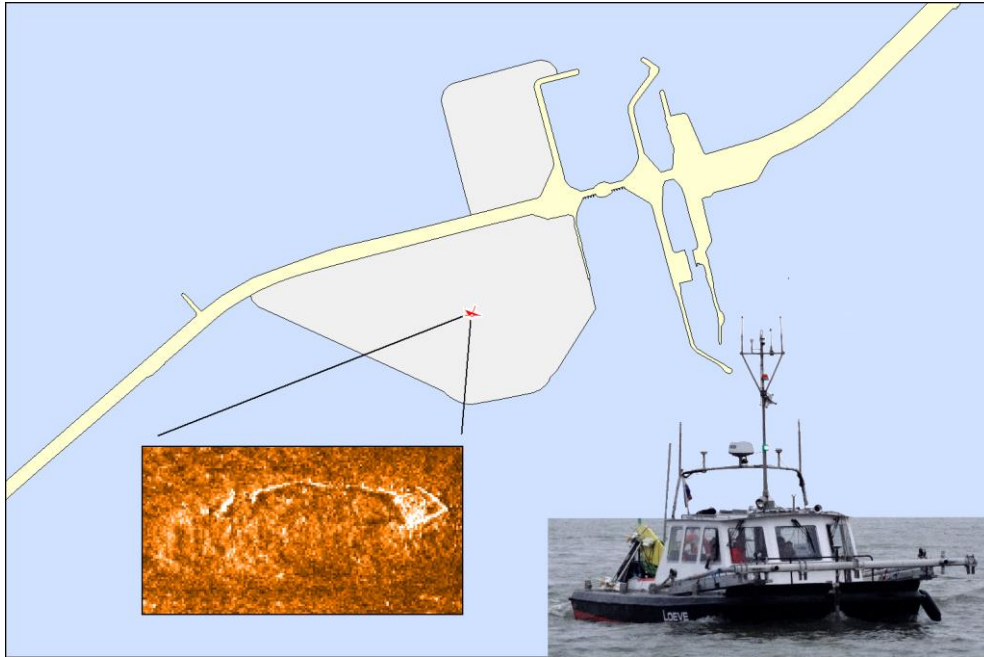


**Vismigratierivier Kornwerderzand
Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase)**



Periplus Archeomare rapport nr. 17A004-01

Auteurs:

S. van den Brenk en R. van Lil

In opdracht van:

MUG ingenieursbureau

Postbus 136

9350 AC LEEK



Document Controle	
Revisie	2.0 (definitief)
Datum	16 juni 2017
Periplus Archeomare Referentie	17A004-01
Klant (Project) Referentie	Vismigratierivier Kornwerderzand

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 17A004-01
Vismigratierivier Kornwerderzand, inventariserend veldonderzoek (opwaterfase)
Auteurs: S. van den Brenk en R. van Lil

In opdracht van: Ingenieursbureau MUG
Contactpersoon: B. van der Vlugt

© Periplus Archeomare juni 2017
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	Auteur	Controle	Autorisatie	Datum
2.1	Definitief, Opmerkingen gemeente verwerkt	SvdB/RvL	BvM	BvM	16-06-2017
1.0	Concept	SvdB/RvL	BvM	BvM	26-05-2017

Autorisatie:



B.E.J.M. van Mierlo
Senior KNA prospector waterbodems



Periplus Archeomare
Kraanspoor 14
1033 SE - Amsterdam
Tel: 020-6367891
Fax: 020-6361865
E-mail: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl



DEEP BV
Johan van Hasseltweg 39
1021 KN Amsterdam
Tel: 020-6343676
Fax: 020-6344686
E-mail: info@deepbv.nl
Website: www.deepbv.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doelstelling van het onderzoek	6
1.3 Definitie onderzoeksgebied	6
1.4 Eisen aan het onderzoek.....	6
1.5 Vooronderzoek en verwachting.....	7
1.6 Onderzoekskader, relatie met NOaA, synergie.....	12
1.7 Onderzoeksvragen	13
1.8 Leeswijzer.....	13
2 Methoden en technieken	15
2.1 Algemeen	15
2.2 Eisen aan de metingen.....	15
2.3 Meetvaartuig en apparatuur	16
2.4 Interpretatie en rapportage.....	17
3 Resultaten	19
3.1 Algemeen	19
3.2 Side scan sonar mozaïek	20
3.3 Puntlocaties	22
4 Beantwoording onderzoeksvragen	27
5 Conclusies en aanbevelingen	29
Lijst met afbeeldingen	31
Lijst met tabellen	31
Afkortingen en woordenlijst	32
Referenties	33
Bijlage 1. Tabel met side scan sonar contacten	34
Bijlage 2. CD met digitale bestanden	35

Tabel 1. Archeologische perioden

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Provincie	Friesland
Gemeente	Súdwest-Fryslân
Plaats	Kornwerderzand
Beheerder gebied	Rijkswaterstaat Midden Nederland
Diepte waterbodem (t.o.v. NAP)	Minimum: 0.0 m Maximum: 6.0 m Gemiddeld: 3.0 m
Waterstaatkundige gegevens	Waddenzee: zout water, getijde IJsselmeer: Zoet water, geen stroming
Huidig watergebruik	Visserij (fuiken), recreatie
Toponiem	Vismigratierivier Kornwerderzand
Kaartblad	10B
Centrumcoördinaten (in RD)	X 150 564 – Y 564 893
Oppervlakte onderzoeksgebied	160 hectare
Waterbeheerder	Rijkswaterstaat Midden Nederland
Opdrachtgever	Ingenieursbureau MUG
Bevoegd gezag	Gemeente Súdwest-Fryslân en Rijkswaterstaat Midden Nederland
Contactpersoon namens het bevoegd gezag	Gemeente: Mw. Y. Boonstra Rijkswaterstaat: Mw. L. Snitsevorg
Adviseur voor het bevoegd gezag	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Deskundige namens het bevoegd gezag	Dhr. J. Opdebeeck
ARCHIS3-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code)	4043944100
Periplus Archeomare –projectcode	17A004-01
Periode van uitvoering	mei 2017
Beheer en plaats documentatie	Periplus Archeomare, Amsterdam

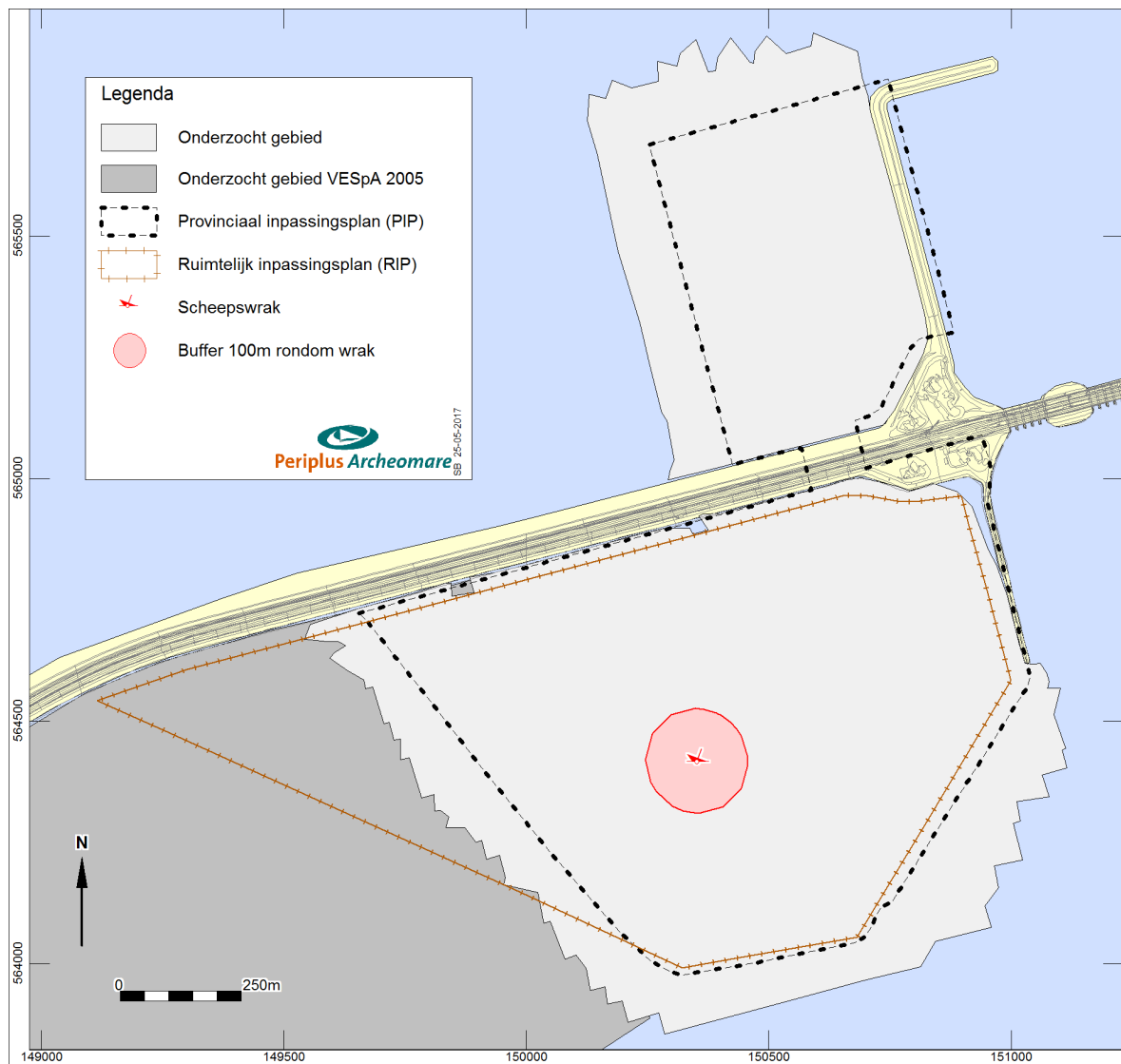
Samenvatting

In opdracht van ingenieursbureau MUG heeft Periplus Archeomare B.V. in samenwerking met DEEP B.V. een archeologisch inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van een vismigratierivier bij Kornwerderzand.

In totaal is 160 hectare waterbodem opgenomen met *side scan sonar*, verdeeld over twee plangebieden in de Waddenzee en IJsselmeer. Een klein deel van het plangebied (0,3 ha) aan de IJsselmeerzijde kon niet worden onderzocht omdat er fuiken stonden.

In totaal zijn 36 contacten waargenomen, 5 aan de Waddenzeezijde en 31 aan de IJsselmeerzijde. Het merendeel van de contacten bestaat uit losse stenen, losse stukken kabels en kleine recente objecten die verloren of gedumpt zijn. Aan de IJsselmeerzijde zijn in het westen van het onderzoeksgebied *pockmarks* of gasontsnappingstructuren aangetroffen. Deze waren al eerder waargenomen tijdens onderzoeken in 2005 en 2006.

Op één locatie aan de IJsselmeerzijde is een scheepswrak aangetroffen. Het gaat om een wrak met zichtbare afmetingen van 17,1 bij 7,4 meter. Het wrak ligt grotendeels afgedekt in de waterbodem en steekt niet meer dan 10cm uit. Het gaat waarschijnlijk om een oud houten wrak. Aan dit wrak is een archeologische verwachting toegekend. Geadviseerd wordt om deze locatie inclusief een bufferzone van 100 meter rondom te ontzien bij de voorgenomen werkzaamheden. Indien dit niet mogelijk is, kan de werkelijke archeologische waarde vastgesteld worden door middel van aanvullend onderzoek. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een duikinspectie.

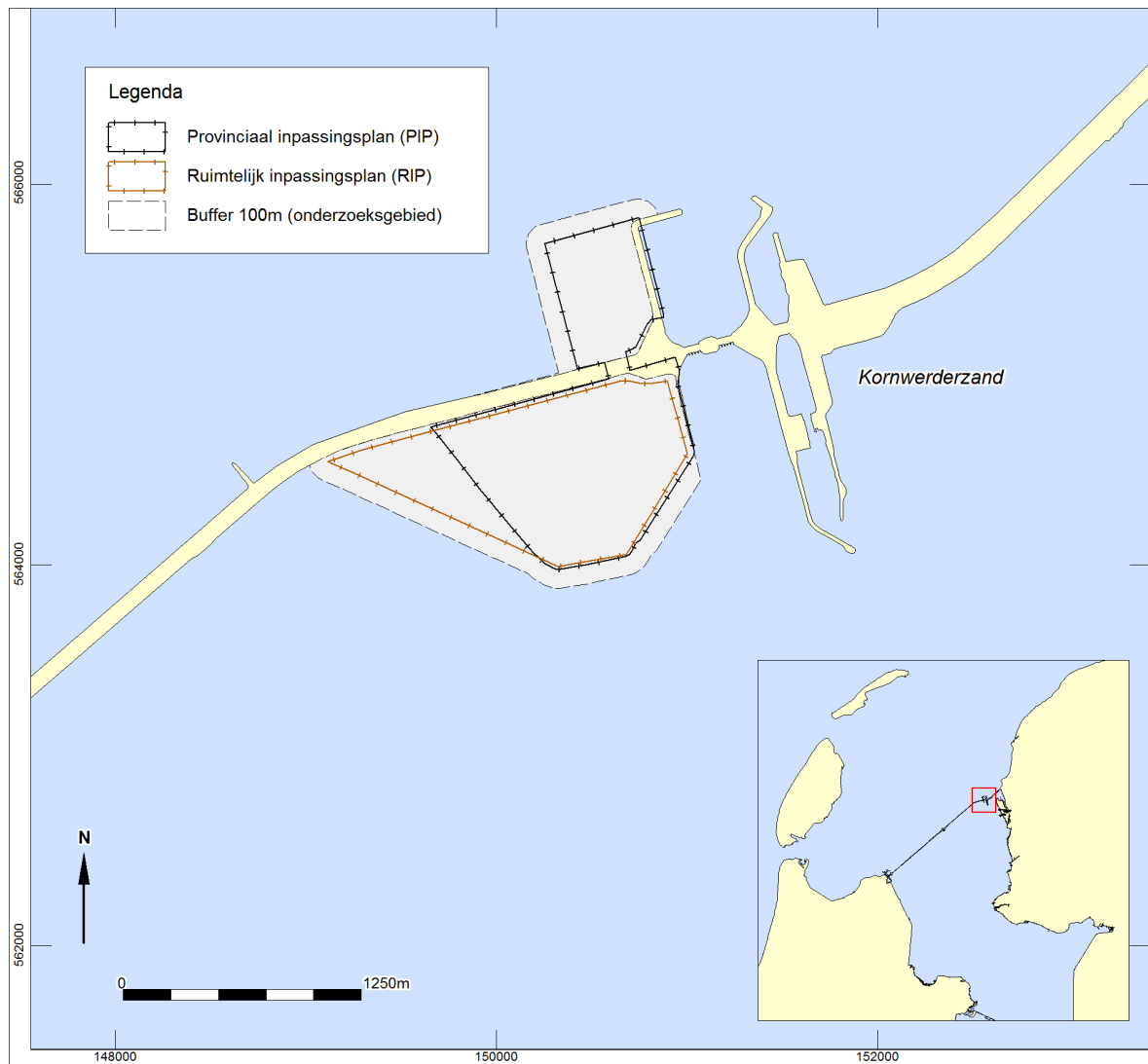


Afbeelding 1. Locatie met een archeologische verwachting

Tijdens de werkzaamheden 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 Erfgoedwet (2016) verplicht om dergelijke vondsten te melden bij de bevoegde overheid. Deze meldingsplicht dient in het bestek of Plan van Aanpak van het werk te worden opgenomen.

1 Inleiding

In opdracht van ingenieursbureau MUG heeft Periplus Archeomare B.V. in samenwerking met DEEP B.V. een archeologisch inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uitgevoerd voor een plangebied in de Waddenzee en het IJsselmeer bij Kornwerderzand.



Afbeelding 2. Ligging van het onderzoeksgebied bij Kornwerderzand

1.1 Aanleiding

De beoogde bodemingreep omvat de aanleg van een vismigratierivier nabij Kornwerderzand. De aanleg van deze constructie is onderdeel van het voldoen aan de doelstelling uit de Kader Richtlijn Water (KRW) om de ecologie van de binnenwateren te versterken. De vismigratierivier wordt aangelegd omdat het voor diverse vissoorten, de zogenaamde 'selectieve getijdenmigranten', niet mogelijk is om te migreren van de Waddenzee naar het IJsselmeer. Daarnaast wil men in de toekomst visvriendelijk spuien om, ook via de bestaande spuisluizen bij Den Oever en Kornwerderzand, vismigratie van de Waddenzee naar het IJsselmeer mogelijk te maken. Omdat hierbij het ongewenste

effect optreedt dat zout water het IJsselmeer instroomt, worden ook zoutwaterafvoersystemen aangelegd.

Ten gevolge van de geplande werkzaamheden kunnen eventuele archeologische resten worden aangetast. Conform de Erfgoedwet dient de aanwezigheid en waarde van archeologische resten daarom te worden onderzocht.

1.2 Doelstelling van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is het vaststellen van de aanwezigheid van (archeologische) objecten op en gedeeltelijk in de waterbodem om de archeologische verwachting voor scheepvaartgerelateerde objecten vanaf de Late Middeleeuwen en resten uit WOII te toetsen.

1.3 Definitie onderzoeksgebied

In de beleidsregels met betrekking tot ontgrondingen in het IJsselmeergebied is opgenomen dat voor een afstand van 100 m tot wettelijk beschermde monumenten van archeologische vondsten en locaties met melding van archeologische vondsten geen ontgrondingsvergunning wordt verleend. Dit betekent, dat naast het plangebied ook een bufferzone van minimaal 100 meter onderzocht dient te worden.

Hiermee wordt het onderzoeksgebied gedefinieerd door het plangebied plus een bufferzone van 100 meter rondom.

1.4 Eisen aan het onderzoek

De voorwaarden van het archeologische onderzoek zijn vastgelegd in het Programma van Eisen¹ dat gebaseerd is op de afspraken zoals opgenomen in het document "*Rijkswaterstaat Brede Afspraak Archeologie*".² Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA Waterbodems, versie 4.0).

¹ Van den Brenk 2017.

² Rijkswaterstaat DI-IMG 2011.

1.5 Vooronderzoek en verwachting

In 2012 is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied.³ Dit heeft uitgewezen dat scheepswrakken vanaf de tweede helft van de 13de eeuw zich deels ingegraven in de plangebieden kunnen bevinden. In het bijzonder gaat het om locaties die niet zijn verstoord in het kader van de aanleg van de spuicomplexen en op locaties die niet zijn uitgesleten als gevolg van het spuien. In historische perioden vormde de Zuiderzee een druk bevaren binnenzee. Belangrijke scheepvaartroutes liepen door en langs het plangebied. Daarnaast bestaat de kans op het aantreffen van (resten van) vliegtuigen uit WOII.

Op basis van de archeologische verwachting is een Programma van Eisen opgesteld voor het onderhavig inventariserend veldonderzoek.⁴

Eerder uitgevoerd onderzoek

In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn in het verleden al vergelijkbare inventariserende veldonderzoeken uitgevoerd. De volgende onderzoeken overlappen met het onderzoeksgebied:

- 2005: Vespa onderzoek ten behoeve van de uitbreiding spuicapaciteit Afsluitdijk⁵
- 2014: Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waddenzee langs Afsluitdijk⁶
- 2014: Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) ten behoeve van zout water afvoersysteem⁷

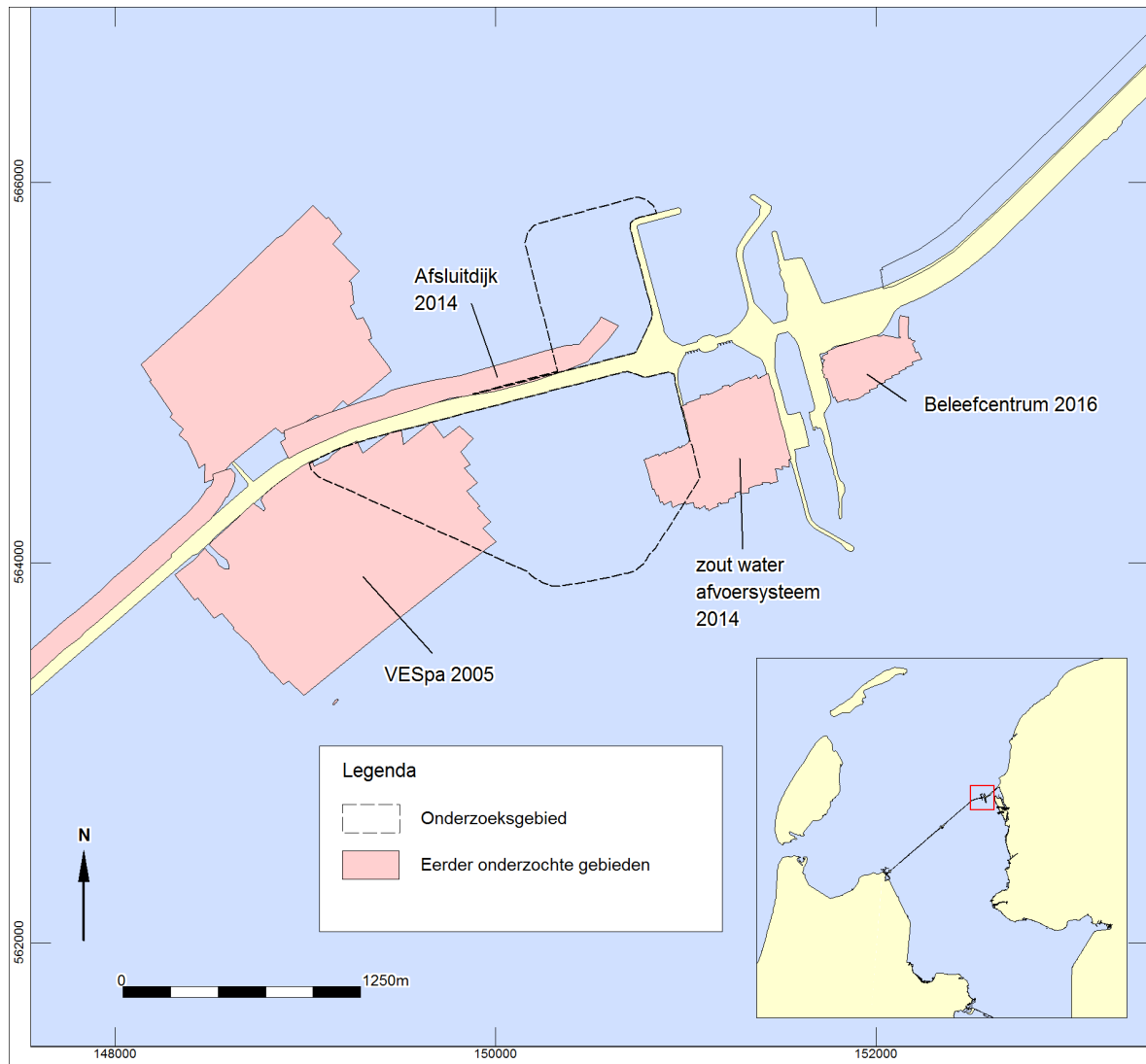
³ Waldus, van den Brenk en van Lil, 2012.

⁴ Van den Brenk 2017.

⁵ Van den Brenk 2005.

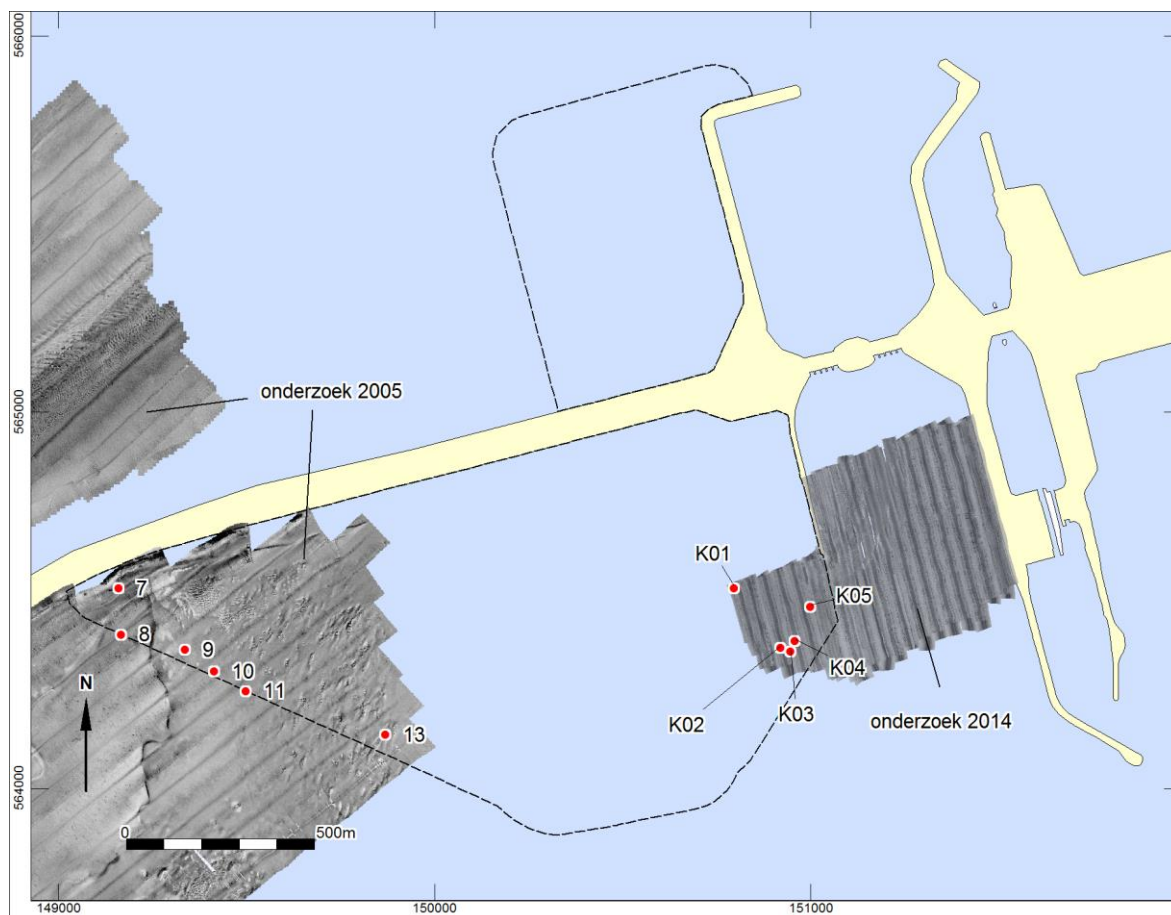
⁶ Van den Brenk en Muis 2014.

⁷ Van den Brenk en Muis 2014.



Afbeelding 3. Overzicht van eerder uitgevoerde onderzoeken in de omgeving.

Bij de verschillende onderzoeken zijn alleen aan de IJsselmeerzijde objecten waargenomen in het overlappende gebied. Deze worden weergegeven in de volgende afbeelding.



Afbeelding 4. Resultaten van eerder uitgevoerde onderzoeken in de omgeving.

Het onderzoek in 2014 is uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van een vispassage en een zoutwaterafvoersysteem. Binnen het huidige onderzoeksgebied zijn toen vijf contacten gerapporteerd met side scan sonar:

Nr	RDx	Rdy	Beschrijving
K01	150797	564537	Cluster losse stenen, 15x4x0.1m
K02	150920	564380	Cluster losse stenen, 2.7x1.1x0.1m
K03	150947	564369	Onbekend object, 1.5x0.4x0.1m
K04	150958	564397	Bodemverstoring, 5.7x1.4x0m
K05	151000	564488	Stenen, 16x3x0.1m

Tabel 3. Contacten aangetroffen tijdens onderzoek in 2014

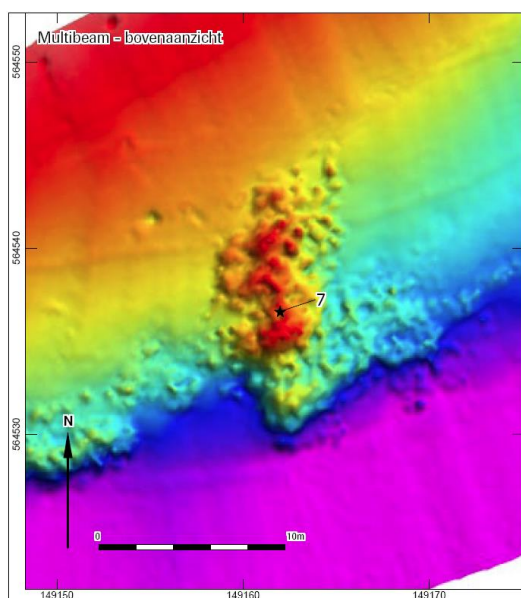
Aan geen van de contacten was een archeologische verwachting toegekend. Wel kunnen de stenen baggerobstakels vormen.

Het onderzoek in 2005 is uitgevoerd ten behoeve van de destijds geplande uitbreiding spuicapaciteit Afsluitdijk, die uiteindelijk (nog) niet gerealiseerd is. Binnen het huidige onderzoeksgebied zijn toen zes contacten gerapporteerd met side scan sonar:

Nr	RDx	Rdy	Beschrijving
7	149162	564537	Bodemverhoging, duikonderzoek 2006: stortstenen en wiepmatten, 13.4x5.5x1m
8	149168	564414	Onbekend object, 4x1x0m
9	149338	564374	Bodemverstoring, 10.4x1.8x0m
10	149416	564316	Sleepspoor, 16x1.3x0m
11	149499	564264	Onbekend object, 10x0.5x0.3m
13	149870	564148	Bodemverstoring, gasontsnappingsstructuur, 13.5x0.5x0.5m

Tabel 4. Contacten aangetroffen tijdens onderzoek in 2005

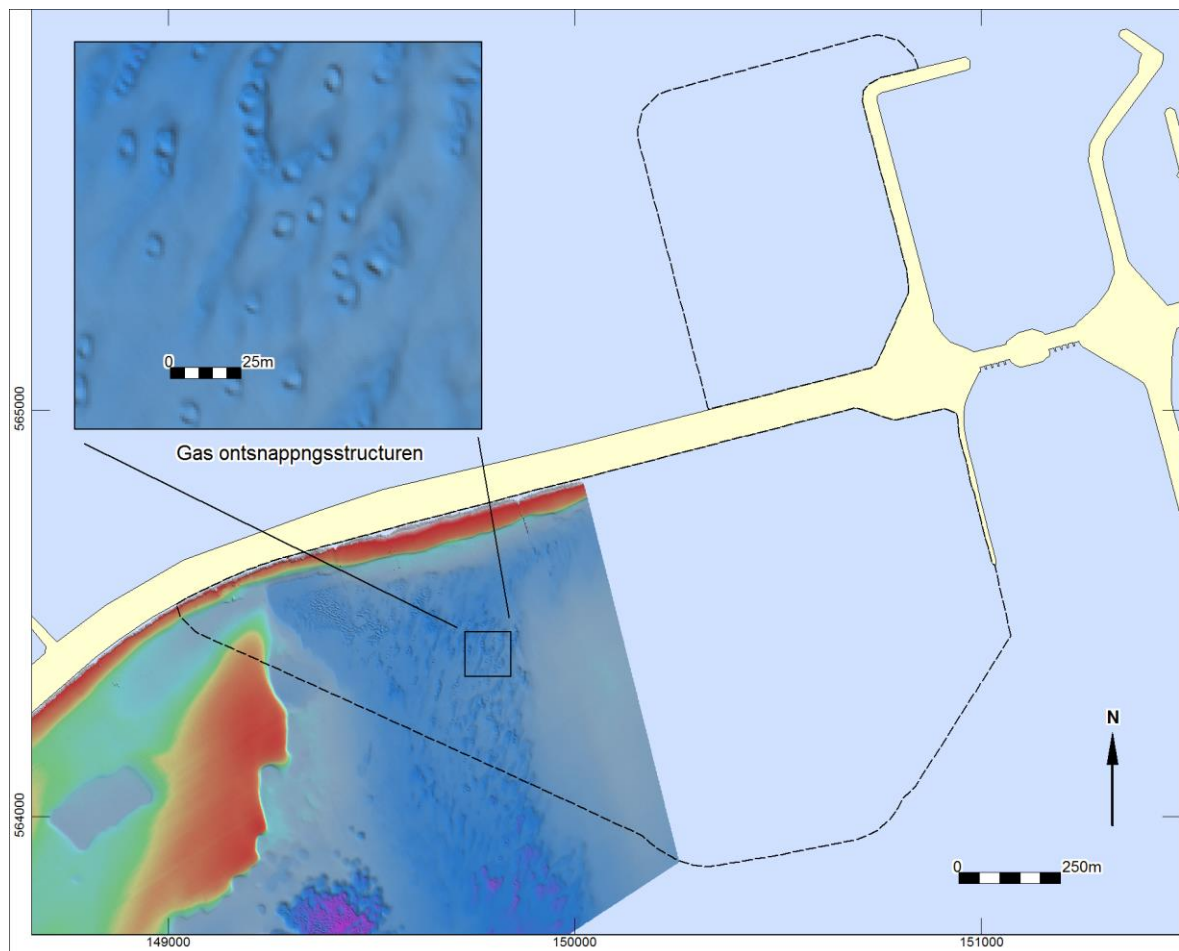
Eén van de contacten (nr 7) is destijds nader onderzocht door middel van een duikinspectie.



Aan geen van de contacten was een archeologische verwachting toegekend. Wel kunnen ook hier de stenen baggerobstakels vormen.

Tijdens het onderzoek in 2005 zijn ook kraterachtige structuren op de waterbodem aangetroffen. Deze bestaan uit langgerekte depressies in de bodem met ronde verhogingen met een doorsnede tot vijf meter. Vermoed werd, dat deze structuren gevormd zijn door ontsnappend gas uit de bodem (zogenaamde *pockmarks*). Dit vermoeden werd bevestigd tijdens het duikonderzoek in 2006⁸.

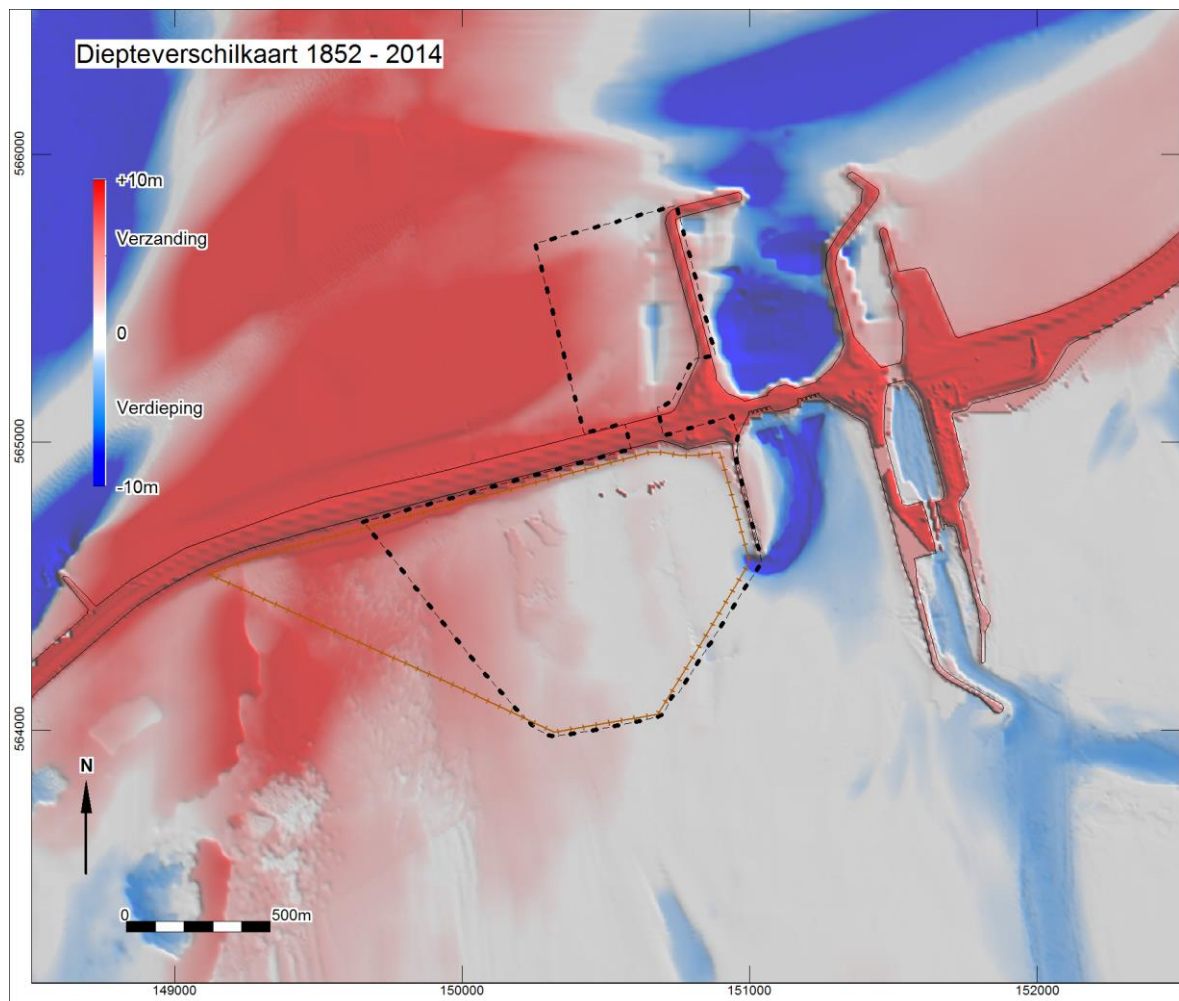
⁸ Waldus, van den Brenk en van Mierlo 2006.



Afbeelding 5. Multibeamopname 2009 met gasontsnappingsstructuren.

De structuren zijn goed zichtbaar op de hoge resolutie multibeamopnamen van Rijkswaterstaat uit 2009 (zie afbeelding 5). Het gas dat deze structuren veroorzaakt is vermoedelijk afkomstig van de sedimenten die zich hebben opgehoopt in de voormalige stroomgeul Middelgronden, die na de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 is dichtgeslibd.

Een vergelijking van de diepteligging van de waterbodem in 1852 en 2014 laat zien dat het gebied aan de IJsselmeerszijde min of meer onveranderd is met een licht verzanding aan de westzijde. Het onderzoeksgebied aan de Waddenzeezijde is voornamelijk verzand (zie afbeelding 6), dit is de locatie van de voormalige stroomgeul Middelgronden.



Afbeelding 6. Diepteverschilkaart 1852-2014

1.6 Onderzoekskader, relatie met NOaA, synergie

Eventuele vondsten worden geplaatst in de context van de NOaA 2.0 (Archeoregio Waddenzee / IJsselmeer / Markermeer). Specifiek kan antwoord worden gezocht op NOaA 2.0-vraag 12: *Waar worden uiteenlopende typen scheepswrakken aangetroffen, en hoe kan de aanwezigheid van wrakken worden verklaard?*

De overige vragen uit de NOaA 2.0 dan dienen - indien de resultaten van het opwateronderzoek hiertoe aanknopingspunten biedt - eveneens te worden beantwoord. Gezien de aard van het onderzoek (geofysisch) en de vaak beperkte mogelijkheden voor het specifiek identificeren van archeologische objecten kunnen de vragen echter niet op voorhand worden geselecteerd.

Voor wat betreft de eventueel aan te treffen vondstcategorieën zijn tevens diverse lopende onderzoeksprogramma's bij universiteiten of Provincie, waarmee een relatie gelegd kan worden. In het bijzonder genieten resten uit de Tweede Wereldoorlog de laatste jaren extra aandacht. Het onderzoek beoogt inzicht te geven in de maritieme geschiedenis van het gebied. Afhankelijk van wat

wordt aangetroffen, kan mogelijk een relatie gelegd worden met de *NOaA* en andere provinciale en lokale onderzoeksagenda's.

1.7 Onderzoeksvragen

In het Programma van Eisen⁹ 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?

Op basis van de resultaten van het onderzoek worden uitspraken gedaan over de aanwezigheid van archeologische resten. Aansluitend wordt een advies opgesteld of eventueel vervolgonderzoek noodzakelijk is (VS 07wb).

1.8 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 32. 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.

⁹ Van den Brenk 2017.

Deze bladzijde is met opzet leeg gelaten ten behoeve van dubbelzijdig afdrucken

2 Methoden en technieken

2.1 Algemeen

Het oppervlak van de waterbodem in het onderzoeksgebied is opgenomen met hoge resolutie *side scan sonar*. Hiermee worden alle objecten en structuren die zich op de waterbodem bevinden, of uit de waterbodem steken, in kaart gebracht. De sonarbeelden zijn ook gebruikt om de verschillende dazomende sedimenten (zand en klei) in het gebied te karteren. Dit is mogelijk doordat de sterkte van het akoestisch signaal varieert met de samenstelling van het sediment.

2.2 Eisen aan de metingen

Voor de uitvoering van de metingen zijn de volgende eisen opgesteld in het PvE:¹⁰

- Er wordt gewerkt vanaf een meetvaartuig met dGPS plaatsbepaling of beter.
- De data worden opgenomen en gepresenteerd in Nederlands RD.
- De sonar dient een frequentie te hebben van minimaal 445 kHz.
- Het sonarbereik mag maximaal 50 meter bedragen, met een maximale lijnafstand van 40 meter, zodat een minimale dekking van minimaal 200 procent (of overlap van meer dan 100 procent) gegarandeerd is.
- De hoogte van de sonartransducer boven de bodem dient gelijk te zijn aan 10% van het ingestelde bereik.
- Een eventuele offset tussen sonar transducer en dGPS antenne dient gecontroleerd te worden door een calibratie bij een vast punt. Voorafgaande en na afloop van de metingen dient de geluidssnelheid in water op de plaats van onderzoek te worden bepaald.
- Bij een maximale vaarsnelheid van 3,5 knopen wordt de hoogst mogelijke resolutie gegarandeerd.
- Opname dient zoveel mogelijk plaats te vinden bij rustig weer en het varen van bochten dient te worden vermeden. Dit kan onbruikbare data opleveren.

¹⁰ Van den Brenk 2017.

2.3 Meetvaartuig en apparatuur

De veldopnamen zijn uitgevoerd op dinsdag 21 en woensdag 22 mei 2017 met het meetvaartuig 'Loeve' van DEEP B.V. uit Amsterdam.



Afbeelding 7. Meetvaartuig 'Loeve'

De volgende personen waren betrokken bij het veldonderzoek:

Naam	Functie	Bedrijf
A. Loeve	Surveyor/geofysicus	DEEP survey B.V.
B. Loeve	Schipper	DEEP survey B.V.

Positionering

Het meetvaartuig is uitgerust met een RTK GPS ontvanger om een nauwkeurige positionering te realiseren (2 à 3 centimeter in X, Y en Z). RTK GPS referentiesignalen worden ontvangen door middel van een GPRS verbinding met het 06-GPS RTK referentie netwerk.

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 gebruik gemaakt van een Klein 3900 *dual frequency sonar* systeem, waarbij de frequentie van 500 kHz. is gebruikt. De sonarvis werd onder de boot gesleept aan een kabel met een lengte van twee meter op een diepte van maximaal één meter onder het wateroppervlak.

Geluidssnelheid

Voorafgaand aan- en na afloop van de metingen is de geluidssnelheid in water op locatie bepaald met een SVP15 *sound velocity probe*.

Opnamemethodiek

In totaal zijn aan de IJsselmeerzijde 24 vaarlijnen parallel aan de Afsluitdijk opgenomen, en 14 lijnen aan de Waddenzeezijde, een totale afstand van ruim 40 kilometer. De afstand tussen de lijnen bedroeg 40 meter.

Het bereik van de *side scan sonar* werd ingesteld op 50 meter (links en rechts) zodat een sonardekking van ruim tweehonderd procent is verkregen. Een meervoudige dekking is belangrijk om er zeker van te zijn dat een waargenomen *sonarcontact* inderdaad een vast object of structuur betreft, en geen storing in het systeem of bijvoorbeeld een school vissen.

Aan de IJsselmeerzijde staan op meerdere locaties fuiken langs de dijk. Hierdoor was het niet mogelijk om op deze locaties gebiedsdekkende opnamen uit te voeren. In totaal is ongeveer 0,3 hectare waterbodem niet onderzocht.



Afbeelding 8. Fuiken in het onderzoeksgebied langs de Afsluitdijk

2.4 Interpretatie en rapportage

De interpretatie van de *side scan sonar* data en het opstellen van het rapport is uitgevoerd door S. van den Brenk en R. van Lil (beiden KNA senior prospector specialisme waterbodems) van Periplus Archeomare BV. Het rapport is geautoriseerd door Bart van Mierlo, senior prospector specialisme waterbodems van Periplus.

Deze bladzijde is met opzet leeg gelaten ten behoeve van dubbelzijdig afdrucken

3 Resultaten

3.1 Algemeen

In totaal zijn ruim 40 vaarkilometers met *side scan sonar* opgenomen. De data, verdeeld over 24 lijnen aan de IJsselmeerzijde en 14 aan de Waddenzeezijde, is beoordeeld op kwaliteit en vervolgens geanalyseerd en geïnterpreteerd.

De opnamen zijn van goede kwaliteit. In het hele onderzoeksgebied zijn akoestische fenomenen, hierna verder beschreven als *sonar*contacten, zichtbaar. Het detailniveau van de gebruikte *side scan sonar* is hoog; contacten groter dan 10 centimeter zijn zichtbaar in de *sonar*opnamen. De rapportage en interpretatie van de opnamen heeft plaatsgevonden op twee niveaus:

- Grotere doorlopende structuren op *sonar*mozaïek: door alle afzonderlijk gevaren lijnen naast elkaar te presenteren is een *sonar*mozaïek gemaakt waarop doorlopende structuren zoals sleepsporen in kaart zijn gebracht;
- Puntlocaties per gevaren lijn: hierbij zijn alle afzonderlijk gevaren lijnen doorlopen en zichtbare *side scan sonar*contacten genoteerd en geverifieerd op aangrenzende lijnen.

De resultaten worden besproken in de volgende paragrafen.

3.2 Side scan sonar mozaïek

Onderstaande afbeelding toont het samengestelde *side scan sonar* mozaïek van onderzoeksgebied.

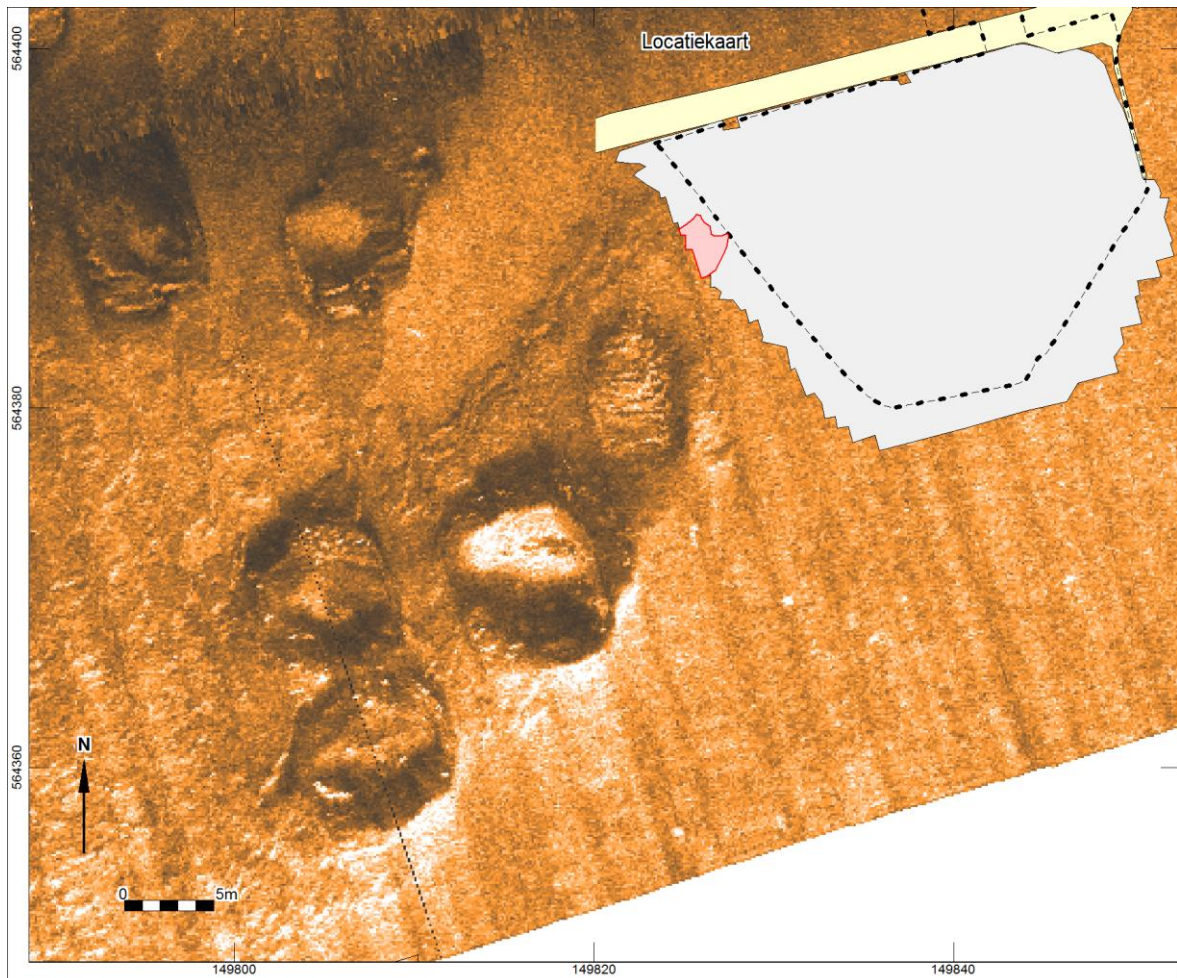


Afbeelding 9. Side scan sonar mozaïek van het onderzoeksgebied

In het beeld is een duidelijke afwisseling te zien van donkere gebieden (zwakke akoestische reflectie) en lichtere gebieden (sterke akoestische reflectie). Deze verschillen worden veroorzaakt door verschillen in bodemsamenstelling. De lichte gebieden bestaan uit zand, de donkere gebieden zijn meer kleiig. Dit wordt bevestigd door de geologische atlas van het IJsselmeergebied. Deze atlas stelt dat de waterbodem op deze locatie in het IJsselmeer bestaat uit een afwisseling van zandige klei en middelfijn zand.¹¹

¹¹ Lenselink en Menke 1993.

In het uiterste westen van het onderzoeksgebied aan de IJsselmeerszijde zijn, net als bij voorgaande onderzoeken, gasontsnappingstructuren of *pockmarks* gevonden.



Afbeelding 10. Pockmarks of gasontsnappingstructuren.

De cirkel- en ovaalvormige kraters met een doorsnede tot vijftien meter en een diepte van ongeveer 50cm worden veroorzaakt door gas dat ontsnapt uit dieper gelegen lagen. Vermoedelijk is dit gas afkomstig van de sedimenten die zich hebben opgehoopt in de voormalige stroomgeul Middelgronden, die na de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 is dichtgeslibd.

De volgende afbeelding toont de interpretatie van het *side scan sonar* mozaïek.



Afbeelding 11. Interpretatie van de sonardata

In de volgende paragraaf worden de resultaten van de waargenomen individuele *side scan sonar* contacten worden besproken.

3.3 Puntlocaties

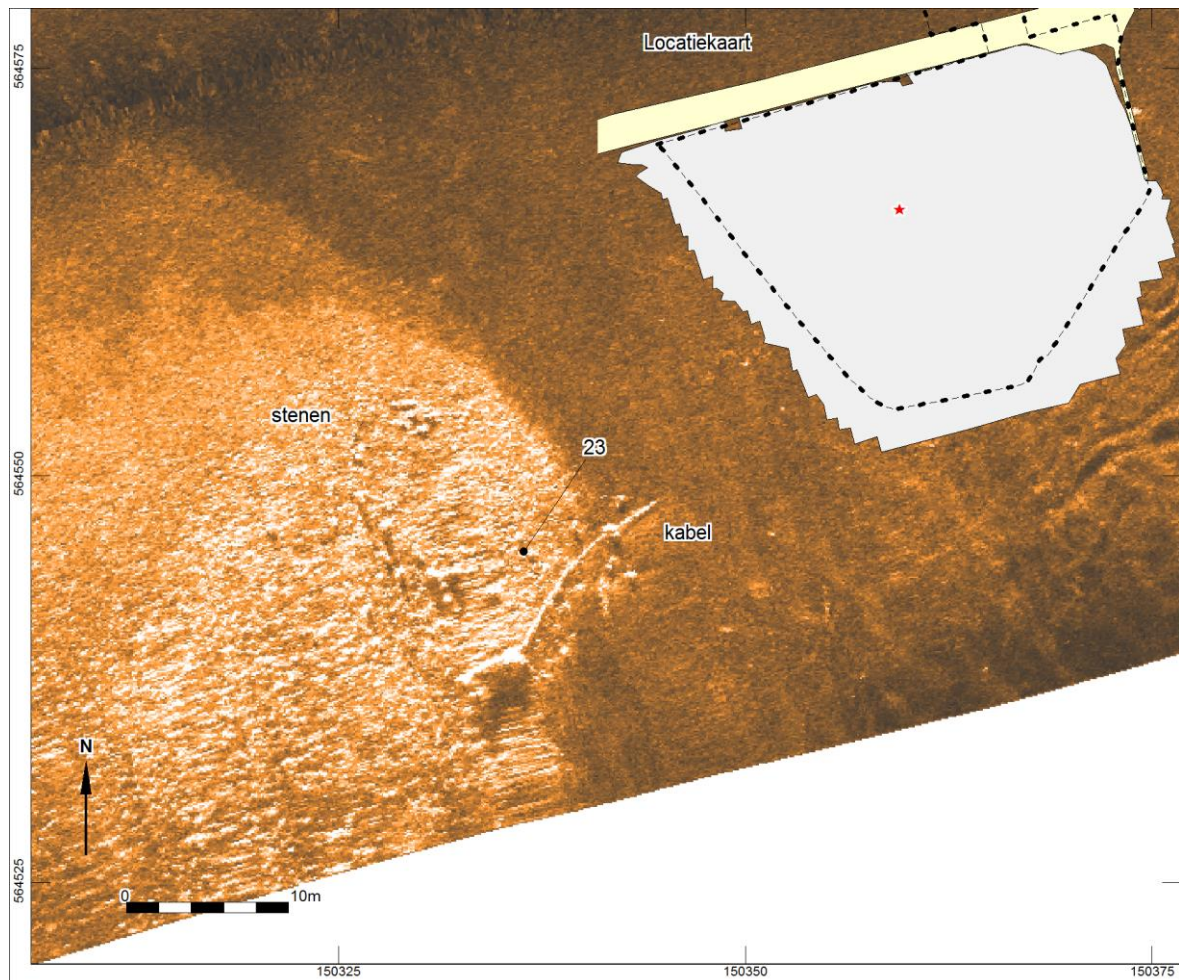
In totaal zijn op 36 locaties contacten waargenomen met *side scan sonar*. Een samenvatting van de interpretatie is weergegeven in onderstaande tabel.

Interpretatie	Aantal
Kabel	7
Clusters losse stenen	17
Onbekend object	11
Scheepswrak	1
Totaal	36

Tabel 5. Samenvatting van de waargenomen *side scan sonar* contacten

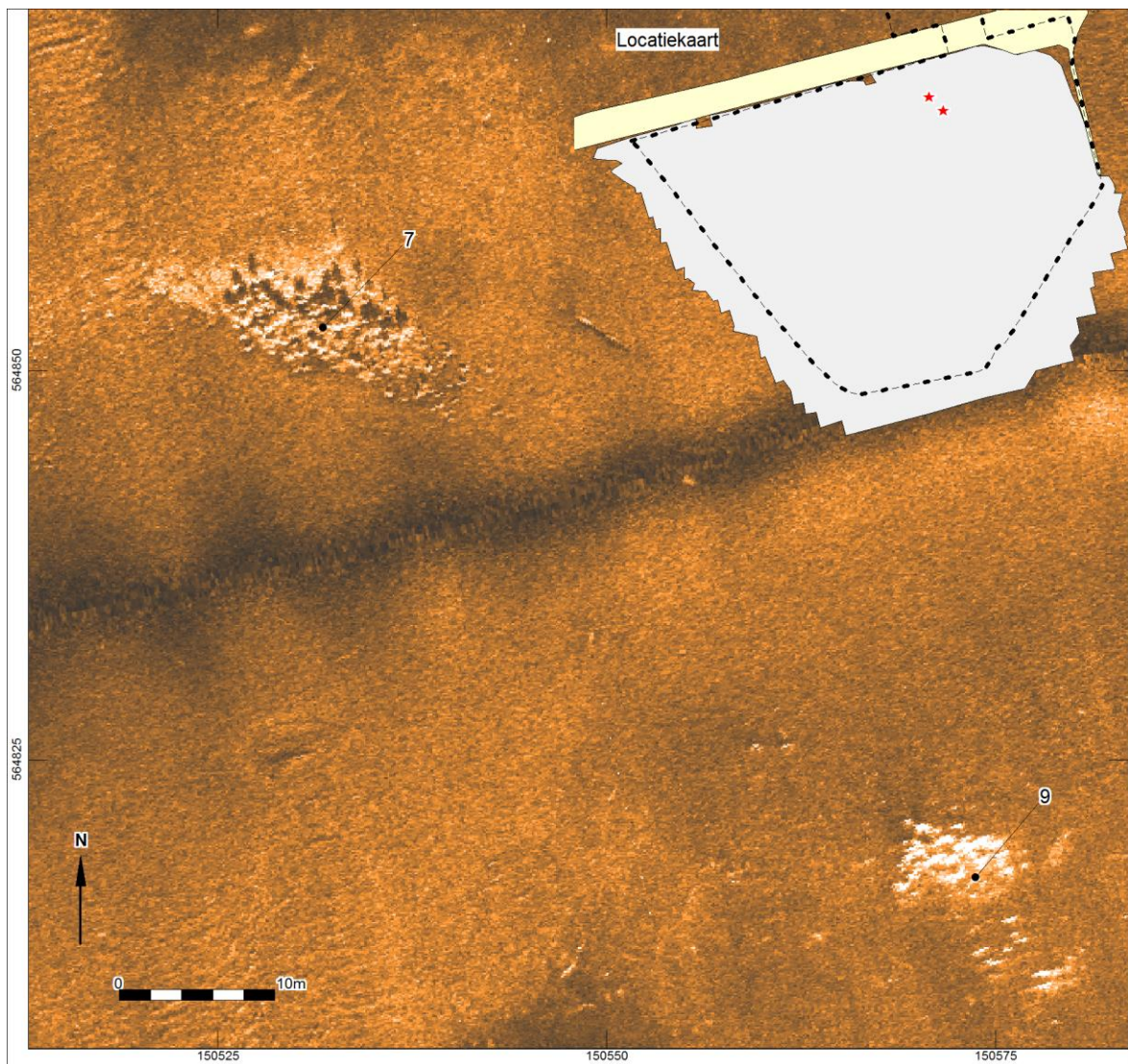
Op elf locaties zijn contacten aangetroffen die niet geïdentificeerd konden worden, en daarom zijn geclassificeerd als onbekend object. Deze objecten zijn overwegend klein en bestaan vermoedelijk uit recent verloren of gedumpt materiaal.

Op zeven locaties zijn (losse stukken) kabel aangetroffen. Deze zijn waarschijnlijk verloren of met opzet gedumpt, mogelijk tijdens het uitzetten van de verschillende visfuisen die aanwezig zijn in het gebied. Een voorbeeld wordt gegeven in de volgende afbeelding.



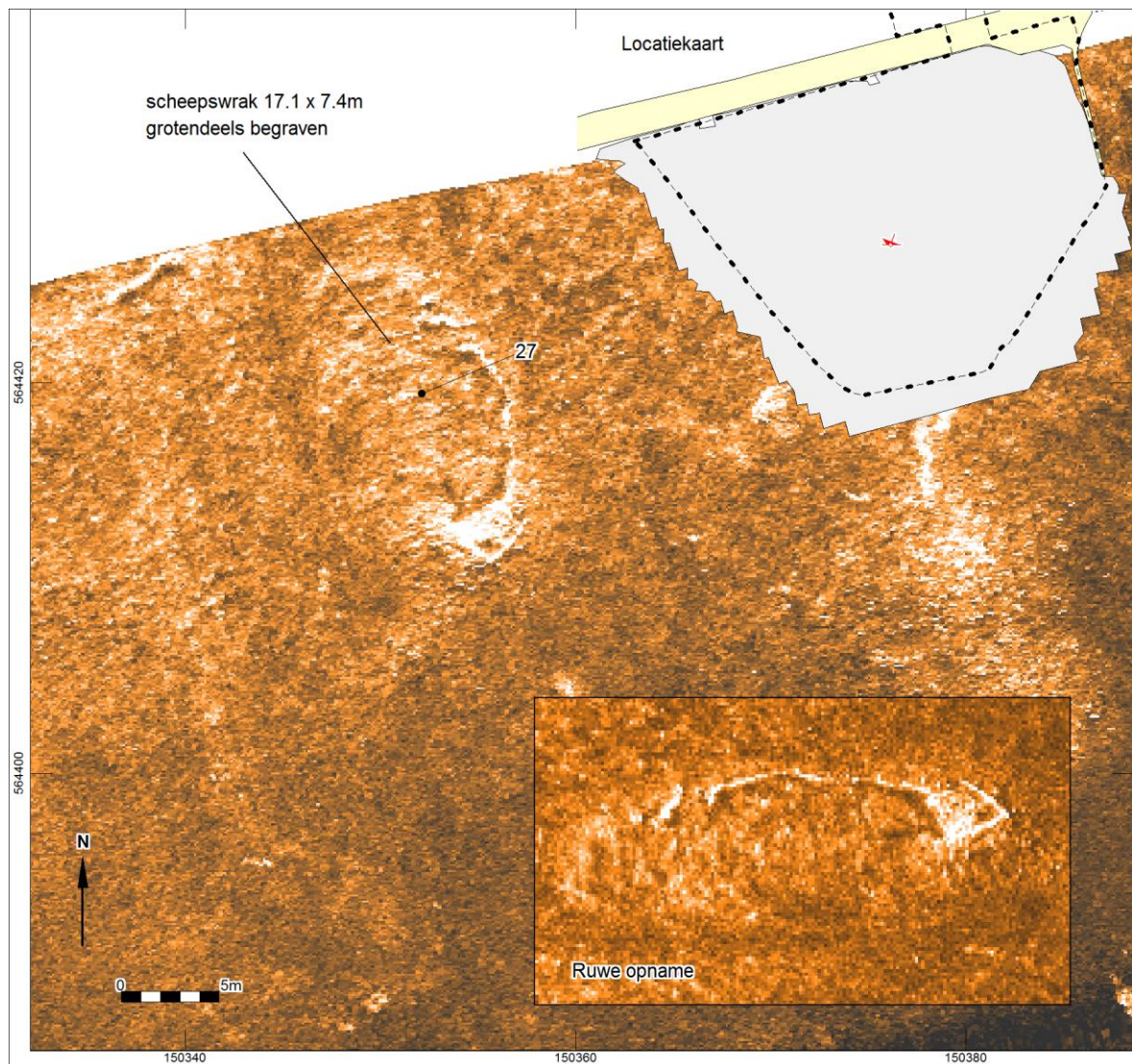
Afbeelding 12. Side scan sonar beeld van contact 23, een losse kabels naast enkele stenen

Op 17 locaties zijn clusters van kleine objecten, vermoedelijk stenen aangetroffen. Deze stenen zijn waarschijnlijk afkomstig van de dijkbestortingen die de begrenzing van het onderzoeksgebied vormen. Een voorbeeld wordt gegeven in de volgende afbeelding.



Afbeelding 13. Geconcentreerde clusters van kleine objecten, waarschijnlijk losse stenen

Op één locatie is een scheepswrak aangetroffen. Het gaat om een wrak met zichtbare afmetingen van 17,1 bij 7,4 meter (locatie RD X 150352, Y 564419). Het wrak ligt grotendeels afgedekt in de waterbodem en steekt niet meer dan 10cm uit. Het gaat waarschijnlijk om een oud houten wrak. Een vergelijking van de huidige waterbodem met de situatie in 1852 (zie ook paragraaf 1.5) laat zien dat op deze locatie ongeveer één meter verzanding heeft plaats gevonden. Deze verzanding heeft waarschijnlijk plaatsgevonden direct na aanleg van de Afsluitdijk in 1932.



Afbeelding 14. Side scan sonaropname van contact 27, een grotendeels begraven scheepswrak

Aan deze locatie is een archeologische verwachting toegekend. Na eventueel aanvullend onderzoek kan worden vastgesteld of dit wrak inderdaad een archeologische waarde heeft.

Aan geen van de overige aangetroffen objecten is een archeologische verwachting toegekend. In bijlage 1 is een tabel opgenomen met de beschrijving van alle 36 sonarcontacten. Gegeorefereerde *side scan sonar* afbeeldingen en het samengestelde sonarmozaïek zijn opgenomen op de CD in bijlage 2.

Deze bladzijde is met opzet leeg gelaten ten behoeve van dubbelzijdig afdrucken

4 Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er op of aan de waterbodem fenomenen waarneembaar?

Ja. In het hele onderzoeksgebied zijn met *side scan sonar* akoestische fenomenen waargenomen. In totaal zijn 36 individuele sonarcontacten gekarteerd, geanalyseerd en gerapporteerd. Vijf contacten liggen in de Waddenzee, de overig 31 in het IJsselmeer. Tijdens eerdere onderzoeken in 2005 en 2014 zijn nog elf contacten waargenomen.

Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?

Alle gerapporteerde contacten zijn van antropogene aard. Natuurlijke fenomenen zoals waterplanten zijn niet waargenomen.

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 de onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de waargenomen sonarcontacten.

Interpretatie	Aantal
Kabel	7
Clusters losse stenen	17
Onbekend object	11
Scheepswrak	1
Totaal	36

Tabel 6. Samenvatting van de waargenomen side scan sonar contacten

Op zeven locaties zijn (losse stukken) kabel aangetroffen. Deze zijn waarschijnlijk verloren of met opzet gedumpt, mogelijk tijdens het uitzetten van de verschillende visuiken die aanwezig zijn in het gebied. Op elf locaties zijn contacten aangetroffen die niet geïdentificeerd konden worden, en zijn daarom geclassificeerd als onbekend object. Deze objecten zijn overwegend klein en bestaan vermoedelijk uit recent verloren of gedumpt materiaal. Op 17 locaties zijn clusters van kleine objecten, vermoedelijk stenen aangetroffen. Deze stenen zijn waarschijnlijk afkomstig van de dijkbestortingen die de begrenzing van het onderzoeksgebied vormen.

Op één locatie, in het centrum van het onderzoeksgebied aan de IJsselmeerszijde is een scheepswrak aangetroffen.

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?

Op één locatie is een scheepswrak aangetroffen. Het gaat om een wrak met zichtbare afmetingen van 17,1 bij 7,4 meter. Het wrak ligt grotendeels afgedekt in de waterbodem en steekt niet meer dan 10cm uit. Het gaat waarschijnlijk om een oud houten wrak. Een vergelijking van de huidige waterbodem met de situatie in 1852 laat zien dat op deze locatie ongeveer één meter verzanding heeft plaats gevonden. Deze verzanding heeft waarschijnlijk plaatsgevonden direct na aanleg van de Afsluitdijk in 1932. Aan

deze locatie is een archeologische verwachting toegekend. Na eventueel aanvullend onderzoek kan worden vastgesteld of dit wrak inderdaad een archeologische waarde heeft.

Indien deze fenomenen als natuurlijk worden geïdentificeerd; om welke natuurlijke fenomenen gaat het hier dan?

Geen van de 36 contacten is geïnterpreteerd als natuurlijk fenomeen. Deze vraag is dan ook niet van toepassing.

Is het mogelijk om op basis van het akoestische beeld zones met een hoge, middelmatige of lage activiteit van de waterbodem aan te wijzen?

Ja. In het onderzoeksgebied aan de Waddenzeezijde zijn duidelijke stroomribbels te zien in de geul aan de noordzijde, die veroorzaakt worden door getijdestroming. Langs de dijk aan de IJsselmeerzijde zijn fuiken geplaatst, die zichtbaar zijn in de *side scan sonar* opnamen. In het uiterste westen van het onderzoeksgebied aan de IJsselmeerzijde zijn, net als bij voorgaande onderzoeken, gasontsnappingstructuren of *pockmarks* gevonden. Deze worden veroorzaakt door gas dat uit diepere lagen opborrelt.

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?

In het onderzoeksgebied aan de Waddenzeezijde zijn duidelijke stroomribbels te zien in de geul aan de noordzijde, die veroorzaakt worden door getijdestroming. Objecten zijn hier echter niet aangetroffen. Rond de objecten aan de IJsselmeerzijde zijn geen slijpgeulen aangetroffen. Deze worden ook niet verwacht omdat hier geen stroming (meer) plaatsvindt. Het aangetroffen scheepswrak ligt diep begraven in de waterbodem. Een vergelijking met historische dieptegegevens uit 1852 laat zien dat dit gebied sinds 1852 ongeveer één meter is verzand.

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?

Deze vraag is gezien de resultaten van het onderzoek niet van toepassing.

Welke beheersmaatregelen zijn nodig om de verstoring van de eventueel aanwezige archeologische waarden te voorkomen?

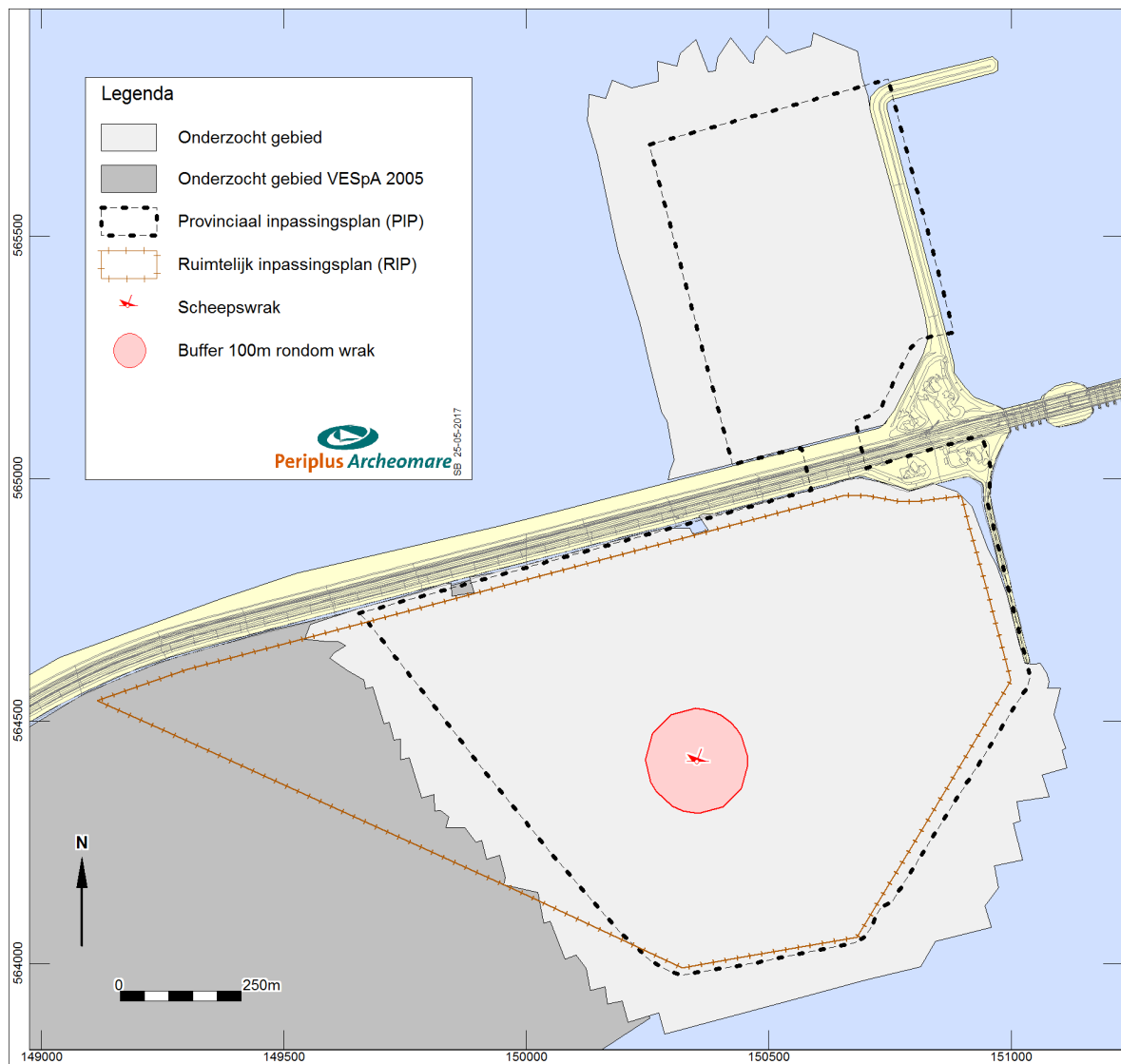
In het centrum van het onderzoeksgebied aan de IJsselmeerzijde ligt een vermoedelijk oud houten scheepswrak dat grotendeels is verzand. Aan deze locatie is daarom een archeologische verwachting toegekend. Geadviseerd wordt om deze locatie inclusief een bufferzone van 100 meter rondom te ontzien bij de voorgenomen werkzaamheden. Indien dit niet mogelijk is, kan de werkelijke archeologische waarde vastgesteld worden door middel van aanvullend onderzoek. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een duikinspectie. Tijdens de werkzaamheden 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 Erfgoedwet (2016) verplicht om dergelijke vondsten te melden bij de bevoegde overheid.

5 Conclusies en aanbevelingen

In totaal is 160 hectare waterbodem opgenomen met *side scan sonar*, verdeeld over twee plangebieden in de Waddenzee en IJsselmeer. Een klein deel van het plangebied (0,3 ha) aan de IJsselmeerzijde kon niet worden onderzocht omdat er fuiken stonden.

In totaal zijn 36 contacten waargenomen, 5 aan de Waddenzeezijde en 31 aan de IJsselmeerzijde. Het merendeel van de contacten bestaat uit losse stenen, losse stukken kabels en kleine recente objecten die verloren of gedumpt zijn. Aan de IJsselmeerzijde zijn in het westen van het onderzoeksgebied *pockmarks* of gasontsnappingstructuren aangetroffen. Deze waren al eerder waargenomen tijdens onderzoeken in 2005 en 2006.

Op één locatie aan de IJsselmeerzijde is een scheepswrak aangetroffen. Het gaat om een wrak met zichtbare afmetingen van 17,1 bij 7,4 meter. Het wrak ligt grotendeels afgedekt in de waterbodem en steekt niet meer dan 10cm uit. Het gaat waarschijnlijk om een oud houten wrak. Aan dit wrak is een archeologische verwachting toegekend. Geadviseerd wordt om deze locatie inclusief een bufferzone van 100 meter rondom te ontzien bij de voorgenomen werkzaamheden. Indien dit niet mogelijk is, kan de werkelijke archeologische waarde vastgesteld worden door middel van aanvullend onderzoek. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een duikinspectie.



Afbeelding 15. Locatie met een archeologische verwachting

Tijdens de werkzaamheden 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 Erfgoedwet (2016) verplicht om dergelijke vondsten te melden bij de bevoegde overheid. Deze meldingsplicht dient in het bestek of Plan van Aanpak van het werk te worden opgenomen.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Locatie met een archeologische verwachting.....	4
Afbeelding 2. Ligging van het onderzoeksgebied bij Kornwerderzand	5
Afbeelding 3. Overzicht van eerder uitgevoerde onderzoeken in de omgeving.	8
Afbeelding 4. Resultaten van eerder uitgevoerde onderzoeken in de omgeving.	9
Afbeelding 5. Multibeamopname 2009 met gasontsnappingsstructuren.	11
Afbeelding 6. Diepteverschilkaart 1852-2014	12
Afbeelding 7. Meetvaartuig 'Lieve'.....	16
Afbeelding 8. Fuiken in het onderzoeksgebied langs de Afsluitdijk	17
Afbeelding 9. Side scan sonar mozaïek van het onderzoeksgebied	20
Afbeelding 10. Pockmarks of gasontsnappingstructuren.....	21
Afbeelding 11. Interpretatie van de sonardata	22
Afbeelding 12. Side scan sonar beeld van contact 23, een losse kabels naast enkele stenen	23
Afbeelding 13. Geconcentreerde clusters van kleine objecten, waarschijnlijk losse stenen	24
Afbeelding 14. Side scan sonaropname van contact 27, een grotendeels begraven scheepswrak	25
Afbeelding 15. Locatie met een archeologische verwachting.....	30

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied	2
Tabel 3. Contacten aangetroffen tijdens onderzoek in 2014	9
Tabel 4. Contacten aangetroffen tijdens onderzoek in 2005	10
Tabel 5. Samenvatting van de waargenomen side scan sonar contacten.....	22
Tabel 6. Samenvatting van de waargenomen side scan sonar contacten.....	27

Afkortingen en woordenlijst

AMZ	Archeologische MonumentenZorg
Anomalieën	Afwijkend van het gangbare
Antropogeen	Door menselijk handelen
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
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
NOaA	Nederlandse Onderzoeksagenda Archeologie
Pockmarks	Kraters in de zeebodem veroorzaakt door gas of vloeistof dat onder druk ontsnapt
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 geluidsignalen 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 bodemmorfologie en type te classificeren
Singlebeam	Akoestisch meetinstrument waarmee de diepte van de waterbodem wordt gemeten

Referenties

- IMAGO Projectgroep: Innovatief Meten Aan Gezonken Objecten, eindrapportage 2003, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied, RDIJ rapport nr. 2003-13a.
- Rijkswaterstaat DI-IMG, 2011, Rijkswaterstaat Brede Afspraak Archeologie, versie 2.0.
- SIKB, Handreiking en checklist Programma van Eisen
- Van den Brenk, S. en Muis, L.A., 2014. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) vispassage en zoutwaterafvoersystemen Afsluitdijk. Periplus Archeomare rapport 14A004-01
- Van den Brenk, S. en Muis, L.A., 2014. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Afsluitdijk, Waddenzee. Periplus Archeomare rapport 14A007-01
- Van den Brenk, S., Amersfoort 2005. Maritiem Inventariserend veldonderzoek Afsluitdijk, project VESpa. ADC rapport 492
- Van den Brenk, S., Amsterdam 2017. Programma van Eisen Archeologisch opwateronderzoek Vismigratie rivier Kornwerderzand.
- 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.
- Vos, P.C., J. Bazelmans, H.J.T. Weerts en M.J. van der Meulen (red.), 2011: Atlas van Nederland in het Holoceen, Amsterdam
- Waldus, W.B., van den Brenk, S en van Mierlo, B.E.J.M, 2006. Maritiem inventariserend veldonderzoek Afsluitdijk project VESpa door middel van duikinspecties.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S. en van Lil, R., 2012. Bureauonderzoek spuicomplexen Afsluitdijk. ADC rapport 3055

Overige bronnen

- Geologische en Bodemkundige Atlas IJsselmeer, Lenselink en Menke 1993.
- KNA waterbodems (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) versie 4.0.

Bijlage 1. Tabel met side scan sonar contacten

Nr	RDx	Rdy	Beschrijving	Interpretatie	Afmetingen		
					L	B	H
1	150592	565799	Klein contact	Onbekend object	0.8	0.7	0.2
2	150701	565690	Cluster kleine contacten naast dijktaalud	Losse stenen	15.5	2.5	0.3
3	150673	565668	Langwerpig contact	Onbekend object	2.1	0.4	0.1
4	150720	565624	Cluster kleine contacten naast dijktaalud	Losse stenen	22.8	3.2	0.3
5	150544	565137	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel	7.6	0.1	0.1
6	150498	564924	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel	3.2	0.1	0.1
7	150532	564853	Dichte cluster van kleine contacten	Losse stenen	19.9	10.3	0.1
8	150783	564844	Contact	Onbekend object	0.8	0.6	0.1
9	150574	564817	Dichte cluster van kleine contacten	Losse stenen	6.0	5.8	0.1
10	150730	564801	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	36.6	19.6	0.1
11	150803	564800	Langwerpig contact	Onbekend object	1.5	0.7	0.1
12	150616	564798	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	26.5	5.8	0.1
13	150706	564755	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	26.5	14.7	0.1
14	150853	564750	Langwerpig contact	Onbekend object	5.3	0.0	0.1
15	150696	564731	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	38.8	11.3	0.1
16	150986	564680	Cluster kleine contacten naast dijktaalud	Losse stenen	5.6	5.2	0.1
17	150764	564660	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	6.1	4.0	0.1
18	150927	564656	Ovaal contact	Onbekend object	1.7	0.8	0.1
19	150727	564636	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	43.4	5.0	0.1
20	149998	564634	Langwerpig contact	Onbekend object	3.3	0.3	0.1
21	150853	564612	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel	7.7	0.1	0.1
22	150551	564553	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel	6.1	0.1	0.1
23	150336	564545	Cluster van kleine contacten met kabel	Kabel	17.3	16.5	0.2
24	150913	564514	Langwerpig contact	Onbekend object	5.4	0.2	0.1
25	150947	564507	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	25.0	8.4	0.1
26	150298	564458	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel	16.9	0.1	0.1
27	150352	564419	Ovaal contact, grotendeels in bodem, lijkt wrak	Scheepswrak	17.1	7.4	0.1
28	150959	564396	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel	6.1	0.1	0.1
29	150289	564338	V-vormig contact	Onbekend object	2.0	0.7	0.1
30	150142	564328	Klein contact	Onbekend object	1.0	0.7	0.1
31	150685	564325	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	18.6	13.1	0.2
32	150701	564069	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	2.3	0.7	0.1
33	150525	564068	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	15.0	12.2	0.1
34	150099	564035	Rechthoekig contact	Onbekend object	1.8	0.4	0.1
35	150710	564000	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	14.8	11.8	0.1
36	150383	563949	Cluster van kleine contacten	Losse stenen	36.3	14.4	0.1

Het contact in lichtoranje heeft een archeologische verwachting.

Alle coördinaten in Nederlands RD.

Bijlage 2. CD met digitale bestanden

Inhoud

Map	Submap	Inhoud
PvE	-	Programma van Eisen (pdf)
Rapport	-	Rapport in PDF formaat
Sonar	Contacten	Contactenlijst in Excel formaat
	Geotifs	Gegeorefereerde sonarafbeeldingen onderzoeksgebied
	Mozaïek	Gegeorefereerde geotif, side scan sonar mozaïek onderzoeksgebied

Deze bladzijde is met opzet leeg gelaten ten behoeve van dubbelzijdig afdrucken