfladende diepzuiger) voor het winnen van zand uit de bodem. Het kan het gewonnen zand zelf opslaan in eigen ruim (zelfladend) maar ook direct via een spuitmond overladen in een transport schip. Het schip is 86 meter lang en 11 meter breed. De Gaasterland wordt momenteel ingezet in verschillende zandwinningprojecten op het IJsselmeer. In bijlage I is een tekening van de Gaasterland weergegeven.

Tijdens het zandwinningproces kan gebruik worden gemaakt van verschillende verlichting op het schip. Deze verlichting dient tot verschillende doeleinden, zoals:

- oriëntatie verlichting: voor het oriënteren en het vinden van de weg over het schip;
- werkverlichting: voor het goed kunnen uitvoeren van werkzaamheden op en rondom het schip.

Bijna alle verlichting is gericht op de eigen werkzaamheden op en rondom het schip (vooral bij de zuigmond). Alleen de verlichting bij de spuitmond voor het overladen van zand in een transportschip is verder buiten het schip gericht. Op de tekening in bijlage I is tevens de locatie van de verschillende verlichtingpunten aangegeven. Tijdens de meting is alle verlichting ingeschakeld die op enig moment van het werkproces gebruikt wordt. Dit kan als een maatgevende situatie worden beschouwd, omdat in veel gevallen niet alle verlichting tegelijkertijd ingeschakeld zal zijn.

3.2 Meetcondities

De metingen van de verlichtingssterkte rondom de Gaasterland zijn op dinsdag 5 maart 2013 tussen 19:00 en 21:00 uitgevoerd. Hiertoe is de diepzuiger uitgevaren op het IJsselmeer op voldoende afstand van de kust, waarbij geen sprake was van significante invloed van verlichting van de omgeving (Urk) op de metingen. De locatie van het schip tijdens de metingen is aangegeven in figuur 3.1.

Tijdens de metingen was verder sprake van de volgende condities:

- zonsondergang om 18:25 uur met een schemertijd van ca. 30 minuten;
- maanopkomst 6 maart 03:40 uur;
- onbewolkte hemelkoepel;
- lichte wind vanaf de wal (oostenwind).

1 Hoewel naast de verlichtingssterkte geen andere lichtparameters zijn gemeten, heeft met name de lichtsterkte een relatie met de verlichtingssterkte; hoe lager de verlichtingssterkte op een meetpunt, hoe lager ook de lichtsterkte in de richting van dit meetpunt zal zijn.

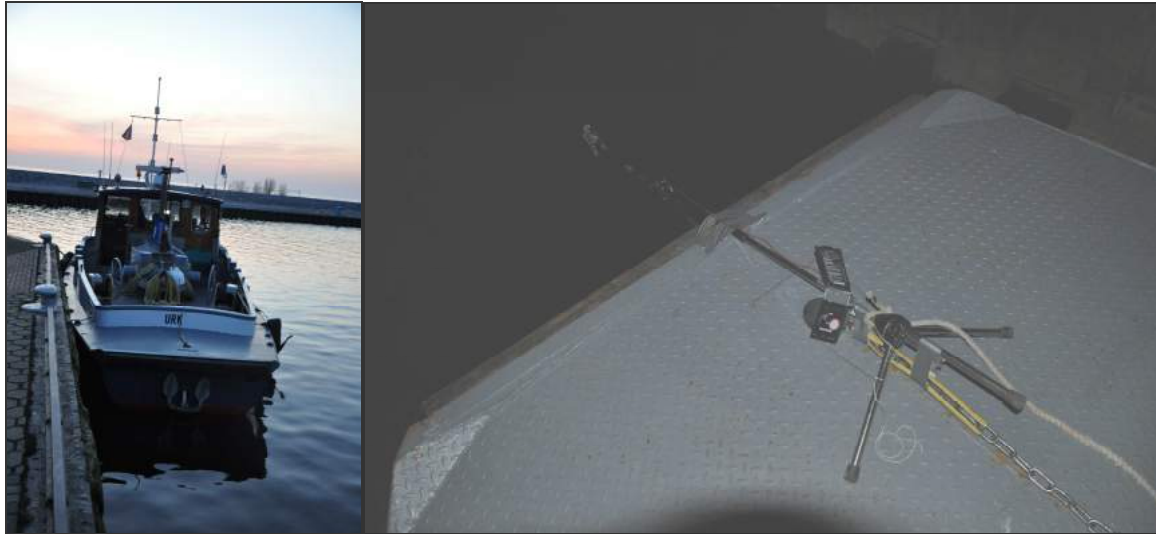
Het gemeten achtergrondniveau was niet meetbaar (0 lux), zodat correcties op de metingen niet van toepassing zijn. Doordat de wind vanuit het oosten kwam, was er weinig golfslag op het IJsselmeer.



Figuur 3.1
Situatie de Gaasterland ten tijde van de lichtmetingen

3.3 Metingen

De metingen van de verlichtingssterkte zijn uitgevoerd op een sleepboot, waarmee rond de Gaasterland is gevaren. Voor de meting is gebruikgemaakt van een HAGNER EC1x luxmeter die op een statief achter op de boot is aangebracht ca. 30 cm boven het water. Hiermee is zowel de horizontale als verticale verlichtingsterkte gemeten. Voor de verticale verlichtingsterkte is altijd gemeten met het meetpunt richting de Gaasterland. Dit is de hoogst mogelijke waarde en dus maatgevend. In figuur 3.2 is de sleepboot weergegeven met daarnaast de meetopstelling zoals die is gebruikt.

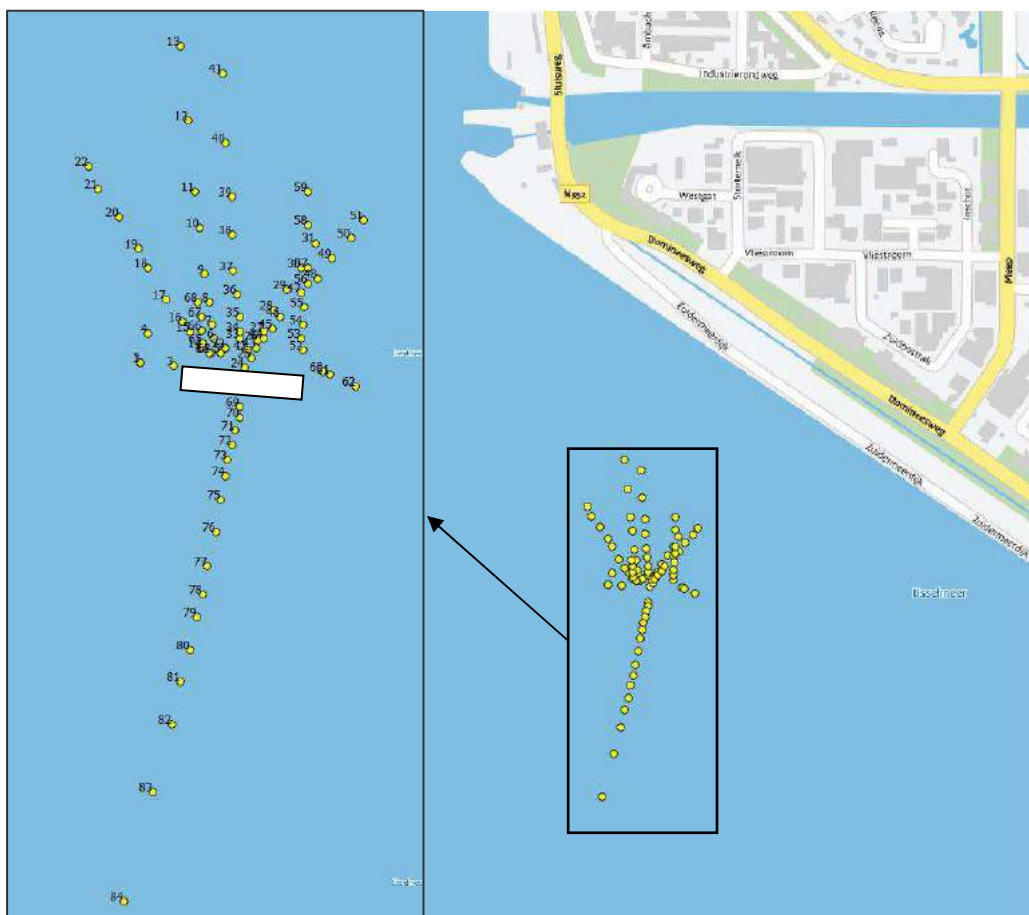


Figuur 3.2

Boot met meetopstelling aan de achterzijde. De luxmeter hangt aan een statief achter de boot

De metingen zijn uitgevoerd door op verschillende plaatsen bij de Gaasterland in een rechte lijn weg te varen. Op deze lijn is op verschillende posities de verlichtingssterkte gemeten en is steeds de meetlocatie bepaald op basis van GPS (aanwezig op de boot). In figuur 3.3 zijn de meetpunten aangegeven.

Aan de zijde van de diepzuiger met de meeste verlichting zijn de meeste meetpunten gesitueerd. Bij de spuitmond van het schip zijn extra metingen uitgevoerd om in kaart te brengen wat de afname van de verlichtingssterkte ter plaatse van deze schijnwerper is (meetpunten 69 t/m 84).



Figuur 3.3
Situatie met meetpunten

4 Resultaten

Resultaten per meetpunt

De resultaten van de metingen van de horizontale en verticale verlichtingssterkte zijn per meetpunt aangegeven in bijlage II. Uit deze resultaten blijkt duidelijk dat de meetwaarden afnemen naarmate de afstand tot de Gaasterland toeneemt.

Verlichtingscontouren

Voor een beter inzicht in de verlichtingssituatie zijn op basis van de gemeten waarden tevens contourlijnen van de verlichtingssterkte rondom de diepzuiger gemaakt. Voor deze inschatting van de contourlijnen is gebruikgemaakt van het programma Surfer versie 10.7.972. Hierbij zijn conservatief de meetwaarden aan de zuigmondzijde gespiegeld naar de spuitmondzijde. In bijlage III is hiervoor een nadere toelichting gegeven.

De contourlijnen van zowel de horizontale als de verticale verlichtingssterkte zijn aangegeven in bijlage IV. De buitenste lijn is de contourlijn van 0 lux, en elke zwarte lijn in de richting van de boot is een verhoging van 0,5 lux. De gekleurde lijn (blauw bij horizontale meting, magenta bij de verticale meting) zijn de contourlijnen die overeenkomen met 0,1 lux. Dit komt overeen met het niveau bij volle maan en wordt als referentieniveau voor de verlichtingssterkte beschouwd.

Op basis van deze contouren kan worden bepaald welk gebied wordt beïnvloed door de verlichting op de Gaasterland met als grenswaarde de contour van het referentieniveau. Dit beïnvloedingsgebied bedraagt voor de horizontale verlichtingssterkte ca. 1,0 ha en voor de verticale verlichtingssterkte ca. 4,5 ha. Indien de verticale verlichtingssterkte als uitgangspunt wordt gebruikt in de beoordeling van de verlichting op de ecologische waarden in het gebied, wordt door het grotere beïnvloedingsgebied meer zekerheid in beperking van mogelijke hinder verkregen (worst case benadering).

LBP|SIGHT BV



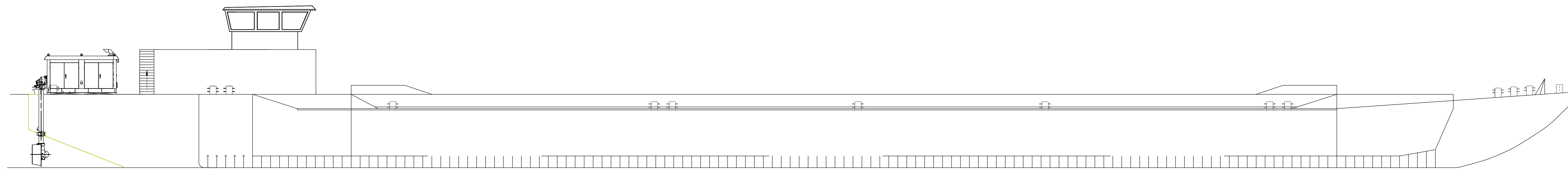
S.G. (Sierd) Tilma BBE



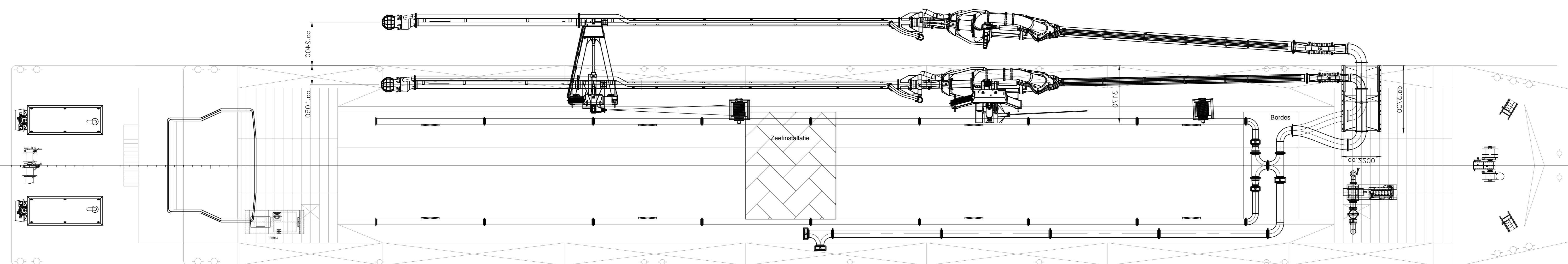
drs. P.D. (Peter) Thoenes

Bijlage I

Tekening van diepzuiger de Gaasterland



zuigmondzijde



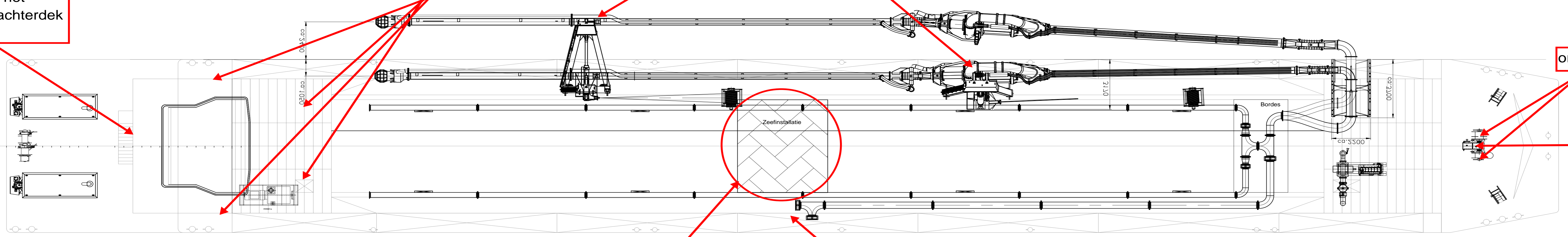
spuitmondzijde

schijnwerpers voor het verlichten van de zandzuigers naast het schip

Scale: 1 : 100

oriëntatie verlichting

schijnwerpers voor het verlichten van het achterdek als werkverlichting



oriëntatie verlichting

schijnwerpers gericht op het voordek van het schip als werkverlichting

werkverlichting

schijnwerpers gericht op de spuitmond voor het overladen van zand

PART NR.	QUANTITY	ART. NR.	DISCRPTION	MATERIAL
Project description: GAASTERLAND				
Drawing description: Deck lay-out				
Drawn by : LS	Proj. nr. : -	Scale : 1:100 / 25	Owner: Minerals	
Date : 14-10-2011	Draw. nr. : A080821.01-BA	EU. NR. : -	-	
Rev.nr. : -	For sheet : 1	Total weight : -	-	
Checked by : -	Sheet nr. : 1	Yard nr. : -	-	
Date : -	Paper size : A0		-	

Bijlage II

Meetresultaten per meetpunt

meetpunt	horizontaal / verticaal	Rijksdriehoek in meter		verlichtingssterkte [lux]
		x	y	
1	Verticaal	169724	518207	0.1
2	Horizontaal	169724	518207	0
3	Horizontaal	169745	518205	0
4	Verticaal	169729	518225	0
5	Verticaal	169774	518213	21.3
6	Verticaal	169770	518222	55
7	Verticaal	169769	518230	14.7
8	Verticaal	169767	518244	4.6
9	Verticaal	169764	518261	1.8
10	Verticaal	169761	518289	0.8
11	Verticaal	169758	518311	0.2
12	Verticaal	169754	518355	0.1
13	Verticaal	169749	518400	0
14	Horizontaal	169762	518216	43.6
15	Horizontaal	169755	518226	1.5
16	Horizontaal	169750	518232	0.2
17	Verticaal	169740	518246	1
18	Verticaal	169729	518265	0.5
19	Verticaal	169723	518277	0.3
20	Verticaal	169711	518296	0.2
21	Verticaal	169698	518313	0.1
22	Verticaal	169692	518327	0
23	Horizontaal	169777	518216	160.1
24	Horizontaal	169789	518204	5.2
25	Horizontaal	169793	518210	2.1
26	Horizontaal	169797	518221	0.7
27	Horizontaal	169801	518226	0.1
28	Verticaal	169807	518239	0.9
29	Verticaal	169815	518252	0.4
30	Verticaal	169824	518265	0.2
31	Verticaal	169833	518280	0
32	Horizontaal	169777	518216	4.4
33	Horizontaal	169786	518222	1.7
34	Horizontaal	169786	518226	0.7
35	Horizontaal	169786	518235	0.3
36	Horizontaal	169784	518249	0.1

meetpunt	horizontaal / verticaal	Rijksdriehoek in meter		verlichtingssterkte [lux]
		x	y	
37	Horizontaal	169782	518263	0
38	Verticaal	169781	518285	0.5
39	Verticaal	169781	518308	0.3
40	Verticaal	169777	518341	0.1
41	Verticaal	169775	518383	0
42	Horizontaal	169791	518215	19.4
43	Horizontaal	169796	518216	10
44	Horizontaal	169801	518222	2.1
45	Horizontaal	169806	518228	0.7
46	Horizontaal	169811	518235	0.1
47	Verticaal	169824	518250	0.6
48	Verticaal	169834	518258	0.4
49	Verticaal	169843	518271	0.2
50	Verticaal	169855	518283	0.1
51	Verticaal	169863	518294	0
52	Horizontaal	169825	518215	9.3
53	Horizontaal	169824	518222	1.9
54	Horizontaal	169825	518230	0.3
55	Horizontaal	169826	518241	0
56	Verticaal	169828	518255	0.7
57	Verticaal	169828	518265	0.3
58	Verticaal	169828	518291	0.2
59	Verticaal	169828	518311	0
60	Horizontaal	169838	518202	0
61	Horizontaal	169842	518200	0.1
62	Verticaal	169858	518193	0
63	Horizontaal	169768	518213	61.5
64	Horizontaal	169767	518213	19.3
65	Horizontaal	169763	518219	3.5
66	Horizontaal	169762	518227	0.6
67	Horizontaal	169762	518235	0.3
68	Horizontaal	169760	518244	0
69	Horizontaal	169786	518180	141.3
70	Horizontaal	169786	518174	53
71	Horizontaal	169783	518166	14
72	Horizontaal	169781	518157	3

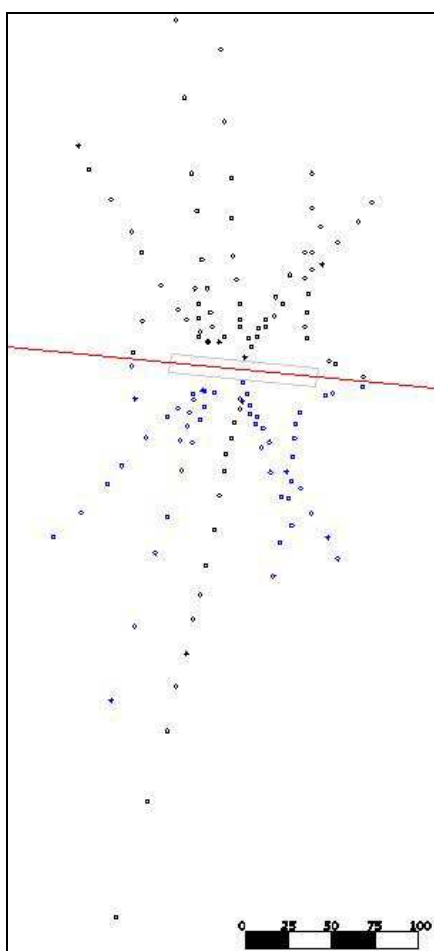
meetpunt	horizontaal / verticaal	Rijksdriehoek in meter		verlichtingssterkte [lux]
		x	y	
73	Horizontaal	169778	518148	1.1
74	Horizontaal	169777	518138	0.4
75	Horizontaal	169774	518124	0.2
76	Horizontaal	169771	518104	0.1
77	Verticaal	169766	518083	1.4
78	Verticaal	169763	518066	0.9
79	Verticaal	169759	518052	0.7
80	Verticaal	169755	518032	0.4
81	Verticaal	169749	518013	0.2
82	Verticaal	169744	517987	0.15
83	Verticaal	169732	517946	0.1
84	Verticaal	169714	517879	0

Bijlage III

Uitgangspunten spiegeling meetpunten ten behoeve van contourlijnen

Om op basis van deze meetwaarden te komen tot een verlichtingscontour rondom het schip, zijn de meetwaarden aan de zuigmondzijde [1] gespiegeld naar de spuitmondzijde [2]. Hierbij zijn alleen de meetpunten die nagenoeg in dezelfde meetlijn liggen als de meetpunten van de spuitmond (meetpunten 32 t/m 41) niet meegenomen in de spiegeling. De meetpunten 69 t/m 84 aan zijde [2] zijn immers maatgevend. Omdat de verlichtingssterkte op de meetpunten aan zijde [1] hoger zal zijn dan aan zijde [2], zal door het spiegelen van de meetwaarden een conservatieve (grotere) contour ontstaan dan zich in werkelijkheid zal voordoen. Tevens zal bij gebruik van de spuitmond altijd een binnenvaartschip aanwezig zijn aan zijde [2] dat op dat moment wordt beladen met zand. Dit schip zal een grootste deel van de verlichting afschermen, waardoor de verlichtingssterkte aan zijde [2] in werkelijkheid nog lager kan zijn.

In figuur III.1 zijn de gespiegelde punten en de spiegellijn aangegeven. Tevens is de positie van de Gaasterland schematisch in de figuur opgenomen.

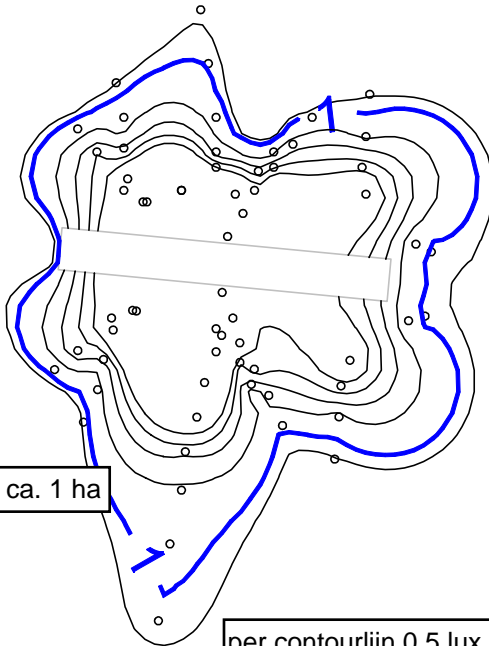


Figuur III.1

Meetpunten voor het maken van contouren van de verlichtingssterkte (zowel horizontale als verticale meetpunten). De blauwe meetpunten zijn gespiegeld ten opzichte van de aangegeven spiegellijn (rood) op de Gaasterland.

Bijlage IV

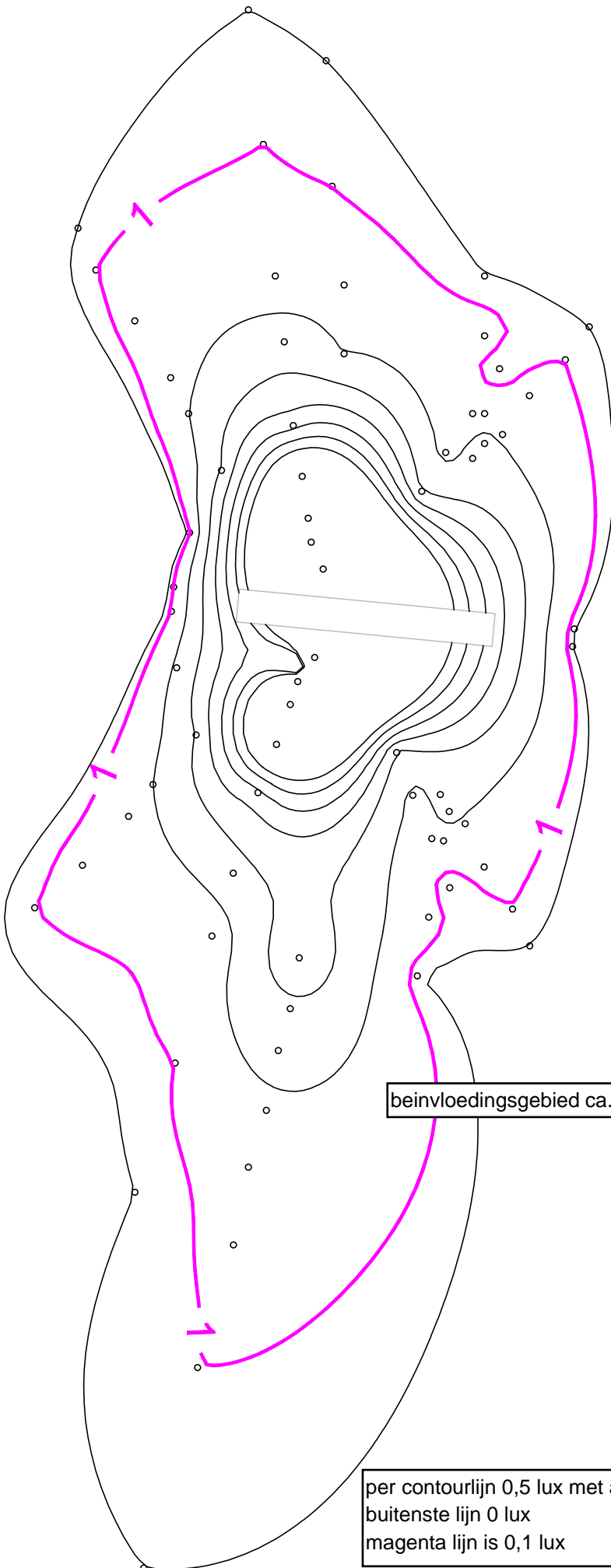
Contourlijnen verlichtingssterkte



beïnvloedingsgebied ca. 1 ha

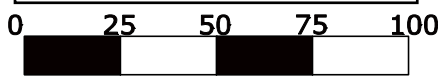
per contourlijn 0,5 lux met als
buitenste lijn 0 lux
blauwe lijn is 0,1 lux (maanlicht)





beïnvloedingsgebied ca. 4,5 ha

per contourlijn 0,5 lux met als
buitenste lijn 0 lux
magenta lijn is 0,1 lux



Bijlage 4

Trend van broedvogels en watervogels van het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer (bron: www.sovon.nl)

Natura 2000 gebied Markermeer & IJmeer (73)

winter- en trekvogels

Soort	Doel-soort	Functie	Aantal in	Aantal					Start trend	Trend sinds start	Trend sinds 03/04
				08/09	09/10	10/11	11/12	12/13			
Aalscholver	x	f	seiz. gem.	3581	2693	4796	3301	3251	1980	+	?
Aalscholver	x	s	seiz. max.	-	-	-	-	250			
Brandgans	x	f	seiz. gem.	917	527	815	1377	2608	1995	++	++
Brandgans	x	s	seiz. max.	-	-	5000	12000	20000			
Brilduiker	x	f	seiz. gem.	142	43	75	48	117	1980	--	--
Dwergmeeuw	x	f	seiz. gem.	-	-	-	-	-			
Fuut	x	f	seiz. gem.	128	178	182	222	143	1980	-	-
Grauwe Gans	x	f	seiz. gem.	1022	878	1384	1191	1394	1994	++	++
Grauwe Gans	x	s	seiz. max.	-	-	-	480	450			
Grote Zaagbek	x	f	seiz. gem.	37	48	51	53	76	1980	-	?
Grutto		f	seiz. gem.	28	72	146	40	62	1995	++	++
Kleine Zwaan		f	seiz. gem.	8	24	8	17	20	1988	?	++
Knobbelzwaan		f	seiz. gem.	400	408	376	425	505	1980	0	+
Kokmeeuw		f	seiz. gem.	2513	2046	2795	2390	1422	1980	0	?
Kolgans		f	seiz. gem.	313	92	617	893	390	1980	++	?
Krakeend	x	f	seiz. gem.	166	219	246	234	246	1995	++	++
Krooneend	x	f	seiz. gem.	0	3	1	13	32	1995	++	++
Kuifeend	x	f	seiz. gem.	13692	14722	13507	16203	21242	1980	-	0
Lepelaar	x	f	seiz. gem.	7	7	8	8	7	1995	++	++
Meerkoet	x	f	seiz. gem.	5460	4792	8826	8407	8638	1980	+	+
Nonnetje	x	f	seiz. gem.	38	84	204	26	124	1980	-	?
Slobeend	x	f	seiz. gem.	22	47	43	44	37	1995	++	?
Smient	x	s	seiz. gem.	14123	1509	5009	5830	10611	1980	+	?
Stormmeeuw		f	seiz. gem.	164	168	272	670	195	1980	+	?
Tafeleend	x	f	seiz. gem.	8338	5235	2667	7733	8492	1980	0	?
Topper	x	f	seiz. gem.	0	8	65	216	195	1980	-	?
Zwarte Stern	x	s	seiz. max.	0	0	0	0	0	2000	--	--

broedvogels

Soort	Doel-soort	Functie	Aantal in	Aantal					Start trend	Trend sinds start	Trend sinds 2004
				2009	2010	2011	2012	2013			
Aalscholver	x	b	paren	605	572	484	393	-	2005	-	
Visdief	x	b	paren	349	147	364	184	189	1990	-	-

© Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS)

Bijlage 5

Resultaten stikstofberekeningen met de Aerius calculator LBP|SIGHT

AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat resultaten van een stikstofdepositieberekening met AERIUS Calculator. U kunt dit document onder meer gebruiken voor een onderbouwing van een vergunningaanvraag in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998.

De resultaten geven stikstofeffecten van dit project weer voor haar omgeving. Tot de omgeving behoren zowel Natura 2000-gebieden als beschermde natuurmonumenten. Enkel voor de Natura 2000-gebieden maakt de Calculator inzichtelijk welke habitattypen er voorkomen en of de zogenoemde kritische depositiewaarde (KDW) wordt overschreden. Mogelijke ontwikkelingsruimte maakt de huidige versie van de Calculator nog niet zichtbaar.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en stikstofoxide (NO_x), of één van beide. Hiermee is de depositie van het project berekend en uitgewerkt in zowel maximale als gemiddelde depositie per hectare. De deposities zijn berekend tot een afstand van 25,0 km vanaf de bron.

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in de Calculator.

Berekening Basisalternatief West

- ▶ Kenmerken
- ▶ Emissie
- ▶ Depositie



Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl.

AERIUS CALCULATOR



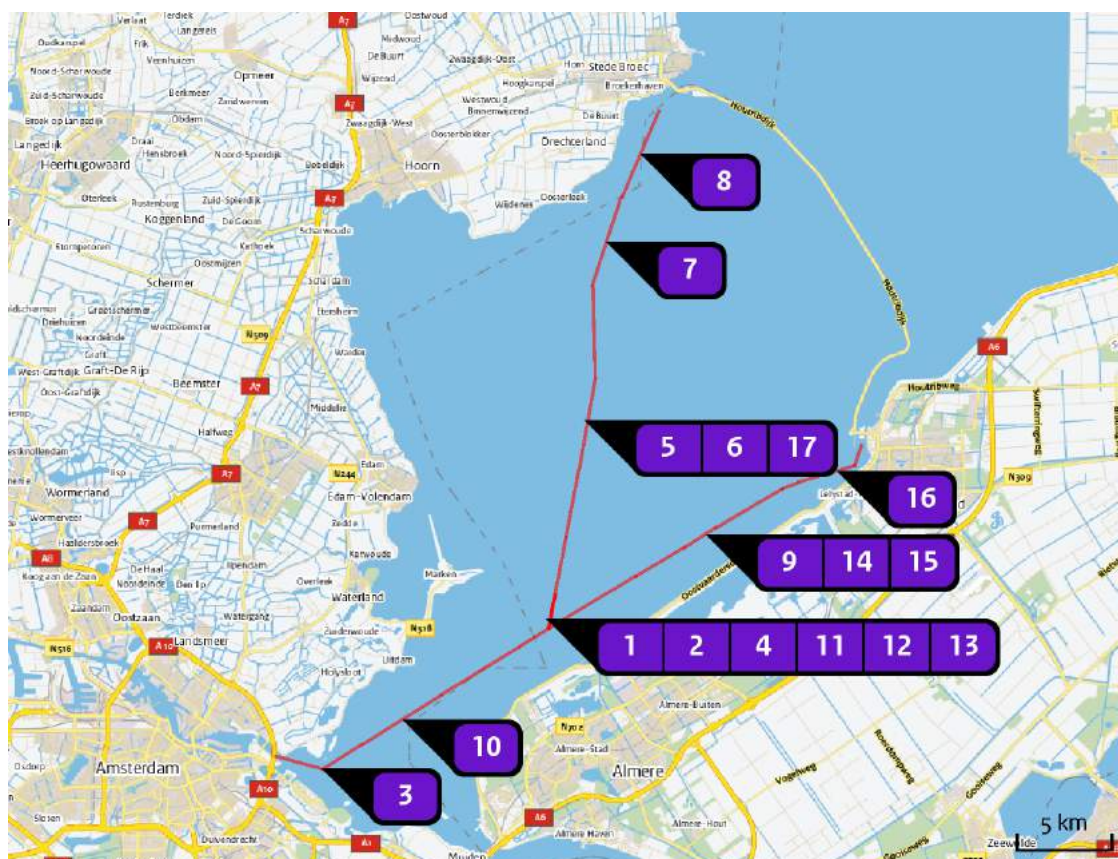
Project
Rechtspersoon **dr. H.A.E. Simons**
Projectnaam **MER Markerzand**
Omschrijving locatie **IJsselmeer**
Datum berekening **29 april 2014, 14:18**
Rekenjaar **2015**
AERIUS-kenmerk **ryxmezz6ff**

Totale emissie

NOx **56 ton/j**

NH3 **-**

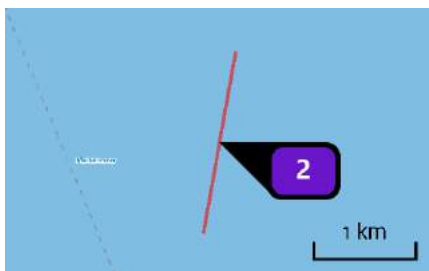
Locatie



Emissie
(per bron)



Naam Werktuigen 2014
 Locatie (X,Y) 141585, 495003
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 28,5 ton/j



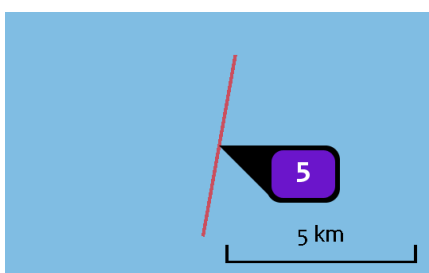
Naam Schepen bovengrond
 Locatie (X,Y) 141599, 495013
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 193,0 kg/j



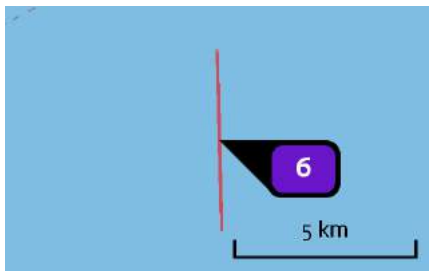
Naam Zandschip A'dam 1
 Locatie (X,Y) 129396, 486713
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 2
 Locatie (X,Y) 141870, 496528
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 3
 Locatie (X,Y) 143469, 504942
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



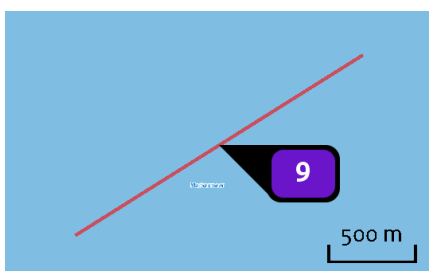
Naam Zandschip Enkhuizen 4
 Locatie (X,Y) 143832, 509767
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



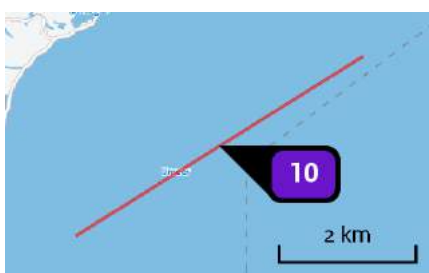
Naam Zandschip Enkhuizen 5
 Locatie (X,Y) 144477, 514564
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 6
 Locatie (X,Y) 146278, 519228
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



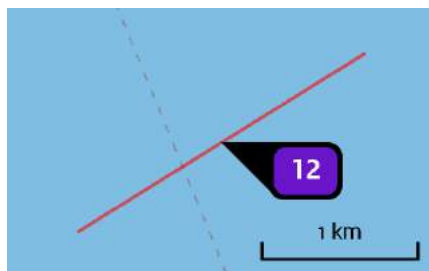
Naam Zandschip Lelystad 5
 Locatie (X,Y) 149476, 498934
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 127,0 kg/j



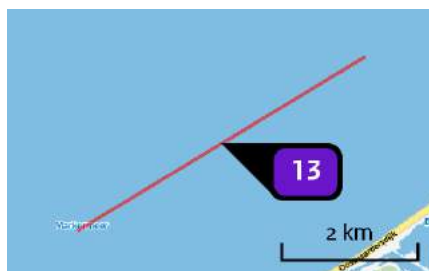
Naam Zandschip A'dam 2
 Locatie (X,Y) 133651, 489287
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



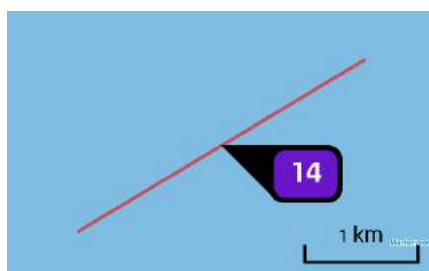
Naam Zandschip A'dam 3
 Locatie (X,Y) 137830, 491908
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip A'dam 4
 Locatie (X,Y) 140869, 493763
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip A'dam 5
 Locatie (X,Y) 143932, 495644
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



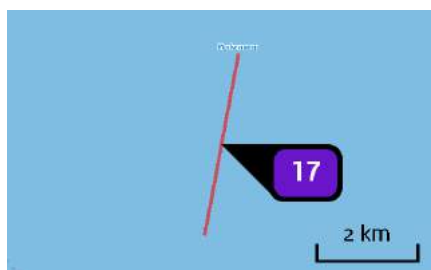
Naam Zandschip A'dam 6
 Locatie (X,Y) 147340, 497644
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 2.273,0 kg/j



Naam Zandschip Lelystad 3
 Locatie (X,Y) 152434, 500714
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



Naam Zandschip Lelystad 4
Locatie (X,Y) 156679, 502455
Uitstoothoogte 5,0 m
Warmteinhoud 0,1 mW
Temporele variatie Standaard profiel industrie
NOx 253,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 2
Locatie (X,Y) 142650, 500682
Uitstoothoogte 5,0 m
Warmteinhoud 0,1 mW
Temporele variatie Standaard profiel industrie
NOx 126,5 kg/j

Toelichting Basisvariant

Depositie
natuurgebied

Natuurgebied	Beschermingsregime	Achtergronddepositie (mol/ha/j)	Hoogste projectbijdrage (mol/ha/j)	Overschrijding KDW
Botshol	Habitatrichtlijn	1.650,0	< 0,1	●
Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	Vogelrichtlijn	1.943,0	0,2	○
Eilandspolder	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	1.703,0	< 0,1	●
IJsselmeer	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	1.943,0	0,1	○
IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.508,0	0,1	●
Kennemerland-Zuid	Habitatrichtlijn	2.122,0	< 0,1	●
Ketelmeer & Vossemeer	Vogelrichtlijn	1.351,0	< 0,1	○
Lepelaarplassen	Vogelrichtlijn	1.450,0	0,5	○
Markermeer & IJmeer	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.365,0	1,1	○
Naardermeer	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.374,0	0,2	●
Oostelijke Vechtplassen	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.957,0	0,1	●
Oostvaardersplassen	Vogelrichtlijn	1.747,0	0,5	○
Polder Westzaan	Habitatrichtlijn	2.380,0	< 0,1	●
Polder Zeevang	Vogelrichtlijn	1.913,0	0,1	○
Veluwe	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.585,0	0,1	●
Veluwerandmeren	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.823,0	< 0,1	○
Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.256,0	< 0,1	●

Maximale rekenafstand
25,0km

Ondergrens
-

Rekenjaar
2015

 Beoordelingsgrens
25,0km



Depositie projectbijdrage
(mol/ha/j)

 Hoogste projectbijdrage per natuurgebied

 Hoogste totale depositie per natuurgebied bij overschrijding van KDW

 Hoogste procentuele overschrijding per natuurgebied

Depositie
habitattype

Botshol

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H31401 v	Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	23,7	1,2	< 0,1	< 0,1
H6430 A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	7,4	0,5	< 0,1	< 0,1
H6510 A	Glanshaver- en vossenstaartheuilen (glanshaver)	1.429	1,7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	36,3	2,1	< 0,1	< 0,1
H7210	Galigaanmoerassen	1.571	1,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H91Do	Hoogveenbossen	1.786	11,5	0,7	< 0,1	< 0,1
H9999: 83	Habitat onzeker/onbekend - Botshol	571	8,7	0,5	< 0,1	< 0,1
Habitats zonder overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3150b az	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - buiten afgesloten zeearmen	2.143	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Eemmeer & Gooimeer Zuidoever

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Eilandspolder

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H9999: 89	Habitat onzeker/onbekend - Eilandspolder	714	790,4	40,7	< 0,1	< 0,1

IJsselmeer

De KDW van de aangewezen habitats in dit natuurgebied wordt niet overschreden als gevolg van dit project.

Habitats zonder overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3150a Z Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - in afgesloten zeearmen	2.400	2,1	0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 A Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	2,5	0,1	< 0,1	< 0,1

Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140l v Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	7,5	0,5	< 0,1	< 0,1
H4010 B Vochtige heiden (laagveengebied)	786	1,4	0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 B Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	17,0	1,1	< 0,1	< 0,1
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	53,5	4,4	0,1	< 0,1

Kennemerland-Zuid

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	1.071	6,4	0,3	< 0,1	< 0,1
H2160 Duindoornstruwelen	2.000	4,0	0,2	< 0,1	< 0,1
H2180 Abe Duinbossen (droog) - berken-eikenbos	1.071	60,4	3,4	< 0,1	< 0,1
H2180 B Duinbossen (vochtig)	2.214	25,3	1,3	< 0,1	< 0,1
H2180C Duinbossen (binnenduintrand)	1.786	43,2	2,6	< 0,1	< 0,1
H2190 Aom Vochtige duinvalleien (open water) - oligo- tot mesotrofe vormen	1.000	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Ketelmeer & Vossemeer

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Lepelaarplassen

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Markermeer & IJmeer

De KDW van de aangewezen habitats in dit natuurgebied wordt niet overschreden als gevolg van dit project.

Habitats zonder overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140a z Kranswierwateren - in afgesloten zeearmen	2.400	1.042,4	136,0	0,3	0,1
H3150a z Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - in afgesloten zeearmen	2.400	1.049,3	101,1	0,4	< 0,1
H6430 A Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	1,1	0,1	0,2	0,1

Naardermeer

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3130 Zwakgebufferde vennen	571	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H3140l v Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	171,9	12,0	0,1	< 0,1
H3150b az Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - buiten afgesloten zeearmen	2.143	113,8	8,4	0,1	< 0,1
H4010 B Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,3	< 0,1	0,1	0,1
H6410 Blauwgraslanden	1.071	2,3	0,2	< 0,1	< 0,1
H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	1.214	2,0	0,2	0,1	< 0,1
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	27,9	2,8	0,1	0,1
H91Do Hoogveenbossen	1.786	87,3	10,3	0,1	0,1

Oostelijke Vechtplassen

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140l v	Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	167,1	9,0	0,1	< 0,1
H3150b az	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - buiten afgesloten zeearmen	2.143	269,1	15,4	0,1	< 0,1
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	1,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6410	Blauwgraslanden	1.071	0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	2,4	0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	4,0	0,2	< 0,1	< 0,1
H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	1.214	18,9	1,0	< 0,1	< 0,1
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	18,6	1,0	< 0,1	< 0,1
H7210	Galigaanmoerassen	1.571	4,4	0,3	< 0,1	< 0,1
H91Do	Hoogveenbossen	1.786	17,7	1,2	0,1	< 0,1
H9999: 95	Habitat onzeker/onbekend - Oostelijke Vechtplassen	714	2.624,5	119,5	0,1	< 0,1

Oostvaardersplassen

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied



Polder Westzaan

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	26,1	1,4	< 0,1	< 0,1
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	16,9	0,9	< 0,1	< 0,1
H91Do	Hoogveenbossen	1.786	10,4	0,5	< 0,1	< 0,1
H9999: 91	Habitat onzeker/onbekend - Polder Westzaan	714	948,9	50,1	< 0,1	< 0,1

Polder Zeevang

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Veluwe

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H2310	Stuifzandheiden met struikhei	1.071	1,8	0,2	0,1	< 0,1
H2330	Zandverstuivingen	714	17,0	1,1	0,1	< 0,1
H4030	Droge heiden	1.071	0,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Veluwerandmeren

De KDW van de aangewezen habitats in dit natuurgebied wordt niet overschreden als gevolg van dit project.

Habitats zonder overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140a z	Kranswierwateren - in afgesloten zeearmen	2.400	2.927,7	146,8	< 0,1	< 0,1
H3150a z	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - in afgesloten zeearmen	2.400	493,8	25,4	< 0,1	< 0,1
H6430 A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	3,7	0,2	< 0,1	< 0,1



Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.571	49,0	2,5	< 0,1	< 0,1
H3140lv Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H4010B Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,9	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6430B Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	1,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	16,2	0,8	< 0,1	< 0,1
H9999:90 Habitat onzeker/onbekend - Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	714	1.702,9	92,2	< 0,1	< 0,1



Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden verleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in de Benelux. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS [versie BETA6_20140425_fb9a61678](#)

Database [versie BETA6_20140425_fb9a61678](#)

Meer informatie over de gebruikte data, zie www.aerius.nl/methodiek



AERIUS CALCULATOR

Dit document bevat resultaten van een stikstofdepositieberekening met AERIUS Calculator. U kunt dit document onder meer gebruiken voor een onderbouwing van een vergunningaanvraag in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998.

De resultaten geven stikstofeffecten van dit project weer voor haar omgeving. Tot de omgeving behoren zowel Natura 2000-gebieden als beschermde natuurmonumenten. Enkel voor de Natura 2000-gebieden maakt de Calculator inzichtelijk welke habitattypen er voorkomen en of de zogenoemde kritische depositiewaarde (KDW) wordt overschreden. Mogelijke ontwikkelingsruimte maakt de huidige versie van de Calculator nog niet zichtbaar.

De berekening op basis van stikstofemissies gaat uit van de componenten ammoniak (NH_3) en stikstofdioxide (NO_x), of één van beide. Hiermee is de depositie van het project berekend en uitgewerkt in zowel maximale als gemiddelde depositie per hectare. De deposities zijn berekend tot een afstand van 25,0 km vanaf de bron.

Wilt u verder rekenen of gegevens wijzigen? Importeer de pdf dan in de Calculator.

Berekening Natuurbouwalternatief West

- ▶ Kenmerken
- ▶ Emissie
- ▶ Depositie



Verdere toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl.

AERIUS CALCULATOR



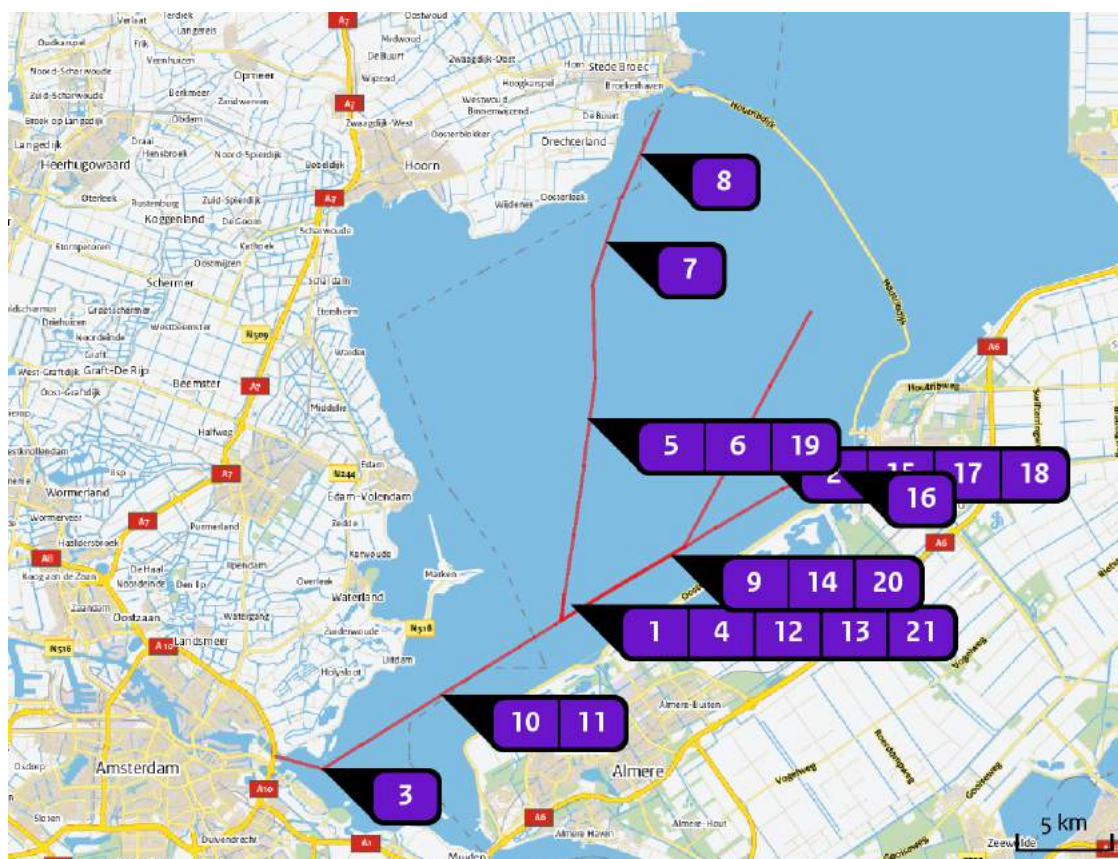
Project
Rechtspersoon **dr. H.A.E. Simons**
Projectnaam **MER Markerzand**
Omschrijving locatie **IJsselmeer**
Datum berekening **30 april 2014, 20:00**
Rekenjaar **2015**
AERIUS-kenmerk **touqxuhoji**

Totale emissie

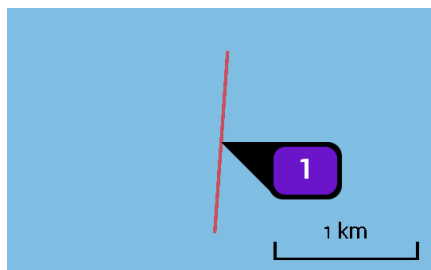
NOx **67 ton/j**

NH3 **-**

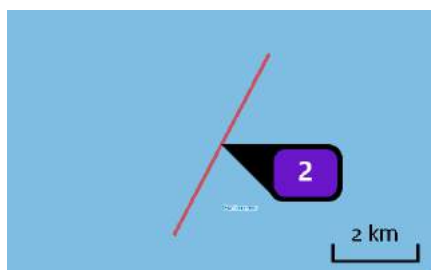
Locatie



Emissie
(per bron)



Naam Werktuigen 2014
 Locatie (X,Y) 142149, 495245
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 28,5 ton/j



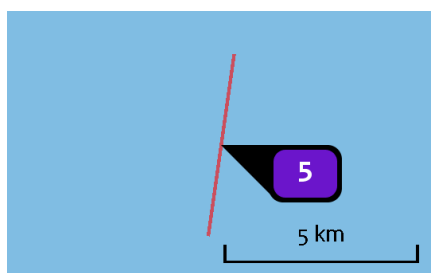
Naam Schepen bovengrond Markerwadden 1
 Locatie (X,Y) 152027, 504856
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 2.500,0 kg/j



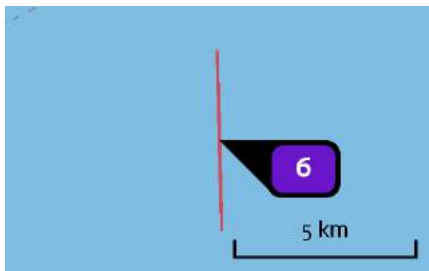
Naam Zandschip A'dam 1
 Locatie (X,Y) 129396, 486713
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 2
 Locatie (X,Y) 142394, 496784
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 3
 Locatie (X,Y) 143577, 504996
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



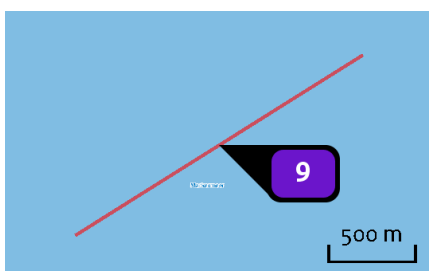
Naam Zandschip Enkhuizen 4
 Locatie (X,Y) 143832, 509767
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



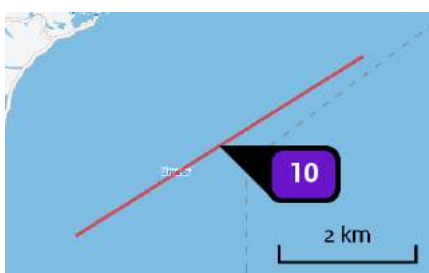
Naam Zandschip Enkhuizen 5
 Locatie (X,Y) 144477, 514564
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



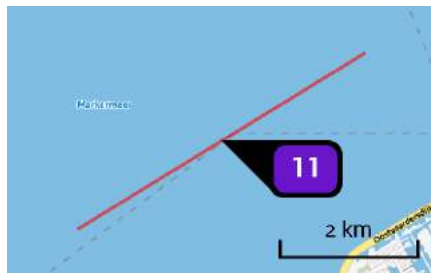
Naam Zandschip Enkhuizen 6
 Locatie (X,Y) 146278, 519228
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



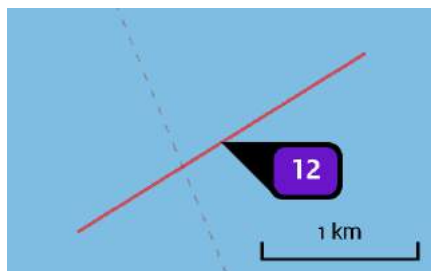
Naam Zandschip Lelystad 5
 Locatie (X,Y) 149476, 498934
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 127,0 kg/j



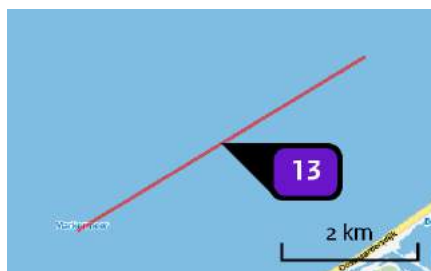
Naam Zandschip A'dam 2
 Locatie (X,Y) 133651, 489287
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



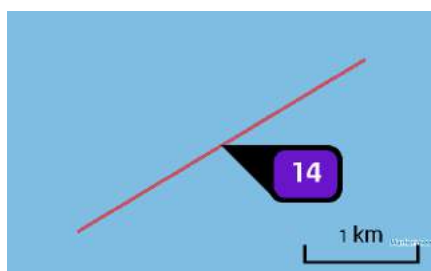
Naam Zandschip A'dam 3
 Locatie (X,Y) 137830, 491908
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip A'dam 4
 Locatie (X,Y) 140869, 493763
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip A'dam 5
 Locatie (X,Y) 143932, 495644
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 4.545,0 kg/j



Naam Zandschip A'dam 6
 Locatie (X,Y) 147340, 497644
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 2.273,0 kg/j



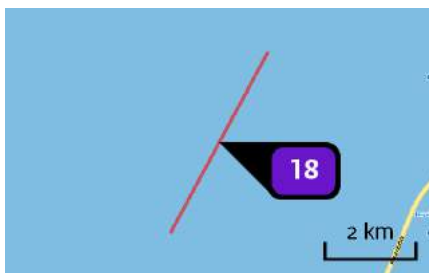
Naam Zandschip Lelystad 3
 Locatie (X,Y) 152434, 500714
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mW
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



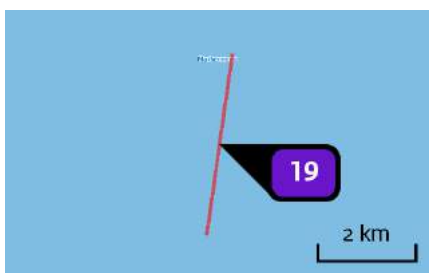
Naam Zandschip Lelystad 4
 Locatie (X,Y) 156679, 502455
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 253,0 kg/j



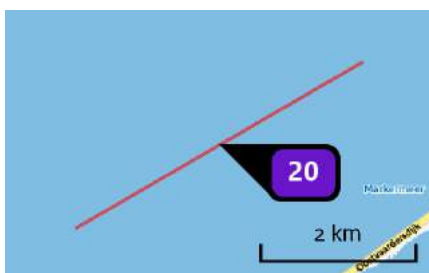
Naam Schepen bovengrond Markerwadden 2
 Locatie (X,Y) 149756, 500569
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 2.500,0 kg/j



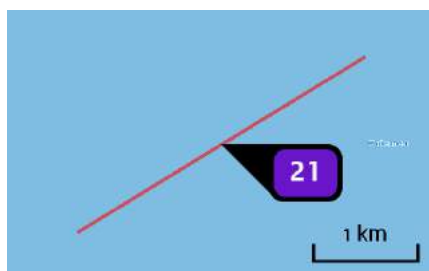
Naam Schepen bovengrond Markerwadden 3
 Locatie (X,Y) 154218, 508915
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 2.500,0 kg/j



Naam Zandschip Enkhuizen 2
 Locatie (X,Y) 143026, 500870
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 0,1 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 126,5 kg/j



Naam Schepen bovengrond Markerwadden 2
 Locatie (X,Y) 146773, 497370
 Uitstoothoogte 5,0 m
 Warmteinhoud 1,0 mw
 Temporele variatie Standaard profiel industrie
 NOx 2.500,0 kg/j



Naam	Schepen bovengrond Markerwadden 2
Locatie (X,Y)	143560, 495475
Uitstoothoogte	5,0 m
Warmteinhoud	1,0 MW
Temporele variatie	Standaard profiel industrie
NOx	1.250,0 kg/j

Toelichting Natuurbouwvariant Westelijk route

Depositie
natuurgebied

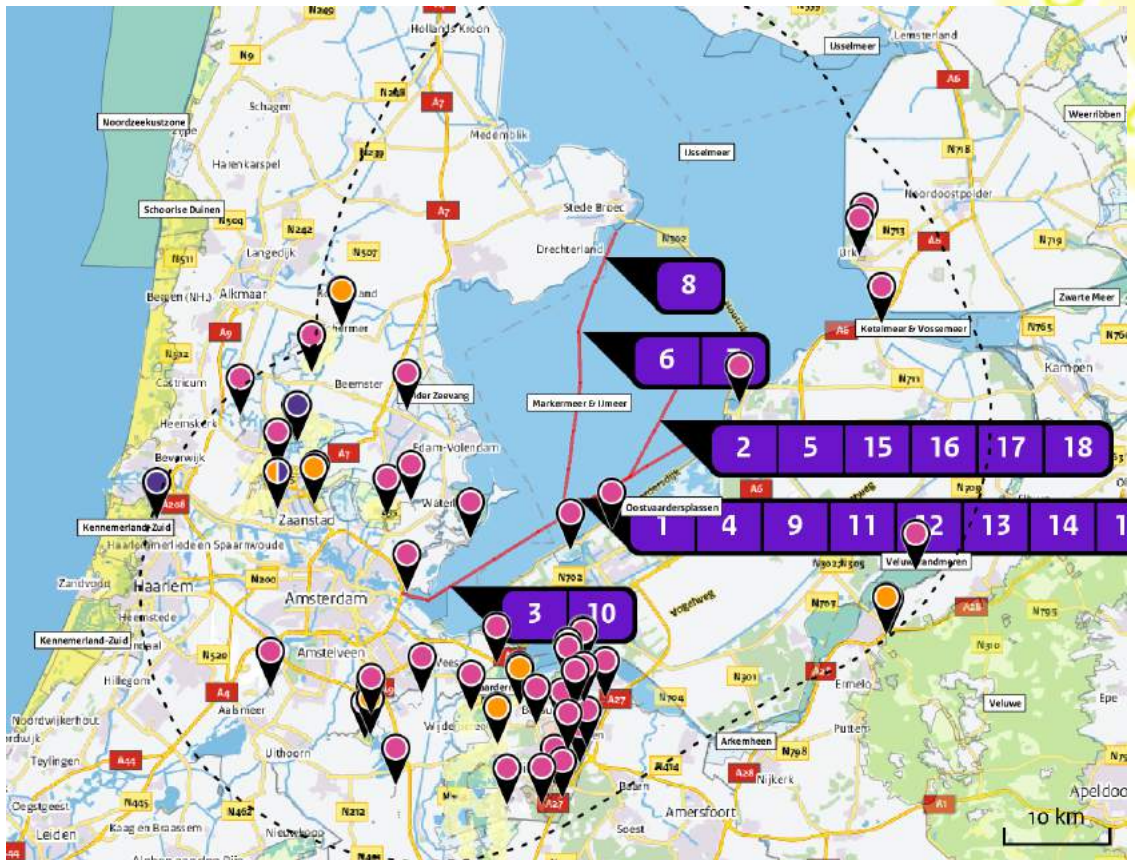
Natuurgebied	Beschermingsregime	Achtergronddepositie (mol/ha/j)	Hoogste projectbijdrage (mol/ha/j)	Overschrijding KDW
Botshol	Habitatrichtlijn	1.650,0	< 0,1	●
Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	Vogelrichtlijn	1.943,0	0,2	○
Eilandspolder	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	1.703,0	< 0,1	●
IJsselmeer	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	1.943,0	0,2	○
IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.508,0	0,1	●
Kennemerland-Zuid	Habitatrichtlijn	1.741,0	< 0,1	●
Ketelmeer & Vossemeer	Vogelrichtlijn	1.351,0	0,1	○
Lepelaarplassen	Vogelrichtlijn	1.450,0	0,5	○
Markermeer & IJmeer	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.365,0	1,1	○
Naardermeer	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.374,0	0,2	●
Oostelijke Vechtplassen	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.957,0	0,1	●
Oostvaardersplassen	Vogelrichtlijn	1.747,0	0,5	○
Polder Westzaan	Habitatrichtlijn	2.380,0	< 0,1	●
Polder Zeevang	Vogelrichtlijn	1.913,0	0,1	○
Veluwe	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.585,0	0,1	●
Veluwerandmeren	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.823,0	< 0,1	○
Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	Habitatrichtlijn/Vogelrichtlijn	2.256,0	< 0,1	●

Maximale rekenafstand
25,0km

Ondergrens
-

Rekenjaar
2015

 Beoordelingsgrens
25,0km



Depositie projectbijdrage
(mol/ha/j)

 Hoogste projectbijdrage per natuurgebied

 Hoogste totale depositie per natuurgebied bij overschrijding van KDW

 Hoogste procentuele overschrijding per natuurgebied

Depositie
habitattype

Botshol

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H31401 v	Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	23,7	1,4	< 0,1	< 0,1
H6430 A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	7,4	0,5	< 0,1	< 0,1
H6510 A	Glanshaver- en vossenstaartheilanden (glanshaver)	1.429	1,7	0,1	< 0,1	< 0,1
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	36,3	2,4	< 0,1	< 0,1
H7210	Galigaanmoerassen	1.571	1,8	0,1	< 0,1	< 0,1
H91Do	Hoogveenbossen	1.786	11,5	0,8	< 0,1	< 0,1
H9999: 83	Habitat onzeker/onbekend - Botshol	571	8,7	0,5	< 0,1	< 0,1
Habitats zonder overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3150b az	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - buiten afgesloten zeearmen	2.143	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Eemmeer & Gooimeer Zuidoever

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Eilandspolder

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H9999: 89	Habitat onzeker/onbekend - Eilandspolder	714	790,4	46,8	< 0,1	< 0,1

IJsselmeer

De KDW van de aangewezen habitats in dit natuurgebied wordt niet overschreden als gevolg van dit project.

Habitats zonder overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140a z Kranswierwateren - in afgesloten zearmen	2.400	23,3	1,2	< 0,1	< 0,1
H3150a z Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - in afgesloten zearmen	2.400	2,8	0,2	< 0,1	< 0,1
H6430 A Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	2,5	0,1	< 0,1	< 0,1

IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140l v Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	7,5	0,6	< 0,1	< 0,1
H4010 B Vochtige heiden (laagveengebied)	786	1,4	0,1	0,1	< 0,1
H6430 B Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	17,0	1,2	0,1	< 0,1
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	53,5	4,8	0,1	< 0,1

Kennemerland-Zuid

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	1.071	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H2180 Abe Duinbossen (droog) - berken-eikenbos	1.071	1,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H2180 B Duinbossen (vochtig)	2.214	1,8	0,1	< 0,1	< 0,1
Habitats zonder overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H2160 Duindoornstruwelen	2.000	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Ketelmeer & Vossemeer

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Lepelaarplassen

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Markermeer & IJmeer

De KDW van de aangewezen habitats in dit natuurgebied wordt niet overschreden als gevolg van dit project.

Habitats zonder overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140a z Kranswierwateren - in afgesloten zeearmen	2.400	1.042,4	142,8	0,3	0,1
H3150a z Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - in afgesloten zeearmen	2.400	1.049,3	107,8	0,4	0,1
H6430 A Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	1,1	0,1	0,2	0,1

Naardermeer

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3130 Zwakgebufferde vennen	571	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H3140l v Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	171,9	13,1	0,1	< 0,1
H3150b az Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - buiten afgesloten zeearmen	2.143	113,8	9,1	0,1	< 0,1
H4010 B Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,3	< 0,1	0,1	0,1
H6410 Blauwgraslanden	1.071	2,3	0,2	0,1	< 0,1
H7140A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	1.214	2,0	0,2	0,1	< 0,1
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	27,9	3,1	0,1	0,1
H91Do Hoogveenbossen	1.786	87,3	11,2	0,2	0,1

Oostelijke Vechtplassen

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140l v	Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	167,1	9,9	0,1	< 0,1
H3150b az	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - buiten afgesloten zeearmen	2.143	269,1	17,1	0,1	< 0,1
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	1,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6410	Blauwgraslanden	1.071	0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	2,4	0,2	< 0,1	< 0,1
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	4,0	0,2	< 0,1	< 0,1
H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	1.214	18,9	1,1	< 0,1	< 0,1
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	18,6	1,1	< 0,1	< 0,1
H7210	Galigaanmoerassen	1.571	4,4	0,3	0,1	< 0,1
H91Do	Hoogveenbossen	1.786	17,7	1,3	0,1	< 0,1
H9999: 95	Habitat onzeker/onbekend - Oostelijke Vechtplassen	714	2.624,5	133,5	0,1	< 0,1

Oostvaardersplassen

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied



Polder Westzaan

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H4010 B	Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6430 B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	26,1	1,6	< 0,1	< 0,1
H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	16,9	1,0	< 0,1	< 0,1
H91Do	Hoogveenbossen	1.786	10,4	0,6	< 0,1	< 0,1
H9999: 91	Habitat onzeker/onbekend - Polder Westzaan	714	948,9	56,7	< 0,1	< 0,1

Polder Zeevang

Er zijn geen habitattypen in dit natuurgebied

Veluwe

Habitats met overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H2310	Stuifzandheiden met struikhei	1.071	1,8	0,2	0,1	< 0,1
H2330	Zandverstuivingen	714	17,0	1,3	0,1	< 0,1
H4030	Droge heiden	1.071	0,0	< 0,1	0,1	0,1

Veluwerandmeren

De KDW van de aangewezen habitats in dit natuurgebied wordt niet overschreden als gevolg van dit project.

Habitats zonder overschrijding KDW		KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H3140a z	Kranswierwateren - in afgesloten zeearmen	2.400	2.927,7	171,0	< 0,1	< 0,1
H3150a z	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden - in afgesloten zeearmen	2.400	493,8	29,6	< 0,1	< 0,1
H6430 A	Ruigten en zomen (moerasspirea)	2.400	3,7	0,3	< 0,1	< 0,1



Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder

Habitats met overschrijding KDW	KDW	Oppervlakte (ha)	Depositie projectbijdrage (mol/j)	Depositie maximaal (mol/ha/j)	Depositie gemiddeld (mol/ha/j)
H1330B Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1.571	49,0	2,9	< 0,1	< 0,1
H3140lv Kranswierwateren - in laagveengebieden	2.143	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H4010B Vochtige heiden (laagveengebied)	786	0,9	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H6430B Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	2.400	1,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H7140B Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)	714	16,2	1,0	< 0,1	< 0,1
H9999:90 Habitat onzeker/onbekend - Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	714	1.702,9	104,5	< 0,1	< 0,1



Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden verleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in de Benelux. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van:

AERIUS [versie BETA6_20140425_fb9a61678](#)

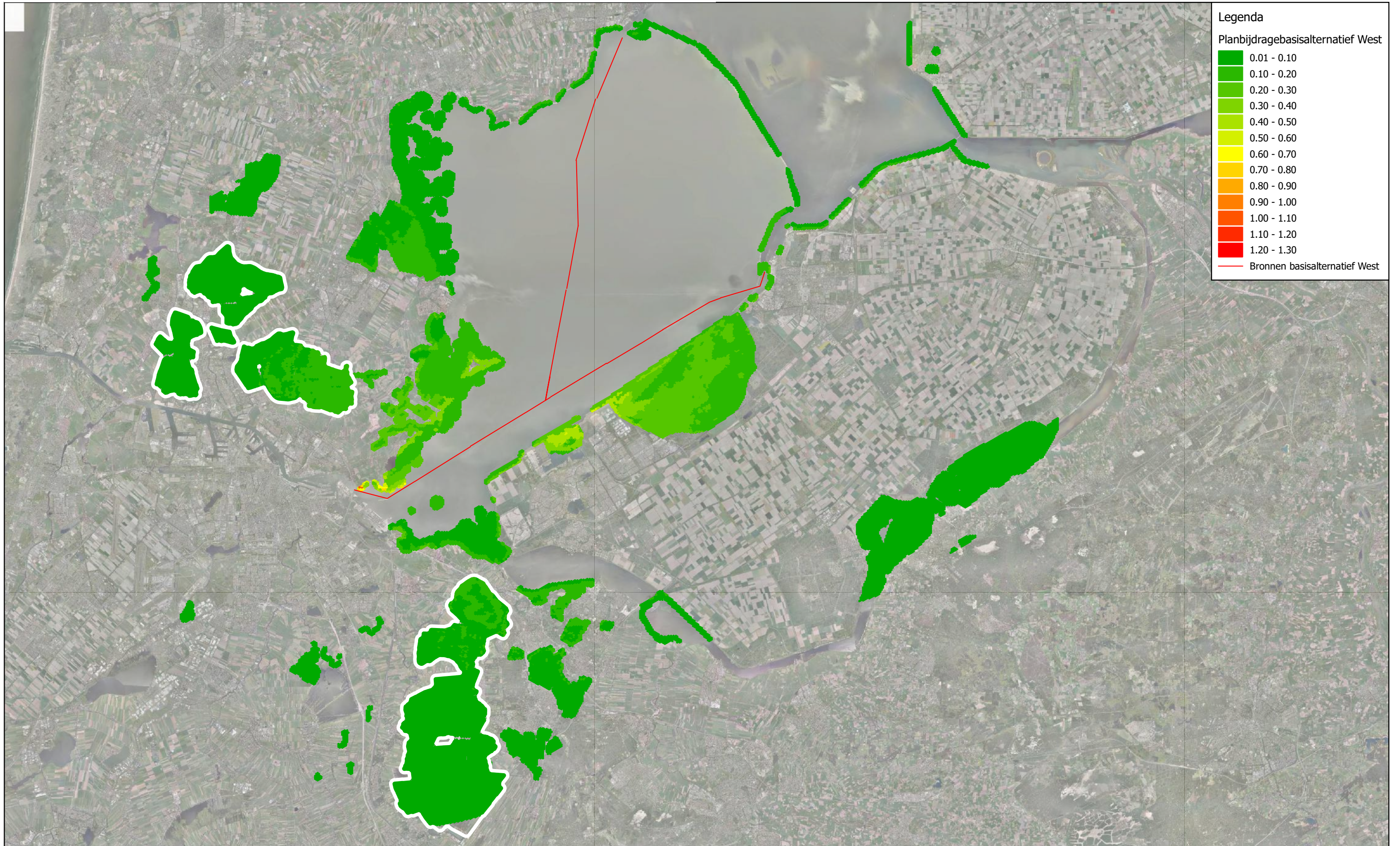
Database [versie BETA6_20140425_fb9a61678](#)

Meer informatie over de gebruikte data, zie www.aerius.nl/methodiek



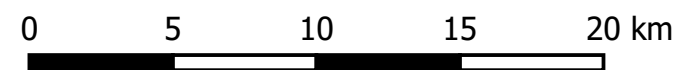
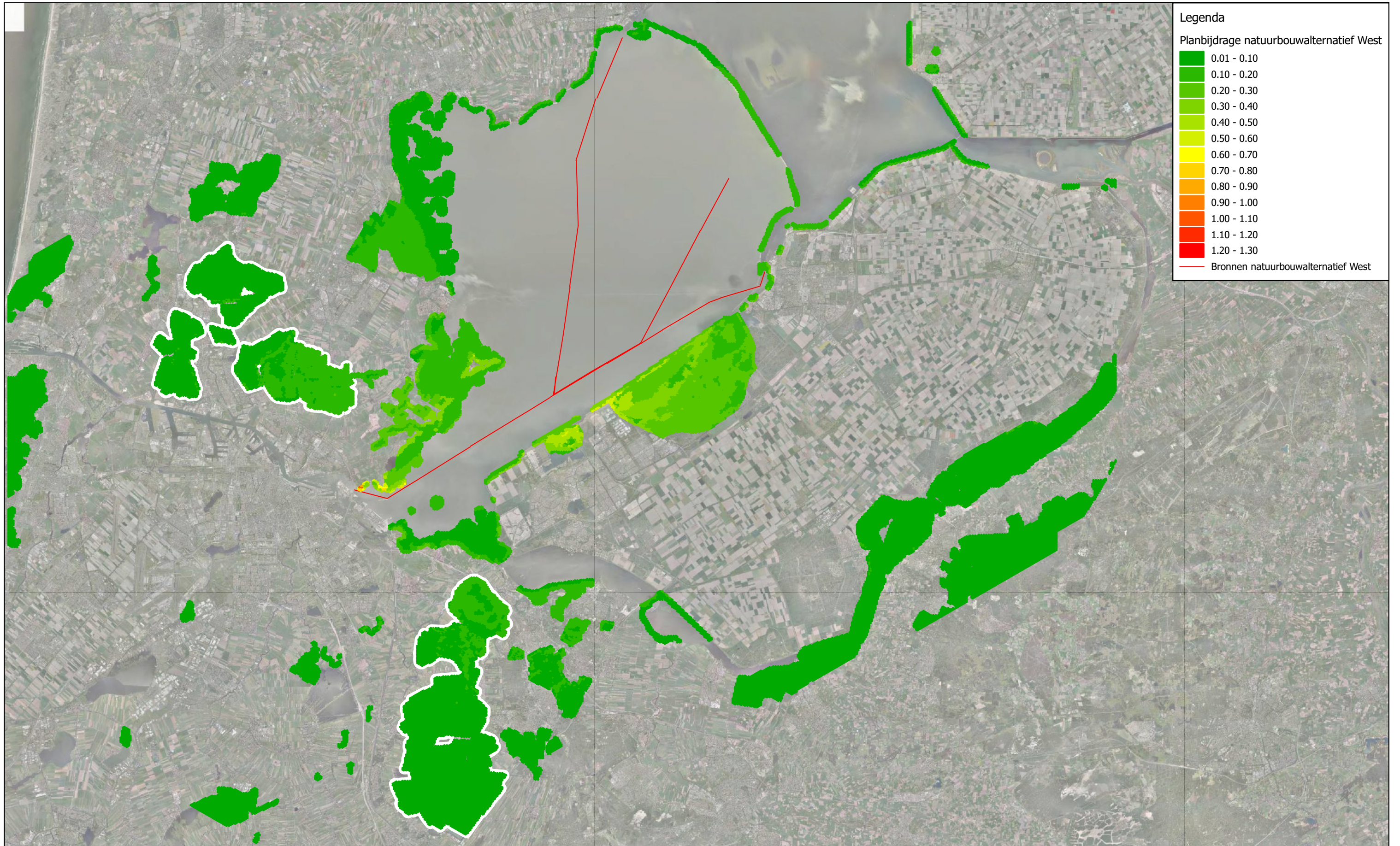
MER Markerzand - Stikstofdepositie Natura2000 - Planbijdrage Basisalternatief Westelijke variant (in mol N/ha/jaar)

Natuurgebieden met habitattypen waarvan KDW wordt overschreden zijn wit omrand



0 5 10 15 20 km

Natuurgebieden met habitattypen waarvan KDW wordt overschreden zijn wit omrand



Bijlage 6

Resultaten geluidsberekeningen LBP|SIGHT

MER Markerzand
Akoestisch onderzoek Markermeer

CONCEPT

Opdrachtgever
Markerzand v.o.f.
Contactpersoon
de heer J. van der Walle
Kenmerk
R085745ac.00001.rvh
Versie
05_001
Datum
18 november 2013
Auteur
ing. R. (Ries) van Harmelen
ing. R. (Roel) van de Wetering

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Leeswijzer	3
2	Huidige geluidssituatie en referentiesituatie	4
2.1	Bestaande situatie	4
2.2	Autonome ontwikkelingen scheepvaart	5
2.3	Referentiesituatie	5
3	Activiteiten en alternatieven	6
3.1	Voorgenomen activiteit en alternatieven.....	6
3.2	Zoekgebied voor locatiekeuze	6
3.3	Voorgenomen activiteit	7
3.4	Alternatieven	8
4	Uitgangspunten geluidberekeningen	10
4.1	Inzet van materieel.....	10
4.2	Werktijden en bedrijfstijd van het materieel	10
5	Rekenmethode en resultaten	13
5.1	Rekenmethodiek	13
5.2	Beoordelingssystematiek woningen	13
5.3	Referentiesituatie - geluidcontouren	14
5.4	Alternatieven – geluidcontouren	14
6	Vergelijking van alternatieven en varianten met de referentiesituatie	15
7	Conclusie	17

Bijlagen

Bijlage I	Uitgangspunten
Bijlage II	Geluidcontouren huidige en referentiesituatie - L_{etmaal}
Bijlage III	L_{etmaal} geluidcontouren gemiddeld werktempo
Bijlage IV	L_{etmaal} geluidcontouren hoog werktempo

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In het kader van het MER Markerzand v.o.f zijn geluidberekeningen uitgevoerd om de effecten op de leefomgeving te bepalen. Voorliggend geluidrapport maakt onderdeel uit van het MER en wordt als bijlage bij het MER gevoegd. In het geluidrapport wordt ten aanzien van het aspect geluid aandacht besteed aan:

1. de huidige geluidssituatie in de omgeving van het initiatief inclusief de geluidrelevante autonome ontwikkelingen in het gebied, zijnde de referentiesituatie;
2. de geluideffecten ten gevolge van het voorgenomen initiatief, waarbij twee uitvoeringsalternatieven en locatiealternatieven zijn beschouwd.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

De locatiealternatieven voor de ontgronding zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De alternatieven zijn volledig beschreven in het MER en samengevat in hoofdstuk 3 van het voorliggende geluidrapport.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de huidige geluidssituatie in het gebied inclusief autonome ontwikkelingen, voor zover deze geluidrelevant zijn. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de activiteiten en alternatieven. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten voor de geluidberekeningen beschreven. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de rekenmethodiek en rekenresultaten. In hoofdstuk 6 worden de alternatieven en varianten vergeleken met de referentiesituatie. De conclusies van het verrichte geluidonderzoek zijn opgenomen in hoofdstuk 7.

2 Huidige geluidssituatie en referentiesituatie

2.1 Bestaande situatie

De bestaande geluidssituatie in het gebied wordt vooral bepaald door de varende schepen (beroepsvaart) in het Markermeer. Er zijn twee hoofdvaarroutes, namelijk:

- hoofdvaarroute Amsterdam – Enkhuizen via de Krabbersgatsluizen;
- hoofdvaarroute Amsterdam – Lemmer via de Houtribsluizen.

De scheepvaartintensiteiten voor de bestaande huidige situatie zijn aangeleverd door Markerzand v.o.f en zijn gebaseerd op tellingen bij de Krabbersgatsluizen en de Houtribsluizen, verricht in het jaar 2008. Het jaar 2008 is als referentiejaar gekozen, omdat dit jaar een druk jaar was voor de scheepvaart. In de jaren er na is sprake van een lichte afname in de scheepvaartverkeersintensiteit. Het hanteren van de verkeersintensiteit van 2008 is dus een worstcase benadering. In de tabellen 2.1, 2.2 en 2.3 worden samenvattende overzichten gegeven.

Tabel 2.1

Scheepvaart Amsterdam - Enkhuizen

Periode	Aantal scheepvaartpassages (beroepsvaart route VR01)
Jaarintensiteit	4.767
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	15,2
Dag (07.00 - 19.00 uur) - 12/24*15,2	7,6
Avond (19.00 - 23.00 uur) - 4/24*15,2	2,5
Nacht (23.00 - 07.00 uur) - 8/24*15,2	5,1

Tabel 2.2

Scheepvaart Amsterdam - Lemmer

Periode	Aantal scheepvaartpassages (beroepsvaart route VR02)
Jaarintensiteit	30.292
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	96,8
Dag (07.00 - 19.00 uur) - 12/24*96,8	48,4
Avond (19.00 - 23.00 uur) - 4/24*96,8	16,1
Nacht (23.00 - 07.00 uur) - 8/24*96,8	32,3

Tabel 2.3

Scheepvaart Amsterdam (Amsterdam–Enkhuizen en Amsterdam – Lemmer)

Periode	aantal scheepvaartpassages (beroepsvaart route VR03 = VR01 + VR02)
Jaarintensiteit	4.767 + 30.292 = 35.059
Etmaalintensiteit, aantal werkdagen per jaar (365-52)=313	112
Dag (07.00 - 19.00 uur) - 12/24*112	56,0
Avond (19.00 - 23.00 uur) - 4/24*112	18,7
Nacht (23.00 - 07.00 uur) - 8/24*112	37,3

2.2 Autonome ontwikkelingen scheepvaart

De autonome ontwikkeling betreft de toe- of afname van het aantal schepen over een periode van tien jaar. Door Rijkswaterstaat (RWS) worden ten aanzien van autonome groei van het scheepvaartverkeer twee scenario's gehanteerd, namelijk:

- het GE-scenario (= hoogste groeiscenario). Hierbij groeit het aantal vrachtpassages circa 0,2% per jaar tot 2020 en daarna circa 0,6% per jaar (hogere groei vanwege afvlakkende schaalvergroting);
- het RC-scenario (= laagste groeiscenario). Bij dit scenario wordt krimp verwacht.

Op basis van de bovenstaande prognose van RWS is ten aanzien van het scheepvaartverkeer de huidige bestaande situatie + autonome groei gelijk gesteld aan de huidige bestaande situatie. Met andere woorden, er wordt uitgegaan van 0% groei van het aantal scheepvaartbewegingen.

Omdat de trend is dat de schepen groter worden en meer vracht vervoeren, zal toekomstige groei in tonnage niet leiden tot een toename in de scheepvaart.

2.3 Referentiesituatie

De referentiesituatie is de situatie waarmee het voorgenomen plan vergeleken wordt. De referentiesituatie is de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkeling in het gebied, zoals de groei van het huidige scheepvaart. Doordat de autonome groei van de scheepvaart op 0% is gesteld, omdat er geen groei van de scheepvaart wordt verwacht, is de huidige situatie van de scheepvaart ook de referentiesituatie.

3 Activiteiten en alternatieven

3.1 Voorgenomen activiteit en alternatieven

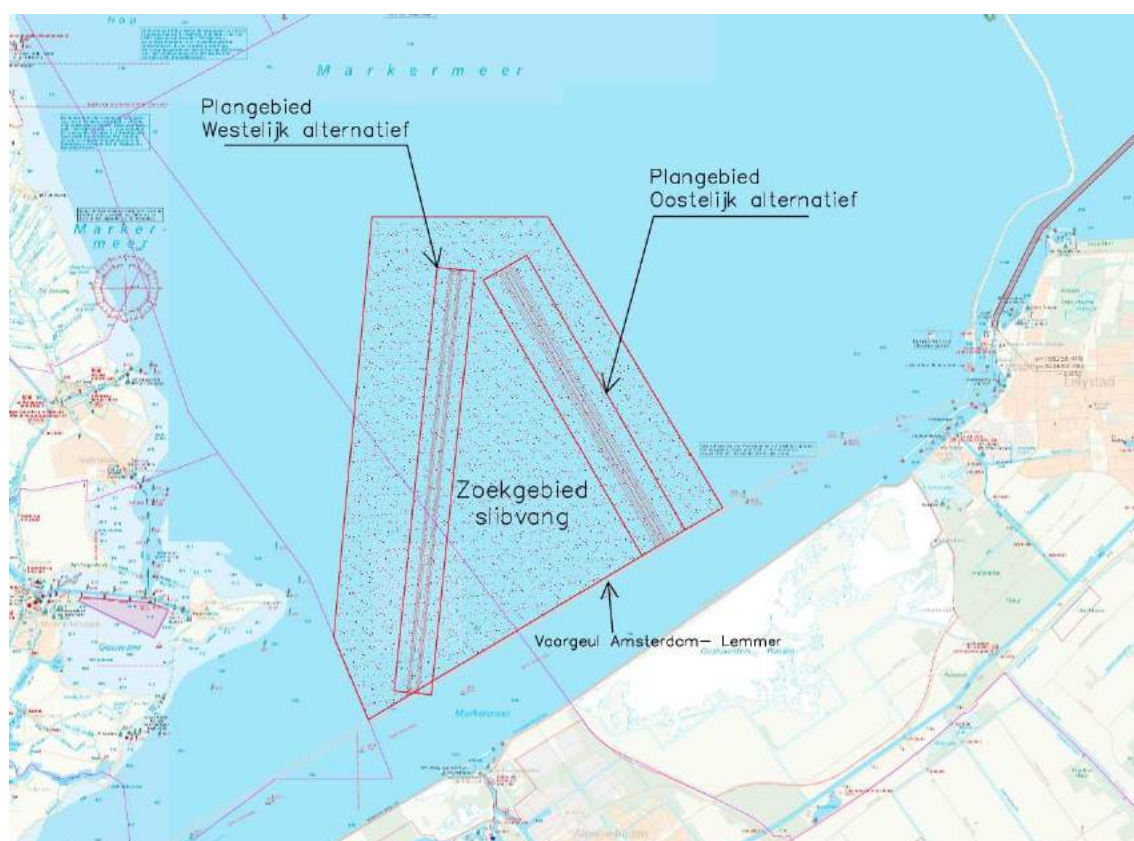
Het gebied waarbinnen de ontgroning plaatsvindt, is bepaald op grond van een aantal overwegingen die nauw samenhangen met het doel van Markerzand v.o.f. In het MER wordt hier verder op ingegaan.

3.2 Zoekgebied voor locatiekeuze

Voorafgaand aan een precieze locatiekeuze is er een zoekgebied bepaald waarbinnen de mogelijke locaties zouden kunnen liggen. In figuur 3.1 zijn de locaties aangegeven. De locatiealternatieven voor de ontgroning zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De gekozen locaties hebben een directe aansluiting op de Vaargeul Amsterdam – Lemmer. Dat is noodzakelijk in verband met de afvoer van zand en bovengrond door schepen die een bepaalde vaardiepte nodig hebben. Daarnaast ligt de locatie vlakbij mogelijke afzetgebieden, zoals bijvoorbeeld de Markerwadden. In figuur 3.1 zijn de locaties weergegeven.



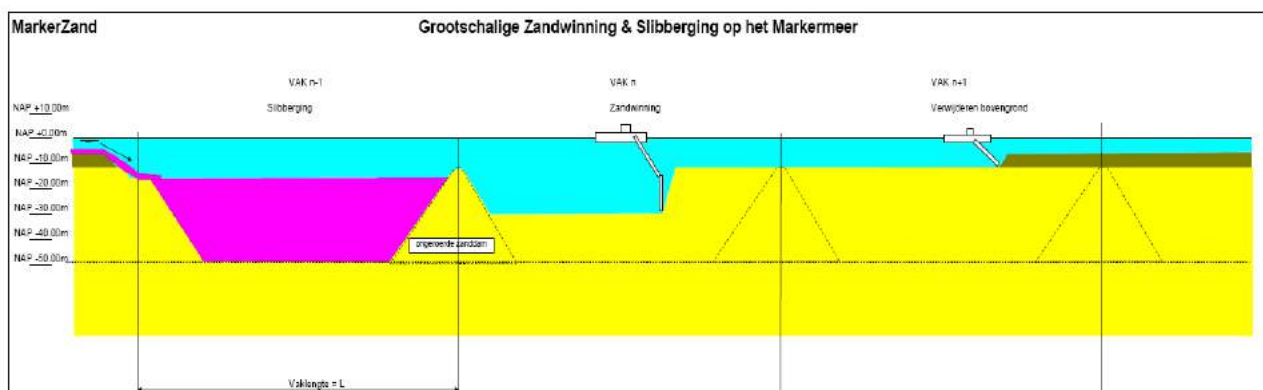
Figuur 3.1
Locaties westelijk en oostelijk alternatief aanpassen

3.3 Voorgenomen activiteit

De ontgronding vindt gefaseerd plaats in het zoekgebied zoals aangegeven in figuur 3.1. Het voornemen is om in 2014 met de aanleg van de slibvangput te beginnen. De doorlooptijd van de ontgronding is 31 jaar. Gezien de afmetingen en volumes, vindt de uitvoering plaats in fases. Er zijn drie aansluitende deelgebieden (vakken) tegelijkertijd actief, waar per vak de volgende activiteiten worden uitgevoerd.

1. Het afgraven van de bovengrond (verwijderen van de sliblaag).
2. De zandwinning zelf.
3. Het terugbrengen of hergebruiken van de bovengrond.

Deze drie activiteiten verplaatsen zich steeds in onderlinge samenhang stapsgewijs door het gebied (als het ware een trein met drie treinstellen). Aangezien de vakken ieder ongeveer 500 meter lang zijn, is er steeds een gebied van 1.500 meter lang in uitvoering. Het overige deel van het gebied is dus óf gereed óf nog in de huidige toestand. In deze gebieden vinden dan geen activiteiten plaats.



Figuur 3.2

Schematische tekening van 'het treintje' (van rechts naar links) van de ontgronding.

Afgraven bovengrond

De bovengrond is een 8 á 9 meter dikke laag van klei, veen en fijn zand, die verwijderd moet worden om zand te kunnen winnen in de zandlaag onder de laag bovengrond. De bovengrond is gezien de samenstelling en sterkte meestal niet geschikt voor civieltechnische toepassingen. De bovengrond wordt afgegraven met daartoe geschikt baggermaterieel, zoals een kraanponton, baggermolen of een cutterzuiger. De bovengrond kan wel gebruikt worden voor natuurbouw (zoals het oermoeras) of kustverdediging (vooroevers voor dijken). Afhankelijk van het gekozen alternatief wordt de bovengrond weer teruggebracht in de ontgraven put na de zandwinning of wordt deze afgevoerd per schip naar natuurbouwprojecten of dijkversterkingen in de omgeving van het Markermeer.

Zandwinning

Nadat de bovengrond is afgegraven en de zandlaag bloot ligt, vindt er zandwinning plaats met baggermaterieel zoals stationaire zandzuigers en varende sleephopperzuigers en/of diepzuigers. De afvoer van het zand vindt per schip plaats of door beunschepen. Ook kunnen de zuigers zelf het gewonnen zand afvoeren.

Terugbrengen bovengrond

De bovengrond – voor zover die niet wordt afgevoerd naar een natuurbouwproject of een andere nuttige toepassing – wordt teruggestort in het vak waar reeds zand is gewonnen. In principe vindt dit plaats door de bovengrond, die wordt afgegraven uit het eerste vak, direct te transporteren naar het vak waar de zandwinning gereed is. Bijvoorbeeld door met een cutterzuiger de bovengrond van het nieuwe vak te baggeren en de grond door een pijpleiding te verpompen naar het op te vullen vak waar het zand is afgevoerd. Deze werkzaamheden kunnen ook worden uitgevoerd met sleep-hopperzuigers.

Nadat de ontgroning is afgerond, heeft de put een maatschappelijke functie in de vorm van natuurontwikkeling; de put dient als slibvang.

3.4 Alternatieven

Er zijn twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken. Op deze wijze is onderzocht waar (locatie) en hoe (uitvoering) de ontgroning het beste kan worden gerealiseerd.

De locatiealternatieven voor de ontgroning zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

Alle alternatieven worden vergeleken met de referentiesituatie. De referentiesituatie beschrijft de situatie waarbij het project Markerzand v.o.f niét plaatsvindt en dient als meetlat voor de alternatieven. De referentiesituatie is de bestaande situatie plus de autonome ontwikkeling, zie ook hoofdstuk 2 van dit rapport.

Westelijk alternatief

In het westelijk alternatief wordt de slibvang aangelegd in de vaarroute van Amsterdam naar Enkhuizen. De slibvang wordt aangelegd van zuid naar noord, zodat er voldoende waterdiepte ontstaat voor het transport van de vrijkomende grond en zand die steeds verbonden is met de vaargeul Amsterdam-Lemmer.

Oostelijk alternatief

De slibvang op de locatie van het oostelijke alternatief heeft een andere oriëntatie en is korter en breder. Dit is de meest oostelijke locatie om een slibvang met het gewenste volume te kunnen inpassen in het zoekgebied. Het te ontgronden gebied is qua volume gelijk aan dat van het westelijk alternatief. Ook deze slibvang wordt aangelegd van zuid naar noord vanaf de vaargeul Amsterdam-Lemmer. Voor het overige is dit alternatief identiek aan het westelijk alternatief.

Voor de specifieke kenmerken (lengte, breedte, oppervlakte en volume) wordt verwezen naar het MER.

Basisalternatief

Het basisalternatief bestaat in essentie uit een grootschalige ontgroning die voorziet in de combinatie van het aanleggen van een slibvangput, het tijdelijk uitnemen en later weer terugbrengen van de bovengrond en het uitvoeren van een zandwinning. De ontgroning vindt plaats van zuid naar noord. In het zuiden wordt aangetakt op de vaarroute Amsterdam-Lemmer ten behoeve van de afvoer per schip. In dit alternatief wordt de bovengrond zoveel mogelijk geborgen in de zandwinput. De geul die door de ontgroning ontstaat, functioneert als slibvangput.

Alternatief bouwen met natuur

Dit alternatief is, voor wat betreft de ontgroning zelf, gelijk aan het basisalternatief. Alleen wordt de bovengrond niet teruggestort, maar zo veel mogelijk afgevoerd en duurzaam ingezet bij bijvoorbeeld de aanleg van natuurgebieden in of aan het Markermeer. Met dit alternatief wordt een aanvullende bijdrage geleverd aan natuurontwikkeling en daarmee aan de maatschappelijke functie van de ontgroning.

4 Uitgangspunten geluidberekeningen

4.1 Inzet van materieel

Door Markerzand v.o.f is opgegeven met welk soort baggermaterieel de ontgrondingwerkzaamheden worden uitgevoerd. Het betreft de inzet van kranen op drijvende pontons, diepwinzuigers, cutterzuigers of zelfvarende zuigers en sleephoppers en beunschepen.

Voor de geluidberekeningen is uitgegaan van een meest ongunstigste situatieconfiguratie van het materieel (materieel met de hoogste bronsterkte) zoals gepresenteerd in tabel 4.1.

Tabel 4.1

In te zetten materieel – bronsterkte

		Bronsterkte L_{WR} [dB(A)]
ZZ_1	Zandzuiger/cutterzuiger (type Faunus)	115 dB(A)
SHZ_a	Diepzuiger (type Gaasterland)	113 dB(A)
SHZ_1	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	113 dB(A)
SHZ_2	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	113 dB(A)
SHZ_3	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers (onderweg)	113 dB(A)
Hopper	Varende schepen of varende sleephoppers	108 dB(A)

De bronsterktes van het materieel zijn verkregen op basis van metingen bij vergelijkbare projecten. Het gemeten materieel was 'Stand der Techniek' uitgevoerd. Voor de varende schepen is een bronsterkte van aangehouden 108 dB(A). Dit is gebaseerd op het onderzoek dat door SIGHT (thans LBP|SIGHT) is verricht in 2009 voor de Vereniging van Waterbouwers.

4.2 Werktijden en bedrijfstijd van het materieel

De bedrijfstijden van het materieel zijn ontleend aan de tabel aangeleverd door Markerzand v.o.f. zoals opgenomen in bijlage I van dit rapport. In deze tabel wordt uitgegaan van een 'basis' werktempo en een 'maximum' werktempo. Het basis werktempo betreft de bedrijfssituatie die meer dan twaalf dagen per jaar zal optreden. Deze bedrijfssituatie wordt ook wel de representatieve bedrijfssituatie (RBS) genoemd. De representatieve bedrijfssituatie (RBS) is dan ook meer dan de jaargemiddelde bedrijfssituatie. De representatieve bedrijfssituatie (RBS) betreft een werktempo van 45 werkweken per jaar, vijf dagen van twaalf uur in de week. Het maximum werktempo betreft hoog werktempo van 45 weken per jaar, zeven dagen van 24 uur in de week. Het maximum werktempo kan realistisch zijn wanneer voor een bepaald infrastructureel werk grote hoeveelheden zand geleverd moet worden. In de berekening is in deze situatie uitgegaan van een ononderbroken inzet van materieel en dus 100% efficiëntie. In de praktijk zal er altijd sprake zijn van een lagere efficiëntie.

In tabel 4.2 is het basis werktempo en de maximum werktempo vertaald naar de bedrijfstijden en aantal scheepvaartbewegingen. Bij het gemiddeld werktempo wordt twaalf uur effectief gewerkt. Dit vindt in de regel plaats tussen 07.00 en 19.00 uur, maar kan ook plaatsvinden in het tijdvak 05.00 en 21.00 uur. Daarom is voor deze situatie gerekend met de situatie van 14 schepen afvoer in de dagperiode, waarbij dus van 07.00 tot 19.00 uur wordt gewerkt. In de avondperiode met twee schepen als men later begint en tot 21.00 uur doorwerkt en twee schepen in de nachtperiode als er in de vroege ochtend (05.00 uur) begonnen wordt en eerder stopt. Totaal blijft het aantal schepen met afvoer van zand 14 over de periode tussen 05.00 en 21.00 uur.

Tabel 4.2

In te zetten materieel – bedrijfstijden en aantallen ‘gemiddeld’ en ‘hoog’ werktempo.

	Omschrijving	Bedrijfstijd in uren gemiddeld werktempo			Bedrijfstijd in uren maximum werktempo		
		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
ZZ_1	Zandzuiger/cutterzuiger (type Faunus)	12	2	2	12	4	8
SHZ_a	Diepzuiger (type Gaasterland)	12	2	2	12	4	8
Beun	Aantal schepen zand afvoer	14*	2	2	24**	8	16
Beun	Aantal scheepvaartbewegingen zand afvoer	28*	4	4	48**	16	32
SHZ_1	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	12	2	2	12	4	8
SHZ_2	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers	12	2	2	12	4	8
SHZ_3	Sleephoppers- of zelfvarende zuigers (onderweg)	0	0	0	0	0	0
Hopper	Aantal reizen met grond per dag	12	2	2	36	12	24
Hopper	Aantal reisbewegingen met grond per dag	24	4	4	72	24	48

* Hiervan gaat in de dagperiode 5% (= 1 schip, 2 bewegingen) richting krabbergatsluizen en 5% richting de Houtribsluizen toe. De overige 90% gaat richting Amsterdam

** Hiervan gaat in de dagperiode 5% (= 2 schepen, 4 bewegingen) richting krabbergatsluizen en 5% richting de Houtribsluizen toe. De overige 90% gaat richting Amsterdam

In tabel 4.3 is het aantal gecumuleerde scheepvaartbewegingen en reisbewegingen met grond weergegeven.

Tabel 4.3

Gecumuleerd aantal schepen bestaande situatie + autonoom + initiatief

	Omschrijving	Scheepvaartbewegingen gemiddeld werktempo			Scheepvaartbewegingen maximum werktempo		
		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
SCH_enkhu	Scheepvaartbewegingen A'dam – Enkhuizen (15,2)	7,6 (8)	2,5 (2)	5,1 (5)	7,6 (8)	2,5 (2)	5,1 (5)
SCH_houtri	Scheepvaartbewegingen A'dam – Lemmer (96,8)	48,4 (48)	16,1 (16)	32,3 (32)	48,4 (48)	16,1 (16)	32,3 (32)
SCH_adam	Scheepvaart totaal traject A'dam (1)+ (2) (112)	56,0	18,7 (19)	37,3 (37)	56,0	18,7 (19)	37,3 (37)
Beun	Aantal scheepvaartbewegingen zand afvoer per dag	28	4	4	48	16	32
Hopper	Aantal reisbewegingen met grond per dag	24	4	4	72	24	48

5 Rekenmethode en resultaten

5.1 Rekenmethodiek

Op basis van de aangeleverde informatie stukken zijn met het softwareprogramma Geomilieu de akoestisch rekenmodellen opgesteld. Met behulp van deze rekenmodellen zijn de geluidcontouren berekend. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai 1999.

5.2 Beoordelingssystematiek woningen

Ten behoeve van de geluideffecten ter plaatse van woningen zijn de geluidniveaus berekend in de dosismaat L_{etmaal} . Deze geluidcontouren zijn bepaald om na te gaan of bijvoorbeeld de woning bij het Paard van Marken binnen de etmaalwaardecontour ligt. De etmaalwaardecontour wordt bepaald uit één van de drie volgende hoogste waarden.

- Het equivalente geluidniveau gedurende de dagperiode L_{day} (van 07.00 tot 19.00 uur).
- Het equivalente geluidniveau gedurende de avondperiode L_{evening} (van 19.00 tot 23.00 uur) vermeerderd met 5 dB(A).
- Het equivalente geluidniveau gedurende de nachtperiode L_{night} (van 23.00 tot 07.00 uur) vermeerderd met 10 dB(A).

De etmaalwaardecontouren zijn vanaf 40 dB(A) inzichtelijk gemaakt, omdat de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening 1998 onderscheidt maakt in type woonomgevingen. Hierdoor kan er een goede afweging gemaakt worden in de alternatieven. In tabel 5.1 is de typering en de bijbehorende richtwaarden opgenomen.

Tabel 5.1

Richtwaarden

Aard van de woonomgeving	Aanbevolen richtwaarden in de woonomgeving in dB(A)			
	Dag	Avond	Nacht	Etmaalwaarde
Landelijke omgeving	40	35	30	40
Rustige woonwijk, weinig verkeer	45	40	35	45
Woonwijk in de stad	50	45	40	50

De geluidcontouren zijn bepaald op 5 meter hoogte.

5.3 Referentiesituatie - geluidcontouren

Voor de bepaling van de geluidcontouren ten gevolge van de schepen (beroepsvaart) voor de referentiesituatie is uitgegaan van:

- de intensiteiten zoals opgenomen in tabel 3.1, 3.2 en 3.3;
- een bronsterkte van 108 dB(A);
- een gemiddelde vaarsnelheid van 10 km/uur.

In bijlage II is de L_{etmaal} geluidcontour van de referentiesituatie gepresenteerd.

5.4 Alternatieven – geluidcontouren

Er zijn twee locatiealternatieven en twee uitvoeringsalternatieven beoordeeld en met elkaar vergeleken. Op deze wijze is onderzocht waar (locatie) en hoe (uitvoering) de ontgroning het beste kan worden gerealiseerd.

De locatiealternatieven voor de ontgroning zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

Ten aanzien van de uitvoeringsalternatief zijn tevens nog twee varianten doorgerekend, namelijk met een basis werktempo en een hoogwerktempo. Zoals eerder aangegeven betreft het basis werktempo een min of meer gemiddeld werktempo van 45 werkweken per jaar, 5 dagen van 12 uur in de week. Het maximum werktempo betreft een hoog werktempo van 45 weken per jaar, 7 dagen van 24 uur in de week.

De geluidcontouren van de alternatieven zijn opgenomen in de volgende bijlagen.

- Bijlage III: L_{etmaal} geluidcontouren gemiddeld werktempo.
- Bijlage IV: L_{etmaal} geluidcontouren hoog werktempo.

De L_{etmaal} contouren zijn alleen gepresenteerd voor de situaties waarbij in het zuidelijk deel van het westelijk en oostelijk alternatief wordt gewerkt, omdat deze locaties het dichtst bij het vaste land liggen. Zoals eerder aangegeven wordt gewerkt van zuid naar noord.

6 Vergelijking van alternatieven en varianten met de referentiesituatie

De referentiesituatie, de alternatieven en de uitvoeringsalternatieven worden met elkaar vergeleken. De vergelijking vindt plaats door bepaling van het aantal woningen die ten gevolge van het initiatief een hogere of lager geluidbelasting ondervinden dan ten gevolge van de referentiesituatie.

Woningen die in de directe nabijheid van het initiatief zijn gesitueerd, liggen in Almere, Lelystad en Marken. Het meest zuidelijke deel van de omliggende locaties zijn voor zowel het westelijk als het oostelijk alternatief voor de omliggende woningen het meest kritisch. Deze situaties zijn dan ook beschouwd omdat de omliggende locaties in het noordelijk deel van zowel het westelijk als het oostelijk alternatief verder van deze woningen afliggen.

De geluidcontouren voor de alternatieven en uitvoeringsvarianten zijn opgenomen in bijlage III en IV. Hierin zijn de etmaalwaardecontouren 40, 45 en 50 dB(A) gepresenteerd. Op basis hiervan zijn de alternatieven en varianten vergeleken.

Referentiesituatie

Ten tijde van de referentiesituatie ligt de 40 dB(A) etmaalwaardecontour over een deel van Lelystad en over een zeer beperkt deel van de Oostvaarders Plassen. De 50 dB(A) etmaalwaardecontour raakt net de kade van Lelystad en raakt geen woningen. Almere en Marken liggen ver buiten de 40 dB(A) etmaalwaardecontour.

Alternatieven en uitvoeringsalternatieven

Door het initiatief voor zowel het westelijk alternatief als het oostelijk alternatief zullen ten gevolge van de zandwinning en de toename van de scheepvaart (beunschepen) de etmaalwaardecontouren verder reiken.

Het westelijk en oostelijk alternatief zijn ten opzichte van elkaar nauwelijks onderscheidend. Het oostelijk alternatief is iets positiever omdat deze verder van Almere ligt. De verschillen in uitvoeringsalternatieven bouwen met natuur en het basisalternatief zijn voor zowel het westelijk als het oostelijk alternatief nihil en verwaarloosbaar.

Gemiddeld werktempo

Ten tijde van het gemiddeld werktempo zullen in Lelystad iets meer woningen binnen de 40 dB(A) etmaalwaardecontour liggen. De richtwaarde voor woningen 'Woonwijk in de stad' van 50 dB(A) wordt echter niet overschreden, waardoor er geen knelpunten zijn.

Bij Almere en Marken liggen de woningen net als bij de referentiesituatie ver buiten de 40 dB(A) etmaalwaardecontour. Hierdoor treedt hier ten tijde van het gemiddeld werktempo geen extra verstoring op en zijn er geen knelpunten.

Hoog werktempo

Bij Lelystad schuiven de 40 dB(A) etmaalwaardecontouren iets verder op ten opzichte van het gemiddeld werktempo, maar niet zodanig dat dit knelpunten zal opleveren.

Ten opzichte van de referentiesituatie zullen Almere en Marken voor een klein deel in de 40 dB(A) etmaalwaardecontour komen te liggen ten tijde van het westelijk alternatief. Ten tijde van het oostelijk alternatief ligt alleen Almere voor een klein deel in het 40 dB(A) etmaalwaardecontour. De geluidbelasting is echter dusdanig laag dat ook hier geen knelpunten zijn ten aanzien van hinder.

Over het algemeen wordt gesteld dat de geluidbelasting ten gevolge van alle alternatieven en varianten echter zodanig laag is dat dit niet zal leiden tot geluidhinder. Ruimschoots wordt voldaan aan de richtwaarde van 45 dB(A) voor rustige woonwijken met weinig verkeer, dan wel 50 dB(A) voor woningen gesitueerd in de stad.

Oostvaardersplassen

Een deel van de Oostvaardersplassen is door provincie Flevoland aangewezen als stiltegebied. Voor het stiltegebied geldt voor de geluidbelasting een uurgemiddelde richtwaarde van 35 dB(A). Dit is te kenmerken als stil. In de verordening is voor deze richtwaarde gekozen om eventuele ontwikkelingen in de omgeving nog mogelijk te maken. Anders dan bij de beoordelingsystematiek voor woningen behoeft hier geen correctie van 5 dB(A) voor de avond- en voor 10 dB(A) voor de nachtperiode opgeteld te worden.

In figuur 6.1 is voor de meest kritische situatie de 35 dB(A) contour weergegeven. In deze figuur zijn ook de contouren voor het stiltegebied opgenomen. De meest kritische situatie is het 'oostelijk alternatief' met als uitvoeringsalternatief 'basisalternatief' en met een 'hoog' werktempo.



Figuur 6.1

Uurgemiddelde 35 dB(A) contour ten tijde van de meest kritische situatie t.o.v. het stiltegebied

Zoals blijkt raakt de 35 dB(A) uurgemiddelde contour het stiltegebied niet. De richtwaarde van 35 dB(A) wordt dan ook niet overschreden.

7 Conclusie

In het kader van het MER Markerzand v.o.f zijn geluidberekeningen uitgevoerd om de effecten naar de leefomgeving te bepalen. Voorliggend geluidrapport maakt onderdeel uit van het MER en wordt als bijlage bij het MER gevoegd.

In het geluidrapport wordt ten aanzien van het aspect geluid aandacht besteed aan:

- de huidige geluidssituatie in de omgeving van het initiatief inclusief de geluidrelevante autonome ontwikkelingen in het gebied, zijnde de referentiesituatie;
- de geluideffecten ten gevolge van het voorgenomen initiatief, waarbij twee uitvoeringsalternatieven en locatiealternatieven zijn beschouwd met ieder nog twee varianten.

De uitvoeringsalternatieven zijn:

- het basisalternatief;
- het bouwen met natuuralternatief.

De locatiealternatieven voor de ontgronding zijn:

- westelijk alternatief;
- oostelijk alternatief.

Voor de berekeningen is uitgegaan van nog twee varianten in de wijze van uitvoering. Er is onderscheidt gemaakt in een gemiddeld werktempo en in een hoog werktempo. Op basis van de berekende geluidcontouren zijn de verschillende alternatieven met elkaar vergeleken

Voor de effecten op de mens is de meest kritische situatie beoordeeld. De meest kritische situatie doet zich voor op het meest zuidelijke stuk van de twee alternatieven (westelijk en oostelijk).

Geconcludeerd is dat het oostelijk alternatief ten opzichte van het westelijk alternatief iets positiever is. De uitvoeringsvariant met een gemiddeld werktempo lijkt positiever dan de uitvoeringsvariant met een hoog werktempo, doordat er minder woningen binnen de 40 dB(A) etmaalwaardecontour liggen. Bij een hoog werktempo is het echter aannemelijk dat het project minder lang zal duren dan bij een basis werktempo. Tussen de twee uitvoeringsalternatieven (omputten dan wel bouwen met natuur) zijn geen wezenlijke verschillen.

Gesteld kan worden dat geluidbelasting op de woningen in Lelystad ten gevolge van alle alternatieven en uitvoeringsalternatieven net als bij de referentiesituatie lager zijn dan de richtwaarde van 50 dB(A) zoals wordt gehanteerd voor een woonwijk in de stad. Voor Marken en Almere geldt dat de richtwaarde van 45 dB(A) voor een rustige woonwijk ook niet wordt overschreden. Er zijn dan ook ten aanzien van het aspect geluid geen knelpunten.

De richtwaarde van 35 dB(A) uurgemiddeld die geldt voor het stiltegebied in de Oostvaardersplassen wordt bij geen enkel alternatief of uitvoeringsvariant van het initiatief overschreden.

LBP|SIGHT BV

ing. R. (Ries) van Harmelen

ing. R. (Roel) van de Wetering

Bijlage I

Uitgangspunten

Beroepsscheepvaart

	Jaaraantal	Etmaal aantal				
		365-52=313	Dag	Avond	Nacht	
	Dagen	313.0	12/24	4/24	8/24	
Scheepvaart			0.5	0.2	0.3	
	100000	319.5	159.7	53.2	106.5	319.5
Schepen - huidig - Houtribsluizen (Lelystad)	30292	96.8	48.4	16.1	32.3	96.8
Schepen - huidig - Krabbersgatsluizen (Enkhuizen)	4767	15.2	7.6	2.5	5.1	15.2
Schepen - huidig - Adam	35059	112.0	56.0	18.7	37.3	112.0

Exploitatie Zandwingebied Markerzand

Uitgangspunten:

Gem. Laadproductie		1.500	m3/u (1 laadunit)
Gem. Scheepsgrootte		1.000	m3
Ratio grond - zand = 1:		2	
Productie bovengrond		500	m3/reis

Werktempo

Zand			
		Basis	Maximum
Werkweken per jaar	wkn/jr	45	45
Dagen per week	d/wk	5	7
Bruto uren per week	u/wk	60	168
Netto uren per week	u/wk	48	134.4
Gem. Productie	m3/u	1.500	2.500
Gem. Week prod	m3/wk	72.000	336.000
Aantal schepen per wk	st/wk	72	336
Aantal schepen per dag	st/d	14	48
Jaar productie	m3/jr	3.240.000	15.120.000
Aantal schepen per week	st/wk	72	336
Aantal schepen per uur	st/u	1.5	2.5
Aantal bewegingen per uur	st/u	3.0	5.0

Bovengrond o.b.v. hoppers

		Basis	Maximum
Werkweken per jaar	wkn/jr	45	45
Dagen per week	d/wk	5	7
Bruto uren per week	u/wk	60	114
Netto uren per week	u/wk	48	91.2
Benodigde productie	m3/wk	36.000	168.000
Aantal reizen	tr/wk	72	336
Aantal schepen per uur	st/u	1.5	3.7
Aantal bewegingen per uur	st/u	3.0	7.4
Aantal bewegingen per uur VASTGESTELD		2	6
Aantal bewegingen per etmaal VASTGESTELD		24	144

Gemiddeld werktempo

	1	Reis met hoppers		
	2	Reisbeweging met hoppers		
dag 12 uur	12	12x1 reis		60
	24	12x2 reeibew.		120
avond 19.00 - 21.00 uur = 2 uur	2	2x1 reis		10
	4	2x2		20
nacht 05.00 - 07.00 uur = 2 uur	2	2x1		10
	4	2x2		40
		per week	reizen	80
		per week	bewegingen	180

Maximum werktempo

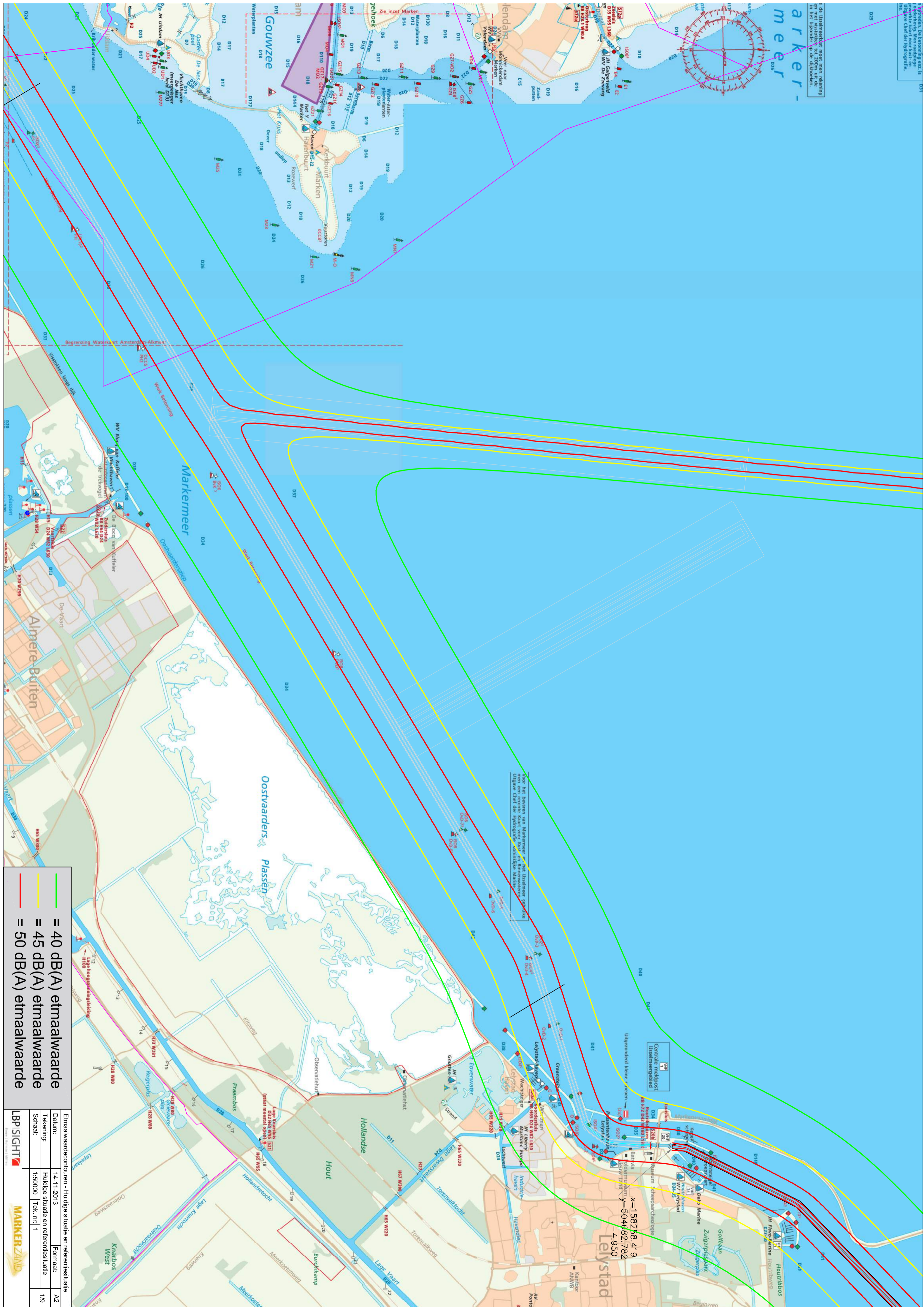
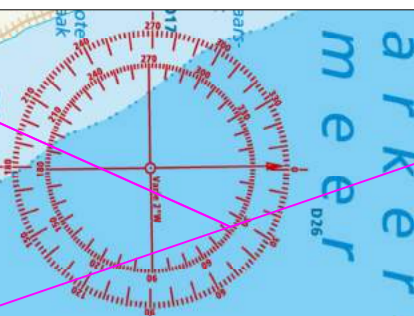
	3	Reis met hoppers		
	6	Reisbeweging met hoppers		
dag 12 uur	36	12x3 reis		252
	72	12x2 reeibew.		504
avond 19.00 - 23.00 uur = 4 uur	12	2x1 reis		84
	24	2x2		168
nacht 23.00 - 07.00 uur = 8 uur	24	2x1		168
	48	2x2		336
		per week	reizen	504
		per week	bewegingen	1008

Bijlage II

Geluidcontouren huidige en referentiesituatie - L_{etmaal}

De afbeelding is een schematische afbeelding van de situatie op de referentieplaat. Het is niet bedoeld als een exacte afbeelding van de werkelijkheid. Het is niet mogelijk om de afbeelding te kopiëren of te verspreiden. Het is niet mogelijk om de afbeelding te verspreiden of te kopiëren.

De afbeelding is een schematische afbeelding van de situatie op de referentieplaat. Het is niet bedoeld als een exacte afbeelding van de werkelijkheid. Het is niet mogelijk om de afbeelding te kopiëren of te verspreiden. Het is niet mogelijk om de afbeelding te verspreiden of te kopiëren.



- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Huidige situatie en referentiesituatie	
Datum:	14-11-2013
Tekening:	Huidige situatie en referentiesituatie
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 1

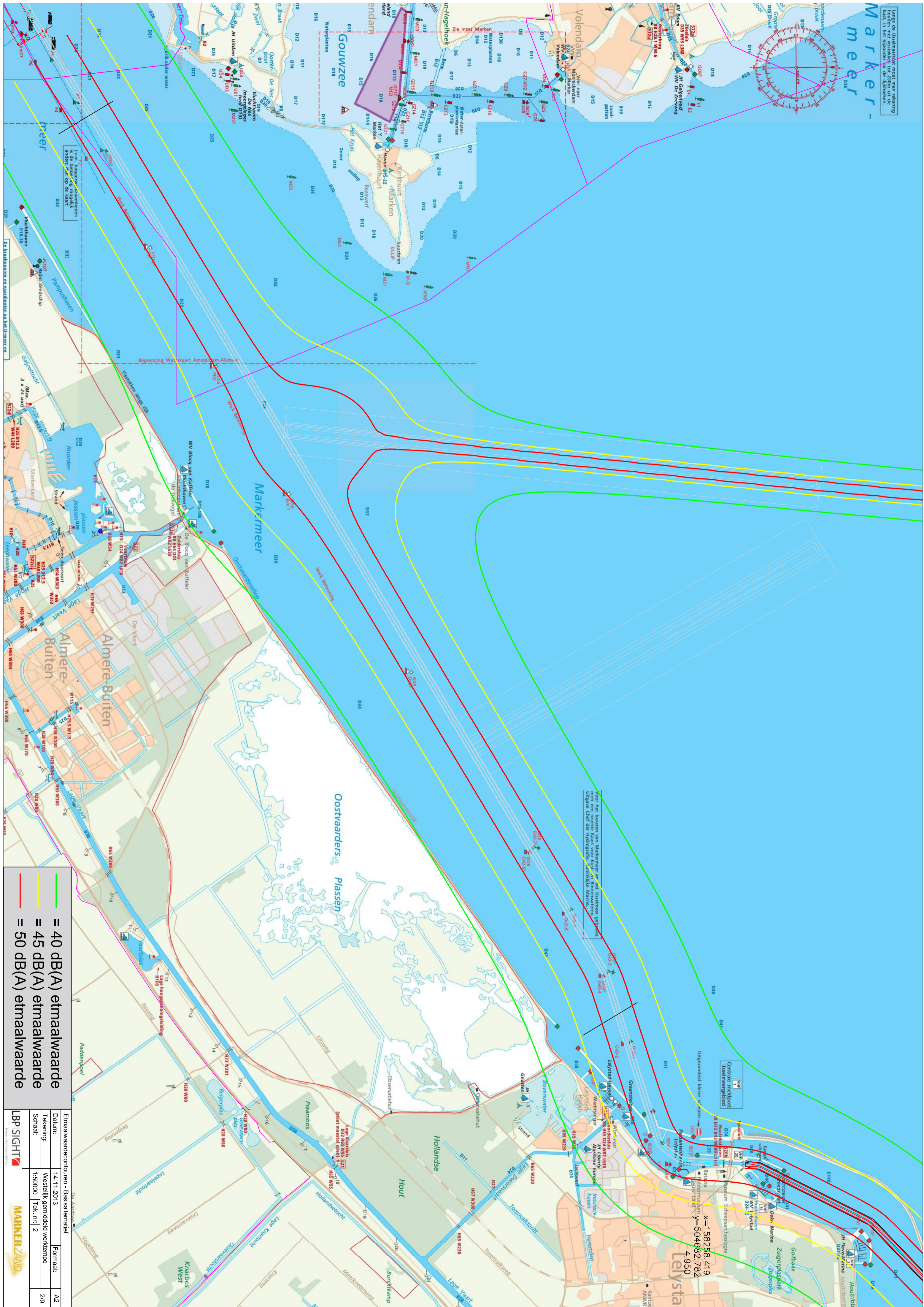
X=158258.419
Y=504682.782
-4.950

Voor het bevelen van Markermeer met IJsselmeer gunde de
Uitgever Chief der Hydrografie, Koninklijke Marine.

Bijlage III

L_{etmaal} geluidcontouren gemiddeld werktempo

Langs de IJsselmeerkust moet men rekening houden met vaststaand en ZDM uit de jaren 11 t/m 1980 op de afgeplaatste afzettingen.

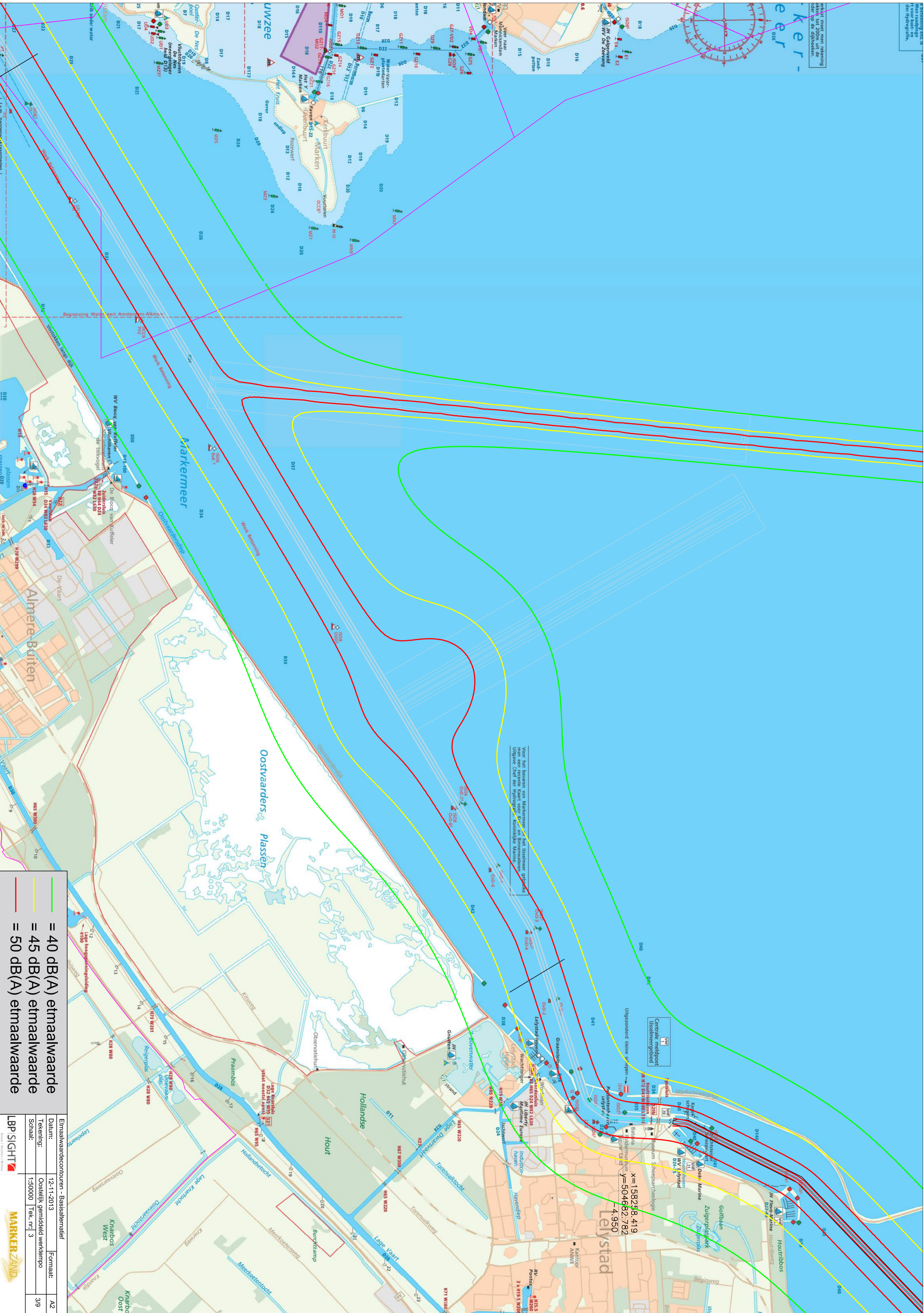


- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaalwaardecontouren - Basisatmetabel	
Datum:	14-11-2013
Tekening:	Wettelijk gemiddeld werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 2

x=1582368.419
y=504682.782
-4.950

Ziet het kunnen van Veldmetingen op het IJsselmeer gebaseerd op een recente kaart voor kust- en binnenwateren, conform de Uitgave Chef der Hydrografie, "Sommelijke Maatregelen".



— = 40 dB(A) etmaalwaarde
— = 45 dB(A) etmaalwaarde
— = 50 dB(A) etmaalwaarde

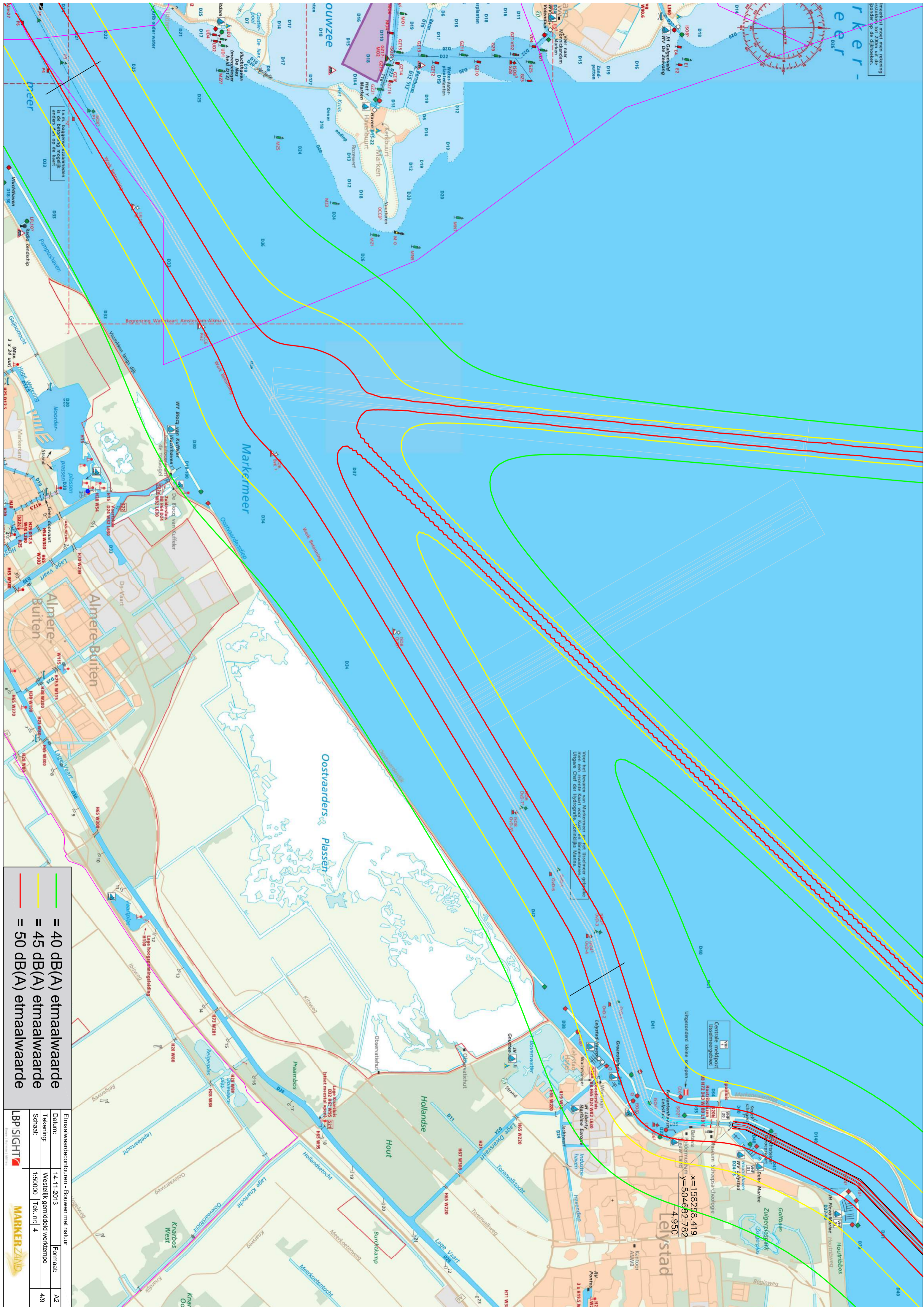
Eismaalwaardecontouren - Basisalternatief	
Datum:	12-11-2013
Tekening:	Oostelijk gemiddeld werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 3

Het kaartbeeld is een reëlevante afbeelding van de werkdag. Het kan verschillen van de werkelijkheid. Het is niet bedoeld voor gebruik als navigatiekaart.

Voor het bepalen van de maximale geluidsoverlast van de waterwegen is gebruik gemaakt van een recente kaart voor Kuster en Binnenwateren. Uitgeverij: de Hydrologische Dienst, Koninklijke Marine.

x=158258.419
 y=504682.782
 4.950

metriek moet men rekening houden met de afstanden van de dijken.

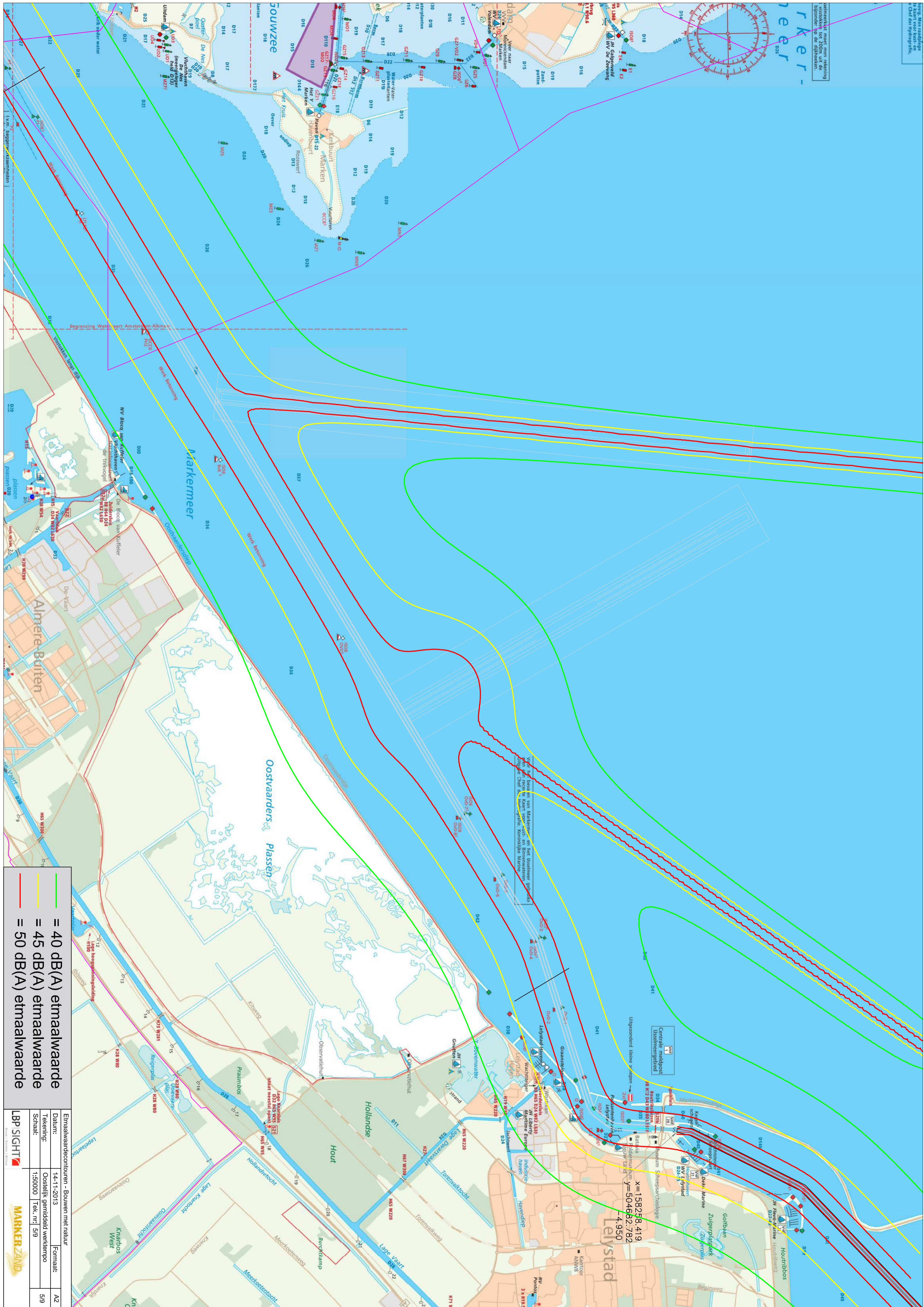


- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Bouwen met natuur	
Datum:	14-11-2013
Tekening:	Wettelijk gemiddeld werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 4
Formaat:	A2
	4/9

X=158258.419
Y=50482.782
-4.950

Voor het Beheer van Markemeer en het IJsselmeer gebied, met een recente kaart voor kust- en rivierwaken. Uitgegeven door de Hydrografische Dienst van de Rijkswaterstaat.



— = 40 dB(A) etmaalwaarde
— = 45 dB(A) etmaalwaarde
— = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eismaatwaardecontouren - Bouwen met natuur
 Datum: 14-1-2013 Formaat: A2
 Tekening: Oostelijk gemiddeld werktempo
 Schaal: 1:50000 Tek. nr.: 519
MARKERZAND
 LBP SIGHT

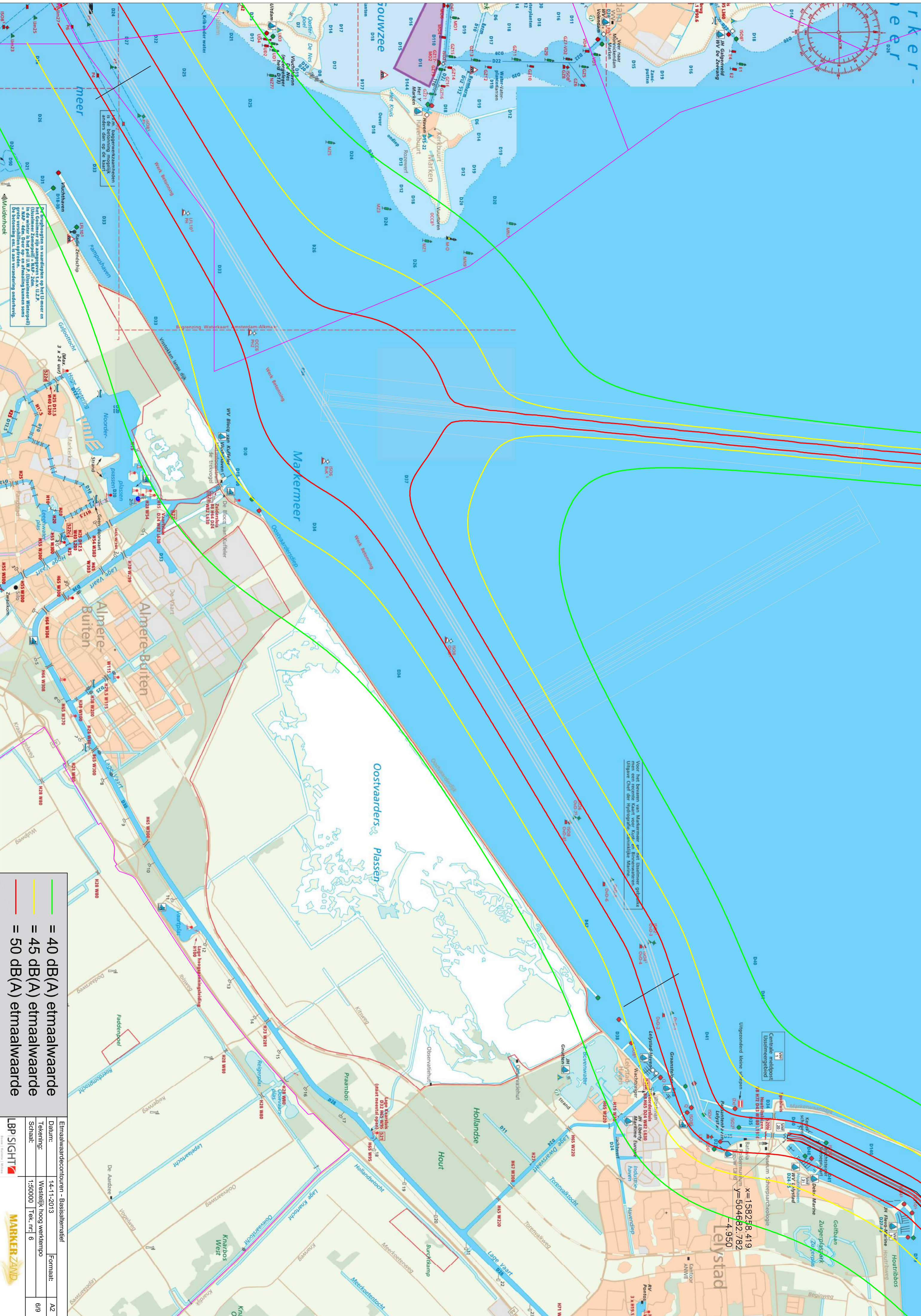
x=158258,419
 y=504682,782
 4,950

Voor het bevoen van Markermeer- en het IJsselmeer gebied is een plan reeds te kaart voor 'vult- en binnenvaarten' uitgegeven. Het plan is van de heer J. van der Meulen, hoofd van de afdeling 'Waterbouw' van de Rijkswaterstaat. Het plan is van de heer J. van der Meulen, hoofd van de afdeling 'Waterbouw' van de Rijkswaterstaat. Het plan is van de heer J. van der Meulen, hoofd van de afdeling 'Waterbouw' van de Rijkswaterstaat.

De afbeelding is een afbeelding van een kaart van de Rijkswaterstaat. De afbeelding is een afbeelding van een kaart van de Rijkswaterstaat. De afbeelding is een afbeelding van een kaart van de Rijkswaterstaat.

Bijlage IV

L_{etmaal} geluidcontouren hoog werktempo



De afgeplaatste waarden zijn gebaseerd op de metingen van de LBP SIGHT. In de winter kan het geluid (L_{night}) anders zijn dan op de kaart. De bronnen van het geluid zijn:
 - Het verkeer op de weg
 - Het vliegverkeer op het vliegveld
 - Het scheepverkeer op de wateren
 - Het geluid van de industrie en de huishouding
 - Het geluid van de natuur

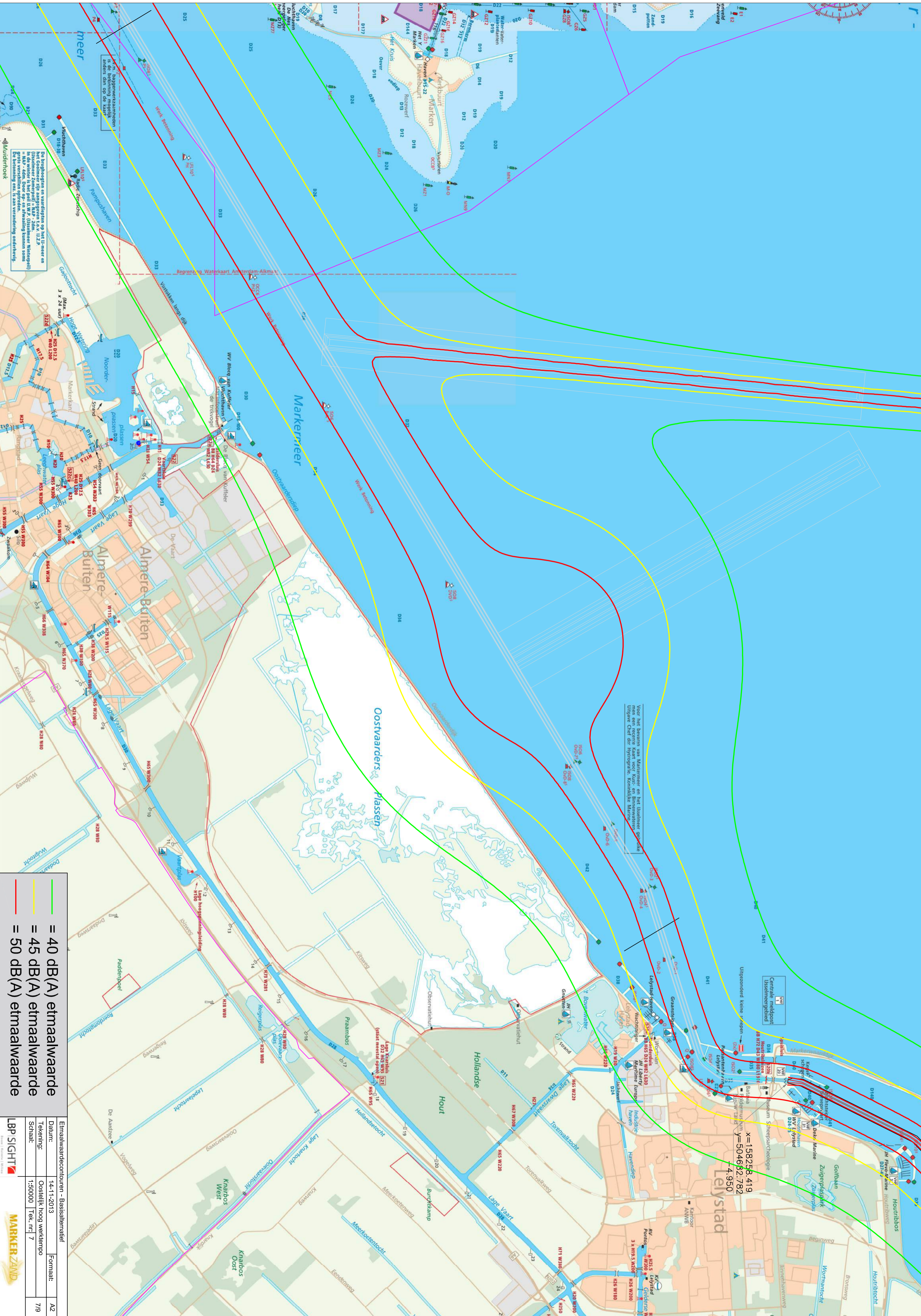
Voor het bepalen van de maximale geluidbelasting (L_{max}) is het meest ongunstige scenario gebruikt. De maximale geluidbelasting is gebaseerd op de metingen van de LBP SIGHT.

- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eemalwaardecontouren - Basisatienafel		Formaat:	A2
Datum:	14-11-2013		
Tekening:	Westelijk hoog werktempo		
Schaal:	1:50000 Tek. nr. 6		6/9



x=158258.419
 y=504682.782
 4.950



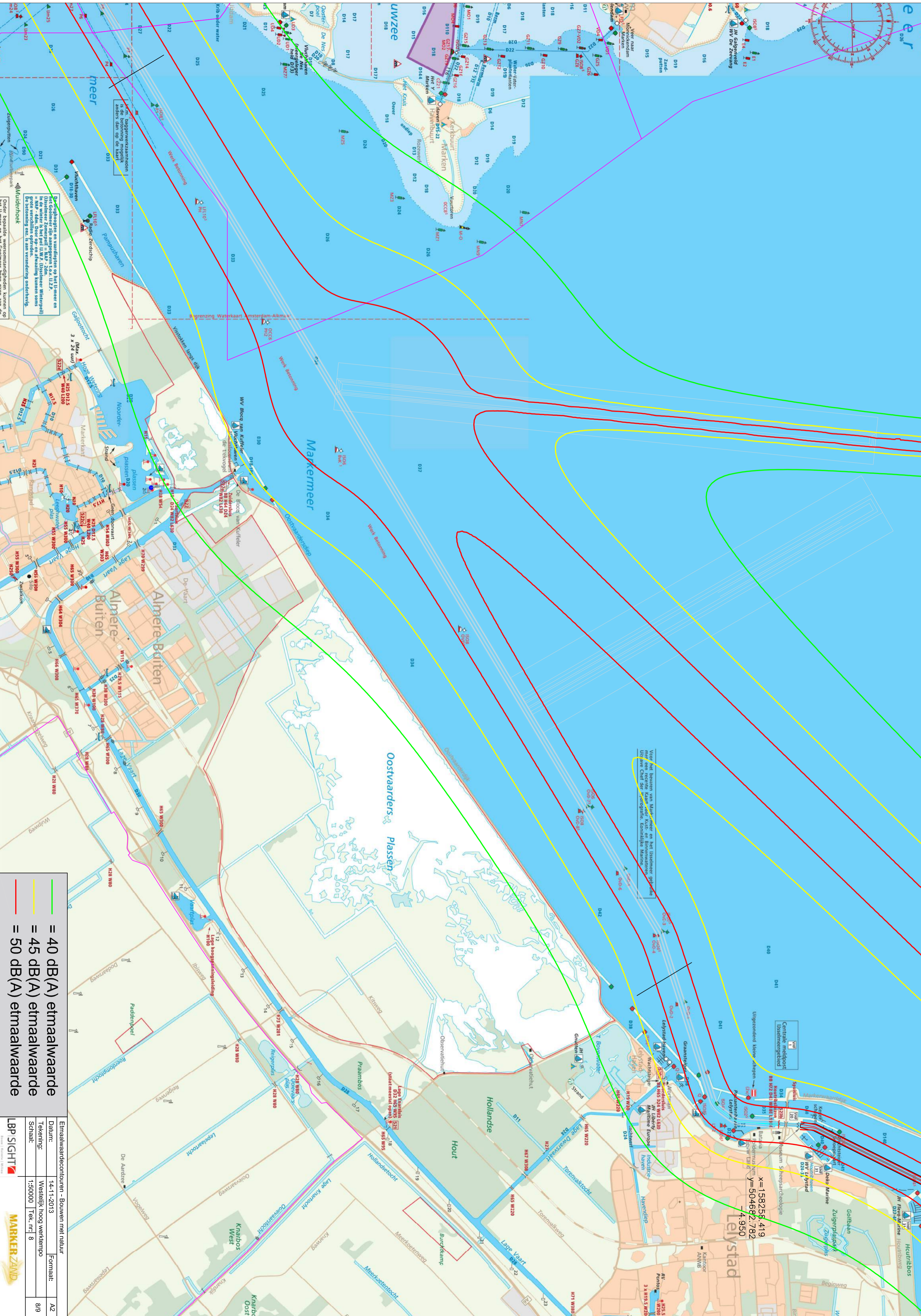
— = 40 dB(A) etmaalwaarde
— = 45 dB(A) etmaalwaarde
— = 50 dB(A) etmaalwaarde

Voor het bevestigen van de Markermeer en het IJsselmeer grondke
 Ulfave Chef der Hydrografie, Koninklijke Marine

X=158258.419
 Y=504682.782
 4.950

Eismaatwaardecontouren - Basisalternatief		Formaat:	A2
Datum:	14-11-2013		
Tekening:	Oostelijk hoog werktempo		
Schaal:	1:50000 Tek. nr.: 7		7/9





De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

De draagvlak en verdragen op het IJmeer en de omgeving daarvan zijn van belang voor de realisatie van het project. Het is van belang dat de draagvlak en verdragen worden vastgesteld op basis van de meest recente gegevens.

- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

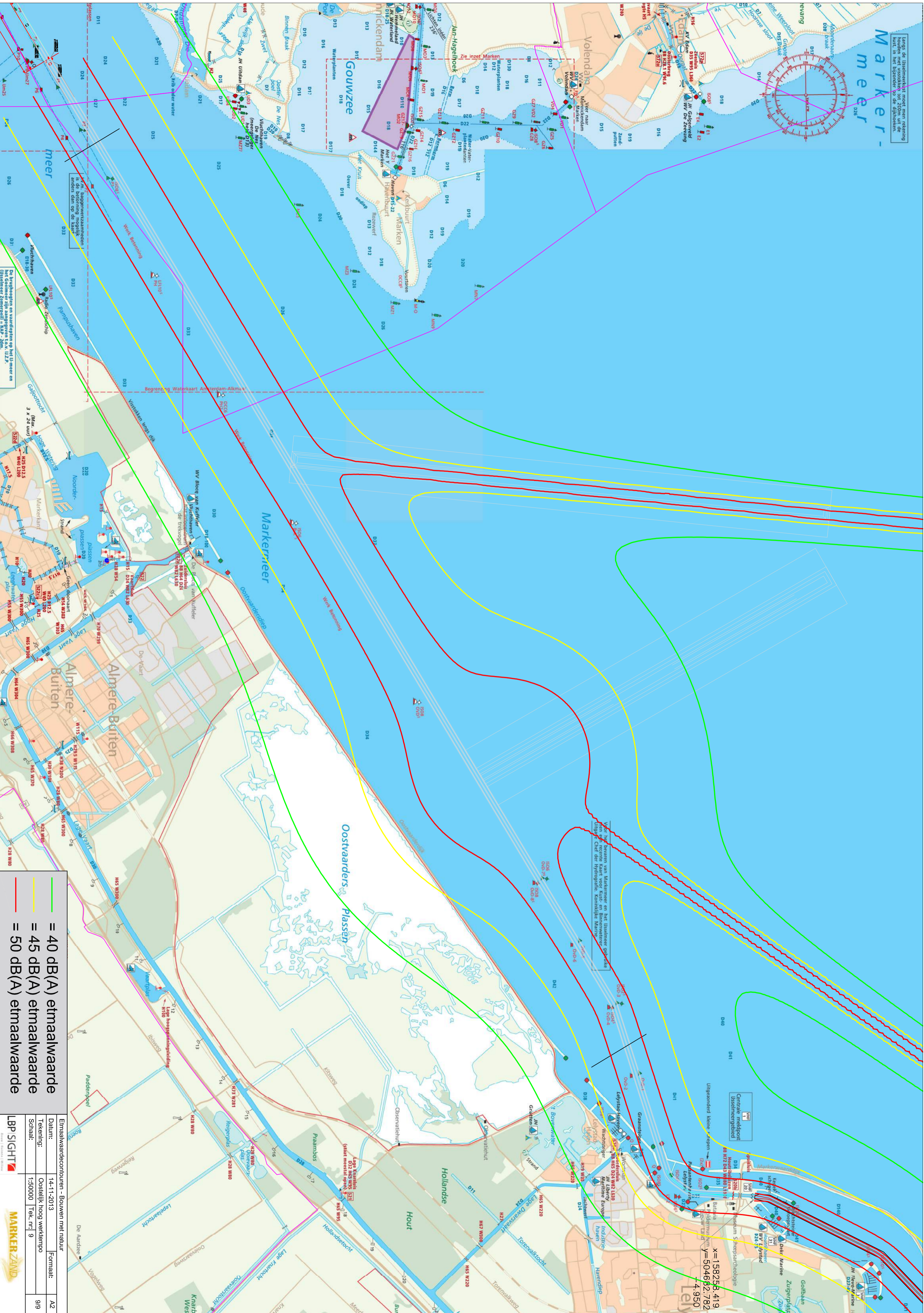
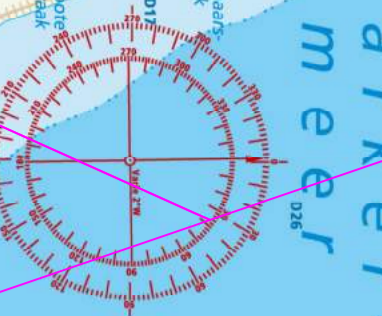
Eetmaalwaardecontouren - Bouwen met natuur	
Datum:	14-11-2013
Tekening:	Wettelijk hoog werktempo
Schaal:	1:50000 Tek. nr: 8
LBP SIGHT	
Formaat:	A2
	8/9

Voor het bevestigen van Markermeer en het IJmeer worden de volgende maatregelen genomen:

Voor het bevestigen van Markermeer en het IJmeer worden de volgende maatregelen genomen:

X=158258.419
Y=504682.782
4.950

Langs de IJsselmeerkust wordt naar rijkdom in natuur met visscherij op 200m uit de kust. In het bijzonder op de dijkhoeven.



Voor het bepalen van Markermeer en het IJsselmeer geldt de meest recente kaart voor kust- en binnenwateren uitgegeven door de Hydrografische Koninklijke Dienst.

- = 40 dB(A) etmaalwaarde
- = 45 dB(A) etmaalwaarde
- = 50 dB(A) etmaalwaarde

Eemalwaardecontouren - Bouwen met natuur		Formaat:	A2
Datum:	14-1-2013	Tekening:	Oostelijk hoog werktempo
Schaal:	1:50000	Tek. nr.:	9
LBP SIGHT		x=158258,419 y=504682,782 -4,950	



Bijlage 7

Resultaten berekeningen Deltares

Memo

Aan
Markerzand v.o.f.

Datum 19 februari 2014	Kenmerk 1209619-000-ZWS-0003	Aantal pagina's 119
Van Christophe Thiange, Menno Genseberger, Ruurd Noordhuis	Doorkiesnummer +31 (0)88 33 58 453	E-mail menno.genseberger@deltares.nl

Onderwerp
ecologische doorvertaling Markerzand

AUTEUR	REVIEW	GOEDGEKEURD DOOR
Christophe Thiange Menno Genseberger Ruurd Noordhuis	Pascal Boderie	Sacha de Rijk

1 Ten geleide

Het consortium Markerzand v.o.f. bestudeert (zie o.a. [2]) in hoeverre twee lokaties in het zuidwesten van het Markermeer geschikt zijn als zandwinput: Markerzand west en Markerzand oost (figuur 1.1).

In een eerdere kleine studie heeft Deltares voor dit consortium onderzocht wat het effect van de lokatie Markerzand west is op de slibhuishouding van het Markermeer [1]. De voorliggende memo maakt de doorvertaling van waterbeweging en slibdynamiek naar ecologie. Naast Markerzand west en Markerzand oost is ook gekeken naar de referentie situatie (ongestoorde toestand) en voorstel voorkeursalternatief en alternatief Archipel Oost uit de MIRT verkenning luwtestructuren Hoornse Hop [3].

Voor de vergelijkingen zijn de volgende scenario's beschouwd:

- 1 referentie (ongestoorde situatie) (identiek aan [3]),
- 2 alleen maatregel Markerzand west,
- 3 alleen maatregel Markerzand oost,
- 4 alleen maatregel voorstel voorkeursalternatief (identiek aan [3]),
- 5 alleen maatregel alternatief Archipel Oost (identiek aan [3]),
- 6 combinatie van maatregelen Markerzand west en voorstel voorkeursalternatief,
- 7 combinatie van maatregelen Markerzand oost en voorstel voorkeursalternatief,

Tevens is gekeken hoe scenario 6 (respectievelijk 7) zich verhoudt tot de som van de afzonderlijke effecten ten opzichte van de referentie van scenario 4 en 2 (respectievelijk 3).

De in deze memo gerapporteerde resultaten van scenario's zijn op dezelfde manier tot stand gekomen als in de genoemde MIRT verkenning [3]. Dit is een combinatie van scenario modellering met het Markermeer slibmodel en ecologische doorvertaling hiervan door expert judgement, dit op basis van criteria uitgewerkt en vastgelegd binnen deze MIRT. Voor de modelopzet en gevolgde aanpak verwijzen we daarom naar [3]. De appendices met figuren en tabellen in deze memo zijn zo genummerd dat ze doorlopen op die in [3]. De uitkomsten van de ecologische doorvertaling voor Markerzand zijn beschreven in de volgende sectie 2 van deze memo.

Figuur 1.1. Lokatie in Markermeer van Markerzand west (Plangebied Westelijk alternatief) en Markerzand oost (Plangebied Oostelijk alternatief).



2 Interpretatie ecologische effecten

2.1 Inleiding

Zandwinning kan op diverse manieren effect hebben op ecologische waarden. Een verkenning van de mogelijke effecten van Markerzand is elders uitgevoerd [2]. Twee aspecten van effecten op ecologie zijn hier met behulp van het slibmodel benaderd:

- Het areaal met kansen voor waterplanten: uitgewerkt als het areaal met meer dan 2% licht op de bodem in het voorjaar (kans op planten los van ecologische functie) en met meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar (kans op ontwikkeling van waterplanten met een ecologisch functionele dichtheid en structuur).
- Het areaal met intermediair doorzicht voor viseters: uitgewerkt als het areaal met een gemiddeld doorzicht van 40-80 cm per seizoen. Dergelijk water is helder genoeg voor vogels om de vis te kunnen vinden, en niet zo helder dat de vis de vogels zo snel ziet dat ze om die reden niet vangbaar zijn.

Diversiteit en gradiënten, onder meer te bereiken door het stimuleren van deze twee aspecten, zijn cruciaal voor de ontwikkeling van een robuust systeem waar meerdere vormen van gebruik naast elkaar mogelijk zijn zonder ecologische schade. De hier genoemde aspecten zijn dan ook belangrijke pijlers van Toekomst Bestendig Ecologisch Systeem (TBES).

De modeluitkomsten lenen zich vooral voor het kwantitatief vergelijken van scenario's. Absoluut gezien zijn de uitkomsten minder "hard", omdat deze afhankelijk zijn van de input van het model. In dit geval zijn dat de weersomstandigheden en de waterkwaliteit van het jaar 2006. De uiteindelijke effecten zullen absoluut gezien enigszins afwijken omdat de achtergrondsituatie veranderlijk is.

Beoordeeld dient te worden of Markerzand een duurzame bijdrage aan TBES levert. Beoordeling van de resultaten ten opzichte van de TBES doelen is lastig, niet alleen om bovenstaande redenen, maar ook omdat deze doelen slechts in beperkte mate zijn gekwantificeerd. Met betrekking tot de twee bestudeerde aspecten kan daarover het volgende worden gezegd:

- Heldere randen langs de kust: toename van de habitatdiversiteit door vergroting van het areaal voor waterplanten. Genoemd wordt een areaal van 6000 hectare waterplanten in het Markermeer-IJmeer, waarvan ongeveer de helft al aanwezig is. Deze waarde is afkomstig uit vergelijking met referentiegebieden. De waarde wordt nader onderbouwd en gespecificeerd vanuit vogeldoelstellingen in de MIRT verkenning Hoornse Hop [3]. Het gaat dan om 2000 tot 3000 hectare waterplanten met meer dan 15% bedekking, corresponderend met meer dan 10% licht op de bodem.
- Gradiënt in slib van helder naar troebel: dit doel is niet gekwantificeerd. Inzet was aanvankelijk vooral behoud van de bestaande gradiënten bij uitvoering van inrichtingsmaatregelen. Omdat het daarbij vooral ging om vangbaarheid van vis voor visetende watervogels is dit hier vertaald in het areaal met een gemiddeld doorzicht tussen 40 en 80 cm.

2.2 Licht op de bodem; effecten op planten

Voor het stimuleren van waterplanten (en de bijbehorende fauna) is een grotere helderheid van het water nodig, met name in de kiemingsperiode, dus in het voorjaar. In principe zijn er kansen voor waterplanten als in het voorjaar meer dan 2% van het licht aan het oppervlak de bodem bereikt. Als deze grens voor het eerst wordt overschreden op grotere diepte en verder uit de kust kan het echter jaren duren voordat planten verschijnen omdat nog geen zaadbank in de bodem aanwezig is. Ook zal de dichtheid en de diversiteit aan soorten op grotere diepte beperkt blijven. Zo'n vegetatie heeft weinig of geen ecologische betekenis, omdat de dichtheid te laag is om habitat te bieden aan vis of ongewervelde diersoorten.

Als meer dan 10 of 15% van het licht in het voorjaar de bodem bereikt, in het algemeen op beperkte diepte, is er kans op ontwikkeling van een vegetatie met grotere dichtheid en meerdere soorten. Dit is het type vegetatie dat habitat biedt voor allerlei diersoorten en dat in het kader van TBES wordt gestimuleerd.

Meer dan 2% licht op de bodem

Markerzand vergroot het gebied met meer dan 2% licht op de bodem in het voorjaar volgens het model met respectievelijk 6,3 km² (Markerzand West) en 4,5 km² (Markerzand Oost), ongeveer een derde van de toename bij het voorstel voorkeursalternatief van de MIRT

verkenning Hoornse Hop (15,4 km²). Bij combinatie van beide ingrepen is de toename respectievelijk 2,2 km² (west) en 0,8 km² (oost) groter dan de som van de effecten van de afzonderlijke ingrepen (respectievelijk 23,9 km² (west) en 20,7 km² (oost)). Verreweg het grootste deel van deze toename betreft percentages van minder dan 10% licht op de bodem. Hiervan wordt ook bij het voorstel voorkeursalternatief weinig ecologische winst verwacht met betrekking tot vegetatie en bijbehorende fauna.

Meer dan 10% licht op de bodem

Een klein deel van de toename betreft gebieden met meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar: respectievelijk 0,9 km² (west) en 0,6 km² (oost), ongeveer een kwart van het effect van het voorstel voorkeursalternatief van de MIRT. In dit geval is het effect van de combinatie van beide ingrepen respectievelijk 0,2 km² (west) en 0,2 km² (oost) kleiner dan de som van de afzonderlijke ingrepen als gevolg van overlap van de effecten. De combinatie **voegt daardoor dus respectievelijk 0,7 km² (west) en 0,4 km² (oost) toe** aan het effect van het voorstel voorkeursalternatief van de MIRT alleen. Deze winst is te klein om met behulp van de kaartjes in deze memo te lokaliseren, maar gezien de verspreiding van de winst van het areaal met meer dan 2% licht gaat het waarschijnlijk vooral om het Hoornse Hop.

Tabel 2.1. Toename van het areaal waar meer dan 2% respectievelijk 2-10% van het licht op de bodem valt in het voorjaar. Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen. Boven is de toename weergegeven in km², onder is dezelfde toename weergegeven maar dan als percentage van het areaal dat in de referentiesituatie aanwezig is.

	voorstel voorkeurs- alternatief	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
toename areaal in km ²							
> 10%	3,4	0,9	4,3	4,1	0,6	4,0	3,8
2-10%	12,0	5,4	17,4	19,8	3,9	15,9	16,9
toename areaal in % van referentie areaal							
>10%	3,7	1,0	4,7	4,4	0,6	4,3	4,1
2-10%	4,7	2,1	6,7	7,7	1,5	6,2	6,6

2.3 Intermediair doorzicht

Gradiënten met intermediair doorzicht, gelegen tussen een gebied met troebel water en een gebied met helder water, zijn belangrijk voor visetende watervogels. Deze zijn afhankelijk van zulke gradiënten om de aanwezige vis te kunnen vangen. In het algemeen is water met een doorzicht tussen 40 en 80 cm geschikt. Afhankelijk van de soort viseter gaat het daarbij om het voorjaar en de zomer (Visdief, Zwarte Stern, Dwergmeeuw), het najaar (Fuut, Dwergmeeuw) of de winter (Grote Zaagbek, Nonnetje).

Tabel 2.2. Toename van het areaal met een gemiddeld doorzicht tussen 40 en 80 cm in winter, voorjaar, zomer en najaar in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen. Boven is de toename weergegeven in km², onder is dezelfde toename weergegeven maar dan als percentage van het areaal dat in de referentiesituatie aanwezig is

	voorstel voorkeurs- alternatief	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
toename areaal in km²							
januari- maart	8,9	5,9	14,8	15,4	4,8	13,7	14
april- juni	21,2	15,3	36,5	36,7	13,9	35,1	35,6
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	32,5	11,6	44,1	50,4	8,7	41,2	45,7
toename areaal in % van referentie areaal							
januari- maart	2,4	1,6	4,1	4,2	1,3	3,8	3,8
april- juni	6,5	4,7	11,2	11,3	4,3	10,8	11,0
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	7,0	2,5	9,5	10,9	1,9	8,9	9,9

Arealen intermediair doorzicht

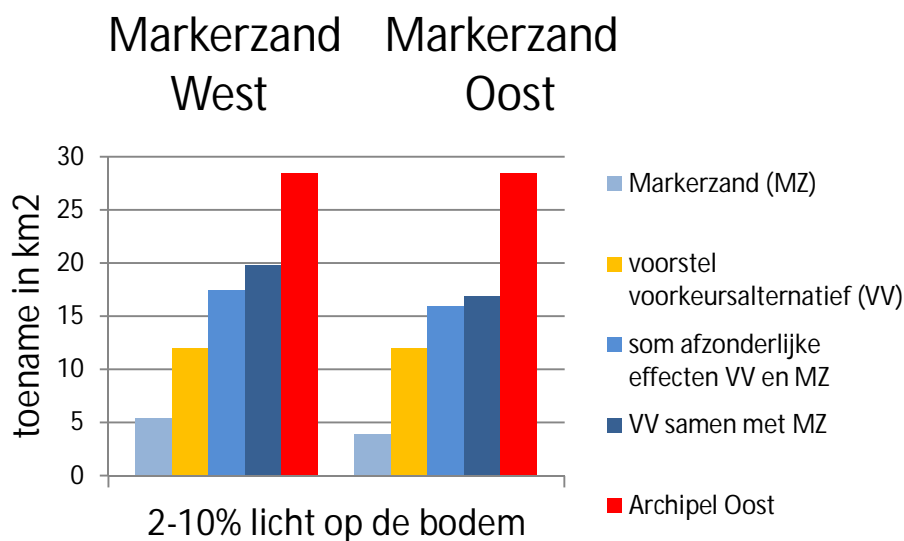
Uit tabel 2.2 blijkt dat zowel de westelijke als de oostelijke variant van Markerzand in drie van de vier seizoenen een duidelijke uitbreiding van het areaal met doorzichten van 40 – 80 cm op kunnen leveren. In de periode januari - maart en april-juni bedraagt deze uitbreiding ongeveer twee derde van die van het voorstel voorkeursvariant MIRT Hoornse Hop. In oktober-december ongeveer een kwart tot een derde, maar in dat seizoen is het effect van de twee ingrepen samen beduidend groter dan de som van de afzonderlijke ingrepen.

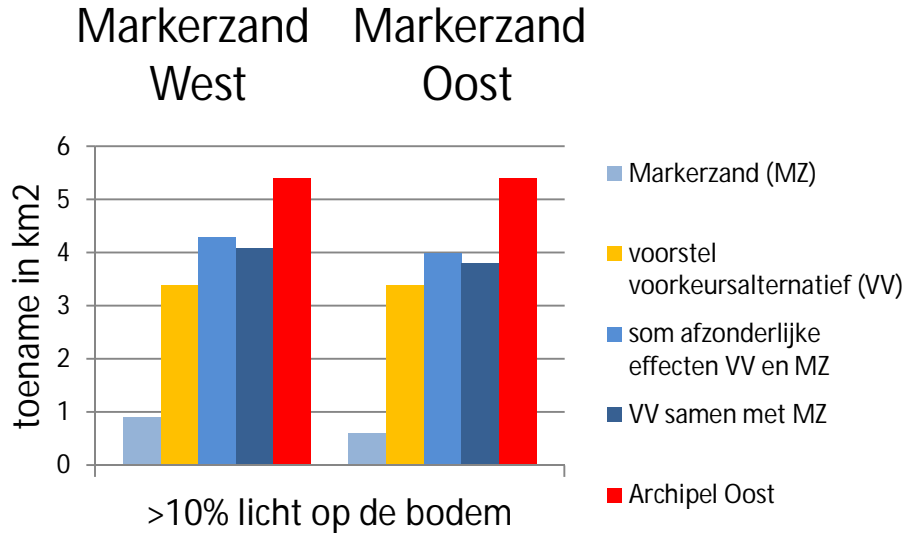
Ruimtelijke aspecten

Het areaal met gemiddeld minder dan 40 cm doorzicht ligt in het algemeen in het midden van het Markermeer. Het noordelijke uiteinde van Markerzand west ligt ongeveer in het midden van dit gebied. Het zuidelijke uiteinde ligt er afhankelijk van het seizoen in meer of mindere mate buiten. De toename van dit areaal is verdeeld langs de randen van dit gebied. Er is volgens de resultaten van het slibmodel dus geen sprake van nieuwe, geïsoleerd gelegen zones rond de verdieping van Markerzand. Alleen in de periode oktober – december (2006) is sprake van een nieuw bevisbaar gebied ten opzichte van het Voorkeursalternatief, gelegen langs de Hollandse kust tussen Hoorn en Enkhuizen.

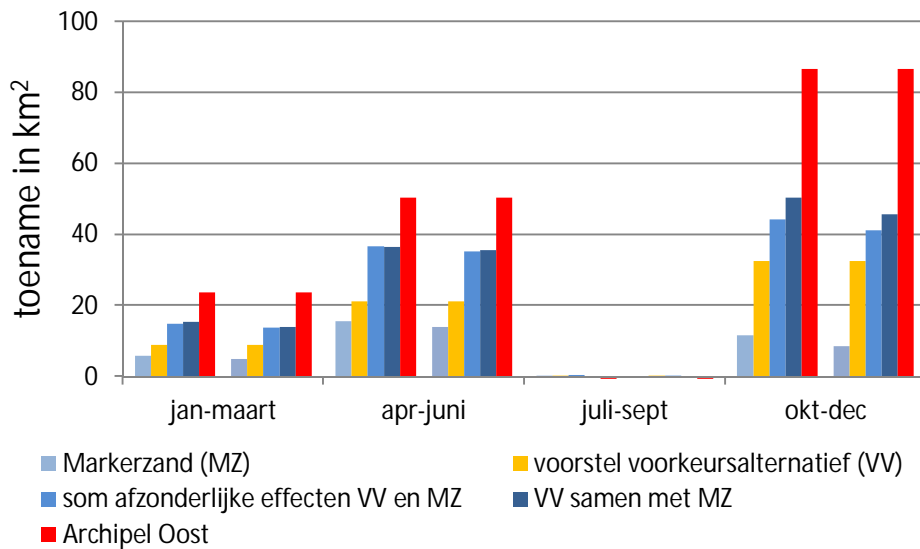
2.4 Vergelijking voorstel voorkeursalternatief en Archipel Oost

De getallen die hierboven zijn gebruikt voor de vergelijking met het voorstel voorkeursalternatief Hoornse Hop hebben betrekking op een mogelijke eerste aanlegfase. Dit wordt gezien als een opmaat naar een meer uitgebreide archipel met een groter complex van eilandjes en ondieptes met een groter effect op de kansen voor planten en voor viseters. Archipel Oost is daar een mogelijkheid van, let wel dat daarin nog geen verondiepingen zijn meegenomen. De uitwerking van beide uitvoeringen van dit alternatief alsmede de andere twee alternatieven is te vinden in het rapport [3]. Hieronder wordt een vergelijking gepresenteerd van de meerwaarde van de combinatie van Markerzand ten opzichte van het voorstel voorkeursalternatief, vergeleken met Archipel Oost als verdere uitwerking.





Figuur 2.1. Toename van het areaal met meer dan 10% licht op de bodem in het voorjaar, het voorstel voorkeursalternatief, het voorstel voorkeursalternatief en Markerzand west (gezamenlijk effect) en Archipel Oost (zonder Markerzand west).



Figuur 2.2. Toename van het areaal met doorzichten van gemiddeld 40-80 cm per seizoen, het voorstel voorkeursalternatief, het voorstel voorkeursalternatief en Markerzand west (gezamenlijk effect) en Archipel Oost (zonder Markerzand west).

2.5 Geschiktheid voor viseters en mosselelers

In bijlagen Z en AA zijn modelresultaten voor geschiktheid voor visetende en voor mosseletende watervogels weergegeven. Bij de geschiktheid voor viseters speelt het intermediaire doorzicht een belangrijke rol. De resultaten zijn daardoor vergelijkbaar met die voor dit aspect alleen; Markerzand west lever in winter en voorjaar een derde tot drie kwart van

het resultaat of van het voorstel voorkeursalternatief Hoornse Hop, Markerzand oost iets minder. Vooral in januari-maart is er in deze bewerking meerwaarde van de combinatie ten opzichte van de som van de afzonderlijke ingrepen.

Tabel 2.3. Geschiktheid voor viseters, winst van matig geschikt areaal in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	voorstel voorkeurs- alternatief MIRT HH	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
januari- maart	31	11	42	48,7	8,5	57,2	43,9
april- juni	21,2	15,4	36,6	36,8	13,9	50,7	35,7
juli- september	0	-0,1	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,1
oktober- december	8,8	5,8	14,6	15,2	4,8	20	13,9

Met betrekking tot de geschiktheid voor mosselelers is de toename van matig geschikt areaal van Markerzand vergelijkbaar met die van het voorstel voorkeursalternatief. De toename van het geschikte areaal is echter aanzienlijk kleiner. Deze scores zijn echter minder relevant omdat de berekeningen zijn gebaseerd op de eigenschappen van de Driehoeksmossel. Die is echter inmiddels grotendeels vervangen door de verwante Quaggamossel, die maar weinig door de vogels wordt gegeten.

Tabel 2.4. Geschiktheid voor mosselelers, winst van matig geschikt areaal in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	voorstel voorkeurs- alternatief MIRT HH	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
januari- maart	2,7	5,1	7,8	8	4,6	12,6	7,4
april- juni	11,8	11,5	23,3	23,2	11,1	34,3	23,5
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	27,9	10,9	38,8	42,5	8,3	50,8	39,4

Tabel 2.5. Geschiktheid voor mosselelers, winst van geschikt areaal in km². Hierbij wordt met "som" de som van de afzonderlijke effecten van voorstel voorkeursalternatief MIRT en Markerzand bedoeld en met "combi" het gezamenlijk effect bij tegelijk uitvoeren van beide ingrepen.

	voorstel voorkeurs- alternatief MIRT HH	Markerzand west	som	combi	Markerzand oost	som	combi
januari- maart	6,2	0,8	7	7,4	0,2	7,6	6,6
april- juni	9,5	4	13,5	13,7	2,9	16,6	12,2
juli- september	0	0	0	0	0	0	0
oktober- december	4,7	0,7	5,4	7,9	0,4	8,3	6,3

2.6 Overige effecten

Behalve via licht op de bodem en doorzicht kunnen ecologische effecten optreden via gebruik van de verdieping door vis, bijvoorbeeld als schuilplaats in het winterseizoen of ten tijde van verhoogde watertemperaturen in de zomer. Deze effecten zijn mogelijk interessant voor vis zowel als visetende vogels, maar zijn met het gebruikte instrumentarium niet te kwantificeren.

2.7 Conclusies

Uit het voorgaande kunnen, op basis van de voltooide realisatie van Markerzand, de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op de kansen voor waterplanten. De modeluitkomsten suggereren een winst van 0,6 (Markerzand oost) tot 0,9 (Markerzand west) km² areaal voor ecologisch functionele vegetatie (>10% licht op de bodem). Dat is 3-4,5% van het TBES doel. In combinatie met het Voorkeursalternatief uit de MIRT verkenning Hoornse Hop wordt deze winst door overlap iets kleiner.
- Er is sprake van positieve effecten van Markerzand op het areaal water met doorzichten geschikt voor viseters. Op basis van de situatie in 2006 lijkt in geen van de vier seizoenen het areaal overgangen van troebel naar helder af te gaan nemen, in drie van de vier seizoenen neemt het areaal toe met maximaal 4%. In combinatie met het Voorkeursalternatief uit de MIRT verkenning Hoornsche Hop wordt deze winst door onderlinge versterking iets groter.
- De effecten zijn op alle onderdelen voor Markerzand west iets groter dan voor Markerzand oost.

2.8 Discussie

De uitkomsten van het slibmodel zijn gebaseerd op de volledig aangelegde geul met de initiële diepte, en zonder rekening te houden met effecten van verwijdering van de sliblaag in de omgeving door aanzuiging van de put.

Het eerste kan betekenen dat de effecten kleiner zijn omdat een deel van de geul nog niet is aangelegd of alweer ten dele is volgeslibd.

Het tweede kan betekenen dat de effecten in de praktijk groter zijn omdat minder slib overblijft voor resuspensie.

Daarnaast is het Markermeer sinds het modeljaar 2006 gekoloniseerd door Quaggamosselen, die via afdekking van de bodem en filtratie van zwevend stof het water helderder maken. Met name in 2013 was het water helderder dan voordien. Ook daardoor kunnen de effecten groter zijn, met name op de kansen voor waterplanten.

Door de recente ontwikkelingen komen doorzichtwaarden van meer dan 80 cm vooral in de Hoornsche Hop vaker voor. Bij voortzetting van die ontwikkeling kan het areaal voor viseters theoretisch gezien weer krimpen.

2.9 Disclaimer

Het slibmodel dat gebruikt is om de effecten van maatregelen op slib te kwantificeren is gevalideerd voor de korte termijn (enkele jaren) en gaat uit van een slibbalans voor het gehele Markermeer die in evenwicht is. Uit recent onderzoek (Miguel de Lucas Pardo, PhD in voorbereiding) blijkt dat maatregelen een extra bron van slib kunnen veroorzaken. Dat gebeurt als de beschermende anaerobe sliblaag op de bodem verdwijnt waardoor geconsolideerde Zuiderzee afzettingen door organismen worden geërodeerd en gaan bijdragen aan de slibbelasting van het meer. Deze terugkoppeling ontbreekt op dit moment in het slibmodel.

In deze memo worden twee verschillende type maatregelen vergeleken die het slibgehalte in het water verlagen en daarmee het doorzicht vergroten: in de MIRT zorgen luwtestructuren ervoor dat golfenergie afneemt en rondom de structuur minder slib opwerfelt. Bij de Markerzand maatregelen bereiken golven de bodem niet meer om dat de put daarvoor te diep is. Beide maatregelen hebben buiten hun directe invloedssfeer (rondom de structuur en boven de put) ook een verlagend effect op de slibconcentratie omdat ze slib uit de omgeving in luwe gebieden sedimenteert. Dit grootschalige en langetermijneffect kan door toegenomen 'productie' t.g.v. de erosie van oude afzettingen kleiner zijn dan nu met het model berekend, maar zal niet helemaal verdwijnen. Mogelijk is het berekende langetermijneffect een overschatting doordat deze terugkoppeling van een maatregel met extra productie niet is meegenomen.

3 Referenties

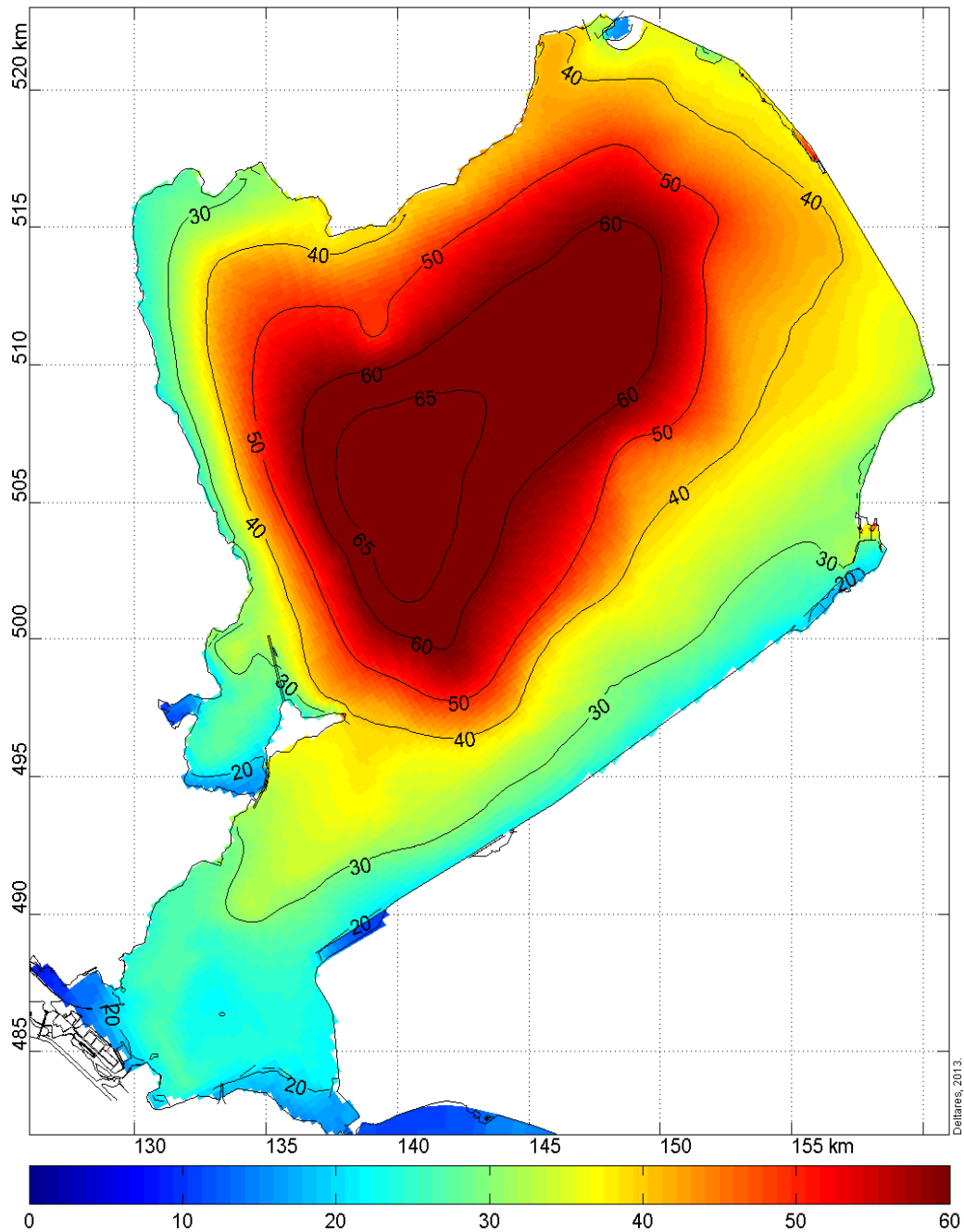
[1] Thijs van Kessel, Notitie Markerzand, Deltares memo 1208090-000, mei 2013.

[2] Constans van Munster en Peter Thoenes, Milieueffectrapport ontgroning Markerzand, concept, LBP SIGHT, november 2013.

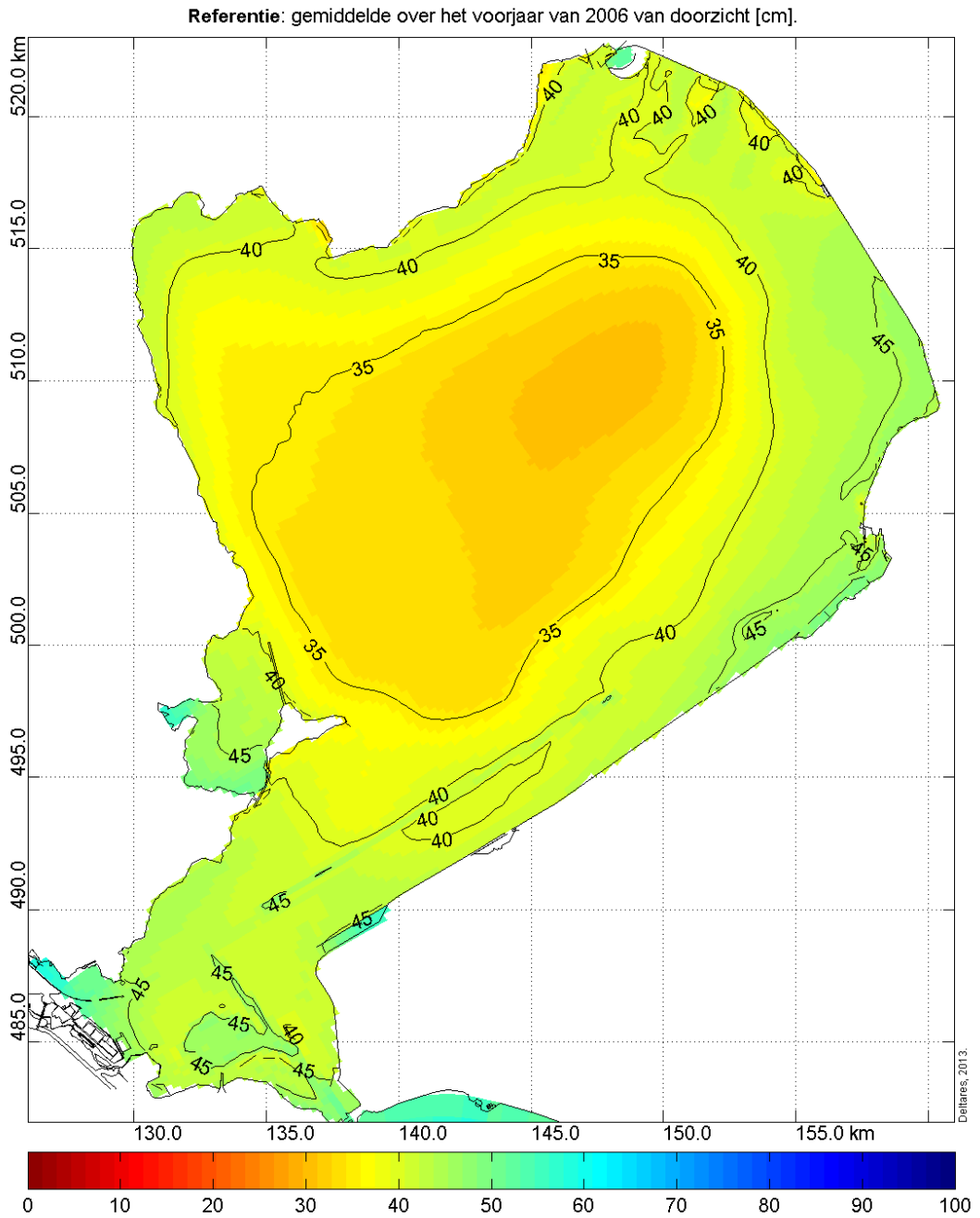
[3] Ruurd Noordhuis, Menno Genseberger en Christophe Thiange, Luwtemaatregelen Hoornse Hop – Bijdrage Deltares aan MIRT verkenning Hoornse Hop, Deltares rapport 1297128-000, februari 2014.

B Modelresultaten: Referentie

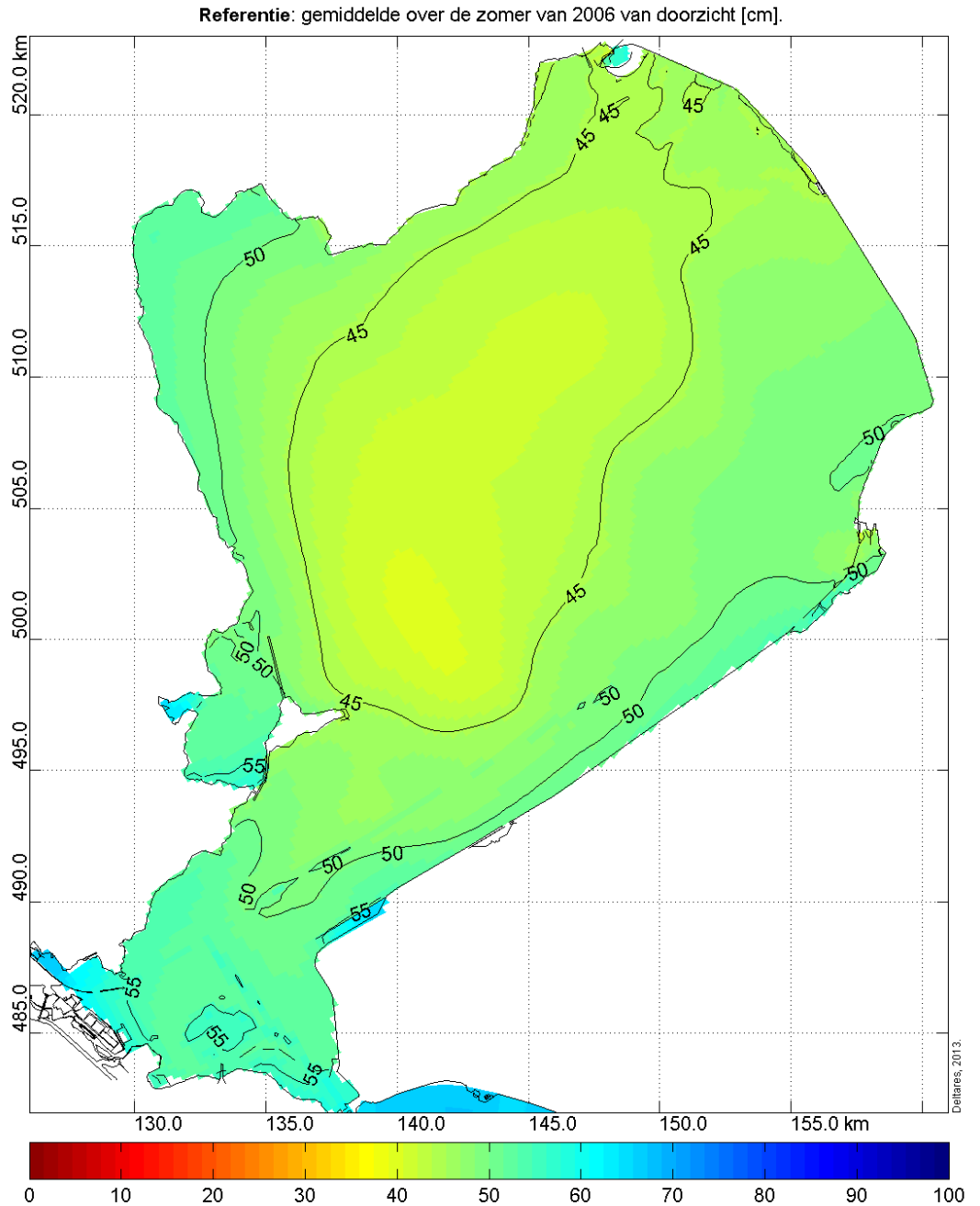
Referentie: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



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

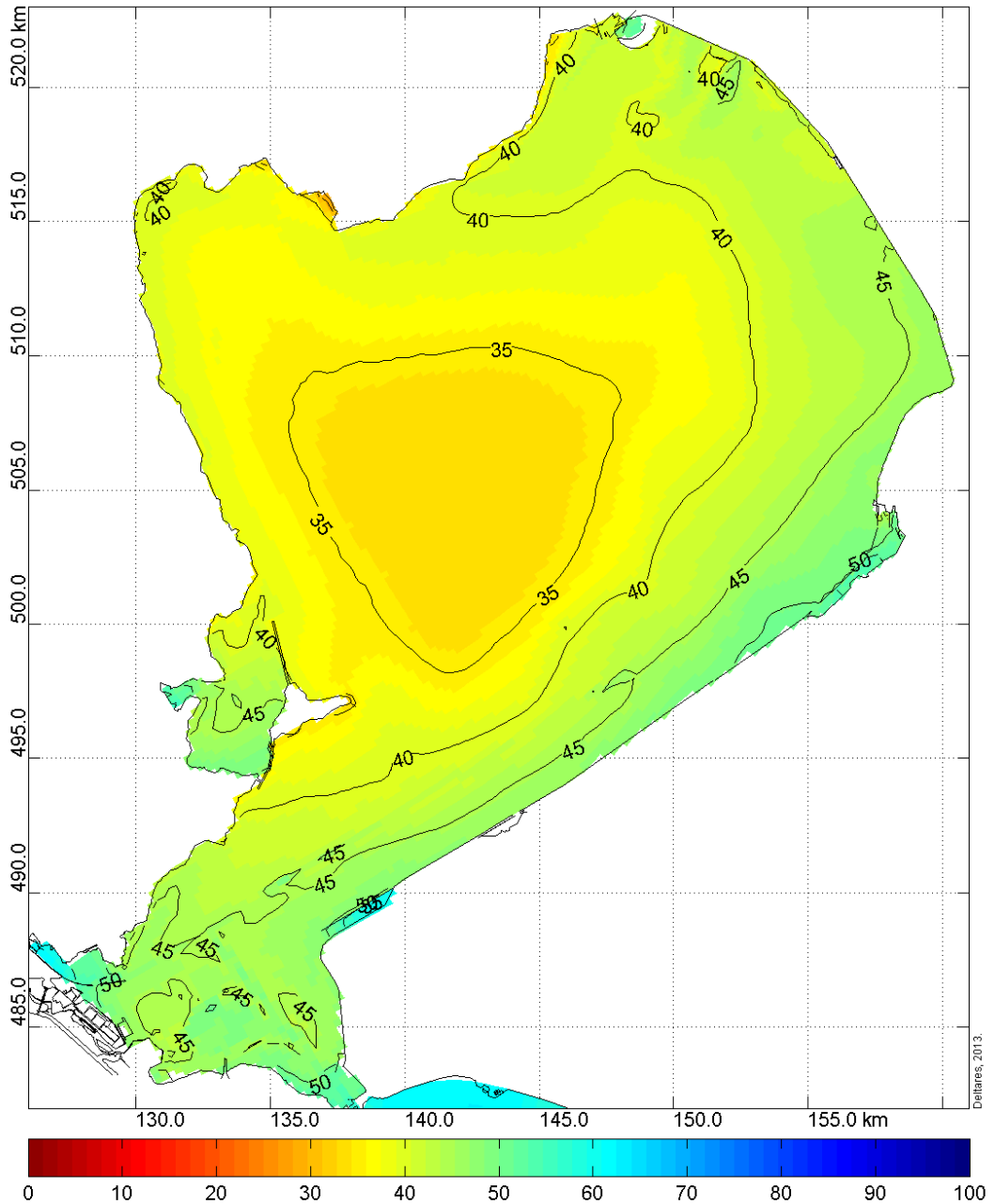


Figuur B.6 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



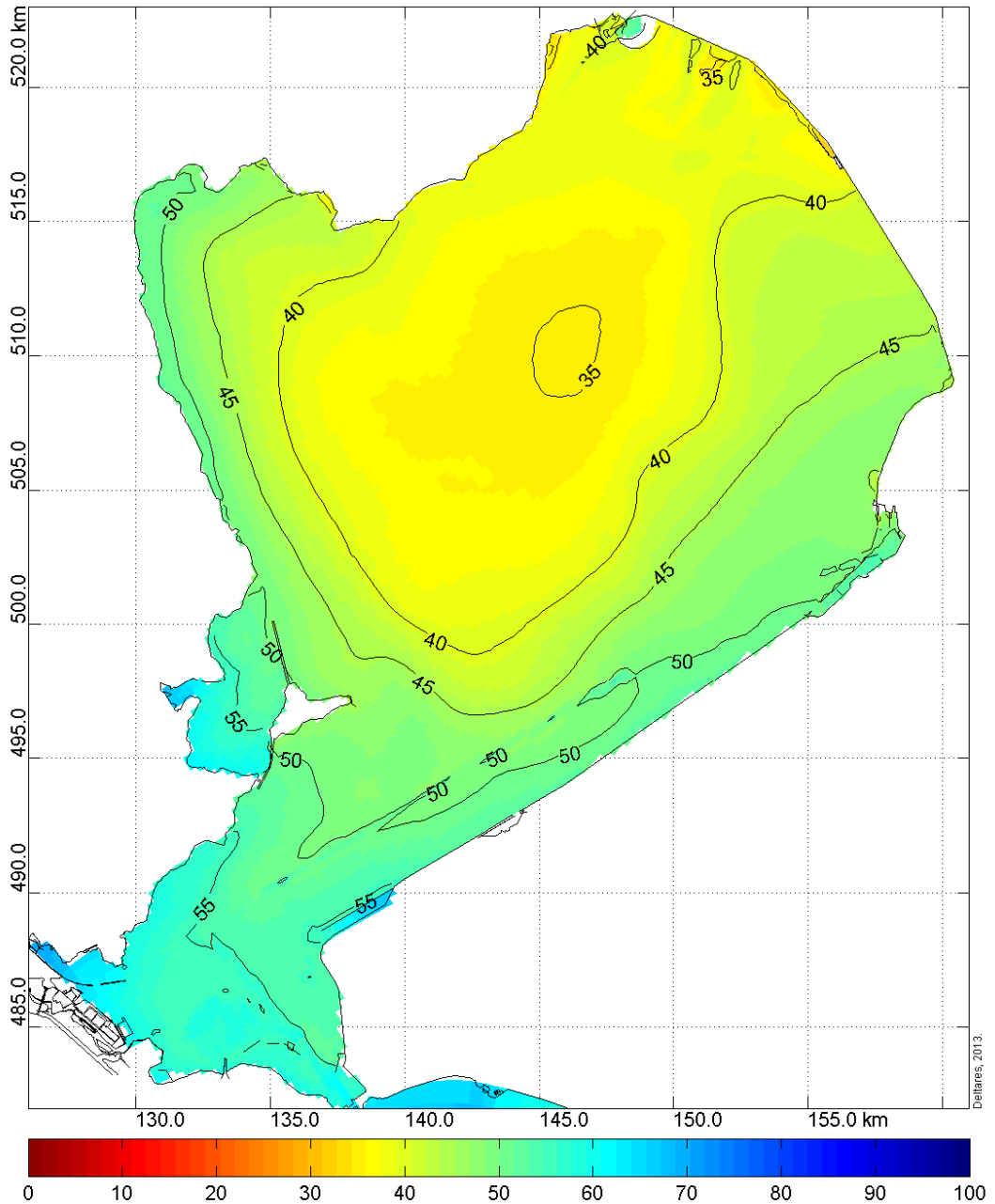
Figuur B.7 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].

Referentie: gemiddelde over de winter heft 1 van 2006 van doorzicht [cm].

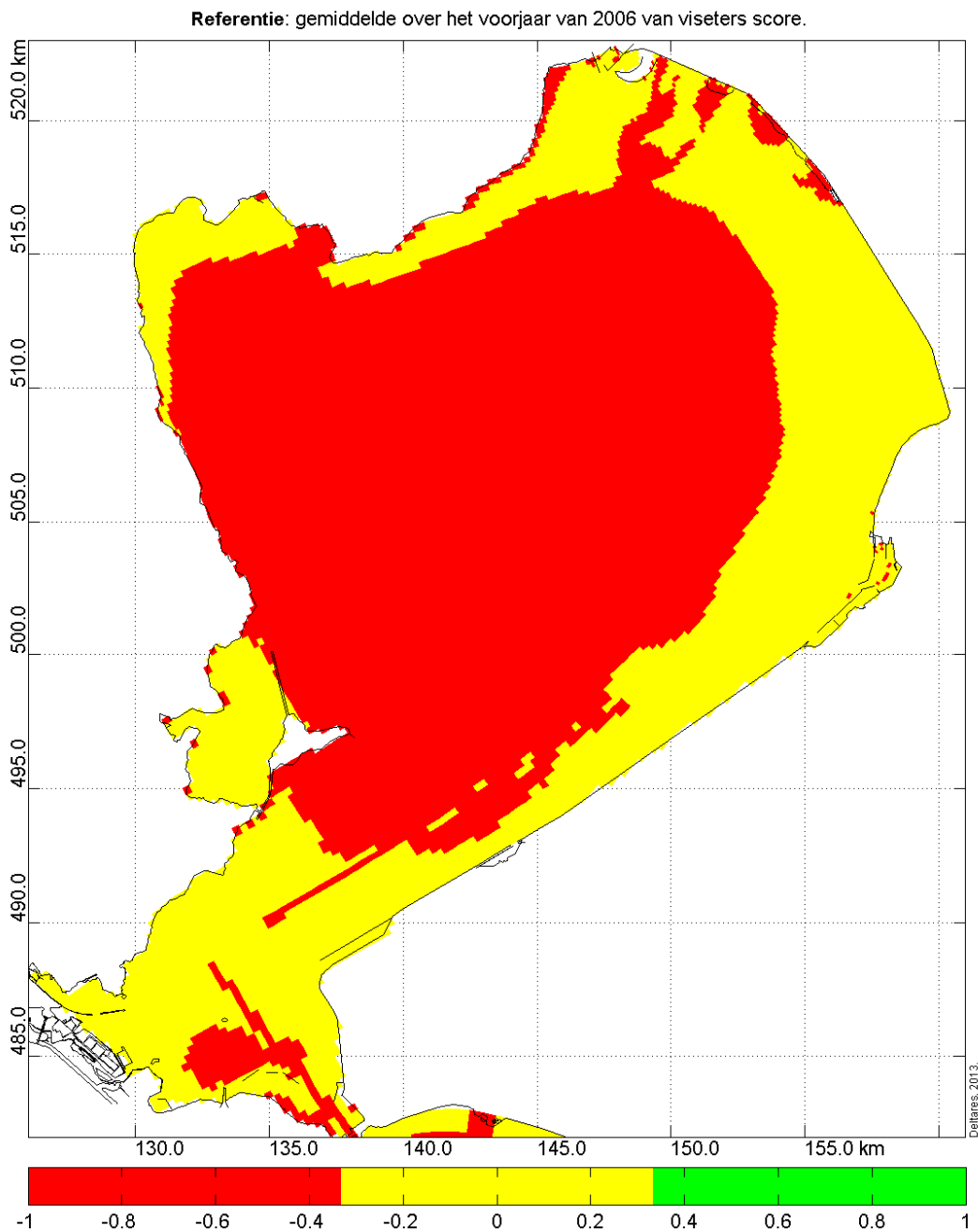


Figuur B.8 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

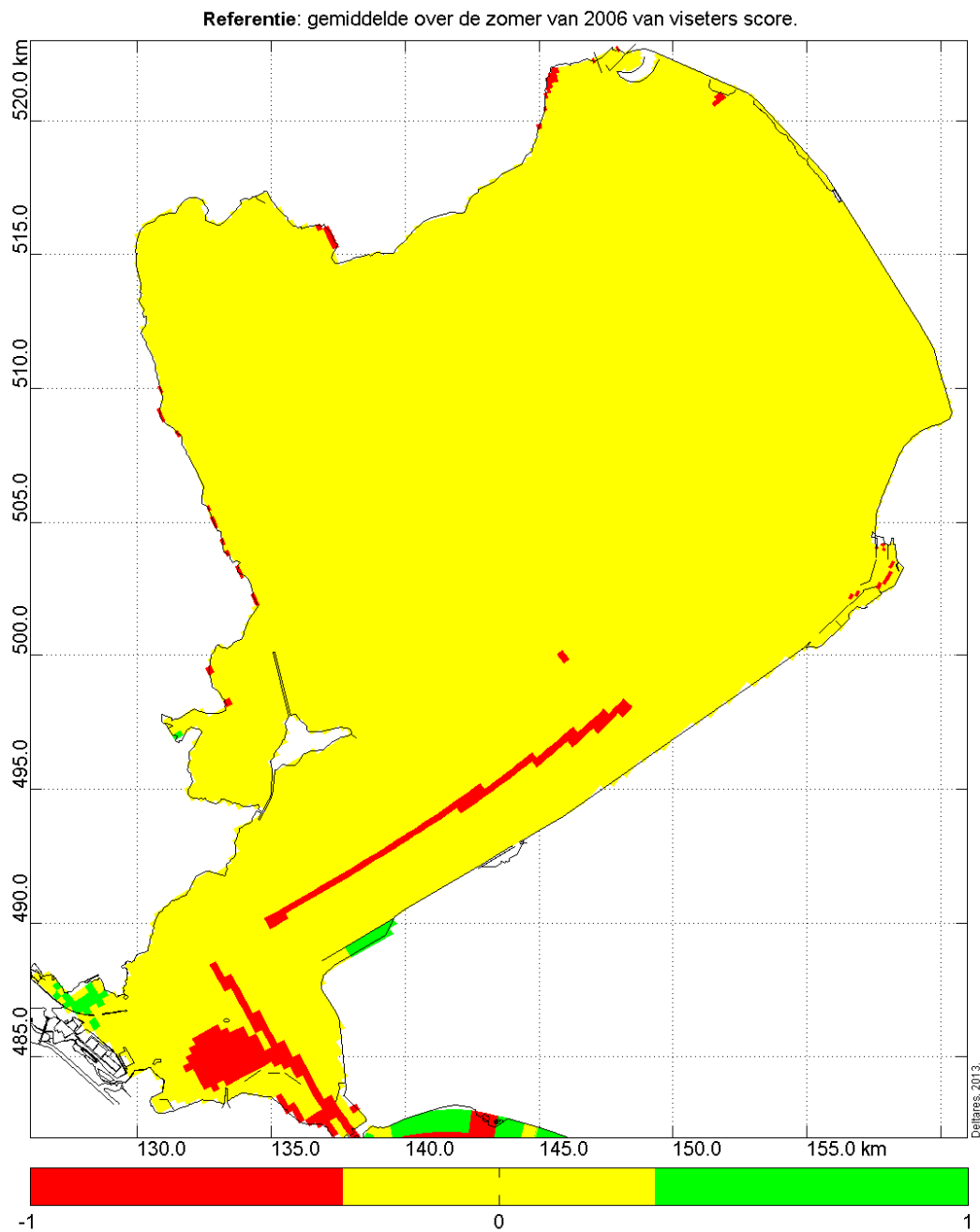
Referentie: gemiddelde over de winter heft 2 van 2006 van doorzicht [cm].



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

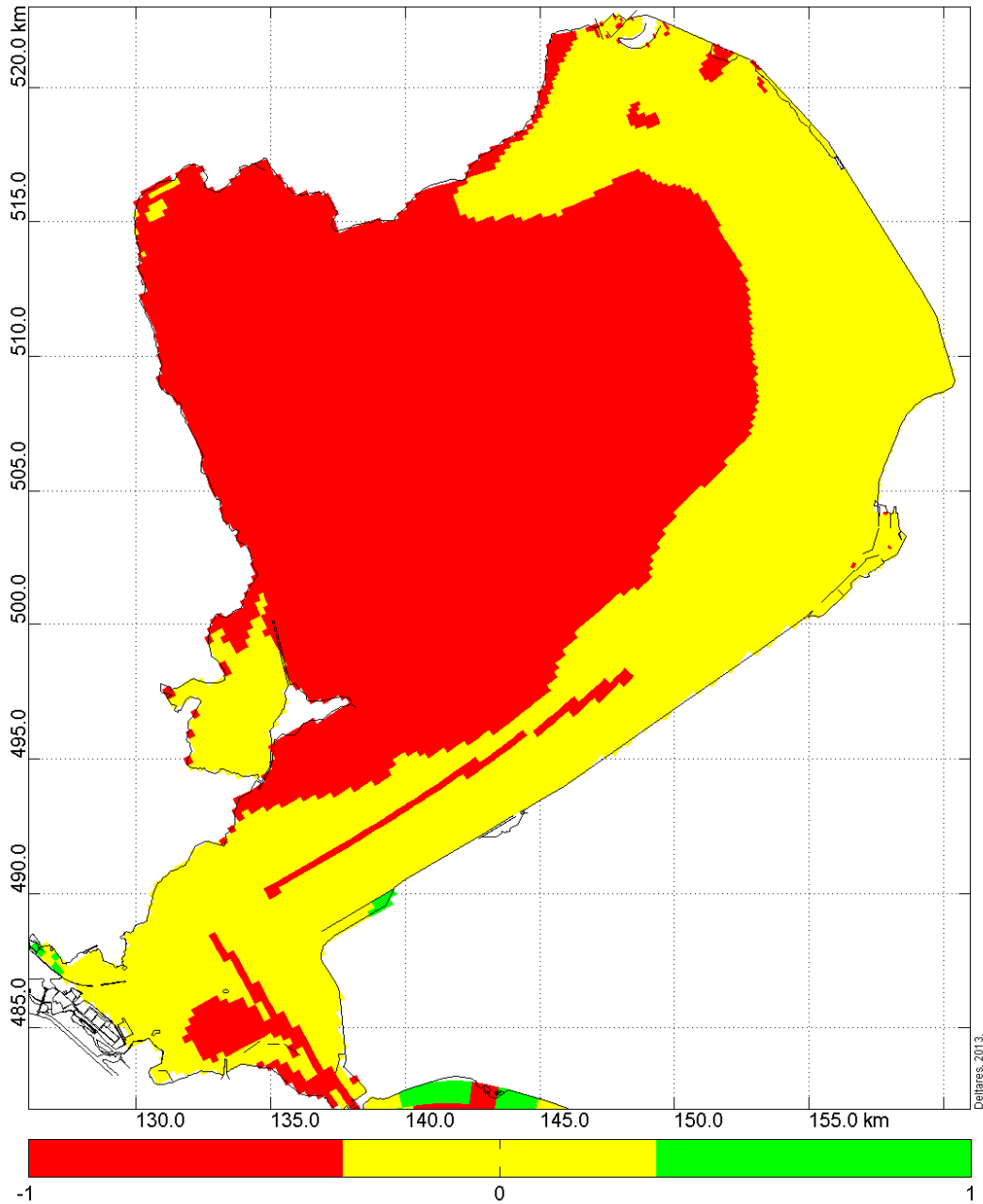


Figuur B.10 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

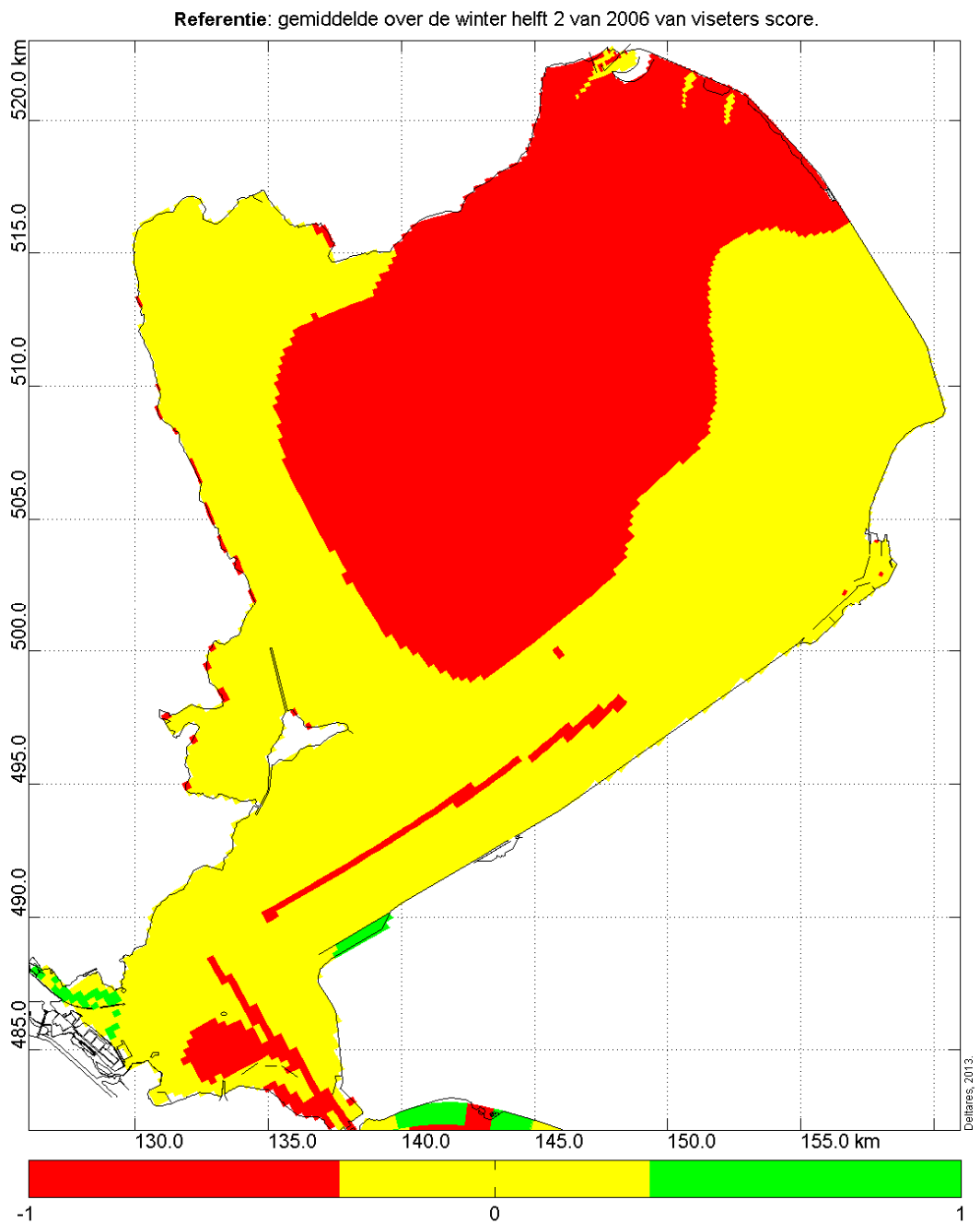


Figuur B.11 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over de winter heft 1 van 2006 van viseters score.

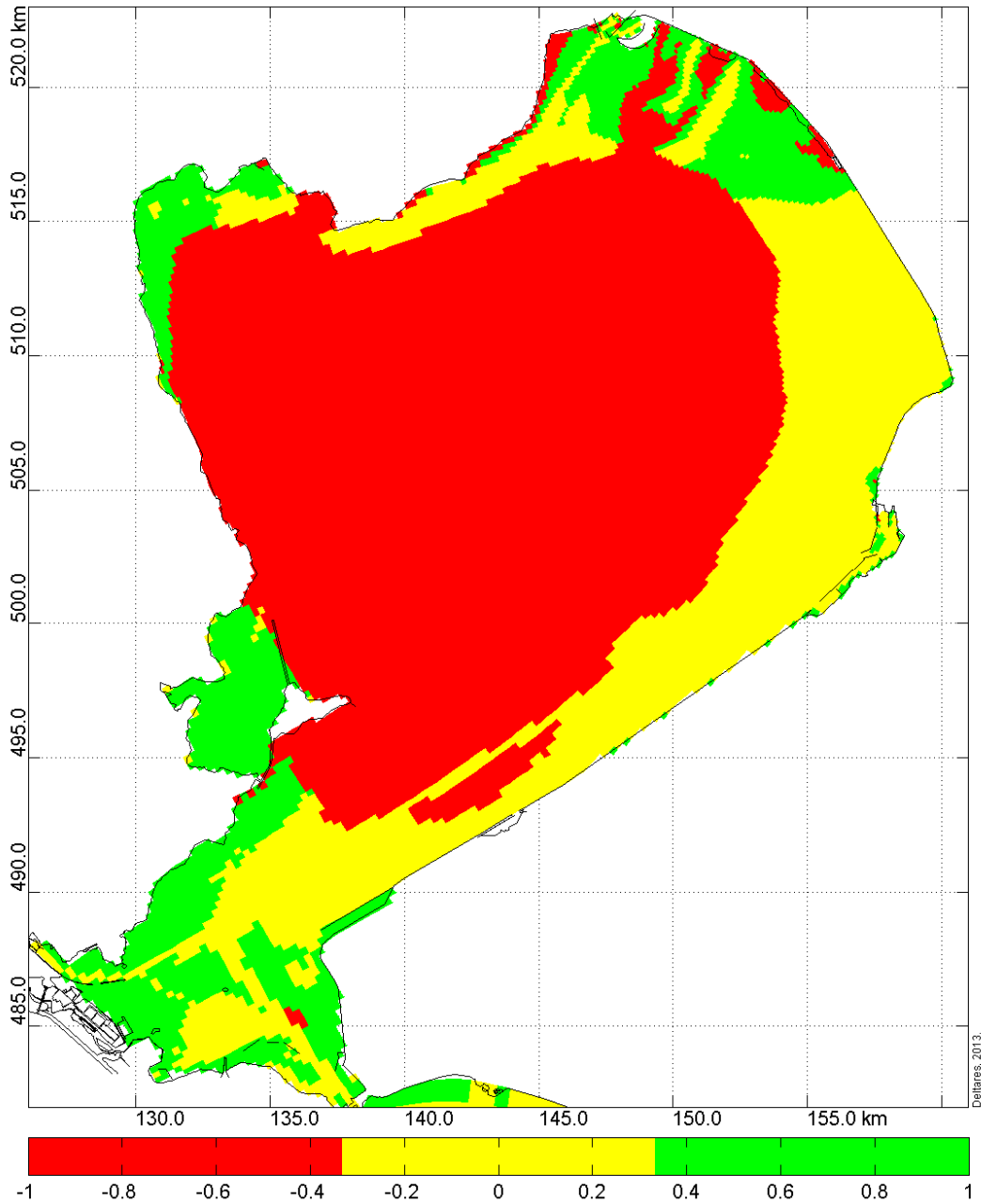


Figuur B.12 Referentie: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



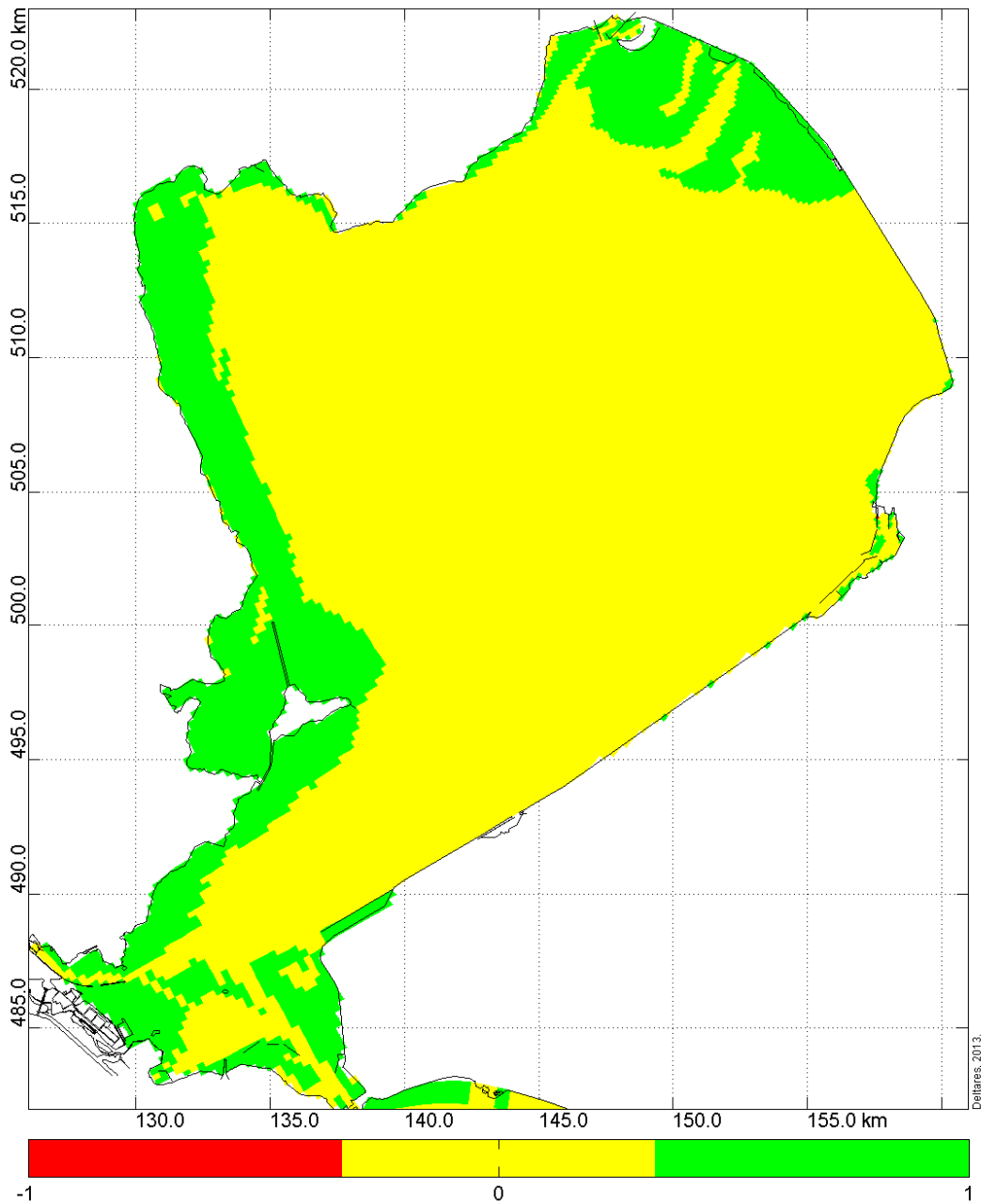
Figuur B.13 Referentie: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van mosseleters score.



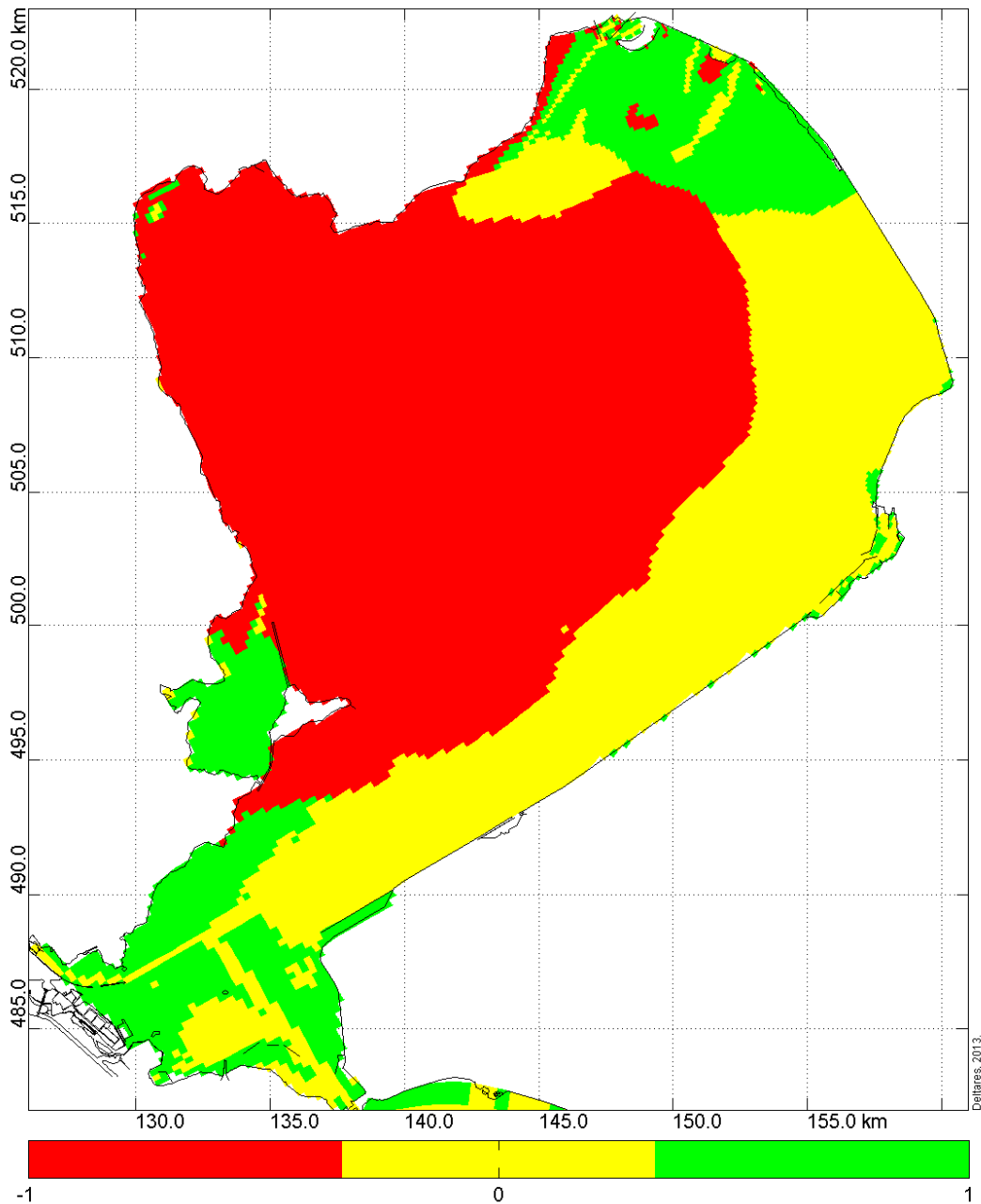
Figuur B.14 Referentie: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van mosseleters score.



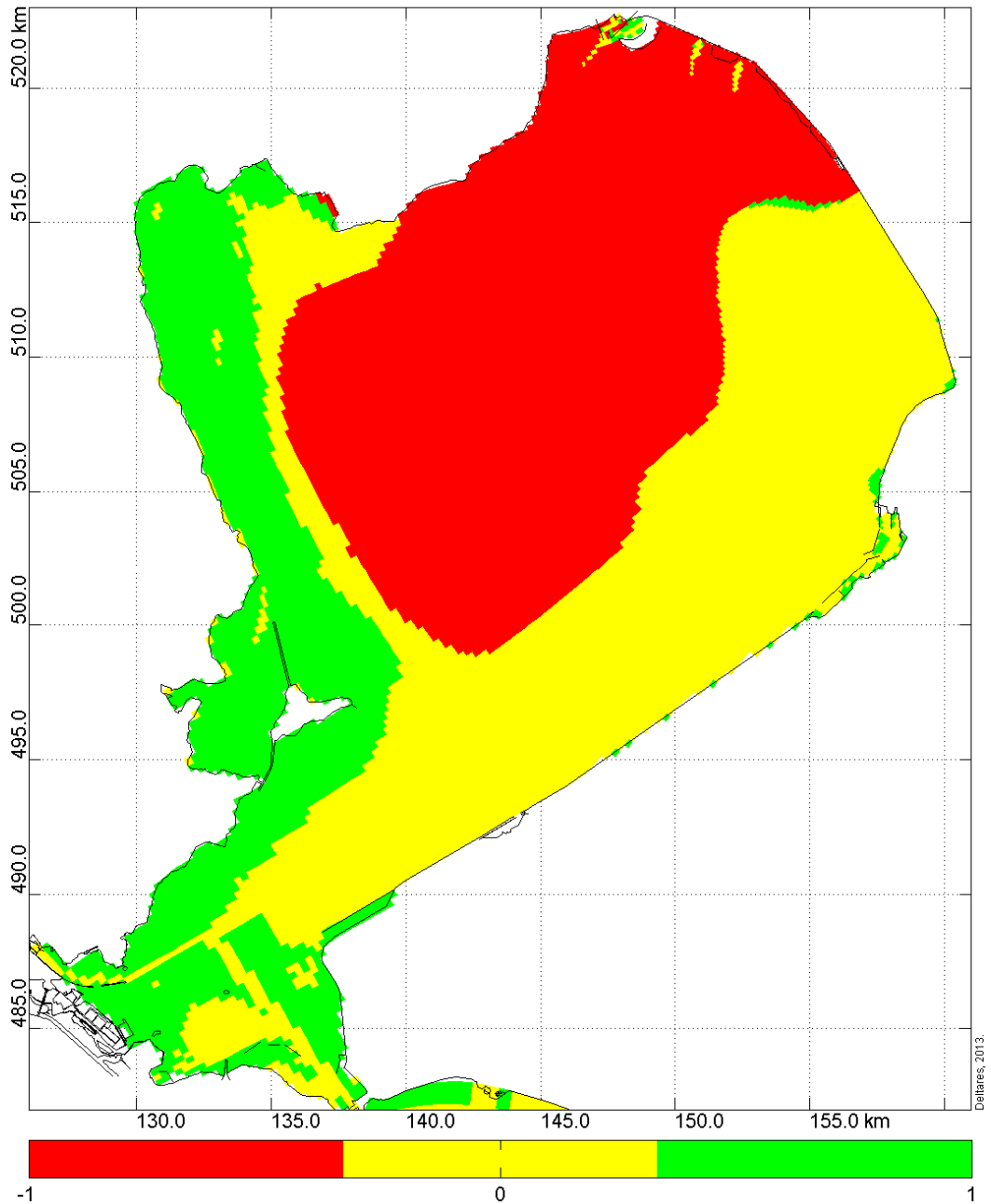
Figuur B.15 Referentie: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Referentie: gemiddelde over de winter helft 1 van 2006 van mosseleters score.



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

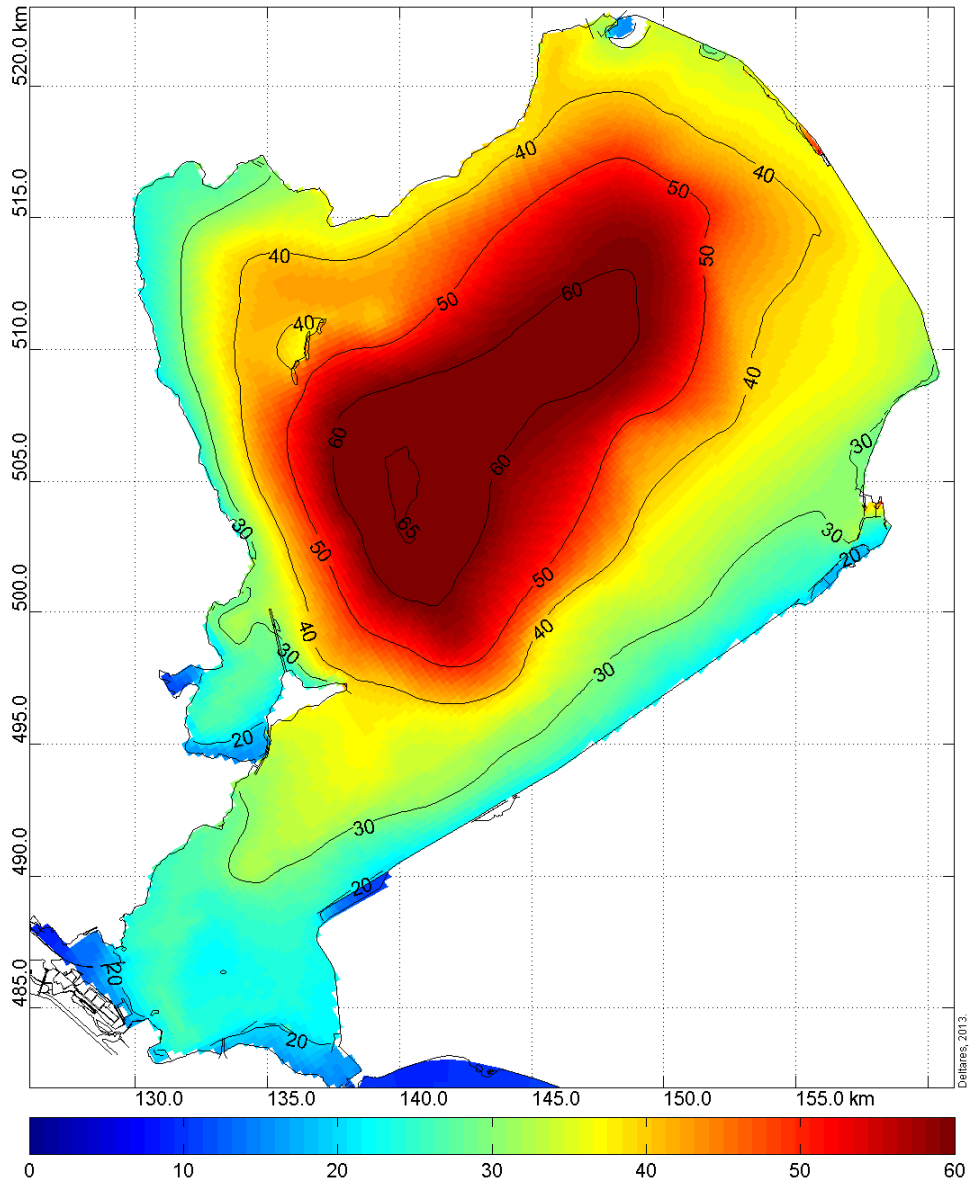
Referentie: gemiddelde over de winter heft 2 van 2006 van mosselelers score.



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

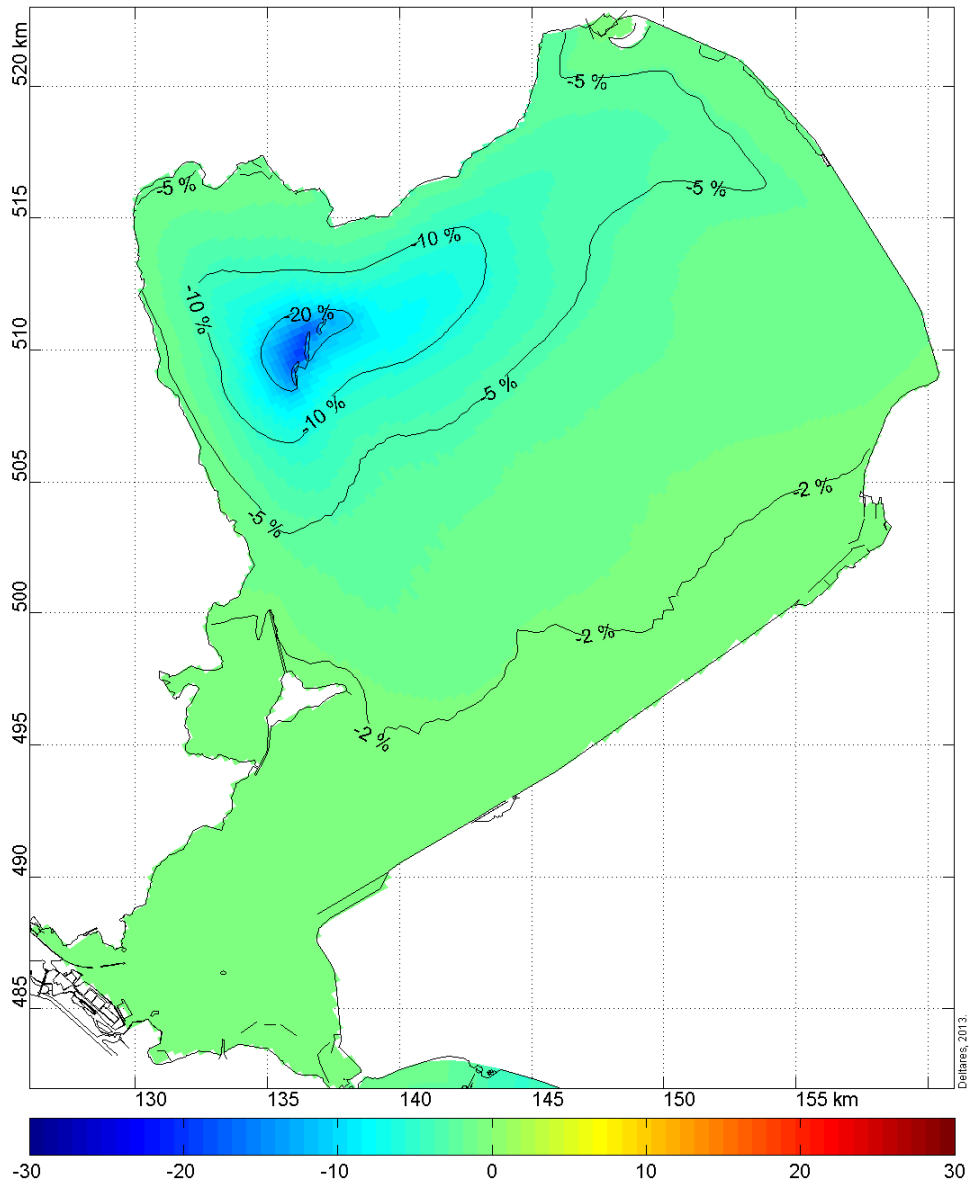
F Modelresultaten: voorstel voorkeursalternatief

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



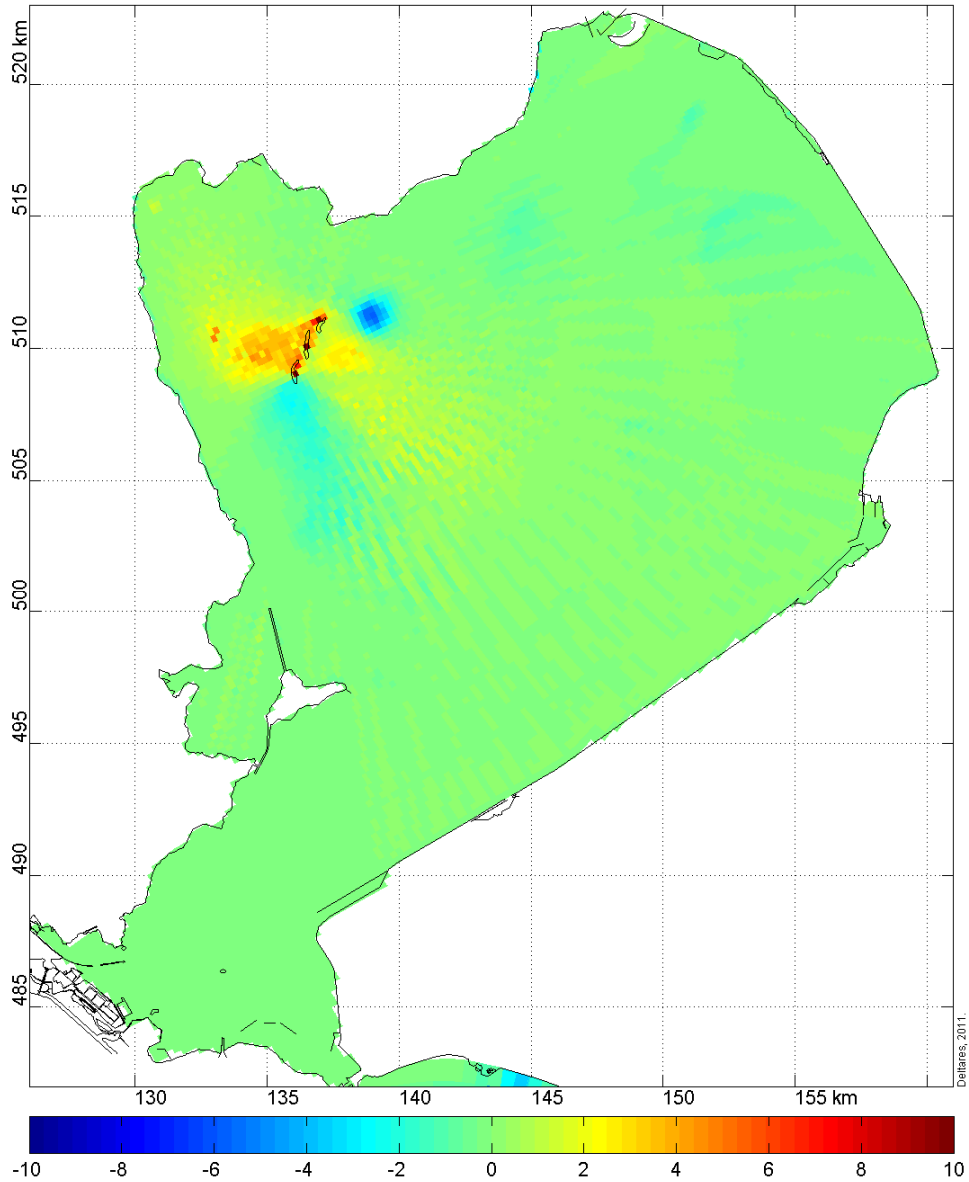
Figuur F.1 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



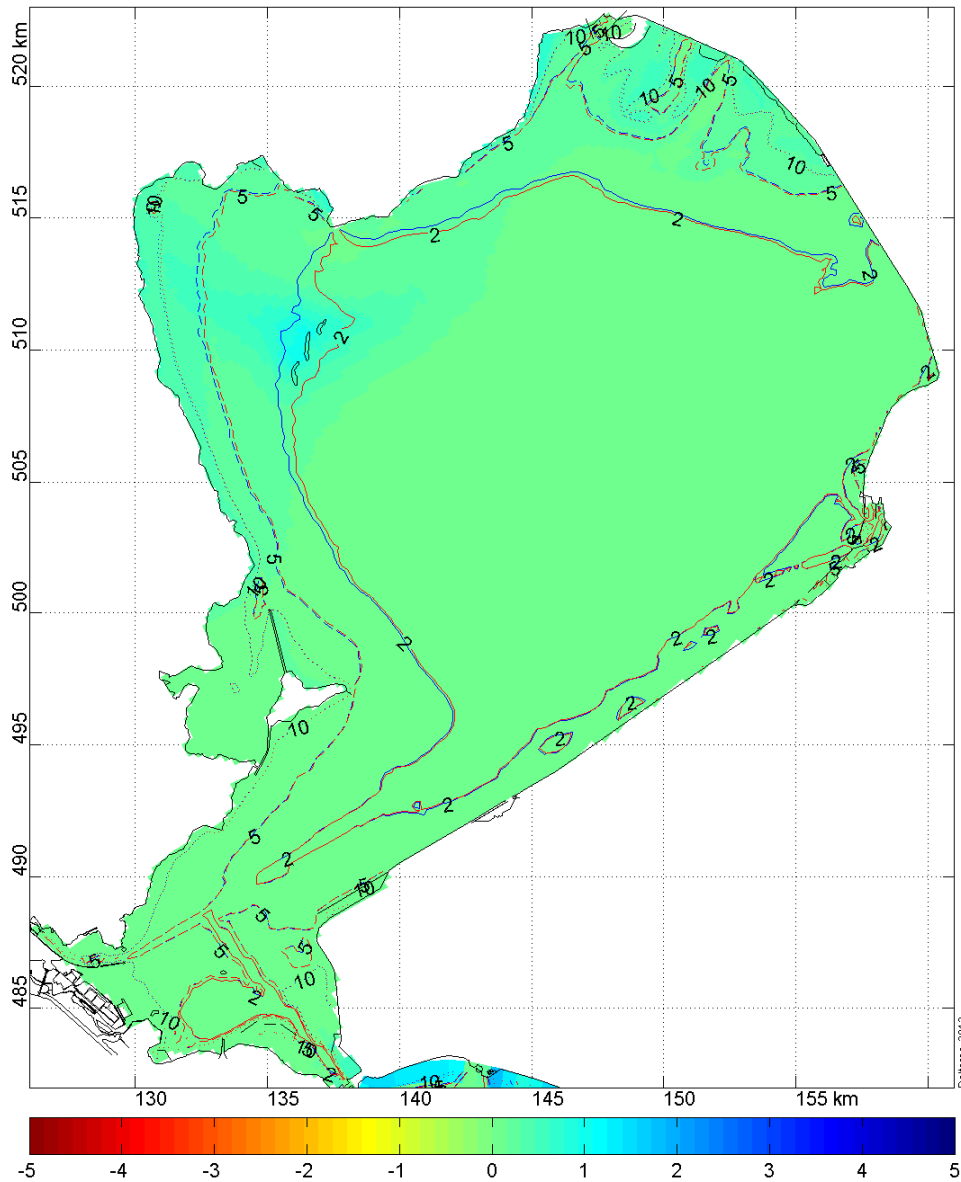
Figuur F.2 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

Voorstel voorkeursalternatief - referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.



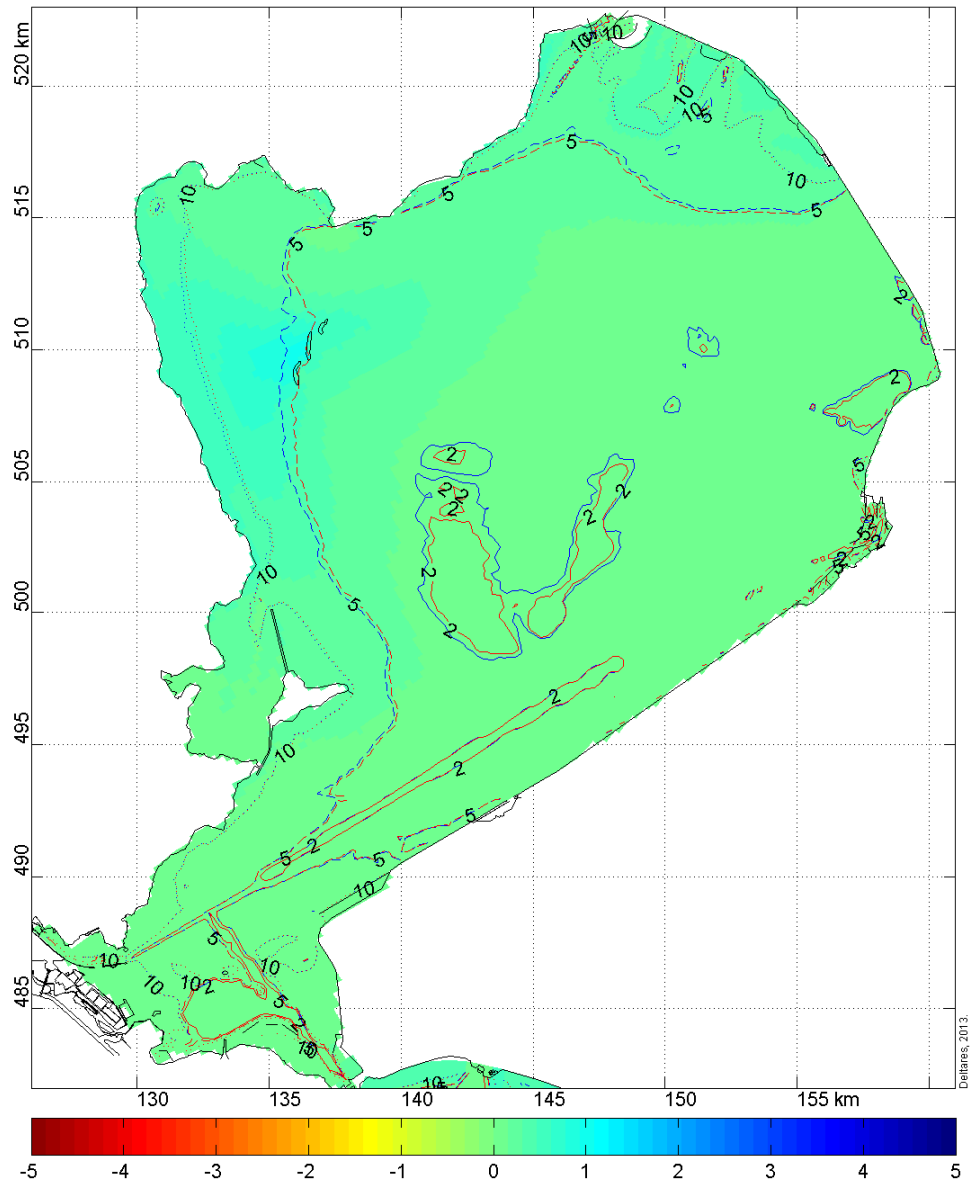
Figuur F.3 *Verskil tussen voorstel voorkeursalternatief en Referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.

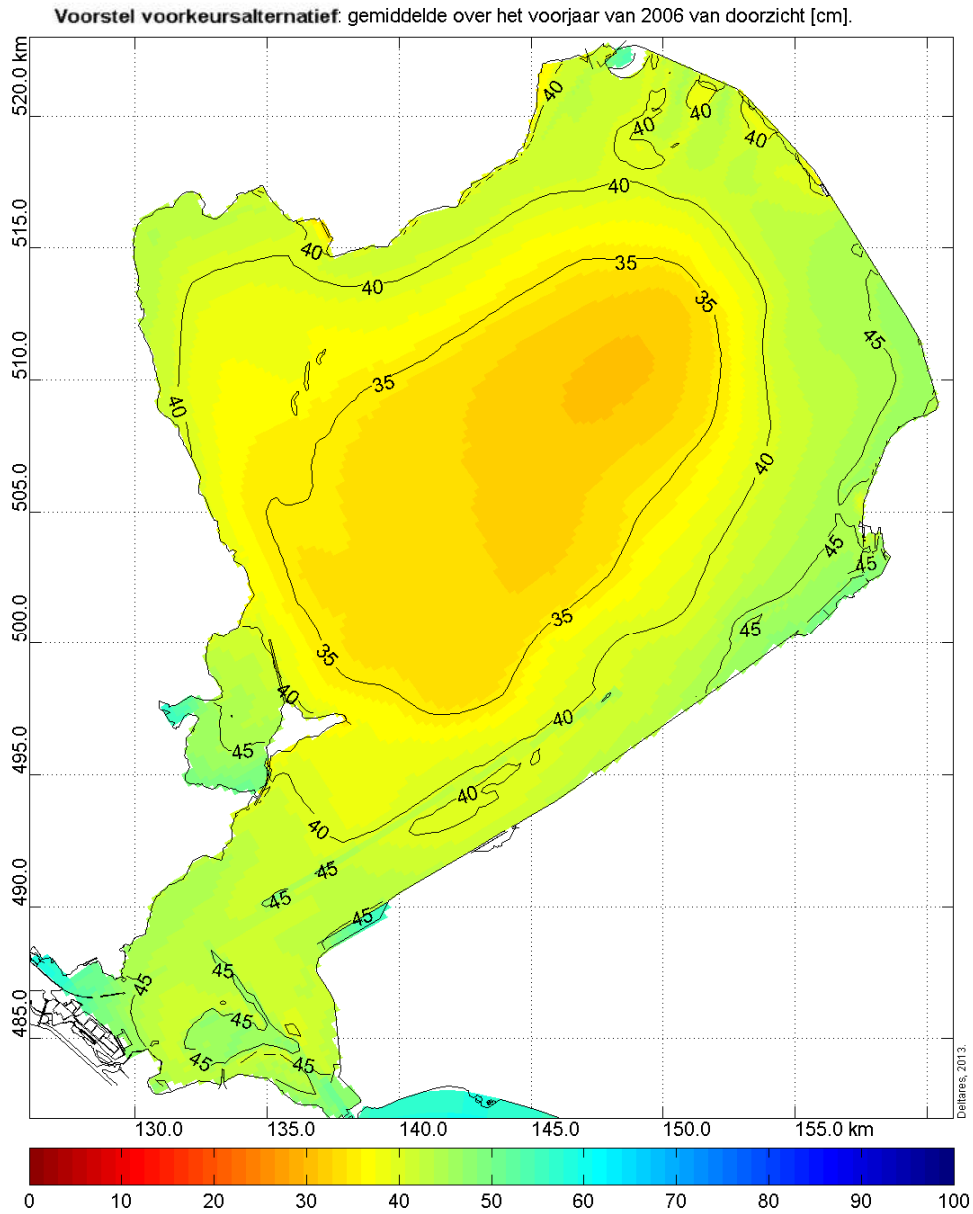


Figuur F.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en Referentie (kleurenkaart).

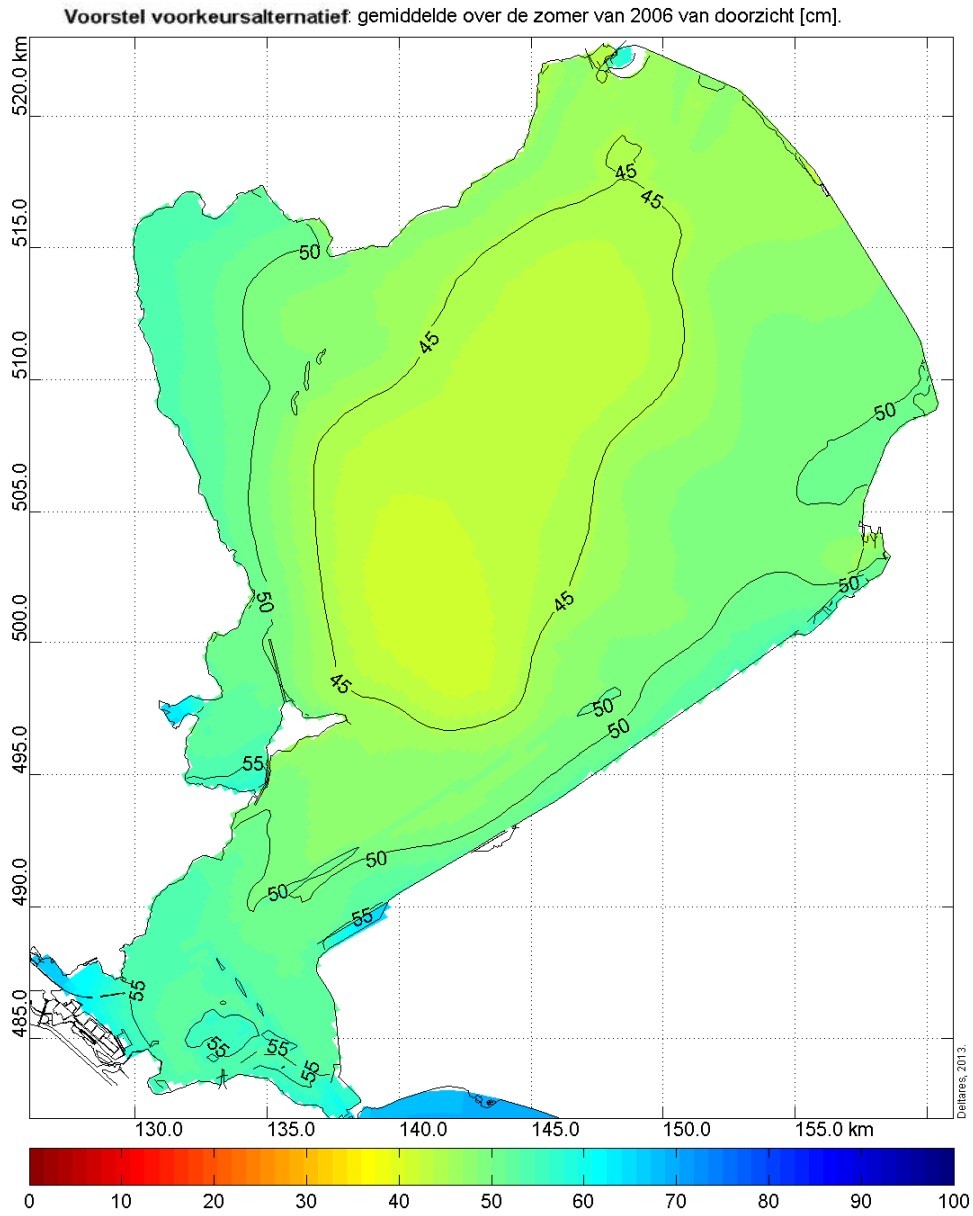
Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.



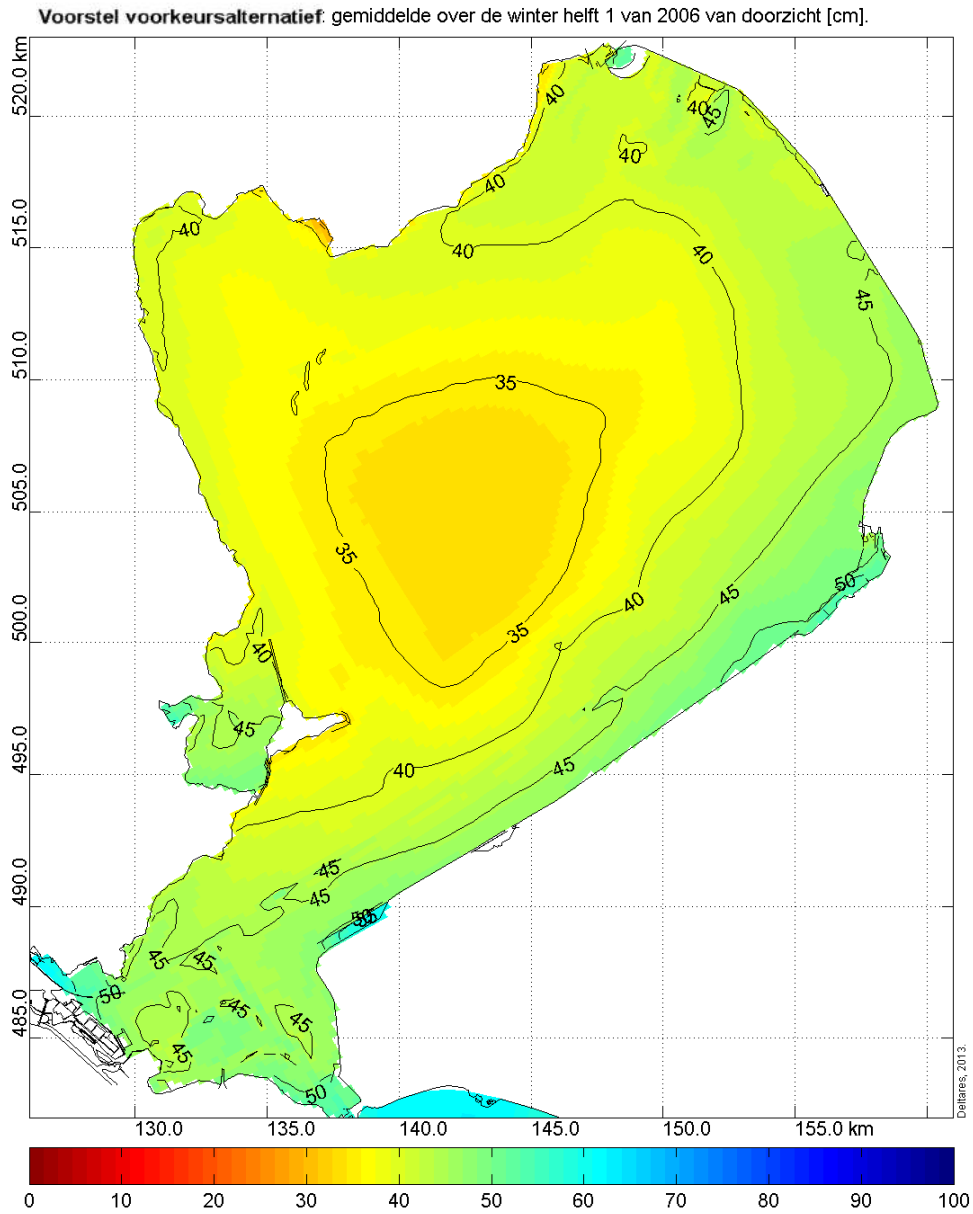
Figuur F.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief (rode contourlijn), Referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en Referentie (kleurenkaart).



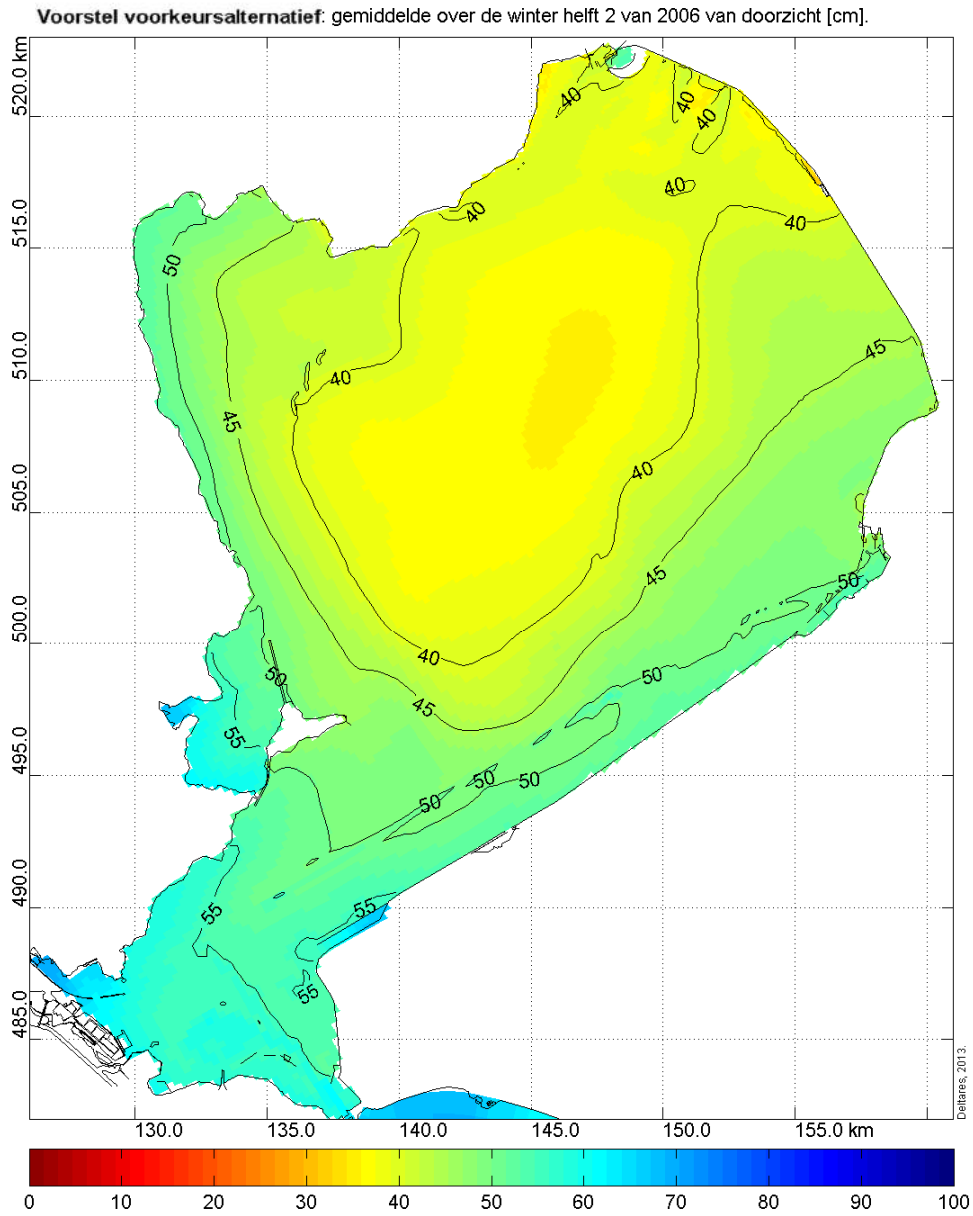
Figuur F.6 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



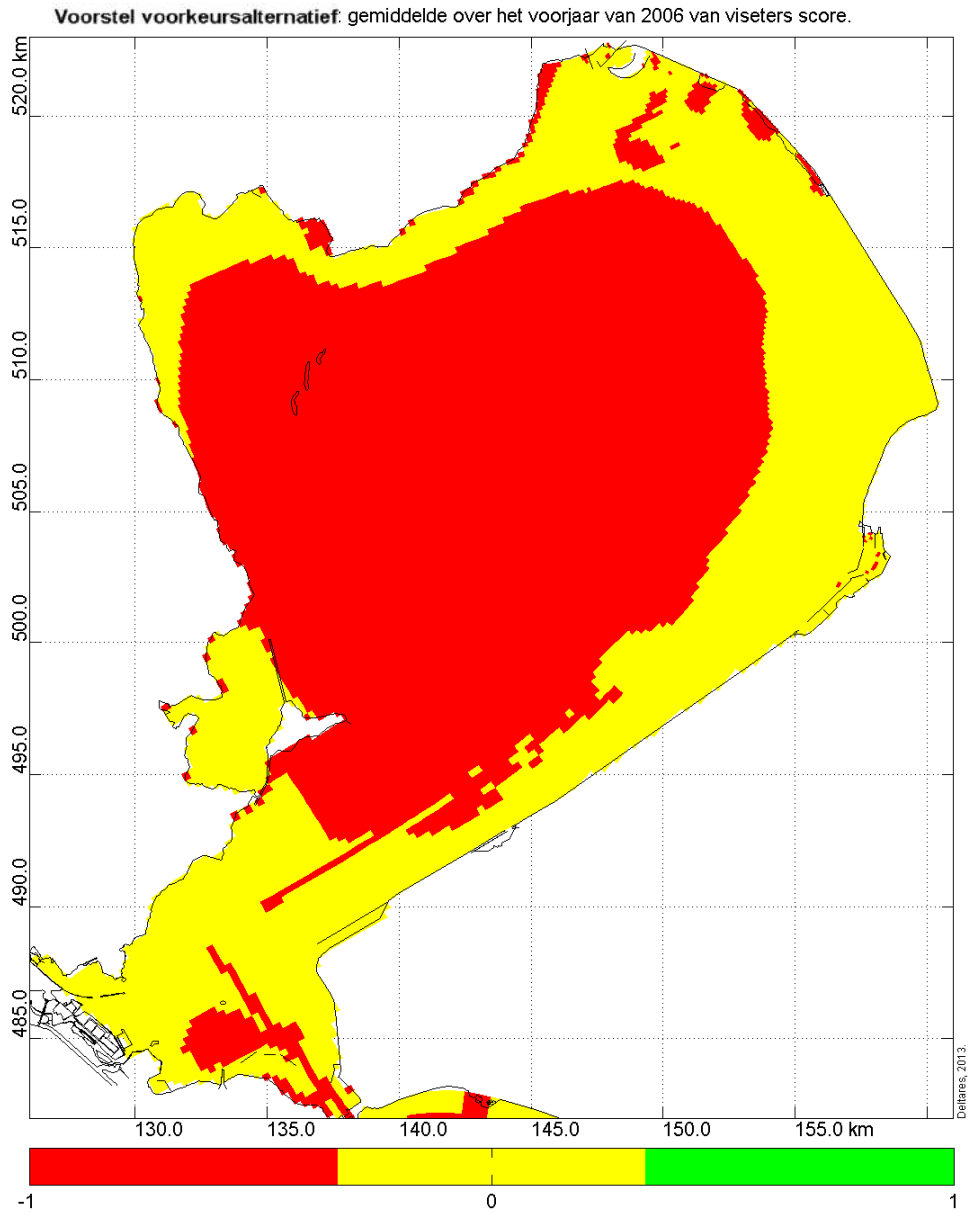
Figuur F.7 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



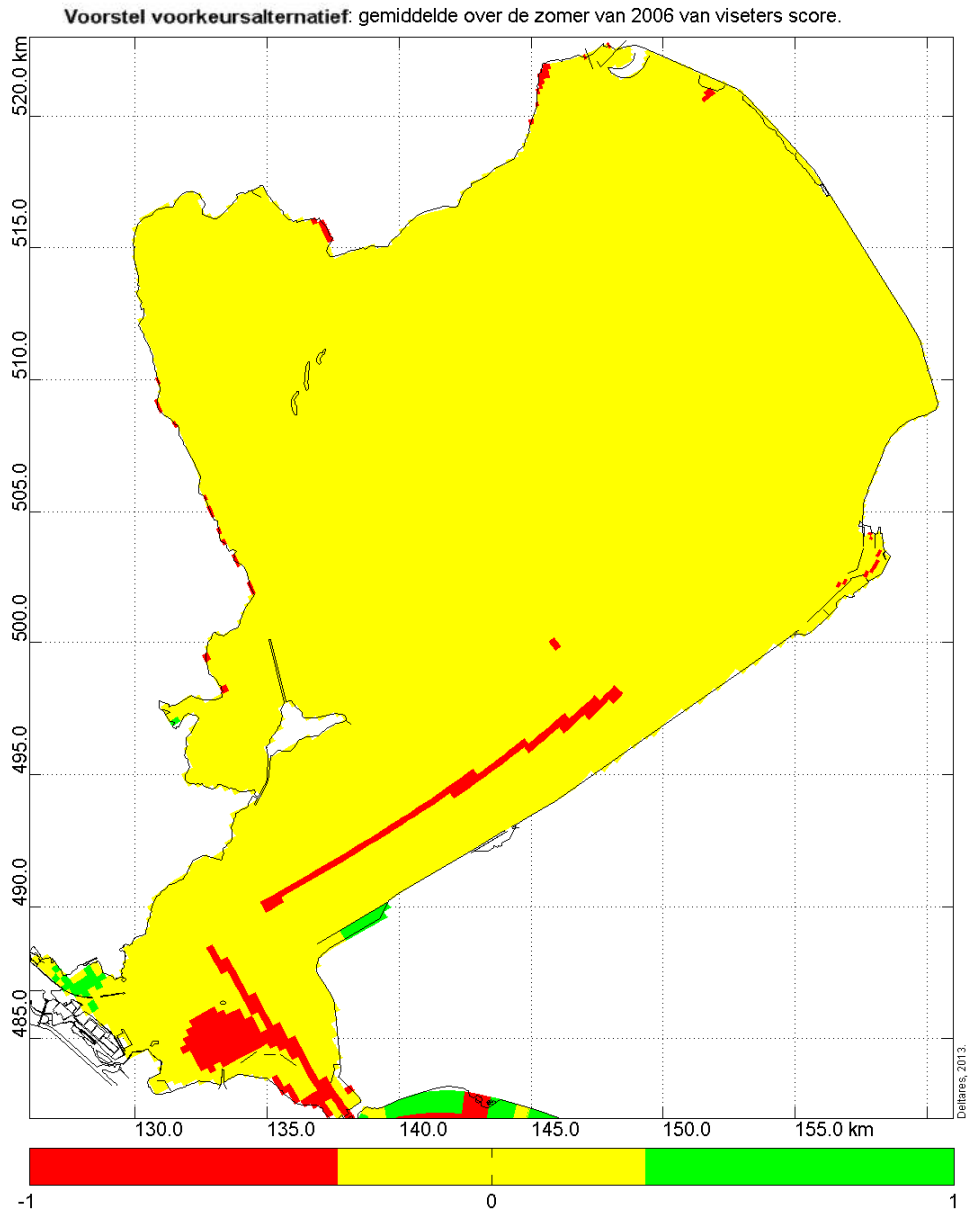
Figuur F.8 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].



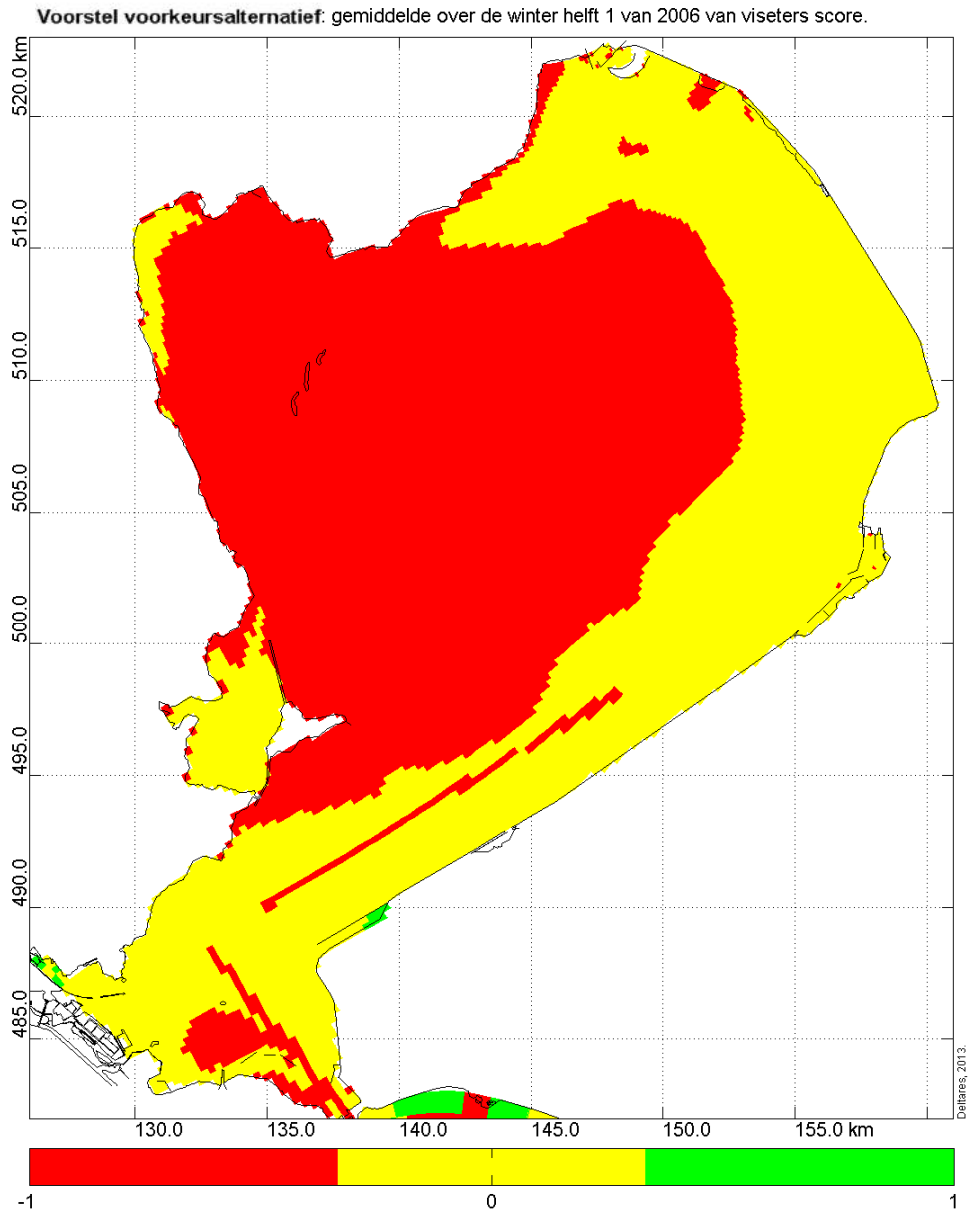
Figuur F.9 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



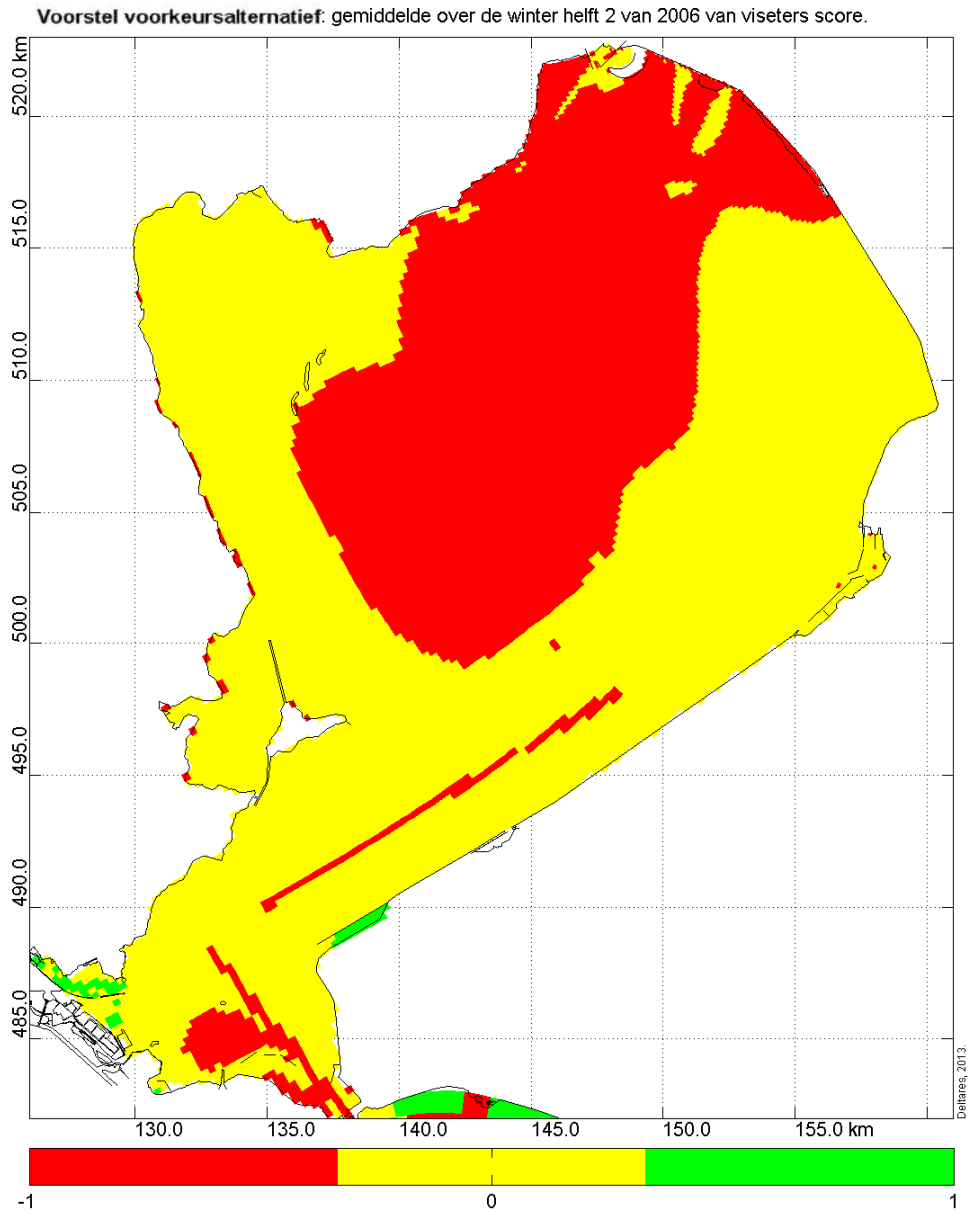
Figuur F.10 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



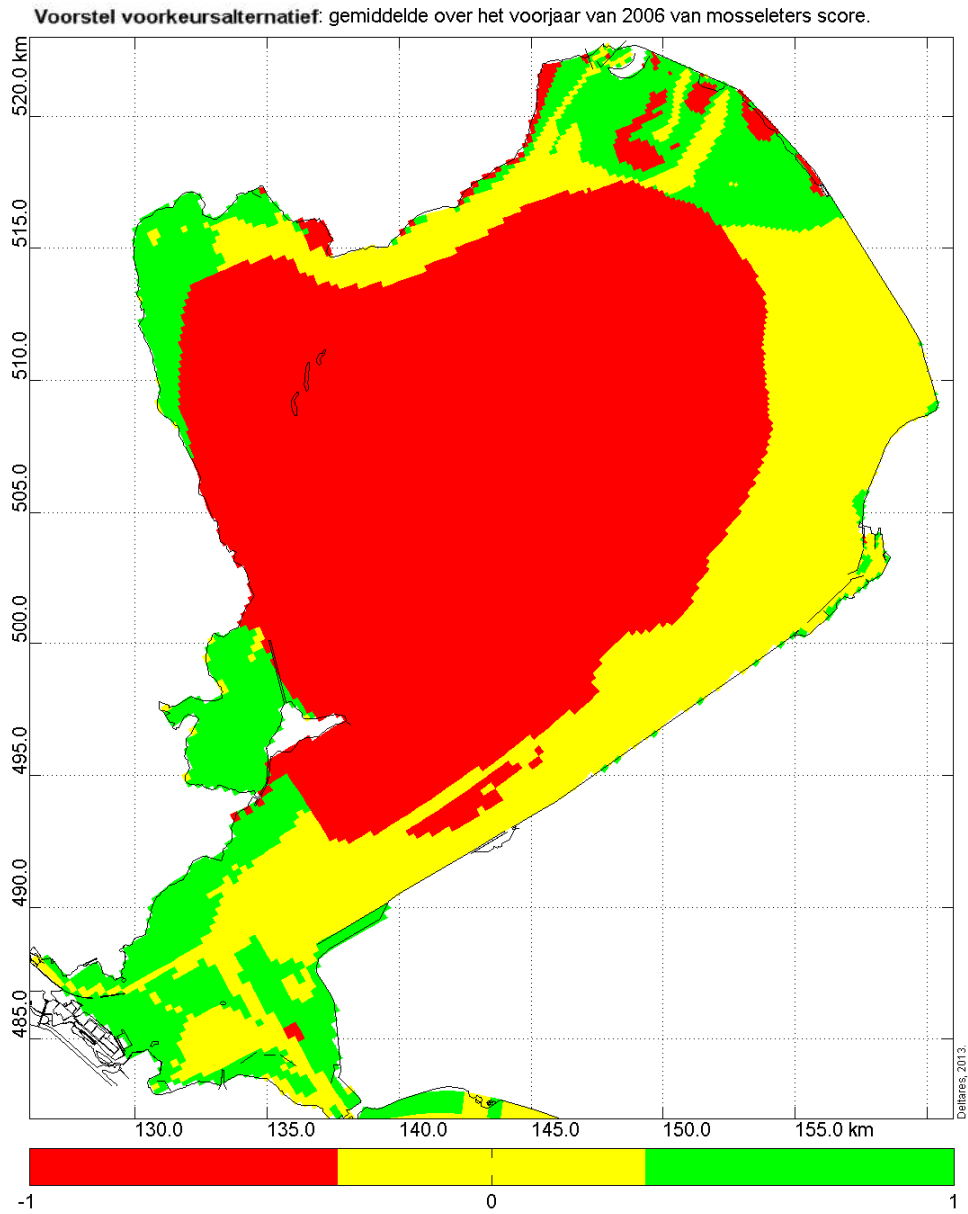
Figuur F.11 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



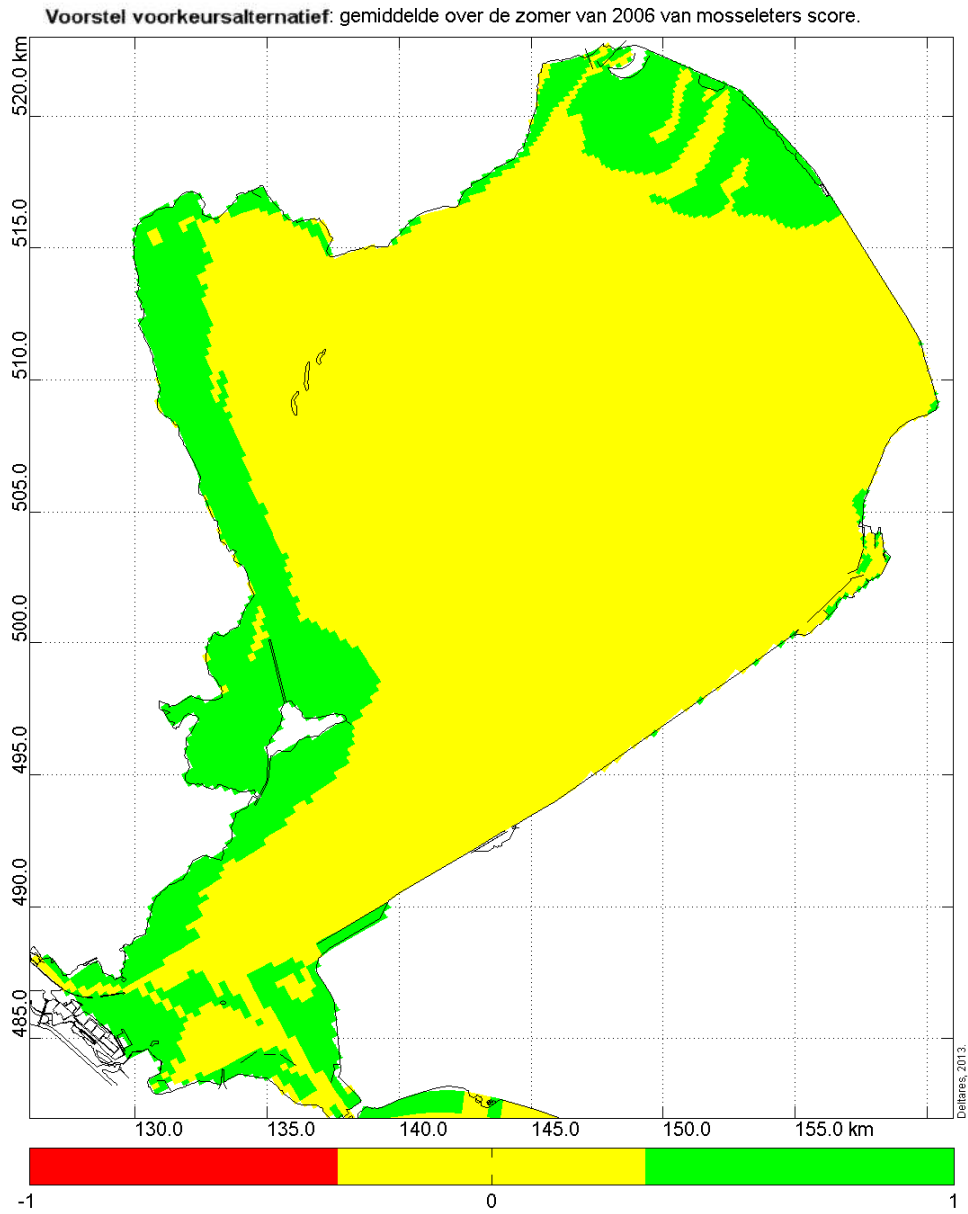
Figuur F.12 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



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

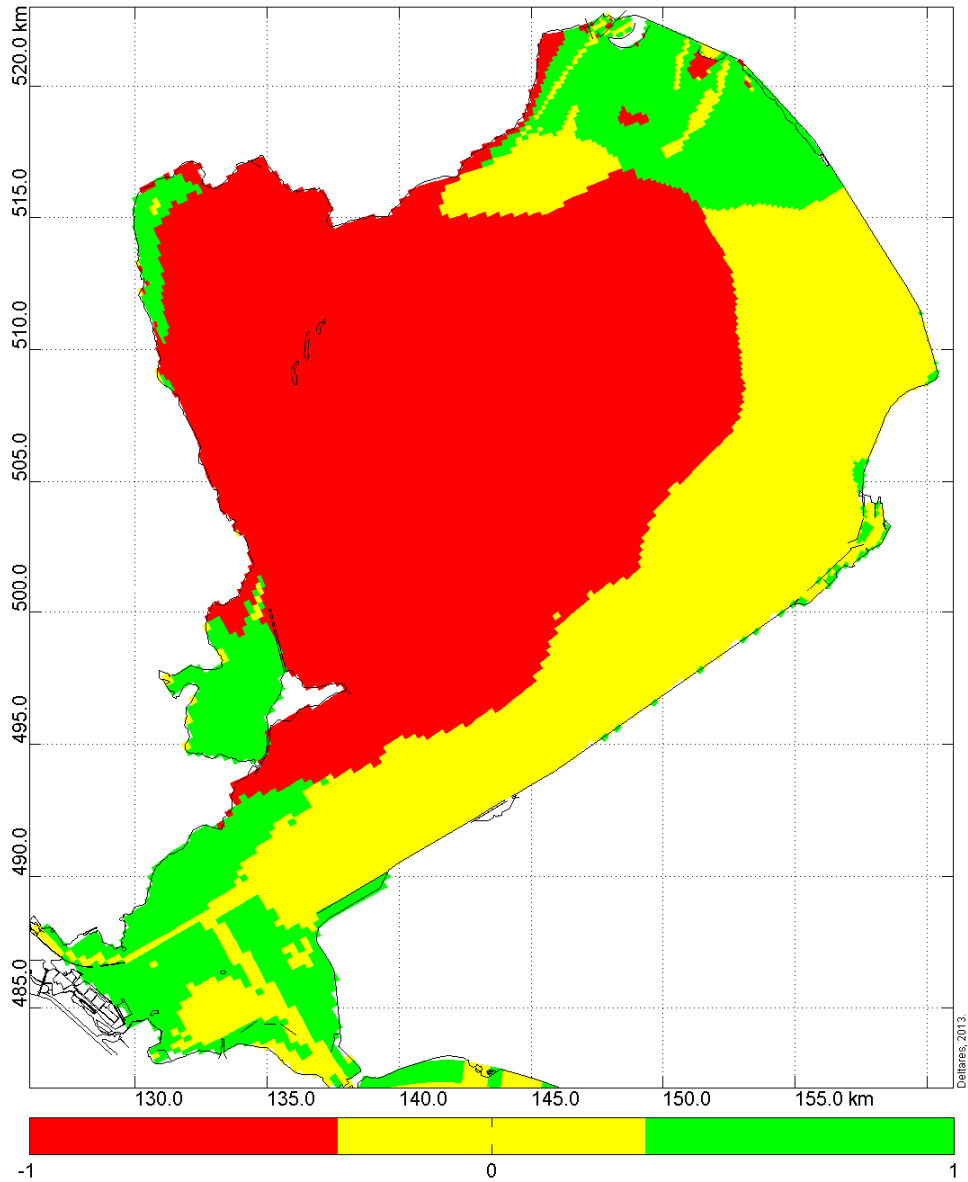


Figuur F.14 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



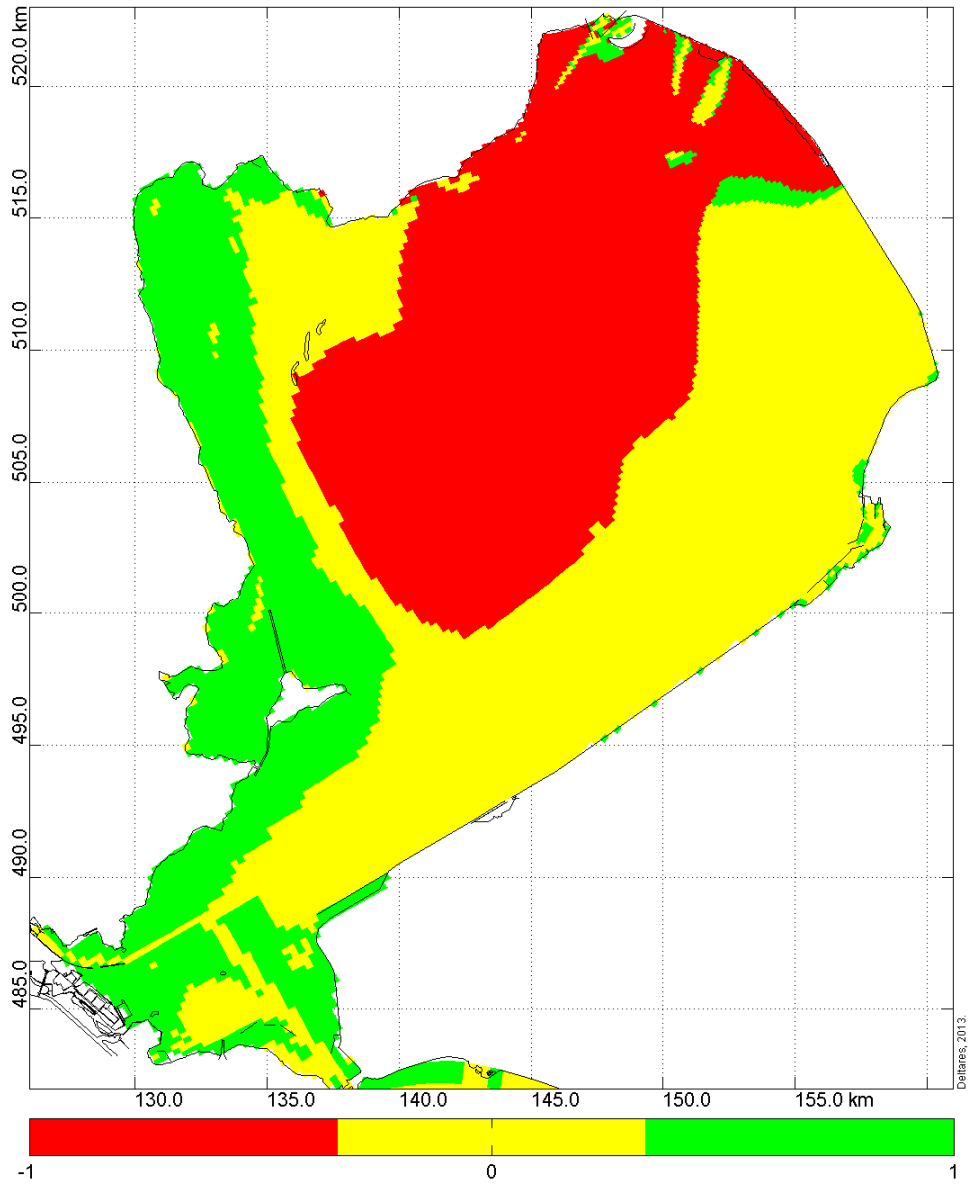
Figuur F.15 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter helft 1 van 2006 van mosseleters score.



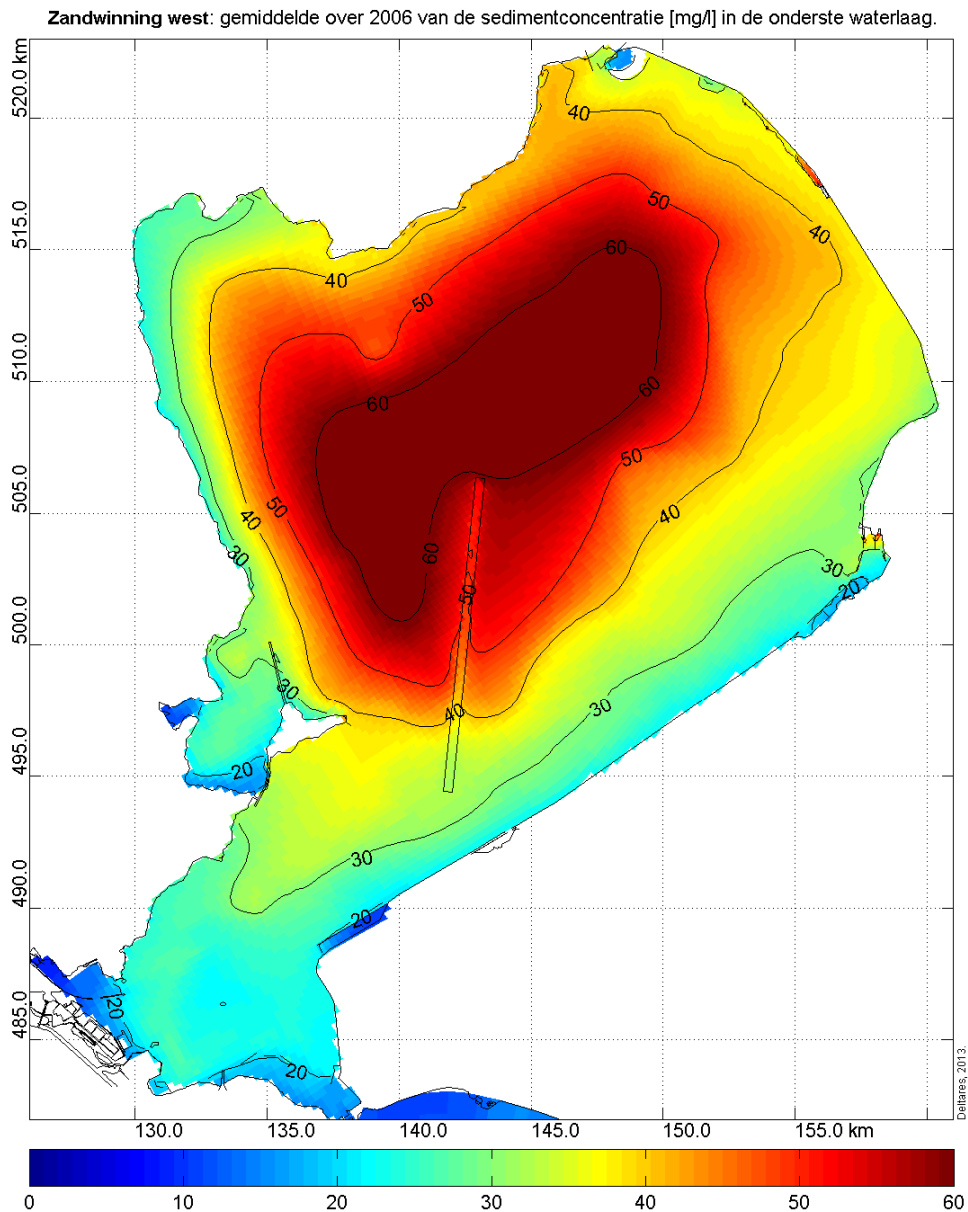
Figuur F.16 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter helft 2 van 2006 van mosselelers score.

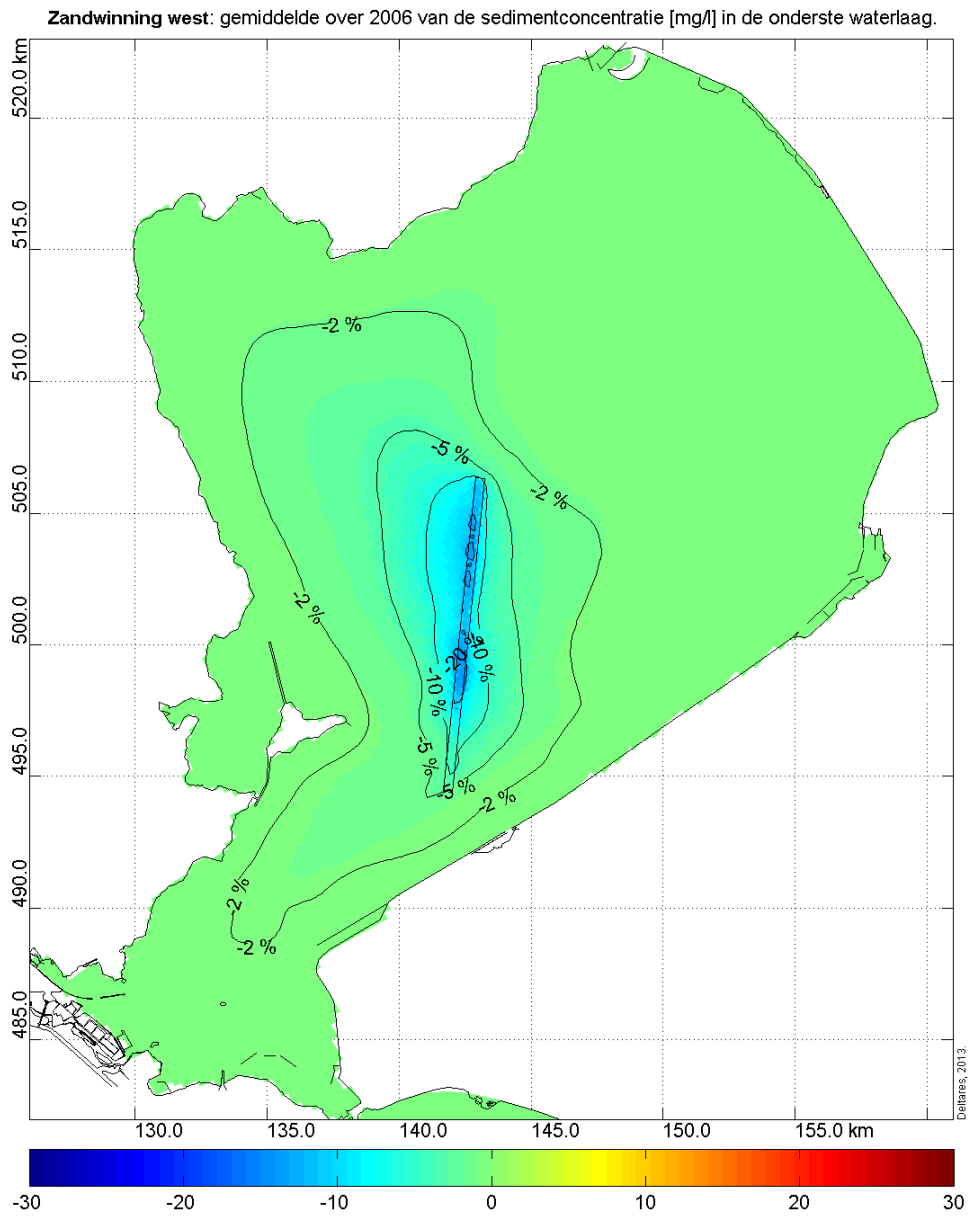


Figuur F.17 Voorstel voorkeursalternatief: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

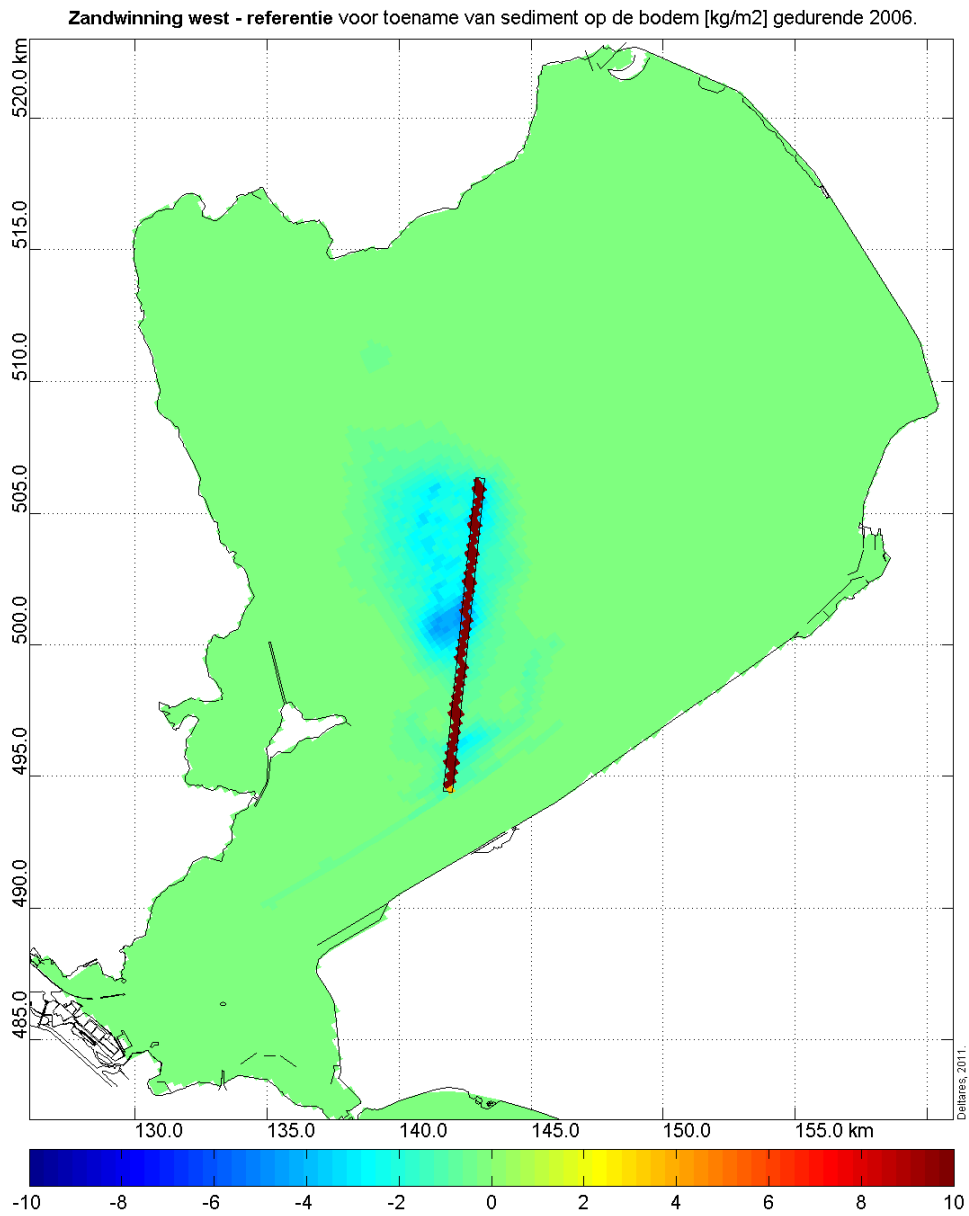
S Modelresultaten: zandwinning west



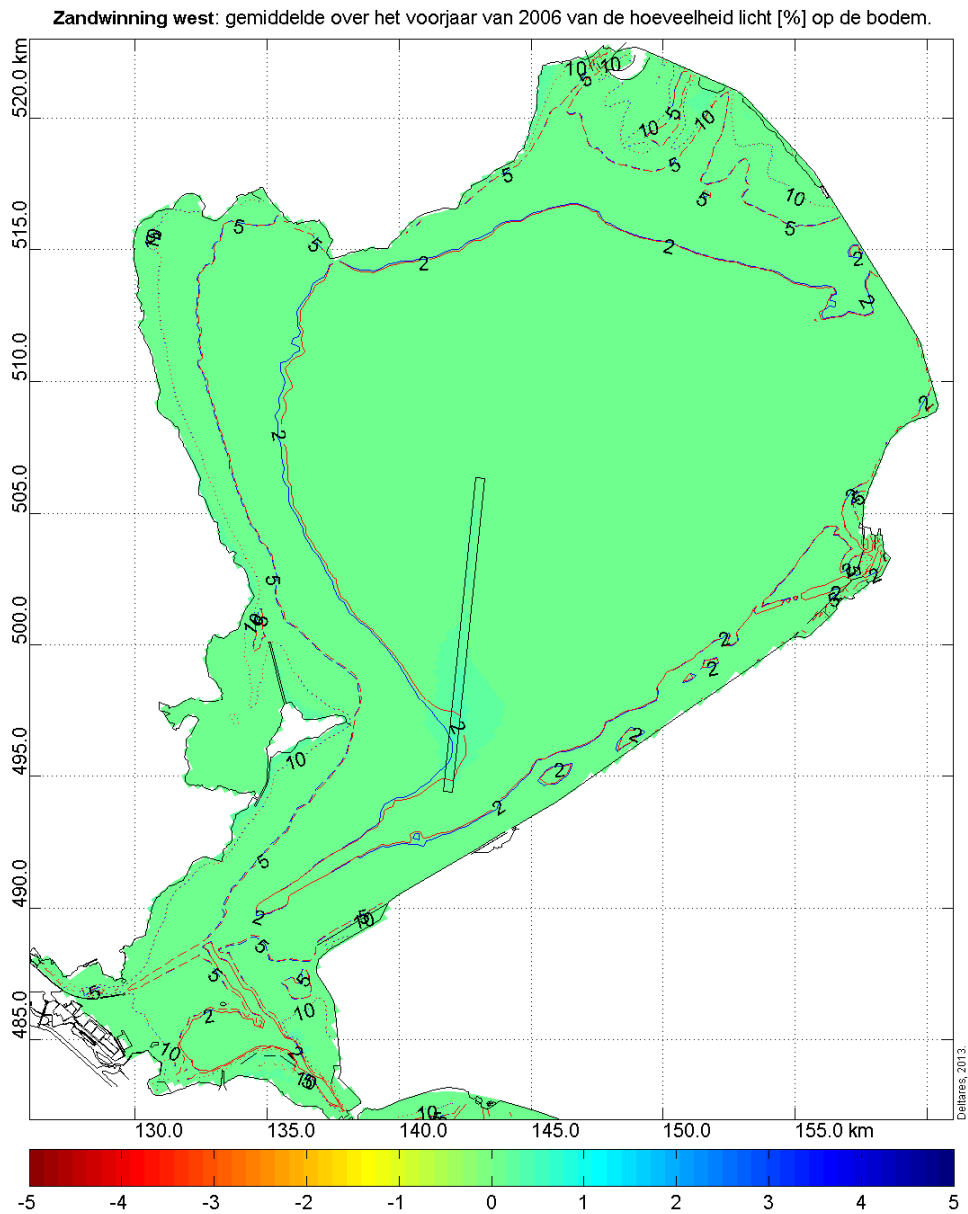
Figuur S.1 Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



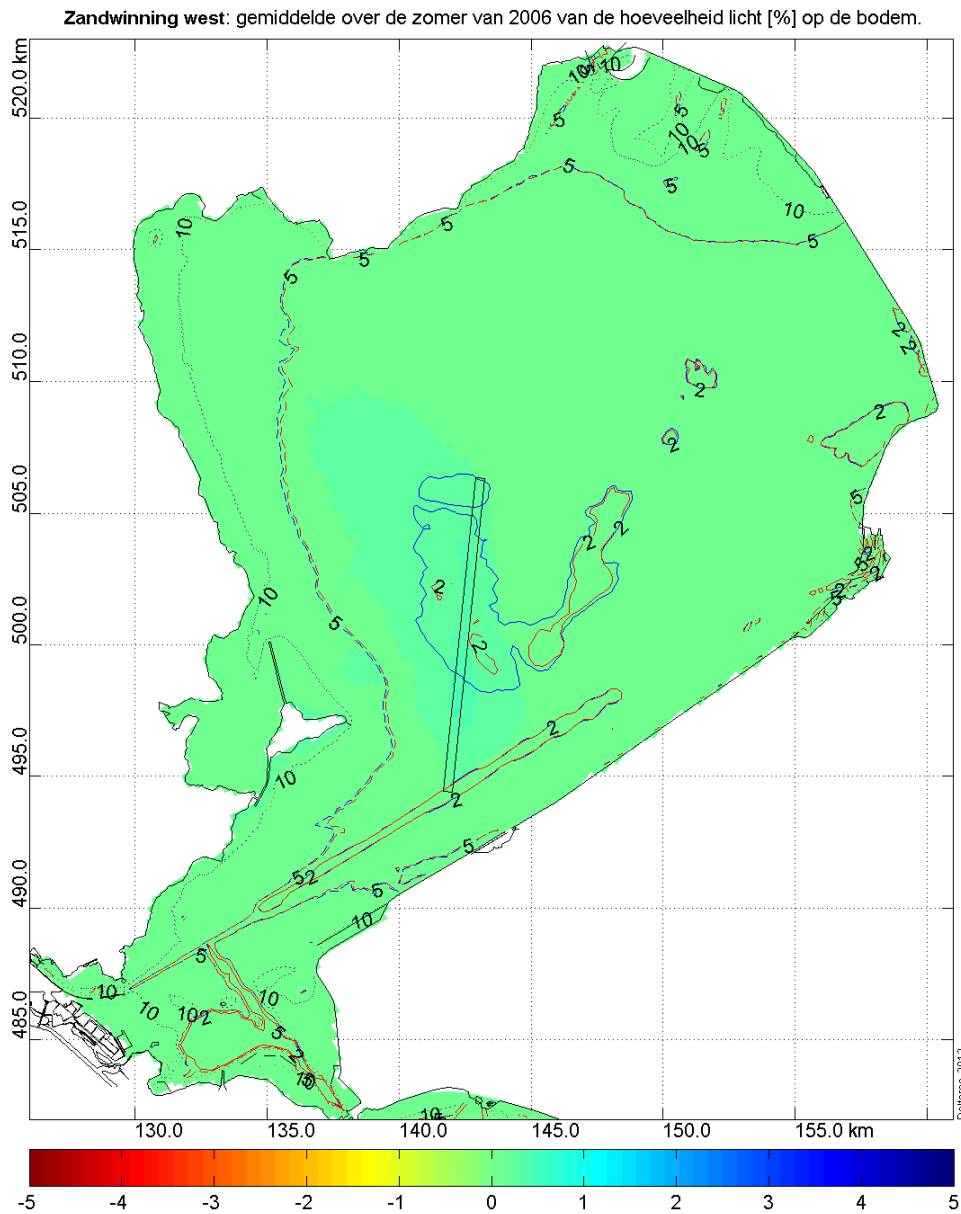
Figuur S.2 Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.



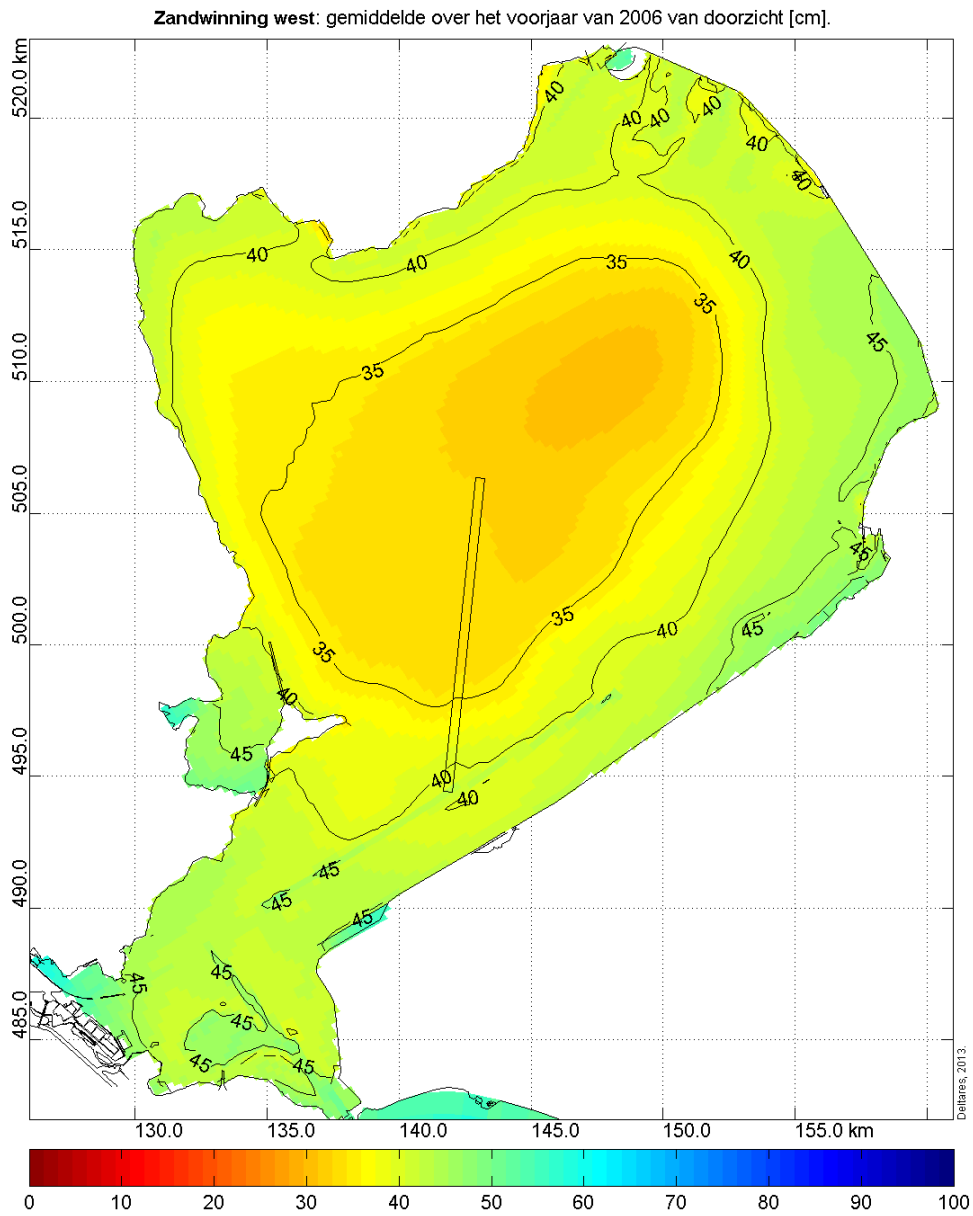
Figuur S.3 *Verskil tussen zandwinning west en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*



Figuur S.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning west en referentie (kleurenkaart).

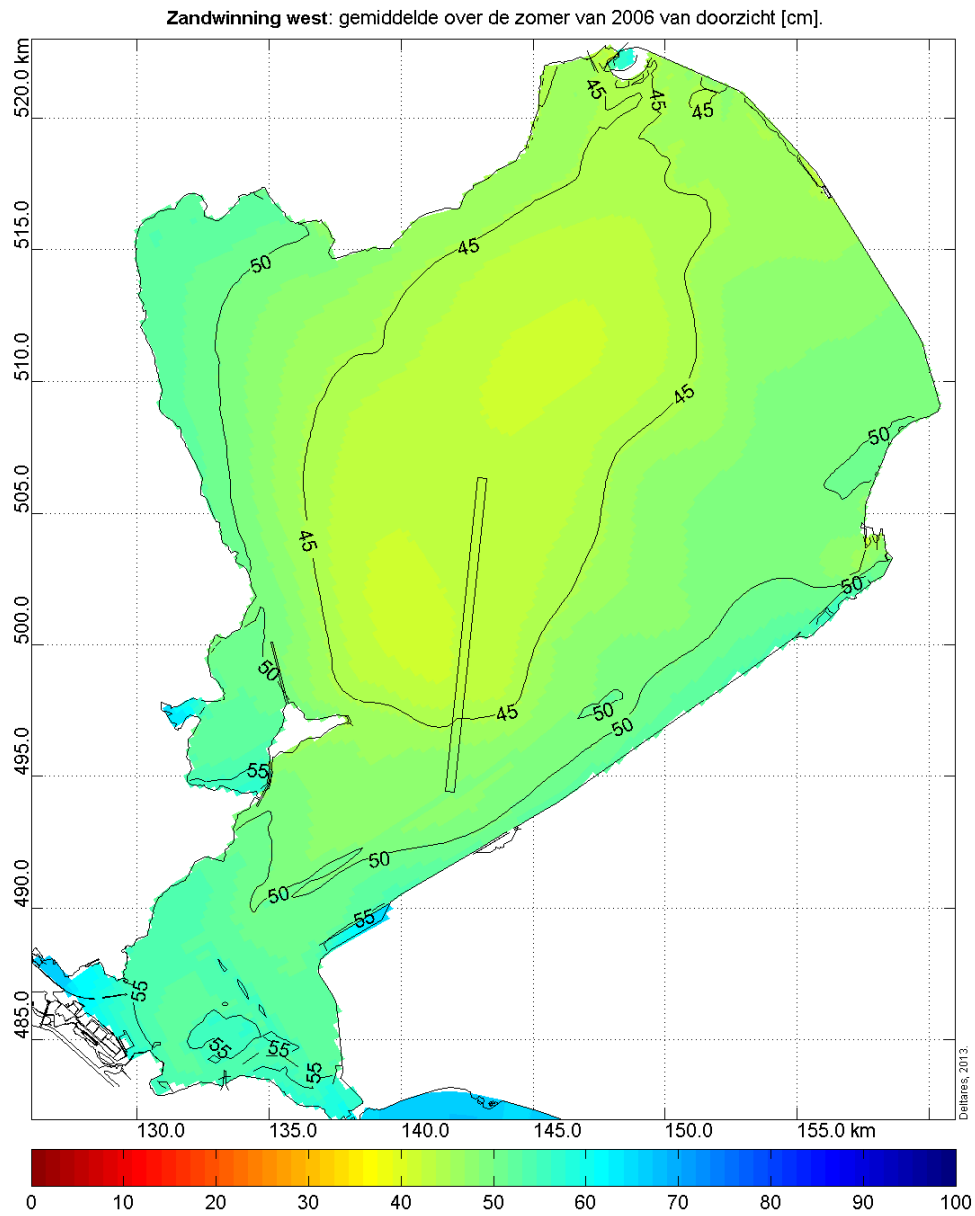


Figuur S.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning west en referentie (kleurenkaart).

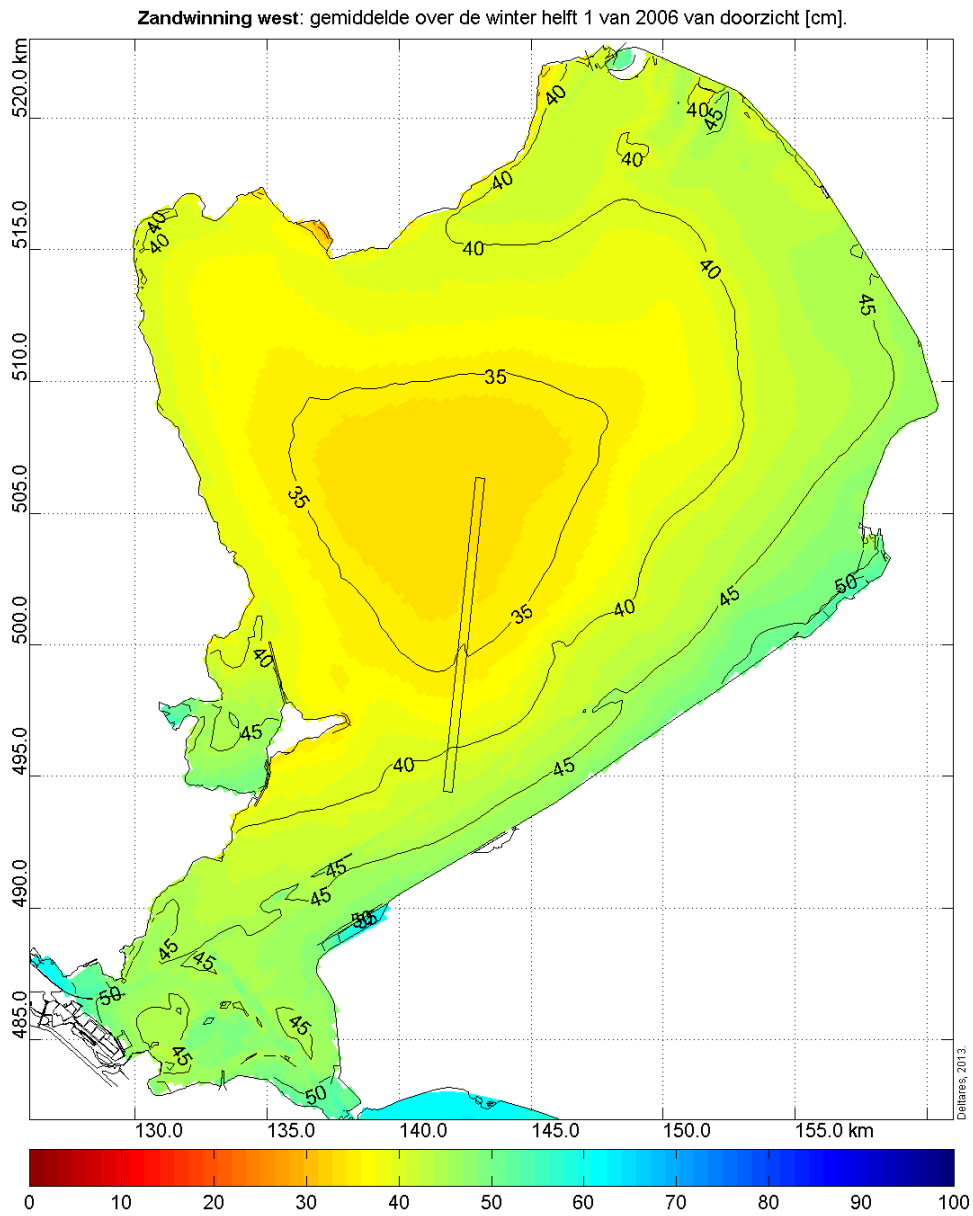


Figuur S.6

Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].

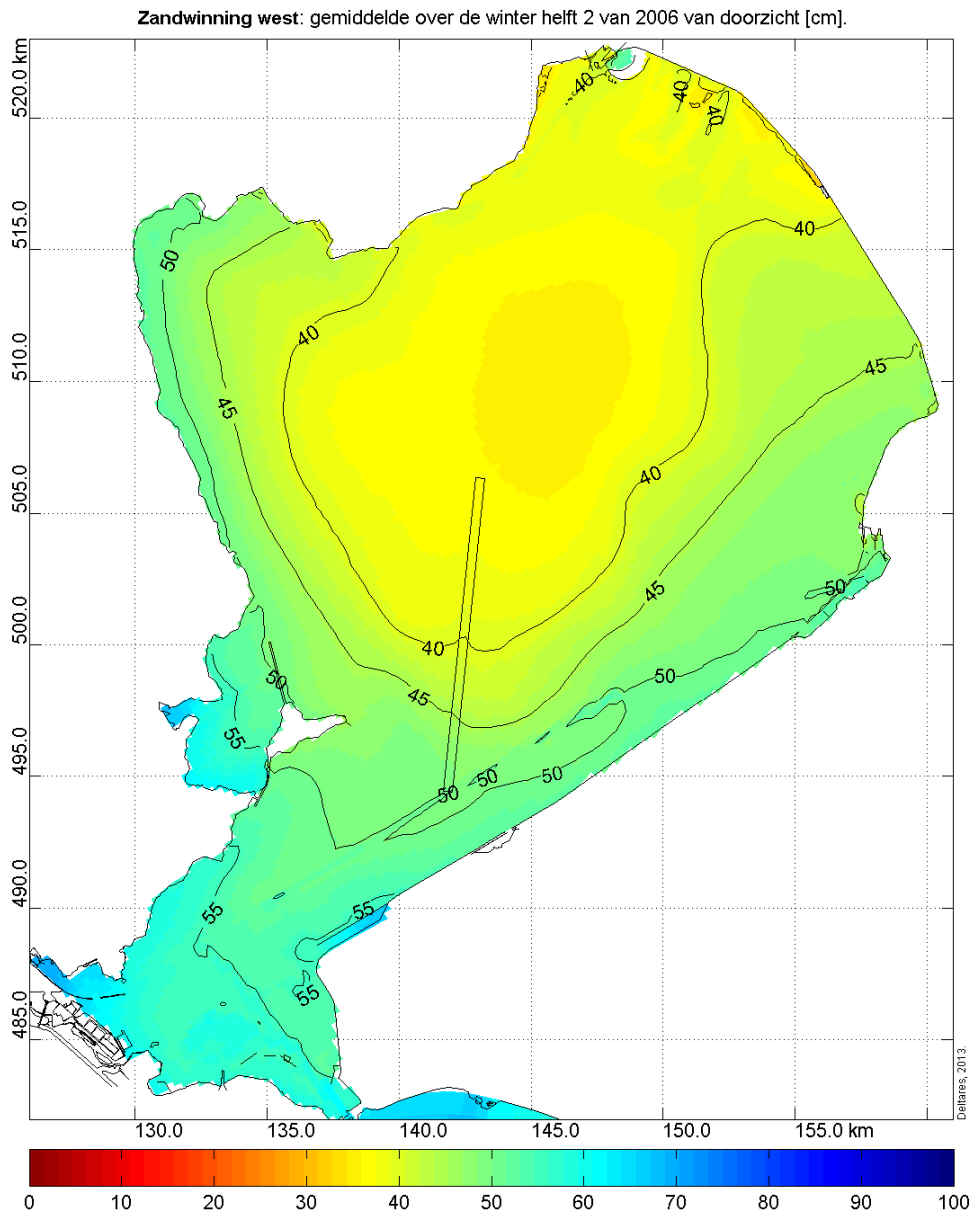


Figuur S.7 Zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



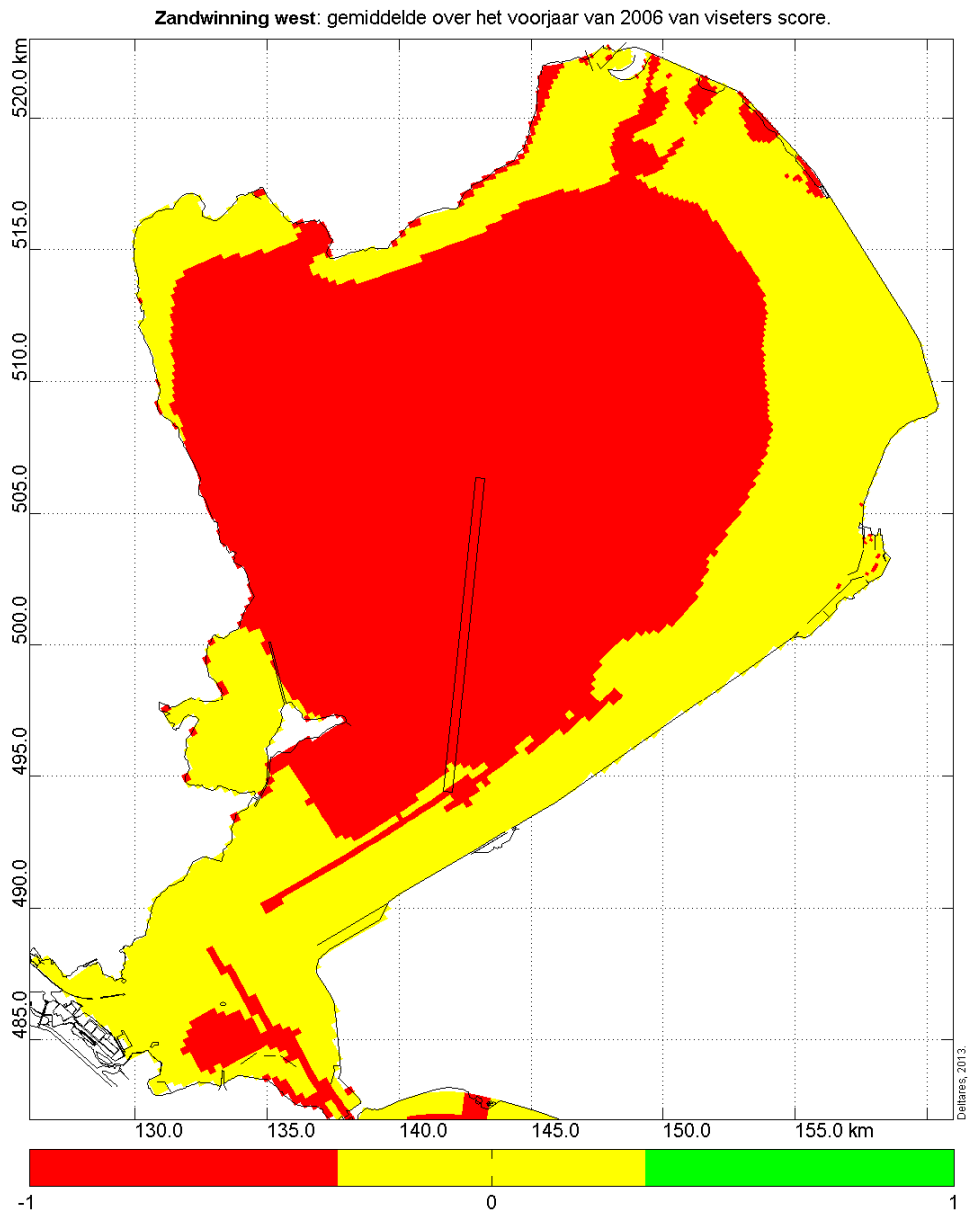
Figuur S.8

Zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

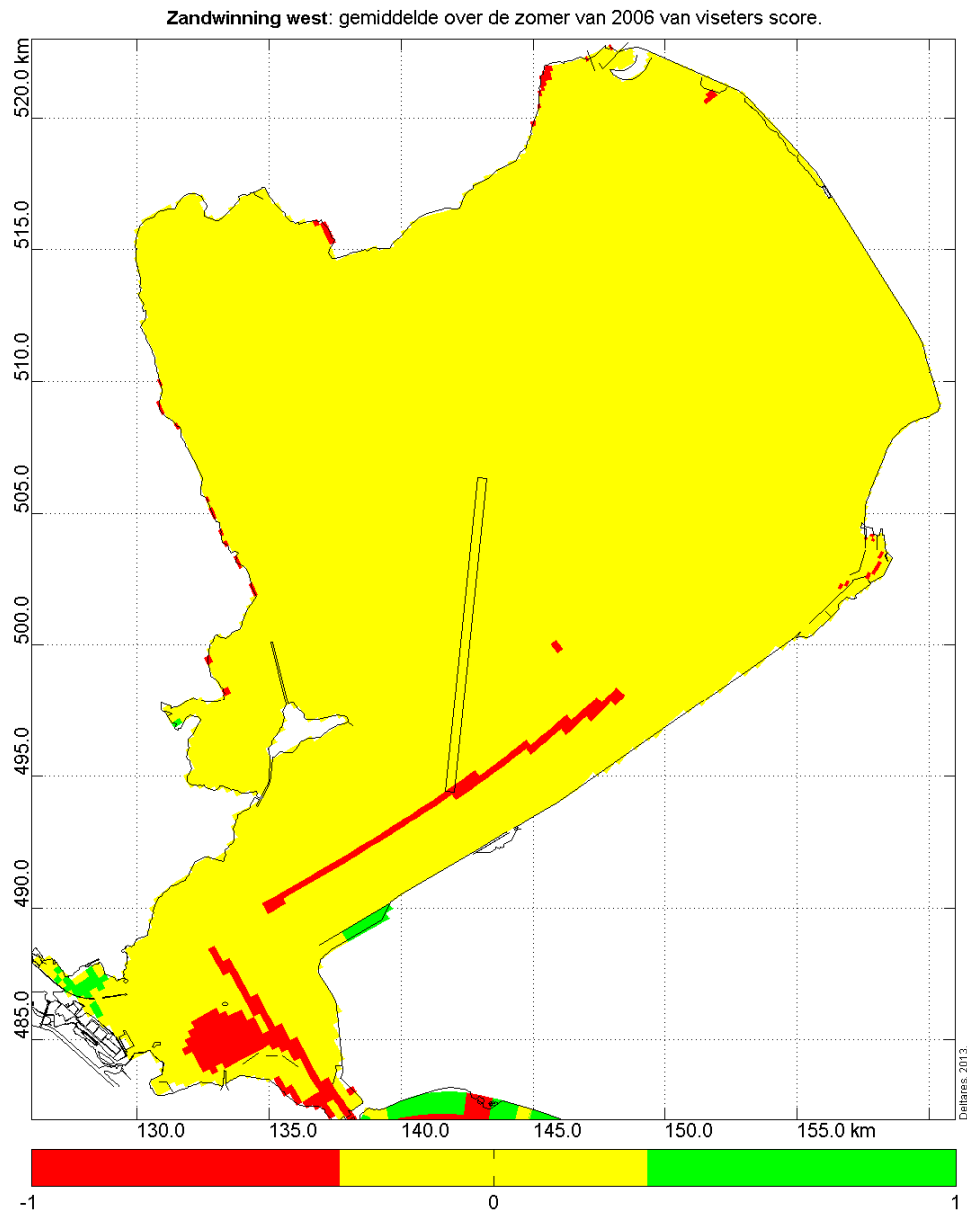


Figuur S.9

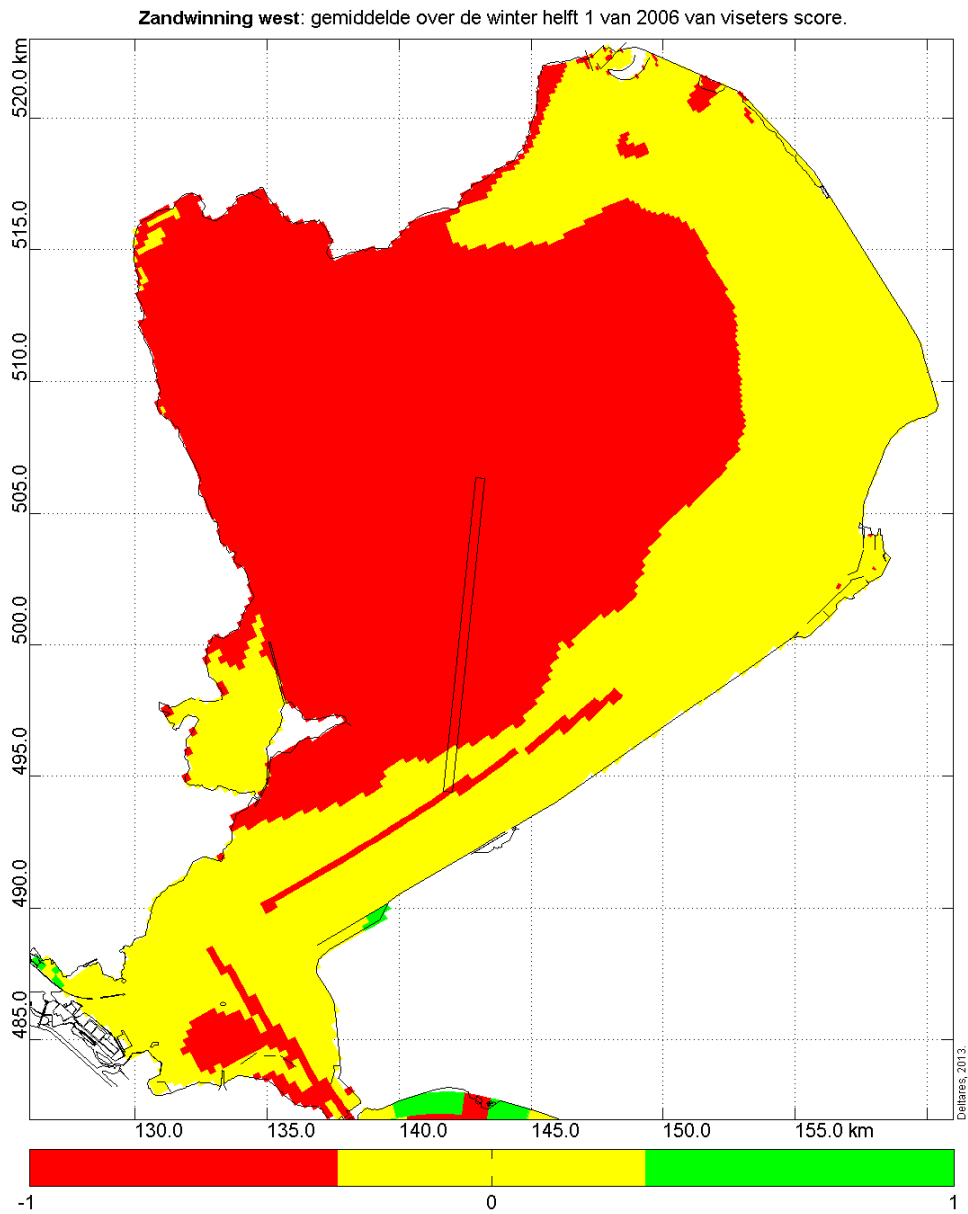
Zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



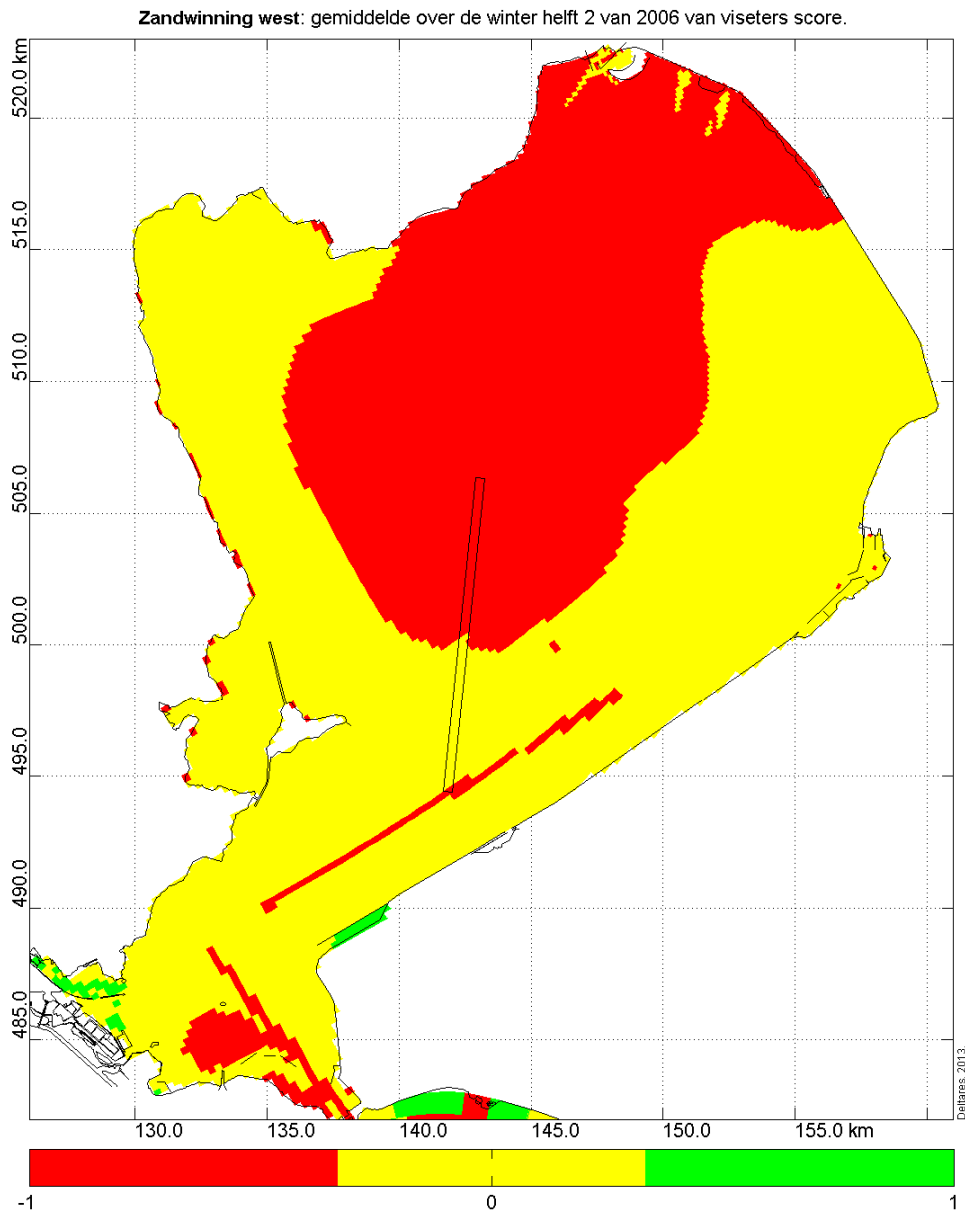
Figuur S.10 Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



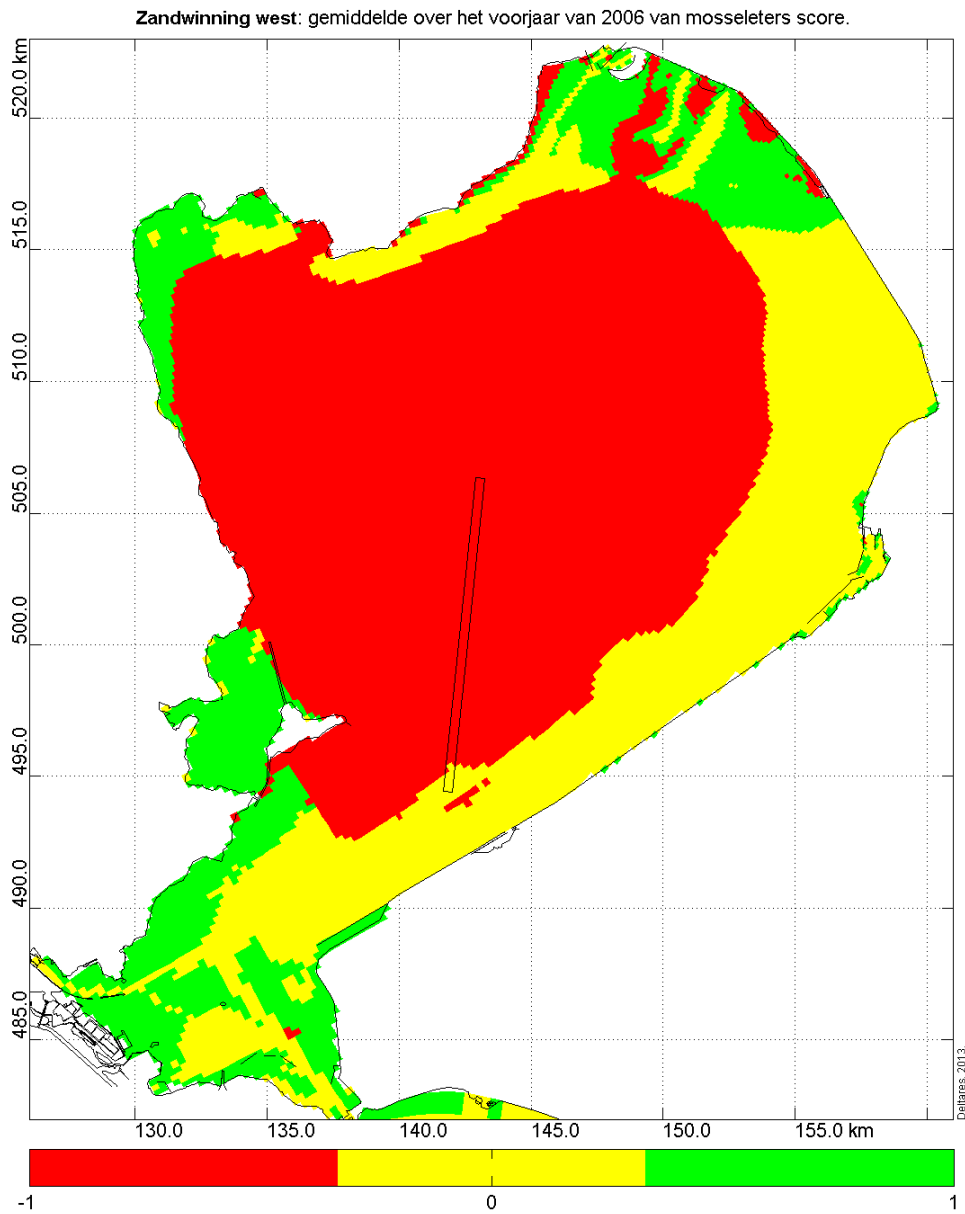
Figuur S.11 Zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



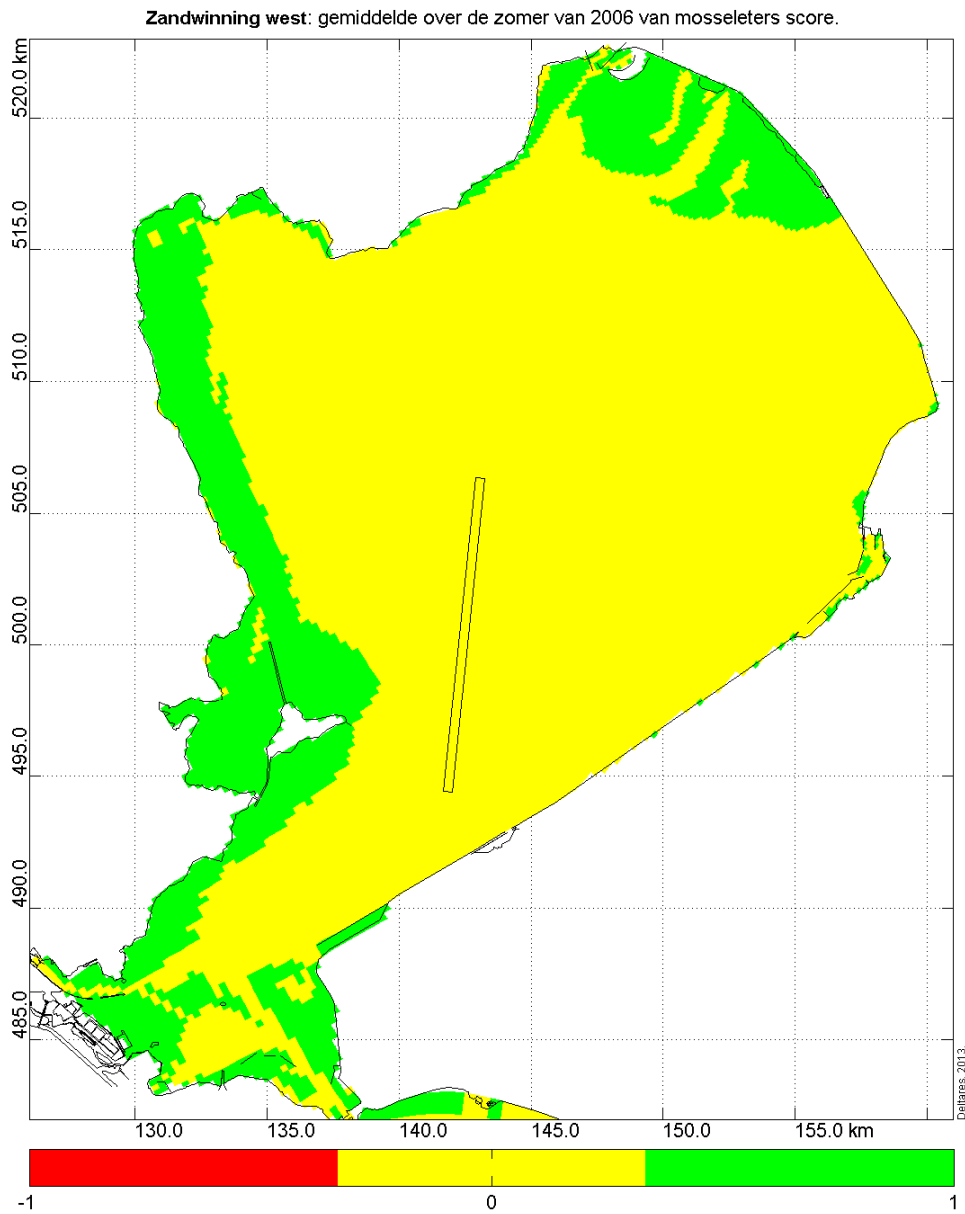
Figuur S.12 Zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



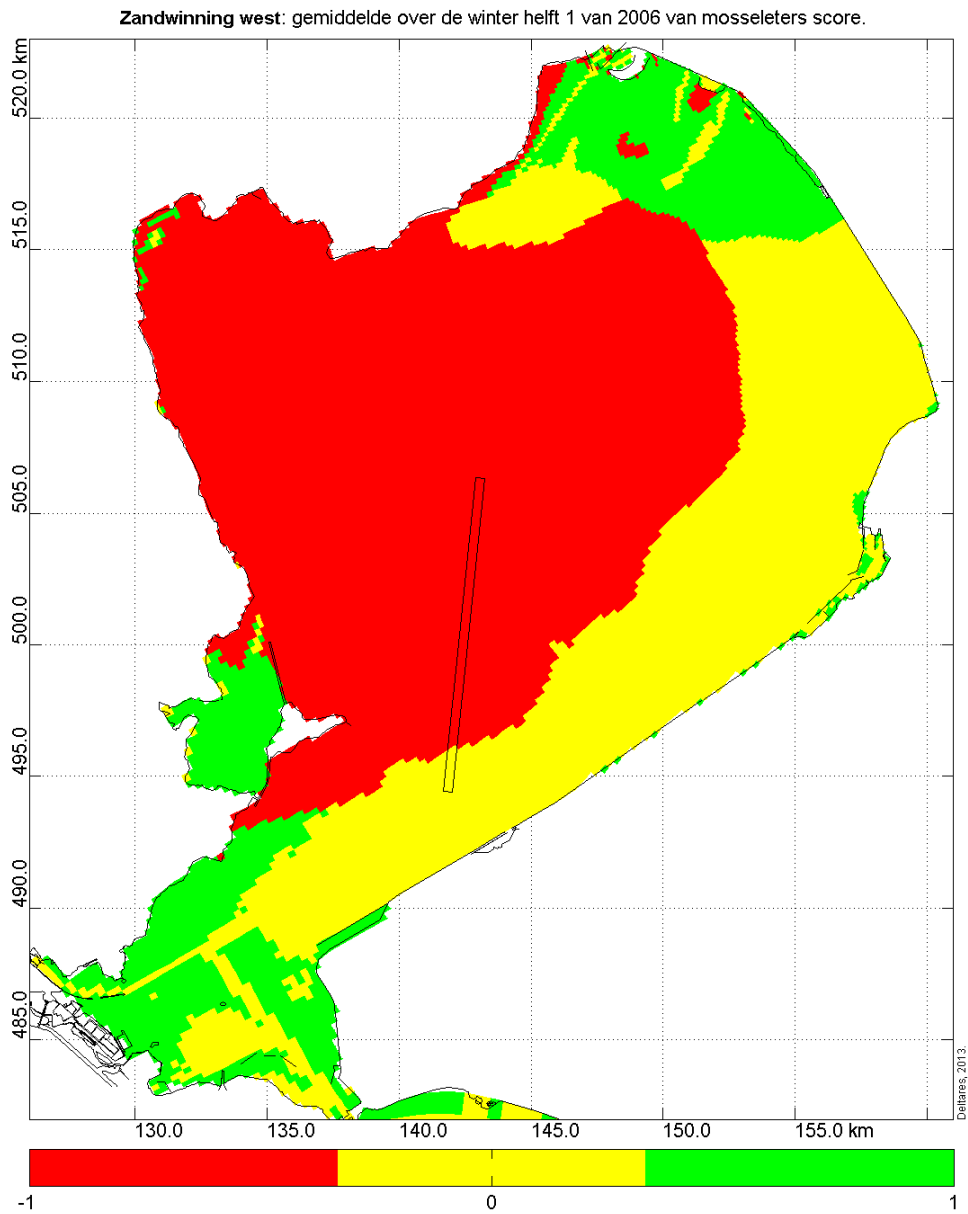
Figuur S.13 Zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



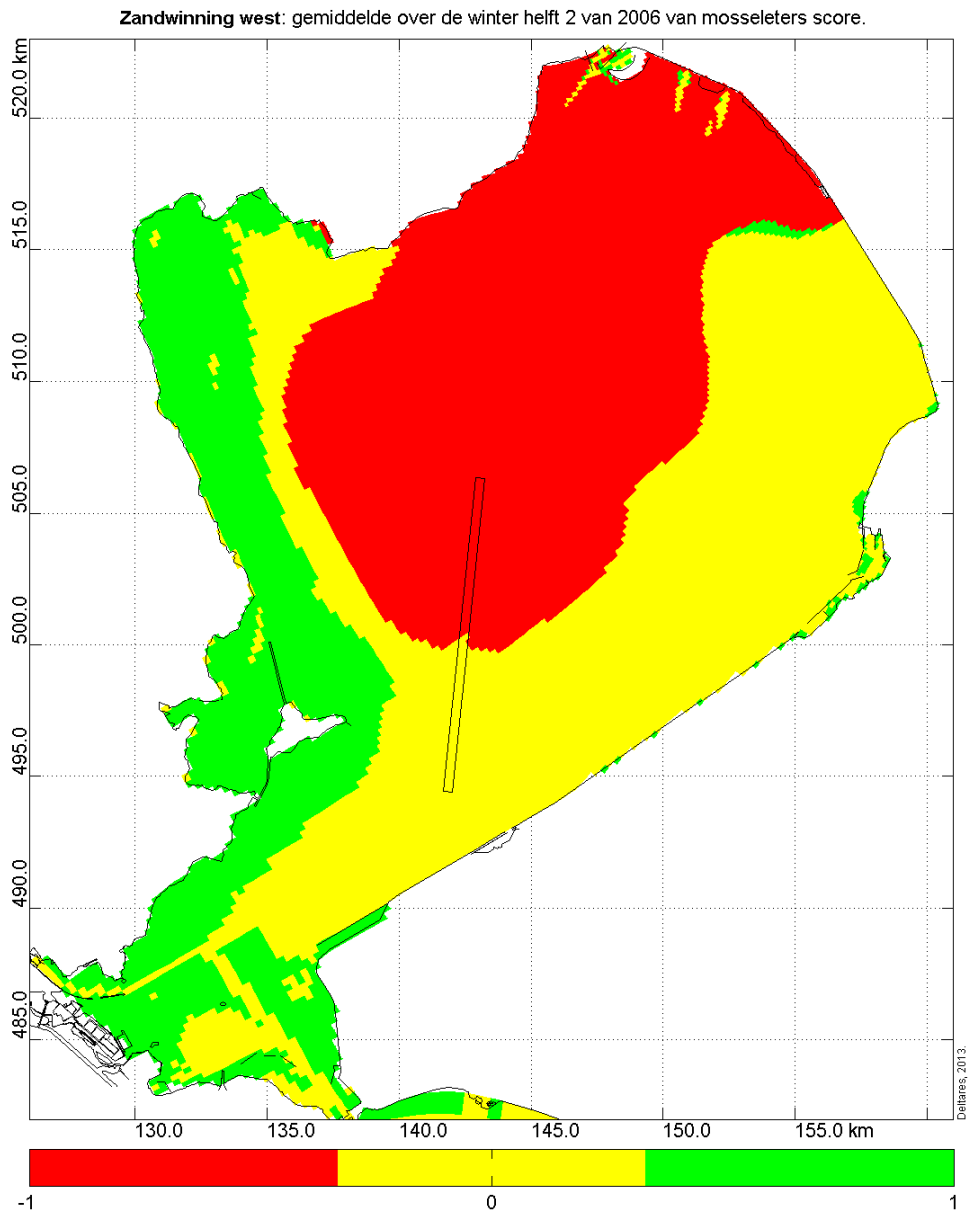
Figuur S.14 Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur S.15 Zandwinning 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.



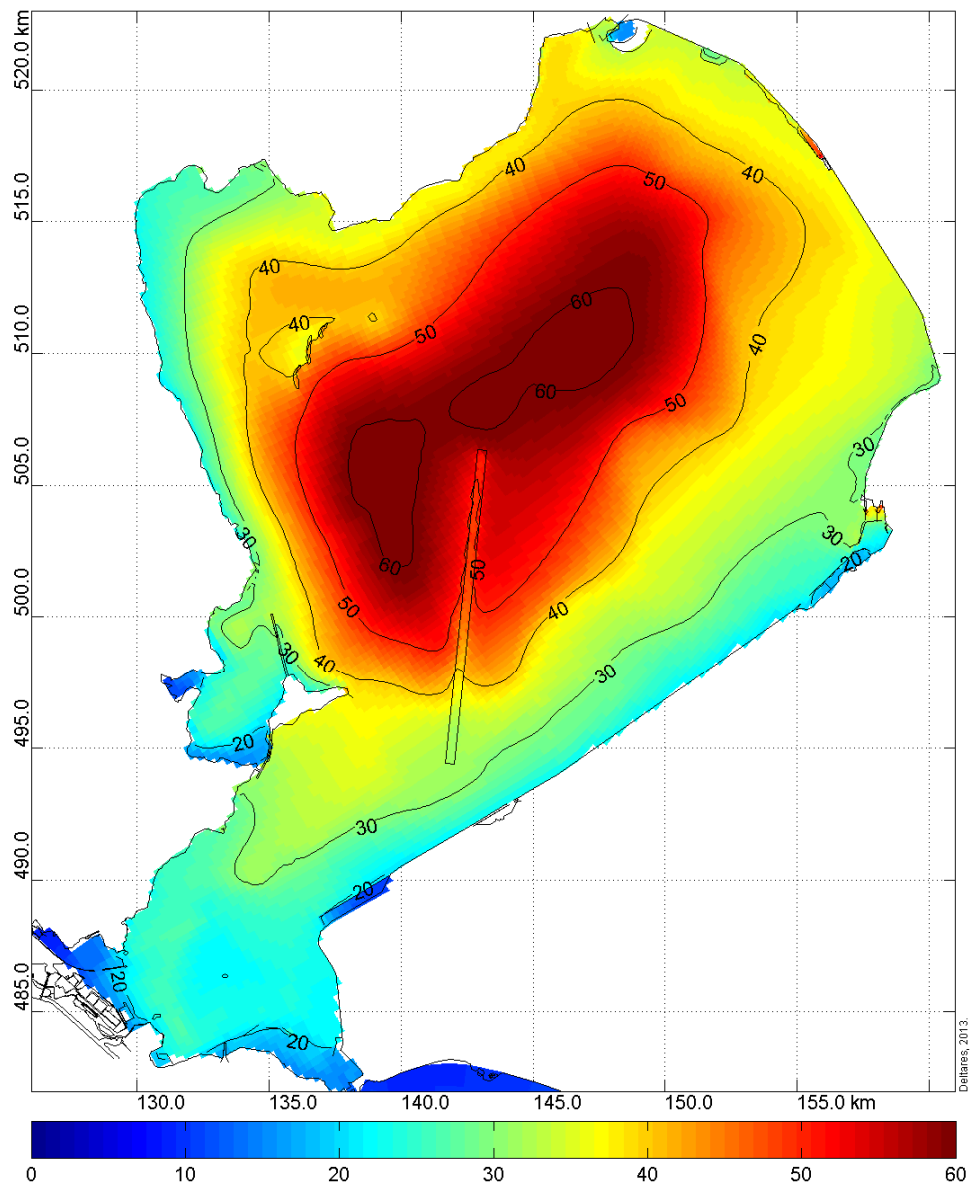
Figuur S.16 Zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur S.17 Zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

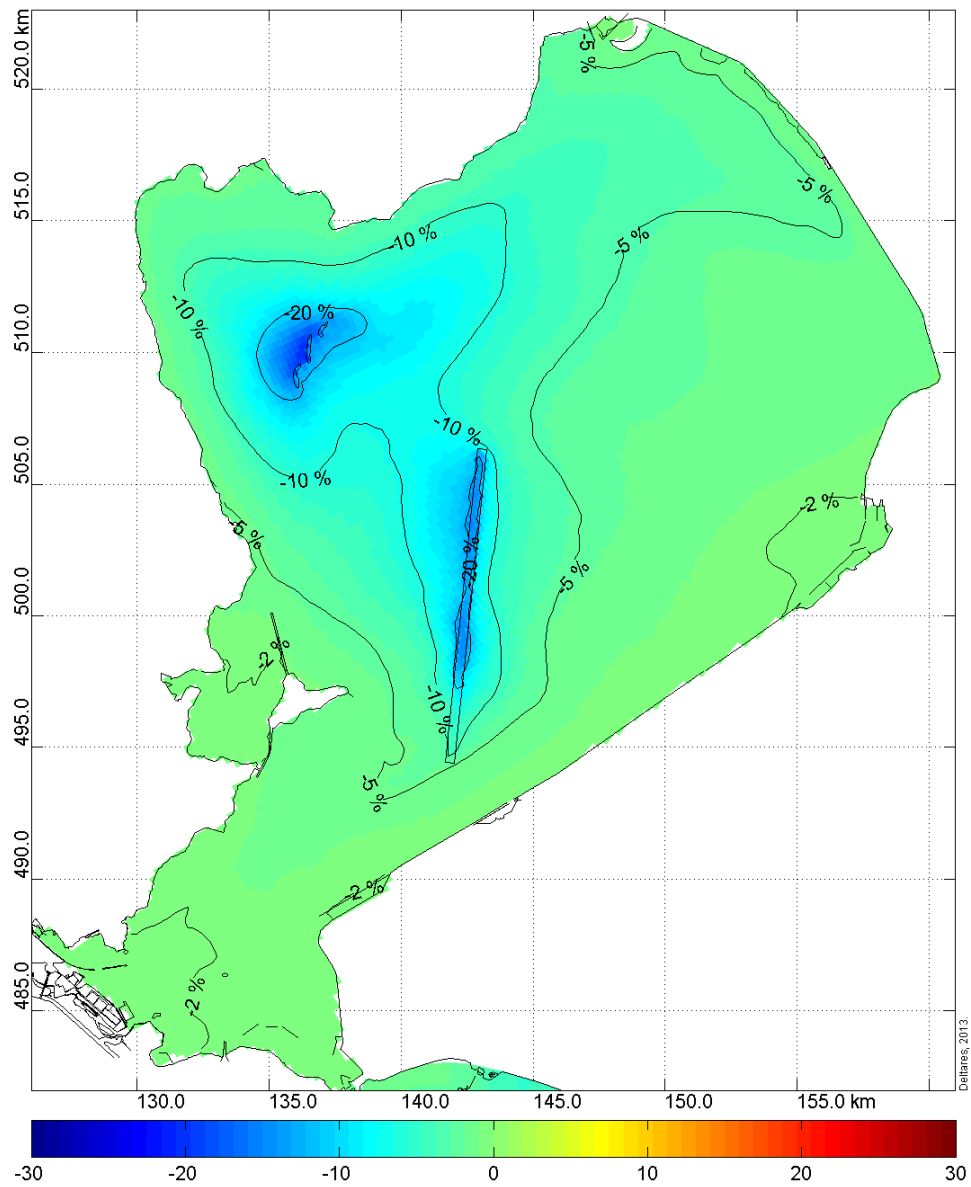
T Modelresultaten: voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west

MIRT4 + Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

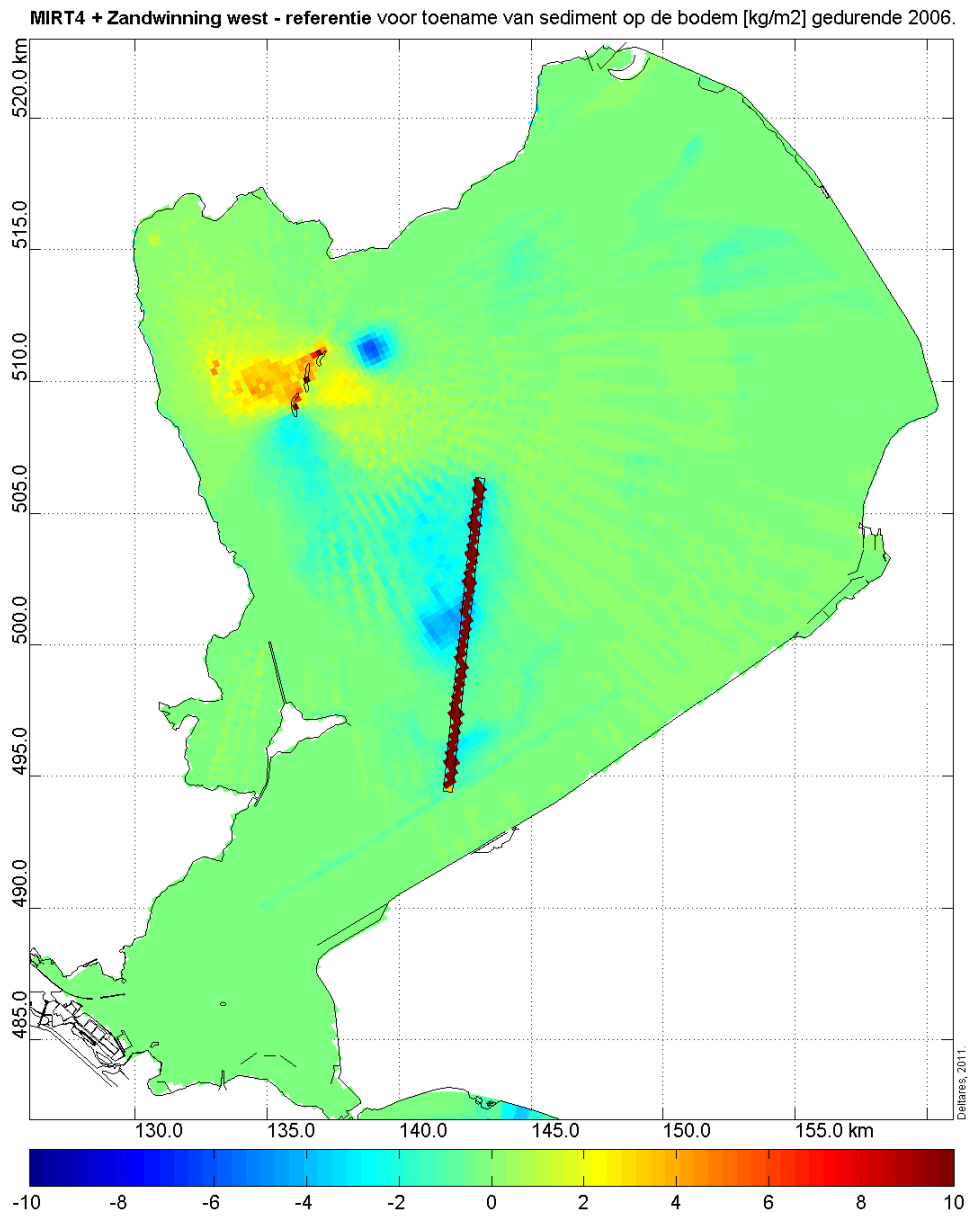


Figuur T.1 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

MIRT4 + Zandwinning west: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

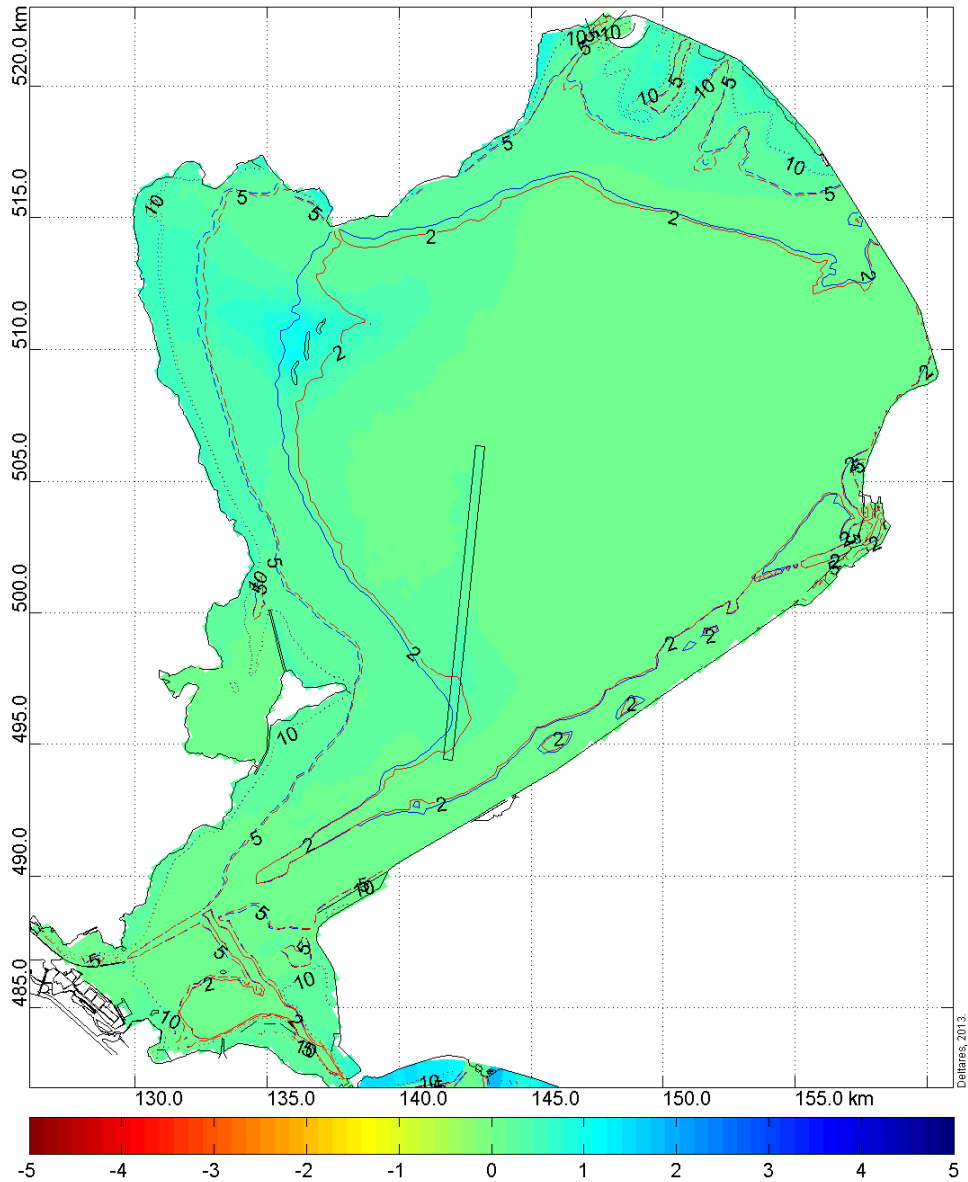


Figuur T.2 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

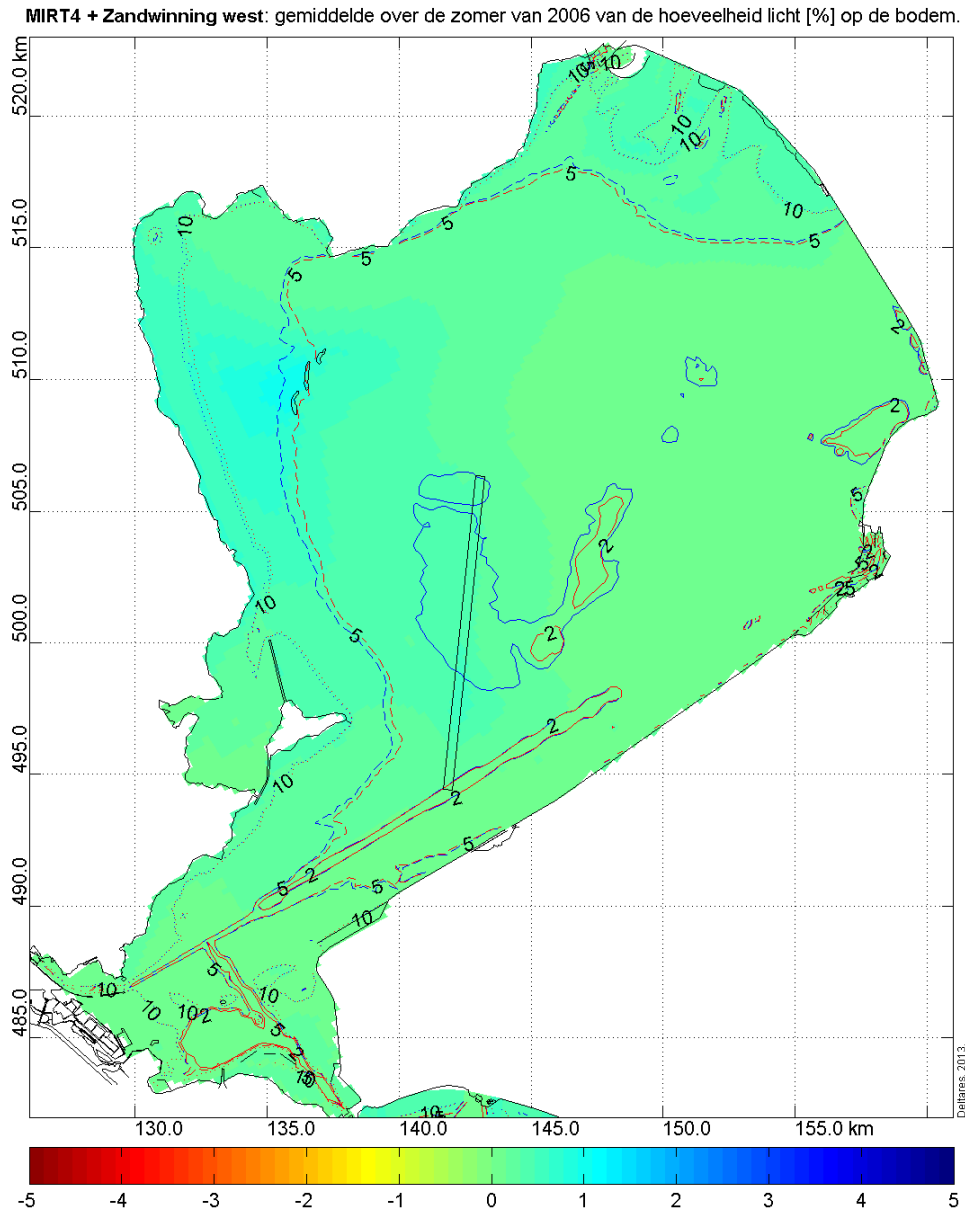


Figuur T.3 *Verskil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*

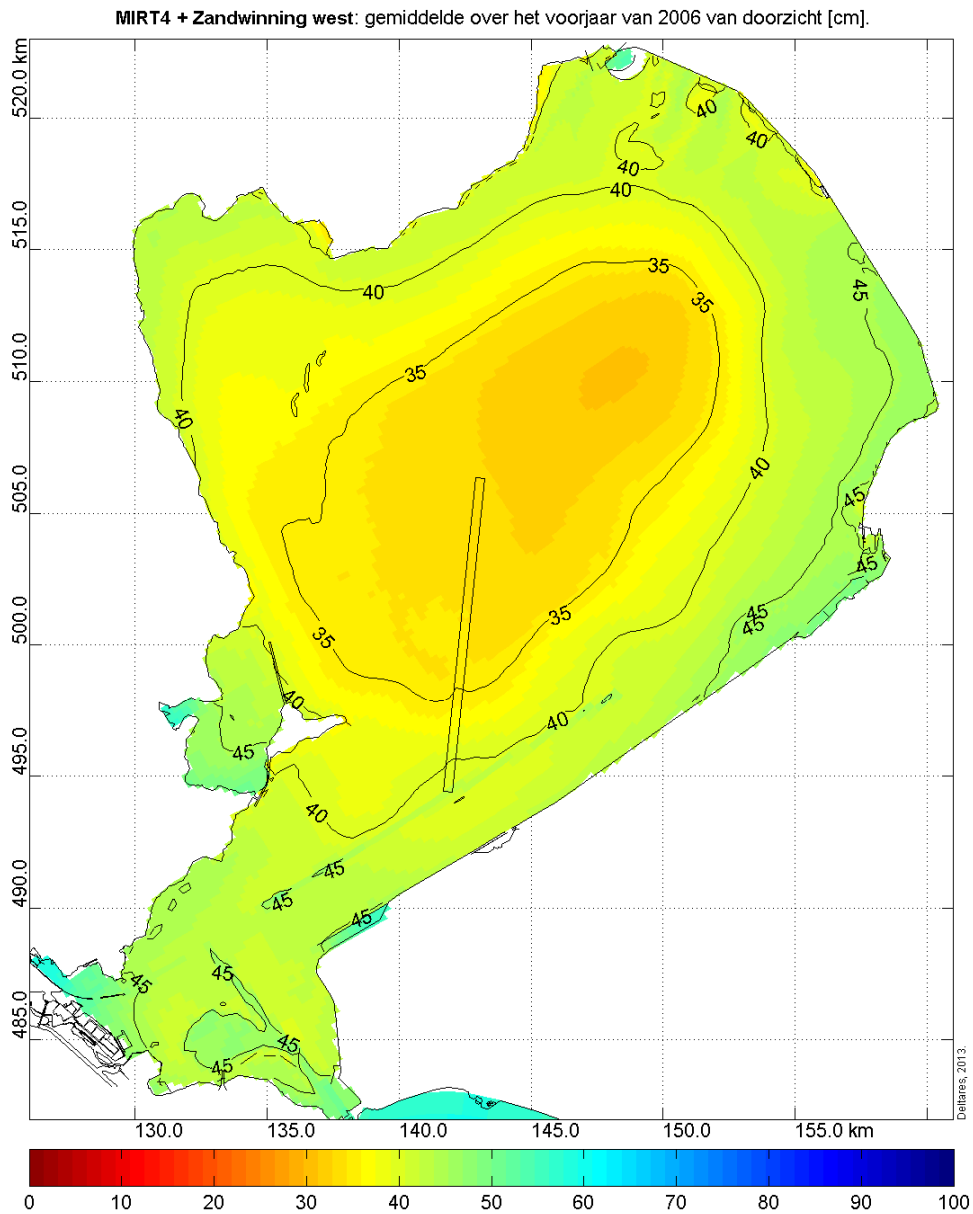
MIRT4 + Zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.



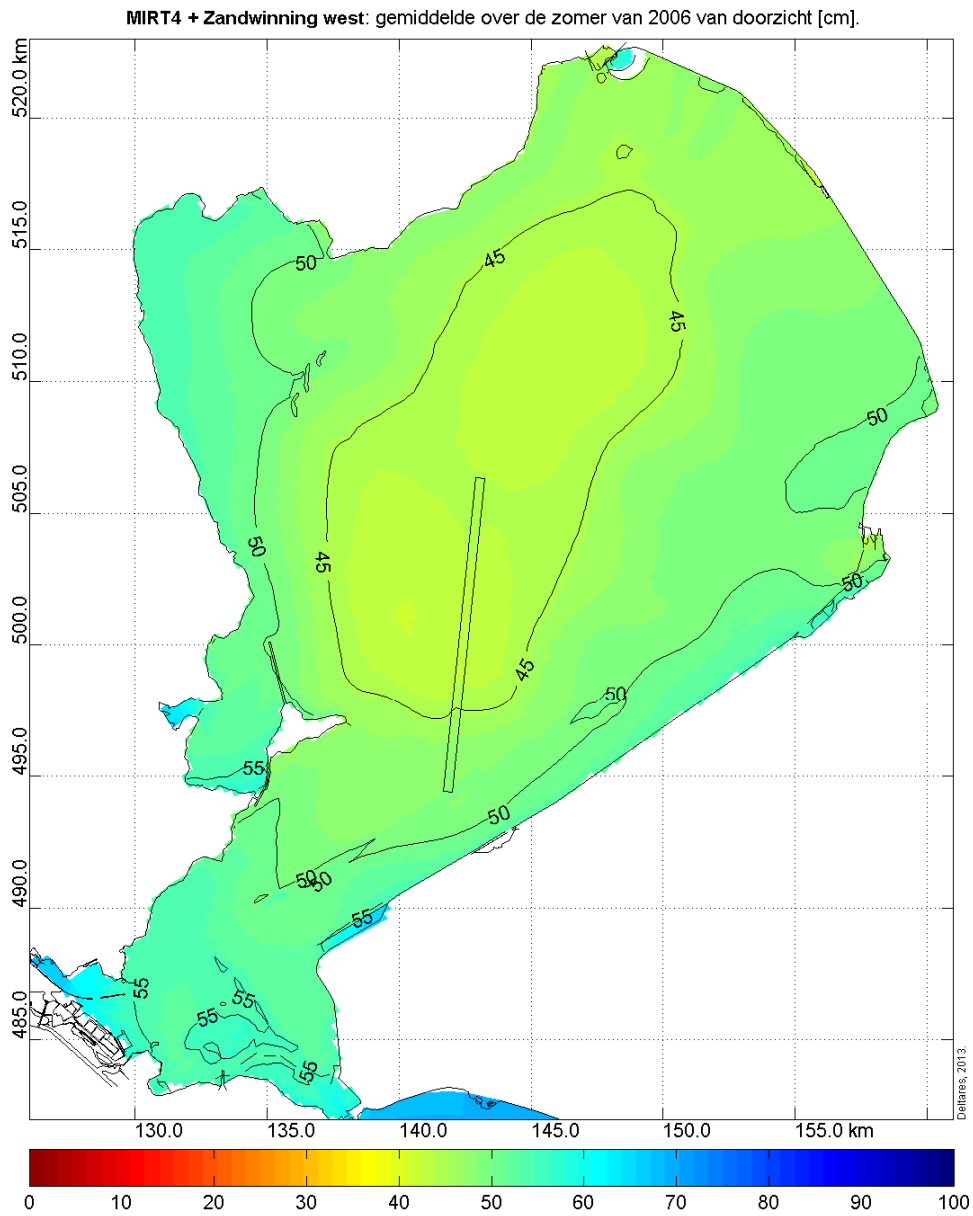
Figuur T.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west en referentie (kleurenkaart).



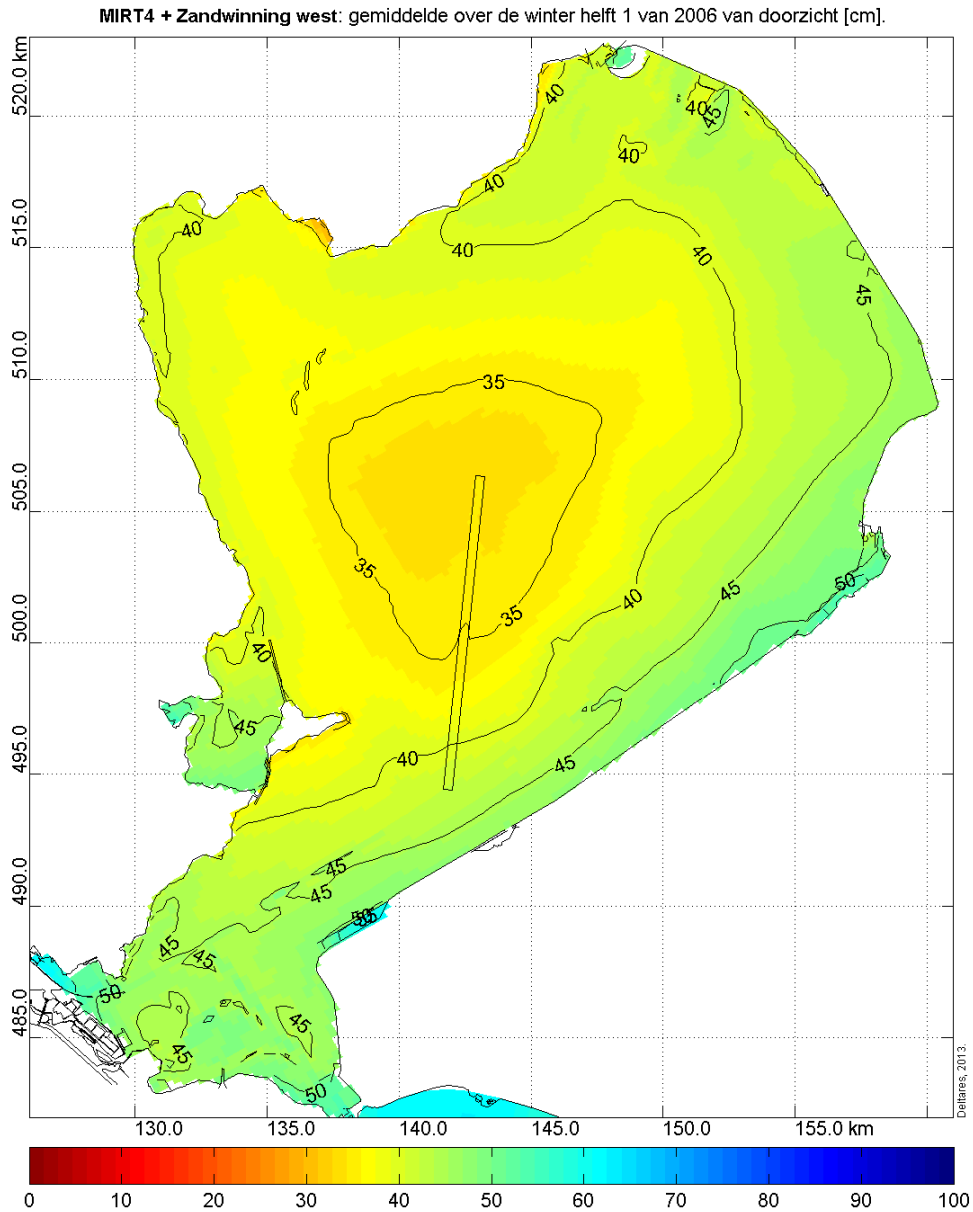
Figuur T.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west en referentie (kleurenkaart).



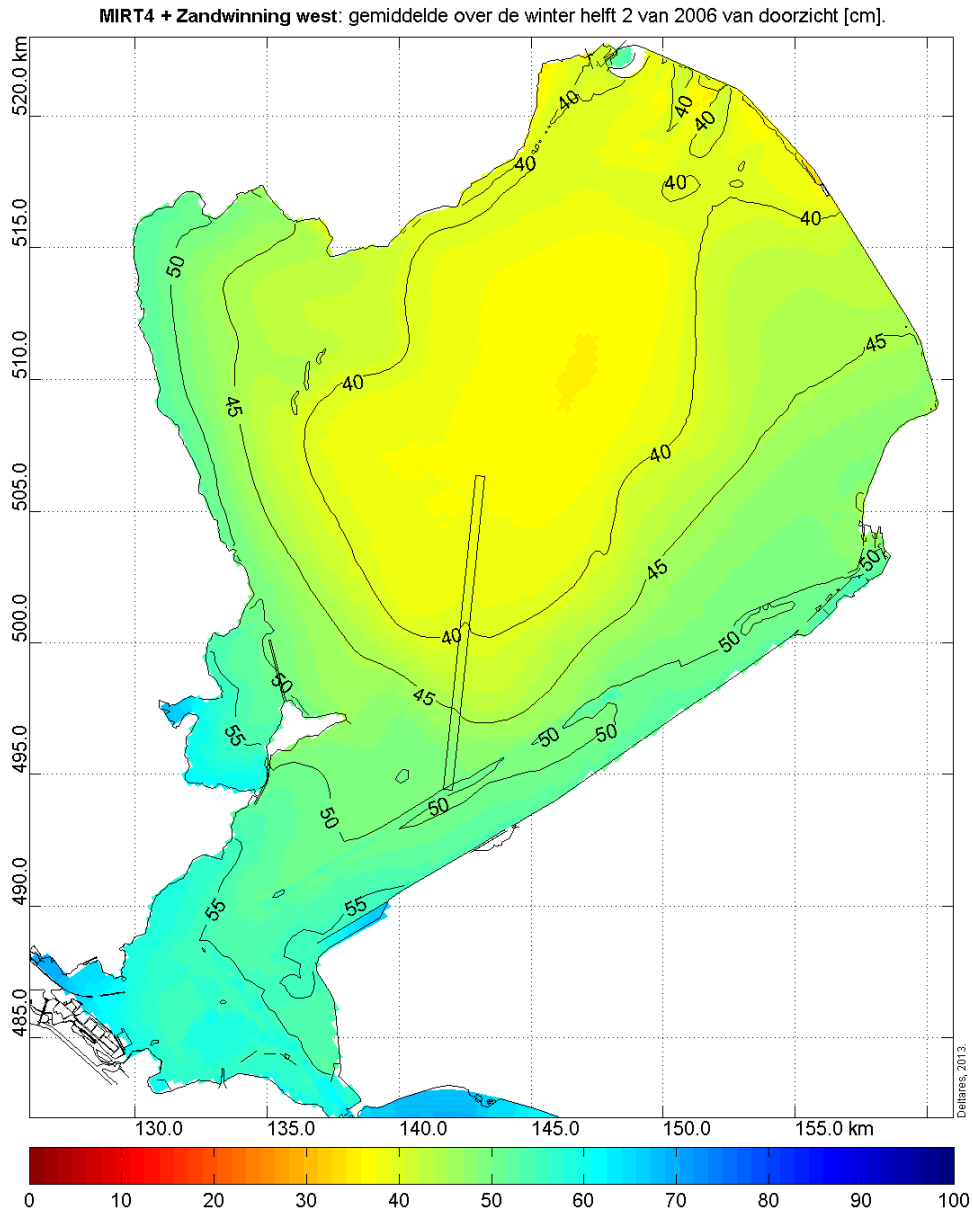
Figuur T.6 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



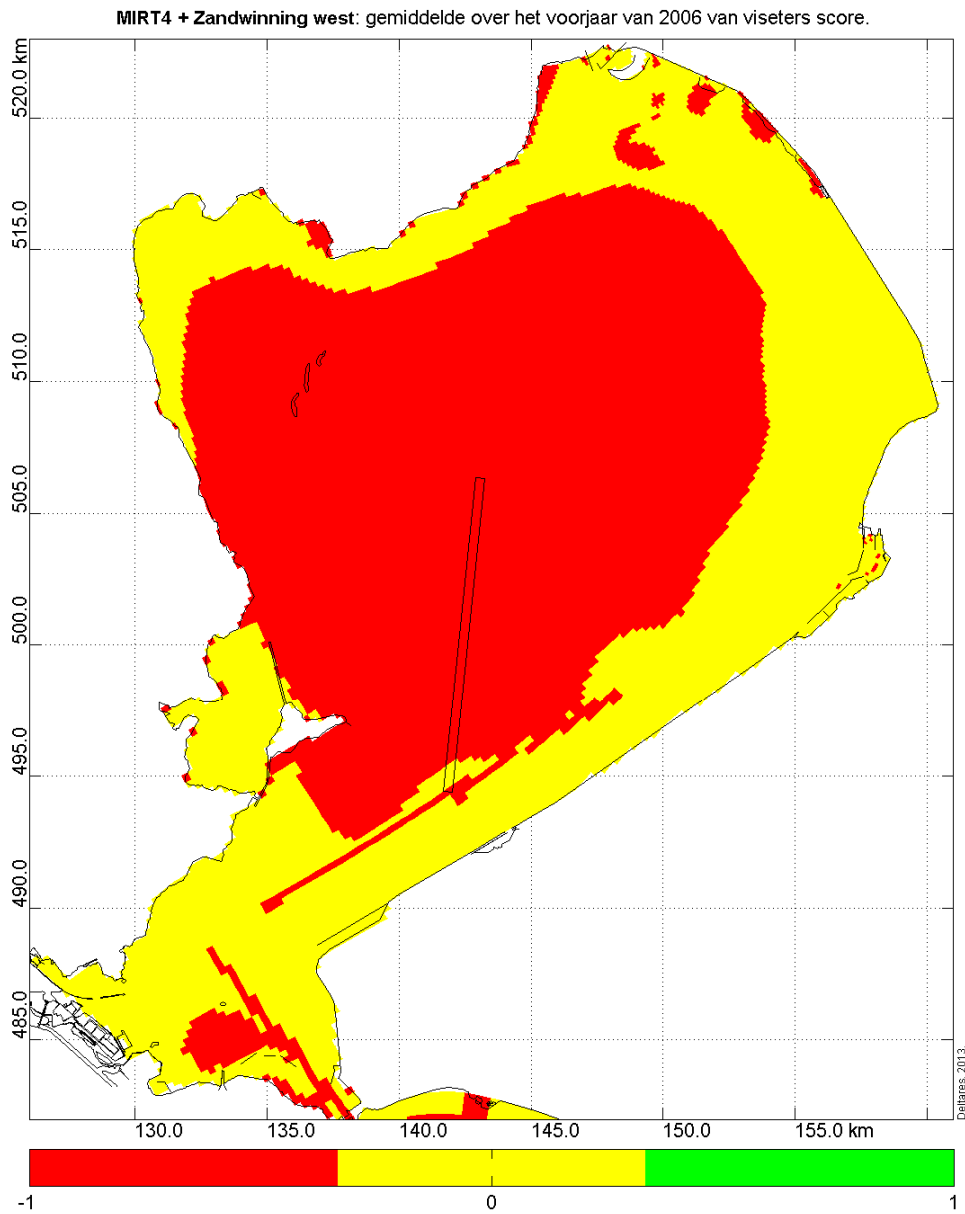
Figuur T.7 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



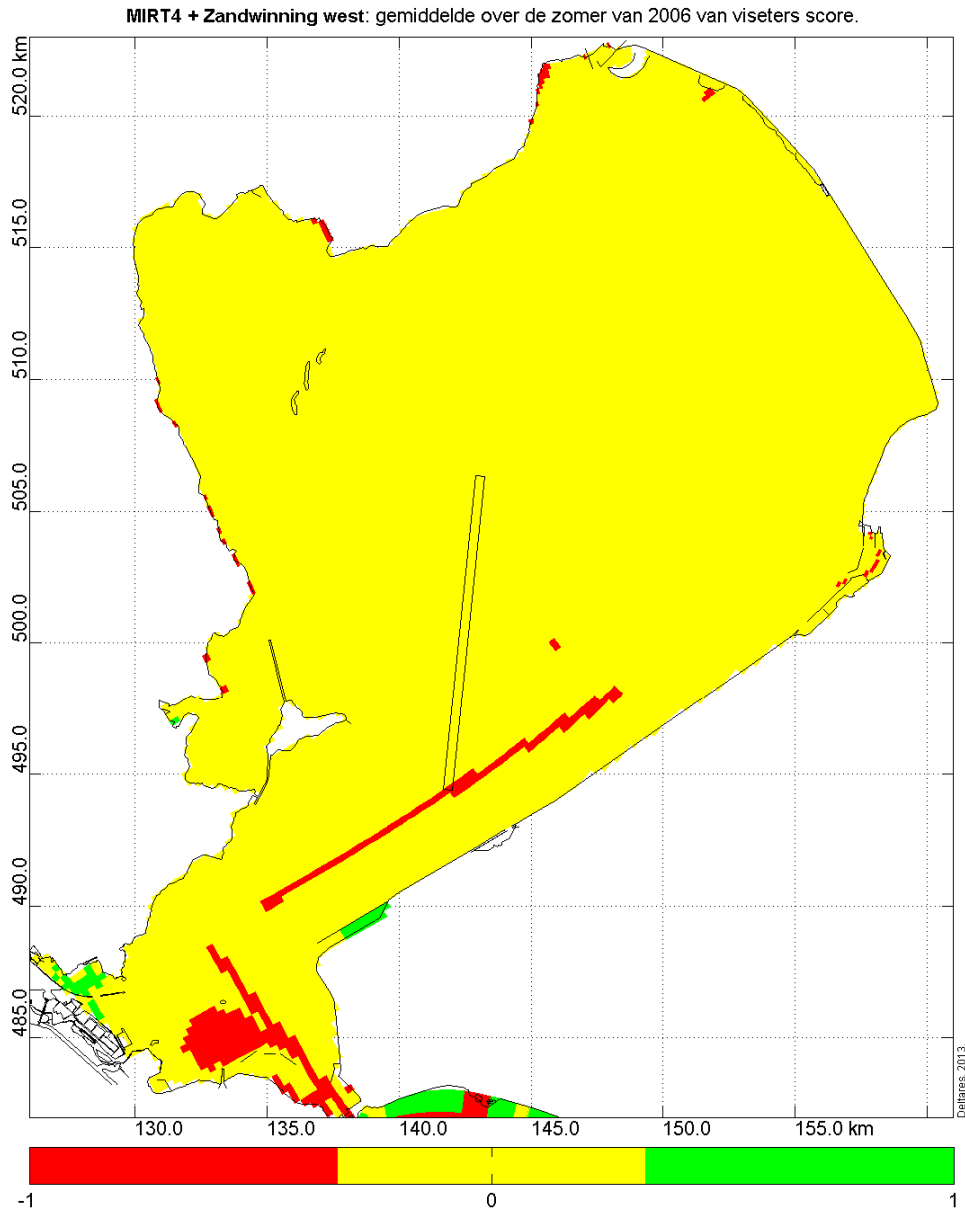
Figuur T.8 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].



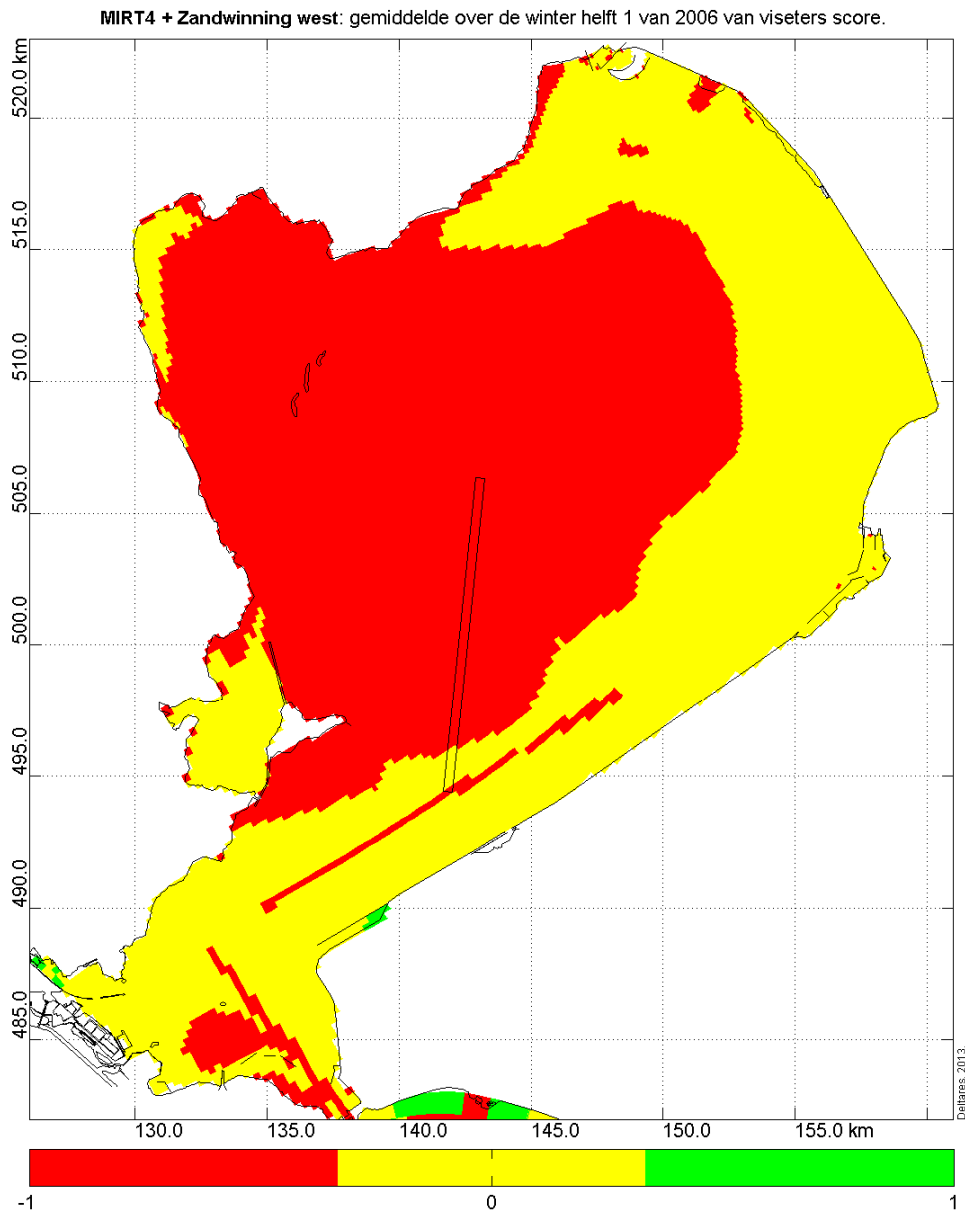
Figuur T.9 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



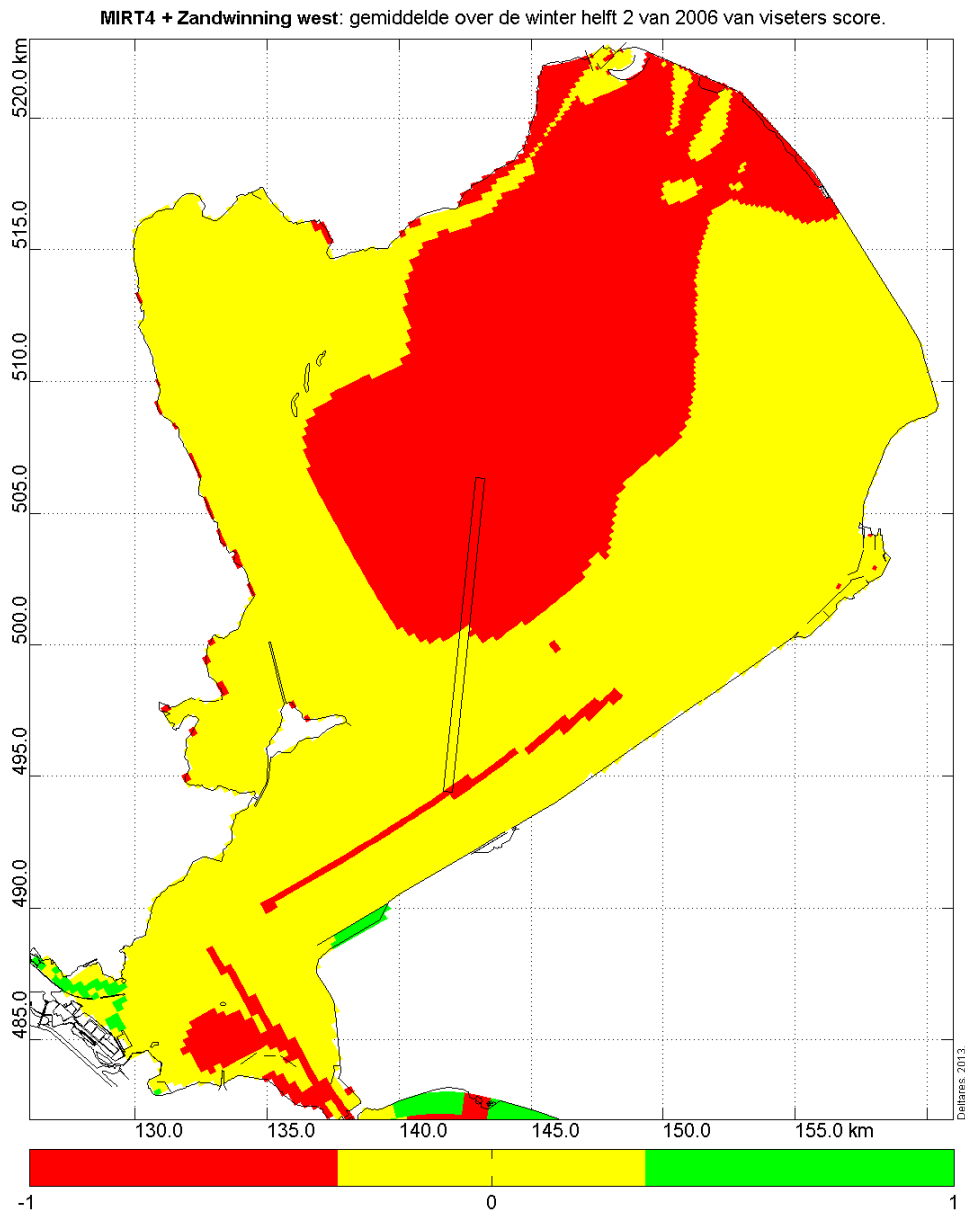
Figuur T.10 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



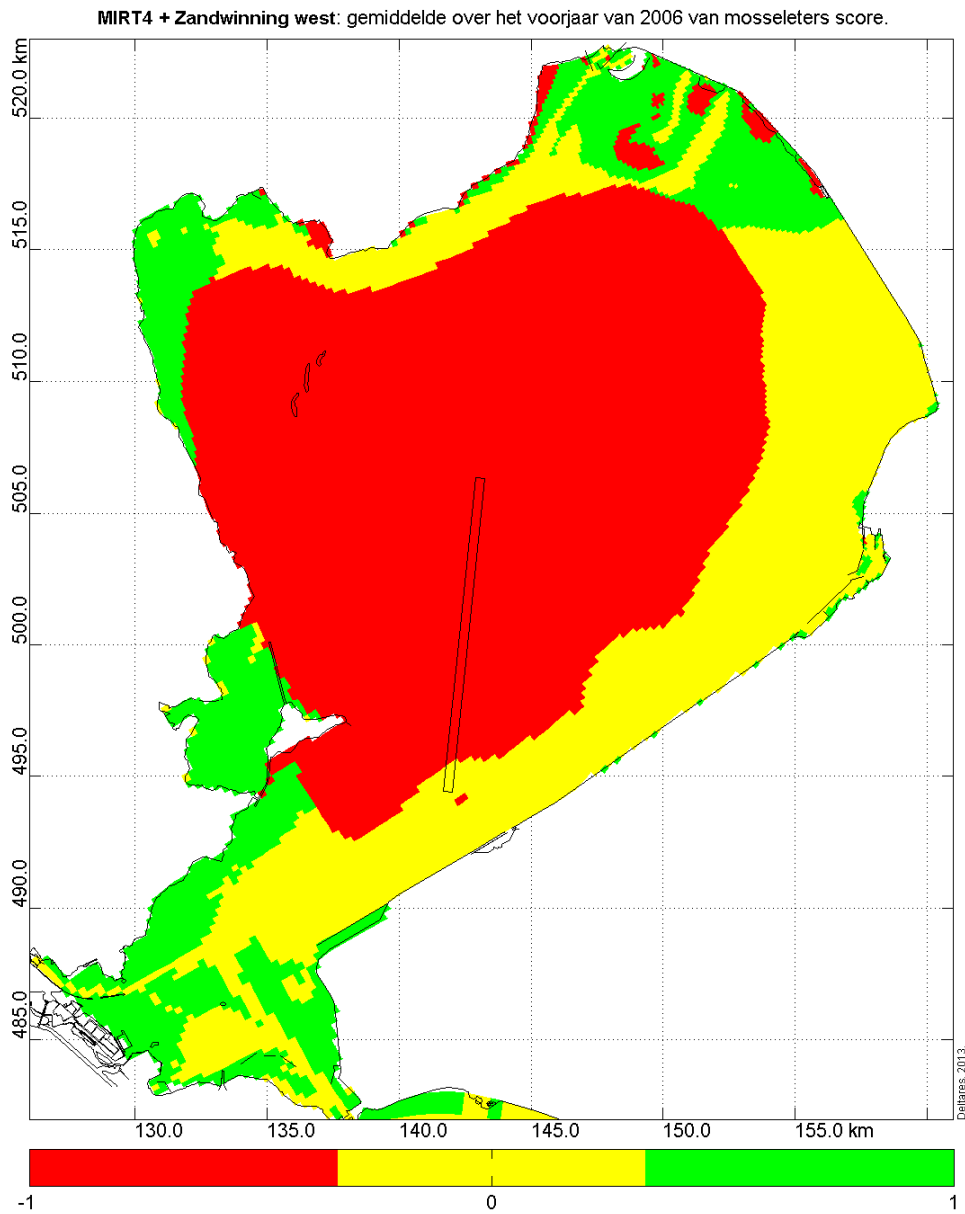
Figuur T.11 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



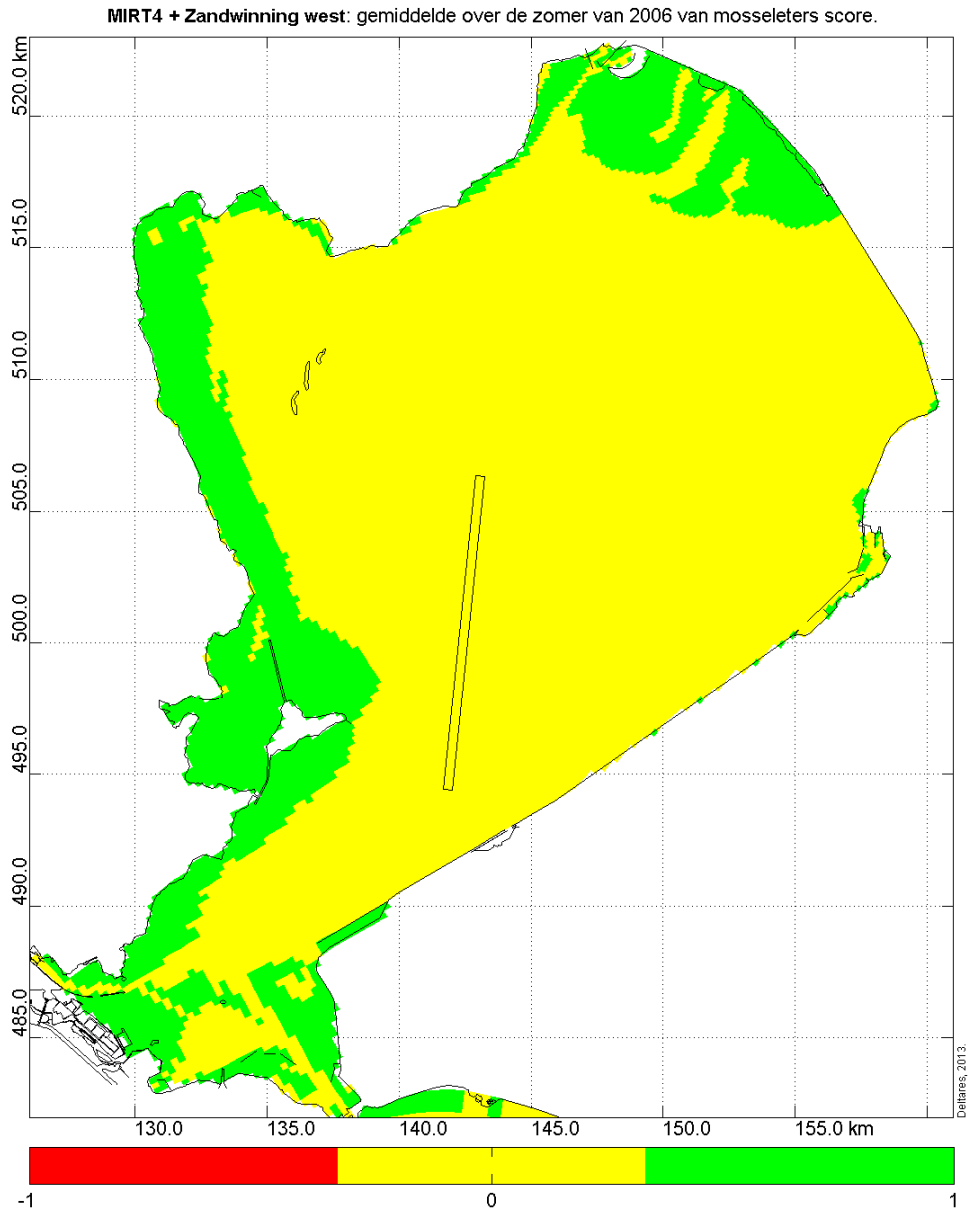
Figuur T.12 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



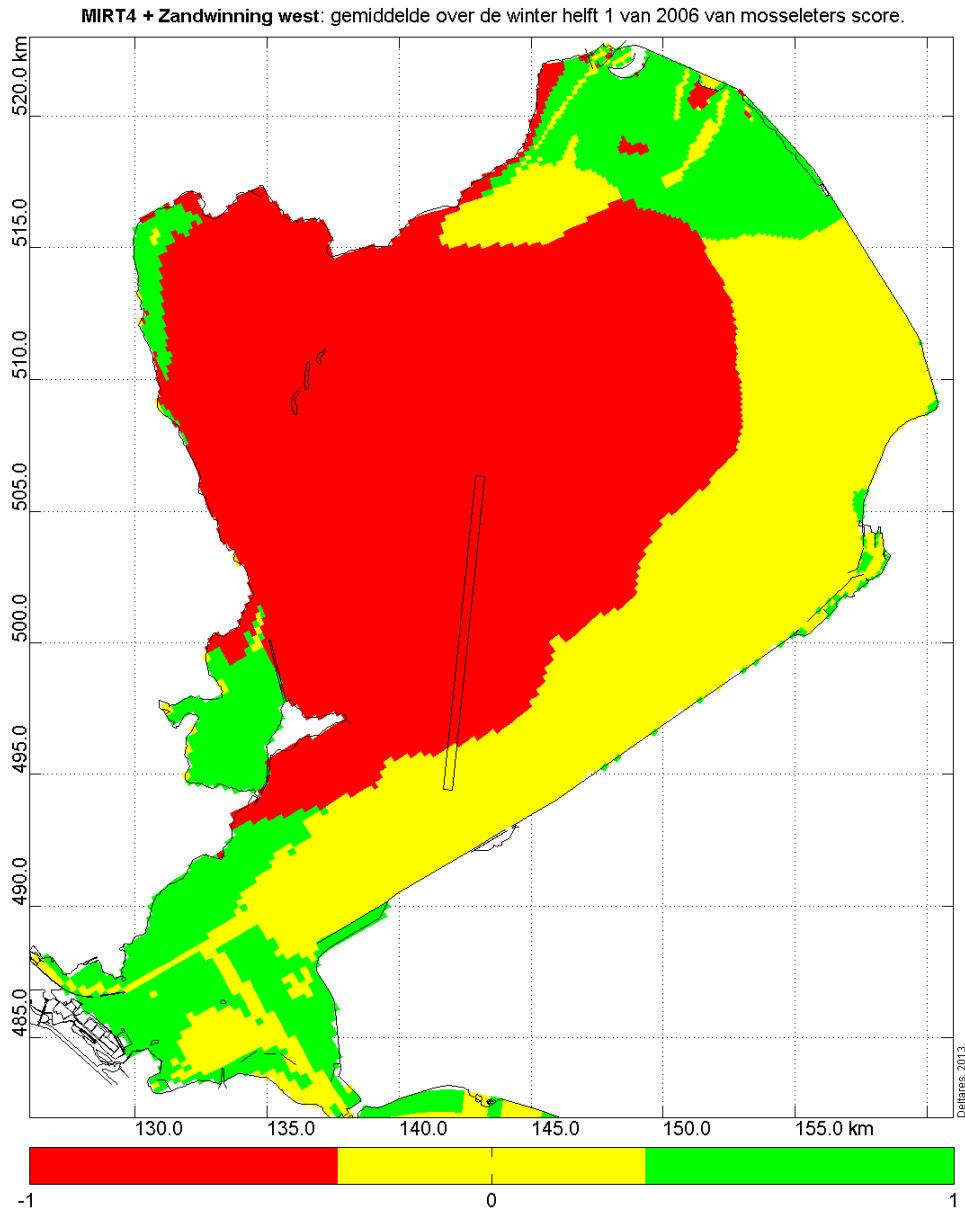
Figuur T.13 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



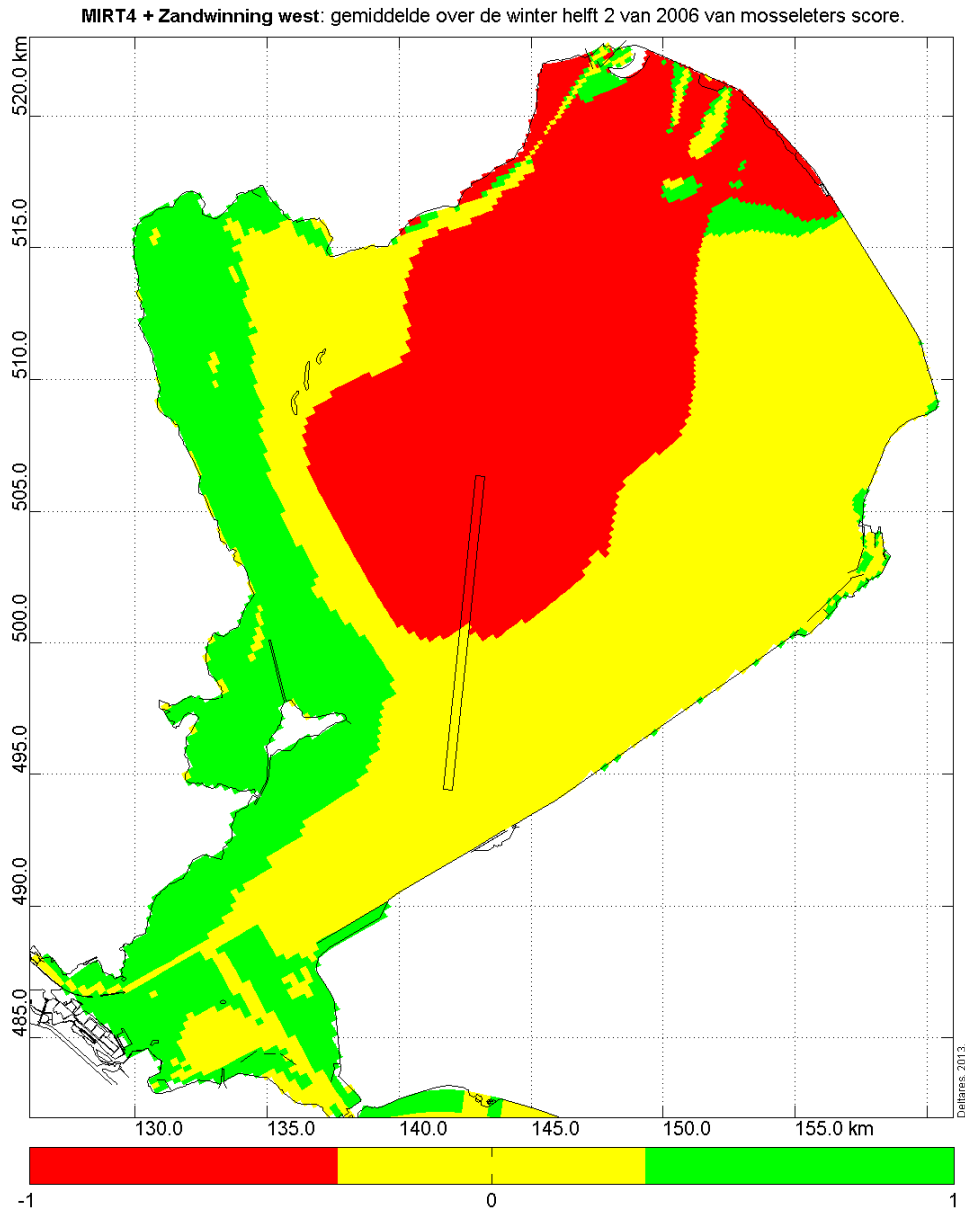
Figuur T.14 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur T.15 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning 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.

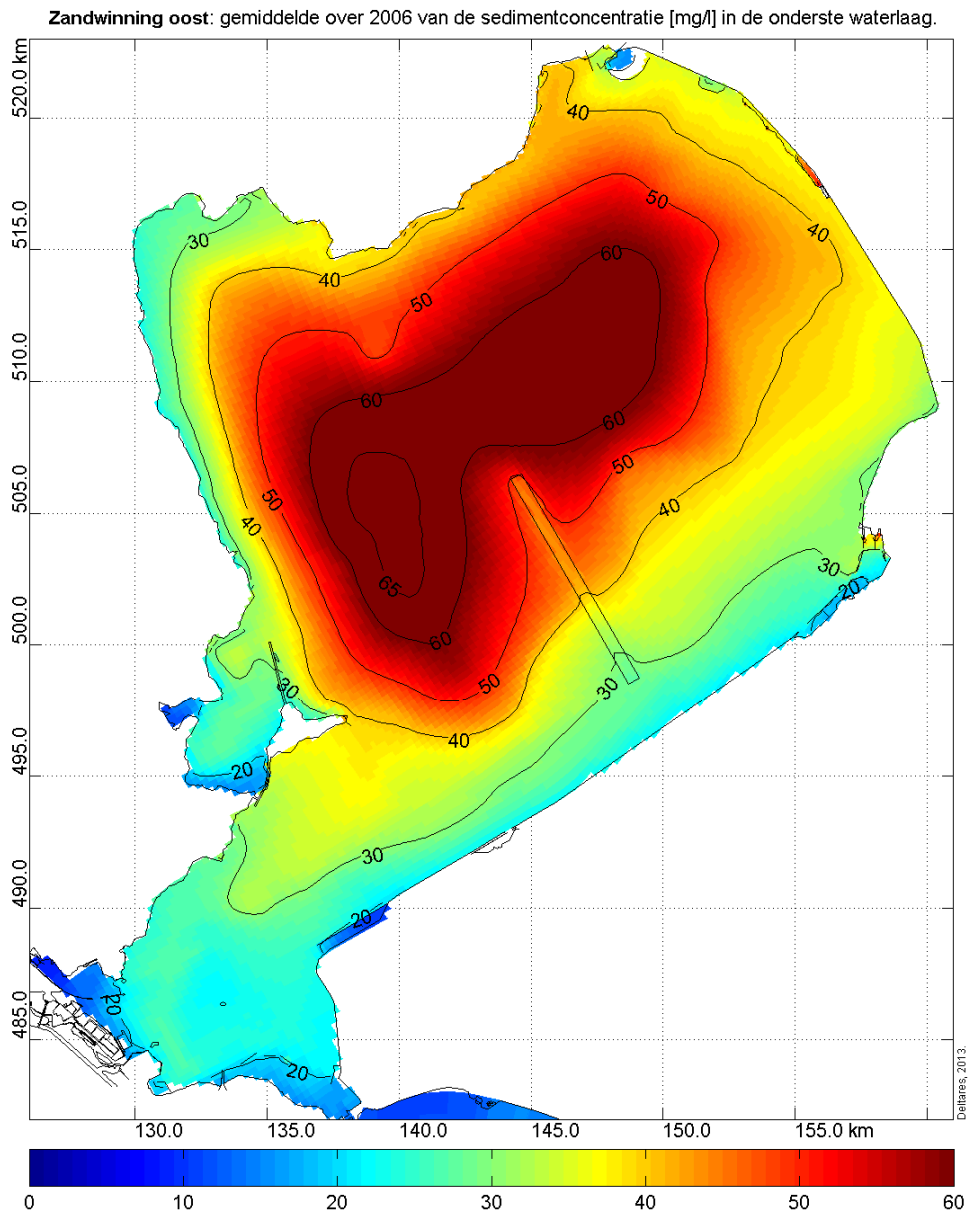


Figuur T.16 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

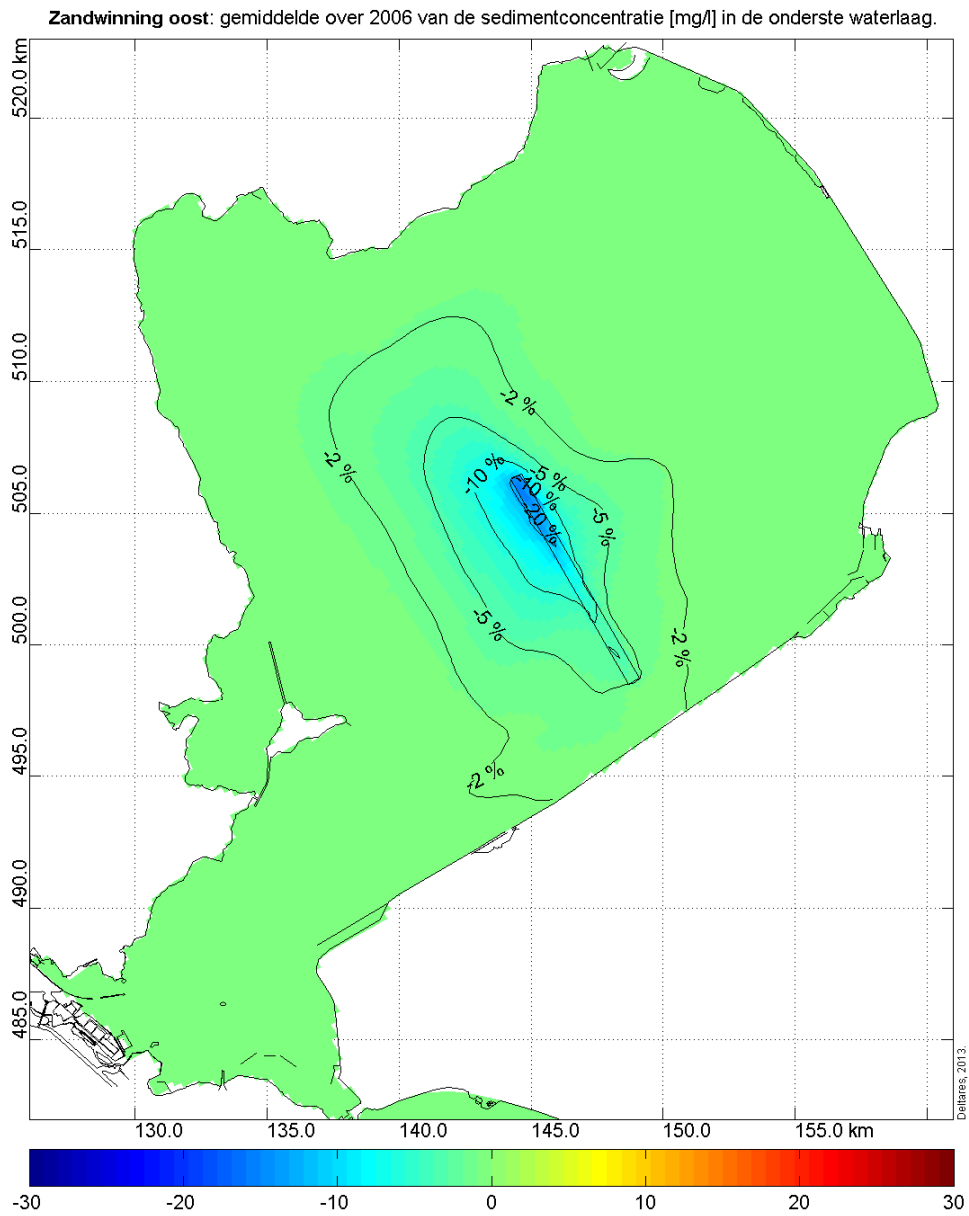


Figuur T.17 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning west: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

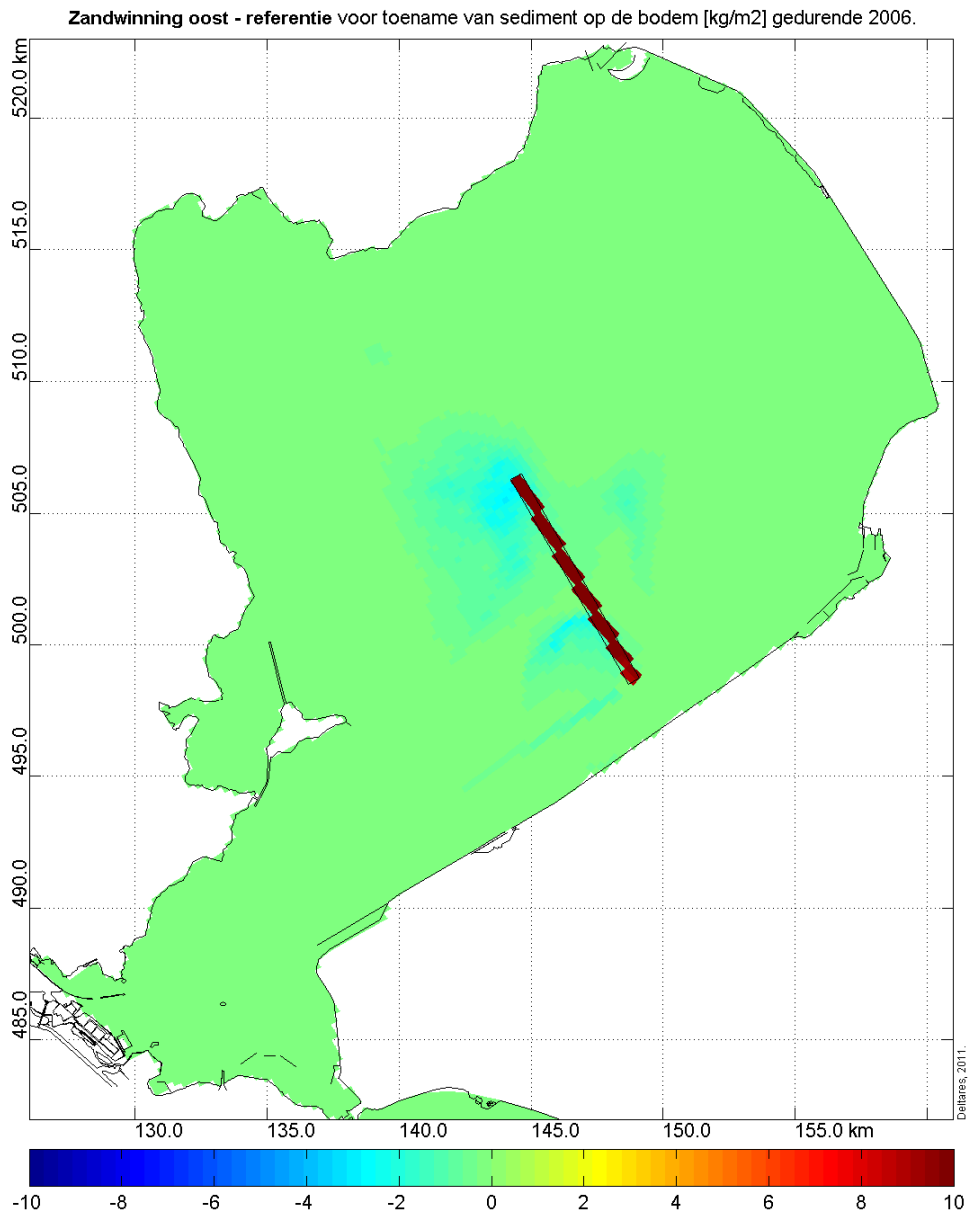
U Modelresultaten: zandwinning oost



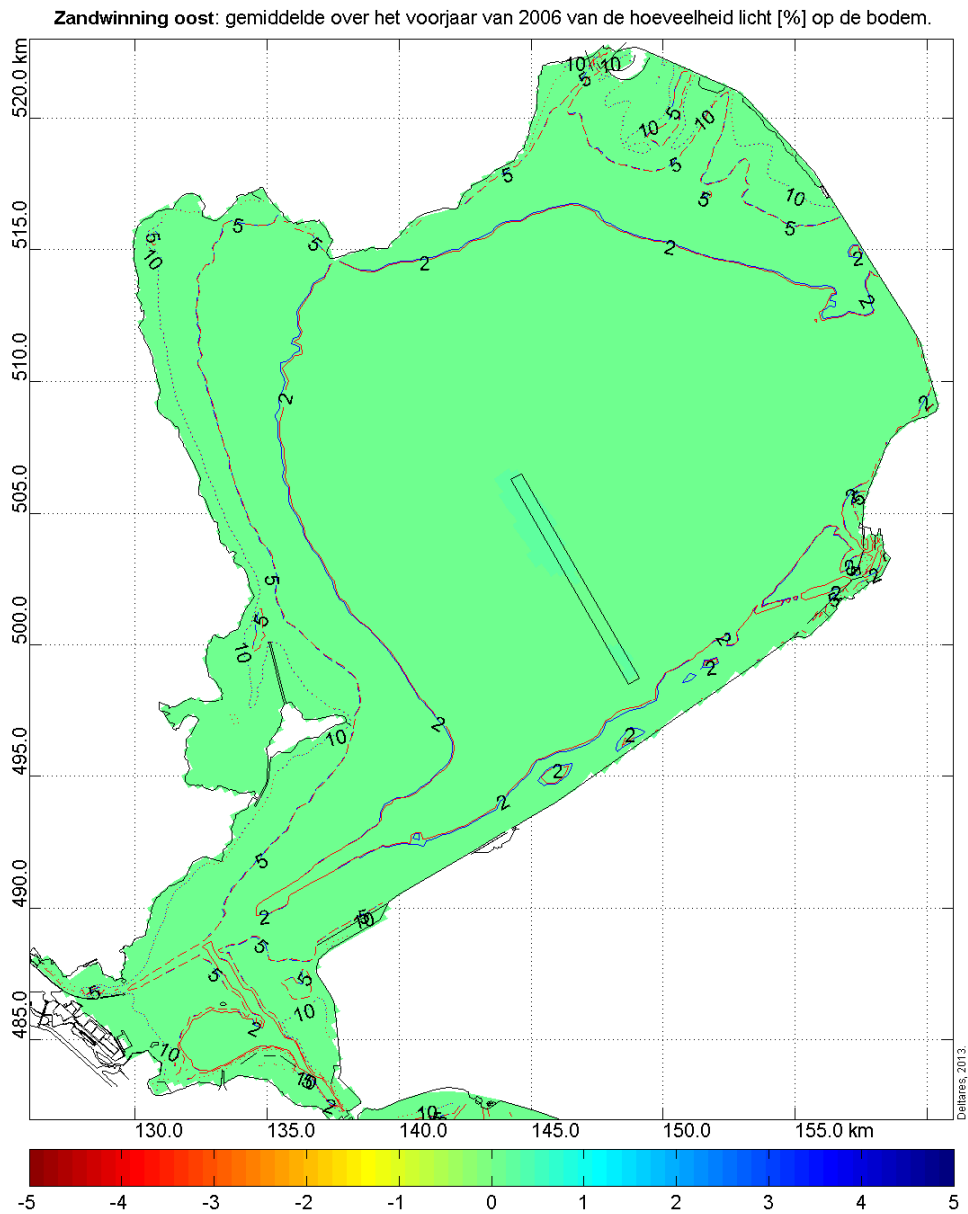
Figuur U.1 Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.



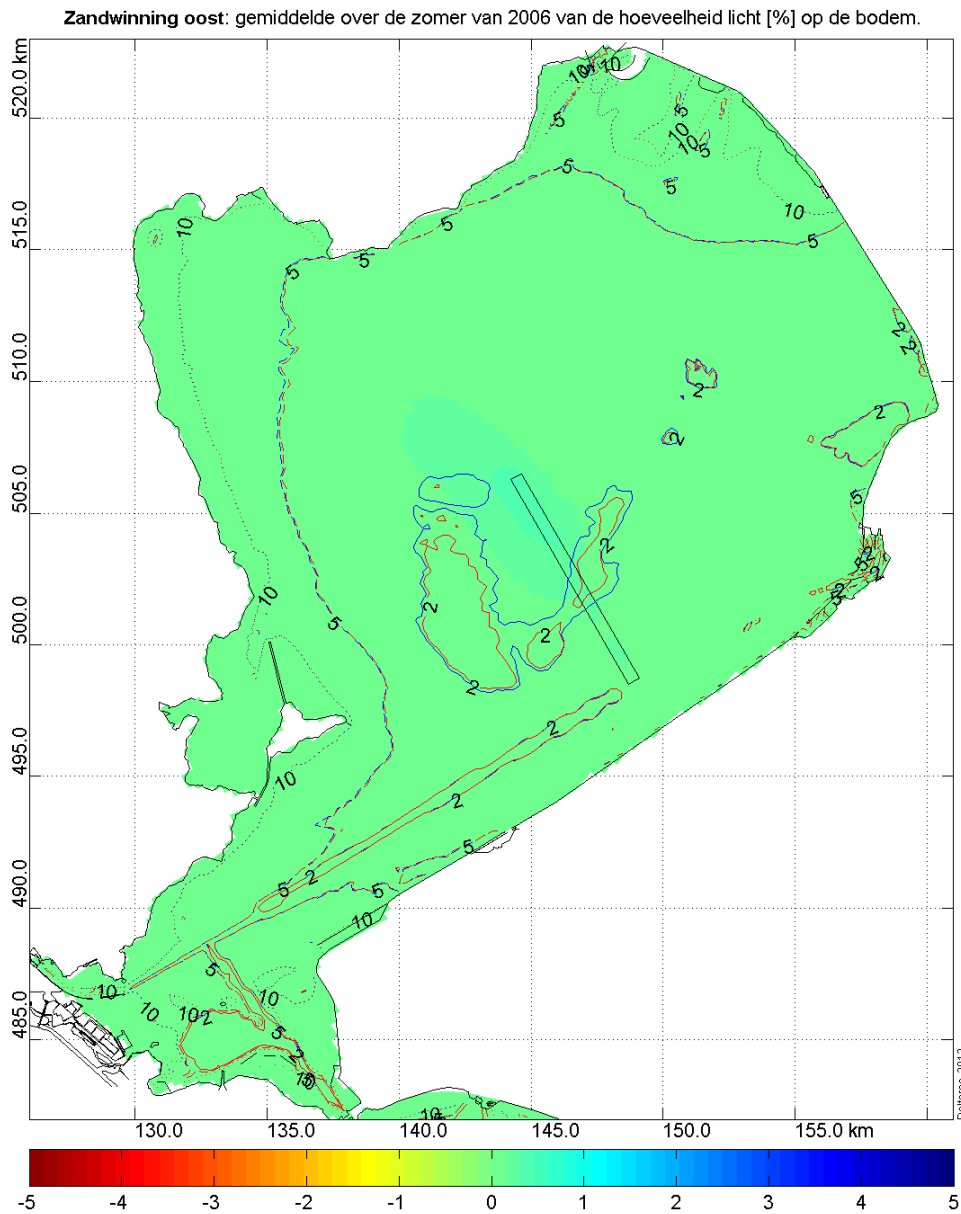
Figuur U.2 Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.



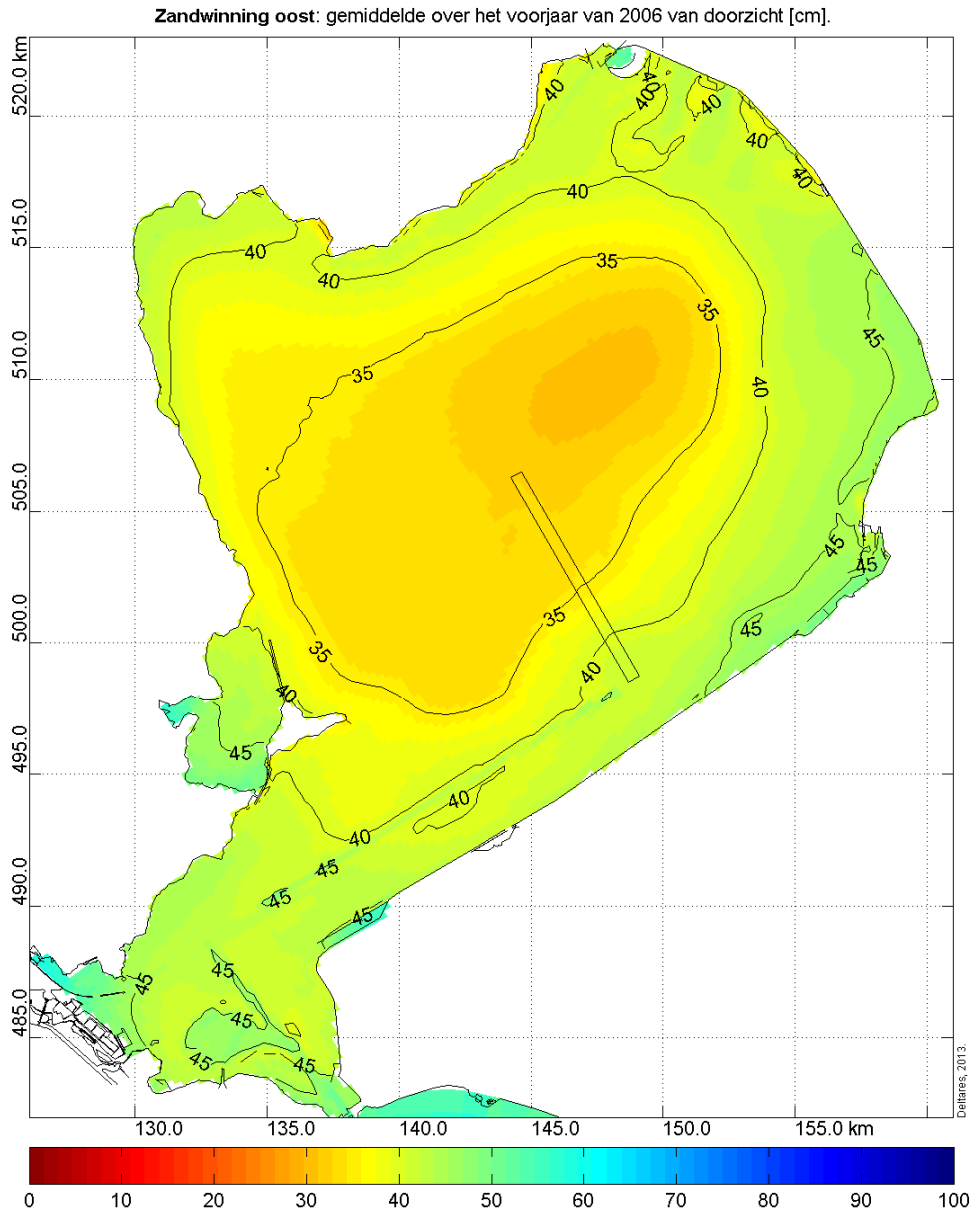
Figuur U.3 *Verskil tussen zandwinning oost en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*



Figuur U.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).

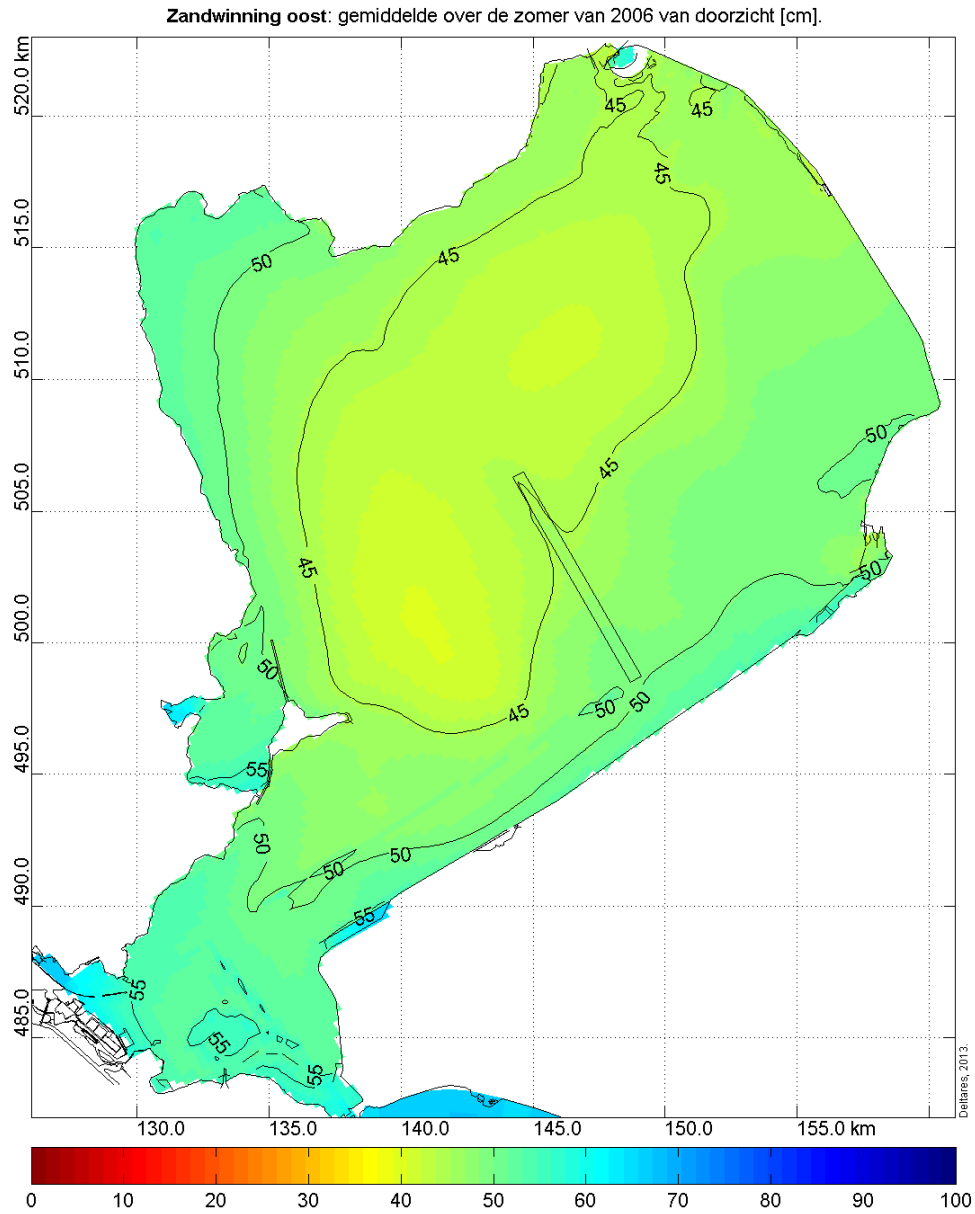


Figuur U.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).



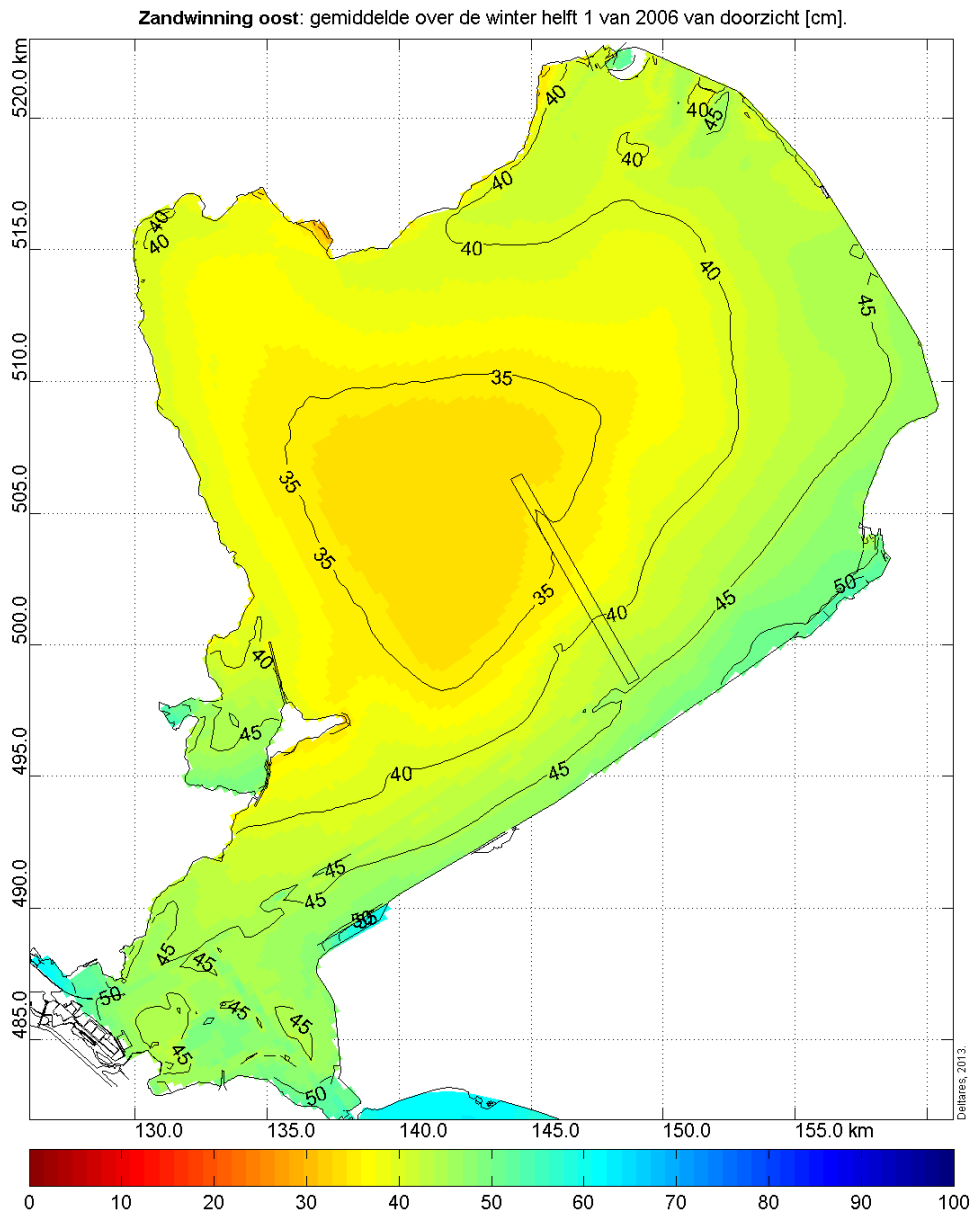
Figuur U.6

Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



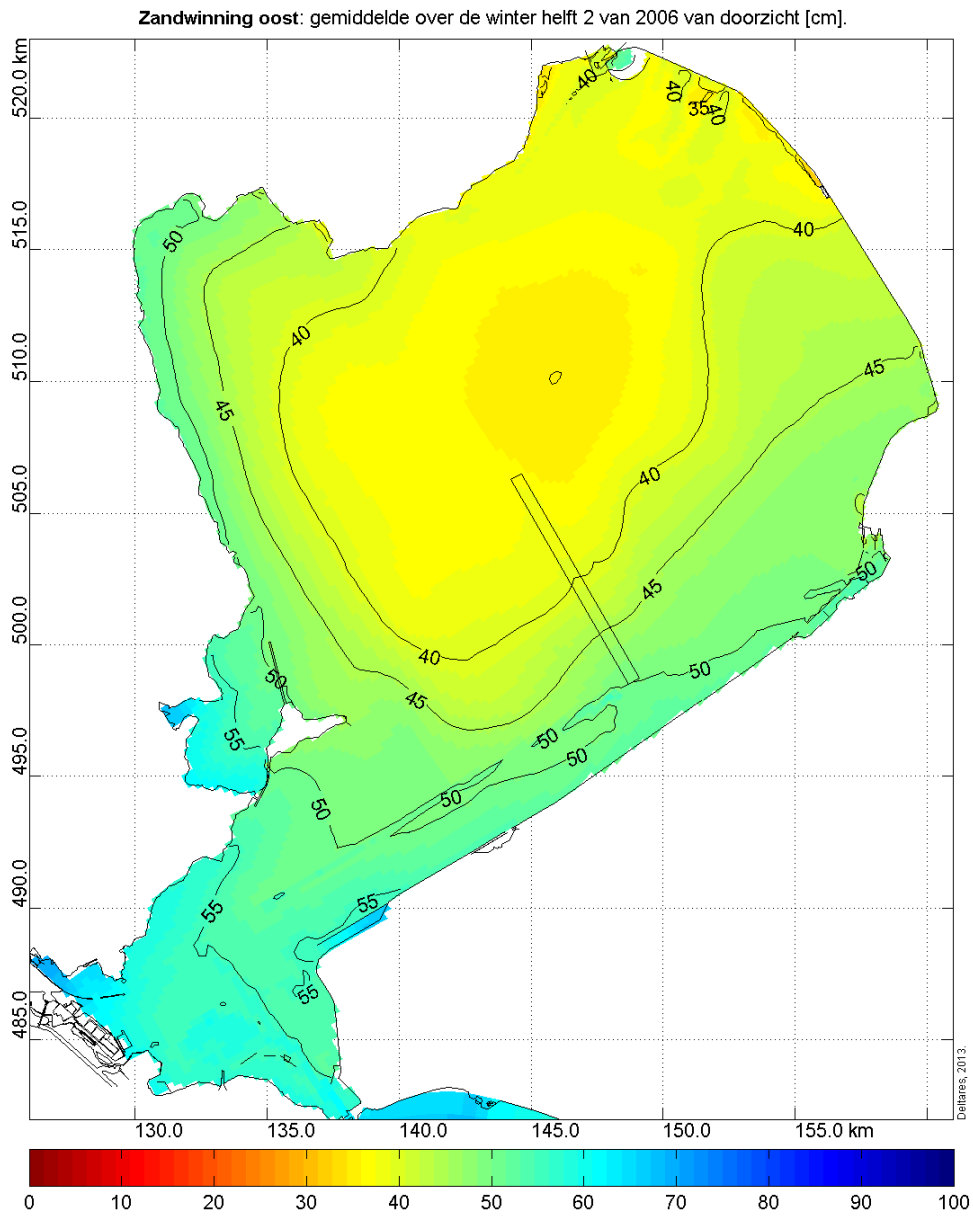
Figuur U.7

Zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



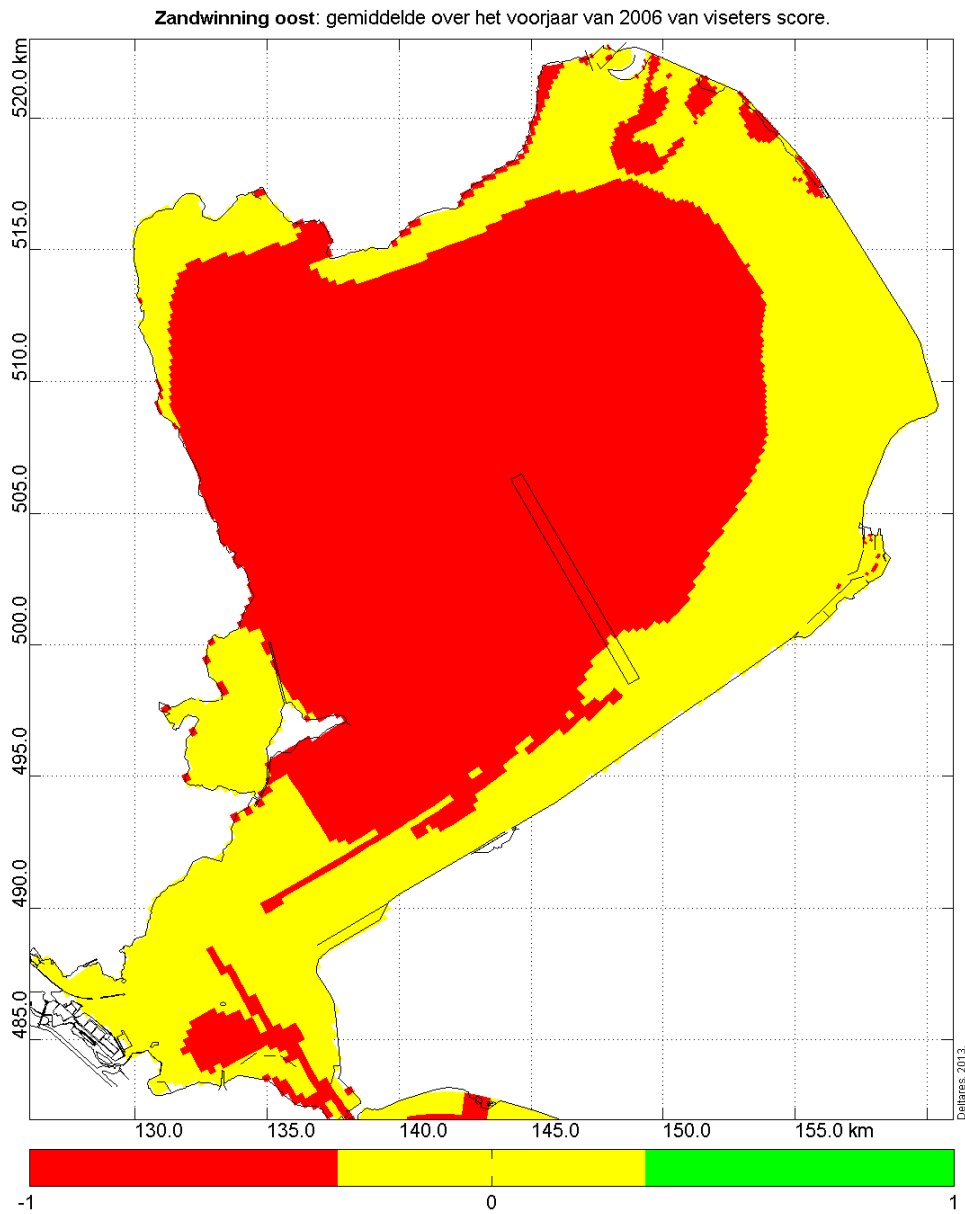
Figuur U.8

Zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].

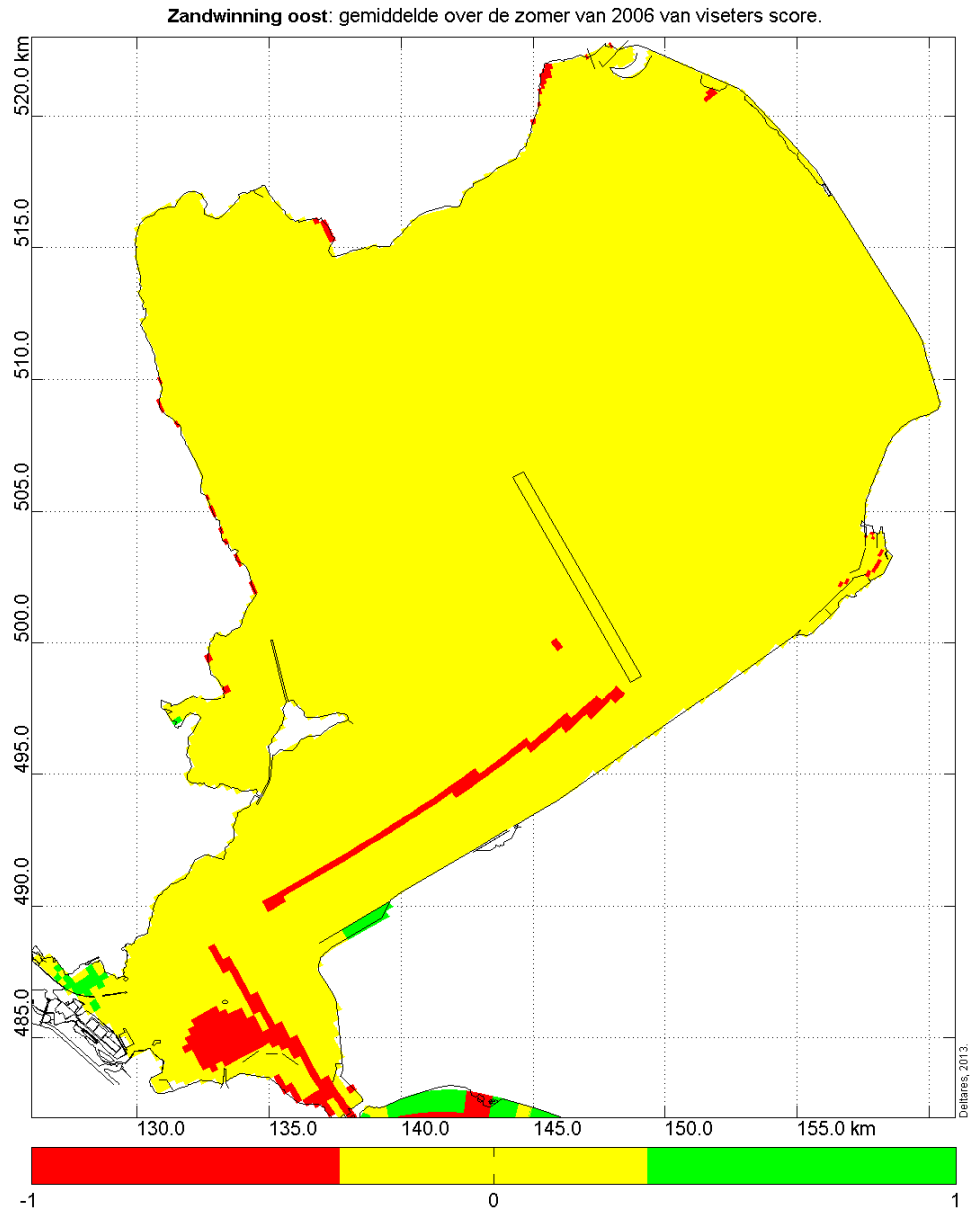


Figuur U.9

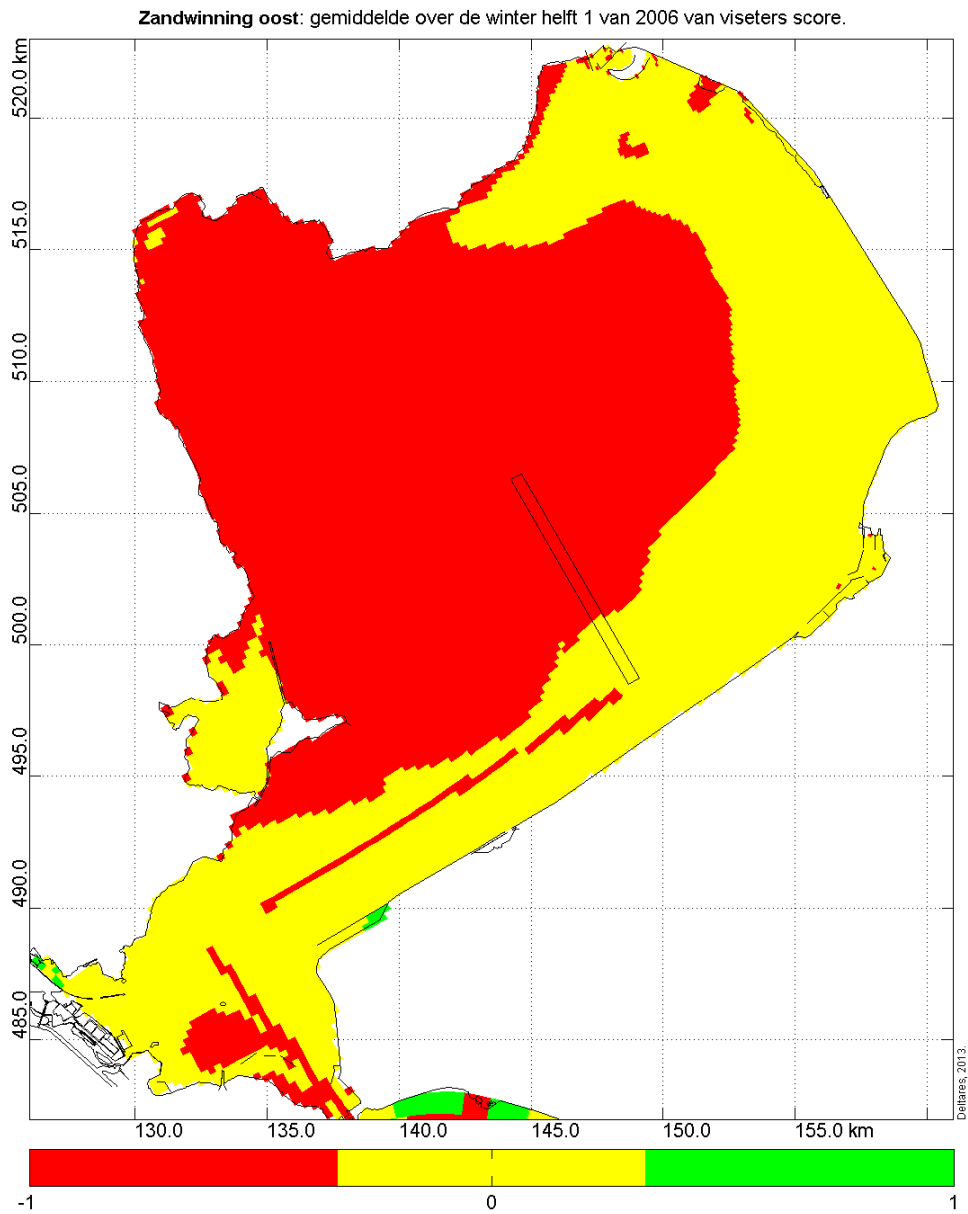
Zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



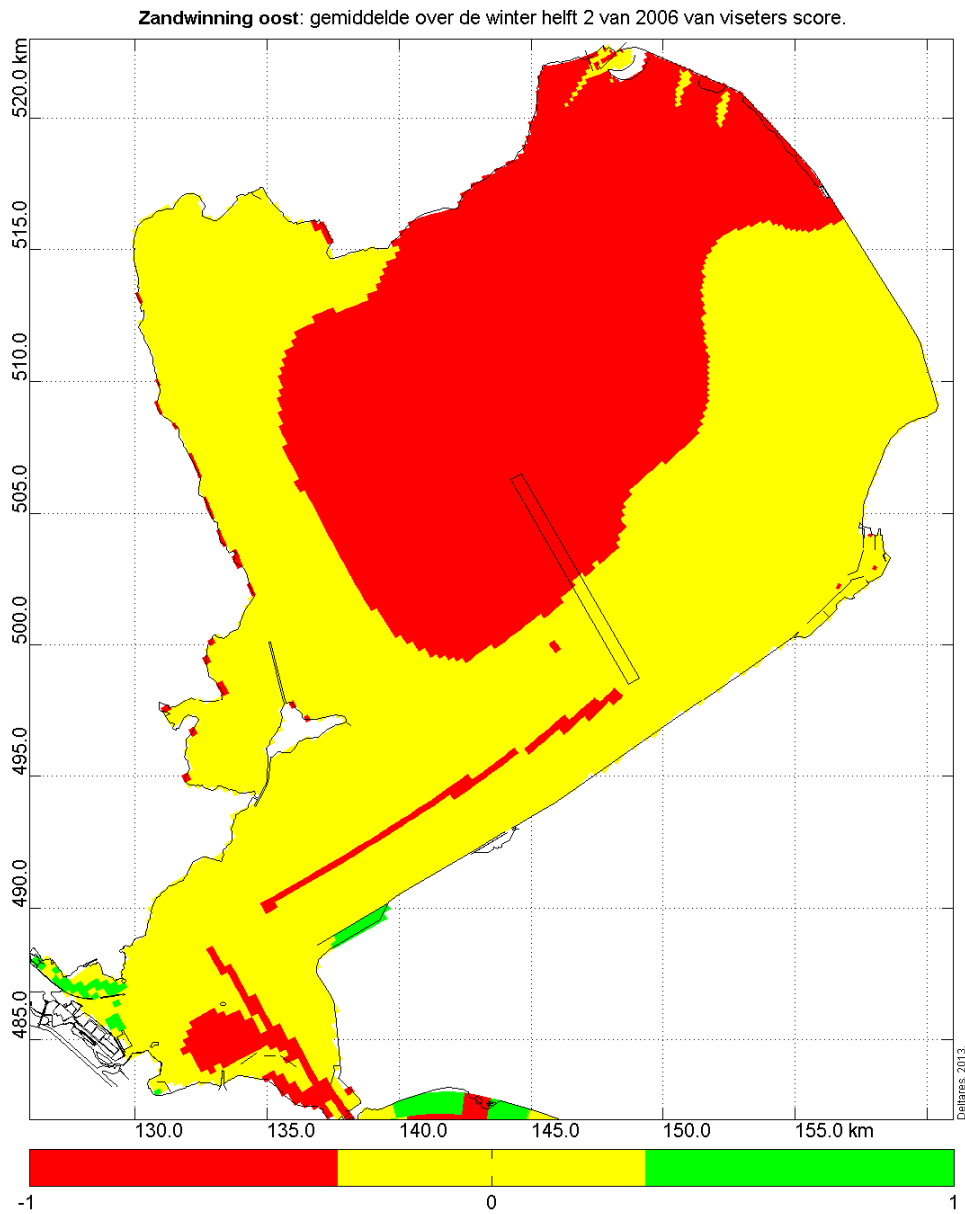
Figuur U.10 Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



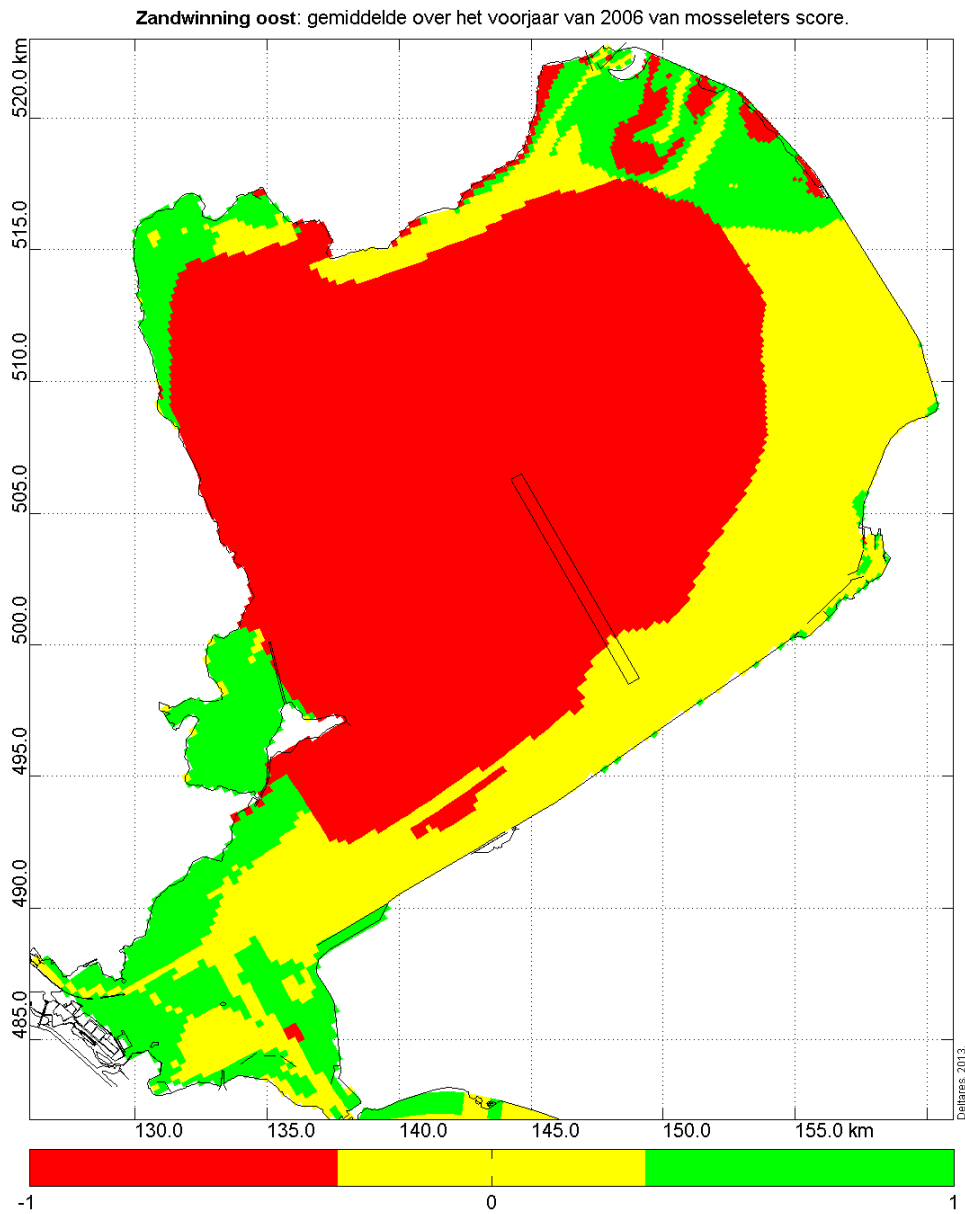
Figuur U.11 Zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



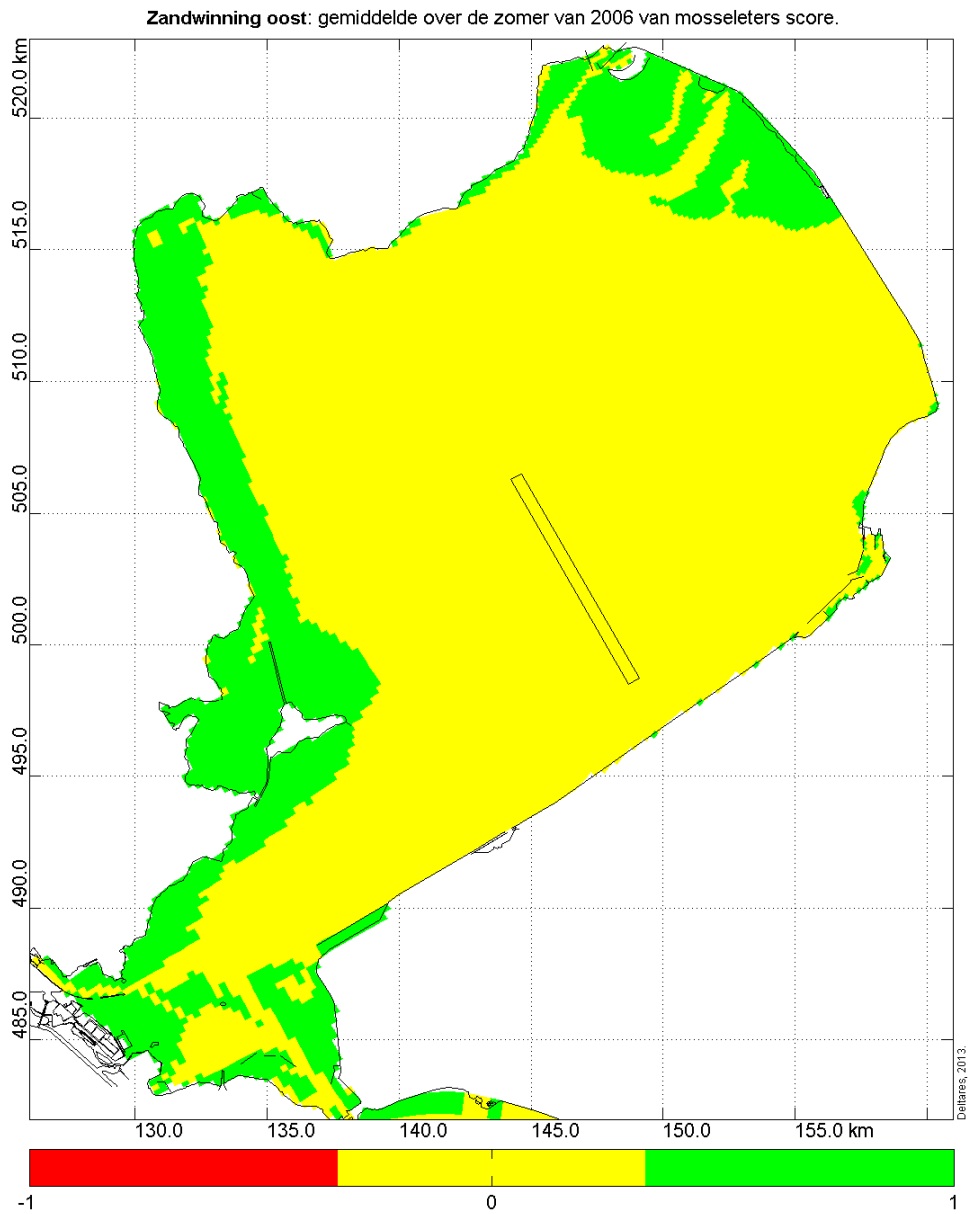
Figuur U.12 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



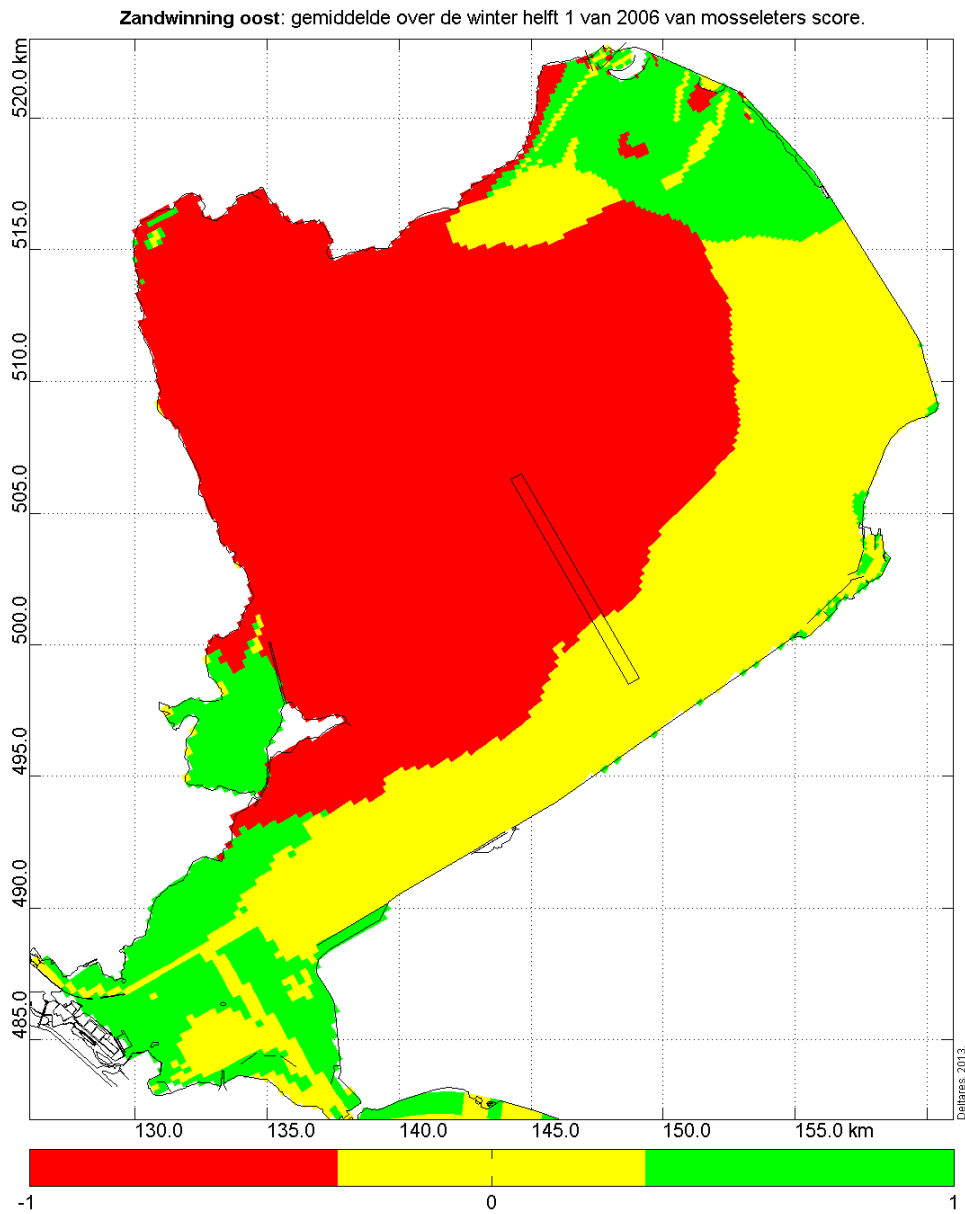
Figuur U.13 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



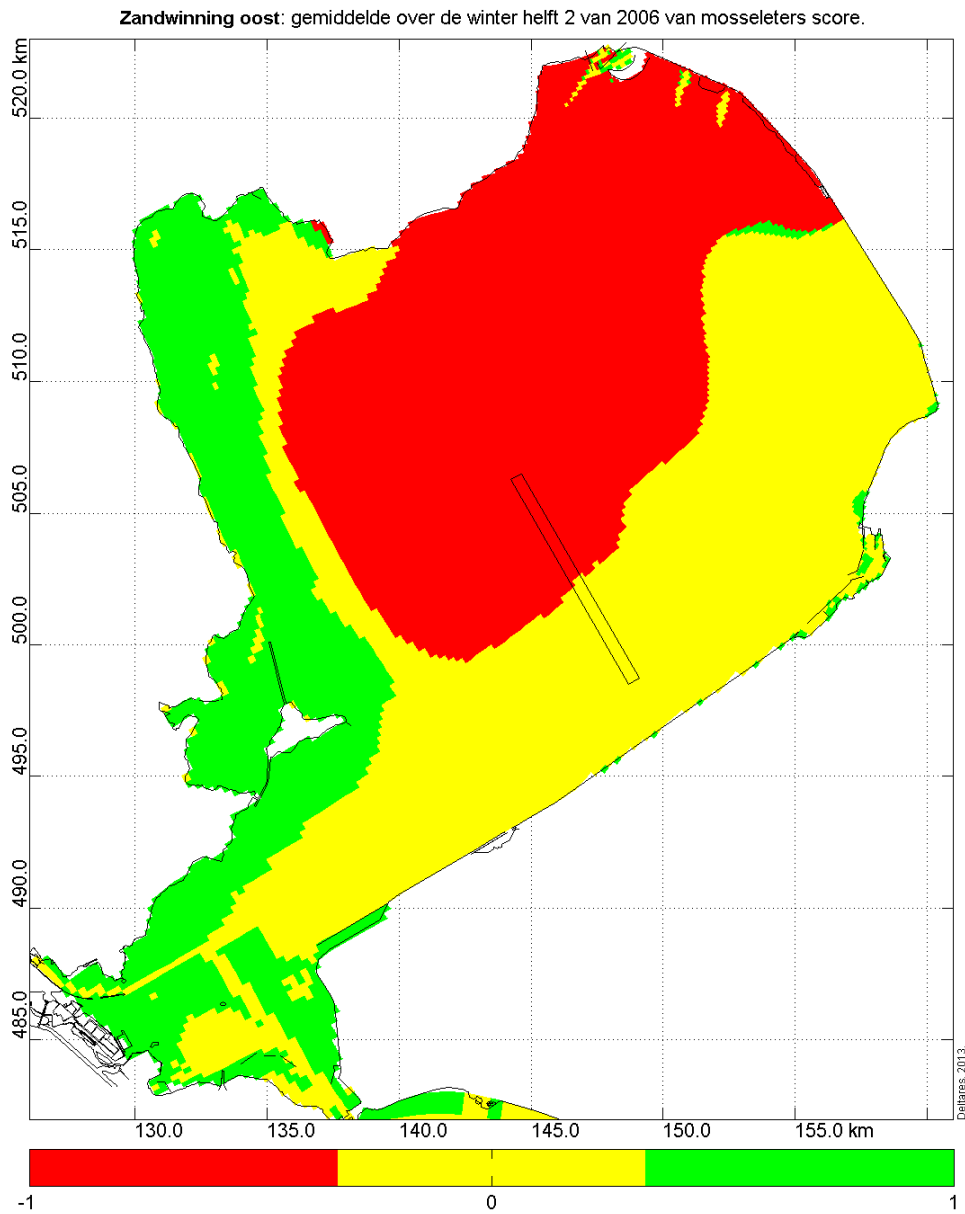
Figuur U.14 Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur U.15 Zandwinning 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.



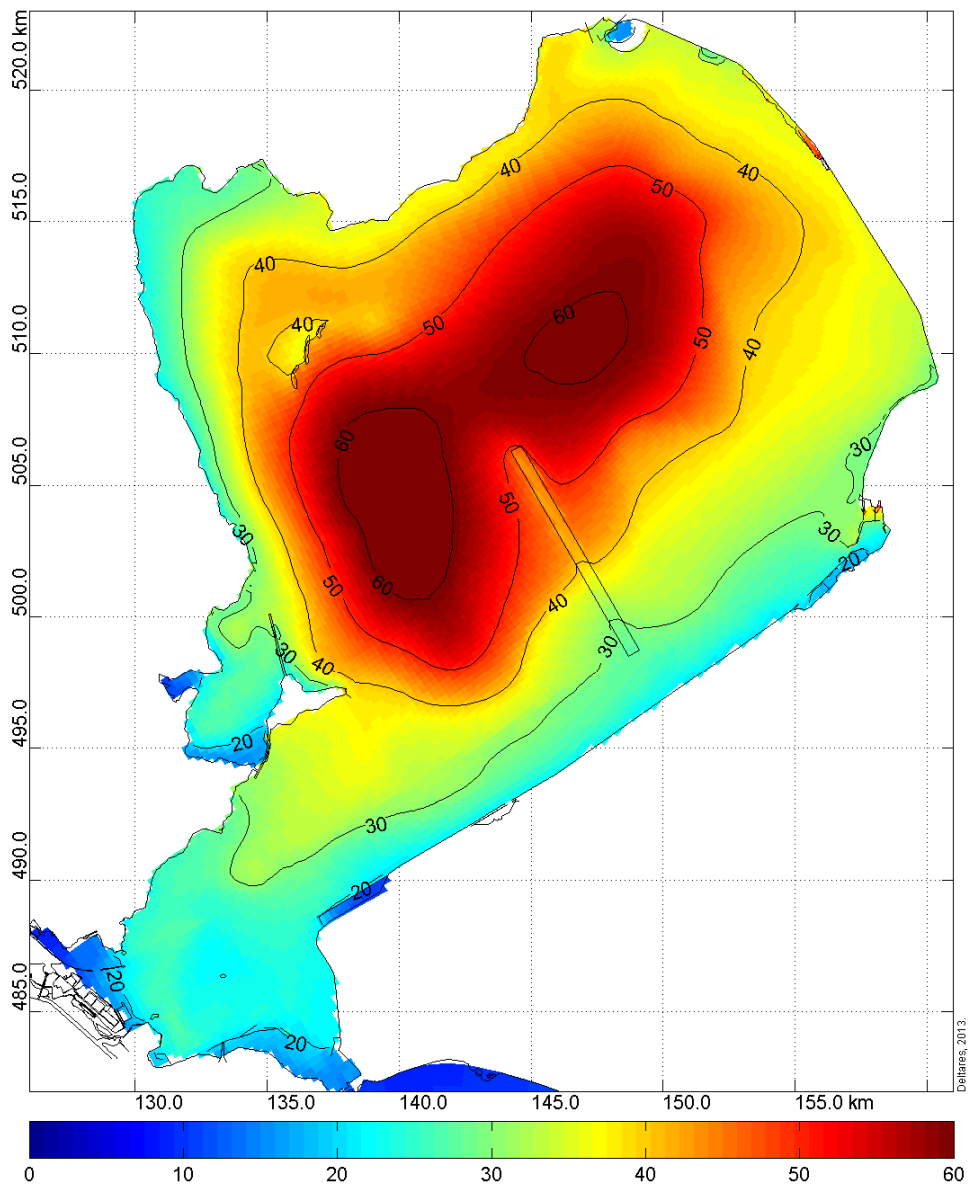
Figuur U.16 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur U.17 Zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosselelers.
Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

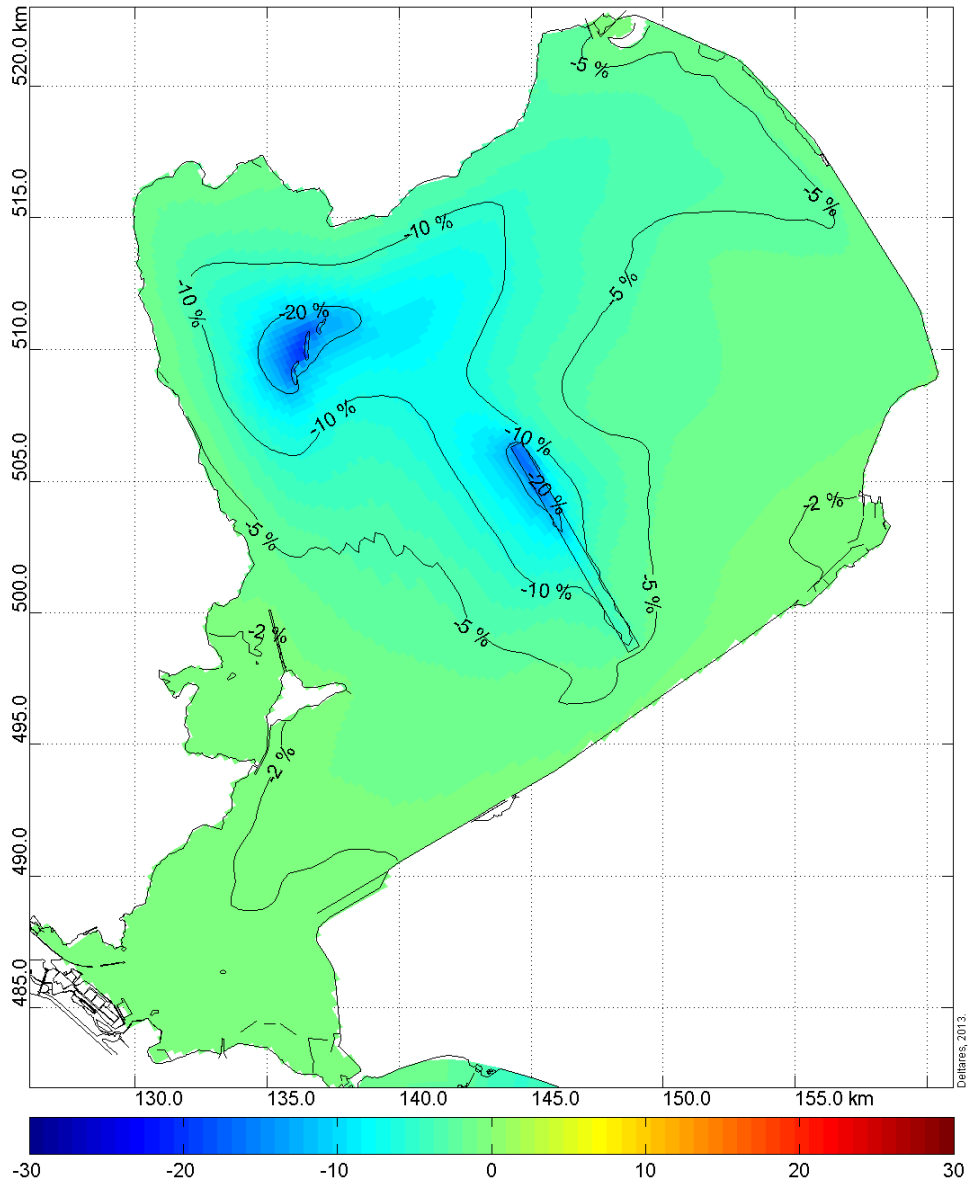
V Modelresultaten: voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost

MIRT4 + Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

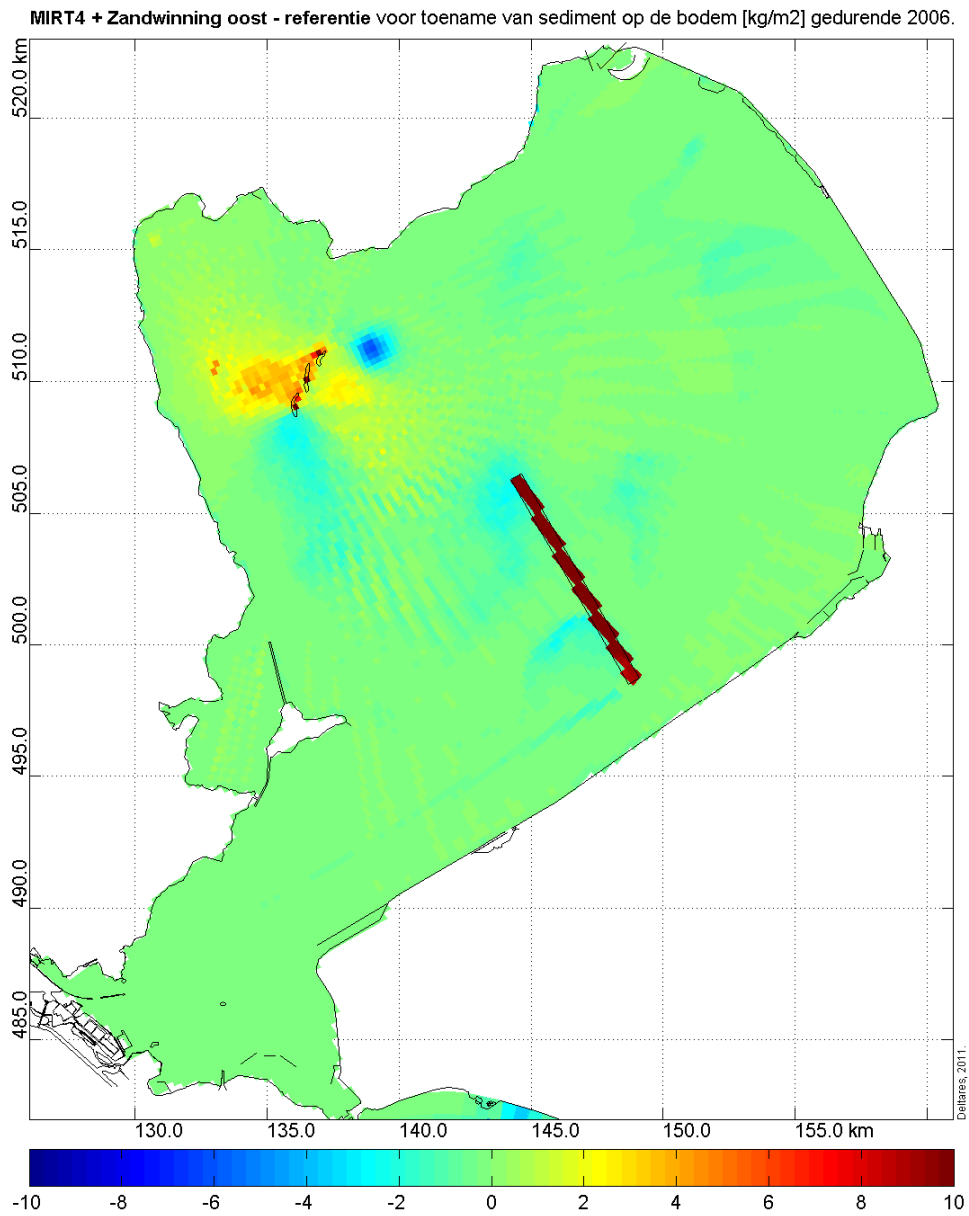


Figuur V.1 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

MIRT4 + Zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van de sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag.

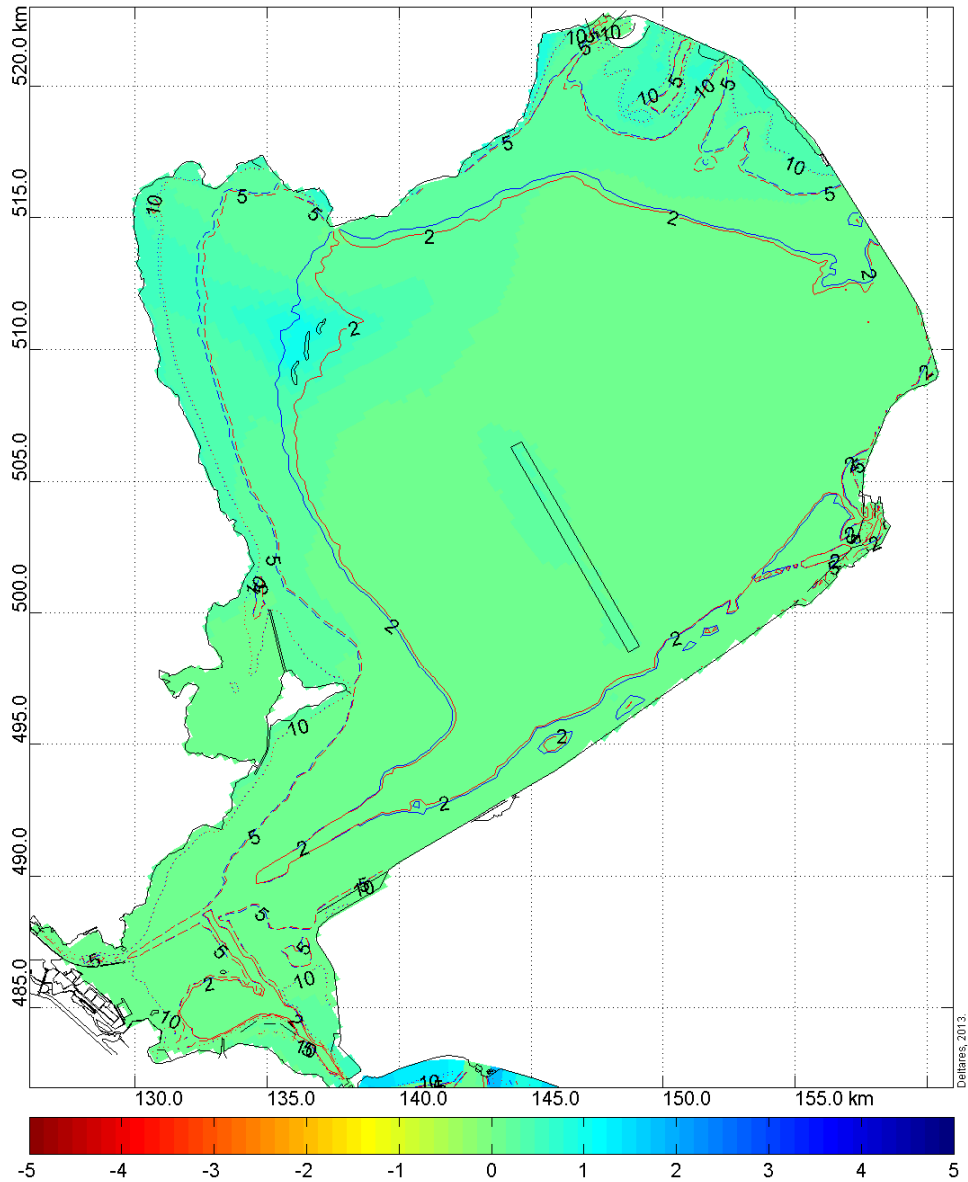


Figuur V.2 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over 2006 van het verschil in sedimentconcentratie [mg/l] in de onderste waterlaag ten opzichte van de referentie.

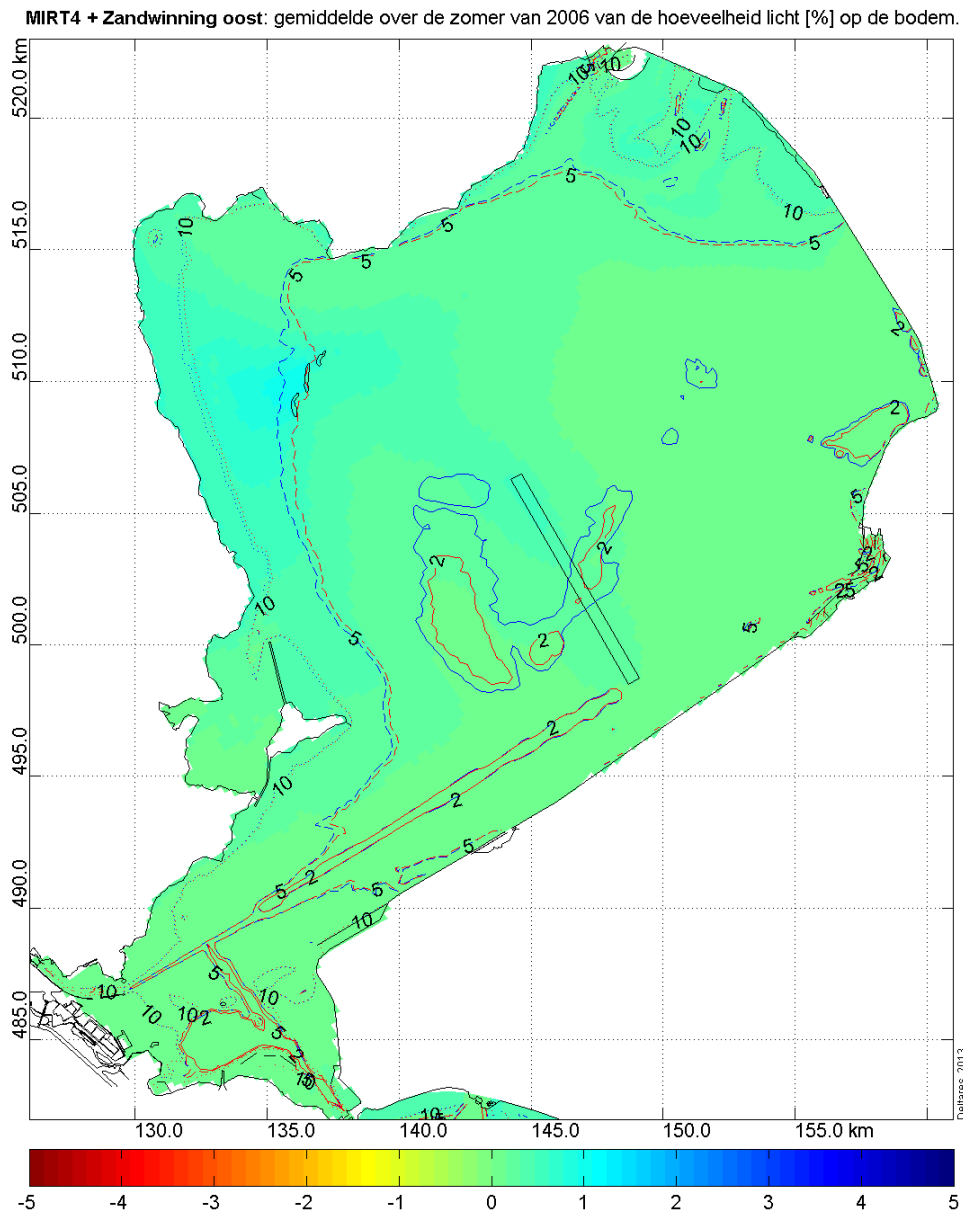


Figuur V.3 *Verskil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost en referentie voor toename van sediment op de bodem [kg/m²] gedurende 2006.*

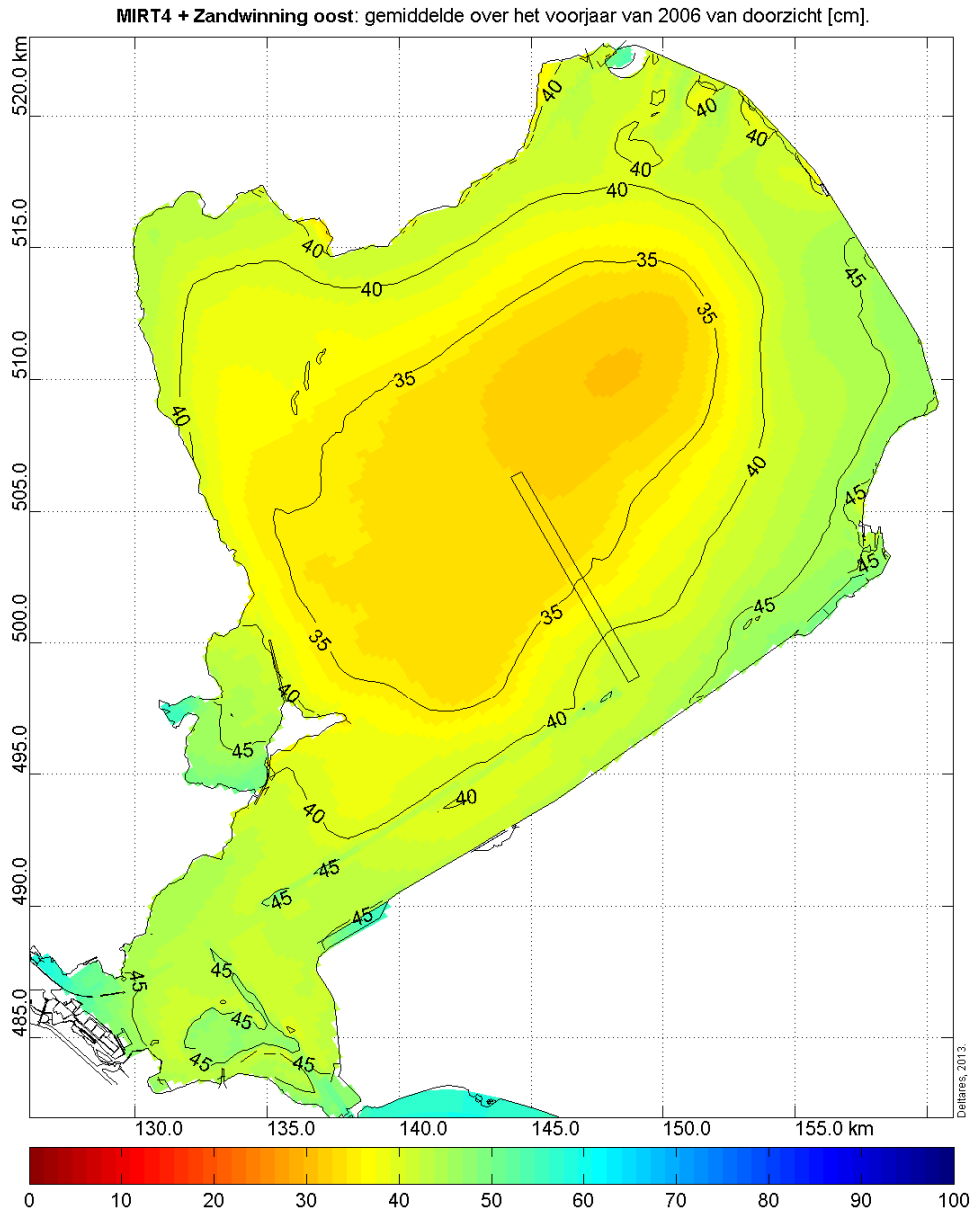
MIRT4 + Zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem.



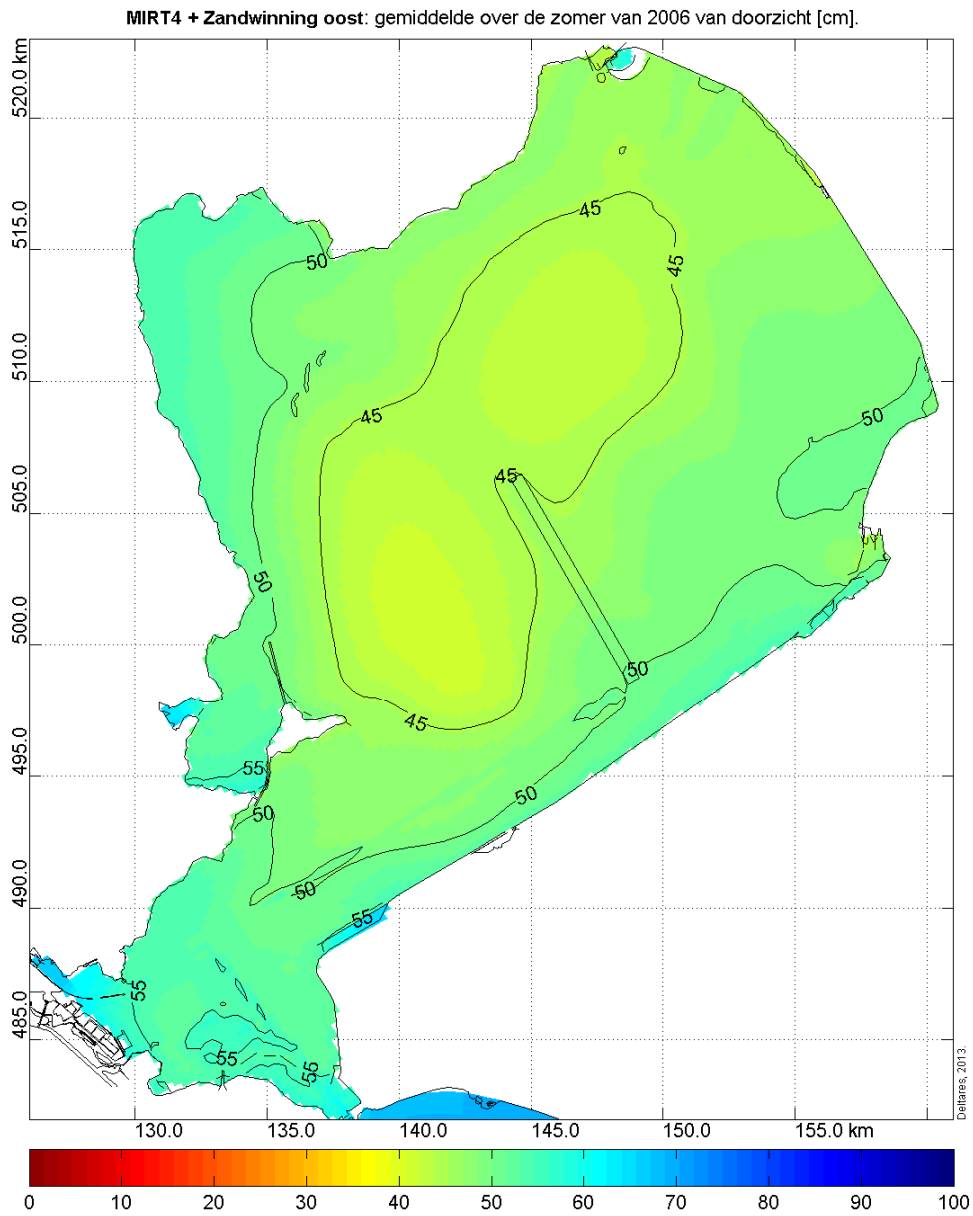
Figuur V.4 Gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).



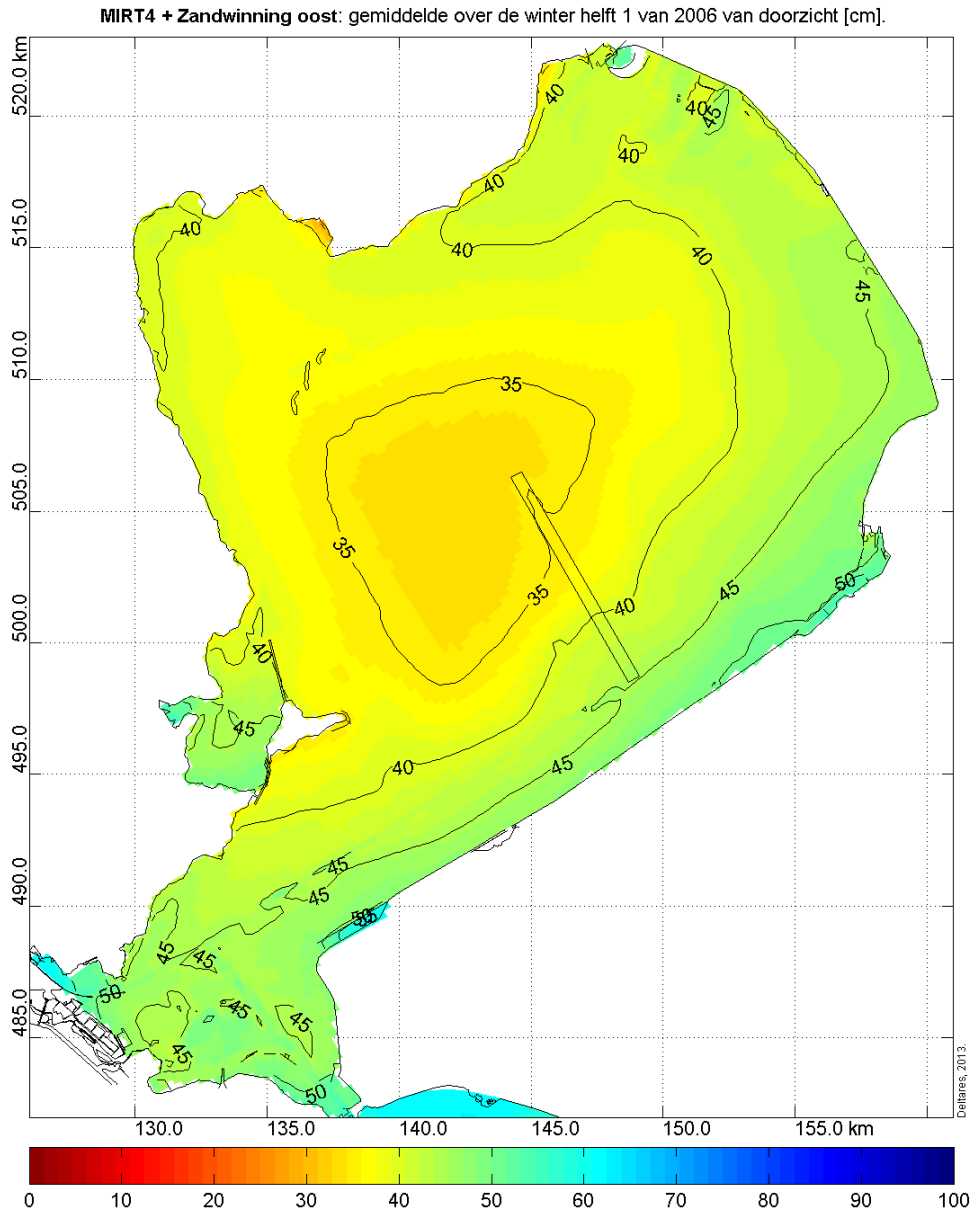
Figuur V.5 Gemiddelde over de zomer van 2006 van de hoeveelheid licht [%] op de bodem voor voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost (rode contourlijn), referentie (blauwe contourlijn) en verschil tussen voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost en referentie (kleurenkaart).



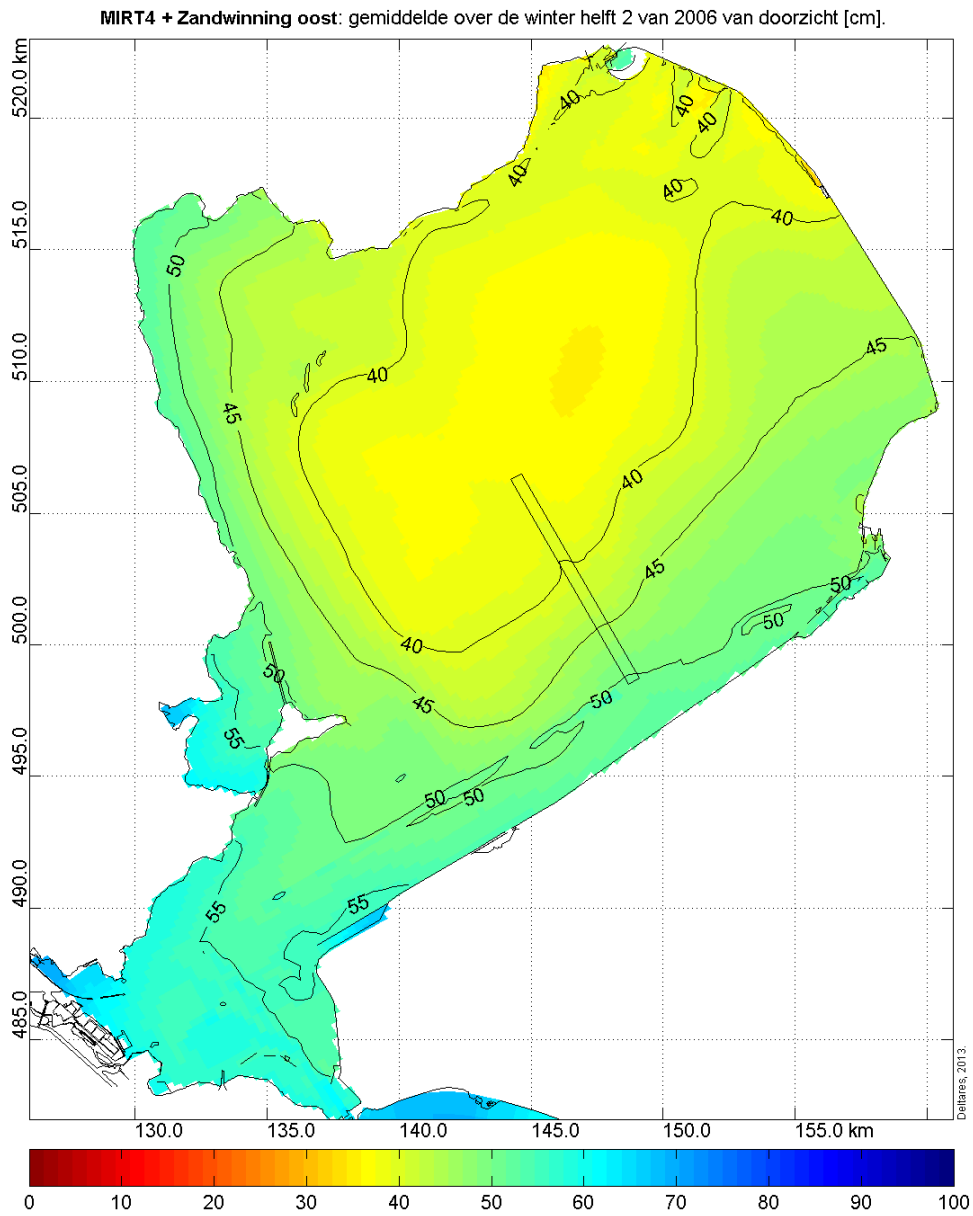
Figuur V.6 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van het doorzicht [cm].



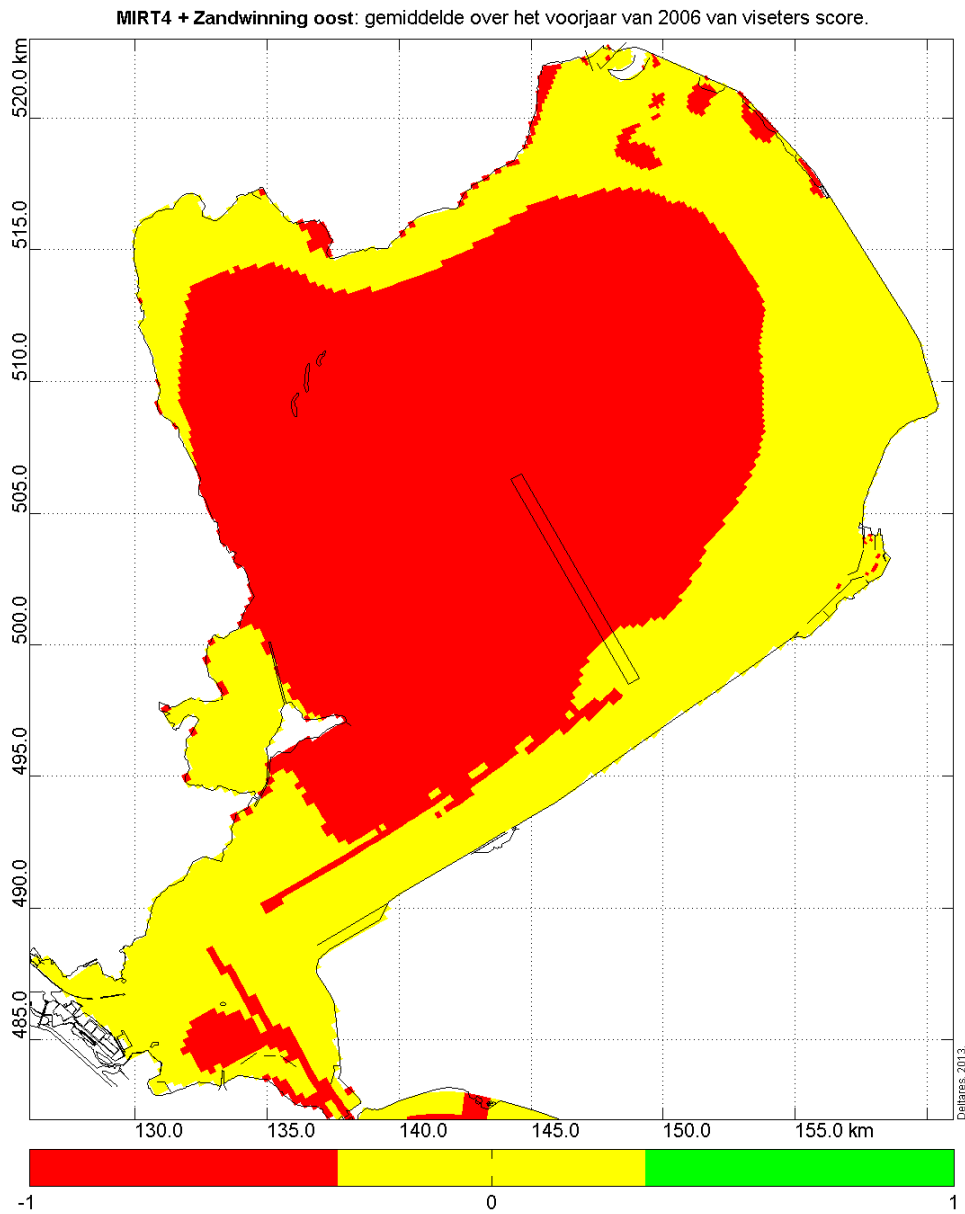
Figuur V.7 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van het doorzicht [cm].



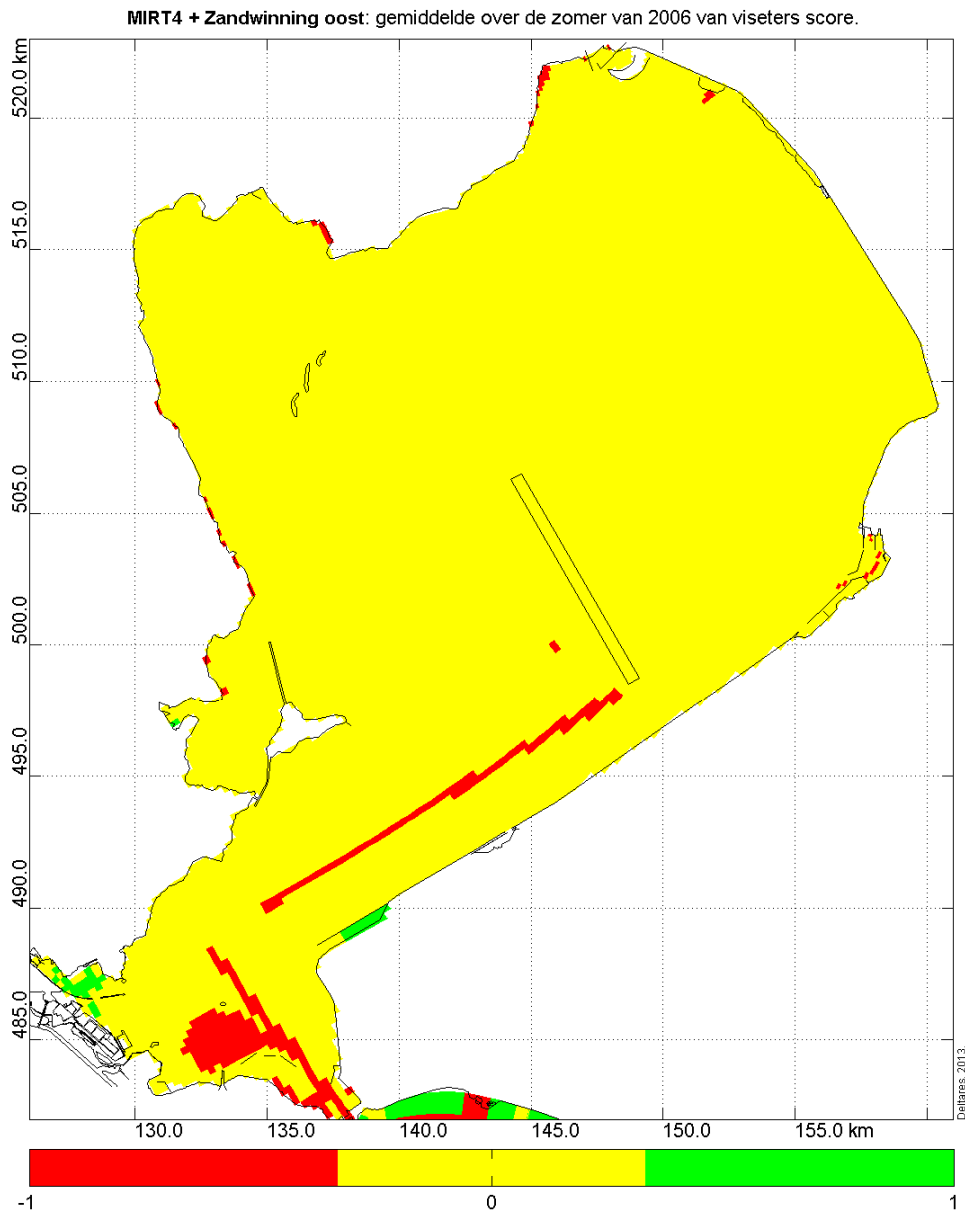
Figuur V.8 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van het doorzicht [cm].



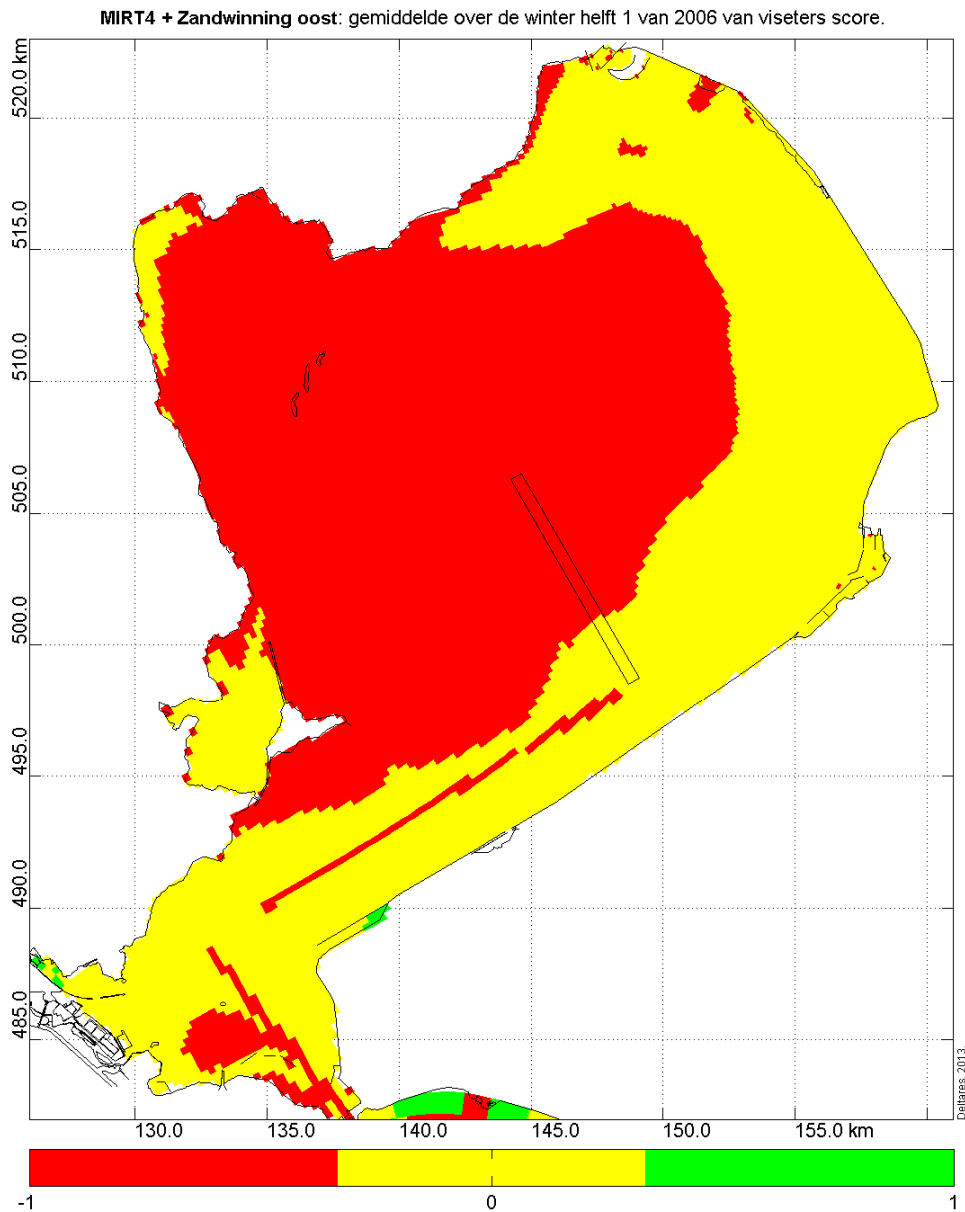
Figuur V.9 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van het doorzicht [cm].



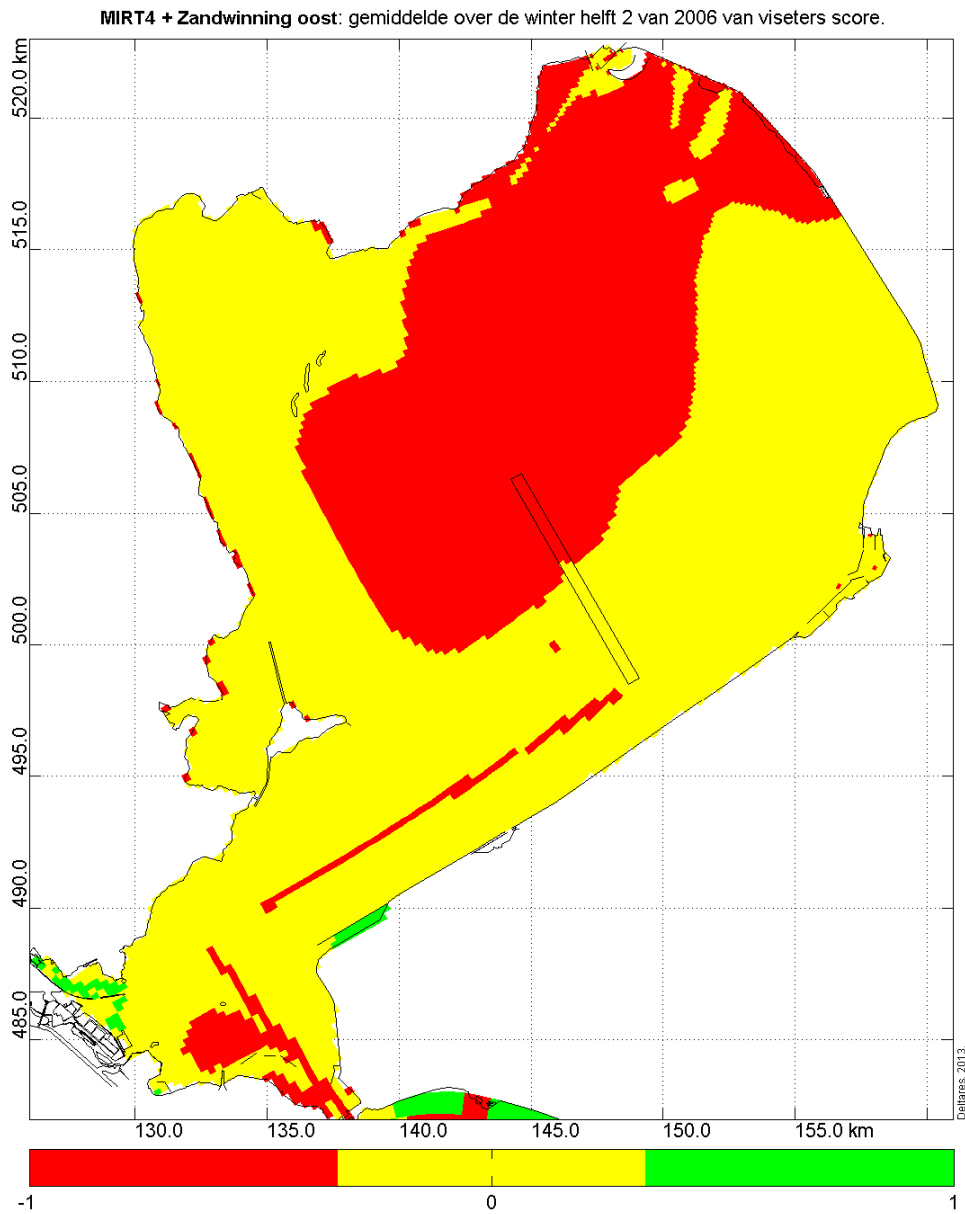
Figuur V.10 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



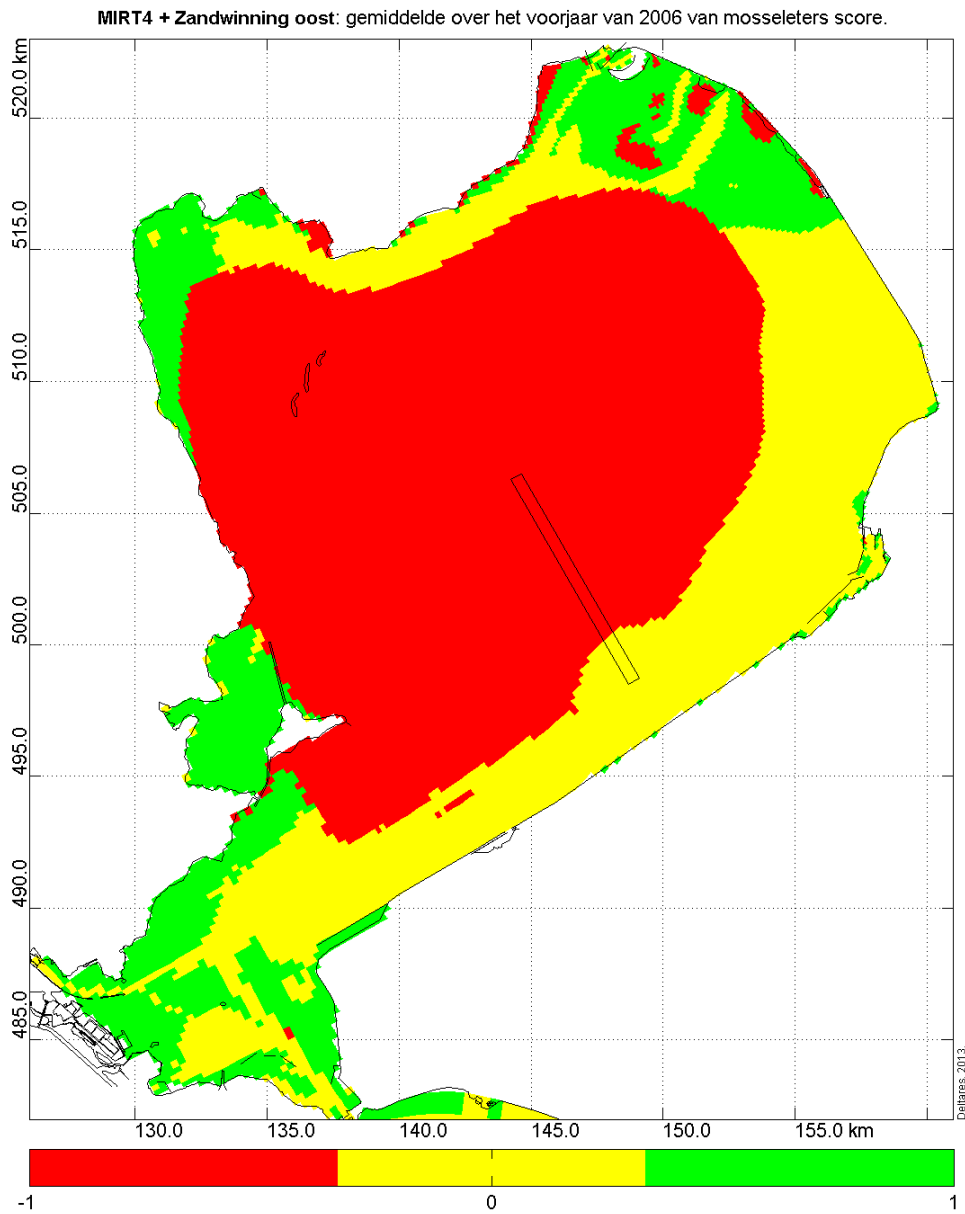
Figuur V.11 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de zomer van 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



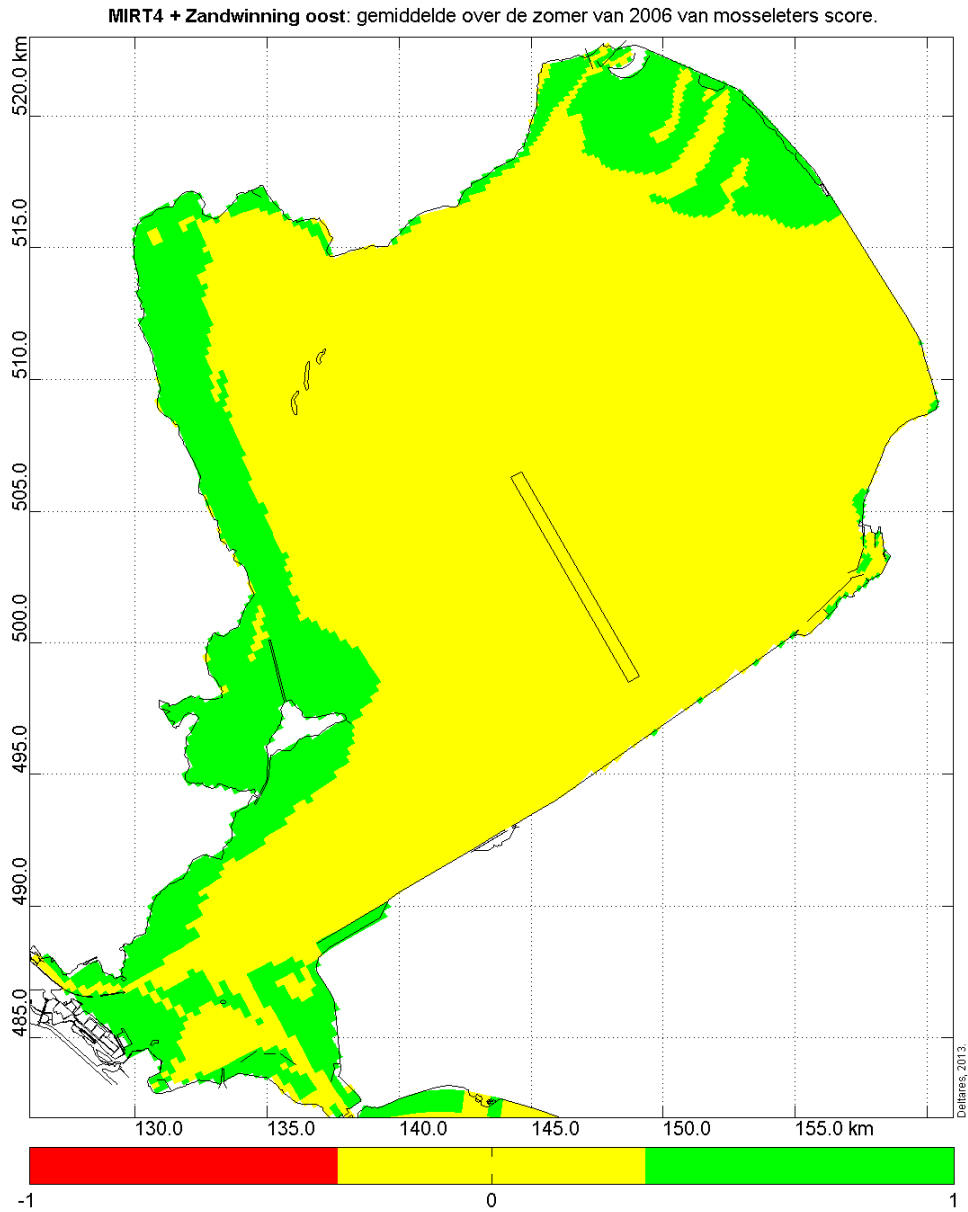
Figuur V.12 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



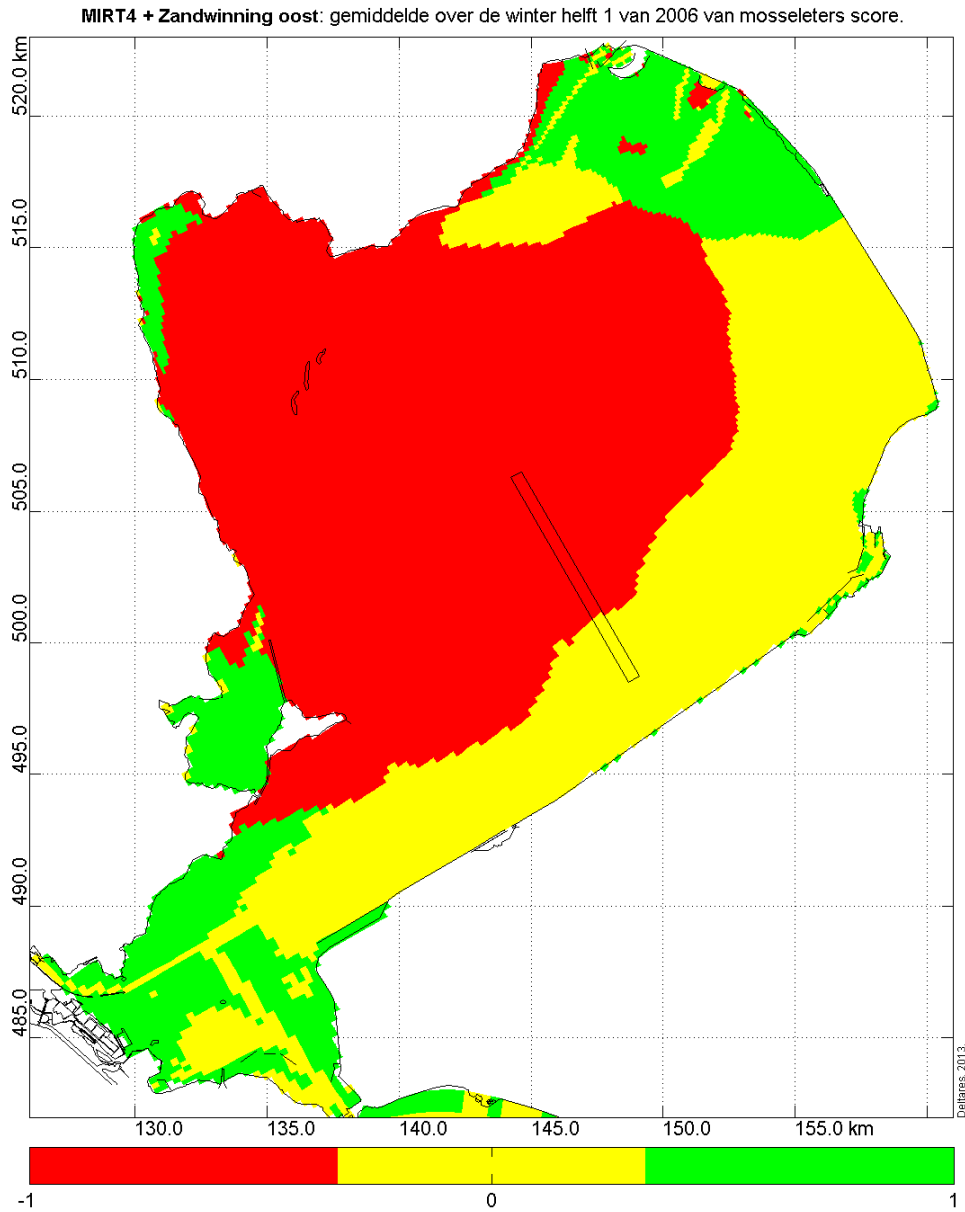
Figuur V.13 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor viseters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



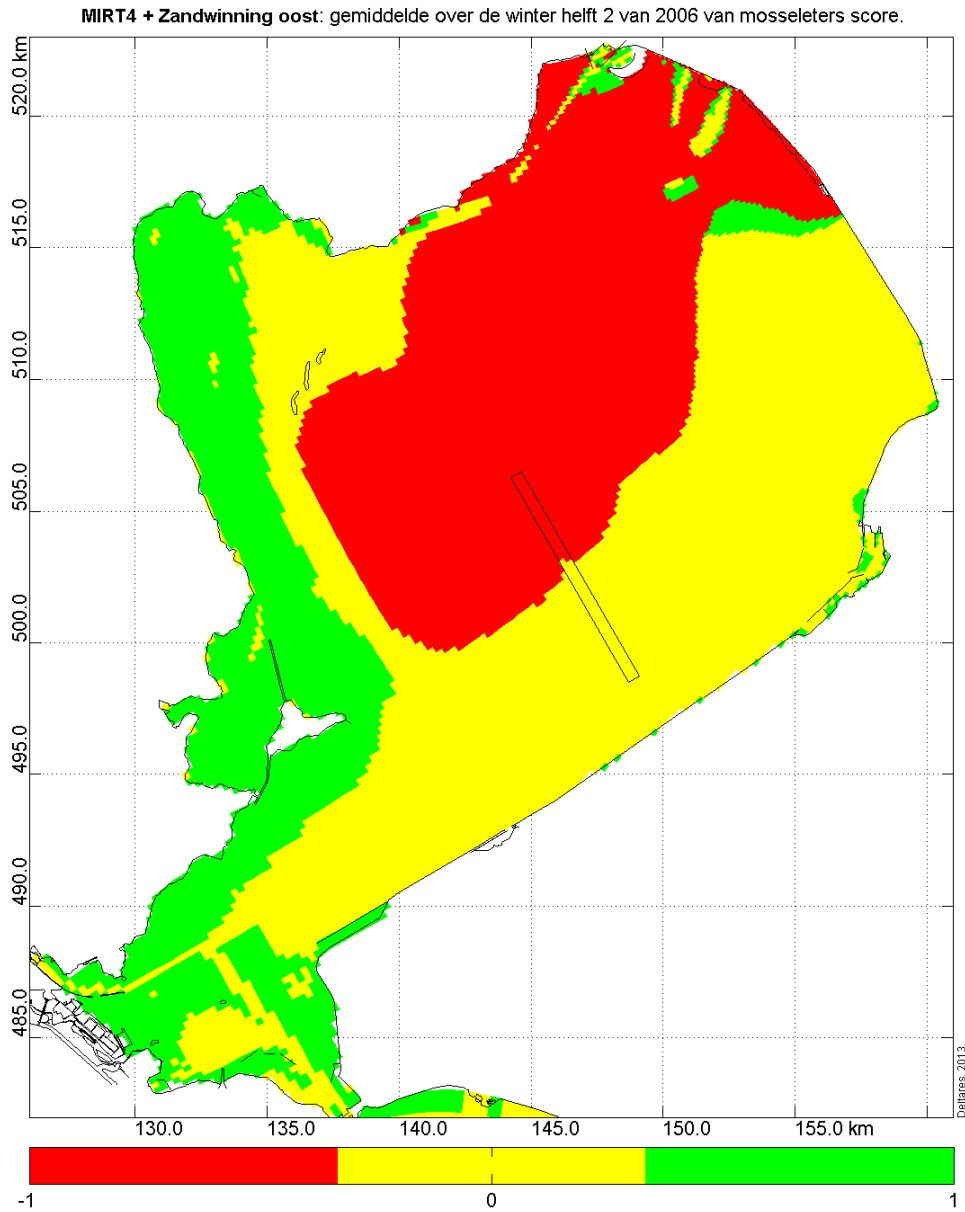
Figuur V.14 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over het voorjaar van 2006 van de KRW score voor mosselelers. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.



Figuur V.15 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning 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 V.16 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter begin 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

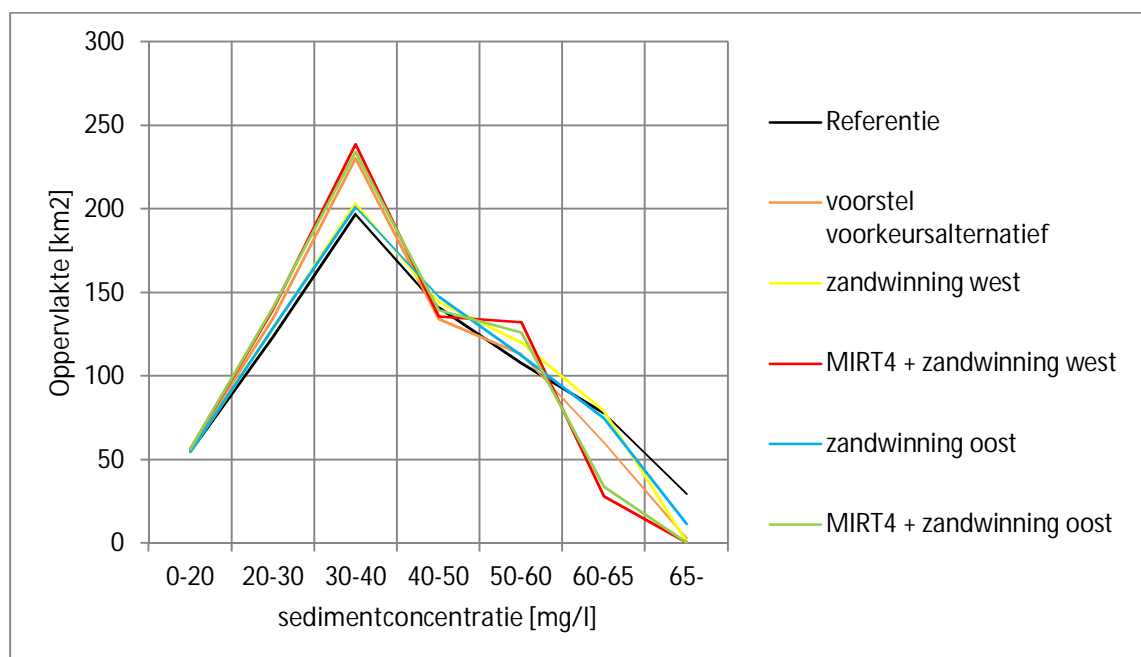


Figuur V.17 Voorstel voorkeursalternatief en zandwinning oost: gemiddelde over de winter eind 2006 van de KRW score voor mosseleters. Rood (-1) is ongewenst, geel (0) is bandbreedte, groen (1) is optimaal.

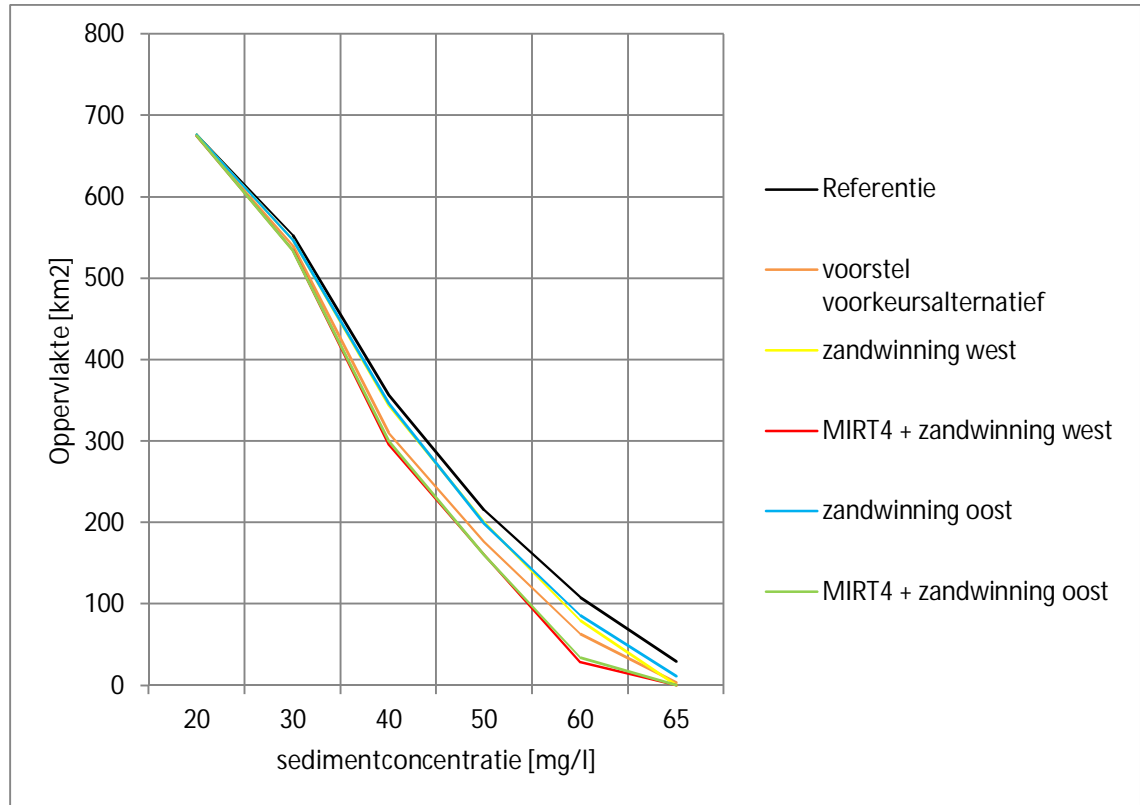
W Vergelijking resultaten sedimentconcentratie

Tabel W.1 Oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en scenario's.

sediment- concentratie [mg/l]	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	54.7	56.1	55.0	56.5	54.8	56.3
20.0-30.0	123.3	134.3	128.6	140.0	129.0	141.2
30.0-40.0	197	230.4	203.5	238.7	201.3	234.2
40.0-50.0	141	134.0	144.4	135.7	147.6	139.7
50.0-60.0	107.7	113.0	120.1	132.2	112.5	126.2
60.0-65.0	78	60.4	79.1	28.1	74.7	33.7
> 65.0	29.8	3.3	0.7	0.3	11.6	0.3



Figuur W.2 Oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en scenario's. MIRT4 = voorstel voorkeursalternatief.



Figuur W.3 Cumulatieve oppervlakte in (km²) per slibklasse voor referentie en scenario's. MIRT4 = voorstel voorkeursalternatief.

X Vergelijking resultaten – licht

Tabel X.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 groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
2.0	350.3	365.7	356.6	374.2	354.8	371.0
5.0	175.9	181.7	178.1	184.0	177.2	182.8
10.0	92.4	95.8	93.3	96.5	93.0	96.2
15.0	58.1	59.3	58.4	59.7	58.2	59.6

Tabel X.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	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0- 2.0	381.2	365.7	374.9	357.3	376.7	360.5
2.0- 5.0	174.4	184.0	178.5	190.3	177.6	188.2
5.0-10.0	83.5	85.9	84.8	87.5	84.2	86.6
10.0-15.0	34.3	36.5	35.0	36.8	34.8	36.6
> 15.0	58.1	59.3	58.4	59.7	58.2	59.6

Tabel X.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 groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
2.0	673.4	688.0	696.5	701.4	687.9	695.3
5.0	270.6	281.1	274.5	285.3	273.2	283.6
10.0	124.2	128.4	125.1	129.5	125.0	129.1
15.0	73.1	75.2	73.7	75.8	73.4	75.7

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

Licht [%] op de bodem groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0- 2.0	58.1	43.5	34.9	30.1	43.6	36.2
2.0- 5.0	402.7	406.9	422.1	416.1	414.8	411.7
5.0-10.0	146.4	152.7	149.4	155.7	148.2	154.5
10.0-15.0	51.1	53.2	51.4	53.7	51.6	53.4
> 15.0	73.1	75.2	73.7	75.8	73.4	75.7

Y Vergelijking resultaten – doorzicht

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.2	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	713.5	731.2	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.5	731.2	731.5	731.5	731.5	731.5
35.0	530.9	550.2	543.4	564.0	541.3	561.2
40.0	324.8	346.0	340.1	361.5	338.7	360.4
45.0	83.4	87.8	85.8	91.8	87.5	93.3
50.0	44.1	46.1	44.4	46.4	44.1	46.3
55.0	19.4	33.5	19.5	33.8	19.5	33.5
60.0	4.8	6.6	4.8	6.6	4.8	6.6
65.0	3.8	4.0	3.8	4.0	3.8	4.0
70.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs-alternatief (A)	zand-winning west (B)	A + B	zand-winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	730.9	730.8	731.5	731.5
20.0-30.0	0.0	0.0	730.9	730.8	731.5	731.5
30.0-35.0	200.6	181.3	188.1	167.5	190.2	170.3
35.0-40.0	206.2	204.2	203.3	202.4	202.6	200.7
40.0-45.0	241.4	258.2	254.4	269.7	251.2	267.1
45.0-50.0	39.2	41.7	41.4	45.4	43.4	47.0
50.0-55.0	24.8	12.6	24.9	12.6	24.7	12.8
55.0-60.0	14.6	27.0	14.8	27.2	14.7	27.0
60.0-65.0	1.0	2.6	1.0	2.6	1.0	2.6
65.0-70.0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9
70.0-80.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
35.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
40.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
45.0	498.9	552.5	516.8	570.8	519.2	576.4
50.0	185.7	218.9	199.5	237.2	196.8	235.4
55.0	57.0	59.2	59.3	61.7	58.0	60.8
60.0	44.6	44.7	44.7	44.8	44.6	44.7
65.0	39.8	41.1	40.2	41.1	40.0	41.1
70.0	4.9	8.5	4.9	8.9	4.9	8.9
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35.0-40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40.0-45.0	232.6	179.0	214.7	160.6	212.3	155.0
45.0-50.0	313.1	333.6	317.3	333.6	322.4	341.0
50.0-55.0	128.7	159.7	140.2	175.6	138.8	174.6
55.0-60.0	12.4	14.6	14.7	16.9	13.4	16.1
60.0-65.0	4.8	3.6	4.5	3.7	4.6	3.7
65.0-70.0	34.9	32.6	35.3	32.1	35.0	32.1
70.0-80.0	4.9	8.5	4.9	8.9	4.9	8.9
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
25.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.3	731.4	731.3	731.4	731.3	731.4
35.0	627.2	644.7	638.0	658.0	633.8	652.5
40.0	363.7	372.6	369.6	379.1	368.5	377.7
45.0	157.1	159.7	159.7	162.3	160.2	162.7
50.0	52.4	52.6	52.4	52.7	52.6	52.7
55.0	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3	39.3
60.0	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
65.0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
70.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0-25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25.0-30.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.2	0.1
30.0-35.0	104.0	86.7	93.3	73.5	97.5	78.8
35.0-40.0	263.5	272.1	268.4	278.9	265.3	274.9
40.0-45.0	206.6	212.9	209.9	216.8	208.4	215.0
45.0-50.0	104.7	107.0	107.3	109.6	107.6	109.9
50.0-55.0	13.1	13.4	13.1	13.4	13.3	13.5
55.0-60.0	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9
60.0-65.0	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
65.0-70.0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
70.0-80.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0	731.5	730.8	731.5	731.5	731.5	731.5
20.0	731.5	730.8	731.5	731.5	731.5	731.5
30.0	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5	731.5
35.0	723.9	731.3	730.9	731.3	730.7	731.3
40.0	461.8	494.3	473.4	512.2	470.5	507.5
45.0	326.1	340.2	333.8	348.3	332.5	346.7
50.0	177.3	188.9	184.3	196.6	186.2	198.7
55.0	89.1	92.0	91.3	95.5	91.7	96.2
60.0	29.9	32.7	30.9	33.1	30.5	33.0
65.0	17.0	19.7	17.2	19.7	17.2	19.7
70.0	2.9	4.1	2.9	4.1	2.9	4.1
80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

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

Doorzicht [cm] groter dan	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
0.0-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.0-30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0-35.0	7.5	0.2	0.6	0.2	0.8	0.2
35.0-40.0	262.1	237.0	257.5	219.1	260.2	223.8
40.0-45.0	135.7	154.1	139.6	163.9	138.0	160.8
45.0-50.0	148.7	151.3	149.5	151.7	146.2	148.0
50.0-55.0	88.3	96.9	93.0	101.1	94.5	102.4
55.0-60.0	59.2	59.4	60.5	62.4	61.2	63.2
60.0-65.0	12.9	13.0	13.6	13.4	13.3	13.4
65.0-70.0	14.1	15.6	14.3	15.6	14.3	15.6
70.0-80.0	2.9	4.1	2.9	4.1	2.9	4.1
80.0-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
> 100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Z Vergelijking resultaten – viseters score

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	435.2	413.9	419.8	398.4	421.2	399.5
0.0	293.3	314.5	308.7	330.1	307.2	329.0
1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6
0.0	685.6	685.6	685.5	685.5	685.6	685.5
1.0	18.3	18.3	18.4	18.5	18.3	18.4

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	398.7	389.9	392.9	383.5	393.9	384.9
0.0	324.1	332.9	329.9	339.3	328.9	338.0
1.0	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	300.8	268.5	289.3	250.7	292.1	255.5
0.0	420.5	451.5	431.5	469.2	429.0	464.4
1.0	10.2	11.5	10.7	11.6	10.4	11.6

AA Vergelijking resultaten – mosseleters score

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	406.7	385.5	391.3	369.9	392.8	371.1
0.0	198.7	210.5	210.2	221.9	209.8	222.2
1.0	126.0	135.5	130.0	139.7	128.9	138.2

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	561.4	561.4	561.4	561.4	561.4	561.4
1.0	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	367.8	358.9	361.9	352.4	362.9	353.8
0.0	232.4	235.1	237.5	240.4	237.0	239.8
1.0	131.3	137.5	132.1	138.7	131.5	137.9

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

Score	Referentie	voorstel voorkeurs- alternatief (A)	zand- winning west (B)	A + B	zand- winning oost (C)	A + C
-1.0	269.7	237.2	258.1	219.2	261.0	224.0
0.0	294.2	322.1	305.1	336.7	302.5	333.6
1.0	167.6	172.3	168.3	175.5	168.0	173.9



Datum
19 februari 2014

Ons kenmerk
1209619-000-ZWS-0003

Pagina
119/119

Notitie Markerzand

Aan
Van Oord

Datum
31 mei 2013

Aantal pagina's
22

Van
Thijs van Kessel

Doorkiesnummer

E-mail
thijs.vankessel@deltares.nl

Onderwerp
memo Markerzand

1 Introductie

Markerzand v.o.f. is voornemens zand te winnen in het zuidwesten van het Markermeer (zie Figuur 1). Hierbij wordt een slibvang van enkele tientallen meters diep gecreëerd, en het is de verwachting dat hierin slib uit het Markermeer neerslaat. Mogelijk leidt dit tot een afname van de sedimentconcentratie in het Markermeer.

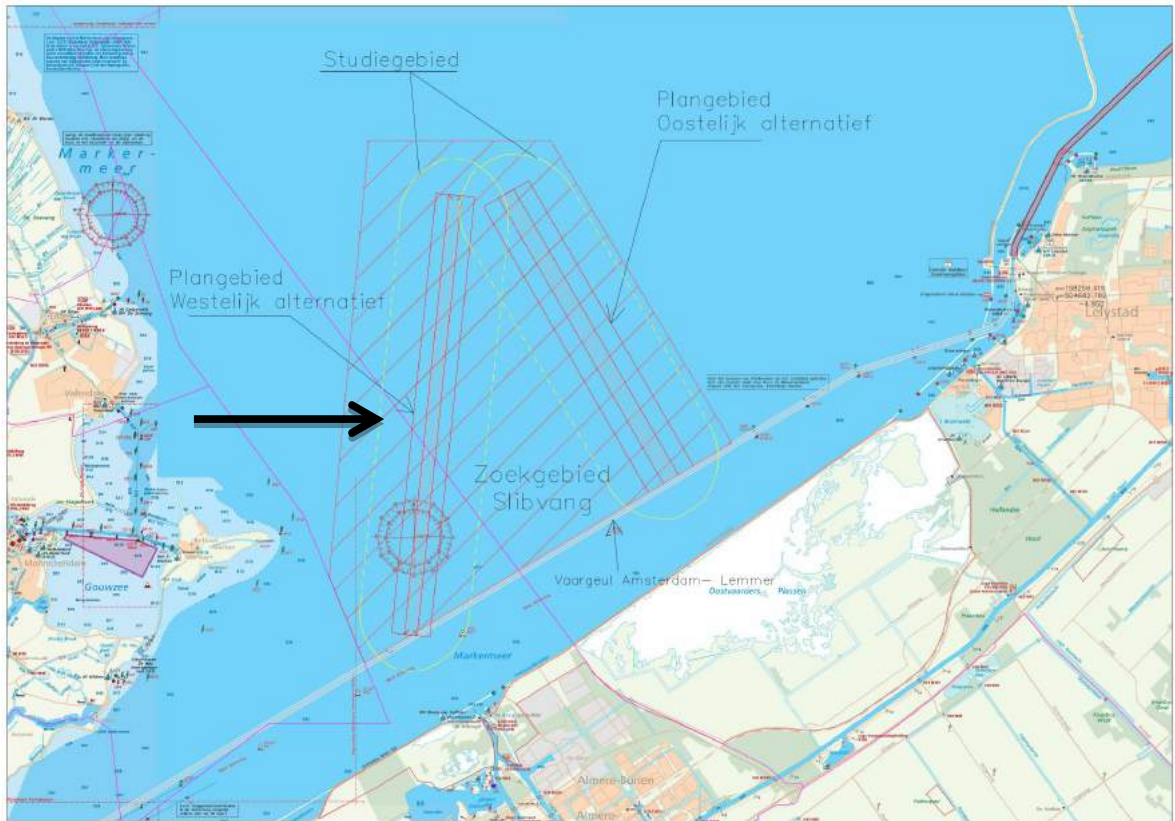
De verdieping zal bestaan uit een geul van 350 m breed en 12 km lang. De lokale waterdiepte is 4 m. De bovenste circa 10 meter van de bodem bestaat uit klei en veen, wat verwijderd wordt. Vervolgens wordt het onderliggende zand tot een diepte van -50 m gewonnen. De toplaag van klei en veen wordt teruggestort, wat door een toename in volume de put opvult tot een diepte van -30 m. Afgraven van de geul gebeurt in secties van 1500 m (met een lengte van 12 km overeenkomend met 8 deelsecties), welke stapsgewijs worden afgegraven. Vanaf de tweede put wordt de bovenlaag in de vorige put teruggestort. De looptijd van het project is 20 jaar: elke 2.5 jaar wordt daarom een deelsectie gewonnen (zie Figuur 2). Het gaat in totaal om 60 miljoen m³ zand, te winnen in de periode 2014 – 2045.

Markerzand v.o.f. heeft aan Deltares gevraagd een eerste inschatting te geven van:

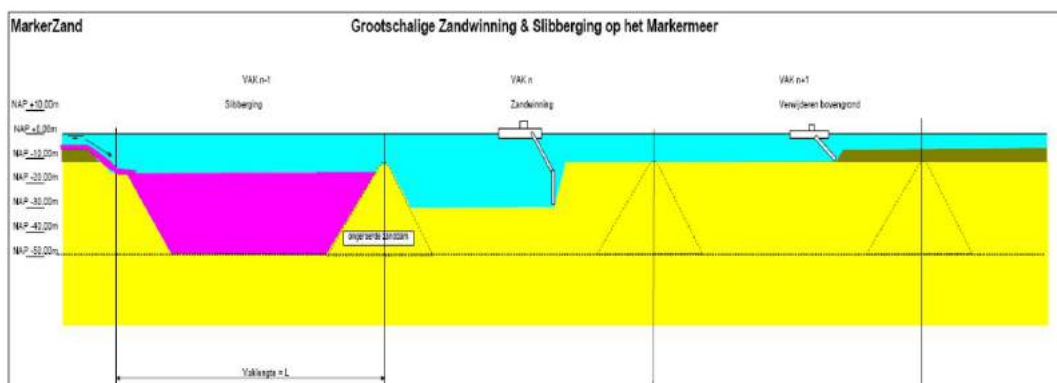
- (1) de aanslibbingssnelheid in het zandwinningsgebied, en
- (2) het effect van lokale slibonttrekking op de interne sedimentbalans van het Markermeer

Deltares geeft de inschatting van deze effecten door middel van een beknopte bureau- en modelstudie. De resultaten van deze studie zijn in deze notitie verwoord, die achtereenvolgens de volgende aspecten beschrijft:

1. beknopt literatuuroverzicht over en beschrijving van de slibdynamiek in het Markermeer
2. beknopte beschrijving van het slibmodel
3. kwantificering van effect op slibconcentratie op basis van modelberekeningen
4. kwantificering van aanslibbingssnelheid op basis van modelberekeningen
5. conclusies en aanbevelingen



Figuur 1: Overzicht van het Markermeer met de winningslocatie tussen Almere en Enkhuizen.



Figuur 2: Schematische weergave van het zogenaamde 'omputten'.

2 Beknopt literatuuroverzicht en beschrijving slibdynamiek

Het Markermeer is een ondiep meer (gemiddelde diepte 4 m) met een afmeting van circa 30 × 30 km. Het meer is ontstaan in 1975 na de aanleg van de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad. De uitwisseling van water met de omgeving is beperkt, waardoor de gemiddelde verblijftijd van water in het meer lang is (circa 1.5 jaar). Het peil van het Markermeer wordt actief beheerd. Het streefpeil in de zomer is –0.2 m NAP en in de winter –0.4 m NAP. De waterbeweging in het Markermeer wordt hoofdzakelijk bepaald door de wind. Zowel windgolven als windgedreven stroming zijn van belang voor het opwoelen en verplaatsen van slib. In perioden met weinig wind zakt het slib geleidelijk naar de bodem en neemt de troebelheid af. In periode met veel wind wervelt het slib weer op en neemt de troebelheid toe. De jaargemiddelde slibconcentratie in het midden van het meer is circa 50 mg/l, tijdens harde wind vaak meer dan 100 mg/l en tijdens kalm weer soms minder dan 10 mg/l.

In de jaren '80 en begin jaren '90 is er veel onderzoek gedaan aan het Markermeer. Wat betreft de fysische processen (waterbeweging, slibdynamica) en de basis van de ecologische effectketen (lichtklimaat, primaire productie) wordt een goed overzicht gegeven door Van Duin (1992). Tussen medio jaren '90 en medio jaren '00 is er minder aandacht voor het Markermeer met een navenant effect op de onderzoeksagenda. Sindsdien staat het Markermeer opnieuw in de belangstelling, resulterend in een niet aflatende stroom rapporten. Aan het begin van deze nieuwe reeks staan o.a. de quickscan uitgevoerd door Witteveen & Bos (2004) en de hierop volgende verdiepingsslag door Royal Haskoning en WL Delft Hydraulics (Van Ledden et al., 2006) in opdracht van het toenmalige RIZA.

De aanleiding voor deze hernieuwde belangstelling is de constatering dat gestelde natuurdoelen in het Markermeer niet worden gehaald, hetgeen onder andere wordt toegeschreven aan de hoge troebelheid van het meer. De oplossing van de problemen wordt daarom met name gezocht in de beïnvloeding van de slibdynamiek.

Om maatregelen voor de beïnvloeding van de slibdynamiek kwantitatief te kunnen onderbouwen, is door Deltares in opdracht van de inmiddels opgerichte Waterdienst een slibmodel ontwikkeld gebaseerd op 3D-hydrodynamica (Van Kessel et al, 2009). Dit model berekent de verspreiding van slib in de waterkolom en in de bodem (bestaande uit een flufflaag en een meer geconsolideerde laag) onder invloed van stroming en golven. Het model is inmiddels een aantal keer ingezet om het effect van diverse maatregelen door te rekenen, waaronder de invloed van peilbeheer, luwtestructuren, putten en geulen (o.a. Boderie et al., 2010; Boderie en Genseberger, 2010).

Het ontwikkelde model is goed in staat om de waargenomen ruimtelijke en temporele variaties van de slibconcentratie te reproduceren. Modelvalidatie van de temporele component heeft plaatsgevonden op basis van hoogfrequente metingen van de slibconcentratie in de periode 2007-2008. Validatie van de ruimtelijke component heeft plaatsgevonden op basis van remote sensing beelden (Van Kessel et al., 2009).

Een kennisleemte is het langetermijngedrag van slib in het Markermeer. In het model is aangenomen dat de totale slibvoorraad constant is (N.B. de verspreiding van deze voorraad

over de ruimte – bestaande uit waterkolom, flufflaag en bodemlaag varieert wel afhankelijk van de windcondities) en dat de slibeigenschappen ook constant zijn (b.v. valsnelheid, kritische schuifspanning voor erosie). Op de korte termijn is dit een redelijke aanname, maar op de lange termijn is deze aanname mogelijk niet correct.

Er loopt een onderzoekstraject aan de TU Delft naar deze langetermijneffecten (De Lucas Pardo, 2013). Hierin worden vragen beantwoord als 1) 'Hoe ontwikkelt de slibvoorraad in het Markermeer zich in de tijd?' en 2) 'Hoe ontwikkelen slibeigenschappen (valsnelheid, erosiebestendigheid) zich in de tijd?'. De bevindingen uit dit traject zullen op termijn in het slibmodel worden verwerkt, maar op dit moment zijn resultaten nog niet beschikbaar. Dit is vooral een beperking indien het model gebruikt wordt voor de berekening van de autonome ontwikkeling op de lange termijn. Het huidige model voorspelt een stabiel beeld van de slibdynamiek, mits het windklimaat niet wijzigt. Deze beperking is op het doorrekenen van ingrepen veel minder van toepassing, omdat de berekening met ingreep wordt vergeleken met de berekening zonder ingreep. Omdat de autonome ontwikkeling in beide berekeningen op gelijke wijze is verdisconteerd, valt deze grotendeels weg in het effect van de ingreep.

Voor de huidige studie relevante ingrepen uit het verleden zijn het graven van proefputten in de jaren '80 (zie Figuur 3) en de onderhoudsbehoefte van de vaargeul Amsterdam – Lelystad in het afgelopen decennium.

De proefputten A en B in de jaren '80 in het Markermeer zijn cirkelvormig aangelegd met een talud van 1:10 (Put A) en 1:3 (Put B). De putten hadden een gezamenlijke oppervlakte van circa $0.5 \times 10^6 \text{ m}^2$ en een aanlegdiepte van respectievelijk -21.5 m NAP en -20 m NAP . De waargenomen aanslibingssnelheid bedroeg circa $1.5 - 2 \text{ m per jaar}$ totdat de diepte was afgenomen tot minder dan -8 m NAP (zie Figuur 4). Daarna nam de aanslibingssnelheid af door een combinatie van resuspensie vanuit de put en inklinking van het afgezette slibpakket. Helaas is de dichtheid waarmee het materiaal is afgezet onbekend, maar vermoedelijk is deze dichtheid laag en heeft de afzetting een hoog watergehalte. Pas bij een veronderstelde lage drogestofconcentratie van 100 kg/m^3 (ongeveer bulkdichtheid 1060 kg/m^3) is er een redelijke overeenstemming tussen waarnemingen uit sedimentvallen (0.4 kg/dag volgens Van Duin, 1992) en de aanslibingssnelheid in putten. Meer veldmetingen naar deze dichtheid worden aanbevolen.

Het vermoeden is daarom dat naast sedimentatie vanuit suspensie ook dichtheidstromingen een rol spelen bij het vollopen van de putten en geulen. Hierdoor neemt de zogenaamde 'trapping efficiency' van de put of geul toe, m.a.w. een groter deel van het passerende slib wordt ingevangen. Het is aannemelijk dat de depositieflux tijdens windrijke perioden zo meer dan kan verdubbelen. Dichtheidsgedreven stroming wordt echter niet gemodelleerd in het slibmodel, waardoor depositie wordt onderschat. Een tweede oorzaak hiervoor is dat de wat grovere sedimentfractie die uitsluitend tijdens harde wind dichtbij de bodem in suspensie is, waarschijnlijk in het model is ondervertegenwoordigd. Het model is immers gekalibreerd aan de hand van OBS (Optical Back Scatter) data en deze meettechniek is minder gevoelig voor grovere fracties. Concentratie metingen dichtbij de bodem van het Markermeer zijn slechts voor korte periodes beschikbaar (Vijverberg, 2008).

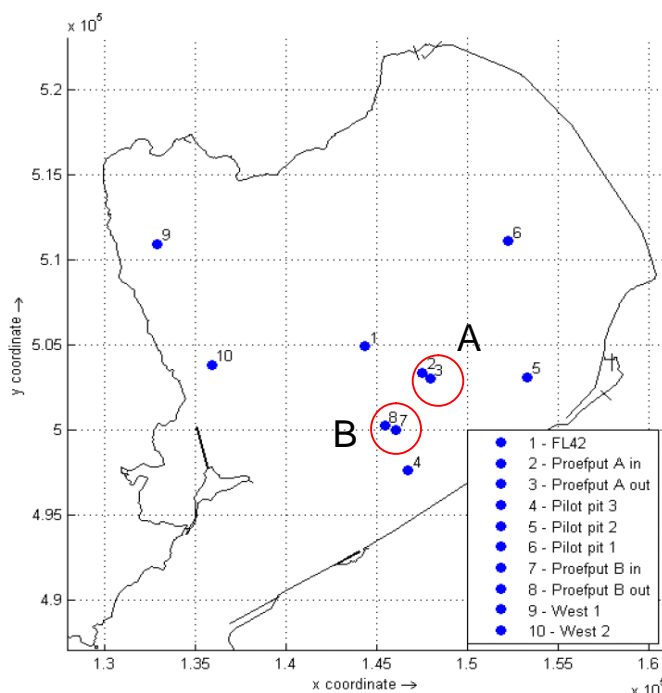
Hiernaast is er ook informatie over de aanslibingssnelheid van de vaargeul Amsterdam – Lelystad (Figuur 5). Voor een diepte groter dan -10 m NAP bedraagt de aanslibingssnelheid circa $1 - 1.5 \text{ m per jaar}$, bij geringere diepte neemt deze af door resuspensie. Doordat een geul meer stroming trekt dan een put, is het logisch dat de diepte waarbij resuspensie niet langer

verwaarloosbaar is voor een geul groter is dan voor een put. Bovendien kan in een (vaar)geul ook resuspensie optreden door scheepvaart. De geringere maximale aanslibbingsnelheid voor een diepte > -10 m NAP wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het slibaanbod langs de vaargeul Amsterdam – Lelystad kleiner is dan ter hoogte van de proefputten (volgens zowel metingen als het slibmodel is de jaargemiddelde slibconcentratie hier wat lager).

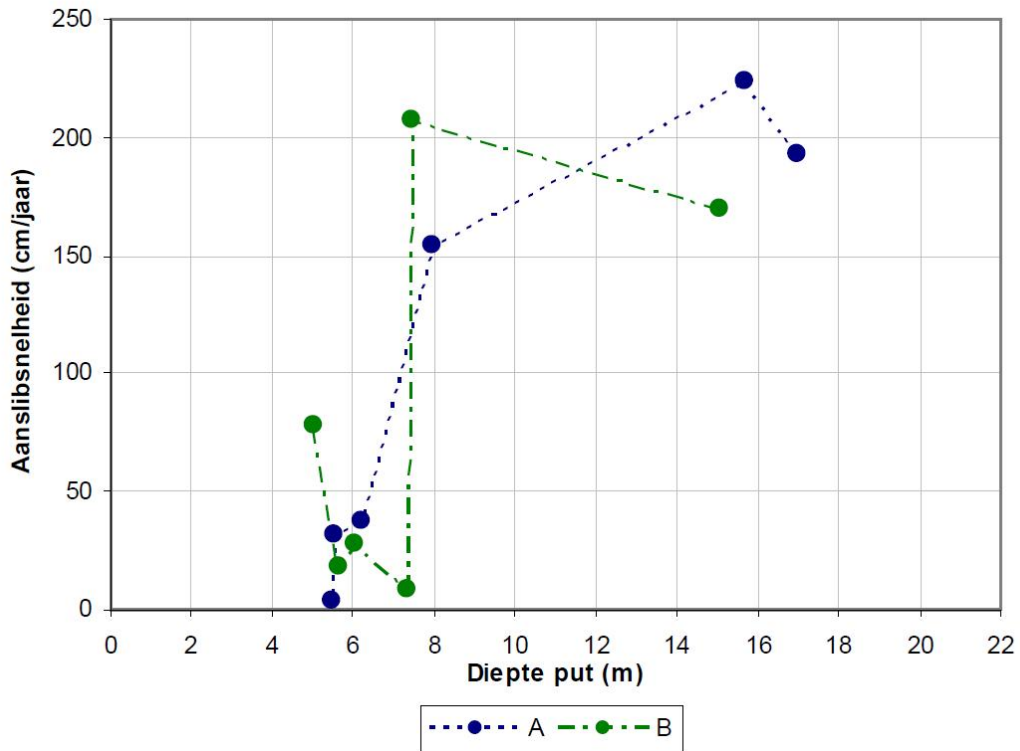
Uit een analyse van langjarige metingen naar de slibconcentratie in het Markermeer blijkt dat deze geen significante trend vertoont, m.a.w. op dit moment wijkt de gemiddelde slibconcentratie niet wezenlijk af van die van 10 of 20 jaar geleden. Niettemin is er wel sprake van een aanmerkelijke variatie tussen de jaren, afhankelijk van het opgetreden windklimaat of andere factoren. Hoewel de slibconcentratie min of meer constant is, neemt het doorzicht geleidelijk wel af (al zet deze trend de afgelopen paar jaar niet door). Vermoedelijk zijn de eigenschappen van het slib dus niet constant, er wordt een toename van het organische gehalte waargenomen. Dezelfde hoeveelheid slib kan in geval van een kleinere vlogrootte voor meer vertroebeling zorgen.

Gezien de grote ontwerpdiepte van de nieuwe geul (tot -50 m NAP) kan mogelijk stratificatie (gelaagdheid) in de put optreden, waarbij nauwelijks meer uitwisseling van water plaatsvindt tussen de onder- en bovenzijde van de put. Een beschouwing van deze effecten is echter geen onderdeel van deze studie. Stratificatie vermindert het slibinvangende vermogen van een geul niet en is daarom minder relevant voor dit onderdeel.

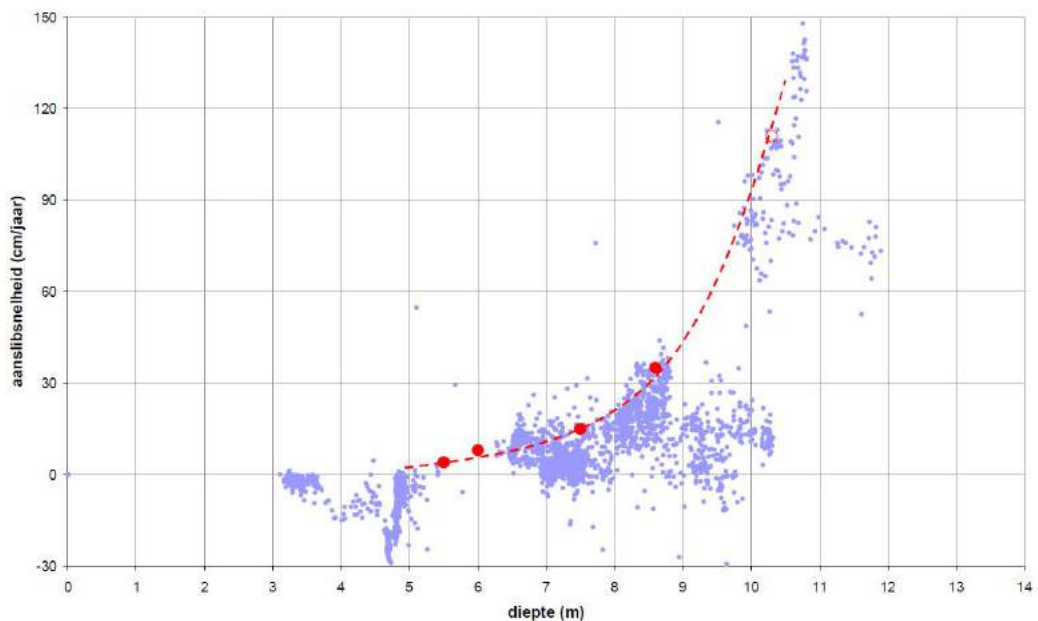
Een ander aspect dat hier verder niet wordt beschouwd is de invloed van de zandwinning op de grondwaterstroming. De ontwerpdiepte is zodanig dat het watervoerende pakket kan worden aangesneden. Hierdoor moet rekening worden gehouden met tijdelijke extra infiltratie, totdat door de afzetting van slib de doorlatendheid voldoende is afgenomen (Oude Essink et al., 2010).



Figuur 3: Locatie van proefputten A en B in het Markermeer. Naar Vijverberg (2008). N.B. de grootte van de rode cirkels is niet op schaal.



Figuur 4: Waargenomen aanslibingssnelheid in proefputten A en B als functie van de diepte (t.o.v. NAP). Voor de locatie van putten A en B zie Figuur 3. Data



Figuur 5: Waargenomen (blauwe puntenwolk) aanslibingssnelheid in de vaargeul Amsterdam-Lelystad als functie van de diepte (t.o.v. NAP) (Boderie et al., 2010).

3 Beknopte beschrijving van het slibmodel

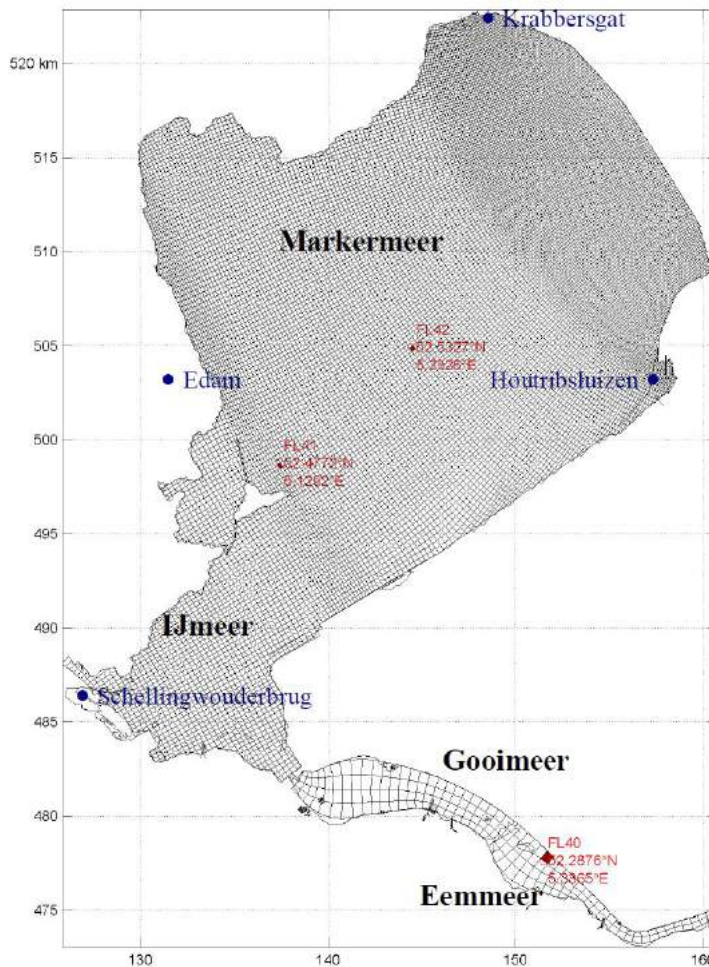
Het slibmodel is gebaseerd op een 3D-hydrodynamisch model van het Markermeer. Figuur 6 toont het gebruikte modelrooster. De verticale component is vertegenwoordigd door 7 lagen die ieder circa 15% van de waterdiepte vertegenwoordigen. De waterbeweging wordt aangedreven door de wind. Voor de huidige berekeningen zijn de uurgemiddelde waarden gebruikt voor het volledige jaar 2006. Hierdoor zijn de resultaten beschikbaar voor allerlei condities, zodat het model recht doet aan de in werkelijkheid optredende dynamiek van de wind en stroming.

Golven worden gemodelleerd met een zogenaamde 'strijklengtebenadering', waarbij gegeven de lokale waterdiepte, de windsnelheid en de strijklengte vanaf de bovenwindse oever (dus afhankelijk van de windrichting) de evenwichtsgolfhoogte en –periode wordt berekend. Hieruit wordt de golfgedreven bodemschuifspanning berekend die in combinatie met de stromingsgedreven bodemschuifspanning zorgt voor resuspensie mits de kritische schuifspanning voor resuspensie van het slib op de bodem wordt overschreden.

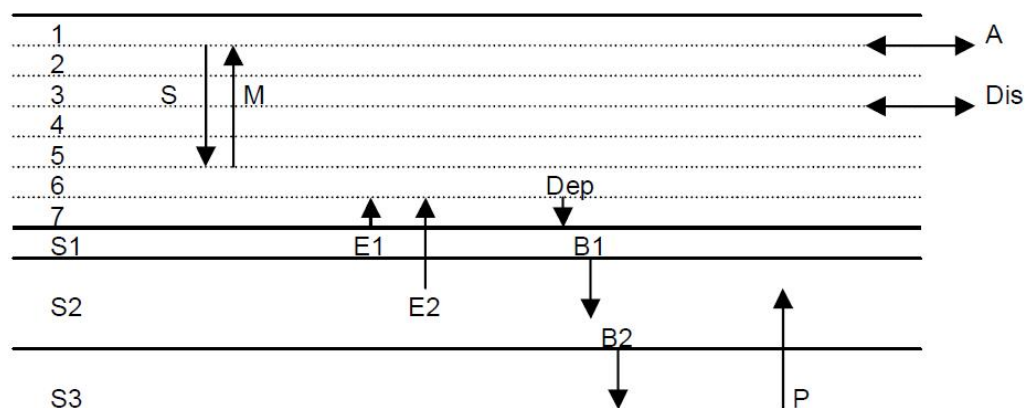
Het slib kan zich onder invloed van de waterbeweging (stroming en golven) vrijelijk bewegen door het model in horizontale en verticale richting (Figuur 7). In de vertikaal kan het slib zich bevinden in de waterkolom (lagen 1 t/m 7) of in de bodem (lagen S1 t/m S3). Laag S1 representeert de zogenaamde flufflaag, een dunne, zachte sliblaag op de bodem die zeer makkelijk resuspendeert. Laag S2 representeert de hardere bodem daarvandaan waar resuspensie minder snel optreedt (maar bij harde wind nog wel mogelijk is). Omdat in het huidige model de termen P (productie vanuit laag S3) en B2 (begroting vanuit laag S2 naar laag S3) aan elkaar zijn gelijk gesteld, speelt laag S3 effectief geen rol. De termen P en B2 zijn nog onderwerp van studie door De Lucas Pardo (2013) aan de TU Delft.

De bodemruwheid van het slibmodel is niet uniform, maar ruimtelijk variabel op basis van de waargenomen bedekkingsgraad van de bodem door schelpen (Figuur 8). Voor deze aanpak is gekozen omdat de kwaliteit van de modelkalibratie voor een uniforme verdeling van de ruwheid minder goed is. Het slibmodel is gekalibreerd aan de hand van hoogfrequente meetgegevens van twee meetpalen van RWS. Ook zijn remote-sensing gegevens gebruikt. De kalibratieresultaten worden getoond in Figuur 9 m.b.t. variaties in de tijd en in Figuur 10 m.b.t. de ruimtelijke verdeling. Over het algemeen is het slibmodel redelijk goed in staat om de waargenomen slibconcentratie te reproduceren. Voor meer details zie Van Kessel et al. (2009). Wel onderschat het model de aanslibbingssnelheid, o.a. door het ontbreken van dichtheidsstromingen. Hiervoor wordt een correctiefactor 2 toegepast afgeleid uit de waargenomen aanslibbingssnelheid van bestaande geulen en putten.

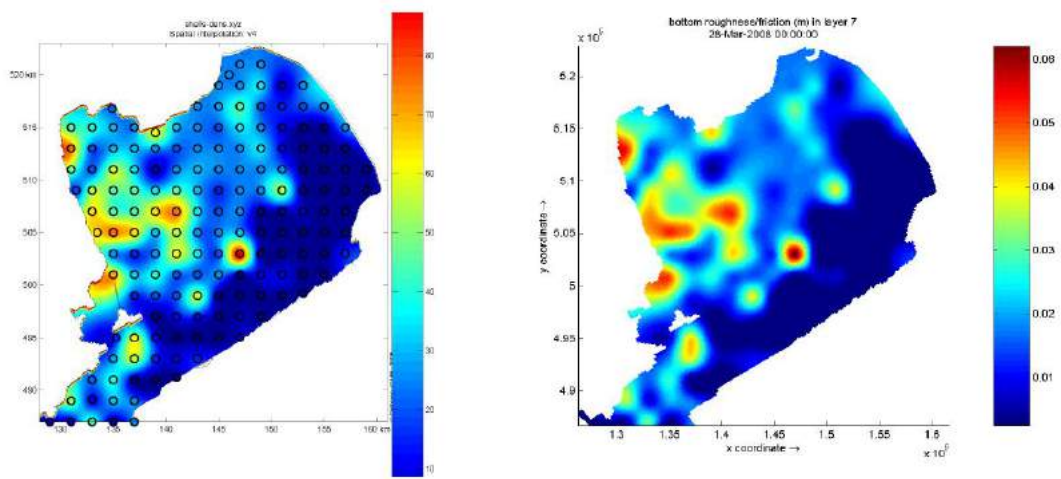
Voor de huidige studie is gebruik gemaakt van het bestaande gekalibreerde slibmodel van het Markermeer. Het effect van de lokale verdieping t.g.v. zandwinning wordt hierin gesimuleerd door de resuspensie in het model lokaal (in de vaargeul) uit te schakelen. Dit is een realistische aanname, daar uit de analyse van de proefputten en de vaargeul Amsterdam-Lelystad blijkt dat resuspensie vanuit een geul dieper dan circa 10 meter verwaarloosbaar is.



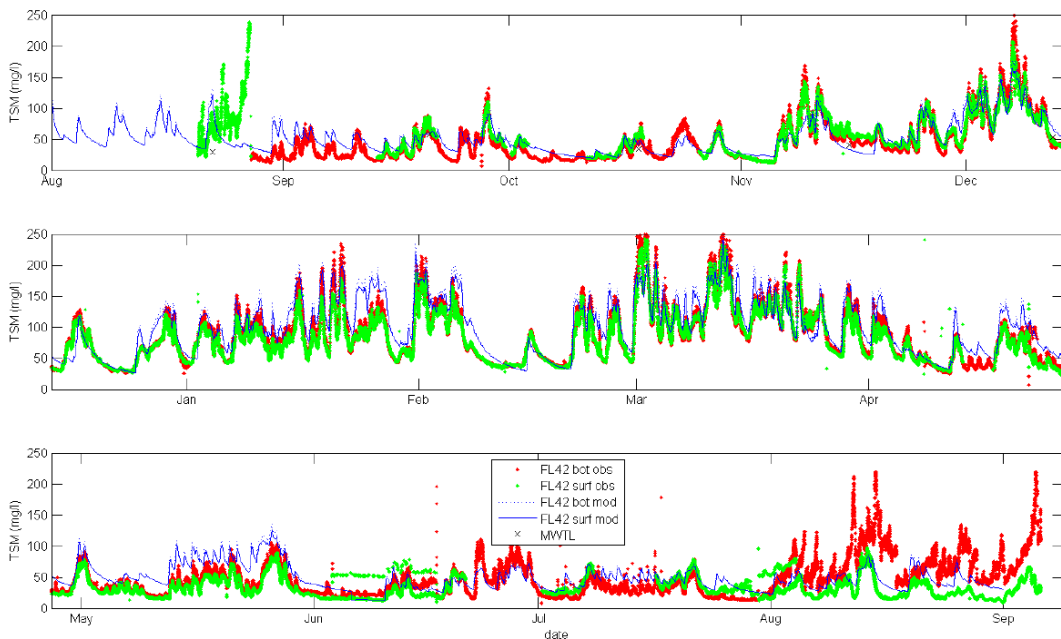
Figuur 6: Modelrooster van het Markermeer. De rode punten FL40, FL41 en FL42 geven de locaties aan van meetpalen met de gegevens waarvan het model is gekalibreerd.



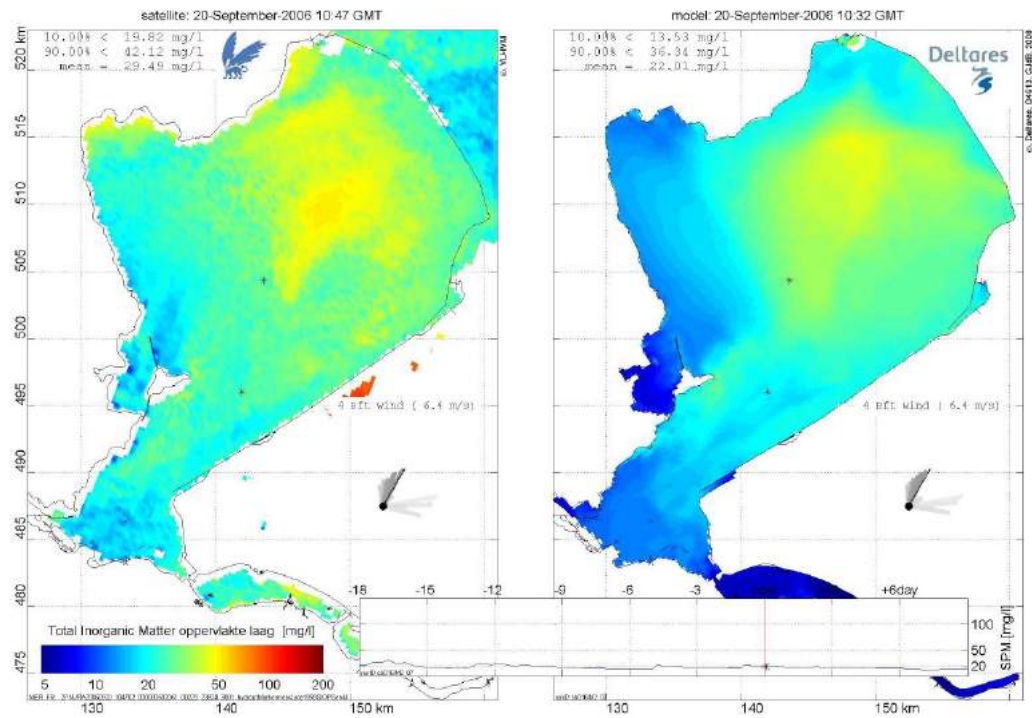
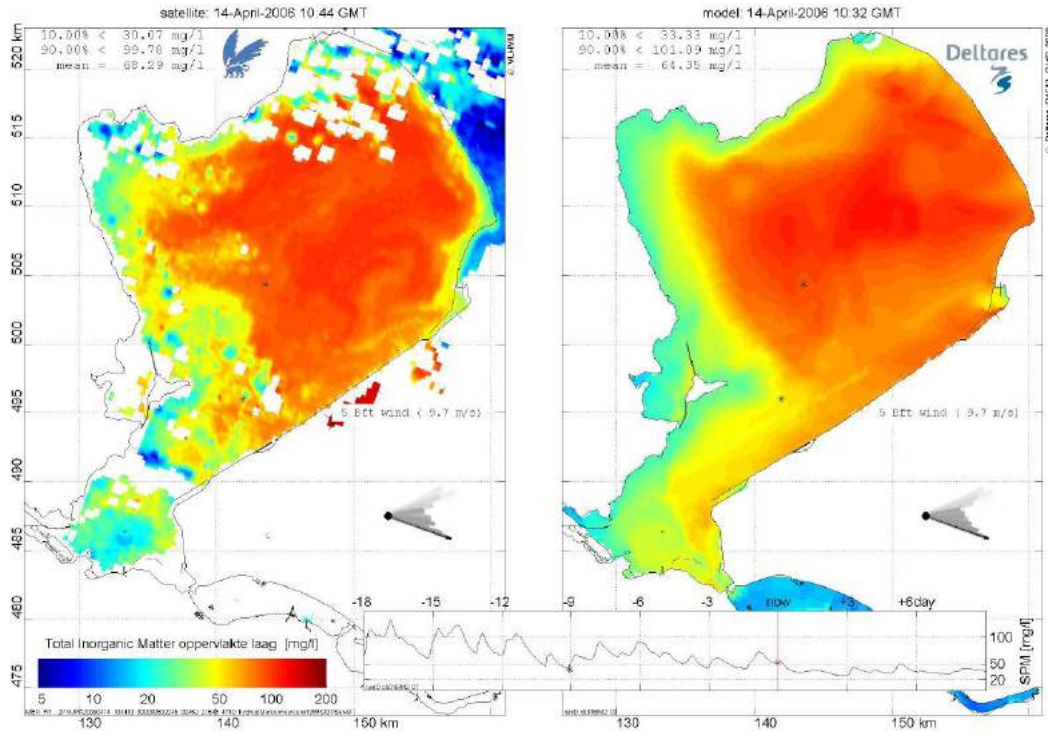
Figuur 7: Geschematiseerde weergave van sedimentfluxen in het model. Lagen 1 t/m 7 vertegenwoordigen de waterkolom, lagen S1 t/m S3 de bodem. Processen omvatten sedimentatie (S), verticale mixing (M), horizontale advectie (A) en dispersie (Dis), depositie (Dep), erosie vanuit de bodemlagen S1 (E1) en S2 (E2), begraving van S1 naar S2 (B1) en van S2 naar S3 (B2) en tenslotte productie vanuit S3 (P).

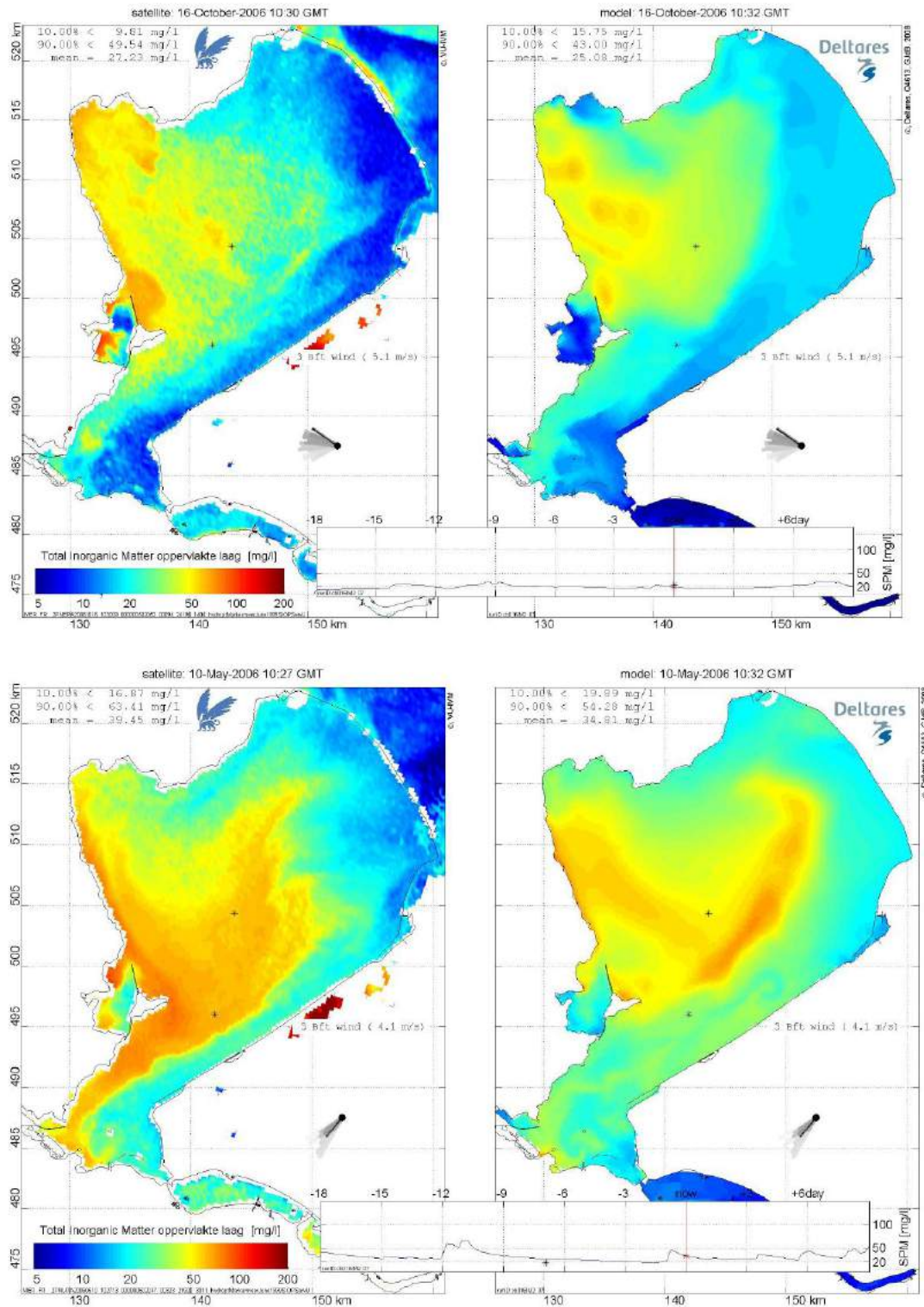


Figuur 8: Links: waargenomen bedekkingsgraad door schelpen (%). Rechts: hieruit afgeleide Nikuradse bodem ruwheidshoogte (m).



Figuur 9: Berekende (blauw) en gemeten (groen en rood) slibconcentratie (in mg/l) in de periode september 2007 tot september 2008. Locatie FL42 (zie Fig. 6).



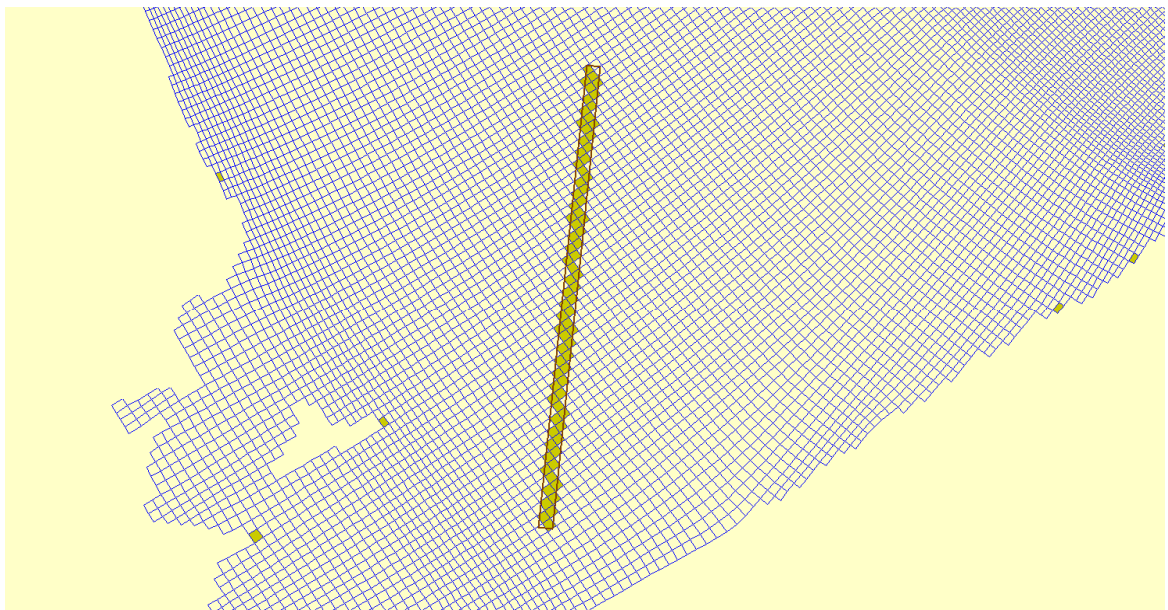


Figuur 10: Met remote-sensing waargenomen (links) en berekende (rechts) slibconcentratie bovenin de waterkolom voor verschillende windsnelheden en -richtingen.

De bruine lijn in Figuur 11 toont het geplande zandwinningsgebied en het modelrooster eromheen. Het zandwinningsgebied is 12 km lang en 350 m breed. De totale oppervlakte is 420 ha. De groene cellen tonen aan hoe het geplande gebied in het model geschematiseerd is. Samen dekken deze cellen een gebied van 419 ha (een cel is in dit gebied ongeveer 5 ha).

Aan de hand van dit model is een volledig jaar (2006) doorgerekend met en zonder uitschakeling van de resuspensie in het geplande zandwinningsgebied. Het westelijke alternatief is hierbij als uitgangspunt genomen (zie ook Figuur 1). Het oostelijke alternatief is niet apart doorgerekend, maar naar verwachting zullen de effecten van beide alternatieven m.b.t. aanslibbing en invloed op vertroebeling weinig van elkaar afwijken zolang het zandwinvolume een vergelijkbare omvang heeft. De berekende scenario's worden verder 'Geul' en 'Referentie' genoemd. Het scenario 'Geul' is representatief voor de eindsituatie (rond 2035), wanneer de volledige zandwinning heeft plaatsgevonden. Impliciet wordt verondersteld dat de geul dan nog niet zo ver is dichtgeslibd dat er weer resuspensie vanuit de geul kan optreden. De berekende effecten vertegenwoordigen daarom een bovengrens; de berekende effecten zijn ongeveer evenredig met het reeds ontgonnen geuloppervlak. Het scenario 'Referentie' is representatief voor de huidige situatie zonder geul.

De aldus berekende resultaten geven een eerste indruk van de te verwachten effecten m.b.t. de slibconcentratie in het water en de aanslibbing op de bodem. De effecten op de waterbeweging worden niet berekend in deze verkennende fase. Hiertoe zou het model lokaal verder moeten worden verfijnd en zou het aantal lagen in de vertikaal lokaal moeten worden uitgebreid (overstap van ' σ -lagen' op ' z -lagen') om numerieke diffusie in de put te beperken. Dit zou een majeure ingreep in het model betekenen die niet past binnen de gestelde randvoorwaarden van het project. Bovendien zijn meetdata waarmee het lokaal gedetailleerde hydrodynamische model zou dienen te worden gevalideerd niet beschikbaar.



Figuur 11: Modelschematisatie rondom het geplande zandwinningsgebied (westelijk alternatief).

4 Kwantificering van effect op slibconcentratie op basis van modelberekeningen

Doordat een geul slib invangt, neemt door aanleg van de geul de gemiddelde slibconcentratie in het Markermeer af. De vraag is hoe groot deze afname is ten opzichte van de huidige situatie en tot welke afstand van de geul dit effect zich uitstrekt.

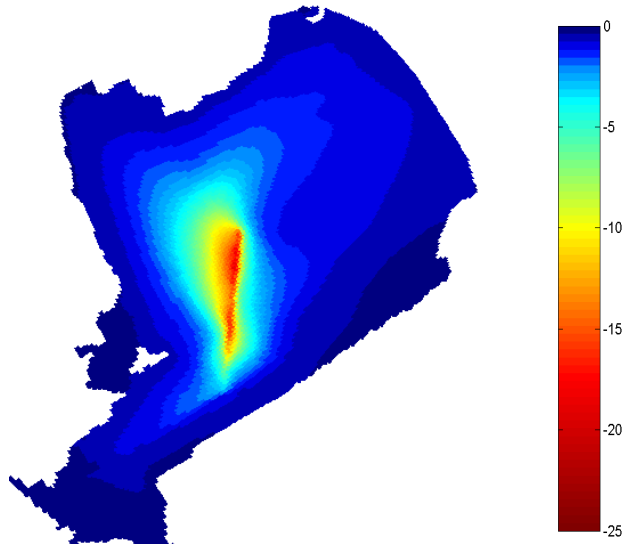
Figuur 12 toont het verschil in de jaargemiddelde slibconcentratie in het Markermeer tussen het scenario met geul en de huidige situatie (zonder geul). Hieruit blijkt dat de slibconcentratie direct boven de geul afneemt met ongeveer 15 mg/l, hetgeen significant is ten opzichte van het huidige jaargemiddelde van circa 50 mg/l. De isolijn van 5 mg/l afname bevindt zich op enkele kilometers vanaf de geul. Ver weg van de geul is de invloed beperkt, de afname in het grootste deel van het Markermeer bedraagt minder dan 2 mg/l.

Figuur 13 toont dezelfde informatie als Figuur 12, maar op maandgemiddelde in plaats van jaargemiddelde basis. Hieruit blijkt dat het effect niet constant is, maar varieert afhankelijk van de windsnelheid en -richting. De effectgrootte blijkt goed te correleren met de grootte van de netto sedimentatieflux, zie §5. In maanden met een sterke wind is de absolute afname groter dan in maanden met weinig wind. Het relatieve effect (d.w.z. de procentuele afname) varieert echter minder sterk in de tijd (niet getoond in figuur).

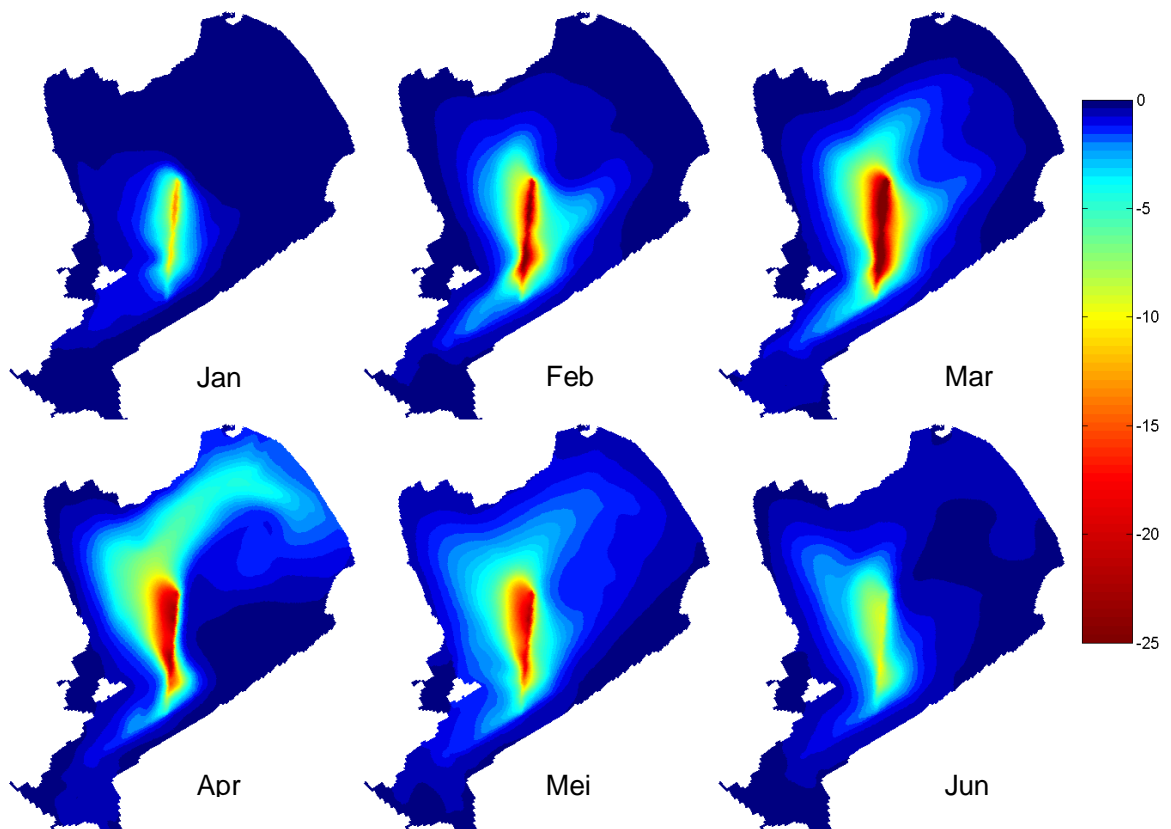
Tegenover het concentratieverlagende effect van de geul staat een potentieel concentratieverhogend effect van de zandwinning zelf. Dit is sterk afhankelijk van de werkwijze en het percentage slib aanwezig in het te winnen zand. Indien wordt aangenomen dat een percentage van 0.5% slib tijdens zandwinning wordt verspreid tot voorbij de geulranden, komt over een periode van 20 jaar $0.005 \times 60 \times 10^6 \times 1600 = 480$ miljoen kg extra slib vrij in het Markermeer, ofwel 24 miljoen kg per jaar. Deze hoeveelheid is ongeveer een factor 10 kleiner ten opzicht van de hoeveelheid die bezinkt in de volledige geul (tenminste $70 \text{ kg/m}^2/\text{jaar}$ over een areaal van $350 \times 12.000 \text{ m}^2 = 294$ miljoen kg/jaar, zie §5). Met uitzondering van het eerste jaar van winning (wanneer de geul slechts een beperkte omvang heeft en er nog relatief weinig slib wordt ingevangen) domineert het concentratieverlagende effect op het concentratieverhogende effect en is het netto effect een concentratieverlaging. Niettemin moet de verspreiding van slib voorbij de geulranden zoveel mogelijk worden voorkomen. Het is echter aannemelijk dat het merendeel van het tijdens zandwinning vrijgekomen slib direct in de geul bezinkt.

Datum
31 mei 2013

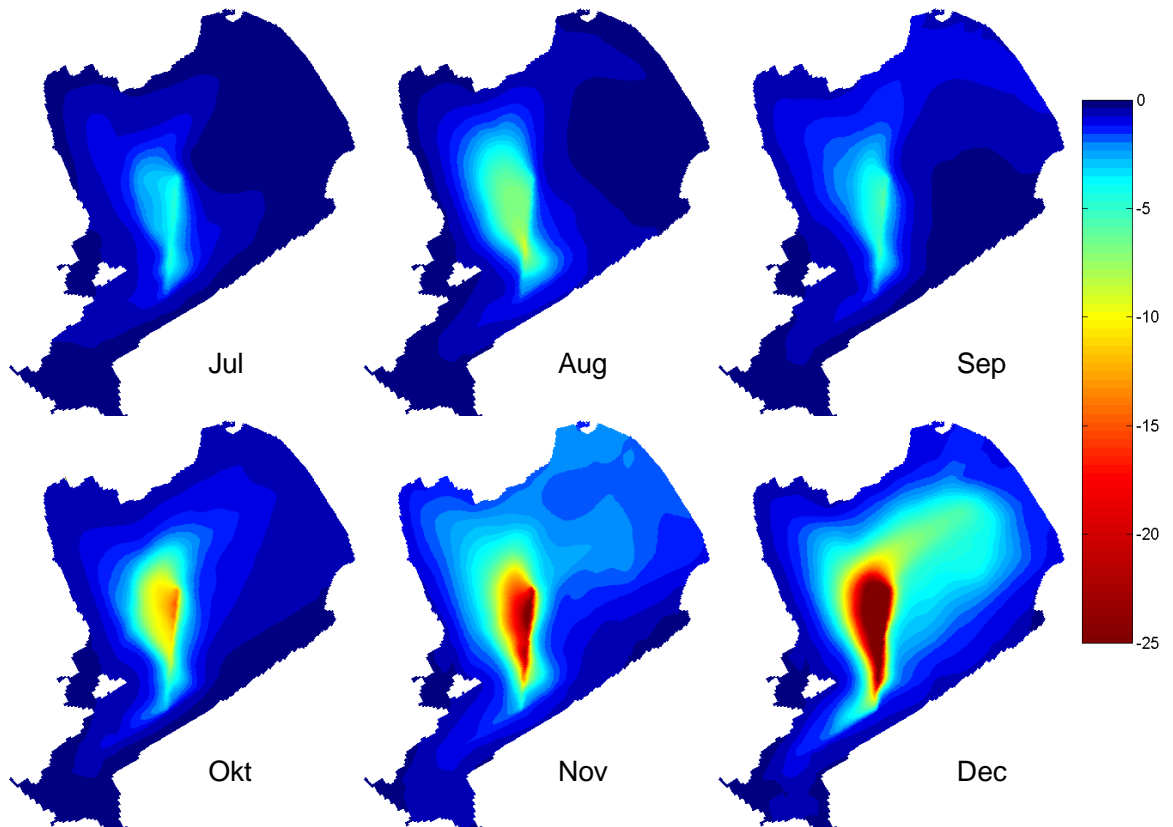
Pagina
14/22



Figuur 12: Absoluut verschil (G-R) van jaargemiddelde slibconcentratie aan de oppervlakte (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006. N.B. de rode kleur duidt op concentratieverlaging voor het scenario Geul.



Figuur 13: Verschil (G-R) in maandgemiddelde slibconcentraties (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006.



Figuur 13 (vervolg): Verschil (G-R) in maandgemiddelde slibconcentraties (in mg/l) tussen Geul en Referentie scenario. Jaar = 2006.

5 Kwantificering van aanslibbingsnelheid op basis van modelberekeningen

Naast de invloed van de geul op de slibconcentratie in de waterkolom is ook de aanslibbingsnelheid in de geul relevant. Deze bepaalt de levensduur van de geul, m.a.w. de tijd die duurt voordat de geul volledig is volgelopen met slib.

De met het model berekende aanslibbingsnelheid is een ondergrens voor de werkelijk optredende aanslibbing omdat a) de bijdrage van de grovere slibfractie in het model mogelijk is ondervetegenwoordigd en b) het effect van dichtheidsstroming niet is meegenomen, waardoor de 'trapping efficiency' wordt onderschat (zie voor verdere details hierover §2). Hierdoor kan de aanslibbingsnelheid in werkelijkheid wel een factor 2 groter zijn. Vanwege deze modelbeperkingen worden ook veldwaarnemingen naar aanslibbing in de vaargeul Amsterdam-Lelystad en in een tweetal proefputten bij de analyse betrokken.

Figuur 14 toont het verschil in aanslibbing tussen de scenario's Geul en Referentie na een periode van één jaar. De aanslibbing in de geul bedraagt zo'n 70 kg/m²/jaar. Naar het zuiden toe neemt de aanslibbing wat af; dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de jaargemiddelde slibconcentratie hier wat lager is en daarmee het aanbod van slib kleiner. De beperktere toename van de aanslibbing halverwege de geul (gemarkeerd met een witte pijl in Figuur 14) wordt niet veroorzaakt door een kleinere aanslibbing dan elders in het Geulscenario, maar door een lokaal grotere aanslibbing in het Referentiescenario. Hierdoor is het verschil tussen het Geul- en Referentiescenario halverwege de geul kleiner. Hier is de bodem nu al slibrijk en bevat weinig schelpen die de bodemruwheid verhogen (zie §2), waardoor er ook zonder geul al aanslibbing optreedt.

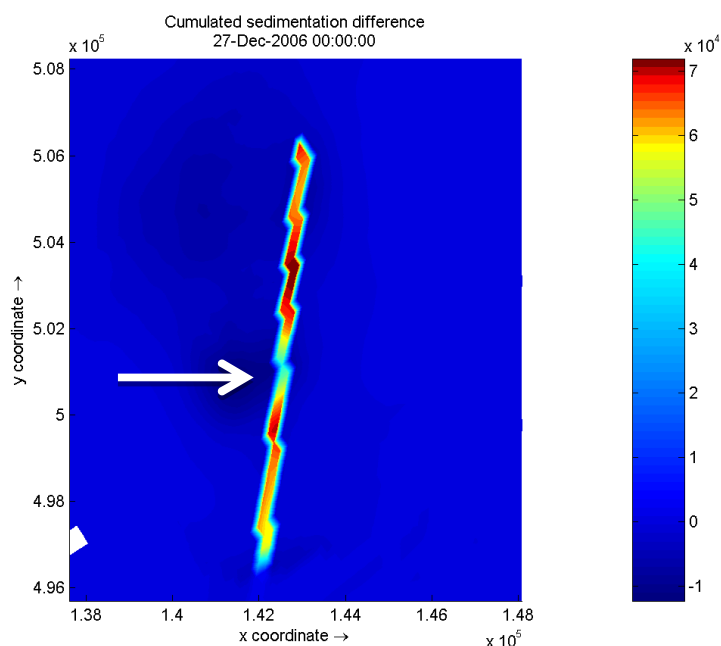
De plaatselijk donkerblauwe kleur rondom de geul (aangegeven met een pijl) duidt erop dat er rondom de geul enige erosie van de slibbodem optreedt. Dit wordt veroorzaakt door de lagere slibconcentratie rondom de geul, waardoor de depositieflux lokaal afneemt. Echter, initieel is de erosieflux rondom de geul (gestuurd door de bodemschuifspanning) van het Geulscenario gelijk aan het Referentiescenario, waardoor het lokale evenwicht tussen erosie en depositie tijdelijk is verstoord totdat de hoeveelheid slib op de bodem zodanig is afgenomen dat een nieuw evenwicht wordt bereikt. In de praktijk vertaalt de erosie rondom de geul zich nauwelijks in een bodemdaling, maar veeleer in het minder slibrijk (d.w.z. zandiger) worden van de bodem.

Figuur 15 toont van boven naar beneden achtereenvolgens a) de netto sedimentatieflux (kg/m²/dag) in het zandwinningsgebied voor beide scenario's (negatieve waarde is resuspensie); b) de cumulatieve sedimentatie per m² voor beide scenario's en c) de uurgemiddelde snelheid en richting van de opgelegde wind (gemeten bij station Berkhout in 2006). In het Referentiescenario (zonder geul) functioneert het zandwinningsgebied als een beperkte slibbron. Over een jaar resuspendeert er netto ~5 kg/m². In het Geulscenario functioneert het zandwinningsgebied als slibput. Over een jaar sedimenteert er ~70 kg/m². De slibafzetting is niet evenredig verdeeld over het jaar: het grootste deel sedimenteert in de winter en in de lente. Deze sedimentatiepieken komen overeen met perioden met harde wind. Het zomerkwartaal is duidelijk rustiger dan de rest van het jaar en sedimenteert er weinig slib.

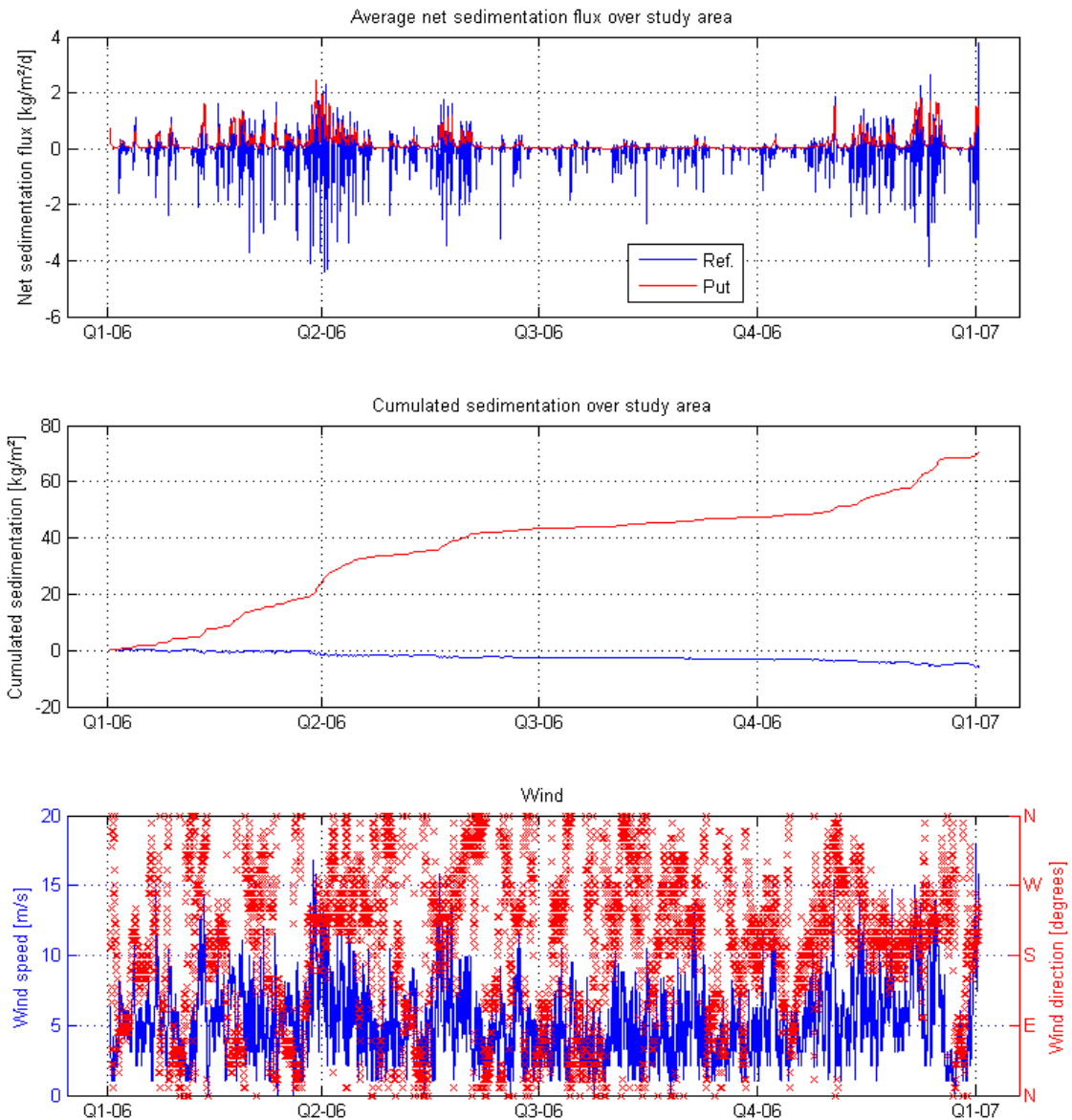
In het model wordt rekening gehouden met de invloed van wind en golven met een zogenoemde 'strijklengtebenadering', zie pagina 7. De afhankelijkheid tussen sedimentatieflux en windsnelheid is zichtbaar gemaakt in Figuur 16. Een lage windsnelheid resulteert altijd in een lage sedimentatieflux, terwijl een hoge windsnelheid soms (maar niet altijd) leidt tot een hoge sedimentatieflux. Hierin speelt de windrichting, de windhistorie en de hoeveelheid slib makkelijk beschikbaar voor resuspensie (d.w.z. dikte van flufflaag S1) ook een rol.

De afhankelijkheid tussen de sedimentatieflux en de windrichting wordt getoond in Figuur 17. Hieruit blijkt dat bij wind uit de richting ZW vaak een hoge sedimentatieflux optreedt, terwijl bij wind uit de richting ZO dit nauwelijks het geval is. Deze sterke richtingsafhankelijkheid wordt mede veroorzaakt door de correlatie tussen windsnelheid en windrichting (zie Figuur 18), maar deze verklaart de afhankelijkheid tussen sedimentatieflux en windsnelheid waarschijnlijk niet volledig. Bij ZO wind wordt de 'slibwolk' weggeduwd van de dijk tussen Almere en Lelystad en is er weinig aanbod ter hoogte van het zuidelijke deel van de geul (zie Figuur 10, conditie 16 oktober).

Een aanslibbingsnelheid van $70 \text{ kg/m}^2/\text{jaar}$ is bij een initiële (ongecoördineerde) dichtheid van 100 kg/m^3 equivalent met 0.7 m/jaar . Dit is laag ten opzichte van waarnemingen van de aanslibbingsnelheid in de vaargeul tussen Amsterdam en Lelystad (tot 1.5 m per jaar in de diepste delen) en proefputten (tot 2 m per jaar). Het is niet aannemelijk dat in de zandwingeel eenzelfde aanslibbingsnelheid als in de proefputten wordt gehaald omdat a) een geul meer stroming trekt dan een put en b) door het grootschaliger karakter van de geul de omgevingsconcentratie sterker wordt verlaagd dan voor een lokale put met een langzamere aanslibbing tot gevolg. Een soortgelijke aanslibbingsnelheid als waargenomen in diepe delen van de vaargeul Amsterdam – Lelystad is wel aannemelijk, d.w.z. 1 tot 1.5 m per jaar. Rekening houdend met een correctiefactor 2 ter compensatie van het ontbreken van dichtheidsstromingen in de geul, zijn de resultaten van het slibmodel m.b.t. aanslibbing aannemelijk.

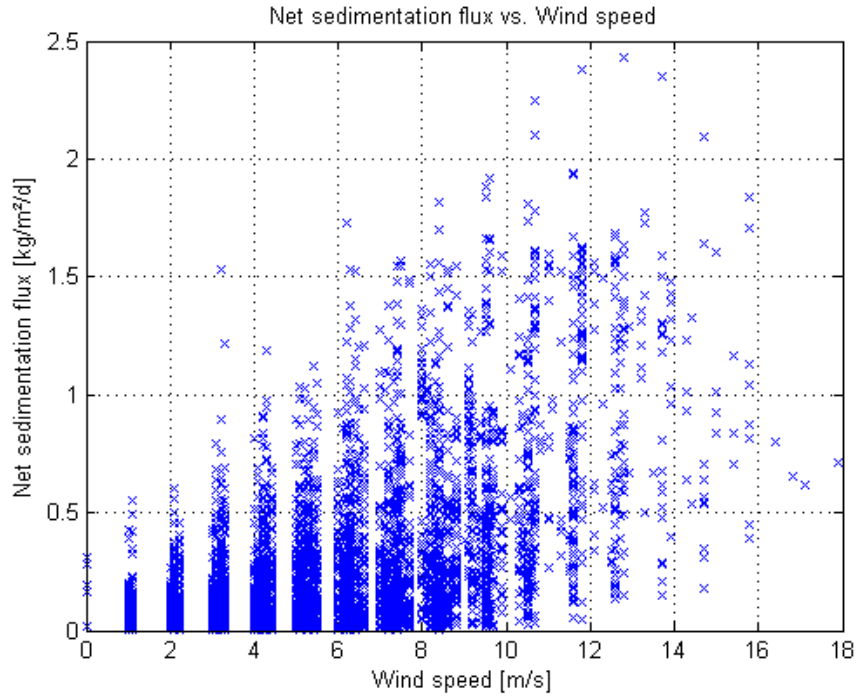


Figuur 14: Verschil in sedimentatie (in g/m^2) na één jaar.

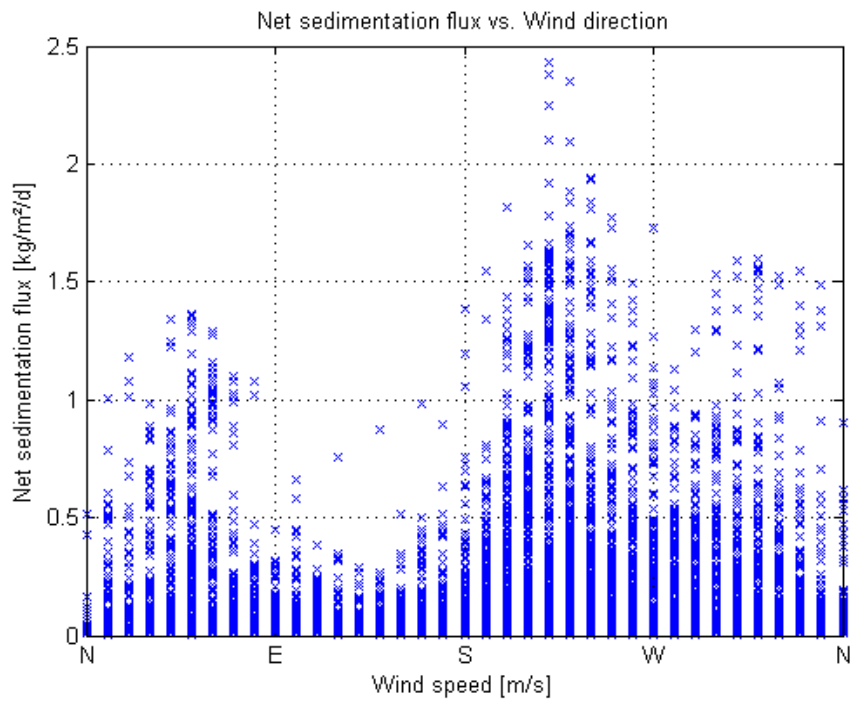


Figuur 15: Netto fluxen, gecumuleerde sedimentatie en gemeten wind gegevens

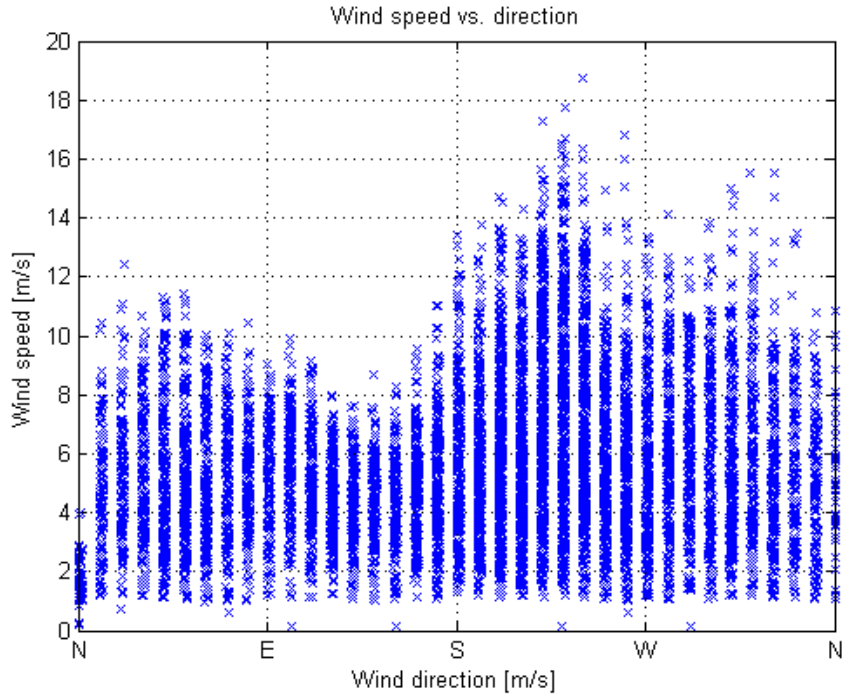
Bij een initiële overdiepte van circa 45 m ten opzichte van de Markermeerbodem duurt het naar verwachting 30 jaar voordat de zandwingeul weer is dichtgeslibd (aannemende dat er geen sediment wordt bijgestort). Dit betekent dat tegen het einde van de looptijd van de zandwinning het concentratieverlagende effect maximaal is. Over de volle lengte van de geul vindt dan nog sedimentatie plaats. Indien in de geul kort nadat de maximale diepte is bereikt klei en veen wordt teruggestort tot een diepte van -30 m NAP, is de levensduur van de geul minimaal zo'n 17 jaar. In dit geval is het begin van de geul al (bijna) volledig dichtgeslibd aan het eind van de zandwinactiviteiten (rond 2035).



Figuur 16: Netto sedimentatieflex tegen windsnelheid, Geulscenario.



Figuur 17: Netto sedimentatieflex tegen windrichting, Geulscenario.



Figuur 18: Windsnelheid tegen windrichting. Data station Berkhout, 2006.

6 Conclusies en aanbevelingen

Door de aanwezigheid van een slibvang in het Markermeer die zal ontstaan ten gevolge van zandwinning, neemt de slibconcentratie rondom de slibvang af. Dit komt doordat in de geul veel slib wordt ingevangen dat hierdoor niet langer beschikbaar is voor resuspensie bij harde wind. Pas zodra de geul is dichtgeslibd tot een diepte van circa -10 m NAP kan weer resuspensie vanuit de geul optreden. De snelheid van aanslibbing bedraagt initieel naar verwachting circa 1 tot 1.5 m per jaar. Bij een aanlegdiepte van -50 m NAP duurt het dus tenminste circa 30 jaar voordat de geul door natuurlijke aanslibbing volledig is dichtgeslibd tot het bodemniveau van de omgeving (-4 m NAP). Als sediment in de geul wordt teruggestort, is deze tijd vanzelfsprekend korter. Deze waarden zijn gebaseerd op waarnemingen van de aanslibbingsnelheid in een tweetal proefputten en in de vaargeul tussen Amsterdam en Lelystad. Met het slibmodel wordt een tweemaal lagere aanslibbingsnelheid berekend, maar hierin is het effect van dichtheidsstromingen niet meegenomen en is de bijdrage van grover sediment aan de aanslibbing waarschijnlijk onderschat.

De concentratieverlaging boven en in de directe nabijheid van de put bedraagt gemiddeld circa 15 mg/l, wat substantieel is ten opzichte van de jaargemiddelde slibconcentratie van 50 mg/l. Op een afstand van enkele km vanaf de geul bedraagt de concentratie-afname nog zo'n 5 mg/l. Op de schaal van het volledige Markermeer is de afname beperkt tot 1 tot 2 mg/l. De berekende effecten zijn niet constant in de tijd, maar variëren met de windsnelheid en windrichting. Tijdens en kort na perioden met harde wind (met name uit ZW-richting) vindt de meeste aanslibbing en is de absolute concentratieverlaging in de waterkolom t.g.v. deze aanslibbing het grootst.

Tegenover de concentratieverlaging door de aanwezigheid van de geul staat potentieel een concentratieverhoging door de zandwinactiviteiten zelf. Deze is afhankelijk van de werkwijze en de slibfractie in het winbare zand. Dit effect is hierin verder niet beschouwd, maar indien wordt aangenomen dat 0.5% van het gewonnen sediment uitspoelt als slib tot voorbij de geulrand, is deze bronterm meer dan een factor 10 kleiner dan de putterm t.g.v. natuurlijke aanslibbing in de zandwingeel. Mogelijk met uitzondering van het eerste jaar van winning (wanneer er nog weinig natuurlijke aanslibbing in de geul van nog beperkte omvang plaatsvindt) is het netto effect van zandwinning dus een verlaging van de slibconcentratie in het Markermeer.

De huidige studie omvat uitsluitend het effect van de zandwinning op de slibconcentratie en aanslibbing. Andere mogelijke effecten van een diepe geul zijn buiten beschouwing gebleven.

Er wordt aanbevolen om tenminste tijdens de eerste jaren van de zandwinning de aanslibbingsnelheid en de dichtheid van de slibafzetting geregeld te monitoren. De betrouwbaarheid van de voorspelling van de effecten in latere jaren van winning en van de verwachte levensduur van de geul is hierbij gebaat.

7 Literatuur

Boderie, P.M.A., M. Genseberger (2010). Modelstudie geleidestructuren : bepaling locatie en omvang. Deltares rapport 1201198.

Boderie, P.M.A., T. van Kessel, M. Genseberger (2010). Aanslibgedrag vaargeul Amsterdam-Lelystad. Deltares rapport 1202714.

De Lucas Pardo, M. (2013). Fine sediment Dynamics in Markermeer. PhD-thesis Delft University of Technology. Delft, the Netherlands (*in prep.*).

Duin, E.H.S. van (1992). Sediment transport, light and algal growth in the Markermeer. A two-dimensional water quality model for a shallow lake. Dissertatie Landbouwniversiteit Wageningen.

Kessel, T. van, G. de Boer, P. Boderie (2009). Calibration suspended sediment model Markermeer. Deltares report 1200148.

Ledden, M. van, G.W.R. Gerrits, T. van Kessel en E. Mosselman (2006). Verdiepingsslag en maatregelen slibproblematiek Markermeer. Analyse kennisleemten en inventarisatie maatregelen. Royal Haskoning en WL Delft Hydraulics rapport 9R3456.A0.

Oude Essink G., J. Delsman, W. Borren, R. Stuurman, J. Verkaik (2010). Veranderingen in het grondwatersysteem van het Markermeergebied. Deltares rapport 1202830. Rapportage DC project Wetlands in het IJsselmeergebied.

Vijverberg, T. (2008). Mud dynamics in the Markermeer. Silt traps as a mitigation measure for turbidity. Afstudeerscriptie TU Delft.

Witteveen & Bos, 2004. Quick-scan slibproblematiek Markermeer en Eem- en Gooimeer. Deel 1: samenvattende rapportage (RW1390-1/beem5/001) & Deel 2: Achtergronddocument (RW1390-1/beem5/002).

Bijlage 8

Methoden reconstructie aantallen watervogels Zuidelijk Markermeer

Methoden reconstructie aantallen watervogels Zuidelijk Markermeer

Selectie soorten en periode

Op basis van maandelijkse watervogeltellingen van IJsselmeer en Markermeer vanuit het vliegtuig kan het ruimtegebruik van watervogels worden gereconstrueerd. De gegevens komen uit een grote database met 19 basissoorten (soorten die sinds 1980 geteld zijn) die in een vaste verdeling van ongeveer 180 telgebieden worden geteld. Dit zijn op alfabetische volgorde: aalscholver, brilduiker dwergmeeuw, fuut, grote mantelmeeuw, grote zaagbek, knobbelzwaan, kokmeeuw, kuifeend, meerkoet, middelste zaagbek, nonnetje, smient, stormmeeuw, tafeleend, topper, visdief, zilvermeeuw, zwarte stern. Alle overige soorten zijn vanaf begin jaren negentig geteld en zijn opgeslagen in een aparte dataset.

Voor het huidige ruimtegebruik door watervogels in het zuidelijk Markermeer is uit het bestand van de basissoorten (aalscholver, kuifeend, meerkoet, nonnetje, smient, tafeleend, topper, visdief, zwarte stern) en uit het bestand van de overige soorten een selectie genomen van 5 seizoenen, te weten de maandelijkse tellingen van de periode juli 2007 tot en met juni 2012 (60 tellingen).

Gebieden

Het IJsselmeer en Markermeer is opgedeeld in totaal 180 telgebieden die onderverdeeld zijn in oevertrajecten (teltraject 1-74 voor IJsselmeer en teltraject 75-153 voor Markermeer) en in tellingen van open water, te weten de lussen (teltraject 160-171 voor IJsselmeer en teltraject 172-180 voor Markermeer). In figuur 1 zijn de telgebieden weergegeven die gebruikt zijn voor de reconstructie van de aantallen in het zuidelijk Markermeer.



Figuur 1. Ligging van oevertrajecten (100-145) en lussen (176-noord, 178-zuid en 179-oost) van de maandelijkse vogeltellingen per vliegtuig in het zuidelijk Markermeer.

Open water

De watervogels in de oeverzone worden integraal geteld. Met teltrajecten van open water, de zogenaamde lussen, wordt een representatief deel van het open water systematisch geteld, zodat dichtheden per soort worden vastgesteld. De teltrajecten van de lussen zijn zo gekozen dat in alle delen van het open water van IJsselmeer en Markermeer een zo representatief mogelijk beeld van aantal en verspreiding van watervogels op open water van beide meren gegeven kan worden. Per lus wordt gedurende c. 3 minuten (het aantal seconden wordt exact geklokt) in een vaste kijkhoek een bepaalde representatieve oppervlakte bekeken. Met kijkhoek, vlieghoogte, vliegsnelheid en lusduur van de lus kan de getelde oppervlakte worden bepaald. De uit de lus bepaalde vogeldichtheid kan op die manier omgerekend worden naar een totaal aantal vogels voor betreffend corresponderend deelgebied van het open water waarmee een schatting is gemaakt van de totale populatie per meer. Omdat een deel van de watervogelsoorten (o.a. viseters) voornamelijk op open water verblijft zijn deze bijschattingen uit de lussen cruciaal om de grootte van de populatie te kunnen bepalen. Deze schattingen van de dichtheid zijn gemaakt voor Brilduiker, Dwergmeeuw, Fuut, Grote Zaagbek, Meerkoet, Nonnetje, Topper, Visdief en Zwarte Stern (en nog een aantal niet N2000-soorten). De overige soorten (zoals sociaal foeragerende Aalscholvers) zijn grotendeels dekkend geteld tijdens de tellingen van de lussen op open water.

In de periode juli 2007 t/m juni 2012 zijn er in januari nooit lussen gevlogen. Hierdoor zijn er geen schattingen van de dichtheid op open water voor januari. Dat geeft niet voor soorten als Visdief en Zwarte Stern want die overwinteren in Afrika. Voor een soort als de Fuut maakt dat wel uit omdat Futen in de winter juist geconcentreerder op open water verblijven dan in de zomer. Waarschijnlijk ligt de dichtheid van futen in januari rond de 2-5 vogels per 100 ha op het open water van gebied 178 en 179. In de periode juli 2007 t/m juni 2012 is er in februari twee keer een lus gevlogen. De gemiddelde dichtheid van watervogels in februari berust dus op slechts twee tellingen.

Binnendijkse verblijvende vogels

Binnendijks aanwezige vogels worden meegeteld als ze behoren bij de populatie vogels die om te foerageren, broeden of rusten van IJsselmeer of Markermeer gebruik maken. Dat gaat bijvoorbeeld om rustende kokmeeuwen op de dijk, broedende aalscholvers in binnendijks gelegen kolonies of foeragerende Smienten op binnendijks grasland. In het gebied tussen Hoorn en Amsterdam gaat het overdag om foeragerende Smienten op binnendijks grasland en om duikeenden die overdag in binnendijks gelegen wateren rusten om van daaruit nachtelijk te kunnen foerageren in de foerageergebieden van het Markermeer (Kuifeend, Tafeleend, Meerkoet). Verder verblijven kleine aantallen Aalscholvers en Krakeenden in binnendijkse gebieden. Van de Krakeenden is het onduidelijk in hoeverre de dieren die binnendijks verblijven, werkelijk bij het Markermeer horen. De gemiddelde aantallen vogels zijn per telgebied voor binnendijks als buitendijks gebied weergegeven in bijgeleverde tabellen.

Vogel achter schepen en boten

Vogels bij schepen of vissersboten (visetende soorten) zijn bij betreffend oevertraject (buitendijks) opgeteld of bij het aantal van de lus als de schepen/boten op open water navigeerden. Deze zijn niet in de berekening van de dichtheid op open water meegenomen maar bij het totale omgerekende aantal op open water opgeteld.

Broedvogels

Aalscholvers die in de broedperiode in het zuidelijk Markermeer rusten en foerageren broeden in binnendijkse gebieden. Vissdieven broeden wel in het gebied zelf, namelijk op de Hoeckelingsdam in telgebied 122. Zowel Aalscholver als Vissdief foerageren op open water waarop ze in de broedperiode vanuit de broedkolonies opereren. Een deel van de vogels die overdag in kolonies verblijven zullen tijdens de tellingen op open water van IJsselmeer en Markermeer onopgemerkt blijven omdat maar een deel van de broedvogels tijdens de tellingen om te vissen op open water van IJsselmeer en Markermeer aanwezig is. De vogels pendelen vanuit de broedkolonies heen en weer, vooral in de jongentijd. Hierdoor is een telling een momentopname en geeft het niet goed weer hoeveel dieren er op een dag van betreffende foerageergebieden gebruik maken. Een deel van de foeragerende vogels rust bovendien in de rustgebieden uit de oeverzones waardoor ook daar de getelde aantallen in sommige gevallen maar een deel van het aantal weergeeft dat er op een dag werkelijk rust en verblijft.

Bijlage 9

Aantallen watervogels langs de oever en op het open water ter hoogte van ontgraving en overzichtskaart telgebieden

Bijlage 9.1

Gemiddelde aantallen watervogels per maand (juli 2007 tot en met juni 2012) langs de kust in het zuidelijk deel van het Markermeer (bron van Rijn, 2015). NH1=teltraject 100-103, Gouwzee=teltraject 104-112, NH2=teltraject113-114, IJ-meer= teltraject115-139, Flevoland=teltraject 140-145.

SOORT		jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun
Aalscholver	NH1	1,4	1,0	1,0	0,2	1,0	0,2	0,0	0,7	0,0	210,2	0,2	0,6
Aalscholver	Gouwzee	0,2	0,0	0,0	1,4	50,6	4,0	40,0	27,7	2,4	56,8	1,8	2,0
Aalscholver	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	32,0	0,2	0,0
Aalscholver	IJmeer	577,6	154,2	156,2	63,6	90,0	81,6	135,5	68,3	32,4	128,6	492,8	119,0
Aalscholver	Flevoland	1673,0	642,2	78,0	64,4	4,8	2,8	22,0	222,3	692,8	1565,2	1762,0	1386,8
Brilduiker	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,5	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Brilduiker	Gouwzee	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	57,8	25,5	171,7	14,8	0,0	0,0	0,0
Brilduiker	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Brilduiker	IJmeer	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	55,6	20,5	217,3	32,0	0,0	0,0	0,0
Brilduiker	Flevoland	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	7,8	0,0	2,7	14,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	Gouwzee	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	IJmeer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	Flevoland	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fuut	NH	1,2	0,8	2,4	2,2	2,4	2,4	1,0	0,0	4,2	2,4	3,6	1,6
Fuut	Gouwzee	11,8	9,2	36,0	43,0	51,2	3,8	9,5	12,7	11,2	11,0	13,8	10,4
Fuut	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	1,8	0,0
Fuut	IJmeer	16,4	40,6	45,2	49,2	42,4	33,8	16,5	36,3	76,2	86,0	116,4	44,8
Fuut	Flevoland	18,8	14,2	29,4	21,4	37,8	11,4	6,0	15,0	57,0	44,0	36,8	18,2
Grote Zaagbek	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Grote Zaagbek	Gouwzee	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	11,0	0,7	1,6	0,0	0,0	0,0
Grote Zaagbek	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grote Zaagbek	IJmeer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	16,0	2,4	0,0	0,0	0,0
Grote Zaagbek	Flevoland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0	7,0	3,4	0,0	0,0	0,0
Kuifeend	NH2	0,0	0,0	0,0	29,4	146,0	85,2	87,5	116,7	63,6	6,0	0,0	0,4
Kuifeend	Gouwzee	9,2	226,0	10000,0	22336,0	23139,0	3513,0	10137,5	4784,0	1062,6	342,2	5,4	0,0
Kuifeend	NH1	0,0	6,4	310,0	0,0	25,0	58,0	170,0	56,7	71,6	17,8	0,0	0,0
Kuifeend	IJmeer	124,6	487,6	1513,0	4532,6	7002,0	9998,0	8981,0	4230,3	1870,8	204,0	38,2	40,4
Kuifeend	Flevoland	375,6	555,0	477,8	2146,6	2115,6	3469,0	4013,5	3303,3	1890,2	537,2	66,2	137,2
Meerkoet	NH2	11,4	8,8	14,4	80,2	100,0	95,8	121,5	31,7	15,4	4,6	0,6	2,8
Meerkoet	Gouwzee	316,6	1645,0	9033,6	22755,0	12191,8	566,0	910,0	16,7	65,4	51,4	11,8	22,2
Meerkoet	NH1	4,6	12,0	70,0	0,0	71,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,0
Meerkoet	IJmeer	783,8	1631,0	3103,8	6286,4	5191,8	1343,2	1977,0	219,0	128,0	56,8	23,6	185,2
Meerkoet	Flevoland	870,6	647,0	291,2	514,8	291,8	330,2	74,5	23,3	32,6	81,8	51,6	413,6
Nonnetje	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	Gouwzee	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	27,5	29,3	0,4	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	IJmeer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,2	19,0	0,7	1,6	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	Flevoland	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	8,6	0,0	27,0	16,2	0,4	0,0	0,0
Smient	NH2	0,0	0,0	0,0	208,0	371,0	1848,0	1440,0	2823,3	650,0	0,0	0,0	0,0
Smient	Gouwzee	0,0	2,0	116,0	185,0	3487,0	5340,0	2997,5	9293,0	2663,0	0,0	0,0	0,0
Smient	NH	0,0	0,0	20,0	40,0	239,0	615,0	82,5	411,7	140,6	0,0	0,0	0,0
Smient	IJmeer	0,0	0,0	64,4	621,0	3187,0	5379,0	5072,5	2230,0	2473,0	7,0	0,0	0,0
Smient	Flevoland	0,0	0,0	8,0	6,0	80,0	326,8	0,0	51,7	97,0	6,0	0,0	0,0
Tafeleend	NH1	0,0	0,0	0,0	0,8	6,4	0,0	40,0	56,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Tafeleend	Gouwzee	6,0	22,0	3716,0	10436,6	11432,0	4436,0	2002,5	255,0	66,0	6,4	2,4	0,0
Tafeleend	NH2	0,0	0,0	60,0	303,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tafeleend	IJmeer	25,4	18,0	325,0	2888,0	2411,4	969,6	1334,5	119,0	96,2	9,2	1,6	9,6
Tafeleend	Flevoland	262,4	250,0	1889,4	1323,0	1613,2	302,8	262,5	88,3	30,8	30,8	6,6	74,0

Bijlage 9 : Aantallen watervogels langs de oever en op het open water ter hoogte van ontgraving en overzichtskaart telgebieden (Vervolg 2)

Topper	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	Gouwzee	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	IJmeer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	Flevoland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
Visdief	NH1	0,2	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,4	0,0
Visdief	Gouwzee	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	1,0
Visdief	NH2	1,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
Visdief	IJmeer	112,0	16,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,2	308,8	298,0
Visdief	Flevoland	17,6	31,4	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	13,2	3,6
Zwarte Stern	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte Stern	Gouwzee	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte Stern	NH2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte Stern	IJmeer	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte Stern	Flevoland	0,4	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandgans	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	0,0	0,0	1166,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandgans	Gouwzee	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	110,0	525,0	1603,3	500,0	12,4	0,0	0,0
Brandgans	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	225,0	180,0	383,3	53,0	46,0	0,0	0,0
Brandgans	IJmeer	60,0	7,2	0,0	203,6	238,0	1318,0	1347,5	2194,3	1874,0	680,0	84,4	75,2
Brandgans	Flevoland	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	56,0	50,0	585,0	44,0	420,0	0,0	3,0
Grauwe Gans	NH1	4,6	25,0	118,0	147,0	64,6	27,0	19,0	138,3	76,0	64,0	11,4	9,0
Grauwe Gans	Gouwzee	346,2	157,0	192,6	512,0	193,8	145,4	69,0	478,0	233,4	592,4	1216,8	1872,0
Grauwe Gans	NH2	20,4	39,0	21,0	12,0	29,2	16,0	7,5	30,0	10,8	49,2	146,6	51,0
Grauwe Gans	IJmeer	595,4	540,2	874,4	594,6	595,0	273,8	448,5	901,0	517,8	1430,8	1243,2	2380,0
Grauwe Gans	Flevoland	217,2	319,0	228,4	184,8	498,8	40,6	124,5	413,0	135,4	294,8	413,2	926,6
Krakeend	NH1	0,4	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,0
Krakeend	Gouwzee	7,0	7,0	25,0	31,0	7,2	1,2	32,5	26,7	7,4	2,0	2,6	0,8
Krakeend	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
Krakeend	IJmeer	48,8	84,2	106,0	169,8	88,0	30,4	48,0	18,3	36,4	9,6	30,6	71,4
Krakeend	Flevoland	655,0	462,0	326,6	45,6	34,2	106,4	7,5	39,7	40,8	37,8	62,4	403,6
Krooneend	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Krooneend	Gouwzee	0,0	0,0	10,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Krooneend	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Krooneend	IJmeer	15,8	0,0	4,0	3,2	0,6	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	3,8
Krooneend	Flevoland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepelaar	NH1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepelaar	Gouwzee	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Lepelaar	NH2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Lepelaar	IJmeer	12,8	31,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,4	0,4	1,8
Lepelaar	Flevoland	12,4	1,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,8	5,8	5,0

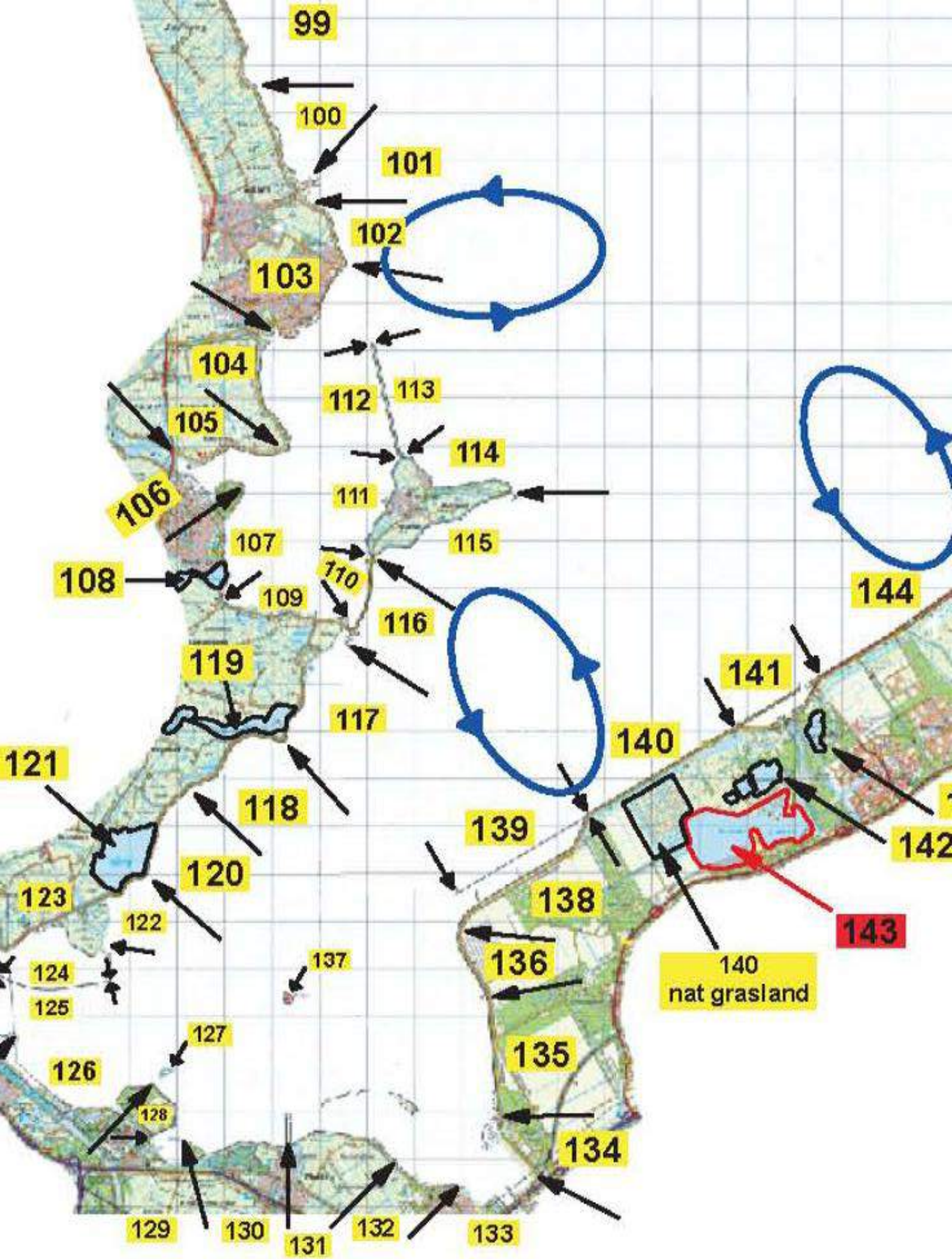
Bijlage 9.2

Gemiddelde aantallen watervogels (juli 2007 tot en met juni 2012) op het open water in het zuidelijk deel van het Markermeer (bron van Rijn, 2015)

soort	gebied	eenheid	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun
Brilduiker	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
Brilduiker	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brilduiker	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dwergmeeuw	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	5,3	1,1	0,8		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fuut	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5		0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Fuut	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,0		1,9	2,5	1,5	0,0	0,0
Fuut	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0		16,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Grote Zaag-bek	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Grote Zaag-bek	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grote Zaag-bek	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Meerkoet	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Meerkoet	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Meerkoet	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nonnetje	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	176	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	178	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Topper	179	aantal/100 ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Visdief	176	aantal/100 ha	2,3	2,3	1,9	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	3,5	0,8
Visdief	178	aantal/100 ha	6,5	7,0	12,2	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	2,2	12,5	7,6
Visdief	179	aantal/100 ha	5,7	32,0	3,8	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	2,2	9,5	7,0
Zwarte Stern	176	aantal/100 ha	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte Stern	178	aantal/100 ha	0,0	3,3	6,2	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte Stern	179	aantal/100 ha	0,0	1,1	15,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aalscholver	176	totaal aantal	161,0	0,2	3,0	0,0	0,0	0,0		33,3	56,0	102,0	0,0	0,0
Aalscholver	178	totaal aantal	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,6	526,0	6,2	6,0
Aalscholver	179	totaal aantal	0,0	183,0	0,0	360,0	0,0	0,0		50,0	72,0	0,2	5,0	90,0
Kuifeend	176	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kuifeend	178	totaal aantal	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kuifeend	179	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Smient	176	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	125,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Smient	178	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Smient	179	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tafeleend	176	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tafeleend	178	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tafeleend	179	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Bijlage 9 : Aantallen watervogels langs de oever en op het open water ter hoogte van ontgronding en overzichtskaart
telgebieden (Vervolg 4)

Grauwe Gans	176	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grauwe Gans	178	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
Grauwe Gans	179	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Lepelaar	176	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepelaar	178	totaal aantal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepelaar	179	totaal aantal	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0

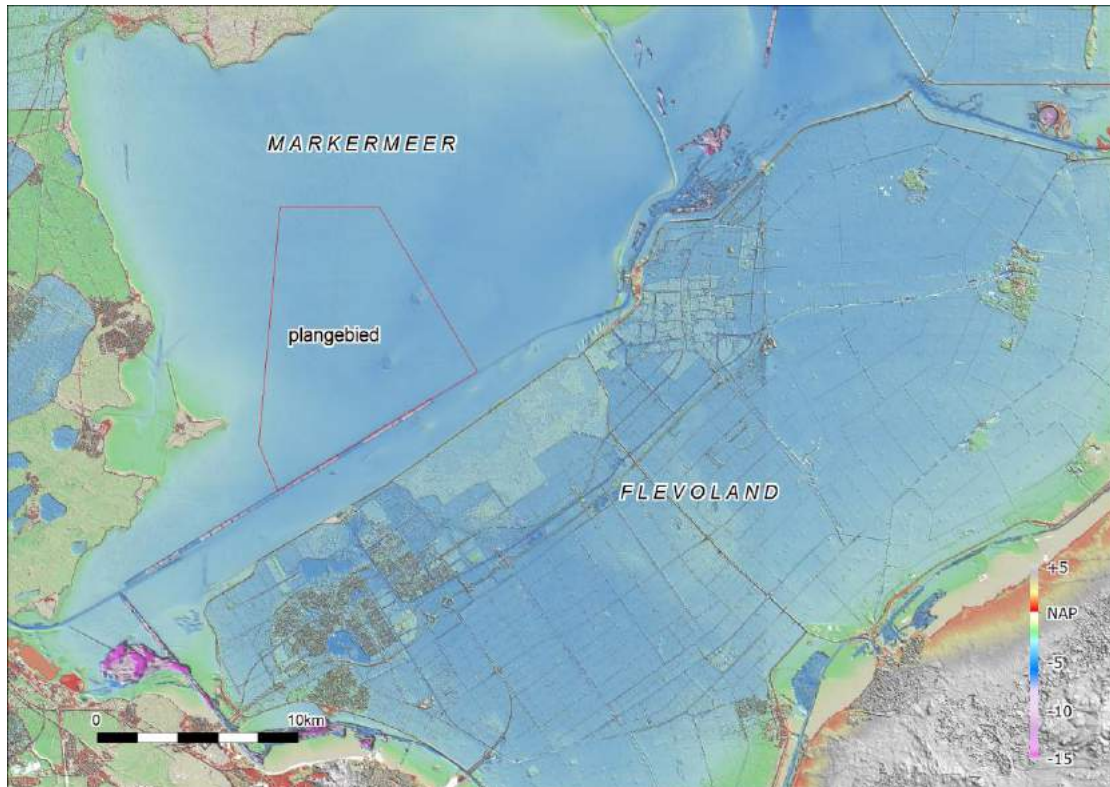


Bijlage IX

Rapportage archeologisch onderzoek Periplus

Bureauonderzoek

Markerzand, Markermeer



Periplus Archeomare rapport 13A001-01

Auteurs:

S. van den Brenk

R. van Lil

L.A. Muis

In opdracht van:

MARKERZAND

Markerzand v.o.f.

Document controle	
Revisie	2.0 (definitief)
Datum	20-01-2014
Periplus Archeomare referentie	13A001-01
Klant (project) referentie	Markerzand

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 13-A001-01

Bureauonderzoek project Markerzand

Auteurs: S. van den Brenk, R. van Lil en L.A. Muis

In opdracht van: Markerzand v.o.f.

Contactpersoon: J. van der Walle, Mineralis

© Periplus Archeomare, december 2013

Foto's en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers. Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISBN 978-90-78944-87-4

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Definitief	RvL/LM/SvdB	BvM	BvM	20-01-2014
1.1	Tweede concept	RvL/LM/SvdB	SvdB	BvM	15-11-2013
1.0	Concept	RvL/LM/SvdB	SvdB	BvM	30-10-2013

Autorisatie:



B.E.J.M. van Mierlo

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
Samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1. Achtergrond.....	6
1.2. Doelstelling en onderzoeksvragen	6
2. Methoden	7
2.1. Bronnen.....	7
3. Resultaten	9
3.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb).....	9
3.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)	10
3.3. Beschrijving van aardwetenschappelijke gegevens (LS04wb)	11
3.4. Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb).....	23
3.5. Beschrijving van bekende archeologische waarden (LS04wb)	29
3.6. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)	37
4. Conclusies	40
5. Advies	43
Lijst met afbeeldingen	44
Lijst met tabellen	44
Afkortingen en woordenlijst	45
Referenties	46

Bijlage 1. Fasering archeologisch onderzoek waterbodems

Bijlage 2. Protocol KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) Waterbodems v. 3.1

Bijlage 3. CD met rapportage digitaal

Tabel 1. Archeologische perioden

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd	1500	na Chr.	-	heden	
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Provincie:	Flevoland
Gemeente:	Almere en Lelystad
Plaats:	Markermeer
Toponiem:	Markerzand
Kadastrale gegevens:	nvt
Kaartblad:	20W, 26W
Centrumcoördinaten RD	145097, 507822
Hoekpunten RD	140700, 507822 145649, 507822 150560, 499630 140595, 493655 139634, 495990
Oppervlakte onderzoeksgebied	9747 hectare (97 km ²)
Waterbeheerder	Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
Waterkundige gegevens	Markermeer, zoet water reservoir, recreatief natuurgebied
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat (RWS) en Gemeenten Almere en Lelystad
Adviesorgaan bevoegd gezag Rijkswaterstaat:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Deskundige namens adviesorgaan:	mw. M.C. Houkes
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):	58621
Periplus-projectcode:	13A001-01
Periode van uitvoering:	oktober 2013 - januari 2014
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare, Amsterdam

Samenvatting

In opdracht van Markerzand v.o.f. heeft Periplus Archeomare B.V. een bureauonderzoek uitgevoerd voor een plangebied ten behoeve van zandwinning in het Markermeer.

Het bureauonderzoek is uitgevoerd om te bepalen of toekomstige ontwikkelingen een bedreiging kunnen vormen voor archeologische waarden. Dit onderzoek is verplicht in het kader van de Monumentenwet (21 december 2007), voortgekomen uit het Verdrag van Malta (1992).

Doel van het bureauonderzoek is het verwerven van informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen de omschreven gebieden, zodat de archeologische verwachting voor het plangebied kan worden gespecificeerd.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat op drie verschillende niveaus in de ondergrond archeologische waarden verwacht kunnen worden. Samenvattend zijn in het gehele plangebied de volgende vondstcategorïën te verwachten:

Cat.	Vondsten	Hoogte (m NAP)	Lithostratigrafisch niveau	Archeologisch niveau
0	Midden paleolithische artefacten (verspoeld)	< -42	FM van Sterksel & FM van Urk	Fuviatische afzettingen: grind, zand en klei
1	Laat paleolithische artefacten	-18	FM van Kreftenheye	Grofzandige en grindige rivierafzettingen met plaatselijk een leemlaag aan de top.
2	Laat paleolithische en mesolithische jachtkampen	-9 tot -16	LP van Wierden LP van Delwijnen	Eolische afzettingen uit het Late Dryas. Archeologisch kansrijk zijn: - dekzandkopjes of rivierduinen met intacte (podzol)bodem en/of - afgedekte paleosols (Laag van Usselo) en desert pavements
3	Mesolithische jachtkampen	-8 tot -13	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen – Bewonings-niveaus bevinden zich binnen dit pakket op oeverafzettingen van kreken en prielen
	Seizoensnederzettingen Swifterbantcultuur	-5 tot -10	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van kreken en prielen
4	Vondsten gerelateerd aan scheepvaart	-4 tot -6	LP van Walcheren Hollandveen LP	Gehele opeenvolging
5	Vliegtuigwrakken WOII	maaiveld tot -9	LP van Walcheren HP Laagpakket	Zware vliegtuigonderdelen meters diep door grote impact. Lichte onderdelen verspreid over het gebied

Geadviseerd wordt om de aanwezigheid van scheepswrakken, scheepvaartgerelateerde vondsten en vliegtuigwrakken in het plangebied te onderzoeken met behulp van hoge resolutie *side scan sonar*. Gelijktijdig met de *sonar*-opnamen kunnen met een *magnetometer* magnetische anomalieën in kaart gebracht. Metalen objecten in de bodem, zoals conventionele explosieven en metalen wrakdelen, kunnen hiermee worden opgespoord. Daarnaast worden alle andere mogelijk aanwezige objecten die baggerobstakels kunnen vormen in kaart gebracht.

Als in het kader van de zandwinning een geologisch booronderzoek is gepland, verdient het aanbeveling om deze boringen uit te voeren in aanwezigheid van een KNA-prospecteur of Fysisch geograaf. Op basis van het boorkernenonderzoek kan het plangebied worden verdeeld in zones met een hoge, middelhoge en lage trefkans op het voorkomen van prehistorische bewoningsresten.

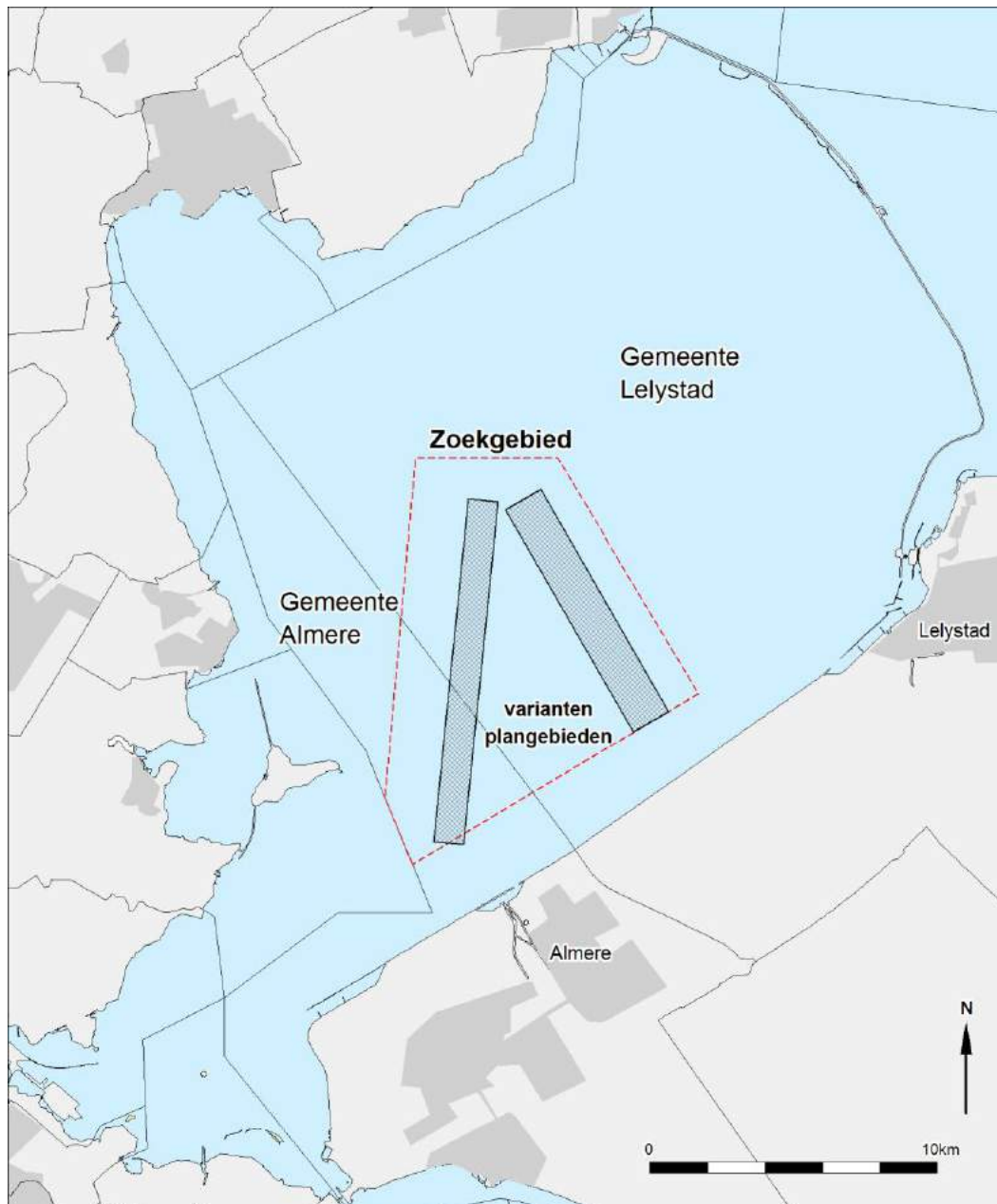
Als geen geologisch booronderzoek gepland is, wordt aanbevolen om de morfologie van het *Pleistocene* landschap en de *Holocene* seismostratigrafie te inventariseren met behulp van een *subbottom profiler*. De uitkomsten van dit onderzoek vormen de basis voor de vaststelling van de noodzaak en vorm van eventueel

vervolgonderzoek naar prehistorische bewoningsresten. Een vervolgonderzoek kan bijvoorbeeld bestaan uit een verkennend archeologisch booronderzoek op locaties die archeologisch kansrijk worden geacht.

In zijn algemeenheid geldt dat toevalsvondsten waarvan vermoed kan worden dat zij van archeologische waarde zijn of kunnen zijn, conform de Monumentenwet gemeld dienen te worden aan de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

1. Inleiding

In opdracht van Markerzand v.o.f. heeft Periplus Archeomare B.V. een bureauonderzoek uitgevoerd voor een plangebied in het Markermeer, zie afbeelding 1. Het plangebied valt grotendeels in de gemeente Lelystad, en voor een deel in de gemeente Almere, provincie Flevoland.



Afbeelding 1. Ligging van het plangebied

Het bureauonderzoek is uitgevoerd om te bepalen of toekomstige ontwikkelingen een bedreiging kunnen vormen voor archeologische waarden. Dit onderzoek is verplicht in het kader van de Monumentenwet, voortgekomen uit het Verdrag van Malta (1992).¹

¹ KNA 3.1 (protocollen waterbodems).

1.1. Achtergrond

Markerzand v.o.f. bestaat uit de bedrijven Van Oord Nederland, Mineralis en De Vries & van de Wiel. Markerzand v.o.f. wil zand winnen en een diepe slibvangput aanleggen in het Markermeer. Het zand is voor de zandmarkt in de periode 2014 tot 2045 voor bijvoorbeeld woningbouw in Almere en de overige delen van de noordelijke Randstad. De vrijkomende bovengrond kan nuttig worden toegepast in natuurbouwprojecten, zoals bijvoorbeeld het oermoeras aan de Houtribdijk en civieltechnische projecten zoals bijvoorbeeld vooroevers voor dijken. De diepe slibvangput heeft tot doel de ecologische kwaliteit van het water van het Markermeer te verbeteren.

Het definitieve plangebied is nog niet bekend; op dit moment bestaan twee varianten (oost en west). Voor het onderhavig onderzoek is daarom de definitie van het zoekgebied gebruikt waarbinnen beide varianten liggen.

De ontgroning zal plaatsvinden over een oppervlakte van maximaal 420 hectare en tot een diepte van 60 meter ten opzichte van NAP. Om eventuele scheeps- of vliegtuigwrakken en andere archeologische objecten of niet-gesprongen explosieven (NGE) te kunnen vermijden, wordt in het MER uitgegaan van een plangebied dat driemaal zo breed is als de geplande ontgroning. De daadwerkelijk breedte van de ontgroning zal 300 tot 500 meter zijn. Aan de hand van de onderzoeksresultaten van de aspecten archeologie en NGE wordt de exacte locatie van de ontgroning binnen het plangebied vastgelegd. Er is dus enige speelruimte om bijvoorbeeld te vermijden dat de omtrek van de ontgroning over belangrijke scheepswrakken valt.²

Informatie over de aanwezigheid van bekende of verwachte archeologische waarden worden dus meegewogen in de besluitvorming omtrent de definitieve keuze van het plangebied.

1.2. Doelstelling en onderzoeksvragen

Doel van het bureauonderzoek is het verwerven van informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen het omschreven gebied, zodat de archeologische verwachting voor het betreffende gebied kan worden gespecificeerd.

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- Zijn er (aanwijzingen voor) archeologische en historische waarden in het plangebied aanwezig?
- Zo ja, wat is naar verwachting de omvang, ligging, aard en datering hiervan?
- Welke vorm van nader onderzoek wordt geadviseerd om deze mogelijke archeologische en historische waarden nader te onderzoeken om te komen tot een eventueel nader onderwateronderzoek?

Het bureauonderzoek is uitgevoerd in oktober 2013 door: S. van den Brenk en R. van Lil (senior prospector waterbodems) en L.A. Muis (KNA archeoloog waterbodems i.o.) van Periplus Archeomare.

² LPB Sight, notitie over de inhoud van het milieueffectrapport.

2. Methoden

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 3.1). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Het bureauonderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

Het bureauonderzoek bestaat uit zes onderdelen (specificaties LS01wb t/m LS06wb). In de eerste vier onderdelen zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik
- Beschrijving van de huidige situatie
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 4. Het bureauonderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5. *Schuingedrukte* woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 45.

2.1. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- ARCHIS, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;
- Actueel Dieptebestand IJsselmeergebied, Meet- en informatiedienst, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied;
- Boorgegevens RIJP (voormalige Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders);
- Geologische en Bodemkundige atlas van het Markermeer;
- Objectendatabase Periplus Archeomare;
- Wrakkenregister Hydrografische Dienst Koninklijke Marine;
- (Vliegtuig)wrakkenregister Rijkswaterstaat IJsselmeergebied;
- Wrakkenregister Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water (LWAOOW);
- Wetenschappelijke literatuur;
- Wetenschappelijke kaarten (TNO | Geologische Dienst van Nederland);
- Diverse bronnen Internet;
- Historisch kaartmateriaal.

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur: zie referenties op pagina 46 en 47.

3. Resultaten

3.1. *Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)*

Het plangebied ligt in het Markermeer en maakt deel uit van de gemeenten Lelystad en Almere (provincie Flevoland). De begrenzing van het plangebied is weergegeven in afbeelding 1. De oppervlakte van het plangebied bedraagt ca 98 km².

De begrenzing van het plangebied wordt gevormd door de coördinaten:

X 140700, Y 507822

X 145649, Y 507822

X 150560, Y 499630

X 140595, Y 493655

X 139634, Y 495990

Voor het Markermeer (en het IJmeer) wordt door een samenwerkingsverband van het Rijk en provinciale en gemeentelijke overheden een 'Toekomstbeeld Markermeer en IJmeer', kortweg TMIJ, opgesteld. Aanleiding voor de formulering van het TMIJ is enerzijds de constatering dat natuur in het IJsselmeergebied er niet goed voor staat en anderzijds dat de stedelijke druk op het gebied toeneemt. In het TMIJ wordt daarom vastgelegd welke ontwikkelingen wel en welke niet kunnen plaatsvinden.³

Een van de doelen is het gebied ecologisch toekomstbestendig te maken. Om dit doel te bereiken zullen de volgende maatregelen worden genomen:

- bestrijding van het slibprobleem
- realisering van een seizoensgebonden peilbeheer
- de aanleg van een grootschalig moeras
- de aanleg van land-waterovergangen

Een van de mogelijke oplossingen voor de bestrijding van het slibprobleem is de aanleg van diepe slibvangputten. Na ontgroning en zandwinning blijft een slibvangput over. Dankzij de lengte, het volume en de locatie van de put zal de slibvang op natuurlijke wijze een aanzienlijke hoeveelheid circulerend slib afvangen uit het water van het Markermeer. Mettertijd zal de slibproblematiek in het Markermeer hierdoor afnemen, het slib wordt permanent onttrokken uit het watersysteem en het water zal helderder worden.⁴

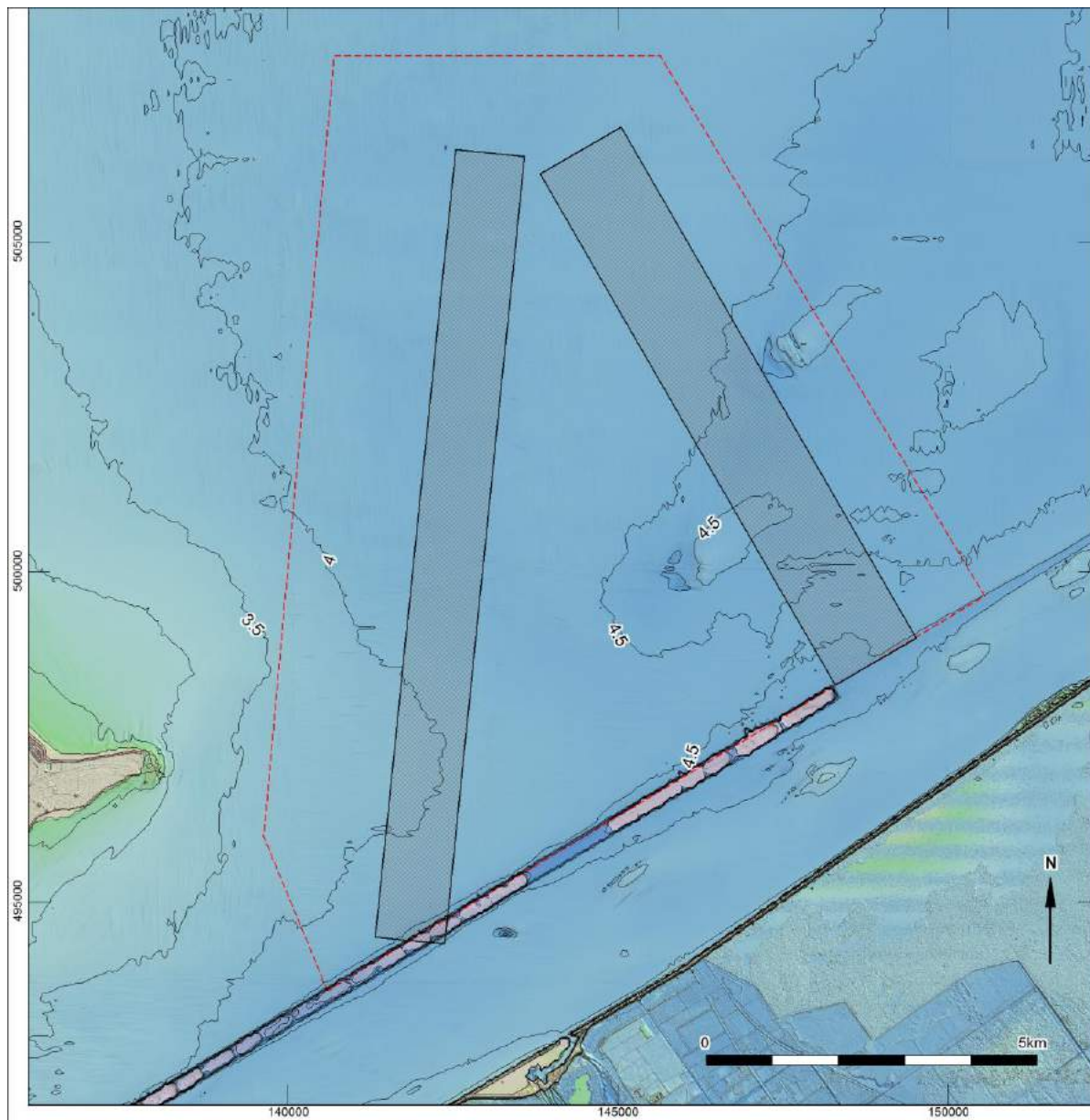
³ <http://www.markermeerijmeer.nl/>.

⁴ LPB Sigt, notitie over de inhoud van het milieueffectrapport.

3.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

Het Markermeer heeft verschillende functies. Het Markermeer vormt een buffer voor drinkwater en water voor de landbouw en de industrie. Daarnaast wordt het Markermeer gebruikt voor de scheepvaart en recreatie en heeft het meer een grote natuurwaarde.

De onderstaande afbeelding toont een model van de diepteligging van de waterbodem en het omliggende land, gebaseerd op de meest recente lodings-gegevens van het IJsselmeergebied (*singlebeam*-lodingen 2012)⁵ en het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).



Afbeelding 2. Kleurendieptekaart op basis van het Actueel Dieptebestand Markermeer 2012 en het AHN

De diepte van de waterbodem in het plangebied bedraagt maximaal -9 meter ten opzichte van NAP (aan de zuidelijke rand van het gebied in de vaargeul) en heeft een gemiddelde diepte van 4,30 meter. De variatie in diepte is minimaal. In het zuiden wordt het gebied begrensd door de VAL (Vaarweg Amsterdam Lemmer).

⁵ Bron: 20x20 meter grid Meet- en Informatiedienst Rijkswaterstaat IJsselmeergebied.

Tot de afsluiting van het IJsselmeer door de Afsluitdijk was in de toenmalige Zuiderzee sprake van een hoogdynamisch getijdenmilieu. Het getijdengebied werd gekenmerkt door diepe hoofdgeulen, vertakkingen uitlopend in prielen, en tussenliggende wadplaten. Na de afsluiting van de Zuiderzee is de morfologie van de waterbodembodem als het ware gefossiliseerd en tot op de dag van vandaag bewaard gebleven. Van erosie is op dit moment nauwelijks sprake; wel vindt sedimentatie plaats in de vorm van een mobiel organisch slib. Depressies in de waterbodembodem, zoals oude zandwinputten, zijn onder meer door dit lichte slib opgevuld.

3.3. Beschrijving van aardwetenschappelijke gegevens (LS04wb)

De tekst is gebaseerd op de toelichting van de Geologische en Bodemkundige atlas van het IJsselmeergebied.⁶ Verder zijn relevante publicaties en literatuur geraadpleegd voor de beschrijving van de wordingsgeschiedenis van het gebied.⁷

Algemeen

Het IJsselmeergebied maakt deel uit van een groot dalingsbekken, het Zuiderzeebekken, dat onderdeel is van het Noordzeebekken. Tijdens het *Kwartair* (2,6 miljoen jaar geleden tot nu) is het gebied gemiddeld 0,6 tot 1,7 cm per 100 jaar gedaald. Als gevolg van deze daling en de aanvoer van sediment door de Rijn zijn lagen zand en klei afgezet. In het IJsselmeergebied is de opeenvolging van *Kwartaire* afzettingen 300 tot 450 meter dik. Het *Kwartair* wordt onderverdeeld in het *Pleistoceen* en het *Holoceen*. Het *Pleistoceen* wordt gekenmerkt door het afwisselend optreden van ijstijden (glacialen) en relatief warme tussenijstijden (interglacialen). Het *Holoceen*, dat ongeveer 11.500 jaar geleden begon, wordt beschouwd als een tussenijstijd.

Tijdens de laatste ijstijd van het *Pleistoceen*, het *Weichselien* (110.000 tot 11.500 jaar geleden), lag de maximale uitbreiding van het landijs ten noorden van Nederland ter hoogte van Denemarken, Noord-Duitsland en Polen. In Nederland was de ondergrond vrijwel permanent bevroren en bestond de vegetatie uit een boomloze toendra. In de koudste periode van het *Weichselien* viel een groot deel van de Noordzee droog. Het zand van de zeebodem verstoof onder invloed van de sterke polaire winden. Over het huidige Nederland werd een laag goed gesorteerd fijn zand afgezet (dekzand). Het dekzand wordt gerekend tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Bostel.

Het *Weichselien* was geen aaneengesloten koude periode. De koude perioden (stadialen) overheersen, maar werden kortstondig afgewisseld door warmere perioden (interstadialen). De Rijn liep in het *Weichselien* via een noordelijke aftakking via het IJsseldal en vervolgens van oost naar west dwars door plangebied Markerzand naar het Noordzeegebied. Tijdens de glacialen had de rivier een zeer brede bedding en een vlechtend karakter. In de zomermaanden, als de temperatuur boven nul kwam, waren het debiet en de sedimentlast zeer groot. In de bedding van de rivier werd grof slecht gesorteerd zand en grind afgezet. Deze afzettingen vormen de Formatie van Kreftenheye, die (bijna) overal in de ondergrond van het plangebied voor komt.



Tijdens de warme interstadialen was er sprake van een sterke toename van flora en fauna. Plaatselijk werd door beken en rivierlopen klei of leem afgezet. Een belangrijk interstediaal is het Allerød (14.000 tot 13.000 jaar geleden). In de mineraalarme dekzandgronden traden processen van bodemvorming en bioturbatie op. De paleosol die tijdens het Allerød-interstediaal is gevormd is bekend als Laag van Usselo.

Afbeelding 3. Laag van Usselo aan de Kon. Wilhelminalaan te Naarden. (uit foto: S. Koopman)⁸

⁶ Menke en Lenselink 1992.

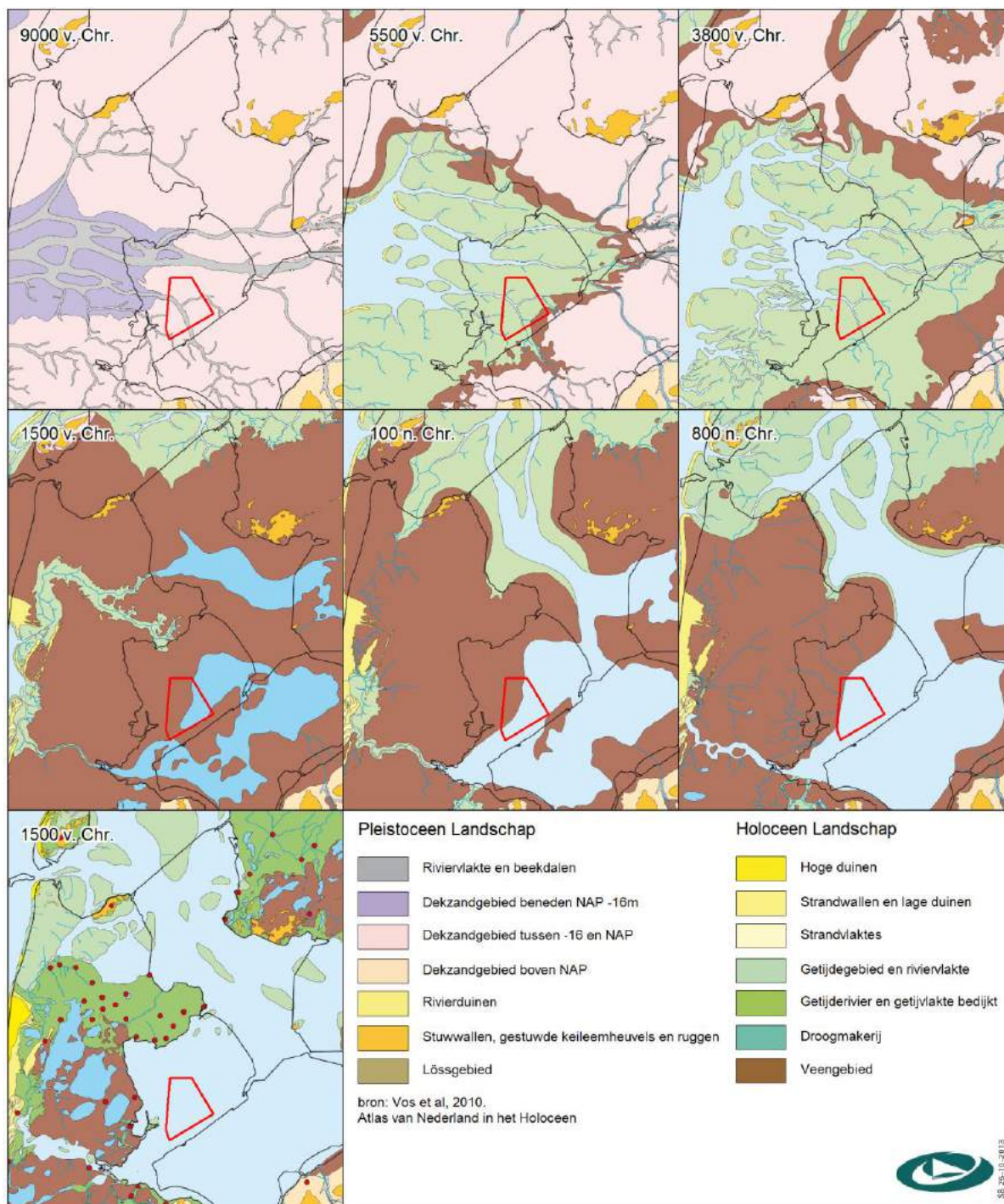
⁷ Carmiggelt en Van Ginkel 1995.

Het Allerød interstadiaal werd gevolgd door de laatste koude fase van het Weichselien, de Jonge Dryas (13.000 tot 11.500 jaar geleden). In deze eindfase van het Weichselien werd de Allerød-bodem die in de top van het dekzand tot ontwikkeling was gekomen afgedekt door een nieuwe laag dekzand. Door de geringe vegetatie had de wind vrij spel. De fijnere delen van het beddingzand werden door de polaire winden vanuit de bedding naar het terras verplaatst en daar, in de vorm van duinen, afgezet. De duinen, rivierduinen genoemd, behoren tot het Laagpakket van Delwijnen binnen de Formatie van Boxtel.

Het ontstaan van de Zuiderzee

De stijging van de temperatuur gedurende het *Holoceen* leidde tot het afsmelten van het landijs. Door het vrijkomende smeltwater steeg de zeespiegel en daarmee de grondwaterstand. De opwarming van het klimaat ging gepaard met een sterke ontwikkeling van vegetatie. Het dekzandoppervlak raakte bedekt met bos en in de mineraalarme dekzanden ontwikkelde zich op veel plaatsen een podzolbodem. In de lage delen ontstonden door de verslechterde afwatering en de continue grondwaterspiegelstijging veenmoerassen met riet en zegge als dominante soorten. De veenlaag verschoof vanuit de lagere delen in het westen steeds verder op naar de hogere delen in het oosten. Dit veen wordt het Basisveen Laag genoemd en wordt gerekend tot de Formatie van Nieuwkoop en is in vrijwel de gehele Markermeer, en ook in het plangebied, intact aanwezig. Rond 5500 v. Chr. (zie paleogeografische deelkaart in afbeelding 4) maakte het plangebied deel uit van een getijdengebied met kreken, wadden en kwelders, met langs de zuidoostelijke randzone kustveen. In het getijdengebied werden gelaagde en fijngelamineerde afzettingen van klei en zand afgezet. De mariene opeenvolging behoort tot het Laagpakket van Wormer binnen de Formatie van Naaldwijk.

⁸ Koopman en Cruysheer 2011.



Afbeelding 4. Paleogeografische ontwikkeling van Noord-Holland en het IJsselmeergebied

De deelkaartjes 5500 v.Chr. en 3800 v.Chr. geven een goed beeld van de landschappelijke constellatie ten tijde van de Swifterbantcultuur.

Tussen 3800 v. Chr. en 100 v. Chr. vindt in het Markermeer wederom op uitgebreide schaal afzetting van veen plaats. De vernatting en veenvorming worden veroorzaakt door de vorming van een dunne aaneengesloten strandwallengordel tussen Alkmaar en Beverwijk en de daarmee samenhangende stijging van het grondwaterpeil in het achterliggende gebied. De strandwallengordel langs de Hollandse kust wordt onderbroken tussen Alkmaar en Bergen, waar een grote getijdengeul zich vertakt in het getijdengebied van West-Friesland. Tussen Beverwijk en Velsen mondt de Oer-IJ uit in Zee. Vanuit het achterland wordt het veengebied gevoed met zoet water door de Vecht en de Eem. In het veengebied ontstaan door stagnering van het water kleine

meren die geleidelijk aaneengroeien. Dit beeld wordt geïllustreerd door deelkaartje 1500 v.Chr. Het merencomplex waaruit het Zuiderzeegebied rond het begin van de jaartelling bestond, wordt in de Romeinse bronnen het meer Flevo genoemd. De afvoer van onder meer Eemwater verliep mogelijk via het Oer-IJ. De Flevomeerafzettingen zijn geïllustreerd als separate lithostratigrafische eenheid: de Flevomeer Laag. Op basis van het hoge gehalte aan organische bestanddelen is de Flevomeer Laag ingedeeld bij de Formatie van Nieuwkoop. De ontwikkeling van de zoete binnenmeren naar de zoute binnensee hangt samen met twee processen.

In de Middeleeuwen treedt erosie op in het westelijke Waddengebied. Het Vlie slijt steeds verder waardoor de invloed van de zee in het huidige Markermeergebied toeneemt. Historische bronnen vanaf de 8^e eeuw n. Chr. verwijzen naar gebied als het 'Almere'. Geleidelijk erodeert het veengebied tussen de Wieringermeer/West Friesland en Gaasterland, zodat brakke omstandigheden ontstaan. Het sediment dat wordt afgezet bestaat uit een mengsel van humeuze, mariene kleien en verslagen veen en wordt gerekend tot de Laag van Almere, behorend bij het Laagpakket van Walcheren van de Formatie van Naaldwijk.

Door stormvloed in 12^e en 13^e eeuw, waaronder de Allerheiligenvloed in 1170 en de Sint Nicolaasvloed in 1196, ontstaat het Marsdiep. Parallel aan de toenemende invloed van de zee vanuit het Waddengebied stagneert de aanvoer van zoet water uit de IJssel door verzanding van de IJsselmonding. Uit historische bronnen is bekend dat de IJssel aan het begin van de 17^e eeuw nauwelijks meer invloed had op de waterhuishouding als gevolg van verzanding van de rivierbedding.⁹ In de *Holocene* geologie van het IJsselmeergebied is de overgang naar een zout milieu goed waarneembaar in bodemprofielen. Uit het onderzoek van het beurtschip OB-71 in 1980 en bij latere scheepsopgravingen in Flevoland blijkt dat de definitieve verzilting van de Almere-lagune tussen ca. 1620 en 1630 moet hebben plaatsgevonden. De Zuiderzeefase kenmerkt zich door zandige schelprijke afzettingen. Zowel deze zandige afzettingen als de kleiige afzettingen in het zuidelijke deel van het Zuiderzeegebied worden tot de Zuiderzee Laag gerekend.

De aanleg van de Afsluitdijk in 1932 leidde tot de verzoeting van het gebied binnen enkele jaren. De IJsselmeerafzettingen bestaan uit IJsselslib vermengd met opgewervelde Zuiderzee afzettingen. Deze meerbodemaafzettingen zijn geïllustreerd als IJsselmeer Laag.

Geologie van het Markermeer en het plangebied

Om een beeld te krijgen van het voorkomen en de diepteligging van de afzonderlijke lithostratigrafische eenheden zijn beschikbare geologische boringen van de boringendatabase van Rijkswaterstaat IJsselmeergebied bestudeerd. Deze boringen zijn in het verleden door de RIJP (Rijksdienst IJsselmeerpolders) en de voormalige RGD (Rijksgeologische Dienst) verzameld en beschreven en vormen een deel van de basis van de DINO database van TNO | Geologische Dienst van Nederland. Omdat de top van de *pleistocene* afzettingen op veel plaatsen op meer dan -10 m NAP ligt is een selectie gemaakt van boringen dieper dan 10 meter (afbeelding 5).

Uit de boorgegevens is een lithostratigrafische kolom vervaardigd (afbeelding 6). Deze kolom weerspiegelt de gemiddelde opbouw, samenstelling en laagdikte van de in het plangebied voorkomende sedimenten.¹⁰ Aan de lithostratigrafische kolom zijn paleogeografische kaartjes gekoppeld die een beeld geven van de landschappelijke constellatie waarin de opeenvolgende sedimenten zijn afgezet. Naast de kolom staan enkele dateringen vermeld. De ouderdom van de Basisveen Laag en het Hollandveen Laagpakket is vastgesteld door correlatie van de gemiddelde diepte waarop het veen voorkomt met beschikbare zeespiegelcurven. De dateringen van de basis en top van de Flevomeer Laag, en basis en top van De Zuiderzee Laag zijn afkomstig uit publicaties.

De kolom beperkt zich tot de *Holocene* formaties en de top van de *Pleistocene* afzettingen, de Formatie van Bortel, Laagpakket van Wierden. Voor de geplande ontwikkeling, zandwinning, zal ook van grotere diepte zand worden gewonnen. Daarom is in tabel 3 een overzicht gegeven van de opeenvolging en diepteligging van de lithostratigrafische eenheden die onder de Formatie van Bortel voorkomen.

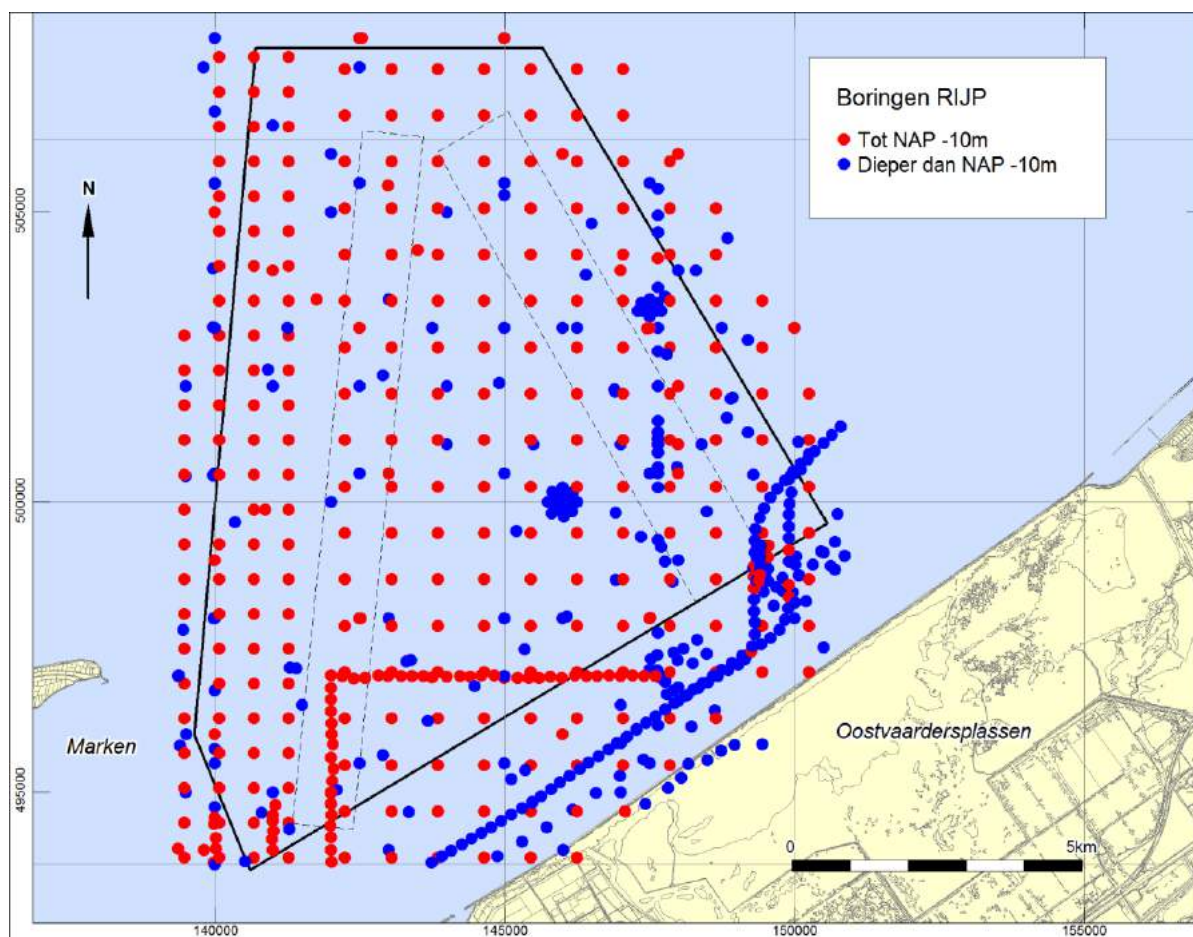
⁹ Van der Heide 1955, 54.

¹⁰ Boring 502-144-02.

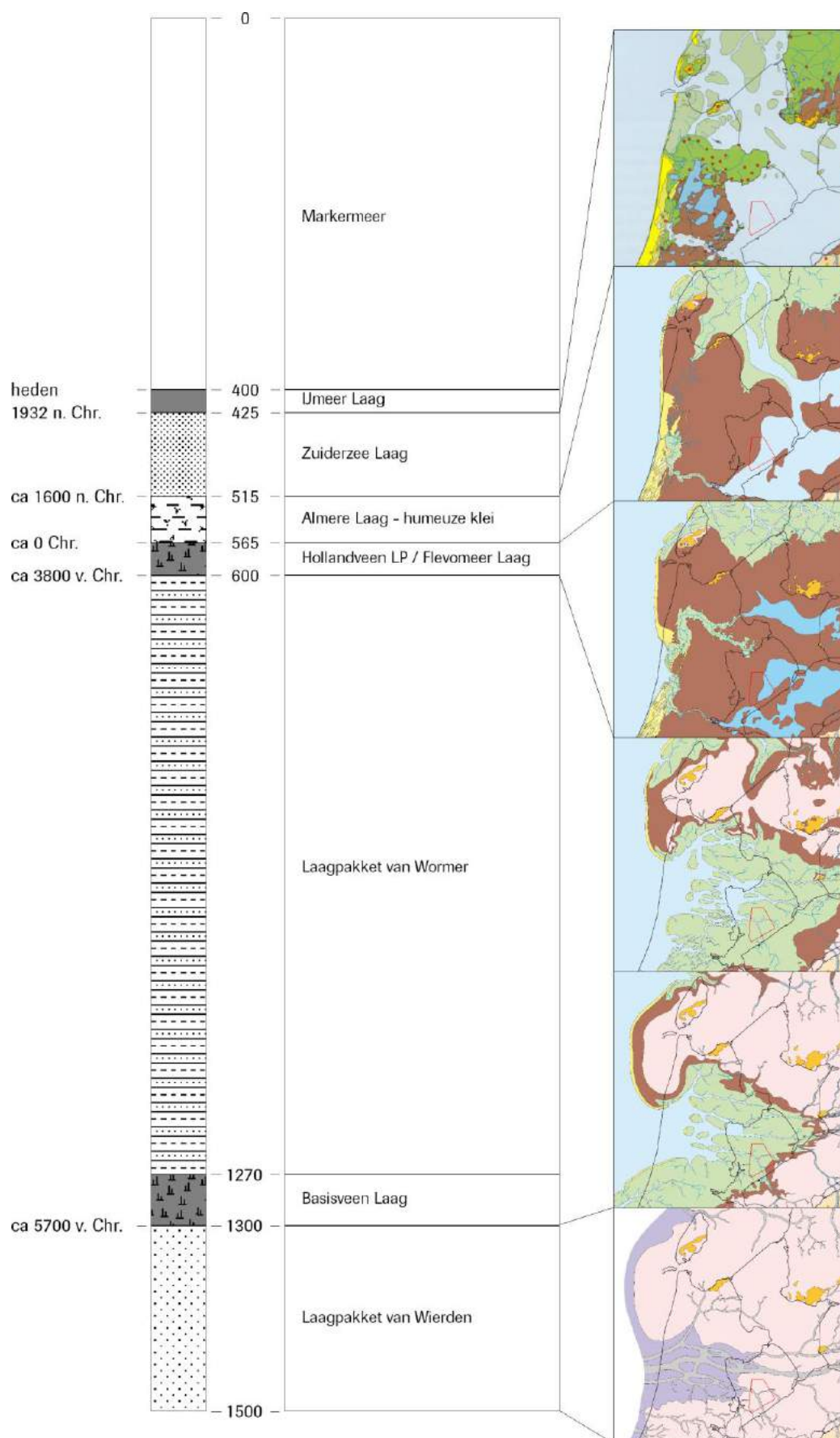
De boorgegevens geven een duidelijk inzicht in de lithostratigrafie in het plangebied. In de beschrijvingen zijn echter niet altijd voor de archeologie belangrijke parameters opgenomen.

Voorbeelden hiervan zijn:

- de aard van de laaggrenzen (scherp of geleidelijk) waaruit kan worden afgeleid of de grens erosief is of niet,
- de aan- of afwezigheid een bodem, vegetatiehorizont of podzol,
- bioturbate structuren,
- mate van rijping van kleiafzettingen,
- archeologische indicatoren



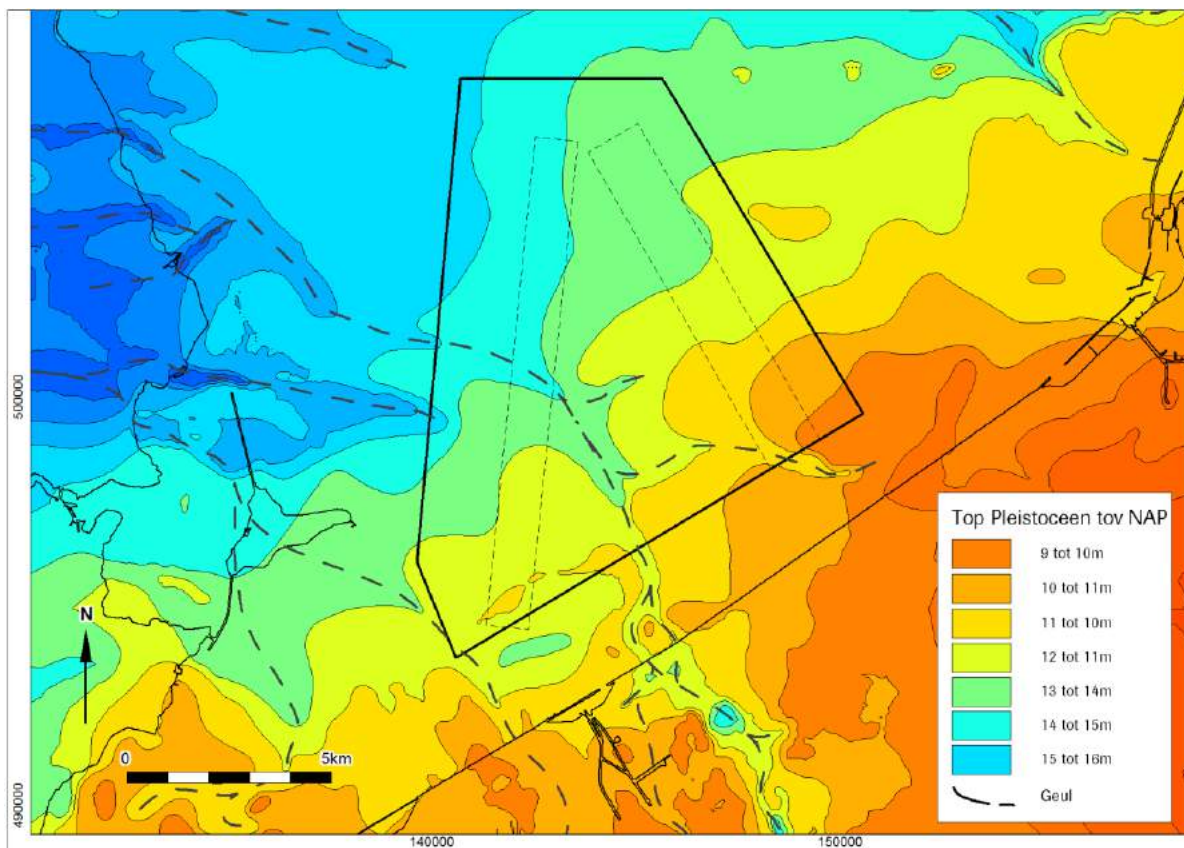
Afbeelding 5. Overzicht beschikbare boorgegevens



Afbeelding 6. Lithostratigrafie van het Markermeer en de daaraan gerelateerde paleogeografie

Pleistoceen

In afbeelding 7 is de diepteligging van de top van de *Pleistocene* afzettingen in het plangebied weergegeven. De diepte varieert van -9 m NAP aan de oostzijde tot -16 m NAP aan de noordwestzijde. Op basis van de morfologie is een interpretatie gemaakt van de geulen die zich in het dekzand hebben ingesneden. Het beeld betreft de grootschalige diepteligging van de top van de *Pleistocene* afzettingen. Kleine geïsoleerde duinen en smalle rivierduinen, die niet in deze afbeelding zijn weergegeven, kunnen in werkelijkheid wel voorkomen.



Afbeelding 7. Diepteligging van de top van het Pleistoceen

Op diepere niveaus in de ondergrond komen van onder naar boven de Formaties van Sterksel, Urk, Drente, Eem, Kreftenheye en Bostel voor. Een zeer grove indeling van het niveau waarop deze formaties voorkomen is weergegeven in tabel 3. Voor de beschrijvingen in deze tabel wordt verwezen naar de nomenclator in het *DINOloket*.¹¹

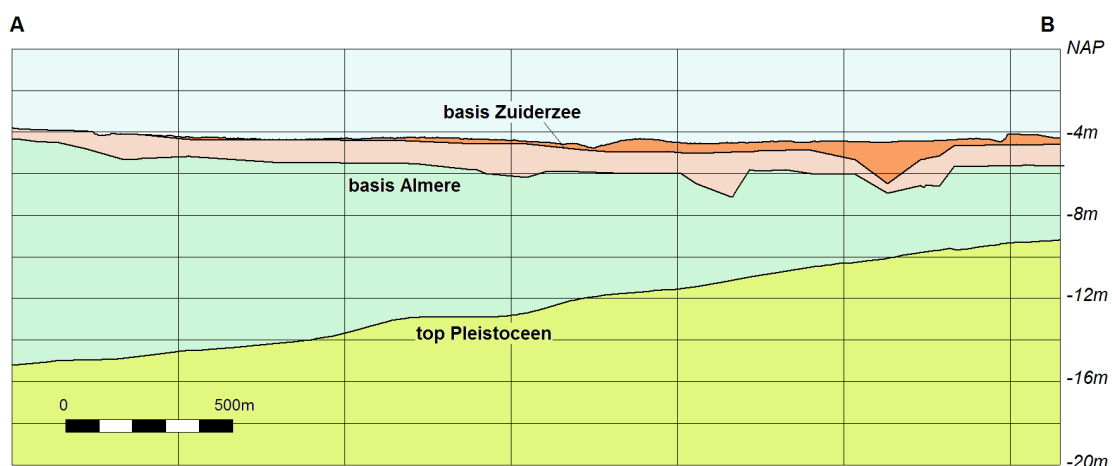
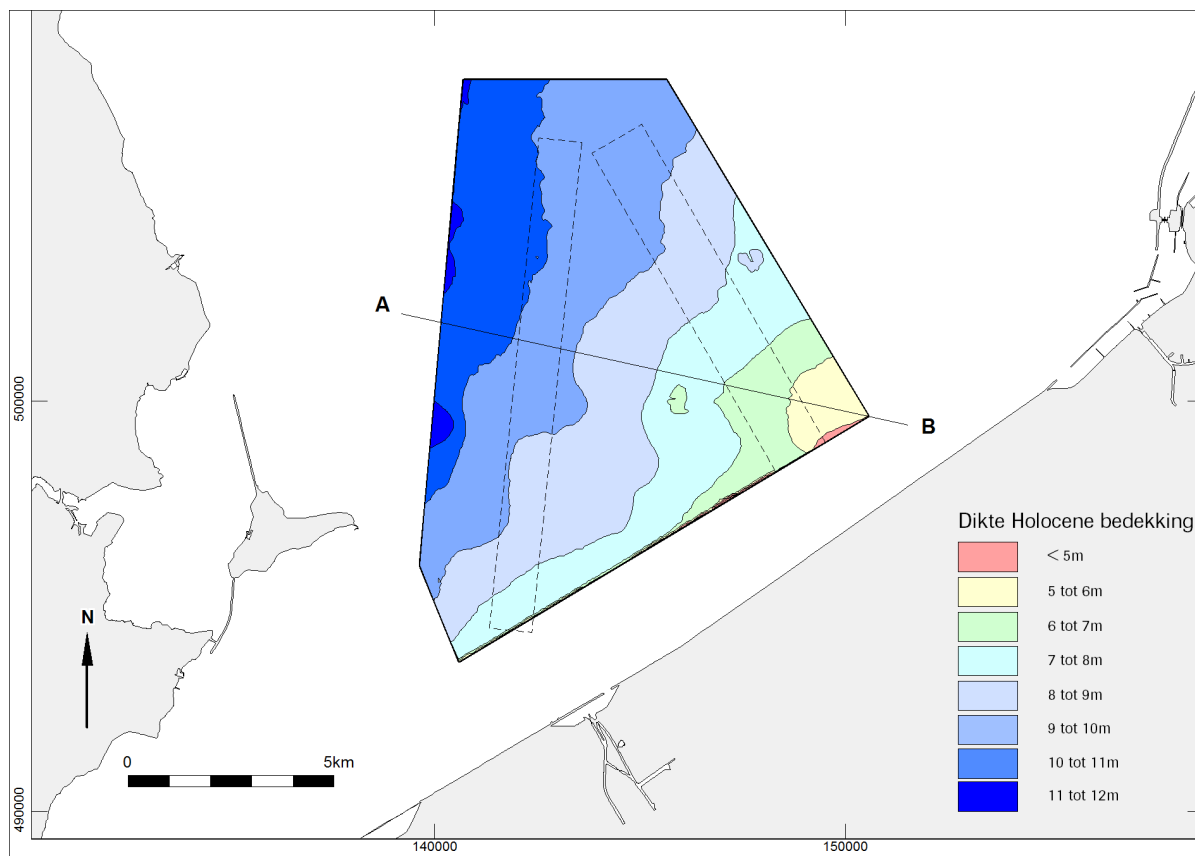
¹¹ <http://www.dinoloket.nl/nomenclator-ondiep>.

Formatie	Top (m NAP)	Afzettingsmilieu	Beschrijving
Boxtel	-10 tot -15	Eolisch	<ul style="list-style-type: none"> Zand, matig fijn tot matig grof (150-300 µm), zwak siltig, lichtgeel tot donkerbruin, kalkloos tot kalkhoudend. Zand, sterk siltig, zeer fijn tot matig fijn (105-210 µm), lichtgeel tot lichtgrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend. Leem, zwak tot sterk zandig, soms kleiig, soms humeus, grijsbruin tot donkergrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend.
Kreftenheye	-14 tot -17	Fluviatiel	<ul style="list-style-type: none"> Zand, matig grof tot uiterst grof (210 - 2000 µm), grijs tot bruin, kalkhoudend, bont, grindhoudend.
Eem	-30 tot -35	Marien	<ul style="list-style-type: none"> Zand, uiterst fijn tot matig grof (63 - 300 µm), grijs, overwegend kalkrijk, (marien)schelphoudend, glimmers
Drente	-40	Glaciaal	<ul style="list-style-type: none"> Zand, matig grof tot uiterst grof (210-2000 µm), zwak tot sterk grindhoudend. Klei en leem, sterk zandig tot uiterst siltig, zwak tot sterk grindhoudend, grijsblauw tot bruingrijs. Zand, matig fijn (150 - 210 µm), kalkloos tot kalkarm, slecht gesorteerd, uiterst tot sterk siltig, zwak tot sterk grindhoudend, grijsblauw tot bruingrijs, met stenen, keien en blokken. Klei, (donker)grijs tot (donker)bruin, zwak tot matig siltig, kalkrijk, veelal stevig. Sterk (cm-mm) gelaagd. Lokaal kleine slumpstructuren, 'loadcasts' en fijnkorrelige turbidietachtige structuren.
Urk	-35 tot -50	Fluviatiel	<ul style="list-style-type: none"> Zand, matig fijn tot uiterst grof (150 - 2000 µm), grijs, na oxidatie geel tot bruin, bont (met roze korrels), zwak tot sterk grindig, kalkloos tot kalkrijk, fijne planten- en houtresten, weinig glimmer. Grind, fijn tot zeer grof (2 - 63 mm), met een relatief hoog gangkwartsgehalte en relatief veel zandstenen.
Sterksel	-52 tot -60	Fluviatiel	<ul style="list-style-type: none"> Zand, matig grof tot uiterst grof (210 - 2000 µm), zwak tot sterk grindig, kalkloos tot kalkrijk, grijsbruin, roodbonte (rossige) componenten, matig tot sterk glimmerhoudend. Grind, grijsbruin, roodbonte (rossige) componenten.

Tabel 3. Lithostratigrafie van Pleistocene afzettingen in het plangebied

Holoceen

In onderstaande afbeelding is de dikte van de *Holocene* bedekking in- en rondom het plangebied weergegeven. Dit model is verkregen door het model van de diepteligging van de top van de *Pleistocene* afzettingen af te trekken van het meest recente model van de diepteligging van de waterbodembodem (versie 2012).

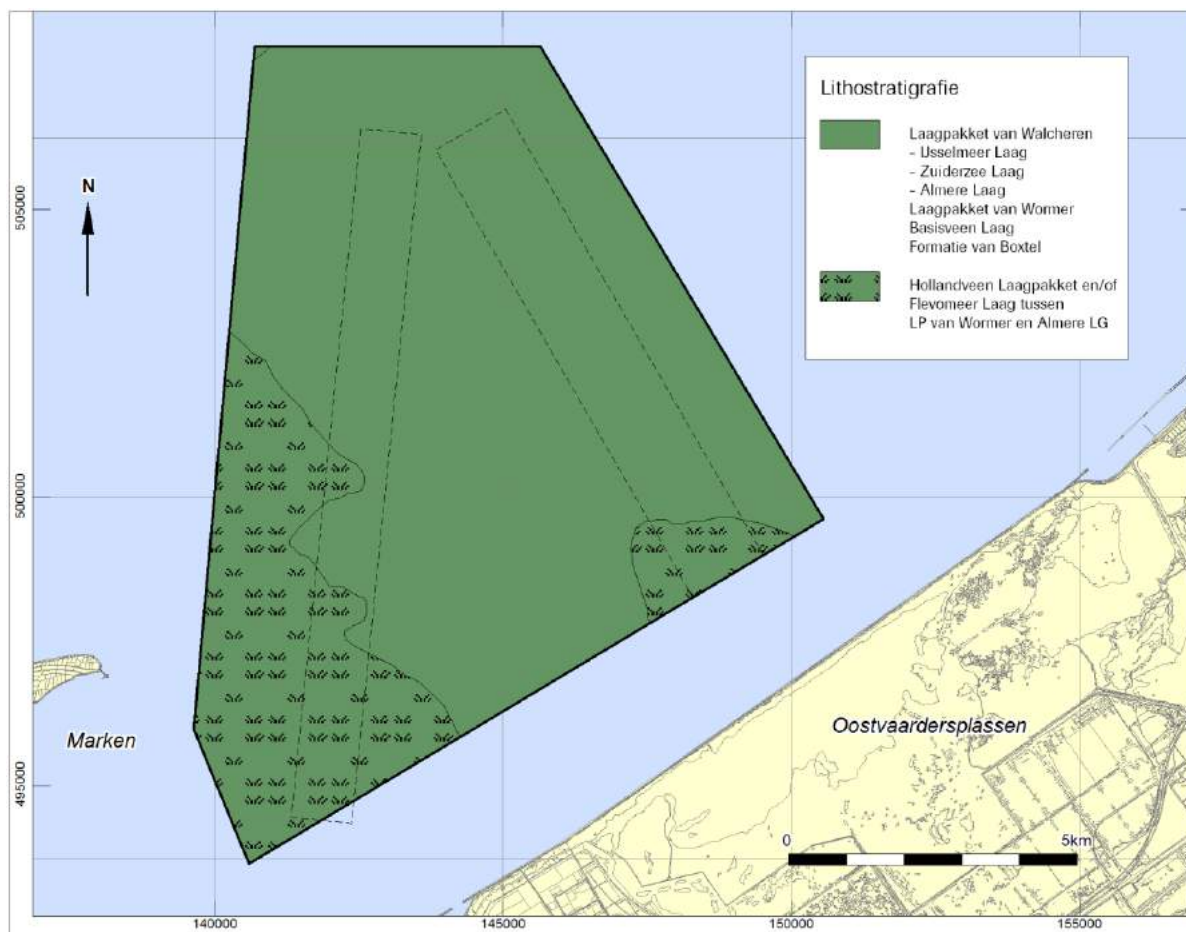


Afbeelding 8. Dikte van de Holocene bedekking en profiel west-oost

Uit het model blijkt, dat de dikte van de *Holocene* bedekking binnen het plangebied varieert van minimaal vijf meter in het zuidoosten tot maximaal twaalf meter in het noordwesten. Aan de basis van het *Holocene* dek bevindt zich de Basisveen Laag van enkele decimeters dikte. Uit de profielen van Menke en Lenselink, en bestudering van de RIJP-boringen mag worden geconcludeerd dat de Basisveen Laag op de meeste plaatsen intact aanwezig is. Waar eventuele erosie is opgetreden, is lastig te zeggen.

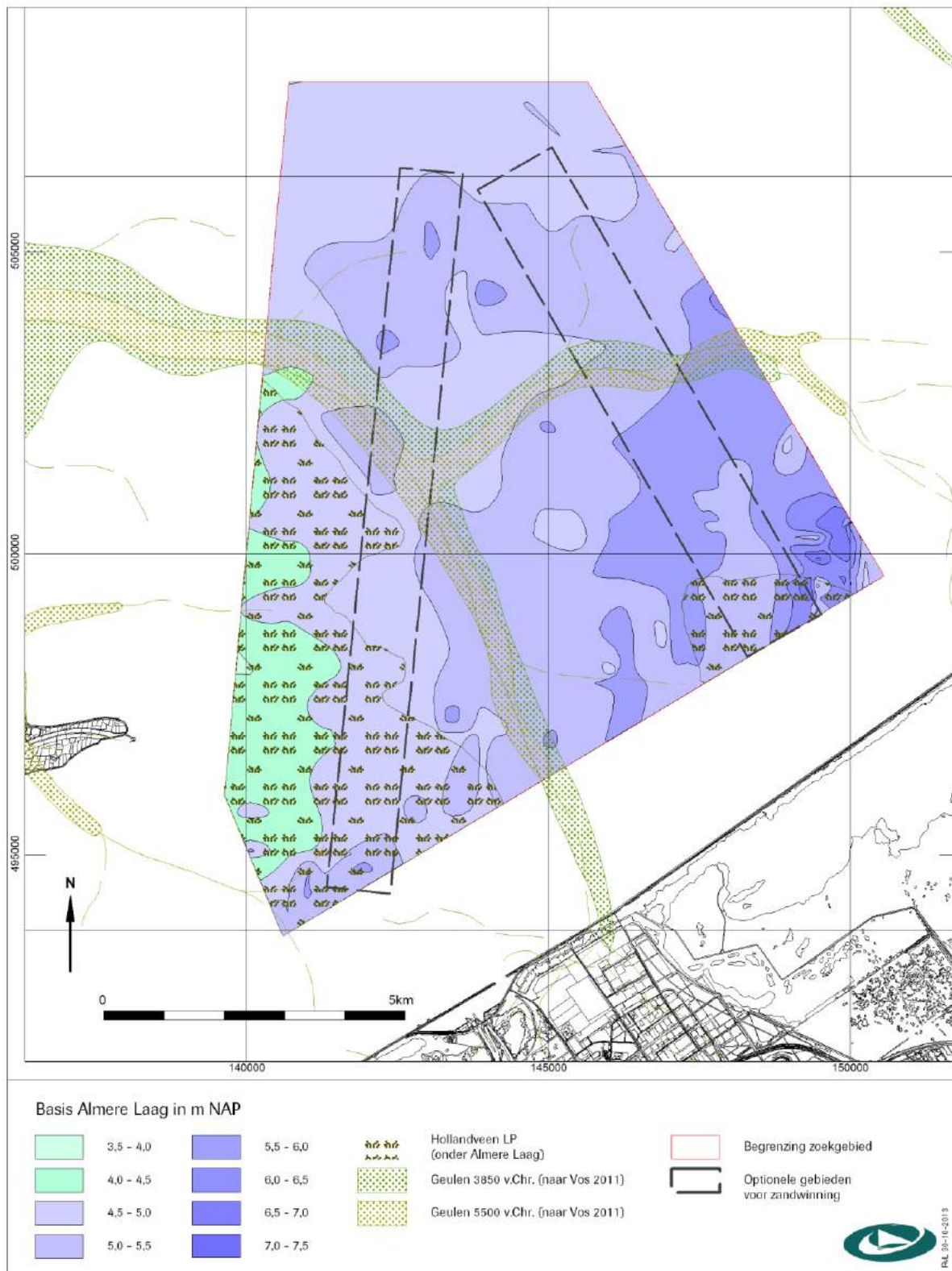
Het Basisveen is afgedekt door getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer. Dit pakket neemt van west naar oost sterk af in dikte van circa 9 m in het westen naar circa 3 m in het oosten van het plangebied. De top van het Laagpakket van Wormer vormt daardoor een relatief vlak niveau in de ondergrond van de waterbodembodem.

Het Hollandveen Laagpakket komt vooral in het zuidwestelijke en zuidoostelijke deel van het gebied voor. Afbeelding 9 geeft een beeld van het voorkomen van veen. Het veen is afgezet op de getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer en is afgedekt door humeuze zandige klei, de Almere Laag, die deels bestaat uit erosieproducten van het Hollandveen en dekzand van het Laagpakket van Wierden.



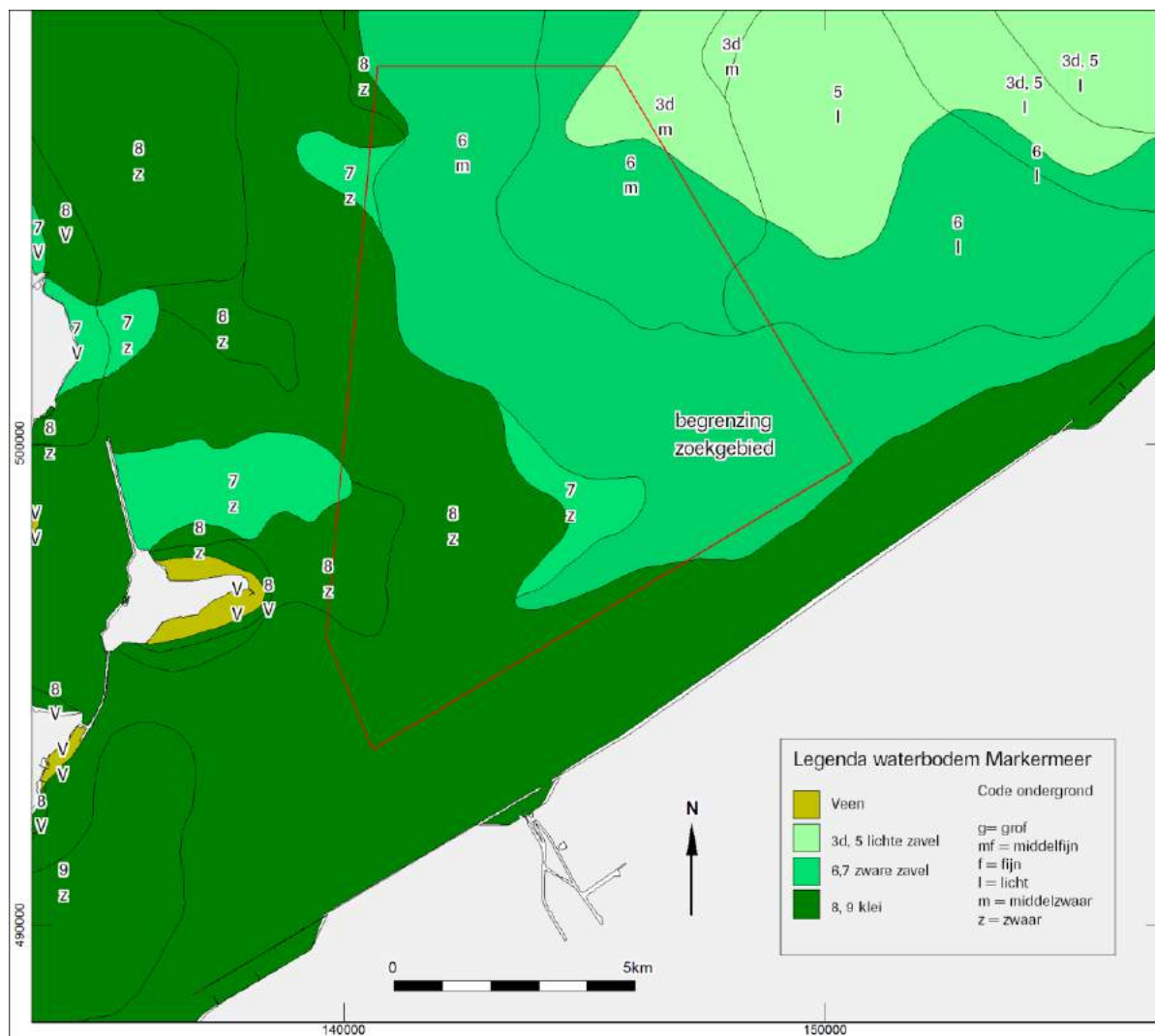
Afbeelding 9. Lithostratigrafische opbouw en het voorkomen van veen in het plangebied (naar Menke en Lenselink, 1995)

In afbeelding 10 de basis van de Almere Laag in m - NAP weergegeven. De contouren zijn gerealiseerd door interpolatie van laaggrenzen die zijn vastgelegd in de beschrijvingen van de RIJP-boringen. In het grootste deel van het gebied ligt de basis van de Almere Laag op -5 m NAP. Dit niveau komt op plaatsen waar geen veen voorkomt overeen met het niveau van de top van het Laagpakket van Wormer. Hierop is de veronderstelde ligging van de Eem geul rond 5500 v. Chr. en 3850 v. Chr. (grofweg de periode van de Swifterbantcultuur) geprojecteerd. Het veen is gevormd ten zuidwesten van de hoofdgeul. Overigens kunnen de afzettingen van het Hollandveen Laagpakket zowel veen als gytja betreffen.



Afbeelding 10. Illustratie van de basis van de Almere Laag met een projectie van de Eem-geul

De waterbodem in het plangebied bestaat uit lichte tot zware zavel (kleihoudend zand tot zandige klei) in het noorden, dat overgaat naar klei in het zuidwesten (zie ook afbeelding 11).



Afbeelding 11. Samenstelling van de waterbodem (bron: Geologische atlas IJsselmeergebied)

3.4. Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

Situatie op historische kaarten

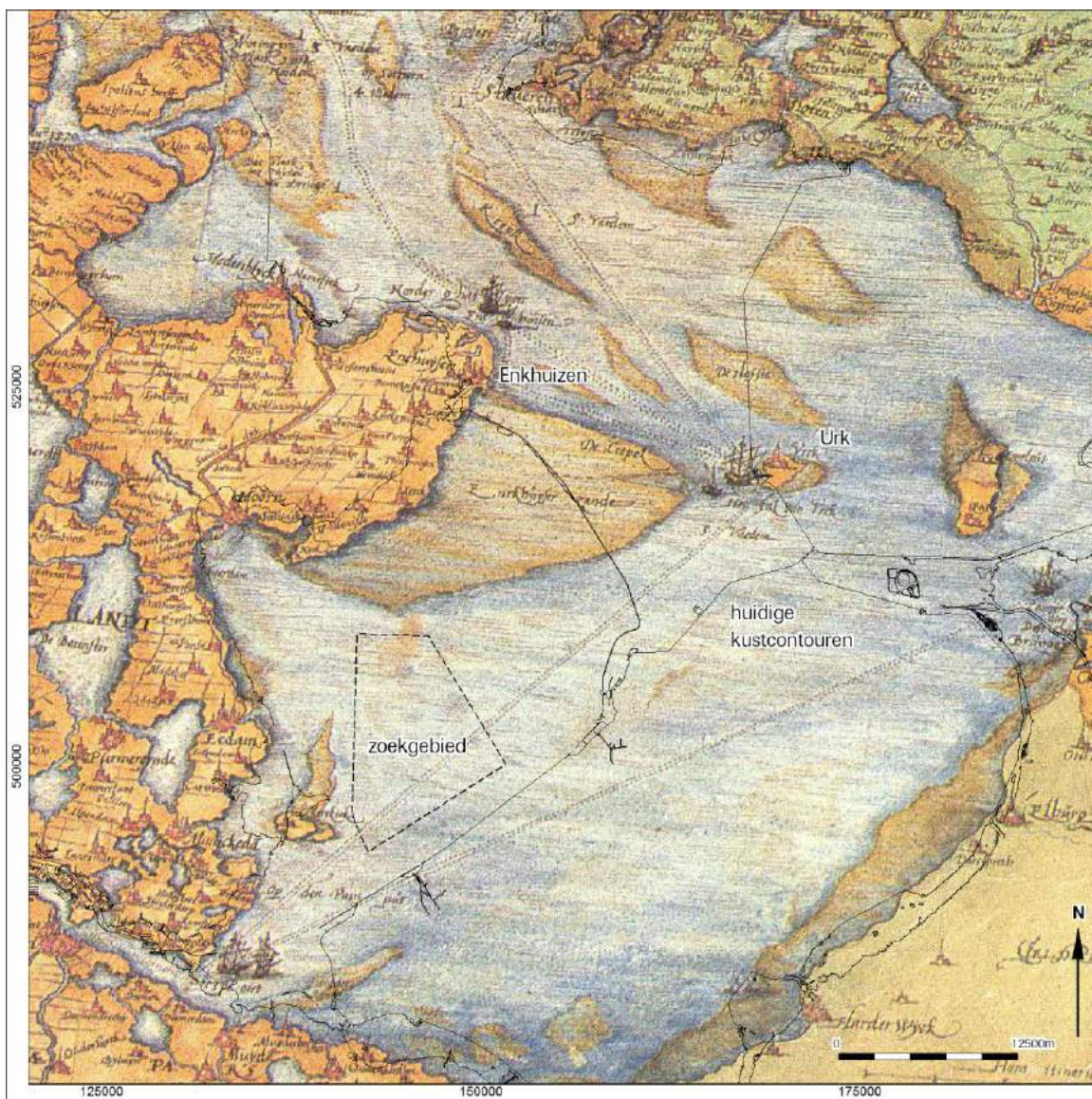
De historische situatie van het gebied wordt geschetst aan de hand van een drietal historische kaarten:

Kaart	Auteur en Jaartal	Bron
Zuiderzee	C. Sgrooten, 1568	RWS IJsselmeergebied
Paskaart Zuyderzee	Johannis van Keulen, 1771	Universiteitsbibliotheek Amsterdam
Kaart Zuyderzee	Hulst van Keulen, 1852	RWS IJsselmeergebied

Tabel 4. Overzicht van de gebruikte historische kaarten

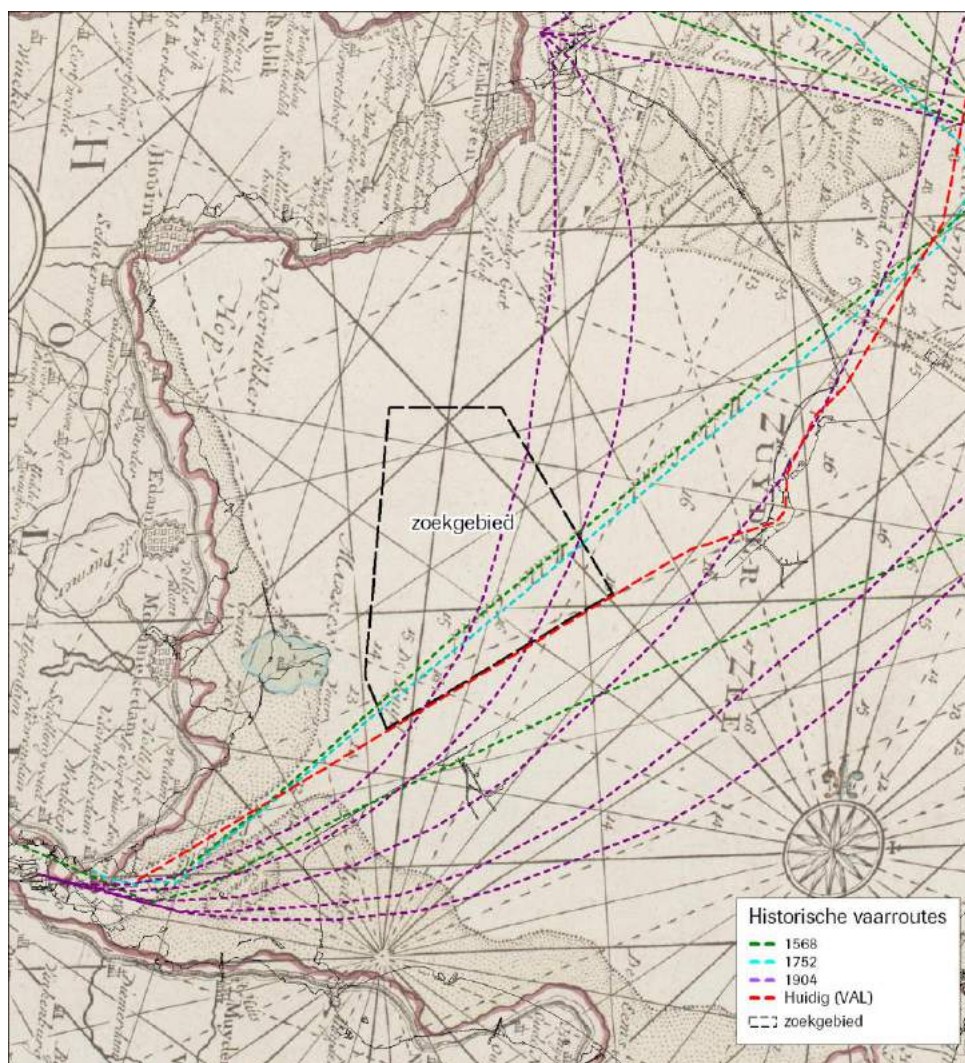
Het plangebied bevindt zich in het centrum van de voormalige Zuiderzee en wordt doorkruist door een aantal belangrijke historische vaarroutes. De vaarroutes gedurende de Hanzetijd (13^e-15^e eeuw) waren voornamelijk georiënteerd op de steden aan de oostwal van de Zuiderzee (Harderwijk, Kampen, Hindelopen en Workum). De situatie veranderde in de 16^e en 17^e eeuw met de opbloei van handelscentra in Amsterdam, Edam, Hoorn, Medemblik en Enkhuizen.

Op de kaart van C. Sgrooten uit 1568 (afbeelding 12) is te zien dat de vaarroute van Amsterdam naar Urk, en verder langs Stavoren en Harlingen door het Waddengebied naar de Oostzee, door het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied loopt. Voor de scheepvaartverbindingen tussen de handelssteden aan weerszijden van de Zuiderzee vormde het ondiepe Enkhuizerzand een obstakel. Scheepvaart van de Friese steden en Kampen naar Hoorn en visa versa verliep daarom door het zuidelijke deel van het gebied.



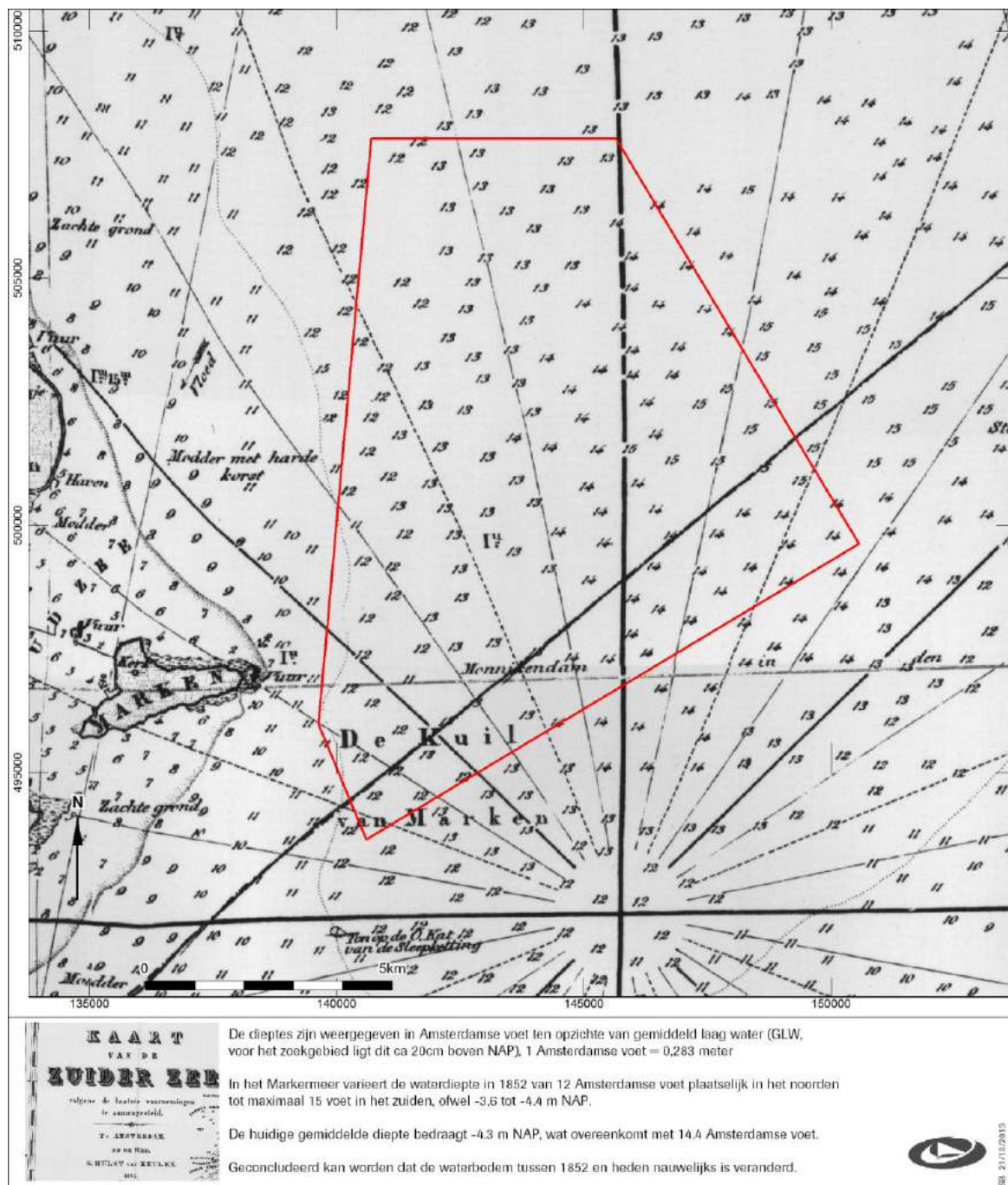
Afbeelding 12. Kaart van C. Sgrooten uit 1568 met een projectie van onderzoeksgebied Markermeer

Op de bovenstaande 16^e eeuwse kaart is de ondiepte *Enkhuizerzand* goed zichtbaar. De scheepvaartroutes naar het noorden verliepen via Urk door het zoekgebied.

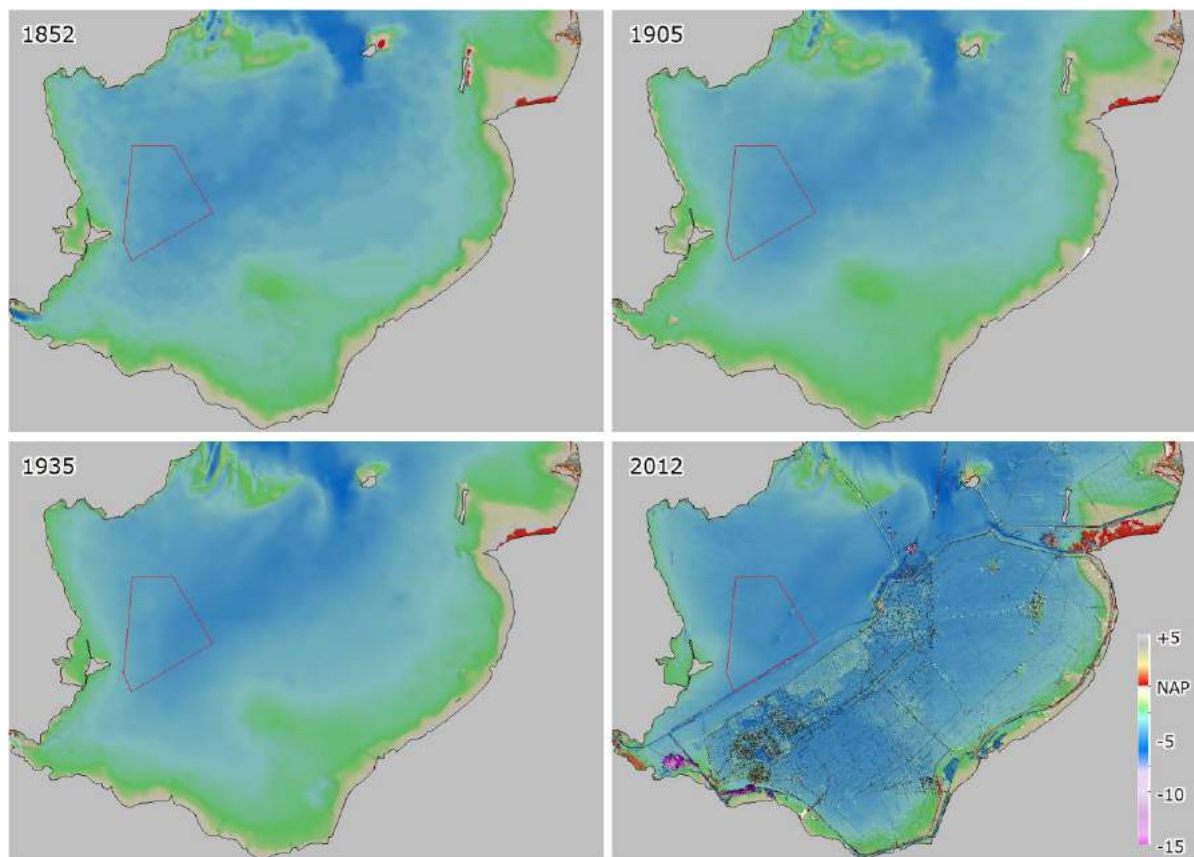


Afbeelding 13. De belangrijkste historische vaarroutes geprojecteerd op de paskaart van Johannes van Keulen, 1771

In bovenstaande afbeelding zijn de belangrijkste historische vaarroutes geprojecteerd op de Paskaart van Johannes van Keulen uit 1771. Ook in de achttiende eeuw liepen de belangrijkste vaarroutes dwars door het zoekgebied, om de ondiepte van het *Enkhuizerzand* te vermijden.



Afbeelding 14. Het zoekgebied geprojecteerd op de kaart van 1852

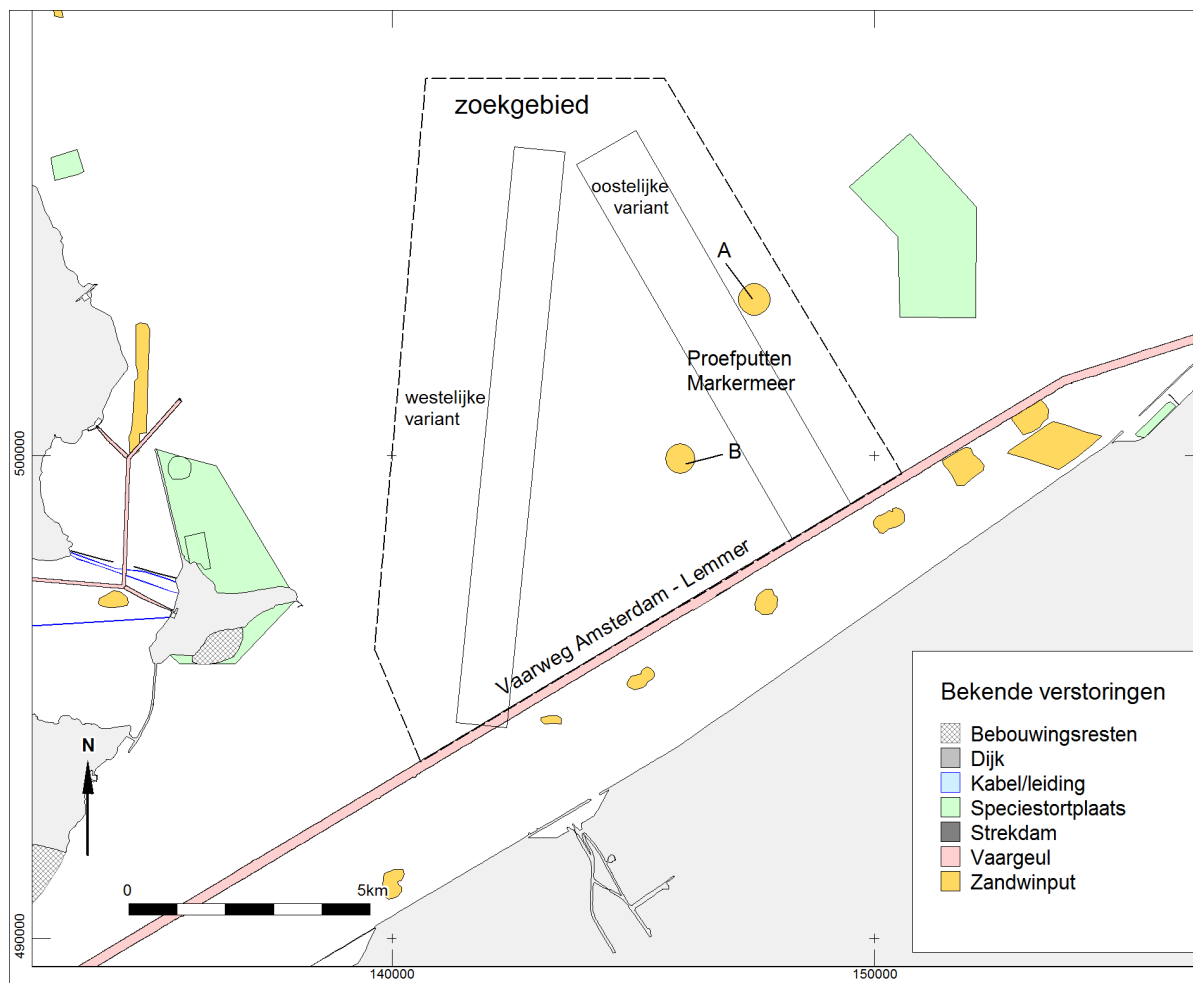


Afbeelding 15. Het plangebied geprojecteerd op diverse historische dieptemodellen.

Op basis van de verschillend historische dieptemodellen kan worden geconcludeerd dat de waterbodem binnen het zoekgebied vrijwel onveranderd is sinds 1852.

Bodemverstoringen in de Nieuwste tijd

Onderstaande afbeelding toont de bekende verstoringen in- en rondom het zoekgebied.



Afbeelding 16. Bekende verstoringen in het plangebied

Binnen het zoekgebied liggen twee oude proefputten. Deze zijn aangelegd in 1984 om nader onderzoek te verrichten naar de relatie tussen het talud en de voorkomende stratificatieverschijnselen. Put A had een oorspronkelijke bodemdiameter van 255 meter, een talud van 1: 10 en een aanlegdiepte van 20 meter ten opzichte van NAP. Put B had een bodemdiameter van 500m, een talud van 1:3 en een aanlegdiepte van 21,5 m ten opzichte van NAP. Tussen 1984 en 1999 zijn deze putten deels dichtgeslibd, en deels afgestort met specie.¹² De putten liggen aan weerszijden van de oostelijke variant.

De zuidzijde van het zoekgebied wordt begrensd door de Vaarweg Amsterdam – Lemmer, die in delen is verdiept.

In het overige deel van het zoekgebied zijn bij de beheerder van het gebied (Rijkswaterstaat IJsselmeergebied) en uit de literatuur geen activiteiten bekend, die in het verleden tot verstoring van de bodem kunnen hebben geleid.

¹² Van den Brenk en Peters, 2002.

3.5. Beschrijving van bekende archeologische waarden (LS04wb)

In dit hoofdstuk wordt de archeologie in en rondom het plangebied beschreven. Naast de middeleeuwse en post-middeleeuwse scheepswrakken zijn ook bewoningssporen uit de prehistorie en resten uit meer recente tijd, zoals vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog, bekend. De volgende zaken komen aan bod:

- Terrestrische bewoningssporen:
 - Prehistorie
 - Metaaltijden, Romeinse tijd en Middeleeuwen
- Aardkundige waarden
- Vondsten gerelateerd aan scheepvaart
- Vliegtuigwrakken

Terrestrische bewoningssporen

In het plangebied zijn geen meldingen bekend. De ondergenoemde voorbeelden zijn illustratief voor wat zich in het plangebied kan bevinden.

Prehistorie

De ontwikkeling van het landschap heeft tijdens de prehistorie verschillende fasen gekend, waarin het gebied geschikt en aantrekkelijk was voor bewoning. De vroegste bewoningssporen stammen uit het Midden Paleolithicum. Het betreft een losse vondst uit een zandstort te Dronten (afbeelding 17), waarvan het zand afkomstig is uit het Ketelmeer.



Afbeelding 17. Midden Paleolitische vuistbijl ontdekt op een zandstort in Dronten (bron: AWN 2006).

Laat paleolithische en mesolithische sporen in noordoostelijk Flevoland zijn onder andere gevonden op kavel P14 ten oosten van Schokland.¹³ Het betreft clusters (vuur)stenen artefacten die verspreid in het landschap worden aangetroffen. De hoger gelegen delen van het *Pleistocene* landschap, zoals dekzandruggen, keileemopduikingen en rivierduinen worden van oudsher beschouwd als de belangrijkste vestigingslocaties. Recente opgravingen in het kader van de aanleg van de Hanzelijn lijken dit beeld enigszins bij te stellen.¹⁴

Afbeelding 18 toont de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) met een projectie van AMK-terreinen met een zeer hoge archeologische waarde en Archis-meldingen van vuurstenen artefacten. In het plangebied zijn geen Steentijd-vondsten in Archis bekend. De diepe ligging van eventuele prehistorische waarden en de afwezigheid van gericht archeologisch onderzoek in het verleden zijn hier waarschijnlijk debet aan.

In de prehistorie vormde het plangebied de laaggelegen delta van de Eem. Vanuit het hooggelegen zandgebied voerde de rivieren en beken het water af naar de delta. De laaggelegen deels natte gebieden kenden een grote variatie aan flora en fauna en daarmee een rijke voedselbron voor de vissende, jagende en verzamelende mens. Het is aannemelijk dat in het Laat Paleolithicum en Mesolithicum de hogere delen van het landschap, zoals dekzandkopjes, werden gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen. Op het gebied van paleolithische, mesolithische en neolithische bewoning van het IJsselmeergebied bestaat echter een grote kennislacune. Recente onderzoeken vormen een aanzet tot invulling van deze lacune.

¹³ Gehasse 1995.

¹⁴ Hamburg en Knippenberg 2006.

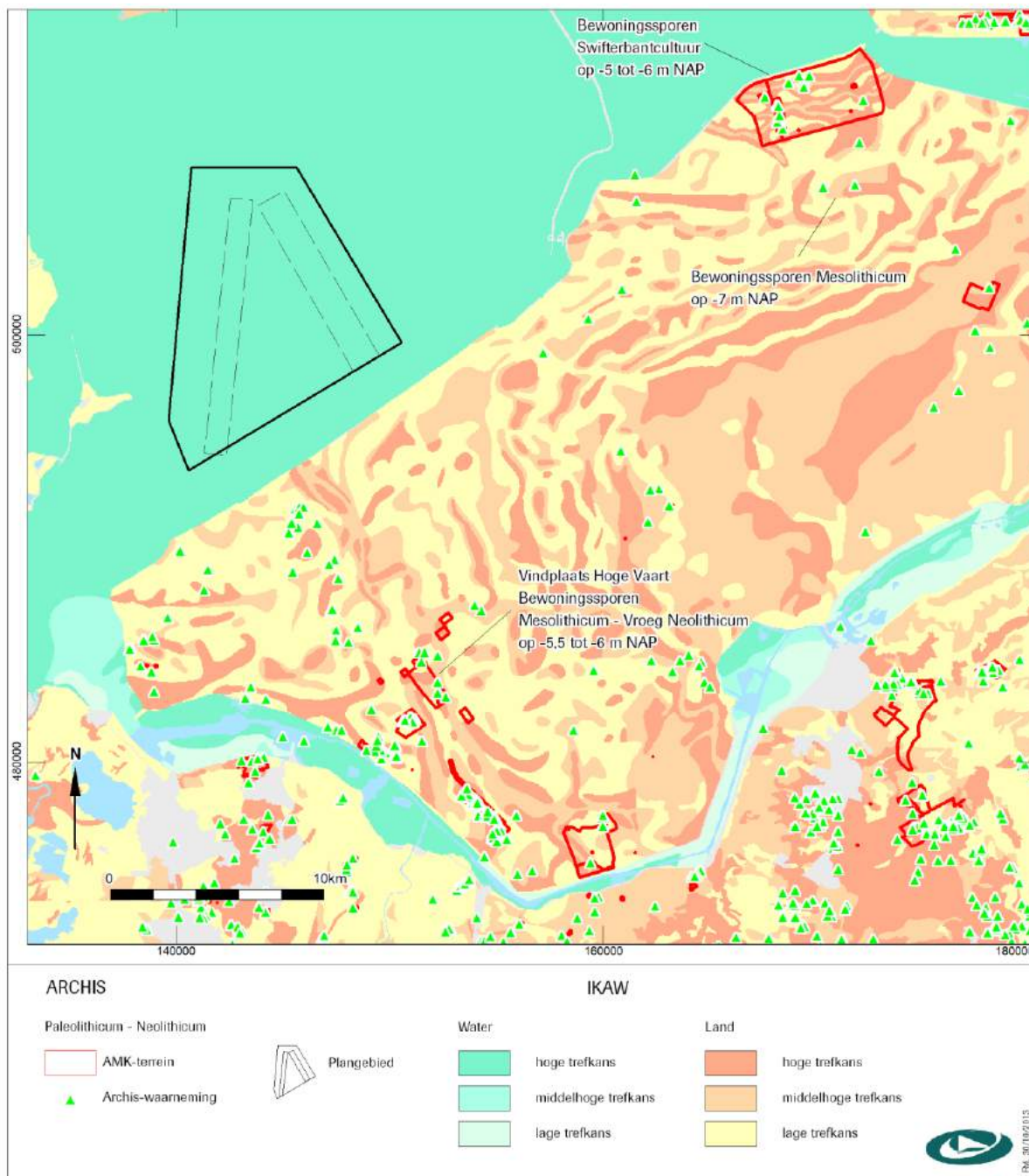
In Almere zijn een groot aantal vindplaatsen bekend (zie afbeelding 18). Van internationaal belang is de vindplaats Hoge Vaart. Op deze locatie werd van september 1994 tot eind 1996 in verband met de aanleg van de A27 een opgraving uitgevoerd. Op een duin in de ondergrond werden van -5,8 m NAP tot maximaal -9 m goed geconserveerde grondsporen en artefacten uit het Midden Mesolithicum t/m het Vroege Neolithicum aangetroffen.

Ten noorden van Swifterbant zijn tijdens opgravingen nederzettingssporen en begravingsresten van de laat mesolithische en vroeg neolithische Swifterbant-cultuur (ca 5400-3800 v. Chr.) aangetroffen.¹⁵ De woonplaatsen bevinden zich op -5 m NAP op de oevers van kleine zoetwaterkreeken en op de toppen van rivierduintjes. Men leefde hoofdzakelijk van jacht en visserij, maar op bescheiden schaal werd op de kreekoevers emmertarwe en gerst verbouwd. Door herhaalde seizoensgebonden bewoning is in de kleiige afzettingen een donkere humeuze cultuurlaag gevormd. Naast vuurstenen artefacten zijn benen artefacten en fragmenten aardewerk aangetroffen.

Eind 2010 is in verband met de aanleg van de N23 tussen Dronten en Lelystad net ten zuiden van Swifterbant een goed geconserveerde mesolithische nederzetting opgegraven. De vondsten bestonden uit vuurstenen artefacten (100.000 stuks!), verbrandde hazelnootdoppen, berkenpek en houtskool. Naast deze vondsten zijn circa zestig haardkuilen en een grafkuil met de menselijke resten aan het licht gekomen. Al tijdens het vooronderzoek was duidelijk geworden dat er een zeer sterke relatie bestaat tussen de morfologie van het *pleistocene* landschap en de vondstlocaties. Het overgrote deel van de artefacten is aangetroffen rond -7 m NAP op de toppen en flanken van een duin. Het duin is waarschijnlijk gedurende honderden, en mogelijk zelfs duizenden, jaren als nederzetting gebruikt. De aangetroffen artefacten en koolstofdateringen wijzen op een intensief gebruik van het duin rond circa 7000 v. Chr. De resultaten van het onderzoek vormen daarmee het bewijs voor de frequente terugkeer en mogelijk zelfs langdurige vestiging van mensen op enkele kilometers ten oosten van plangebied Markerzand in het Mesolithicum.

Rond 7000 v. Chr. lag de zeespiegel bij benadering -25 m NAP. Het *pleistocene* landschap bevindt zich in het plangebied Markerzand op -13 m NAP. Uit zeespiegelcurves kan worden afgeleid dat afzetting veen in het plangebied rond 6000 v. Chr. op grote schaal is begonnen. Vanaf dat moment verslechterden de bewoningscondities van het dekzandlandschap door de snelle stijging van het grondwater in een rap tempo. De hoog opgeslibte oevers van kreeken en prielen in de rivierdelta zijn mogelijk wel locaties geweest waar jachtkampjes konden worden aangelegd.

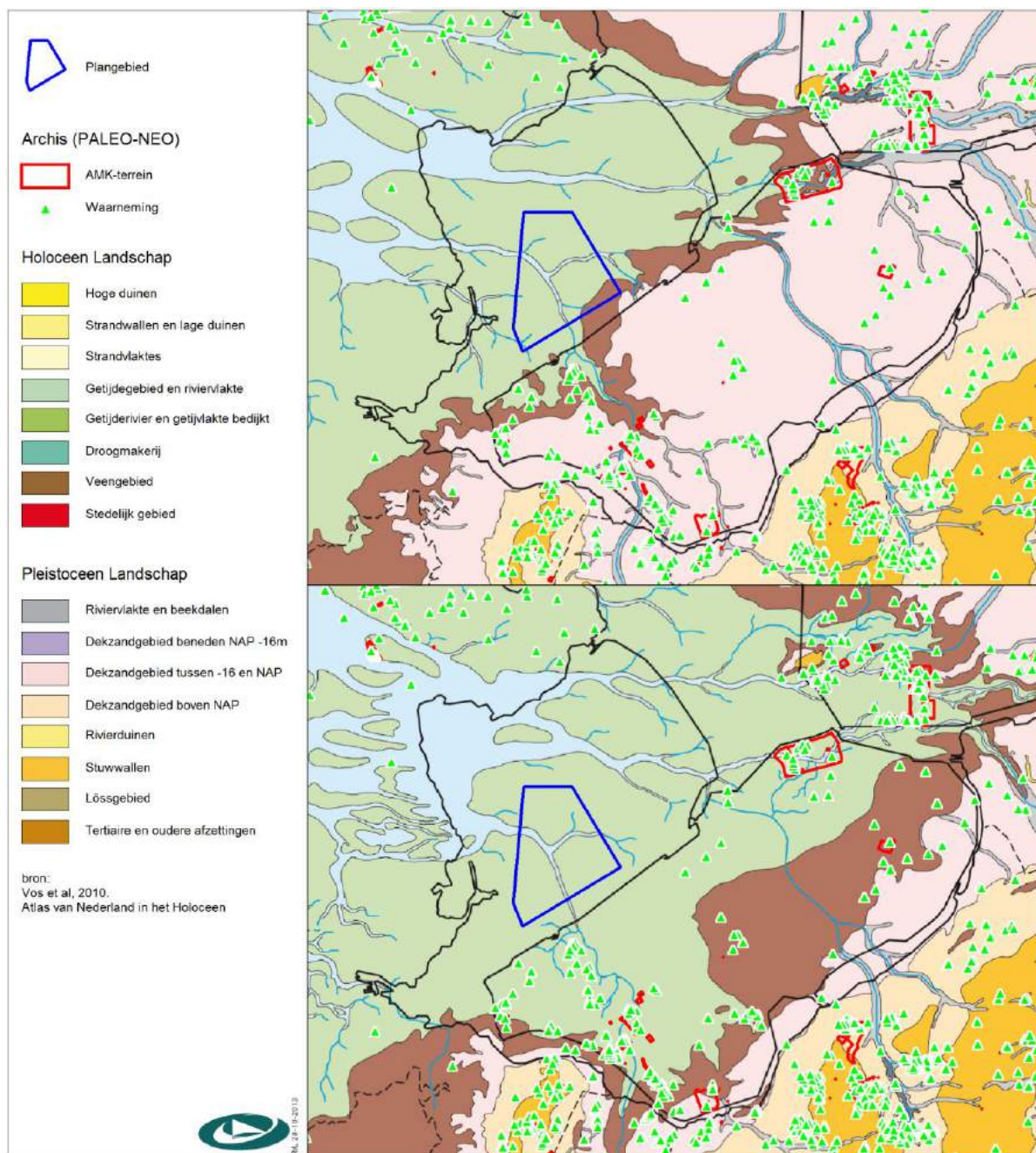
¹⁵ Peeters 2008, Hogestijn 1995.



Afbeelding 18. De IKAW met een overzicht van AMK-terreinen en Archis-waarnemingen (Paleolithicum – Neolithicum)

Zoals uit het voorgaande blijkt, bestaat er een sterke correlatie tussen het landschap en locaties van nederzettingen. De IKAW van Flevoland is daarom gebaseerd op de morfologie van het *Pleistocene* landschap dat onder een *Holoceen* sedimentdek verscholen ligt. Aan rivieroeverwallen, rivierduinen en dekzandkopjes is een hoge verwachting toegekend. Een projectie van Archis-waarnemingen op de IKAW toont echter dat ook buiten de zones met een (middel)hoge verwachting archeologische resten zijn aangetroffen. Zeker als men denkt aan toevallige of rituele deposities en attributen die werden gebruikt voor de jacht en visvangst. Daarnaast valt op, dat op het land de trefkans voor archeologische resten met meer detail is gekarteerd. Dit betekent dat er een grotere onzekerheid is omtrent de juistheid van de grenzen tussen een hoge, middelhoge en lage trefkans voor de IKAW-water dan de IKAW-land.

Aan de waterbodem van plangebied Markerzand is een hoge trefkans toegekend. Het gaat hier echter om een indicatie van de trefkans. Alleen aanvullend geoarcheologisch onderzoek kan meer zekerheid verschaffen over de daadwerkelijke kans op het aantreffen archeologische resten.



Afbeelding 19. Het plangebied Markerzand geprojecteerd op het Holoceen en Pleistocene landschap.

Metaaltijden, Romeinse Tijd, Middeleeuwen en Nieuwe tijd

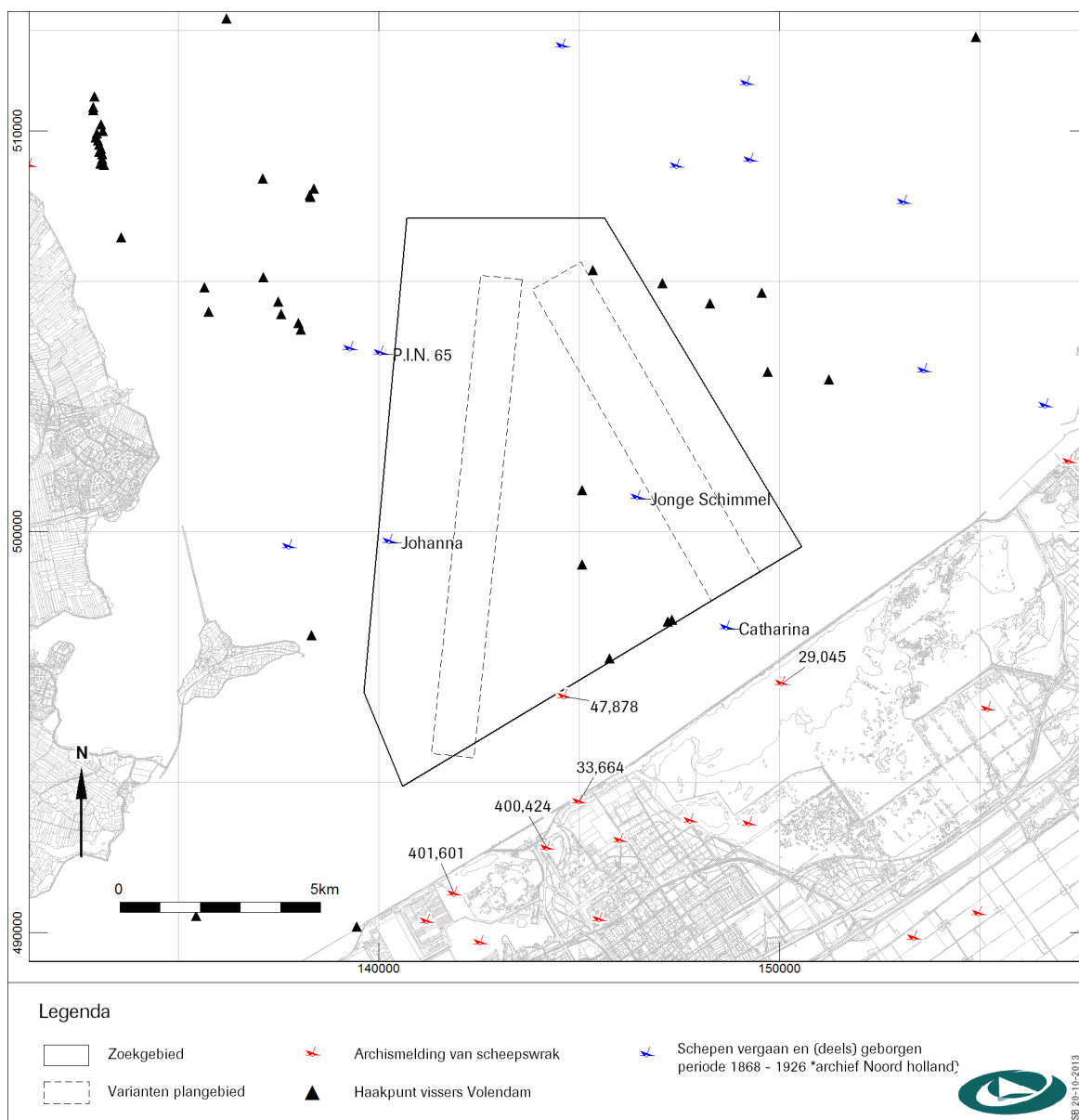
Archeologische waarden uit (proto)historische perioden zijn, in tegenstelling tot West Friesland, in het Markermeer niet bekend. Gezien de diepe ligging van de waterbodem, gemiddeld op -4,3 m NAP, worden woonplaatsen of akkercomplexen ook niet verwacht binnen het plangebied Markerzand.

Vondsten gerelateerd aan scheepvaart

Vanaf 1942 zijn in de IJsselmeerpolders ruim 450 scheepswrakken of resten van scheepswrakken aangetroffen, daterend vanaf de tweede helft van de 13^e eeuw en vooral uit de Nieuwe Tijd. Wat betreft de scheepvaart uit

vroegere perioden zijn tot op heden geen vondsten bekend. De intensiteit van scheepvaart in de Romeinse Tijd en daarmee de kans op het aantreffen van een scheepswrak uit die tijd lijkt erg laag te zijn. Eventuele resten zouden zich in de diepere geulen kunnen bevinden.

In de Late Middeleeuwen waren vooral de Hanzesteden zoals Kampen, Elburg en Harderwijk belangrijke reisdoelen; vanaf de 16^e eeuw vormde Amsterdam het centrum van de Zuiderzeevaart. Naast transport over water was de Zuiderzee ook, gezien de vele wrakken van vissersschepen, van belang voor de visvangst. De Zuiderzee kon met ruw weer desastreus zijn voor met name kleinere schepen. De meeste schepen die in de Zuiderzee vergingen, zakten snel en diep in de zeebodem weg (tot wel 4 meter diepte), vooral op plaatsen waar deze uit slappe, kleiige afzettingen bestond. Dit gebeurde niet vanzelf. Door getijdenwerking ontstond vaak een slijpgeul waarin het wrak wegzakte. Het wegzakken geschiedde tot het moment dat een zeker stabiel evenwicht bereikt was. Uitstekende en losse scheepsonderdelen knapten af en dreven weg. Wanneer een schip op een zandige ondergrond zonk, bleef er doorgaans minder van bewaard. Het kon dan in stukken uiteen vallen en eroderen. De bekende scheepvaartgerelateerde vondsten en wrakken in de omgeving van het plangebied zijn weergegeven in afbeelding 19.



Afbeelding 20. Projectie van scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten in en om het plangebied

In het Noord Hollands archief in Haarlem bevinden zich de originele meldingen van scheepsrampen en bergingen uit de periode 1868-1926 in het toenmalige Zuiderzeegebied. Op initiatief van de gemeente Hoorn is

een aanvang gemaakt met de ontsluiting en digitalisering van dit archief. Binnen en in de omgeving van het plangebied zijn een aantal van deze wrakmeldingen digitaal beschikbaar (aangegeven in blauw in afbeelding 20). Een selectie van deze meldingen binnen het onderzoeksgebied wordt weergegeven in tabel 5. Hoewel de meeste van deze wrakken geborgen of geruimd zijn, en hier ook verslagen van bestaan, kunnen op de locaties nog resten zijn achtergebleven.

Vissers die actief zijn op het IJsselmeer en Markermeer houden nauwkeurig bij op welke locaties zich objecten op de meerbodem bevinden. Deze objecten kunnen obstructies vormen waarachter vissersnetten blijven hangen. Aan de andere kant zijn deze locaties juist weer zeer geschikt om fuiken te plaatsen. De gebroeders Visser (Patrick, Gerrie en Jack) van het schip VD64 uit Volendam hebben hun gegevens beschikbaar gesteld. Deze haakpunten zijn geplot als zwarte driehoekjes in bovenstaande afbeelding.

Nr	Naam	Vergaan	Oorzaak	Type	Lading	Datum geruimd
63	Johanna	15-03-1913	Ruw weer	Zeer oude houten Tjalk	Pulp	In delen gelicht op 22 mei 1913
66	VD 6 Jonge Schimmel	07-09-1914	Aanvaring met Catharine	Houten botter	Zonder lading	9 oktober 1914
73	P.I.N. 65	28-06-1917	Aanvaring	Houten vissersvaartuig	onbekend	geheel gelicht op 6 augustus 1917, alleen zwaard niet teruggevonden
81	Catharina	21-08-1914	onbekend	praam	onbekend	onbekend

Tabel 5. Wrakmeldingen uit de periode 1868-1926 binnen het onderzoeksgebied.

Om een indruk te geven van de overige scheepvaartgerelateerde archeologische resten die in het plangebied verwacht kunnen voorkomen, worden enkele Archis-waarnemingen nader uitgewerkt. In tabel 6 wordt een selectie van de scheepvaartgerelateerde vondsten besproken, die in de directe omgeving van het plangebied zijn gedaan. Een groot deel van de archeologische resten is aangetroffen tijdens het droogleggen van de Flevopolders.

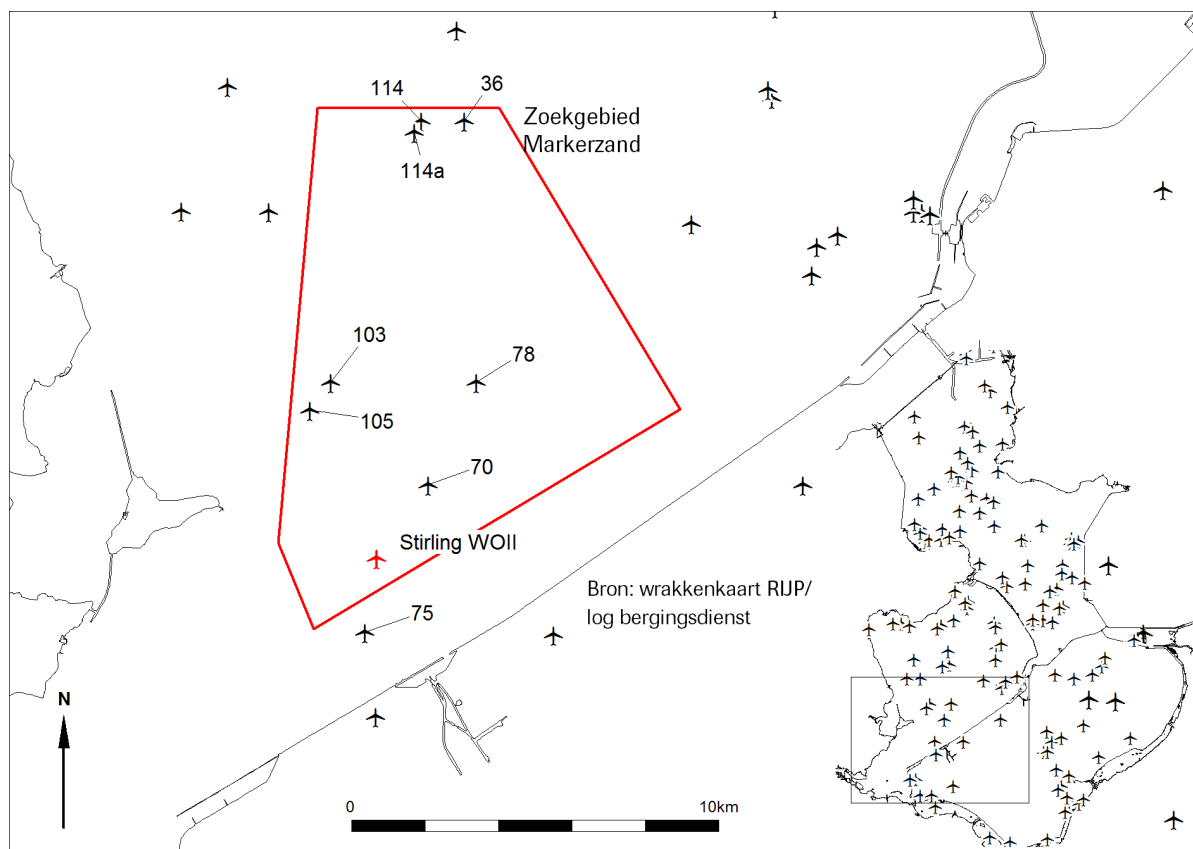
Archis waarneming	Omschrijving
29.045	Vrij compleet en intact wrak van een vrachtschip, gedateerd na 1500. Ligt in de Oostvaardersplassen
33.664	Scheepswrak vlak onder de Oostvaardersdijk, datering rond 1650. Het ligt onder zware slagzij, ca 45 graden in de bodem. De kwaliteit van het hout is zeer goed. Het scheepshout is na verkenning afgedekt. Er zijn geen veldtekeningen of schetsen gemaakt.
47.878	Wrak uit ca 1747, gevonden tijdens verdieping van de Vaarweg Amsterdam-Lelystad in 2000. Slechts de voorsteven is geraakt zodat waarschijnlijk het restant van het scheepswrak in situ ligt.
400.424	Zeezwaard van waarschijnlijk een Volendammer kwak, exacte vindplaats niet nader bekend.
401.601	Resten van een houten scheepswrak met ballaststenen, gevonden in 2005. Datering Nieuwe Tijd. Op de vindplaats zijn verder een fragment aardewerk, een koperen vishaak, een fragment van een turfje en een ballaststeen aangetroffen.

Tabel 6. Selectie van de aangetroffen scheepvaartgerelateerde resten opgenomen in Archis

Het wrak met waarnemingsnummer 47878 grenst aan het zoekgebied.

Vliegtuigwrakken

In de Nederlandse bodem, het IJsselmeer **niet** meegerekend, bevinden zich naar schatting nog tweeduizend vliegtuigwrakken. Afbeelding 21 geeft een overzicht van de gelokaliseerde vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog in het IJsselmeergebied. Een deel van de wrakken op de kaart is geborgen¹⁶. Op de locaties kunnen nog wel resten aanwezig zijn.



Afbeelding 21. Overzichtkaart van vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog in het IJsselmeergebied

Bovenstaande kaart is vervaardigd met behulp van de coördinaten van de wraklocaties die zijn vermeld in de logboeken van de bergingsdiensten uit de periode 1950 tot 1980.

In tabel 7 zijn de vondstlocaties samengevat van acht vliegtuigwrakken in het zoekgebied. De tabel bevat tevens een korte omschrijving van de aangetroffen resten. De wrakken waarvan de ruimingsdatum bekend is, zijn (deels) in de jaren 50 en 60 van de 20^e eeuw geruimd.

¹⁶ Bron: Vliegtuigwrakkenkaart RWS IJsselmeergebied.

NR	RDX	RDY	OMSCHRIJVING	Ruiming Uitvoerder
0	142317	495531	Short Stirling BK710 , vergaan op 26 mei 1943, gevonden in 2007. Lopend onderzoek van de Stichting Aircraft Recovery Group	-
36	144702	507474	stukken van een straaljager w.o. motor	-
70	143719	497585	propeller	-
75	141991	493571	vliegtuigstaartstuk	-
78	145027	500364	Russisch vliegtuigmotor	-
103	141065	500374	Amerikaans vliegtuigwrak	1947 M.O.D.(marine)
105	140497	499602	Amerikaans vliegtuigwrak	1947 M.O.D.(marine)
114/ 114a	143534	507476	Verspreide delen van de op 17-3-1958 tussen Hoorn en Lelystad met elkaar in botsing gekomen thunderstreaks nrs. P 184 en P150 nog niet gevonden: 4 wielen, staartstuk P 104, straalmotoren nrs. B 644884 en B 644439, gedeelten van de vleugel, romp en cockpit	-

Tabel 7. Vondstlocaties van vliegtuigwrakken binnen het zoekgebied

3.6. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

Op basis van de aardwetenschappelijke, historische en archeologische gegevens kan de volgende verwachting voor het plangebied worden opgesteld. Er is bij de formulering van deze verwachting uitgegaan van de beschikbare kennis over de prehistorische bewoning en de locatiekeuze zoals omschreven in de voorgaande paragrafen. Verder is uitgegaan van een statistische trefkans voor het aantreffen van scheepswrakken en vliegtuigwrakken, zoals hieronder wordt toegelicht.

Prehistorische waarden

In de ondergrond van het plangebied worden archeologische waarden uit de prehistorie verwacht. De verwachting is gekoppeld aan de volgende lithostratigrafische niveaus.

Formatie van Sterksel en Formatie van Urk

De Formaties van Sterksel en Urk bestaan uit fluviaatiele afzettingen van de Rijn. Het gaat overwegend om afzettingen uit het Midden Pleistoceen, 850.000 tot 130.000 jaar geleden. De top van de Formatie van Sterksel ligt in het plangebied rond -55m NAP. De Formatie van Sterksel is afgedekt door zanden, gronden en kleien behorend tot de Formatie van Urk, waarvan de top zich in het plangebied rond -42m NAP bevindt. Binnen de gehele opeenvolging van rivierafzettingen kunnen artefacten uit het Midden Paleolithicum voorkomen. De kans is echter groot dat eventuele resten verspoeld zijn.

Formatie van Kreftenheye

De top van de Formatie van Kreftenheye bevindt zich in het plangebied op -14 tot -17 m NAP. Op dit stratigrafische niveau kunnen vuurstenen en natuurstenen artefacten uit het Laat Paleolithicum voorkomen. De Formatie van Kreftenheye is op veel plaatsen afgedekt door dekzand (Laagpakket van Wierden) of, bij afwezigheid hiervan, *Holocene* afzettingen in de vorm van veen (Basisveen Laag) en/of klastisch-mariene afzettingen (Laagpakket van Wormer).

Laagpakket van Wierden en Laagpakket van Delwijnen (Formatie van Boxtel)

De Laagpakketten van Wierden en Delwijnen bestaan uit eolische afzettingen die tijdens de stadialen van het Weichselien in de vorm dekzandkopjes en -ruggen en als rivierduinen zijn afgezet. De zandige afzettingen liggen op de Formatie van Kreftenheye en zijn tijdens het *Holoceen* afgedekt door veen (Basisveen Laag) en/of mariene zand- en kleiafzettingen (Laagpakket van Wormer). De top van het archeologische niveau voor prehistorische resten, het dekzand, ligt gemiddeld op -13 m NAP. Variaties tussen -9 en -16 meter komen voor. Deze variaties zijn vastgesteld aan de hand van boorgegevens. Gezien het detailniveau van de beschikbare boorgegevens kan de top zich lokaal nog hoger bevinden.

Het plangebied wordt doorsneden door twee geulen, die centraal in het plangebied samenkomen. Het dal wordt begrensd door een vrij vlak terras met dekzandkopjes en/of rivierduinen. In de vroege prehistorie kozen jagers, vissers en verzamelaars hooggelegen plekken in het landschap uit voor de inrichting van kampementen. Een hooggelegen kampplaats bood overzicht over het jachtgebied. De aanwezigheid van water en struikgewas was een bepaalde factor bij de locatiekeuze. De rivieren en beken leverden vers drinkwater, ook voor dieren waarop gejaagd werd. Plekken waar kuddes dieren tijdens de seizoenstrek de rivier overstaken boden mogelijkheden voor groepsjacht.¹⁷

In het hele plangebied kunnen in de top het dekzand archeologische waarden uit het Laat Paleolithicum en het Mesolithicum voorkomen. Uit het voorgaande blijkt dat de kans op prehistorische waarden vooral groot is ter plaatse van:

- a) de steile overgang van de terrasrand naar het rivierdal,
en
- b) dekzandkopjes en rivierduinen op het vlakke terras in de nabijheid van de rivier

Hoe de morfologie van het afgedekte dekzandlandschap er precies uit ziet en of de top van het dekzand (met daarin eventuele prehistorische resten) nog intact is, is niet tot in detail bekend. Het is daarom beperkt mogelijk om uitspraken te doen over de fysieke kwaliteit van eventuele vindplaatsen. Intacte podzolbodems komen, getuige boorbeschrijvingen, verspreid over het plangebied voor. Op deze locaties kunnen *in situ* gave

¹⁷ Rensink 2005.

nederzettingenresten voorkomen. De uitbreiding van een groot getijdengebied over het plangebied tussen 6000 en 5500 v. Chr. kan, vooral ter plaatse van getijdengeulen, het dekzandlandschap, en daarmee eventuele archeologische resten, hebben aangetast. Het is een bekend gegeven dat prehistorische nederzettingssporen in de zandgebieden op land vaak door menselijk handelen zijn verstoord. In akkergebieden is de vondstlaag vaak volledig opgenomen in de bouwvoor. De diep gelegen vindplaatsen in het IJsselmeergebied kunnen weliswaar door erosie zijn aangetast, maar de kans op verstoring door menselijk handelen is klein. In het geval van een gave vindplaats wordt de mate van conservering bepaald door de aard van het materiaal en het moment waarop de nederzetting onder de grondwaterspiegel kwam te liggen. Door de snelle zeespiegelstijging in de periode van 11.500 tot 6.000 v. Chr. is de kans op goed geconserveerde anorganische en organische resten relatief groot. Als de top van het dekzand intact is moet de kans op het voorkomen van goed geconserveerde prehistorische bewoningsresten, zeker binnen de voornoemde kansrijke zones, hoog worden geacht.

Ook binnen het pakket dekzand kunnen archeologische resten voorkomen. Het gaat daarbij vooral om vuurstenen en natuurstenen artefacten uit het Laat Paleolithicum. Gekende niveaus zijn bodemhorizonten die tijdens kortstondige warme perioden in de eindfase van het *Weichselien* zijn gevormd. Voorbeelden van warme fasen zijn het Bølling interstadiaal en het voornoemde Allerød-interstadiaal. De bodem die tijdens het Allerød-interstadiaal is gevormd, wordt als Laag van Usselo aangeduid. De overgang van twee dekzandlagen wordt soms gemarkeerd door een grindbandje. Dit grindbandje is gevormd door deflatie, een proces waarbij kleine zandkorrels worden weggeblazen en grind wordt aangerijkt. Hierdoor ontstaat een grind / keienlaag¹⁸, ook wel Laag van Beuningen genoemd. Deze laag kan zijn aangerijkt in artefacten, en vormt daarom evenals de afgedekte bodemhorizonten een archeologisch niveau.

Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)

Het Laagpakket van Wormer is opgebouwd uit mariene afzettingen, vaak in de vorm van gelaagde afzettingen van klei, zand en detritus. In de bovenste niveaus van het Laagpakket van Wormer kunnen nederzettingssporen van de Swifterbantcultuur (5300-3800 v. Chr.) voorkomen. De bekende Swifterbantvindplaatsen bevinden zich op -5 m NAP. De overblijfselen van seizoensgebonden woonplaatsen zijn aangetroffen op de oevers van zoetwatergetijdenkreeken. De aanwezigheid van nederzettingssporen wordt gemarkeerd door de aanwezigheid van een humeuze donkergrijze cultuurlaag. In deze cultuurlaag vormen vuurstenen en aardewerken artefacten, houtskool en botresten belangrijke archeologische indicatoren. Als wij uitgaan van bewoningsmogelijkheden vanaf 5300 v. Chr. bevinden eventuele bewoningsniveaus zich, gegeven beschikbare zeespiegelcurves, binnen dit pakket op -10 tot -5 m NAP.¹⁹ Het archeologisch niveau is in de (proto)historische perioden afgedekt door veen, gyttja, klei en/of zand. De ligging van de afgedekte prehistorische getijdenkreeken en prielen is niet in detail bekend. Op basis van de huidige beschikbare gegevens is lokalisering van kansrijke zones daarom nog niet mogelijk. De waterbodem ligt gemiddeld op -4,30 m NAP. De relatief ondiepe ligging van het archeologische niveau maakt eventuele waarden kwetsbaar, zelfs voor ondiepe bodemingrepen.

Hollandveen Laagpakket en Laagpakket van Walcheren

In West Friesland zijn veel prehistorische waarden onderzocht en opgegraven. Nederzettingen uit het Laat Neolithicum bevinden zich hier langs de uitlopers van kleine zoetwatervoerende kreeken en vooral prielen. Na sluiting van het Zeegat van Bergen verlandde het krekensysteem. Woonplaatsen en akkercomplexen uit de Bronstijd worden vooral op de zandige kreekkruggen aangelegd. Het archeologische niveau van deze vindplaatsen ligt op -1 tot 0 m NAP. Gegeven het niveau van de waterbodem in het plangebied mag geconcludeerd worden dat bewoningssporen uit de Metaaltijden, de Romeinse tijd en Vroege Middeleeuwen niet te verwachten zijn in het plangebied. Ook de kans op het voorkomen van verspoelde resten van laatmiddeleeuwse dorpen, zoals het verdronken dorp Ethersheim, wordt klein geacht. Rituele deposities en bewust gedumpte of verloren objecten kunnen in het drassige gebied voorkomen. Te denken valt aan primitieve vaartuigen, visgerei zoals fuiken, jachtgereedschappen, materiële en menselijke offers. Het gaat hierbij om geïsoleerde objecten die vaak bij toeval worden aangetroffen.

¹⁸ *desert pavement.*

¹⁹ Makaske 2003.

Historische waarden

Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde vondsten

In Flevoland en de Noordoostpolder zijn tot nu toe respectievelijk 263 en 191 scheepswrakken of scheepsgerelateerde resten gevonden, een gemiddelde van 1 per 250 hectare voor de Noordoostpolder en 1 per 375 hectare voor Flevoland. De verwachting is dat hier in de toekomst nog meer vondsten zullen komen. De belangrijkste reden voor de relatieve hoge vondstendichtheid in de Noordoostpolder is vermoedelijk de nauwere spatiering van drainagesloten en kanalen tijdens ontginning, waardoor begraven wrakresten eerder ontdekt zijn.

Het zoekgebied Markermeer heeft een oppervlakte van 150 km². De kans dat in het plangebied scheepswrakken of scheepvaartgerelateerde resten voorkomen is daarom zeer groot. Als wij uitgaan van de statistische dichtheid van wrakken in de Flevopolder, worden 30 historische scheepswrakken verwacht. Het aantal kan ook hoger zijn, omdat belangrijke historische vaarroutes door het gebied lopen, en het de ondieptes van Enkhuizerzand grote risico's voor de scheepvaart met zich mee brachten.

De datering van scheepvaartgerelateerde resten loopt van de tweede helft van de 13^e eeuw tot en met de Nieuwe tijd. Wrakken kunnen zijn weggezakt in slappe humeuze klei aan de basis van de Almere Laag en de onderliggende gyttja en veen van het Hollandveen Laagpakket. Zeker laatmiddeleeuwse scheepswrakken kunnen geheel of ten dele zijn afgedekt door de Zuiderzee Laag. Door de inbedding en afdekking in de bodem en de ligging onder water is de fysieke kwaliteit van eventuele vindplaatsen naar verwachting hoog. Hierbij past de kanttekening dat uit de bodem stekende houten wrakdelen door paalworm en scheepsworm kunnen, en waarschijnlijk zullen, zijn aangetast.

Vliegtuigwrakken

In het plangebied en de directe omgeving zijn de resten van een tiental gevechtsvliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog geborgen. Van één locatie is met zekerheid bekend dat daar de resten van een Short Sterling uit WOII liggen. Boven het IJsselmeergebied zijn nog een aanzienlijk aantal vliegtuigen vermist, ruim 650 volgens de Stichting Aircraft Recovery Group 1940-1945. Waar deze vliegtuigen zijn neergestort is niet precies bekend. De melding waar het toestel is neergeschoten, bijvoorbeeld door de vijandelijke piloot, kan sterk afwijken van de locatie waar het vliegtuig neerstort. Tijdens de impact in het IJsselmeer kan een vliegtuig uit elkaar worden geslagen en kunnen onderdelen over een groot gebied verspreid liggen. Zware onderdelen, zoals de motor, kunnen zich meters diep in de bodem bevinden. Dit betekent dat wrakresten verspreid over, en deels in, de waterbodem liggen. Samenvattend zijn in het gehele plangebied zijn de volgende vondstcategorieën te verwachten:

Cat.	Vondsten	Hoogte (m NAP)	Lithostratigrafisch niveau	Archeologisch niveau
0	Midden paleolithische artefacten (verspoeld)	< -42	FM van Sterksel & FM van Urk	Fuviatische afzettingen: grind, zand en klei
1	Laat paleolithische artefacten	-18	FM van Kreftenheye	Grofzandige en grindige rivierafzettingen met plaatselijk een leemlaag aan de top.
2	Laat paleolithische en mesolithische jachtkampen	-9 tot -16	LP van Wierden LP van Delwijnen	Eolische afzettingen uit het Late Dryas. Archeologisch kansrijk zijn: - dekzandkopjes of rivierduinen met intacte (podzol)bodem en/of - afgedekte paleosols (Laag van Usselo) en desert pavements
3	Mesolithische jachtkampen	-8 tot -13	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen – Bewonings-niveaus bevinden zich binnen dit pakket op oeverafzettingen van krekken en prielen
	Seizoensnederzettingen Swifterbantcultuur	-5 tot -10	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van krekken en prielen
4	Vondsten gerelateerd aan scheepvaart	-4 tot -6	LP van Walcheren Hollandveen LP	Gehele opeenvolging
5	Vliegtuigwrakken WOII	maaiveld tot -9	LP van Walcheren HP Laagpakket	Zware vliegtuigonderdelen meters diep door grote impact. Lichte onderdelen verspreid over het gebied

Tabel 8. Samenvatting van de te verwachten vondsten in het plangebied.

4. Conclusies

Op basis van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er (aanwijzingen voor) archeologische en historische waarden in het plangebied aanwezig?

Het aantal bekende archeologische waarden beperkt zich tot resten van scheepswrakken uit de periode 1747-1914 en vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog die in en net buiten het zoekgebied zijn aangetroffen.

Het onderzoek heeft echter uitgewezen dat het landschap in de vroege prehistorie aantrekkelijke locaties voor bewoning heeft geboden. Vindplaatsen in de Flevopolder vormen het bewijs dat de regio in deze periode ook daadwerkelijk intensief, herhaaldelijk en langdurig voor bewoning is gebruikt. In historische perioden vormde de Zuiderzee een druk bevaren binnenzee. Belangrijke scheepvaartroutes liepen door het plangebied.

In het plangebied kunnen daarom zowel terrestrische als scheepvaart-gerelateerde archeologische waarden verwacht worden.

Zo ja, wat is naar verwachting de omvang, ligging, aard en datering hiervan?

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de aard en de datering van de verwachte archeologische waarden. Daarnaast zijn de diepte, de lithostratigrafische eenheid en het archeologische niveau binnen deze eenheid waarop archeologische resten worden verwacht gespecificeerd.

Cat.	Vondsten	Hoogte (m NAP)	Lithostratigrafisch niveau	Archeologisch niveau
0	Midden paleolithische artefacten (verspoeld)	< -42	FM van Sterksel & FM van Urk	Fuviatische afzettingen: grind, zand en klei
1	Laat paleolithische artefacten	-18	FM van Kreftenheye	Grofzandige en grindige rivierafzettingen met plaatselijk een leemlaag aan de top.
2	Laat paleolithische en mesolithische jachtkampen	-9 tot -16	LP van Wierden LP van Delwijnen	Eolische afzettingen uit het Late Dryas. Archeologisch kansrijk zijn: - dekzandkopjes of rivierduinen met intacte (podzol)bodem en/of - afgedekte paleosols (Laag van Usselo) en desert pavements
3	Mesolithische jachtkampen	-8 tot -13	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen – Bewonings-niveaus bevinden zich binnen dit pakket op oeverafzettingen van kreken en prielen
	Seizoensnederzettingen Swifterbantcultuur	-5 tot -10	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van kreken en prielen
4	Vondsten gerelateerd aan scheepvaart	-4 tot -6	LP van Walcheren Hollandveen LP	Gehele opeenvolging
5	Vliegtuigwrakken WOII	maaiveld tot -9	LP van Walcheren HP Laagpakket	Zware vliegtuigonderdelen meters diep door grote impact. Lichte onderdelen verspreid over het gebied

De omvang van de verwachte vindplaatsen is niet in de tabel opgenomen. Bij laat paleolithische en mesolithische vindplaatsen gaat het veelal om losse vondsten en concentraties van vuurstenen artefacten die de aanwezigheid van een jachtkamp, vaak slechts enkele vierkante meters groot, markeren. De opgraving in het kader van de aanleg van de N23 bij Swifterbant heeft uitgewezen dat mesolithische sites met een omvang van 4000 m² kunnen voorkomen. Naast vuursteen vormen houtskoolbrokken, verbrande hazelnootdoppen, benen artefacten, visgraten en botresten indicatoren voor de aanwezigheid van nederzettingssporen. De omvang van bekende woonplaatsen van de Swifterbantcultuur varieert van 300 tot

1200 m². Herhaalde seizoensbewoning van kleiige kreekoevers heeft vaak geleid tot de vorming van een donkere humeuze cultuurlaag.

In de waterbodem kunnen (resten) van scheepswrakken vanaf de prehistorie verwacht worden. Aan het oppervlak van de waterbodem kunnen scheepswrakken vanaf de tweede helft van de 13^e eeuw worden aangetroffen. Daarnaast is de kans aanwezig dat scheepswrakken zijn weggezaakt in de onderliggende klei- en veenlagen en vervolgens volledig zijn afgedekt door klei, zand en slib. In het plangebied bevinden zich naar verwachting tientallen historische scheepswrakken. Deze verwachting is gebaseerd op de hoge dichtheid aan bekende scheepswrakken in de Flevopolder. De omvang van de vindplaatsen wordt bepaald door de verspreiding van wrakdelen, de ligging van (verloren) lading en aan het schip gerelateerde losse objecten, zoals ankers.

De bekende vindplaatsen van vliegtuigwrakken uit de WOII zijn in de jaren '50 en '60 van de 20^e eeuw geruimd. Op deze locaties kunnen archeologische resten zijn achtergebleven. Tijdens de crash van een gevechtsvliegtuig worden brokstukken over een groot gebied verspreid. Dit betekent ook dat de overblijfselen van nu nog vermiste vliegers op tientallen meters van de plaats van impact kunnen worden teruggevonden. Buiten de bekende vindplaatsen kunnen in het plangebied ook nog (resten van) tot dusver onontdekte vliegtuigwrakken voorkomen.

Welke vorm van nader onderzoek wordt geadviseerd om deze mogelijke archeologische en historische waarden nader te onderzoeken om te komen tot een eventueel nader onderwateronderzoek?

De verwachte archeologische waarden kunnen grofweg worden ingedeeld in twee groepen. De eerste groep bestaat uit scheeps- en vliegtuigwrakken uit historische perioden; de tweede groep omvat nederzettingen uit de vroege prehistorie.

Scheeps- en vliegtuigwrakken kunnen op of in de top van de waterbodem voorkomen. Wrakdelen of scheepsladingen die uit de waterbodem steken of op de waterbodem liggen kunnen met akoestische technieken worden opgespoord en gekarteerd. In de regel vormt een onderzoek met *side scan sonar* de eerste fase van het onderzoek, eventueel in een latere fase gevolgd door een *multibeam* onderzoek. Metalen objecten in de bovenste meters van de waterbodem kunnen met een *magnetometer* in kaart worden gebracht. Het is niet mogelijk om magnetische anomalieën zonder meer te interpreteren als scheeps- of vliegtuigwrak, zoals bij *side scan sonar* soms wel het geval is. Wel kunnen kansrijke locaties worden geïdentificeerd. De *magnetometer* data en *side scan sonar* data kunnen gelijktijdig worden opgenomen. De mogelijkheden om met de huidige geofysische technieken volledig afgedekte houten scheepswrakken op te sporen zijn helaas beperkt. Het uitvoeren van de opwaterfase in een vroeg stadium is aanbevelenswaardig, zodat de uitkomsten van dit onderzoek kan worden meegenomen in het plan- en besluitvormingsproces.

De archeologische verwachting voor de vroege prehistorie kan worden onderverdeeld naar bewoning in het *pleistocene* en het *holocene* landschap. In beide gevallen is de verwachting sterk gerelateerd aan de morfologie en intactheid van het paleolandschap. Het onderzoek van nederzettingen uit de vroege prehistorie kan worden verricht met behulp van grondboringen.

De eerste fase van onderzoek kan bestaan uit een booronderzoek met een verkennend karakter. Primair doel is het vaststellen van:

- 1) de aard van opeenvolgende sedimenten in de boorkolom
- 2) het milieu waarin deze sedimenten zijn afgezet
- 3) de aard van de laagsgrenzen: erosief of geleidelijk
- 4) indicatoren voor processen van bodemvorming, rijping en bioturbatie
- 5) de aanwezigheid, diepteligging en intactheid van archeologische kansrijke niveaus.

Vanzelfsprekend wordt in de boringen ook beoordeeld of er archeologische indicatoren aanwezig zijn. Dit is echter niet het primaire doel. De resultaten van het onderzoek worden gebruikt om archeologisch kansrijke en kansarme zones te identificeren. Op basis van het huidige bureauonderzoek is een algemeen beeld gevormd. Een verkennend geoarcheologisch onderzoek maakt een precisering van dit beeld mogelijk. Als in het kader van de voorbereidingen van zandwinning geologisch onderzoek gepland is, bevelen wij aan om

dit onderzoek een geoarcheologisch karakter te geven door een KNA Prospector te betrekken bij het plaatsen van de boringen, de analyse en het beschrijven van de boorkernen.

Als er geen geologisch onderzoek wordt uitgevoerd verdient het aanbeveling om, als de plannen zijn uitgewerkt, op die locaties onderzoek te doen waar bodemingrepen een bedreiging kunnen vormen voor archeologische waarden. Ook in dit geval heeft de eerste fase van onderzoek een verkennend karakter. De verkenning geeft de mogelijkheid om kansrijke zones door planaanpassing te sparen. Om de boorlocaties nader te bepalen wordt aanbevolen om de morfologie van het pleistocene landschap en de aanwezigheid van ingesneden holocene geulen te inventariseren met behulp van een *subbottom profiler*. Na het verkennende booronderzoek is nog niet bekend of de kansrijke zones daadwerkelijk archeologische resten herbergen. Daarvoor is een karterend booronderzoek nodig tot minimaal in de top van het Pleistoceen. In hoeverre een karterend booronderzoek planningstechnisch en financieel haalbaar is kan in dit stadium niet worden beoordeeld. Op voorhand zal een keuze moeten worden gemaakt over de minimale omvang van de nederzettingen die men wenst op te sporen. Swifterbant nederzettingen bijvoorbeeld, zijn middelgroot in omvang (600 m²), en vereisen een 20 x 25 m boorgrid, ofwel 20 boringen per hectare, waarbij de boringen tot in de top van het pleistoceen worden gezet..

Uit het bovenstaande voorbeeld kan worden afgeleid dat de kartering van kleine jachtkampen geen reële optie is. Het onderhavige bureauonderzoek heeft uitgewezen dat de overgang van het rivierterras naar het rivierdal, alsmede dekzandkopjes en –ruggen en rivierduinen op het Allerød terras kansrijke zones in het *pleistocene* landschap vormen. Bodemingrepen tot minder dan NAP -8 meter vormen geen bedreiging voor deze archeologische waarden (lokaal kunnen echter hogere toppen voorkomen, rekening dient gehouden te worden met een marge van één meter). Een gedetailleerd beeld van de aanwezigheid en ligging van kleine rivierduinen en dekzandkopjes is er niet. De duincomplexen kunnen zonder meer als archeologisch zeer kansrijk worden bestempeld. Voor de verkenning is men niet gebonden aan een boorgrid. De hantering van een boorraai vormt een goede methode om de morfologie van een rivierduin te onderzoeken.

5. Advies

Geadviseerd wordt om de aanwezigheid van scheepswrakken, scheepvaartgerelateerde vondsten en vliegtuigwrakken in het plangebied Markerzand te onderzoeken met behulp van hoge resolutie *side scan sonar*. Op basis van de interpretatie van de sonaropnamen wordt een lijst opgesteld met objecten en/of bodemverstoringen. Indien hierbij verstoringen of objecten worden waargenomen die niet direct geïdentificeerd kunnen worden kan ter nadere identificatie een hoge resolutie *multibeam* ingezet worden.

Gelijktijdig met de *sonar*-opnamen kunnen met een *magnetometer* magnetische anomalieën in kaart gebracht. Metalen objecten in de bodem, zoals conventionele explosieven en metalen wrakdelen, kunnen hiermee worden opgespoord. Daarnaast worden alle andere mogelijk aanwezige objecten die baggerobstakels kunnen vormen in kaart gebracht.

Het is met de aanbevolen onderzoekstechnieken helaas niet mogelijk om:

- volledig afgedekte houten scheepswrakken op te sporen, of
- de aard van het metalen object dat een magnetische anomalie veroorzaakt vast te stellen.

Voor het uitvoeren van vervolgonderzoek (KNA inventariserend veldonderzoek opwaterfase) dient een Programma van Eisen te worden opgesteld.

Als in het kader van de zandwinning een geologisch booronderzoek is gepland, verdient het aanbeveling om deze boringen uit te voeren in aanwezigheid van een KNA-prospecteur of Fysisch geograaf. Het onderzoek krijgt hiermee een geoarcheologisch karakter. Op basis van het geoarcheologische boorkernenonderzoek kan het onderzochte gebied worden verdeeld in zones met een hoge, middelhoge en lage trefkans op het voorkomen van prehistorische bewoningsresten.

Als geen geologisch booronderzoek gepland is, wordt aanbevolen om de morfologie van het *Pleistocene* landschap en de *Holocene* seismostratigrafie te inventariseren met behulp van een *subbottom profiler*. De uitkomsten van dit onderzoek vormen de basis voor de vaststelling van de noodzaak en vorm van eventueel vervolgonderzoek naar prehistorische bewoningsresten. Een vervolgonderzoek kan bijvoorbeeld bestaan uit een verkennend archeologisch booronderzoek op locaties die archeologisch kansrijk worden geacht.

In zijn algemeenheid geldt dat toevalsvondsten waarvan vermoed kan worden dat zij van archeologische waarde zijn of kunnen zijn, conform de Monumentenwet, gemeld dienen te worden aan de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het plangebied.....	5
Afbeelding 2. Kleurendieptekaart op basis van het Actueel Dieptebestand Markermeer 2012 en het AHN	10
Afbeelding 3. Laag van Usselo aan de Kon. Wilhelminalaan te Naarden. (uit foto: S. Koopman)	11
Afbeelding 4. Paleogeografische ontwikkeling van Noord-Holland en het IJsselmeergebied.....	13
Afbeelding 5. Overzicht beschikbare boorgegevens	15
Afbeelding 6. Lithostratigrafie van het Markermeer en de daaraan gerelateerde paleogeografie	16
Afbeelding 7. Diepteligging van de top van het Pleistoceen	17
Afbeelding 8. Dikte van de Holocene bedekking en profiel west-oost	19
Afbeelding 9. Lithostratigrafische opbouw en het voorkomen van veen in het plangebied (naar Menke en Lenselink, 1995)	20
Afbeelding 10. Illustratie van de basis van de Almere Laag met een projectie van de Eem-geul.....	21
Afbeelding 11. Samenstelling van de waterbodem (bron: Geologische atlas IJsselmeergebied)	22
Afbeelding 12. Kaart van C. Sgrooten uit 1568 met een projectie van onderzoeksgebied Markermeer	24
Afbeelding 13. De belangrijkste historische vaarroutes geprojecteerd op de paskaart van Johannis van Keulen, 1771.....	25
Afbeelding 14. Het zoekgebied geprojecteerd op de kaart van 1852	26
Afbeelding 15. Het plangebied geprojecteerd op diverse historische dieptemodellen.	27
Afbeelding 16. Bekende verstoringen in het plangebied	28
Afbeelding 17. Midden Paleolitische vuistbijl ontdekt op een zandstort in Dronten (bron: AWN 2006).	29
Afbeelding 18. De IKAW met een overzicht van AMK-terreinen en Archis-waarnemingen (Paleolithicum – Neolithicum).....	31
Afbeelding 19. Het plangebied Markerzand geprojecteerd op het Holocene en Pleistocene landschap.	32
Afbeelding 20. Projectie van scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten in en om het plangebied .	33
Afbeelding 21. Overzichtskaat van vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog in het IJsselmeergebied	35

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Lithostratigrafie van Pleistocene afzettingen in het plangebied	18
Tabel 4. Overzicht van de gebruikte historische kaarten	23
Tabel 5. Wrakmeldingen uit de periode 1868-1926 binnen het onderzoeksgebied.	34
Tabel 6. Selectie van de aangetroffen scheepvaartgerelateerde resten opgenomen in Archis	34
Tabel 7. Vondstlocaties van vliegtuigwrakken binnen het zoekgebied	36
Tabel 8. Samenvatting van de te verwachten vondsten in het plangebied.	39

Afkortingen en woordenlijst

<i>AMZ</i>	Archeologische MonumentenZorg
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Desert pavement</i>	Grindlaagje dat wordt gevormd in een poolwoestijn. Door de harde polaire winden in een vegetatiearm landschap worden kleinere zandkorrels (deflatie) weggeblazen en blijven de zwaardere korrels en het grind achter aan het oppervlak.
<i>Gradiomagnetometer</i>	Combinatie van meerdere magnetometers waarbij naast locatie ook de diepte en gewicht van de bron (ijzerhoudend object) van verstoringen van het aardmagnetisch veld kunnen worden gemeten
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>Keileem</i>	Glaciale afzetting, leem dat grind en keien bevat
<i>IKAW</i>	Indicatieve Kaart Archeologische Waarden
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>Magnetometer</i>	Systeem om afwijkingen van het aardmagnetisch veld (veroorzaakt door de aanwezigheid van ijzerhoudende objecten) te meten
<i>Multibeam</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>NGE</i>	Niet-gesprongen-explosieven
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden.
<i>PvE</i>	Programma van Eisen
<i>Saalien</i>	Voorlaatste ijstijd
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfolgie en type te classificeren
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Subbottom profiler</i>	Akoestisch systeem waarmee in twee dimensies in de bodem kan worden gekeken. Vergelijkbaar met de seismische profielen die gebruikt worden in de olie-industrie
<i>Terrestrisch</i>	Behorend bij het leven op het land
<i>TNO</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
<i>Weichselien</i>	Glaciaal geologisch tijdvak van 116000 tot 11500 jaar geleden. Staat bekend als "De laatste IJstijd"

Referenties

- AWN Flevoland, september 2006. *Midden Paleolitische vuistbijl ontdekt op een zandstort in Dronen waarvan het zand afkomstig is uit het Ketelmeer*, tijdschrift Aardewerk september 2006, p 4.
- Benjamins, M. et al., 2008: Landsschapsstudie Markermeer en IJmeer, Amersfoort (ADC Heritage rapport H021).
- Bulten, E.E.B. et al. (red.), 2002: *Emmeloord, prehistorische viswieren en fuiken*, Amersfoort (Archeologisch Diensten Centrum, rapport 140).
- Carmiggelt, A. & E.J. van Ginkel 1995: Vooronderzoek archeologie: rapport van de begeleidingscommissie archeologische aspecten baggerspecie-bergingslocatie Ketelmeergebied. Afdeling Archeologie Onder water, Alphen a/d Rijn.
- Corver, B.A., 2008: Een mesolithisch jachtkamp langs de Hanzeweg N-307, gemeente Dronen. Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van een proefsleuf, Amersfoort (ADC-rapport 1297).
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 45, 9-56.
- Gehasse, E.F., 1995: *Ecologisch-archeologisch onderzoek van het neolithicum en de vroege bronstijd in de Noordoostpolder met de nadruk op vindplaats P14*, Amsterdam (proefschrift UvA).
- Hamburg, T. en S. Knippenberg, 2006: Steentijd op het Spoor; Proefsleuven op drie locaties binnen het tracé van de Hanzelijn 'Oude Land', *Archol rapport* 54.
- Hogestijn, J.W.H., 1995: *Bewoningsresten uit de Steentijd langs de voormalige loop van de Eem in Zuidelijk Flevoland: de voltooiing van de A27 en de archeologie*, Amersfoort.
- IMAGO projectgroep, 2003: *Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies. RDIJ rapport 2003-13a*.
- Koopman, S. en A. Cruysheer, 2011: *Paleogeografische ontwikkeling en bewoningsdynamiek tussen Vecht en Eem*.
- Louwe Kooijmans, L.P., Van den Broeke, P.W., Fokkens, H. en A. van Gijn (red.), 2005: *Nederland in de prehistorie*, Amsterdam.
- Makaske, B., D.G. Van Smeerdijk, H. Peeters, J.R. Mulder en T. Spek, 2003: Relative water-level rise in the Flevo lagoon (The Netherlands), 5300-2000 cal. Yr BC: an evaluation of new and existing basal peat time-depth data.
- Menke en Lenselink, 1992: *Geologische Atlas IJsselmeergebied*, Lelystad.
- Peeters, J.H.M., 2007: *Hoge Vaart-A27 in context: towards a model of Mesolithic-Neolithic land use dynamics as a framework for archaeological heritage management*, Amersfoort (Proefschrift Universiteit van Amsterdam).
- Peeters, J.H.M., 2008: Een "biografie" van prehistorische jagers-verzamelaars in een verdrinkend landschap in het perspectief van verleden, heden en toekomst, *Hazelnootreeks* 1.
- Reinders, R., 1985: Scheepsarcheologie in Nederland, in: *KNOB congres bundel 15 maart 1985 verantwoord onder water*, 15-40.
- Rensink, E. en D. Stapert, 2005: De eerste moderne mensen, Jong Paleolithicum, in: Louwe Kooijmans, L.P., Van den Broeke, P.W., Fokkens, H. en A. van Gijn (red), *De Prehistorie van Nederland*.
- Van den Brenk, 2002. *Sedimentatie-onderzoek vaargeulen op basis van lodingsgegevens*. Intern rapport Rijkswaterstaat IJsselmeergebied.
- Van den Brenk, S. en Peters, G.H., Lelystad 2002. Analyse historische boorgegevens rond de Houtribdijk. RDIJ rapport VAL018-2002
- Van der Heide, G.D., 1955: *Archeologie van het Zuiderzeegebied*, overdruk uit *Antiquity and survival*.
- Van der Heide, G.D., 1972: *Van landijs tot polderland: 2000 eeuwen Zuiderzeegebied*, Naarden.
- Van der Heide, G.D., 1974: *Scheepsopgravingen in Nederland en elders in de wereld*, Naarden.

- Van Lil, R. van, 2008: Aanleg N23 tussen Lelystad en Dronten, Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van een waarderend booronderzoek van vindplaats 5, Amersfoort (*ADC-rapport 1577*).
- Vos, P., Bazelmans, J. van der Meulen, M. en Weerts, H., 2011. *Atlas van Nederland in het Holoceen*. Uitgeverij Bert Bakker.
- Waldus, W.B. en van den Brenk, S., Amersfoort 2009. *Bureauonderzoek Slibvangput Markermeer*. ADC Archeoprojecten rapport nr.1801

Overige bronnen

- Actueel Dieptebestand IJsselmeergebied, Meet- en Informatiedienst Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
- Aircraft Recovery the Netherlands; <http://www.arg1940-1945.nl/>
- ARCHIS 2
- Boringendatabase Meet- en Informatiedienst Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
- Databases Periplus Archeomare
- Dino database en wetenschappelijke kaarten TNO | Geologische Dienst van Nederland
- Geologische en Bodemkundige Atlas Markermeer, Menke en Lenselink 1992
- KNA waterbodems (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) versie 3.1
- Landelijke Werkgroep Archeologie Onder Water, www.lwaow.nl
- LPB Sight, notitie over de inhoud van het milieueffectrapport
- Noord Hollands Archief, Haarlem
- Spiegel van de Zuiderzee, geschiedenis en Cartobibliografie van de Zuiderzee en het Hollands Waddengebied, 2009
- Website <http://www.markermeerijmeer.nl/>

Bijlage 1. Fasering archeologisch onderzoek waterbodems

In de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 3.1) staan alle procedures omschreven waar het archeologisch onderzoek van de waterbodems aan moet voldoen. Hieronder volgt een korte beschrijving van de te doorlopen stappen:

1. Bureauonderzoek

Het bureau onderzoek bestaat uit het verzamelen en rapporteren van beschikbare historische gegevens, geologie en bodemligging. Het bureauonderzoek kan eventueel worden uitgebreid met een analyse van *sonar* en *multibeam*gegevens, indien deze beschikbaar zijn. Het resultaat is een archeologische verwachtingskaart.

Als uit het bureauonderzoek blijkt, dat de kans op voorkomen van archeologie hoog is, dan volgt:

2. Inventariserend Veldonderzoek - Opwaterfase

In de praktijk bestaat dit uit een side scan sonar onderzoek, indien nodig aangevuld met hoge resolutie *multibeam*opnamen. Met deze technieken worden alle objecten die op de bodem liggen of uit de bodem steken in kaart gebracht. Dit geldt ook voor objecten die niet archeologisch van aard zijn, maar wel baggerobstakels kunnen vormen.

Als dit nog niet leidt tot identificatie, dan volgt:

3. Inventariserend Veldonderzoek Onderwater - Verkennend

Hierbij worden alle "verdachte" locaties afgedoken door een gespecialiseerd duikteam, waarmee alle aanwezige objecten geïdentificeerd worden.

ALS een locatie mogelijk archeologische resten bevat, dan volgt:

4. Inventariserend Veldonderzoek Onderwater - Waarderend

De archeologische resten op de locatie worden door een duikteam vrijgelegd en onder leiding van een KNA archeoloog waterbodems in kaart gebracht. Deze brengt dan advies uit of de archeologische resten behoudenswaardig zijn. Als dit laatste het geval is, dan zijn er twee mogelijkheden: of de resten kunnen *in situ* behouden blijven (dus mag er geen verstoring plaatsvinden, m.a.w. aanpassen planfase project) of er volgt een

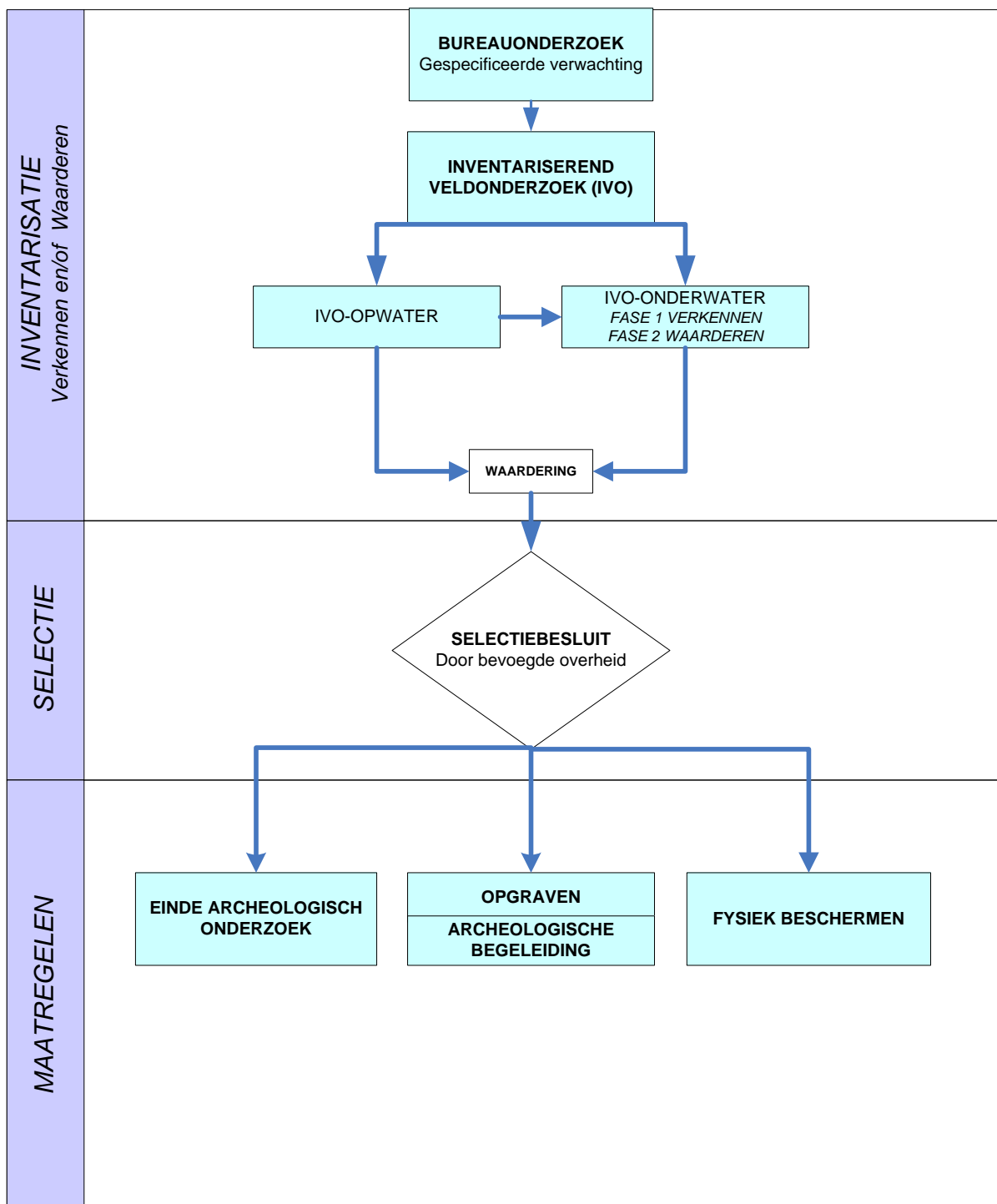
5. Archeologische Opgraving

De resten worden onder leiding van een KNA archeoloog waterbodems geborgen cq gelicht. De resten MOETEN dan onderzocht, getekend, geregistreerd en gedeponeerd worden.

In bovenstaande procesbeschrijving zit een groot aantal beslismomenten, die direct afhankelijk zijn van de aangetroffen archeologica. In de volgende afbeelding zijn deze momenten nog eens schematisch weergegeven. Hieruit volgt dat het vrijwel onmogelijk is een kosteninschatting te maken voor de individuele processtappen.

Voor het uitvoeren van inventariserend veldonderzoeken (opwaterfase en onderwaterfasen) dient een Programma van Eisen (PvE) te worden opgesteld.

**Bijlage 2. Protocol KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) Waterbodems
 Versie 3.1**



Bijlage 3. CD met rapportage digitaal (PDF)

Bijlage X

Multifunctionaliteit - toetsing aan aanvullend kader

Notitie

Datum:	18 december 2014	Project:	Markerzand
Uw kenmerk:	-	Locatie:	Markermeer
Ons kenmerk:	V085745aa.00030.pt	Betreft:	Uitwerking multifunctionaliteit of aanvullend kader RWS
Versie:	01_003		

1.1 Inleiding

In de loop van de ontwikkeling van het project Markerzand is er door Rijkswaterstaat Midden Nederland een aanvullend kader opgesteld. Het aanvullend kader legt aanvullende eisen op aan ontgroningen in het Markermeer.

In deze notitie wordt een toetsing van de multifunctionaliteit van het project uitgevoerd op basis van de laatste versie van het aanvullend kader.

1.2 Aanvullend kader

Op 30 april 2014 ontving de initiatiefnemer onderstaande mail van Rijkswaterstaat Midden Nederland. Hierin wordt door Rijkswaterstaat een aanvullend kader omschreven, aanvullend op de bestaande ontgrondingswet en de beleidsregels.

Inleiding.

De Beleidsregel Ontgroningen in Rijkswateren vereist dat ontgroningen multifunctioneel zijn en geeft voorbeelden op basis waarvan een ontgroning multifunctioneel kan zijn. De ontgroning van een initiatiefnemer heeft vanuit die regel een tweede maatschappelijke functie nodig. Deze tweede functie kan met een goede onderbouwing zelf worden ingevuld door de initiatiefnemer.

Alleen bij een zwaarwegende reden mag door het bevoegd gezag worden afgezien van multifunctionaliteit bij de ontgroning. Er is dan feitelijk sprake van een primaire zandwinning. Een voorwaarde om een tweede functie multifunctioneel te laten zijn is dat met deze functie daadwerkelijk, dus effectief en binnen afzienbare tijd, een maatschappelijke meerwaarde naast de ontgroning wordt gerealiseerd. Hierbij kan worden gedacht aan invulling dan wel aansluiting op huidige beleidsdoelen en/of gebiedsontwikkelingen. De Leidraad ontgroningen in rijkswateren (waarbinnen de Beleidsregels zijn opgenomen) gaat bij de vereiste multifunctionaliteit uit van 'werk met werk' maken, 'zodat in de omgeving zo min mogelijk ingrepen plaatsvinden' (zie p. 46). Het oproepen en vervolgens invullen van nieuwe behoeften in het gebied volstaat daarom niet.

In eerste instantie dient de ontgroning zelf multifunctioneel te zijn. Echter een verruiming naar een meerwaarde van de ontgroning voor het watersysteem, waarin de ontgroning plaatsvindt, is, mits een beleidsdoel en goed onderbouwd, mogelijk.

Zandwinning in een vaargeul is multifunctioneel, omdat het verbeteren van de vaarweg een maatschappelijke en economische meerwaarde biedt. In de vaargeul is deze meerwaarde gekoppeld aan de nautische diepte. Voor de vergunningverlening buiten de vaargeul ontbreekt het kader voor toepassing van het multifunctionaliteitsprincipe.

Multifunctionaliteit en TBES.

De toekomstige vraag naar zand in de regio, is voor de zandwinners aanleiding voor het aanvragen van een ontgroningenvergunning in het Markermeer en dan buiten de vaargeul. Zandwinning in dit gebied is pas mogelijk na het verwijderen van de holocene dekgrond. Bij deze zandwinning kan de dekgrond worden teruggezet (omputten) of worden afgevoerd (toepassen).

Zandwinning buiten de vaargeul kan multifunctioneel zijn als de winning bijdraagt aan een verbetering van de ecologische kwaliteit van het watersysteem.

Voor het Markermeer is dit verwoord in de Rijksstructuurvisie Amsterdam- Almere- Markermeer (2013).

Hierin is de ambitie voor de structurele verbetering van de ecologie vastgelegd in een Toekomst Bestendig Ecologisch Systeem TBES, dat op 4 pijlers rust:

- *heldere (water)randen langs de kust (waterplantrijke zones als gevolg van voldoende doorzicht door luwte en/of geringe waterdiepte);*
- *een gradiënt in slib van helder naar troebel water (wateroppervlak met een doorzicht tussen de 40 - 80 cm. Deze zone is belangrijk voor de visetende watervogels);*
- *land- waterzones van formaat;*
- *versterkte ecologische verbindingen.*

De eerste stap binnen TBES is de uitvoering van de Marker Wadden en de Luwtmaatregel Hoornse Hop.

Gekoppeld aan de bovenstaande natuurambitie ontstaat in ieder geval een multifunctionele en daarmee vergunbare zandwinning, wanneer de ontgroning substantieel en robuust bijdraagt aan TBES.

VOORBEEELD

*Deze bijdrage is vooralsnog aanwezig, wanneer het natuuroppervlak van de Marker Wadden en/of de Luwtmaatregel Hoornse Hop wordt vergroot met de bij de winning vrijkomende en weer terug te zetten dekgrond *). Het nieuwe natuuroppervlak mag ook deels of geheel elders worden gemaakt. Voorwaarde is dat het oppervlak van alle nieuwe TBES- natuur ten minste even groot blijft. Daarbij versterkt de natuurbijdrage elders altijd en blijvend de TBES- maatregelen. Dit laatste punt betekent een beheerinspanning voor de initiatiefnemer.*

De natuurbijdrage elders wordt vastgesteld t.o.v. de meest recente natuurreferentie en m.b.v. de verwachte autonome ontwikkeling (kennis van nu).

**) Ga bij de oppervlaktebepaling in beide projecten uit van een gemiddelde opvulhoogte gelijk aan 3 meter. Het berekende oppervlak is ten minste gelijk aan het oppervlak van de winput. Binnen het*

ontgrondingenbeleid is het afvoeren van dekgrond bij een zandwinning buiten de vaargeul meestal toegestaan. Er is (behoudens waterstaatkundige redenen) geen vereiste opleverdiepte en de vrijkomende dekgrond kan daarom worden toegepast.

In de vergunning zullen randvoorwaarden moeten worden opgenomen die tot doel hebben de multifunctionaliteit van de ontgroning te doen realiseren. Vooraf is vastgelegd dat er is getoetst dat er sprake is van multifunctionaliteit. Het werkplan (conform voorschrift) wordt gebruikt voor de nadere invulling van de werkzaamheden en uitvoering van het project en helpt daarmee bij de monitoring van de uitvoering.

De genoemde Leidraad ontgrondingen in rijkswateren is door de initiatiefnemer opgevraagd, maar het blijkt een intern rapport te betreffen dat niet beschikbaar wordt gesteld aan initiatiefnemer.

Naar aanleiding van de uitwerking van het initiatief en het milieueffectrapport en de multifunctionaliteitstoets door Bureau Waardenburg is er discussie ontstaan tussen de initiatiefnemer en Rijkswaterstaat Midden Nederland over de multifunctionaliteit. Op 24 november 2014 heeft Rijkswaterstaat Midden Nederland het aanvullend kader toegelicht en aanvullende informatie verschaft. Deze informatie is samengevat in onderstaande mail:

Zoals vanochtend afgesproken hierbij per mail de berekening van het minimale TBES-natuuroppervlak benodigd voor Markerzand.

Deze bijdrage aan TBES is blijvend en versterkt altijd de TBES-maatregelen. Ook wordt deze bijdrage vastgesteld t.o.v. de meest recente natuurreferentie en met behulp van de verwachte autonome ontwikkeling (kennis van nu)

De beoogde ontgroning Markerzand heeft een oppervlak gelijk aan $350\text{ m} \times 12000\text{ m} = 4,2$ miljoen m^2 .

De dikte van de dekgrond ter plaatse van beoogde Markerzand West is gemiddeld 9 m

Het volume van de bij de winning vrijkomende en weer terug te zetten dekgrond in Markerzand wordt daarmee maximaal $37,8$ miljoen m^3 .

Met een opvulhoogte van 3 m wordt zo het benodigde "referentie" oppervlak TBES-natuur gelijk aan minimaal $37,8$ miljoen $\text{m}^3 / 3\text{ m} = 12,5$ km^2 .

NB: Het referentieoppervlak TBES-natuur is ten minste gelijk aan het oppervlak van de winput (dus de ondergrens is hier $4,2$ km^2).

Het bovenstaande is gebaseerd op het aanvullend kader binnen de Beleidsregel Ontgrondingen (in uw bezit).

Neem contact op bij vragen en/of onduidelijkheden.

Tot zover het aanvullend kader voor zover dit aan de initiatiefnemer is gecommuniceerd. Dit beperkt zich tot de TBES-doelstellingen. Er zijn echter ook nog andere maatschappelijke functies in beeld, bijvoorbeeld die zoals bepaald in de Natura 2000 aanwijzing (natuur) en de Kader Richtlijn Water (waterkwaliteit). In het aanvullend kader wordt gesproken over een "meerwaarde van de ontgroning voor het watersysteem, waarin de ontgroning plaatsvindt". Daarom moeten ook de positieve effecten op Natura 2000 en KRW meegewogen worden, voor zover deze niet overlappen met de TBES-doelstellingen. NB: de Ontgrondingenwet en de Beleidsregel

ontgroningen in rijkswateren hanteren een veel breder kader, namelijk dat er sprake moet zijn van een tweede maatschappelijke functie van de ontgroning.

1.3 Uitwerking multifunctionaliteit volgens aanvullend kader

Op basis van de toelichting op het aanvullend kader is het initiatief getoetst aan dit kader. Voor de toetsing is het "40 % model" gebruikt. Dit is het voorkeursalternatief van Markerzand v.o.f., waarbij 40% van de bovengrond ter beschikking wordt gesteld voor natuurbouwprojecten in of aan het Markermeer. Het 40 % model ligt tussen het Basisalternatief en Natuurbouwalternatief uit het milieueffectrapport.

De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel. De conclusie is dat het 40% model geheel voldoet aan het aanvullend toetsingskader in de aanlegfase (Fase 1) en de volle omvangfase (Fase 2). Tijdens de vulfase (Fase 3) neemt de effectiviteit van de slibvang af tot het moment dat er nagenoeg geen (netto) effect meer is. Dat is circa 45 jaar na aanvang van de aanleg van de slibvang. Het gebied waar de slibvang lag is dan nog een langgerekte depressie in de meerbodem van het Markermeer, dat dan (2040) door de uitgevoerde TBES-maatregelen een veel robuuster ecosysteem zal hebben. Van de zandwinning is dan haast geen spoor meer over. De positieve effecten van de permanente berging van een groot deel van het mobiele slib en van de natuurbouw met het vrijgekomen materiaal zijn blijvend.

In Tabel 1 is de essentie van het aanvullend kader toegepast op het project Markerzand. In deze gedachtegang wordt de toepassing elders van vrijkomende bovengrond aan het project toegewezen als multifunctioneel effect, uitgedrukt in vierkante kilometers ecologisch areaal. In het voorbeeld van Rijkswaterstaat wordt dit effect uitsluitend gerelateerd aan de TBES-doelstellingen, die overigens niet gekwantificeerd zijn. Bij de totale beoordeling van de multifunctionaliteit moet echter ook de bijdrage aan de andere beleidsdoelen, zoals van de KRW en Natura 2000, meegenomen worden. Ook hiervoor is nog geen kwantitatief kader, daarom zijn deze effecten kwalitatief beoordeeld.

volume dekgrond	34	miljoen m ³	Alle bovengrond in het ontgrondingsgebied
toepassen in aanvulling van	3	m dikte	Dikte aanvulling (verondieping)
resultierend oppervlak ondiep water	11,3	km ²	"equivalent ecologisch areaal" bij toepassing alle dekgrond

Tabel 1 Aanvullend kader toegepast op dit project

In onderstaande tabel 2 is de toetsing aan het aanvullend kader verder uitgewerkt. In de aanlegfase (Fase 1) nemen de positieve ecologische effecten evenredig met de omvang van de zandwinning toe. De slibvangwerking heeft enige jaren nodig om opgang te komen. De resulterende zone met intermediair doorzicht neemt daarna evenredig toe in omvang. De toepassing van de vrijkomende bovengrond zal tijdens de aanlegfase plaatsvinden in een daarvoor geschikt natuurbouwproject op een daarvoor geschikt tijdstip, waardoor de positieve effecten op het watersysteem en het ecosysteem en daarmee de multifunctionaliteit worden verwezenlijkt.

In Fase 2 heeft de slibvangput de volle omvang en wordt in combinatie met de reeds uitgevoerde toepassing van de bovengrond het maximale positieve effect op het watersysteem en het ecosysteem bereikt. Inmiddels is er al een grote hoeveelheid slib uit het watersysteem afgevangen. Dit effect is niet meegenomen in de toetsing. Zoals in tabel 2 te zien is, overschrijdt het oppervlakte equivalent ecologisch areaal van 13,6 km² de toetswaarde van 11,3 km² met 20%. Het einde van Fase 2 wordt na circa 40 jaar bereikt. De zandwinning is dus 40 jaar multifunctioneel. Dit is voorbij de planhorizon van de overheidsplannen en - visies zoals RRAAM (incl. TBES) en MIRT. In Fase 3 slibt de slibvangput dicht en aan het einde van Fase 3 na circa 45 jaar is er geen slibvangwerking meer. De zandwinning is 15 jaar eerder beëindigd.

Positieve effecten die buiten beschouwing zijn gelaten in deze toetsing:

1. Permanente berging van een groot deel van het mobiele slib (zie betreffende notitie van LBP|SIGHT).
2. Toename van gebruikswaarde door sportvissers (zie rapport Sportvisserij Nederland).
3. Brandstofbesparing beroepsscheepvaart op de route Amsterdam – Enkhuizen.
4. Duurzaamheidsvoordeel ten opzichte van zandwinning elders (zie MER).

TOETSING AANVULLEND KADER BIJ AFVOER 40% BOVENGROND				
	Fase 1 Aanlegfase (0-30 jr)	Fase 2 Volle omvang slibvang (30 - 40 jr)	Fase 3 Vulfase (40 - 45 jr)	Permanent
TBES				
Heldere randen langs kust (>10% licht op bodem)	pro rato ontgroning	0,9	0,9	0
Gradiënt helder-troebel (jaargemiddeld)	pro rato ontgroning	8,2	8,2 *	0
Toepassing ter beschikking gestelde bovengrond elders (40% vrijkomende bovengrond)	0 – 4,5	4,5	4,5	4,5
N2000	pro rato ontgroning	+	++	0/+
KRW	pro rato ontgroning	+	++	0/+
SOM	pro rato ontgroning	13,6	13,6	4,5

*) afnemend naar 0

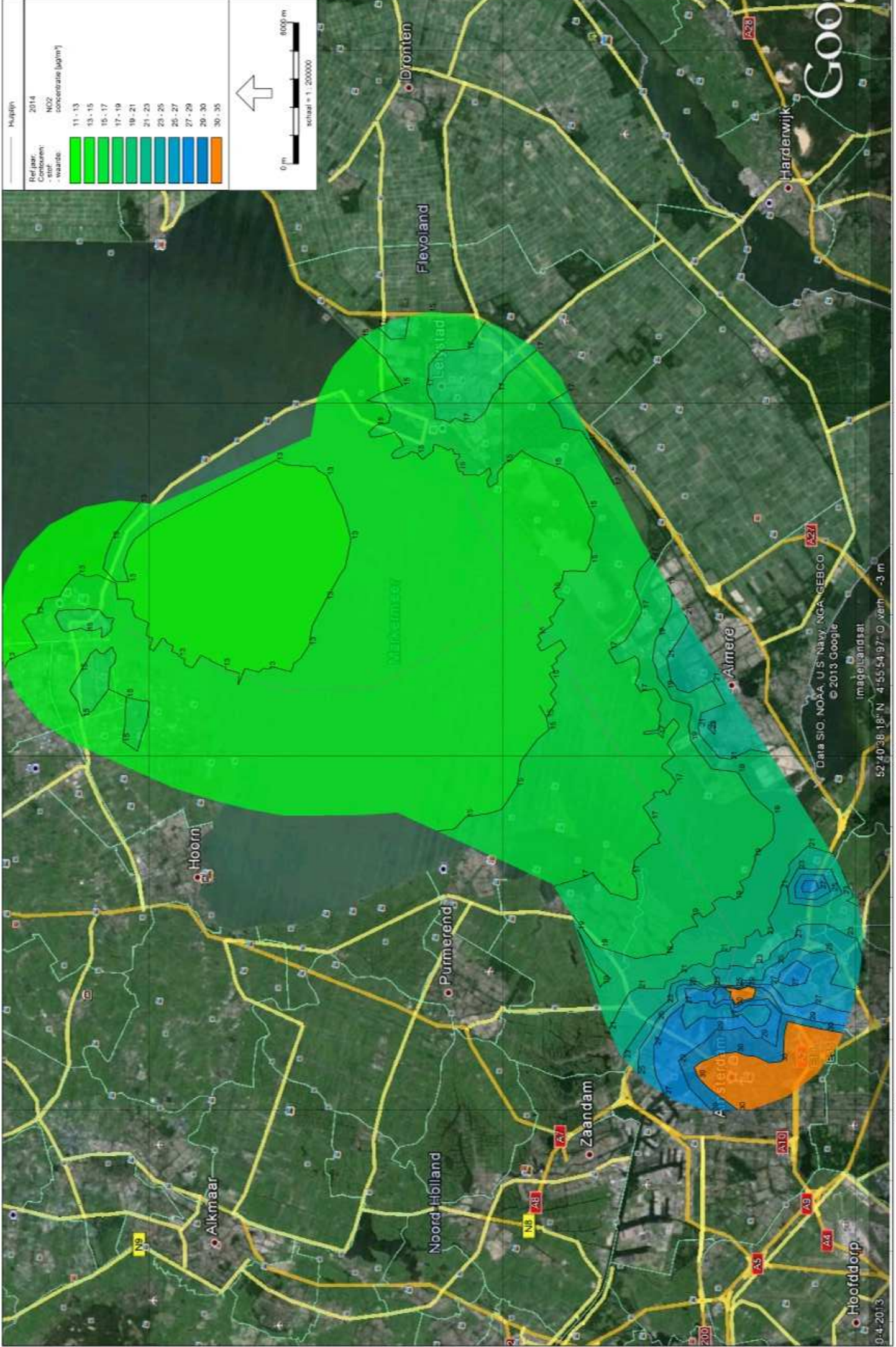
Tabel 2 Uitwerking aanvullend kader

1.4 Conclusie

De zandwinning is in het licht van het aanvullend kader minimaal 40 jaar multifunctioneel, tot 10 jaar na beëindiging van de zandwinning. Na deze tijd is er een permanent positief effect op de TBES-doelen vanwege de 453 ha (equivalente) toegevoegde ondiep waternatuur (en de permanente berging van mobiel slib). Het is niet reëel om nu eisen te stellen aan aanvullende multifunctionaliteit voor de periode na 40 jaar na start zandwinning, aangezien dit dermate ver in de toekomst is dat niet te bepalen is wat dan de maatschappelijke wensen en doelen zijn. Dit tijdstip (circa 2045) ligt na de planhorizon van de relevante overheidsplannen en -visies.

Bijlage XI

Geomilieu - concentratie NO₂



520000

500000

480000

0-4-2013

130000

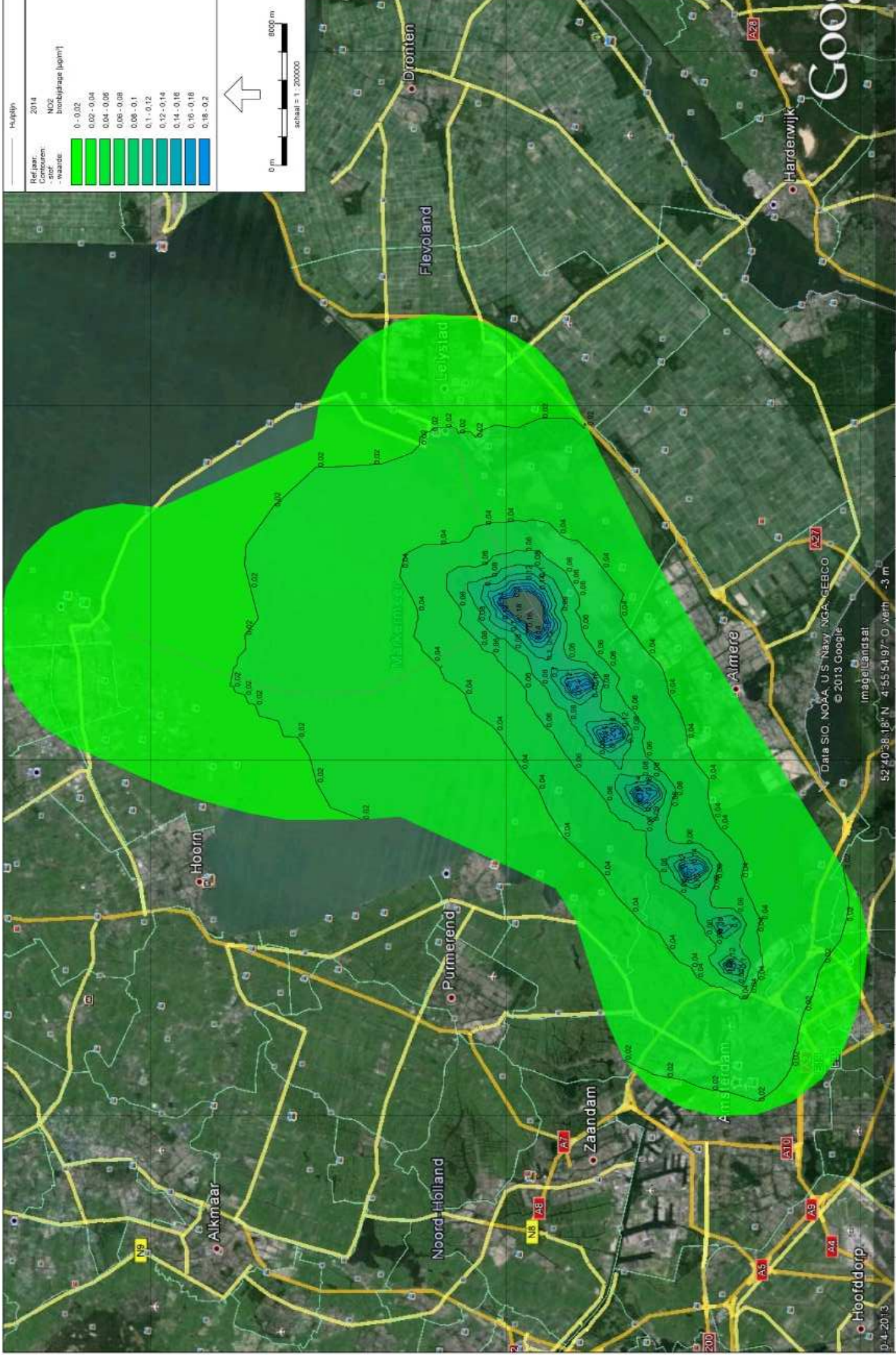
140000

150000

160000

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2013 Google
imgelandsat
52 40 38,18" N 4 55 54,97" O, verm. -3 m

Google



520000

500000

480000

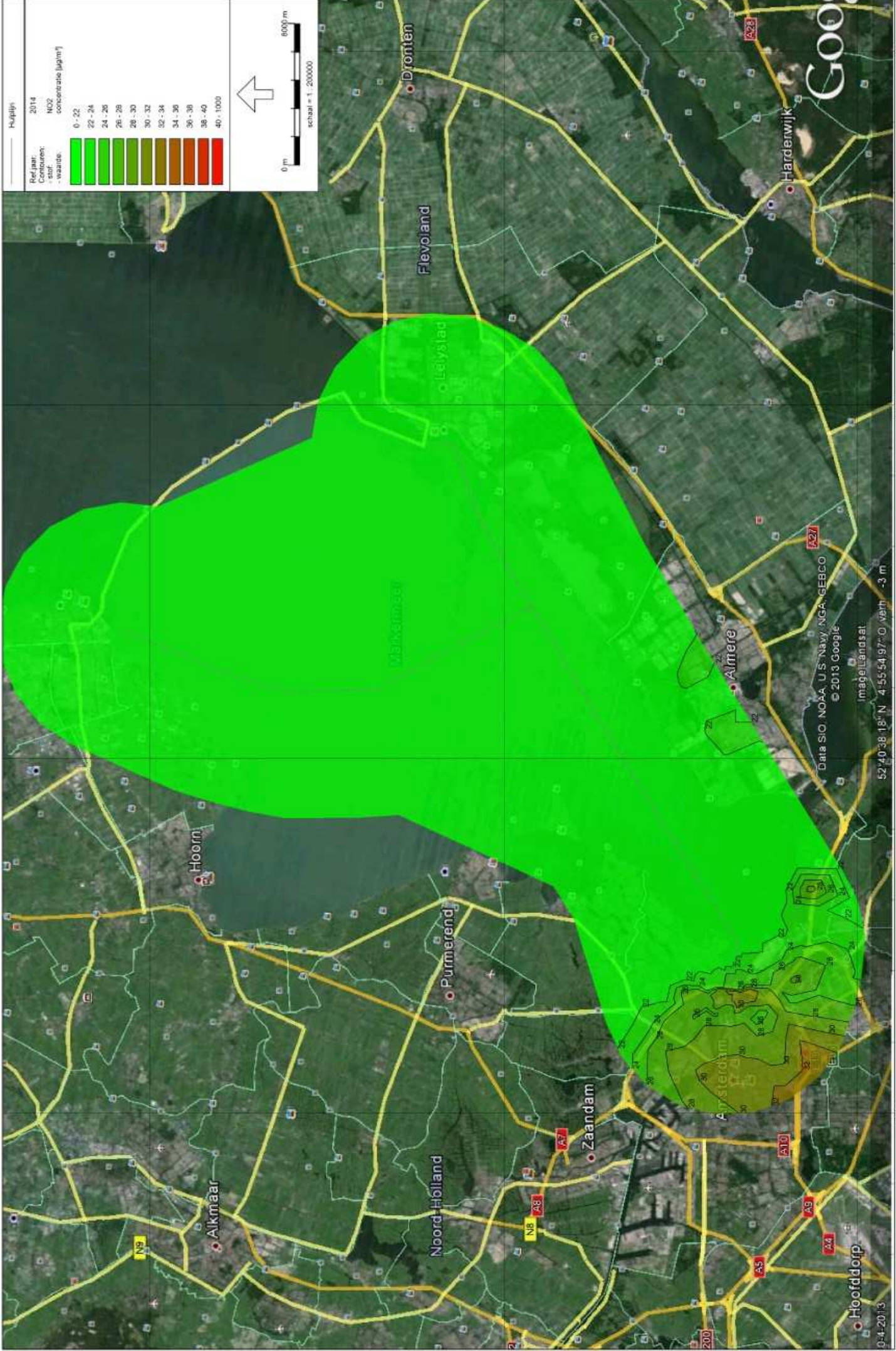
0-4-2013

120000

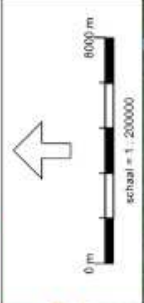
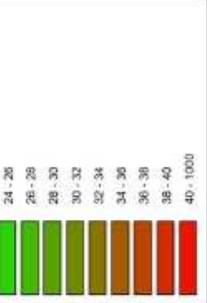
140000

160000

180000



Ref. jaar: 2014
 Contouren: NO₂
 stof: concentrate (µg/m³)
 - waarde:



520000

500000

480000

0-4-2013

52° 0' 38.18" N 4° 55' 54.97" O, verh. -3 m

140000

150000

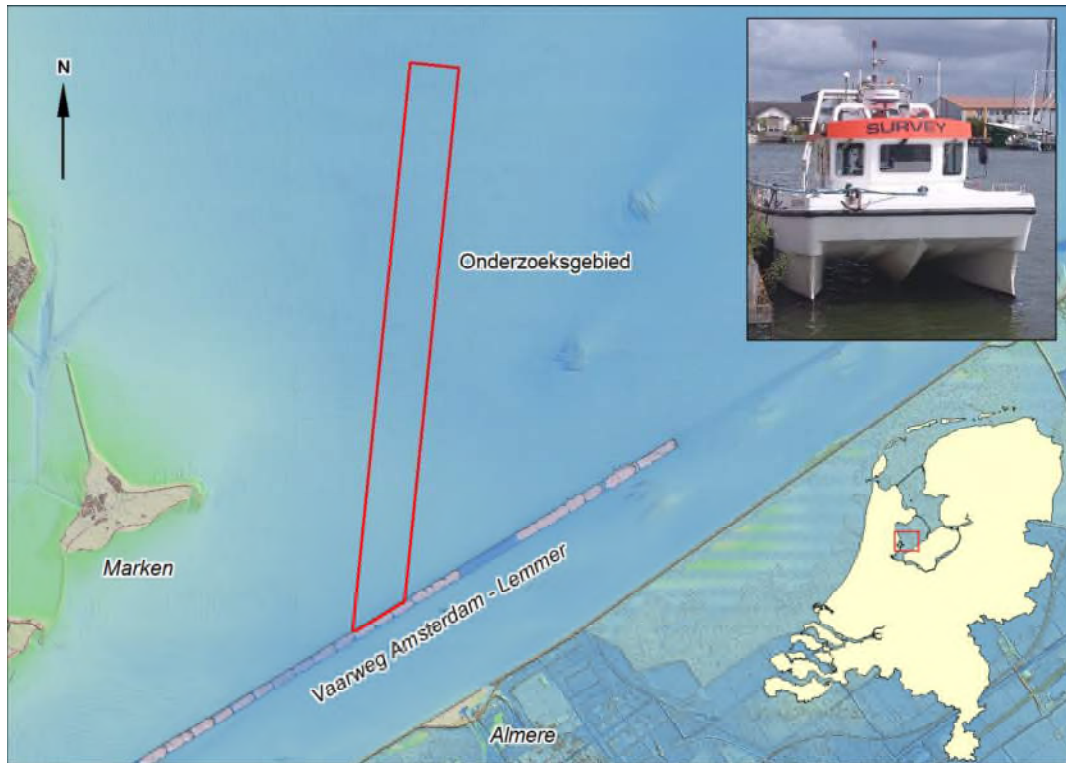
160000

Bijlage II

Inventariserend Veldonderzoek

Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase)

Markerzand, Markermeer



Periplus Archeomare rapport nr 15A012-01

Auteurs:

L.A. Muis
S. van den Brenk

In opdracht van:

MARKERZAND

Markerzand V.O.F.

Schaardijk 211
3063 NH - Rotterdam

3.0 (definitief)	23 juli 2015
2.0 (concept 2)	17 juli 2015
1.0 (concept)	8 juli 2015
Revisie nummer	Datum

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 15A012-01
Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase), Markerzand, Markermeer
Auteurs: L.A. Muis en S. van den Brenk

In opdracht van: Markerzand V.O.F.
Contactpersoon: Dhr. J. van der Walle

© Periplus Archeomare juni 2015
Foto's en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Autorisatie:



B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare
Kraanspoor 14
1033 SE - Amsterdam
Tel: 020-6367891
Fax: 020-6361865
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl



DEEP BV
Johan van Hasseltweg 39
1021 KN Amsterdam
Tel: 020-6343676
Fax: 020-6344686
Email: info@deepbv.nl
Website: www.deepbv.nl

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doelstelling van het onderzoek	5
1.3 Eisen aan het onderzoek.....	6
1.4 Vooronderzoek en archeologische verwachting.....	6
1.5 Onderzoeksvragen.....	7
1.6 Leeswijzer	7
2 Methoden en technieken	9
2.1 Algemeen.....	9
2.2 Eisen aan de metingen.....	9
2.3 Meetvaartuig en apparatuur	10
2.4 Opnamemethodiek.....	11
2.5 Interpretatie en rapportage.....	11
3 Resultaten	13
3.1 Magnetometer	13
3.2 Side scan sonar algemeen.....	14
3.3 Samenstelling waterbodem en side scan sonar mozaïek.....	14
3.4 Puntlocaties.....	21
3.5 Resten vliegtuigwrak	33
4 Beantwoording onderzoeksvragen	35
5 Conclusies en advies	39
Lijst met afbeeldingen	41
Lijst met tabellen	41
Afkortingen en woordenlijst	42
Referenties	43
Overige bronnen	43
Bijlage 1. Tabellen met side scan sonar en magnetometercontacten	45
Bijlage 2. CD met digitale bestanden	49

Tabel 1. Archeologische perioden

Periode	Tijd in jaren				
<i>Nieuwe tijd</i>	1500	na Chr.	-	heden	
<i>Late-Middeleeuwen</i>	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
<i>Vroege-Middeleeuwen</i>	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
<i>Romeinse tijd</i>	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
<i>IJzertijd</i>	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
<i>Bronstijd</i>	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
<i>Neolithicum (Nieuwe Steentijd)</i>	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
<i>Mesolithicum (Midden Steentijd)</i>	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
<i>Paleolithicum (Oude Steentijd)</i>	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

<i>Provincie</i>	Flevoland
<i>Gemeente</i>	Almere (34) en Lelystad (995)
<i>Plaats</i>	Markermeer
<i>Beheerder gebied</i>	Rijkswaterstaat Midden Nederland
<i>Diepte waterbodem (t.o.v. NAP)</i>	Varieert van -4 tot -4.5 m NAP
<i>Waterstaatkundige gegevens</i>	Zoet water, geen stroming
<i>Huidig watergebruik</i>	Zoet water reservoir, beroepsvaart, recreatie
<i>Toponiem</i>	Markerzand
<i>Kaartblad</i>	26A
<i>Centrumcoördinaten (in RD)</i>	142456 / 500377
<i>Oppervlakte plangebied</i>	1260 hectare
<i>Waterbeheerder</i>	Rijkswaterstaat Midden Nederland
<i>Opdrachtgever</i>	Markerzand V.O.F.
<i>Bevoegd gezag</i>	Rijkswaterstaat Midden Nederland
<i>Contactpersoon namens het Bevoegd Gezag</i>	Mw. L. Snitsevorg
<i>Adviseur voor het bevoegd gezag</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
<i>Deskundige namens het bevoegd gezag</i>	Dhr. J. Opdebeeck
<i>ARCHIS3-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code)</i>	2480003100 (Archis2 66267)
<i>Periplus Archeomare –projectcode</i>	15A012-01
<i>Periode van uitvoering</i>	Juni 2015
<i>Beheer en plaats documentatie</i>	Periplus Archeomare, Amsterdam

Samenvatting

In opdracht van Markerzand V.O.F. heeft Periplus Archeomare B.V. in samenwerking met DEEP B.V. een archeologisch inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uitgevoerd in het Markermeer. Het onderzoek bestond uit een gecombineerd *side scan sonar en magnetometer* onderzoek.

Tijdens het onderzoek is ruim 1275 hectare waterbodem in kaart gebracht met *side scan sonar en magnetometer*. Uit de analyse van de gegevens is gebleken dat grote delen van de waterbodem verstoord zijn door bagger- en/of sleepsporen veroorzaakt door ankers, scheepskielen of zwaarden. Eventuele objecten met een cultuurhistorische waarde zoals vliegtuig- of scheepsresten in deze gebieden zullen verdwenen of sterk beschadigd zijn.

In het gebied zijn in totaal 90 individuele contacten met sonar en 35 locaties met *magnetometer* waargenomen en gerapporteerd. Het merendeel van de contacten bestaat uit kleine, losse objecten die verloren of gedumpt zijn, zoals losse stukken kabel en autobanden.

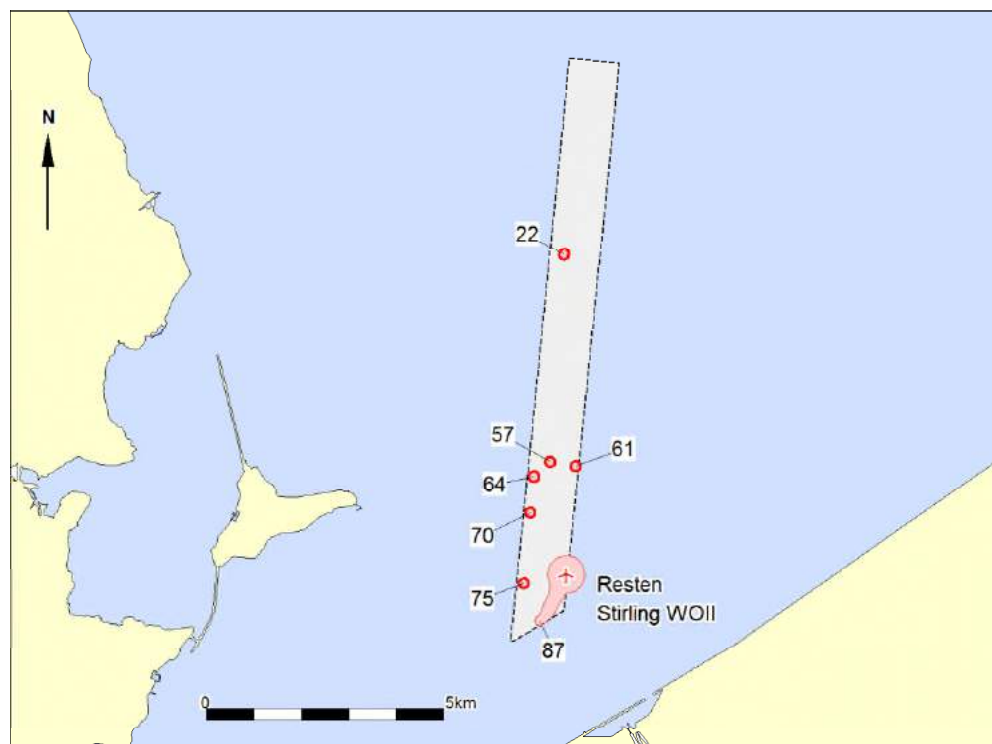
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën. Op de sonarbeelden zijn geen duidelijke grote objecten waargenomen die de aanwezigheid van de magnetische anomalieën kunnen verklaren, waarschijnlijk liggen de bronnen begraven in de waterbodem. Het is mogelijk, dat dit resten betreffen van een vliegtuigwrak uit WOII, dat in 2008 gevonden is aan de zuidoostzijde van het onderzoeksgebied.

Op zeven locaties zijn grotere structuren en objecten waargenomen waarvan niet kan worden uitgesloten dat het om objecten met een cultuurhistorische waarde gaat. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

Nr	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Archeologische Verwachting
22	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	middel
57	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	hoog
61	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6	middel
64	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2	middel
70	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0	hoog
75	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	hoog
87	Onbekend object, mogelijk vliegtuigresten	141903	494542	-4.6	4.3	3.7	0.3	hoog

Tabel 3. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting

Drie van de contacten betreffen met grote zekerheid scheepswrakken. Dit aantal komt vrijwel overeen met de verwachting (3,7) voor het gebied, gebaseerd op de wrakkendichtheid in de Flevopolders (1 wrak per 339 hectare). Het scheepswrak met contact nummer 57 is ook met de magnetometer gedetecteerd en bevat dus ijzeren delen.



Afbeelding 1. Locaties te ontzien bij voorgenomen werkzaamheden

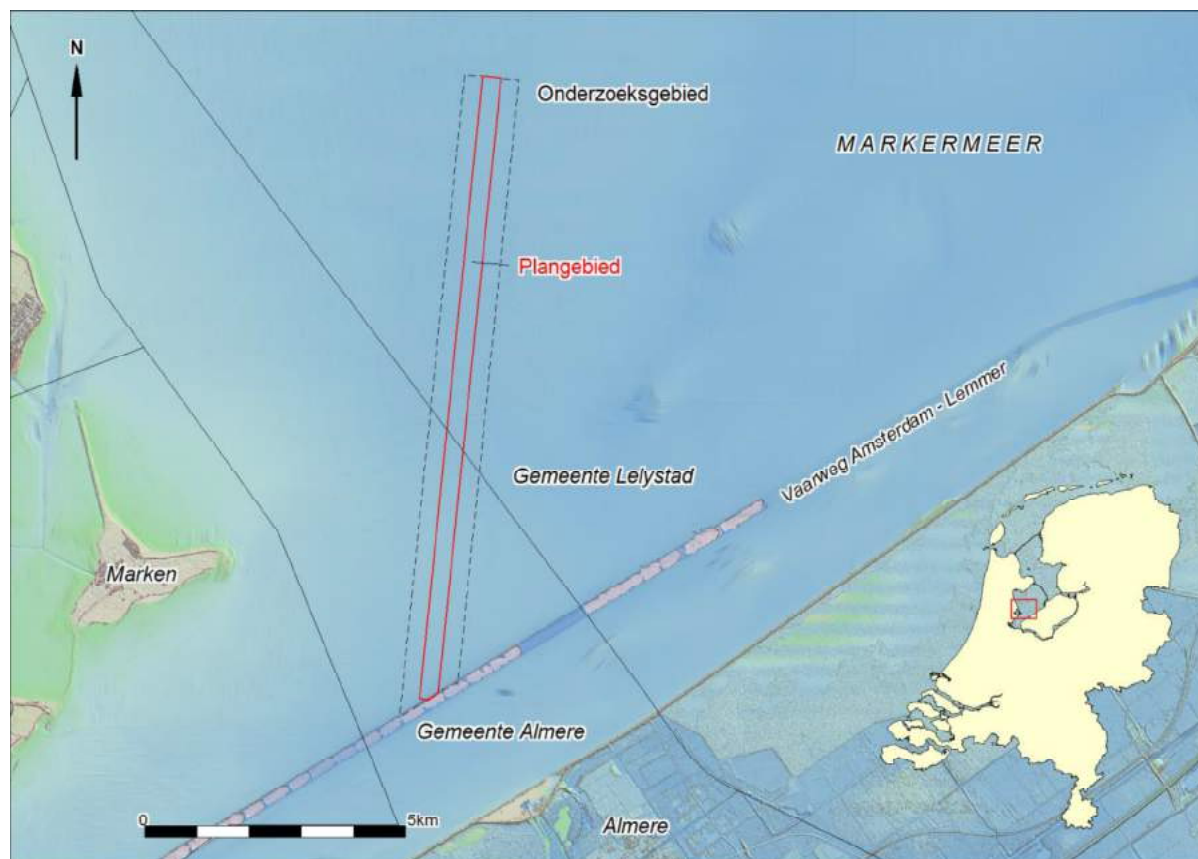
De genoemde contacten worden voorlopig geclassificeerd als potentieel archeologische objecten en zullen als zodanig worden aangemeld in ARCHIS, de archeologische database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Tenzij aanvullend onderzoek aantoont dat deze objecten geen archeologische waarde hebben dienen de locaties inclusief een bufferzone van 100 meter rondom conform de geldende beleidsregels te worden ontzien bij de voorgenomen verdiepingswerkzaamheden. Om de archeologische waarde vast te stellen kan een inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend/waarderend) worden uitgevoerd.

Objecten met afmetingen groter dan één meter in twee dimensies kunnen baggerobstakels vormen. Dit geldt voor 31 van de 90 gerapporteerde sonarcontacten.

Tijdens de zandwinning kunnen nog resten aan het licht komen die tot heden volledig werden afgedekt in de waterbodem of niet als archeologisch object zijn herkend tijdens het geofysisch onderzoek. De uitvoerder is conform de Monumentenwet 1988 (herzien in 2007) verplicht om dergelijke vondsten te melden bij de bevoegde overheid. Deze meldingsplicht voor archeologische vondsten dient in het bestek of Plan van Aanpak van het werk te worden opgenomen.

1 Inleiding

In opdracht van Markerzand V.O.F. heeft Periplus Archeomare B.V. in samenwerking met DEEP B.V. een archeologisch inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uitgevoerd in het Markermeer. Het onderzoek bestond uit een gecombineerd *side scan sonar en magnetometer* onderzoek.



Afbeelding 2. Ligging van het onderzoeksgebied in het Markermeer

1.1 Aanleiding

De beoogde bodemingreep op het Markermeer omvat zandwinning over een afstand van ca. 12 km bij een breedte van 350 meter. Bij de werkzaamheden wordt zand gewonnen tot een diepte van maximaal 50 meter ten opzichte van NAP.

Beschikbare bureauonderzoeken wijzen uit dat de voorgenomen activiteiten kunnen leiden tot aantasting van eventueel aanwezige scheepvaart gerelateerde archeologische resten en/of vliegtuigresten uit WOII. Daarnaast kan de geplande zandwinning een bedreiging vormen voor eventuele afgedekte paleolithische en mesolithische kamplaatsen van jagers en verzamelaars en resten van semipermanente neolithische nederzettingen.

1.2 Doelstelling van het onderzoek

Het doel van het inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) is het vaststellen van de mogelijke aanwezigheid van (archeologische) objecten op en in de waterbodem door middel van een hoge resolutie *side scan sonar en magnetometer* onderzoek. Het onderzoek vormt een eerste toets van de archeologische verwachting die op basis van het bureauonderzoek is geformuleerd, en is uitgevoerd om te bepalen of toekomstige ontwikkelingen

een bedreiging kunnen vormen voor archeologische waarden. Dit onderzoek is verplicht in het kader van de Wet op de Archeologische Monumentenzorg (21 december 2006), voortgekomen uit het Verdrag van Malta (1992).¹

1.3 Eisen aan het onderzoek

Het onderzoek en de resultaten voldoen aan het Programma van Eisen² dat gebaseerd is op de afspraken zoals opgenomen in het document "Rijkswaterstaat Brede Afspraak Archeologie"³

1.4 Vooronderzoek en archeologische verwachting

In 2013 is een bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied ten behoeve van zandwinning in het Markermeer⁴. Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat op verschillende niveaus in de ondergrond archeologische waarden verwacht kunnen worden. Samenvattend zijn in het gehele plangebied de volgende vondstcategorieën te verwachten:

Cat.	Vondsten	Hoogte (m NAP)	Lithostratigrafisch niveau	Archeologisch niveau
0	Midden paleolithische artefacten (verspoeld)	< -42	FM van Sterksel & FM van Urk	Fluviatile afzettingen: grind, zand en klei
1	Laat paleolithische artefacten	-18	FM van Kreftenheye	Grofzandige en grindige rivierafzettingen met plaatselijk een leemlaag aan de top.
2	Laat paleolithische en mesolithische jachtkampen	-9 tot -16	LP van Wierden LP van Delwijnen	Eolische afzettingen uit het Late Dryas. Archeologisch kansrijk zijn: - dekzandkopjes of rivierduinen met intacte (podzol)bodem en/of - afgedekte paleosols (Laag van Usselo) en desert pavements
3	Mesolithische jachtkampen	-8 tot -13	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen – Bewonings-niveaus bevinden zich binnen dit pakket op oeverafzettingen van kreken en prielen
	Seizoensnederzettingen Swifterbantcultuur	-5 tot -10	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van kreken en prielen
4	Vondsten gerelateerd aan scheepvaart	-4 tot -6	LP van Walcheren Hollandveen LP	Gehele opeenvolging
5	Vliegtuigwrakken WOII	maaiveld tot -9	LP van Walcheren HP Laagpakket	Zware vliegtuigonderdelen meters diep door grote impact. Lichte onderdelen verspreid over het gebied

Tabel 4. Archeologische verwachting zoals gespecificeerd in het bureauonderzoek

Geadviseerd werd om de aanwezigheid van scheepswrakken, scheepvaart-gerelateerde vondsten en vliegtuigwrakken in het plangebied te onderzoeken met behulp van hoge resolutie *side scan sonar*. Gelijktijdig met de *sonar*-opnamen kunnen met een *magnetometer* magnetische anomalieën in kaart gebracht. Metalen (ijzerhoudende) objecten in de bodem, zoals conventionele explosieven en ijzeren wrakdelen, kunnen hiermee worden opgespoord. Daarnaast worden alle andere mogelijk aanwezige objecten die baggerobstakels kunnen vormen in kaart gebracht.

Voor het onderzoek naar prehistorische resten in de ondergrond worden separaat van onderhavig onderzoek boringen onder archeologische begeleiding uitgevoerd.

¹ KNA 3.2 (protocollen waterbodems).

² Muis en van den Brenk 2015.

³ Rijkswaterstaat DI-IMG, 2011

⁴ Van den Brenk, S., van Lil, R. en Muis. L.A., 2013

1.5 Onderzoeksvragen

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) Waterbodems (versie 3.2) en het Programma van Eisen dat voor onderhavig onderzoek is opgesteld. In dit PvE zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:

- Zijn er op of aan de waterbodem fenomenen waarneembaar?
- Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?
- Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan? Hierbij rekening houdend met de indeling: archeologische objecten en baggerobstakels.
- In geval van archeologische objecten, is het mogelijk om een eerste uitspraak te doen over de aard van de archeologische objecten en hier een prioriteit aan te koppelen?
- Indien deze fenomenen als natuurlijk worden geïdentificeerd; om welke natuurlijke fenomenen gaat het hier dan?
- Is het mogelijk om op basis van het akoestische beeld zones met een hoge, middelmatige of lage activiteit van de waterbodem aan te wijzen?
- Wat is de relatie tussen de aangetroffen objecten en het reliëf van de waterbodem? Kunnen aan de hand van deze relatie risicovolle locaties selectief gemarkeerd worden?
- Indien geen akoestische fenomenen worden waargenomen, zijn er dan aanwijzingen dat dit het gevolg is van de eroderende werking, van sedimentatie of van menselijk handelen?
- Welke beheersmaatregelen zijn nodig om de versterking van de eventueel aanwezige archeologische waarden te voorkomen?

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zullen de gehanteerde methoden worden beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten besproken. Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 4. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en een advies in hoofdstuk 5.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 42. Digitale bestanden waaronder onderhavig rapport in PDF formaat, het Programma van Eisen en de resultaten van voorgaande onderzoeken zijn opgenomen op de CD in bijlage 2.

2 Methoden en technieken

2.1 Algemeen

Indien het bureauonderzoek daar aanleiding toe geeft, bestaat de tweede fase van een archeologisch waterbodemonderzoek in het kader van een geplande bodemingreep uit een inventariserend veldonderzoek, de zogenaamde opwaterfase.⁵ Hierbij wordt de bodem van een plangebied vanaf een meetvaartuig vlakdekkend in kaart gebracht met geofysische technieken. De meest gebruikte technieken zijn *side scan sonar* en *multibeam*, of een combinatie hiervan. Met deze technieken kunnen alle objecten en structuren die zich op de waterbodem bevinden, of uit de waterbodem steken, in kaart worden gebracht. Grotere objecten die dieper begraven liggen in de waterbodem kunnen soms resulteren in een bodemverstoring aan het bodemoppervlak, die ook met *sonar* of *multibeam* gedetecteerd kan worden. Volledig afgedekte objecten en structuren kunnen alleen opgespoord worden met bodempenetrerende technieken zoals *seismiek* of *magnetometer*. De inzet van dit soort methodieken voor plangebieden groter dan enkele hectaren is echter kostbaar en de resultaten leveren vaak meer vragen dan antwoorden op; daarom worden deze technieken pas ingezet als er concrete aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van begraven objecten.

Voor het onderhavige onderzoek is daarom alleen gekozen voor de inzet van een *side scan sonar*, aangevuld met de resultaten van *magnetometeropnamen*.

2.2 Eisen aan de metingen

De operationele eisen voor het onderzoek zijn vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE)⁶ en omvatten de volgende punten:

- Twee-kanaals *side scan sonar* systeem zodat grotendeels overlappende data wordt verkregen.
- Signaalfrequentie minimaal 445 kHz ter verkrijging van voldoende resolutie.
- Range setting *sonar* maximaal 50 meter.
- Meervoudige dekking (minimaal 200 %) van de waterbodem.
- Ophanging van sonarvis dient zodanig te gebeuren dat minimale verstoring optreedt door schroefwater, elektrische storingsbronnen en bootbewegingen.
- Het dynamisch bereik van het geregistreerde signaal dient zodanig te zijn dat nuances in reflectiviteit in grijs of kleurschaling kunnen worden gevisualiseerd.
- Voor de opnamen met een *magnetometer* geldt dat de lijnafstand niet meer dan 40 meter mag bedragen
- Maximale vaarsnelheid van 4 knopen of 7,5 km/uur.
- Positionering minimaal GPS met differentiële correctie.
- Meetvaartuig dient te voldoen aan de wettelijke vereisten voor veiligheid.

⁵ Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie 3.2; protocollen waterbodems.

⁶ Muis en van den Brenk 2015.

2.3 Meetvaartuig en apparatuur

De *side scan sonar* opnamen zijn uitgevoerd in de periode 18 tot en met 26 juni 2015 met het meetvaartuig 'Gemini', een survey-catamaran van DEEP uit Amsterdam.



Afbeelding 3. Meetvaartuig 'Gemini'

Positionering

Het plaatsbepalingssysteem bestaat uit een Novatel Q-pos RTK GPS zender en ontvanger. Dit systeem gebruikt correctie gegevens uitgezonden door een serie referentiestations, waarvan de coördinaten exact bekend zijn in X, Y en Z. Met deze methode kan tot op enkele centimeters nauwkeurig, in alle richtingen, de positie van het meetvaartuig vastgelegd worden.

Side scan sonar

Een *side scan sonar* is een akoestisch meetinstrument waarmee in relatief korte tijd grote stukken waterbodem worden gescand, waarbij aanwezige objecten op de bodem of uit de bodem stekend gekarteerd kunnen worden. Daarnaast is het mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende sedimenten, zodat (na vergelijking met boorgegevens) ook de aanwezige bodemtypen in kaart kunnen worden gebracht. Tijdens onderhavig onderzoek is voor gebruik gemaakt van een Klein 3000 *dual frequency sonar* systeem, met een frequentie van 100 en 500 kHz. Beide frequentiekanalen zijn opgenomen. De sonar werd met een kabel over de voorstevens gesleept met een vaste *layback* waarde van twee meter op een diepte van één meter onder het wateroppervlak.

Magnetometer

Het aardmagnetisch veld is locatie- en tijdsafhankelijk. Afhankelijk van de stand van de aarde ten opzichte van de zon varieert het aardmagnetisch veld gedurende de dag. Bovenop deze dagelijkse variatie doen zich andere tijdsafhankelijke variaties in sterkte van het aardmagnetisch veld voor, veroorzaakt onder meer door magnetische stormen. Het ijzer in objecten veroorzaakt een plaatselijke verstoring van het aardmagnetisch veld, resulterend in paramagnetische objecten. Een *magnetometer* registreert het aardmagnetische veld in nanoTesla (nT) en plaatselijke afwijkingen ('anomalieën') daarin. De intensiteit van een anomalie neemt evenredig af met de afstand tot het object. Rond een paramagnetisch object is het aardmagnetisch veld in alle richtingen verstoord. Dit betekent dat de anomalieën ook in het verticale vlak optreden, waardoor zelfs begraven objecten kunnen worden opgespoord met een *magnetometer*. Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van een Geometrics G-882 Cesium-damp *magnetometer*. Overigens is het uitgevoerde onderzoek niet geschikt als explosieven onderzoek, daar de onderlinge lijnafstand van 40 meter te groot wordt geacht.

2.4 Opnamemethodiek

Het plangebied is opgenomen 27 vaarlijnen met een totale lengte van ca. 324 kilometer. De afstand tussen de gevaren lijnen bedroeg 40 meter.

Met het ingestelde bereik van 50 meter (links en rechts) werd hiermee een sonardekking van meer dan tweehonderd procent verkregen. Een meervoudige dekking is belangrijk om er zeker van te zijn dat een waargenomen *sonar*contact inderdaad een vast object of structuur betreft, en geen storing in het systeem of bijvoorbeeld een school vissen. De *magnetometer* werd op een vaste afstand van 25 meter gesleept achter het meetvaartuig.

2.5 Interpretatie en rapportage

De interpretatie van de *sonar*gegevens is verlopen volgens de volgende stappen:

- Alle gevaren lijnen zijn doorgelopen en ieder object of structuur is gemarkeerd. Hierbij is het *side scan sonar* verwerkingspakket van QINSy gebruikt.
- Contacten die slechts eenmaal zijn waargenomen zijn opnieuw op overlappende lijnen gecontroleerd. Indien het contact niet minimaal twee keer gezien is op afzonderlijke lijnen, werd het van de contactenlijst gehaald. Deze contacten betreffen storingen in de opnamen of langs zwemmende vis.
- Ieder definitief contact is beschreven en geïnterpreteerd.
- Alle afzonderlijk gevaren *sonar*lijnen zijn samengevoegd tot een *sonar* mozaïek, dat gebruikt werd om grotere doorlopende structuren in kaart te brengen.

Magnetometer

Door interpolatie van de individuele opnamelijnen wordt een puntengrid gegenereerd met de intensiteit van het totaal magnetisch veld. Met behulp van Geosoft Oasis Montaj software wordt een pseudomagnetische kaart vervaardigd en een lijst met magnetische anomalieën opgesteld. De stappen die zijn doorlopen in de verwerking van *magnetometer* data worden als volgt samengevat:

- Controle van ruwe data in QINSy op ruis en hoogte-sprongen.
- Toepassing van een highpass filter om de data te normaliseren. Het normaliseren bestaat uit het verwijderen van de dagelijkse fluctuaties in het aardmagnetische veld en de lokale magnetische gradiënt. Eveneens wordt overige ruis uit de data verwijderd. Na filtering resteert een referentievlak waartegen de anomalieën afsteken;
- Interpoleren van gefilterde data tot magnetisch veld-grid;
- Controle van ruwe data op fouten in de X, Y positie door layback tijdens opname;
- Berekenen van analytisch signaal;
- Omzetting van de grids naar een raster, waarbij de kleurenschaal zodanig wordt gekozen dat anomalieën groter dan 5nT duidelijk afsteken ten opzichte van het referentievlak. Op basis van dit raster worden isomagnetische contouren (in nT) gegenereerd, die een indruk geven van de amplitude van de anomalieën;
- Opstellen van een lijst met anomalieën met behulp van de software, waarbij een algoritme wordt gebruikt dat is gebaseerd op de berekening van de grootste hellingshoek van de amplitudes in de originele *magnetometer* data;

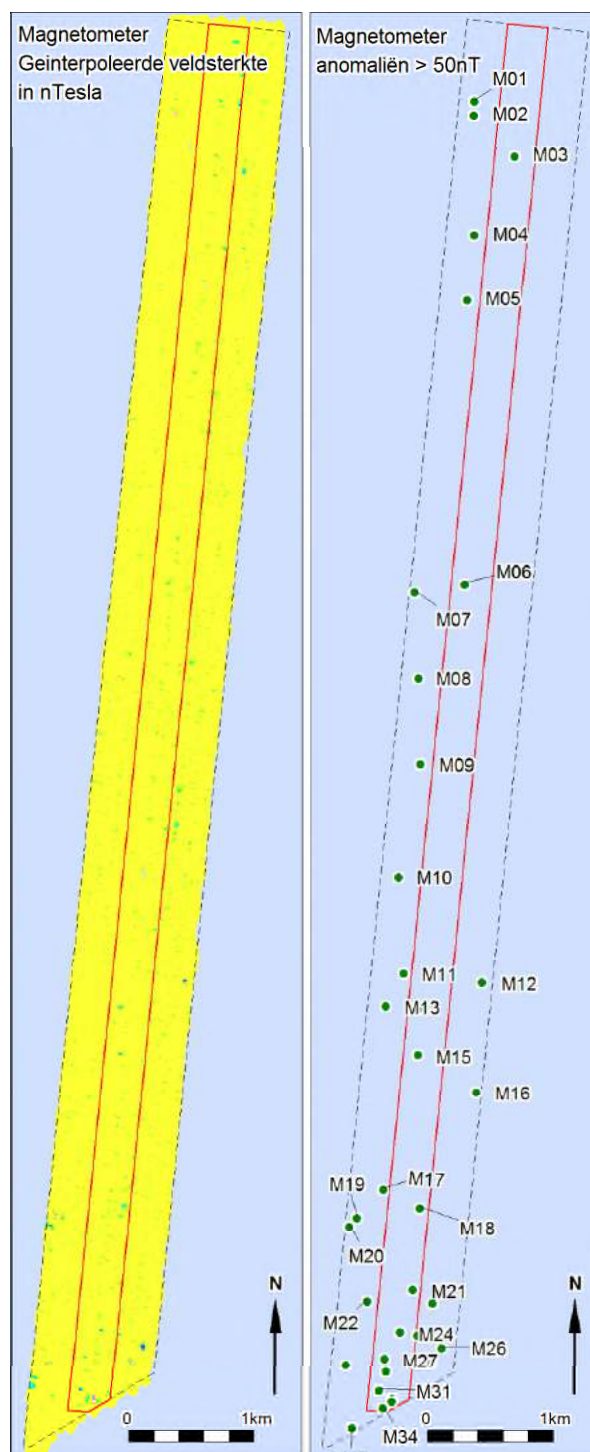
De opname en verwerking van de *magnetometer*data is uitgevoerd door W. Wester (hydrografisch specialist) van DEEP B.V. De interpretatie en rapportage zijn uitgevoerd door L.A. Muis (KNA archeoloog specialisme waterbodems) en S. van den Brenk (KNA senior prospector specialisme waterbodems) van Periplus Archeomare BV.

3 Resultaten

3.1 Magnetometer

Nr	RDx	RDy	nT
M01	142605	505711	111
M02	142604	505592	189
M03	142948	505238	220
M04	142603	504559	92
M05	142539	503998	150
M06	142522	501554	196
M07	142091	501492	95
M08	142122	500753	136
M09	142141	500008	76
M10	141953	499034	79
M11	141995	498204	100
M12	142670	498127	1360
M13	141844	497924	78
M14	142114	497898	88
M15	142119	497504	543
M16	142620	497181	321
M17	141819	496345	76
M18	142135	496190	161
M19	141593	496106	323
M20	141526	496029	346
M21	142071	495481	107
M22	141679	495383	79
M23	142242	495368	480
M24	141963	495121	256
M25	142112	495090	166
M26	142322	494981	200
M27	141830	494888	198
M28	142225	494844	1048
M29	141502	494831	119
M30	141848	494769	172
M31	141787	494605	297
M32	141902	494543	797
M33	141898	494513	360
M34	141821	494458	87
M35	141552	494289	150

Tabel 5. Magnetische anomalieën



Afbeelding 4. Overzicht magnetische anomalieën

Bovenstaande tabel en afbeelding laten de magnetische anomalieën zien in absolute waarden in nTesla ten opzicht van het (natuurlijk) achtergrond signaal. In totaal zijn op 35 locaties anomalieën waargenomen met een waarde groter dan 50 nTesla. De anomalieën worden veroorzaakt door de aanwezigheid van ferromagnetische (ijzeren) objecten met een minimaal gewicht van 5kg. Dit kan ook meer zijn indien het object begraven ligt, of niet recht onder de gevaren lijn ligt. Vanwege de relatief grote lijnafstand van 40 meter kunnen objecten gemist zijn. De resultaten zijn dan ook niet bruikbaar voor de detectie van conventionele explosieven. De relatie van de waargenomen anomalieën met de sonarcontacten worden besproken in de volgende paragrafen.

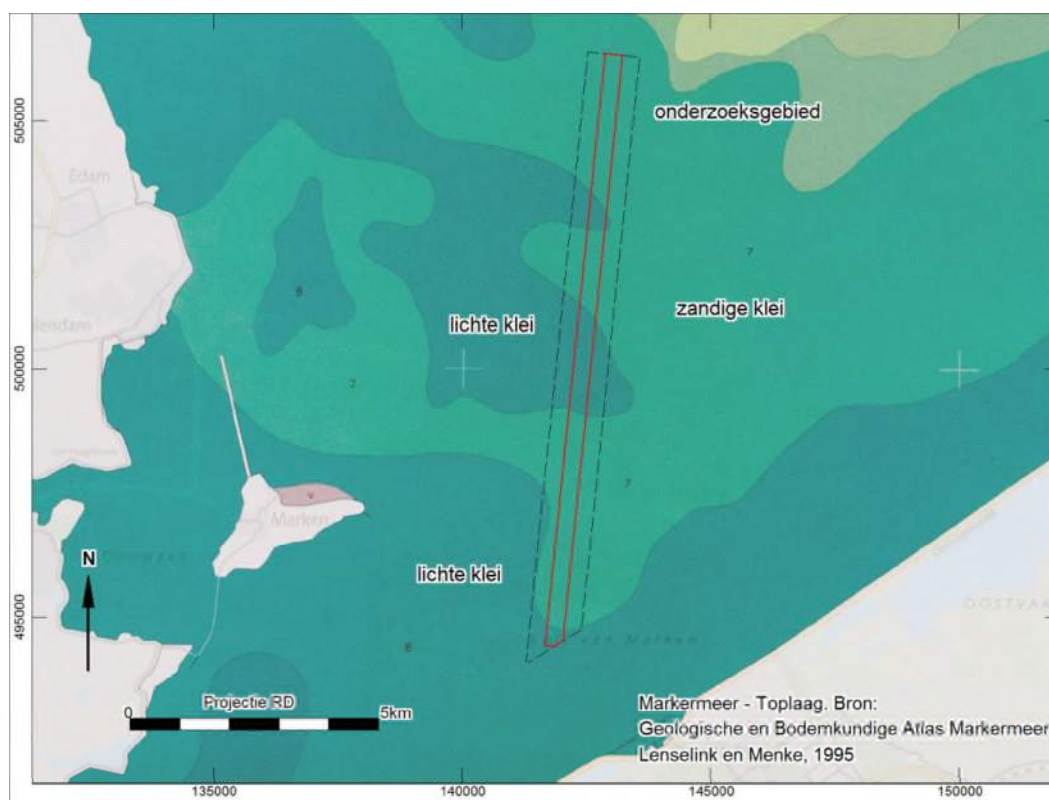
3.2 Side scan sonar algemeen

In totaal is ruim 1250 hectare waterbodembodem opgenomen met *side scan sonar*, verdeeld over 27 lijnen, geanalyseerd en geïnterpreteerd. De *side scan sonar* opnamen zijn van goede kwaliteit. In het hele onderzoeksgebied zijn akoestische fenomenen, hierna verder beschreven als *sonar*contacten, zichtbaar. Het detailniveau van de gebruikte *side scan sonar* is hoog; contacten groter dan 10 centimeter zijn zichtbaar in de *sonar*opnamen. De rapportage en interpretatie van de opnamen heeft plaatsgevonden op twee niveaus:

- Grotere doorlopende structuren op *sonar*mozaïek: door alle afzonderlijk gevaren lijnen naast elkaar te presenteren is een *sonar*mozaïek gemaakt waarop doorlopende structuren zoals bodemtype en sleepsporen in kaart zijn gebracht.
- Puntlocaties per gevaren lijn: hierbij zijn alle afzonderlijk gevaren lijnen doorlopen en zichtbare contacten genoteerd en geverifieerd op aangrenzende lijnen.

3.3 Samenstelling waterbodembodem en side scan sonar mozaïek

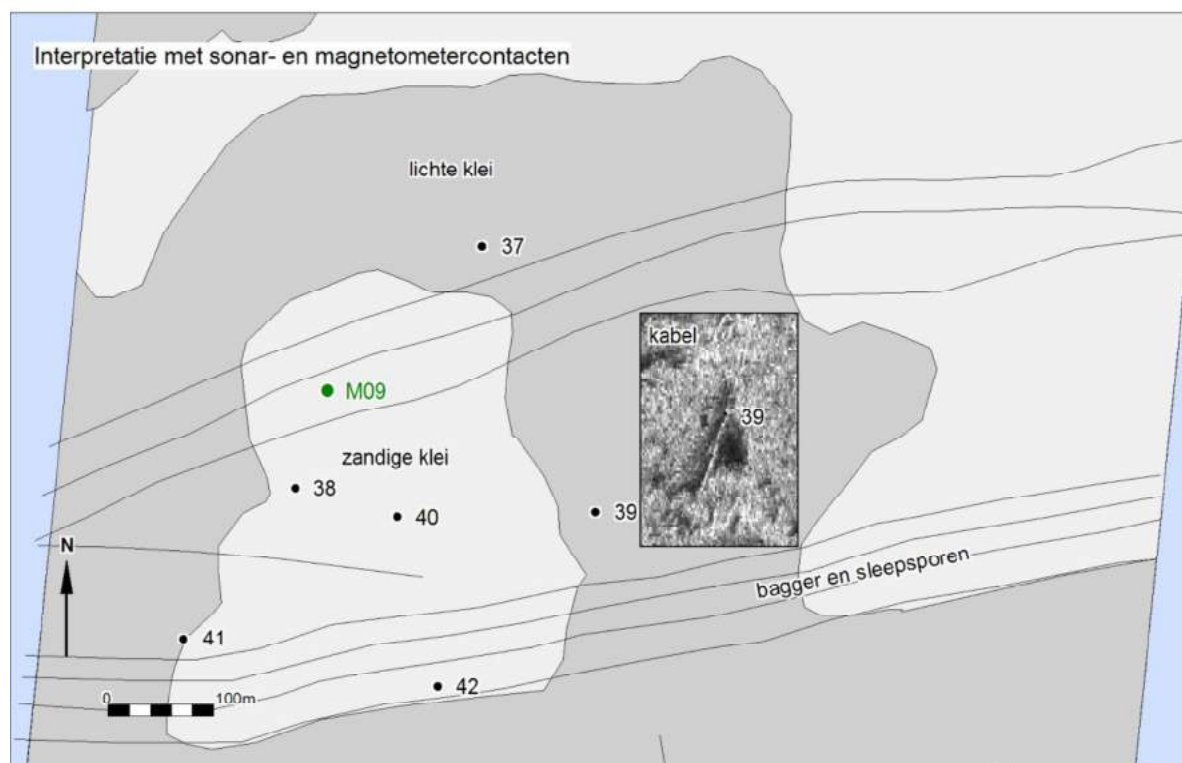
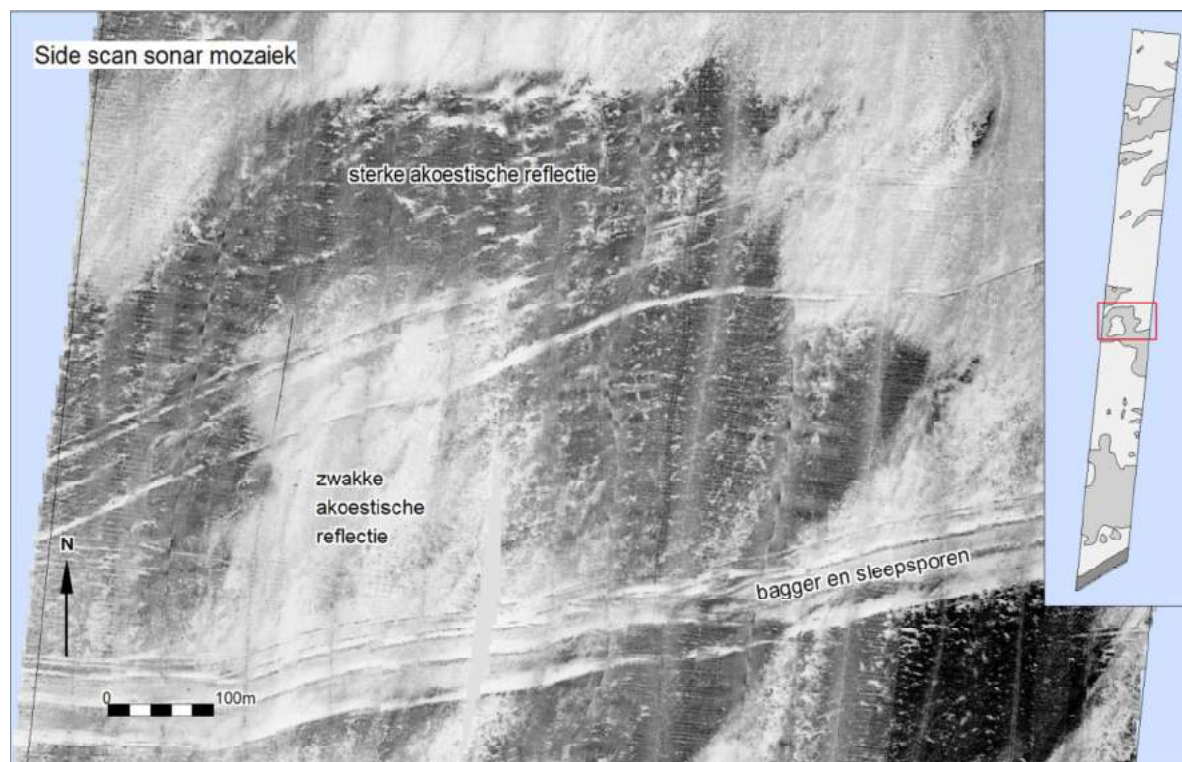
De top van de waterbodembodem in het onderzoeksgebied bestaat volgens de geologische en bodemkundige atlas Markermeer uit een afwisseling van zware zavel (zandige klei) en lichte klei (zie onderstaande afbeelding).



Afbeelding 5. Samenstelling van de toplaag van de waterbodembodem

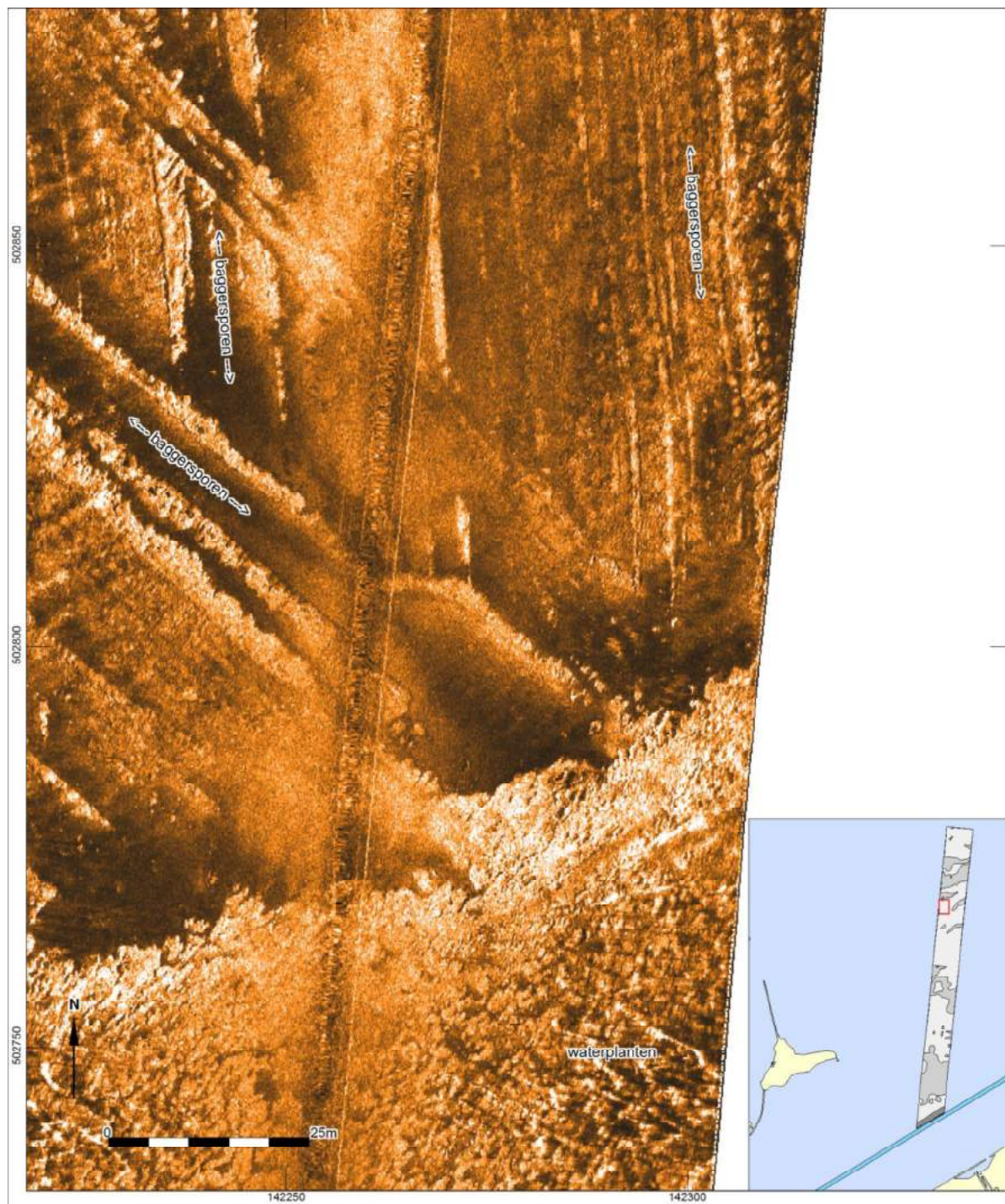
Het samengestelde *side scan sonar* mozaïek (zie afbeelding 9) laat een duidelijke afwisseling zien van gebieden met een sterke en zwakke akoestische reflectie, die goed overeenkomen met de afwisseling van bodemlithologie uit de atlas.

De afbeelding op de volgende bladzijde laat het centrale deel van het onderzoeksgebied zien met de verschillen in akoestische reflectie.



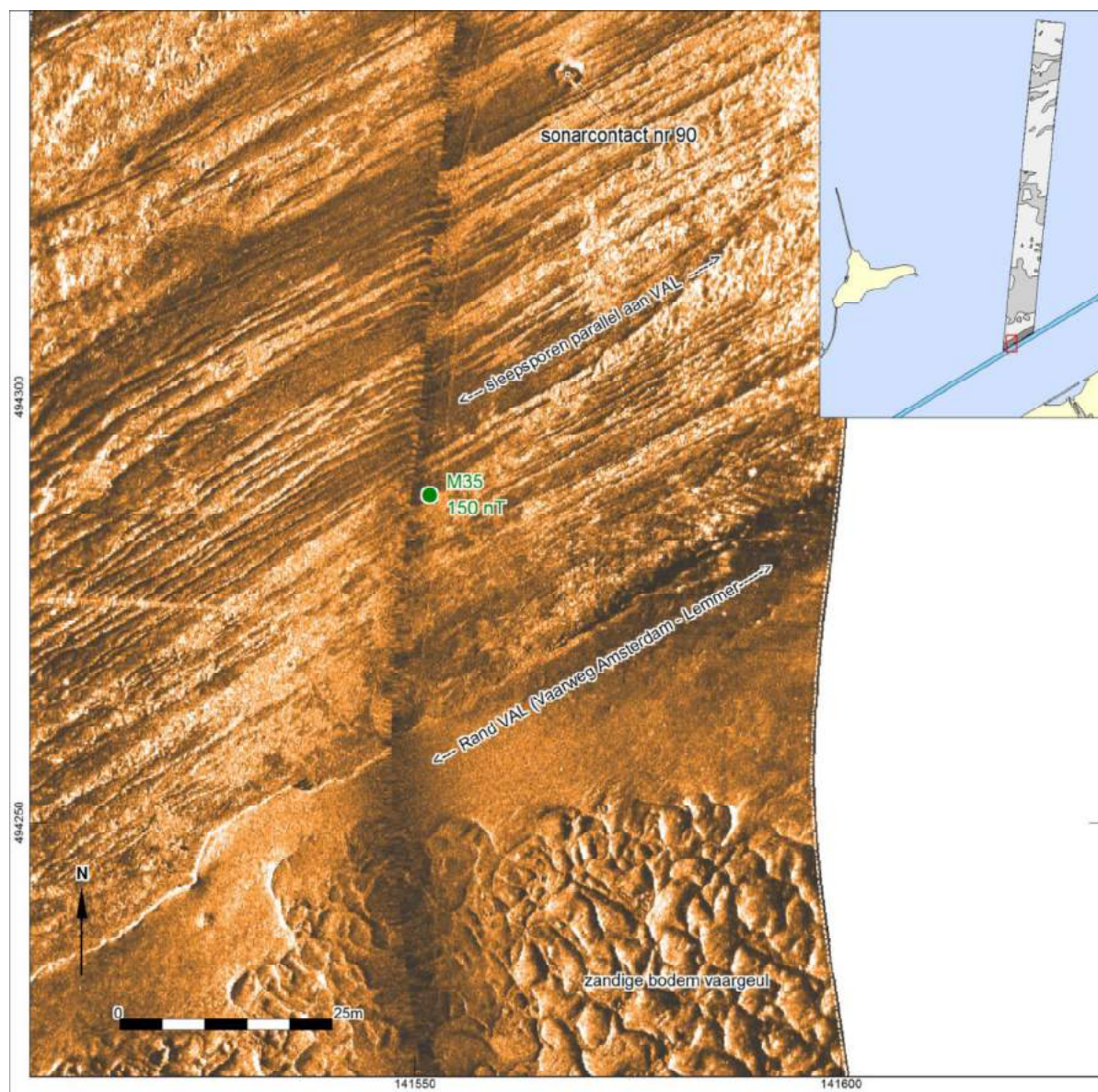
Afbeelding 6. Het centrale deel van het onderzoeksgebied met verschillen in akoestische reflectie

Opvallend is de aanwezigheid van vele sleep- en baggersporen. Vooral het noordelijk deel van het onderzoeksgebied is sterk verstoord door baggersporen uit verschillende perioden, zoals wordt geïllustreerd in de volgende afbeelding.



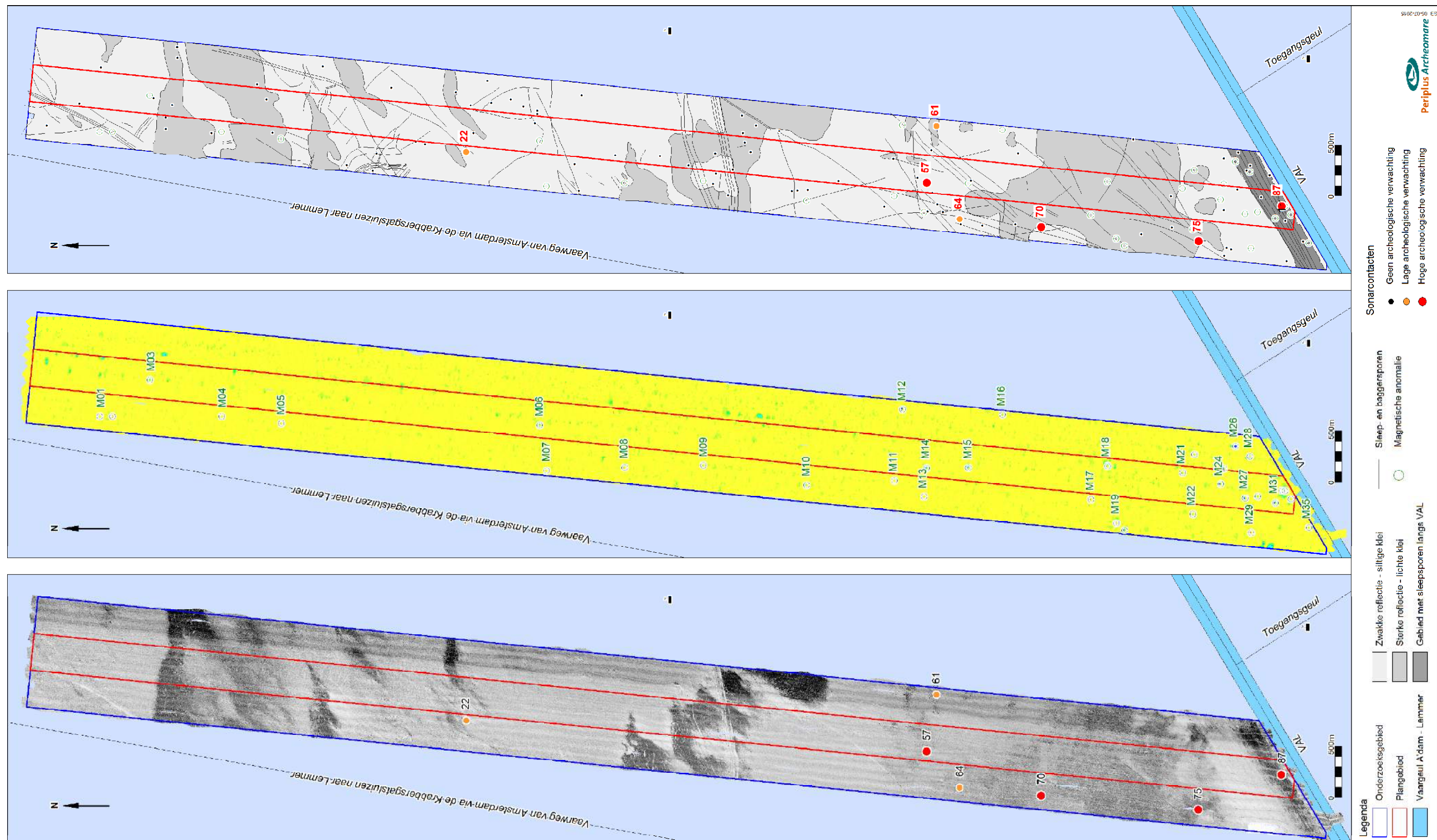
Abbeelding 7. Grote bagger- of sleepsporen in het noorden van het gebied.

In het zuiden van het onderzoeksgebied, parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. Deze zijn veroorzaakt door scheepskielen of zwaarden in de periode dat de vaarweg tijdelijk omgelegd was vanwege verdiepingswerkzaamheden in de geul zelf.



Afbeelding 8. Diverse sleepsporen in het uiterste zuiden van het gebied langs de rand van de VAL.

De volgende bladzijde toont een overzicht van het hele onderzoeksgebied met sonar mozaïek, magnetische anomalieën en interpretatie.



Afbeelding 9. Side scan sonar mozaïek, magnetische anomalieën en interpretatiekaart

3.4 Puntlocaties

In totaal zijn 90 individuele sonarcontacten waargenomen, geïnterpreteerd en gerapporteerd. Een samenvatting is weergegeven in de onderstaande tabel.

Interpretatie	Aantal
Autoband	16
Bodemverstoring	1
Cluster stenen	1
Kabel	5
Onbekend object	64
Scheepswrak	3
Totaal	90

Tabel 6. Samenvatting van de waargenomen sonarcontacten

In het onderzoeksgebied zijn 16 autobanden aangetroffen. Autobanden worden regelmatig aangetroffen op waterbodems, die gebruikt worden als stootkussens bij schepen en regelmatig worden verloren. Of vijf locaties zijn losse stukken kabel aangetroffen, die vermoedelijk gedumpt of verloren zijn.

Het merendeel van de waargenomen contacten is geclassificeerd als onbekend object; dit betreffen kleine, geïsoleerde objecten die op basis van alleen de sonarbeelden niet nader geïnterpreteerd kunnen worden. Waarschijnlijk gaat het hier om verloren of gedumpte recente objecten.

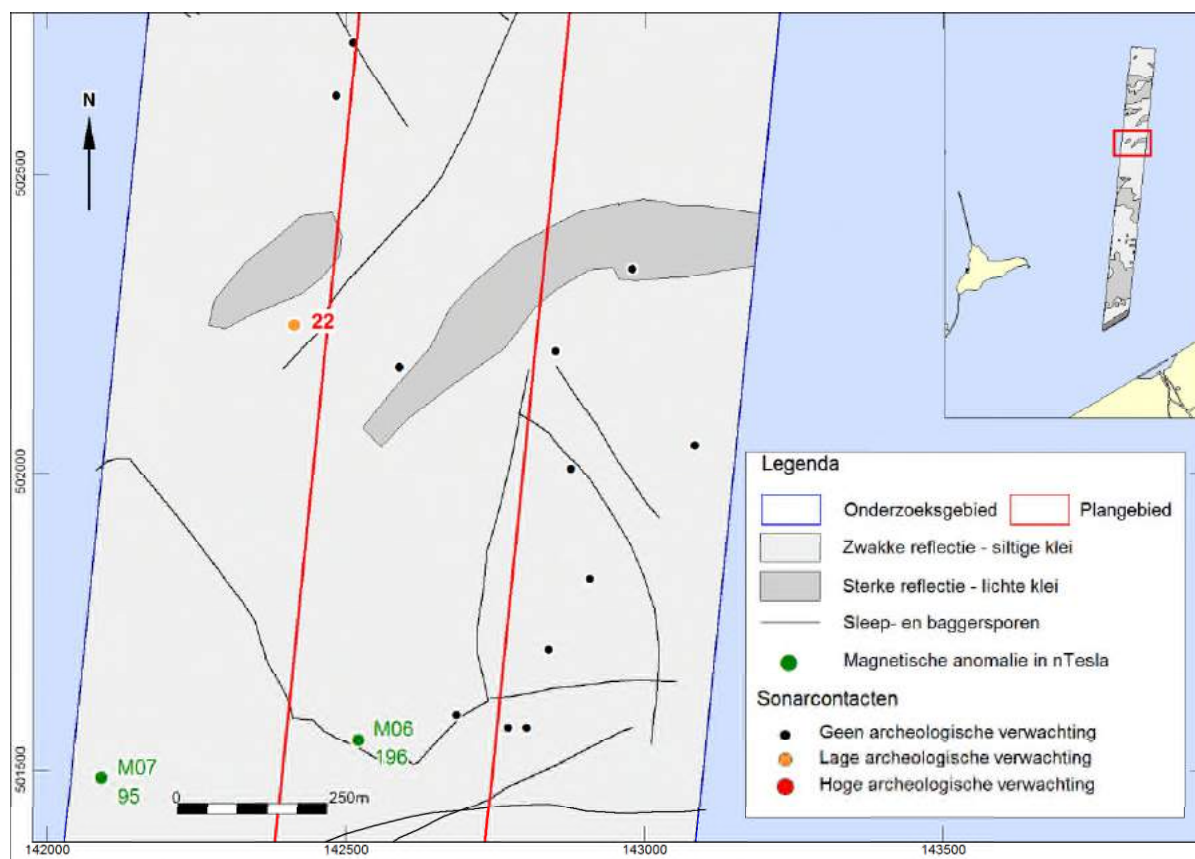
Op zeven locaties zijn grotere structuren en objecten waargenomen waarvan niet kan worden uitgesloten dat het om objecten met een cultuurhistorische waarde gaat. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	-	middel
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	M14	hoog
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6	-	middel
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2	-	middel
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0	-	hoog
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	-	hoog
87	Vierkant open contact Mogelijke vliegtuigresten	Onbekend object	141903	494542	-4.6	4.3	3.7	0.3	M32	hoog

Tabel 7. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting

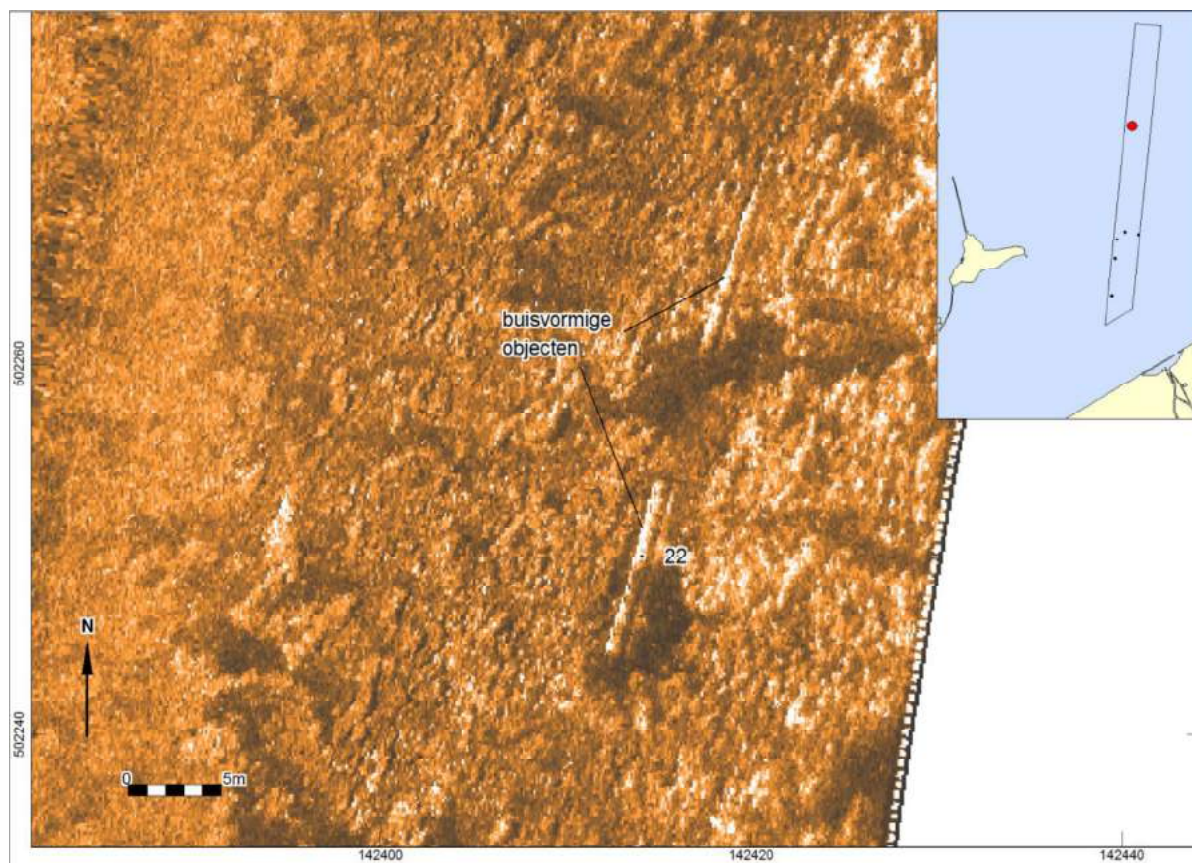
Aan de genoemde zeven contacten is een middelhoge tot hoge archeologische verwachting toegekend. Contact nummers 57 en 87 zijn ook met de magnetometer gedetecteerd. Deze contacten worden op de volgende bladzijden besproken en toegelicht aan de hand van de sonarbeelden.

Contact 22



Afbeelding 10. Detailkaart contact 22

Contact 22 ligt in het noordelijk gedeelte van het onderzoeksgebied. Het betreft twee buisvormig objecten in elkaars verlengde met ieder een lengte van 10 meter en een breedte van 1 meter. In de omgeving zijn geen magnetische afwijken waargenomen. Hierbij moet worden aangetekend dat de objecten precies tussen twee vaarlijnen in liggen, zodat de afstand tot de *magnetometer* 20 meter bedraagt. Het is daarom mogelijk dat de contacten 'gemist' zijn door de *magnetometer*.

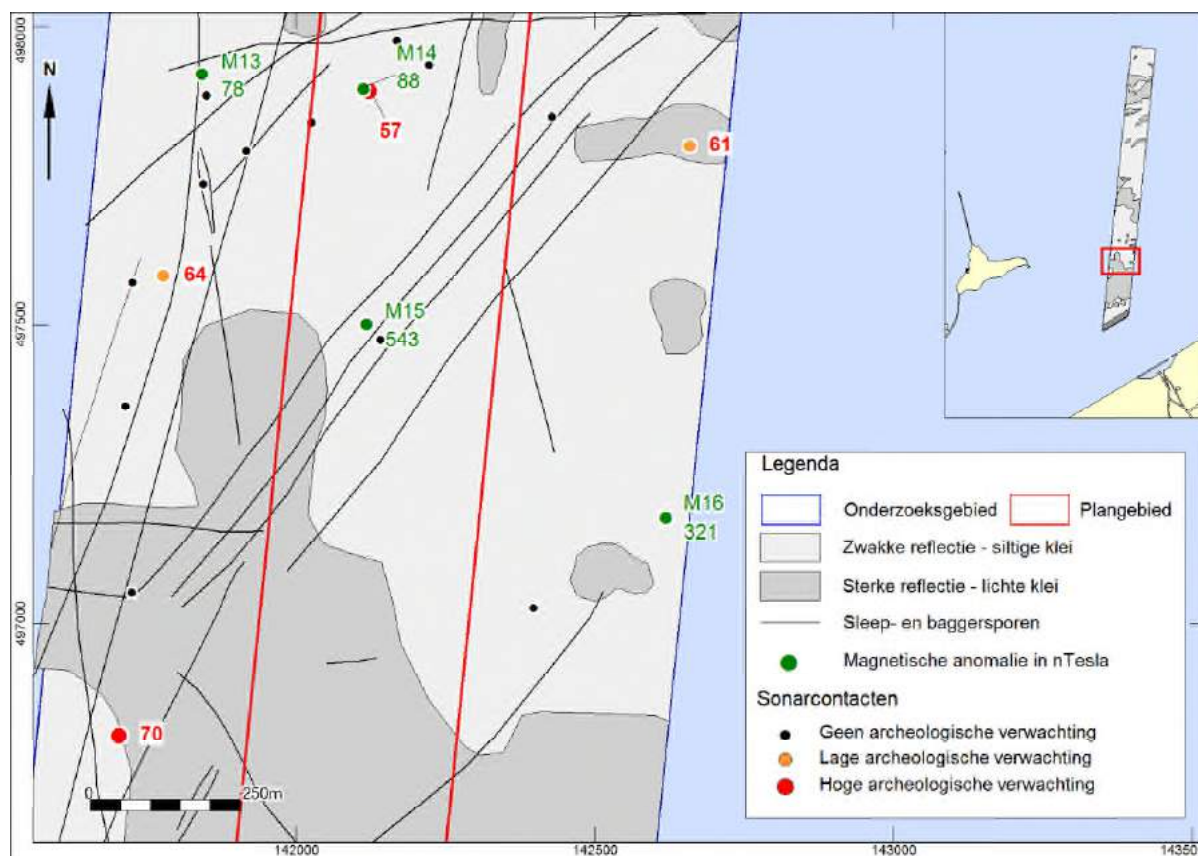


Afbeelding 11. Sonarbeelding van contact 22

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	-	middel

Op basis van het sonarbeeld kunnen de objecten niet nader geïnterpreteerd worden. Het zouden objecten met een cultuurhistorische waarde kunnen zijn, daarom is aan de locatie een middelhoge archeologische verwachting toegekend. Vanwege de afmetingen kunnen de objecten ook baggerobstakels vormen.

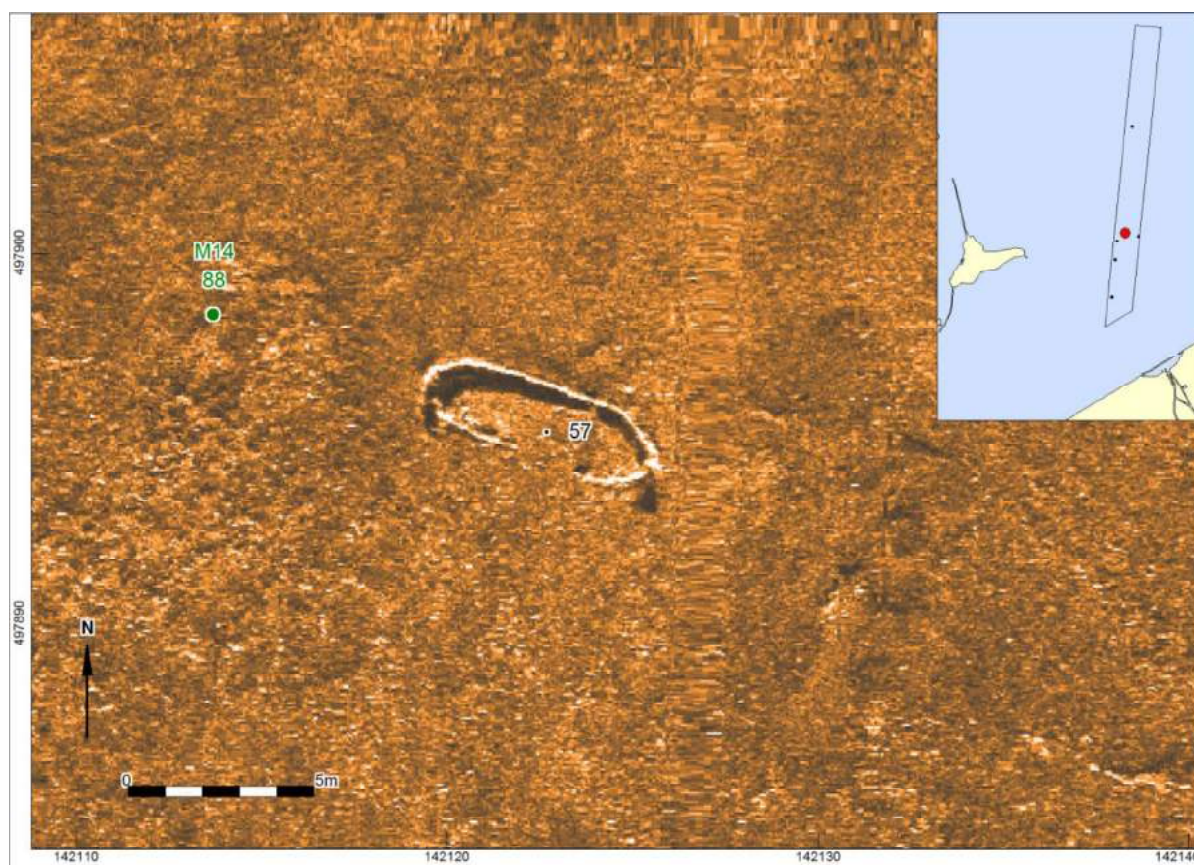
Contacten 57, 61, 64 en 70



Afbeelding 12. Detailkaart contacten 57 tot en met 70

De contacten 57, 61, 64 en 70 liggen op relatief kleine afstand van elkaar in het zuidelijke gedeelte van het onderzoeksgebied. Ook in dit deel van het gebied is de waterbodem verstoord door bagger- en sleepsporen. De vier contacten met een archeologische verwachting worden hieronder aan de hand van de sonarbeelden besproken.

Contact 57

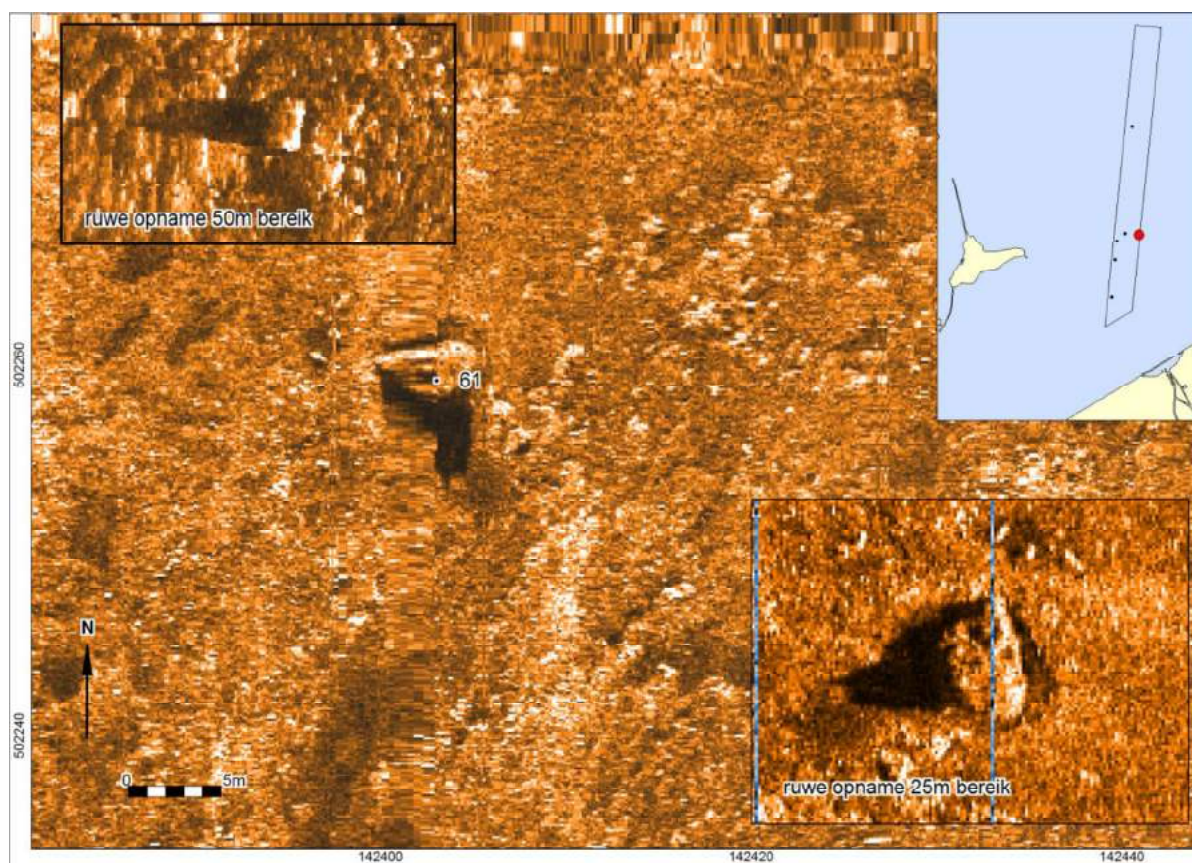


Afbeelding 13. Sonarafbeelding van contact 57

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	M14	hoog

Contact 57 vormt een ovaal structuur met de kenmerken van een scheepswrak, dat deels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 7 bij 2,2 meter. De *magnetometer* laat op de locatie een duidelijke afwijking van 88 nTesla zien. Als het een ijzeren scheepswrak betreft zou een grotere afwijking verwacht worden. Mogelijk betreft het een houten scheepswrak met ijzeren onderdelen. Gezien het feit dat het wrak grotendeels begraven ligt in de bodem lijkt het niet recent te zijn. Daarom is aan deze locatie een hoge archeologische waarde toegekend.

Locatie 61



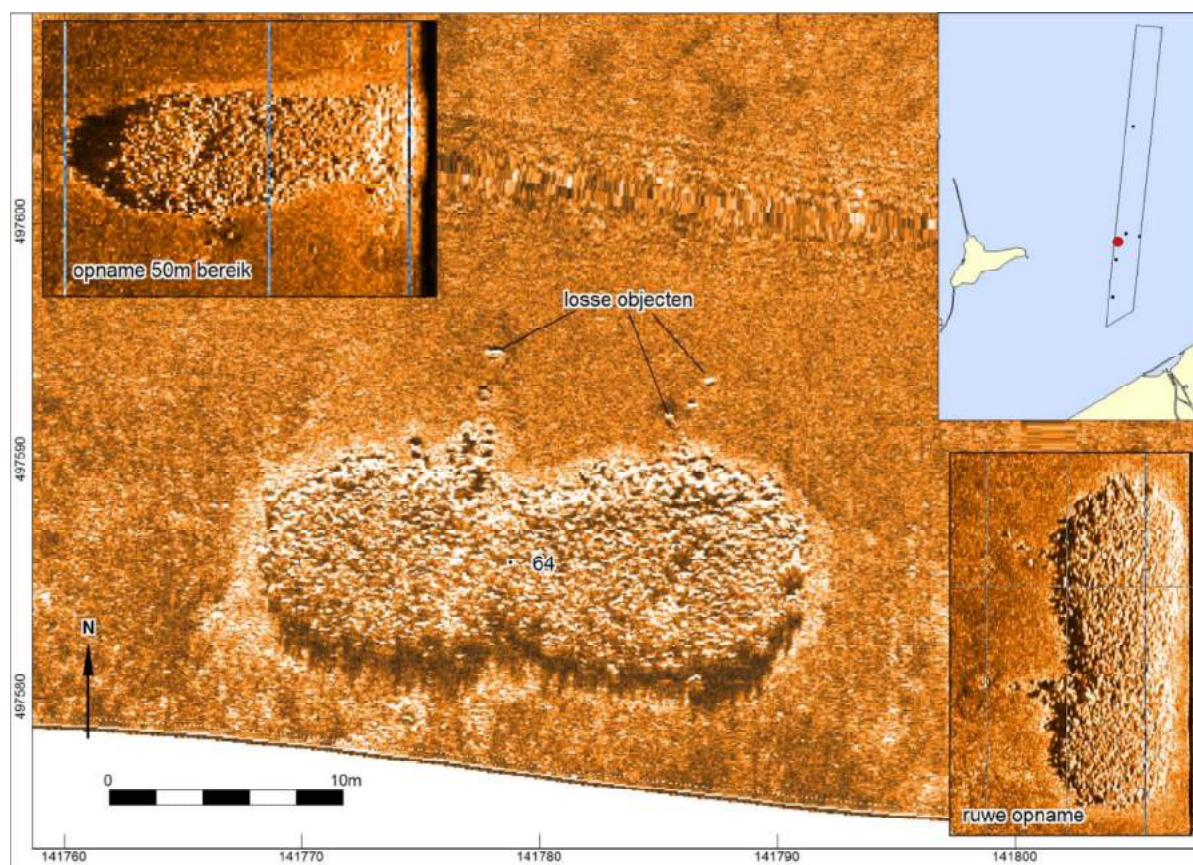
Afbeelding 14. Sonarafbeelding van contact 61

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6		middel

Contact 61 is een relatief groot object van 3,2 bij 1,7 meter dat tot 60cm uit de bodem steekt. Rondom het object zijn kleinere losse objecten zichtbaar. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Op 300 meter ten noorden van de locatie ligt echter de grootst waargenomen magnetische anomalie (1360 nT).

Op basis van het sonarbeeld kunnen de objecten niet nader geïnterpreteerd worden. Het zouden objecten met een cultuurhistorische waarde kunnen zijn, daarom is aan de locatie een middelhoge archeologische verwachting toegekend. Vanwege de afmetingen kan het grotere object ook een baggerobstakel vormen.

Contact 64



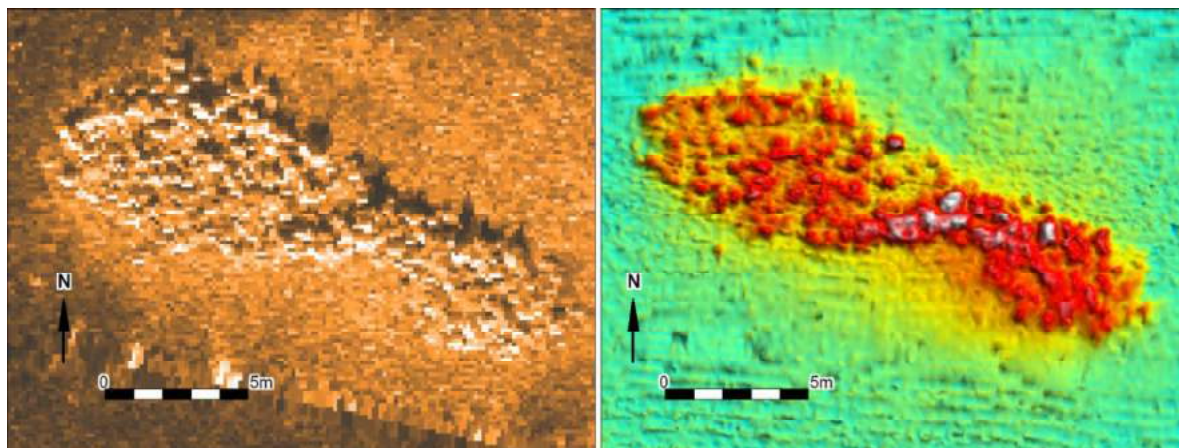
Afbeelding 15. Sonarafbeelding van contact 64

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2		middel

Contact 64 is een scherp begrensde ovaal cluster van kleine objecten, vermoedelijk stenen. De afmetingen van de cluster is 23,1 bij 10,2 meter, met een hoogte van 20cm ten opzichte van de omringende waterbodem. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Mogelijk vormen de objecten ballaststenen of lading van een schip dat hier vergaan is. Om deze reden is aan de locatie een middelhoge archeologische verwachting toegekend.

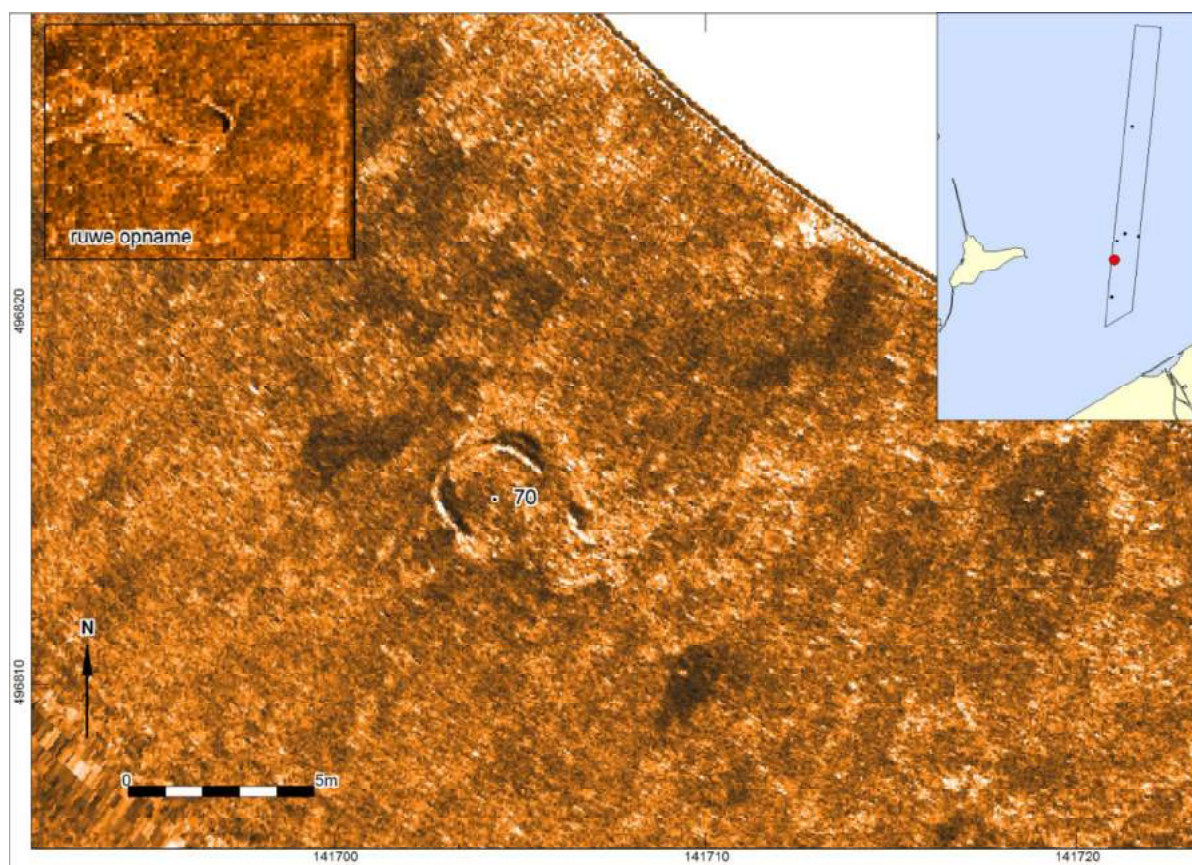
In 2010 is een vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer en onderzocht met duikers⁷. Het bleek toen te gaan om een bult met stortstenen, begroeid met schelpdieren.

⁷ Van Campenhout en van Lil, 2010



Afbeelding 16. Vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer in 2010

Contact 70

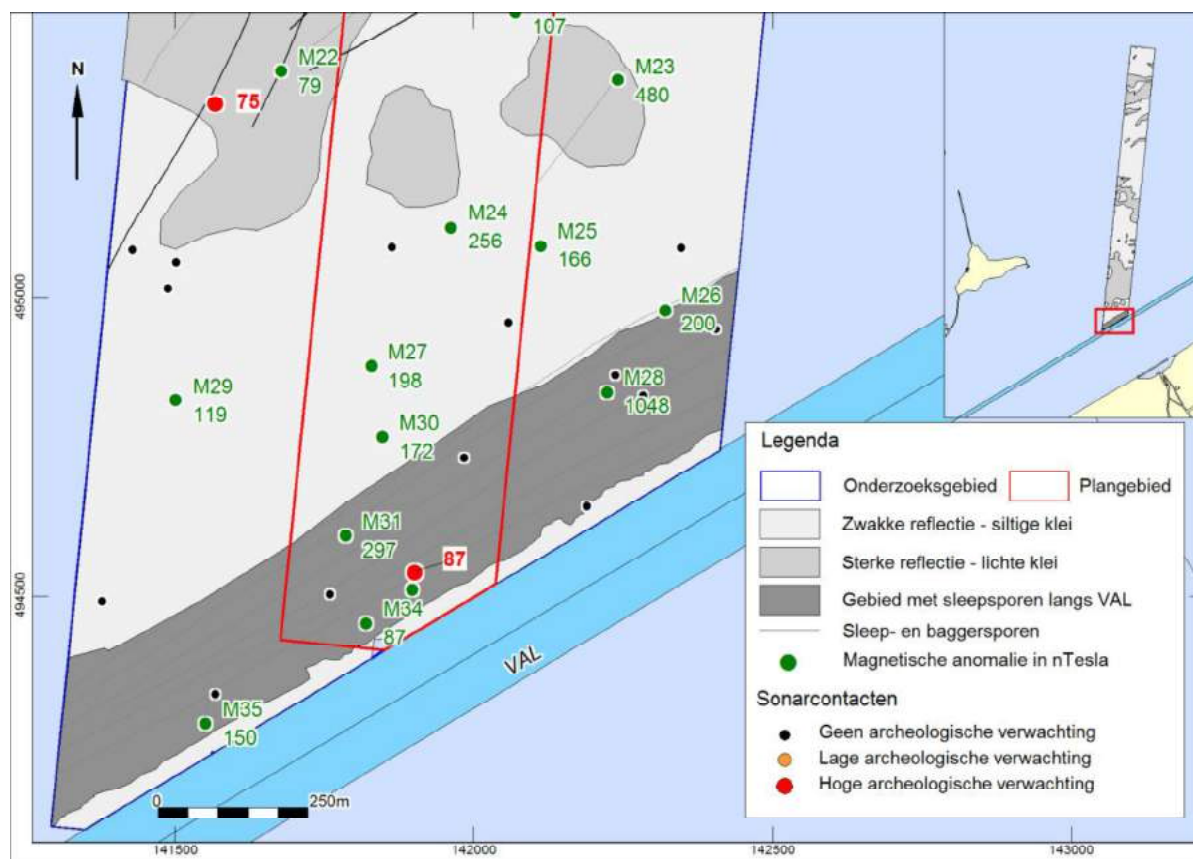


Afbeelding 17. Sonarafbeelding van contact 70

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0		hoog

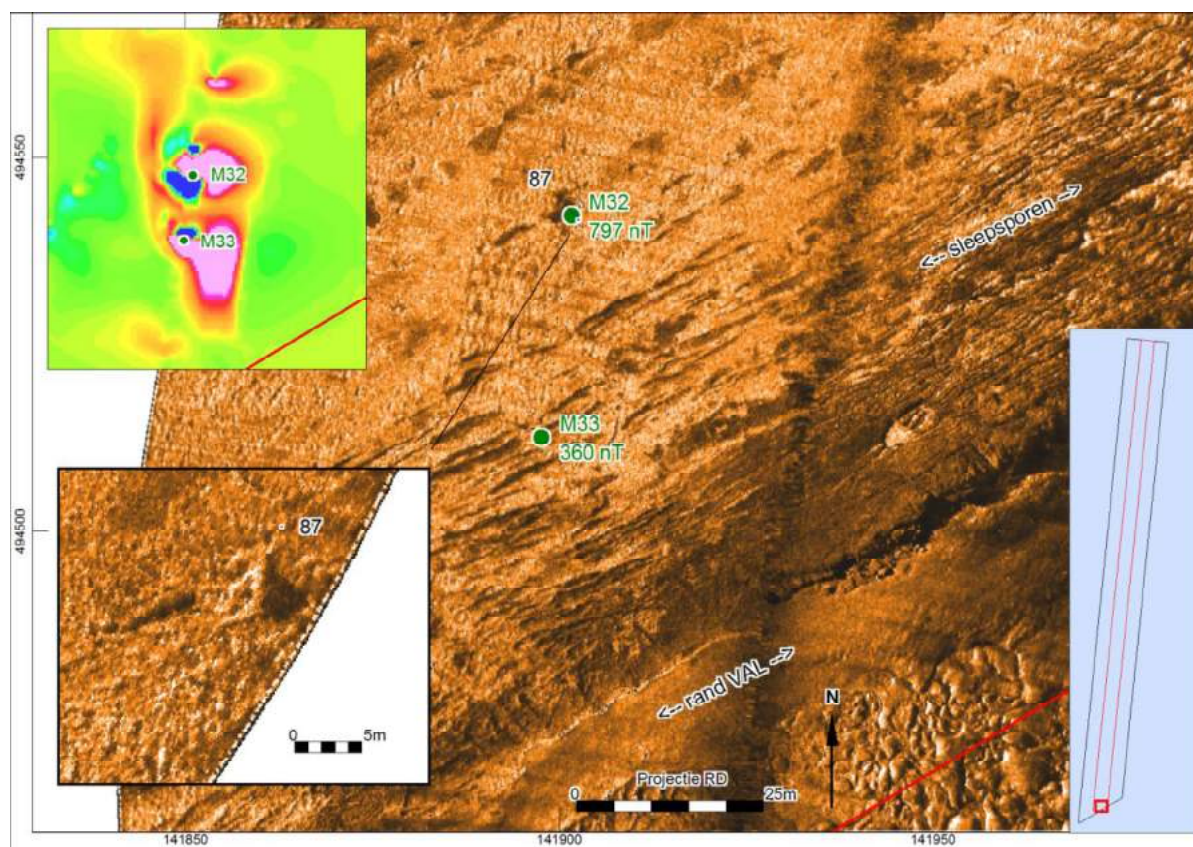
Contact 70 is een gebogen, halfronde structuur die in de bodem verdwijnt. Het lijkt op de achtersteven van een schepje, dat grotendeels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 3,6 bij 3,2 meter. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Aan de locatie is een hoge archeologische verwachting toegekend.

Contacten 75 en 87



Abbeelding 18. Detailkaart van het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied

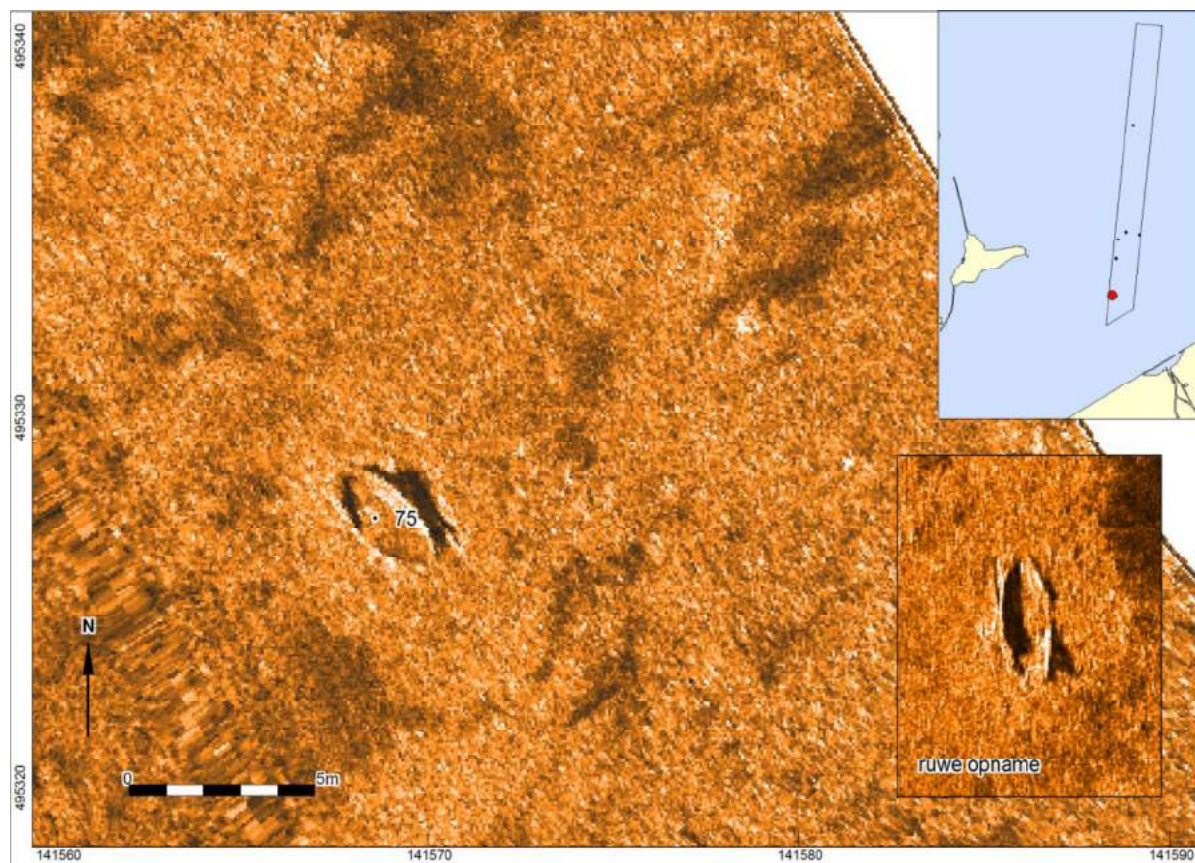
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. Deze zijn vermoedelijk veroorzaakt in de periode dat de vaarweg tijdelijk omgelegd was vanwege verdiepingswerkzaamheden in de geul zelf. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën. Op de sonarbeelden zijn geen duidelijke grote objecten waargenomen die de aanwezigheid van de magnetische anomalieën kunnen verklaren, waarschijnlijk liggen de bronnen begraven in de waterbodem. Ter illustratie toont de volgende afbeelding twee grote anomalieën geprojecteerd op het sonarbeeld.



Afbeelding 19. Twee grote magnetische anomalie langs de rand van de Vaarweg Amsterdam-Lemmer

De magnetische anomalieën in bovenstaande afbeelding worden veroorzaakt door de aanwezigheid van ijzerhoudende objecten met een gewicht van enkele honderden kilo's of meer. Bij de grootste anomalie is een sonarcontact (87) waargenomen, een vierkant open contact van 4,3 bij 3,7 meter. Dit contact is mogelijk een restant van het vliegtuigwrak dat ten noordoosten van deze locatie is gevonden, en hieraan is dan ook een hoge archeologische verwachting toegekend. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 3.5. In de omgeving van de tweede, kleinere anomalie zijn naast sleesporen geen duidelijke contacten zichtbaar.

In het zuidwesten van het onderzoeksgebied ligt sonarcontact 75. Dit is een ovaal object van 3,4 bij 1,7 meter met de kenmerken van een klein bootje dat deels in de waterbodem ligt. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Aan de locatie is een hoge archeologische verwachting toegekend.



Afbeelding 20. Sonarafbeelding van contact 75

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	-	hoog

De volledige lijsten met alle waargenomen *side scan sonar* contacten en *magnetometer* anomalieën is opgenomen in bijlage 1 en op de CD in bijlage 2.

3.5 Resten vliegtuigwrak

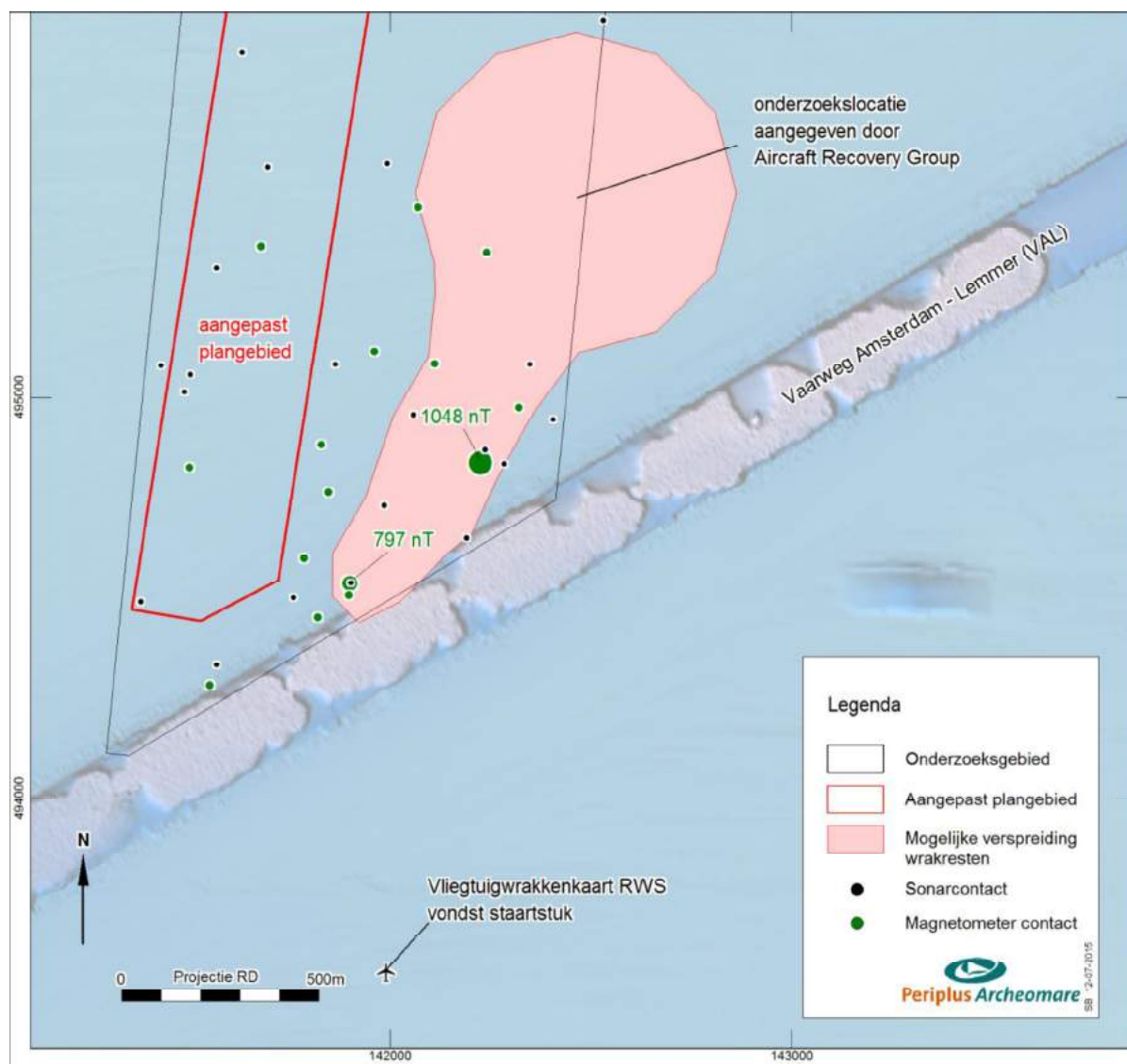
De vliegtuigwrakkenkaart van Rijkswaterstaat vermeldt de vondst van een staartstuk ten zuiden van de Vaargeul Amsterdam-Lemmer, nadere informatie is niet bekend. In 2008 werden in de buurt bij toeval resten van een vliegtuigwrak aangetroffen door een reddingsboot. Vervolgens heeft de stichting Aircraft Recovery Group onderzoek gedaan en de mogelijke resten van een Stirling bommenwerper uit de Tweede Wereldoorlog aangetroffen⁸. De exacte locatie is nooit officieel bekend gemaakt om 'schatgravers' op afstand te houden.

Naar aanleiding van het aantreffen van enkele grote magnetische anomalieën binnen het onderzoeksgebied direct ten noorden van de Vaargeul Amsterdam Lemmer is contact opgenomen met de stichting met het verzoek om aanvullende informatie tot de locatie van de resten.

Vanuit de stichting Aircraft Recovery Group werden coördinaten verstrekt die ten noorden van de vaargeul aan de rand van het onderzoeksgebied bleken te liggen. Ook werd gemeld dat met een sonar niets meer zichtbaar zou zijn omdat alle delen die boven de bodem uitstaken geborgen zijn. En gemeld werd dat rekening moet worden gehouden met het feit dat zich nog wrakdelen in de bodem bevinden in een gebied van 400 bij 400 meter.

Op de huidige sonaropnamen zijn inderdaad geen contacten in het gebied waargenomen. Ten zuidzuidoosten van het gebied liggen een aantal (kleine) sonarcontacten, en een aantal zeer grote *magnetometer* anomalieën. De kans bestaat dat deze grote anomalieën worden veroorzaakt door ijzeren vliegtuigresten die in de waterbodem begraven liggen. Dit zou wel betekenen dat de resten verspreid liggen over een gebied groter dan 400 bij 400 meter. Op basis van deze gegevens is een grens getrokken waarbinnen zich nog mogelijke wrakresten kunnen bevinden (afbeelding 21). Geadviseerd wordt om binnen deze zone geen bodem verstorende activiteiten uit te voeren. Ook wordt geadviseerd om de locaties van de grote magnetische anomalieën aan te geven bij de bergingsdienst van de Koninklijke Luchtmacht. De daadwerkelijke begrenzing van de wrakresten kan alleen vastgesteld worden door aanvullend onderzoek.

⁸ <http://www.arg1940-1945.nl/bk710%20onderzoek.htm>



Afbeelding 21. Overzicht locatie met mogelijke resten vliegtuigwrak.

4 Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er op of aan de waterbodem fenomenen waarneembaar?

Overall in het onderzochte gebied van ruim 1275 hectare zijn met *side scan sonar* akoestische fenomenen waargenomen. In totaal zijn 90 individuele sonarcontacten gekarteerd, geanalyseerd en gerapporteerd.

Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?

Alle gerapporteerde contacten zijn in principe van antropogene aard. Natuurlijke fenomenen zoals waterplanten zijn wel waargenomen, maar niet als aparte sonarcontacten beschreven en gerapporteerd.

Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan? Hierbij rekening houdend met de indeling: archeologische objecten en baggerobstakels.

In onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de waargenomen sonarcontacten.

Interpretatie	Aantal
Autoband	16
Bodemverstoring	1
Cluster stenen	1
Kabel	5
Onbekend object	64
Scheepswrak	3
Totaal	90

Tabel 8. Samenvatting van de waargenomen sonarcontacten

Objecten met afmetingen groter dan één meter in twee dimensies kunnen baggerobstakels vormen. Dit geldt voor 31 van de 90 gerapporteerde sonarcontacten.

In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën. Op de sonarbeelden zijn geen duidelijke grote objecten waargenomen die de aanwezigheid van de magnetische anomalieën kunnen verklaren, waarschijnlijk liggen de bronnen begraven in de waterbodem. Dit kunnen echter ook baggerobstakels vormen.

Aan zeven van de contacten is een archeologische verwachting toegekend. Deze worden besproken bij de volgende vraag.

In geval van archeologische objecten, is het mogelijk om een eerste uitspraak te doen over de aard van de archeologische objecten en hier een prioriteit aan te koppelen?

Aan zeven van de contacten is een archeologische verwachting toegekend. Deze zijn samengevat in onderstaande tabel.

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	-	middel
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	M14	hoog
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6	-	middel
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2	-	middel
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0	-	hoog
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	-	hoog
87	Vierkant open contact	Onbekend object	141903	494542	-4.6	4.3	3.7	0.3	M32	hoog

Tabel 9. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting

Bij contact nummer 57 is ook een contact met de *magnetometer* gedetecteerd, maar met een relatief kleine afwijking (88 nT), vermoedelijk veroorzaakt door kleine ijzeren objecten.

Sonarcontact 87 komt overeen met de locatie van een relatief grote magnetische anomalie (797 nT). Mogelijk betreft dit een wrakstuk van het vliegtuigwrak uit WOII dat ten noordoosten van deze locatie ligt.

Indien deze fenomenen als natuurlijk worden geïdentificeerd; om welke natuurlijke fenomenen gaat het hier dan?

In principe is geen van de gerapporteerde contacten als natuurlijk geïnterpreteerd.

Is het mogelijk om op basis van het akoestische beeld zones met een hoge, middelmatige of lage activiteit van de waterbodem aan te wijzen?

Omdat het Markermeer na de aanleg van de Houtribdijk in 1976 afgesloten is van het IJsselmeer, vindt er nauwelijks tot geen stroming plaats. Stroomribbels werden niet verwacht en zijn ook niet waargenomen. Op het samengestelde sonar mozaïek kunnen wel zones onderscheiden worden met een sterke en zwakke akoestische reflectie. Deze komen vrijwel overeen met de verschillende bodemtypen (lichte en zandige klei) uit de geologische en bodemkundige atlas van het Markermeer.

Tot slot zijn overal in het onderzoeksgebied bagger- en sleepsporen aangetroffen, die het gebied van west naar oost doorkruisen.

Wat is de relatie tussen de aangetroffen objecten en het reliëf van de waterbodem? Kunnen aan de hand van deze relatie risicovolle locaties selectief gemarkeerd worden?

De contacten die als scheepswrak zijn geclassificeerd liggen deels begraven in de waterbodem. Omdat stroming en sedimentatie in het Markermeer al decennia beperkt of afwezig is, kan er van worden uitgegaan dat deze objecten niet recent zijn en zich al langere tijd op en in de waterbodem bevinden.

Indien geen akoestische fenomenen worden waargenomen, zijn er dan aanwijzingen dat dit het gevolg is van de eroderende werking, van sedimentatie of van menselijk handelen?

In grote delen van het gebied is de bodem bedekt met waterplanten, waardoor het niet altijd mogelijk is om een goed beeld van de onderliggende waterbodem te krijgen. Toch zijn in deze gebieden eventueel aanwezige objecten meestal wel zichtbaar, gezien een aantal autobanden dat tussen de waterplanten is waargenomen.

Op de plaatsen waar de bodem verstoord is door baggerwerkzaamheden zullen archeologische resten die aan het oppervlak lagen beschadigd of vernietigd zijn.

Welke beheersmaatregelen zijn nodig om de verstoring van de eventueel aanwezige archeologische waarden te voorkomen?

Op zeven locaties zijn objecten aangetroffen met een mogelijk cultuurhistorische waarde. Deze worden dan ook als zodanig aangemeld in ARCHIS, de archeologische database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Tenzij aangetoond is dat deze objecten geen archeologische waarde hebben dienen de locaties inclusief een bufferzone van 100 meter rondom conform de geldende beleidsregels⁹ te worden ontzien bij de voorgenomen verdiepingswerkzaamheden.

Om de archeologische waarde vast te stellen kan een inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend/waarderend) worden uitgevoerd.

⁹ Beleidsregels ontgravingen in Rijkswateren, VENW/BSK-2010/127556, Staatscourant 20 september 2010

5 Conclusies en advies

Tijdens het onderzoek is ruim 1275 hectare waterbodembodem in kaart gebracht met *side scan sonar* en *magnetometer*. Uit de analyse van de gegevens is gebleken dat grote delen van de waterbodembodem verstoord zijn door bagger- en/of sleepsporen veroorzaakt door ankers, scheepskielen of zwaarden. Eventuele objecten met een cultuurhistorische waarde zoals vliegtuig- of scheepsresten in deze gebieden zullen verdwenen of sterk beschadigd zijn.

In het gebied zijn in totaal 90 individuele contacten met sonar en 35 locaties met *magnetometer* waargenomen en gerapporteerd. Het merendeel van de contacten bestaat uit kleine, losse objecten die verloren of gedumpt zijn, zoals losse stukken kabel en autobanden.

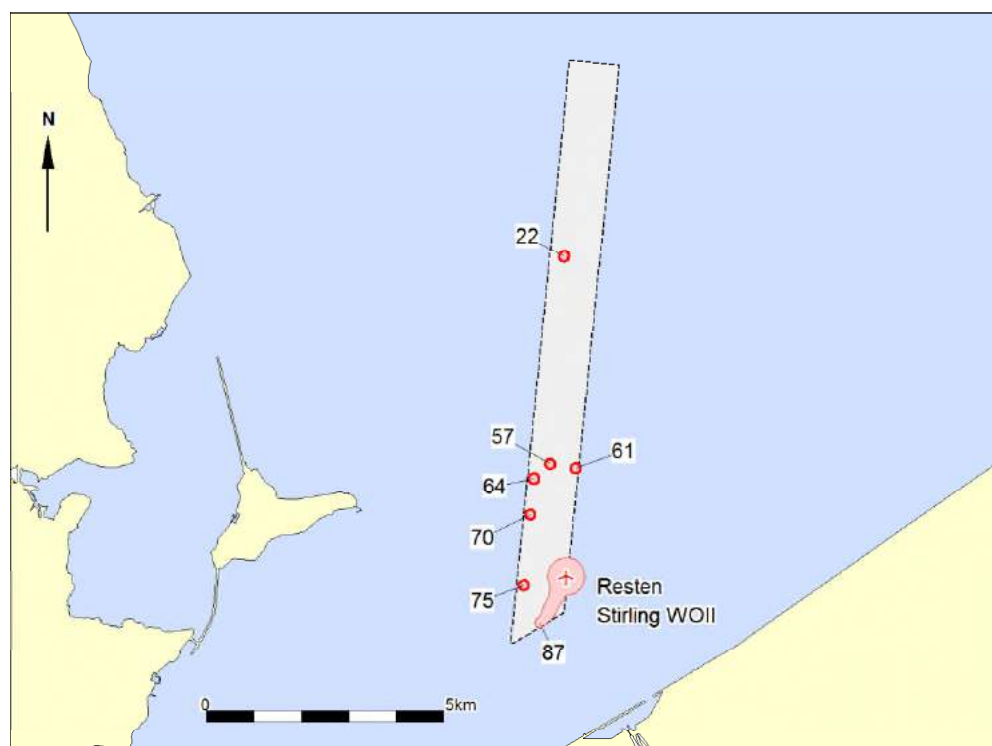
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën. Op de sonarbeelden zijn geen duidelijke grote objecten waargenomen die de aanwezigheid van de magnetische anomalieën kunnen verklaren, waarschijnlijk liggen de bronnen begraven in de waterbodembodem. Het is mogelijk, dat dit resten betreffen van een vliegtuigwrak uit WOII, dat in 2008 gevonden is aan de zuidoostzijde van het onderzoeksgebied.

Op zeven locaties zijn grotere structuren en objecten waargenomen waarvan niet kan worden uitgesloten dat het om objecten met een cultuurhistorische waarde gaat. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

Nr	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Archeologische Verwachting
22	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	middel
57	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	hoog
61	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6	middel
64	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2	middel
70	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0	hoog
75	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	hoog
87	Onbekend object, mogelijk vliegtuigresten	141903	494542	-4.6	4.3	3.7	0.3	hoog

Tabel 10. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting

Drie van de contacten betreffen met grote zekerheid scheepswrakken. Dit aantal komt vrijwel overeen met de verwachting (3,7) voor het gebied, gebaseerd op de wrakkendichtheid in de Flevopolders (1 wrak per 339 hectare). Alleen het wrak met contact nummer 57 is ook met de *magnetometer* gedetecteerd en bevat dus ijzeren delen.



Afbeelding 22. Locaties te ontzien bij voorgenomen werkzaamheden

De genoemde contacten worden voorlopig geclassificeerd als potentieel archeologische objecten en zullen als zodanig worden aangemeld in ARCHIS, de archeologische database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Tenzij aanvullend onderzoek aantoont dat deze objecten geen archeologische waarde hebben dienen de locaties inclusief een bufferzone van 100 meter rondom conform de geldende beleidsregels te worden ontzien bij de voorgenomen verdiepingswerkzaamheden. Om de archeologische waarde vast te stellen kan een inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend/waarderend) worden uitgevoerd.

Objecten met afmetingen groter dan één meter in twee dimensies kunnen baggerobstakels vormen. Dit geldt voor 31 van de 90 gerapporteerde sonarcontacten.

Tijdens de zandwinning kunnen nog resten aan het licht komen die tot heden volledig werden afgedekt in de waterbodem of niet als archeologisch object zijn herkend tijdens het geofysisch onderzoek. De uitvoerder is conform de Monumentenwet 1988 (herzien in 2007) verplicht om dergelijke vondsten te melden bij de bevoegde overheid. Deze meldingsplicht voor archeologische vondsten dient in het bestek of Plan van Aanpak van het werk te worden opgenomen.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Locaties te ontzien bij voorgenomen werkzaamheden	4
Afbeelding 2. Ligging van het onderzoeksgebied in het Markermeer	5
Afbeelding 3. Meetvaartuig 'Gemini'	10
Afbeelding 4. Overzicht magnetische anomalieën.....	13
Afbeelding 5. Samenstelling van de toplaag van de waterbodem	14
Afbeelding 6. Het centrale deel van het onderzoeksgebied met verschillen in akoestische reflectie.....	15
Afbeelding 7. Grote bagger- of sleepsporen in het noorden van het gebied.....	16
Afbeelding 8. Diverse sleepsporen in het uiterste zuiden van het gebied langs de rand van de VAL.	17
Afbeelding 9. Side scan sonar mozaïek, magnetische anomalieën en interpretatiekaart	19
Afbeelding 10. Detailkaart contact 22	22
Afbeelding 11. Sonarafbeelding van contact 22	23
Afbeelding 12. Detailkaart contacten 57 tot en met 70	24
Afbeelding 13. Sonarafbeelding van contact 57	25
Afbeelding 14. Sonarafbeelding van contact 61	26
Afbeelding 15. Sonarafbeelding van contact 64	27
Afbeelding 16. Vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer in 2010	28
Afbeelding 17. Sonarafbeelding van contact 70	29
Afbeelding 18. Detailkaart van het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied	30
Afbeelding 19. Twee grote magnetische anomalie langs de rand van de Vaarweg Amsterdam-Lemmer	31
Afbeelding 20. Sonarafbeelding van contact 75	32
Afbeelding 21. Overzicht locatie met mogelijke resten vliegtuigwrak.	34
Afbeelding 22. Locaties te ontzien bij voorgenomen werkzaamheden	40

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting.....	3
Tabel 4. Archeologische verwachting zoals gespecificeerd in het bureauonderzoek	6
Tabel 5. Magnetische anomalieën.....	13
Tabel 6. Samenvatting van de waargenomen sonarcontacten	21
Tabel 7. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting.....	21
Tabel 8. Samenvatting van de waargenomen sonarcontacten	35
Tabel 9. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting.....	36
Tabel 10. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting.....	39

Afkortingen en woordenlijst

<i>AMZ</i>	Archeologische MonumentenZorg
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>Layback</i>	Laterale afstand tussen <i>side scan sonar</i> transducer en GPS antenne; voor verwerking van de gegevens in wereldcoördinaten dient deze afstand te worden gecorrigeerd in de opnamesoftware
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen van het aardmagnetisch veld (veroorzaakt door de aanwezigheid van ijzerhoudende objecten) te meten
<i>Multibeam</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden.
<i>PvE</i>	Programma van Eisen
<i>RCE</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
<i>RTK DGPS</i>	<i>Real Time Kinematic Differential Global Positioning System</i> ; geavanceerd systeem voor plaatsbepaling dat werkt met satellieten in combinatie met een vaste steunzender in de buurt van het werkgebied. Heeft nauwkeurigheden van enkele cm. In de X, Y en Z richting.
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfolgie en type te classificeren
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.

Referenties

- IMAGO Projectgroep: Innovatief Meten Aan Gezonken Objecten, eindrapportage 2003, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied, RDIJ rapport nr. 2003-13a.
- Muis. L.A., en van den Brenk, S., 2015. Programma van Eisen archeologisch opwateronderzoek zandwingebied Markerzand
- Rijkswaterstaat DI-IMG, 2011, Rijkswaterstaat Brede Afspraak Archeologie, versie 2.0.
- SIKB, Handreiking en checklist Programma van Eisen
- Van Campenhout, K., en van Lil, R., 2010. Ketelmeer West: Inventariserend onderzoek (onderwaterfase verkennend) door middel van duikinspecties. Periplus Archeomare rapport 10A023
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en Muis. L.A., 2013. Bureauonderzoek Markerzand, Markermeer. Periplus Archeomare rapport 13A001-01
- Van der Heide, G. (1974) De Zuiderzee: van land tot water, van water tot land, Haren: Uitgeverij Knoop & Niemeijer
- Van der Heide, G.D., 1972. Van landijs tot polderland: 2000 eeuwen Zuiderzeegebied, Naarden.
- Van der Heide, G.D., 1974. Scheepsopgravingen in Nederland en elders in de wereld, Naarden.

Overige bronnen

- Beleidsregels ontgravingen in Rijkswateren, 20 september 2010 – Nr. VENW/BSK-2010/127556
- Geologische en Bodemkundige Atlas Markermeer, Menke en Lenselink 1992
- KNA waterbodems (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) versie 3.2
- Vliegtuigwrakkenregister Rijkswaterstaat IJsselmeergebied
- Website Stichting Aircraft Recovery Group, <http://www.arg1940-1945.nl/index.htm>

Bijlage 1. Tabellen met side scan sonar en magnetometercontacten

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Magn Ano.	Arch. Verw.
1	Klein contact	Onbekend object	142664	506210	-4.4	1.3	0.5	0.1		geen
2	Langwerpig contact	Onbekend object	142871	505902	-4.4	3.2	0.1	0.1		geen
3	Rond open contact	Autoband	143210	505696	-4.4	1.1	1.1	0.1		geen
4	Rechthoekig contact met sterke reflectie	Onbekend object	142920	505200	-4.3	4.6	2.1	0.0		geen
5	Klein contact	Onbekend object	142739	505088	-4.3	2.3	1.0	0.1		geen
6	Lang dun contact	Kabel	142631	505084	-4.3	12.8	9.3	0.1		geen
7	klein contact	Onbekend object	142855	505025	-4.3	1.2	0.4	0.1		geen
8	Langwerpig contact	Onbekend object	143402	504978	-4.3	6.7	0.8	0.1		geen
9	Langwerpig contact	Onbekend object	143300	504973	-4.2	5.3	1.9	0.0		geen
10	Klein contact	Onbekend object	142589	504651	-4.3	1.9	0.5	0.2		geen
11	Rond open contact	Autoband	143052	504222	-4.2	0.6	0.6	0.2		geen
12	Stervormig contact	Onbekend object	142908	504132	-4.3	1.5	1.0	0.1		geen
13	Langwerpig contact	Onbekend object	142590	504077	-4.3	44.4	0.5	0.1		geen
14	Langwerpig contact	Onbekend object	143219	503603	-4.3	7.0	0.1	0.1		geen
15	Rechthoekig contact met sterke reflectie	Onbekend object	142291	503375	-4.4	2.7	1.4	0.5		geen
16	Contact	Onbekend object	142234	503129	-4.4	2.1	0.7	0.1		geen
17	Klein contact	Onbekend object	142397	503094	-4.4	1.2	0.2	0.1		geen
18	Cluster van contacten	Onbekend object	143022	502954	-4.4	6.9	3.3	0.1		geen
19	Vierkant contact	Onbekend object	142513	502724	-4.4	2.3	1.1	0.1		geen
20	Grillig contact	Onbekend object	142484	502634	-4.3	2.4	1.8	0.1		geen
21	Langwerpig contact	Onbekend object	142980	502345	-4.3	7.0	0.8	0.1		geen
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2		middel
23	Langwerpig contact	Onbekend object	142852	502206	-4.4	4.2	0.6	0.1		geen
24	Langwerpig contact	Onbekend object	142590	502179	-4.4	3.5	0.2	0.2		geen
25	Vierkant frame met spijlen	Onbekend object	143084	502049	-4.4	1.5	1.2	0.1		geen
26	Klein contact	Onbekend object	142878	502009	-4.4	0.9	0.5	0.2		geen
27	Klein contact	Onbekend object	142909	501825	-4.4	2.6	0.6	0.1		geen
28	Klein contact	Onbekend object	142840	501706	-4.4	1.2	0.6	0.2		geen
29	Cluster van contacten	Onbekend object	142685	501597	-4.4	12.9	9.5	0.0		geen
30	Cluster van contacten	Onbekend object	142773	501576	-4.4	29.0	21.9	0.2		geen
31	Rond open contact	Autoband	142803	501575	-4.4	0.6	0.6	0.2		geen
32	Rond open contact	Autoband	142299	501222	-4.3	1.2	1.2	0.2		geen
33	Contact	Onbekend object	142046	501182	-4.3	1.2	1.0	0.1		geen
34	Klein contact	Onbekend object	142948	501154	-4.3	1.5	0.4	0.0		geen
35	Klein contact	Onbekend object	142379	500837	-4.3	1.2	0.5	0.1		geen
36	Klein contact	Onbekend object	142374	500414	-4.3	2.1	1.1	0.1		geen
37	Klein contact	Onbekend object	142288	500145	-4.3	2.9	0.8	0.1		geen
38	Contact met sterke reflectie	Onbekend object	142110	499915	-4.3	3.7	2.0	0.0		geen
39	Lang dun contact	Kabel	142395	499892	-4.3	13.0	0.2	0.1		geen

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Magn Ano.	Arch. Verw.
40	Contact met sterke reflectie	Onbekend object	142207	499888	-4.3	3.0	0.8	0.1		geen
41	Vierkant contact	Onbekend object	142003	499772	-4.3	2.5	2.5	0.3		geen
42	Rond open contact	Autoband	142245	499727	-4.4	0.9	0.9	0.2		geen
43	Grillig contact	Onbekend object	142757	499643	-4.3	2.4	1.1	0.1		geen
44	Rond open contact	Autoband	142589	499631	-4.3	0.9	0.9	0.2		geen
45	Contact	Onbekend object	142504	499613	-4.3	2.1	0.8	0.1		geen
46	Contact met sterke reflectie	Onbekend object	142412	499557	-4.3	2.7	1.7	0.4		geen
47	Rechthoekig contact met sterke reflectie	Onbekend object	142664	499508	-4.3	2.0	1.6	0.1		geen
48	Contact met sterke reflectie	Onbekend object	142610	499289	-4.3	2.7	2.6	0.0		geen
49	Rond open contact	Autoband	142044	499170	-4.2	0.6	0.6	0.2		geen
50	Klein contact	Onbekend object	142050	499116	-4.2	1.4	0.7	0.1		geen
51	Rond open contact	Autoband	142057	499019	-4.2	0.6	0.5	0.2		geen
52	Klein contact	Onbekend object	142138	498729	-4.2	0.4	0.3	0.1		geen
53	Rond open contact	Autoband	141896	498296	-4.0	0.7	0.6	0.3		geen
54	langwerpig recht contact	Onbekend object	142345	498211	-4.1	32.8	1.3	0.3		geen
55	Rond open contact	Autoband	142169	497981	-4.0	0.9	0.8	0.2		geen
56	Langwerpig contact	Onbekend object	142223	497940	-4.0	5.6	0.5	0.1		geen
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	M14	hoog
58	Contact	Onbekend object	141851	497889	-4.0	1.3	0.7	0.2	M13	geen
59	Rond contact	Onbekend object	142429	497853	-4.0	2.2	1.4	0.2		geen
60	Klein contact	Onbekend object	142027	497843	-4.0	1.6	0.2	0.1		geen
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6		middel
62	Rond open contact	Autoband	141917	497795	-4.0	0.6	0.6	0.2		geen
63	Bodemverstoring, lijkt afdruk vastgelopen schip	Bodemverstoring	141846	497741	-4.0	97.1	20.3	0.2		geen
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2		middel
65	Lang dun contact	Kabel	141727	497574	-3.9	69.6	1.2	0.4		geen
66	Lang dun contact	Kabel	142142	497478	-4.0	31.7	0.1	0.0	M15	geen
67	Lang dun contact	Kabel	141715	497368	-3.9	9.2	1.8	0.1		geen
68	Rond open contact	Autoband	141726	497056	-3.9	0.8	0.4	0.2		geen
69	Rond open contact	Autoband	142399	497030	-4.0	0.6	0.6	0.2		geen
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0		hoog
71	Contact	Onbekend object	142531	495944	-4.0	3.4	1.2	0.2		geen
72	Rond open contact	Autoband	141633	495866	-4.0	0.6	0.6	0.2		geen
73	Langwerpig contact	Onbekend object	141994	495587	-4.1	5.6	1.0	0.1		geen

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Magn Ano.	Arch. Verw.
74	Contact met sterke reflectie	Onbekend object	141697	495578	-4.1	6.5	2.3	0.2		geen
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3		hoog
76	Rond open contact	Autoband	141864	495087	-4.2	0.6	0.6	0.2		geen
77	Klein contact	Onbekend object	142348	495086	-4.3	1.9	0.8	0.6		geen
78	Klein contact	Onbekend object	141430	495083	-4.2	0.9	0.5	0.1		geen
79	Klein contact	Onbekend object	141503	495061	-4.2	1.6	0.3	0.1		geen
80	Klein contact	Onbekend object	141489	495018	-4.1	1.2	0.5	0.2		geen
81	Klein contact	Onbekend object	142059	494961	-4.3	1.2	0.9	0.1		geen
82	Contact	Onbekend object	142407	494950	-4.4	1.3	0.9	0.0		geen
83	Contact	Onbekend object	142238	494873	-4.4	3.2	1.0	0.1	M28	geen
84	Langwerpig dubbel contact	Onbekend object	142284	494839	-4.4	6.1	1.1	0.1		geen
85	Rond open contact	Autoband	141985	494735	-4.4	1.1	1.0	0.3		geen
86	Klein vierkant contact	Onbekend object	142190	494654	-4.8	0.9	0.7	0.0		geen
87	Vierkant open contact, mogelijk resten vliegtuigwrak	Onbekend object	141903	494542	-4.6	5.9	1.9	0.3	M32	hoog
88	Klein contact	Onbekend object	141760	494506	-4.5	0.8	0.2	0.1		geen
89	Klein contact	Onbekend object	141379	494495	-4.3	1.6	0.2	0.2		geen
90	Groot open rond contract	Onbekend object	141568	494338	-4.4	3.2	2.5	0.5	M35	geen

Alle coördinaten in Nederlands RD en diepte Z in meters ten opzichte van NAP (op basis van Actueel Dieptebestand IJsselmeergebied, RWS 2013)

Overzicht magnetometer contacten groter dan 50 nTesla

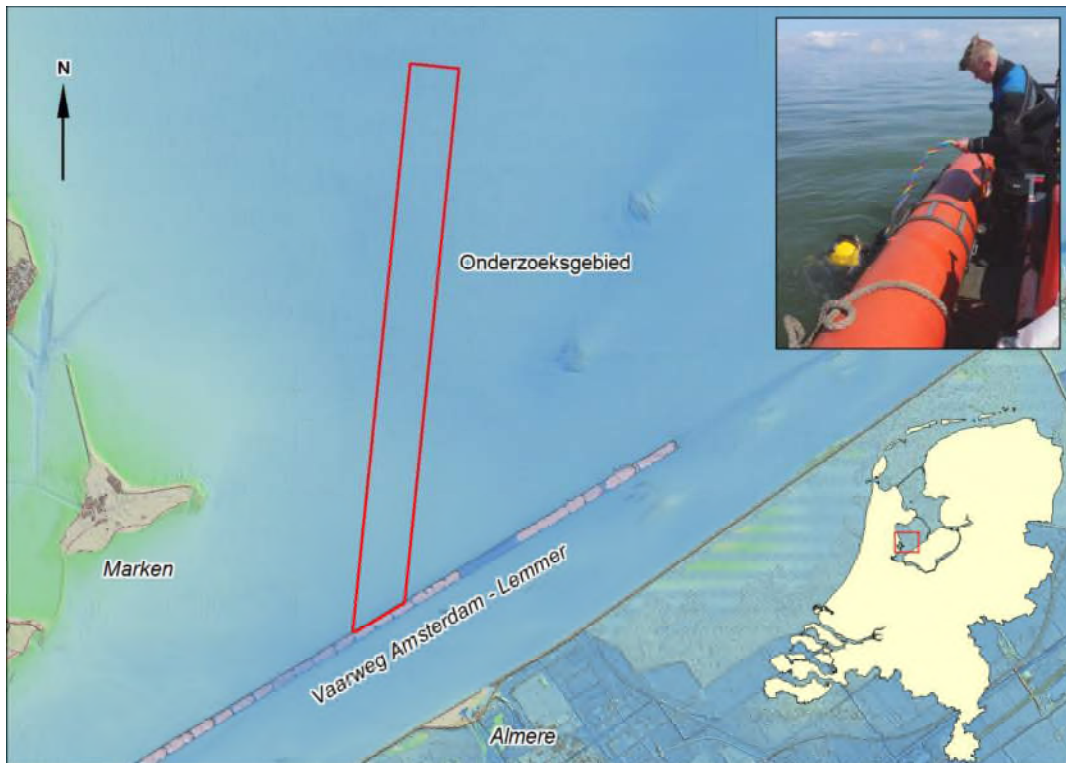
Nr	RDx	Rdy	nT
M01	142605	505711	111
M02	142604	505592	189
M03	142948	505238	220
M04	142603	504559	92
M05	142539	503998	150
M06	142522	501554	196
M07	142091	501492	95
M08	142122	500753	136
M09	142141	500008	76
M10	141953	499034	79
M11	141995	498204	100
M12	142670	498127	1360
M13	141844	497924	78
M14	142114	497898	88
M15	142119	497504	543
M16	142620	497181	321
M17	141819	496345	76
M18	142135	496190	161
M19	141593	496106	323
M20	141526	496029	346
M21	142071	495481	107
M22	141679	495383	79
M23	142242	495368	480
M24	141963	495121	256
M25	142112	495090	166
M26	142322	494981	200
M27	141830	494888	198
M28	142225	494844	1048
M29	141502	494831	119
M30	141848	494769	172
M31	141787	494605	297
M32	141902	494543	797
M33	141898	494513	360
M34	141821	494458	87
M35	141552	494289	150

Bijlage 2. CD met digitale bestanden

Inhoud CD

Map	Submap	Inhoud
PvE	-	Programma van Eisen (pdf)
Rapporten	-	15A012-01 Markerzand – Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) 13A001-01 Markerzand – Archeologisch bureauonderzoek
Sonar	Contacten	Contactenlijst in Excel
	Sonargeotifs	Gegeorefereerde sonarafbeeldingen
	Sonarmozaïek	Gegeorefereerd side scan sonar mozaïek
Magnetometer		Contactenlijst in Excel
		Gegeorefereerde geïnterpoleerde afbeelding
		A1 kaarten in pdf formaat

Inventariserend Veldonderzoek (onderwaterfase verkennend)
Markerzand, Markermeer



Periplus Archeomare rapport 15A012-02

Auteurs:
Liselore An Muis
Seger van den Brenk

in opdracht van:

MARKERZAND

Markerzand V.O.F.
Schaardijk 211
3063 NH - Rotterdam

Revisie nummer	Datum
2.0	23 juli 2015
1.0	22 juli 2015

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 15A012-02

Inventariserend Veldonderzoek (onderwaterfase verkennend)
Markerzand, Markermeer

Auteurs: L.A. Muis en Seger van den Brenk

In opdracht van: Markerzand V.O.F.
Contactpersoon: Dhr. J van der Walle

© Periplus Archeomare, juli 2015

Foto's en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Definitief	LM/SvdB	SvdB	BvM	23-07-2015
1.0	Concept	LM/SvdB	SvdB	BvM	22-07-2015



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Fax: 020-6361865
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl



Aquatech Diving BV
Postbus 41
8500 AA Joure
Tel: 0513-481150
Fax: 0513-481155
Email: info@aquatech-diving.com
Website: www.aquatech-diving.com

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1. Aanleiding	5
1.2. Doelstelling	6
1.3. Onderzoeksvragen	6
1.4. Leeswijzer	7
2. Methoden en technieken	9
2.1. Uitvoering veldonderzoek	9
2.2. Werkvaartuig	9
2.3. Plaatsbepaling en positionering	9
2.4. Duikmethodiek	10
3. Resultaten onderzoek	11
4. Beantwoording onderzoeksvragen	21
5. Conclusies en Advies	23
Lijst met afbeeldingen	25
Lijst met tabellen	25
Referenties	26
Overige bronnen	26
Lijst met afkortingen en verklaringen	27
Bijlage 1. CD met digitale bestanden	28

Periode	Tijd in jaren				
<i>Nieuwe tijd</i>	1500	na Chr.	-	heden	
<i>Late-Middeleeuwen</i>	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
<i>Vroege-Middeleeuwen</i>	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
<i>Romeinse tijd</i>	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
<i>IJzertijd</i>	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
<i>Bronstijd</i>	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
<i>Neolithicum (Nieuwe Steentijd)</i>	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
<i>Mesolithicum (Midden Steentijd)</i>	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
<i>Paleolithicum (Oude Steentijd)</i>	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

<i>Provincie:</i>	Flevoland
<i>Gemeente:</i>	Almere (34) en Lelystad (995)
<i>Plaats:</i>	Markermeer
<i>Toponiem:</i>	Markerzand
<i>Kaartblad:</i>	26A
<i>Coördinaten centrumlocatie (RD x,y):</i>	X 142456 – Y 500377
<i>Beheerder gebied</i>	Rijkswaterstaat Midden Nederland
<i>Huidig watergebruik</i>	Zoet water reservoir, beroepsvaart, recreatie
<i>Waterkundige gegevens:</i>	Zoet water, geen stroming, diepte 4-4,5 meter -NAP
<i>Bevoegd gezag:</i>	Rijkswaterstaat Midden Nederland
<i>Adviseur voor het bevoegd gezag</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
<i>Deskundige namens het bevoegd gezag:</i>	Dhr. J. Opdebeeck
<i>ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):</i>	3293439100
<i>Periplus-projectcode:</i>	15A0012-02
<i>Periode van uitvoering:</i>	Juli 2015
<i>Beheer en plaats documentatie:</i>	Periplus Archeomare, Amsterdam

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

In opdracht van Markerzand V.O.F. heeft Periplus Archeomare BV in samenwerking met Aquatech Diving BV een archeologisch onderzoek uitgevoerd in het Markermeer. Het betrof een inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend) in de vorm van duikinspecties op vijf locaties, die op basis van het eerder uitgevoerde *side scan sonar* onderzoek aangemerkt waren als objecten met een middelhoge tot hoge archeologische verwachting. Een samenvatting van de resultaten wordt gegeven in onderstaande tabel.

Locatie Nr	Oorspronkelijke interpretatie side scan sonar beelden	Resultaat duikinspectie
22	Onbekend object	Zware staakabel, diameter 5 cm, begroeid, minimaal 30 meter lang
57	Scheepswrak	Recent wrak van een polyester open boot
64	Cluster stenen	Cluster stortstenen, variërend van 20cm tot meer dan 100cm in doorsnede
70	Scheepswrak	Flexibele losse gecoatete pijp, diameter 15cm, ligt in een lus
75	Scheepswrak	Houten scheepswrakje, mogelijk eind 19de/begin 20ste eeuw

Tabel 3. Samenvatting van de resultaten

Het onderzoek heeft uitgewezen dat op vier van de vijf onderzochte locaties recente objecten liggen die geen archeologische waarde hebben. Deze locaties kunnen dan ook vanuit archeologisch oogpunt vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. De aangetroffen recente objecten kunnen wel baggerobstakels vormen.

Op één locatie (nr. 75) is een object aangetroffen met een cultuurhistorische waarde. Dit betreft een klein houten scheepswrakje met afmetingen van 3,4 bij 2,7 meter. Het wrakje is redelijk intact en ligt grotendeels in de bodem. Binnen het wrakje zijn enkele losse objecten, waaronder een pikhaak aangetroffen. De bodem van het wrakje is bedekt met een schelpenlaag met een dikte tot 40 cm. De bodem rondom het wrak bestaat uit een centimeter dikke schelpenlaag op een zachte kleibodem. Op basis van de gebruikte spijkers en de pikhaak wordt het wrak gedateerd tussen eind 19^e tot midden 20^e eeuw.

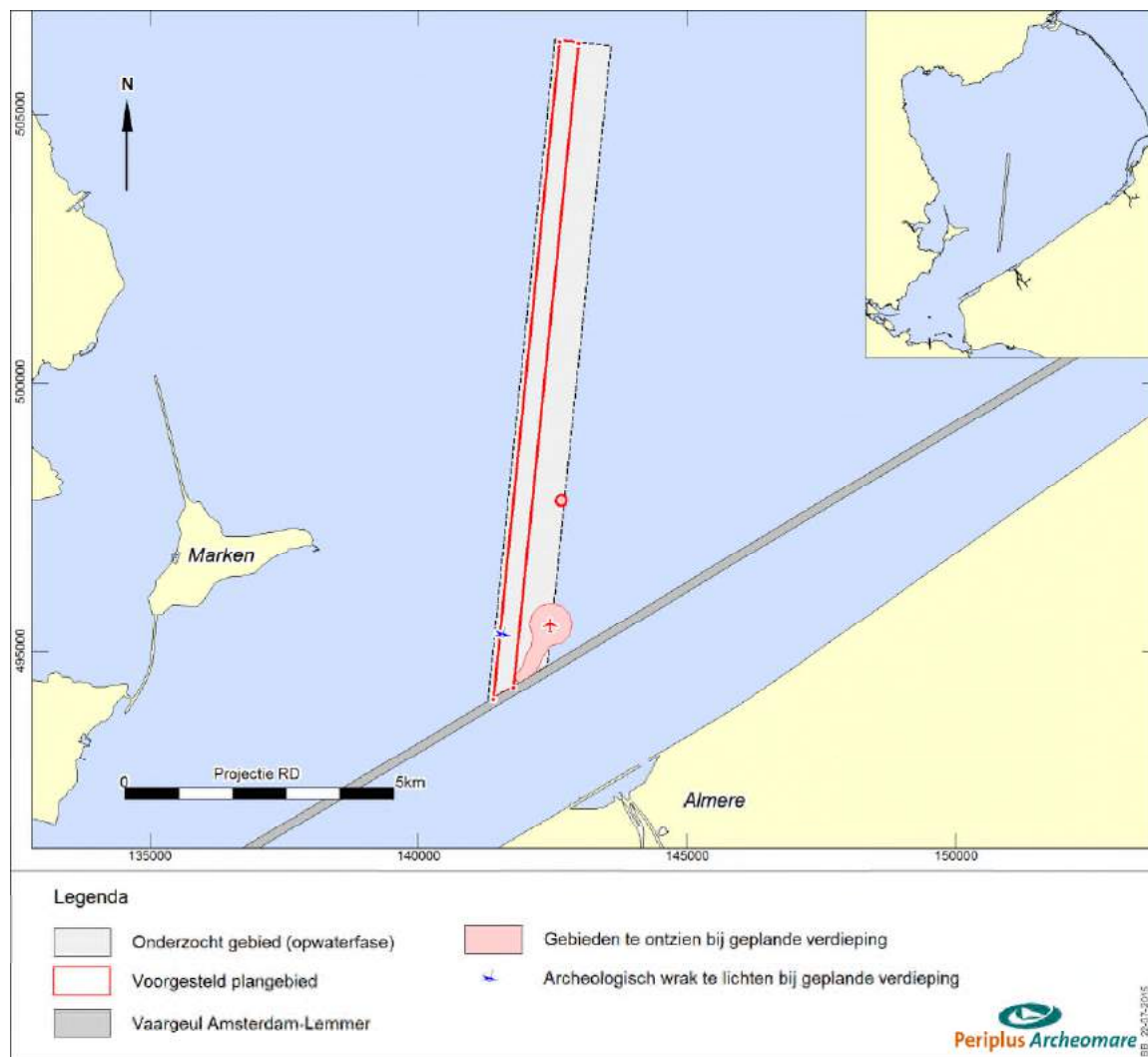
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht.

In overleg met de opdrachtgever is het oorspronkelijke plangebied aangepast. Het nieuwe plangebied is verschoven naar de westkant van het grotere onderzoeksgebied (zie afbeelding 17). Hierbij is rekening gehouden met een bufferzone van 100 meter aan de westzijde, waarbinnen tijdens het vooronderzoek geen objecten met een archeologische waarde zijn aangetroffen. Het aangepaste plangebied ligt buiten de locatie die niet onderzocht is (contact 61), en buiten de zone met mogelijke vliegtuigresten. De coördinaten van de hoekpunten van het aangepaste plangebied zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Punt	RDx	RDy	Longitude	Latitude
NW	142638.1	506389.6	05°12.2982	52°32.7000
NO	142986.3	506354.3	05°12.6063	52°32.6815
ZW	141396.4	494136.3	05°11.2299	52°26.0908
ZO	141770.9	494360.8	05°11.5597	52°26.2125

Tabel 4. Coördinaten hoekpunten aangepast plangebied

Het wrak op locatie 75 valt wel binnen het aangepaste plangebied. Geadviseerd wordt om het wrak op zorgvuldige wijze te lichten zodat het aan de oppervlakte door een gespecialiseerd archeoloog nader kan worden onderzocht en gedocumenteerd.

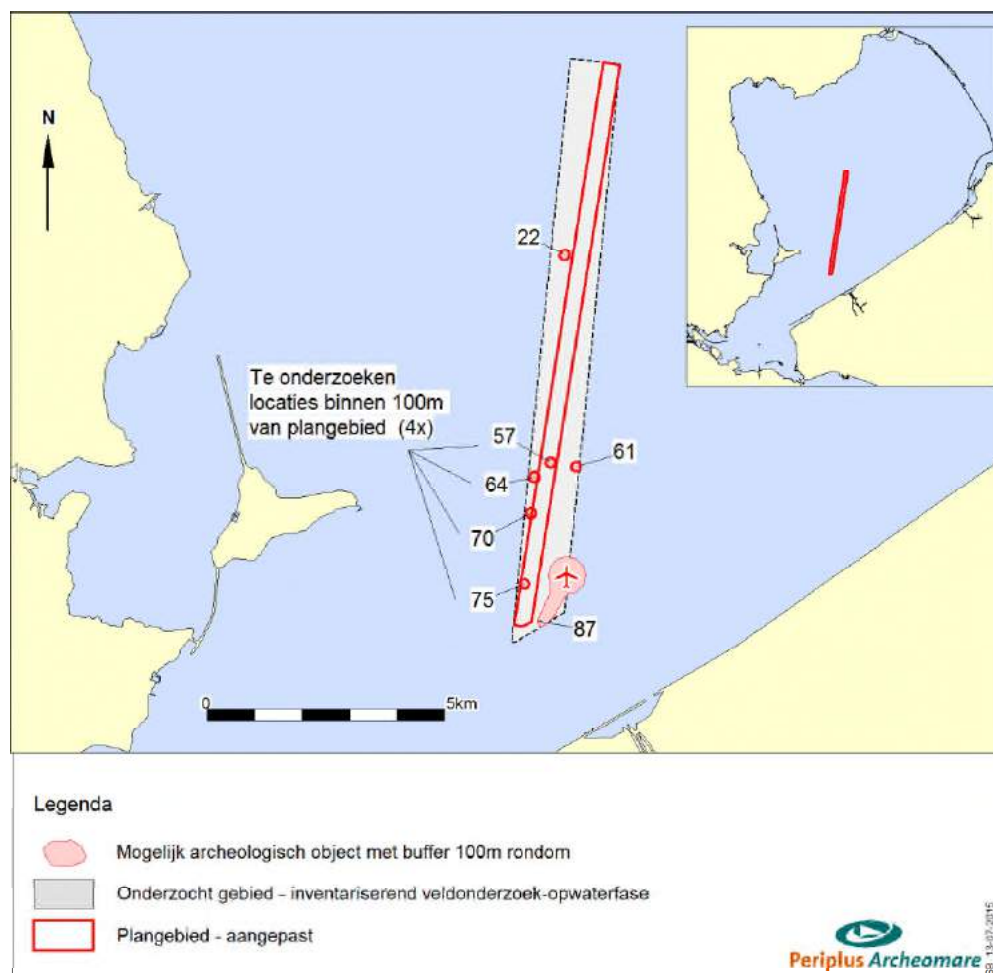


Afbeelding 1. Het aangepaste plangebied met de locaties te ontzien bij voorgenomen verdiepingswerkzaamheden

Het kan niet worden uitgesloten dat zich in de rest van het aangepaste plangebied toch nog objecten van cultuurhistorische waarde bevinden. Wij adviseren daarom in het bestek van de geplande werkzaamheden een protocol op te nemen over de handelwijze voor de uitvoerder en uitvoeringsbegeleider bij een archeologische vondst. In geval van een vondst dient contact opgenomen te worden met het bevoegd gezag, zoals dat in de Monumentenwet 1988 (herzien in 2007) staat voorgeschreven.

1. Inleiding

In opdracht van Markerzand V.O.F. heeft Periplus Archeomare BV in samenwerking met Aquatech Diving BV een archeologisch onderzoek uitgevoerd in het Markermeer. Het betrof een inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend) in de vorm van duikinspecties op vijf locaties die binnen 100 meter van het plangebied liggen.



Afbeelding 2. De onderzoekslocaties in het Markermeer

1.1. Aanleiding

De beoogde bodemingreep op het Markermeer omvat zandwinning over een afstand van ca. 12 km bij een breedte van 350 meter. Bij de werkzaamheden wordt zand gewonnen tot een diepte van maximaal 50 meter ten opzichte van NAP.

Tijdens het inventariserend veldonderzoek (opwaterfase)¹ is ruim 1275 hectare waterbodemp in kaart gebracht met *side scan sonar* en *magnetometer*. In het gebied zijn in totaal 90 individuele contacten met *sonar* en 35 locaties met *magnetometer* waargenomen en gerapporteerd. Het merendeel van de contacten bestaat uit kleine, losse objecten die verloren of gedumpt zijn, zoals losse stukken kabel en autobanden.

¹ Muis en van den Brenk, 2015

Op zeven locaties zijn grotere structuren en objecten waargenomen waarvan niet kon worden uitgesloten dat het om objecten met een cultuurhistorische waarde gaat. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Arch. Verw.
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	middel
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	hoog
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6	middel
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2	middel
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0	hoog
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	hoog
87	Vierkant open contact Mogelijke vliegtuigresten	Onbekend object	141903	494542	-4.6	4.3	3.7	0.3	hoog

Tabel 5. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting

Aan de genoemde zeven contacten werd een middelhoge tot hoge archeologische verwachting toegekend.

Geadviseerd werd, om de vier contacten binnen 100 meter van het aangepaste plangebied te onderzoeken (zie afbeelding 2). Tijdens het onderhavig onderzoek is naast de vier contacten (57, 64, 70 en 75) ook contact 22 onderzocht, om meer ruimte te creëren bij eventuele aanpassing van het plangebied.

1.2. Doelstelling

De verkennende fase van het inventariserend veldonderzoek onder water (de duikinspectie) heeft tot doel de aard en de archeologische waarde van de geselecteerde locaties vast te stellen.

Het onderzoek dient uit te monden in een advies met betrekking tot eventueel vervolgonderzoek conform de in de KNA waterbodems 3.2 vermelde criteria (KNA VS06wb en VS07wb). Het eventuele onderzoek dat volgt op de huidige verkennende fase is de waarderende fase van het onderwateronderzoek. Een waarderend onderzoek wordt uitgevoerd als tijdens de verkenning resten worden aangetroffen die van archeologische waarde kunnen zijn. Pas na de waarderende fase is bekend of er daadwerkelijk sprake is van een behoudenswaardige vindplaats en kan door de bevoegde overheid een selectiebesluit worden genomen.

1.3. Onderzoeksvragen

In het Programma van Eisen (PvE) voor het onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd².

- Zijn er archeologische resten waarneembaar op de waterbodem en wat is de omvang en verspreiding?
- Zo ja, wat is de aard van de archeologische resten: soort, type, ouderdom e.d.?
- Indien er resten van mogelijk historisch belang worden waargenomen: wat is de gaafheid en conservering, hierbij rekening houdend met de verschillende materiaalgroepen?
- Wat is de aard (morfologie en bodemsoort) van de omringende waterbodem?
- Indien er een eventueel waarderend onderzoek dient plaats te vinden, hoe dient dit te worden ingericht?

² Muis en van den Brenk, 2015

- In hoeverre is het natte inventariserende vooronderzoek te verbeteren? Hierbij gaat het zowel om de gebruikte methodiek als om de procesgang.
- Heeft er (en in welke mater)verstoring van de bodem plaats gevonden? Is dit recent of uit het verleden?

1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de gebruikte methoden en technieken toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd en in hoofdstuk 4 worden de onderzoeksvragen beantwoord. Het rapport sluit af met een conclusie en advies in hoofdstuk 5.

Schuingedrukte woorden en termen worden nader toegelicht op pagina 27.

In bijlage 1 is een CD met digitale bestanden opgenomen waaronder een digitale versie van het Programma van Eisen en het een digitale versie van het rapport.

2. Methoden en technieken

2.1. Uitvoering veldonderzoek

Het veldonderzoek is uitgevoerd op 16 juli 2015. De volgende personen hebben aan het veldonderzoek meegewerkt:

Naam	Functie	Bedrijf
Liselore An Muis	<i>KNA-archeoloog waterbodems en duiker</i>	Periplus Archeomare B.V.
Peter Jagersma	<i>Duikploegleider</i>	Aquatech Diving B.V.
Hein de Vries	<i>Duiker</i>	Aquatech Diving B.V.
Seger van den Brenk	<i>Surveyor</i>	Periplus Archeomare B.V.

Tabel 6. Lijst van ingezet personeel

Tijdens het veldwerk zijn de resultaten van de inspecties vastgelegd in een dagrapport. De rapportage en de analyse van de gegevens zijn uitgevoerd op het kantoor van Periplus Archeomare in Amsterdam.

2.2. Werkvaartuig

Voor het onderzoek is de Zodiac 'Hypakaputi 2' ingezet. Dit vaartuig is speciaal uitgerust voor duikonderzoek.



Afbeelding 3. De zodiac 'Hypakaputi 2' als duikplatform

Het vaartuig voldoet aan alle vereiste veiligheidsvoorschriften. Voorafgaand aan het duikonderzoek zijn de werkzaamheden gemeld bij de waterbeheerder (centrale meldpost IJsselmeergebied). Gedurende de duikwerkzaamheden is een duikvlag als seinvoering getoond zodat er een veilige werkomgeving kon worden gegarandeerd.

2.3. Plaatsbepaling en positionering

Voor de plaatsbepaling is een mobiele DGPS antenne aan boord geplaatst. De mobiele DGPS antenne is verbonden met een computer met GIS software. In deze software was de oorspronkelijke onderzoekslocatie en sonar afbeeldingen opgenomen.

2.4. Duikmethodiek

Het duikteam bestond uit drie duikers, waarvan één persoon fungeerde als duikploegleider en één persoon als reserveduiker. Voor het onderzoek waren de duikers uitgerust met *Surface Supply Equipment (SSE)*, communicatie en verlichting. Via deze verbinding kon de duiker worden aangestuurd door de duikploegleider.



Afbeelding 4. Voorbereiding voor het duikwerk.

Voorafgaand aan de duik werd de locatie gemarkeerd met een boei en met de duiker het *sonarbeeld* besproken om een idee te vormen van de locatie. Daarna daalde de duiker af naar de bodem via de lijn van de boei naar het boeianker (afdaaleind). De duikinspecties bestond uit het lokaliseren en identificeren van de structuren op de waterbodem. Via het communicatiesysteem kon men aan boord gerichte vragen stellen aan de duiker om de structuren onder water zo nauwkeurig mogelijk te identificeren.

Op onderzoekslocatie 64 zijn filmbeelden gemaakt, maar vanwege het zeer beperkte zicht onderwater (0 tot 10 cm) is hier geen aanvullende informatie uit te halen.

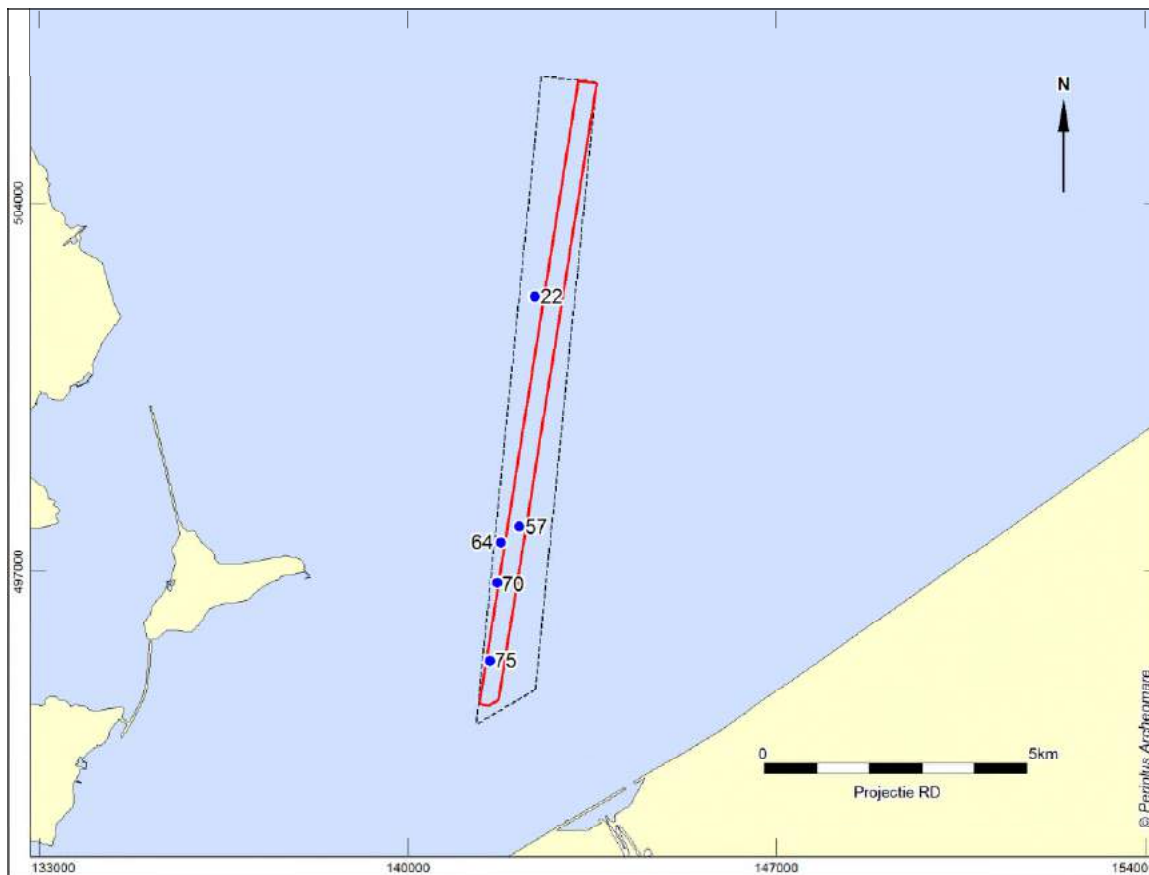


Afbeelding 5. Voorbeeld van het onderwater videobeeld op locatie 64

Voor de overige onderzoekslocaties is daarna per locatie bekeken of opnames waardevol zouden zijn. Aangezien het zicht op deze locaties ook zeer beperkt was zijn er geen beeldopnamen gemaakt tijdens de werkzaamheden van de overige onderzoekslocaties.

3. Resultaten onderzoek

In totaal zijn vijf locaties onderzocht (zie onderstaande afbeelding).



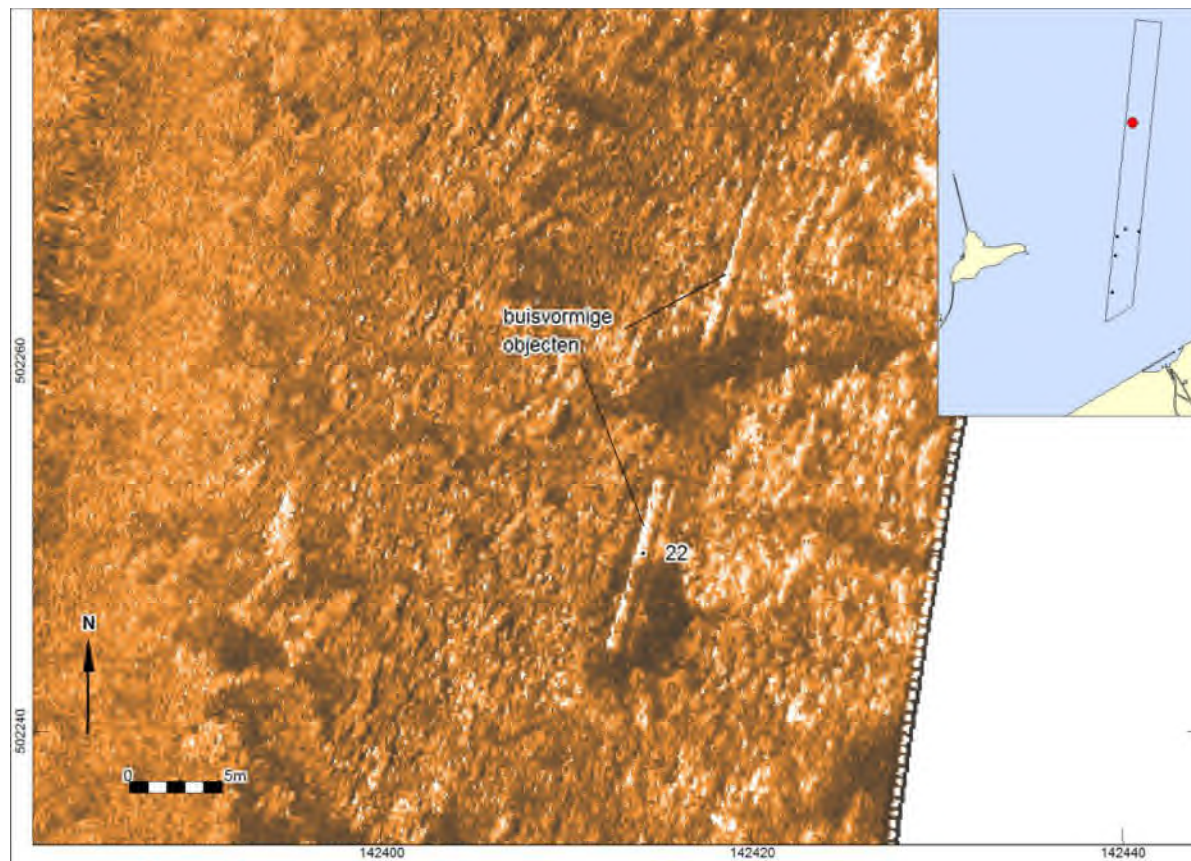
Afbeelding 6. De onderzoekslocaties

Het zicht onder water was zeer slecht, 0-10 cm, waardoor de duikinspecties op de tast zijn uitgevoerd.

De resultaten van het onderzoek op de verschillende locaties worden op de volgende bladzijden besproken.

Onderzoekslocatie 22

Contact 22 ligt in het noordelijk gedeelte van het onderzoeksgebied. Tijdens eerder uitgevoerde *side scan sonar* onderzoek zijn twee buisvormig objecten in elkaars verlengde met ieder een lengte van 10 meter en een breedte van 1 meter aangetroffen. In de omgeving zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Hierbij moet worden aangetekend dat de objecten precies tussen twee vaarlijnen in liggen, zodat de afstand tot de *magnetometer* 20 meter bedraagt. Het is daarom mogelijk dat de contacten 'gemist' zijn door de *magnetometer*.



Afbeelding 7. Sonarafbeelding van contact 22

Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonarbeelden	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	-	middel

Op basis van het *sonar*beeld konden de objecten niet nader geïnterpreteerd worden.

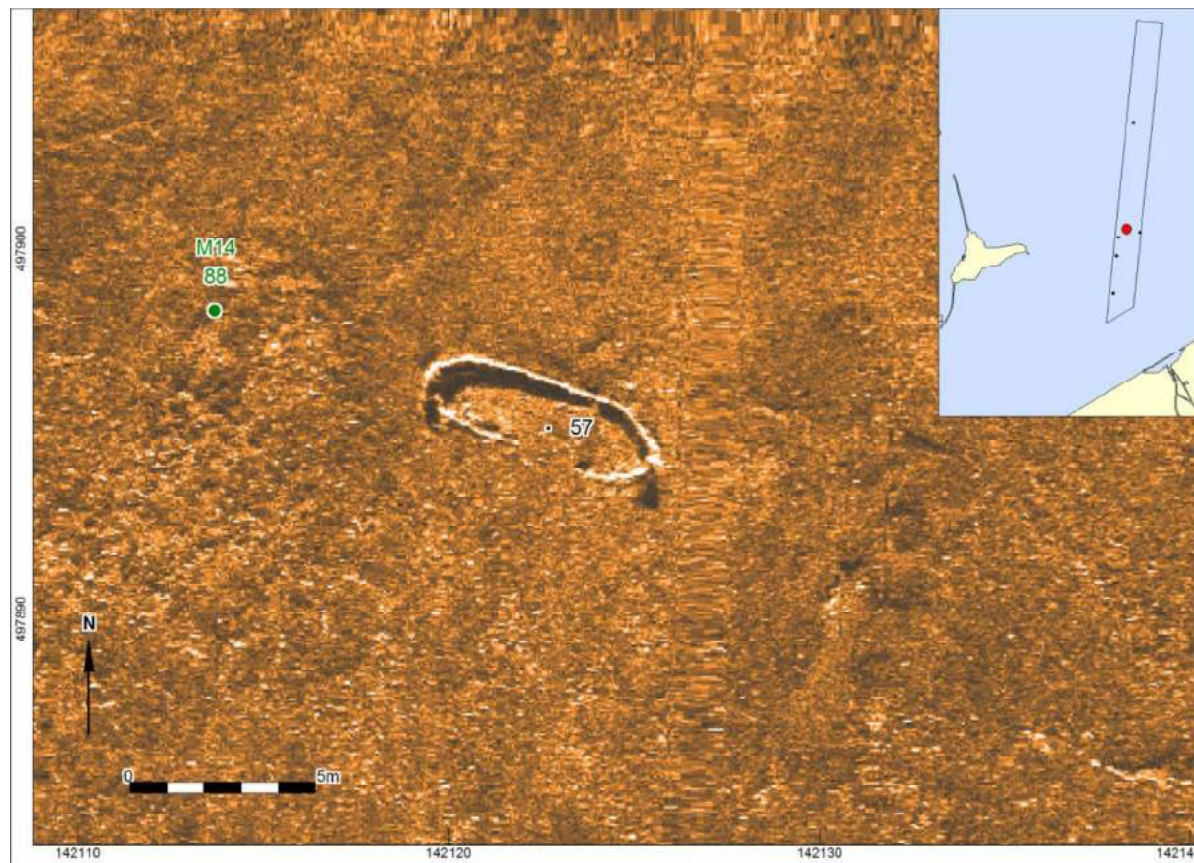
Tijdens de duikinspectie is op de locatie een sterk begroeide dikke staalkabel met een doorsnede van ca. 4 à 5 cm aangetroffen. Het zuidelijke deel van de kabel (contact 22 in afbeelding 7) is door de duiker gevolgd in zuidelijke richting. Na ongeveer 15 meter verdween de kabel in de bodem.

Onduidelijk is waarom de kabel op de *sonar*beelden veel breder lijkt dan hij in werkelijkheid is. Het gebied ten westen en oosten van de kabel is tot een afstand van vijf meter geïnspecteerd, maar hier zijn geen andere objecten aangetroffen. De waterbodem bestaat uit klei met een dunne schelpenlaag.

De kabel heeft geen archeologische waarde en de locatie kan daarom vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Vanwege de afmetingen kan de kabel wel een baggerobstakel vormen.

Onderzoekslocatie 57

Op het sonarbeeld vormt contact 57 een ovaal structuur met de kenmerken van een scheepswrak, dat deels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 7,0 bij 2,2 meter. De magnetometer laat op de locatie een duidelijke afwijking van 88 nTesla zien. Als het een ijzeren scheepswrak betreft zou een grotere afwijking verwacht worden. Het is daarom geïnterpreteerd als een houten scheepswrak met ijzeren onderdelen. Gezien het feit dat het wrak grotendeels begraven ligt in de bodem lijkt het niet recent te zijn. Daarom werd aan deze locatie een hoge archeologische verwachting toegekend.

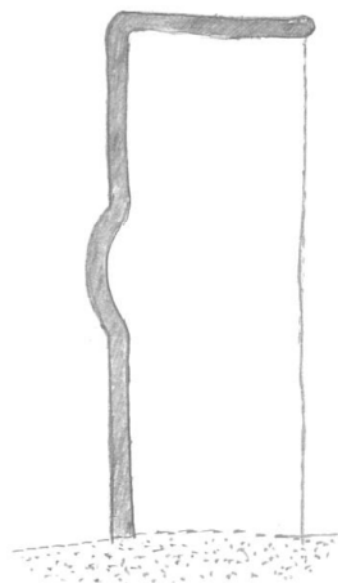


Afbeelding 8. Sonarafbeelding van contact 57

Nr	Omschrijving	Interpretatie Sonar	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	M14	hoog

Tijdens de duikinspectie is een open polyester scheepswrak aangetroffen waarvan de bakboordzijde ca. 40 cm uit de bodem steekt. De zijkant bestaat uit een opstaande rand van ca 5 mm dik met een kleine bolling halverwege en die aan de bovenzijde naar binnen loopt (zie afbeelding 9). De rand is verstevigd met kleine schotten van dezelfde dikte. Aan de stuurboordzijde verdwijnt de rand onder het sediment. In zowel de bakboordzijde als de stuurboordzijde zit een vierkante inkeping nabij de voorzijde van het wrak. Het sediment in het wrak bestond uit fijn zand met schelpen. Buiten het wrak was het sediment meer kleiig. Het wrak is compleet begroeid met mosselen. Rondom het wrak zijn meerdere fijnmazige netten aangetroffen die mogelijk achter het wrak zijn blijven hangen. IJzeren onderdelen zijn niet aangetroffen. Het ijzeren object dat de magnetische anomalie, waargenomen net ten westen van het wrak is niet terug gevonden. Mogelijk is dit het anker, wat in de bodem ligt.

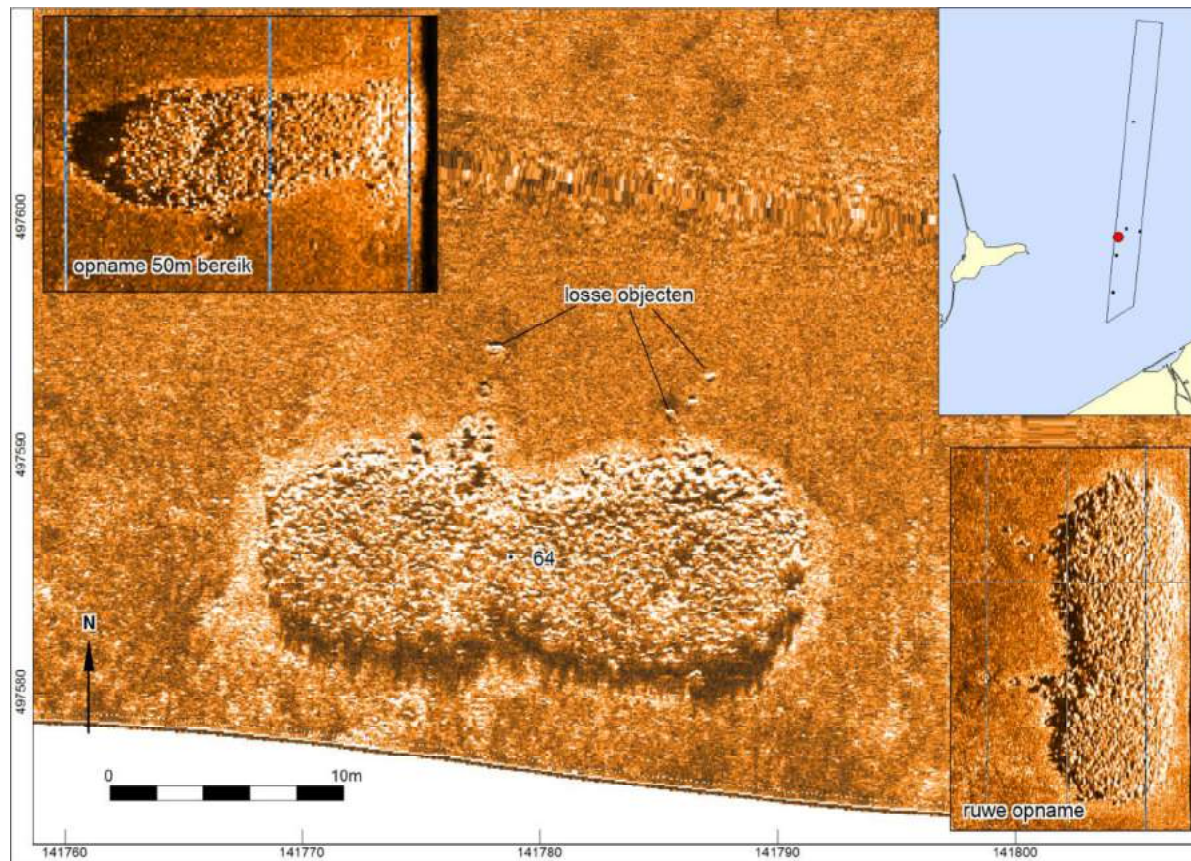
Op basis van de materiaalsoort (polyester) betreft dit een recent wrak zonder archeologische waarde en kan deze locatie vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Het wrak kan echter wel een baggerobstakel vormen.



Afbeelding 9. Schets van de doorsnede van het boord van het wrak

Onderzoekslocatie 64

Het sonarbeeld van contact 64 laat een scherp begrensde ovaal cluster van kleine objecten zien, geïnterpreteerd als stenen. De afmetingen van de cluster is 23,1 bij 10,2 meter, met een hoogte van 20 cm ten opzichte van de omringende waterbodembodem. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Mogelijk vormen de objecten ballaststenen of lading van een schip dat hier vergaan is. Om deze reden werd aan de locatie een middelhoge archeologische verwachting toegerekend.



Afbeelding 10. Sonarafbeelding van contact 64

Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonarbeelden	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2		middel

Tijdens de duikinspectie is een oplopende bult met een hoogte van ongeveer 0,5 meter ten opzichte van de omringende meerbodem aangetroffen bestaande uit losse stenen. Eén steen is voor nadere inspectie geborgen (zie afbeelding 11) en vertoont grote gelijkenis met de stortstenen die gebruikt worden voor de versteviging van de Markermeerdijken. De stenen hebben afmetingen variërend van 20 cm tot meer dan 1 meter in doorsnee, en zijn licht begroeit met mosselen. Onder of tussen de stenen zijn geen (scheeps)hout of andere materialen aangetroffen waardoor de mogelijkheid van een scheepswrak vergaan met lading komt te vervallen. Mogelijk zijn de stenen hier verloren of gedumpt. De bodem rondom de bult bestaat uit slib en zachte klei.

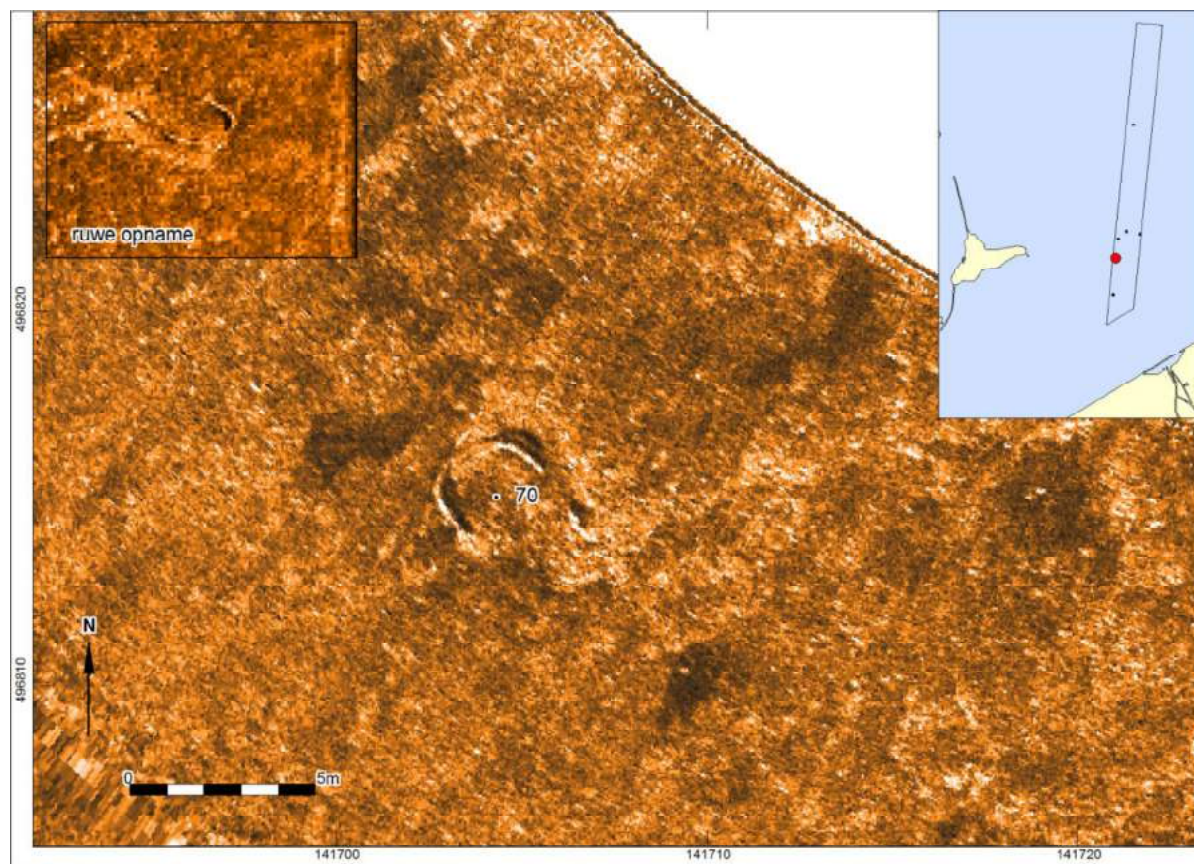
De locatie heeft geen archeologische waarde en kan daarom vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Gezien het formaat van de stenen vormt het cluster wel een belangrijk baggerobstakel.



Afbeelding 11. Een van de stenen aangetroffen op onderzoekslocatie 64

Onderzoekslocatie 70

Het sonarbeeld van contact 70 laat een gebogen, halfronde structuur zien die in de bodem verdwijnt. Het lijkt op de achtersteven van een scheepje, dat grotendeels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 3,6 bij 3,2 meter. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen.



Afbeelding 12. Sonarafbeelding van contact 70

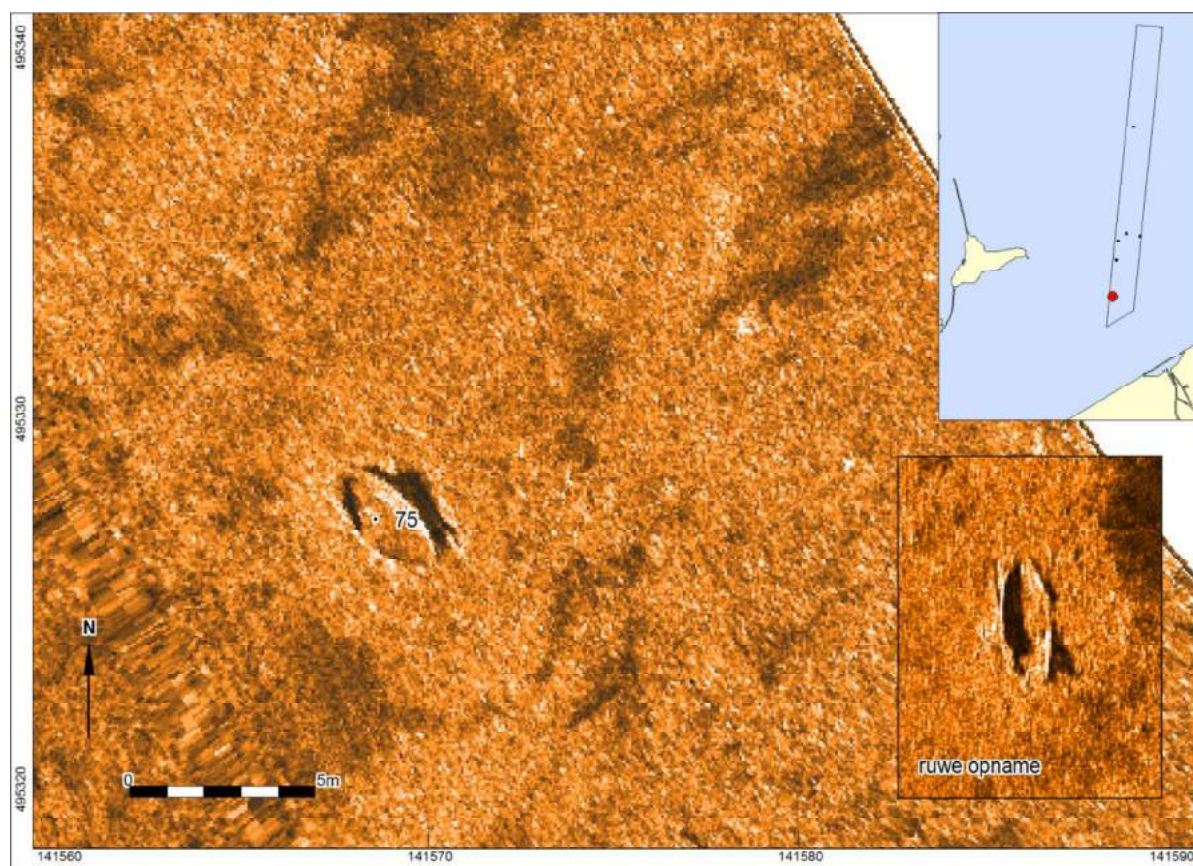
Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonar	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0		hoog

Tijdens de duikinspectie werd een flexibele, losse holle buis aangetroffen met een diameter van 15 cm. De buis met een rubberen coating aan de buitenzijde lag in een lus, waardoor het op het sonarbeeld de vorm had van een scheepswrak. Waarschijnlijk is de buis verloren of gedumpt. De bodem rondom bestond uit klei bedekt met een dunne schelpenlaag. Bij zoekslagen tot vijf meter rondom de buis zijn geen andere objecten aangetroffen.

Aangezien het om recent materiaal gaat en geen scheepswrak betreft, kan deze locatie vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden.

Onderzoekslocatie 75

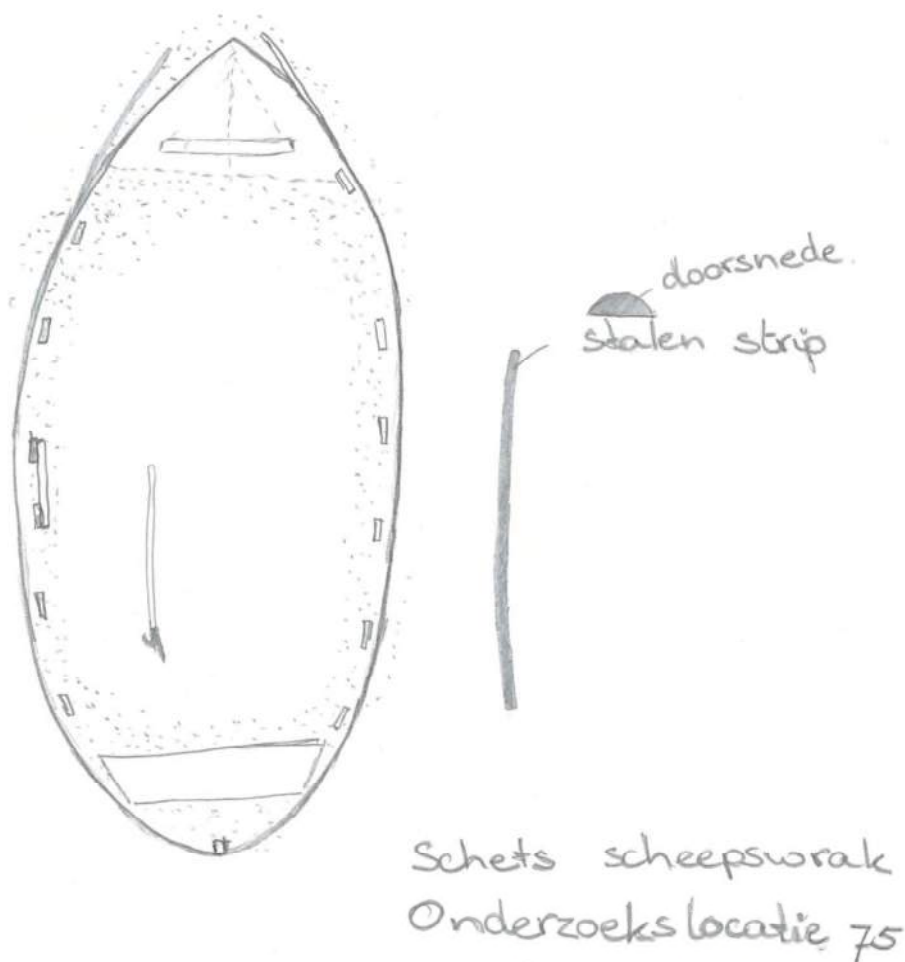
In het zuidwesten van het onderzoeksgebied ligt *sonar*contact 75. Het *sonar*beeld laat een ovaal object van 3,4 bij 1,7 meter zien met de kenmerken van een klein bootje dat deels in de waterbodem ligt. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen.



Afbeelding 13. Sonarbeelding van contact 75

Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonar	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	-	hoog

Tijdens de duikinspectie is een klein houten scheepswrak aangetroffen met afmetingen die overeenkomen met het *sonar*beeld (3,4 bij 1,7 meter). Van het wrak zijn alleen de boorden tot ca. 25 cm zichtbaar boven de waterbodem, maar door middel van sondering is geconstateerd dat het *vlak* (onderzijde) van het wrak nog compleet in de bodem aanwezig is op een diepte van ca. 40 cm. De sedimenten in het wrak bestaan uit een dikke schelp laag met een dikte van ca. 50 cm. De bodem rondom het wrak bestaat uit een dunnere schelpen laag van een paar centimeter op een zachte kleibodem.



Afbeelding 14. Schets scheepswrak zoals aangetroffen tijdens de duikinspectie

Het scheepje heeft een gladwandige *huid* van planken van ca. 2 cm dik en 15 cm breed, die aan de steven losgekomen zijn van de constructie. De lengte van de planken is niet bekend. Binnenin het wrak bevinden zich kleine spantjes met afmetingen van 2 x 5 cm. De spantjes die boven de bodem uit staken stonden los van de *huid* van het wrak. Mogelijk zijn deze onder het sediment met kleine spijkertjes met de *huid* verbonden. In de *stevan* aan de noordzijde bevindt zich een plank overdwars in het wrak van ca. 15 cm breed en ca 4 cm dik. De steven aan de zuidzijde bevat een *ligger* (doorlopend spant). In het wrakje zijn een aantal losse stukken scheepsconstructie en een kleine pikhaak aangetroffen (zie afbeelding 15). De pikhaak en een los stuk boord zijn geborgen om te zien of deze aanwijzingen kon verschaffen over de datering van het wrak. Ook is een ijzeren strip aangetroffen waarvan de functie onbekend is.



Afbeelding 15. Pikhaak aangetroffen op onderzoekslocatie 75



Afbeelding 16. Detail van de pikhaak

De pikhaak is duidelijk handgemaakt en bevat koperen platte schroeven. De spijkers in het stuk losse boord lijken niet fabrieksmatig te zijn geproduceerd. Op basis van de gebruikte spijkers en de pikhaak wordt het wrak gedateerd tussen eind 19^e tot midden 20^e eeuw.

Aan de locatie is een archeologische waarde toegekend. Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht. Geadviseerd wordt tijdens de werkzaamheden het wrakje op een zorgvuldige wijze te lichten zodat een gespecialiseerd archeoloog het wrak aan de oppervlakte kan onderzoeken en documenteren.

4. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord.

- *Zijn er archeologische resten waarneembaar op de waterbodem en wat is de omvang en verspreiding?*
Op één locatie (nr. 75) is een object aangetroffen met een cultuurhistorische waarde. Dit betreft een klein houten scheepswrak met afmetingen van 3,4 bij 2,7 meter. Binnen het wrakje zijn enkele losse objecten aangetroffen.
- *Zo ja, wat is de aard van de archeologische resten: soort, type, ouderdom e.d.?*
Onderzoeklocatie 75 betreft een houten scheepswrak. Het scheepje heeft een gladwandige huid van planken van ca. 2 x 15 cm met daarin kleine spantjes met afmetingen van 2 x 5 cm. In de steven aan de noordzijde bevindt zich een plank overdwars in het wrak van ca. 15 x 4 cm. De steven aan de zuidzijde bevat een *ligger* (doorlopend spant). Een scheepstype is nog niet vast te stellen.

In het wrakje zijn een aantal losse stukken scheepsconstructie en een kleine pikhaak aangetroffen. De pikhaak is duidelijk handgemaakt en bevat koperen platte schroeven. De spijkers in het stuk losse boord lijken niet fabrieksmatig te zijn geproduceerd. Op basis van de gebruikte spijkers en de pikhaak wordt het wrak gedateerd tussen eind 19e tot midden 20e eeuw.
- *Indien er resten van mogelijk historisch belang worden waargenomen: wat is de gaafheid en conservering, hierbij rekening houdend met de verschillende materiaalgroepen?*
Van het wrak zijn alleen de boorden tot ca. 25 cm zichtbaar boven de waterbodem, maar door middel van sondering is geconstateerd dat het *vlak* (onderzijde) van het wrak nog compleet in de bodem aanwezig is op een diepte van ca. 40 cm. De constructie van het wrak dat boven de bodem uitsteekt, zit op enkele plaatsen niet meer in verband en is deels geërodeerd. Echter de constructie onder het sediment voelde stevig aan.
- *Wat is de aard (morfologie en bodemsoort) van de omringende waterbodem?*
De sedimenten in het wrak bestaan uit een dikke schelp laag met een dikte van ca. 50 cm. De bodem rondom het wrak bestaat uit een dunnere schelpenlaag van een paar centimeter op een zachte kleibodem.
- *Indien er een eventueel waarderend onderzoek dient plaats te vinden, hoe dient dit te worden ingericht?*
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht. Geadviseerd wordt tijdens de werkzaamheden het wrakje op een zorgvuldige wijze te lichten zodat een gespecialiseerd archeoloog het wrak aan de oppervlakte kan onderzoeken en documenteren.
- *In hoeverre is het natte inventariserende vooronderzoek te verbeteren? Hierbij gaat het zowel om de gebruikte methodiek als om de procesgang.*
Het zeer beperkte zicht was een grote beperking tijdens het onderzoek. Dit zou verbeterd kunnen worden door het gebruik van bijvoorbeeld akoestische camera's onder water.
- *Heeft er (en in welke mate) verstoring van de bodem plaats gevonden? Is dit recent of uit het verleden?*
In het hele onderzoeksgebied zijn veel verstoringen aanwezig van mogelijk historische maar ook recente sleep- en baggersporen.

5. Conclusies en Advies

Binnen 100 meter van het oorspronkelijke plangebied zijn duikinspecties uitgevoerd op vijf locaties die op basis van het eerder uitgevoerde *side scan sonar* onderzoek aangemerkt waren als objecten met een middelhoge tot hoge archeologische verwachting. Een samenvatting van de resultaten wordt gegeven in onderstaande tabel.

Locatie Nr	Oorspronkelijke interpretatie side scan sonar beelden	Resultaat duikinspectie
22	Onbekend object	Zware staalkabel, diameter 5 cm, begroeid, minimaal 30 meter lang
57	Scheepswrak	Recent wrak van een polyester open boot
64	Cluster stenen	Cluster stortstenen, variërend van 20cm tot meer dan 100cm in doorsnede
70	Scheepswrak	Flexibele losse gecoatete pijp, diameter 15cm, ligt in een lus
75	Scheepswrak	Houten scheepswrakje, mogelijk eind 19de/begin 20ste eeuw

Tabel 7. Samenvatting van de resultaten

Het onderzoek heeft uitgewezen dat op vier van de vijf onderzochte locaties recente objecten liggen die geen archeologische waarde hebben. Deze locaties kunnen dan ook vanuit archeologisch oogpunt vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. De aangetroffen recente objecten kunnen wel baggerobstakels vormen.

Op één locatie (nr. 75) is een object aangetroffen met een cultuurhistorische waarde. Dit betreft een klein houten scheepswrakje met afmetingen van 3,4 bij 2,7 meter. Het wrakje is redelijk intact en ligt grotendeels in de bodem. Binnen het wrakje zijn enkele losse objecten, waaronder een pikhaak aangetroffen. De bodem van het wrakje is bedekt met een schelpenlaag met een dikte tot 40 cm. De bodem rondom het wrak bestaat uit een centimeter dikke schelpenlaag op een zachte kleibodem. Op basis van de gebruikte spijkers en de pikhaak wordt het wrak gedateerd tussen eind 19^e tot midden 20^e eeuw.

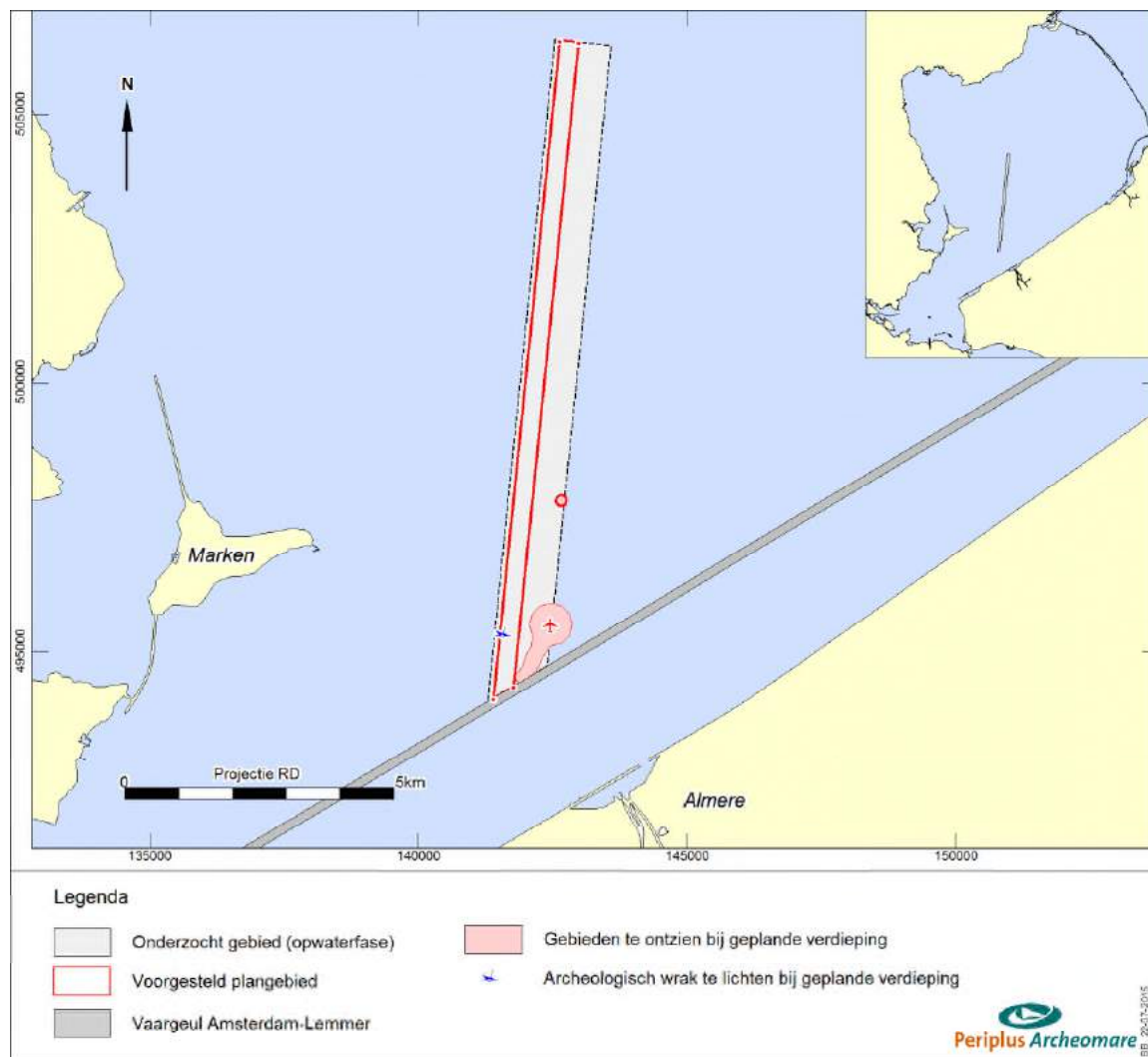
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht.

In overleg met de opdrachtgever is het oorspronkelijke plangebied aangepast. Het nieuwe plangebied is verschoven naar de westkant van het grotere onderzoeksgebied (zie afbeelding 17). Hierbij is rekening gehouden met een bufferzone van 100 meter aan de westzijde, waarbinnen tijdens het vooronderzoek geen objecten met een archeologische waarde zijn aangetroffen. Het aangepaste plangebied ligt buiten de locatie die niet onderzocht is (contact 61), en buiten de zone met mogelijke vliegtuigresten. De coördinaten van de hoekpunten van het aangepaste plangebied zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Punt	RDx	RDy	Longitude	Latitude
NW	142638.1	506389.6	05°12.2982	52°32.7000
NO	142986.3	506354.3	05°12.6063	52°32.6815
ZW	141396.4	494136.3	05°11.2299	52°26.0908
ZO	141770.9	494360.8	05°11.5597	52°26.2125

Tabel 8. Coördinaten hoekpunten aangepast plangebied

Het wrak op locatie 75 valt wel binnen het aangepaste plangebied. Geadviseerd wordt om het wrak op zorgvuldige wijze te lichten zodat het aan de oppervlakte door een gespecialiseerd archeoloog nader kan worden onderzocht en gedocumenteerd.



Afbeelding 17. Het aangepaste plangebied met de locaties te ontzien bij voorgenomen verdiepingswerkzaamheden

Het kan niet worden uitgesloten dat zich in de rest van het aangepaste plangebied toch nog objecten van cultuurhistorische waarde bevinden. Wij adviseren daarom in het bestek van de geplande werkzaamheden een protocol op te nemen over de handelwijze voor de uitvoerder en uitvoeringsbegeleider bij een archeologische vondst. In geval van een vondst dient contact opgenomen te worden met het bevoegd gezag, zoals dat in de Monumentenwet 1988 (herzien in 2007) staat voorgeschreven.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Het aangepaste plangebied met de locaties te ontzien bij voorgenomen verdiepingswerkzaamheden.....	4
Afbeelding 2. De onderzoekslocaties in het Markermeer.....	5
Afbeelding 3. De zodiac 'Hypakaputi 2' als duikplatform.....	9
Afbeelding 4. Voorbereiding voor het duikwerk.....	10
Afbeelding 5. Voorbeeld van het onderwater videobeeld op locatie 64.....	10
Afbeelding 6. De onderzoekslocaties.....	11
Afbeelding 7. Sonarafbeelding van contact 22.....	12
Afbeelding 8. Sonarafbeelding van contact 57.....	13
Afbeelding 9. Schets van de doorsnede van het boord van het wrak.....	14
Afbeelding 10. Sonarafbeelding van contact 64.....	15
Afbeelding 11. Een van de stenen aangetroffen op onderzoekslocatie 64.....	16
Afbeelding 12. Sonarafbeelding van contact 70.....	17
Afbeelding 13. Sonarafbeelding van contact 75.....	18
Afbeelding 14. Schets scheepswrak zoals aangetroffen tijdens de duikinspectie.....	19
Afbeelding 15. Pikhaak aangetroffen op onderzoekslocatie 75.....	19
Afbeelding 16. Detail van de pikhaak.....	20
Afbeelding 17. Het aangepaste plangebied met de locaties te ontzien bij voorgenomen verdiepingswerkzaamheden.....	24

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden.....	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Samenvatting van de resultaten.....	3
Tabel 4. Coördinaten hoekpunten aangepast plangebied.....	3
Tabel 5. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting.....	6
Tabel 6. Lijst van ingezet personeel.....	9
Tabel 7. Samenvatting van de resultaten.....	23
Tabel 8. Coördinaten hoekpunten aangepast plangebied.....	23

Referenties

- IMAGO Projectgroep: Innovatief Meten Aan Gezonken Objecten, eindrapportage 2003, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied, RDIJ rapport nr. 2003-13a.
- Muis. L.A., 2015. Programma van Eisen Inventariserend Veldonderzoek onderwaterfase verkennend, zandwingebed Markerzand
- Rijkswaterstaat DI-IMG, 2011, Rijkswaterstaat Brede Afspraak Archeologie, versie 2.0.
- SIKB, Handreiking en checklist Programma van Eisen
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en Muis. L.A., 2013. Bureauonderzoek Markerzand, Markermeer. Periplus Archeomare rapport 13A001-01
- Muis, L.A. en Brenk, S. van den, 2015, Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Markerzand, Markermeer, Periplus Archeomare Rapport 15A012-01
- Van der Heide, G. 1974, De Zuiderzee: van land tot water, van water tot land, Haren: Uitgeverij Knoop & Niemeijer
- Van der Heide, G.D., 1972. Van landijs tot polderland: 2000 eeuwen Zuiderzeegebied, Naarden.
- Van der Heide, G.D., 1974. Scheepsopgravingen in Nederland en elders in de wereld, Naarden.

Overige bronnen

- Beleidsregels ontgrondingen in Rijkswateren, 20 september 2010 – Nr. VENW/BSK-2010/127556
- KNA waterbodems (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) versie 3.2

Lijst met afkortingen en verklaringen

<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Huid</i>	De buitenzijde van het schip
<i>In situ</i>	Ter plaatse bewaard, op de oorspronkelijke locatie
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>Ligger</i>	Houten dwarscheepse verbinding aan de binnenzijde van het vlak
<i>PvE</i>	Programma van Eisen
<i>RCE</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
<i>Side Scan Sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfolgie en type te classificeren
<i>Steven</i>	Uiterste voor of achterkant van een schip
<i>Surface Supplied Equipment</i>	Duikuitrusting waarbij de duiker voorzien wordt van ademgas door middel van een umbilical vanaf het oppervlakte
<i>Vlak</i>	De onderzijde van het schip

Bijlage 1. CD met digitale bestanden

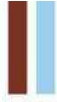
(volgt bij definitief rapport)

Op de bijgaande CD zijn de volgende gegevens opgenomen:

- Rapportage digitaal (in PDF formaat)
- Programma van Eisen (in PDF formaat)
- Video onderzoekslocatie 64

Bijlage III

Notitie Taludstabiliteit Markerzand



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners bv
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Notitie rev3

Taludstabiliteit Markerzand te Markermeer

VN-59245-2 | 23 maart 2015



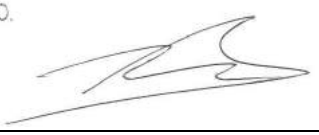
Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners bv
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Talud stabiliteit Markerzand te Markermeer
Projectnummer: VN-59245-2
Opdrachtgever: Mineralis
Postbus 31
8090 AA Wezep
Nr. opdrachtgever:
Datum: 23 maart 2015

Rev	Datum	Omschrijving
03	23-03-2015	Definitief, externe review
02	20-03-2015	Definitief, externe review
01	13-01-2014	Concept, voor commentaar
00	06-01-2014	Concept, interne review

Opgesteld door:	ing. R. Barth
Handtekening:	<i>i.o.</i> 
Documentnummer:	R34855
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	Y. Houthuesen



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

	Inhoudsopgave	blad
1	Inleiding	4
2	Referenties	6
3	Definities en afkortingen	6
4	Opbouw Notitie	6
5	Bodemopbouw	7
6	Taludstabiliteit	9
6.1	Uitgangspunten.....	9
6.2	Stabiliteitsberekening t.a.v. afschuiving.....	10
6.3	Verwekingsgevoeligheid.....	11
6.4	Bresvloeiing.....	12
7	Conclusies en aanbevelingen.....	15

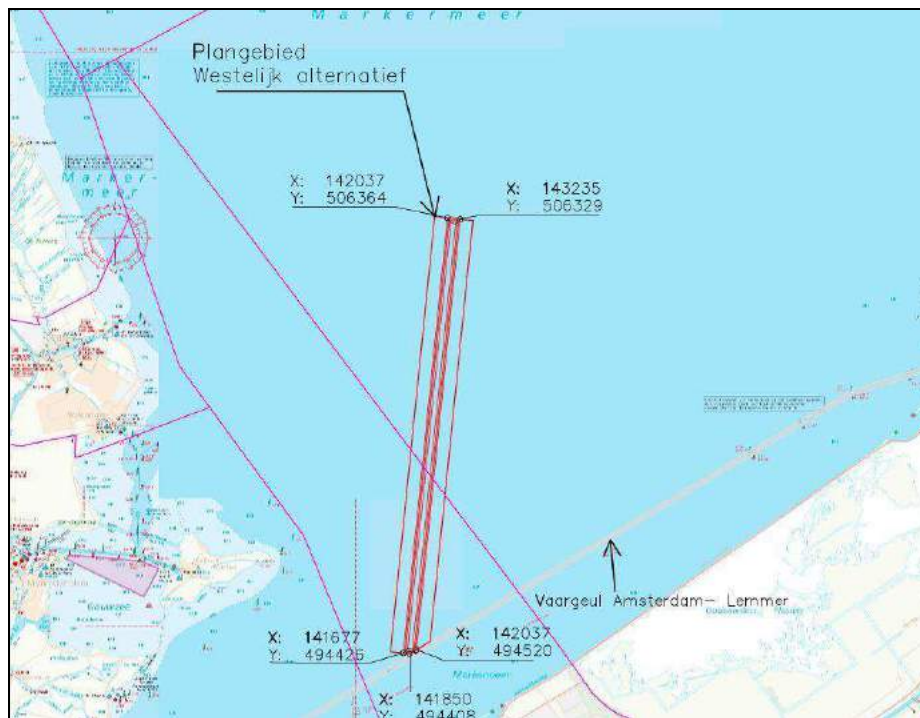


1 Inleiding

Op 12 december 2013 ontving Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. te Tolbert van Mineralis te Hattemerbroek de opdracht voor het uitvoeren van een indicatief geotechnische analyse ten behoeve van het realiseren van een zandwinningsproject 'Markerzand' op het Markermeer (Figuur 1.1). Het betreft een analyse waarin op basis van het door de opdrachtgever ter beschikking gestelde grondonderzoek een indicatief taludontwerp wordt voorgesteld.

In deze notitie zullen de volgende aspecten worden beschouwd:

- ▲ Indicatieve statische stabiliteitsanalyse op het taludontwerp (afschuiving) voor het Westelijke alternatief,
- ▲ Indicatieve bresanalyse (op basis van beschikbare boringen) voor het Westelijke alternatief,
- ▲ Benodigde indicatieve randstrookbreedte a.d.h.v. een indicatieve risicoanalyse.



Figuur 1.1: Projectlocatie.

Het beschikbare grondonderzoek voldoet niet aan de minimale eisen die de CUR-Aanbeveling 113 'Oeverstabiliteit bij zandwinputten' (afgekort: CUR113) geeft voor het ontwerpen, exploiteren en beheren van zandwinputten. In deze notitie zal alleen een indicatief taludontwerp worden voorgesteld waarin de CUR113 richtlijnen voor zover als mogelijk worden gevolgd. Nader aanvullend grondonderzoek zal worden gebruikt om het indicatief taludontwerp te verifiëren.

Opgemerkt dient te worden dat het toepassingsgebied van de CUR betrekking heeft op binnendijkse winlocaties op het land, winlocaties langs de rivieren en delen van Rijkswateren die aan een oever grenzen (referentie CUR113). De Zandwinput 'Markerzand' is gelegen in open water en in een omgeving waarbij mag worden aangenomen, dat in de wijde omtrek van de zandwinning geen belendingen aanwezig zijn die schade kunnen oplopen bij een eventuele inscharing. Echter voor een definitief ontwerp van de zandwinlocatie strekt het tot de aanbeveling om de hiervoor genoemde aanname te verifiëren door middel van een risicobeschouwing, ten aanzien van de kans op onbeheerst winproces en de kans op verweking en op basis van aanvullend grondonderzoek.



2 Referenties

Voor het opstellen van deze notitie is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- [1] CUR-Aanbeveling 113 'Oeverstabiliteit bij zandwinputten'.
- [2] LBP Sight opgestelde notitie: Geologische profielen op basis van Dino-gegevens, d.d. 24 mei 2013.
- [3] Kwelberekening 57586-3, R25975 - Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. 2013.
- [4] Rekenmodel HMBreach Oeverstabiliteit bij verdieping waterbodems, Delft Cluster september 2009, Ir. D.R. Mastbergen.
- [5] Voortgezette Opleiding Uitvoering Waterbouwwerken deel 4, 2010.

3 Definities en afkortingen

WP	Wiertsema & Partners B.V.
CUR	CUR-Aanbeveling 113 'Oeverstabiliteit bij zandwinputten'
HMB	Rekenprogramma HMBreach.
DStab	Stabiliteitsprogramma D-Geo Stability 10.1

4 Opbouw Notitie

Deze notitie bestaat uit een:

- ▲ Inventarisatie van de beschikbare gegevens.
- ▲ Bepaling bodemopbouw.
- ▲ Indicatieve stabiliteitsanalyse voor het faalmechanisme afschuiving.
- ▲ Indicatieve stabiliteitsanalyse voor het faalmechanisme bresvloeiing (onbeheerst) bressen tijdens de zandwinning.
- ▲ Een indicatieve beschouwing voor afschuiving en bressen tijdens zandwinning.
- ▲ Conclusies en aanbevelingen

5 Bodemopbouw

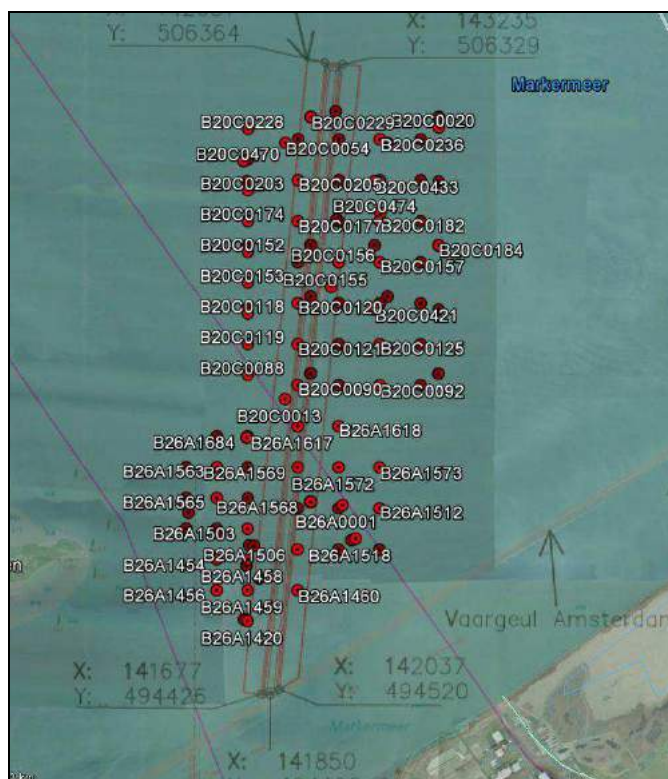
Locatie

Ten behoeve van de ontgronding wordt één alternatieve locatie beschouwd namelijk het Westelijke alternatief. Het betreft een 12 km lang tracé waarbij over een breedte van 350m de ontgronding wordt uitgevoerd. De breedte van het zoekgebied is 3 x 350m.

De ligging van de locatie is weergegeven in Figuur 1.1 De voorgenomen winddiepte bedraagt N.A.P. -50m (46m- waterbodem).

In Figuur 5.1 is een overzicht gegeven van beschikbare boringen uit het DinoLoket. Uit Ref. 3 kan worden opgemaakt, dat de bodemopbouw ter plaatse van het tracé als volgt kan worden omschreven.

Vanaf de waterbodem wordt een kleilaag aangetroffen. De dikte van deze laag varieert van circa 8 tot maximaal 10 m. Vervolgens wordt een 200 m dik zandpakket aangetroffen. Dit pakket is opgebouwd uit zanden behorende tot de Formaties van Kreftenheye, Urk en Eem. Op basis van de beschikbare boringen blijkt dat ter plaatse van de winlocatie kei leemlagen kunnen voorkomen, maar door de geringe dikte en zeer lokaal voorkomen (alleen noordelijke kant winput) is dit niet meegenomen in deze indicatieve stabiliteitsanalyse. De bovenkant van deze kei leemlaag kan in diepte variëren van N.A.P. -20 m tot N.A.P. -30 m. Bij definitief ontwerp dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van de keileemlagen.



Figuur 5.1 - Beschikbaar grondonderzoek

Op basis van Ref. 2 en Ref. 3 is de boring B26A0082 aangemerkt als representatief voor de westelijke projectlocatie. Waterbodem ligt hier op ongeveer N.A.P. -3.75m.

Tabel 5.1 - Representatieve bodemopbouw.

<i>Westelijk alternatief</i>				
Boring B26A0082				
Diepte (m N.A.P.) van	tot	Grondsoort	Omschrijving	M63 [µm]
-3,75	-4,85	klei	sterk siltig	
-4,85	-6,15	klei	humeus	
-6,15	-6,65	klei	sterk siltig	
-6,65	-9,65	zand	uiterst fijn	65
-9,65	-11,65	klei	sterk siltig	
-11,65	-12,25	veen	kleilig	
-12,25	-14,65	zand	zeer fijn	145
-14,65	-15,65	zand	zeer fijn	110
-15,65	-16,95	leem	zandig	
-16,95	-19,65	zand	matig fijn	200
-19,65	-21,65	zand	matig grof	300
-21,65	-24,15	zand	matig grof	300
-24,15	-26,15	zand	matig grof	220
-26,15	-28,65	zand	matig grof	220
-28,65	-31,15	zand	matig fijn	200
-31,15	-33,65	zand	matig fijn	200
-33,65	-36,15	zand	matig fijn	180
-36,15	-38,65	zand	matig fijn	200
-38,65	-40,65	zand	matig fijn	200
-40,65	-43,15	zand	matig fijn	200
-43,15	-45,15	zand	matig grof	250
-45,15	-47,65	zand	matig grof	210
-47,65	-49,15	zand	matig grof	210
-49,15	-51,65	zand	matig grof	210
-51,65	-53,75	zand	zeer grof	310

In Tabel 5.1 is goed te zien dat er tot een diepte van circa N.A.P. -12,0m voornamelijk klei en veen wordt aangetroffen. De opdrachtgever heeft aangegeven dat voorafgaand aan de zandwinning de genoemde deklaag van klei, veen en fijn zand zal worden gebaggerd. Deze activiteit valt voorsnog buiten de scope van deze notitie en zal dus niet worden beschouwd. Vervolgens zal het zand worden gewonnen met nog door Mineralis nader te bepalen materieel.



6 Taludstabiliteit

In deze notitie zal voor de indicatieve beschouwing van de taludstabiliteit voor het taludontwerp de volgende aspecten worden bekeken:

- ▲ Onderzoek macrostabiliteit van de taluds (faalmechanisme afschuiving),
- ▲ Onderzoek verwekingsgevoeligheid taluds,
- ▲ Taludontwikkeling ten gevolge van het zandzuigen (faalmechanisme bresvloeiing).

6.1 Uitgangspunten

Taluds

Voor de statische stabiliteitsanalyse is een maatgevende situatie op afschuiving onderzocht. Het betreft een reken(talud) ontwerp van 1:3,5. Wanneer het rekentalud statisch voldoet dan zal een eventueel (flauwer) ontwerptalud, waarin de dynamische invloeden van het winningproces zijn verwerkt, statisch zeker voldoen.

Grondparameters

Voor de grondparameters wordt uitgegaan van Tabel 5.1, waarin sprake is van ongestoord materiaal dat van nature aanwezig is. De toplaag tot N.A.P. -12 m wordt buiten beschouwing gelaten, omdat deze buiten de scope van deze notitie valt.

Op basis van hoofdstuk 5, Ref. 2 en Ref. 3 wordt aangenomen, dat ter plaatse van de projectlocatie sprake is van een overwegend 40m dikke zandlaag. Aangezien er geen sondeergegevens van het beschouwde gebied beschikbaar zijn waarmee lokale stoorlagen van (klei & veen) en zandlagen bestaande uit los gepakt kunnen worden gedetecteerd, wordt in deze notitie voor het faalmechanisme afschuiving één laag beschouwd van matig/vastgepakt zand. Nader grondonderzoek is benodigd

Voor het faalmechanisme bresvloeiing wordt op basis van Tabel 5.1 per meter zandlaag de korrelgrootte separaat beschouwd. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat van de grondboringen uit [Ref. 2] alleen de zandmediaan M63 beschikbaar is. Voor een bresanalyse is de D50 van het zand monster (zand plus % <63µm) van belang en bovendien de D15 van het zand als maat voor de fijnheid. Nu zijn de D50 en de D15 niet bekend. Om toch enig inzicht te krijgen in het verwacht bresgedrag van het zand wordt in deze notitie aangenomen, dat de M63 van alleen de zandfractie gelijk wordt gesteld met D50 van het gehele zandmonster. Voor de D15 wordt de correctie M63 *0,75 aangehouden. Dit heeft als consequentie dat de uitkomsten van de bresanalyse waarschijnlijk aan de conservatieve kant zitten. Dit kan worden geverifieerd door additioneel onderzoek.

Waterstanden

Bij de geotechnische berekeningen wordt ervan uitgegaan, dat het Markermeer een waterstand heeft van circa N.A.P. -0,2 m [Ref. 3]. De waterdiepte van het Markermeer wordt geschat op circa 4 m.

Belastingen

In verband met de zandwinning in het Markermeer waarbij de inzet van het talud zich onderwater bevindt zal er geen (tijdelijke) bovenbelasting worden meegenomen in de stabiliteitsanalyse.

Materieel

In deze notitie wordt ervan uitgegaan dat het materiaal wordt gewonnen door een stationaire winzuiger. Het bulkgedeelte tot een geringe diepte wordt mogelijk door steekhoppers gewonnen. Dit zal verder geen gevolgen hebben voor het taludontwerp, waardoor wordt uitgegaan van een stationaire winzuiger.

6.2 Stabiliteitsberekening t.a.v. afschuiving

Bij verlies van macrostabiliteit is sprake van een evenwichtsverlies of afschuivingen langs een min of meer cirkelvormig schuifvlak, zonder dat er sprake is van verweking of wateroverspanning in het afschuivende grondmassief. Oorzaak van het optreden van een afschuiving kan onder andere zijn een te steile taludhelling.

Voor de stabiliteitsanalyse wordt de bodemopbouw zoals in Tabel 5.1 gebruikt. Hierbij wordt de laag van N.A.P. -12m tot N.A.P. -50m als één laag beschouwd van matig/vastgepakt zand met een conservatief geschatte hoek van inwendige wrijving van 30°.

Aangezien er geen sonderingen beschikbaar zijn voor het kwantificeren van grondparameters, die benodigd zijn voor een gedetailleerde stabiliteitsanalyse volgens de methode Bishop is in deze notitie gekozen voor een eenvoudige beschouwing van de statische stabiliteit. Bij een eenvoudige statische stabiliteitsanalyse wordt het talud als oneindig lang beschouwd. Hierbij wordt de hoek van inwendige wrijving (representatieve waarde) gedeeld door een partiële factor (NEN 9997-1+C1) om te komen tot een rekenwaarde. De tangens van deze rekenwaarde wordt vervolgens gedeeld door de tangens van de aangenomen hellingshoek.

Een talud biedt genoeg weerstand tegen afschuiving wanneer de veiligheidsfactor groter is dan 1 ($S.F._{min} \geq 1$).

Uit de eenvoudige analyse blijkt dat de veiligheid tegen afschuiven van een oneindig lang talud voldoet aan de veiligheidscriteria van $S.F._{min} \geq 1$.

$$SF = \frac{\tan \varphi'}{\tan \alpha} = \frac{\tan(25,7)}{\tan(15,9)} = 1,69$$

Op basis van een eenvoudig analyse wordt geconcludeerd dat een talud met een helling van circa 1:3,5 voldoende veiligheid biedt tegen statisch afschuiven.

De in deze notitie toegepaste statische stabiliteitsanalyse dient bij een definitief taludontwerp wel te worden gevalideerd door een stabiliteitsanalyse volgens de methode Bishop, in combinatie met aanvullend grondonderzoek door middel van enkele sonderingen.

6.3 Verwekingsgevoeligheid

Verweking kan worden gekwalificeerd d.m.v. de gepaktheid van de zandlagen. Relatieve dichtheid is een aanduiding van de gepaktheid van zandlagen en kan door sonderingen en bijvoorbeeld correlaties van Baldi in kaart worden gebracht. De benodigde sonderingen ontbreken om inzicht te verkrijgen in de kans op taludinstabiliteit als gevolg van een optredende verwekingsvloeiing. De CUR113 geeft aan dat de kans dat verwekingsvloeiing optreedt verwaarloosbaar is als:

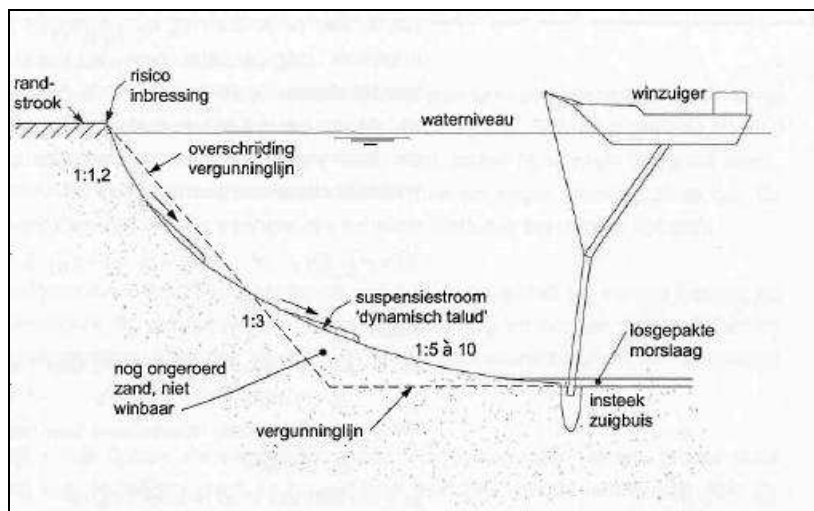
1. Voor alle sonderingen geldt dat uit de correlaties van de sondeergegevens blijkt dat er geen lagen aanwezig zijn met een relatieve dichtheid R_n kleiner dan 50% en die dikker zijn dan 1 m.
2. Alleen het geometrie criterium (rekentaludhelling ontwerp) voldoet aan een helling die flauwer is dan $1:7 \cdot (H_r/30m)^{1/3}$.
3. Het geometrie criterium (rekentaludhelling ontwerp) voldoet aan een helling die flauwer is dan $1:4 \cdot (H_r/30m)^{1/3}$ de eventueel gedetecteerd losgepakte zandlagen (R_n kleiner dan 50%) mogen dan dikker zijn dan 3 m.

Als er nu vanuit wordt gegaan dat de rekenputdiepte (H_r) van de zandwinning circa 38 m bedraagt, dan zou de kans op verweken verwaarloosbaar zijn wanneer een ontwerp wordt toegepast met een rekentaludhelling van 1:7,6. Dit is indien er geen geotechnisch onderzoek wordt uitgevoerd.

Verwachting is dat er uit additioneel grondonderzoek naar voren komt dat er lokaal los gepakte zandlagen aanwezig kunnen zijn van enkele meters dikte verspreid over de gehele diepte van de winput. Wanneer er additioneel grondonderzoek (met name sonderingen) wordt uitgevoerd dan zou een ontwerp met een rekentaludhelling van 1:3 à 1:4,5 voldoende zijn om vast te stellen dat een kans op verweking van de losgepakte lagen klein is.

6.4 Bresvloeiing

Bij het winnen van zand uit een zandwinput wordt gekozen voor een winzuiger als het meest voor de hand liggende werktuig. Op eenvoudige wijze kan tot op grote diepte zand worden gewonnen. Een groot voordeel van een winzuiger is dat het zandpakket in zijn geheel wordt aangezogen. Hierdoor wordt zand met een gemengde korrelopbouw opgezogen, wat weer van essentieel belang is voor het leveren van kwalitatief goed zand. Een nadeel van de genoemde winmethode is het risico van taludvorming buiten het nog nader te bepalen vergunningsprofiel als gevolg van het zogenaamd onbeheerst bressen, zie ook Figuur 6.1.



Figuur 6.1: Schematische weergave taludontwikkeling [Bron: CUR-Aanbeveling 113].

De toekomstige zandwinlocatie is nu geprojecteerd in het Markermeer. Er zijn in de directe omgeving geen belendingen aanwezig die volgens de CUR113 aanleiding kunnen geven om een gedetailleerde onderzoeksinspanning te leveren naar het bresgedrag van de winactiviteiten en het risico op het overschrijden van het vergunde profiel. Immers, volgens de CUR113 is er een voldoende brede zone beschikbaar, waarin geen belendingen aanwezig zijn die schade kunnen krijgen als gevolg van het risico van onbeheerst bressen. Het betreft een zone van 3 keer de putdiepte ($3 \times 46 = 138$ meter). Deze veiligheidszone wordt gerekend vanaf de insteek van de zandwinning.

Om de kans op een beheerst bresproces te vergroten moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

1. Voldoende taludstabiliteit voor afschuiving en/of verweking,
2. De grondlagen moeten zodanig zijn, dat een regelmatig bresproces mogelijk is,
3. Bij de uitvoering dient rekening te worden gehouden met het type materieel (zuiger) en de wijze waarop deze in relatie tot de maakbaarheid van het (ontwerp) talud wordt ingezet.



Zoals is aangetoond in paragraaf 6.2 blijkt dat voor het Westelijk alternatief een taludhelling van minimaal 1:3 voldoende zou moeten zijn om te voldoen aan de eis, dat de veiligheidfactor tegen statisch afschuiven groter of gelijk is aan 1 ($F_{\min} \geq 1$). Dit moet overigens nog worden geverifieerd door additionele sonderingen.

De CUR113 geeft aan dat de kans op onbeheerst bressen sterk wordt gereduceerd wanneer in de bodem geen stoorlagen (klei of leem) aanwezig zijn die dikker zijn dan 0,5m en/of de bodem bestaat uit zand met een D50 groter dan 200 μ m. Het Westelijk alternatief voldoet aan beide voorwaarden en zal waarschijnlijk ongevoelig zijn voor een onbeheerst bresproces. Verder geldt dat de kans op een beheerst bresproces wordt vergroot indien de grond (zand) niet gevoelig is voor verweken.

Taludontwikkeling tijdens zuigen

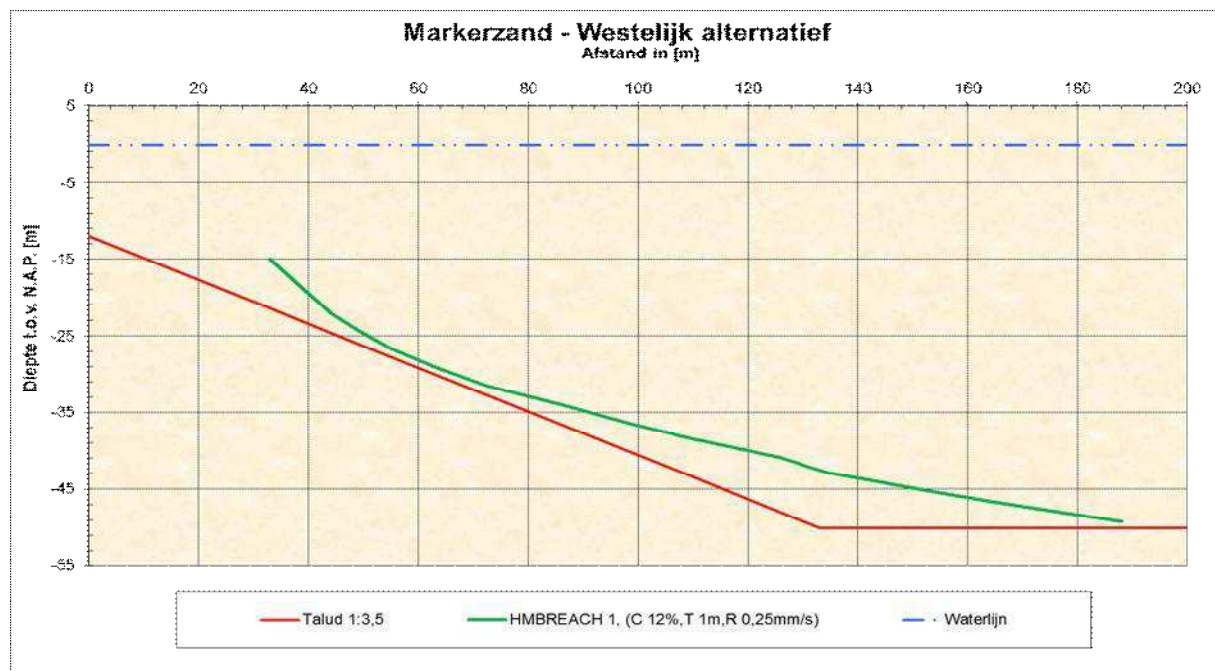
In deze notitie is met behulp van HMBreach (door Deltares ontwikkelde software) een taludontwikkeling geschematiseerd, zoals die door een winzuiger kan worden gemaakt. De methode is, conform de CUR113, gebaseerd op praktijkervaringen voor winnen van matig fijn zand.

De volgende input parameters zijn gebruikt in HMBreach:

- ▲ Insteekdiepte van 1 meter.
- ▲ Verhaalsnelheid van 0,25 mm/sec.
- ▲ 12% concentratie (in het van de bres lopende zand/water mengsel).

In figuur 6.2 zijn de uitkomsten van HMBreach weergegeven, waarbij HMBreach 1 het brestalud is. Hierbij is het talud van 1:3,5, zoals benaderd in paragraaf 6.2, ook weergegeven om inzichtelijk te maken dat de te verwachten brestaluds veilig zijn tegen afschuiving. Het horizontale vlak van de grafiek 1:2 geeft de door de klant aangegeven windiepte van N.A.P. -50 m aan.

De grafiek van de te verwachten breshelling van het Westelijk alternatief begint beneden de waterspiegel. Het Westelijk alternatief begint op N.A.P. -12,00 m (maaiveld N.A.P. -3,75m minus de verwijderde bovenlaag van ongeveer 8 meter dikte).



Figuur 6.2 - Taludontwikkeling Westelijk alternatief zonder berm.

Uit figuur 6.2 is af te lezen dat het brestalud van het Westelijk alternatief 145 meter reikt. Gaat men uit van winning in één slag tot volledige diepte in het midden van de voorgestelde winput dan zal de taludontwikkeling een totale verwachte breedte hebben van ongeveer 290meter.



7 Conclusies en aanbevelingen

In deze notitie is een indicatieve stabiliteitsanalyse op basis van de faalmechanismen afschuiving en bresvloeiing beschouwd van de zandlaag (van circa N.A.P. -12m tot N.A.P. -50m). De te verwijderen bovenste grondlaag (van circa N.A.P. -4m tot N.A.P. -12m) is niet beschouwd in deze notitie.

Op het westelijk alternatief is een indicatieve statische stabiliteitsanalyse uitgevoerd. Op basis van een eenvoudige statische stabiliteitsbeschouwing wordt de veiligheid tegen statisch afschuiven voldoende geborgd met een onderwatertalud, waarvan de helling minimaal 1:3,5 bedraagt.

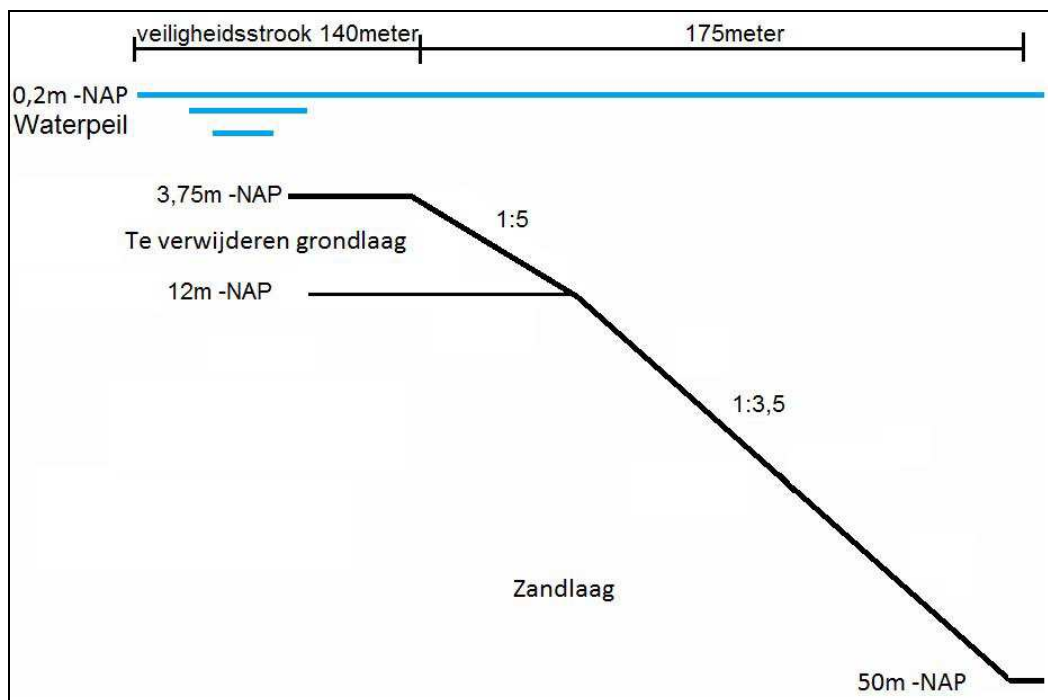
De in deze notitie toegepaste statische stabiliteitsanalyse dient bij een definitief taludontwerp wel te worden gevalideerd door een stabiliteitsanalyse volgens de methode Bisschop in combinatie met aanvullend grondonderzoek door middel van enkele sonderingen.

Op basis van het beschikbare grondonderzoek kan in deze fase van het project geen uitspraak worden gedaan inzake de kans op verweking van het talud. Echter als nu ervan wordt uitgegaan dat de rekenputdiepte van de zandwinning circa 40 m bedraagt, dan zou de kans op verweken verwaarloosbaar zijn wanneer men kiest voor een taludontwerp met een rekentaludhelling van 1:8 indien er geen geotechnisch onderzoek wordt uitgevoerd. Wanneer er wel grondonderzoek (sonderingen) wordt uitgevoerd, dan zou een ontwerp met een rekentaludhelling van 1:3 à 1:4,5 voldoende zijn om vast te stellen dat een kans op verweking verwaarloosbaar is.

Uit indicatieve bresanalyse blijkt dat het zand bij het winnen op volle diepte (N.A.P. -50 m) een brestalud kan realiseren met een taludhelling variërend van 1:3 tot circa 1:8. Wanneer er wordt gekozen om het zand laagsgewijs te baggeren zonder dat er een meewerkende bres ontstaat, dan blijkt een brestalud met hellingen variërend van 1:2 tot circa 1:3 tot de mogelijkheden te behoren. De bresanalyse is afhankelijk van de exploitant en minder van belang bij een taludontwerp.

Op basis van het beschikbaar grondonderzoek en aanbevolen additioneel grondonderzoek kan een indicatief taludontwerp met een helling van 1:3,5 worden aangehouden (zie figuur 7.1). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de toplaag bestaande uit slib, veen en klei van circa 8m dik voorafgaand aan de zandwinning is verwijderd. Tevens wordt ervan uitgegaan dat door de winning in open water er geen belendingen zich in de buurt van de insteek van de zandwinning bevinden. Hierdoor is de kans op schade gering en kan een minder conservatief ontwerp worden gehanteerd.

In het indicatieve taludontwerp wordt rekening gehouden met een randstrookbreedte (veiligheidszone) van 140meter waarbinnen zich geen belendingen (bijv.: gebouwen en infrastructuur) mogen bevinden. De toplaag hoeft hier niet verwijderd te worden t.b.v. deze veiligheidsfunctie.



Figuur 7.1 – Indicatief taludontwerp

De indicatieve bresanalyse geeft aan dat er mogelijkheden zijn om het winnen te optimaliseren, door bijvoorbeeld het zand laagsgewijs te winnen. Wat resulteert in een steiler brestalud waardoor meer van het talud gewonnen kan worden. Hiervoor dienen wel enkele boringen beschikbaar te zijn, waarbij per meter een korrelverdeling is genomen van het aanwezige zand.

Bijlage IV
BPRW toetsing

Notitie

Datum:	2 juni 2015	Project:	MER Markerzand
Uw kenmerk:	-	Locatie:	Markermeer
Ons kenmerk:	V085745ac.00007.cvg	Betreft:	BPRW-toets ecologie
Versie:	01_002		

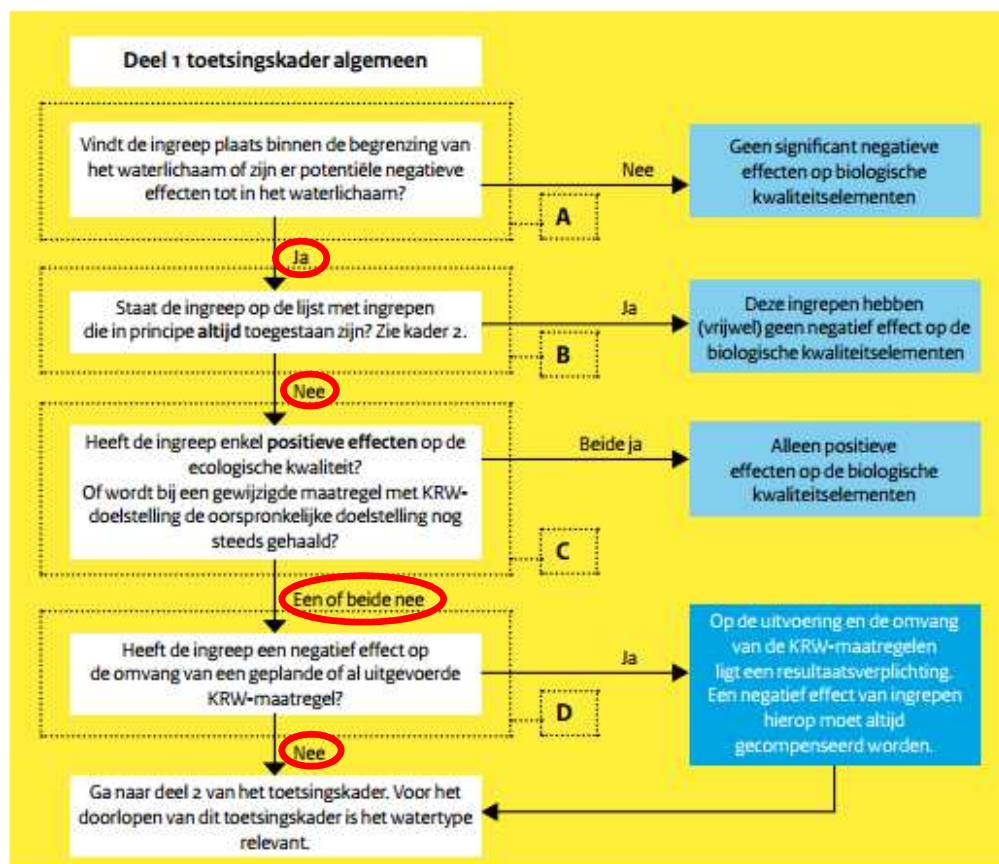
Inleiding

Voor wateren in beheer bij het Rijk heeft Rijkswaterstaat (RWS) een Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 opgesteld (hierna BPRW). Om de doelen uit de KRW/Waterwet te bereiken en om te onderzoeken of de geplande ingrepen geen schade opleveren voor de ecologische toestand, is voorliggende BPRW-toets voor het initiatief Markerzand uitgevoerd. In paragraaf 7 van de Toelichting bij de aanvraag ontgrondingvergunning is toegelicht dat er effect op de waterkwaliteit door uitlevering van fosfaat en nitraat te verwachten is. In deze notitie worden de twee beslisschema's van het ecologiedeel doorlopen aan de hand van het MER en de Toelichting bij de aanvraag ontgrondingvergunning.

Ecologietoets

De ecologietoets bestaat uit een algemeen deel en een watertype specifiek deel. Hieronder zijn de schema's weergegeven met in rood de bevindingen en argumentatie voor het initiatief Markerzand.

Figuur B3.1
Beslisschema ecologie: algemeen gedeelte.



1A: Ja, het Markerzand ligt in het waterlichaam 'Markermeer'.

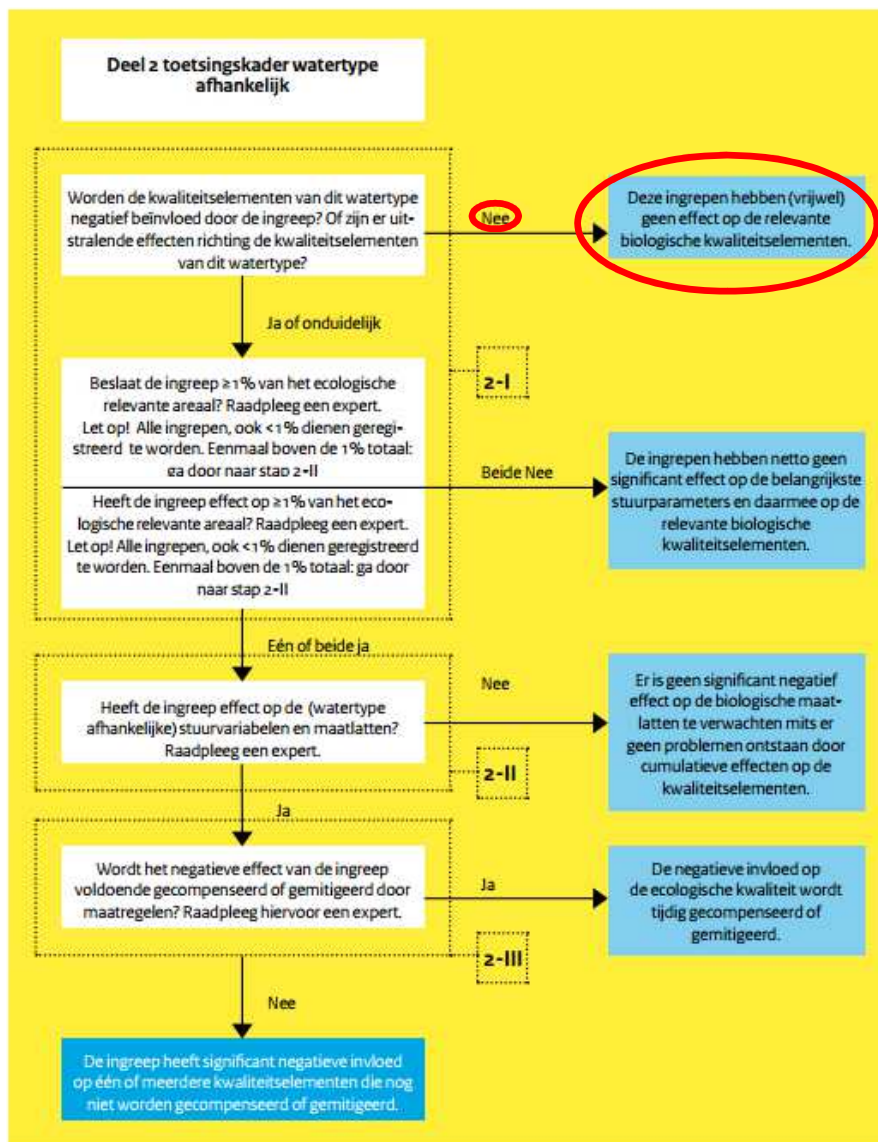
1B: Nee, zandwinning wordt niet genoemd op de lijst met ingrepen.

1C: Markerzand heeft positieve effecten op het Natura 2000-gebied Markermeer-IJmeer. Er zijn positieve effecten op het areaal bevisbaar water voor visetende watervogels door een verbetering van het doorzicht. Ook neemt na de eerste twee jaar van uitvoering de troebelheid van het Markermeer af ten opzichte van de huidige situatie. Hierdoor verbetert het foerageergebied van de visetende watervogels. Daarnaast neemt het doorzicht toe, waardoor de kansen voor vestiging van waterplanten toenemen. Dit alles is gekwantificeerd (MER, bijlage IV).

1D: Nee, een slibvang is juist als een mitigerende maatregel gedefinieerd (brondocument Waterlichaam Markermeer, tabel 4.1).

Zie volgende pagina voor deel 2 van het toetsingskader

Figuur B3.2
Beslisschema ecologie: watertype
specifiek.



Conclusie

De conclusie is dat het initiatief Markerzand geen significant negatieve invloed heeft op de kwaliteitselementen die nog niet worden gecompenseerd of gemitigeerd. Sterker, een slibvang is juist als een mitigerende maatregel gedefinieerd. Markerzand heeft positieve effecten op de relevante biologische kwaliteitselementen.

LBP|SIGHT BV

drs. ing. C.B.E. (Constans) van Munster

drs. P.D. (Peter) Thoenes

Bijlage V

Kamer van Koophandel - uittreksel



Uittreksel Handelsregister Kamer van Koophandel

KvK-nummer 18106742

Pagina 1 (van 2)

Rechtspersoon

RSIN	002007459
Rechtsvorm	Besloten Vennootschap
Statutaire naam	Van Oord Nederland B.V.
Statutaire zetel	Gorinchem
Eerste inschrijving handelsregister	05-05-1954
Datum akte van oprichting	26-01-1954
Datum akte laatste statutenwijziging	24-03-2004
Geplaatst kapitaal	EUR 227.454,00
Gestort kapitaal	EUR 227.454,00
Deponering jaarstuk	De jaarrekening over boekjaar 2013 is gedeponerd op 23-06-2014.

Onderneming

Handelsnamen	Van Oord Nederland HAM-Van Oord Werkendam Van Oord Werkendam Ballast Ham Nederland
Startdatum onderneming	01-07-1948
Activiteiten	SBI-code: 42111 - Wegenbouw SBI-code: 4291 - Natte waterbouw SBI-code: 43991 - Heien en andere funderingswerkzaamheden
Werkzame personen	0

Vestiging

Vestigingsnummer	000016272757
Handelsnamen	Van Oord Nederland HAM-Van Oord Werkendam Van Oord Werkendam Ballast Ham Nederland
Bezoekadres	Schaardijk 211, 3063NH Rotterdam
Postadres	Postbus 44137, 3006HC Rotterdam
Telefoonnummer	0888265300
Faxnummer	0888265310
Internetadres	www.vanoord.com
E-mailadres	nederland@vanoord.com
Datum vestiging	01-07-1948
Deze rechtspersoon drijft de vestiging sinds	21-12-1972
Activiteiten	SBI-code: 42111 - Wegenbouw

Waarmerk
KvK

Dit uittreksel is gewaarmerkt met een digitale handtekening en is een officieel bewijs van inschrijving in het Handelsregister. In Adobe kunt u de handtekening bovenin het scherm controleren. Meer informatie hierover vindt u op www.kvk.nl/egd. De Kamer van Koophandel adviseert dit uittreksel alleen digitaal te gebruiken zodat de integriteit van het document gewaarborgd en de ondertekening verifieerbaar blijft.



Uittreksel Handelsregister Kamer van Koophandel

KvK-nummer 18106742

Pagina 2 (van 2)

SBI-code: 4291 - Natte waterbouw

SBI-code: 43991 - Heien en andere funderingswerkzaamheden

A. Het ontwerpen, aannemen en uitvoeren van grondwerken, waterbouwkundige-, asfalt-, bagger-, beton- en heiwerken, sloopwerken, milieukundige- en andere werken, al dan niet van bouwkundige aard, alles in de ruimste zin; b) het verkrijgen, vervreemden, exploiteren van en de handel in grondstoffen, produkten, aannemersmaterieel en gereedschap met betrekking tot het sub a) vermelde doel; c) de aan- en verkoop, exploitatie en administratie van griend- en rietlanden en andere onroerende zaken; d) het oprichten van-, deelnemen in-, het zich op enigerlei wijze financieel interesseren bij- en/of het bestuur voeren over ondernemingen met een soortgelijk of aanverwant doel. Voorts zal de vennootschap alle handelingen kunnen verrichten en bevorderen welke met het vorenstaande in direct of indirect verband staan.

Werkzame personen

0

Enig aandeelhouder

Naam
Bezoekadres
Ingeschreven onder KvK-nummer
Enig aandeelhouder sedert

Van Oord Marine B.V.
Schaardijk 211, 3063NH Rotterdam
24368004
26-10-2004

Bestuurders

Naam
Geboortedatum en -plaats
Datum in functie
Titel
Bevoegdheid

Schaart, Jan
23-05-1951, Elst
01-01-2011 (datum registratie: 03-01-2011)
Directeur
Alleen/zelfstandig bevoegd

Naam
Geboortedatum en -plaats
Datum in functie
Titel
Bevoegdheid

Wiersma, Jacob
17-09-1955, Leeuwarden
01-03-2014 (datum registratie: 04-03-2014)
Directeur
Alleen/zelfstandig bevoegd

Naam
Geboortedatum en -plaats
Datum in functie
Titel
Bevoegdheid

Mollet, Carlos Johannes
11-12-1966, Scheemda
01-03-2014 (datum registratie: 04-03-2014)
Directeur
Alleen/zelfstandig bevoegd

Uittreksel is vervaardigd op 07-07-2015 om 16.33 uur.

Waarmerk
KvK

Dit uittreksel is gewaarmerkt met een digitale handtekening en is een officieel bewijs van inschrijving in het Handelsregister. In Adobe kunt u de handtekening bovenin het scherm controleren. Meer informatie hierover vindt u op www.kvk.nl/egd. De Kamer van Koophandel adviseert dit uittreksel alleen digitaal te gebruiken zodat de integriteit van het document gewaarborgd en de ondertekening verifieerbaar blijft.

Bijlage VI
Kadastrale percelen

Kadaster

Dienst voor het kadaster en de openbare registers in Nederland
Gegevens over de rechtstoestand van kadastrale objecten, met uitzondering van de gegevens inzake hypotheek en beslagen

Betreft: ALMERE F 496 9-7-2015
13:30:18

Uw referentie: 085745AC

Toestandsdatum: 8-7-2015

Kadastraal object

Kadastrale aanduiding: ALMERE F 496
Grootte: 3211 ha 81 a 12 ca
Coördinaten: 141731-496809
Omschrijving kadastraal object: WATER
Ontstaan op: 2-1-1996

Ontstaan uit: MARKERWAARD V 66

Publiekrechtelijke beperkingen

BESLUIT OP BASIS VAN NATUURBESCHERMINGSWET 1998
Betrokken bestuursorgaan: De Staat (Economische Zaken)
Ontleend aan: HYP4 57913/176 d.d. 17-2-2010

Gerechtigde

EIGENDOM

De Staat (Rijksvastgoedbedrijf)

Korte Voorhout 7
2511 CW 'S-GRAVENHAGE
Postadres:

Postbus: 16700
2500 BS 'S-GRAVENHAGE
'S-GRAVENHAGE

Zetel:

Recht ontleend aan: HYP4 51853/65 d.d. 13-3-2007
Eerst genoemde object in
brondocument: ALMERE F 496

Recht ontleend aan: HYP4 65061/152 d.d. 22-10-2014
Eerst genoemde object in
brondocument: ALMERE F 496

Nog niet (volledig) verwerkte brondocumenten:

HYP4 66420/132 d.d. 3-7-2015

Einde overzicht

De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt ten aanzien van de kadastrale gegevens zich het recht voor als bedoeld in artikel 2 lid 1 juncto artikel 6 lid 3 van de Databankenwet.

Kadaster

Dienst voor het kadaster en de openbare registers in Nederland
Gegevens over de rechtstoestand van kadastrale objecten, met uitzondering van de gegevens inzake hypotheek en beslagen

Betreft: ALMERE F 496 9-7-2015
13:30:18

Uw referentie: 085745AC

Toestandsdatum: 8-7-2015

Kadastraal object

Kadastrale aanduiding: ALMERE F 496
Grootte: 3211 ha 81 a 12 ca
Coördinaten: 141731-496809
Omschrijving kadastraal object: WATER
Ontstaan op: 2-1-1996

Ontstaan uit: MARKERWAARD V 66

Publiekrechtelijke beperkingen

BESLUIT OP BASIS VAN NATUURBESCHERMINGSWET 1998
Betrokken bestuursorgaan: De Staat (Economische Zaken)
Ontleend aan: HYP4 57913/176 d.d. 17-2-2010

Gerechtigde

EIGENDOM

De Staat (Rijksvastgoedbedrijf)

Korte Voorhout 7
2511 CW 'S-GRAVENHAGE
Postadres:

Postbus: 16700
2500 BS 'S-GRAVENHAGE
'S-GRAVENHAGE

Zetel:

Recht ontleend aan: HYP4 51853/65 d.d. 13-3-2007
Eerst genoemde object in
brondocument: ALMERE F 496

Recht ontleend aan: HYP4 65061/152 d.d. 22-10-2014
Eerst genoemde object in
brondocument: ALMERE F 496

Nog niet (volledig) verwerkte brondocumenten:

HYP4 66420/132 d.d. 3-7-2015

Einde overzicht

De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt ten aanzien van de kadastrale gegevens zich het recht voor als bedoeld in artikel 2 lid 1 juncto artikel 6 lid 3 van de Databankenwet.

Kadaster

Dienst voor het kadaster en de openbare registers in Nederland
Gegevens over de rechtstoestand van kadastrale objecten, met uitzondering van de gegevens inzake hypotheek en beslagen

Betreft: LELYSTAD R 169 9-7-2015
13:29:56

Uw referentie: 085745AC

Toestandsdatum: 8-7-2015

Kadastraal object

Kadastrale aanduiding: LELYSTAD R 169
Grootte: 4113 ha 50 a 97 ca
Coördinaten: 141760-506310
Omschrijving kadastraal object: WATER
Ontstaan op: 2-1-1996

Ontstaan uit: MARKERWAARD V 62

Publiekrechtelijke beperkingen

BESLUIT OP BASIS VAN NATUURBESCHERMINGSWET 1998
Betrokken bestuursorgaan: De Staat (Economische Zaken)
Ontleend aan: HYP4 57913/176 d.d. 17-2-2010

Gerechtigde

EIGENDOM

De Staat (Rijksvastgoedbedrijf)

Korte Voorhout 7
2511 CW 'S-GRAVENHAGE
Postadres:

Postbus: 16700
2500 BS 'S-GRAVENHAGE
'S-GRAVENHAGE

Zetel:

Recht ontleend aan: HYP4 51853/65 d.d. 13-3-2007
Eerst genoemde object in
brondocument: LELYSTAD R 169

Recht ontleend aan: HYP4 65061/152 d.d. 22-10-2014
Eerst genoemde object in
brondocument: LELYSTAD R 169

Nog niet (volledig) verwerkte brondocumenten:

HYP4 66420/132 d.d. 3-7-2015

Einde overzicht

De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt ten aanzien van de kadastrale gegevens zich het recht voor als bedoeld in artikel 2 lid 1 juncto artikel 6 lid 3 van de Databankenwet.