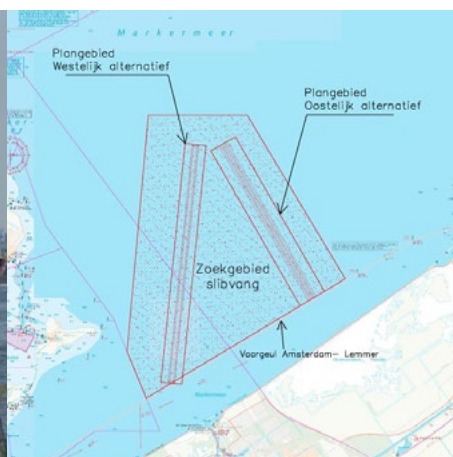


MARKERZAND



Aanvulling milieueffectrapportage ontgronding Markerzand

november 2015 LBP/SIGHT



Opdrachtgever

Markerzand v.o.f.

Contactpersoon

de heer J.L. van der Walle

Kenmerk

R085745ac.00005.pt

Versie

01_007

Datum

20 november 2015

Auteurs

Drs. P.D. Thoenes

Dr. D.J. Simons

Drs. Ing. C. van Munster

Ing. M. Kolen (Grontmij)

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.....	21
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	23
5.4	Kwaliteit van ondergrond van de alternatieven.....	24
5.5	Conclusie	25
6	Archeologie.....	26
6.1	Advies Commissie m.e.r.	26
6.1.1	Cultuurhistorie en Archeologie	26
6.1.2	Archeologisch bureauonderzoek	26
6.1.3	Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase).....	29
6.1.4	Inventariserend veldonderzoek (onderwaterfase verkennend).....	29
6.1.5	Archeologische begeleiding boringen	32
6.1.6	Passieve archeologische begeleiding tijdens de uitvoering.....	32
6.2	Conclusie	32
6.3	Literatuur	33
7	Natuur	34

7.1	Advies Commissie m.e.r.	34
7.2	Verspreiding van benthoseters in het Markermeer-IJmeer	34
7.2.1	Groep 2 Benthoseters	34
7.2.2	Belangrijke voedselgebieden van benthoseters	35
7.3	Onderzoek naar mosselen in het Markermeer en de relatie met duikeenden.....	38
7.4	Voedselgebruik mosseletende watervogels	38
7.5	Foerageerafstand vanaf de kust en foerageerdiepte	38
7.6	Effectbeschrijving	40
7.7	Toetsing effecten op benthoseters.....	40
7.7.1	Inleiding	40
7.7.2	Toetsing effecten op kuifeend, tafeleend, brilduiker en meerkoet	40
7.7.3	Toetsing effecten op de toppe	41
7.8	Conclusie	41
7.9	Verschil alternatieven.....	42
8	Vergelijking van de alternatieven en het voorkeursalternatief.....	43
8.1	Beoordeling en vergelijking alternatieven	43
8.1.1	Natuurbouw	43
8.1.2	Waterkwaliteit.....	44
8.1.3	Geologische geschiktheid	44
8.1.4	Archeologie en cultuurhistorie.....	45
8.1.5	Natuur – schelpdieretende watervogels.....	45
8.1.6	Vergelijking van de alternatieven	45
8.2	Conclusie over het voorkeursalternatief	47
9	Monitoring.....	48

Bijlagen

- Bijlage I Lithostratigrafische profielen
- Bijlage II Inventariserend veldonderzoek opwaterfase Periplus Archeomare 2015
- Bijlage III Inventariserend veldonderzoek onderwaterfase Periplus Archeomare 2015

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 het advies van de Commissie m.e.r. is het *milieueffectrapport Ontgroning Markerzand* aangevuld.

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 in stand blijft. Dat wordt onderbouwd in deze aanvulling.

2 Inleiding

Aanleiding

Deze aanvulling op het *milieueffectrapport Ontgronding Markerzand* (MER) van 23 juli 2015 is opgesteld naar aanleiding van het conceptadvies van de Commissie m.e.r. van 30 oktober 2015.

Leeswijzer

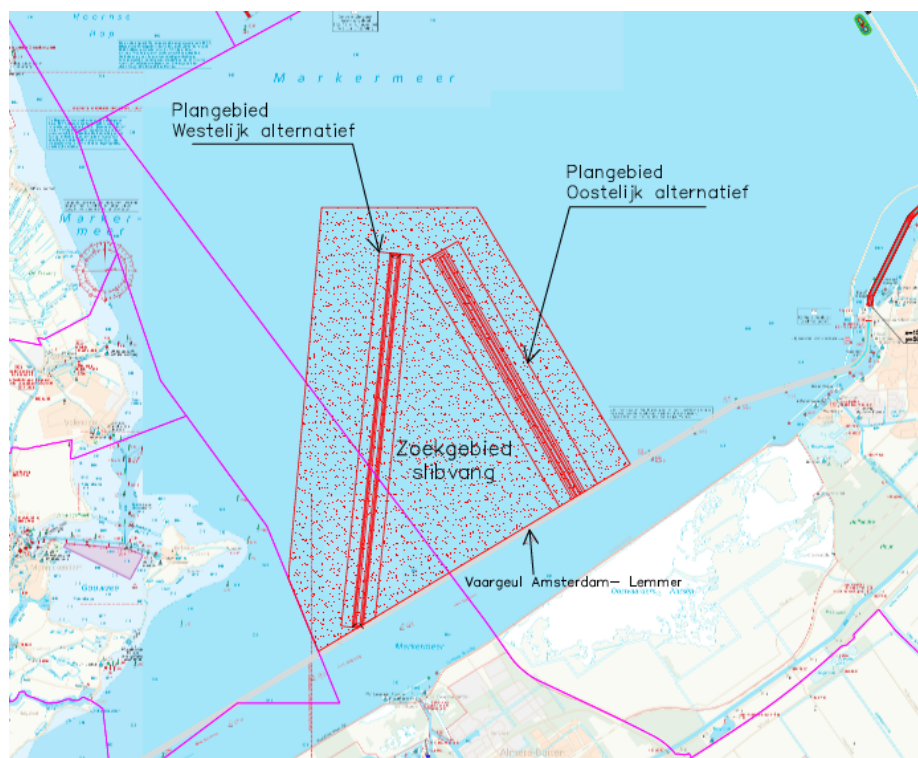
In deze aanvulling geven we per thema nadere informatie. Hoofdstuk 5 (Archeologie) is opgesteld door drs. S. van den Brink van Periplus Archeomare en hoofdstuk 6 (Natuur) door ing. M. Kolen van Grontmij. Hoofdstuk 6 is ook de aanvulling op de Passende beoordeling. De hoofdstukken hebben hun eigen literatuurlijst, die is opgenomen aan het eind van het betreffende hoofdstuk. In hoofdstuk 6 worden voetnoten gebruikt. Deze aanvulling moet in combinatie met het MER gelezen worden.^H

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;
- de 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 ontgronding. 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 ontgrondingvergunning. 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 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 de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de 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 gebruik gemaakt 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 luwtemaatregel 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 ontgronding 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 hoeveel vrijkomende bovengrond vereist

Uit de door Rijkswaterstaat geformuleerde eisen voor vergunningverlening (Beleidsregels ontgrondingen 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 ontgronding ter beschikking wordt gesteld. Dat komt neer op ongeveer 14 miljoen m³ gedurende de looptijd van 30 jaar van de ontgronding. 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 Luwtemaatregel 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 ontgronding 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 de volgende paragrafen wordt het MER aangevuld op de door de Commissie m.e.r. 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, Knoben 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)						350 ha
					Luwtemaatregelen Enkhuizerzand						600 ha
					Grootschalig moerasgebied (bijvoorbeeld Marker Wadden)						500 ha
Geleidelijke land-waterovergangen	Marker Wadden fase 1										325 ha
					Grootschalig moerasgebied (bijvoorbeeld Marker Wadden)						4000 ha
					Natuurlijker peilverloop Markermeer-IJmeer						30 cm
					Ecologisch inrichten oeverdijken Noord Holland						8 km
Gradiënt in slibgehalte	Luwtemaatregelen Hoornse Hop VKA Marker Wadden fase 1 (incl. verdiepingen)										2000 ha
											150 ha
					Luwtemaatregelen Hoornse Hop en Enkhuizerzand						3000 ha
					Grootschalig moerasgebied (incl. verdiepingen)						5000 ha
Ecologische verbindingen	Vispassages Noord-Holland en Houtribdijk										8 stuks
					Vispassages Oranjesluizen en Flevoland						3 stuks
					Ecologisch inrichten van oeverdijken						8 km
					Grootschalig moerasgebied (bijvoorbeeld Marker Wadden)						

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 luwtewerking 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 slibgehaltenes 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 Luwtemaatregel 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 4.2

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.

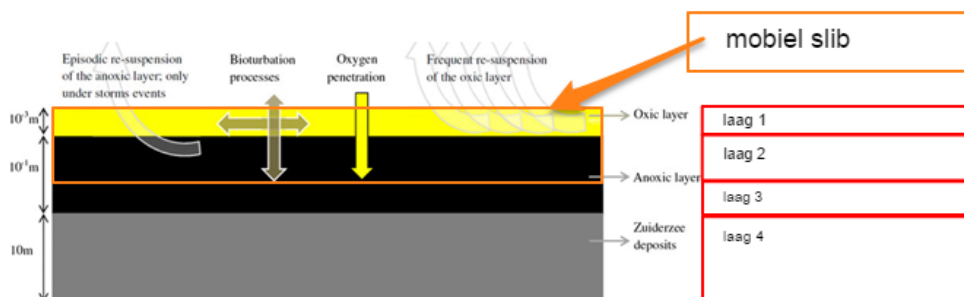


Fig. 3 Schematic illustration of sediment layers in the bed of Markermeer. The main processes affecting the dynamics of these layers are also sketched in this Figure

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)

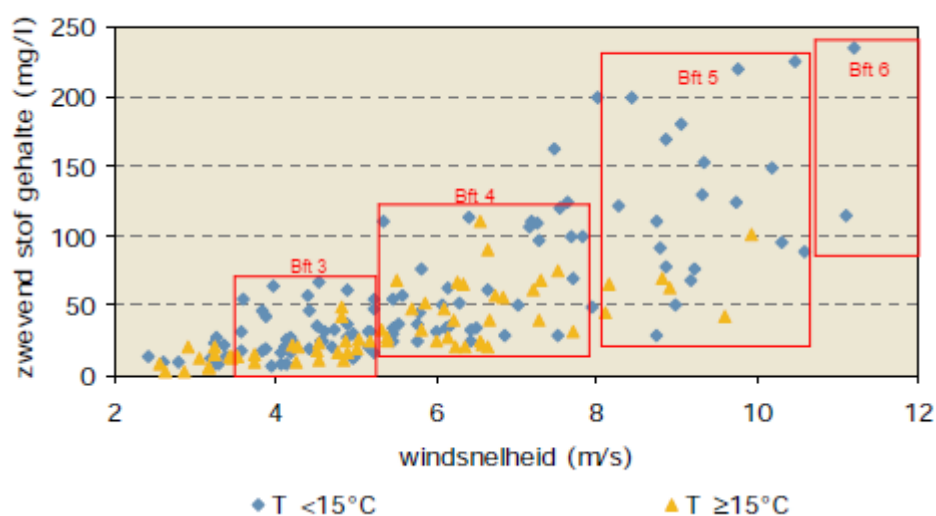
4.4.1 Bioturbatie en gehalte zwevend stof

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.

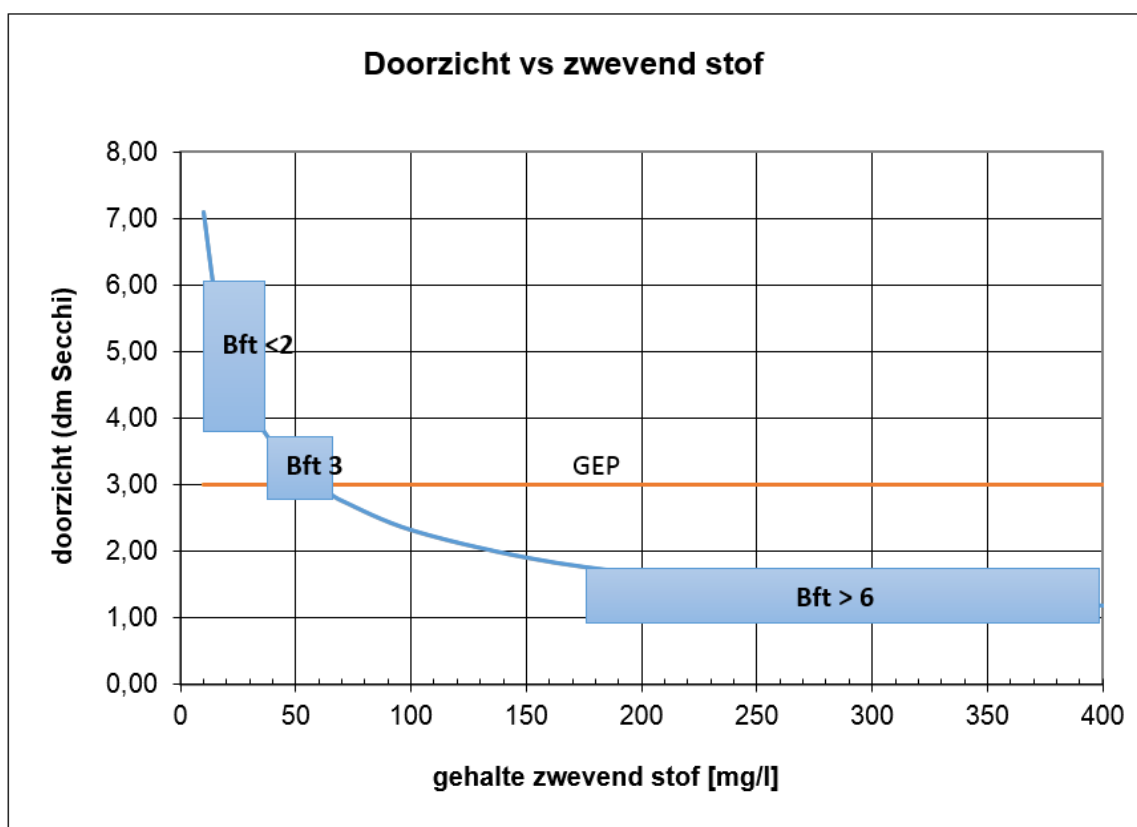


Figuur 4.3
Tekening en foto van de Tubifex-worm

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.

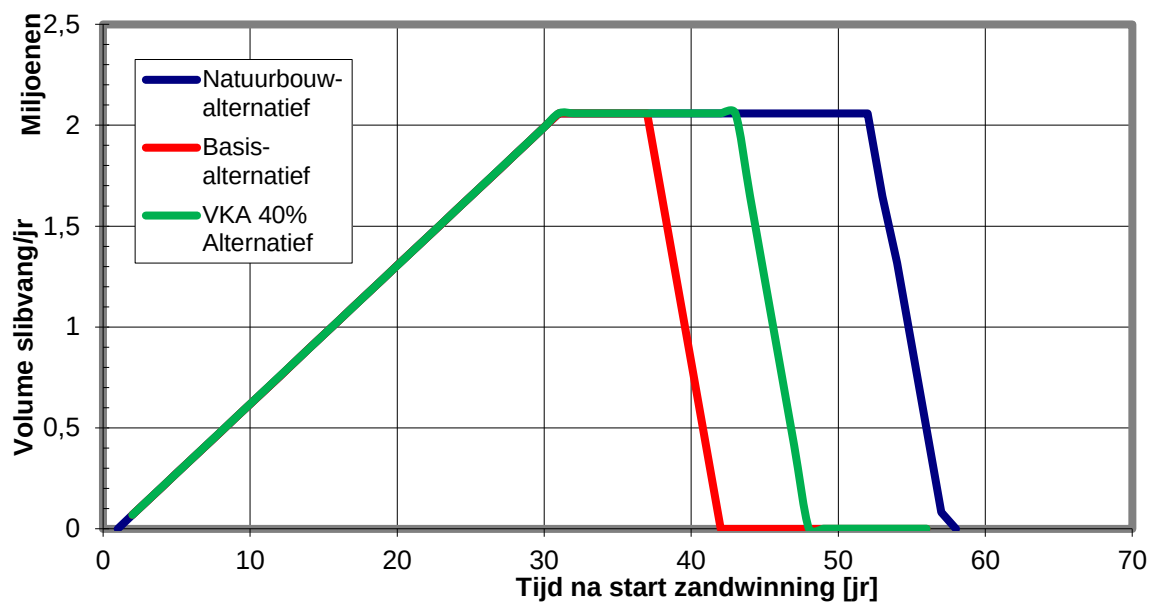
De conclusie is dat het in de praktijk – ook bij harde wind - niet voorkomt dat de hele oxische laag in suspensie komt, want dan zouden de waargenomen concentraties ongeveer twee keer zo hoog moeten zijn. Een deel van het verschil kan ook liggen in de laag water met hogere concentraties zwevende stof 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 Luwtemaatregel 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).

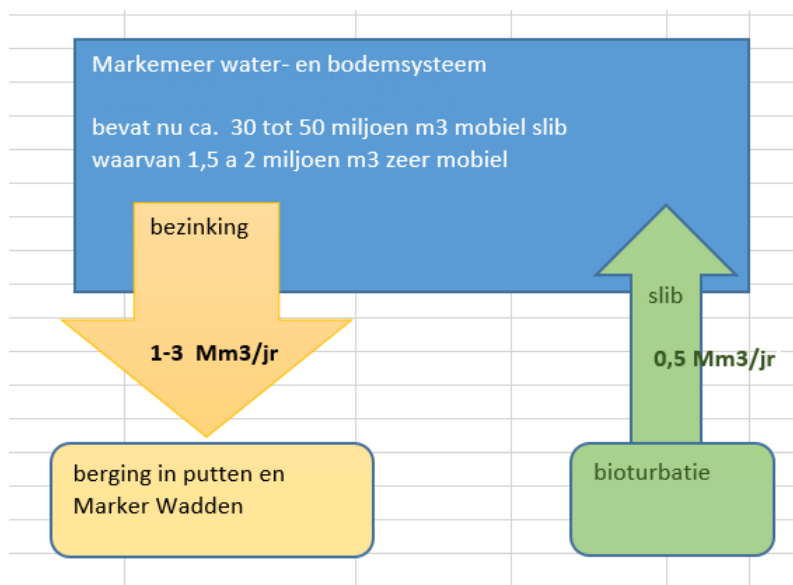
Het is de inschatting dat gedurende de eerste 30 tot 45 jaar van het Markerzandproject er meer slib wordt afgevangen dan er nieuw bij komt, gezien de verwachte slibberging per jaar in de slibvang van 2 miljoen m³ van dit project (figuur A7) en de slibvang van de ander projecten. Het water in het Markermeer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

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 oostelijke 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 schepen ingezet 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 nettotransport 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.

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

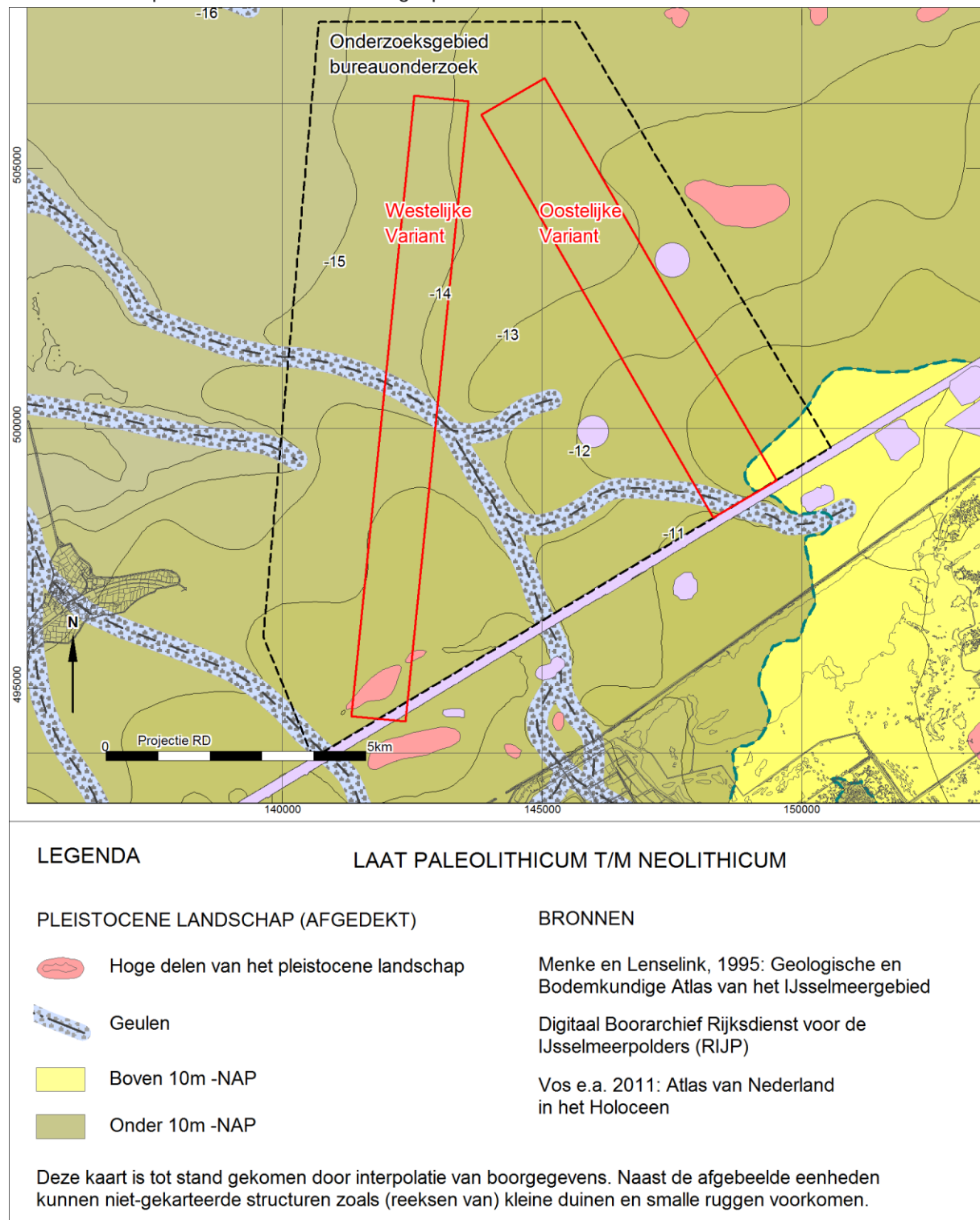
Geadviseerd werd om de aanwezigheid van scheepswrakken, scheepvaartgerelateerde vondsten en vliegtuigwrakken in het plangebied te onderzoeken met behulp van hoge resolutie *side scan sonar*. Gelijktijdig met de *sonar*-opnamen worden met een *magnetometer* magnetische afwijkingen in kaart gebracht. Metalen 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.



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

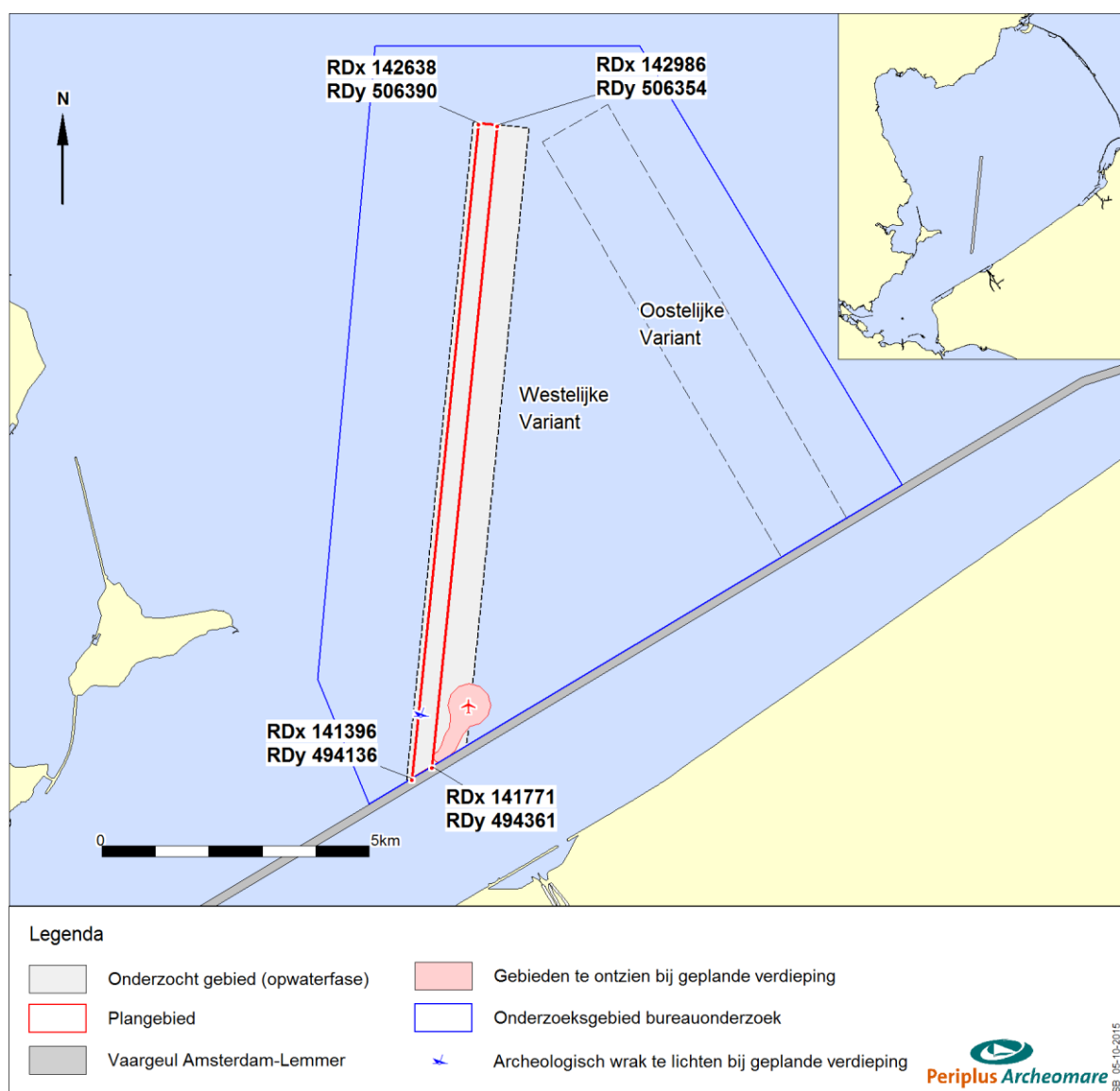
Samenvatting van de resultaten van het duikonderzoek

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 voorafgaande 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

Voorafgaande 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 handelwijze 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.

6.2 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 waterbodempoppervlak 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 zal voorafgaand aan de verdiepingswerkzaamheden zorgvuldig worden gelicht en nader worden onderzocht. Eventuele begraven objecten die tijdens de verdiepingswerkzaamheden aan het licht komen zullen door middel van archeologische begeleiding veilig worden gesteld. 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 § 4.4.4 is toegelicht, is het risico op aantasting van archeologisch waardevolle objecten omdat ze bloot komen te liggen zeer gering.

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.

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.

7.2 Verspreiding van benthoseters in het Markermeer-IJmeer

7.2.1 Groep 2 Benthoseters

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 (waterplanten gebonden). In de winter zitten enige concentraties in het IJmeer en langs de kust van Flevoland. Kuifeenden, tafeleenden en meerkoeten worden overdag vrijwel niet op open water geregistreerd. Brilduikers opereren in de winter vooral vanuit de Gouwzee en het IJmeer. Op open water kunnen Brilduikers in gebied 176 voorkomen. Toppereenden komen nauwelijks voor in het gebied tussen Hoorn en Amsterdam.

In bijlage 9 van de passende beoordeling staat per maand aangegeven welke vogelaantallen waar voorkomen langs de kust van het Markermeer. Ook staat aangegeven welke soorten gebruiken maken van welke delen van het open water.

7.2.2 Belangrijke voedselgebieden van benthoseters

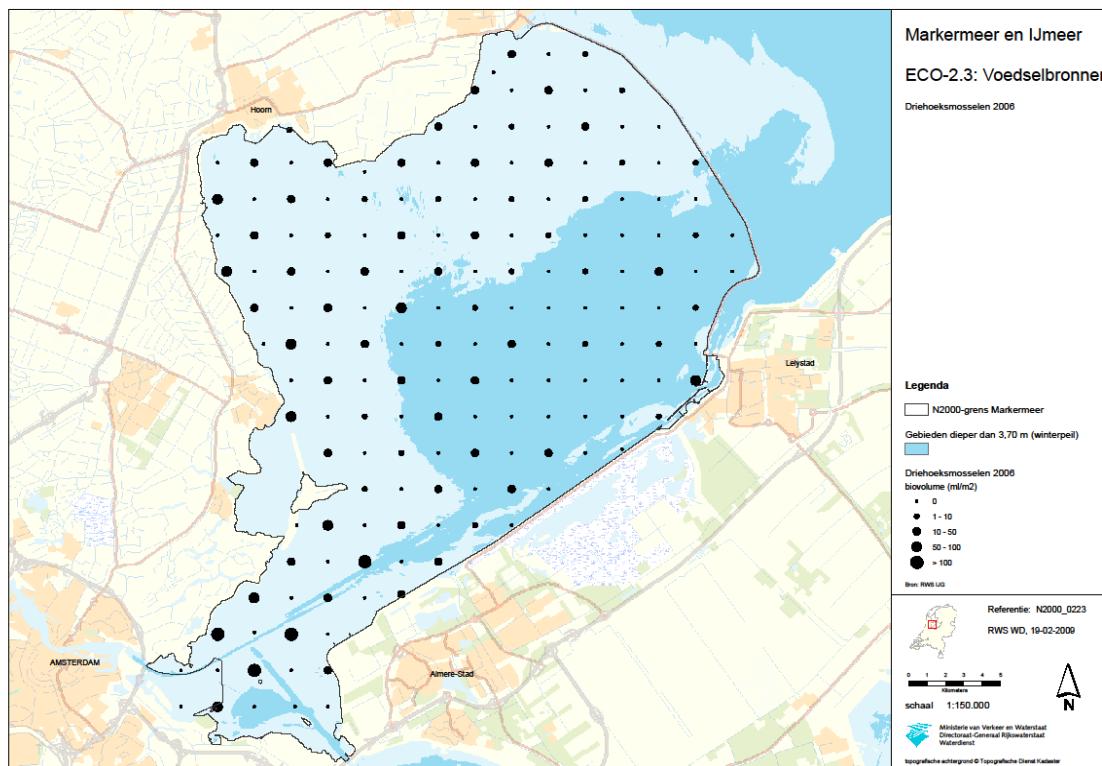
Het voorkomen van de Dreissena in 2011 staat in figuur 7.3 aangegeven, het voorkomen van de Dreissena neemt toe ten opzichte van 2006. Na 2006 (figuur 7.2) is de mosseldichtheid in het Markermeer-IJmeer toegenomen door de komst van de Quaggamossel. Hierdoor heeft er een toename plaatsgevonden van het aantal mossels in het Markermeer-IJmeer. Er werd aangenomen dat er door de komst van de Quaggamossel meer voedsel beschikbaar was in het Markermeer voor duikeenden, doordat duikeenden foerageren op onder andere Dreissena.



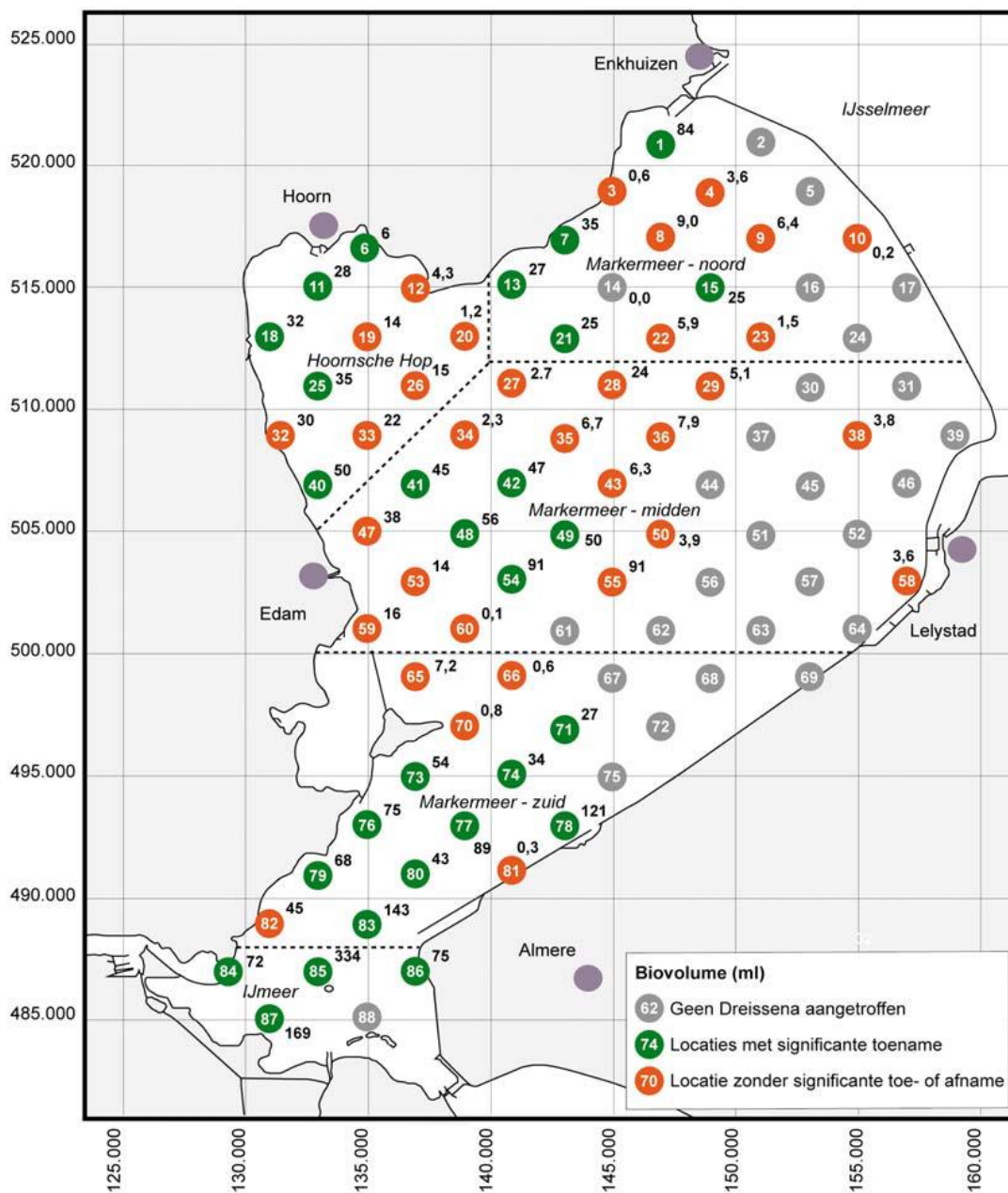
Figuur 7.1
De Quaggamossel

Recent onderzoek wijst echter uit dat benthoseters minder afhankelijk zijn van mosselen als in het verleden. Op dit moment worden de mosselen in de winter minder gegeten dan in de jaren 80 en is het dieet van de vogels diverser geworden door de opkomst van alternatieve prooien in onder andere gebieden met waterplanten. benthoseters eten nu naast Quaggamosselen en driehoeksmosselen onder andere ook erwtenmosselen en brakwaterhorentjes. Deze dieetverandering dateert van ruim voor de komst van de Quaggamossel (Noordhuis¹ 2015).

1 ¹ Noordhuis, Ruurd 2015 Trends en ontwikkelingen in ecologie en draagkracht voor Tafeleend en Brilduiker in het IJsselmeergebied. Deltares.



Figuur 7.2
 Het voorkomen van de driehoeksmossel in 2006



Figuur 7.3

Het biovolume (ml) van de aangetroffen Dreissena's in 2011 per locatie (totaal van vijf monsters) inclusief een aanduiding voor een significante toename (groen) t.o.v. 2006. De getallen bij de locaties staan voor de gemeten waarden.

7.3 Onderzoek naar mosselen in het Markermeer en de relatie met duikeenden

Onderzoek in het Markermeer wijst uit dat de aantallen duikeenden niet zijn toegenomen ondanks de toegenomen mosselstand in het Markermeer. De Quaggamossel is voor duikeenden minder voedzaam, doordat de Quaggamossel relatief veel schelp bevat en weinig 'vlees', ook leeft de soort in water met minder voedingsstoffen (Van Emmerik, W.A.M. 2014²).

Het aandeel Quaggamossels in het Markermeer ten opzichte van het totaal aantal driehoeksmossels was in 2011 respectievelijk 81, 91 en 76% voor Markermeer noord, midden en zuid, gemiddeld 82,6% (Vaate, A bij de & E.A. Jansen 2011³). Dit betekent dat in het Markermeer voornamelijk de minder voedzame Quaggamossel aanwezig is.

Ter hoogte van het westelijk alternatief (zuidkant) heeft er een significante toename plaats gevonden van de hoeveelheid driehoeksmossels in 2011. De toename bestaat uit Quaggamossels die minder voedzaam zijn voor de duikeenden dan driehoeksmossels. Ter hoogte van het oostelijk alternatief komen vrijwel geen driehoeksmossels voor. De mosseldichtheid (*Dreissena*) in het oostelijk alternatief is dan ook laag. De mosseldichtheid in het westelijk alternatief is hoger dan het oostelijk alternatief. Verbetering van het doorzicht (door de vermindering van de vertroebeling) heeft waarschijnlijk geen invloed op het voorkomen van de driehoeksmossel (mededeling de heer R. Noordhuis van Deltares).

7.4 Voedselgebruik mosseletende watervogels

Uit Noordhuis *Trends en ontwikkelingen in ecologie en draagkracht voor Tafeleend en Brilduiker in de Veluwerandmeren*¹ komt naar voren dat de mosseletende watervogels foerageren op mossels, maar ook in grote mate op ander voedsel, ook in de winter. Dit betekent dat de soorten niet afhankelijk zijn van mosselen om op te foerageren. Verder komt dit overeen met de verspreiding van de soorten, onder andere in de Gouwzee waar veel alternatief voedsel voor de soorten beschikbaar is.

7.5 Foerageerafstand vanaf de kust en foerageerdiepte

Voor de benthoseters zijn met name de kustzones van belang (Bij de Vaate & Jansen 2011²), zie bijlage 9 passende beoordeling. De kuifeend, topper en brilduiker maken beperkt gebruik van het open water. Uit onderzoek dat is uitgevoerd door Joep de Leeuw⁴ is gebleken dat de kuifeend aan het begin van het seizoen gemiddeld tot 3,1 kilometer uit de kust foerageren, aan het eind van het seizoen foerageert de soort gemiddeld tot 5,3 kilometer uit de kust.

Het plangebied (westelijke en oostelijke alternatief) heeft een diepte van >3,7 meter onder N.A.P. en is daarmee bereikbaar voor de mosseletende watervogels, maar is niet geschikt om te foerageren. Het kost meer energie om te foerageren dan dat het voedsel oplevert. Duikeenden hebben een sterke voorkeur om te foerageren langs de kust.

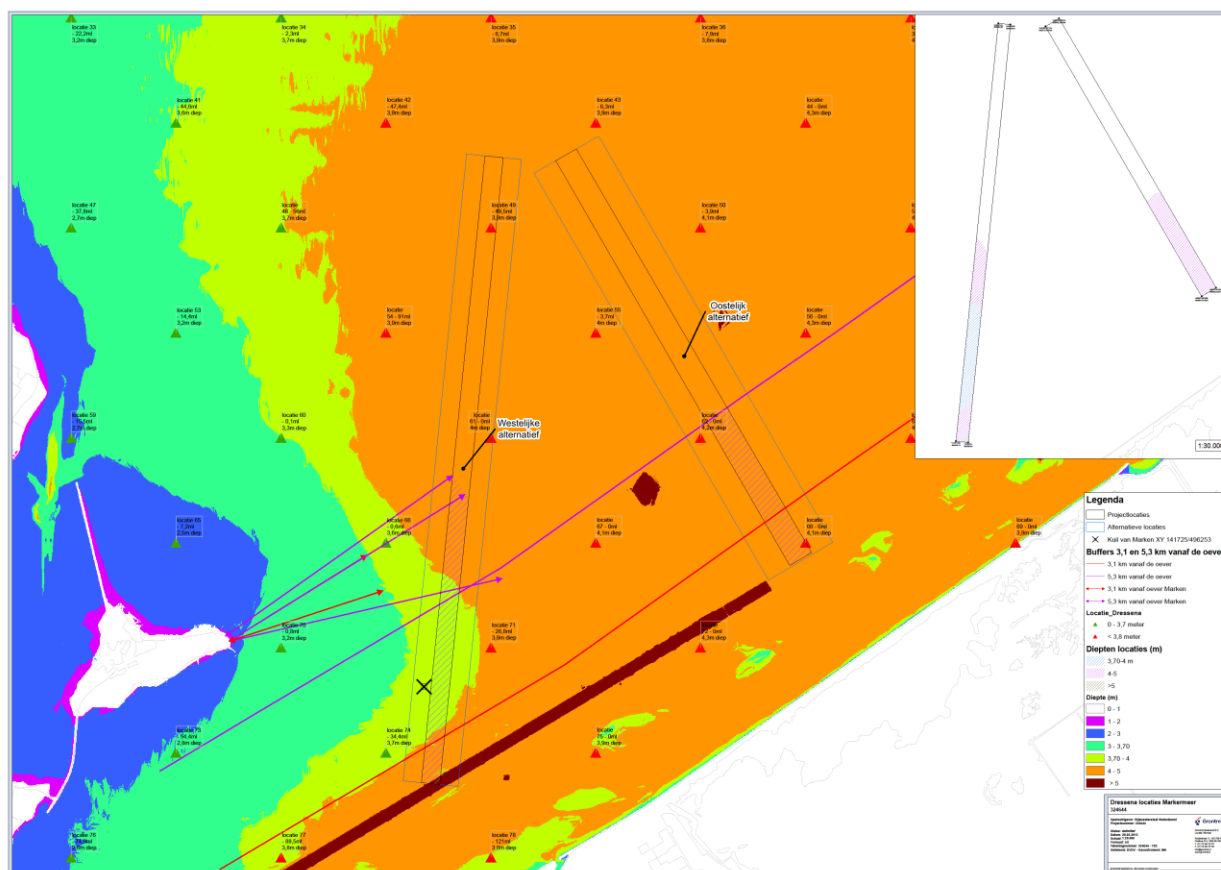
2 ² Van Emmerik, W.A.M. 2014. Factsheet quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov 1897), Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

3 Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2011. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het Markermeer: resultaten van de kartering uitgevoerd in 2011. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2011/03³

4 ⁴ De Leeuw, Joep, 1992 Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks

In figuur 6.3 is in beeld gebracht welk deel van het plangebied welke diepte heeft en welk deel van het plangebied tot 3,1 en 5,3 kilometer uit de kust ligt. Uit deze figuur komt naar voren dat het grootste deel van het westelijke en oostelijke alternatief buiten de 3,1 en 5,3 kilometer uit de kust ligt. De huidige waterdiepte van het westelijke alternatief (figuur 7.4) ligt deels tussen de 3,7 en 4,0 meter en ligt deels dieper dan 4,0 meter. Het westelijk alternatief is vanwege de diepte grotendeels niet geschikt voor de kuifeend en tafeleend om in te foerageren. Het oostelijke alternatief heeft in zijn geheel een diepte van >4,0 meter. Dit deelgebied is dan ook niet geschikt om in te foerageren voor kuifeend en tafeleend.

Rijkswaterstaat (de heer Mennobart van Eerden) gaf aan dat de kuifeend en tafeleend vanwege de mindere kwaliteit van de mosselen momenteel niet dieper zullen duiken dan 2 tot 2,5 meter. Het kost bij dieper duiken meer energie om het voedsel te zoeken dan dat het oplevert. Het westelijk en oostelijk alternatief zijn dan ook niet geschikt voor benthosetters om in te foerageren, dit wordt bevestigd in Almere Natuur⁵.



Figuur 7.4

Ligging van de Kuil van Marken (bij kruisje) ten opzichte van het westelijk en oostelijk alternatief voor de voorgenomen slibvang middels ontgraving in het Markermeer-IJmeer. Op de kaart staat ook de waterdiepte van de het Markermeer aangegeven (geel 3,7-4 meter diep, oranje 4-5 meter diep), de locaties waar in 2011 driehoeksmosselen zijn gekarteerd (driehoeken) (groene driehoeken is de waterdiepte <3,7 meter bij rode driehoeken staat is de waterdiepte > 3,7 meter) en de ligging uit de kust (rode lijn en pijl 3,1 kilometer uit de kust, paarse lijn en pijl 5,3 kilometer uit de kust). (Bijlage 7 Passende beoordeling)

5 ⁵ Almere Natuur, 17 december 2013. De ene exoot is de andere niet.

7.6 Effectbeschrijving

In de effectbeschrijving van de passende beoordeling zijn de benthoseters reeds meegenomen.

7.7 Toetsing effecten op benthoseters

7.7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk staat aangegeven op welke soorten en/of habitats mogelijk effecten kunnen optreden door de ontgroning, op basis van de gegevens uit 6.3 en 6.7. Ook worden de effecten getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van de soorten en zijn de trends van de soorten in beeld gebracht. In tabel 7.1 staat aangegeven wat de trends zijn van de benthosetende watervogels in het Markermeer-IJmeer en wat de relatie is met de instandhoudingsdoelstellingen en welke aantallen de afgelopen vijf seizoenen gemiddeld zijn waargenomen in het hele Markermeer.

Tabel 7.1

Trend benthosetende watervogels in het Markermeer en IJmeer
(bron: bijlage 4 Passende beoordeling Markerzand en Platteeuw 2012⁶).

Soort	Trend	Trend in relatie tot instandhoudingsdoelstelling	Instandhoudingsdoelstelling	Gem. aantal periode 2008/2009 – 2012/2013
Kuifeend	afnemend	Behoudsopgave wordt niet gehaald	18.800	15.873,2
Tafeleend	neutraal	Behoudsopgave wordt gehaald	3.200	6.493
Brilduiker	afnemend	Behoudsopgave wordt niet gehaald	170	85
Topper	afnemend	Behoudsopgave wordt gehaald	70	96,8
Meerkoet	neutraal	Behoudsopgave wordt gehaald	4.500	7.224,6

7.7.2 Toetsing effecten op kuifeend, tafeleend, brilduiker en meerkoet

Uit de analyse komt naar voren dat er lokaal vernietiging plaatsvindt van foerageergebied van benthoseters dat uit de kust ligt en diep is. De benthoseters gebruiken dit gebied niet om te foerageren, vanwege de afstand en waterdiepte, het kost meer energie om voedsel te zoeken dan dat het voedsel oplevert. Daarnaast is het oppervlakte van het voedselgebied dat vernietigd wordt door de ontwikkeling klein ten opzichte van de hoeveelheid voedsel die aanwezig is in het Markermeer-IJmeer. Er treden geen effecten op op de instandhoudingsdoelstellingen van de benthoseters.

⁶ Platteeuw, M. 31 mei 2012. Trends voor visetende en mosseletende watervogels in het IJsselmeergebied in relatie tot instandhoudingsdoelstelling voor Natura 2000. Rijkswaterstaat Waterdienst.

Benthoseters zijn gevoelig voor optische verstoring. Aangezien het gebied geen geschikt foerageergebied is voor benthoseters, vanwege de ligging uit de kust en de waterdiepte, zijn de soorten niet aanwezig ter hoogte van het projectgebied. Hierdoor vinden er geen effecten van optische verstoring plaats ter hoogte van de zandwinning. De afvoer van zand vindt plaats via bestaande vaargeulen. Hier is in de huidige situatie al optische verstoring aanwezig.

Aangezien de boten in de bestaande vaargeul/vaarroute varen, levert dit geen extra optische verstoring op. Er worden dan ook geen effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de benthoseters verwacht.

7.7.3 Toetsing effecten op de topper

De topper zoekt zijn voedsel in de onderwaterbodem en is gespecialiseerd op tweekleppigen. In het IJsselmeergebied foerageert de topper voornamelijk op driehoeksmosselen. De soort overwintert in Nederland, alle belangrijke gebieden voor de topper liggen op het IJsselmeer. De topper broedt niet in Nederland. Toppers rusten overdag in compacte groepen en foerageren 's nachts. Rustende groepen van de topper verblijven doorgaans verder van de oever dan de groepen van de kuif- en tafeleend. De topper komt nauwelijks voor in het Markermeer, als de soort in het gebied voorkomt dan komt de soort voor ter hoogte van de Houtribdijk in het noordoosten van het Markermeer (bijlage 6 Passende beoordeling, mededeling Rijkswaterstaat de heer van Eerden). Het foerageer- en rustgebied van de soort ligt buiten de beïnvloedingssfeer van het project (zie hiervoor ook de Passende beoordeling). Er treden dan ook geen effecten op op de topper.

7.8 Conclusie

Er treden geen significante effecten op, op benthosetende watervogels bij zowel het westelijk als het oostelijk alternatief.

7.9 Verschil alternatieven

In tabel 7.2 staan de verschillen tussen de alternatieven aangegeven.

Tabel 7.2

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.

8 Vergelijking van de alternatieven en het voorkeursalternatief

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. Aanwezige foerageermogelijkheden voor benthosetende watervogels
 - b. 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 redelijkerwijze verwacht worden, gezien de hoge potentiële behoefte aan – bij voorkeur gebiedseigen - aanvulgrond voor natuurbouwprojecten of civieltechnische 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 kennissysteem Markemeer-IJmeer wordt gesteld dat de natuuralternatieven en het voorkeursalternatief bijdragen aan de doelstellingen van het project. De basisalternatieven 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 laatst genoemde aspecten zijn gebruikt in de beoordelingstabel.

Conclusie

Het westelijke locatiealternatief is voor het onderdeel waterkwaliteit gunstiger dan het oostelijke 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 beoordelingstabel blijft op dit punt onveranderd. Voor de archeologische begeleiding van de boringen is een programma van Eisen (PvE) opgesteld.

8.1.5 Natuur – schelpdieretende watervogels

Conclusie

Aangezien er in beide plangebieden in de huidige situatie geen foerageermogelijkheden zijn voor schelpdieretende watervogels van enige betekenis, worden de locatiealternatieven 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	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>	++	+	++
	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 dichtbij 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:

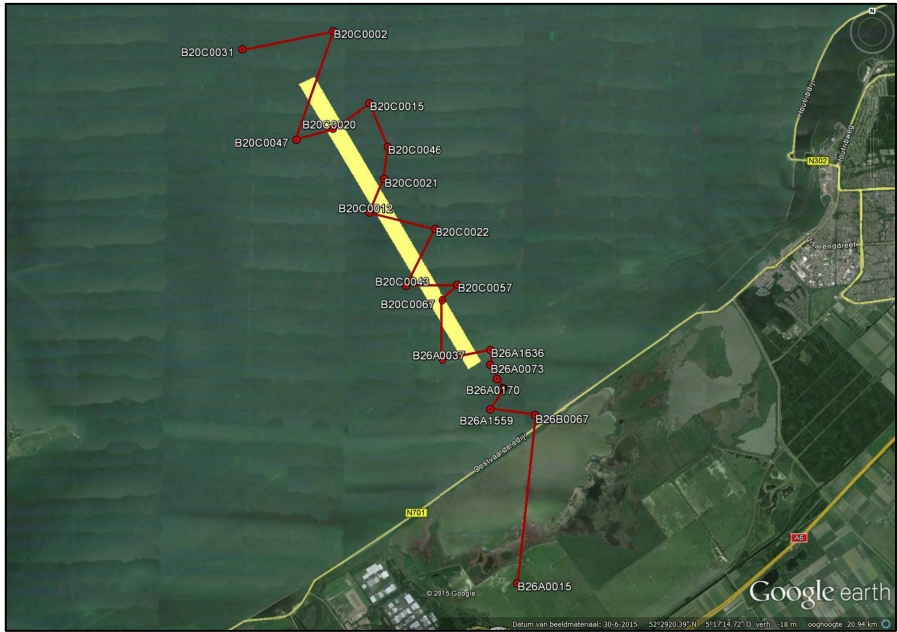
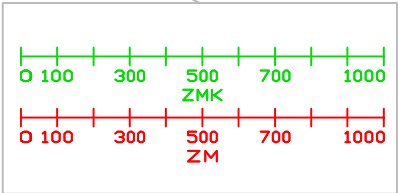
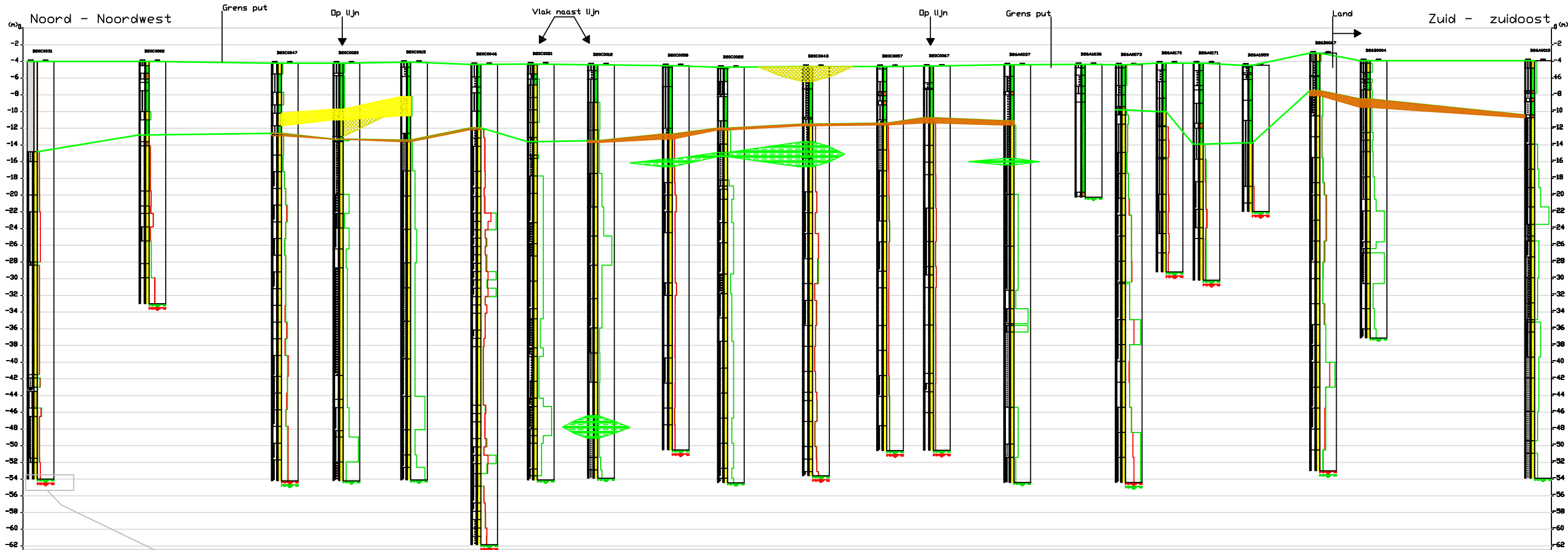
- De stijghoogteveranderingen de aandrijvende processen zijn voor de verandering in de kwel.
- De stijghoogtes eenduidig te registreren zijn waardoor een analyse van de veranderingen in de tijd uitgevoerd kan worden.
- De locaties van de peilbuizen afgestemd kunnen worden op de verwachte effecten.

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

Lithostratigrafische profiel Markerzand
Oostelijk Alternatief



Legenda

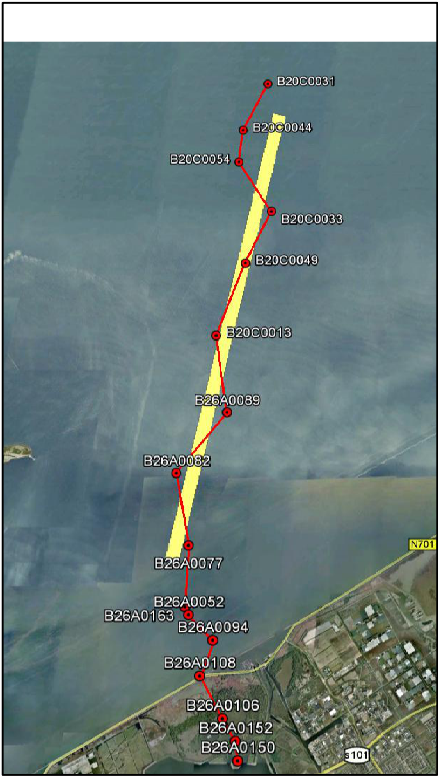
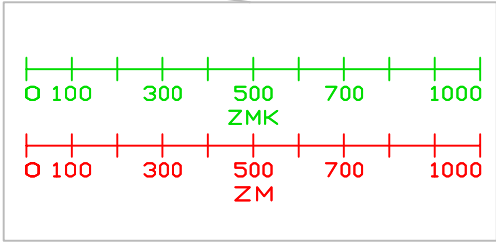
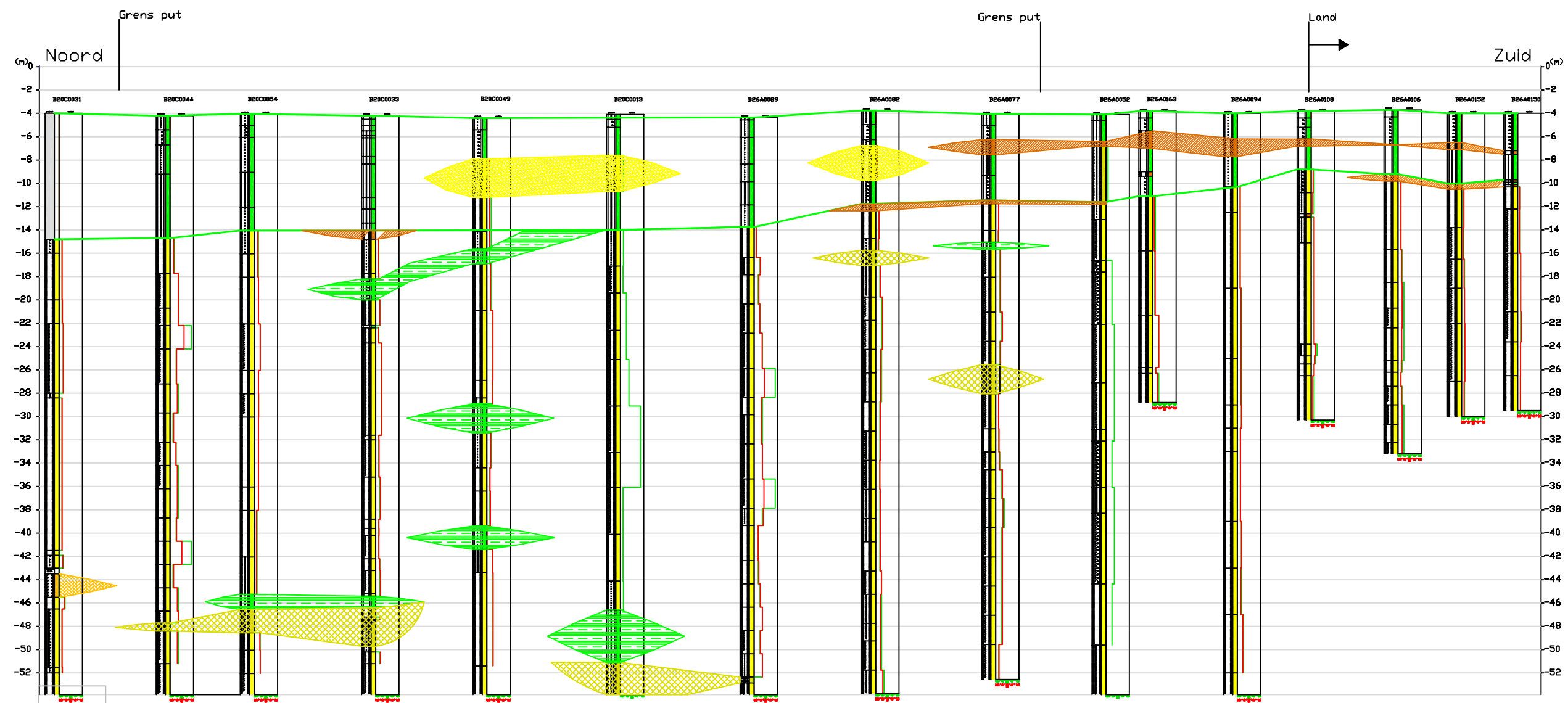
- Klei
- Leem
- Veen
- Zand
- Grind

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

Lithostratigrafische profiel Markerzand

Datum:	20-11-2015	Formaat:	A3
Tekening:	Lithostratigrafische profiel oostelijk alternatief		
Schaal:	1:500	Tek. nr:	I

Lithostratigrafische profiel Markerzand
Westelijk Alternatief



Locaties boringen

Legenda

- Klei
- Leem
- Veen
- Zand
- Grind

Lithostratigrafische profiel Markerzand

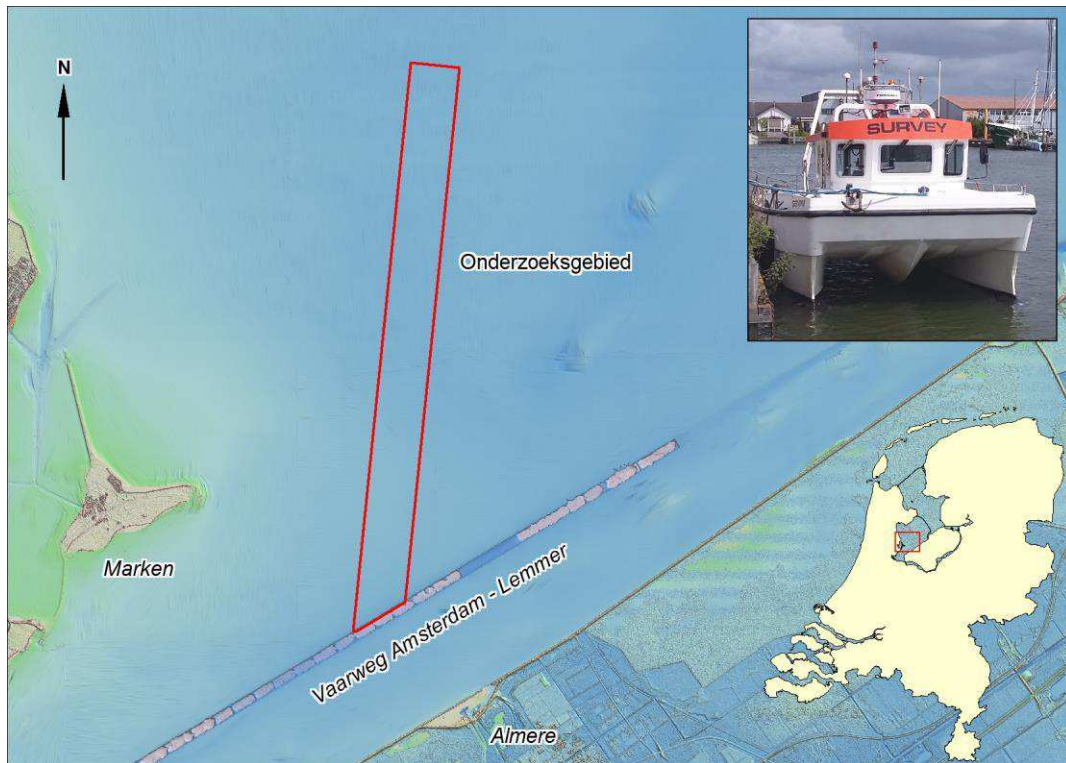
Datum:	20-11-2015	Formaat:	A3
Tekening:	Lithostratigrafische profiel westelijk alternatief		
Schaal:	1:400	Tek. nr:	I

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.

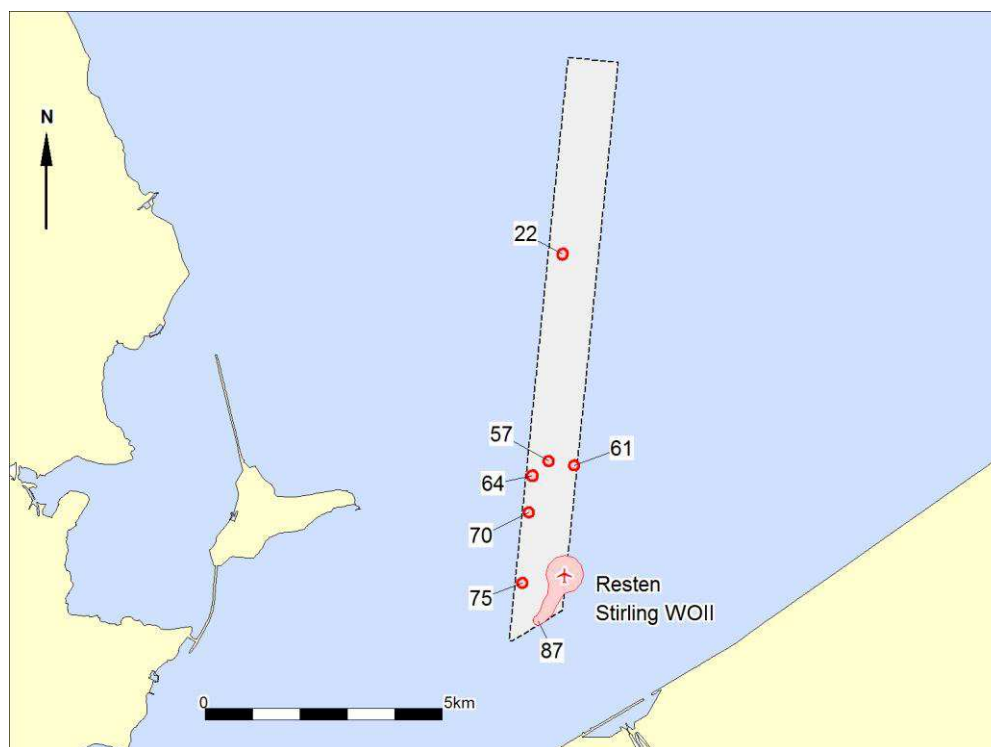
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën.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

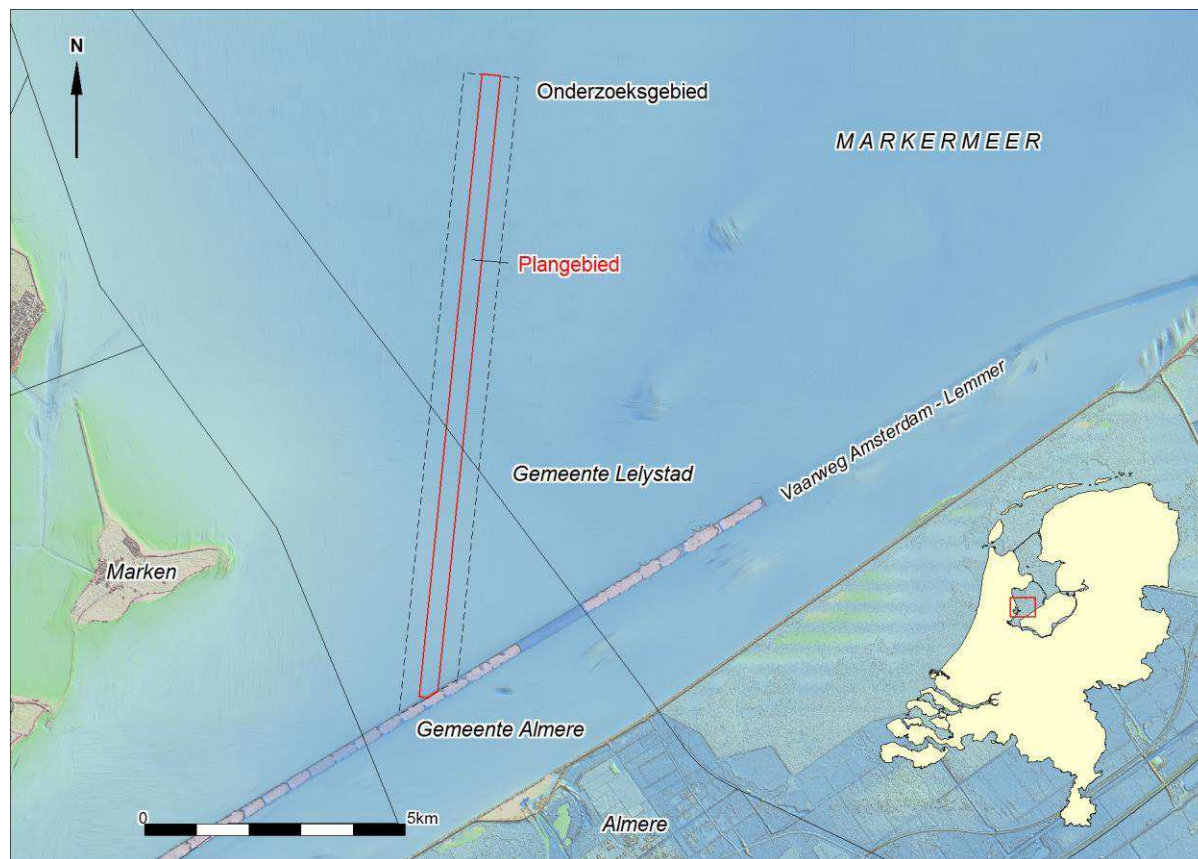
De genoemde contacten worden voorlopig geclassificeerd als potentieel archeologische objecten en zullen als zodanig worden aangemeld in ARCHIS, de archeologische database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Tenzij aanvullend onderzoek aantoont dat deze objecten geen archeologische waarde hebben 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 kampplaatsen 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	Fluviatiele 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 prieden
	Seizoensnederzettingen Swifterbantcultuur	-5 tot -10	LP van Wormer	Gelaagde getijdenafzettingen Cultuurlaag in de oeverafzettingen van kreken en prieden
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 verstoring van de eventueel aanwezige archeologische waarden te voorkomen?

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zullen de gehanteerde methoden worden beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten besproken. Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 4. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en een advies in hoofdstuk 5.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 42. Digitale bestanden waaronder onderhavig rapport in PDF formaat, het Programma van Eisen en de resultaten van voorgaande onderzoeken zijn opgenomen op de CD in bijlage 2.

2 Methoden en technieken

2.1 Algemeen

Indien het bureauonderzoek daar aanleiding toe geeft, bestaat de tweede fase van een archeologisch waterbodemonderzoek in het kader van een geplande bodemingreep uit een inventariserend veldonderzoek, de zogenaamde opwaterfase.⁵ Hierbij wordt de bodem van een plangebied vanaf een meetvaartuig vlakdekkend in kaart gebracht met geofysische technieken. De meest gebruikte technieken zijn *side scan sonar* en *multibeam*, of een combinatie hiervan. Met deze technieken kunnen alle objecten en structuren die zich op de waterbodem bevinden, of uit de waterbodem steken, in kaart worden gebracht. Grotere objecten die dieper begraven liggen in de waterbodem kunnen soms resulteren in een bodemverstoring aan het bodemoppervlak, die ook met *sonar* of *multibeam* gedetecteerd kan worden. Volledig afgedekte objecten en structuren kunnen alleen opgespoord worden met bodempenetrerende technieken zoals *seismiek* of *magnetometer*. De inzet van dit soort methodieken voor plangebieden groter dan enkele hectaren is echter kostbaar en de resultaten leveren vaak meer vragen dan antwoorden op; daarom worden deze technieken pas ingezet als er concrete aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van begraven objecten.

Voor het onderhavige onderzoek is daarom alleen gekozen voor de inzet van een *side scan sonar*, aangevuld met de resultaten van *magnetometeropnamen*.

2.2 Eisen aan de metingen

De operationele eisen voor het onderzoek zijn vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE)⁶ en omvatten de volgende punten:

- Twee-kanaals *side scan sonar* systeem zodat grotendeels overlappende data wordt verkregen.
- Signaalfrequentie minimaal 445 kHz ter verkrijging van voldoende resolutie.
- Range setting *sonar* maximaal 50 meter.
- Meervoudige dekking (minimaal 200 %) van de waterbodem.
- Ophanging van sonarvis dient zodanig te gebeuren dat minimale verstoring optreedt door schroefwater, elektrische storingsbronnen en bootbewegingen.
- Het dynamisch bereik van het geregistreerde signaal dient zodanig te zijn dat nuances in reflectiviteit in grijs of kleurschaling kunnen worden gevisualiseerd.
- Voor de opnamen met een *magnetometer* geldt dat de lijnafstand niet meer dan 40 meter mag bedragen
- Maximale vaarsnelheid van 4 knopen of 7,5 km/uur.
- Positionering minimaal GPS met differentiële correctie.
- Meetvaartuig dient te voldoen aan de wettelijke vereisten voor veiligheid.

⁵ Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie 3.2; protocollen waterbodems.

⁶ Muis en van den Brenk 2015.

2.3 Meetvaartuig en apparatuur

De *side scan sonar* opnamen zijn uitgevoerd in de periode 18 tot en met 26 juni 2015 met het meetvaartuig 'Gemini', een survey-catamaran van DEEP uit Amsterdam.



Afbeelding 3. Meetvaartuig 'Gemini'

Positionering

Het plaatsbepalingssysteem bestaat uit een Novatel Q-pos RTK GPS zender en ontvanger. Dit systeem gebruikt correctie gegevens uitgezonden door een serie referentiestations, waarvan de coördinaten exact bekend zijn in X, Y en Z. Met deze methode kan tot op enkele centimeters nauwkeurig, in alle richtingen, de positie van het meetvaartuig vastgelegd worden.

Side scan sonar

Een *side scan sonar* is een akoestisch meetinstrument waarmee in relatief korte tijd grote stukken waterbodem worden gescand, waarbij aanwezige objecten op de bodem of uit de bodem stekend gekarteerd kunnen worden. Daarnaast is het mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende sedimenten, zodat (na vergelijking met boorgegevens) ook de aanwezige bodemtypen in kaart kunnen worden gebracht. Tijdens onderhavig onderzoek is voor gebruik gemaakt van een Klein 3000 *dual frequency sonar* systeem, met een frequentie van 100 en 500 kHz. Beide frequentiekanalen zijn opgenomen. De sonar werd met een kabel over de voorsteven 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;

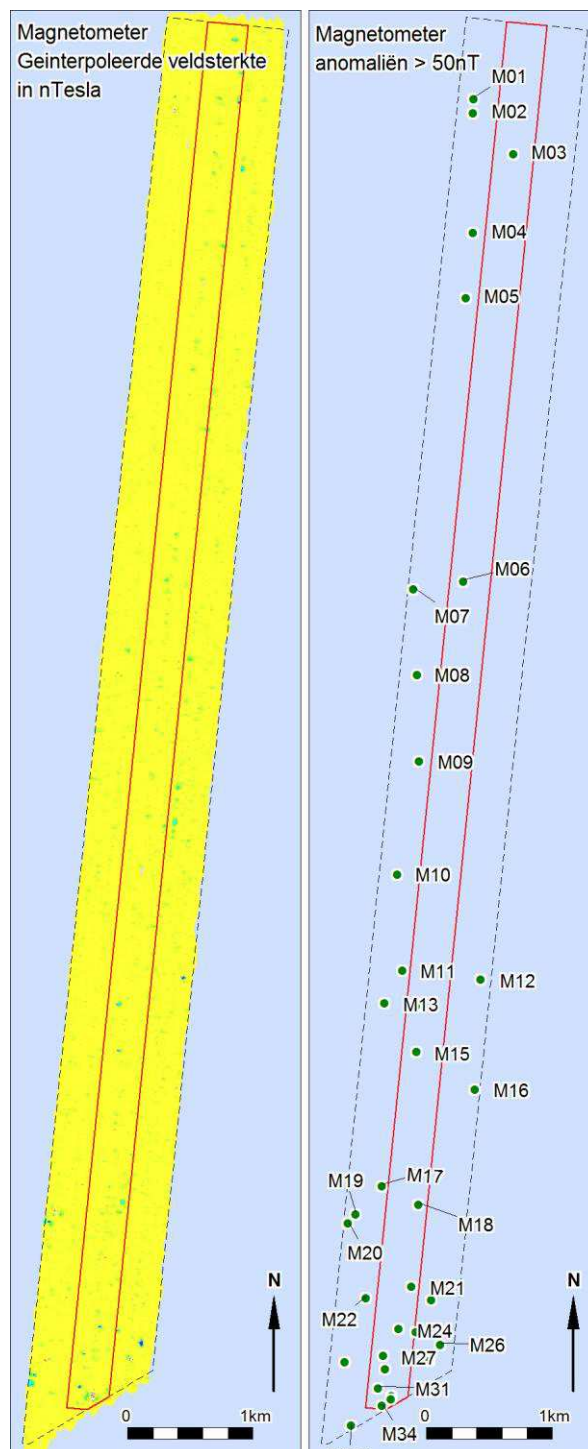
De opname en verwerking van de *magnetometer*data is uitgevoerd door W. Wester (hydrografisch specialist) van DEEP B.V. De interpretatie en rapportage zijn uitgevoerd door L.A. Muis (KNA archeoloog specialisme waterbodems) en S. van den Brenk (KNA senior prospector specialisme waterbodems) van Periplus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

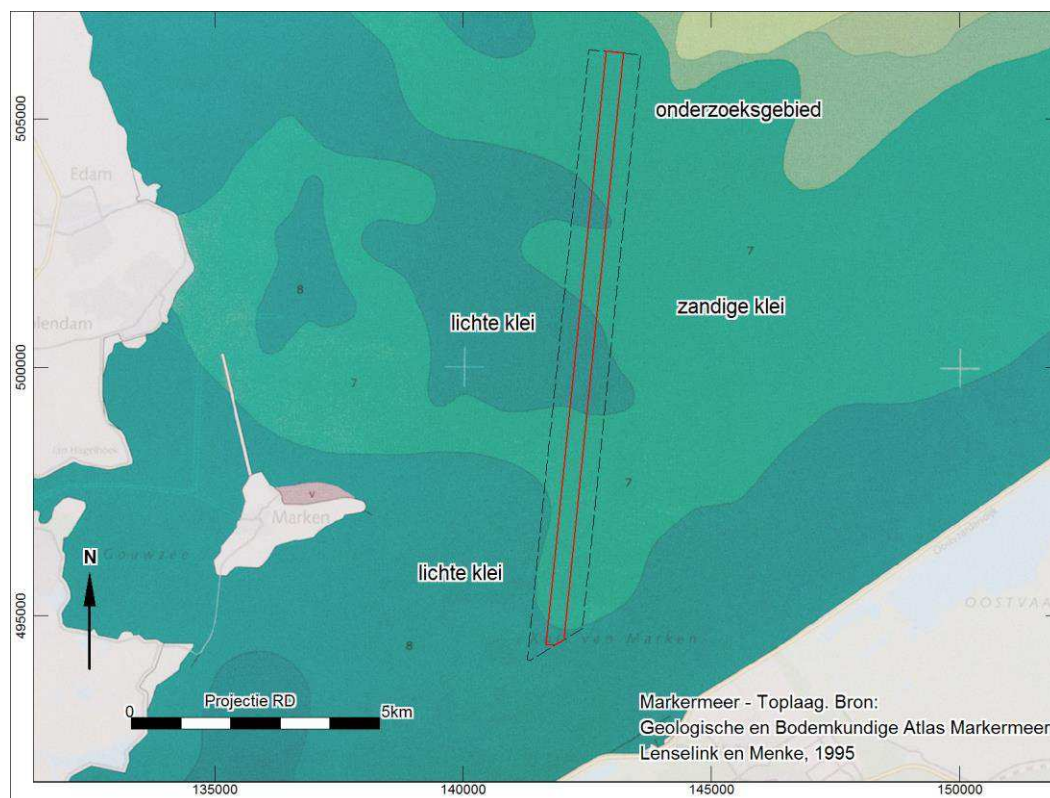
3.2 Side scan sonar algemeen

In totaal is ruim 1250 hectare waterbodem 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 *sonarcontacten*, 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 waterbodem en side scan sonar mozaïek

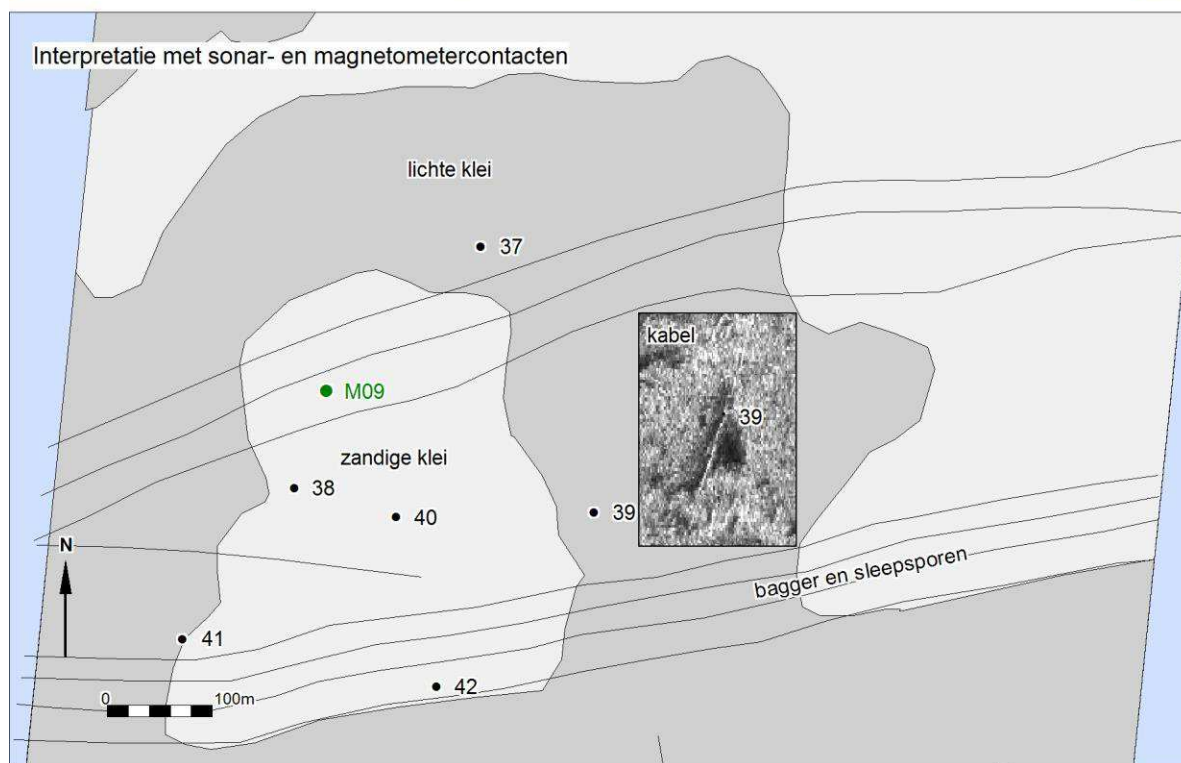
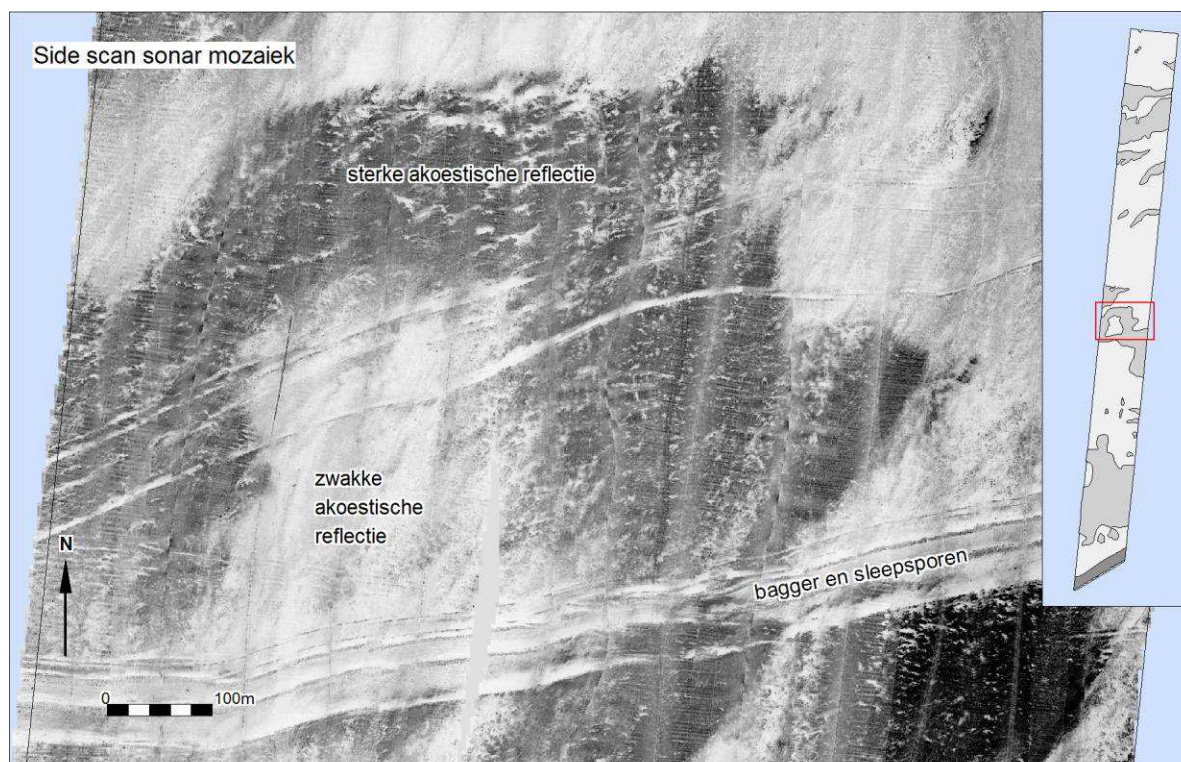
De top van de waterbodem in het onderzoeksgebied bestaat volgens de geologische en bodemkundige atlas Markermeer uit een afwisseling van zware zavel (zandige klei) en lichte klei (zie onderstaande afbeelding).



Afbeelding 5. Samenstelling van de toplaag van de waterbodem

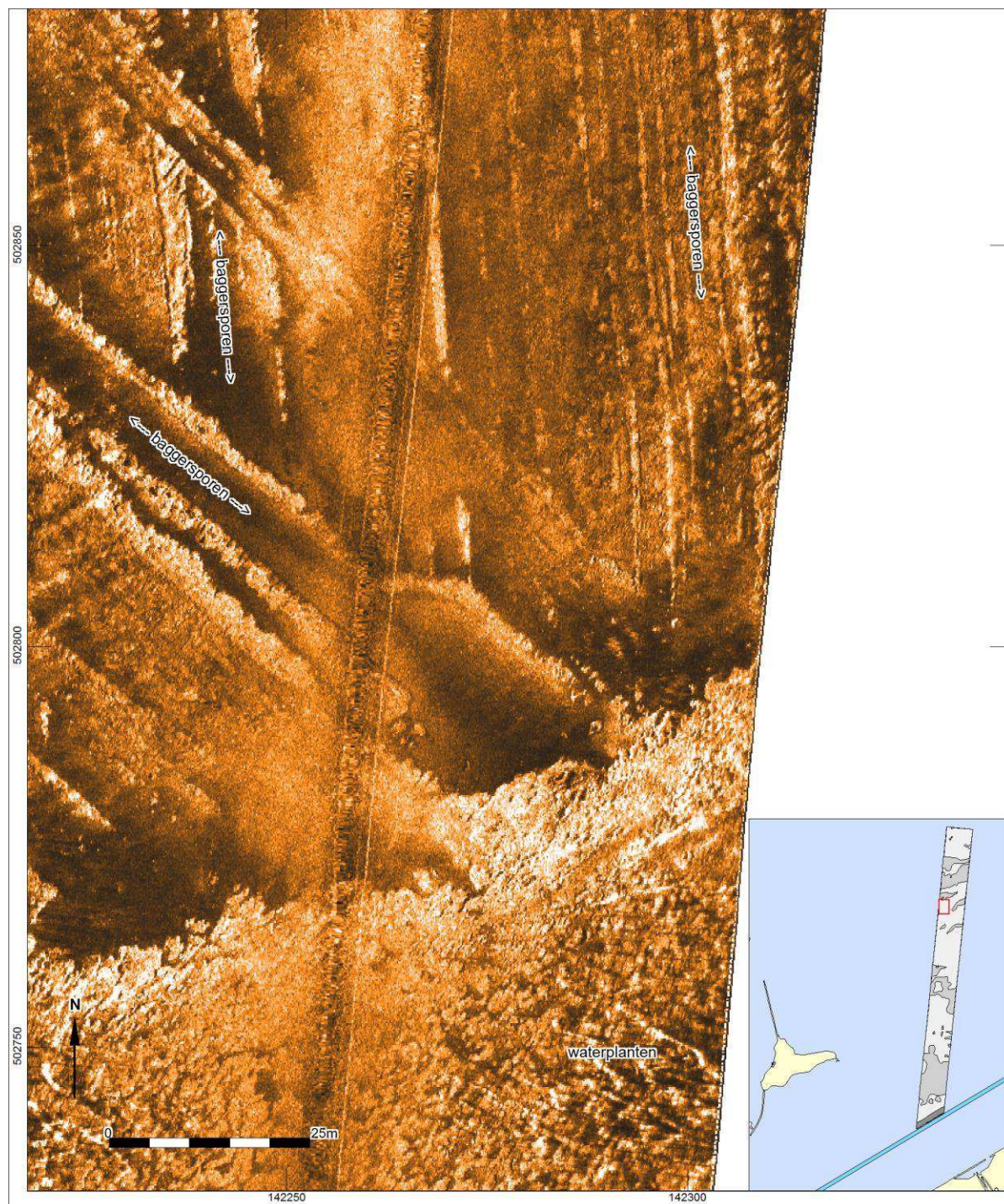
Het samengestelde *side scan sonar* mozaïek (zie afbeelding 9) laat een duidelijke afwisseling zien van gebieden met een sterke en zwakke akoestische reflectie, die goed overeenkomen met de afwisseling van bodemlithologie uit de atlas.

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



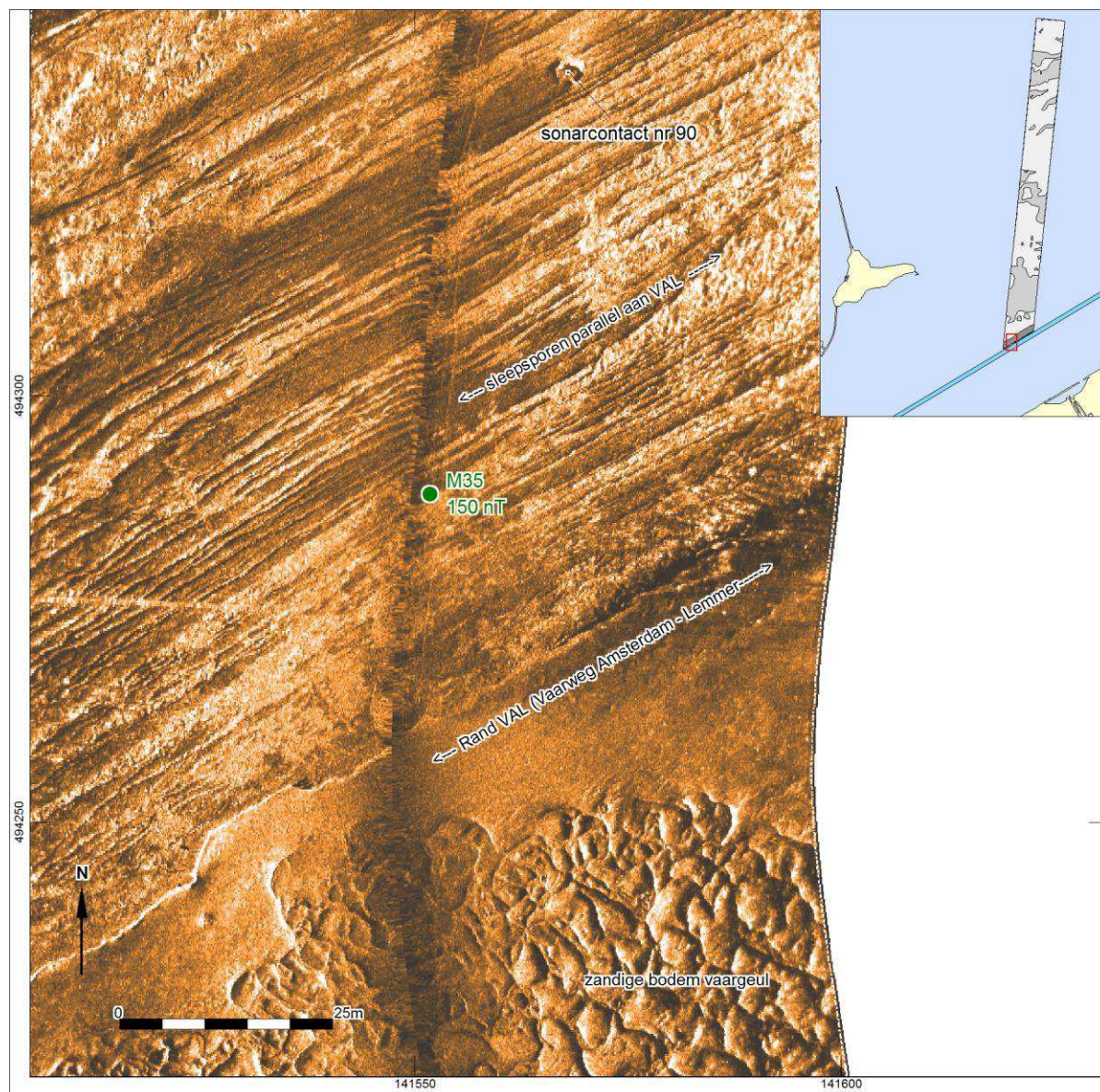
Afbeelding 6. Het centrale deel van het onderzoeksgebied met verschillen in akoestische reflectie

Opvallend is de aanwezigheid van vele sleep- en baggersporen. Vooral het noordelijk deel van het onderzoeksgebied is sterk verstoord door baggersporen uit verschillende perioden, zoals wordt geïllustreerd in de volgende afbeelding.



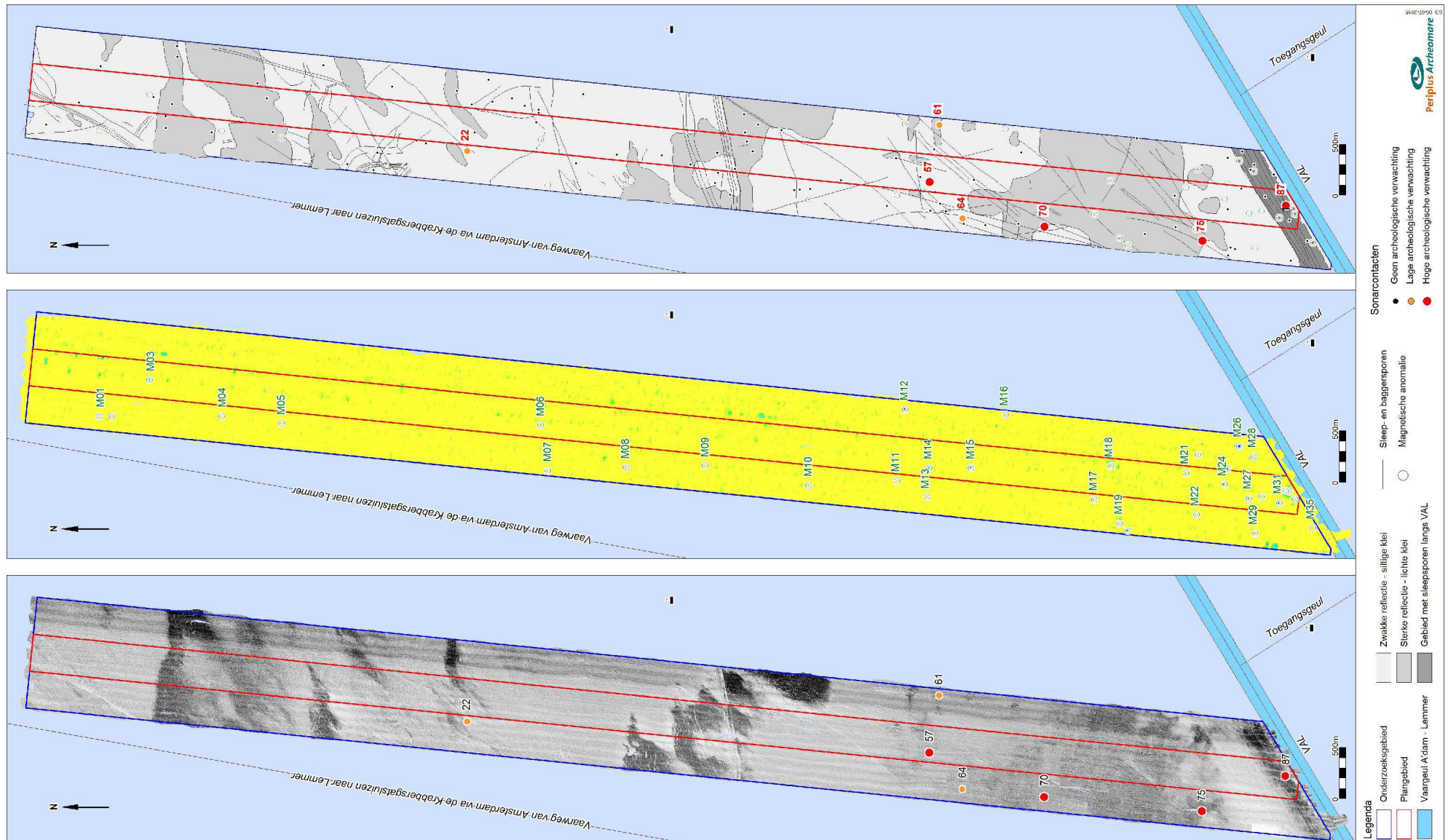
Abbeelding 7. Grote bagger- of sleepsporen in het noorden van het gebied.

In het zuiden van het onderzoeksgebied, parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. Deze zijn veroorzaakt door scheepskielen of zwaarden in de periode dat de vaarweg tijdelijk omgelegd was vanwege verdiepingswerkzaamheden in de geul zelf.



Afbeelding 8. Diverse sleepsporen in het uiterste zuiden van het gebied langs de rand van de VAL.

De volgende bladzijde toont een overzicht van het hele onderzoeksgebied met sonar mozaïek, magnetische anomalieën en interpretatie.



Afbeelding 9. Side scan sonar mozaïek, magnetische anomalieën en interpretatiekaart

3.4 Puntlocaties

In totaal zijn 90 individuele *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 sonarcontacten

In het onderzoeksgebied zijn 16 autobanden aangetroffen. Autobanden worden regelmatig aangetroffen op waterbodems, die gebruikt worden als stootkussens bij schepen en regelmatig worden verloren. Of vijf locaties zijn losse stukken kabel aangetroffen, die vermoedelijk gedumpt of verloren zijn.

Het merendeel van de waargenomen contacten is geclassificeerd als onbekend object; dit betreffen kleine, geïsoleerde objecten die op basis van alleen de sonarbeelden niet nader geïnterpreteerd kunnen worden. Waarschijnlijk gaat het hier om verloren of gedumpte recente objecten.

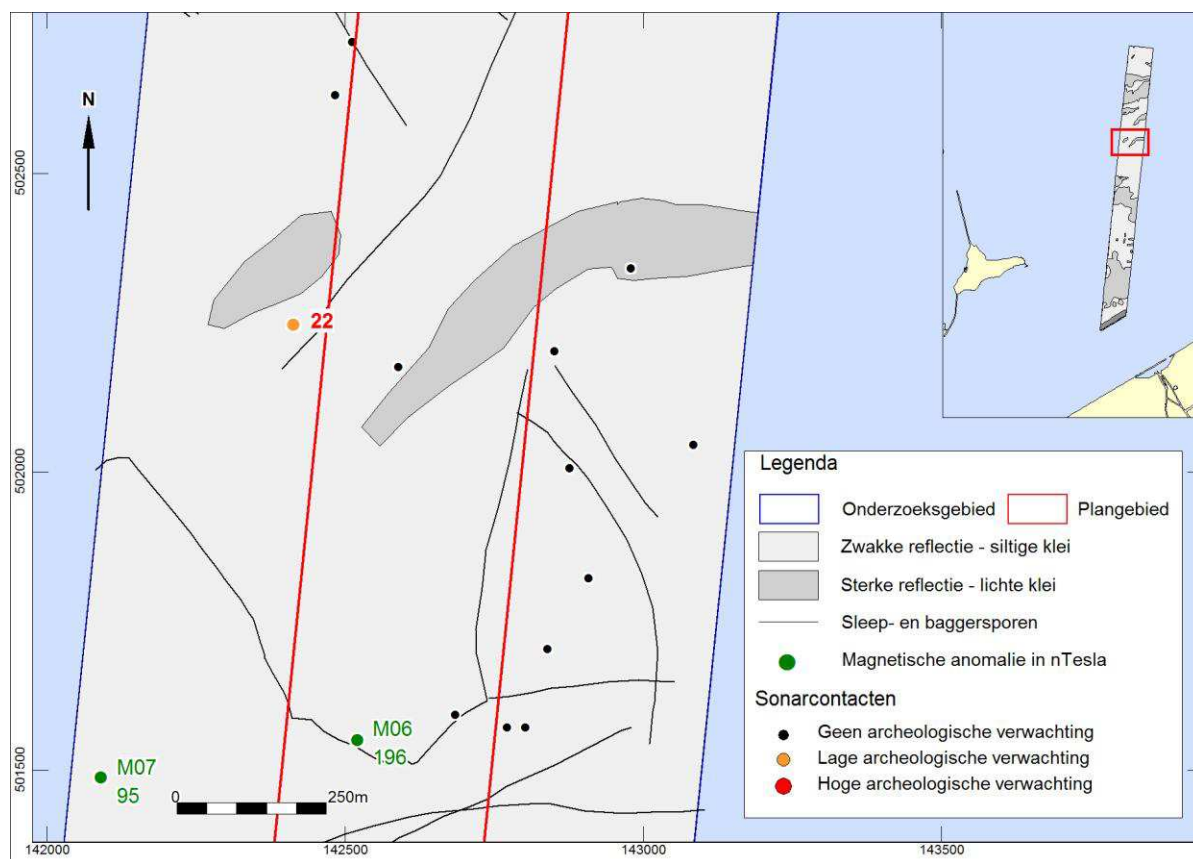
Op zeven locaties zijn grotere structuren en objecten waargenomen waarvan niet kan worden uitgesloten dat het om objecten met een cultuurhistorische waarde gaat. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
22	Buisvormig contact	Onbekend object	142414	502250	-4.4	10.1	1.0	0.2	-	middel
57	Ovaalvormig contact, lijkt scheepswrak dat deels in de bodem ligt	Scheepswrak	142123	497895	-4.0	7.0	2.2	0.2	M14	hoog
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6	-	middel
64	Dichte ovaal cluster van kleine objecten, mogelijk stenen	Cluster stenen	141779	497586	-3.9	23.1	10.2	0.2	-	middel
70	Gebogen half rond contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0	-	hoog
75	Ovaal contact, lijkt wrakje	Scheepswrak	141569	495327	-4.1	3.4	1.7	0.3	-	hoog
87	Vierkant open contact Mogelijke vliegtuigresten	Onbekend object	141903	494542	-4.6	4.3	3.7	0.3	M32	hoog

Tabel 7. Waargenomen sonarcontacten met een archeologische verwachting

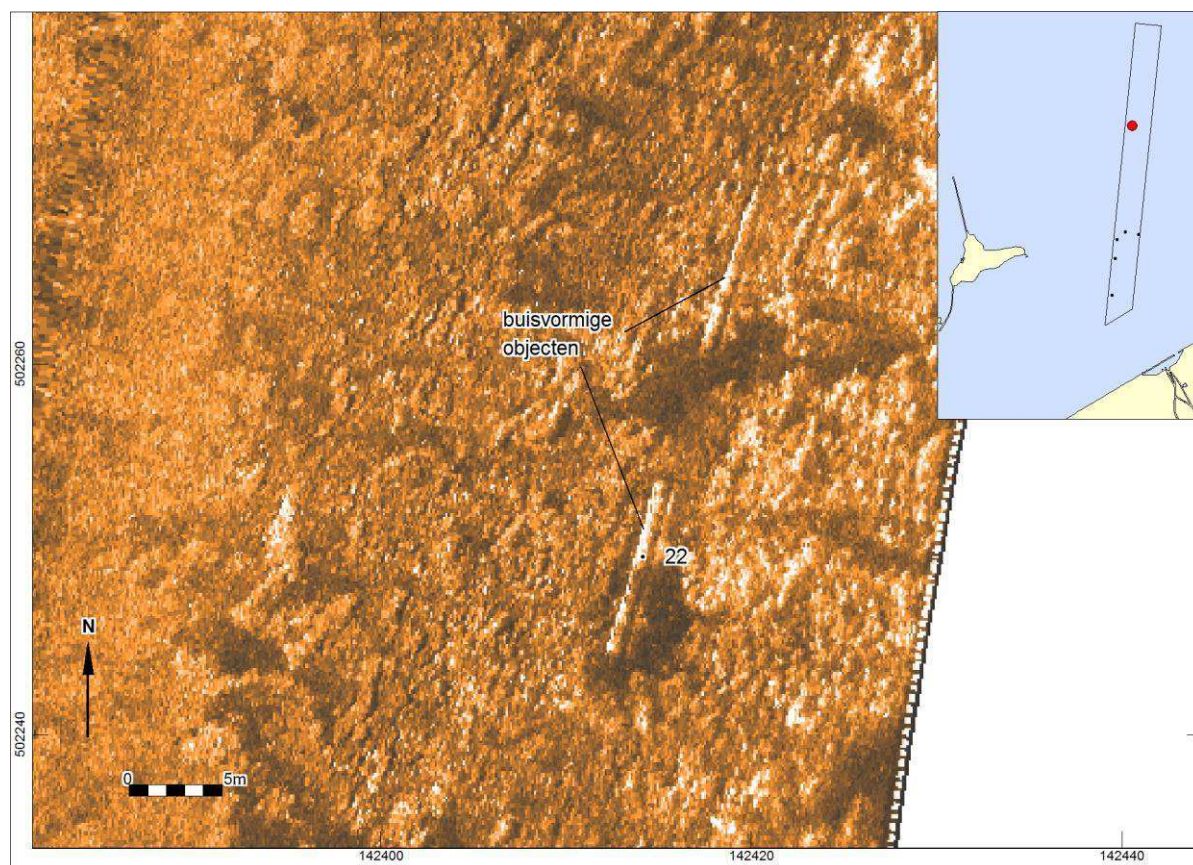
Aan de genoemde zeven contacten is een middelhoge tot hoge archeologische verwachting toegekend. Contact nummers 57 en 87 zijn ook met de *magnetometer* gedetecteerd. Deze contacten worden op de volgende bladzijden besproken en toegelicht aan de hand van de sonarbeelden.

Contact 22



Afbeelding 10. Detailkaart contact 22

Contact 22 ligt in het noordelijk gedeelte van het onderzoeksgebied. Het betreft twee buisvormig objecten in elkaars verlengde met ieder een lengte van 10 meter en een breedte van 1 meter. In de omgeving zijn geen magnetische afwijken waargenomen. Hierbij moet worden aangetekend dat de objecten precies tussen twee vaarlijnen in liggen, zodat de afstand tot de *magnetometer* 20 meter bedraagt. Het is daarom mogelijk dat de contacten 'gemist' zijn door de *magnetometer*.

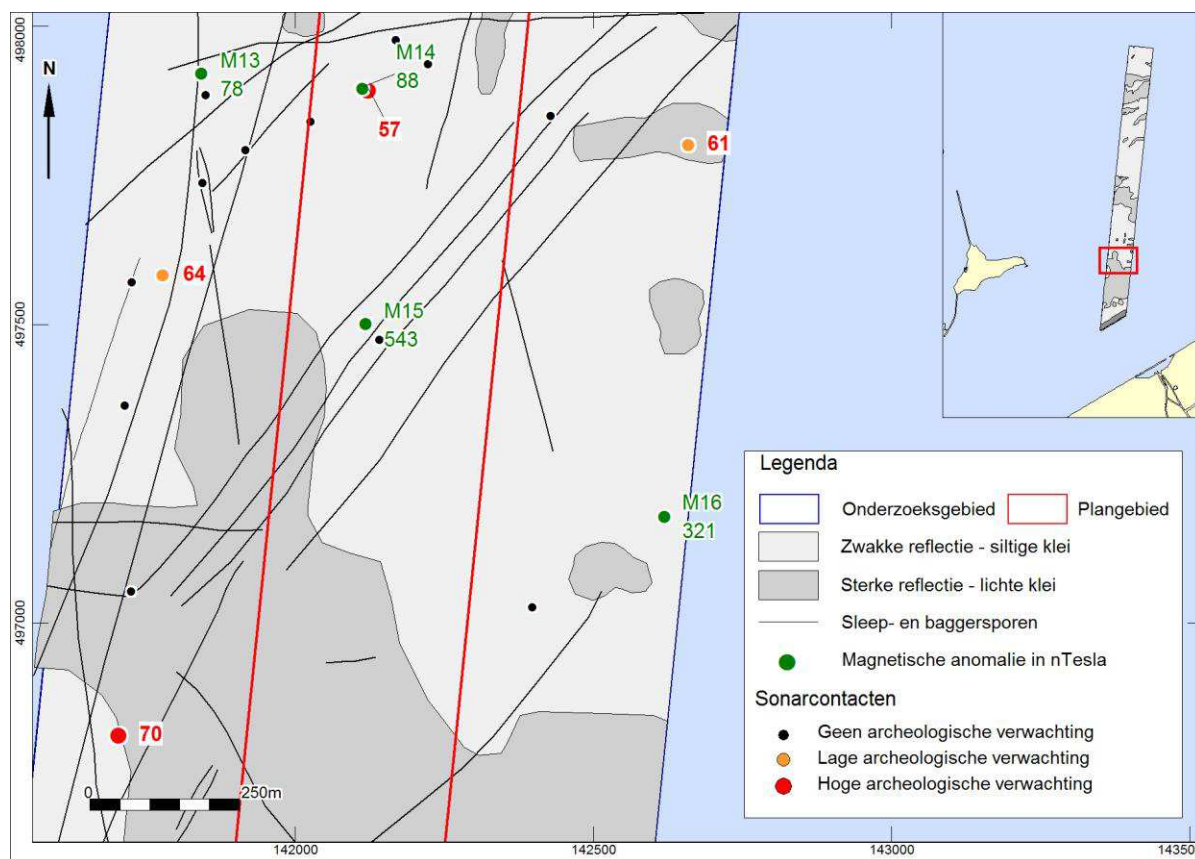


Afbeelding 11. Sonarafbeelding van contact 22

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.

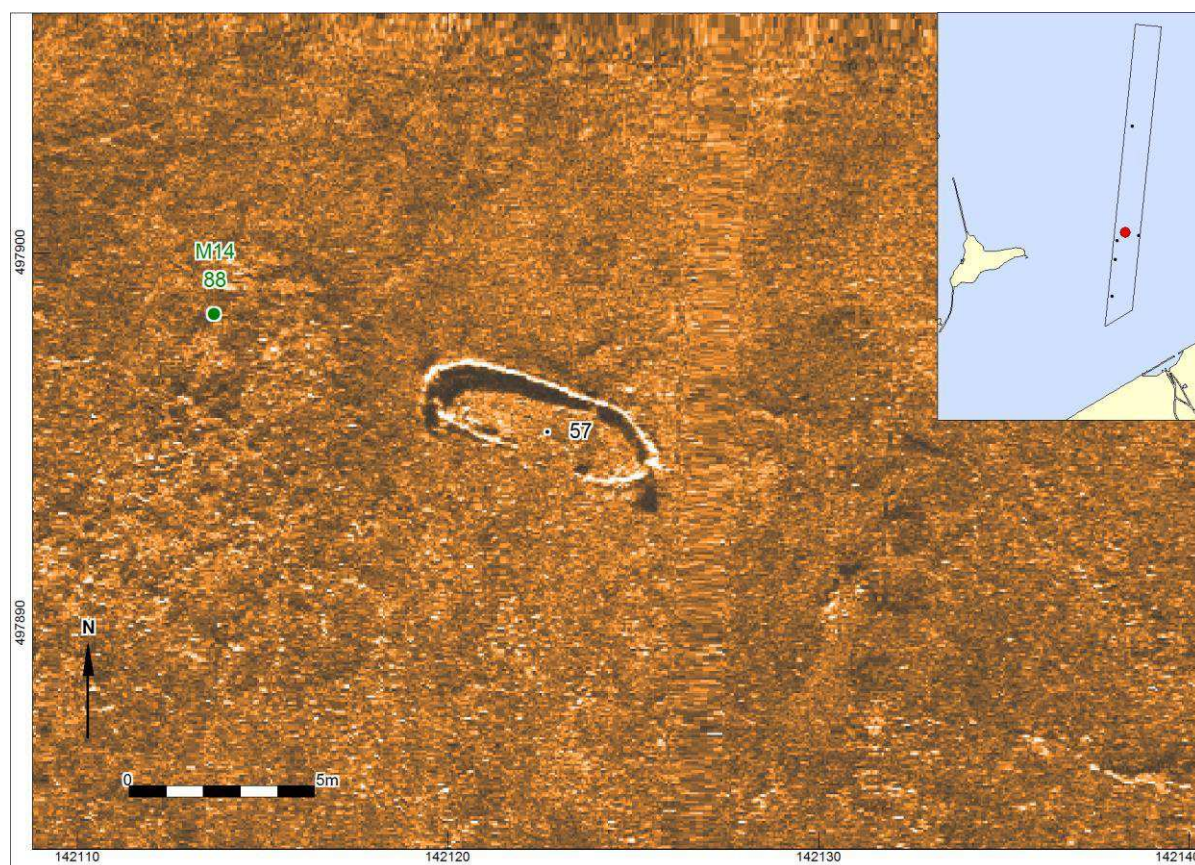
Contacten 57, 61, 64 en 70



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

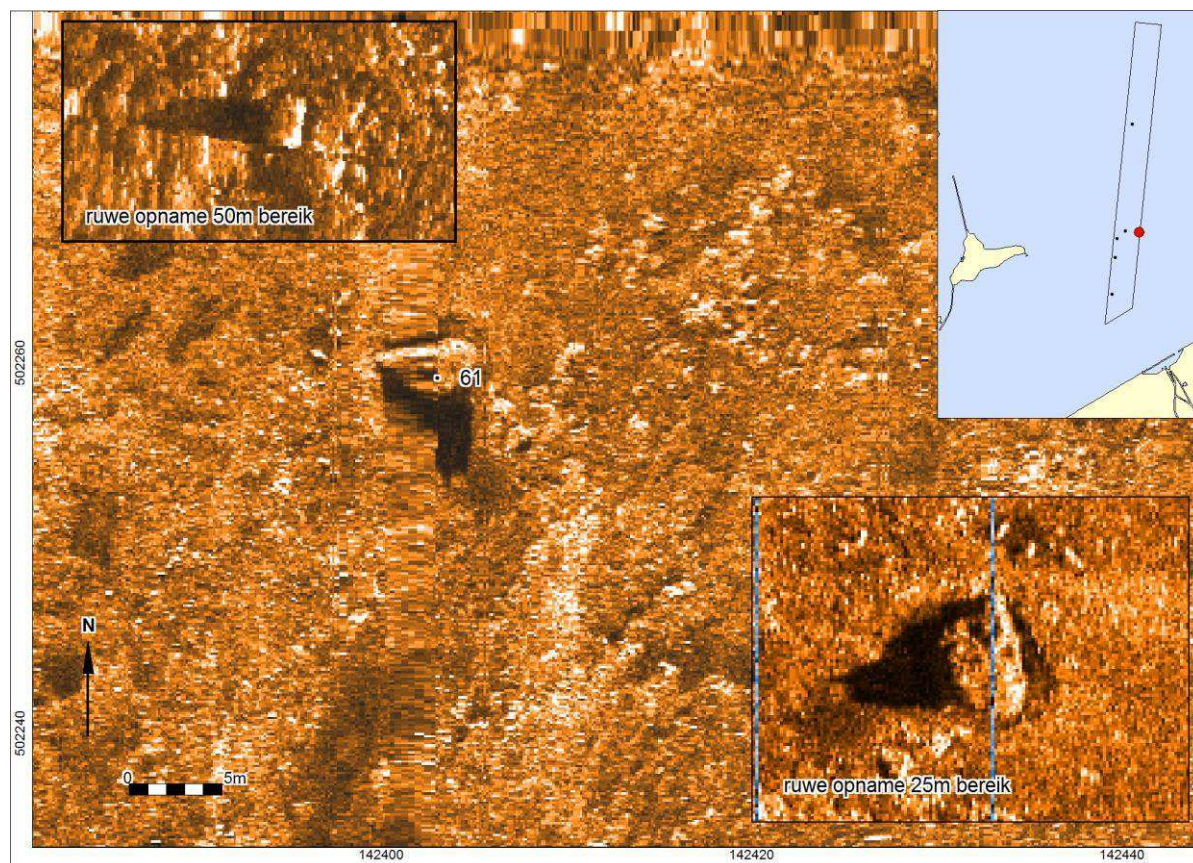


Afbeelding 13. Sonarafbeelding van contact 57

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 ovaal structuur met de kenmerken van een scheepswrak, dat deels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 7 bij 2,2 meter. De *magnetometer* laat op de locatie een duidelijke afwijking van 88 nTesla zien. Als het een ijzeren scheepswrak betreft zou een grotere afwijking verwacht worden. Mogelijk betreft het een houten scheepswrak met ijzeren onderdelen. Gezien het feit dat het wrak grotendeels begraven ligt in de bodem lijkt het niet recent te zijn. Daarom is aan deze locatie een hoge archeologische waarde toegekend.

Locatie 61



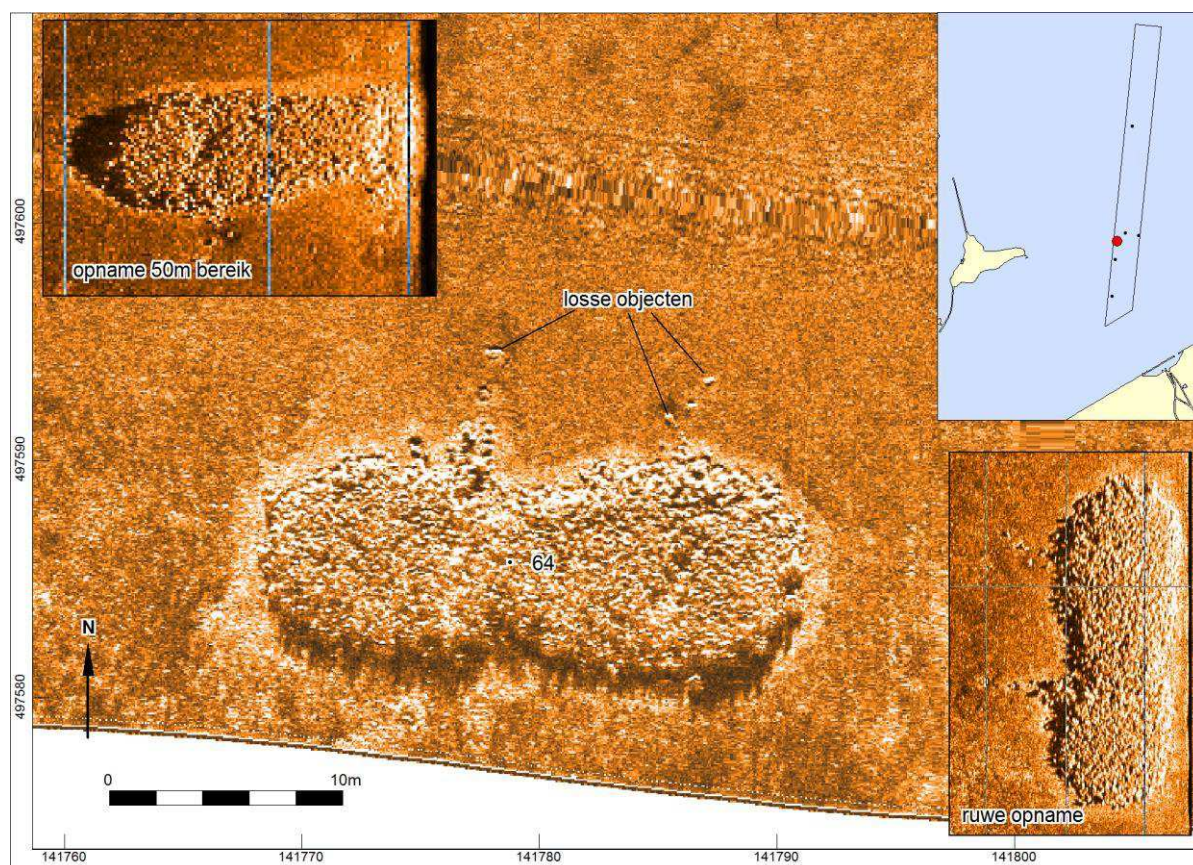
Afbeelding 14. Sonarafbeelding van contact 61

Nr	Omschrijving	Interpretatie	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
61	Groot contact	Onbekend object	142660	497805	-4.1	3.2	1.7	0.6		middel

Contact 61 is een relatief groot object van 3,2 bij 1,7 meter dat tot 60cm uit de bodem steekt. Rondom het object zijn kleinere losse objecten zichtbaar. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Op 300 meter ten noorden van de locatie ligt echter de grootste 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



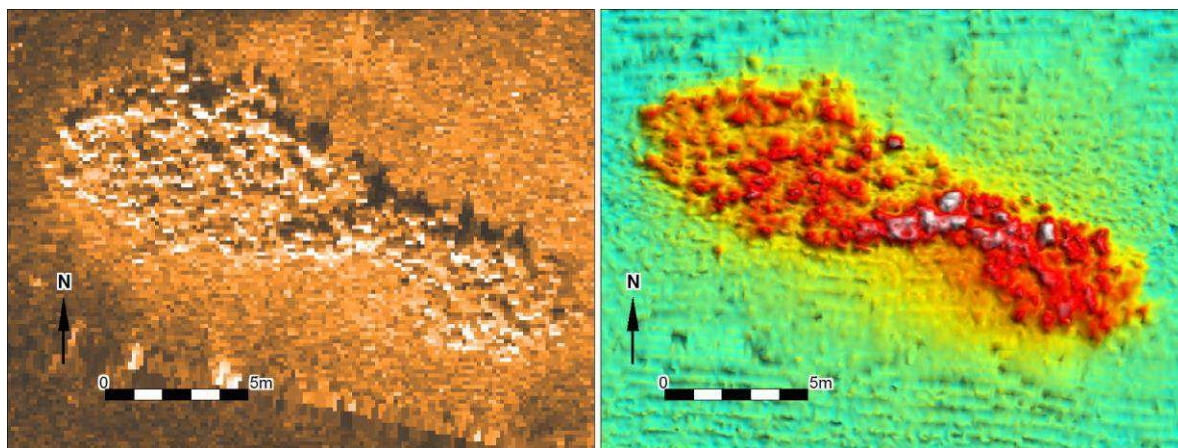
Afbeelding 15. Sonarafbeelding van contact 64

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.

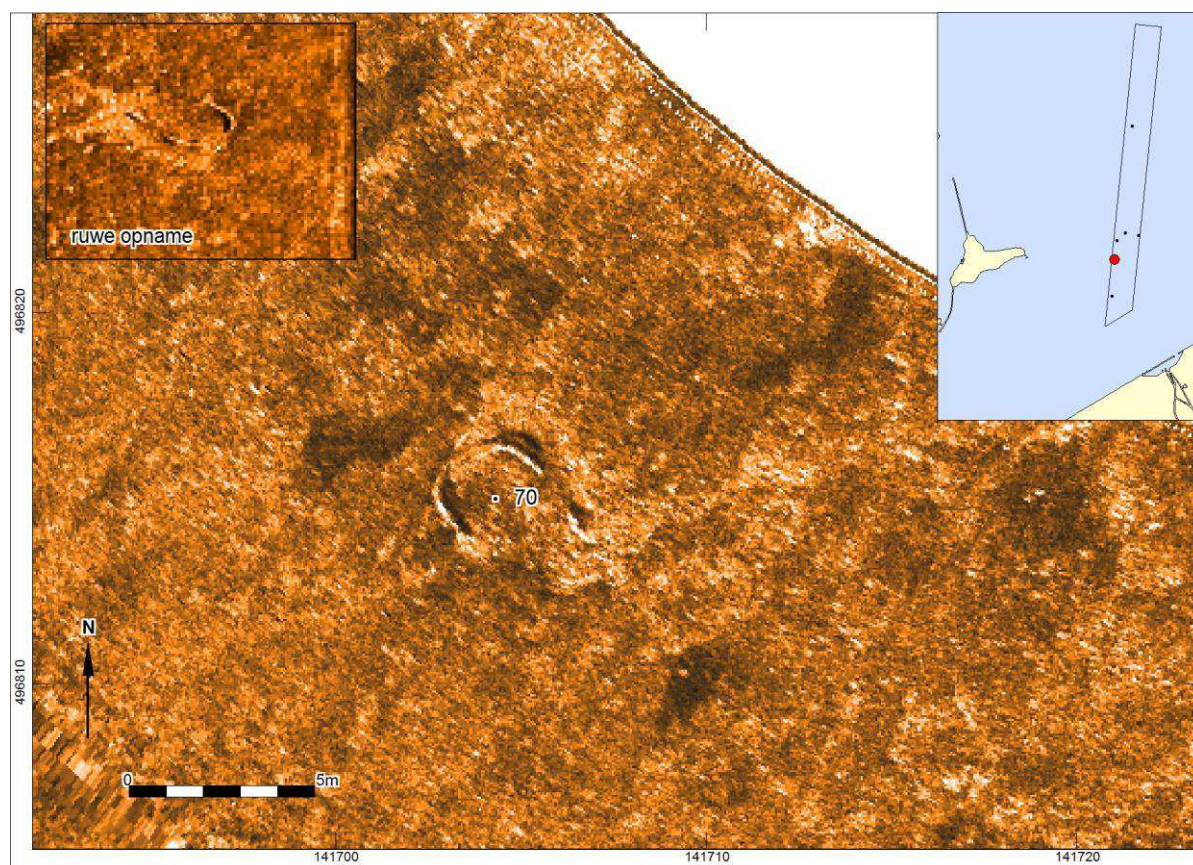
In 2010 is een vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer en onderzocht met duikers⁷. Het bleek toen te gaan om een bult met stortstenen, begroeid met schelpdieren.

⁷ Van Campenhout en van Lil, 2010



Afbeelding 16. Vergelijkbare cluster aangetroffen in het Ketelmeer in 2010

Contact 70

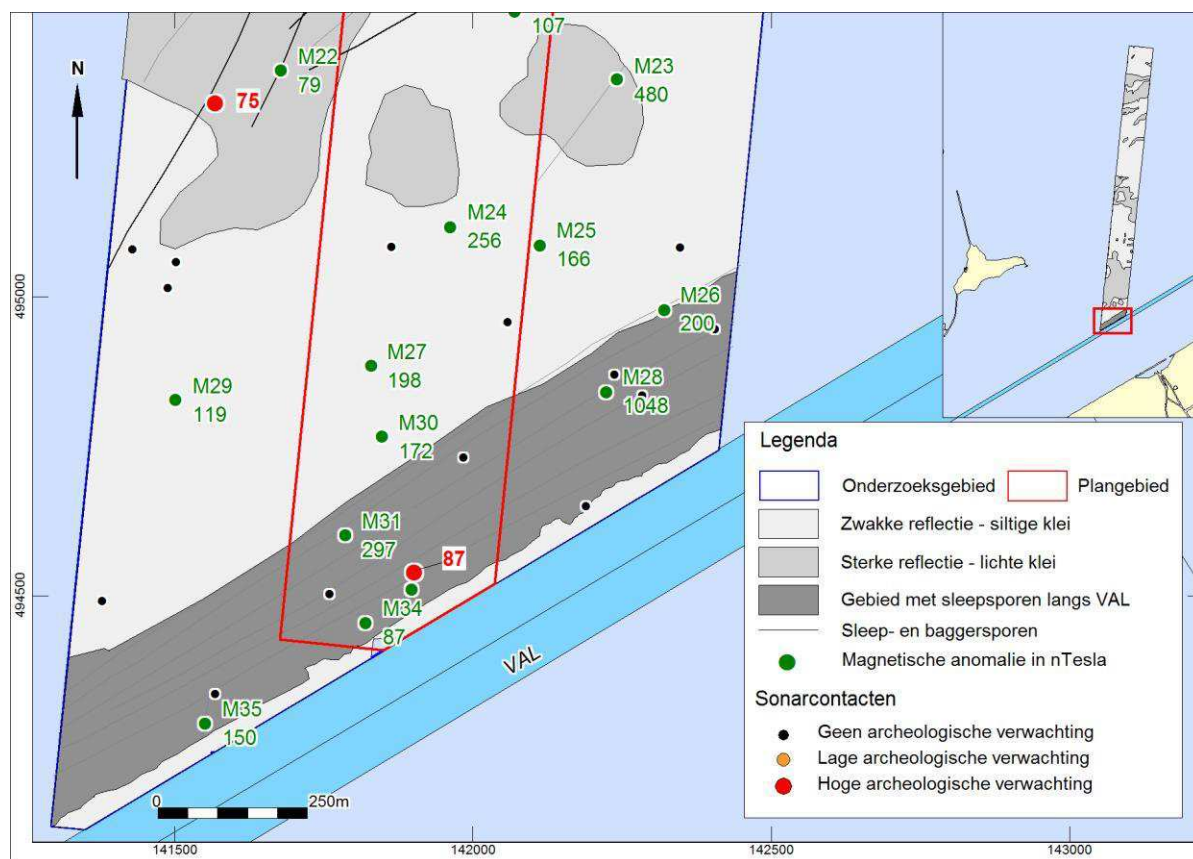


Afbeelding 17. Sonarafbeelding van contact 70

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

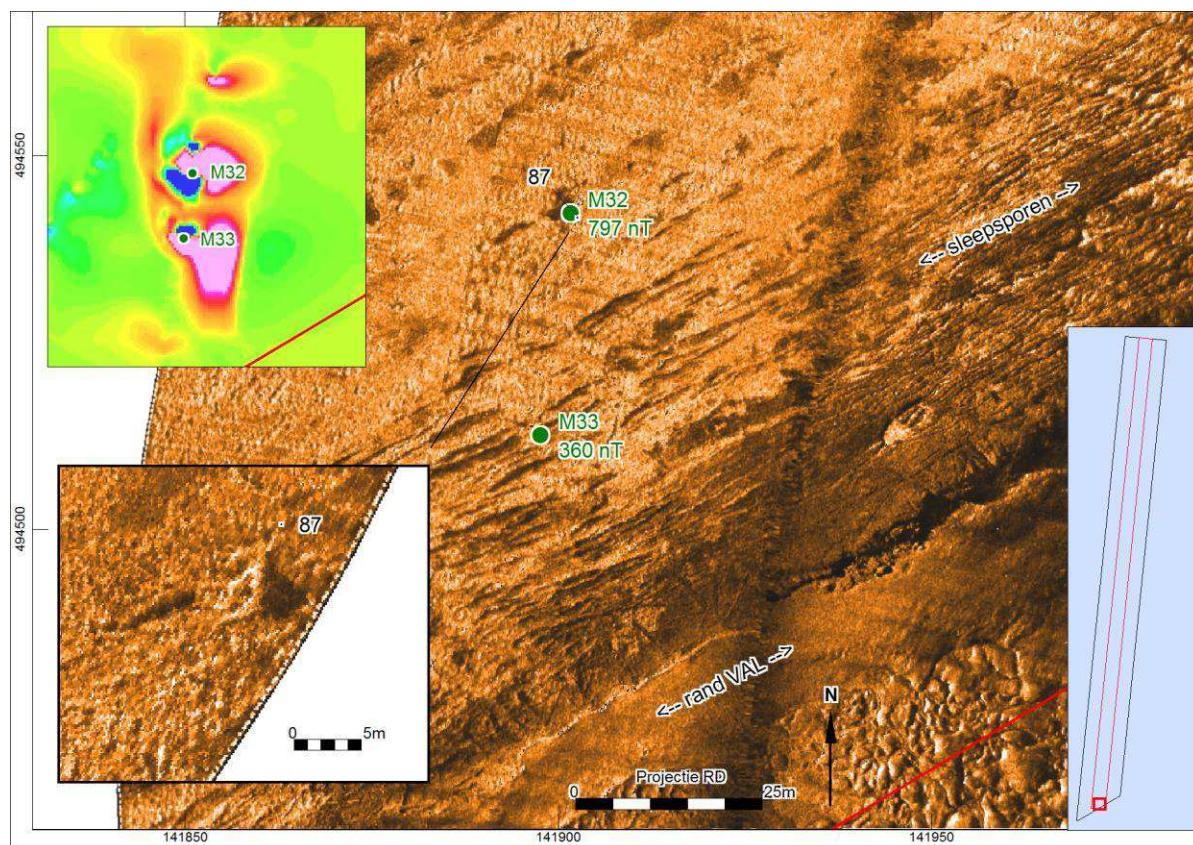
Contact 70 is een gebogen, halfronde structuur die in de bodem verdwijnt. Het lijkt op de achtersteven van een schepje, dat grotendeels begraven ligt in de waterbodem. De zichtbare afmetingen bedragen 3,6 bij 3,2 meter. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen. Aan de locatie is een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

Contacten 75 en 87



Afbeelding 18. Detailkaart van het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied

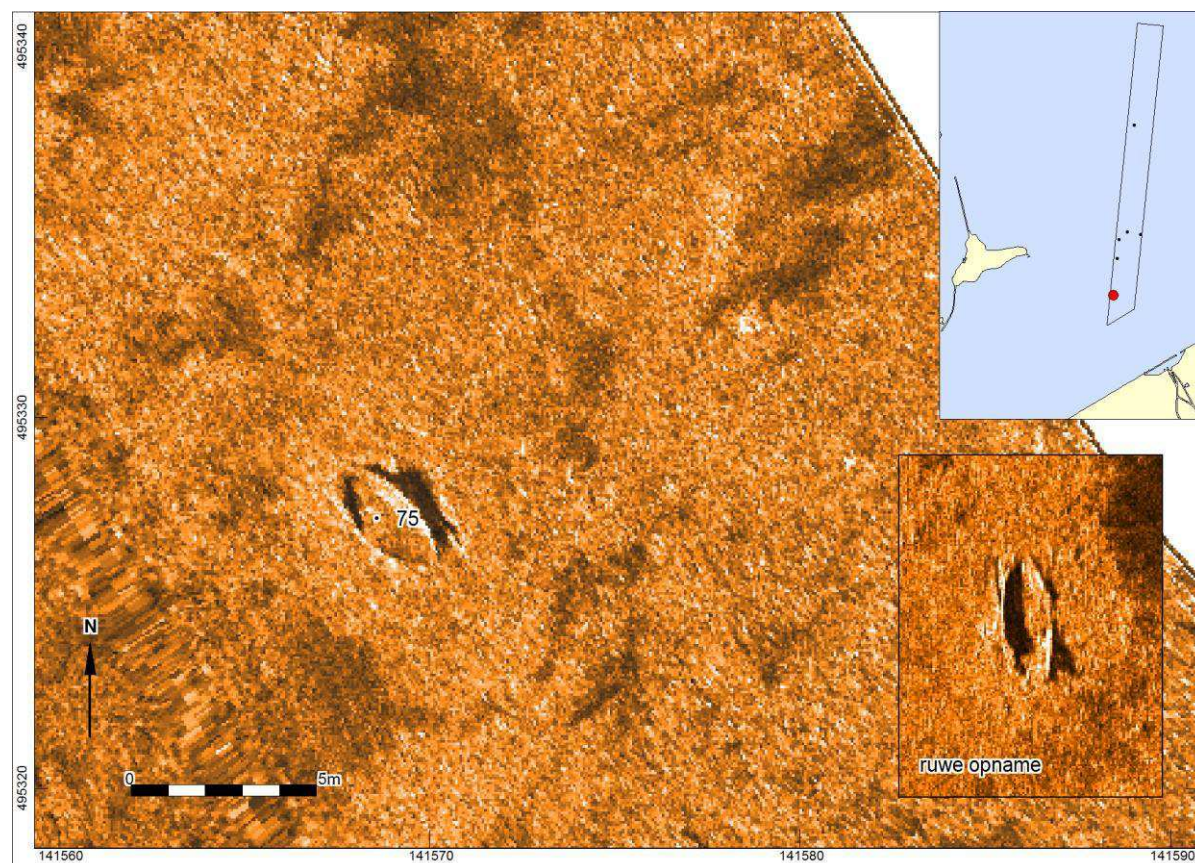
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. Deze zijn vermoedelijk veroorzaakt in de periode dat de vaarweg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

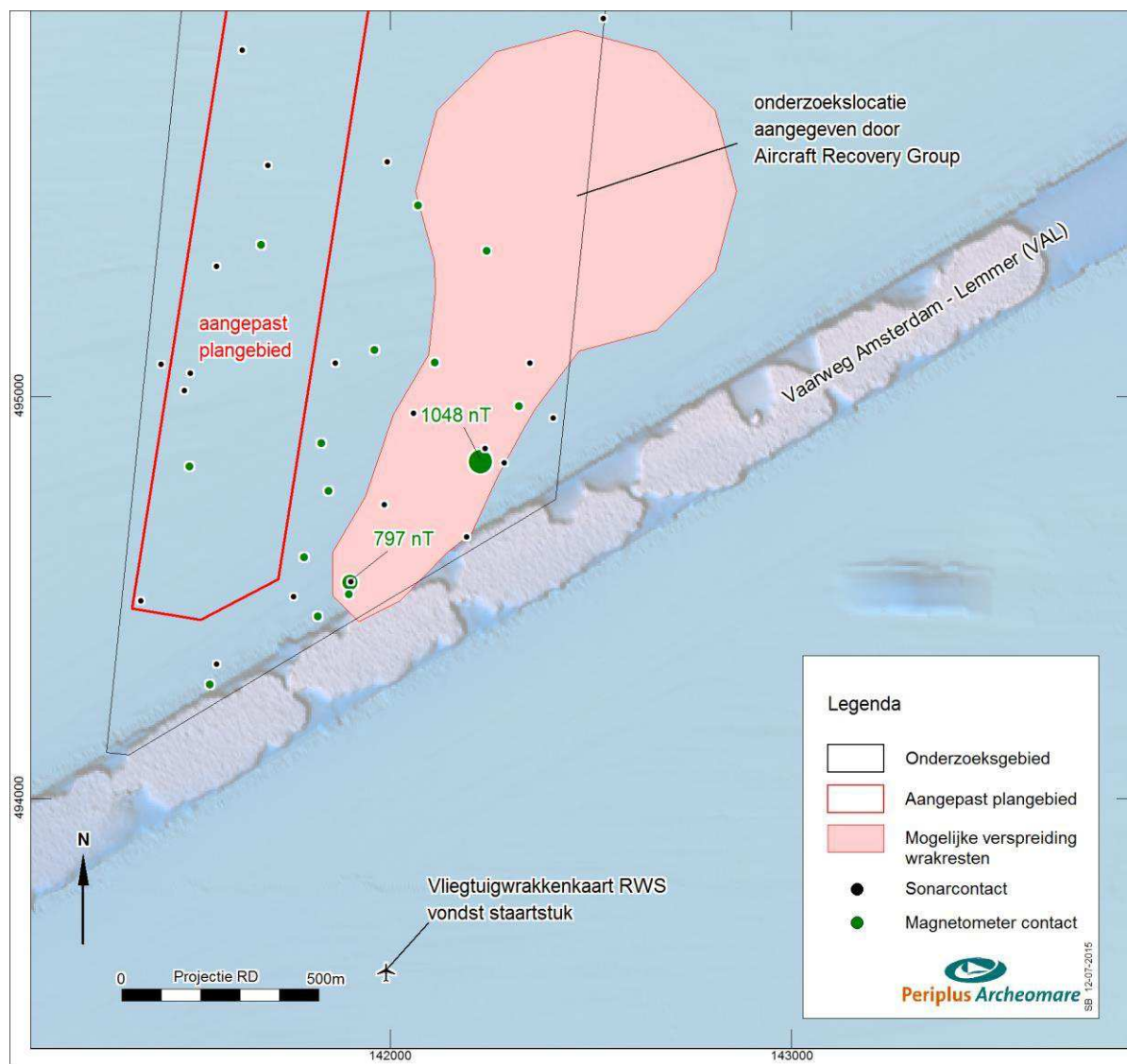
De vliegtuigwrakkenkaart van Rijkswaterstaat vermeldt de vondst van een staartstuk ten zuiden van de Vaargeul Amsterdam-Lemmer, nadere informatie is niet bekend. In 2008 werden in de buurt bij toeval resten van een vliegtuigwrak aangetroffen door een reddingsboot. Vervolgens heeft de stichting Aircraft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

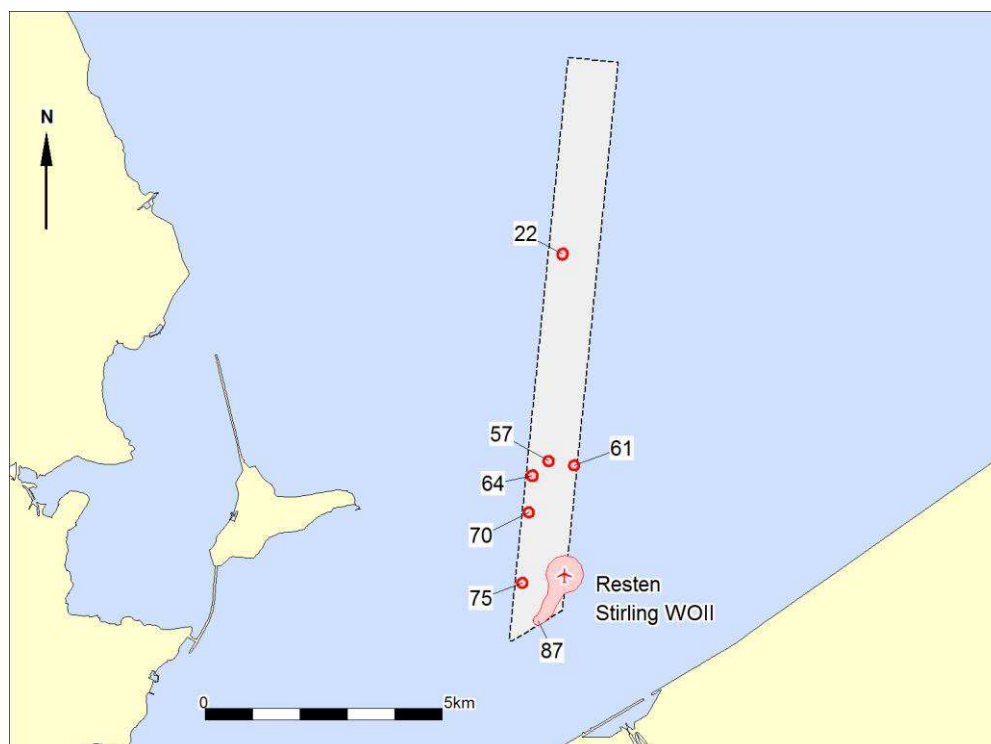
In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied zijn relatief veel (grote) afwijkingen met de *magnetometer* waargenomen. Parallel aan de Vaarweg Amsterdam – Lemmer (VAL) ligt een strook van ongeveer 300 breed met zeer veel sleepsporen. In deze strook bevinden zich de grootste magnetische anomalieën.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

AMZ	Archeologische MonumentenZorg
Antropogeen	Door menselijk handelen
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
Layback	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
Magnetometer	Techniek om afwijkingen van het aardmagnetisch veld (veroorzaakt door de aanwezigheid van ijzerhoudende objecten) te meten
Multibeam	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
Pleistocene	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden.
PvE	Programma van Eisen
RCE	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
RTK DGPS	<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.
Side scan sonar	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
Stroomribbels	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

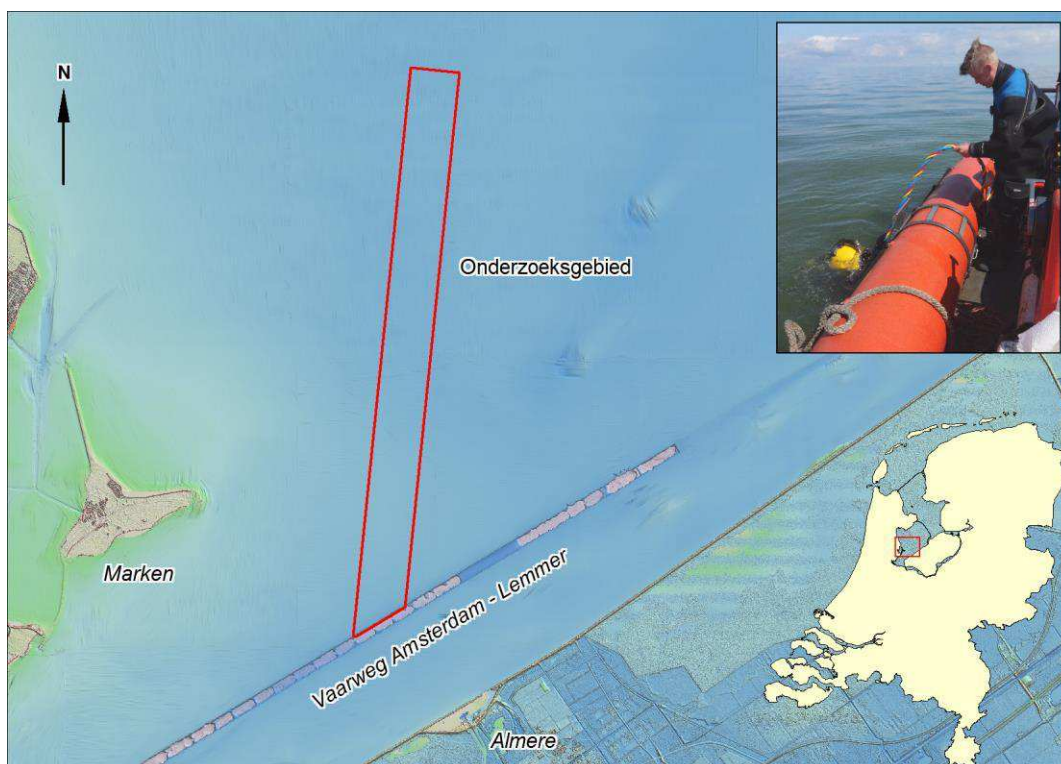
Inhoud CD

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 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 gecoate 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.

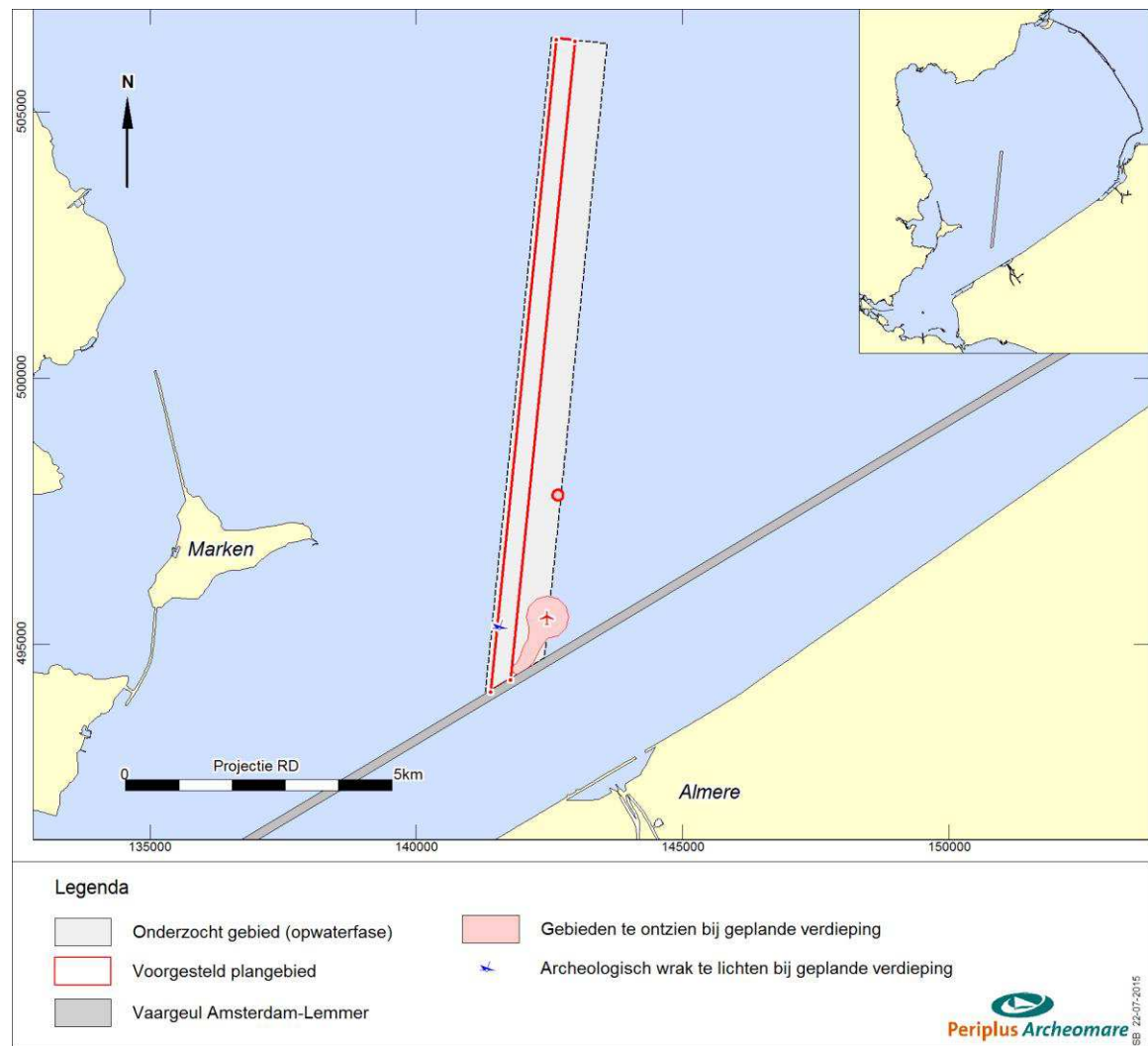
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht.

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.

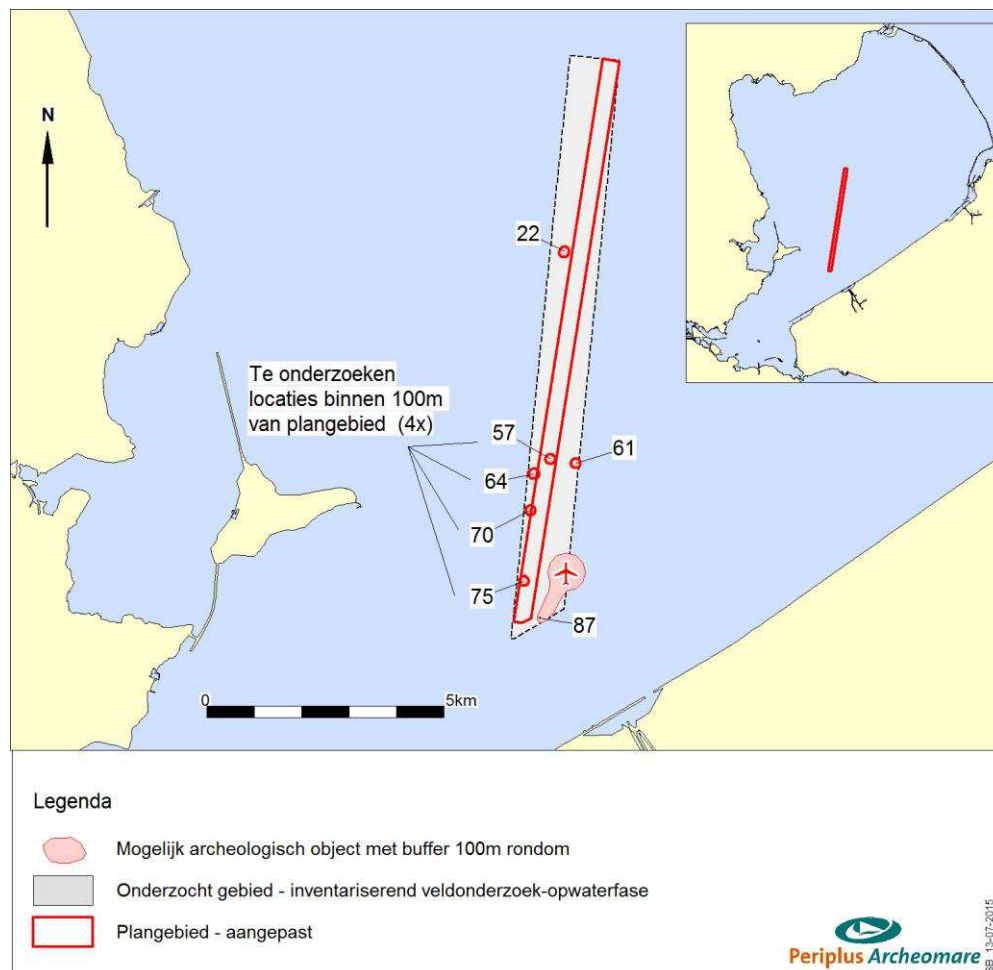


Afbeelding 1. Het aangepaste plangebied met de locaties te ontzien bij voorgenomen verdiepingswerkzaamheden

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 ovalen 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.

Schuinedgedrukte 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	KNA-archeoloog waterbodems en duiker	Periplus Archeomare B.V.
Peter Jagersma	Duikploegleider	Aquatech Diving B.V.
Hein de Vries	Duiker	Aquatech Diving B.V.
Seger van den Brenk	Surveyor	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.

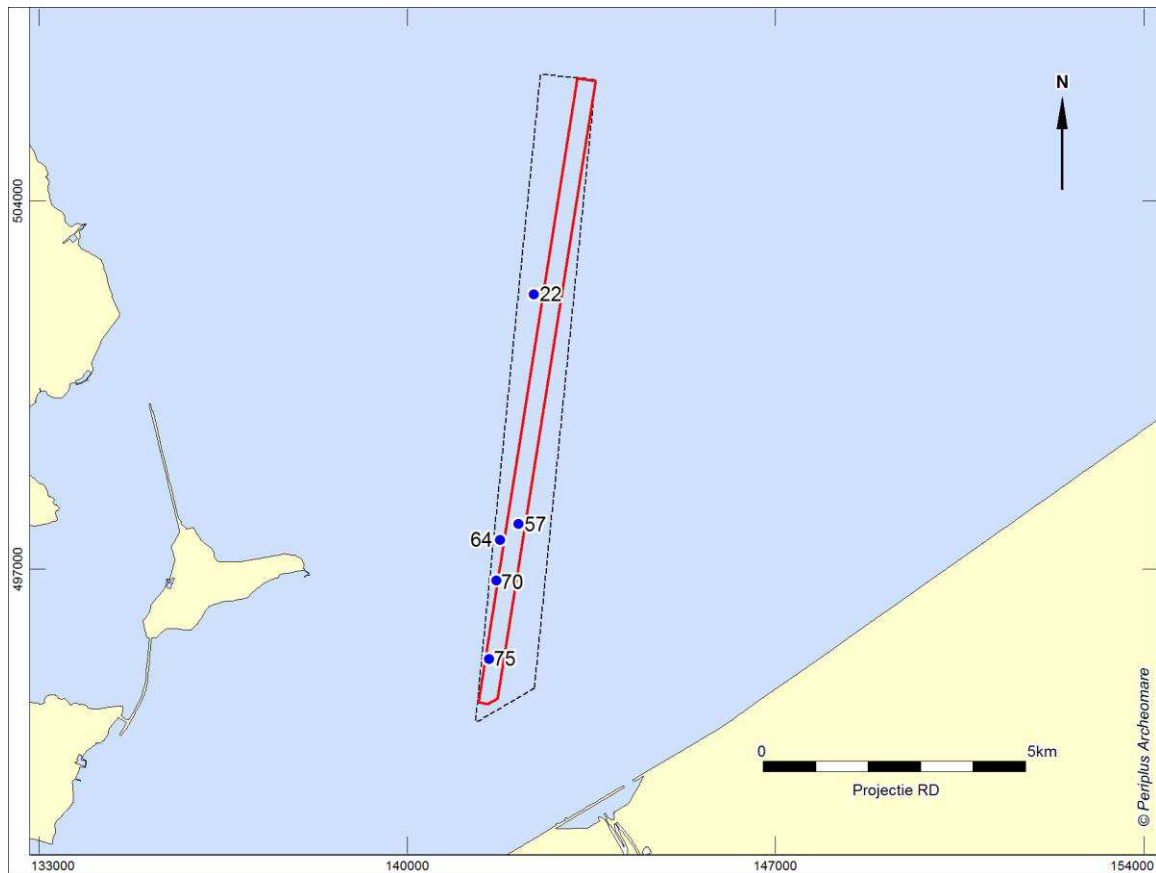


Afbeelding 5. Voorbeeld van het onderwater videobeeld op locatie 64

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).



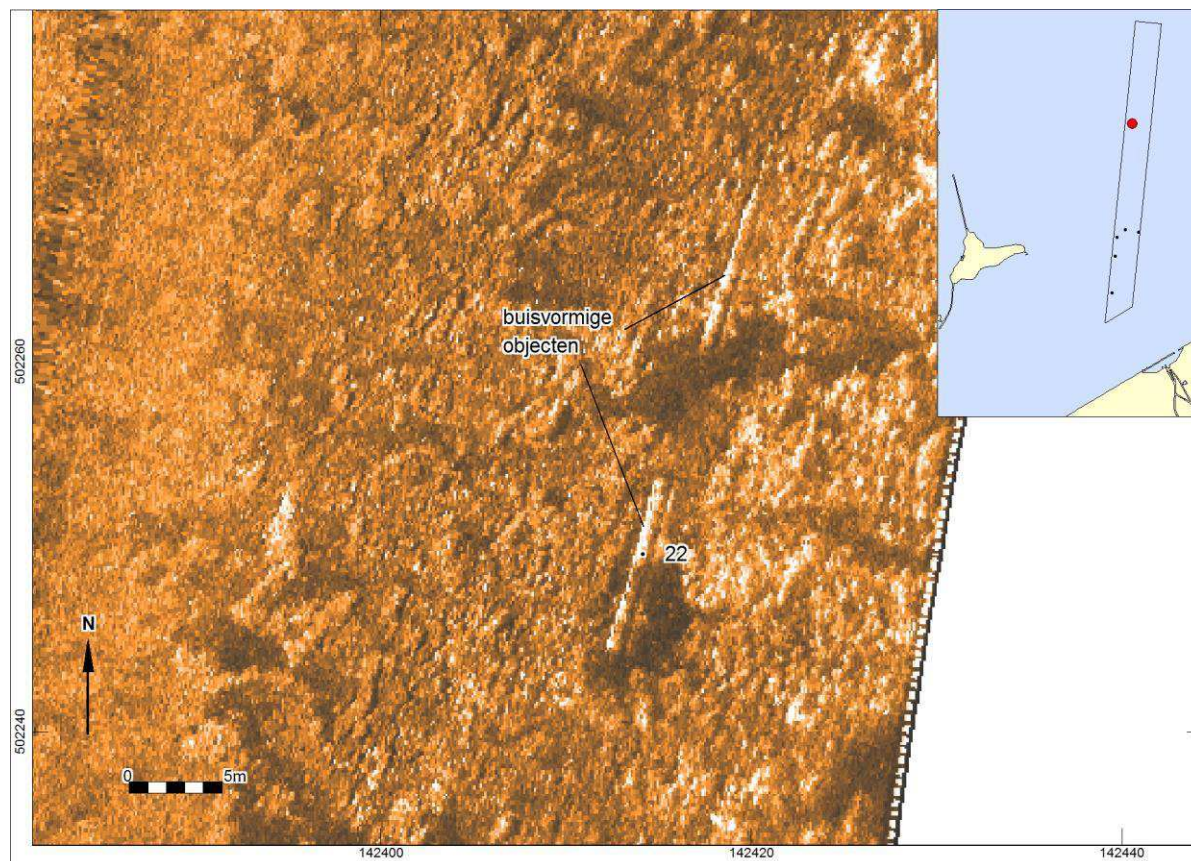
Afbeelding 6. De onderzoekslocaties

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 afwijken waargenomen. Hierbij moet worden aangetekend dat de objecten precies tussen twee vaarlijnen in liggen, zodat de afstand tot de *magnetometer* 20 meter bedraagt. Het is daarom mogelijk dat de contacten 'gemist' zijn door de *magnetometer*.



Afbeelding 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.

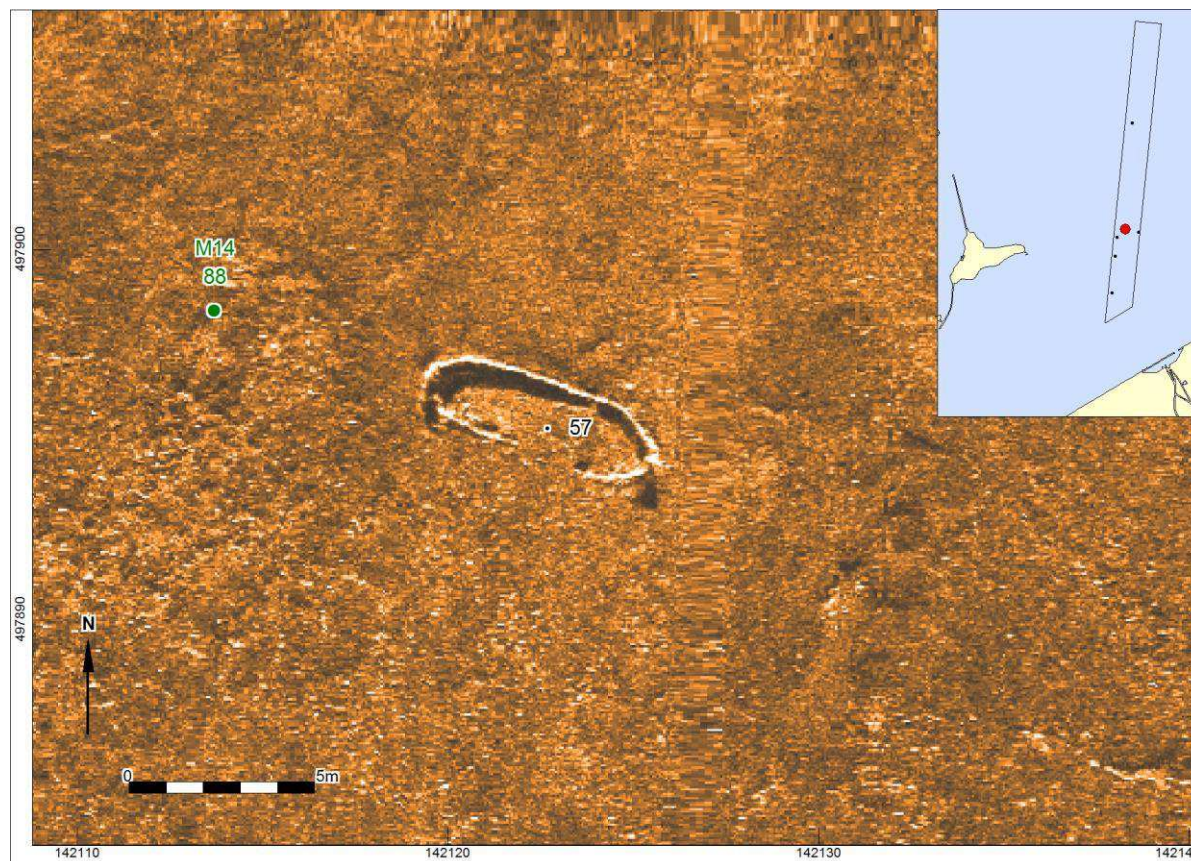
Tijdens de duikinspectie is op de locatie een sterk begroeide dikke staalkabel met een doorsnede van ca. 4 à 5 cm aangetroffen. Het zuidelijke deel van de kabel (contact 22 in afbeelding 7) is door de duiker gevolgd in zuidelijke richting. Na ongeveer 15 meter verdween de kabel in de bodem.

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 ovale 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.

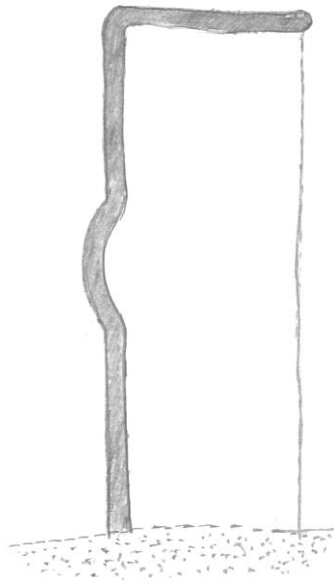


Afbeelding 8. Sonaraafbeelding van contact 57

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.

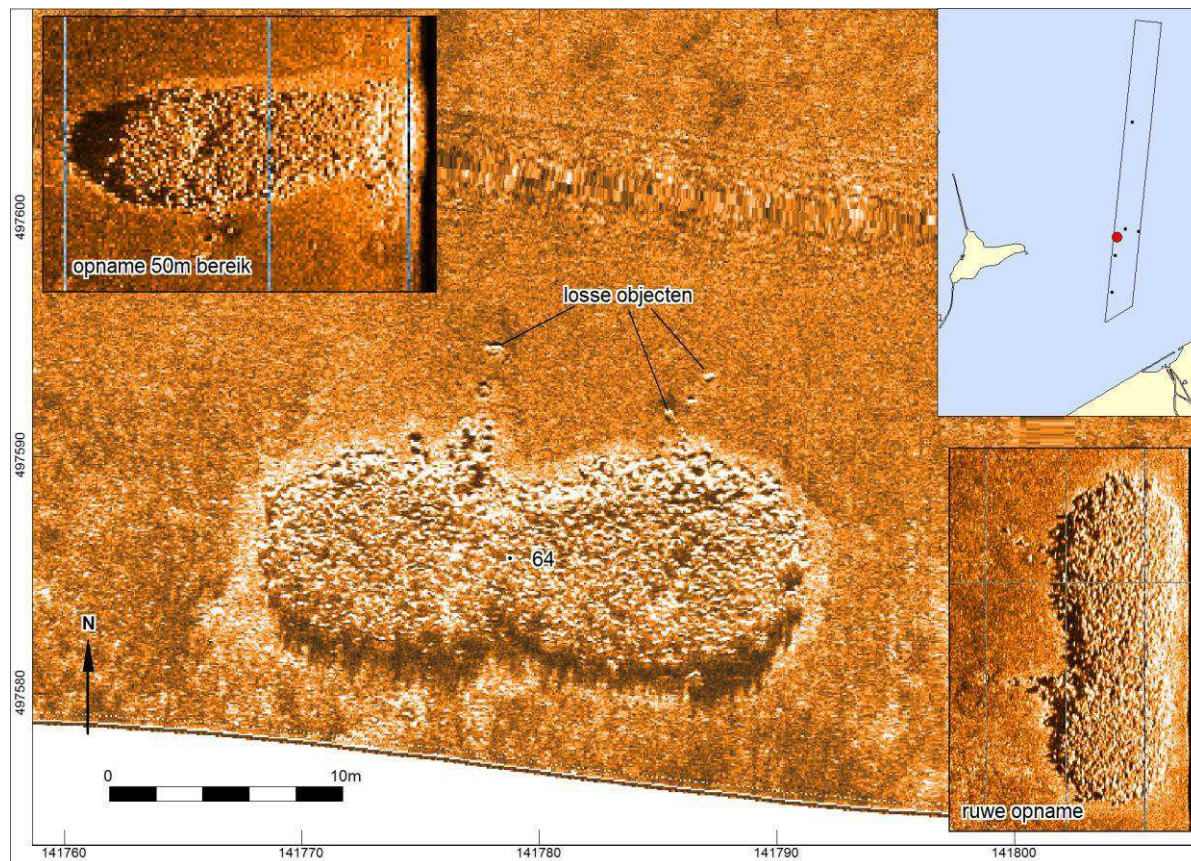
Op basis van de materiaalsoort (polyester) betreft dit een recent wrak zonder archeologische waarde en kan deze locatie vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Het wrak kan echter wel een baggerobstakel vormen.



Afbeelding 9. Schets van de doorsnede van het boord van het wrak

Onderzoekslocatie 64

Het sonarbeeld van contact 64 laat een scherp begrensde ovalen 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 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 werd aan de locatie een middelhoge archeologische verwachting toegekend.



Afbeelding 10. Sonaraafbeelding van contact 64

Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonarbeelden	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

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.

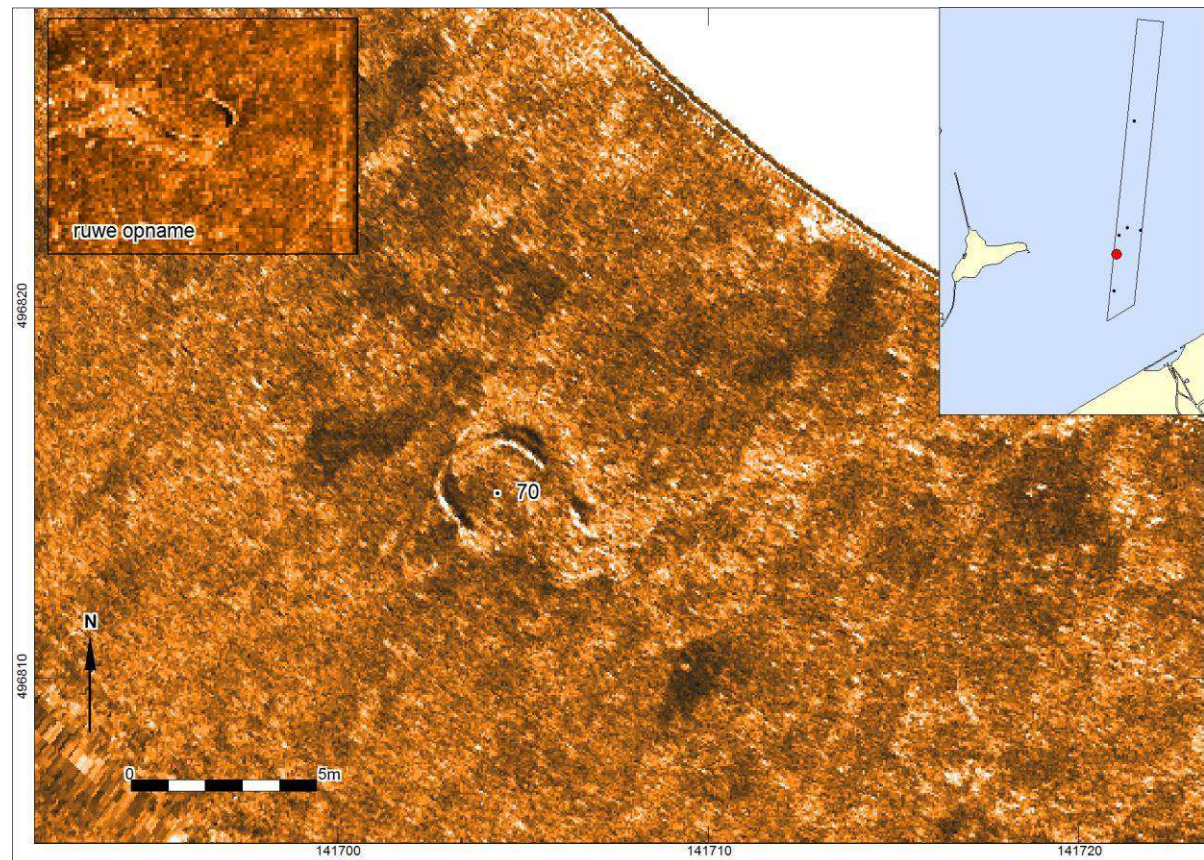
De locatie heeft geen archeologische waarde en kan daarom vrijgegeven worden voor de geplande verdiepingswerkzaamheden. Gezien het formaat van de stenen vormt het cluster wel een belangrijk baggerobstakel.



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

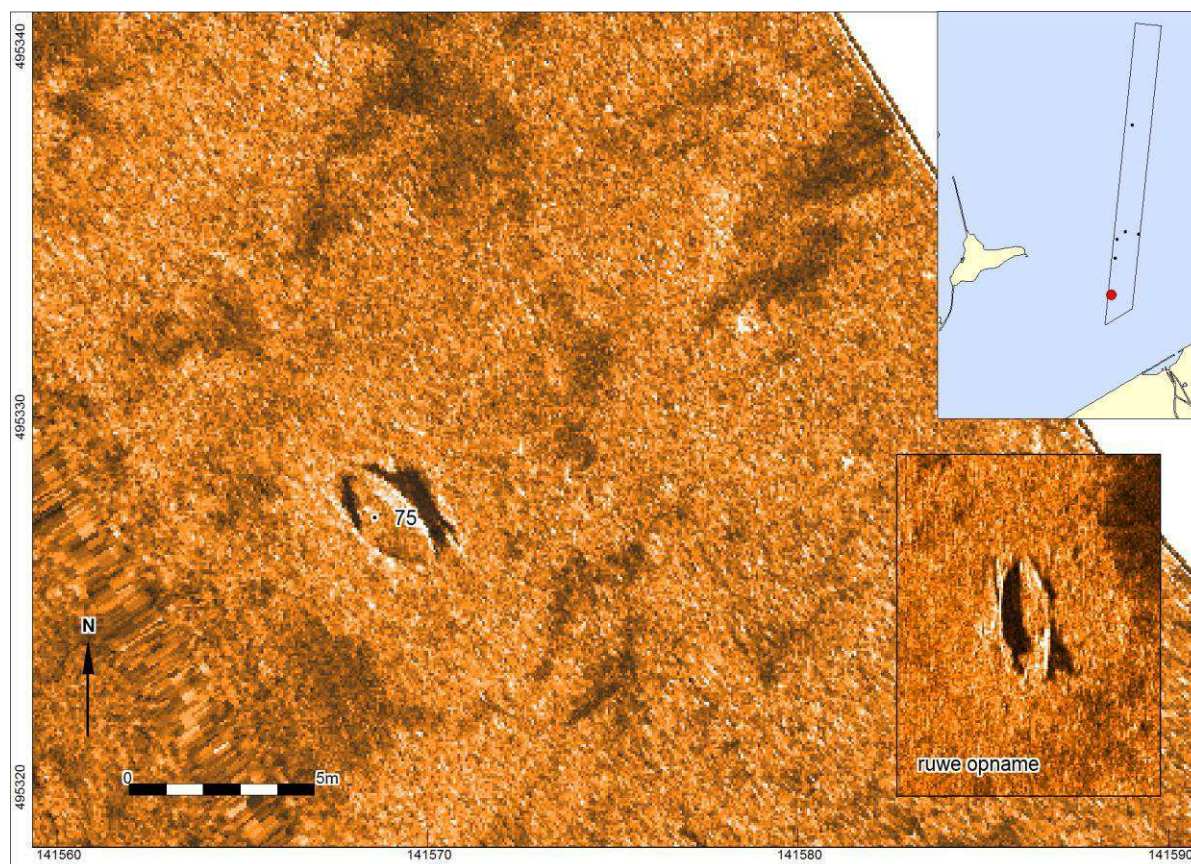
Nr	Omschrijving	Oorspronkelijke Interpretatie Sonar	RDx	Rdy	Z(m)	L(m)	B(m)	H(m)	Mag. ano.	Arch. Verw.
70	Gebogen halfronde contact, lijkt schip dat deels uit de bodem steekt	Scheepswrak	141704	496815	-3.9	3.6	3.2	0.0		hoog

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

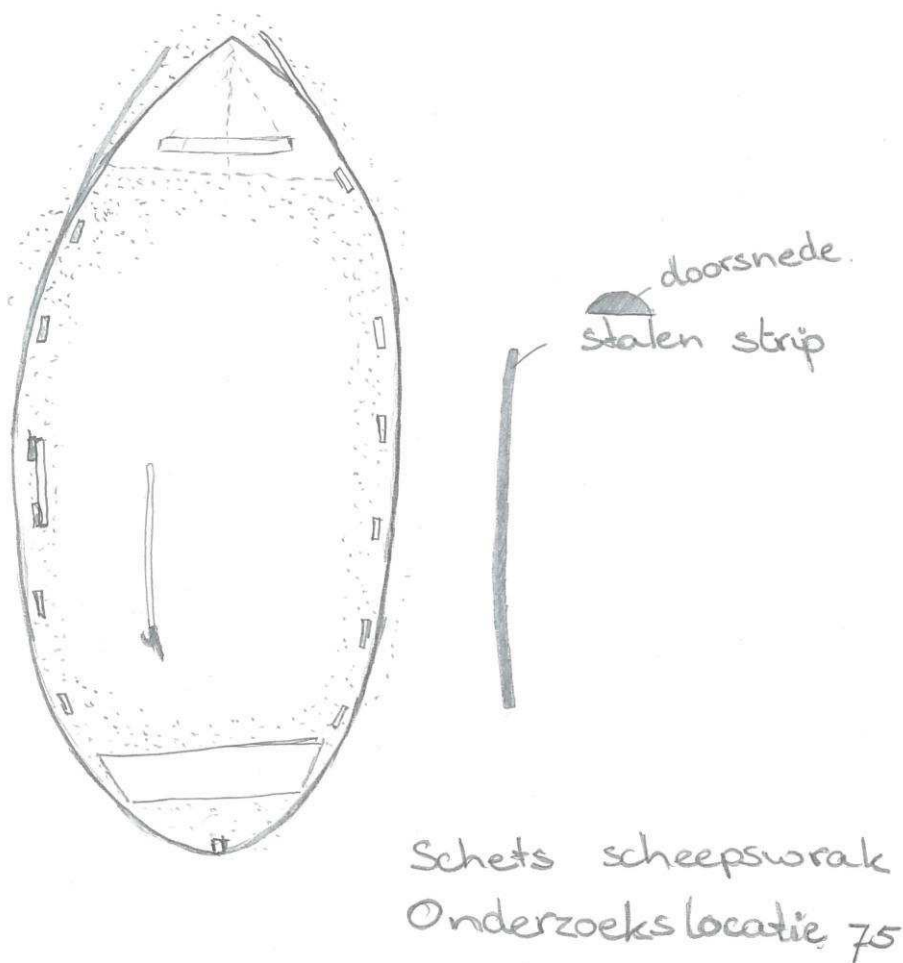
In het zuidwesten van het onderzoeksgebied ligt sonarcontact 75. Het sonarbeeld laat een ovaal object van 3,4 bij 1,7 meter zien met de kenmerken van een klein bootje dat deels in de waterbodem ligt. Op de locatie zijn geen magnetische afwijkingen waargenomen.



Afbeelding 13. Sonarafbeelding 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 sonarbeeld (3,4 bij 1,7 meter). Van het wrak zijn alleen de boorden tot ca. 25 cm zichtbaar boven de waterbodem, maar door middel van sondering is geconstateerd dat het *vlak* (onderzijde) van het wrak nog compleet in de bodem aanwezig is op een diepte van ca. 40 cm. De sedimenten in het wrak bestaan uit een dikke schelp laag met een dikte van ca. 50 cm. De bodem rondom het wrak bestaat uit een dunnere schelpen laag van een paar centimeter op een zachte kleibodem.



Afbeelding 14. Schets scheepswrak zoals aangetroffen tijdens de duikinspectie

Het scheepje heeft een gladwandige *huid* van planken van ca. 2 cm dik en 15 cm breed, die aan de steven losgekomen zijn van de constructie. De lengte van de planken is niet bekend. Binnenin het wrak bevinden zich kleine spantjes met afmetingen van 2 x 5 cm. De spantjes die boven de bodem uit staken stonden los van de huid van het wrak. Mogelijk zijn deze onder het sediment met kleine spijkertjes met de *huid* verbonden. In de *stevan* aan de noordzijde bevindt zich een plank overdwars in het wrak van ca. 15 cm breed en ca 4 cm dik. De steven aan de zuidzijde bevat een *ligger* (doorlopend spant). In het wrakje zijn een aantal losse stukken scheepsconstructie en een kleine pikhaak aangetroffen (zie afbeelding 15). De pikhaak en een los stuk boord zijn geborgen om te zien of deze aanwijzingen kon verschaffen over de datering van het wrak. Ook is een ijzeren strip aangetroffen waarvan de functie onbekend is.



Afbeelding 15. Pikhaak aangetroffen op onderzoekslocatie 75



Afbeelding 16. Detail van de pikhaak

De pikhaak is duidelijk handgemaakt en bevat koperen platte schroeven. De spijkers in het stuk losse boord lijken niet fabrieksmatig te zijn geproduceerd. Op basis van de gebruikte spijkers en de pikhaak wordt het wrak gedateerd tussen eind 19^e tot midden 20^e eeuw.

Aan de locatie is een archeologische waarde toegekend. Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht. Geadviseerd wordt tijdens de werkzaamheden het wrakje op een zorgvuldige wijze te lichten zodat een gespecialiseerd archeoloog het wrak aan de oppervlakte kan onderzoeken en documenteren.

4. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord.

- Zijn er archeologische resten waarneembaar op de waterbodem en wat is de omvang en verspreiding?*
Op één locatie (nr. 75) is een object aangetroffen met een cultuurhistorische waarde. Dit betreft een klein houten scheepswrak met afmetingen van 3,4 bij 2,7 meter. Binnen het wrakje zijn enkele losse objecten aangetroffen.
- Zo ja, wat is de aard van de archeologische resten: soort, type, ouderdom e.d.?*
Onderzoekslocatie 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 steven aan de zuidzijde bevat een *ligger* (doorlopend spant). Een scheepstype is nog niet vast te stellen.

In het wrakje zijn een aantal losse stukken scheepsconstructie en een kleine pikhaak aangetroffen. De pikhaak is duidelijk handgemaakt en bevat koperen platte schroeven. De spijkers in het stuk losse boord lijken niet fabrieksmatig te zijn geproduceerd. Op basis van de gebruikte spijkers en de pikhaak wordt het wrak gedateerd tussen eind 19e tot midden 20e eeuw.
- Indien er resten van mogelijk historisch belang worden waargenomen: wat is de gaafheid en conservering, hierbij rekening houdend met de verschillende materiaalgroepen?*
Van het wrak zijn alleen de boorden tot ca. 25 cm zichtbaar boven de waterbodem, maar door middel van sondering is geconstateerd dat het *vlak* (onderzijde) van het wrak nog compleet in de bodem aanwezig is op een diepte van ca. 40 cm. De constructie van het wrak dat boven de bodem uitsteekt, zit op enkele plaatsen niet meer in verband en is deels geërodeerd. Echter de constructie onder het sediment voelde stevig aan.
- Wat is de aard (morfologie en bodemsoort) van de omringende waterbodem?*
De sedimenten in het wrak bestaan uit een dikke 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 gecoate 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.

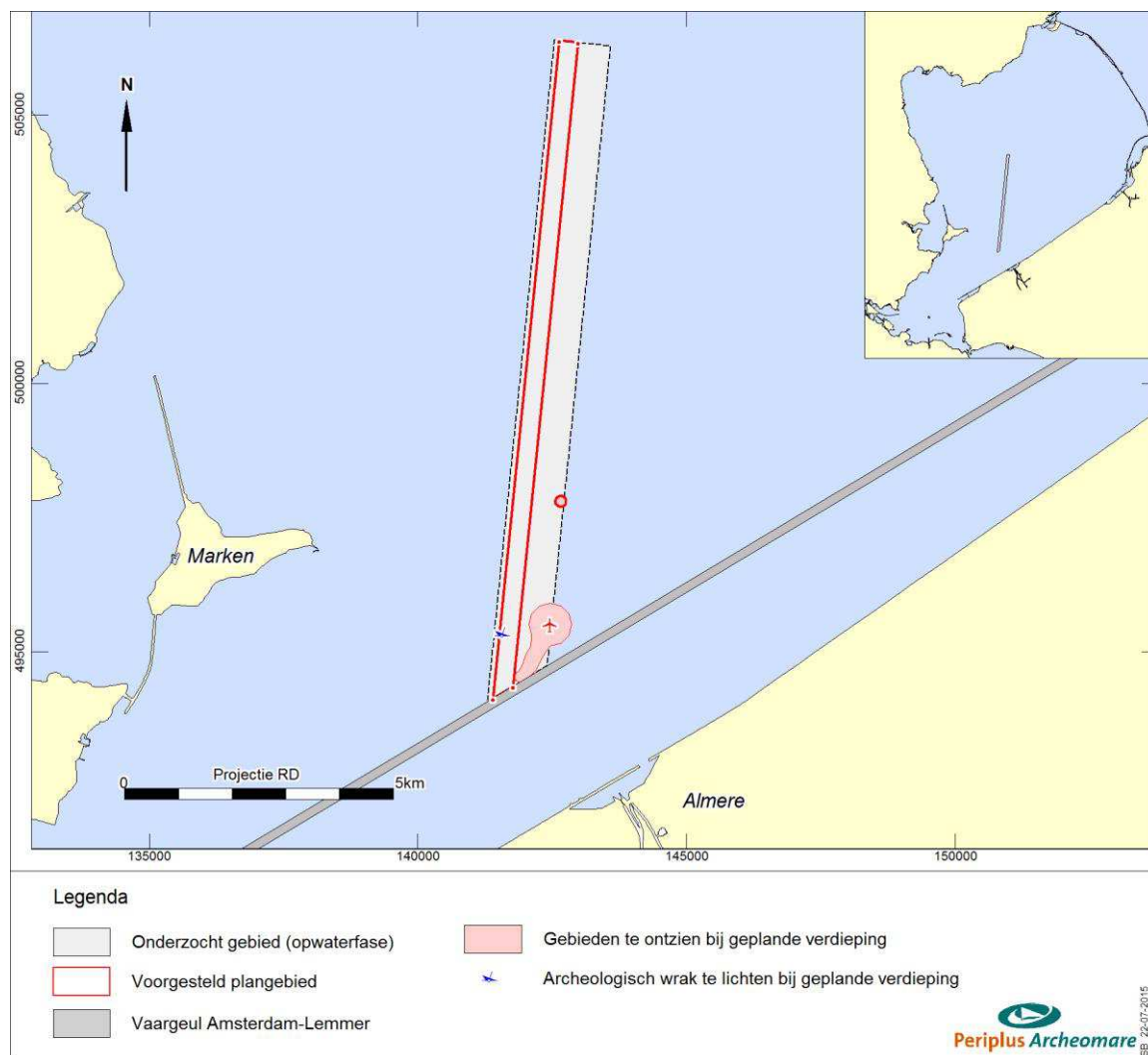
Omdat het een relatief klein wrakje zonder inhoud betreft dat waarschijnlijk minder dan 100 jaar oud is wordt geen volledige waarderend onderzoek nodig geacht.

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, zandwingebied 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 ontgravingen 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