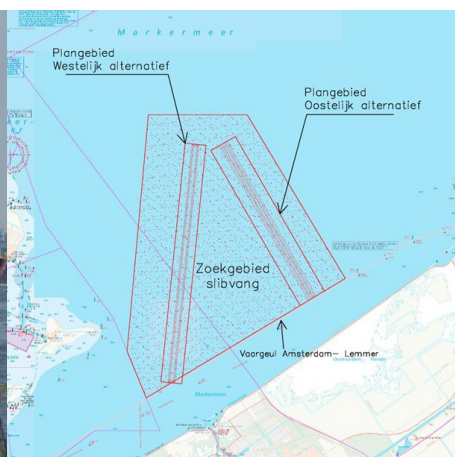


MARKERZAND



Aanvulling milieueffectrapportage ontgronding Markerzand

april 2016 - V2 LBP|SIGHT



Opdrachtgever

Markerzand v.o.f.

Contactpersoon

de heer R. Roels

Kenmerk

R085745ac.00006.pt

Versie

02_001

Datum

8 april 2016

Auteurs

Drs. P.D. Thoenes

Dr. D.J. Simons

Drs. Ing. C. van Munster

Ing. M. Kolen (Grontmij)

Ir. R. Noordhuis (Deltares)

Drs. S. van den Brink (Periplus Archeomare)

Inhoudsopgave

1	Samenvatting aanvulling	5
2	Inleiding.....	6
3	Natuurbouw	8
3.1	Advies Commissie m.e.r.	8
3.2	Doelstellingen.....	8
3.3	De toepassing van vrijkomende bovengrond.....	9
3.4	Ontwikkeling MIRT-gebied Noord-Holland, Utrecht en Flevoland	10
3.5	Conclusie	11
4	Waterkwaliteit	12
4.1	Advies Commissie m.e.r.	12
4.2	Inleiding.....	12
4.2.1	Relatie met TBES.....	12
4.2.2	Effecten voorkeursalternatief - toelichting.....	14
4.3	Slib – bezinking en doorzicht	14
4.3.1	Conclusie bezinking	15
4.4	Slib – afvangen en productie	15
4.4.1	Bioturbatie en gehalte zwevend stof	16
4.4.2	Slibbalans.....	18
4.4.3	De effectiviteit van de slibberging van de alternatieven.....	20
4.4.4	Conclusie slibberging	21
4.5	Beoordeling effecten	22
4.6	Literatuur	22
5	Geologische geschiktheid.....	23
5.1	Advies Commissie m.e.r.	23
5.2	Geologische informatie	23
5.3	Hoeveelheden	24
5.4	Kwaliteit van ondergrond van de alternatieven.....	24
5.5	Conclusie	26
6	Archeologie.....	27
6.1	Advies Commissie m.e.r.	27
6.1.1	Cultuurhistorie en Archeologie	27
6.1.2	Archeologisch bureauonderzoek	27
6.1.3	Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase).....	30
6.1.4	Inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend).....	30
6.1.5	Archeologische begeleiding boringen	33
6.1.6	Passieve archeologische begeleiding tijdens de uitvoering.....	33
6.1.7	Risicobeheersing door procesmanagement	33
6.2	Conclusie	39
6.3	Literatuur	40
7	Natuur	41

7.1	Advies Commissie m.e.r.	41
7.2	Verspreiding van benthosetters in het Markermeer-IJmeer	41
7.3	Foerageermogelijkheden kuifeend.....	42
7.3.1	Data Joep de Leeuw	42
7.3.2	Veranderingen in voedingswaarde mosselen sinds 1979-1981	42
7.3.3	Beschikbare gegevens mosselen	43
7.3.4	Quaggamossel versus driehoeksmossel	45
7.3.5	Voedingswaarde voor eenden samengevat.....	45
7.3.6	Gegevens over mosseletende eenden	46
7.4	Doorkijk naar het ecosysteem van de toekomst.....	48
7.5	Negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden uitgesloten ..	49
7.6	Effectbeoordeling op instandhoudingsdoelstellingen.....	50
7.7	Noodzaak tot het nemen van mitigerende maatregelen	52
7.8	Vergelijking alternatieven	53
7.9	Referenties	53
8	Vergelijking van de alternatieven en het voorkeursalternatief.....	55
8.1	Beoordeling en vergelijking alternatieven	55
8.1.1	Natuurbouw	55
8.1.2	Waterkwaliteit.....	56
8.1.3	Geologische geschiktheid	56
8.1.4	Archeologie en cultuurhistorie.....	57
8.1.5	Natuur.....	57
8.1.6	Vergelijking van de alternatieven	57
8.2	Conclusie over het voorkeursalternatief	59
9	Monitoring.....	60

Bijlagen

Bijlage I	Lithostratigrafische profielen
Bijlage II	Inventariserend veldonderzoek opwaterfase Periplus Archeomare 2015
Bijlage III	Inventariserend veldonderzoek onderwaterfase Periplus Archeomare 2015
Bijlage IV	programma van eisen archeologie

1 Samenvatting aanvulling

Recent onderzoek heeft nieuwe informatie opgeleverd over het water-slib-bodemsysteem van het Markermeer en over de gewenste natuurontwikkeling in het Markermeer voor het Toekomstbestendig Ecologisch Systeem (TBES). Daarnaast is er inmiddels archeologisch veldonderzoek uitgevoerd in het plangebied van het voorkeursalternatief. Naar aanleiding van deze nieuwe informatie en twee adviezen van de Commissie m.e.r. is het *milieueffectrapport Ontgronding Markerzand* aangevuld. Dit is versie 2 van de aanvulling op het MER.

In deze aanvulling is de nieuwe informatie betrokken. Ook is een aantal thema's verder uitgewerkt. Op sommige deelaspecten leidt dit tot een andere beoordeling dan in het MER. Met name de positieve effecten van de slibberging worden nu in een bandbreedte (weinig – veel effect) geplaatst.

Er is op basis van deze aanvulling op het MER geen aanleiding om het voorkeursalternatief aan te passen. De conclusie is dus dat de keuze voor het westelijk natuuralternatief met 40% afvoer van bovengrond in stand blijft. Dat wordt onderbouwd in deze aanvulling.

2 Inleiding

Aanleiding

Deze aanvulling op het *Milieueffectrapport Ontgroning Markerzand* (MER) van 23 juli 2015 is opgesteld naar aanleiding van het “Voorlopig toetsingsadvies over het milieueffectrapport” van de Commissie m.e.r. van 30 oktober 2015 en het “Voorlopig toetsingsadvies over het milieueffectrapport en de aanvulling daarop” van 26 februari 2016.

Leeswijzer

In deze aanvulling geven we per thema nadere informatie. Hoofdstuk 6 (Archeologie) is opgesteld door drs. S. van den Brink van Periplus Archeomare en hoofdstuk 7 (Natuur) door ing. M. Kolen van Grontmij en Ir. R. Noordhuis van Deltares. Hoofdstuk 7 is ook de aanvulling op de Passende beoordeling. De hoofdstukken hebben hun eigen literatuurlijst, die is opgenomen aan het eind van het betreffende hoofdstuk. In hoofdstuk 7 worden voetnoten gebruikt. Deze aanvulling moet in combinatie met het MER gelezen worden.

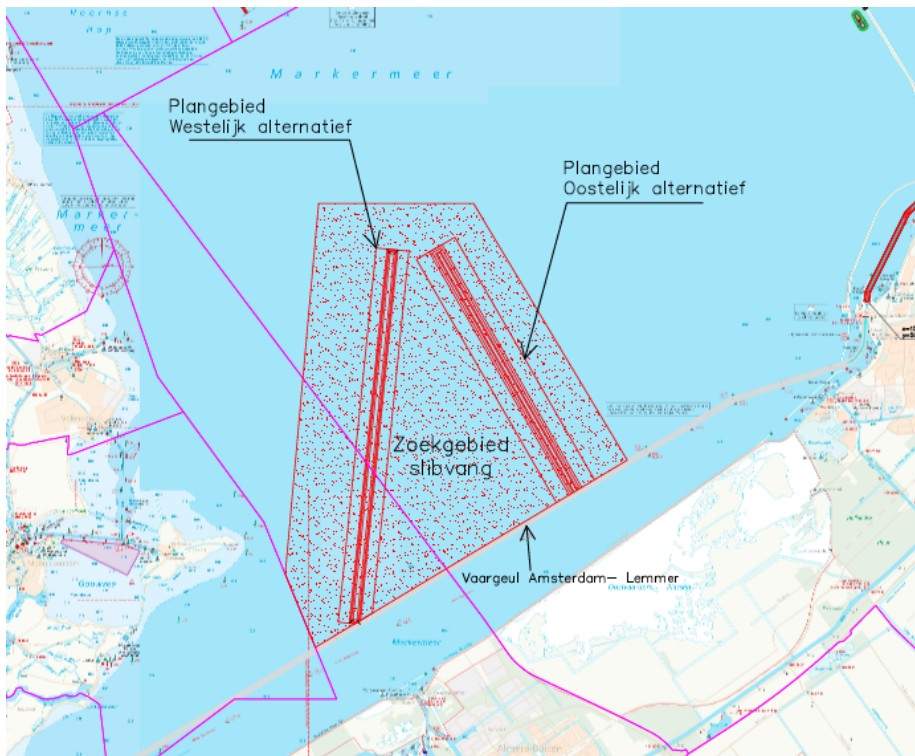
De tekst die is toegevoegd in deze tweede versie van de aanvulling ten opzichte van de eerste versie heeft een lichtroze ondergrond. Hoofdstuk 7 is in zijn geheel herzien, maar niet op lichtroze ondergrond weergegeven.

Nieuwe informatie

Er is na de totstandkoming van het milieueffectrapport nieuwe relevante informatie beschikbaar gekomen, zoals:

- nieuwe inzichten in de processen vlokvorming en bioturbatie, uit het proefschrift van dr. De Lucas Pardo en daaropvolgende discussie;
- publicatie van de kennissite van het Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer-IJmeer (NMIJ) op 12 november 2015;
- het project-MER, het ontwerp, de conceptvergunningaanvragen en de uitvoeringsovereenkomst van de Marker Wadden;
- archeologisch veldonderzoek (op water en duikonderzoek) dat voor de vergunningaanvragen voor dit project is uitgevoerd.

Deze informatie hebben we gebruikt bij het opstellen van deze aanvulling. Op afbeelding 2.1 staat de kaart uit het MER met de locaties van de alternatieven en het zoekgebied voor de ontgroning. We merken hierbij op dat er inmiddels een precieze locatie voor het voorkeursalternatief is gekozen op basis van het MER en recent archeologisch veldonderzoek voor de aanvraag voor de ontgroningvergunning. Dit voorkeursalternatief is gelokaliseerd in de meest westelijke strook van het westelijk plangebied en zodanig dat er voldoende afstand wordt gehouden van bekende objecten die mogelijk cultuurhistorisch of archeologisch waardevol zijn. Het voorkeursalternatief is een variant van het westelijk natuurbouwalternatief waarbij minimaal 40% van de vrijkomende bovengrond ter beschikking wordt gesteld aan natuurbouwprojecten.



Figuur 2.1
Kaart met locaties van de alternatieven en het zoekgebied



Figuur 2.2
Locatie voorkeursalternatief binnen het westelijk plangebied

3 Natuurbouw

3.1 Advies Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r heeft in haar eerste advies haar advies op het onderdeel natuurbouw als volgt samengevat:

Eén van de doelstellingen van het project is dat een aanzienlijk deel van de vrijkomende bovengrond voor de aanleg van nieuwe natuur in het Natura 2000-gebied Markermeer & IJmeer moet worden benut. In het MER wordt alleen in algemene zin aangegeven waar deze gronden kunnen worden toegepast.

De Commissie adviseert voorafgaand aan het besluit te onderbouwen in welke mate het voornemen bijdraagt aan de natuurbouwdoelstellingen van het project. Ga hierbij in op mogelijke afzetgebieden en geef aan of de hoeveelheid die bij dit project vrijkomt daadwerkelijk kan worden toegepast bij natuurbouw in het Markermeer, ook gezien het overige aanbod van bovengrond dat voor deze doelen beschikbaar komt in de komende jaren.

In haar tweede advies concludeert De Commissie m.e.r op het onderdeel natuurbouw als volgt.

In de aanvulling is nu aannemelijk gemaakt dat ruim voldoende vraag is naar bovengrond voor de aanleg van nieuwe natuur in het gebied, ook als rekening wordt gehouden met andere aanbieders van bovengrond voor dit doel.

In de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de in haar eerste advies door de Commissie m.e.r. aangedragen punten.

3.2 Doelstellingen

In het MER zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- 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 zoveel mogelijk ter beschikking te stellen voor natuurbouwprojecten en eco- en civieltechnische projecten;
- bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit in het Markermeer door het afvangen en bergen van slib;
- een haalbaar en maakbaar project.

In dit hoofdstuk lichten we nader toe in hoeverre het aannemelijk is dat de doelstellingen **duurzaam omgaan met grondstromen** en **verbetering van de waterkwaliteit** worden ingevuld door het project. Deze doelstellingen sluiten aan bij de TBES-opgaven en dragen daarmee bij aan de multifunctionaliteit van de ontgronding. Bij de beoordeling van de effecten van het project wordt daarom gebruikgemaakt van de afwegingssystematiek van het TBES.

3.3 De toepassing van vrijkomende bovengrond

In het milieueffectrapport wordt als tweede doelstelling van het project genoemd: **duurzaam omgaan met grondstromen**. Door de vrijkomende bovengrond zoveel mogelijk ter beschikking te stellen voor natuurbouwprojecten (zoals de Marker Wadden en de luwtmaatregel Hoornse Hop) en eco- en civieltechnische projecten (zoals vooroevers voor dijkversterking) wordt de bij de zandwinning vrijkomende bovengrond nuttig toegepast om het ecologisch systeem van het Markermeer te verbeteren. Dit bespaart kosten voor de door de overheid nagestreefde natuurbouw. Het principe wordt ook wel 'werk met werk maken' genoemd.

Het resultaat is duurzamer en economischer op systeemniveau dan de alternatieven omputten of zand verder weg winnen en/of een nieuwe ontgroning uitvoeren om bovengrond te winnen voor natuurbouw. Er wordt namelijk ecologische winst geboekt en er wordt CO₂ - en stikstofemissie vermeden omdat er minder baggeren en transport nodig is dan bij die alternatieven.

Significante hoeveelheid vrijkomende bovengrond vereist

Uit de door Rijkswaterstaat geformuleerde eisen voor vergunningverlening (Beleidsregels ontgroningen in rijkswateren en het aanvullende kader van Rijkswaterstaat) volgt dat er een significante hoeveelheid vrijkomende bovengrond ter beschikking gesteld moet worden voor natuurbouwprojecten. Rijkswaterstaat vereist vanwege dit beleid dat 40% van het vrijkomende volume bovengrond uit de hele ontgroning ter beschikking wordt gesteld. Dat komt neer op ongeveer 14 miljoen m³ gedurende de looptijd van 30 jaar van de ontgroning. In welke projecten deze hoeveelheid bovengrond precies toegepast kan worden is op dit moment niet met zekerheid te zeggen.

De bovengrondbehoefte van de projecten waarvan nu al bekend is dat ze gerealiseerd gaan worden, is nog niet vrijgegeven door de initiatiefnemers. Er zullen in de looptijd zeker meer projecten gerealiseerd worden om de doelstellingen van het TBES en het Deltaprogramma in te vullen. In tabel 3.1 staat een projectie van de te verwachten projecten en de mogelijke toepassing van bovengrond in die projecten.

Maatregelenpakket met forse omvang en grote impact

Om de neergaande trend in het ecologisch systeem om te buigen naar een opwaartse trend en de metropolitane ontwikkelingen in de Noordvleugel (noordelijke Randstad) mogelijk te maken, is een maatregelenpakket met forse omvang en grote impact een vereiste. De ontwikkeling van de Marker Wadden tot minimaal de geplande omvang van circa 4.500 hectare plus de Luwtmaatregel en de vismigratierivier is - gezien het effect van constante slibproductie door bioturbatie – naar verwachting minimaal noodzakelijk. Deze 4.500 hectare kunnen niet gerealiseerd worden zonder de aanvoer van grote hoeveelheden grond en/of zand. De combinatie van de ontgroning en afvoer van bovengrond naar TBES-projecten en zandwinning vervult daarom een essentiële functie in de grondstromen en de financiering van het TBES.

Voor de onderbouwing van het ecologisch nut van natuurbouw in het Markermeer verwijzen we naar het uitgebreide onderzoek en de rapportages die over de Marker Wadden zijn uitgevoerd.

Tabel 3.1

Projecten in het Markermeer waar bovengrond toegepast kan worden

Project	Status	Uitvoeringsperiode	Maximaal toepasbaar volume bovengrond (miljoen m ³)
Marker Wadden fase 1, 300 hectare	Gegund	2016-2021	1,0
Oeverdijken Markermeer	Gegund, ontwerpen worden nu uitgewerkt	2016-2021	1,5 à 6
Versterking Houtribdijk	In voorbereiding	2017-2019	Onbekend
Marker Wadden – fase 1 uitbreiding tot 800 hectare	In bestemmingsplan en in voorbereiding	2021 - 2030	15 à 20
Marker Wadden – fase 1 uitbreiding tot 1.000 hectare	In bestemmingsplan	2014 - 2024	25
Afsluitdijk	Planuitwerkingsfase	2017 - 2022	Nog onbekend
Luwtemaatregel Hoornse Hop	In voorbereiding - planuitwerkingsfase MIRT	2017 - 2020	3 - 10
Luwtemaatregelen Enkhuizerzand	Planvorming	2030 - 2050	Nog onbekend
IJburg Fase 2	Verkenningfase	Na 2020	Nog onbekend
Vooroever Lepelaarsplassen	Verkenning door marktpartijen en maatschappelijke partners	2020 - 2025	2,5 - 5
Marker Wadden – uitbreiding tot 4.500 hectare	In voorbereiding (TBES)	2030 - 2040	130
Marker Wadden – uitbreiding tot 10.000 hectare	Planvorming	2040 - 2050	200
Totaal	Lage schatting		178
	Hoge schatting		397

Uit deze tabel blijkt dat er - uitgaande van de structuurvisie RRAAM en het TBES – veel meer vraag (lage schatting 178 miljoen m³) naar bovengrond is dan er vrijkomt uit het hele project Markerzand (maximaal 34 tot 38 miljoen m³, waarvan 13,6 tot 15,2 miljoen m³ taakstellend in te zetten voor TBES), ook als de omvang van de Marker Wadden beperkt blijft tot 4.500 hectare.

3.4 Ontwikkeling MIRT-gebied Noord-Holland, Utrecht en Flevoland

In het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport 2015 is de volgende visie opgenomen voor het gebied Noord-Holland, Utrecht en Flevoland, waar de bovengrond en het zand uit dit project met name zal worden toegepast.

Het MIRT-gebied Noord-Holland, Utrecht en Flevoland beslaat het grondgebied van de drie betrokken provincies, inclusief het IJsselmeergebied. Centrale ambitie voor het gebied is het versterken van de internationale concurrentiepositie. Daarvoor liggen met name kansen in het samenhangende stedelijk netwerk van de kust bij IJmuiden tot aan de steden Utrecht, Amersfoort en Lelystad (samen de Noordvleugel). De Noordvleugel vormt het hart van de financiële dienstverlening en van de Nederlandse export van zakelijke dienstverlening, waarin de topsector Creatieve Industrie ruim is vertegenwoordigd.

Ook beschikt het gebied over een sterk cluster Life Sciences en vormt het de drijvende kracht van de dienstverlening in High Tech Systemen. Met de mainport Schiphol en de Amsterdamse haven heeft de Noordvleugel een goede internationale bereikbaarheid voor personen- en goederenvervoer.

De provincies Noord-Holland, Utrecht en Flevoland en de daarbinnen gelegen gemeenten trekken steeds meer samen op. Deze intensievere samenwerking maakt het vooral op het niveau van de Noordvleugel, waarin de Metropoolregio Amsterdam (MRA) en de regio Utrecht met elkaar samenwerken, mogelijk de slagkracht van de bestaande economische relaties te vergroten, massa te maken en agglomeratievoordelen te behalen. Daarbij geldt dat de overige regio's van Noord-Holland, Flevoland en Utrecht niet alleen profiteren van een versterkt economisch potentieel van de Noordvleugel, maar hier ook aan bijdragen.

De hoofdpogaven voor dit gebied zijn volgens het MIRT 2015:

- economie
- verstedelijking
- bereikbaarheid
- natuur
- water
- energie

Hieruit blijkt dat de vraag naar zand en grond niet beperkt blijft tot TBES-toepassingen. Ook woningbouw en infrastructuur hebben bouwstoffen nodig om in de behoefte aan meer woningen en infrastructuur in de komende decennia in de Noordvleugel te voldoen. De behoefte aan grond voor andere toepassingen dan natuur is niet in enig detail te ramen, maar het is aannemelijk dat er ook daar mogelijkheden voor afzet zijn in de uitvoeringsperiode.

3.5 Conclusie

Er is in de komende 30 jaar een aanzienlijke vraag naar bovengrond voor TBES- projecten te verwachten in en om het Markermeer. Deze vraag is meer dan tien keer zo groot als de minimale hoeveelheid die uit het project Markerzand in deze periode moet worden toegepast. Er is dus - ook als er bovengrond uit andere projecten vrijkomt - genoeg vraag naar grond in de projecten die deel uitmaken van het beleidsvoornemen RRAAM en TBES. Het bevoegd gezag heeft bekendgemaakt dat de terbeschikkingstelling van minimaal 40% van de vrijkomende bovengrond een harde voorwaarde is en dat dit middels een voorschrift in de ontgrondingvergunning geborgd wordt.

4 Waterkwaliteit

4.1 Advies Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r heeft haar advies op het onderdeel waterkwaliteit als volgt samengevat:

De Commissie adviseert om in een aanvulling op het MER te onderzoeken wat de verbetering van het doorzicht is, als uitgegaan wordt van realistische aannames voor de nieuwvorming van slib en het effect van verandering in de bedekkingsgraad van slib, rekening houdend met de ontwikkeling van de winput in de tijd en autonome ontwikkelingen in het meer die van invloed zijn op de slibhuishouding. Omdat deze aannames met grote onzekerheden zijn omgeven denkt de Commissie daarbij aan een analytische benadering ondersteund door een beperkt aantal modelsimulaties. Ga daarbij ook in op mogelijke verschillen in de tijdelijke effectiviteit van de alternatieven bij het invangen van slib.

In haar tweede advies concludeert de Commissie m.e.r op het onderdeel waterkwaliteit als volgt. *In de aanvulling is ook beter inzicht gegeven in de verhouding tussen de potentie voor slibvangst door het graven van zandwinputten enerzijds, en de nieuwvorming van slib anderzijds. Enkele punten die de waterkwaliteit waarschijnlijk nog verder zullen verbeteren zijn hierin niet meegenomen; mogelijk zal daarom het uiteindelijke resultaat van het voornemen gunstiger zijn dan in de aanvulling gepresenteerd. In relatie tot de doelstelling verbetering waterkwaliteit is een onderschatting van positieve effecten echter geen probleem, omdat is aangetoond dat deze aanzienlijk zal verbeteren over een langere periode. Hoe lang is moeilijk te zeggen, vanwege een aantal onzekerheden (grootte van natuurlijke slibproductie, snelheid van consolidatie van het ingevangen slib, invloed andere initiatieven), maar zal naar schatting van de Commissie minimaal een aantal decennia bedragen.*

In de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de door de Commissie m.e.r. in haar eerste advies aangedragen punten.

4.2 Inleiding

4.2.1 Relatie met TBES

De nagestreefde verbetering van het doorzicht is één van de doelen van het TBES en daarmee in bepaalde mate ook van dit project. Recent zijn de TBES-opgaves vertaald in gewenste systeemcondities (*Beantwoording NMIJ onderzoeksvragen, Onderzoeksvraag I2, Knobben et al*). Deze zijn indicatief vertaald in het effect uitgedrukt in hectares op basis van de relatie **bijdrage aan het TBES = kwaliteit x oppervlakte**. Hiermee kan de omvang van het effect indicatief berekend worden. Dit is in hoeverre een maatregel bijdraagt aan de totale TBES-opgave, die op dezelfde basis is gekwantificeerd. Voor het pakket aan door de overheid aangestuurde maatregelen is dit weergegeven in figuur 3.2. De verbetering van doorzicht maakt deel uit van de systeempijler 'gradiënt in slibgehalte'. De omvang van het effect van een maatregel voor deze pijler bestaat uit het oppervlak intermediairdoorzicht (40 – 80 cm in wintersituatie) en de mate van aansluiting op zone met helder water enerzijds en troebel water anderzijds.

Voor dit project is de omvang van het effect van het voorkeursalternatief berekend voor de onderbouwing van de multifunctionaliteit van het project in het MER (bijlage X). Op basis van de nieuwe informatie kan dit worden afgezet tegen de indicatieve doelstelling. Dit is weergegeven in tabel 4.1. Het voorkeursalternatief vult circa 10% van de TBES-doelstellingen gradiënt in slibgehalte in en 6% van ondiepe zones met helder water. Door bovengrond ter beschikking te stellen maakt het voorkeursalternatief mogelijk dat 11% van de doelstelling ondiepe zones met helder water wordt ingevuld.

Systeempijler	Indicatie bijdrage aan gewenste systeemcondities (ingeschat o.b.v. bestaande kennis)										Indicatie omvang effect
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
Ondiepe zones met helder water	Luwtemaatregelen Hoornse Hop VKA (incl. verondieping)										340 ha
											Luwtemaatregelen Hoornse Hop (middel)lange termijn (incl. verondieping) Luwtemaatregelen Enkhuizerzand Grootschalig moerasgebied (bijvoorbeeld Marker Wadden)
	Marker Wadden fase 1										325 ha
	Grootschalig moerasgebied (bijvoorbeeld Marker Wadden) Natuurlijker peilverloop Markermeer-IJmeer Ecologisch inrichten oeverdijken Noord Holland										4000 ha 30 cm 8 km
Gradiënt in slibgehalte	Luwtemaatregelen Hoornse Hop VKA Marker Wadden fase 1 (incl. verdiepingen)										2000 ha 150 ha
	Luwtemaatregelen Hoornse Hop en Enkhuizerzand Grootschalig moerasgebied (incl. verdiepingen)										3000 ha 5000 ha
Ecologische verbindingen	Vispassages Noord-Holland en Houtribdijk										8 stuks
	Vispassages Oranjesluizen en Flevoland Ecologisch inrichten van oeverdijken Grootschalig moerasgebied (bijvoorbeeld Marker Wadden)										3 stuks 8 km

 Autonome ontwikkeling  Maatregelen in voorbereiding  Aanvullende maatregelen

Stapeling van maatregelen voor doelrealisatie per systeempijler met indicatie van omvang

Figuur 4.1

Het TBES-pakket aan maatregelen met indicatie van de omvang van het effect per maatregel voor de systeempijlers (uit Ir. R.A.E. Knoben, ir. T. Vijverberg, dr. P. Dankers, ir. W. Kanger, P. Boderie en drs. R. Noordhuis Beantwoording NMIJ onderzoeksvragen HaskoningDHV RDC9V6742.A2/R0215/50124/BW/Nijm 28-10-2015)

Tabel 4.1

Omvang van het effect van het voorkeursalternatief in relatie tot de TBES-doelstelling

Systeempijler	Indicatie omvang effect voorkeursalternatief (ha.)	Gewenst aanvullend (ha.)	Bijdrage (%)	Opmerking
Ondiepe zones met helder water	90	1450	6	Westelijke locatie sluit aan bij bestaande heldere zones
Geleidelijke land-waterovergangen	450	4000	11	Toepassing van bovengrond in natuurbouwprojecten
gradiënt in slibgehalte	820	8000	10	Bezinking boven put

4.2.2 Effecten voorkeursalternatief - toelichting

Het aanleggen van een grote slibvang heeft een direct positief effect op de hoeveelheid mobiel slib in het watersysteem en daarmee op het gemiddelde doorzicht van het water door twee processen:

1. Het eerste effect is dat door de grotere waterdiepte er meer bezinking en minder opwerveling van mobiel slib plaatsvindt.
2. Het tweede effect is dat het mobiele slib dat geborgen wordt in de slibvang permanent uit het systeem gehaald wordt. Hierdoor is er minder slib in het systeem dat opgewerveld kan worden. Dit draagt bij aan vermindering van de vertroebeling.

Deze twee effecten worden in de volgende paragrafen nader toegelicht.

Bovendien heeft het aanleggen van een grote slibvang een indirect effect op het ecosysteem dat nog veel groter is. Met de vrijkomende bovengrond kan namelijk nieuwe natuur worden aangelegd in de vorm van ondiep water en eilanden. Dit heeft een direct effect op het doorzicht vanwege de luttewerking van ondiep water en eilanden en indirecte effecten zoals een toename van waterfilterende organismen (mosselen) en immobilisatie van slib in de grondlichamen. Deze effecten zijn uitgebreid onderzocht en gepubliceerd in het kader van TBES voor de voorbereiding en realisatie van met name de Marker Wadden (bestemmingsplan en vergunningen) en de Luwtemaatregel Hoornse Hop (MIRT2).

4.3 Slib – bezinking en doorzicht

Door de (veel) grotere waterdiepte (10 – 40 meter) van de slibvangput vindt er meer bezinking en minder opwerveling van mobiel slib plaats dan in de huidige situatie. De waterbodem, waar het slib bezinkt, ligt dermate diep dat er weinig tot geen waterbeweging door golven is waardoor het slib beter kan bezinken en niet meer wordt opgewerveld. Het gevolg is dat er minder slib in de waterkolom aanwezig is. Daarom is het water boven en rondom de diepe slibvang helderder dan in het omringende ondiep water. Het bezinkingseffect is onafhankelijk van het absolute slibgehalte en dus ook van de aanvoer van nieuw slib door bioturbatie of permanente berging van slib.

De relatie tussen slibgehalte en doorzicht is echter niet lineair, maar verloopt zoals weergegeven in figuur 2.2. Een afname van het slibgehalte heeft bij lagere slibgehaltes relatief meer effect op het doorzicht.

Het effect is berekend en doorvertaald naar ecologische effecten door Deltares in Bijlage IV-2 en IV-3 van het MER voor een slibvangput met volle omvang op de westelijke locatie. Deltares concludeert in de rapportage dat het effect op het doorzicht op beide locaties gelijk is en primair afhankelijk is van de oppervlakte van de slibvang.

Deze is voor alle alternatieven gelijk. De omvang van deze zone is evenredig met het oppervlak van de put. Als bijvoorbeeld de slibvang voor de helft is ontgraven, is de zone met intermediair doorzicht half zo groot als in het model van Deltares. Alle alternatieven hebben qua omvang van de zones met helderder water hetzelfde effect. Bij de westelijke locatie sluit deze zone aan bij de bestaande relatief heldere delen van het Markermeer en bij de heldere zone van de nog aan te leggen Luwtmaatregel Hoornse Hop. Bij de oostelijke locatie is dat niet het geval. Daarom is het positieve ecologische effect van het westelijk alternatief groter dan van het oostelijk alternatief. Afgezet tegen de tijd levert dit een effect-grafiek op als in figuur 4.6.

4.3.1 Conclusie bezinking

De positieve ecologische effecten door de bezinking van slib zijn beschreven in het MER in § 10.5. Het betreft de toename van het foerageergebied voor visetende watervogels en de verbetering van het doorzicht. De conclusies in het MER in hoofdstuk 10 en hoofdstuk 14 blijven onveranderd met uitzondering van de score van het westelijk alternatief. De westelijke alternatieven scoren gunstiger dan de oostelijke vanwege de aansluiting bij bestaande gebieden met helder water. Uit het kennissysteem Markermeer-IJmeer blijkt dat deze aansluiting gewenst is om tot grotere aansluitende heldere zones te komen. Daarom hebben ze nu in de scoretabel de score “++” gekregen in plaats van “+”.

Tabel 4.1

Omvang van het effect van het voorkeursalternatief in relatie tot de TBES-doelstelling

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	++	++	+	++

4.4 Slib – afvangen en productie

De slibvang heeft als tweede doel om het mobiele slib permanent uit het systeem te halen. In de loop van 2014 zijn er resultaten van onderzoek naar de relatie tussen bioturbatie en het ontstaan van slib in het Markermeer gepubliceerd. Uit dit onderzoek blijkt dat er door bioturbatie sprake is van een proces dat leidt tot het vrijkomen van nieuw slib uit de oorspronkelijke bodem van de Zuiderzee. De dunne laag mobiel slib is ontstaan door bioturbatie (het omwoelen van de bodem door organismen zoals wormen) in het verleden. Omdat de sliblaag de onderliggende meerbodem afdekt, ontstaat er een zuurstofarme (anoxische) laag. Als deze anoxische laag een bepaalde dikte bereikt, neemt de bioturbatie af omdat de bodemwoelende organismen zuurstof nodig hebben.

Dit kan veranderen als de afdekkende sliblaag verdwijnt door de slibvangwerking van diverse projecten in het Markermeer. In dat geval is er weer bodemleven mogelijk en kan er weer bioturbatie optreden. Er is sprake van een dynamische balans tussen de afvoer van mobiel slib uit het systeem en de vorming van nieuw slib door bioturbatie. Er is nog niet veel bekend over de snelheid waarmee slib wordt geproduceerd door bioturbatie.

Hier wordt een eerste ordebenadering gegeven van deze dynamische slibbalans. Als basis wordt een model van de bodem van het meer gebruikt dat uit vier lagen bestaat.

Lagenmodel van het mobiele slib

Uit onderzoek (het proefschrift van M. de Lucas Pardo) blijkt dat er vier lagen in de bodem van het Markermeer te onderscheiden zijn. Van boven naar beneden:

1. De oxische laag: zuurstofhoudend mobiel slib, met een zeer geringe dikte waarin bioturbatie optreedt
2. De anoxische laag waarin bioturbatie optreedt: zuurstofarm omgewoeld mobiel slib
3. De anoxische laag waarin geen bioturbatie optreedt: zuurstofarm mobiel slib,
4. De Zuiderzee-afzettingen, dit is de oorspronkelijke bodem van de Zuiderzee.

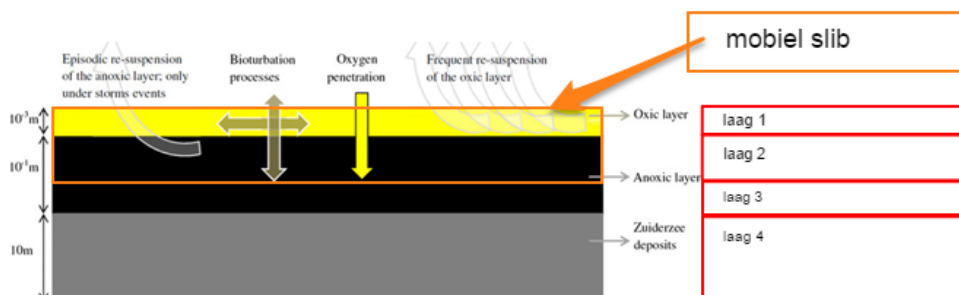


Fig. 3 Schematic illustration of sediment layers in the bed of Markermeer. The main processes affecting the dynamics of these layers are also sketched in this Figure

Figuur 4.2

Vier lagen model gebaseerd op fig. 3 uit *Erodibility of soft freshwater sediments in Markermeer: the role of bioturbation by meiobenthic fauna* (M. A. de Lucas Pardo)

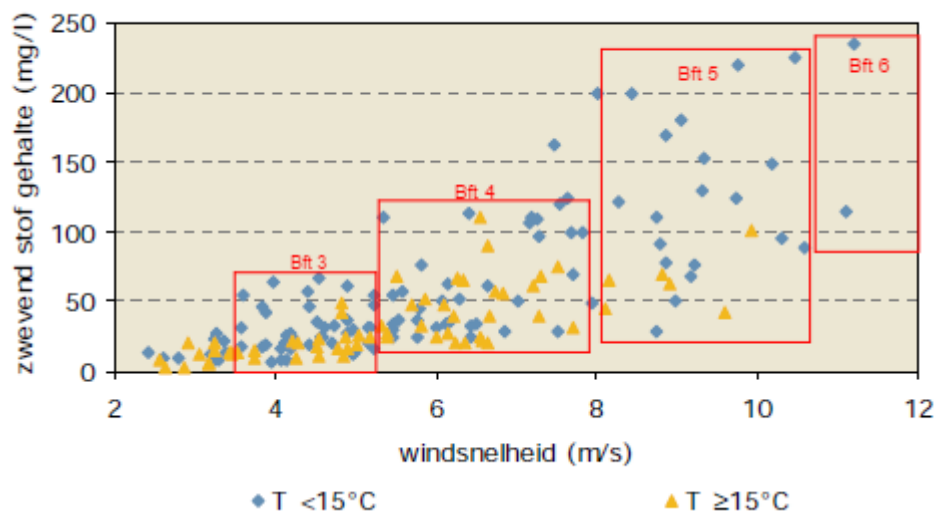
4.4.1 Bioturbatie en gehalte zwevend stof

De zone waar bioturbatie voorkomt is de bron van het mobiele slib. Het mobiele slib wordt gevormd door bodemmateriaal dat door organismen als de Tubifex-worm wordt omgewoeld naar de bodem van het meer. Hieruit ontstaat een dunne laag met slib met een zeer lage dichtheid en weinig sterkte, die door lichte golfbeweging of stroming al in suspensie wordt gebracht. Dit laagje wordt al bij windkracht 3 opgewerveld, terwijl het niet-gebioturbeerde deel van de anoxische laag of de onderliggende Zuiderzeeafzettingen pas bij harde wind of stormachtig weer (windkracht 6 of meer) in suspensie komt.

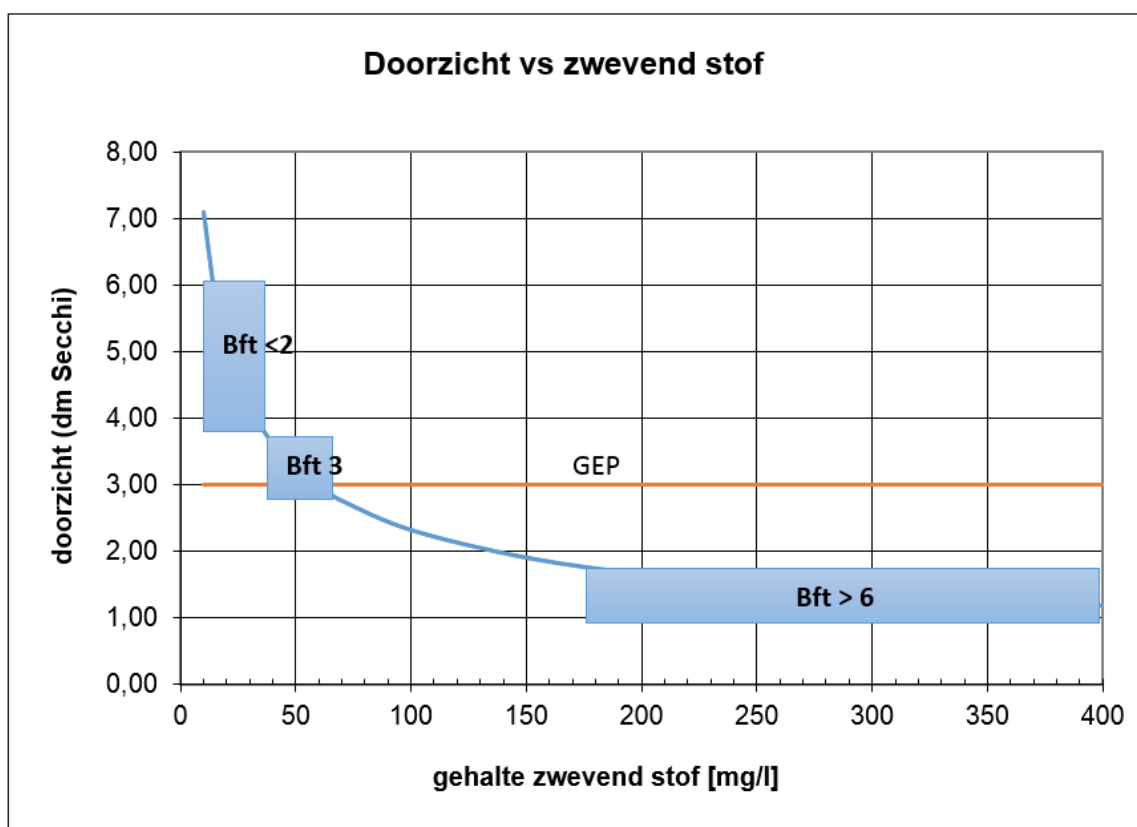


Figuur 4.3
Tekening en foto van de Tubifex-worm

Uit waarnemingen blijkt dat de gemiddelde concentraties zwevend stof (grotendeels slib) in het water van het Markermeer afhankelijk van de windsnelheid, of eigenlijk van de lineair daaraan gerelateerde golfhoogte. Dit is weergegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.4
Metingen van de windsnelheid en het zwevend stof gehalte van het water, in het midden van het Markermeer (gebaseerd op fig. 3.2.5 uit Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling).



Figuur 4.5

Relatie gehalte zwevend stof en doorzicht (naar fig. 4.4.4 uit Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling), de rode lijn geeft de GEP (zomergemiddelde doorzicht uit de KRW) aan en de rechthoeken de waargenomen spreiding bij verschillende windkracht (doorstaande wind)

4.4.2 Slibbalans

Op basis van bovenstaande waarnemingen en relaties kan er een verband afgeleid worden tussen de hoeveelheid slib in suspensie en de dikte van het mobiele sliblaagje. Hierbij wordt het hele meer als één bak met water en slib beschouwd, waarbij het slib in suspensie en op de bodem egaal verspreid is. Dit is uiteraard een vereenvoudiging van de werkelijkheid, maar is een goede basis voor een eenvoudige slibbalans van het hele systeem. Het is met de huidige stand van techniek en wetenschap nog niet mogelijk om modelsimulaties uit te voeren waarbij de berging van slib en de productie van nieuw slib variabelen in de tijd zijn in de berekening.

Als we aannemen dat bij storm al het mobiele slib in suspensie komt, wat leidt tot gemiddelde concentraties van 250 à 350 mg/l zwevende stof (zoals waargenomen), en dan weer geheel zou neerslaan, dan zou er een laagje van 5 à 6 mm ontstaan. Dit komt overeen met een totaalvolume van 1,7 miljoen m³ (zeer) mobiel slib in het Markermeer. Dit is iets minder dan het volume slib dat de slibvangput bij volle omvang per jaar invangt. Dit laagje is dunner dan het bovengenoemd oxische laagje volgens De Lucas Pardo, maar komt overeen met wat in de literatuur de 'fluffy layer' wordt genoemd (T. Vijverberg 2008). In het proefschrift van M. de Lucas Pardo wordt gesteld dat dat het oxische laagje gemiddeld over het hele Markermeer 1,04 cm dik is en de anoxische laag 10,8 cm.

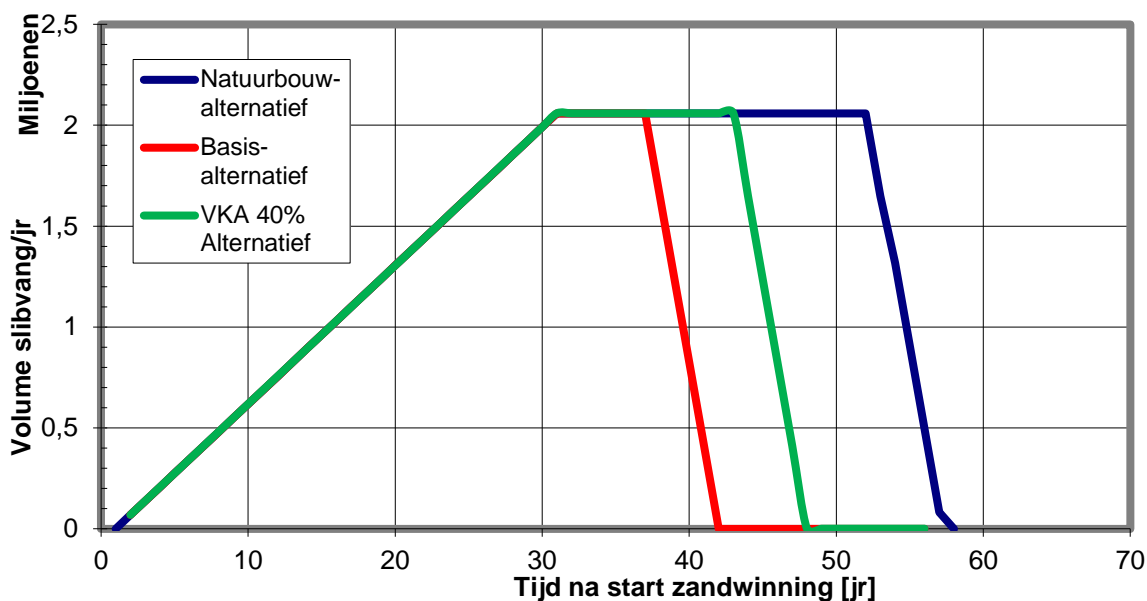
De conclusie is dat het in de praktijk – ook bij harde wind - niet voorkomt dat de hele oxische laag in suspensie komt, want dan zouden de waargenomen concentraties ongeveer twee keer zo hoog moeten zijn. Een deel van het verschil kan ook liggen in de laag water met hogere concentraties zwevende stof die vlak boven de bodem waargenomen wordt bij harde wind tot storm (Vijverberg 2008. Dit is de waterlaag waarin dichtheidstroming op kan treden.

De voorraad mobiel slib wordt na verloop van tijd steeds meer en uiteindelijk grotendeels afgevangen en geborgen door de slibvangput en door andere slibvangende projecten zoals de Marker Wadden en de Luwtmaatregel Hoornse Hop. Dit is naar schatting na 5 à 10 jaar na aanvang van de slibvang, ervan uitgaande dat de andere genoemde projecten dan ook al in aanleg zijn. Naarmate het laagje mobiel slib is verwijderd van de meerbodem, zal de rest van het oxische laagje worden geërodeerd door golven en wind. Dit leidt in de loop van tijd tot een nieuw laagje mobiel slib. Na een aantal jaren is dit ook ingevangen door de slibvangende projecten en is de oorspronkelijke oxische laag grotendeels verdwenen.

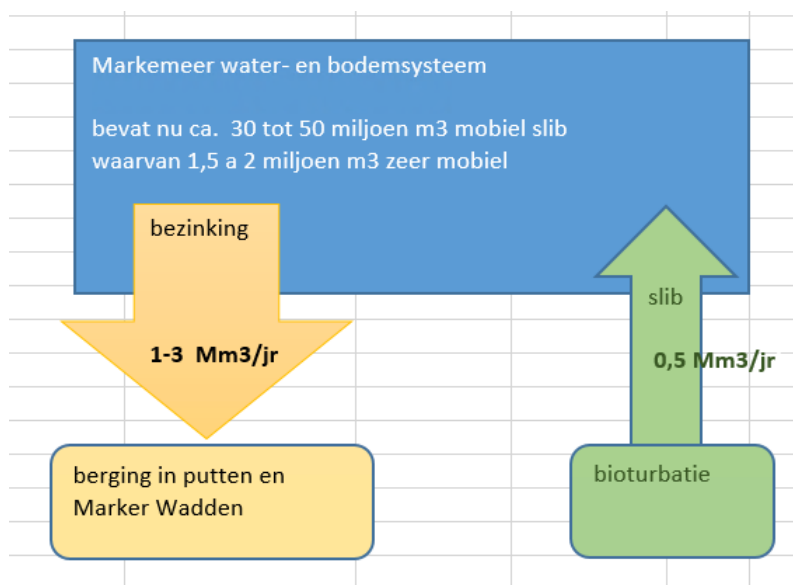
Door de bioturbatie wordt er een nieuw oxisch laagje gevormd uit de onderliggende anoxische laag. Hoe lang het duurt voor dit nieuwe laagje en daarmee hoeveel mobiel slib wordt gevormd kan niet goed worden ingeschat. Het Markermeer is nu bijna 40 jaar afgesloten van het IJsselmeer en er is al 80 jaar geen getijdenwerking meer vanwege de Afsluitdijk. De problemen met vertroebeling werden merkbaar nadat de Houtribdijk was aangelegd en er een ondiep meer met gestagneerd water ontstond. Hieruit kan worden afgeleid dat de vorming van het laagje mobiel slib minimaal 10 jaar en maximaal 40 jaar duurt. Dat komt neer op een productie van respectievelijk 500.000 tot 130.000 m³ nieuw mobiel slib per jaar, als 70% van het bodemoppervlak van het meer bloot zou komen te liggen en er overal uit dat oppervlak weer nieuw slib wordt geproduceerd. De productie van nieuw mobiel slib (max. 500.000 m³/jaar) loopt achter bij de berging van het slib uit het watersysteem (2 miljoen m³/jaar).

Het is de inschatting dat gedurende de eerste 30 tot 45 jaar van het Markerzandproject er meer slib wordt afgevangen dan er nieuw bij komt, gezien de verwachte slibberging per jaar in de slibvang van 2 miljoen m³ van dit project (figuur A7) en de slibvang van de ander projecten. Het water in het Markermeer wordt dan langzaam steeds helderder.

Geborgen volume slib per jaar exclusief consolidatie



Figuur 4.6
 Werking van de slibvang gedurende de looptijd van het project (fig. 4.12 uit het MER)



Figuur 4.7
 Schematische weergaven van de slibbalans van het Markermeer

4.4.3 De effectiviteit van de slibberging van de alternatieven

De vier alternatieven verschillen op het gebied van slibberging:

- De basisalternatieven hebben een kortere levensduur omdat de slibvang een kleiner volume heeft en dus sneller dichtgeslibd is (figuur 4.6);
- De basisalternatieven hebben een kleinere bergingscapaciteit en halen dus minder slib uit het systeem;

- De oostelijke alternatieven liggen voor slibvang vermoedelijk iets gunstiger qua oriëntatie (haaks) op de heersende windrichtingen (bij harde wind en storm) en de dichtheidsstromingen, er is echter heel weinig bekend over de stroomrichting van dichtheidsstromingen in het Markermeer;
- De westelijke alternatieven zijn 33% langer, waardoor deze een hogere effectiviteit hebben voor het invangen van dichtheidsstromingen.

Op basis van de huidige beperkte informatie zijn het westelijk en oostelijk natuurbouw-alternatief gelijkwaardig op het gebied van de hoeveelheid geborgen slib per jaar en de levensduur. Er kan op basis van de beschikbare informatie en inzichten niet geconcludeerd worden dat één van de twee locaties een hogere slibvangeffectiviteit heeft dan de ander.

4.4.4 Conclusie slibberging

De permanente berging van mobiel slib heeft zeker geen negatieve effecten op het ecosysteem en het milieu. Het is aannemelijk dat er positieve effecten zijn omdat een deel van het volume mobiel slib sneller wordt onttrokken aan het bodem-watersysteem dan er nieuwvorming door bioturbatie plaatsvindt. Het gemiddelde doorzicht neemt dan toe.

De permanente berging van slib is van ondergeschikt belang bij het halen van de ecologische doelstelling van het project. Hiervoor zijn de terbeschikkingstelling van bovengrond voor natuurbouw en het vergroten van de zones met intermediair doorzicht door bezinking van veel groter belang. Deze hebben namelijk een veel groter aantoonbaar effect.

Het is niet op voorhand uit te sluiten dat – als de slibberging zeer effectief blijkt en er veel mobiel slib uit het systeem verdwijnt – er objecten met archeologische waarden die dicht onder de meerbodem begraven liggen deels bloot komen te liggen omdat de bovenste centimeters van de meerbodem verdwijnen. Dit zal niet tot aantasting van enige omvang van de objecten leiden, omdat er in zoet water geen vrachtschade in hout optreedt en geen sterke oxidatie van metalen voorwerpen.

Het positieve effect van de permanente berging van mobiel slib is dat het water helderder wordt. Dit effect wordt voor een bepaald deel teniet gedaan door de productie van nieuw mobiel slib door bioturbatie. Met name als de slibvang nog niet op volle lengte is, is het niet uit te sluiten dat het netto-effect op de hoeveelheid zwevend slib in het Markermeer klein is. Maar alleen al het project Marker Wadden zal 2 miljoen m³ slib per jaar invangen en in totaal 20 miljoen m³ bergen (ProjectMER Eerste fase Marker Wadden). Als de productie van nieuw mobiel slib aan de hoge kant van de schattingen zit, zullen de diverse slibvangende projecten misschien niet in staat zijn om dermate veel helder water te bewerkstelligen dat de TBES-doelstelling 'gradiënt in slibgehalte' gehaald wordt. Op basis van bovenstaande afwegingen is dit scenario echter zeer onwaarschijnlijk. Mocht het zich echter voordoen, zullen er aanvullende maatregelen getroffen moeten worden om deze TBES-doelstelling te halen.

4.5 Beoordeling effecten

Gezien de nieuwe informatie over bioturbatie en de onzekerheid in de slibbalans leidt de nieuwe beoordeling van de effecten voor het deelaspect *Waterkwaliteit – langdurige slibvangwerking* op systeemniveau tot een voorzichtigere beoordeling van de positieve effecten met een bandbreedte (zwak – sterk effect). Het effect van de basisalternatieven is neutraal tot positief. Het effect van de natuuralternatieven is neutraal tot zeer positief. Het voorkeursalternatief bevindt zich daar tussenin.

4.6 Literatuur

- 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
- T. Vijverberg Msc scriptie (zie MER)
- Effect of biota on fine sediment transport processes. A study of Lake Markermeer, Miguel de Lucas, proefschrift, 29 september 2014
- De Lucas Pardo et al artikel Erodibility of soft freshwater sediments in Markermeer: the role of bioturbation by meiobenthic fauna
- www.nmij-kennissysteem-maatregelen.nl
- Ir. R.A.E. Knoben, ir. T. Vijverberg, dr. P. Dankers, ir. W. Kanger, P. Boderie en drs. R. Noordhuis Beantwoording NMIJ onderzoeksvragen HaskoningDHV RDC9V6742.A2/R0215/50124/BW/Nijm 28-10-2015
- ProjectMER Eerste fase Marker Wadden Opgesteld door Royal HaskoningDHV in opdracht van Natuurmonumenten en Rijkswaterstaat Datum 12 december 2014

5 Geologische geschiktheid

5.1 Advies Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r heeft haar advies op het onderdeel geologische geschiktheid als volgt samengevat:

De Commissie adviseert de alternatieven verder uit te werken voor de winbare hoeveelheden zand, klei en niet van elkaar gescheiden winbare mengsels te kwantificeren. Doe dit op basis van de geologische profielen en een lithostratigrafische interpretatie daarvan.

In haar tweede advies concludeert de Commissie m.e.r op het onderdeel natuurbouw als volgt:

De verhouding winbare grond/niet winbare grond is nu beter in beeld en uit de aanvullende informatie blijkt dat deze iets gunstiger voor alternatief 'Oost'.

In een voetnoot merkt de commissie op:

Hieruit blijkt overigens dat het alternatief 'Oost' minder bovengrond bevat én het onderliggend zandpakket minder klein en leem. De geologische geschiktheid van Oost lijkt dus beter. In de samenvattende tabel van de vergelijking tussen de alternatieven, komt dit niet tot uiting omdat het criterium geologische geschiktheid de emissies gemoeid met de transportafstand wordt meegenomen. De Commissie kan deze conclusie niet onderschrijven.

In de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de door de Commissie m.e.r. aangedragen punten.

5.2 Geologische informatie

De kwaliteit en de vrijkomende hoeveelheden zand en bovengrond zijn bepaald aan de hand van geologische interpretatie van de beschikbare boringen uit de database DINOloket van TNO, Geologische Dienst Nederland, de grondmechanische en baggertechnische beoordeling en de ervaring en gebiedskennis van de drie deelnemende bedrijven. Op basis van de interpretatie van de geologische informatie zijn civieltechnische lithostratigrafische profielen opgesteld waarin de relevante informatie voor het baggeren is samengevat. Dat betreft vooral de hoofdgrondsoort (zand, leem, klei of veen), de korrelgrootte van het zand (lithologie) en de gelaagdheid (stratigrafie). Leem- of kleilagen in de zandlaag die te dik of te hard zijn kunnen het baggeren bemoeilijken en worden dan stoorlagen genoemd. Er wordt geen onderscheid gemaakt in geologische formaties of ouderdom, aangezien die niet relevant zijn voor de zandwinning. De lithostratigrafische profielen zijn te vinden in bijlage 1.

In het kader van de werkvoorbereiding en de geotechnische toetsing van het putontwerp (cf. voorschrift in de ontgrondingvergunning) wordt er voorafgaand aan de uitvoering een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. Dit levert meer informatie op over de samenstelling van de ondergrond.

5.3 Hoeveelheden

De ontwerpen van de ontgraving van de twee alternatieven gaan uit van gelijke hoeveelheden winbaar zand voor beide alternatieven. De hoeveelheid bovengrond is in het westelijke alternatief iets groter.

In het milieueffectrapport is in tabel 2.1 een overzicht van de kenmerken van de alternatieven weergegeven. In tabel 5.1 wordt de bijgewerkte versie van deze tabel weergegeven. De gewijzigde getallen zijn onderstreept. Het gaat om de maximum einddiepte, die nu gecorrigeerd is voor baggerverliezen en het volume bovengrond, dat inmiddels nauwkeurig berekend is. Omdat het praktisch niet mogelijk of nuttig is om al het aanwezige zand binnen de grenzen van het ontgrondingsgebied te winnen en omdat er mors en verlies optreedt bij het baggeren en beladen van schepen, blijft er altijd een hoeveelheid zand achter in de winput (baggerverlies). In dit geval is ingeschat op basis van de ervaring van de drie deelnemende bedrijven dat er een laag van 10 m achterblijft in de winput.

De roerdiepte – de diepte tot waar gebaggerd wordt – is niet in de tabel weergegeven. Die bedraagt voor alle alternatieven 50 m – NAP.

Tabel 5.1

Overzicht kenmerken alternatieven

	Plangebied		Slibvang		Maximum einddiepte direct na zandwinning (m)	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	<u>38</u>	65
Westelijk natuuralternatief	12.000	1050	12.000	350	<u>40</u>	420	<u>38</u>	65
Oostelijk basialternatief	8.900	1416	9.000	472	15-30	425	<u>34</u>	65
Oostelijk natuuralternatief	8.900	1416	9.000	472	<u>40</u>	425	<u>34</u>	65

Hoewel het oostelijk alternatief minder bovengrond bevat, leidt dit niet tot een veel positievere geschiktheid voor zandwinning. Voor ieder alternatief geldt dat minimaal 14 miljoen m³ wordt afgevoerd. Wat overblijft, wordt omgeput. Het omputten vergt per m³ minder energie dan het laden, vervoeren per schip en lossen van zand. De per schip te transporteren hoeveelheid zand is ongeveer 2 tot 4,5 zo groot als de hoeveelheid bovengrond. Daarom weegt de cumulatieve transportafstand van bovengrond en zand in de beoordeling van de geschiktheid voor zandwinning zwaarder dan de hoeveelheid bovengrond op zich.

5.4 Kwaliteit van ondergrond van de alternatieven

De kwaliteit (samenstelling) van de ondergrond is van belang voor:

- 1 Zand – de winbare en vermarktbare hoeveelheden zand
- 2 Zand – de kosten van de winning

- 3 Bovengrond – geschiktheid toepassing in andere projecten
- 4 Bovengrond – als deze lokaal uit zand bestaat, dan kan dit zand afgevoerd worden als ophoogzand
- 5 Bovengrond – grondmechanische eigenschappen, vooral relevant voor de taludstabiliteit en de weekproductie van het baggermateriaal.

Uit de lithostratigrafische profielen blijkt dat:

- De bovengrond van het westelijke alternatief zowel meer zandlagen als veenlagen bevat dan die van het oostelijke alternatief.
- Er in het zandpakket op beide locaties klei- en leemlagen worden aangetroffen. Deze zijn echter niet dermate dik dat ze een belemmering zijn voor de zandwinning.
- De korrelgrootte van het zand op beide locaties nogal variabel is, maar dat de bandbreedte in beide gevallen voldoet aan de specificaties van diverse soorten bouwzand (met name ophoogzand).

5.5 Conclusie

Op basis van de beschikbare gegevens zijn beide locaties geologisch even geschikt voor zandwinning en voor het voorzien in bovengrond voor natuurbouwprojecten. Het oostelijk alternatief bevat minder bovengrond en minder klei en leem in het zandpakket, maar ligt op gemiddeld grotere afstand van de afnemers van zand waardoor er meer transportkilometers gemaakt moeten worden voor het transport van het zand.

Het ontgrondingsgebied is dermate groot en de uitvoeringsperiode dermate lang dat de grondstromen bovengrond tijdens de uitvoering geoptimaliseerd kunnen worden, zodat het best geschikte bodemmateriaal naar de passende bestemming vervoerd kan worden en het minder geschikt materiaal achterblijft in de put.

Het oostelijk alternatief ligt wel dichterbij de potentiële bestemming voor bovengrond Marker Wadden, maar er komt meer zand (65 miljoen m³) vrij dan bovengrond (voorkeursalternatief: 14 miljoen m³), dus het netto transport van zand plus bovengrond is hoger dan bij het westelijk alternatief. Voor beide locaties geldt dat het natuurbouwalternatief leidt tot hoeveelheden vrijkomende bovengrond die voor natuurbouw elders naar behoefte kunnen worden ingezet.

Aangezien beide locatiealternatieven in gelijke mate voldoen aan de projectdoelstelling voor de winning van bovengrond en zand, krijgen ze dezelfde scores in de beoordeling. De hoeveelheid bovengrond die verwijderd moet worden, leidt tot een negatieve score. Hoewel een deel van de afgevoerde bovengrond elders tot ecologische meerwaarde leidt, is dit niet verdisconteerd in de score voor dit deelaspect.

Tabel 5.2

Overzicht kenmerken alternatieven

Aspect	Deelaspect	Referentiesituatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	Oostelijk natuuralternatief
Geologische geschiktheid	Winbaar zand	0	+	+	+	+
	Aanwezige bovengrond	0	-	-	-	-

6 Archeologie

6.1 Advies Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r heeft haar advies op het onderdeel archeologie als volgt samengevat:

De Commissie adviseert de alternatieven verder uit te werken voor wat betreft de trefkans van archeologische (verwachtings-)waarden. Werk inrichtingsalternatieven uit waarbij (zeer) hoge (verwachtings-)waarden worden ontzien.

De Commissie adviseert in een aanvulling op het MER de beschikbare bronnen over aanwezige (verwachtings-) waarden te betrekken bij de effectbeoordeling en het uitwerken van passende mitigerende maatregelen. Doe dit voor beiden alternatieven op gelijkwaardige wijze.

De Commissie m.e.r heeft haar tweede advies op het onderdeel archeologie als volgt samengevat:

De Commissie adviseert voorafgaand aan de besluitvorming de maatregelen 'risicobeheersing door procesmanagement' uitgebreid te beschrijven. Geef aan welke vervolgonderzoeken worden uitgevoerd en wanneer deze moeten worden ingezet. Geef daarbij aan welke maatregelen getroffen kunnen worden en wie hiervoor verantwoordelijk is. Ga hierbij in op alle reëel te verwachten situaties afzonderlijk.

In de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de door de Commissie m.e.r. aangedragen punten.

6.1.1 Cultuurhistorie en Archeologie

Om verstoring van eventuele cultuurhistorische waarden te voorkomen is (conform de herziene Monumentenwet 2007) de AMZ-cyclus (Archeologische Monumenten Zorg) doorlopen en zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd en gepubliceerd:

- 2013: Archeologisch bureauonderzoek
- 2015: Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase verkennend, zie bijlage II)
- 2015: Inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend, bijlage III)

De resultaten van de verschillende onderzoeken zijn beoordeeld en goedgekeurd door de adviseur van het bevoegd gezag (de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) en worden hieronder kort besproken.

6.1.2 Archeologisch bureauonderzoek

Eind 2013 is een archeologisch bureauonderzoek (Periplus Archeomare rapport 13A001) uitgevoerd voor een gebied waarbinnen beide varianten (oost en west) vallen.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat op verschillende niveaus in de ondergrond archeologische waarden verwacht kunnen worden.

Samenvattend zijn in het gehele onderzoeksgebied de volgende vondstcategorieën te verwachten:

Tabel 6.1

Vondstcategorieën

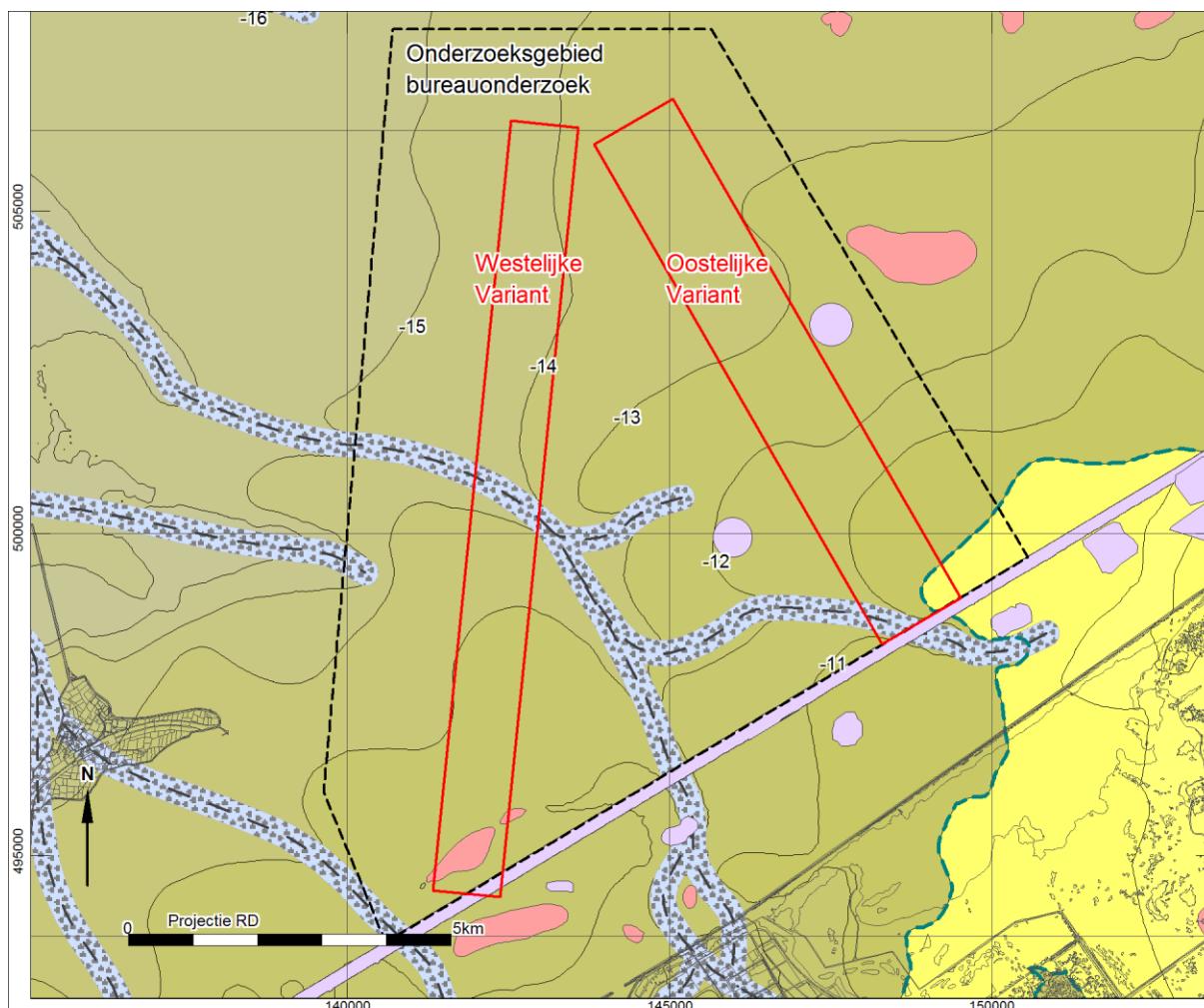
Categorie	Vondsten	Hoogte (meter NAP)	Lithostratigrafisch niveau	Archeologisch niveau
0	Midden paleolithische artefacten (verspoeld)	< -42	FM van Sterksel & FM van Urk	Fuviatiele afzettingen: grind, zand en klei
1	Laat paleolithische artefacten	-18	FM van Kreftenheye	Grofzandige en grindige rivierafzettingen 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 – afgedekte paleosols (Laag van Usselo) en desert pavements
3	Mesolithische jachtkampen	-8 tot -13	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen – Bewoningsniveaus 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 werd 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 worden met een *magnetometer* magnetische afwijkingen in kaart gebracht. Metalen objecten in de bodem, zoals conventionele explosieven en metalen wrakdelen, kunnen hiermee worden opgespoord.

Daarnaast is geadviseerd om de geplande geologisch boringen uit te voeren in aanwezigheid van een KNA-prospecteur of fysisch geograaf. Op basis van het boorkernenonderzoek kan het gebied worden verdeeld in zones met een hoge, middelhoge en lage trefkans op het voorkomen van prehistorische bewoningsresten.

Na de publicatie van het bureauonderzoek heeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed medio 2014 het rapport *Het Markermeer en IJmeer in beeld* uitgegeven. Dit rapport bevat een toelichting op de kaartenset die is samengesteld voor het gebied Markermeer-IJmeer. Deze kaartenset maakt deel uit van een pilot van de Rijksdienst waarbinnen historisch-geomorfologische kaartensets zijn ontwikkeld, specifiek voor waterbodems.

De publicatie van de Rijksdienst sluit naadloos aan op het bureauonderzoek. Voor beide onderzoeken is gebruik gemaakt van dezelfde bronnen. Het RCE-rapport bevat echter een prehistorische verwachtingskaart (zie figuur 6.1) waarop de mogelijk aanwezige hoge delen van het Pleistocene landschap concreet zijn weergegeven. Deze hoge delen, mogelijke rivierduinen in het vroegere stroomgebied van de Eem vormen gebieden met een verhoogde kans op het aantreffen van prehistorische nederzettingssporen.



LEGENDA

LAAT PALEOLITHICUM T/M NEOLITHICUM

PLEISTOCENE LANDSCHAP (AFGEDEKT)

-  Hoge delen van het pleistocene landschap
-  Geulen
-  Boven 10m -NAP
-  Onder 10m -NAP

BRONNEN

- Menke en Lenselink, 1995: Geologische en Bodemkundige Atlas van het IJsselmeergebied
- Digitaal Boorarchief Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RIJP)
- Vos e.a. 2011: Atlas van Nederland in het Holoceen

Deze kaart is tot stand gekomen door interpolatie van boorgegevens. Naast de afgebeelde eenheden kunnen niet-gekarteerde structuren zoals (reeksen van) kleine duinen en smalle ruggen voorkomen.

Figuur 6.1

De oostelijke en westelijke variant geprojecteerd op de prehistorische verwachtingskaart uit de dataset *Het Markermeer en IJmeer in beeld*

De basis voor deze kaart is echter een globaal model en tot stand gekomen door interpolatie van beschikbare boorgegevens met een relatieve lage dichtheid en in een onregelmatig grid. In de toelichting bij de kaart wordt uitgelegd dat het werkelijke reliëf in het gebied veel gevarieerder en complexer is dan wordt weergegeven. Zo is het zeer aannemelijk dat langs de afgebeelde geulen meerdere, mogelijk zelfs aaneengesloten complexen van ruggen en duinen kunnen worden aangetroffen, zoals bijvoorbeeld langs de Overijsselse Vecht bij Schokland in de Noordoostpolder. Voor het specificeren van de archeologische verwachting op detailniveau is altijd nader onderzoek nodig om de lithostratigrafische opbouw, landschapsgenese en de aanwezigheid van archeologische niveaus vast te stellen.

We kunnen stellen dat de kans op het voorkomen van prehistorische resten gelijk is voor zowel de oostelijke als westelijke variant, en dat nader onderzoek nodig is om deze verwachting te toetsen en verfijnen.

6.1.3 Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase)

In juni 2015 is een inventariserend veldonderzoek uitgevoerd voor de westelijke variant. Tijdens dit 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 onderzochte 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. Geadviseerd werd, om deze objecten te identificeren door middel van een onderwateronderzoek (duikinspecties) ten einde de mogelijke cultuurhistorische waarde te bepalen.

6.1.4 Inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend)

Op 16 juli 2015 zijn duikinspecties uitgevoerd op vijf locaties die in het vooronderzoek aangemerkt waren als objecten met een middelhoge tot hoge archeologische verwachting. De andere twee locaties liggen meer dan 500 meter buiten het plangebied en zijn daarom niet nader onderzocht. Een samenvatting van de resultaten staat in tabel 6.2.

Tabel 6.2

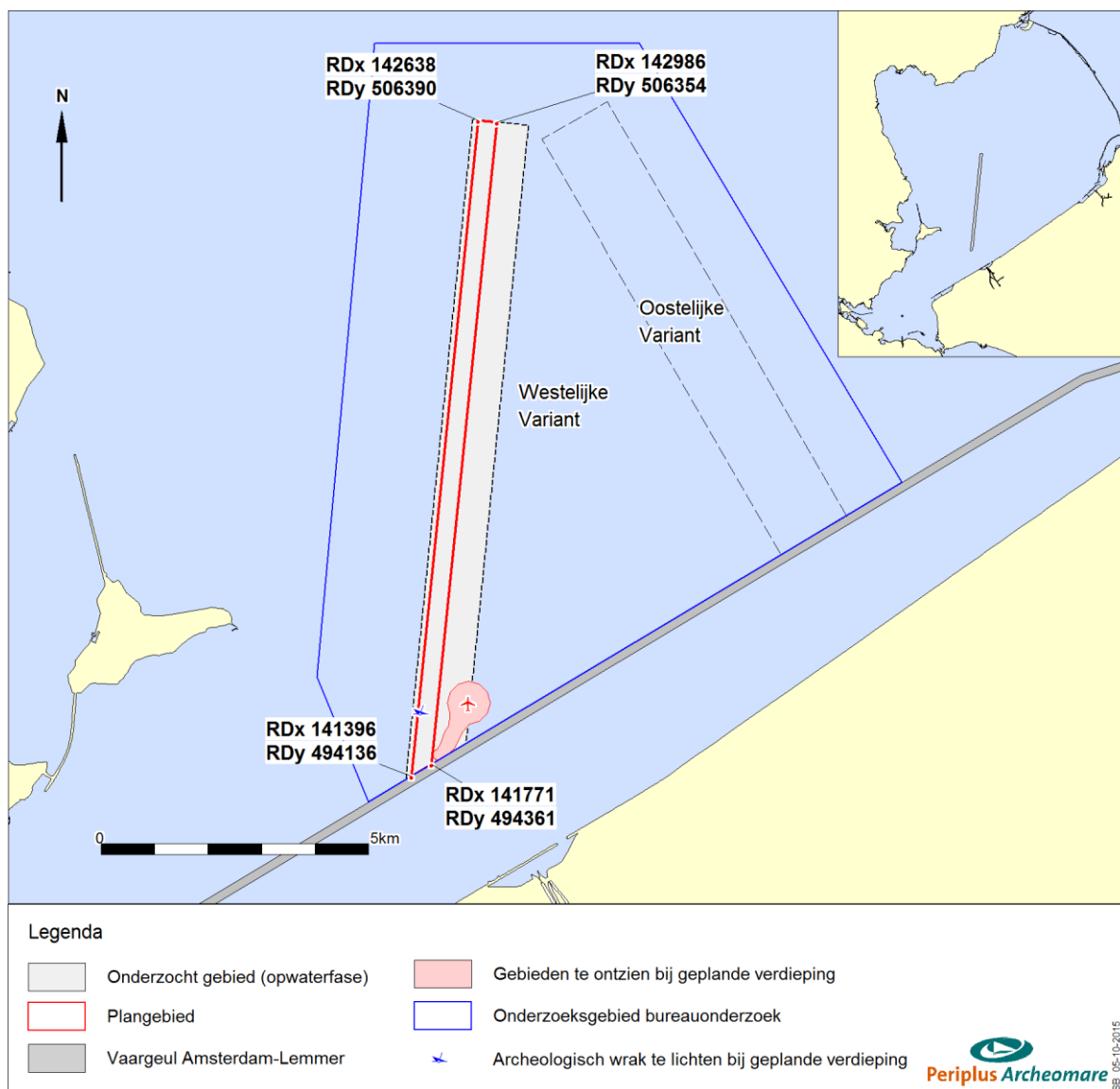
Samenvatting van de resultaten van het duikonderzoek

Locatienummer	Oorspronkelijke interpretatie side scan sonarbeelden	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 gecoate pijp, diameter 15cm, ligt in een lus
75	Scheepswrak	Houten scheepswrakje, mogelijk eind 19de/begin 20ste eeuw

Het onderzoek wees uit 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. Op basis van enkele losse vondsten wordt het wrak gedateerd tussen eind 19^e tot midden 20^e eeuw. Een aanvullend waarderend onderzoek onder water werd niet nodig geacht, maar wel is geadviseerd om dit wrakje voorafgaand aan de verdiepingswerkzaamheden te lichten zodat het op het droge nader onderzocht kan worden.

Op basis van de resultaten van de verschillende archeologische onderzoeken is een definitief ontgrondingsgebied vastgesteld. Hierbij is rekening gehouden met een bufferzone van 100 meter rondom waarbinnen tijdens het vooronderzoek geen objecten met een archeologische waarde zijn aangetroffen. Het vastgestelde ontgrondingsgebied ligt buiten de zone met mogelijke vliegtuigresten. De coördinaten van de hoekpunten van het definitieve ontgrondingsgebied zijn weergegeven in figuur 6.2 en tabel 6.3.



Figuur 6.2
Definitieve ontgrondingsgebied met coördinaten hoekpunten plangebied

Tabel 6.3
Coördinaten hoekpunten plangebied (afgerond op hele meters)

Punt	RDx	RDy	Longitude	Latitude
NW	142638	506390	05°12.2982	52°32.7000
NO	142986	506354	05°12.6063	52°32.6815
ZW	141396	494136	05°11.2299	52°26.0908
ZO	141771	494361	05°11.5597	52°26.2125

Het scheepswrakje op locatie 75 valt wel binnen het plangebied. Dit wrakje wordt voorafgaand aan de verdiepingswerkzaamheden op zorgvuldige wijze gelicht zodat het aan de oppervlakte door een gespecialiseerd archeoloog nader kan worden onderzocht en gedocumenteerd.

6.1.5 Archeologische begeleiding boringen

Voorafgaand aan de verdiepingswerkzaamheden zullen in het kader van de geplande verdiepingswerkzaamheden en zandwinning een 25-tal boringen worden uitgevoerd. Deze boringen zullen begeleid en onderzocht worden door een KNA prospector specialist waterbodems. Doel van het onderzoek is het vaststellen van:

- A. de lithostratigrafische opbouw in het plangebied;
- B. de intactheid van het paleodekzandlandschap* en het paleogetijdenlandschap;
- C. de identificatie van archeologisch kansrijke niveaus in verticale en horizontale zin.

** een indicatie voor de intactheid van het paleodekzandlandschap is de aanwezigheid een afdekkende laag veen (Basisveen Laag) en een podzol in de top van het dekzand. Voor de archeologische begeleiding van de boringen is een programma van Eisen (PvE) opgesteld.*

Zodra potentieel archeologische lagen worden waargenomen, worden deze bemonsterd (zodanig dat de monsters geschikt zijn voor de diverse in het PvE opgenomen doeleinden, inclusief voldoende materiaal om tot zeven over te kunnen gaan). In verband met de voortgang van de werkzaamheden kan ervoor worden gekozen om de kernen na bemonstering nader te onderzoeken in het laboratorium. Archeologische niveaus worden gezeefd en geanalyseerd op het voorkomen van archeologische indicatoren. De onderkant van de basisveenlaag wordt bemonsterd om het mogelijke verdrinkingstijdstip van het dekzand te bepalen.

6.1.6 Passieve archeologische begeleiding tijdens de uitvoering

Het kan niet worden uitgesloten dat zich in de rest van het plangebied toch nog objecten van cultuurhistorische waarde bevinden, die tijdens de onderzoeken gemist zijn. Daarom wordt een vorm van passieve archeologische begeleiding toegepast, waarbij in het bestek van de geplande werkzaamheden een protocol wordt opgenomen over de handwijze voor de uitvoerder en uitvoeringsbegeleider bij een archeologische vondst. In geval van een vondst moet contact opgenomen worden met het bevoegd gezag, zoals dat in de Monumentenwet 1988 (herzien in 2007) staat voorgeschreven. Vervolgens wordt de vondstlocatie ontzien bij de werkzaamheden en nader onderzoek op de locatie uitgevoerd.

6.1.7 Risicobeheersing door procesmanagement

Tabel 6.4 toont een samenvatting van de risico's voor de eventueel aanwezige archeologische waarden in het gebied en de daaruit voortvloeiende beheersmaatregelen.

Tabel 6.4

Samenvatting risico's voor aanwezige archeologische waarden en de beheersmaatregelen.

Risico	Bedreiging	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
Aanwezigheid prehistorische nederzettingen	Aantasting van resten	<ol style="list-style-type: none"> Vaststellen of de verhogingen in het pleistocene landschap intact zijn door middel van boringen en archeologische analyse monsters. Opstellen selectieadvies: Niet intact: geen bedreiging Wel intact: gebieden worden overgeslagen bij winning, dus behoud in situ of aanvullende archeologische begeleiding tijdens de werkzaamheden waardoor eventuele vondsten worden verzameld en veiliggesteld. 	<p>Vergunninghouder (voorschrift in vergunning)</p> <p>Vergunninghouder (voorschrift in vergunning)</p>
Aanwezigheid van scheeps- en vliegtuigwrakken	Aantasting van resten tijdens werkzaamheden	<ol style="list-style-type: none"> Uitvoeren inventariserend veldonderzoek, zoals gedaan voor westelijke variant. Archeologische begeleiding tijdens uitvoering. Bij een vondst wordt het werk ter plaatse stilgelegd, het object nader onderzocht en een selectieadvies opgesteld. 	Vergunninghouder (voorschrift in vergunning)
Blootleggen van wrakresten in de omgeving na onttrekken slib	Aantasting van wrakresten	<ol style="list-style-type: none"> Monitoring van de omgeving tijdens en na de werkzaamheden 	Vergunninghouder (voorschrift in vergunning)

De risico's en beheersmaatregelen worden hieronder nader toegelicht.

Prehistorische nederzettingen

Huidige situatie

In Markermeer worden in de top van het pleistocene landschap bewoningsresten uit de vroege prehistorie verwacht. De top van de pleistocene opeenvolging bevindt zich 9 tot 16 meter onder NAP en wordt gevormd door de Formatie van Boxtel (Laagpakket van Boxtel/Delwijnen) en plaatselijk, de Formatie van Kreftenheye. Aan de basis van de holocene bedekking komt op veel plaatsen in het Markermeergebied de Basisveen Laag voor. De aanwezigheid van deze laag wijst op een geleidelijke verdrinking van het gebied. In plangebied Markerzand worden daarom in situ archeologische resten van hoge fysieke kwaliteit verwacht. Een tweede archeologisch niveau bestaat uit oeverafzettingen van zoet- en brakwatergetijdengeulen en -kreeken. Deze oevers zijn tijdens het Neolithicum voor seizoensbewoning gebruikt (Swifterbant-cultuur) en mogelijk ook voor de inrichting van kampplaatsen tijdens het Mesolithicum. Dit archeologische niveau bevindt zich in de kleiige holocene opeenvolging van het Laagpakket van Wormer, naar verwachting op 13 tot 5 meter onder NAP. In het Markermeergebied zijn geen vindplaatsen van prehistorische nederzettingen bekend. De informatiewaarde van tot dusver onontdekte nederzettingen is daarom groot.

Bedreiging

De voorgenomen winning van zand tot 50 meter onder NAP in het plangebied vormt een bedreiging voor potentiële bewoningssporen uit de prehistorie.

Waarde

De archeologische waarde van de verwachte nederzettingen is **hoog**, omdat op basis van de huidige gegevens de fysieke kwaliteit en informatiewaarde van nederzettingen in het Markermeergebied hoog wordt ingeschat.

Waarschijnlijkheid

Op basis van het bestaan van bekende vindplaatsen van prehistorische nederzettingen in de zandgebieden van Nederland, de landschappelijke constellatie waarin deze nederzettingen zijn aangetroffen en de verwachte intactheid van grote delen van het pleistocene landschap in het Markermeer, wordt de waarschijnlijkheid dat in plangebied Markerzand prehistorische nederzettingen aanwezig zijn **bijna zeker** geacht.

Risico

Risico = waarschijnlijkheid x consequentie

Het risico dat er zonder aanvullende maatregelen tijdens de zandwinning prehistorische nederzettingen van hoge archeologische waarde worden aangetast, is zeer groot. Dit risico kan als **niet aanvaardbaar** worden geclassificeerd.

Risicobeheersing

Geo-archeologisch onderzoek kan inzicht geven in de landschappelijke context van archeologische resten uit de vroege prehistorie. Een dergelijk onderzoek heeft een landschapsgericht perspectief, dat recht doet aan het volledige scala aan archeologische fenomenen zoals die zijn achtergelaten (en deels nog in de bodem bewaard) door prehistorische jagers, vissers en verzamelaars. De primaire focus van het onderzoek is daarmee gericht op het landschap, maar de doelstelling om vindplaatsen op te sporen wordt niet volledig losgelaten.

De mogelijkheden zijn echter beperkt. Het archeologisch niveau voor bewoningsresten uit de vroege prehistorie ligt in plangebied Markerzand op 9 tot 16 meter onder NAP. Dit niveau is afgedekt door holocene afzettingen en water. Vroegprehistorische nederzettingen worden tijdens een inventariserend veldonderzoek makkelijk gemist, zelfs in gebieden waar pleistocene sedimenten aan het oppervlak liggen (bron: NOA). Dit geldt dus zeker ook voor de verwachte diepgelegen nederzettingen in het Markermeer.

Om kleine en middelgrote nederzettingen met een matig-hoge vondstdichtheid op te sporen en te karteren zouden met een 15-centimeterboor grondboringen moeten worden uitgevoerd, waarbij de boringen in een 20 x 25 meter grid worden gezet. Dit komt neer op 20 boringen per hectare en dus 8400 (!) boringen voor het plangebied Markerzand. Het uitvoeren van deze hoeveelheid boringen is financieel en praktisch niet haalbaar/uitvoerbaar.

Daarom is gekozen om het prospectieonderzoek - naast de landschapsreconstructie - te richten op het opsporen en karteren van (zeer) grote nederzettingen met een archeologische laag (Swifterbant op 5 tot 10 meter onder NAP) of een dichte strooiing van overwegend vuursteen (top Laagpakket van Wierden/Delwijnen). Hierbij wordt een boor met een binnendiameter van 10 centimeter gebruikt. Het risico dat kleine of middelgrote nederzettingen in plangebied Markerzand worden aangetast kan helaas niet worden geëlimineerd.

Beheersmaatregelen

In het plangebied boringen onder archeologische begeleiding worden uitgevoerd om een gedetailleerd beeld te krijgen van de landschappelijke context van archeologische resten in het plangebied.

Doel van het onderzoek:

- a) het in kaart brengen van (de intactheid van) het pleistocene landschap;
- b) het aanwijzen van landschapseenheden waar de kans op prehistorische nederzettingen het grootst wordt geacht;
- c) het opsporen en karteren van grote herhaald en/of langdurig bewoonde nederzettingen met een dichte strooiing van vuursteen.

De doelstelling wordt gerealiseerd door middel van geo-archeologisch booronderzoek al dan niet in combinatie met een subbottom profiler survey.

Het inventariserend veldonderzoek geeft inzicht in de landschappelijke context van archeologische resten in het Markermeer in het algemeen en in plangebied Markerzand in het bijzonder, en resulteert mogelijk in de identificatie van grote nederzettingen in het gebied. De kans dat kleine en middelgrote nederzettingen worden gemist, is groot. Daarom wordt voorzien in een (passieve) archeologische begeleiding van de zandwinactiviteiten.

Doel van de begeleiding:

Archeologische resten (bijvoorbeeld van kleine of middelgrote nederzettingen) die tijdens de zandwinning aan het licht komen nader te onderzoeken, zodat de beperkt kennis over bewoning in het Markermeergebied kan worden aangevuld.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden (booronderzoek, subbottom profiler survey en archeologische begeleiding) worden conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA-WB 3.2) uitgevoerd. Het onderzoekstraject wordt net als de cyclus van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) in afzonderlijke fasen doorlopen. De eisen en praktische invulling van het inventariserend veldonderzoek en de archeologische begeleiding worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE) en een Plan van Aanpak (PvA). Het PvE is reeds opgesteld en goedgekeurd door de RCE (bijlage IV). Het PvA is in concept opgesteld en moet nog door de bevoegde overheid worden goedgekeurd.

Restrisico

De waarschijnlijkheid dat na het nemen van de beheersmaatregelen prehistorische resten worden aangetast, wordt geclassificeerd als **mogelijk tot waarschijnlijk**.

De beheersmaatregelen (Inventariserend veldonderzoek en Archeologische Begeleiding) worden optimaal ingezet om de informatiewaarde die onderzoek van het prehistorisch landschap oplevert ten volle te benutten. De resultaten kunnen leiden tot planaanpassing, bijvoorbeeld als een prehistorische nederzetting in het plangebied is aangetroffen. Daarom wordt het restrisico, ondanks het gegeven dat de verstoring van kleine en middelgrote prehistorische nederzettingen niet kan worden uitgesloten, als **aanvaardbaar** geclassificeerd.

Scheeps- en vliegtuigwrakken

Huidige situatie

Voor de bovenste meters van het Holocene pakket kunnen (resten van) scheepswrakken en vliegtuigwrakken worden verwacht.

Voor het gebied van de westelijke variant is een inventariserend veldonderzoek uitgevoerd waarbij het volledige oppervlak van de waterbodem in kaart is gebracht, en deels de diepere ondergrond onderzocht is op de aanwezigheid van ijzeren resten. Hierbij zijn twee scheepswrakken aangetroffen; één recent polyester wrak en één historisch wrakje. Daarnaast zijn begraven resten van een vliegtuig uit de Tweede Wereldoorlog in kaart gebracht.

Het is mogelijk dat zich in het gebied nog volledig begraven resten bevinden die gemist zijn tijdens het vooronderzoek.

Voor het gebied van de oostelijke variant geldt dat hier geen veldonderzoek heeft plaatsgevonden.

Bedreiging

De voorgenomen winning van zand tot 50 meter onder NAP vormt een bedreiging voor de aangetoonde en nog onontdekte archeologische wrakken en vliegtuigen.

Waarde

De archeologische waarde van de verwachte wrakken is **hoog**, omdat op basis van de huidige gegevens de fysieke kwaliteit (conservering) en informatiewaarde van wrakresten in het Markermeergebied hoog wordt ingeschat.

Waarschijnlijkheid

Op basis van bekende vindplaatsen in Flevoland en de vondsten in het gebied van de westelijke variant, wordt de waarschijnlijkheid dat in zowel in het gebied van de westelijke als oostelijke variant scheeps- of vliegtuigwrakken aanwezig zijn **vrijwel zeker** geacht.

Risico

Risico = waarschijnlijkheid x consequentie

Het risico dat er zonder aanvullende maatregelen tijdens de zandwinning wrakresten van hoge archeologische waarde worden aangetast, is zeer groot. Dit risico kan als **niet aanvaardbaar** worden geïdentificeerd.

Risicobeheersing

Voor de westelijke variant is het merendeel van de wrakresten al in kaart gebracht. De bekende vindplaatsen (inclusief het vliegtuigwrak dat tijdens het vooronderzoek is aangetroffen) worden ontzien bij de werkzaamheden (aanpassing plangebied, dus behoud in situ) of op archeologisch verantwoorde wijze worden gelicht (historisch wrakje). Als gekozen wordt voor de oostelijke variant, wordt hier een vergelijkbaar inventariserend veldonderzoek uitgevoerd.

De mogelijk aanwezige volledig begraven wrakresten zullen door middel van archeologische begeleiding tijdens de verdiepingswerkzaamheden veilig worden gesteld. Dit houdt in, dat bij een toevalsvondst de werkzaamheden ter plaatse worden stilgelegd en een archeoloog een analyse maakt van het aangetroffen object. Vervolgens wordt besloten of deze locatie overgeslagen wordt bij de werkzaamheden (behoud in situ), of dat de vondst veiliggesteld moet worden. Hiermee kan het risico op aantasting van wrakresten in het plangebied Markerzand worden geëlimineerd.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden worden conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA-WB 3.2) uitgevoerd. Het onderzoekstraject wordt net als de cyclus van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) in afzonderlijke fasen doorlopen. De eisen en praktische invulling van de archeologische begeleiding worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE) en een Plan van Aanpak (PvA). Het PvE is reeds goedgekeurd door de RCE (bijlage IV). Er vindt op dit moment afstemming met RCE en het bevoegd gezag plaats over de invulling van het PvA. Het PvA moet door de bevoegde overheid worden goedgekeurd.

Restrisico

De waarschijnlijkheid dat na het nemen van de beheersmaatregelen wrakresten worden aangetast wordt geïdentificeerd als 'NIHIL'.

Effecten op scheepsresten door slibtransport en bioturbatie

Huidige situatie

De eventuele aanwezige scheepswrakken in situ zijn geheel of gedeeltelijk bedekt met slib of sediment, waardoor de aantasting door bioturbatie of oppervlakte-erosie minimaal is.

Bedreiging

Bij het aanleggen van een slibvangput wordt slib aan de omgeving onttrokken. Hierdoor komen eventueel aanwezige scheepswrakken aan het oppervlak te liggen en deze worden blootgesteld aan erosie. Naar verwachting neemt de slibbedekking maximaal enkele centimeters tot maximaal 15 centimeter in dikte af. Dat kan nu ook al optreden tijdens stormcondities.

Waarschijnlijkheid

De kans op de aanwezigheid van scheepswrakken in het gebied is groot. Vanwege de zachte bodem (slib, klei en veen) zullen de aanwezige resten grotendeels in de waterbodem begraven liggen, waardoor een goede conservering van de resten gegarandeerd is. Het al dan niet aanwezig zijn van een sliblaag heeft dan ook een **zeer beperkt** effect op de mate van conservering.

Beheersmaatregelen

Wrakken in de directe omgeving van het plangebied die aan het oppervlakte komen door onttrekken van slib zullen worden opgespoord met behulp van oppervlakte scans tijdens reguliere peilingen tijdens de verdiepingswerkzaamheden. Als resten worden aangetroffen, wordt er een monitoringsplan opgesteld.

6.2 Conclusie

Voor beide alternatieven is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek heeft uitgewezen dat voor beide varianten de archeologische verwachting vrijwel gelijk is. Voor het hele gebied geldt dat scheepswrakken, scheepvaartgerelateerde resten, vliegtuigresten en begraven prehistorische nederzettingssporen verwacht kunnen worden.

Het westelijk alternatief is nader onderzocht in het kader van de vergunningaanvraag voor het westelijk alternatief conform de stappen uit de AMZ-cyclus (Archeologische Monumenten Zorg) waarbij verschillende onderzoeken zijn uitgevoerd. De resultaten van deze onderzoeken zijn beoordeeld en goedgekeurd door de adviseur van het bevoegd gezag (de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed). Als gevolg van dit onderzoek is het ontgrondingsgebied binnen het westelijk plangebied naar het westen verschoven om vrij te blijven van waargenomen objecten.

Het waterbodemoppervlak is onderzocht op scheepvaartgerelateerde resten en vrijgegeven voor de geplande werkzaamheden, op één locatie na; een klein scheepswrak in het zuiden van het onderzoeksgebied. Dit scheepswrak wordt voorafgaand aan de verdiepingswerkzaamheden zorgvuldig gelicht en nader onderzocht. Eventuele begraven objecten die tijdens de verdiepingswerkzaamheden aan het licht komen, worden door middel van archeologische begeleiding veiliggesteld. Voorafgaand aan de verdiepingswerkzaamheden zullen onder archeologische begeleiding boringen worden gezet, met extra aandacht voor de locatie waar zich mogelijk prehistorische rivierduinen bevinden. Indien potentieel archeologische lagen worden waargenomen, worden deze bemonsterd en wordt een selectieadvies opgesteld. Deze benadering sluit aan bij die van de Marker Wadden. Zoals in § 6.1.7 is toegelicht, is het risico op aantasting van archeologisch waardevolle objecten omdat ze bloot komen te liggen zeer gering.

De beheersmaatregelen (Inventariserend veldonderzoek en Archeologische Begeleiding) worden optimaal ingezet om de informatiewaarde die onderzoek van het prehistorisch landschap oplevert ten volle te benutten. De resultaten kunnen leiden tot planaanpassing, bijvoorbeeld als een prehistorische nederzetting in het plangebied is aangetroffen. Daarom wordt het restrisico, ondanks het gegeven dat de verstoring van kleine en middelgrote prehistorische nederzettingen niet kan worden uitgesloten, als **aanvaardbaar** geclassificeerd.

6.3 Literatuur

- 2013: Van den Brenk, S., van Lil, R. en Muis. L.A. Bureauonderzoek Markerzand, Markermeer. Periplus Archeomare rapport 13A001-01
- 2014: Houkes, M.C., R. van Lil, S. van den Brenk en M.R. Manders. Het Markermeer en IJmeer in beeld. De ontwikkeling van een historisch geomorfologische kaartenset voor de waterbodem. Uitgave Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort
- 2015: Muis. L.A. Programma van Eisen Inventariserend Veldonderzoek opwateronderzoek, zandwingebied Markerzand
- 2015: Van Lil, R. Programma van Eisen Inventariserend veldonderzoek – opwater verkennend (booronderzoek).
- 2015: Muis, L.A. en S. van den Brenk. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Markerzand, Markermeer, Periplus Archeomare Rapport 15A012-01
- 2015: Muis. L.A. Programma van Eisen Inventariserend Veldonderzoek onderwaterfase verkennend, zandwingebied Markerzand
- 2015: Muis, L.A. en S. van den Brenk. Inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend) Markerzand, Markermeer, Periplus Archeomare Rapport 15A012-02

7 Natuur

7.1 Advies Commissie m.e.r.

De Commissie m.e.r heeft haar advies op het onderdeel natuur als volgt samengevat:

De Commissie vindt het essentieel voor het besluit dat aandacht wordt besteed aan de (tijdelijke) negatieve effecten op schelpdieretende vogelsoorten op hetzelfde detailniveau als voor de visetende watervogels is gedaan. Dit kan door ofwel te onderbouwen dat er geen effecten zijn dan wel te motiveren dat de optredende effecten geen significant negatieve gevolgen hebben voor de instandhoudingsdoeltellingen. Ga daarbij dan in op de aard en omvang van (tijdelijke) effecten en de matige van (on)zekerheid waarin herstel of verbetering van leefgebied optreedt.

De Commissie m.e.r heeft haar tweede advies op het onderdeel natuurbouw als volgt samengevat:

De Commissie adviseert voorafgaand aan de besluitvorming voor minstens één alternatief aan te tonen dat aantasting van natuurlijke kenmerken kan worden uitgesloten. Als aantasting van natuurlijke kenmerken niet kan worden uitgesloten, volgt uit de wetgeving dat de ADC-toets doorlopen moet worden.

In de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de door de Commissie m.e.r. aangedragen punten. In dit hoofdstuk is de aanvulling voor de effecten op de schelpdieretende watervogels weergegeven. Hierbij is de indeling van de passende beoordeling gevolgd.

Noot: vanaf hier is het hoofdstuk uit de eerste versie van de aanvulling in zijn geheel vervangen. Omwille van de leesbaarheid is deze tekst niet op een roze ondergrond weergegeven.

7.2 Verspreiding van benthoseters in het Markermeer-IJmeer

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 op dit moment 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 onder andere in de mosselgebieden. Van de kuifeenden zitten de grote winteraantallen nog steeds in het IJmeer en langs de kust van Flevoland, vooral ter hoogte van 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 (waterplantgebonden). 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 van de Passende Beoordeling staat per maand aangegeven welke vogelaantallen waar voorkomen langs de kust van het Markermeer. Ook staat aangegeven welke soorten gebruiken van welke delen van het open water.

7.3 Foerageermogelijkheden kuifeend

De duikdiepte en vliegafstanden van kuifeenden zijn op dit moment kleiner dan tijdens het onderzoek van De Leeuw. De voedselvoorraden ter plaatse van de zandwinlocaties zijn momenteel niet meer bereikbaar voor de kuifeend. In deze paragraaf wordt dit toegelicht.

7.3.1 Data Joep de Leeuw

De gegevens waarop De Leeuw zijn studie over voedingspatronen en duikdiepte heeft gebaseerd zijn afkomstig van eenden uit visnetten die zijn verzameld in de jaren 1979-1990, met sterke nadruk op de jaren 1979-1981 (hoofdstuk 2 proefschrift, pagina 26). De Leeuw onderzocht de energiebalans van toppereenden en kuifeenden in relatie tot duikdiepte en foerageersucces (voedingswaarde van de mosselen). Daarvoor maakte hij een schatting van de dagelijkse energie-uitgave per soort, onder de omstandigheden die gelden in de wintermaanden in het IJsselmeer en Markermeer. Om in balans te zijn met de voedselopname, mag deze uitgave niet boven een bepaalde grenswaarde uit komen.

Voor de toppereend kwam de uitgave in het IJsselmeer boven deze waarde uit bij diepten van 4 tot 5 meter, afhankelijk van de kwaliteit van de mosselen (4 meter in het zuiden, 5 meter in het noorden, waar de mosselen beter waren). In het Markermeer lag de uitgave, ongeacht de diepte, altijd boven deze waarde. Door de toppereend konden mosselen dus niet profijtelijk worden benut (proefschrift synthese, fig. 4, pag. 155). De aantallen van deze soort zijn in het Markermeer altijd veel lager geweest dan in het IJsselmeer.

De kuifeend kon volgens zijn modelbenadering op een diepte van 3 meter wel profijtelijk foerageren in het Markermeer. Bij een afname van het foerageersucces (of voedingswaarde mosselen) met 20% verschoof de balans tussen kosten en baten op deze diepte echter ruimschoots voorbij de grenswaarde (proefschrift synthese, figuur 7, pagina 158). Dit betekent enerzijds dat de balans bij toenemende diepte ook in die periode al snel de grenswaarde zal overschrijden, anderzijds dat bij enige afname van de dichtheid of kwaliteit van de mosselen de grenswaarde ook op 3 meter al snel wordt overschreden.

7.3.2 Veranderingen in voedingswaarde mosselen sinds 1979-1981

Sinds de periode waaruit de data van De Leeuw afkomstig zijn, is de waterkwaliteit en ecologie van het IJsselmeer en Markermeer zeer sterk veranderd (Noordhuis 2010, Noordhuis *et al.* 2014). De voedselrijkdom van het water is afgenomen en in reactie daarop is de samenstelling van het fytoplankton veranderd. Dit is abrupt gebeurd omstreeks 1992. De nieuwe gemeenschap van algen is minder geschikt als voedsel voor mosselen. Dat heeft twee oorzaken:

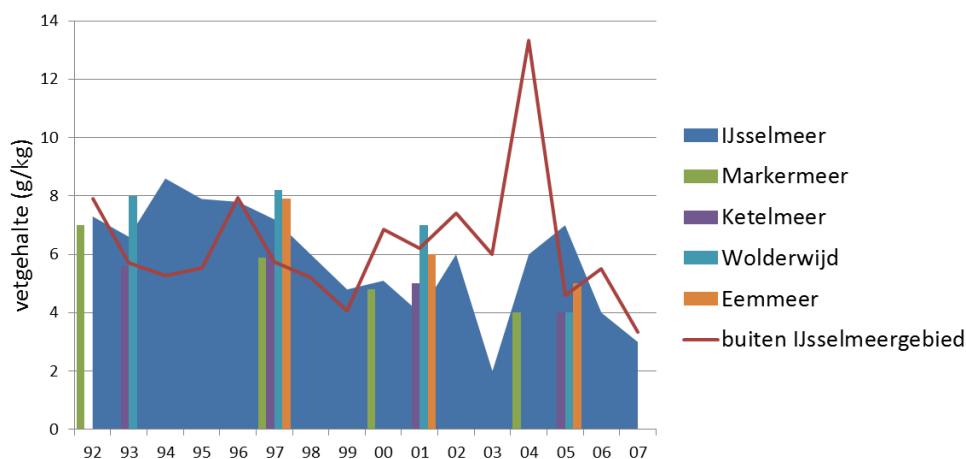
1. De soortensamenstelling van het fytoplankton is aangepast aan de lagere fosfaatgehalten en bestaat uit algen die sneller groeien op minder fosfaat, en daardoor ook minder fosfaat bevatten (modelstudie met algenmodel BLOOM; Harezlak et al. in prep.). Uit onderzoek blijkt dat het vlees van mosselen die zich met zulke algen voeden meer water bevat (het drooggewicht neemt af ten opzichte van het nat vleesgewicht; Mandemakers 2013).
2. De dominante algen in de nieuwe gemeenschap zijn kleincellige, kolonievormende blauwalgen als Aphanothece, Aphanocapsa en Cyanodictyon. De kolonies bestaan uit vele losse cellen in een matrix van polysaccharide. Uit onderzoek blijkt dat Aphanothece, de meest talrijke soort in het Markermeer, gemakkelijk vlokken vormt met zwevende slibdeeltjes, meer dan bijvoorbeeld de draadvormige Aphanizomenon, die dominant was in de jaren 1980 (De Lucas Pardo et al. 2015). Deze vlokken kunnen tot enkele millimeters groot worden, en een groot deel is groter dan de maximum grootte van deeltjes die een mossel kan filteren. Dit is mogelijk de oorzaak van onder meer de lagere groeisnelheid van mosselen in het Markermeer ten opzichte van het IJsselmeer.

7.3.3 Beschikbare gegevens mosselen

Er zijn verschillende typen metingen die informatie geven over de voedingswaarde van de mosselen en veranderingen daarin:

1. data over vetgehalten,
2. data over lengteverdeling,
3. data over groei,
4. data over relatieve vleesgewichten.

Ad 1. Vetgehalten in driehoeksmosselen



Figuur 7.1

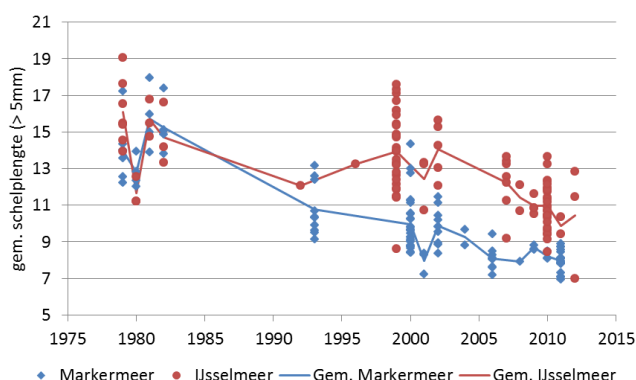
Vetgehalte van driehoeksmosselen uit het noordwesten van het IJsselmeer (Zeughoek), en van mosselen van deze locatie nadat ze vier weken in het Markermeer en andere rijkswateren zijn geplaatst. Locaties buiten het IJsselmeergebied zijn gemiddeld. Gegevens Rijkswaterstaat.

Gegevens over vetgehalten van driehoeksmosselen zijn beschikbaar uit de periode 1992-2007, en zijn afkomstig uit het RWS meetnet voor ecotoxicologie. Mosselen werden opgevist uit het IJsselmeer (bij de Zeughoek) en in korfjes uitgehangen in andere rijkswateren, om na verloop van tijd de accumulatie van stoffen in het vlees te meten. Daardoor is een reeks van jaarlijkse metingen van vetgehalten uit het IJsselmeer beschikbaar, en een reeks vierjaarlijkse metingen in onder andere het Markermeer. Bij beide reeksen is sprake van een duidelijke afname (figuur 7.1).

Er is nauwelijks verschil tussen beide meren, wat betekent dat de mosselen uit het IJsselmeer na plaatsing in het Markermeer vermageren noch opvetten, zoals ze elders, met name buiten het IJsselmeergebied deden nadat de vetgehaltenes in het IJsselmeer zelf begonnen af te nemen. In het Markermeer moet dus sprake zijn geweest van een zelfde afname van vetgehaltenes als in het IJsselmeer.

Ad 2. Lengteverdeling Driehoeksmossel

In de periode waarin de eenden van De Leeuw zijn verzameld waren de driehoeksmosselen in het najaar in beide meren gemiddeld 15 mm groot (exclusief broed, mosselen van 5 mm en kleiner; figuur 7.2). Sindsdien zijn de mosselen steeds kleiner geworden, in het bijzonder in het Markermeer (momenteel ca 8 mm).



Figuur 7.2.

Gemiddelde schelpplente van driehoeksmosselen uit het IJsselmeer en Markermeer (exclusief mosselen < 6 mm) met gemiddelden per meetjaar (lijnen).

Ad 3. Groei

Groei van mosselen kan bepaald worden door van mosselen van een bepaalde lengte in kooitjes de groei te volgen, of door cohorten te volgen in maandelijkse samples uit de meren. Uit een combinatie van deze methoden is voor de perioden 1980-1985 en 2009-2012 de lengte afgeleid die mosselen gemiddeld bereikten aan het einde van het tweede en derde groeiseizoen en IJsselmeer en Markermeer (tabel 7.1). Daaruit blijkt dat die lengtes in de periode daar tussenin zeer sterk zijn afgenomen. Dat is het geval in beide meren, maar met name in het Markermeer. Hieruit kan worden afgeleid dat de afname van de gemiddelde schelpplente een gevolg is van vertraagde groei (d.w.z. meer dan van vervroegde sterfte).

Years	MM 2 nd season	MM 3 rd season	YM 2 nd season	YM 3 rd season
1980-1983 Dp	15	18	13	19
1981 Dp	16,5	19,5	15,9	22,5
1982 Dp	16,8	20,7	15,1	23,6
1983 Dp	13,6	18,1	12,4	22,0
1984 Dp	11,8	15,7	11,6	19,1
1985 Dp	11,1	15,0	14,9	21,3
2012 Dp			16,2	21,4
2012 Dr			18,5	28,3
2009-2012 Dp	4	7	8	17
2009-2012 Dr	7	12	14	20

Tabel 7.1.

Lengte die mosselen met een startlengte van 2 mm hebben bereikt na een jaar en na twee jaar. 1980-1983 en 2009-2012 afgeleid uit maandelijkse veldbemonsteringen (Bij de Vaate & Jansen 2012), afzonderlijke jaren 1981-1985 berekend uit formules van Bij de Vaate 1991. Dp = Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*, Dr = Quagga mossel *Dreissena rostriformis*

Ad 4. Relatief vleesgewicht

Het gemiddelde droogvleesgewicht bij een bepaalde schelpenlengte in een andere maat voor de voedingswaarde van de mosselen. In 1983 en 1984 zijn zulke gewichten bepaald in het IJsselmeer. Een mossel van 25 mm bereikte toen in het voorjaar een vleesgewicht van ca 60 mg (berekend naar Bij de Vaate 1991). In 2009-2011 was dat hooguit 40 mg (Bij de Vaate & Jansen 2012) in het IJsselmeer, in het Markermeer was het 20-30 mg (niet bekend uit de jaren 1980).

7.3.4 Quaggamossel versus driehoeksmossel

Vanaf de verschijning van de quaggamossel in het gebied in 2007 is sprake geweest van een sterke toename, waarbij de driehoeksmossel grotendeels is verdrongen en de gezamenlijke dichtheid in elk geval lokaal groter werd dan de hoogst bekende dichtheid van driehoeksmosselen daarvoor.

De quaggamossel groeit in het gebied wat sneller dan de driehoeksmossel. Ook de quaggamosselen hebben echter in het Markermeer een veel tragere groei dan in het IJsselmeer (tabel 7.1). De vleesinhoud ten opzichte van de schelpenlengte is in het IJsselmeer met de toenemende dichtheden afgenomen en is nu in geen van beide meren hoger dan die van de driehoeksmosselen (Bij de Vaate & Jansen 2012). Dit betekent dat de quaggamosselen net als de driehoeksmosselen op de locaties van Markerzand niet vet genoeg zijn voor de duikeenden om op te foerageren.

7.3.5 Voedingswaarde voor eenden samengevat

Duikeenden foerageren op mosselen tot op een diepte waarop de energetische kosten van het duiken (afhankelijk van bijv. de watertemperatuur) hoger worden dan de energie die aan de mosselen kan worden onttrokken. Die hangt weer af van de dichtheid van de mosselen en de relatieve vleesinhoud. Bij mosselen bestaat een zeer hoog percentage van het drooggewicht uit kalk (90%). De afbraak en verwijdering hiervan kost energie, en de schelpen nemen ruimte in de maag. Hierdoor is de maximale duikdiepte waarop op mosselen kan worden gefoerageerd beperkt en is deze gevoelig voor veranderingen in vleesinhoud en dichtheid.

De mosselen zijn in het IJsselmeergebied aanzienlijk trager gaan groeien, blijven dus kleiner en hebben ruwweg de helft minder vet en vlees dan omstreeks 1980. Kleiner formaat is op zichzelf voor de eenden geen bezwaar en mogelijk zelfs een voordeel (De Leeuw 1997), maar de lagere vleesinhoud en het lagere vetgehalte betekent dat de duikdiepte tot waar het foerageren op mosselen profijtelijk is (opweegt tegen de duikkosten) aanzienlijk kleiner is geworden. Met de komst van quaggamosselen is dat iets gecompenseerd op locaties waar de dichtheden zijn toegenomen, maar de vleesinhoud is net zo laag als bij de driehoeksmossel.

Uit het onderzoek van De Leeuw komt naar voren dat het Markermeer op 3 meter diepte niet geschikt is voor de kuifeend als het foerageersucces van toen met 20% zou afnemen (eigenlijk 10%, zie figuur 7 synthese). Gezien de afgenomen vleesgewichten en vetgehalten van de mosselen kan gesteld worden dat het foerageersucces met meer dan 20% moet zijn afgenomen, en dat dus in het Markermeer op 3 meter diepte door kuifeenden (en toppereenden) niet meer profijtelijk op mosselen kan worden gefoerageerd. Omdat de vleesgewichten bij quaggamosselen niet duidelijk hoger zijn dan bij driehoeksmosselen, kan worden gesteld dat dit ook voor deze soort geldt. De locaties van Markerzand zijn bij winterpeil ten minste 3,4 meter diep. Geen van beide mosselsoorten kan dus bij de huidige voedingswaarde van de mosselen (in elk geval door kuifeenden of toppereenden) profijtelijk worden benut op de locatie Markerzand.

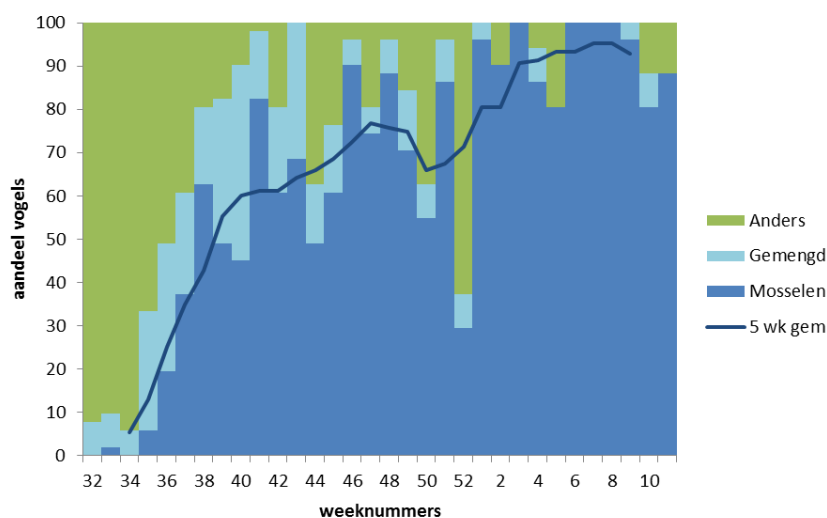
7.3.6 Gegevens over mosseletende eenden

Twee soorten gegevens kunnen informatie geven over veranderingen in het gebruik van driehoeksmosselen door benthivore eenden:

1. Maaginhouden,
2. veranderingen in verspreiding.

Ad 1. Maaginhouden

Bij in totaal 59 kuifeenden die vanaf 2003 zijn verzameld bij vissers (31 daarvan uit het Markermeer/IJmeer, met name IJmeer; Van Rijn *et al.* 2012), blijkt dat het menu in de wintermaanden de laatste jaren diverser is dan in de jaren 1980 (De Leeuw en Van Eerden 1995). Daarbij lijkt vooral het specialisme te zijn afgenomen: slechts drie van de recent verzamelde vogels hadden uitsluitend mosselen in de maag, en dan in kleine aantallen (bijna lege maag). Slechts ongeveer 25% had veel meer mosselen dan andere prooien in de maag. In de periode 1979-1990 liep het aandeel kuifeenden met uitsluitend mosselen in de slokdarm in het najaar op tot ca. 70% in november en ca. 95% in januari en februari (Figuur 7.3, De Leeuw & Van Eerden 1995). Dit is de tijd van het jaar waarin ook de recent vogels zijn verzameld voor onderzoek (november – maart). Het aantal andere prooien in de recente monsters was vaak veel groter dan het aantal mosselen. Wel zijn dit veelal aanzienlijk kleinere prooien dan de mosselen, zoals erwtenmosseltjes en brakwaterhorentjes. Dergelijke prooien werden vroeger vooral tijdens de rui in de nazomer gegeten (De Leeuw & Van Eerden 1995). In de seizoenen 2009/10 en 2011/12 was het aandeel mosselen (met veel quaggamosselen) op het totaal aantal prooien hoger dan in de seizoenen daarvoor. Het gemiddelde aantal mosselen per vogel was echter nagenoeg gelijk voor en na de opkomst van de quaggamossel.



Figuur 7.3

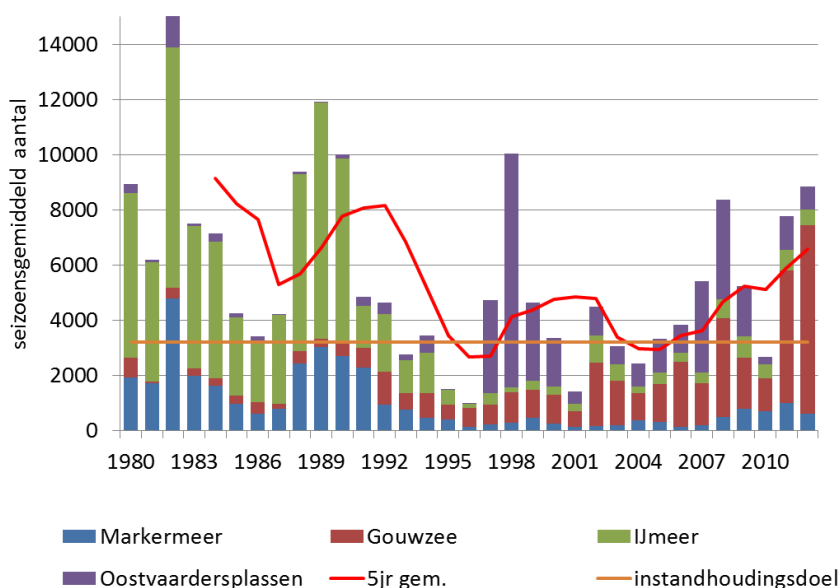
Gemiddeld percentage kuifeenden per week met uitsluitend driehoeksmosselen in de slokdarm, gemengd dieet of ander voedsel dan driehoeksmosselen in de slokdarm. Vogels verzameld tussen 1979 en 1990 (De Leeuw & Van Eerden 1995).

Ad 2. Verspreiding

De afname van met name de kuifeend en tafeleend in het Markermeer ging in het midden van de jaren negentig samen met een toename in de Veluwerandmeren, waar de dichtheden van de driehoeksmossel sterk waren toegenomen. Deze mosselen waren waarschijnlijk in een deel van de meren (Eemmeer, Ketelmeer) beter van kwaliteit. In de Veluwerandmeren was dat waarschijnlijk niet het geval, maar daar groeiden ze op geringere diepte en kwamen ze vooral samen voor met eveneens sterk toegenomen waterplanten en daarmee geassocieerde ongewervelden.

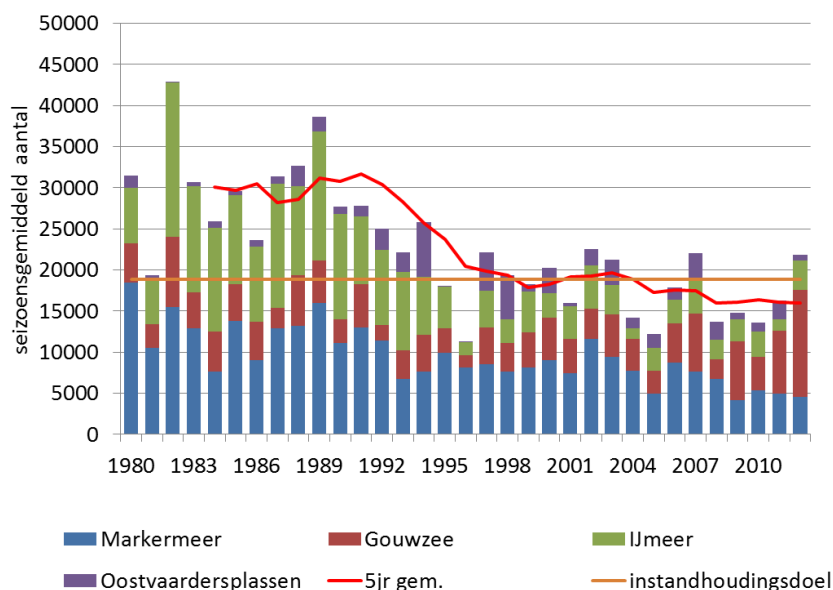
Een soortgelijke gemeenschap van waterplanten en ongewervelden nam later sterk toe in delen van het IJsselmeer (Friese kust, o.a. bij Lemmer) en Markermeer (Gouwzee en Hoornsche Hop, IJmeer). Met name de tafeleend, maar in mindere mate ook de kuifeend, concentreerden zich steeds sterker in dergelijke gebieden (m.n. Gouwzee), en bij de tafeleend zijn de aantallen daardoor in het Markermeer weer fors toegenomen.

Met andere woorden: De eenden namen in het Markermeer in de jaren negentig af doordat ze in aanvulling op de verslechterde kwaliteit van de mosselen ter plaatse door nieuw aanbod elders in de omgeving aldaar profijtelijker konden foerageren dan op de mosselen in het Markermeer. De situatie in het Markermeer verslechterde vervolgens nog meer. Recent komt een deel van de eenden terug omdat nu ook in delen van het gebied (Markermeer) zelf alternatieven in toenemende mate beschikbaar zijn gekomen.



Figuur 7.4.

Seizoensgemiddeld aantalverloop van tafeleend in het Markermeer-IJmeer, aangevuld met Oostvaardersplassen. De vogels in de Gouwzee zijn apart weergegeven.



Figuur 7.5.

Seizoensgemiddeld aantalverloop van kuifeend in het Markermeer-IJmeer, aangevuld met Oostvaardersplassen. De vogels in de Gouwezee zijn apart weergegeven.

Conclusie: de voedselvoorraden die binnen de geplande ontgroning vallen, zijn niet van een goede kwaliteit en liggen vanwege de kwaliteit te ver van de kust en in te diep water om vanuit energetisch perspectief bereikbaar te zijn voor de kuifeend, en spelen daarom geen rol voor de instandhouding van de soort.

7.4 Doorkijk naar het ecosysteem van de toekomst

Bij een (verdere) kwaliteitsverbetering van het ecosysteem c.q. herstel van mosselbestanden in het Markermeer zijn de potentiële zandwinlocaties in de toekomst niet nodig om de instandhoudingsdoelstellingen voor schelpdieretende vogels te realiseren.

De instandhoudingsdoelen voor schelpdieretende watervogels zijn gebaseerd op de aantallen vogels in de seizoenen 1999/2000 t/m 2003/2004. Op dat moment had een groot deel van de afname van de voedselkwaliteit van de mosselen en in verband daarmee ook de afname van de vogelaantallen, zich al voltrokken. Ook toen zal het gebied van Markerzand al geen onderdeel van het foerageergebied hebben uitgemaakt. De mosseletende watervogels maakten toen dus waarschijnlijk al geen gebruik van de mosselen die zich binnen het plangebied bevonden. Een eventuele verbetering van de voedselkwaliteit van de mosselen gaat samen met herstel van de groei, en dus van de dichtheid van de mosselen in het Markermeer als geheel. Het percentage van die toename dat zich in het areaal van Markerzand zou afspelen is verwaarloosbaar gezien het zeer beperkte percentage van de mosselpopulatie dat nu binnen het plangebied voorkomt (zie ook 7.6). Voor de vogels is het effect nog kleiner omdat die met name zullen profiteren van verbetering van de kwaliteit van mosselen die op geringere diepte voorkomen.

Soort	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit	Draagkracht aantal vogels	Aantal in	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	Start trend	Trend sinds start	Trend sinds 04/05
Brilduiker	=	=	170	seiz. gem.	43	75	48	102	8	1980	--	--
Kuifeend	=	=	18.800	seiz. gem.	14722	13507	16203	21171	12242	1980	-	0
Tafeleend	=	=	3200	seiz. gem.	5235	2667	7733	8418	4043	1980	0	?
Topper	=	=	70	seiz. gem.	8	65	216	122	207	1980	-	?

Tabel 7.2

Instandhoudingsdoelstellingen en trend schelpdieretende vogels Markermeer-IJmeer (bron www.rijksoverheid.nl en www.SOVON.nl)

7.5 Negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen kunnen worden uitgesloten

Uit de ANT studie en tabel 7.2 komt naar voren dat:

Brilduiker

Het aantal brilduikers ligt structureel onder het instandhoudingsdoel in het Markermeer-IJmeer (50%). In het IJsselmeer ligt het aantal brilduikers recent structureel boven het doel (50%). Absoluut gezien zijn de 'overschotten' in het IJsselmeer groter dan de 'tekorten' in het Markermeer. Er lijkt dan ook een verschuiving te hebben plaatsgevonden van de aantallen brilduikers naar het IJsselmeer toe.

De brilduiker is alleen in de wintermaanden aanwezig, de prooikeuze is opportunistisch. In de magen van de brilduikers zijn ook veel andere prooi-soorten dan mosselen aangetroffen. In het IJsselmeer bij Lemmer, waar vroeger in het seizoen steeds meer waterplanten staan (sterke toename van de kranswieren sinds eind jaren 1990), is het aantal brilduikers sterk toegenomen, hier concentreert zich nu een groot deel van de populatie. Hier worden veel vlokreeftjes gegeten. De soort heeft een nationaal gunstige staat van instandhouding, internationaal is er een toename. Er is geen specifiek energetisch onderzoek gedaan naar de brilduiker in het IJsselmeergebied, vergelijkbaar met het onderzoek van De Leeuw aan kuifeend, toppereend en (in mindere mate) tafeleend. Ook de brilduiker heeft echter te maken met de slechte kwaliteit van de mosselen. Het is daarom – net als voor de kuifeend en de topper - aannemelijk dat Markerzand ook geen onderdeel is van het voedselgebied van de brilduiker. Dit wordt bevestigd door de sterke ruimtelijke verschuiving van de brilduikers in de richting van het steeds plantenrijkere gebied bij Lemmer, weg van de mosselgebieden, ondanks (of veroorzaakt door) de opmars van de quaggamosselen. Daarom treden er naar verwachting ook geen significante effecten op op het instandhoudingsdoel van de brilduiker. Er is sprake van een autonome trend, het leefgebied van de brilduiker verschuift steeds meer van het Markermeer naar het IJsselmeer.

Kuifeend

Onder de benthoseters heeft de kuifeend maatregelen nodig om het huidige doel te halen. De kuifeend is jaarrond aanwezig en reageert positief op de toename van waterplanten en de daaraan geassocieerde ongewervelden. Uit maagonderzoek blijkt dat de prooikeuze van de kuifeenden diverser is geworden. De soort is daarom in staat om te reageren op inrichtingsmaatregelen. Aangezien Markerzand geen onderdeel is van het voedselgebied van de kuifeend (tijdens het vaststellen van de instandhoudingsdoeltellingen was het gebied geen geschikt foerageergebied vanwege de diepte versus de kwaliteit van de mosselen, zie 7.2) treden er door de ontwikkeling ook geen significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel van de kuifeend.

Tafeleend

Het aantal tafeleenden ligt in het Markermeer boven de waarde waarvoor in de instandhoudingsdoelstellingen draagkracht wordt gevraagd. Gezien de verwantschap en overeenkomst in levenswijze en gewicht met kuifeend en toppereend kan worden gesteld dat Markerzand geen onderdeel is van het voedselgebied van de tafeleend (tijdens het vaststellen van de instandhoudingsdoeltellingen was het gebied geen geschikt foerageergebied vanwege de diepte versus de kwaliteit van de mosselen, zie 7.2). De tafeleend heeft een bredere voedselkeuze die ook planten omvat, en is eerder geneigd op andere prooien te foerageren dan kuifeenden (de Leeuw & van Eerden 1995). Uit de sterke concentratie van de tafeleenden in de Gouwzee en de gevarieerde maaginhouden (Van Rijn et al. 2012) blijkt dat de terugkeer van de soort in het Markermeer en het wederom halen van het instandhoudingsdoel is gebaseerd op voedsel dat bestaat uit waterplanten en/of ongewervelden die daarmee zijn geassocieerd. Er treden dus door de ontwikkeling naar verwachting geen significant negatieve effecten op, op het instandhoudingsdoel van de tafeleend.

De tafeleend maakte tijdens de vaststelling van de instandhoudingsdoelstellingen geen gebruik van het gebied van Markerzand en het wederom halen van het instandhoudingsdoel van de soort in het Markermeer-IJmeer is gebaseerd op voedsel dat bestaat uit waterplanten en/of ongewervelden.

Topper

Het gemiddelde aantal toppers ligt in het Markermeer boven de waarden waarvoor in de instandhoudingsdoelen draagkracht wordt gevraagd. De topper is alleen in de wintermaanden aanwezig en profiteert hierdoor nauwelijks van de toename van waterplanten en de daaraan geassocieerde ongewervelden. In de magen van toppers zijn ook andere prooisoorten aangetroffen. De soort neemt toe in oktober, de maand waarin ook kuif- en tafeleenden een toename laten zien in gebieden met een toenemende vegetatie. Aangezien Markerzand geen onderdeel is van het voedselgebied van de topper (ten tijden van het vaststellen van de instandhoudingsdoeltellingen was het gebied geen geschikt foerageergebied vanwege de diepte versus de kwaliteit van de mosselen, zie 7.2) treden er door de ontwikkeling ook geen significante effecten op, op het instandhoudingsdoel van de topper.

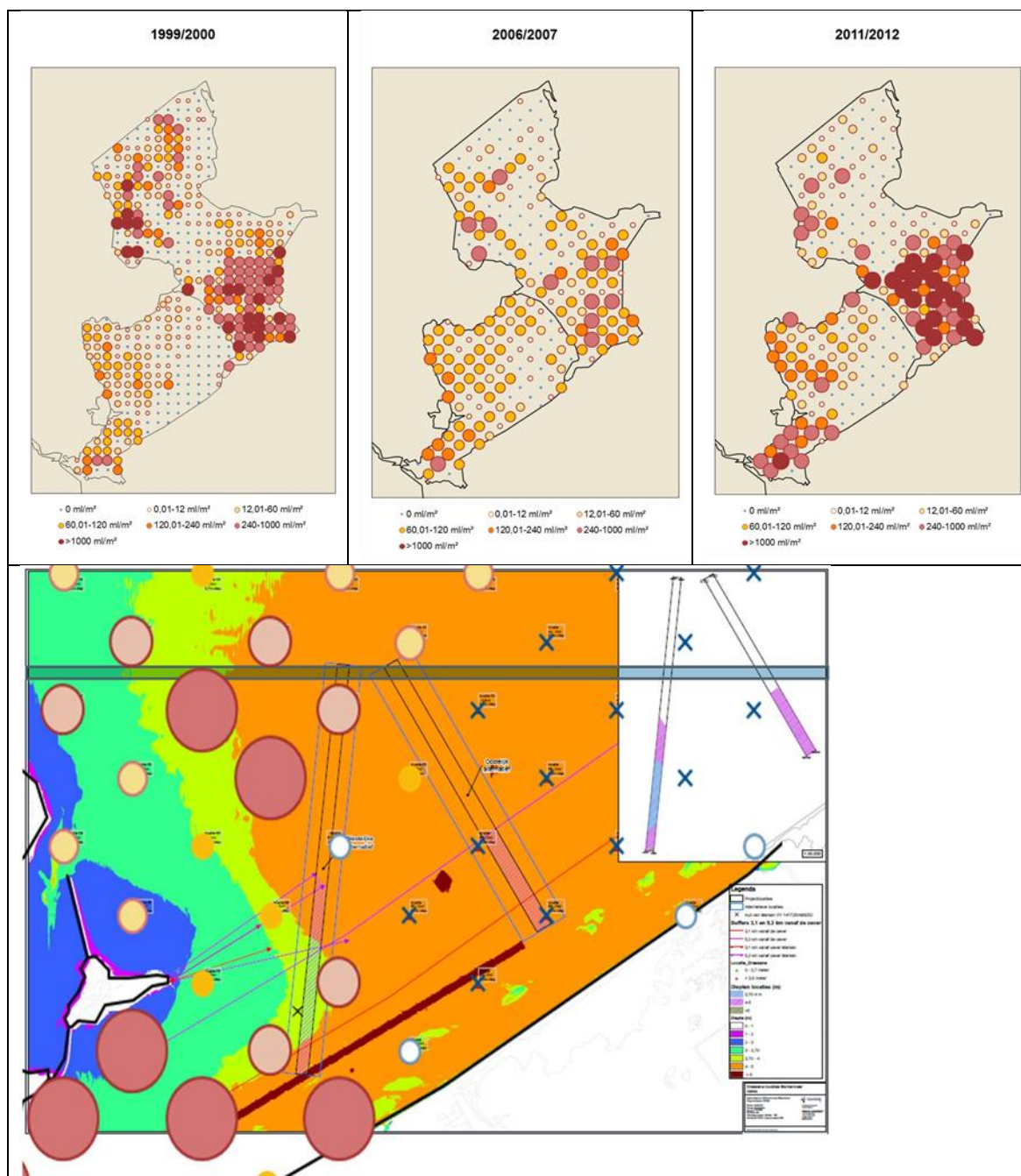
7.6 Effectbeoordeling op instandhoudingsdoelstellingen

De vernietiging van het voedselgebied door Markerzand is beperkt en er wordt geen afbreuk gedaan aan de instandhoudingsdoelstellingen voor de benthoseters.

Aangezien uit de beantwoording van 7.2 blijkt dat de mosselen op de locaties van Markerzand niet profijtelijk kunnen worden benut, moet worden geconcludeerd dat dit gebied niet tot het voedselgebied van schelpdieretende vogels behoort. Er wordt dus ook geen afbreuk gedaan aan de instandhoudingsdoelen.

Daarnaast liggen de locaties voor Markerzand in een gebied van relatief lage mosseldichtheden. (Hierbij is aangenomen dat de dichtheid binnen de 80 hectare van Markerzand gelijk is aan de gemiddelde dichtheid van de omliggende locaties. Deze dichtheid is te vergelijken met de gemiddelde dichtheid in het Markermeer-IJmeer. Het totale mosselvolumen in de 80 hectare is uitgedrukt in het percentage van het totale mosselvolumen van de 70.000 hectare Markermeer-IJmeer. Hierbij wordt de mosseldichtheid gemeten als het volume dat ze innemen in een bekeerglas). Op kaartjes van de mosselkarteringen is te zien dat de mosselpopulaties van het IJmeer en die van het Markermeer als het ware twee subpopulaties vormen, die gescheiden worden door een gebied met lagere dichtheden daar tussen in (figuur 7.6 boven), deze lage dichtheid is structureel aanwezig. In dit gebied, ten (noord)oosten van Marken, ligt het grootste deel van de planlocaties voor Markerzand. Alleen op de meetlocatie ten zuiden van de westelijke variant waren de dichtheden in 2011 wat hoger (figuur 7.6 onder). Met een oppervlakte van 80 ha (400m x 2 km; gearceerde deel van de westelijke geul, figuur 7.6) gaat het op basis van de vijf omliggende meetpunten (inclusief die ten zuiden van de locatie) en de meest recente kartering van 2011, inclusief die ten zuiden van de locatie, om 0,16% van de mosselpopulatie van het gehele Markermeer-IJmeer. Zonder de zuidelijke locatie (die aan de andere kant van de vaargeul ligt) gaat het om 0,07% (mosselen die dus niet geschikt zijn als voedsel). De oostelijke variant ligt in een gebied zonder mosselen.

Conclusie: Het oppervlakte mosselen dat beïnvloed wordt door Markerzand is beperkt bij de westelijke variant. De duikeenden kunnen de mosselen binnen de westelijke variant niet profijtelijk benutten vanwege de kwaliteit van de mosselen in combinatie met de duikdiepte en afstand (7.2). De oostelijke variant ligt in een gebied zonder mosselen.



Figuur 7.6

Boven: Resultaten van de laatste drie mosselkarteringsrondes in het IJsselmeer en Markermeer (1999/2000 met finer grid) Dichtheden in volume waterverplaatsing (ml/m²). Onder: locatiealternatieven Markerzand met resultaten van de mosselkartering van 2011 (Bij de Vaate & Jansen 2011; iets andere selectie van dichtheidsranges voor de bollen dan in de bovenste reeks figuren)

7.7 Noodzaak tot het nemen van mitigerende maatregelen

Zoals in dit hoofdstuk is toegelicht, treden er geen significant negatieve effecten op, daarom is mitigatie niet nodig.

Mitigatie door het storten van substraat is niet zinvol omdat het gaat om de kwaliteit van de mosselen als voedsel, het substraat is niet de beperkende factor.

7.8 Vergelijking alternatieven

In tabel 7.3 staan de verschillen tussen de alternatieven aangegeven.

Tabel 7.3

Verskil tussen het westelijk en oostelijk alternatief van de voorgenomen ontgroning in het Markermeer.

Westelijk alternatief	Oostelijk alternatief
Dreissena zijn aanwezig	Dreissena zijn afwezig
Geen foerageergebied voor benthoseters vanwege waterdiepte en afstand tot de kust	Geen foerageergebied benthoseters vanwege ontbreken voedsel
Ligging nabij de Kuil van Marken	-
Effect van vertroebeling op viseters	Effect van vertroebeling op viseters
Effect van optisch verstoring en geluid op viseters	Effect van optische verstoring en geluid op viseters

- Het westelijk alternatief is ecologisch gezien interessanter dan het oostelijk alternatief, vanwege de ligging nabij de Kuil bij Marken en de aanwezigheid van Dreissena.
- Bij beide alternatieven vinden er echter geen significante effecten plaats op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied.
- Het westelijk alternatief ligt in/nabij de overgangszone waar visetende watervogels foerageren. Door de voorgenomen ontgroning wordt dit overgangsgebied vergroot op een plek waar de soorten in de huidige situatie al jagen, dit is positief voor het voorkomen van visetende watervogels.

7.9 Referenties

- Leeuw J.J. de 1997. Demanding divers Ecological energetics of food exploitation bij diving ducks. Van Zee tot Land 61. Lelystad.
- Leeuw J.J. de & M.R. van Eerden 1995. Duikeenden in het IJsselmeergebied. Herkomst, populatie-structuur, biometrie, rui, conditie en voedselkeuze. Rijkswaterstaat, Rijksdienst IJsselmeerpolders, Flevovericht nr 373, Lelystad.
- Lucas Pardo M.A. de, D. Sarpe & J.C. Winterwerp 2015. Effect of algae on flocculation of suspended bed sediment in a large shallow lake. Consequences for ecology and sediment transport processes. Ocean Dynamics.
- Mandemakers J. 2013. The impact of suspended sediments and phosphorous scarcity on zebra mussel and quagga mussel growth. Masters thesis Univ. Utrecht.
- Noordhuis R. 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- Noordhuis R., S. Groot, M. Dionisio Pires & M. Maarse 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura 2000 doelen. Deltares, Utrecht.
- Rijn, S. van, M. Bovenberg, K. Hasenaar, M. Roos & M.R. van Eerden 2012. Voedsel van overwinterende duikeenden in het IJsselmeergebied. Delta Milieu, Culemborg.
- Vaate A bij de 1991. Distribution and aspects of population dynamics of the zebra mussel, Dreissena polymorpha (Pallas, 1771), in the lake IJsselmeer area (The Netherlands). Oecologia 86: 40-50.

- Vaate A. bij de & E.A. Jansen 2011. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het Markermeer: resultaten van de kartering uitgevoerd in 2011. Waterfauna Hydrologisch Adviesbureau, rapport nr.: 2011-03, Lelystad.
- Vaate A. bij de & E.A. Jansen 2012. Driehoeks- en quaggamosselen in Marker- en IJsselmeer: resultaten van onderzoek uitgevoerd in de periode juni 2009 t/m juni 2012. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad.

8 Vergelijking van de alternatieven en het voorkeursalternatief

De Commissie m.e.r heeft in haar tweede advies op het onderdeel vergelijking van de alternatieven als volgt samengevat:

De Commissie adviseert voorafgaand aan de besluitvorming de vergelijking van de alternatieven opnieuw uit te voeren op basis van aangevulde informatie.

In dit hoofdstuk worden de vergelijking van de alternatieven en de keuze van het voorkeursalternatief beschouwd in het licht van de nieuwe informatie en inzichten die in de vorige hoofdstukken beschreven zijn. Het betreft de aspecten waarvoor de nieuwe inzichten mogelijk tot een andere beoordeling zou kunnen leiden. Dit zijn:

1. Natuurbouw – haalbaarheid van de toepassing van minimaal 40% van de bovengrond in TBES-projecten of andere natuurbouwprojecten
2. Waterkwaliteit
 - a. foerageergebied visetende watervogels (zones intermediair doorzicht)
 - b. verbetering van het doorzicht
3. Geologische geschiktheid
 - a. Kwaliteit en hoeveelheid winbaar zand van de alternatieven
 - b. Hoeveelheid bovengrond
 - c. Logistieke aspecten
4. Archeologie
 - a. Trefkansen, verwachtingswaarden en risicobeheersing
 - b. Vergelijking alternatieven
5. Natuur
 - a. Heldere zones bij Noord-Hollandse Kust
 - b. Aanwezige foerageermogelijkheden voor benthosetende watervogels
 - c. Vergelijking alternatieven

De beoordeling op andere aspecten blijft onveranderd ten opzichte van het MER.

8.1 Beoordeling en vergelijking alternatieven

8.1.1 Natuurbouw

De toepassing van minimaal 40% van de ter beschikking gestelde bovengrond in TBES-projecten of andere natuurbouwprojecten kan redelijkerwijs verwacht worden, gezien de hoge potentiële behoefte aan – bij voorkeur gebiedseigen - aanvulgrond voor natuurbouwprojecten of civiel-technische projecten met een natuuropgave. Dit gezien in combinatie met de noodzaak en urgentie tot realisatie van een aanzienlijke deel van deze projecten vanwege de stedelijke ontwikkeling van de Noordvleugel en de huidige slechte toestand van het ecosysteem van het Markermeer-IJmeer.

Conclusie

In het MER zijn de alternatieven niet getoetst op dit aspect, omdat de effecten werden toegedacht aan de ontvangende projecten. Op basis van de onlangs gepubliceerde informatie uit het kennis-systeem Markemeer-IJmeer wordt gesteld dat de natuuralternatieven en het voorkeursalternatief bijdragen aan de doelstellingen van het project.

De basialternatieven dragen niet bij aan de doelstelling natuurbouw. Het voorkeursalternatief voldoet aan het beleidskader – de vereiste multifunctionaliteit - van het bevoegd gezag.

8.1.2 Waterkwaliteit

Zoals in § 3.3.1 is toegelicht, wordt de waterkwaliteit beter door het initiatief. Dit is een gevolg van deze effecten:

1. Bezinking van slib boven en rondom de slibvangput, waardoor er daar een heldere zone ontstaat met intermediair doorzicht.
2. Berging van slib, waardoor er minder mobiel slib in het watersysteem aanwezig is en daarmee minder vertroebeling bij windkracht Bft 3 en meer.
3. Natuurbouw met bovengrond uit het project, wat tot een beter ecosysteem leidt met een betere waterkwaliteit.

Het resultaat is dat er een bijdrage wordt geleverd aan de TBES-opgaven ondiepe zones met helder water, geleidelijke land-waterovergangen en een gradiënt in slibgehalte. En hiermee ook aan de Natura 2000-opgaven foerageergebied visetende watervogels en verbetering van het doorzicht en de Kader Richtlijn Wateropgave voor doorzicht. Deze laatstgenoemde aspecten zijn gebruikt in de beoordelingstabel.

Conclusie

Het westelijk locatiealternatief is voor het onderdeel waterkwaliteit gunstiger dan het oostelijk alternatief, omdat helderder water in het westelijk gebied meer gewenst is en beter aansluit op bestaande heldere zones. Hoe meer bovengrond wordt afgevoerd naar natuurbouwprojecten, hoe beter het ecosysteem en daarmee de waterkwaliteit zich ontwikkelen en hoe langer de levensduur van de slibvang is. Daarom wordt tijdens de uitvoering van het VKA wellicht meer dan 40% van de bovengrond afgevoerd voor natuurbouwprojecten. Vanuit de beleidscontext is dit wenselijk.

8.1.3 Geologische geschiktheid

De geologische geschiktheid is bedrijfsvertrouwelijk in een voorstadium al getoetst in het kader van de financiële haalbaarheid. De volgende aspecten zijn relevant:

- a. Kwaliteit en hoeveelheid winbaar zand van de alternatieven
- b. Hoeveelheid bovengrond
- c. Transportafstanden, uitgedrukt in emissie (CO₂, fijnstof, stikstof) per ton als onderdeel van het aspect duurzaamheid

Conclusie

Aangezien beide locatiealternatieven in gelijke mate voldoen aan de projectdoelstelling voor de winning van bovengrond en zand, krijgen ze dezelfde scores in de beoordeling. De hoeveelheid bovengrond die verwijderd moet worden leidt bij alle alternatieven tot een negatieve score, hoewel een deel van de afgevoerde bovengrond elders tot ecologische meerwaarde leidt.

Het oostelijk alternatief scoort slechter op transportafstand, en zou daarom een lagere beoordeling op het deelaspect Duurzaamheid – emissie per ton moeten krijgen. Ten opzichte van de referentiesituatie – zand uit de Noordzee of uit landlocaties – is de score op dit deelaspect positief. De beoordelingstabel blijft op dit punt onveranderd.

8.1.4 Archeologie en cultuurhistorie

Met name voor het aspect Archeologie en cultuurhistorie is aanvullende informatie beschikbaar gekomen door het veldonderzoek voor de vergunningsaanvraag. Met betrekking tot de verwachtingswaarden en de trefkansen geldt dat de locatiealternatieven gelijkwaardig zijn op basis van de huidige informatie.

Voor beide locatiealternatieven geldt dat het aantreffen van een begraven scheeps- of vliegtuigwrak tijdens de ontgronding niet op voorhand uit te sluiten is. Als dit zich voordoet zal er volgens een protocol gehandeld worden. Het is denkbaar dat het betreffende gebied niet verder wordt ontgrond en dat er dus een klein gedeelte van de slibvangput niet of nauwelijks wordt ontgraven. Dit doet nauwelijks iets af aan de functie van de slibvang en is een aanvaardbaar risico voor de initiatiefnemer.

Conclusie

De beoordeling van de alternatieven verandert niet ten opzichte van het MER. De beoordelings-tabel blijft op dit punt onveranderd. Voor de archeologische begeleiding van de boringen is een programma van Eisen (PvE) opgesteld.

8.1.5 Natuur

Aan de positieve effecten op het ecologisch systeem is in deze tweede versie van de aanvulling op het MER een derde aspect toegevoegd, namelijk heldere zones bij Noord-Hollandse Kust. Het realiseren van dit effect is een basiseis van Rijkswaterstaat en komt voort uit het beleid van Rijkswaterstaat inzake het TBES. Omdat de heldere zones die bij het westelijk alternatief ontstaan aansluiten op bestaande heldere zones voor de Noord-Hollandse kust, ontstaat er een robuuste heldere zone op een gewenste plek. Bij het westelijk natuuralternatief houdt dit effect langer aan, omdat het langer duurt voordat de slibvangput is dichtgeslibt.

Conclusie

De positieve ecologische effecten zijn voor alle aspecten het grootst bij het westelijke natuurbouw-alternatief. De andere alternatieven worden ook positief beoordeeld, zoals weergegeven in tabel 8.1.

Aangezien er in beide plangebieden in de huidige situatie geen foerageermogelijkheden zijn voor schelpdieretende watervogels van enige betekenis en er bij beide alternatieven geen effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen van de visetende watervogels, worden de locatie-alternatieven als gelijkwaardig beoordeeld voor het aspect Natura 2000. Omdat er uit de passende beoordeling, deze aanvulling en de stikstofdepositieberekeningen bij de vergunningaanvraag blijkt dat er geen significant negatieve effecten te vrezen zijn voor de Natura 2000-doelstellingen, kan er een vergunning Natuurbeschermingswet verleend worden voor het voorkeursalternatief.

8.1.6 Vergelijking van de alternatieven

In de voorgaande paragraaf is toegelicht wat er veranderd is in de beoordeling van een aantal aspecten van de alternatieven ten opzichte van het MER. Voor de overige aspecten is niets gewijzigd. In tabel 8.1 is dit samengevat. De gewijzigde scores zijn onderstreept.

Tabel 8.1

Beoordeling van de alternatieven, aangepaste versie van Tabel 14.1 uit het MER

Aspect	Deelaspect	Referentie situatie	Westelijk basialternatief	Westelijk natuuralternatief	Oostelijk basialternatief	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	<u>0/+</u>	<u>0/++</u>	<u>0/+</u>	<u>0/++</u>
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	-	-
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	<u>++</u>	<u>++</u>	+	+
	Natura 2000 - verbetering van het doorzicht	0	<u>++</u>	++	+	++
	<u>heldere zones bij Noord-Hollandse Kust</u>	<u>0</u>	<u>+</u>	<u>++</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
	Flora en fauna	0	0	0	0	0
Duurzaamheid	Ecologisch effect	0	+	++	+	++
	Emissie per ton	0	+	+	+	+
Geologische geschiktheid	Winbaar zand (kwantiteit en kwaliteit)	0	+	+	+	+
	Volume bovengrond	0	-	-	-	-

8.2 Conclusie over het voorkeursalternatief

Er is op basis van deze aanvulling op het MER geen aanleiding om het voorkeursalternatief aan te passen ten opzichte van het MER. De westelijke locaties scoren in de totale afweging beter dan de oostelijke omdat:

1. De zandwinning dichterbij de afzetmarkt ligt, waardoor het transport zo gering mogelijk is.
2. De werkzaamheden en bijbehorend scheepvaartverkeer zoveel mogelijk passen in het huidige beeld in de vaarroute Amsterdam – Enkhuizen.
3. De zone met helder water aansluit op de heldere zones bij de Noord-Hollandse kust en het bestaande foerageergebied De Kuil.

Omdat minimaal 40% van de bovengrond ter beschikking komt voor natuurbouwprojecten, wordt bijgedragen aan de haalbaarheid van deze projecten en het programma TBES. Op deze basis kan het voorkeursalternatief een commercieel uitvoerbaar project voor de initiatiefnemer zijn.

9 Monitoring

Het advies van de Commissie sluit af met een paragraaf '*Aandachtspunten voor de besluitvorming en het vervolg*'. De opmerkingen in dit hoofdstuk hebben geen betrekking op essentiële tekortkomingen. De Commissie wil met onderstaande aanbeveling een bijdrage leveren aan de kwaliteit van de verdere besluitvorming:

Monitoring effecten Flevoland: de Commissie adviseert daarom de aspecten stijghoogte grondwater en veranderingen in kwel mee te nemen in het monitoringsprogramma.

De initiatiefnemer heeft besloten tot een monitoringsprogramma voor de stijghoogte. Er is voor gekozen om de stijghoogte te registreren omdat:

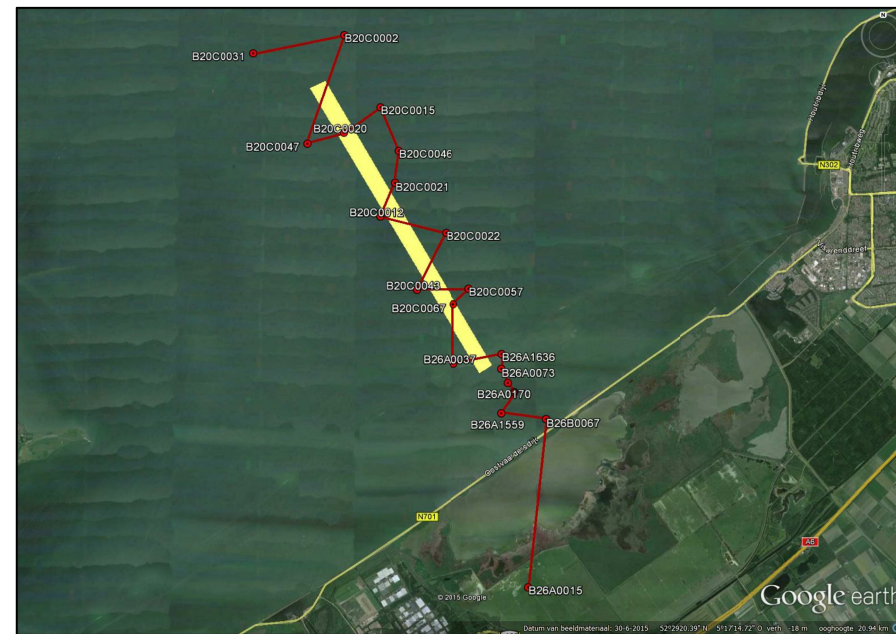
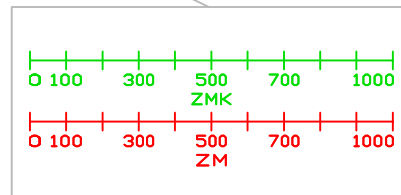
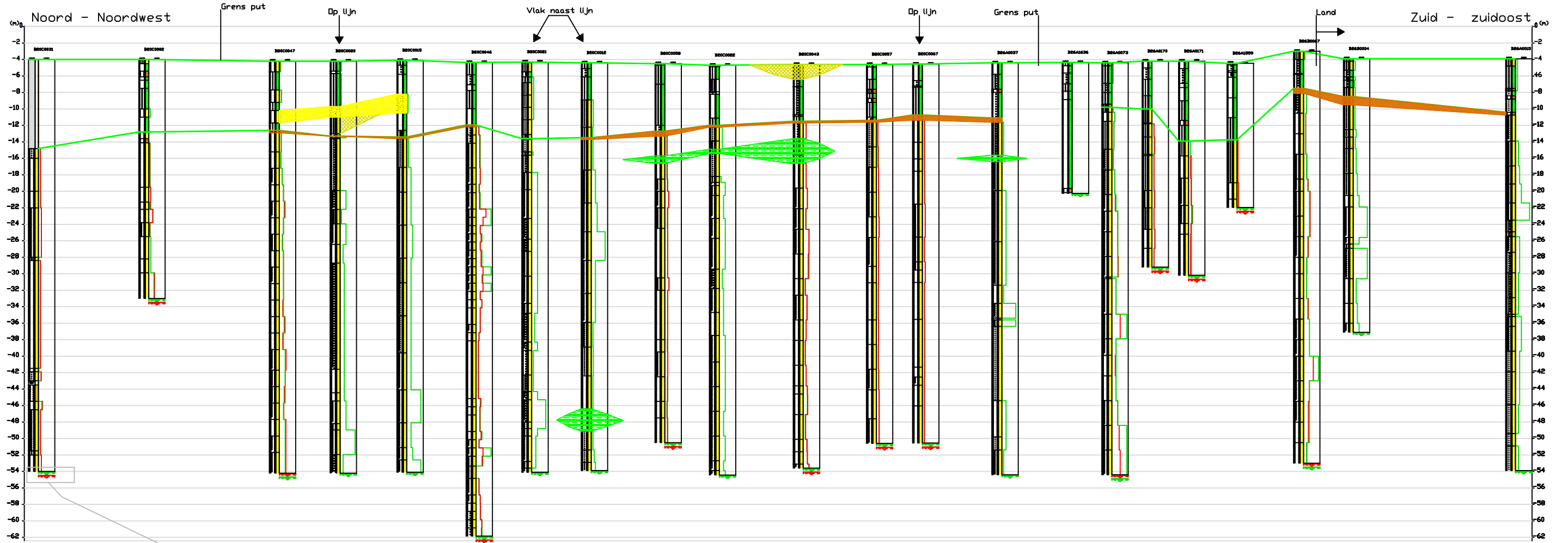
- De stijghoogteveranderingen de aandrijvende processen zijn voor de verandering in de kwel.
- De stijghoogtes eenduidig te registreren zijn waardoor een analyse van de veranderingen in de tijd uitgevoerd kan worden.
- De locaties van de peilbuizen afgestemd kunnen worden op de verwachte effecten.

Het monitoringsplan wordt ter goedkeuring voorgelegd aan het waterschap Zuiderzeeland en het bevoegd gezag voor de ontgrondingvergunning. Er zal zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van bestaande peilbuizen en lopende monitoring. Indien nodig worden nieuwe peilbuizen met dataloggers geïnstalleerd.

Bijlage I

Lithostratigrafische profielen

Lithostratografische profiel Markerzand
Oostelijk Alternatief



Locaties boringen

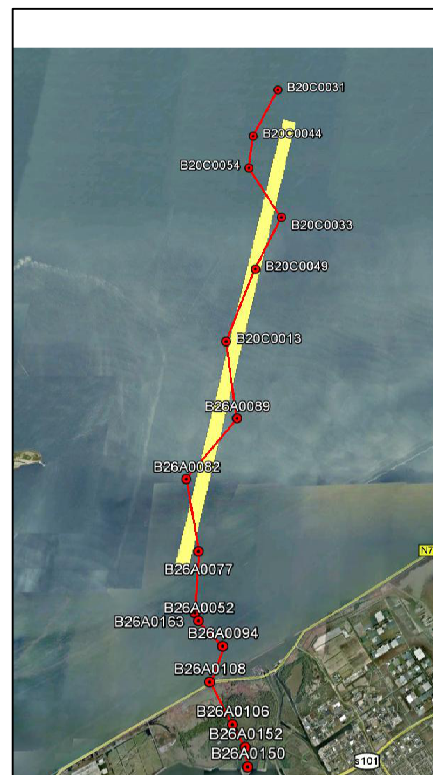
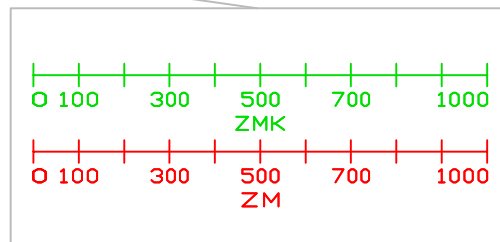
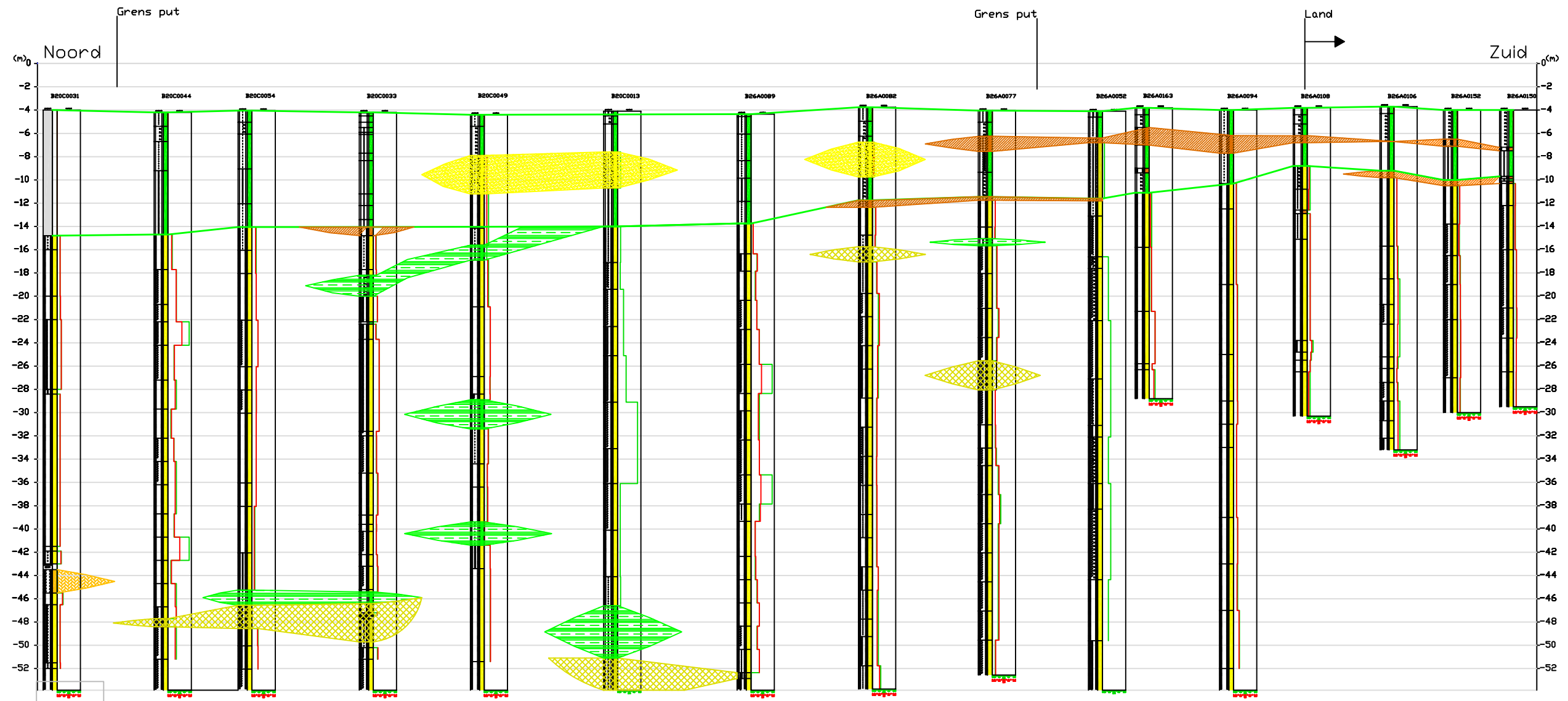
Legenda

- Klei
- Leem
- Veen
- Zand
- Grind

Lithostratografische profiel Markerzand			
Datum:	20-11-2015	Formaat:	A3
Tekening:	Lithostratografische profiel oostelijk alternatief		
Schaal:	1:500	Tek. nr.:	I 2/2
LBP SIGHT <small>Bouw Ruimte Milieu</small>		Markerzand	

Klasse	zandmediaan	code
uiterst fijn	≥ 63 - < 105 µm	ZUF
zeer fijn	≥ 105 - < 150 µm	ZZF
matig fijn	≥ 150 - < 210 µm	ZMF
matig grof	≥ 210 - < 300 µm	ZMG
zeer grof	≥ 300 - < 420 µm	ZZG
uiterst grof	≥ 420 - < 2000 µm	ZUG
Ander klassen (ABM - NEN209 en ONB)		
fijne categorie	≥ 63 - < 210 µm	ZFC
grove categorie	210 - < 2000 µm	ZGC

Lithostratigrafische profiel Markerzand
Westelijk Alternatief



Locaties boringen

Legenda

- Klei
- Leem
- Veen
- Zand
- Grind

Lithostratigrafische profiel Markerzand

Datum:	20-11-2015	Formaat:	A3
Tekening:	Lithostratigrafische profiel westelijk alternatief		
Schaal:	1:400	Tek. nr:	I

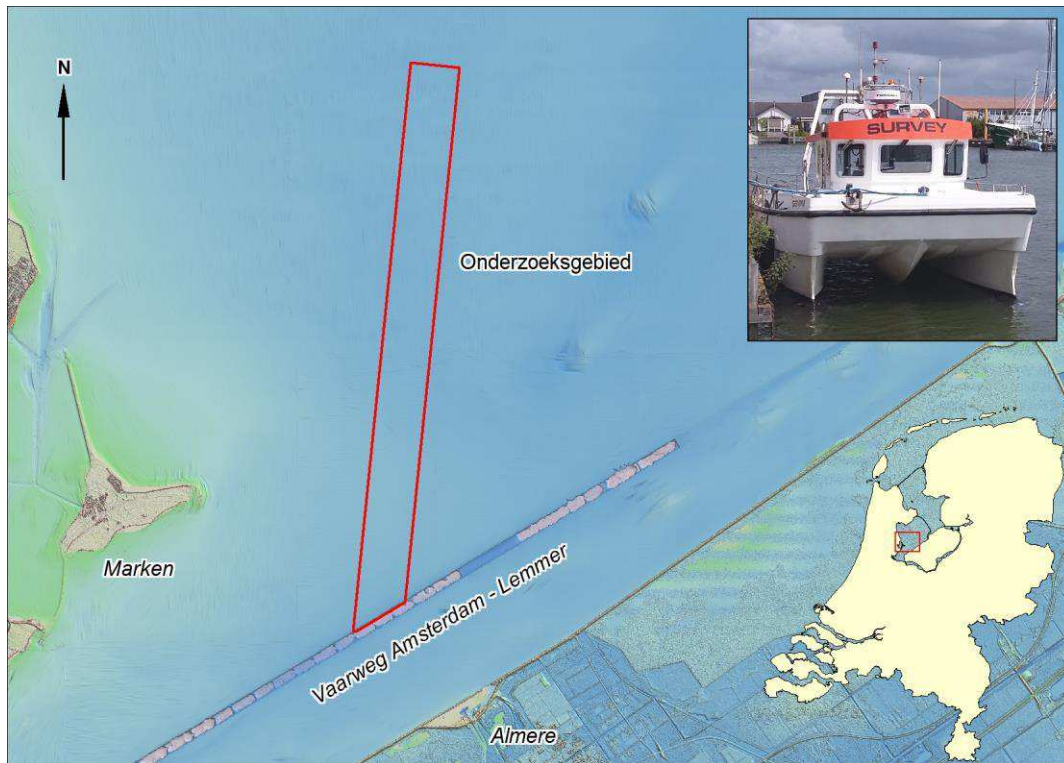
Klasse	zandmediaan	code
uiterst fijn	≥ 63 - < 105 μm	ZUF
zeer fijn	≥ 105 - < 150 μm	ZZF
matig fijn	≥ 150 - < 210 μm	ZMF
matig grof	≥ 210 - < 300 μm	ZMG
zeer grof	≥ 300 - < 420 μm	ZZG
uiterst grof	≥ 420 - < 2000 μm	ZUG
Ander klassen (ABM - NEN209 en ONB)		
fijne categorie	≥ 63 - < 210 μm	ZFC
grove categorie	210 - < 2000 μm	ZGC

Bijlage II

Inventariserend veldonderzoek opwaterfase Periplus Archeomare 2015

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.

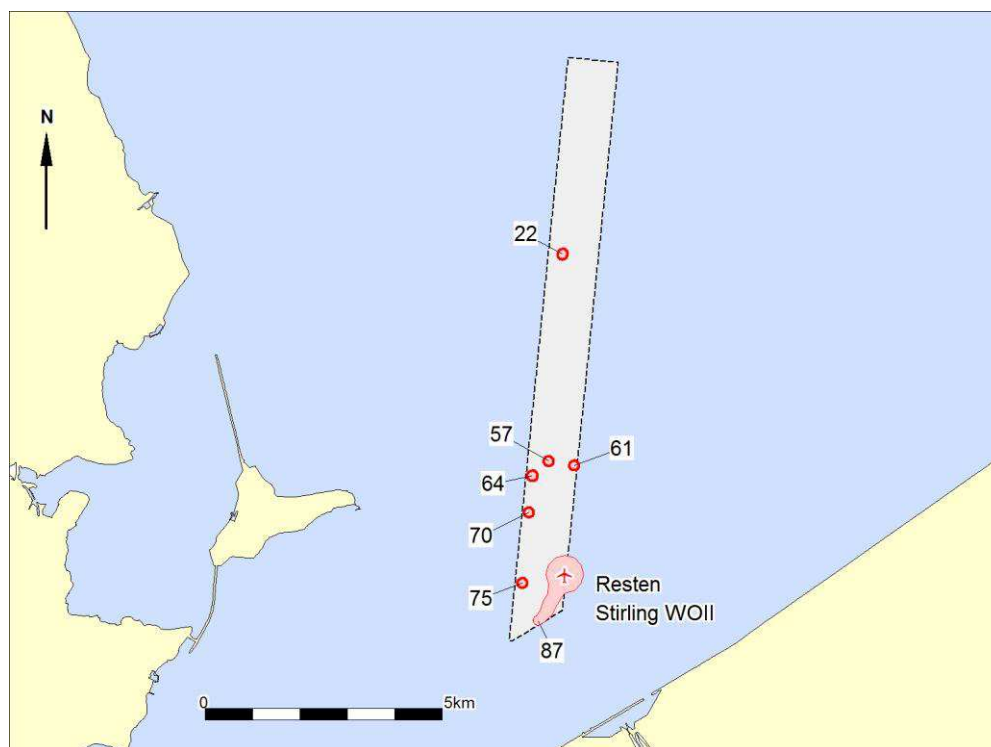
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën. 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

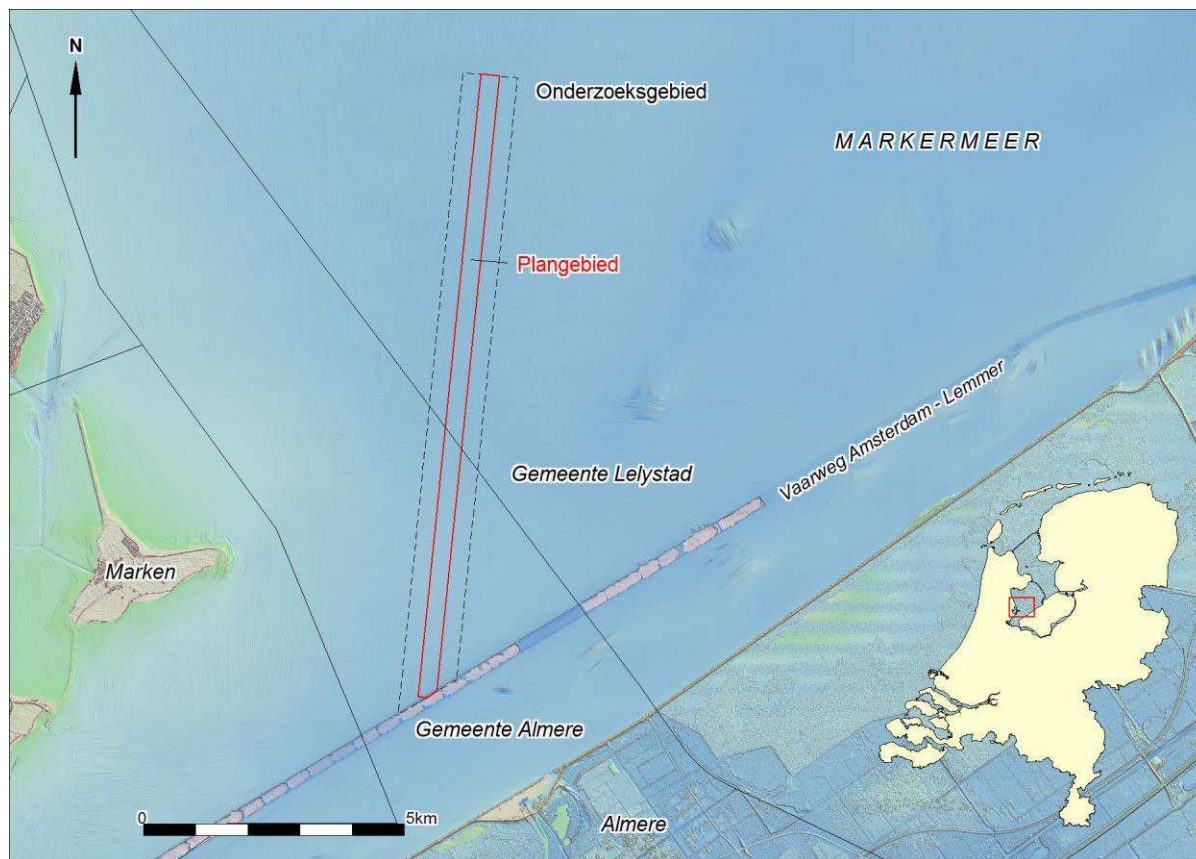
De genoemde contacten worden voorlopig geclassificeerd als potentieel archeologische objecten en zullen als zodanig worden aangemeld in ARCHIS, de archeologische database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Tenzij aanvullend onderzoek aantoont dat deze objecten geen archeologische waarde hebben 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 waterbodembodem 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;

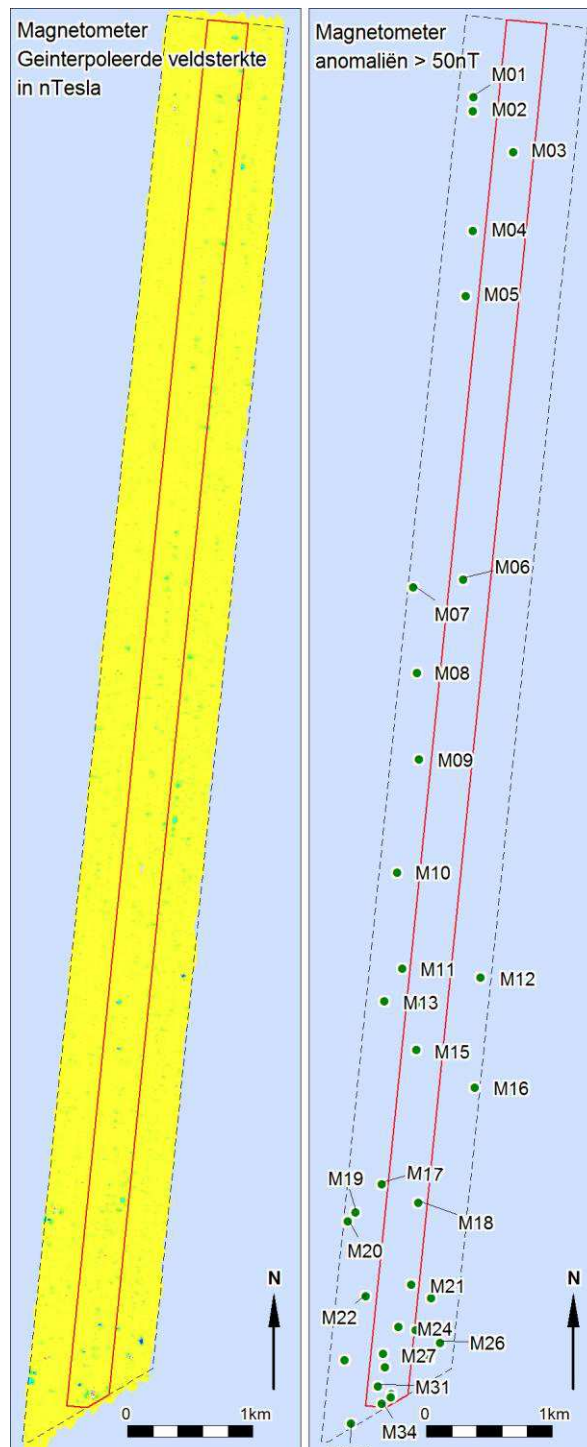
De opname en verwerking van de *magnetometer*data is uitgevoerd door W. Wester (hydrografisch specialist) van DEEP B.V. De interpretatie en rapportage zijn uitgevoerd door L.A. Muis (KNA archeoloog specialisme waterbodems) en S. van den Brenk (KNA senior prospector specialisme waterbodems) van Periplus 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.

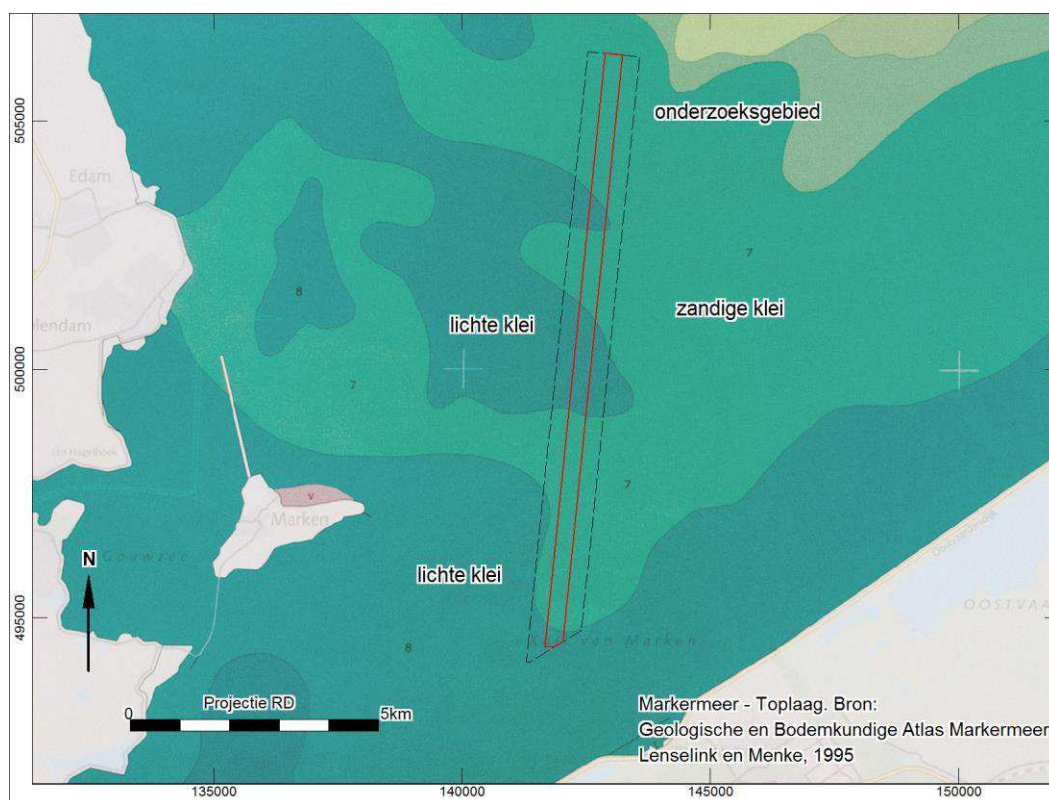
3.2 Side scan sonar algemeen

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

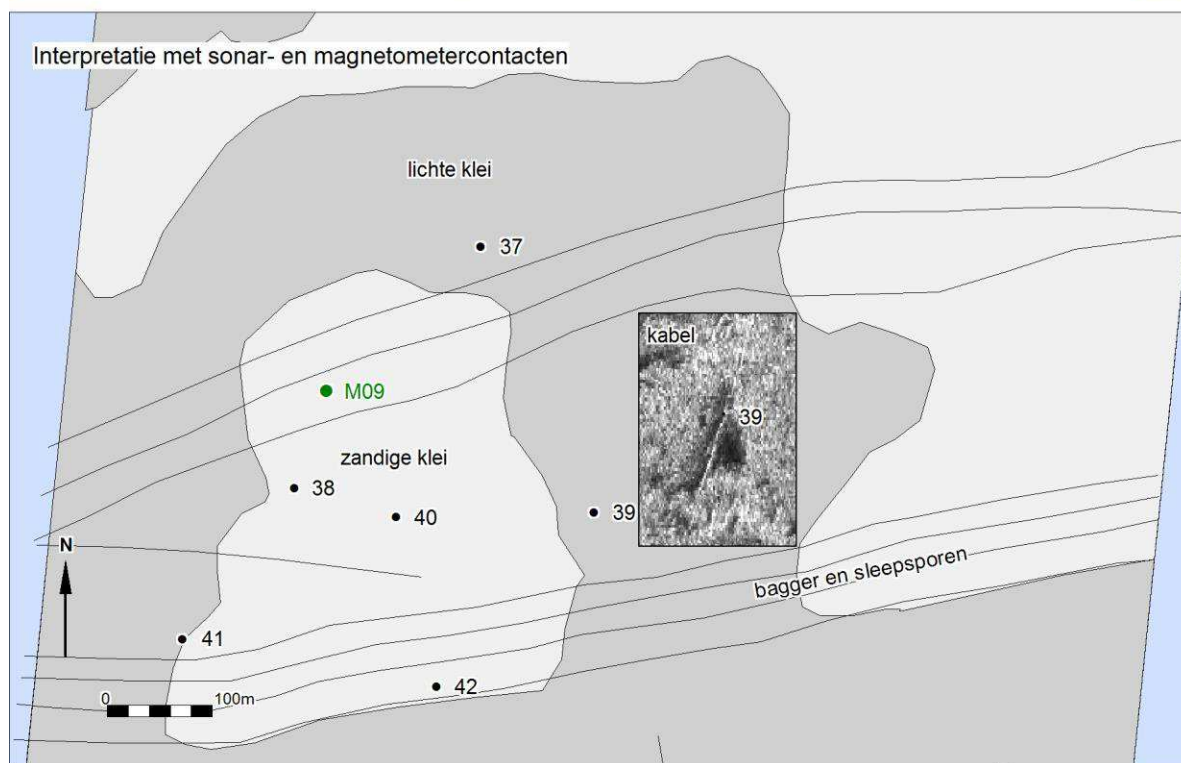
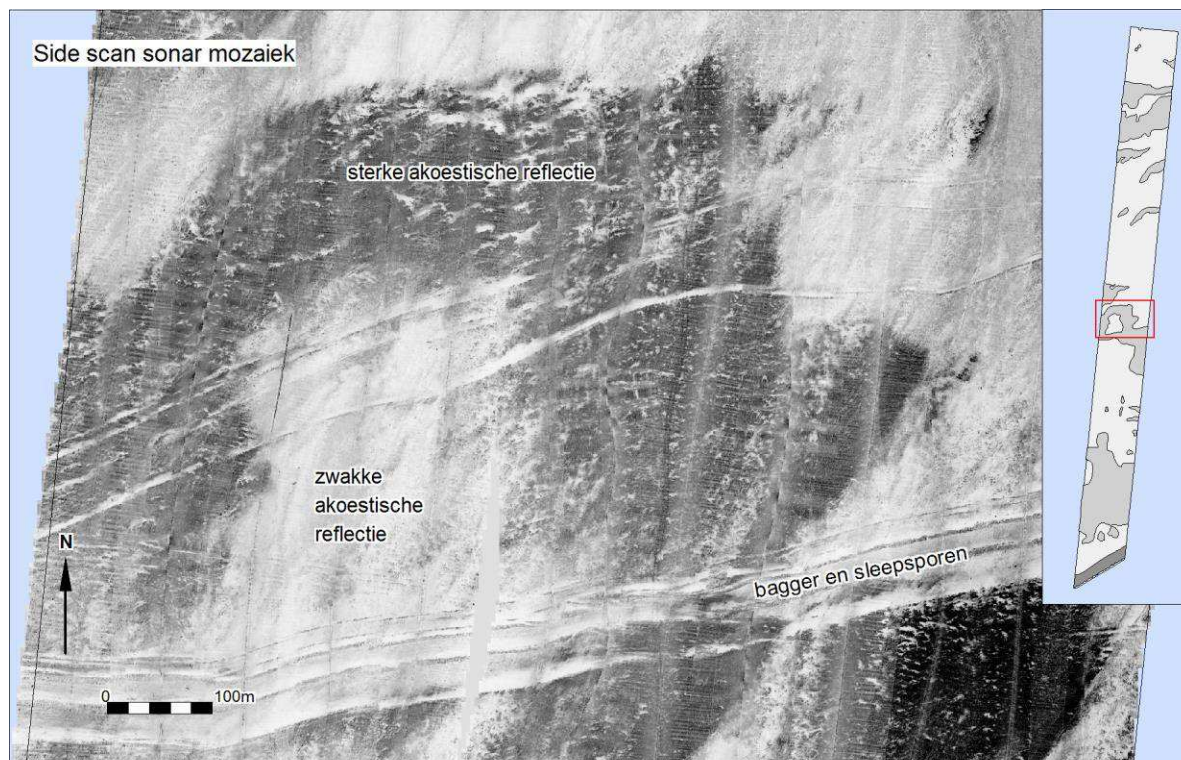
De top van de waterbodembodem in het onderzoeksgebied bestaat volgens de geologische en bodemkundige atlas Markermeer uit een afwisseling van zware zavel (zandige klei) en lichte klei (zie onderstaande afbeelding).



Afbeelding 5. Samenstelling van de toplaag van de waterbodembodem

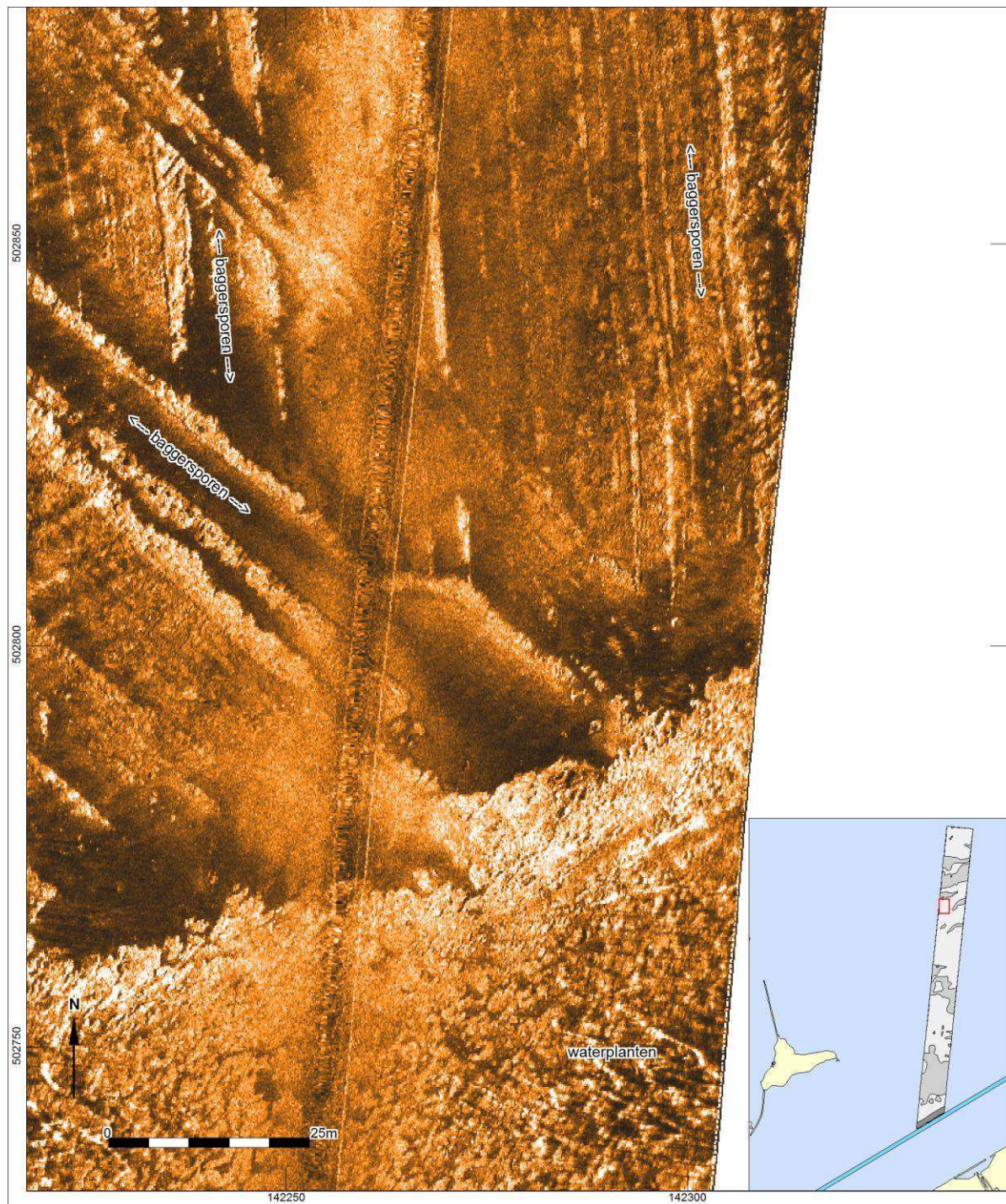
Het samengestelde *side scan sonar* mozaïek (zie afbeelding 9) laat een duidelijke afwisseling zien van gebieden met een sterke en zwakke akoestische reflectie, die goed overeenkomen met de afwisseling van bodemlithologie uit de atlas.

De afbeelding op de volgende bladzijde laat het centrale deel van het onderzoeksgebied zien met de verschillen in akoestische reflectie.



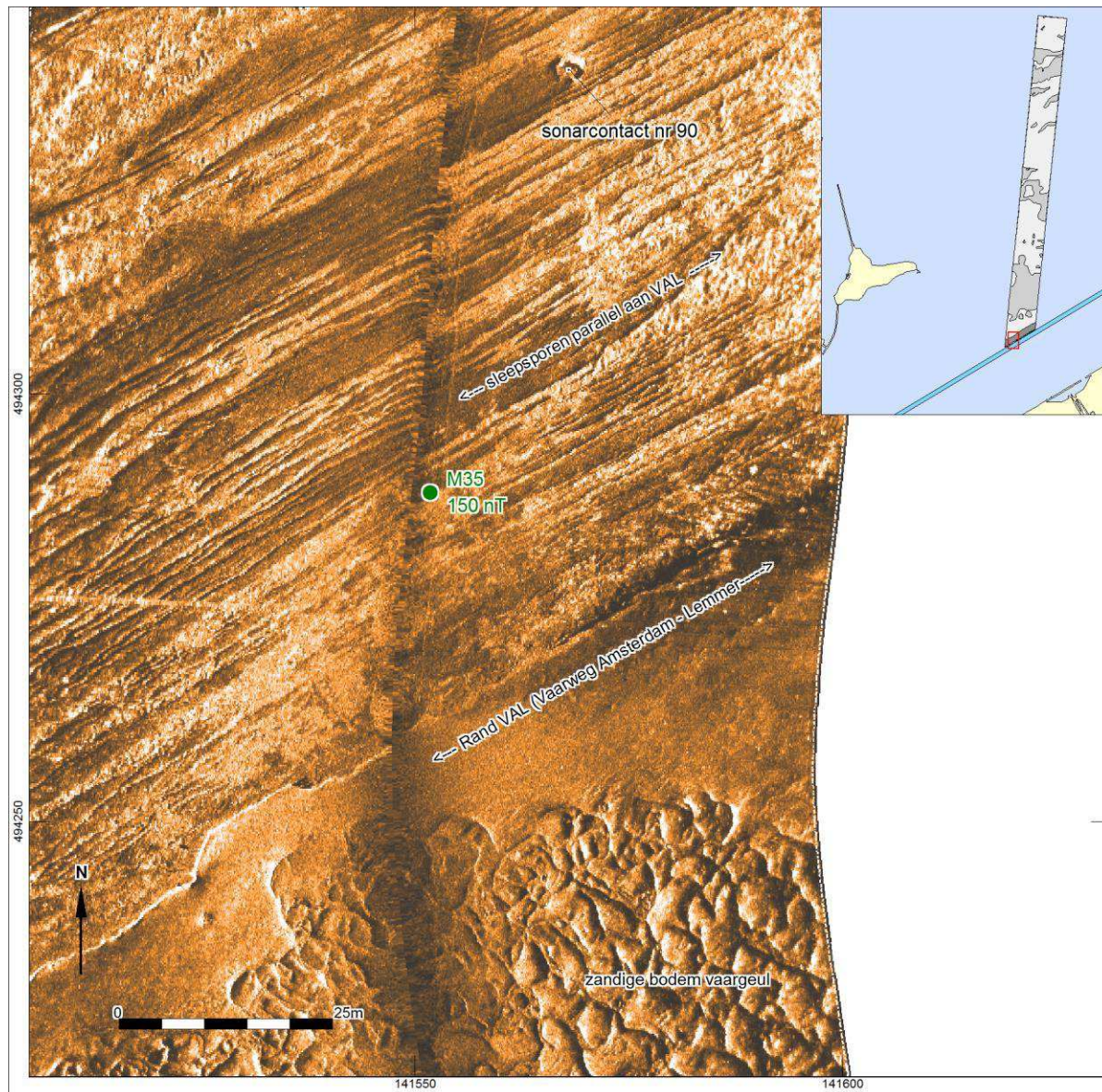
Afbeelding 6. Het centrale deel van het onderzoeksgebied met verschillen in akoestische reflectie

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.



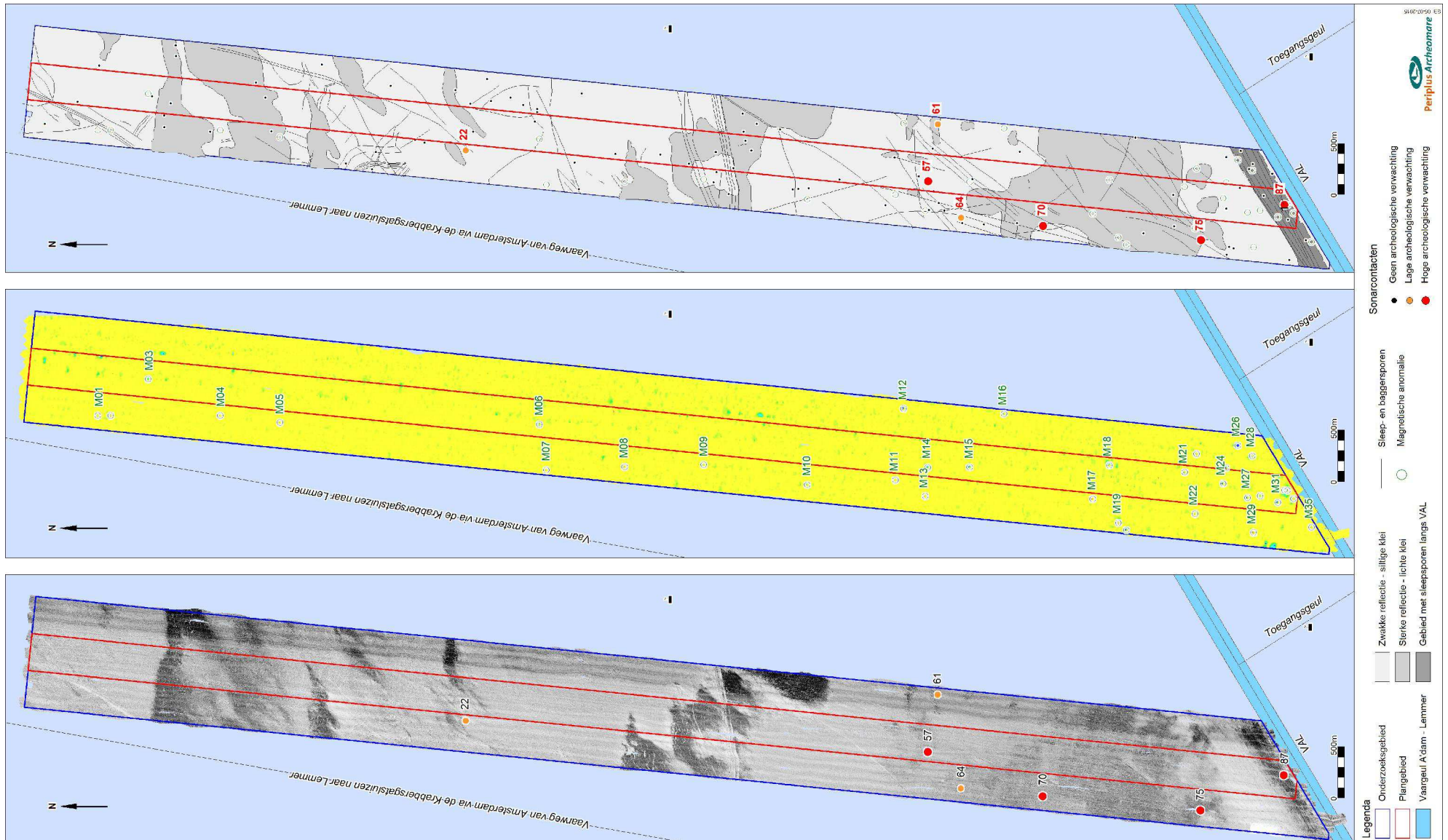
Afbeelding 7. Grote bagger- of sleepsporen in het noorden van het gebied.

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 *sonar*contacten 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 *sonar*contacten

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.

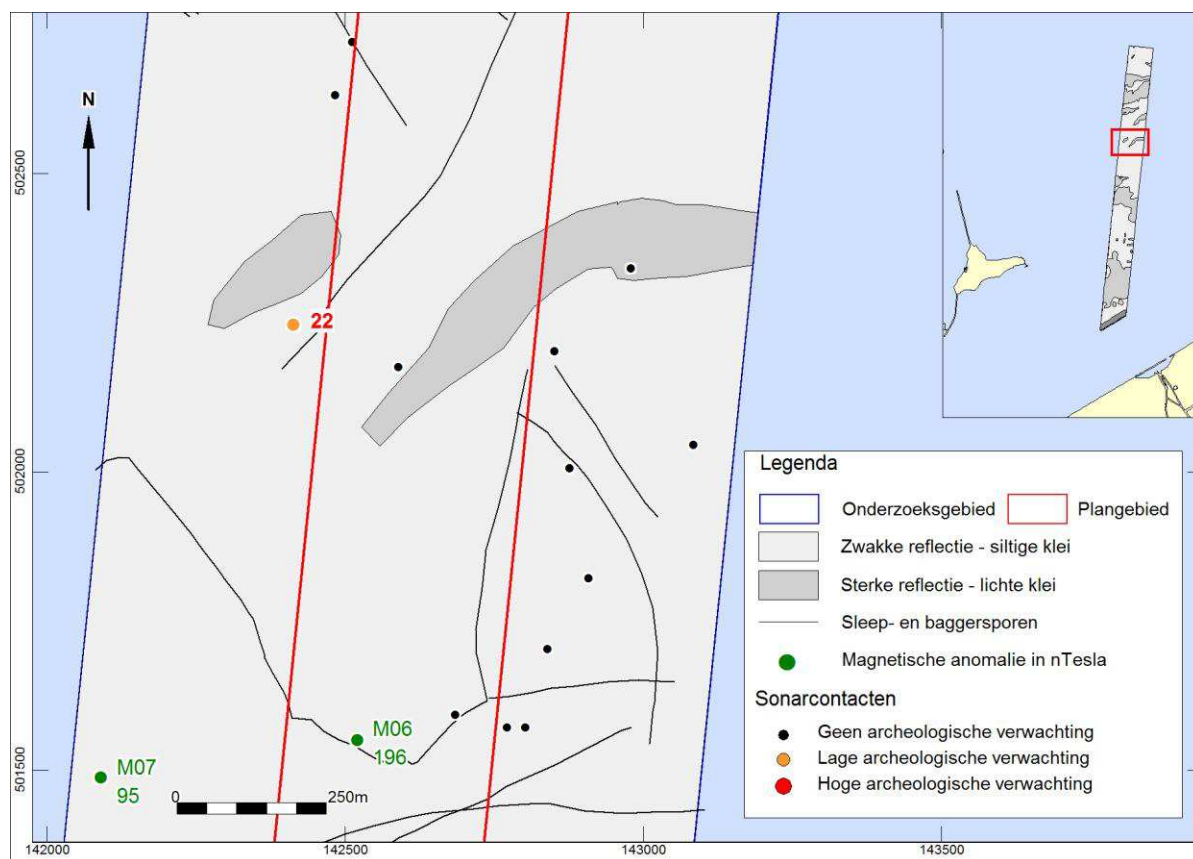
Op zeven locaties zijn grotere structuren en objecten waargenomen waarvan niet kan worden uitgesloten dat het om objecten met een cultuurhistorische waarde gaat. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

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 *sonar*contacten met een archeologische verwachting

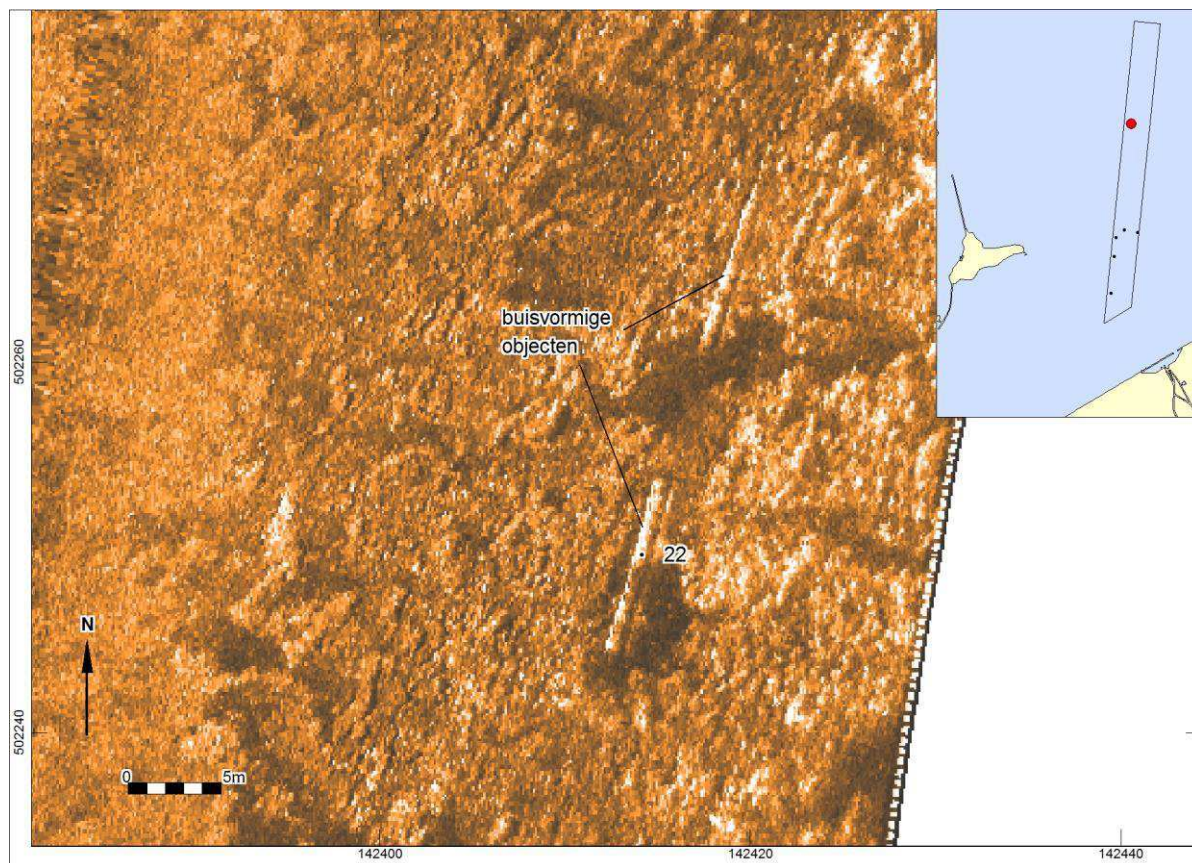
Aan de genoemde zeven contacten is een middelhoge tot hoge archeologische verwachting toegekend. Contact nummers 57 en 87 zijn ook met de *magnetometer* gedetecteerd. Deze contacten worden op de volgende bladzijden besproken en toegelicht aan de hand van de sonarbeelden.

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 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*.

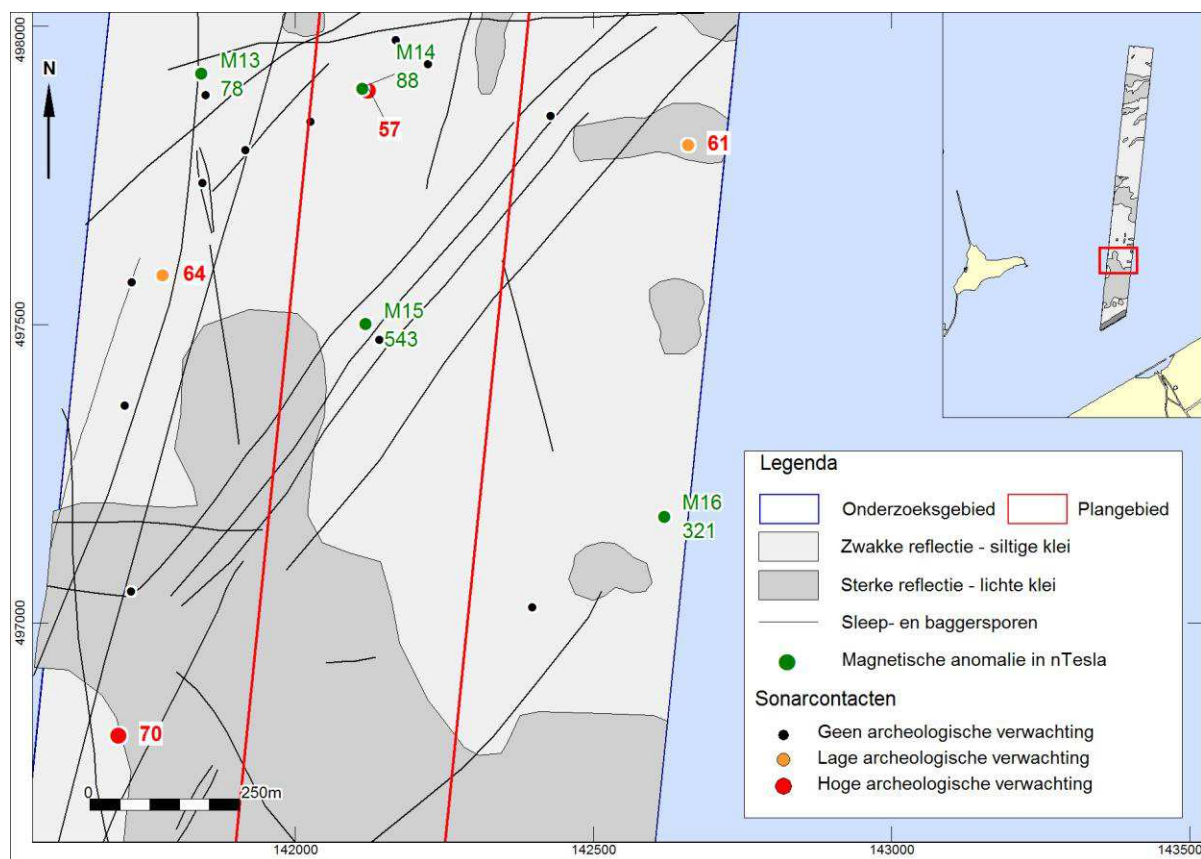


Afbeelding 11. Sonarafbeelding van contact 22

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.

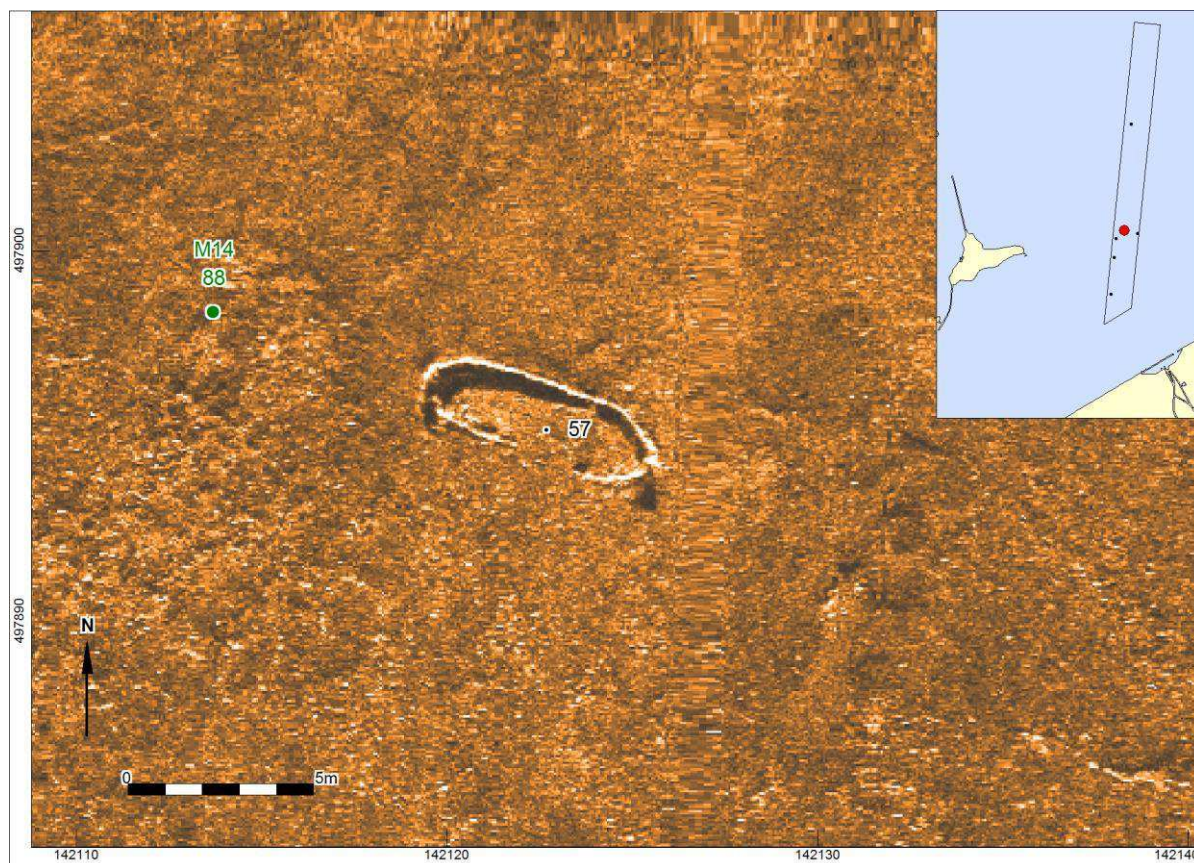
Contacten 57, 61, 64 en 70



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

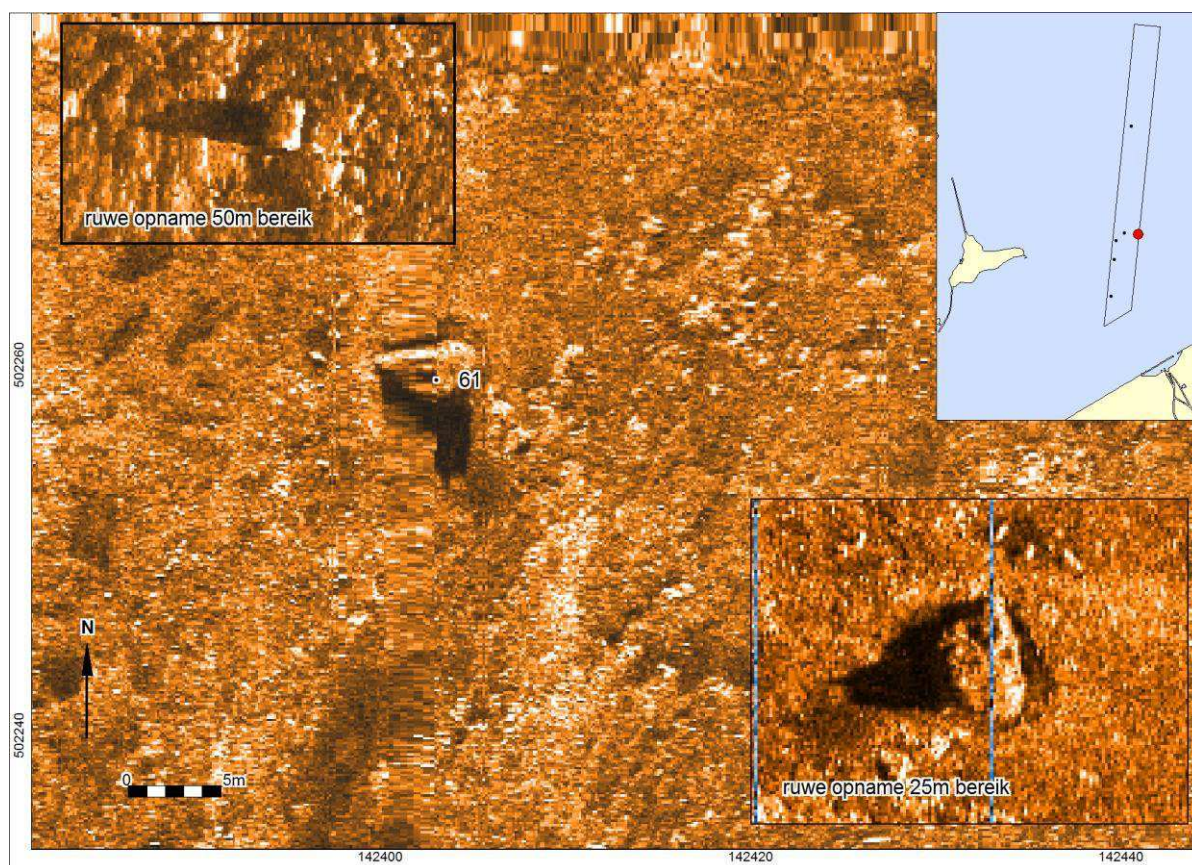


Afbeelding 13. Sonarafbeelding van contact 57

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 ovaalvormige 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



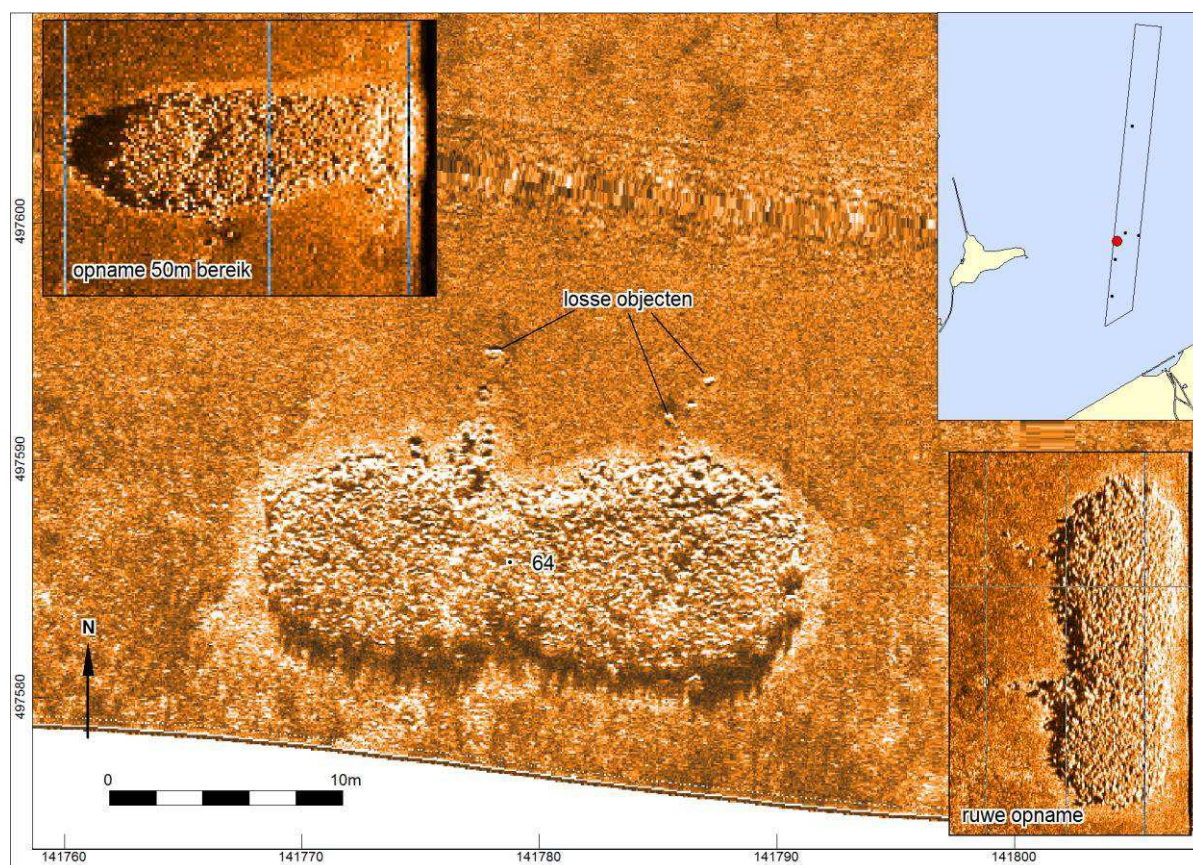
Afbeelding 14. Sonarafbeelding van contact 61

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



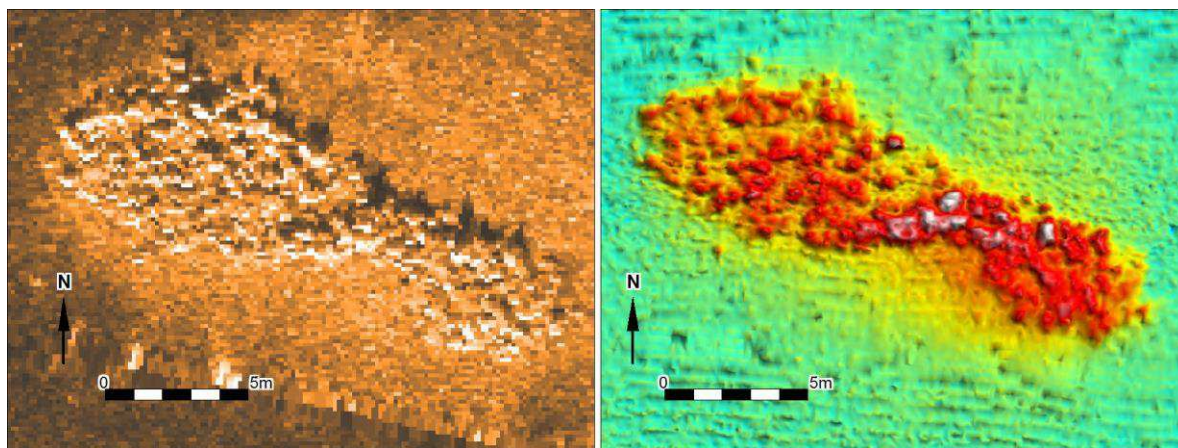
Afbeelding 15. Sonarafbeelding van contact 64

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
64	Dichte ovalen 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 ovalen 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.

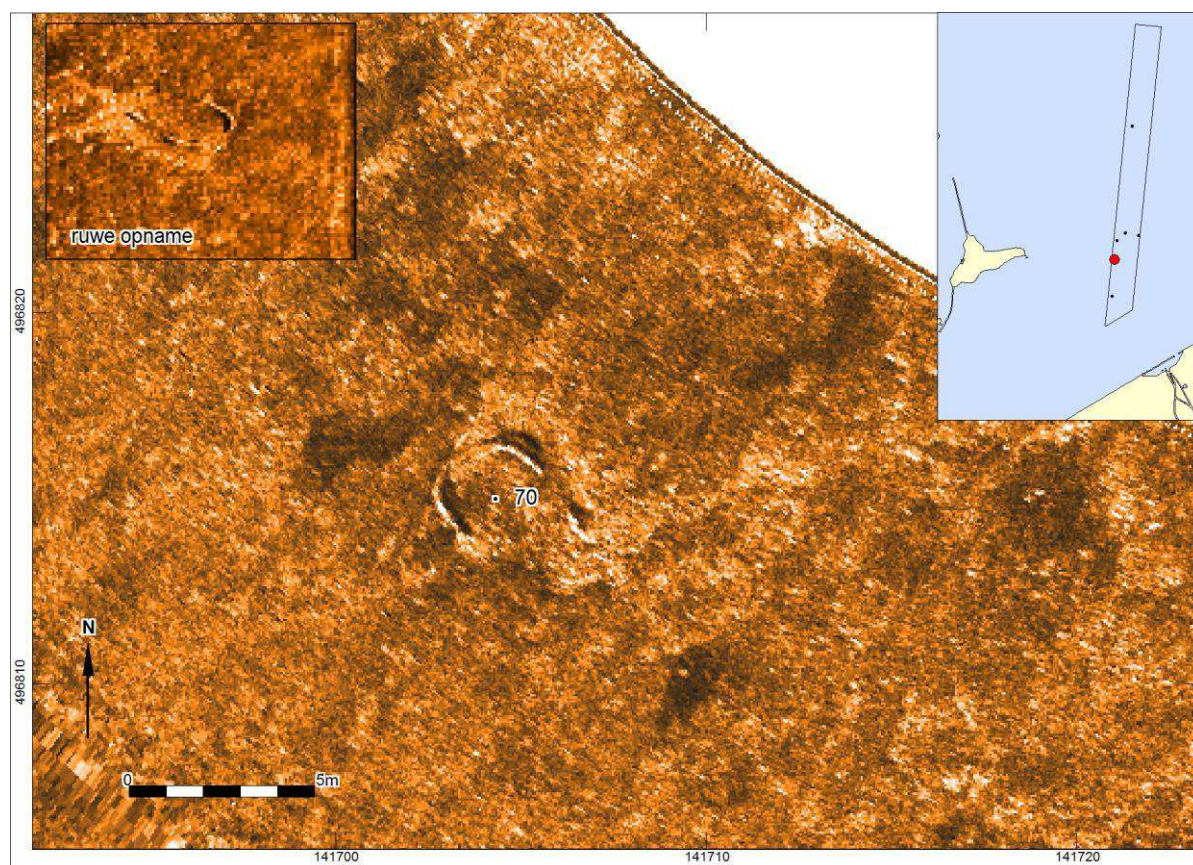
In 2010 is een vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer en onderzocht met duikers⁷. Het bleek toen te gaan om een bult met stortstenen, begroeid met schelpdieren.

⁷ Van Campenhout en van Lil, 2010



Afbeelding 16. Vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer in 2010

Contact 70

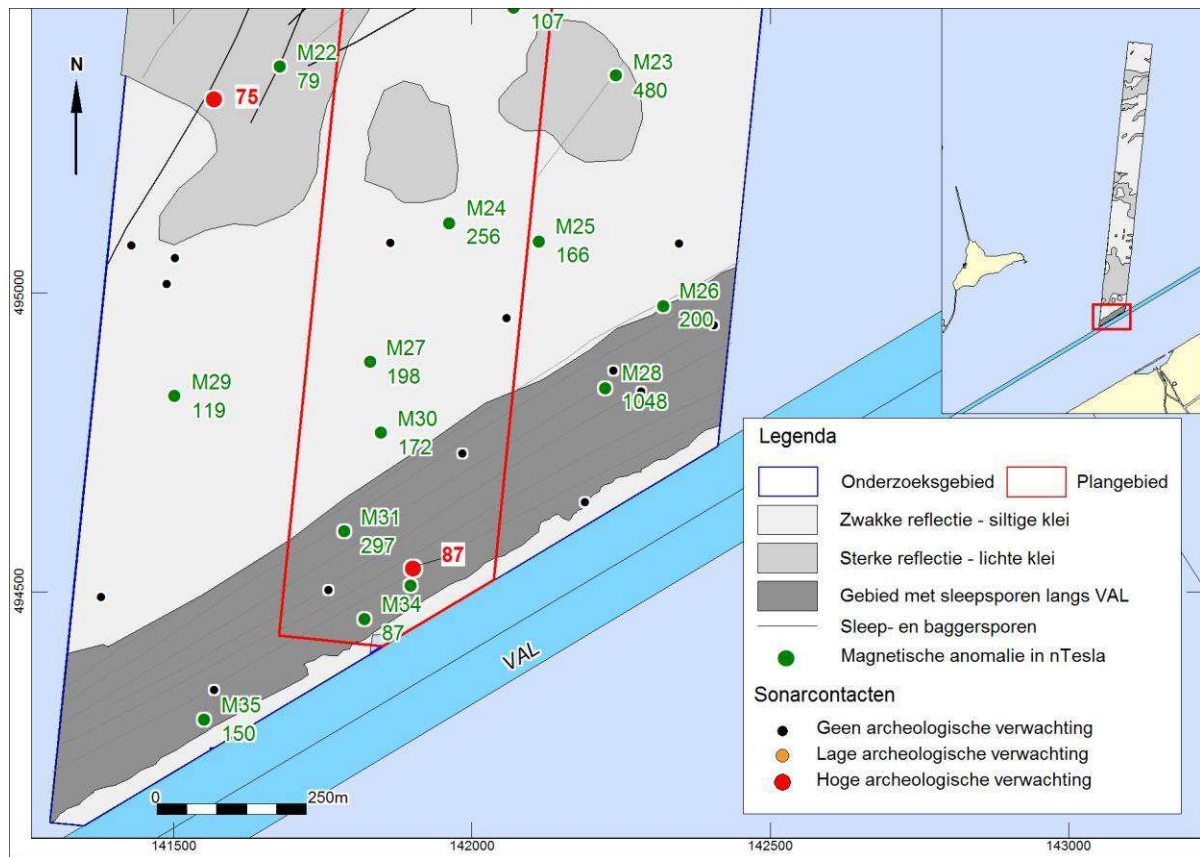


Afbeelding 17. Sonarafbeelding van contact 70

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

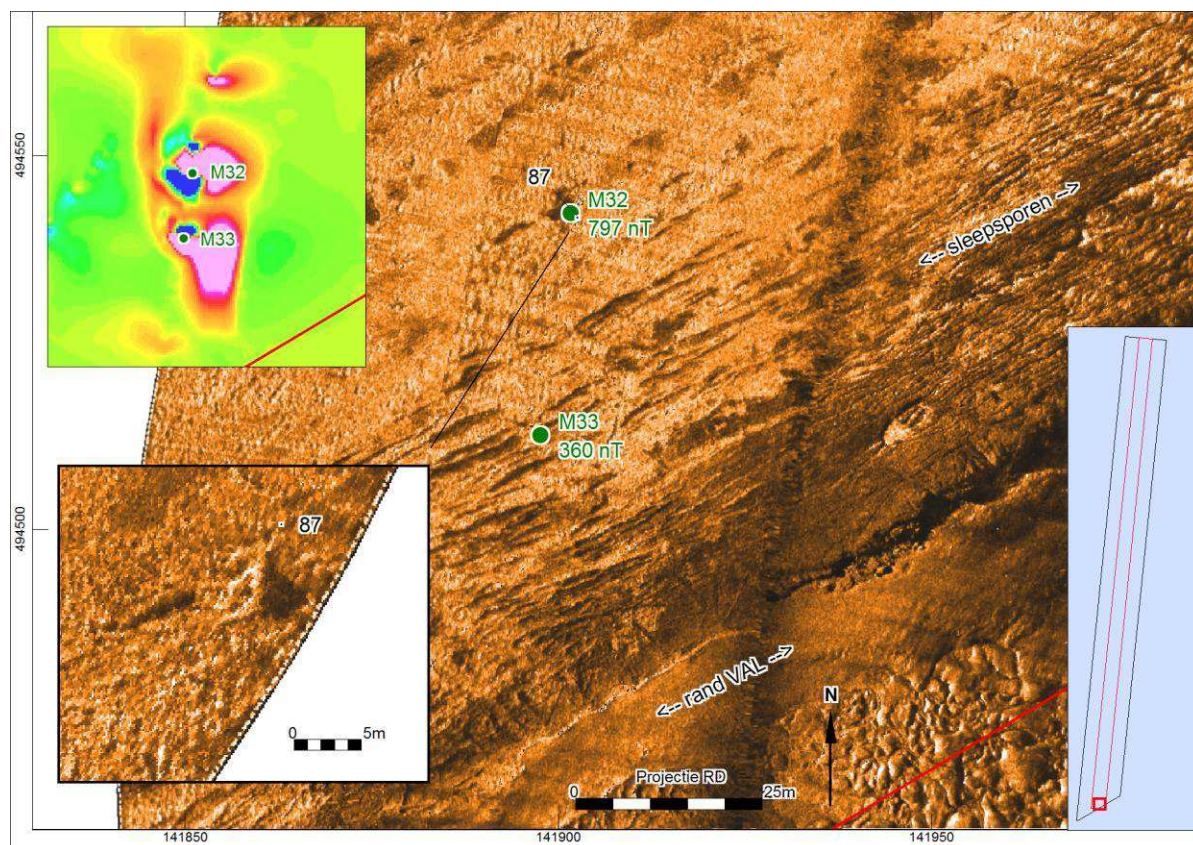
Contact 70 is een gebogen, halfronde structuur die in de bodem verdwijnt. Het lijkt op de achtersteven van een schepje, dat grotendeels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 3,6 bij 3,2 meter. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Aan de locatie is een hoge archeologische verwachting toegekend.

Contacten 75 en 87



Abbeelding 18. Detailkaart van het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied

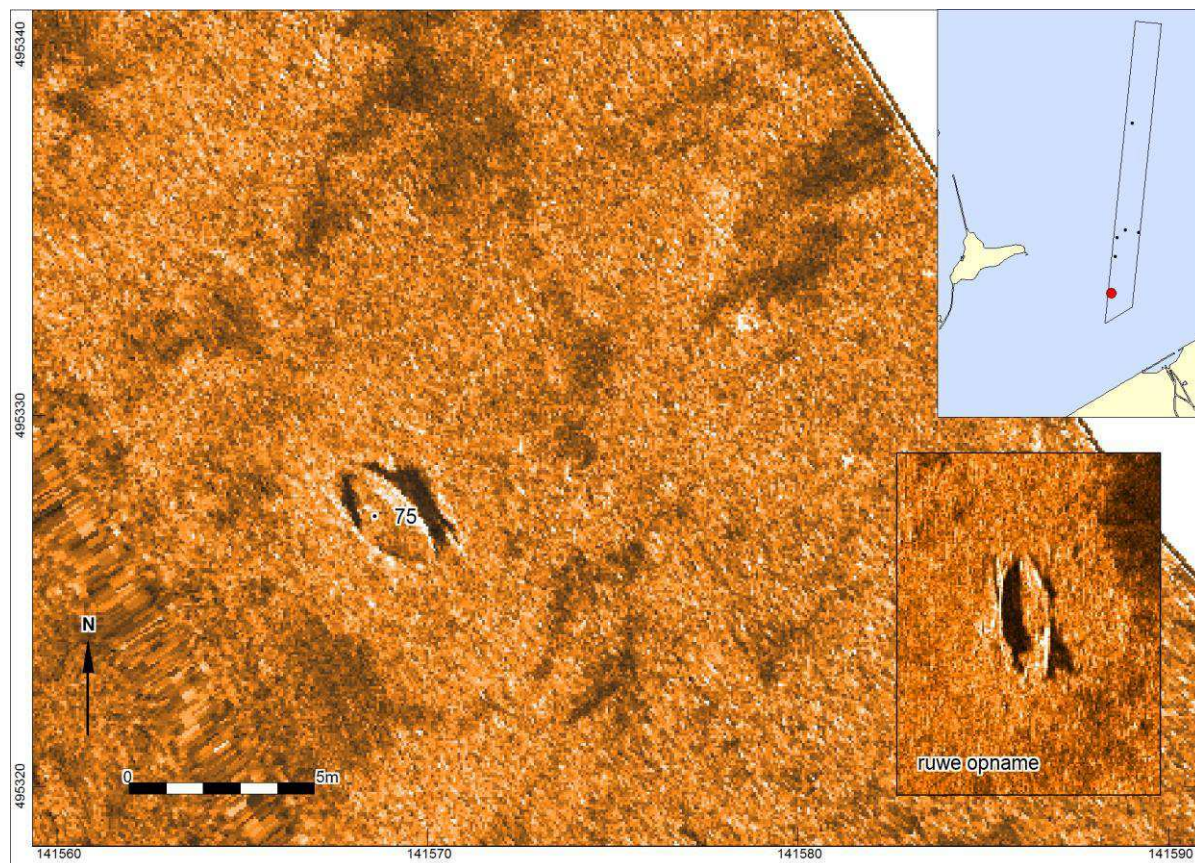
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. Deze zijn vermoedelijk veroorzaakt in de periode dat de vaarweg 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 sleepsporen 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

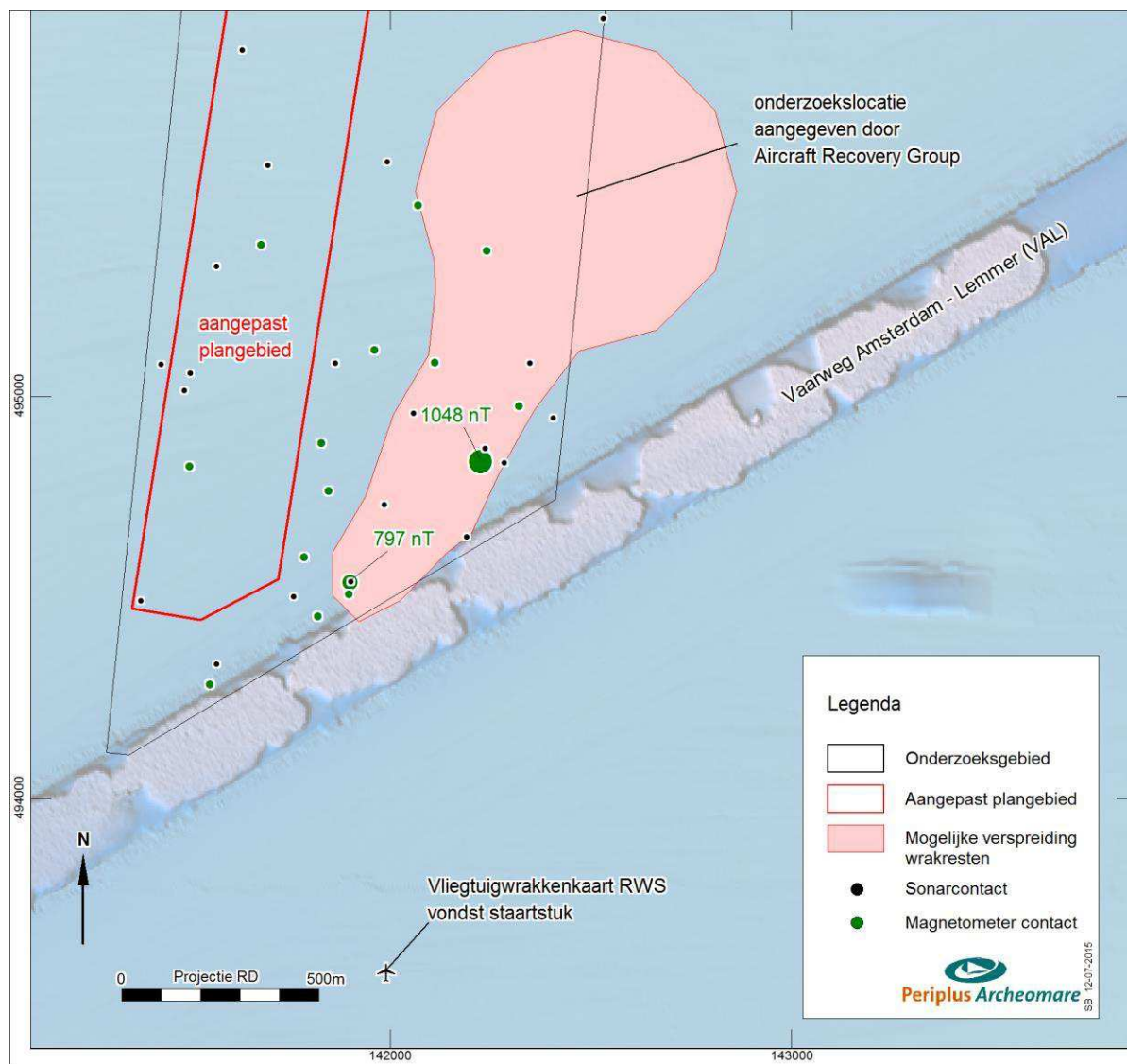
De vliegtuigwrakkenkaart van Rijkswaterstaat vermeldt de vondst van een staartstuk ten zuiden van de Vaargeul Amsterdam-Lemmer, nadere informatie is niet bekend. In 2008 werden in de buurt bij toeval resten van een vliegtuigwrak aangetroffen door een reddingsboot. Vervolgens heeft de stichting Aircraft 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.

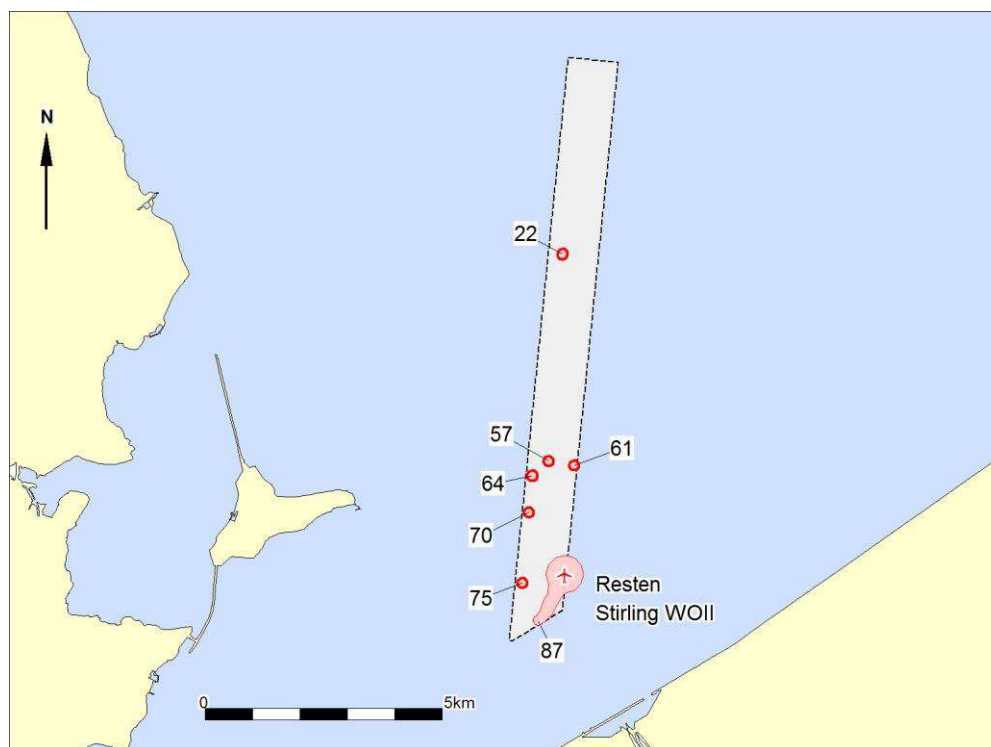
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën. 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

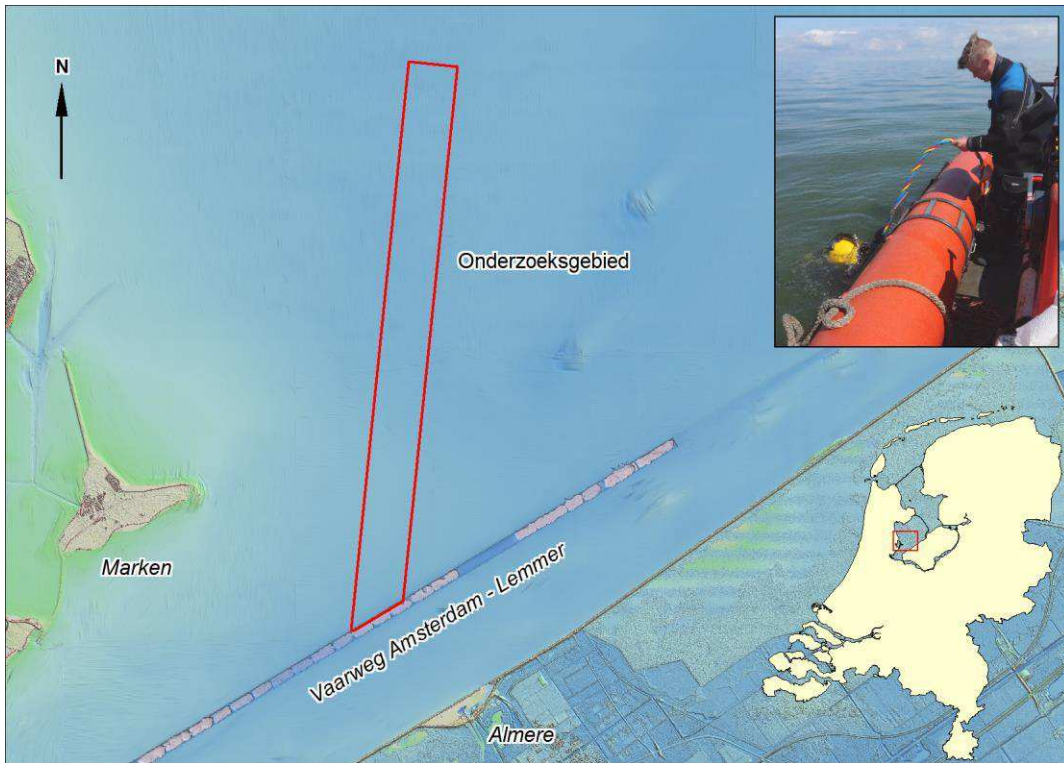
Inhoud CD

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

Bijlage III

Inventariserend veldonderzoek onderwaterfase Periplus Archeomare 2015

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 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 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.

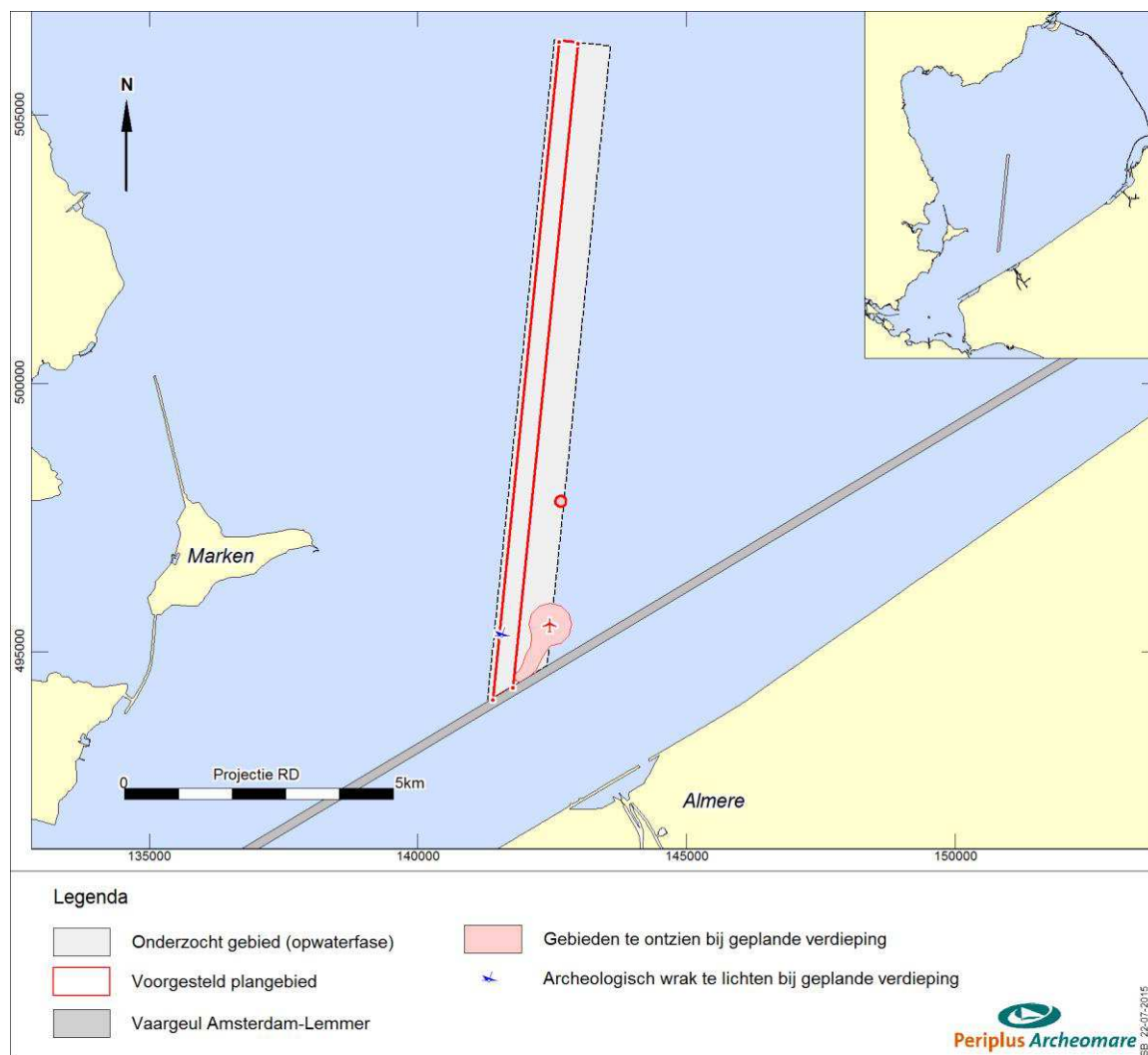
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht.

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.

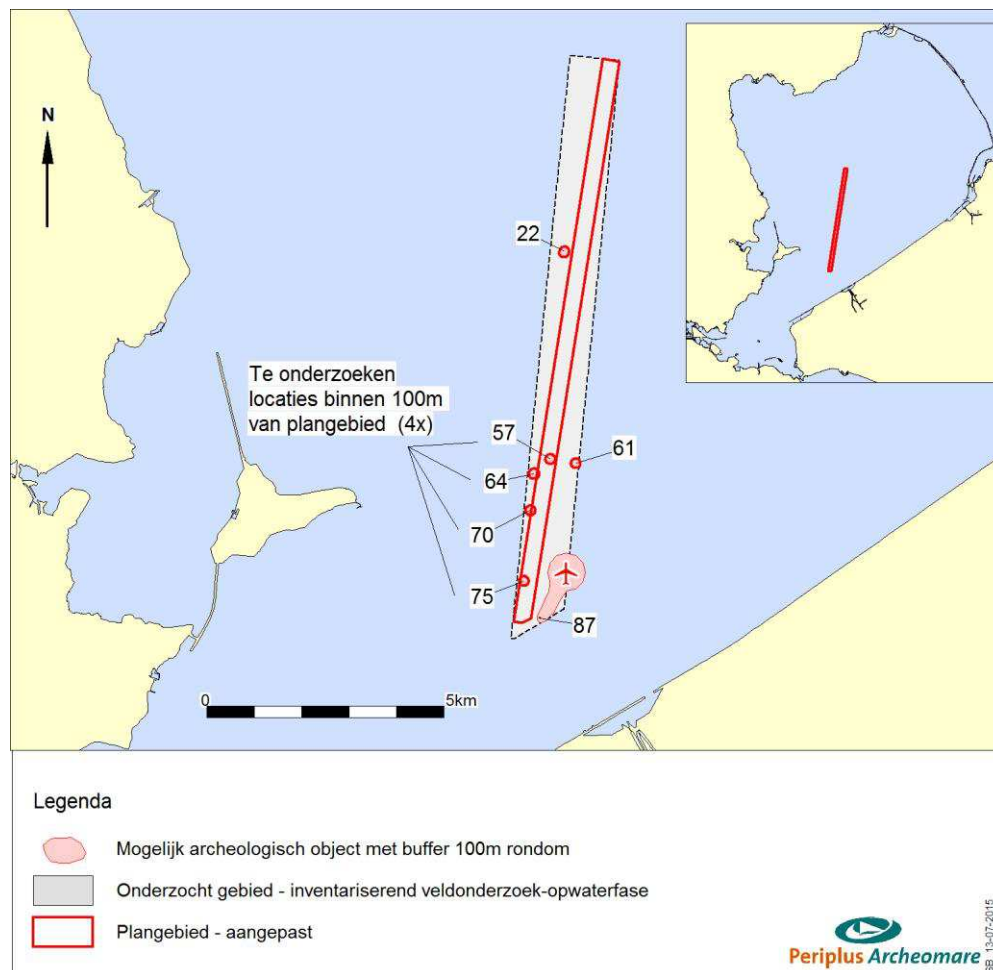


Afbeelding 1. Het aangepaste plangebied met de locaties te ontzien bij voorgenomen verdiepingswerkzaamheden

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 waterbodembodem 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.

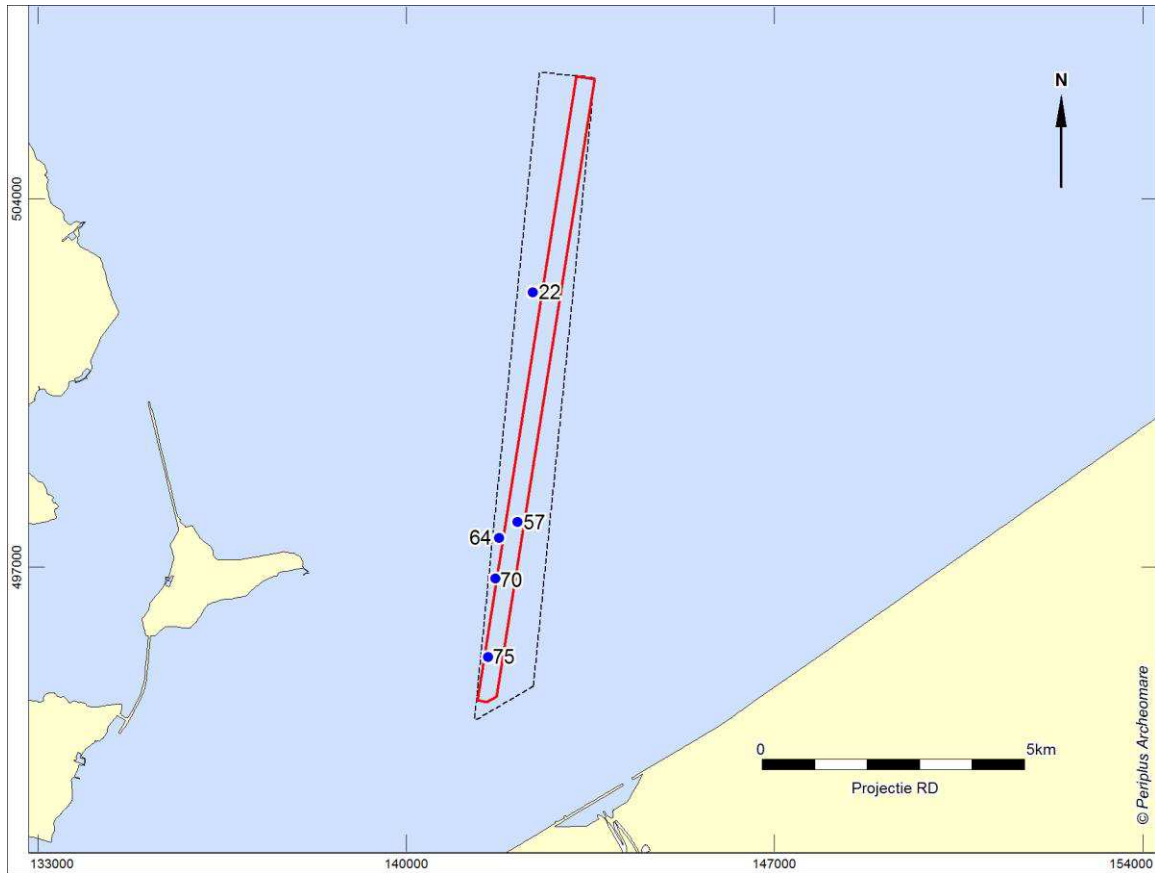


Afbeelding 5. Voorbeeld van het onderwater videobeeld op locatie 64

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).



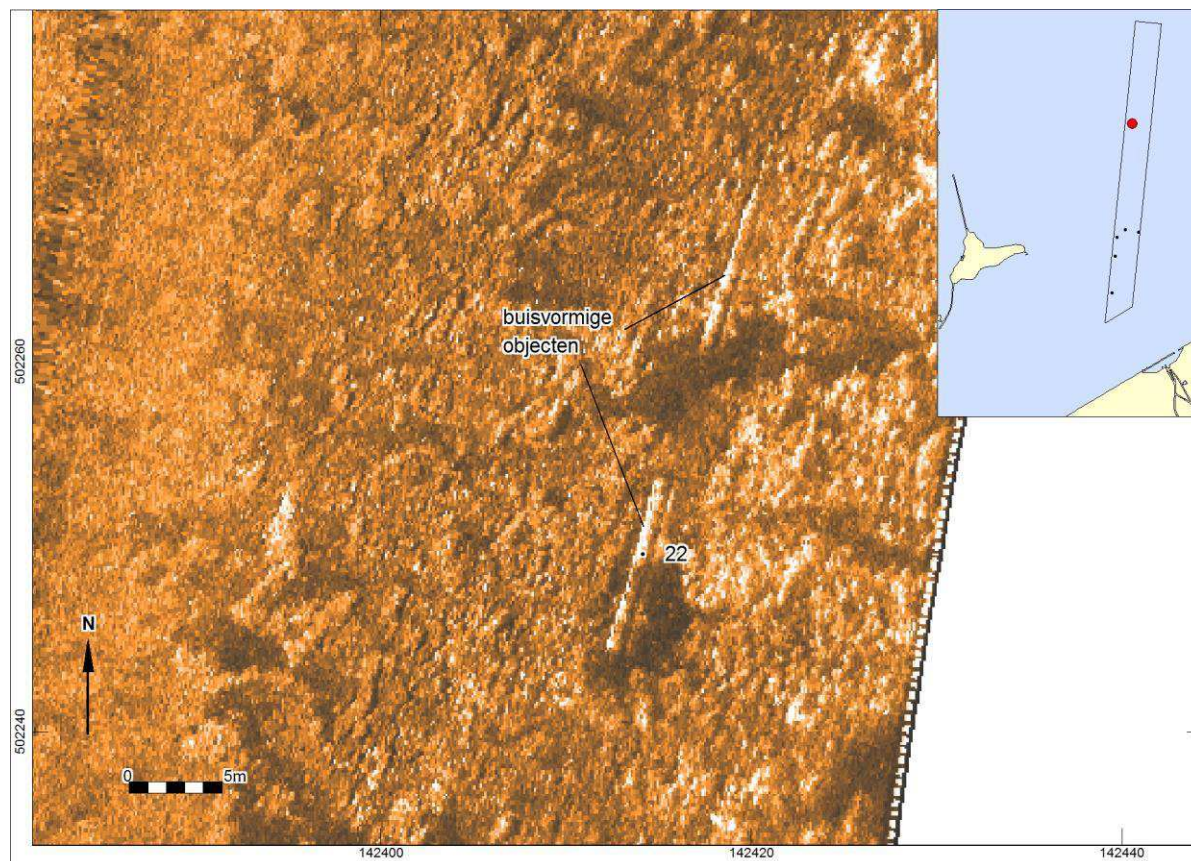
Afbeelding 6. De onderzoekslocaties

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.

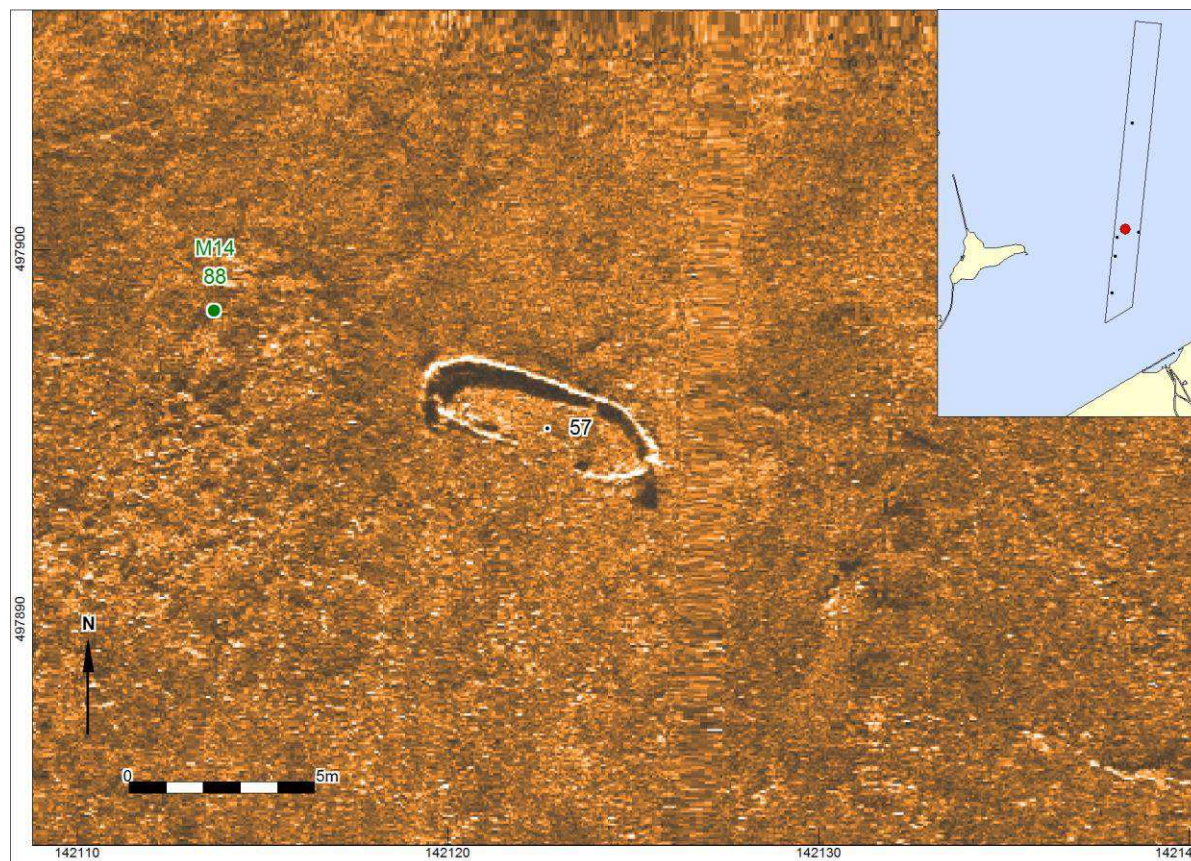
Tijdens de duikinspectie is op de locatie een sterk begroeide dikke staalkabel met een doorsnede van ca. 4 à 5 cm aangetroffen. Het zuidelijke deel van de kabel (contact 22 in afbeelding 7) is door de duiker gevolgd in zuidelijke richting. Na ongeveer 15 meter verdween de kabel in de bodem.

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.

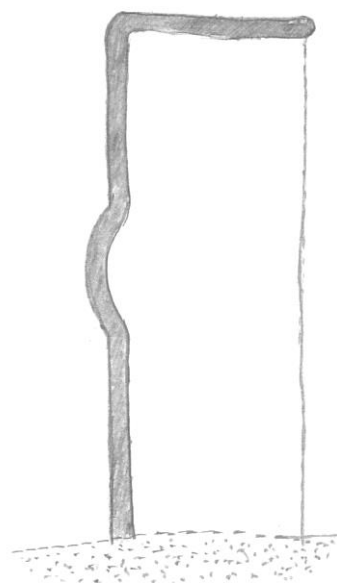


Afbeelding 8. Sonarafbeelding van contact 57

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.

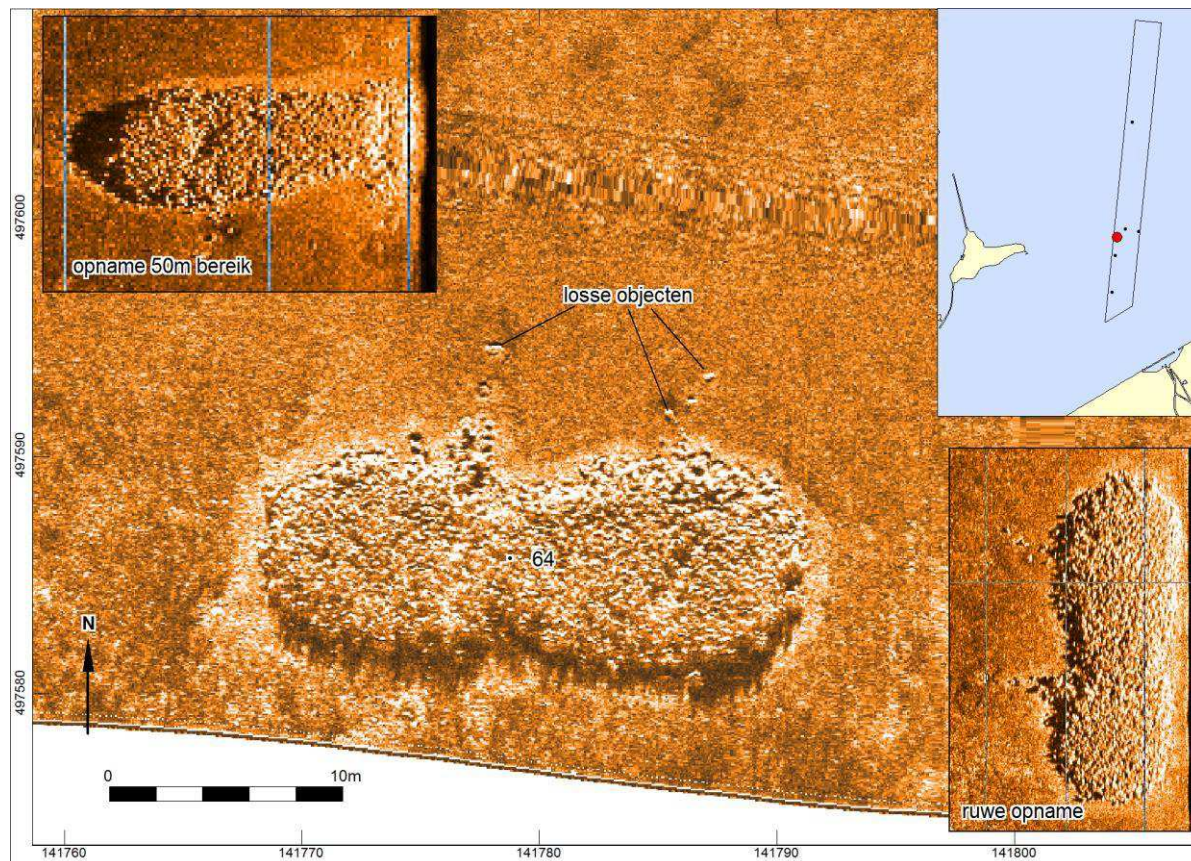
Op basis van de materiaalsoort (polyester) betreft dit een recent wrak zonder archeologische waarde en kan deze locatie vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Het wrak kan echter wel een baggerobstakel vormen.



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. Sonarbeelding 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.

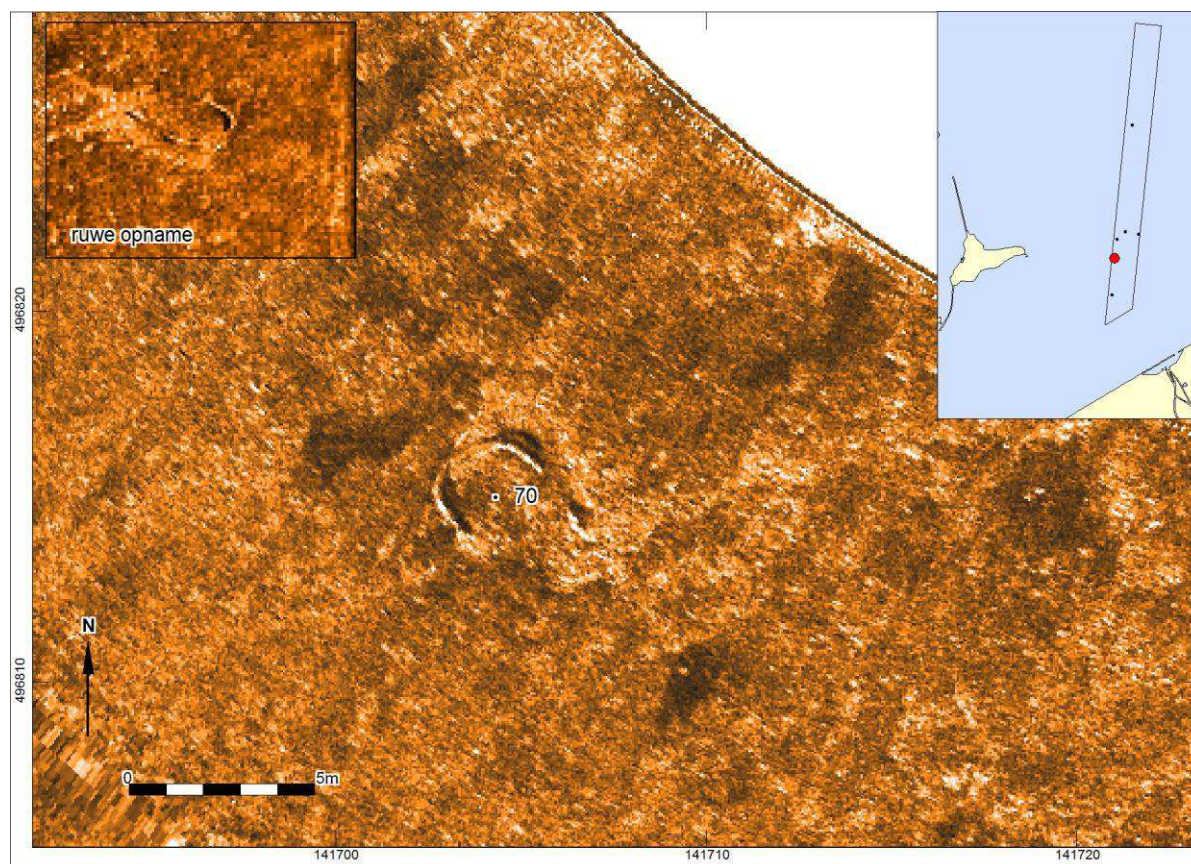
De locatie heeft geen archeologische waarde en kan daarom vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Gezien het formaat van de stenen vormt het cluster wel een belangrijk baggerobstakel.



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

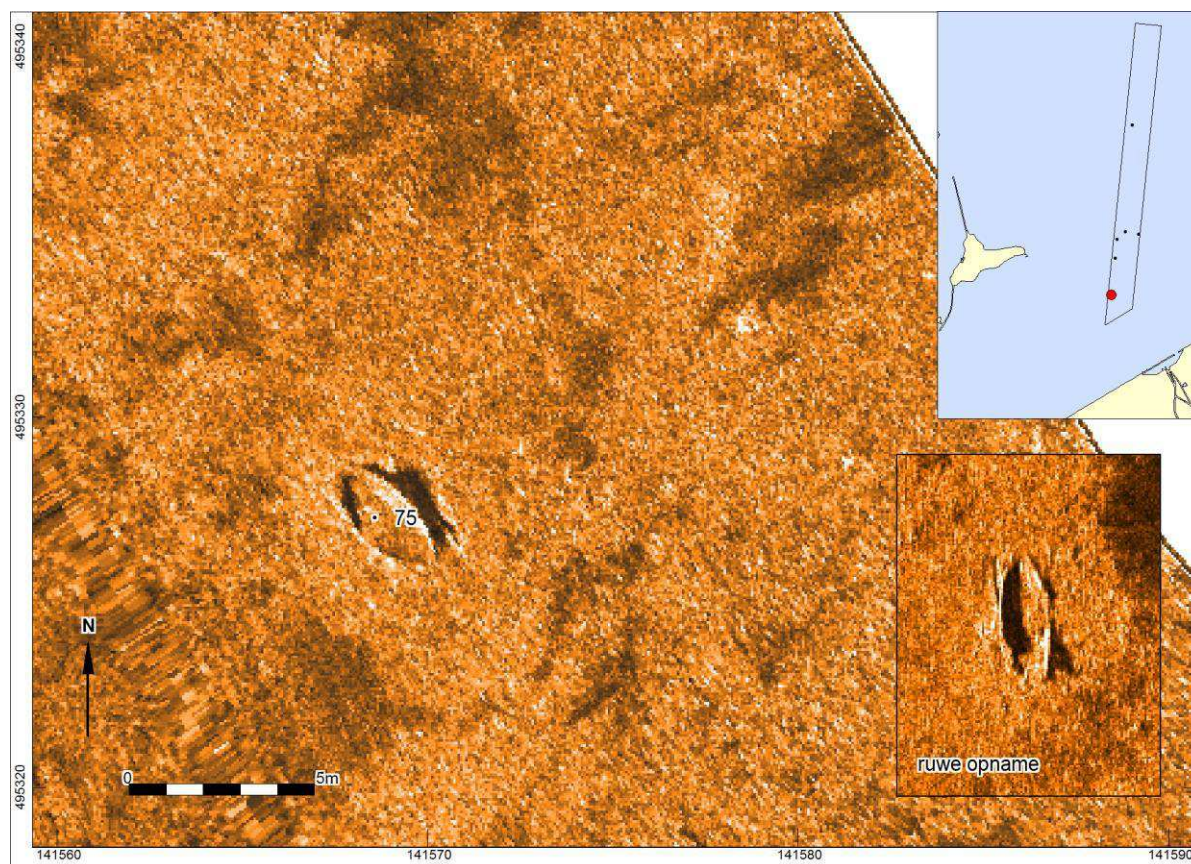
Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonar	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
70	Gebogen halfronde contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0		hoog

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

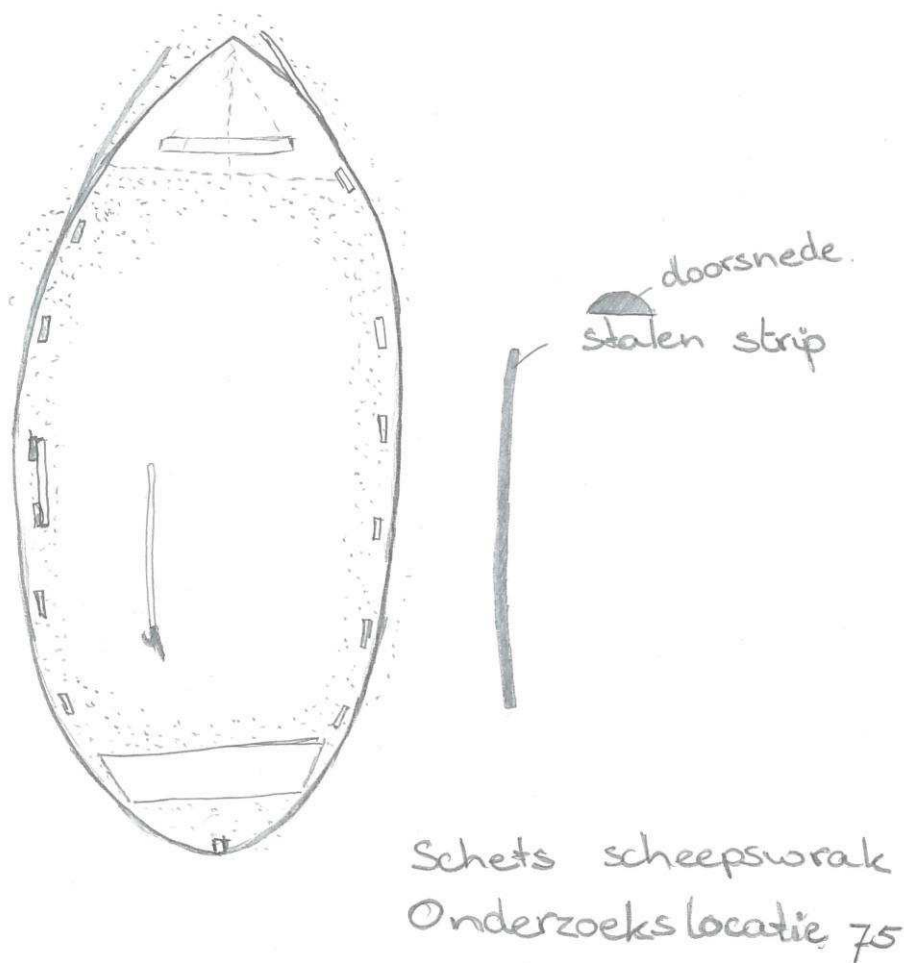
In het zuidwesten van het onderzoeksgebied ligt *sonarcontact* 75. Het *sonar*beeld laat een ovaal object van 3,4 bij 1,7 meter zien met de kenmerken van een klein bootje dat deels in de waterbodem ligt. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen.



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 schelpenlaag 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 *stevan* aan de noordzijde bevindt zich een plank overdwars in het wrak van ca. 15 x 4 cm. De *stevan* 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 schelpaag 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.

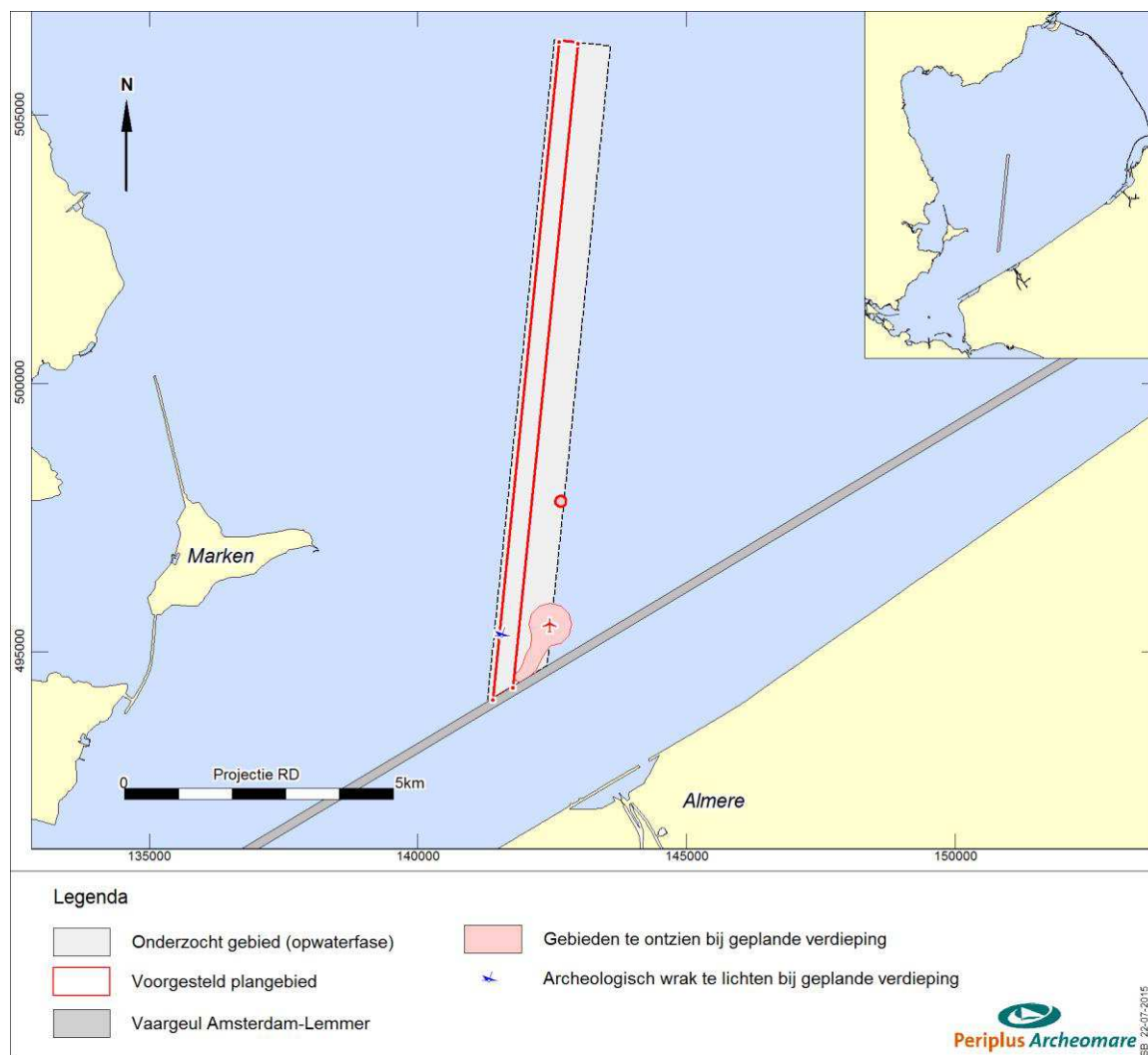
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht.

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 IV

programma van eisen archeologie

Programma van Eisen

PROGRAMMA VAN EISEN	
LOCATIE	Provincie : Flevoland
	Gemeenten : Almere (34) en Lelystad (995)
	Topniem : Markermeer
PROJECTNAAM	Markerzand

PLAATS BINNEN ARCHEOLOGISCH PROCES
✓ INVENTARISEREND VELDONDERZOEK - OPWATER VERKENNEND (BOORONDERZOEK) KNA WB 3.2 protocol 4103
0 IVO – Onderwater verkennend
0 IVO – Onderwater waarderend
0 OPGRAVEN
0 ARCHEOLOGISCHE BEGELEIDING

Auteur			
Actor	Naam, adres, telefoon, e-mail	datum	paraaf
Senior Prospector Waterbodems	R. van Lil Periplus Archeomare Kraanspoor 14 1033 SE – Amsterdam r.v.lil@periplus.nl	8-5-2015	
Senior Prospector Waterbodems, controle/ goedkeuring	S. van den Brenk Periplus Archeomare Kraanspoor 14 1033 SE – Amsterdam s.v.d.brenk@periplus.nl	8-5-2015	

OPDRACHTGEVER	Naam, adres, telefoon, e-mail	datum	paraaf
VOF Markerzand	Markerzand V.O.F. Schaardijk 211 3083 NH - Rotterdam j.walle@mineralis.nl Tel. 038-4600653	18/5/15	

GOEDKEURING BEVOEGDE OVERHEID	Naam, adres, telefoon, e-mail	datum	paraaf
Rijk	Rijkswaterstaat Midden Nederland L. Snitsevorg Afdeling Vergunningen linda.snitsevorg@rws.nl Tel. 0611539751		

Adviseur	De heer H. Weerts Mw. M.C. Houkes Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed Smallepad 5 3811 MG Amersfoort 033-4217474 h.weerts@cultureelerfgoed.nl m.houkes@cultureelerfgoed.nl	12-5-15	
----------	--	---------	---

Inhoudsopgave

1	ADMINISTRATIEVE GEGEVENS ONDERZOEKSGBIED.....	2
2	AANLEIDING EN MOTIVERING VAN HET ONDERZOEK.....	3
3	EERDER UITGEVOERD ONDERZOEK.....	3
4	ARCHEOLOGISCHE VERWACHTING.....	4
5	DOELSTELLING EN VRAAGSTELLING.....	6
6	METHODEN EN TECHNIEKEN.....	7
7	UITWERKING.....	9
8	(DE)SELECTIE EN CONSERVERING.....	10
9	DEPONERING.....	10
10	RANDVOORWAARDEN en AANVULLENDE EISEN.....	11
11	WIJZIGINGEN T.O.V. HET VASTGESTELDE PvE.....	11
	LITERATUUR EN BIJLAGEN.....	12

1 ADMINISTRATIEVE GEGEVENS ONDERZOEKSGBIED				
Projectnaam	Markerzand			
Provincie	Flevoland			
Gemeente	Almere en Lelystad			
Plaats	Markermeer			
Toponiem	Markermeer			
Kaartbladnummer	1810.5/26A			
x,y-coördinaten hoekpunten	Onderzoeksgebied		Plangebied	
	RDx	RDy	RDx	RDy
	142539	506400	142887	506364
	143583	506294	143235	506329
	142412	494744	141677	494426
	141294	494114	142037	494520
Waterkundige gegevens	Zoet water, waterbodem -4.0 tot -4.5 meter NAP, Natura 2000-gebied, beroepsvaart, recreatie, visserij			
CMA/AMK-status	n.v.t.			

Archis-monumentnummer	n.v.t.
Archis-waarnemingsnummer	n.v.t.
Oppervlakte plan- en onderzoeksgebied	Geef aan in hoeverre plan- en onderzoeksgebied niet overeenstemmen; Plangebied: . 12km x 350m; 416ha; Onderzoeksgebied: 12km x 1050m; 1259ha
Huidig watergebruik	zoetwaterreservoir, plezier- en beroepsvaart, visserij

2 AANLEIDING EN MOTIVERING VAN HET ONDERZOEK

Aanleiding en motivering	Het inventariserend veldonderzoek door analyse van geologische boringen wordt uitgevoerd om de eventuele aanwezigheid van prehistorische bewoningsresten nader te onderzoeken. Uit het bureauonderzoek is gebleken dat de geplande zandwinning, die tot -60 meter NAP kan reiken, een bedreiging kan vormen voor eventuele paleolithische en mesolithische kampplaatsen van jagers en verzamelaars en resten van semipermanente neolithische nederzettingen.
--------------------------	--

3 EERDER UITGEVOERD ONDERZOEK

Bureauonderzoek	
Uitvoerder	Periplus Archeomare
Uitvoeringsperiode	oktober 2013 - januari 2014
Rapportage	Brenk, S. van den, R. van Lil en L.A. Muis, 2014: Bureauonderzoek Markerzand, Markermeer.
Veldonderzoek (IVO-Opwater)	
Uitvoerder	Periplus Archeomare
Uitvoeringsperiode	mei 2015 (gepland)
Uitvoeringsmethode	IVO-Opwater, side scan sonar en magnetometer (gepland)
Rapportage	Periplus Archeomare (gepland)
Vondsten/documentatie	Periplus Archeomare
Specialistisch onderzoek	
Archeobotanie	<i>n.v.t.</i>
Archeozoölogie	<i>n.v.t.</i>
Fysische antropologie	<i>n.v.t.</i>
Fysische geografie	<i>n.v.t.</i>
Geofysisch onderzoek	<i>n.v.t.</i>
Archeologisch materiaal	<i>n.v.t.</i>
Vondsten/documentatie	<i>n.v.t.</i>
Geraadpleegde bronnen en partijen	
Overige literatuur	DINO-loket

4 ARCHEOLOGISCHE VERWACHTING

Regionale archeologische en landschappelijke context

In het Markermeer zijn geen *in situ* vindplaatsen bekend. In Flevoland is echter een groot aantal prehistorische nederzettingen aangetroffen. 94 AMK-terreinen, waarvan 49 met een zeer hoge archeologische waarde, waarvan 22 met een beschermde status. De datering is Laat-Paleolithicum tot en met Neolithicum.

De bekende vindplaatsen zijn vooral aangetroffen in de top van:

- a) de hoger gelegen delen van het pleistocene landschap (Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden/Laagpakket van Delwijnen) en
- b) de oevers van kreken en prieden van het prehistorische getijdenlandschap

Het afgedekte prehistorische landschap zet zich ten westen van Flevoland voort in de ondergrond van het Markermeer. Archeologische niveaus zijn naar verwachting (plaatselijk) goed geconserveerd. In onderstaande tabel is de archeologische verwachting en de lithostratigrafische niveaus waar archeologische resten in het markermeer verwacht kunnen worden weergegeven. Recent onderzoek in de gemeente Almere de laatste jaren heeft uitgewezen dat ook buiten de hogere delen (dekzandkoppen en -ruggen, oeverwallen) van het landschap bewoningsresten te verwachten zijn (mond. med Hogesteijn).

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 – Bewoningsniveaus bevinden zich binnen dit pakket op oeverafzettingen van kreken en prieden
	Seizoensnederzetting en Swifterbantcultuur	-5 tot -10	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van kreken en prieden

Aard en ouderdom van de vindplaats(en) (als vooronderzoek heeft plaatsgevonden)	n.v.t.
Begrenzing en oppervlakte van de totale vindplaats (dus ook buiten het plan-gebied)	n.v.t.
Begrenzing en oppervlakte van (het deel van) de vindplaats binnen het plangebied	n.v.t.
Structuren en sporen	Haardkuilen, grafkuilen en ondiepe overige sporen
Anorganische artefacten	Vindplaatsen worden gekenmerkt door een strooiing van vuursteen, variërend in grootte van zeer klein (enkele m ²) tot zeer groot (>1000m ²) en een vondstdichtheid variërend van zeer laag (<40 per m ²) tot matig-hoog (>80 per m ²)
Organische artefacten	Zaden en noten (verbrande hazelnootdoppen), hout, houtskool, botresten, benen artefacten. In kleiige context (Swifterbantcultuur): ophooglagen van organisch materiaal.
Archeozoölogische en botanische resten	Botresten en visgraten
Motivatie	De verwachting is gebaseerd op de lithostratigrafische opbouw van de ondergrond van het Markermeer, de mogelijkheden die het dekzandlandschap en later het getijdenlandschap heeft geboden voor bewoning, de bekende vindplaatsen in Flevoland op dezelfde stratigrafische niveaus als in het Markermeer voorkomen, de mogelijke aanwezigheid van archeologisch kansrijke rivierduinen binnen het plangebied en de vindplaatsen die op zeer diepe niveaus zijn aangetroffen tijdens recent onderzoek in de Yangze Haven.
Archeologische stratigrafie en diepte van vondstlagen	Zie boven: 'Regionale archeologische en landschappelijke context'
Gaafheid en conservering	<p>In het plangebied zijn geen antropogene bodemverstoringen bekend. Archeologische niveaus kunnen door erosie zijn aangetast. Indicatoren voor de intactheid van vindplaatsen is de aanwezigheid van:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) intacte paleosols in, of aan de top van (podzol) de pleistocene afzettingen, b) vuurstenen artefacten c) vegetatiehorizonten, gerijpte niveaus en antropogene (ophoging) lagen binnen het Laagpakket van Wormer. <p>Door de snelle stijging van de zeespiegel aan het begin van het Holoceen kunnen nederzettingsterreinen relatief snel door veen en klei zijn afgedekt. In tegenstelling tot de pleistocene landschappen in het (zuid)oosten van het land, waar archeologische niveaus boven de grondwaterspiegel liggen en de vondstlaag veelal is opgenomen in de bouwvoor, is de verwachte fysieke kwaliteit van de vindplaatsen, mits niet aangetast door erosie, zeer goed.</p>

5 DOELSTELLING EN VRAAGSTELLING	
Doelstelling	<p>Doel van het onderzoek is het vaststellen van:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) de lithostratigrafische opbouw in het plangebied, b) de intactheid van het paleodekzandlandschap* en het paleoetijdenlandschap, <p>en</p> <ul style="list-style-type: none"> c) de identificatie van archeologisch kansrijke niveaus in verticale en horizontale zin. <p>* een indicatie voor de intactheid van het paleodekzandlandschap is de aanwezigheid een afdekkende laag veen (Basisveen Laag) en een podzol in de top van het dekzand</p>
Relatie NOaA en/of andere onderzoekskaders	<p>In de NoaA wordt geconcludeerd dat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>er weinig locaties met archeologische resten uit het Paleolithicum en Mesolithicum zijn beschermd ingevolge de Monumentenwet;</i> • <i>er teveel nadruk is gelegd op de bescherming van oppervlaktevindplaatsen waarvan de fysieke kwaliteit slecht tot matig is;</i> • <i>er te weinig aandacht is besteed aan het archeologische potentieel van afgedekte landschappen. Hier kunnen archeologische sporen en resten in hun aardkundige en paleoecologische context bewaard zijn gebleven.</i> <p>Voorts wordt gesteld dat <i>'In landschappen uit de vroege prehistorie die na de bewoning snel met sedimenten zijn afgedekt en waar archeologische sporen en resten deel uitmaken van waterverzadigde bodems, kan worden uitgegaan van een hoge fysieke kwaliteit – niet alleen van de archeologische sporen en resten, maar ook van paleolandschappelijke informatiebronnen en hun ruimtelijke samenhang.'</i></p> <p>Het archeologische onderzoek door de analyse van geologische boringen sluit goed aan bij de onderzoeksrichting en methodiek die worden aangedragen in de NoaA.</p>
Vraagstelling	<p><i>De geologische opbouw van het Markermeergebied is goed bekend. Minder bekend is de intactheid van de afgedekte landschappen. De Basisveen Laag is in veel boringen op de overgang van het pleistocene dekzandlandschap naar de bovenliggende holocene opeenvolging aangetroffen. Kennis van de aard van de laaggrenzen en de aanwezigheid van intacte bodemhorizonten en (gerijpte) vegetatieniveaus beperkt.</i></p>

<p>Onderzoeksvragen</p>	<p>Algemeen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Welke opeenvolgende sedimenten zijn in de boringen aangetroffen? - Kunnen de aangetroffen sedimenten worden ingedeeld naar lithostratigrafische eenheden? <p>Zo ja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Welke? <p>Top pleistoceen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wat is de samenstelling en genese van sedimenten aan de top van de pleistocene opeenvolging? - Tot welke lithostratigrafische eenheid worden deze afzettingen gerekend? - Zijn in de pleistocene afzettingen intacte paleosols en/of bioturbate niveaus aanwezig? - Is het pleistocene landschap afgedekt door de Basisveen Laag? - Bevatten de pleistocene afzettingen archeologische indicatoren, zoals vuurstenen artefacten, verbrande hazelnootdoppen, houtskool, botresten, etcetera? <p>Laagpakket van Wormer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wat is de samenstelling, gelaagdheid, consistentie en genese van de afzettingen? - Komen vegetatiehorizonten en/of gerijpte niveaus voor? - Komen antropogene ophogingslagen en/of archeologische indicatoren voor? <p>Samenvattend:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zijn er tijdens onderzoek archeologische vindplaatsen aan het licht gekomen? <p>Zo ja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wat is de aard, datering, (diepte)ligging en fysieke kwaliteit van de vindplaats? - Wat is de relatie met het paleolandschap? - Kan een uitspraak worden gedaan over de omvang van de vindplaats? <p>Zo nee:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Is het pleistocene landschap intact? - Is het getijdenlandschap intact? - Kunnen zones worden aangewezen waar op basis van het onderzoek archeologische resten verwacht kunnen worden?
-------------------------	--

6 METHODEN EN TECHNIEKEN	
<p>Methoden en technieken</p>	<p>Het onderzoek bestaat uit een archeologisch onderzoek aan de hand van geologische boringen. Voor het onderzoek zullen tot circa -60 meter NAP ongeroerde sedimenten worden bemonsterd. Het type,</p>

	<p>het aantal en de locaties van de boringen zijn in dit stadium niet bekend.</p>
Strategie	<p>De boringen zullen (indien mogelijk) in het werk worden beschreven en geanalyseerd. Zodra potentieel archeologische lagen worden waargenomen, worden deze bemonsterd (zodanig dat de monsters geschikt zijn voor de diverse in het PvE opgenomen doeleinden, inclusief voldoende materiaal om tot zeven over te kunnen gaan). In verband met de voortgang van de werkzaamheden kan ervoor worden gekozen om de kernen na bemonstering nader te onderzoeken in het laboratorium. Archeologische niveaus worden gezeefd en geanalyseerd op het voorkomen van archeologische indicatoren. De onderkant van de Basisveen Laag wordt bemonsterd om het mogelijke verdrinkingstijdstip van het dekzand te bepalen. De beschrijving en de interpretatie van de boorkernen wordt uitgevoerd door een fysisch-geograaf met kennis van de geologie van het IJsselmeergebied.</p> <p>Indien de boringen aangeleverd worden door het bedrijf dat de boringen zet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De boringen hebben een ongestoorde kern van minimaal 6-7 cm; - De boringen worden doorlopend genummerd en voorzien van RD-coördinaten in cm en diepte t.o.v. NAP in cm's. In beide gevallen worden de technische onzekerheidsmarges vermeld; - De kernen worden ongestoord getransporteerd en uiteindelijk in opengesneden vorm (tweemaal halve cirkel) opgesteld, waarbij ervoor wordt gezorgd dat de kernen niet kunnen uitdrogen; Hierbij is van belang dat de kernen vanaf de waterbodem tot in ieder geval één meter onder de top van het Pleistoceen intact blijven. <p>In ieder geval wordt gelegenheid geboden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de kernen visueel te inspecteren, - te fotograferen (bij de kolomfoto's worden de NAP-hoogten gezet), - te beschrijven (cf richtlijnen zoals verderop in het PvE beschreven) en - relevante lagen te bemonsteren. <p>Fragiele en/of belangwekkende vondsten dienen op de plaats van aantreffen gefotografeerd te worden.</p>
Omgang kwetsbaar vondstmateriaal	Conform OS11 en de KNA-Leidraad 'Eerste hulp bij kwetsbaar vondstmateriaal'.
Structuren en grondsporen; scheepswrak of vliegtuig	n.v.t.
Lichten	n.v.t.

Aardwetenschappelijk onderzoek	De sedimenten worden beschreven conform de Standaard Boor Beschrijvingsmethode Versie 5.3
Anorganische artefacten	Conform PS06 en OS11.
Organische artefacten	Conform PS06 en OS11.
Archeozoologische en archeobotanische resten	<p>Uit relevante lagen dienen monsters te worden genomen ter bepaling van het potentieel voor verder archeozoologisch en botanisch onderzoek.</p> <p>Indien vegetatie- of veenniveaus aanwezig blijken te zijn, dienen hieruit (indien relevant) pollenmonsters genomen te worden ten behoeve van de waardering van de vindplaats door een paleobotanisch specialist.</p> <p>Indien veen wordt aangetroffen waarvan de top intact is en waarin bodemvorming heeft plaatsgevonden, worden hiervan monsters genomen ten behoeve van de datering van de top van het veen.</p>
Overige resten	Micromorfologische resten, fosfaat, diatomeeën, mijten et cetera. Conform PS06 en OS11.
Dateringstechnieken	Indien archeologische resten of indicatoren worden aangetroffen, worden organische resten bemonsterd voor ¹⁴ C-datering. Het kan hierbij gaan om de overgang van dekzand naar Basisveen Laag, houtskoolresten of verbrande hazelnootdoppen. Door datering van de onderkant van de Basisveen Laag kan mogelijk het verdrinkingstijdstip van het dekzand bepaald worden.
Beperkingen	De boor- en sonderingslocaties zijn in deze fase bepaald door de initiatiefnemer. De boorstrategie wordt in beginsel vastgesteld om aan de doelstelling van de opdrachtgever te beantwoorden: De identificatie van winbare zandvoorkomens. Om inzicht te krijgen in het paleolandschap en de identificatie van archeologisch kansrijke niveaus zou een andere aanpak mogelijk prevaleren. De onderzoeksmethode is niet geschikt om vindplaatsen te karteren en te begrenzen. Dit geldt zelfs voor grote nederzettingen (>1000 m ²).

7 UITWERKING	
Structuren, grondsporen, scheepswrak of vliegtuig, vondstspredingen	Geef aan in welke mate de verzamelde gegevens dienen te worden uitgewerkt om de onderzoeksvragen te beantwoorden.
Analyse aardwetenschappelijke gegevens	In het rapport worden de boorbeschrijvingen incl. classificaties naar lithostratigrafische eenheden, de aard van de laaggrenzen, de aanwezigheid van paleosols, archeologische indicatoren en antropogene ophogingslagen opgenomen.

Anorganische artefacten	Het aangetroffen materiaal wordt gedetermineerd, beschreven en zomogelijk gedateerd
Organische artefacten	Het aangetroffen materiaal wordt gedetermineerd, beschreven en zomogelijk gedateerd
Archeozoölogische en archeobotanische resten	Monsters worden voor zover nodig voor de beantwoording van de onderzoeksvragen onderzocht. Een voorstel voor de uitwerking wordt besproken naar aanleiding van het voorlopige verslag.
Beeldrapportage (objectte-keningen, foto's, kaarten e.d.)	Conform KNA 3.2

8 (DE)SELECTIE EN CONSERVERING	
Selectie materiaal voor uitwerking	Aan de hand van de resultaten van het onderzoek wordt besloten of een selectie van materiaal voor uitwerking nodig is
Selectie materiaal voor deponering en verwijdering	Aan de hand van het voorlopige verslag wordt besproken of een selectie van materiaal voor deponering nodig is
Selectie materiaal voor conservering	Aan de hand van het voorlopige verslag wordt besproken of een selectie van materiaal voor conservering nodig is

9 DEPONERING	
Deponering	De relevante resultaten worden binnen twee maanden na afronding van het standaardrapport aangeleverd bij Archis. Digitale documentatie wordt binnen twee jaar na afronding van het veldwerk overgedragen aan het e-depot (www.edna.nl).
Te leveren product	De rapportage is een onderdeel van de opdracht. Het eindproduct is een rapport volgens KNA-specificatie VS05wb. Bij het eindproduct hoort een bewijs (af te geven door de ontvangende instantie) van overdracht van documentatie.
Inhoud eindrapport	Zie KNA VS05wb.
Verschijsing en oplage eindrapport	Het rapport wordt geproduceerd door de uitvoerende partij, de opdrachtnemer. Dit maakt deel uit van de eigen reeks van de opdrachtnemer. Het rapport wordt verstrekt aan de opdrachtgever, de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (digitaal en analoog), de regio archeoloog, de provinciaal archeoloog, de Koninklijke Bibliotheek, de waterbeheerder RWS, Kenniscentra RWS en gemeente.

Beperkingen	Er dient rekening te worden gehouden met een vertrouwelijke behandeling van de boorgegevens.
-------------	--

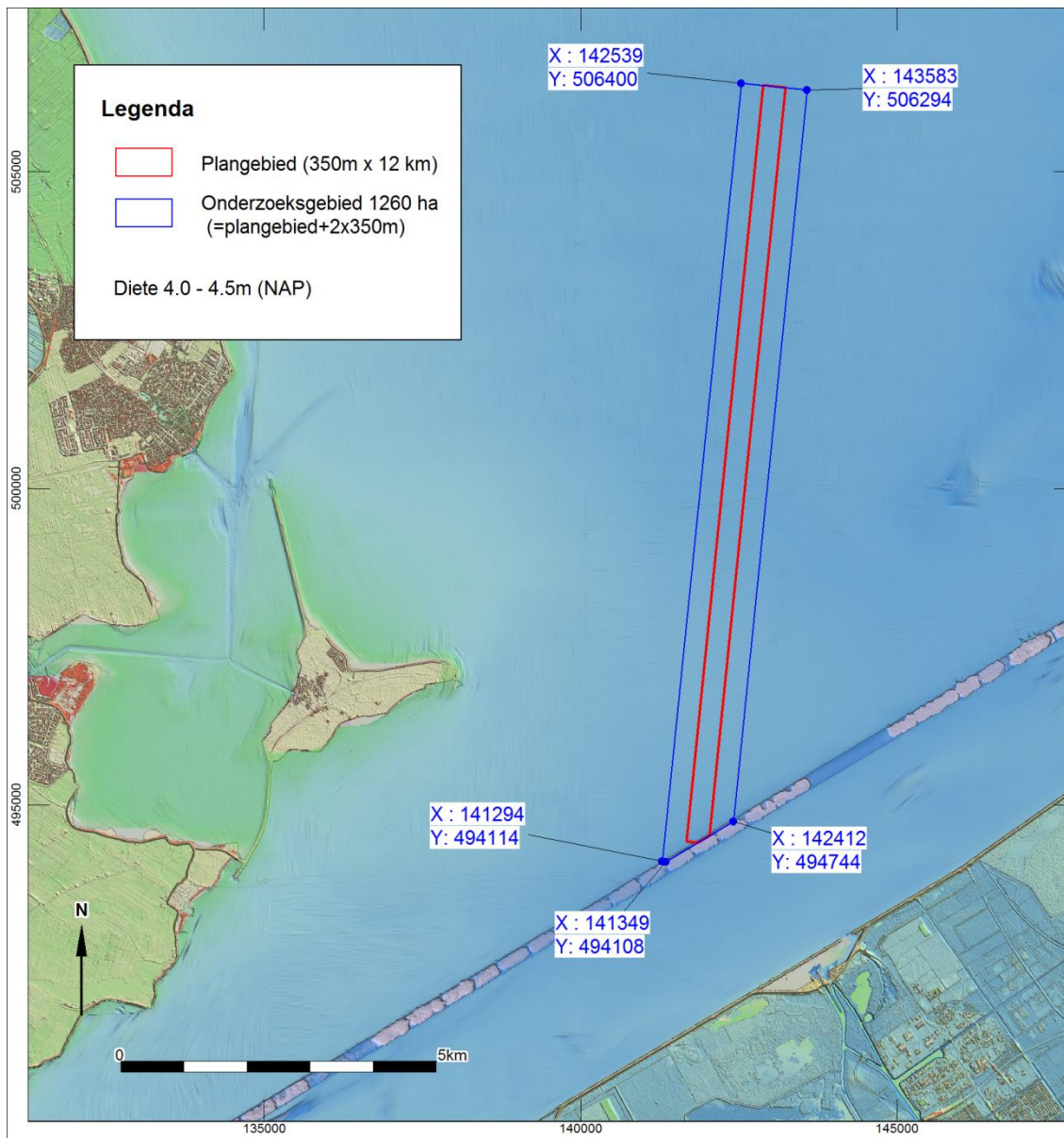
10 RANDVOORWAARDEN en AANVULLENDE EISEN	
Personele randvoorwaarden	De archeologische uitvoerder beschikt over een opgravingsvergunning voor de Nederlandse wateren. Het onderzoek dient onder leiding te staan van een senior prospector waterbodems of een senior KNA archeoloog waterbodems met ervaring in geoarcheologisch onderzoek. Zowel voor veldwerk als voor uitwerking en rapportage is de aanwezigheid van een projectleider met gebiedspecifieke kennis en/of ervaring vereist.
Overlegmomenten	Voorafgaand aan het onderzoek overleggen de archeologische uitvoerder en het boorbedrijf in een zo vroeg mogelijk stadium over de boormethode en de inpassing van de archeologische component in het onderzoek. Tijdens dit overleg komen de beschrijving van de boorkernen en de mogelijkheden om op het opgeboorde materiaal voor archeologische doeleinden te onderzoeken en bemonsteren aan bod.
Kwaliteitsbewaking, toezicht, overleg en evaluatie	Rijkswaterstaat Midden Nederland en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed houden toezicht op de werkzaamheden. Alleen de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is gemachtigd het Programma van Eisen te wijzigen.
Overige randvoorwaarden en aanvullende eisen	De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (namens Rijkswaterstaat) en de opdrachtgever beoordelen het conceptrapport op inhoudelijke kwaliteit. Voor de termijn waarbinnen de beoordeling plaatsvindt worden afspraken gemaakt na afloop van het veldwerk.

11 WIJZIGINGEN T.O.V. HET VASTGESTELDE PvE	
Wijzigingen tijdens het veldwerk	In overleg met het bevoegd gezag en de opdrachtgever kan in het werk worden besloten worden om boorlocaties aan te passen of extra boringen uit te voeren om zowel aan de geologische als archeologische doelstelling te voldoen.
Belangrijke wijzigingen	Noodzakelijke wijzigingen in overleg met het bevoegd gezag en opdrachtgever.
Procedure van wijziging na de evaluatiefase van het veldwerk	Noodzakelijke wijzigingen in overleg met het bevoegd gezag en opdrachtgever.
Procedure van wijziging tijdens uitwerking en conservering	Noodzakelijke wijzigingen in overleg met het bevoegd gezag en opdrachtgever.

LITERATUUR EN BIJLAGEN

Literatuur	<ul style="list-style-type: none">- Brenk, S. van den , R. van Lil en L.A. Muis, 2014: Bureauonderzoek Markermeer, Markerzand. Amsterdam, (Periplus Archeomare rapport 13A001-01).- Houkes, M.C., R. van Lil, S. van den Brenk en M.R. Manders, 2014. Het Markermeer en IJmeer in Beeld. De ontwikkeling van een historisch geomorfologische kaartenset voor de waterbodems. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort, 2014.- KNA Waterbodems 3.2- Standaard Boorbeschrijving, versie 5.- Verhagen, J.W.H.P., E. Rensink, M. Bats en Ph. Crombe, 2011: Optimale strategieën voor het opsporen van Steentijdvindplaatsen met behulp van booronderzoek. Een statistisch perspectief. Amersfoort (RCE, RAM 197).
-------------------	---

Bijlage 1. Overzicht van het onderzoeksgebied



Bijlage 2. Bekende gegevens van het onderzoeksgebied

