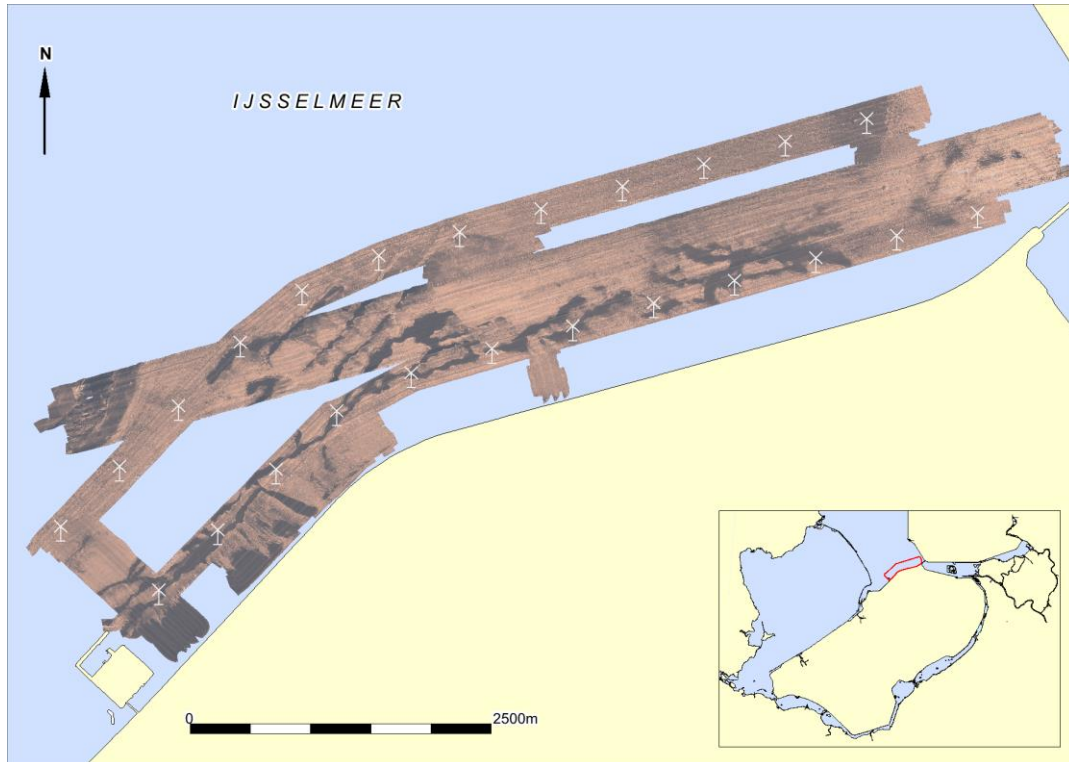


Windplan Blauw, IJsselmeer
Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase)



Periplus Archeomare rapport nr. 17A032-01

Auteurs:

S. van den Brenk en R. van Lil

In opdracht van:



Witteveen + Bos

Postbus 233

7400 AE Deventer

Document Controle	
Revisie	2.0 (definitief)
Datum	19 maart 2018
Periplus Archeomare Referentie	17A032-01
Klant (Project) Referentie	Windplan Blauw

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 17A032-01
Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase), Windplan Blauw IJsselmeer
Auteurs: S. van den Brenk en R. van Lil

In opdracht van: Witteveen + Bos
Contactpersoon: M. Vanderschuren

© Periplus Archeomare maart 2018
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
2.0	Definitief	SvdB/RvL	BvM	BvM	19-03-2018
1.0	Concept	SvdB/RvL	BvM	BvM	30-01-2018

Autorisatie:



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



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



DEEP BV
Johan van Hasseltweg 39
1021 KN Amsterdam
Tel: 020-6343676
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 Bevoegd gezag.....	6
1.5 Eisen aan het onderzoek	6
1.6 Vooronderzoek en verwachting	7
1.7 Onderzoekskader, relatie met NOaA, synergie.....	7
1.8 Onderzoeksvragen.....	8
1.9 Leeswijzer	8
2 Methoden en technieken	11
2.1 Algemeen.....	11
2.2 Eisen aan de metingen	11
2.3 Meetvaartuig en apparatuur.....	12
2.4 Interpretatie en rapportage	14
3 Resultaten.....	15
3.1 Algemeen.....	15
3.2 Multibeamopnamen.....	15
3.3 Side scan sonar	17
3.4 Magnetometer	26
4 Beantwoording onderzoeksvragen	33
5 Conclusies en aanbevelingen.....	37
Lijst met afbeeldingen	39
Lijst met tabellen.....	39
Afkortingen en woordenlijst	40
Referenties.....	41
Bijlage 1. Tabel met side scan sonar contacten	42
Bijlage 2. A3 Kaarten.....	47
Bijlage 3. CD met digitale bestanden	52

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 Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Provincie	Flevoland
Gemeente	Dronten en Lelystad
Plaats	IJsselmeer
Beheerder gebied	Rijkswaterstaat Midden Nederland
Diepte waterbodem (t.o.v. NAP)	Minimum: -4.0 m Maximum: -7.7 m Gemiddeld: -4.6m
Waterstaatkundige gegevens	Zoet water, geen stroming
Huidig watergebruik	Zoet water reservoir, beroepsvaart, recreatie
Toponiem	Windplan Blauw
Kaartblad	20E en 20F
Centrumcoördinaten (in RD)	X 165411 / Y 512.506
Oppervlakte onderzoeksgebied	455 hectare
Waterbeheerder	Rijkswaterstaat Midden Nederland
Opdrachtgever	Witteveen + Bos
Bevoegd gezag	Rijkswaterstaat Midden Nederland
Contactpersoon namens het bevoegd gezag	De heer H. de Heer
Adviseur voor het bevoegd gezag	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Deskundigen namens het bevoegd gezag	Mw. D.H. Schmutzhart; dhr. B. Smit
ARCHIS3-onderzoeksmelding(CIS-code)	4577387100
Periplus Archeomare –projectcode	17A032-01
Periode van uitvoering	Januari 2018
Beheer en plaats documentatie	Periplus Archeomare, Amsterdam

Samenvatting

In opdracht van Witteveen + Bos heeft Periplus Archeomare B.V. in samenwerking met DEEP B.V. een archeologisch inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uitgevoerd voor het plangebied Windplan Blauw in het IJsselmeer.

In totaal is 1064 hectare waterbodembodem onderzocht met *side scan sonar en magnetometer*.

Aan het bodemoppervlak zijn in totaal 147 individuele contacten aangetroffen. Het merendeel van de contacten bestaat uit autobanden of kleine objecten die verloren of gedumpt zijn. Aan geen van de waargenomen contacten is een archeologische verwachting toegekend.

Gezien de dichtheid van historische wrakken in de Flevopolders (gemiddeld één wrak per 300 hectare) was de kans groot om (resten van) scheepswrakken te vinden. Deze zijn echter niet aangetroffen. Een mogelijk verklaring is, dat wrakresten in het verleden verloren zijn gegaan tijdens zandwinning in het gebied. In totaal is 25 procent van de waterbodembodem binnen het onderzoeksgebied verstoord door zandwinning.

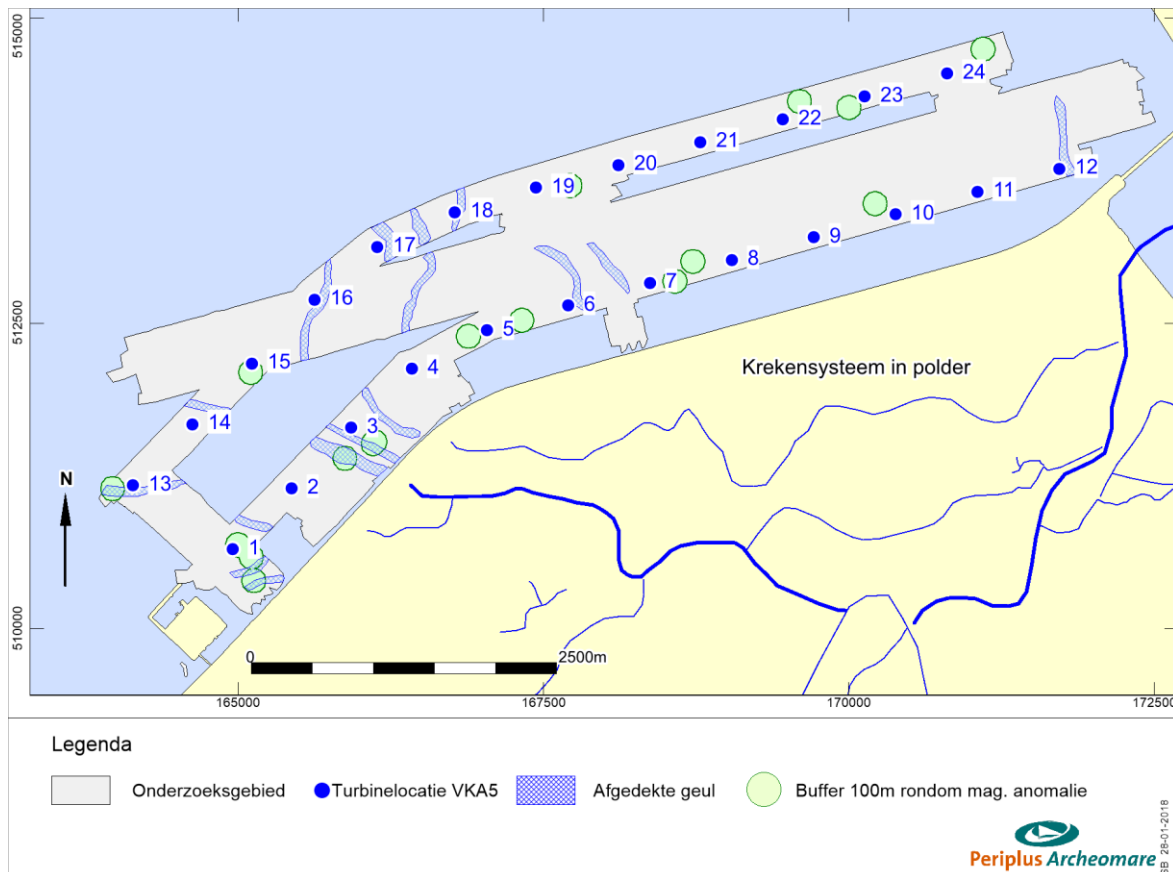
Aan de hand van de samengestelde *side scan sonar*beelden was het mogelijk om de horizontale begrenzing van de aanwezige oude zandwinputten vast te stellen. Deze zandwinputten (met een vermoedelijke maximale diepte van negen meter ten opzichte van de huidige waterbodembodem) zijn in de loop van de afgelopen decennia dichtgeslibd waardoor het verschil met de omringende ongestoorde waterbodembodem minimaal is. Van de in totaal 24 geplande windturbinelocaties vallen 8 locaties (1, 2, 4, 5, 7, 9, 16 en 19) binnen de begrenzing van de oude zandwinputten.

Op achttien locaties zijn magnetische anomalieën met een waarde van meer dan 50 nanoTesla waargenomen. Deze anomalieën, die niet kunnen worden gerelateerd aan zichtbare objecten aan het waterbodembodemoppervlak worden veroorzaakt door ferromagnetische (ijzerhoudende) objecten met een minimaal gewicht van 20 kilo. Het kan niet worden uitgesloten dat zich hieronder objecten met een archeologische waarde bevinden. Zolang deze objecten niet nader geïdentificeerd zijn, wordt geadviseerd om deze locaties inclusief een bufferzone van 100 meter te vermijden bij de voorgenomen werkzaamheden.

In het westelijk deel van het onderzoeksgebied zijn een aantal lineaire magnetische structuren in kaart gebracht die gerelateerd kunnen worden aan afgedekte prehistorische geulen. Deze geulsystemen lijken goed aan te sluiten op het prehistorische krekensysteem dat in noordelijk Flevoland bekend is. Uit onderzoek in de polder is bekend dat de hoger gelegen oeverwalen van deze krekensystemen resten van gaven en goed geconserveerde nederzettingen van de Swifterbantcultuur kunnen bevatten. De kans is aanwezig dat vergelijkbare nederzettingen aangetroffen kunnen worden aan weerszijden van de geulen die tijdens onderhavig onderzoek onder de waterbodembodem gekarteerd zijn. Deze resten worden verwacht tot circa 2,5 meter onder de waterbodembodem.

Van de in totaal 24 geplande windturbinelocaties liggen zes locaties (nrs. 6, 12, 13, 16, 17 en 18) op- of direct in de buurt van de vermoedelijke oeverwallen. Om vast te stellen of dit inderdaad oeverwallen zijn met een archeologische potentie wordt geadviseerd om nader onderzoek te doen door middel van boringen. De vraagstelling en de randvoorwaarden voor dit onderzoek dienen vastgelegd te worden in een programma van Eisen dat is goedgekeurd door het bevoegd gezag. Het verdient aanbeveling om bij het vaststellen van de onderzoeksstrategie aansluiting te zoeken bij het onderzoek dat op land wordt uitgevoerd in het kader van Windplan Blauw.

Ten behoeve van het fundatieonderzoek voor de windturbines zal nog aanvullend geotechnisch onderzoek in de vorm van boringen en sonderingen uitgevoerd gaan worden. Geadviseerd wordt om dit boor- en sondeerplan af te stemmen op de openstaande vragen met betrekking tot de geulen en oeverwallen.

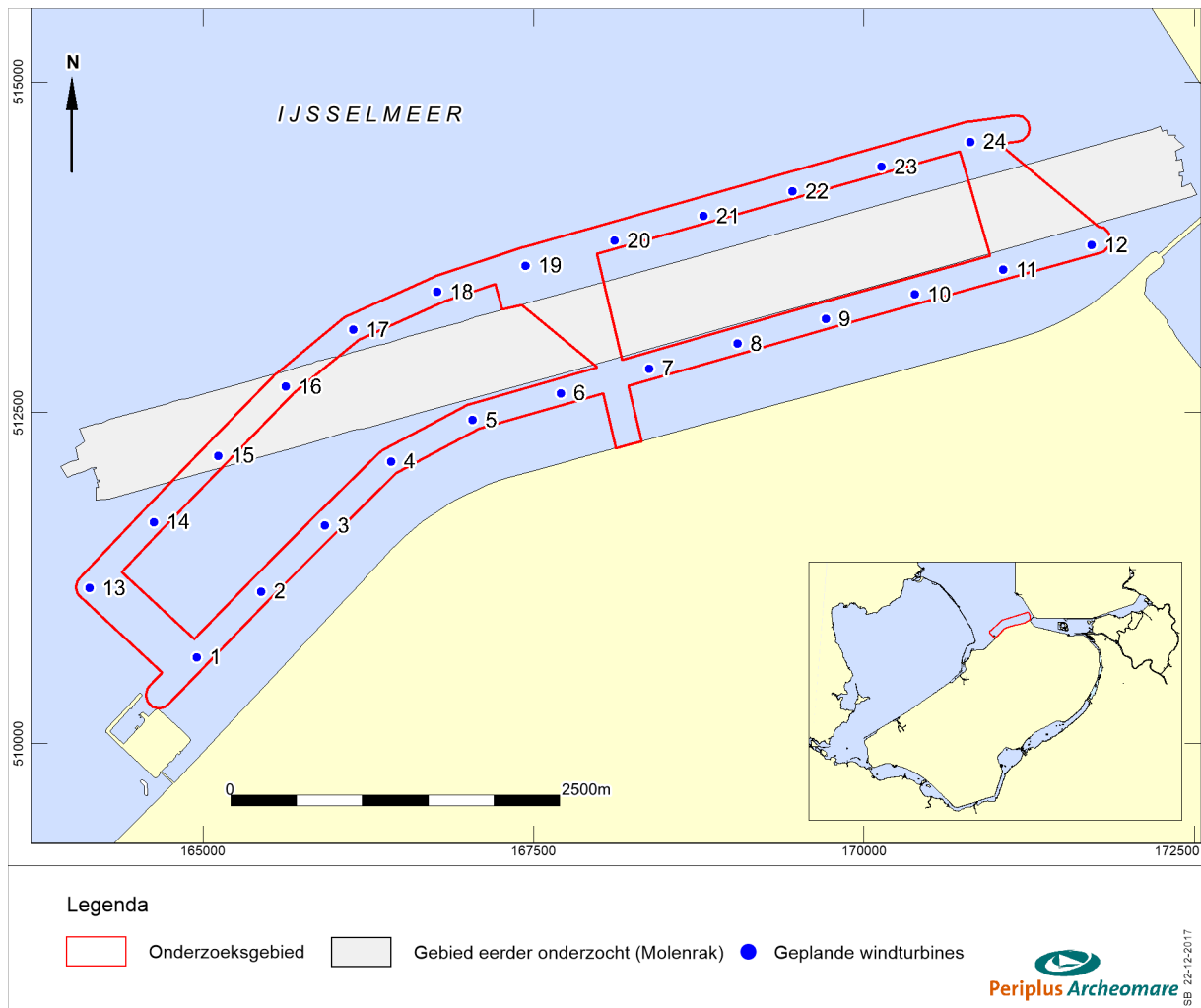


Afbeelding 1. Overzicht van de gekarteerde geulen en de locaties te ontzien bij de voorgenomen werkzaamheden.

Tijdens de geplande 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 Witteveen + Bos heeft Periplus Archeomare B.V. in samenwerking met DEEP B.V. een archeologisch inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uitgevoerd voor het plangebied Windplan Blauw in het IJsselmeer.



Afbeelding 2. Ligging van het onderzoeksgebied in het IJsselmeer

1.1 Aanleiding

Aanleiding voor dit onderzoek is het plan voor de aanleg van een nieuw windmolenpark voor de kust van Lelystad en Dronten in het IJsselmeer. Tijdens het plaatsen van de turbines en het leggen van de verbindingskabels wordt de waterbodem verstoord. Ten gevolge hiervan kunnen eventuele archeologische resten worden aangetast. Conform de Erfgoedwet (2016) dient daarom de aanwezigheid en waarde van archeologische resten te worden onderzocht.¹

¹ KNA 4.0 (protocollen waterbodems).

1.2 Doelstelling van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is:

- a) het vaststellen van de aanwezigheid van (archeologische) objecten op- en gedeeltelijk in de waterbodem om de archeologische verwachting voor scheepvaart-gerelateerde objecten vanaf de Late Middeleeuwen en resten uit WOII te toetsen,
en
- b) het (zo mogelijk) verkrijgen van inzicht in de opeenstapeling van prehistorische landschappen in de ondergrond van het plangebied (het pleistocene dekzandlandschap, het getijdenlandschap en het veenlandschap) om de verwachting voor prehistorische bewoningsresten waarvan het voorkomen gerelateerd is aan deze landschappen te preciseren.

ad. a) met behulp van *side scan sonar* en *magnetometer*

ad. b) met behulp van *magnetometer*

1.3 Definitie onderzoeksgebied

De geplande buitendijkse windturbines liggen in het IJsselmeer voor de kust van Lelystad en Dronten. Voor de definitie van het onderzoeksgebied voor het onderhavig onderzoek is een lijn getrokken rondom de geplande locaties van de windturbines (versie VKA 5.0) en een bufferzone toegevoegd van 100 meter rondom. Het onderzoeksgebied beslaat een oppervlakte van 455 hectare.

1.4 Bevoegd gezag

Voor het uitgevoerde onderzoek zijn de gemeenten Lelystad en Dronten het bevoegd gezag. Het steunpunt Archeologie en jonge Monumenten Flevoland (SAMF) treedt op als adviseur van de gemeente.

Omdat het onderzoeksgebied in Rijkswateren valt (IJsselmeer) maakt Rijkswaterstaat Midden Nederland ook onderdeel uit van het bevoegd gezag. De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed treedt hierbij op als adviseur.

1.5 Eisen aan het onderzoek

De eisen aan het archeologische onderzoek zijn vastgelegd in het Programma van Eisen² dat gebaseerd is op de afspraken zoals opgenomen in het convenant RWS-RCE. Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) Waterbodems (versie 4.0).

² Van den Brenk 2017.

1.6 Vooronderzoek en verwachting

In 2017 is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied.³

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat in het plangebied archeologische resten kunnen voorkomen in de vorm van scheepswrakken vanaf de Late Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd. Goed geconserveerde prehistorische nederzettingen kunnen voorkomen binnen 2 meter onder de waterbodem.

De archeologische verwachting voor wat betreft wrakken, scheepvaart-gerelateerde resten en vliegtuigresten kan getoetst worden door het uitvoeren van een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase), waarbij de waterbodem in het plangebied met *side scan sonar* en *magnetometer* in kaart wordt gebracht. De resultaten van de *magnetometer* kunnen ook worden gebruikt om het afgedekte krekensysteem verder te karteren en vast te stellen hoe dit aansluit op het prehistorische krekensysteem in Oostelijk Flevoland. De randvoorwaarden voor dit onderzoek zijn vastgelegd in een Programma van Eisen⁴ dat goedgekeurd is door het bevoegd gezag.

Het onderhavig onderzoek is uitgevoerd op basis van dit Programma van Eisen.

1.7 Onderzoekskader, relatie met NOaA, synergie

Afhankelijk van wat wordt aangetroffen wordt aansluiting gezocht bij de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA 2.0, Archeoregio Waddenzee / IJsselmeer / Markermeer). Specifiek kan antwoord worden gezocht op NOaA 2.0-vraag 6 en 12:

- *Wanneer en op welke wijze werden gebieden die nu onder water staan door de mens gebruikt en hoe verhoudt dit gebruik zich tot dat wat we van het land kennen?*
- *Waar worden uiteenlopende typen scheepswrakken aangetroffen, en hoe kan de aanwezigheid van wrakken worden verklaard?*

Indien op basis van het opwateronderzoek aansluiting kan worden gezocht bij overige vragen uit de NOaA 2.0 dienen deze 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.

³ Van den Brenk en van Lil, 2017.

⁴ Van den Brenk 2017.

1.8 Onderzoeksvragen

In het PvE zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:⁵

met betrekking tot oppervlaktekartering

- 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?

met betrekking tot geologische opbouw

- Is het mogelijk om oude geulen en oeverwallen te lokaliseren?
- Zijn de begrenzingen van de oude zandwinlocaties te lokaliseren?

met betrekking tot de gehanteerde geofysische methoden

- In hoeverre beantwoorden de gehanteerde geofysische technieken (in dit gebied) aan de doelstelling om inzicht te krijgen in de opeenvolging en intactheid van afgedekte prehistorische landschappen?

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).

1.9 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.

⁵ Van den Brenk, 2017.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 40. 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 3.

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

2 Methoden en technieken

2.1 Algemeen

Tijdens de geofysische survey zijn een *side scan sonar*, en twee *magnetometers* ingezet.

Het oppervlak van de waterbodem is opgenomen met hoge resolutie *side scan sonar*. Alle objecten en structuren die zich op de waterbodem bevinden, of uit de waterbodem steken, zijn met *side scan sonar* in kaart gebracht. De sonarbeelden zijn ook gebruikt om de verschillende dagzomende sedimenten (zand, klei en veen) in het gebied te karteren. Dit is mogelijk doordat de sterkte van het akoestisch signaal varieert met de samenstelling van het sediment. Hierbij moet wel bedacht worden, dat een dunne mobiele laag kleiige meerbodemaftzettingen bekend als de IJsselmeer Laag onderliggende sedimenten kan maskeren.

Ferromagnetische objecten in de bodem leiden tot een plaatselijke verstoring ('anomalie') van het aardmagnetische veld. Hierdoor is het mogelijk om met een magnetometer (ijzeren) objecten (waaronder eventuele wrakstukken) in de bodem op te sporen. De aard van de begraven objecten kan in beginsel niet worden vastgesteld met een magnetometer. Door het signaal met een lange golflengte van de resultaten van de magnetometer te analyseren kunnen mogelijk afgedekte geulen in kaart worden gebracht.

2.2 Eisen aan de metingen

Aan de uitvoering van de metingen zijn in het PvE de volgende eisen gesteld:

- Er wordt gewerkt vanaf een meetvaartuig met dGPS plaatsbepaling of beter.
- De data worden opgenomen en gepresenteerd in de Nederlandse RD-coördinaten (Rijksdriehoekscoördinaten; Amersfoort RD New);
- De sonar dient een frequentie te hebben van minimaal 400 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.
- De lijnafstand voor opnamen met magnetometer mag maximaal 40 meter bedragen.
- Opname dient zoveel mogelijk plaats te vinden bij rustig weer en het varen van bochten dient te worden vermeden. Dit kan onbruikbare data opleveren.

2.3 Meetvaartuig en apparatuur

De veldopnamen zijn uitgevoerd in de periode 10 tot en met 15 januari 2018 met het meetvaartuig *Storm* van DEEP uit Amsterdam. DEEP survey B.V. is een ISO 9001 en OSHAS 18001 gecertificeerd bedrijf en geeft de hoogste prioriteit om de werkzaamheden op veilige wijze uit te voeren en een hoge kwaliteit van de meetproducten te waarborgen.



Afbeelding 3. Meetvaartuig 'Storm'

De volgende personen waren betrokken bij het veldonderzoek:

Naam	Functie	Bedrijf
Rein Ritzema	Hydrografisch surveyor	DEEP BV
Bennie Loeve	Schipper	DEEP BV
Tirza Ricker	Stagiaire	DEEP BV
Roel Koot	Projectmanager	DEEP BV
Seger van den Brenk	Projectleider	Periplus Archeomare BV

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.

Multibeam

Voor het verzamelen van dieptegegevens op de turbinelocaties en de tussenliggende tracés zijn tijdens de opnamen met *side scan sonar* en magnetometer ook opnamen gemaakt met een R2Sonic 2024 multibeam echosounder systeem met een frequentie van 300 kHz. Het bereik van de multibeam was ingesteld op maximaal wat met de waterdiepte in de praktijk overeenkomt met een stook van ca 14 meter op de gevaren lijn.

Side scan sonar

Tijdens de survey is gebruik gemaakt van een Edgetech 4125 *dual frequency side scan sonar* met een frequentie van 400 en 700 kHz. De sidescan sonar is bevestigd op een uithouder op de boeg van de Storm. De sonarvis gesleept op een diepte van maximaal één meter onder het wateroppervlak. De positie van de sonarvis is berekend aan de hand van de layback ten opzicht van de SGPS antenne op de mast van de Storm. De data is ingewonnen met behulp van Sonar Pro en QINSy v. 8.1 software.

De *side scan sonar* en *magnetometer* data zijn gelijktijdig opgenomen. In totaal zijn 30 vaarlijnen parallel aan de lengterichting van het plangebied opgenomen, en 16 dwarslijnen. De totale lengte van de vaarlijnen bedroeg ruim 130 kilometer. De afstand tussen de lijnen bedroeg 40 meter.

Het bereik van de *side scan sonar* was 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.

Magnetometer

Voor het in kaart brengen van ferromagnetische objecten op en in de waterbodem is gebruik gemaakt van twee Geometrics G882 magnetometers. Elke magnetometer is geplaatst onder een eigen vlot, met daarop een GPS-antenne, voor nauwkeurige plaatsbepaling. Aan weerszijden van de boot waren uithouders bevestigd waaraan de magnetometers werden gesleept. Zodoende kon er een onderlinge afstand van ongeveer vijf meter tussen de twee magnetometers worden aangehouden.



Afbeelding 4. Sleepopstelling van de magnetometers

Een magnetometer meet het aardmagnetisch veld en geeft dit weer in nanotesla (nT), eventuele verstoringen in het aardmagnetisch veld, veroorzaakt door ferromagnetische (ijzerhoudende) objecten worden als afwijkingen in dit veld waargenomen.

Geluidssnelheid

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

2.4 Interpretatie en rapportage

De interpretatie van de *side scan sonar* data is uitgevoerd door Seger van den Brenk en Robert van Lil (beiden KNA senior prospector specialisme waterbodems) van Periplus Archeomare BV. De magnetometerdata is verwerkt door Robert van Lil en Martin Koelman van DEEP B.V. Het rapport is geautoriseerd door Bart van Mierlo, senior prospector specialisme waterbodems van Periplus.

De resultaten zijn geïntegreerd met de resultaten van het eerder uitgevoerde onderzoek⁶ in de vaarweg Molenrak. Dit plangebied grenst aan het onderhavige onderzoeksgebied en is opgenomen in juni 2017 met vergelijkbare meetapparatuur.

⁶ Van den Brenk e.a., 2017

3 Resultaten

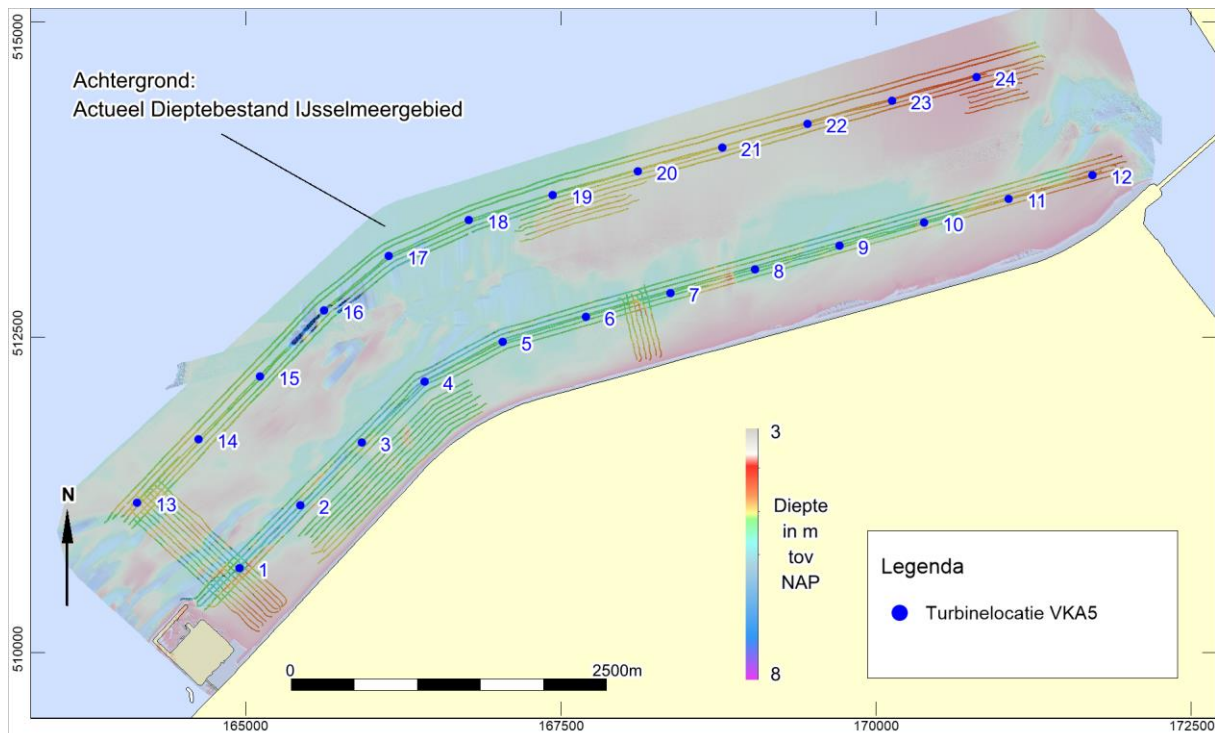
3.1 Algemeen

In totaal zijn circa 130 vaarkilometers *side scan sonar*, *magnetometer* en *multibeam*, verdeeld over 46 lijnen doorlopen, 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 verschillende 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.
- Grotere doorlopende structuren op magnetometermozaïek: door alle afzonderlijk gevaren lijnen naast elkaar te presenteren is een *magnetometer*mozaïek gemaakt waarop doorlopende structuren zoals prehistorische begraven geulen zichtbaar gemaakt zijn.
- Puntlocaties per gevaren lijn: hierbij zijn alle afzonderlijk gevaren lijnen doorlopen en zichtbare contacten genoteerd en geverifieerd op aangrenzende lijnen.

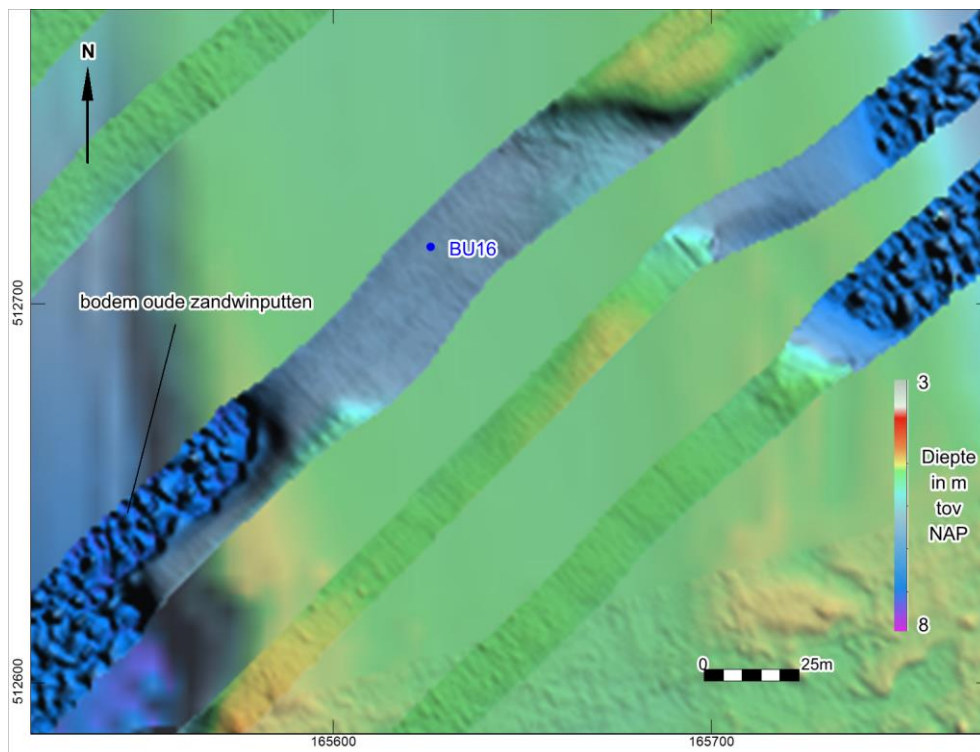
3.2 Multibeamopnamen

Tijdens de geofysische opnamen zijn ook dieptegegevens verzameld met een multibeam echosounder. Per vaarlijn is een strook waterbodem met een gemiddelde breedte van 14 meter in hoge resolutie (2 tot 60 waarnemingen per vierkante meter) opgenomen.



Afbeelding 5. Multibeamopnamen gecombineerd met het Actueel Dieptebestand IJsselmeergebied

De resultaten sluiten goed aan bij het actueel Dieptebestand IJsselmeergebied (versie 2013, resolutie 5x5 meter) maar tonen natuurlijk veel meer detail.



Afbeelding 6. Detail van de opnamen rond windturbine locatie BU16

Op basis van de *multibeam* gegevens is de exacte waterdiepte ten opzicht van NAP per turbine locatie bepaald. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Turbine	RDx	Rdy	Diepte	Turbine	RDx	Rdy	Diepte
BU01	164953	510670	-4.80	BU13	164140	511193	-4.67
BU02	165438	511168	-5.18	BU14	164628	511692	-4.69
BU03	165923	511666	-4.85	BU15	165115	512192	-4.79
BU04	166423	512149	-5.20	BU16	165626	512715	-5.79
BU05	167040	512464	-5.08	BU17	166138	513145	-4.96
BU06	167705	512666	-4.88	BU18	166771	513431	-4.86
BU07	168374	512852	-4.89	BU19	167440	513630	-4.83
BU08	169044	513039	-4.95	BU20	168113	513817	-4.74
BU09	169713	513225	-4.90	BU21	168785	514004	-4.69
BU10	170383	513412	-4.95	BU22	169458	514190	-4.65
BU11	171052	513598	-4.66	BU23	170130	514377	-4.42
BU12	171722	513785	-4.44	BU24	170803	514564	-4.25

Tabel 3. Posities van de geplande windturbines met diepte op basis van multibeam

De originele gevalideerde dieptebestanden zijn opgenomen op de CD in bijlage 3.

3.3 Side scan sonar

Mozaïek

Alle *side scan sonar* opnamen (inclusief de bestaande opnamen van de vaarweg Molenrak) zijn gecombineerd tot een mozaïek. Het resultaat is weergegeven op een A3 kaart in bijlage 2. Op het mozaïek zijn donkere en lichtere gebieden zichtbaar. Dit verschil in reflectie wordt veroorzaakt door kleine verschillen in samenstelling van de waterbodem. De lichte gebieden, met een relatief sterke akoestische reflectie bestaan uit de natuurlijke oorspronkelijke waterbodem (zandige klei volgens de geologische atlas van het IJsselmeergebied⁷). De donkere gebieden met een zwakke akoestische reflectie bestaan uit dichtgeslibde oude zandwinputten. In het hele gebied zijn duidelijke 'littekens' zichtbaar. Dit zijn sleepsporen veroorzaakt door ankers of scheepskielen/zwaarden.

Individuele side scan sonar contacten

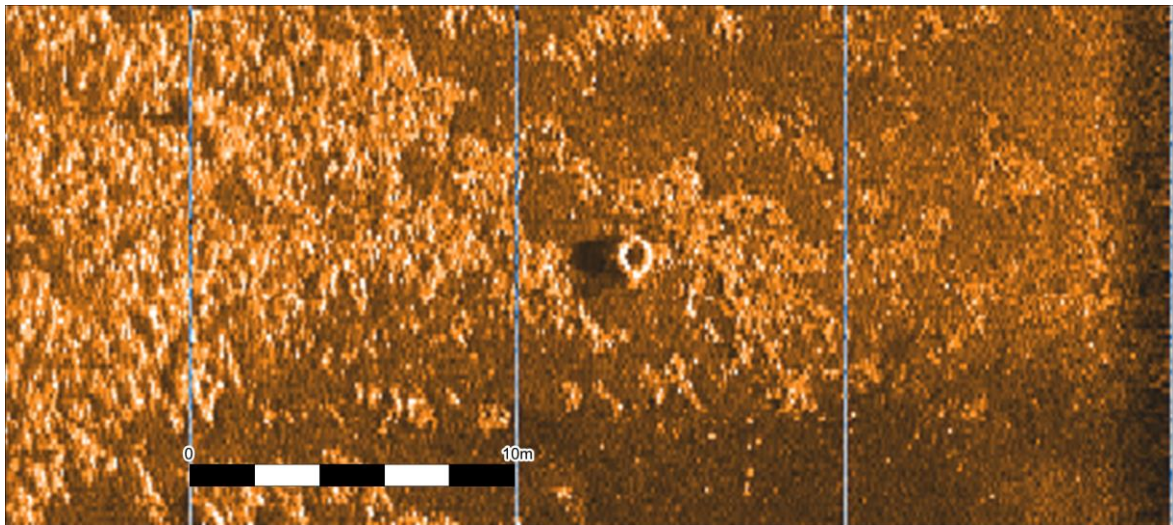
In totaal zijn op 147 locaties contacten waargenomen met *side scan sonar*. Een samenvatting van de interpretatie is weergegeven in onderstaande tabel.

Interpretatie	Aantal
Autoband	25
Bodemverstoring	5
Kabel	16
Onbekend object	82
Sleepspoor	1
Stenen	18
Totaal	147

Tabel 4. Samenvatting van de aangetroffen side scan sonar contacten.

Op 25 locaties zijn auto- of vrachtwagenbanden aangetroffen. Dit soort banden worden gebruikt als stootkussens bij schepen en regelmatig verloren.

⁷ Lenselink en Menke, 1993

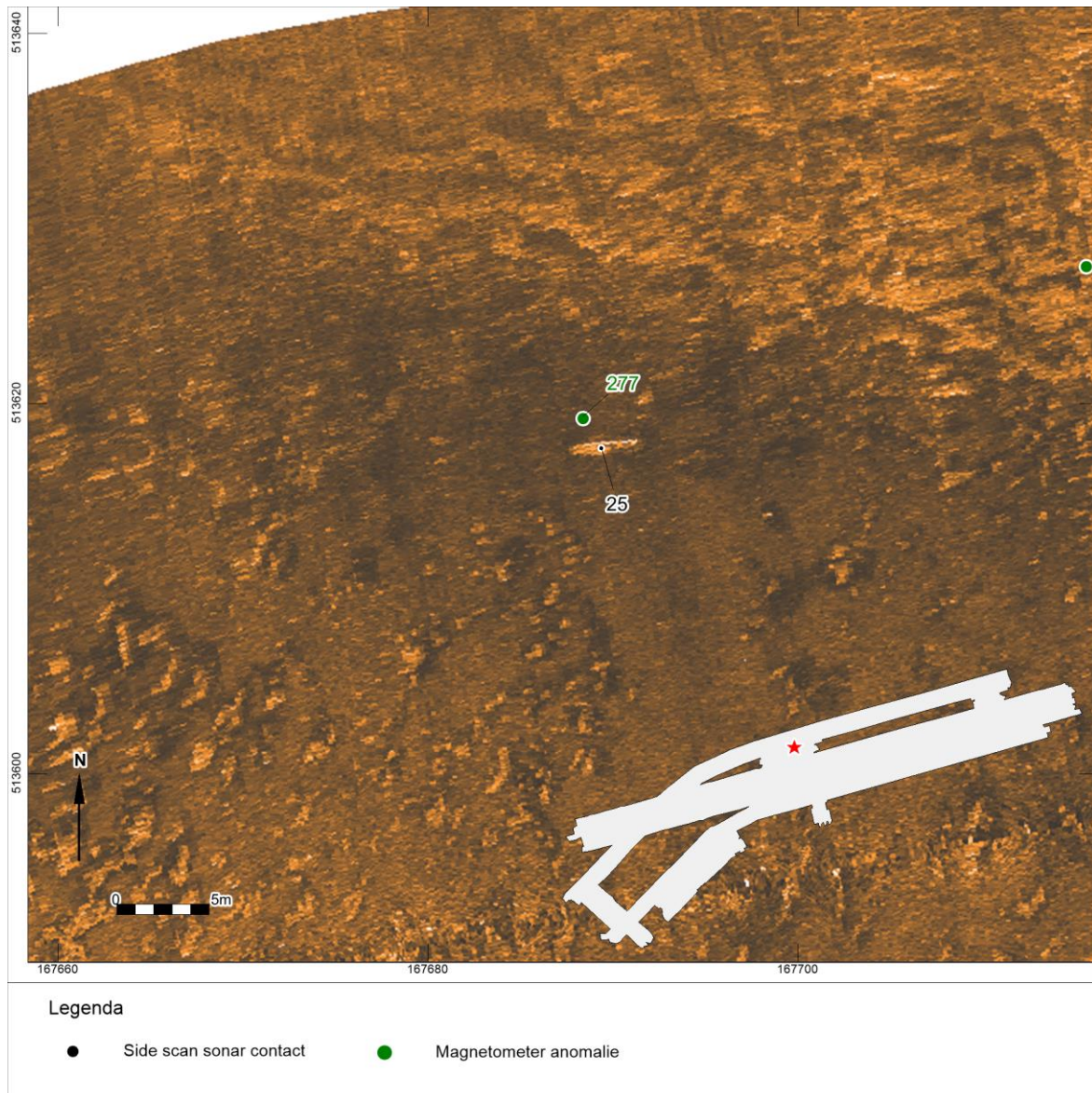


Afbeelding 7. Voorbeeld van een autoband in het gebied

Op verschillende locaties zijn 'littekens' zichtbaar op de waterbodem. Dit zijn sleepsporen die veroorzaakt zijn door ankers of kielen van schepen. Een groter sleepspoor is apart als sonarcontact aangemerkt.

Op vijf locaties zijn lokale bodemverstoringen aangetroffen die gerelateerd kunnen worden aan ankersleepsporen of zandwinning in het verleden. Op zestien locaties liggen losse stukken kabel die verloren of gedumpt zijn.

Op 82 locaties zijn contacten aangetroffen die vanwege de over het algemeen geringe afmetingen (kleiner dan één meter) niet nader geïnterpreteerd konden worden. Deze zijn dan ook geclassificeerd als onbekende objecten. Hieronder worden een aantal voorbeeld gegeven van relatief grote objecten.



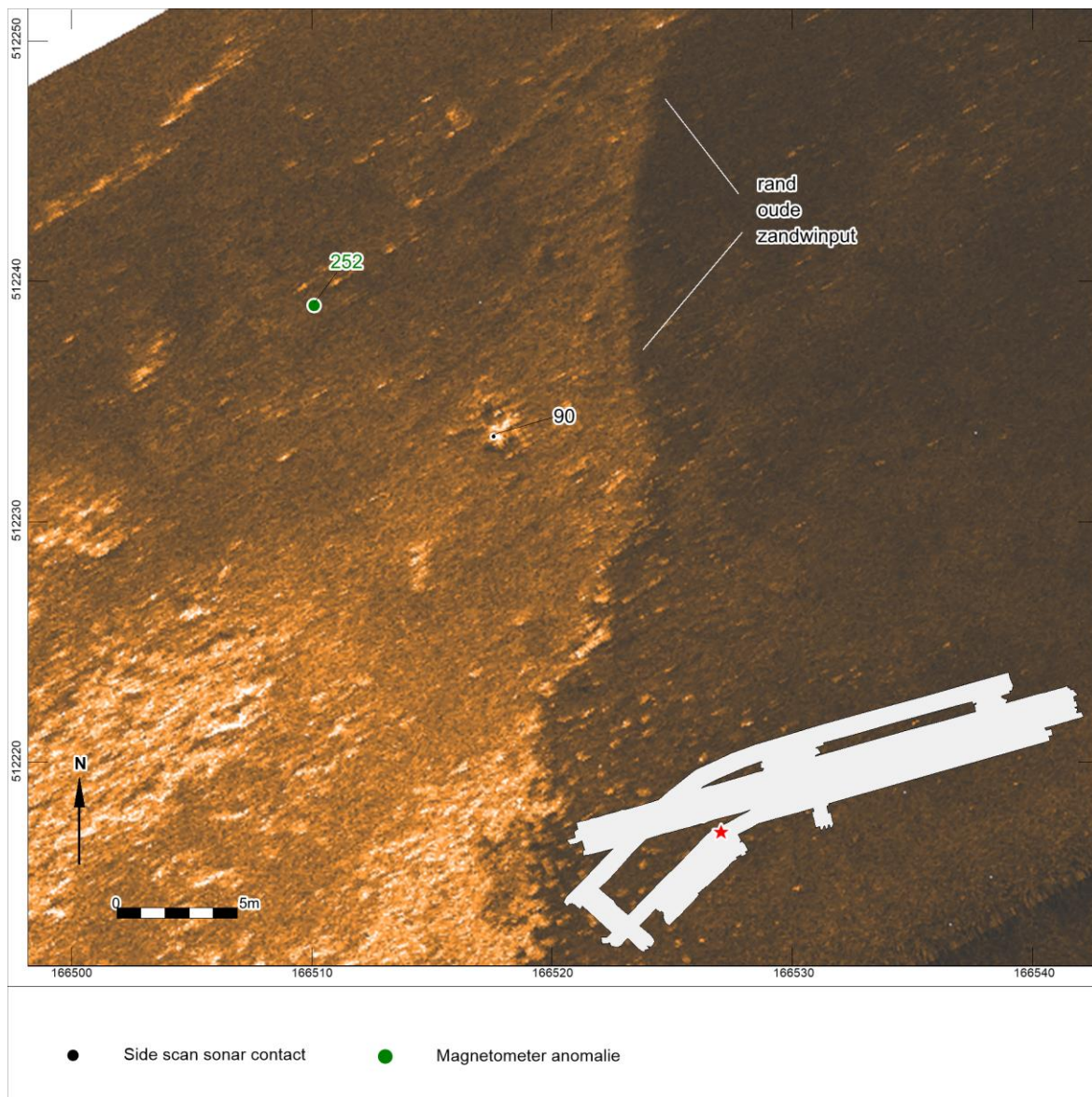
Afbeelding 8. Sonarbeeld van contact 25; een langwerpig object

Contact 25 is een langwerpig object met afmetingen 4.2x0.7x0.1m. Op de locatie is ook een magnetische anomalie waargenomen (nr 277, 29nT) wat betekent dat het object ijzer bevat. In de omgeving zijn geen andere objecten aangetroffen. Waarschijnlijk gaat het hier om een stuk schroot dat verloren of gedumpt is. Aan het object is geen archeologische verwachting toekend. Het object ligt 250 meter ten oosten van de geplande windturbine locatie BU19.



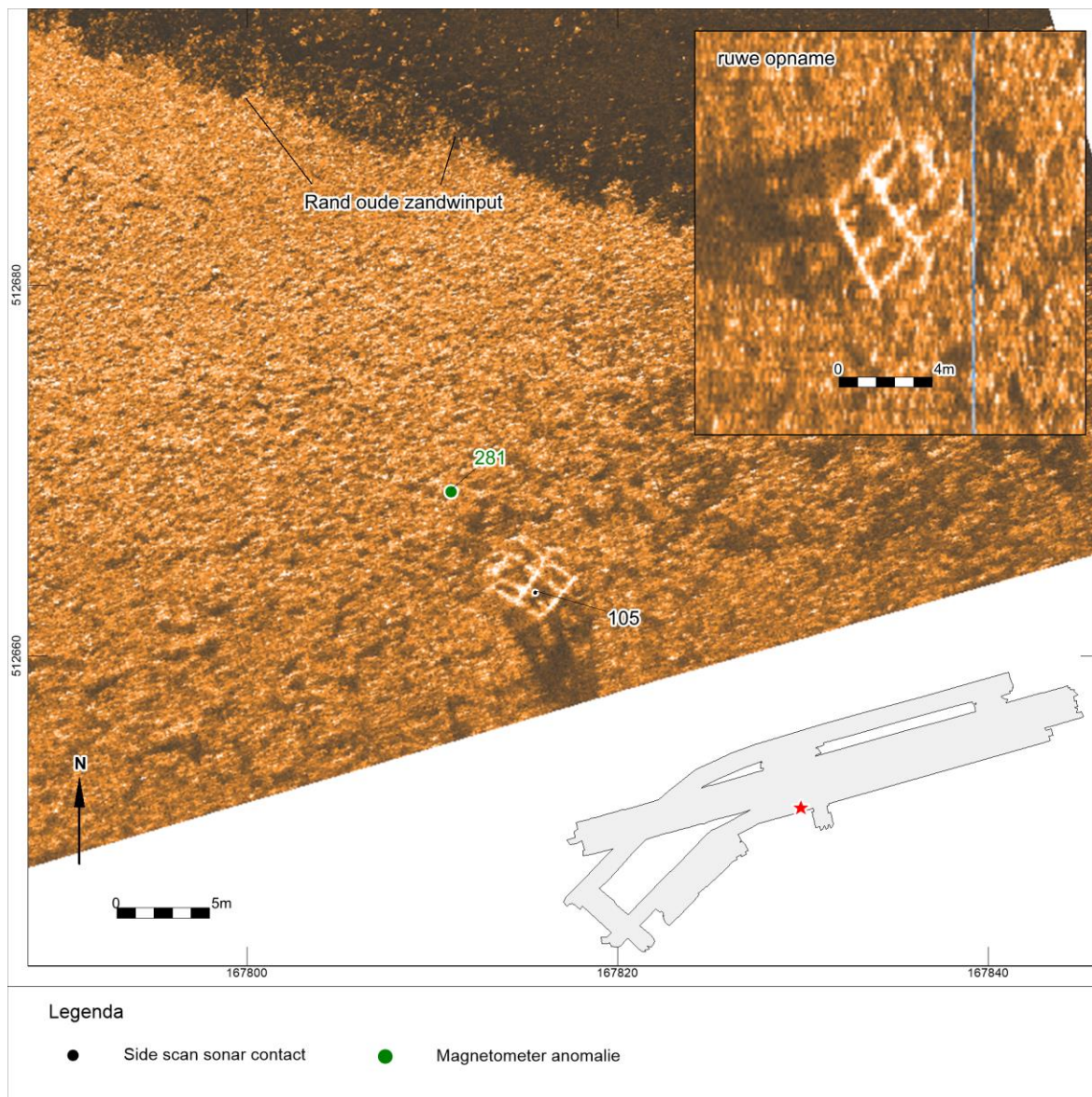
Afbeelding 9. Sonarbeeld van contact 43, een cluster van langwerpige objecten.

In het uiterste zuidwesten van het onderzoeksgebied, op 400 meter ten zuidwesten van geplande turbinelocatie BU01 ligt een cluster van langwerpige objecten. De individuele objecten hebben een lengte tot 2 meter en een breedte van minder dan 1 meter. Op de enkele vaarlijn zijn ook magnetische anomalieën tot 20nT waargenomen die zeer waarschijnlijk aan de objecten gerelateerd kunnen worden. Vermoedelijk betreft het hier recent schroot dat verloren of gedumpt is. De object hebben geen archeologische verwachting. Deze objecten zouden een risico kunnen zijn in de constructiefase van het project. Geadviseerd wordt deze objecten te verwijderen voorafgaand aan de constructiefase.



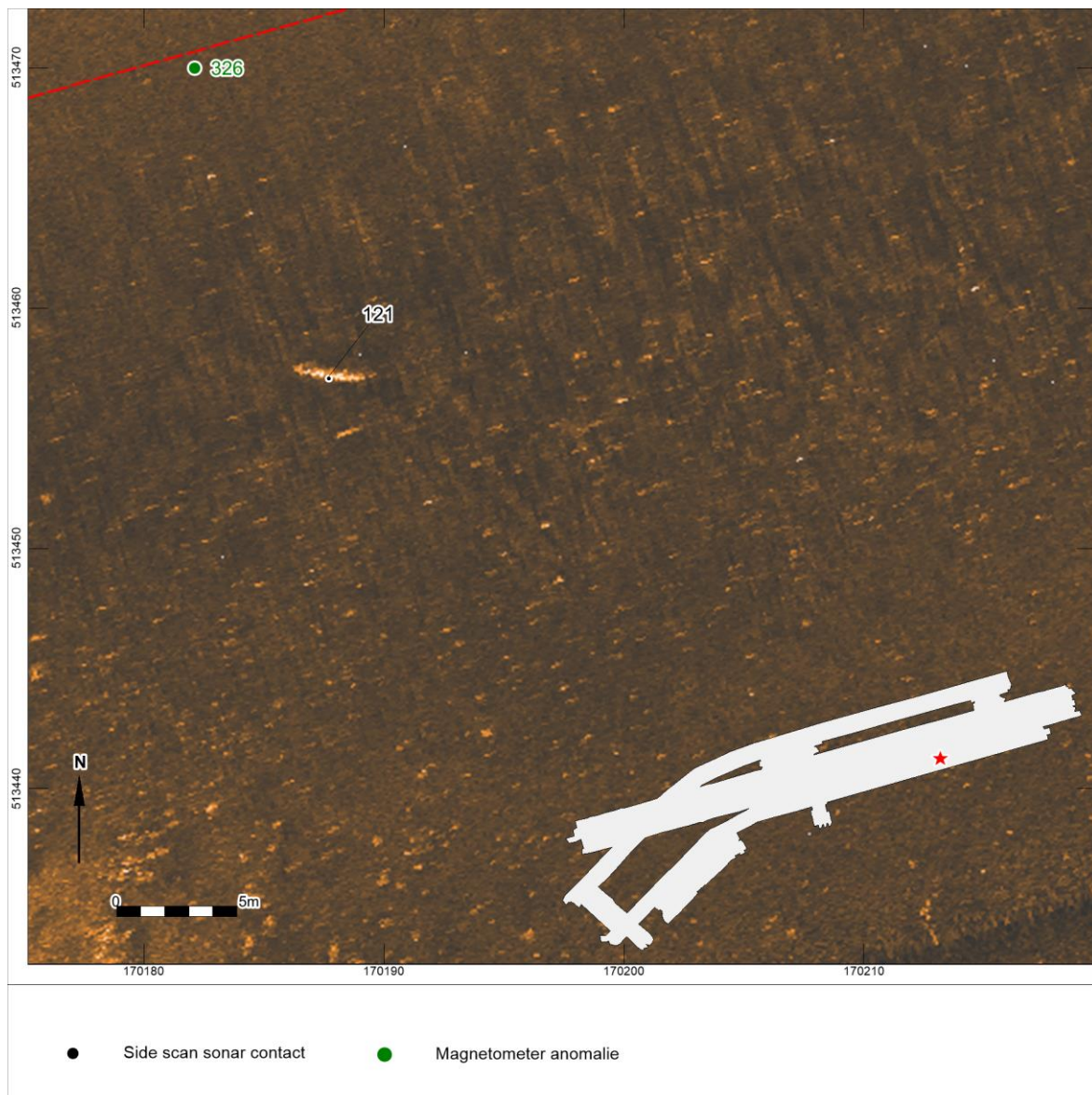
Afbeelding 10. Sonarbeeld van contact 90, een klein object op de rand van een zandwinput.

Contact 90 is een klein object (0.9x0.7x0.1m) met een sterke akoestische reflectie dicht bij de rand van een oude zandwinput, op 120 meter ten noordoosten van de geplande windturbine locatie BU04. Op de locatie is ook een magnetische anomalie (19nT) waargenomen, wat betekent dat het object ijzer bevat. Vermoedelijk betreft het hier recent schroot dat verloren of gedumpt is. Het object heeft geen archeologische verwachting.



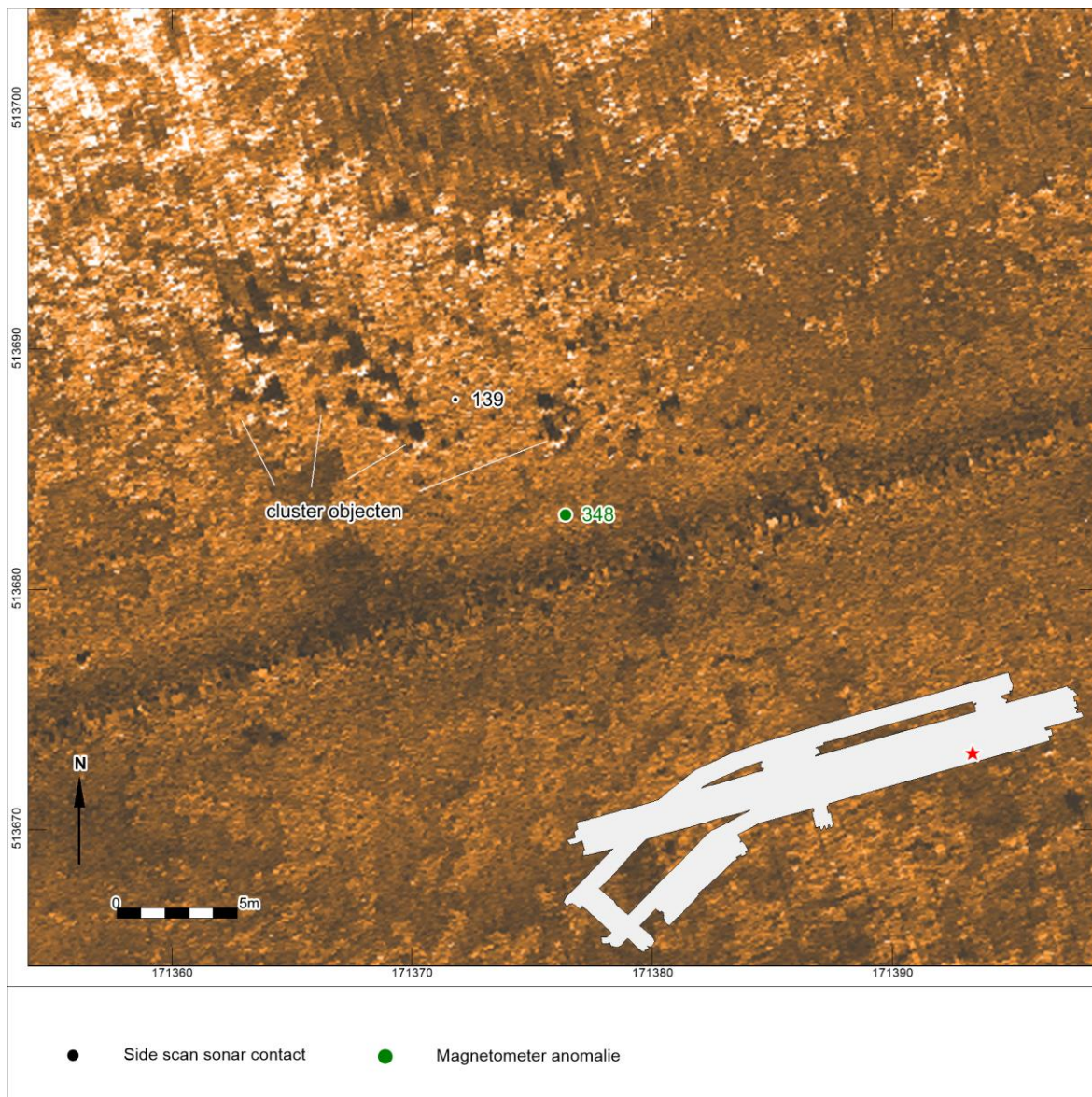
Afbeelding 11. Sonarbeeld van contact 105, een roostervormig object

Contact 105 is een roostervormig object met afmetingen 4.5 x 3.5 x 0.5 meter. Op de locatie is een relatief grote magnetische anomalie waargenomen (113 nT) wat betekent dat het object ijzer (ca 50 kg) bevat. Vermoedelijk is dit een ijzeren rooster dat verloren of gedumpt is. Aan het object is geen archeologische verwachting toegekend. Get object ligt 140 meter ten oosten van de geplande windturbine BU05.



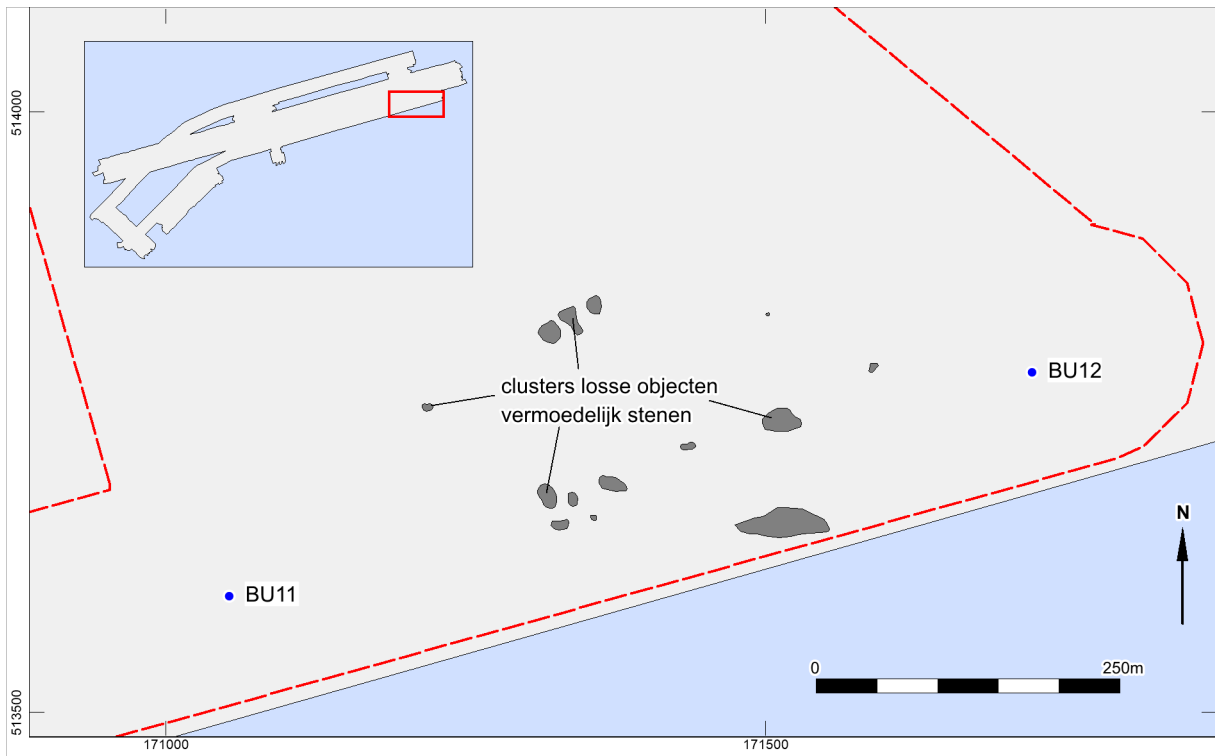
Afbeelding 12. Sonarbeeld van contact 121, een langwerpig object in een oude zandwinput

Contact 121 is een langwerpig object met afmetingen 3.4x0.7x0.1m. Op de locatie is ook een magnetische anomalie waargenomen (nr 326, 58nT) wat betekent dat het object ijzer bevat. In de omgeving zijn geen andere objecten aangetroffen. Waarschijnlijk gaat het hier om een stuk schroot dat verloren of gedumpt is. Het object heeft geen archeologische verwachting.



Afbeelding 13. Sonarbeeld van contact 139, een cluster van contacten, waarschijnlijk losse stenen

In het zuidoosten van het onderzoeksgebied, tussen de geplande windturbine locaties BU11 en BU12 zijn meerdere clusters van kleine objecten, waarschijnlijk stenen aangetroffen. Bij enkele van de clusters zijn ook magnetische anomalieën aangetroffen. Mogelijk worden deze veroorzaakt doordat de stenen ijzermineralen bevatten (basaltstenen). Deze objecten zouden een risico kunnen zijn in de constructiefase van het project. Geadviseerd wordt deze objecten te verwijderen voorafgaand aan de constructiefase.



Afbeelding 14. Verspreiding van de clusters stenen tussen BU11 en BU12

Aan geen van de aangetroffen *side scan sonar* contacten is een archeologische verwachting toegekend.

In bijlage 1 is een tabel opgenomen met de beschrijving van alle 147 contacten. Gegeorefereerde *side scan sonar* afbeeldingen en het samengestelde sonar mozaïek zijn opgenomen op de CD in bijlage 3.

3.4 Magnetometer

In totaal zijn 240 significante magnetische afwijkingen of anomalieën waargenomen en gerapporteerd. Een aantal van de anomalieën komt overeen met objecten die ook zijn aangetroffen met de *side scan sonar*, zoals losse stukken kabel. Deze zijn besproken in paragraaf 3.3.

Magnetische anomalieën	Aantal
< 50 nT	212
50 tot 100 nT	12
> 100 nT	16
Totaal	240

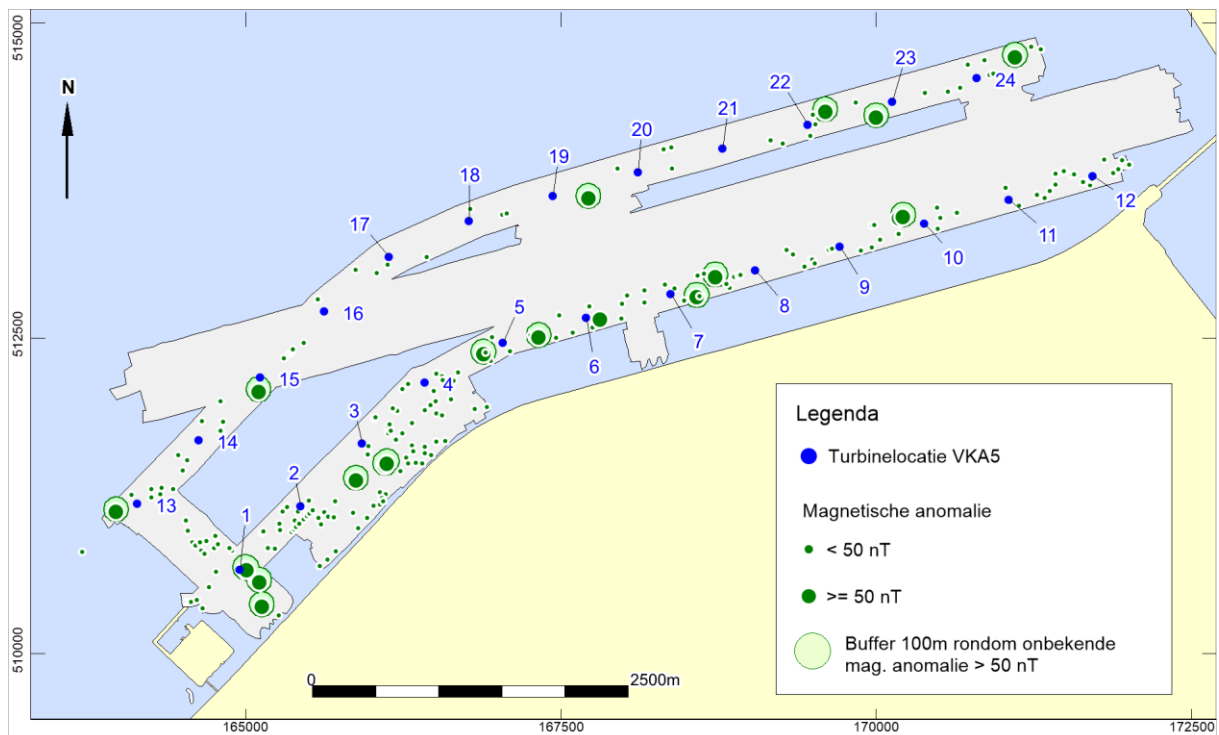
Tabel 5. Samenvatting van de waargenomen magnetische anomalieën

De waarde van de magnetische anomalieën wordt weergegeven in nanoTesla ten opzichte van het normale magnetische veld. De grootte van de afwijking is afhankelijk van het gewicht van het ferromagnetisch object dat de anomalie veroorzaakt, en de afstand tot de magnetometer. De afstand van de magnetometers tot de waterbodem had een vrijwel constante waarde van 3 tot 3,5 meter. Als het object dat de anomalie veroorzaakt recht onder de magnetometer ligt dan geldt de volgende vuistregel voor wat betreft het gewicht aan ijzer:

Magnetische anomalieën	Gewicht van het object
50 nT	20 kg
100 nT	50 kg

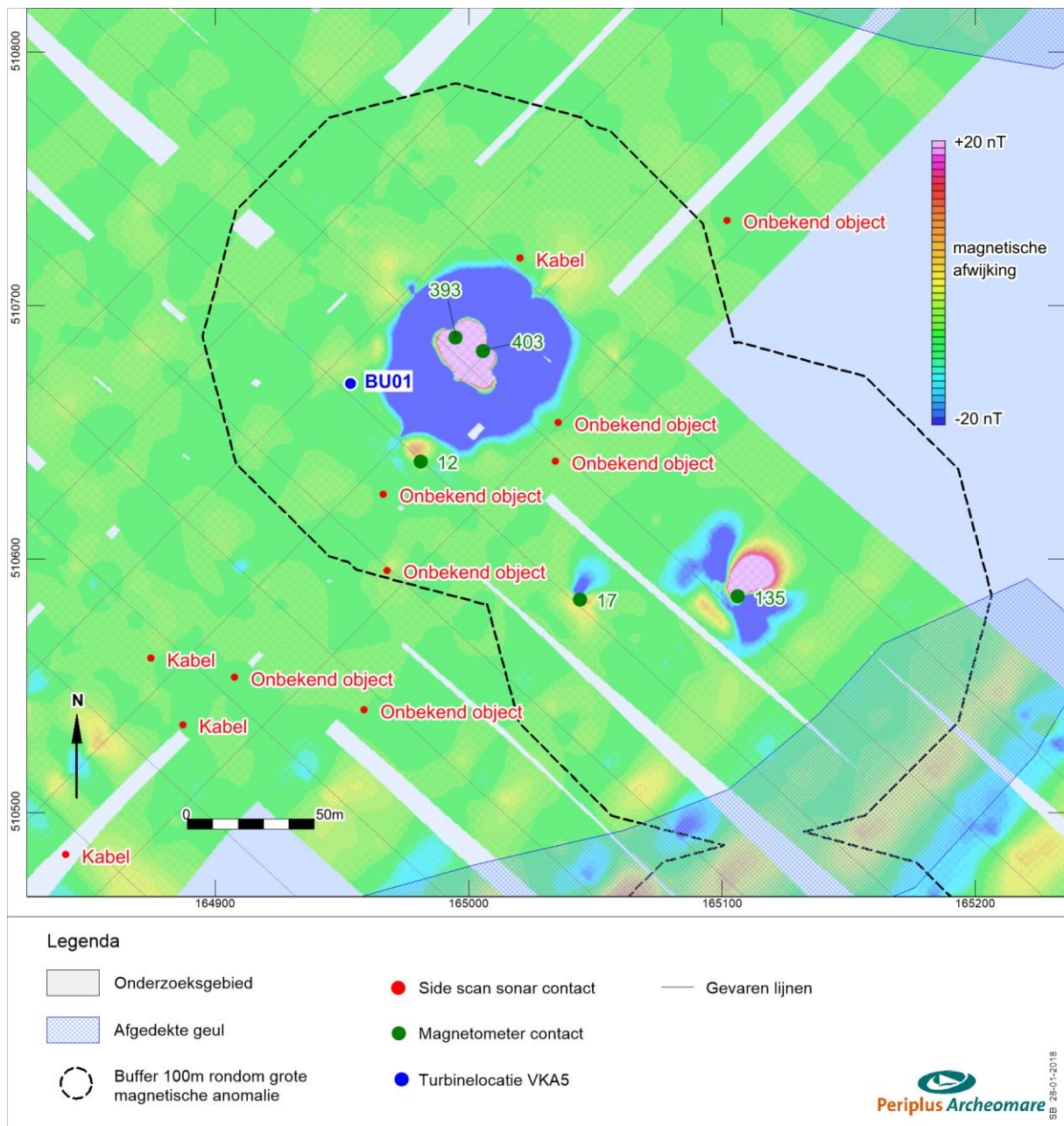
Met de gemiddelde lijnafstand van 25 tot 40 meter is de kans natuurlijk groot dat de magnetometer niet recht over het object is gevaren. Dat betekent dat de gewichten in werkelijkheid groter kunnen zijn. De bovengenoemde gewichten geven dus het minimum aan.

In totaal kunnen 23 van de in totaal 240 waargenomen anomalieën gerelateerd worden aan zichtbare objecten (*side scan sonar*contacten) op de waterbodem. Dat betekent, dat de overige 217 anomalieën veroorzaakt worden door ijzerhoudende objecten die afgedekt in de waterbodem liggen. Achttien van deze anomalieën hebben een uitslag van meer dan 50nT. Het kan niet worden uitgesloten dat zich hieronder objecten met een archeologische waarde bevinden. Zolang deze objecten niet nader geïdentificeerd zijn, wordt geadviseerd om deze locaties inclusief een bufferzone van 100 meter te vermijden bij de voorgenomen werkzaamheden.



Afbeelding 15. Overzicht van de aangetroffen magnetische anomalieën

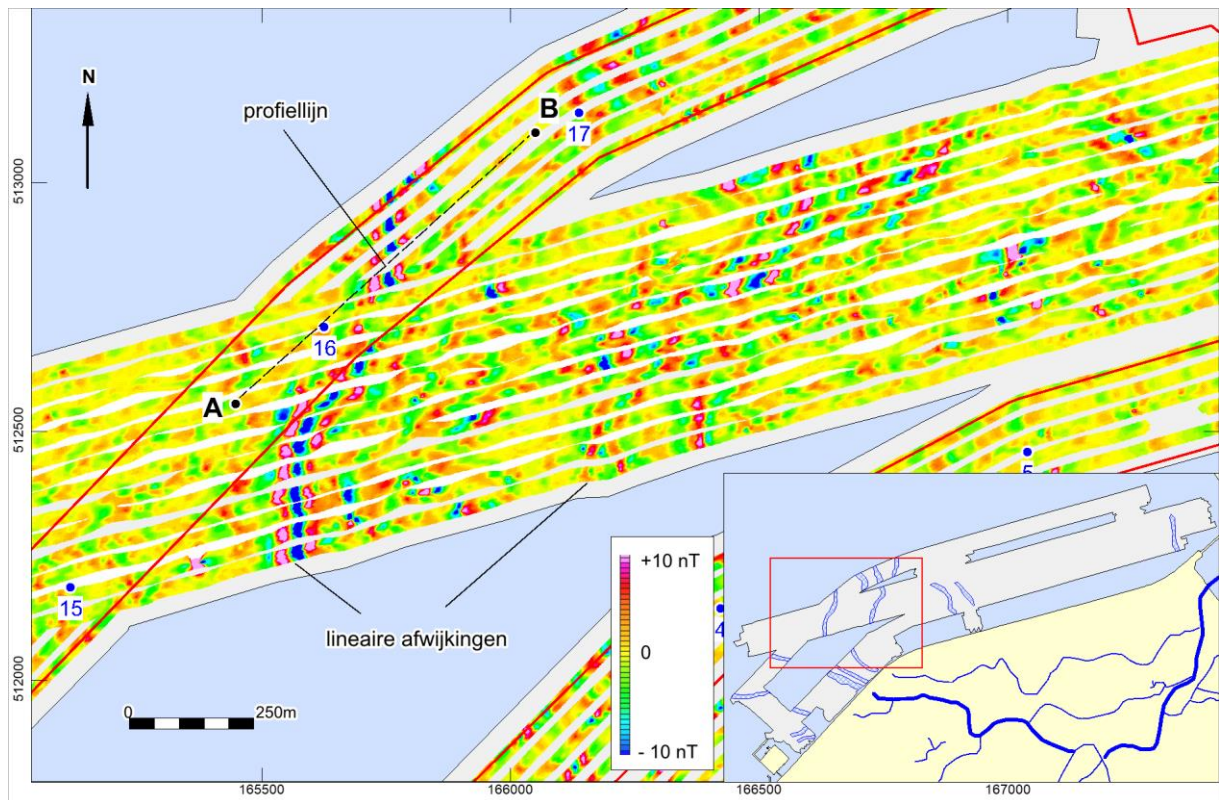
Eén van de geplande turbinelocaties (BU01) valt binnen 100 meter van een zone met anomalieën groter dan 50 nT. Binnen- en rond deze zone zijn wel (kleine) objecten aangetroffen met *side scan sonar*, maar deze kunnen niet worden gerelateerd aan de grote (393-403 nT) magnetische anomalieën. Op deze locatie ligt dus een ijzerhoudend object (> 100 kg) in de waterbodem waarvan niet kan worden uitgesloten dat het om archeologische resten (bijvoorbeeld wrakresten) gaat.



Afbeelding 16. Detailkaart van turbinelocatie BU01 met magnetische anomalieën

De locatie van de magnetische anomalieën ligt ook in de buurt van de potentiële kabel tracés naar BU02 en BU013.

In het westelijk deel van het onderzoeksgebied zijn een aantal duidelijk lineaire magnetische anomalieën zichtbaar die niet gerelateerd kunnen worden aan kabels of pijpleidingen. Deze magnetische lineaties hebben veel overeenkomsten met waarnemingen die in 2015 zijn gedaan in een onderzoeksgebied bij de Houtribdijk bij Enkhuizen⁸ en het onderzoek uitgevoerd in de vaarweg Molenrak in 2017. Nader onderzoek toonde aan dat deze lineaties veroorzaakt worden door oude afgedekte geulen en krekens. Een voorbeeld hiervan wordt weergegeven in afbeelding 17.

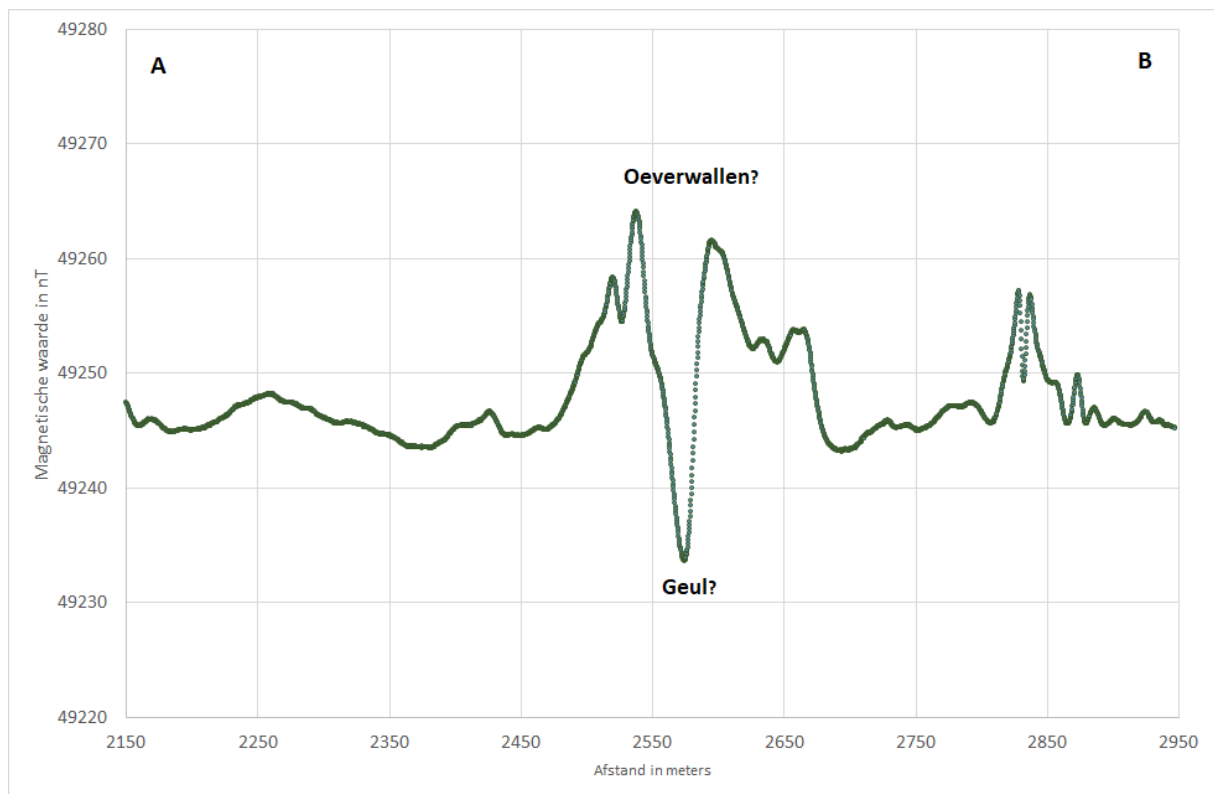


Afbeelding 17. Voorbeeld van magnetische lineaties

De lineaties worden veroorzaakt door opgevulde geulen in de ondergrond, waarbij het idee is dat de oeverwallen meer (ijzerhoudend) klei bevatten dan de zandige opvulling van de geulen zelf. Huisman⁹ suggereert dat ook in zout water gevormde gekristalliseerde ijzerkristallen (pyriet) afkomstig van ijzer dat zich ophoopt rondom rietstengels langs krekens en rivieren een bijdrage leveren. Dit idee moet nog nader worden onderzocht.

⁸ Van den Brenk en van Lil, 2016

⁹ E-mail H. Huisman, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

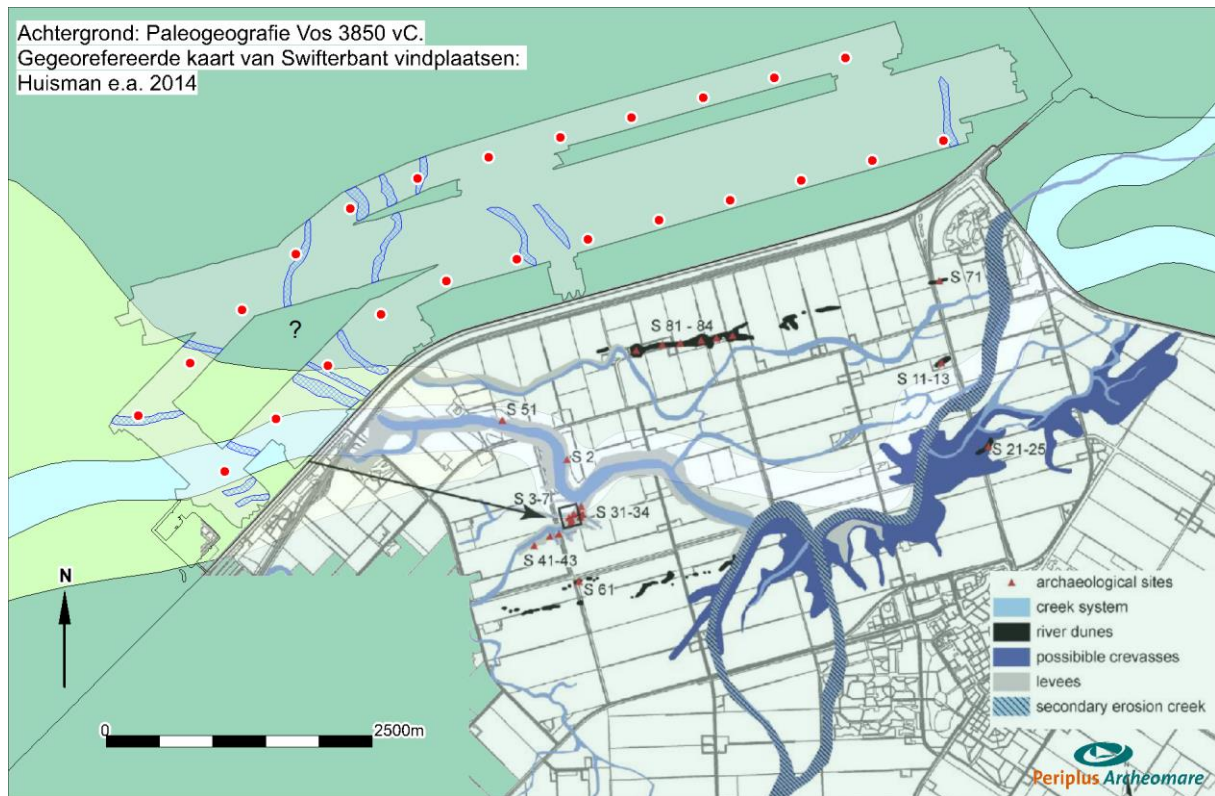


Afbeelding 18. Magnetisch profiel over een mogelijke geul tussen BU16 en BU17

Ten zuiden van het plangebied, in de Flevopolder, is het patroon van getijdengeulen en rivierduinen in het kader van archeologisch onderzoek in kaart gebracht.¹⁰ Binnen de opeenvolging van oeverafzettingen van kreken, prielen en mogelijk crevasses zijn nederzettingen van de Swifterbantcultuur aangetroffen. Het gaat dan vooral om de oeverwallen die tot 1 meter onder het maaiveld liggen, ofwel tot -5,5 meter NAP. Afbeelding 19 toont een projectie van het kaartje met kreken en daaraan gerelateerde vindplaatsen op de paleogeografische kaart van 3850 v. Chr.¹¹ Het patroon van geïnterpoleerde magnetische anomalieën en de kartering van magnetische lineaties is eveneens weergegeven. De dimensies en spatiëring van de geulen is vergelijkbaar met die van de magnetische lineaties, alleen de oriëntatie verschilt. Het is niet uitgesloten dat de veronderstelde geulen in het plangebied aansluiten op het krek patroon ten noordwesten van Swifterbant.

¹⁰ Louwe Kooijmans 2005.

¹¹ Vos 2013.



Afbeelding 19. Correlatie tussen bekende geulen en vindplaatsen gerelateerd aan deze geulen en magnetische anomalieën in het plangebied (paleolandschap 3850 v.Chr.)

Van de in totaal 24 geplande windturbinelocaties liggen zes locaties (nrs. 6, 12, 13, 16, 17 en 18) op- of direct in de buurt van de vermoedelijke oeverwallen.

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

4 Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten worden de onderzoeksvragen beantwoord.

met betrekking tot oppervlaktekartering

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 147 individuele sonarcontacten gekarteerd, geanalyseerd en gerapporteerd. Met de magnetometers zijn 240 (relatief kleine) anomalieën waargenomen. 23 van deze anomalieën kunnen gerelateerd worden aan *side scan sonar* contacten.

Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?

Alle gerapporteerde contacten zijn in principe van antropogene aard. Natuurlijk objecten 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 totaal zijn op 147 locaties contacten waargenomen met *side scan sonar*. Een samenvatting van de interpretatie is weergegeven in onderstaande tabel.

Interpretatie	Aantal
Autoband	25
Bodemverstoring	5
Kabel	16
Onbekend object	82
Sleepspoor	1
Stenen	18
Totaal	147

Op 82 locaties zijn contacten aangetroffen die vanwege de over het algemeen geringe afmetingen (kleiner dan één meter) niet nader geïnterpreteerd konden worden. Deze zijn dan ook geclassificeerd als onbekende objecten. Waarschijnlijk gaat dit om recente verloren of gedumpte objecten. Aan geen van de waargenomen *side scan sonar* contacten is een archeologische verwachting toegekend. De objecten kunnen wel obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

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 geen van de waargenomen *side scan sonar* contacten is een archeologische verwachting toegekend.

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

Geen van de gerapporteerde contacten is geïnterpreteerd als een natuurlijk fenomeen.

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 delen van het onderzoeksgebied hebben recentelijk en in het verleden zandwinactiviteiten plaatsgevonden. Deze delen zijn duidelijk zichtbaar in de sonaropnamen.

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?

Slijpgeulen als gevolg van stroming rondom objecten zijn niet aangetroffen en werden ook niet verwacht.

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?

Nabij de geplande locatie voor Windturbine BU01 zijn enkele grote (>100nT) magnetische anomalieën waargenomen die niet direct gerelateerd kunnen worden aan zichtbare objecten aan het waterbodempoppervlak. Deze anomalieën worden veroorzaakt door afgedekte ferromagnetische (ijzerhoudende) objecten met een minimaal gewicht van 50 kg. Dit is waarschijnlijk recent materiaal (stukken kabels, een verloren anker of ander schroot) maar het kan niet worden uitgesloten dat het hier om historische wrakresten gaat. In eerste instantie wordt daarom geadviseerd om in een straal van 100 meter rondom deze locaties geen bodemverstoringende activiteiten te ondernemen. Om vast te stellen of het inderdaad om archeologische objecten gaat kan een aanvullend onderzoek (bijvoorbeeld detailonderzoek met *magnetometer/gradiometer* in een dicht lijnenpatroon) worden uitgevoerd.

met betrekking tot geologische opbouw

Is het mogelijk om oude geulen en oeverwallen te lokaliseren?

Ja, de magnetometer survey heeft geresulteerd in een aantal magnetische lineaties die veroorzaakt worden door geul- en oeverafzettingen in de ondergrond. Gegevens van bestaande boringen lijken de aanwezigheid van deze geulen te bevestigen. De lineaties lijken te correleren met geulen die ten noorden van Swifterbant in de Flevopolder in kaart zijn gebracht. Uit archeologisch oogpunt is dit een belangrijke conclusie, omdat op de oevers van kreken ten noorden van Swifterbant waardevolle archeologische vindplaatsen zijn aangetroffen.

Zijn de begrenzingen van de oude zandwinlocaties te lokaliseren?

Ja. De oude zandwinputten zijn dichtgeslibd waardoor ze een groot akoestisch contrast vormen met de omringende ongestoorde waterbodem. Binnen de 1064 hectare onderzoeksgebied (inclusief de toekomstige vaargeul Molenrak) bedraagt de oppervlakte van de oude zandwinputten 263 hectare. Dit komt neer op 25% van het totaal. De oorspronkelijke diepte van de putten is met de gebruikte apparatuur net vast te stellen. Op basis van historische kaarten bedroeg deze maximale negen meter ten opzichte van de huidige waterbodem.

met betrekking tot de gehanteerde geofysische methoden

In hoeverre beantwoorden de gehanteerde geofysische technieken (in dit gebied) aan de doelstelling om inzicht te krijgen in de opeenvolging en intactheid van afgedekte prehistorische landschappen?

Door de interpolatie van magnetische anomalieën komen patronen van lineaties naar voren die verband houden met afgedekte getijdengeulen en oeverwallen. De intactheid van de afzettingen kan met deze methode echter niet worden vastgesteld. Ook is het niet mogelijk om de ouderdom van de geulen vast te stellen.

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

5 Conclusies en aanbevelingen

In totaal is 1064 hectare waterbodem onderzocht met *side scan sonar en magnetometers*.

Aan het bodemoppervlak zijn in totaal 147 individuele contacten aangetroffen. Het merendeel van de contacten bestaat uit autobanden of kleine objecten die verloren of gedumpt zijn. Aan geen van de waargenomen contacten is een archeologische verwachting toegekend.

Gezien de dichtheid van historische wrakken in de Flevopolders (gemiddeld één wrak per 300 hectare) was de kans groot om (resten van) scheepswrakken te vinden. Deze zijn echter niet aangetroffen. Een mogelijk verklaring is, dat wrakresten in het verleden verloren zijn gegaan tijdens zandwinning in het gebied. In totaal is 25 procent van de waterbodem binnen het onderzoeksgebied verstoord door zandwinning.

Aan de hand van de samengestelde *side scan sonar*beelden was het mogelijk om de horizontale begrenzing van de aanwezige oude zandwinputten vast te stellen. Deze zandwinputten (met een vermoedelijke maximale diepte van negen meter ten opzichte van de huidige waterbodem) zijn in de loop van de afgelopen decennia dichtgeslibd waardoor het verschil met de omringende ongestoorde waterbodem minimaal is. Van de in totaal 24 geplande windturbinelocaties vallen 8 locaties (1, 2, 4, 5, 7, 9, 16 en 19) binnen de begrenzing van de oude zandwinputten.

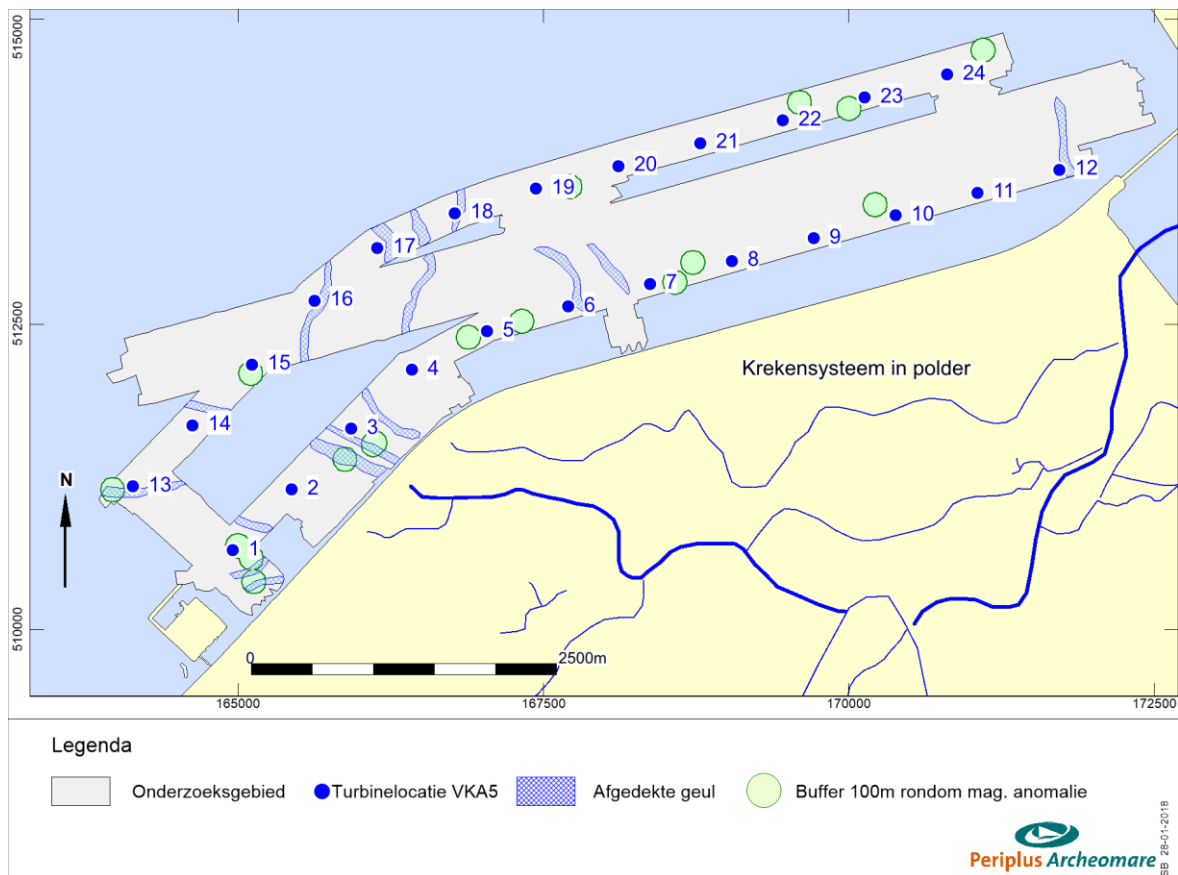
Op achttien locaties zijn magnetische anomalieën met een waarde van meer dan 50 nanoTesla waargenomen. Deze anomalieën, die niet kunnen worden gerelateerd aan zichtbare objecten aan het waterbodemoppervlak worden veroorzaakt door ferromagnetische (ijzerhoudende) objecten met een minimaal gewicht van 20 kilo. Het kan niet worden uitgesloten dat zich hieronder objecten met een archeologische waarde bevinden. Zolang deze objecten niet nader geïdentificeerd zijn, wordt geadviseerd om deze locaties inclusief een bufferzone van 100 meter te vermijden bij de voorgenomen werkzaamheden.

In het westelijk deel van het onderzoeksgebied zijn een aantal lineaire magnetische structuren in kaart gebracht die gerelateerd kunnen worden aan afgedekte prehistorische geulen. Deze geulsystemen lijken goed aan te sluiten op het prehistorische krekensysteem dat in noordelijk Flevoland bekend is. Uit onderzoek in de polder is bekend dat de hoger gelegen oeverwalen van deze kreken resten van gave en goed geconserveerde nederzettingen van de Swifterbantcultuur kunnen bevatten. Ook andere complextypen zoals akkercomplexen en begravingen kunnen voorkomen. De kans is aanwezig dat vergelijkbare nederzittingsresten aangetroffen kunnen worden aan weerszijden van de geulen die tijdens onderhavig onderzoek onder de waterbodem gekarteerd zijn. Deze resten worden verwacht tot circa 2,5 meter onder de waterbodem.

Van de in totaal 24 geplande windturbinelocaties liggen zes locaties (nrs. 6, 12, 13, 16, 17 en 18) op- of direct in de buurt van de vermoedelijke oeverwallen. Om vast te stellen of dit inderdaad oeverwallen zijn met een archeologische potentie wordt geadviseerd om nader onderzoek te doen door middel van

boringen. De vraagstelling en de randvoorwaarden voor dit onderzoek dienen vastgelegd te worden in een programma van Eisen dat is goedgekeurd door het bevoegd gezag. Het verdient aanbeveling om bij het vaststellen van de onderzoeksstrategie aansluiting te zoeken bij het onderzoek dat op land wordt uitgevoerd in het kader van Windplan Blauw.

Ten behoeve van het fundatieonderzoek voor de windturbines zal nog aanvullend geotechnisch onderzoek in de vorm van boringen en sonderingen uitgevoerd gaan worden. Geadviseerd wordt om dit boor- en sondeerplan af te stemmen op de openstaande vragen met betrekking tot de geulen en oeverwallen.



Afbeelding 20. Overzicht van de gekarteerde geulen en de locaties te ontzien bij de voorgenoemde werkzaamheden.

Tijdens de geplande 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. Overzicht van de gekarteerde geulen en de locaties te ontzien bij de voorgenomen werkzaamheden.....	4
Afbeelding 2. Ligging van het onderzoeksgebied in het IJsselmeer.....	5
Afbeelding 3. Meetvaartuig 'Storm'	12
Afbeelding 4. Sleepopstelling van de magnetometers	13
Afbeelding 5. Multibeamopnamen gecombineerd met het Actueel Dieptebestand IJsselmeergebied.....	15
Afbeelding 6. Detail van de opnamen rond windturbine locatie BU16.....	16
Afbeelding 7. Voorbeeld van een autoband in het gebied	18
Afbeelding 8. Sonarbeeld van contact 25; een langwerpige object	19
Afbeelding 9. Sonarbeeld van contact 43, een cluster van langwerpige objecten.....	20
Afbeelding 10. Sonarbeeld van contact 90, een klein object op de rand van een zandwinput.....	21
Afbeelding 11. Sonarbeeld van contact 105, een roostervormig object	22
Afbeelding 12. Sonarbeeld van contact 121, een langwerpige object in een oude zandwinput.....	23
Afbeelding 13. Sonarbeeld van contact 139, een cluster van contacten, waarschijnlijk losse stenen	24
Afbeelding 14. Verspreiding van de clusters stenen tussen BU11 en BU12	25
Afbeelding 15. Overzicht van de aangetroffen magnetische anomalieën.....	27
Afbeelding 16. Detailkaart van turbine locatie BU01 met magnetische anomalieën.....	28
Afbeelding 17. Voorbeeld van magnetische lineaties.....	29
Afbeelding 18. Magnetisch profiel over een mogelijke geul tussen BU16 en BU17.....	30
Afbeelding 19. Correlatie tussen bekende geulen en vindplaatsen gerelateerd aan deze geulen en magnetische anomalieën in het plangebied (paleolandschap 3850 v.Chr.)	31
Afbeelding 20. Overzicht van de gekarteerde geulen en de locaties te ontzien bij de voorgenomen werkzaamheden.....	38
Afbeelding 21. Samengestelde dieptekaart	47
Afbeelding 22. Samengesteld side scan sonar mozaïek.....	48
Afbeelding 23. Samengesteld magnetometer mozaïek - objecten.....	49
Afbeelding 24. Samengesteld magnetometer mozaïek - geologie	50
Afbeelding 25. Interpretatie.....	51

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden.....	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Posities van de geplande windturbines met diepte op basis van multibeam.....	16
Tabel 4. Samenvatting van de aangetroffen side scan sonar contacten.	17
Tabel 5. Samenvatting van de waargenomen magnetische anomalieën	26

Afkortingen en woordenlijst

AMZ	Archeologische Monumenten Zorg
Anomalieën	Afwijkend van het gangbare
Antropogeen	Door menselijk handelen
Crevasse	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
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
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het Holoceen
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
Singlebeam	Akoestisch meetinstrument waarmee de diepte van de waterbodem wordt gemeten
Subbottom profiler	Akoestisch systeem waarmee in twee dimensies in de bodem kan worden gekeken. Vergelijkbaar met de seismische profielen die gebruikt worden in de olie-industrie

Referenties

- Huisman, D. J. & Raemaekers, D. C. M. 2014. Systematic cultivation of the Swifterbant wetlands (The Netherlands): Evidence from Neolithic tillage marks (c. 4300–4000 cal. BC) In : Journal of Archaeological Science. 49, p. 572-584, H. en Raemakers, 2016.
- IMAGO Projectgroep: Innovatief Meten Aan Gezonken Objecten, eindrapportage 2003, Rijkswaterstaat IJsselmeergebied, RDII rapport nr. 2003-13a.
- Louwe Kooijmans, L. P., & van Gijn, A. L. 2005: *Nederland in de prehistorie*. Amsterdam.
- Raemaekers, D., & Huisman, D. J. (2016). Swifterbant: nieuw onderzoek. In L. Amkreutz, F. Brounen, J. Deeben, R. Machiels, M-F. van Oorsouw, & B. Smit (Eds.), *Vuursteen verzameld: Over het zoeken en onderzoeken van steentijdvondsten en –vindplaatsen* . (pp. 394-396). [84] (Nederlandse Archeologische Rapporten; Vol. 50). Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.
- Rijkswaterstaat DI-IMG, 2011, Rijkswaterstaat Brede Afspraak Archeologie, versie 2.0.
- SIKB, Handreiking en checklist Programma van Eisen
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2016. Analyse magnetische patronen Houtribdijk, Markermeer. Periplus Archeomare rapport 16A011-01.
- Van den Brenk, S., en van Lil, R., Amsterdam 2017. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Molenrak, IJsselmeer. Periplus Archeomare rapport 17A005-02
- Van den Brenk, S., 2017. Programma van Eisen inventariserend veldonderzoek Windplan Blauw.
- 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.
- Verweij, J.P.F., 2016. IJsselmeer, vaargeul Molenrak, gemeente Dronten, een bureauonderzoek. ADC rapport xxx.
- Vos, P. & S. de Vries 2013: *2e generatie paleogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0)*. Deltares, Utrecht.

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

Alle coördinaten in Nederlands RD en diepte Z in meters ten opzichte van NAP (op basis van *multibeam echolood opnamen*).

Nr	Beschrijving	Interpretatie	Mag	Afmetingen			NAP	Locatie	
				L(m)	B(m)	H(m)	Z(m)	RDx	RDy
1	Klein contact	Onbekend object		0.97	0.66	0.10	-4.66	164105	511102
2	Klein contact	Onbekend object		1.20	0.72	0.10	-4.83	164127	511018
3	Vierkant contact	Onbekend object		0.82	0.68	0.10	-4.74	164433	511382
4	Langwerpig contact	Onbekend object	M072	2.07	0.22	0.10	-4.75	164814	511853
5	Langwerpig contact	Onbekend object		2.58	1.14	0.15	-4.71	164821	511917
6	Rond open contact	Autoband		1.37	1.23	0.20	-4.82	165107	512039
7	Klein contact	Onbekend object		1.11	0.97	0.20	-4.89	165293	512442
8	Langwerpig contact	Onbekend object	M124	1.78	0.22	0.10	-5.06	165364	512413
9	Klein contact	Onbekend object	M000	0.81	0.28	0.10	-4.87	165395	512673
10	Contact met bodemverstoring	Onbekend object		1.10	0.90	0.10	-4.86	165647	512641
11	Klein contact	Onbekend object		1.18	0.53	0.10	-4.78	165661	512676
12	Rond open contact	Autoband		0.70	0.70	0.20	-5.28	165743	512827
13	Contact op rand zandwingebied	Onbekend object		0.84	0.61	0.10	-4.81	165755	512670
14	Klein contact	Onbekend object		1.28	0.66	0.15	-4.89	165930	513058
15	Klein contact	Onbekend object		0.57	0.50	0.10	-4.96	165980	513171
16	Contact met sterke reflectie	Onbekend object		1.46	0.79	0.20	-4.97	165993	513200
17	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel		8.44	0.10	0.10	-5.44	166167	513016
18	Ovaal contact, lijkt wrak maar kan ook bodemverstoring zijn	Bodemverstoring		7.34	2.78	0.00	-4.96	166258	513104
19	Langwerpig contact	Onbekend object		4.78	0.71	0.10	-5.23	166357	513126
20	Rond open contact	Autoband		0.90	0.89	0.20	-4.93	166490	513223
21	Contact met sterke reflectie	Onbekend object		1.04	0.93	0.62	-4.92	166668	513327
22	Klein contact	Onbekend object		1.21	0.60	0.21	-4.89	166706	513525
23	Langwerpig contact, lijkt ton	Onbekend object		1.34	0.76	0.20	-4.90	166945	513420
24	Langwerpig contact	Onbekend object		0.85	2.50	0.05	-4.65	167558	513540
25	Langwerpig contact	Onbekend object	M277	4.18	0.66	0.05	-4.71	167689	513618
26	Klein contact	Onbekend object		1.01	0.65	0.10	-4.76	167816	513814
27	Vierkant contact	Onbekend object		1.19	0.97	0.20	-4.49	169869	514254
28	Klein contact	Onbekend object		1.22	0.41	0.10	-4.21	170556	514571
29	Langwerpige bodemverstoring	Bodemverstoring		35.21	4.25	0.20	-4.24	170885	514621
30	Langwerpig licht gebogen contact, mogelijk natuurlijk	Bodemverstoring		3.33	0.76	0.10	-4.41	171188	514531
31	Langwerpig dun gebogen contact	Kabel		2.99	0.69	0.00	-4.68	171276	514779
32	Vierkant contact met uitsteeksel	Onbekend object	M042	3.75	1.21	0.00	-4.69	164531	510985

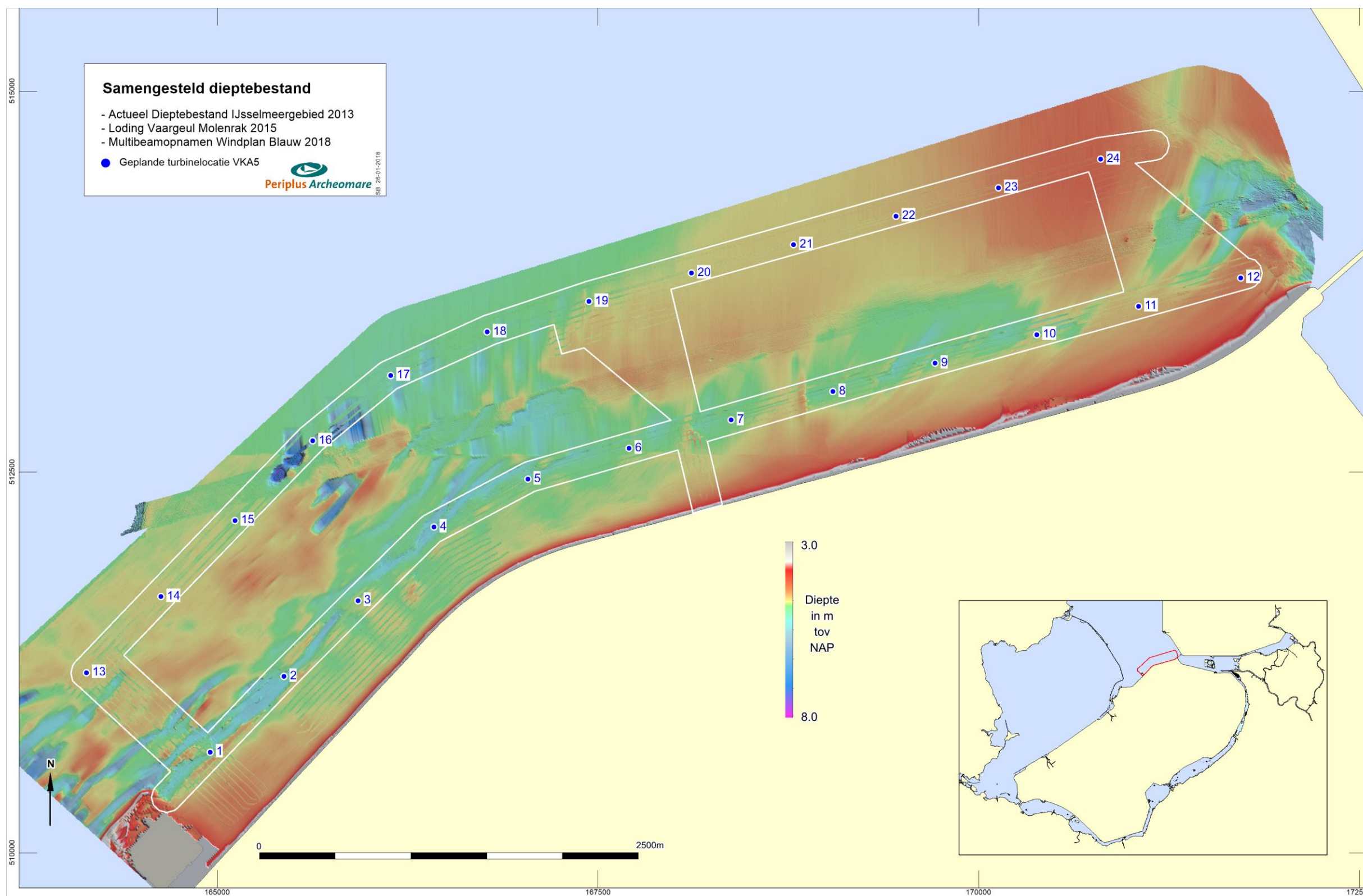
Nr	Beschrijving	Interpretatie	Mag	Afmetingen			NAP	Locatie	
				L(m)	B(m)	H(m)	Z(m)	RDx	RDy
33	Klein contact	Onbekend object		0.80	0.80	0.20	-4.74	164554	511087
34	Rond open contact	Autoband		1.55	1.10	0.20	-4.55	164720	511035
35	Rond open contact	Autoband	M066	1.15	0.82	0.20	-4.74	164762	510871
36	Klein contact	Onbekend object		1.16	0.57	0.10	-4.77	164764	510752
37	Klein contact	Onbekend object		1.19	0.65	0.20	-4.79	164790	510772
38	Klein contact	Onbekend object		0.50	0.50	0.20	-4.81	164800	510777
39	Langwerpig contact met lus	Onbekend object	M081	3.81	1.30	0.00	-4.59	164966	510626
40	Rond contact	Onbekend object		1.30	1.25	0.20	-4.60	165036	510654
41	Langwerpige scherp begrensde bodemverstoring	Sleepspoor		78.54	5.35	0.00	-4.43	165075	510433
42	Contact in zandwingebied met sterke reflectie	Onbekend object		2.27	1.06	0.00	-4.37	165176	510437
43	Cluster langwerpig objecten	Onbekend object		47.87	22.51	0.20	-4.11	164568	510411
44	Cluster langwerpig objecten	Onbekend object	M052	17.04	4.18	0.20	-4.91	164608	510448
45	Rond open contact	Autoband		0.99	0.98	0.20	-4.80	164762	510647
46	Langwerpig licht gebogen contact	Kabel		23.15	3.10	0.10	-4.70	164805	510431
47	Langwerpig dun contact	Kabel		44.70	0.05	0.05	-4.62	164841	510483
48	Langwerpig dun contact	Kabel		30.42	0.05	0.05	-4.72	164875	510561
49	Langwerpig dun contact	Kabel		177.17	25.02	0.10	-4.53	164887	510535
50	Klein contact	Onbekend object		1.23	0.66	0.10	-4.51	164908	510553
51	Klein grillig gevormd contact	Onbekend object		1.02	0.90	0.10	-4.62	164959	510541
52	Cluster kleine contacten	Onbekend object		7.16	2.36	0.10	-4.56	164968	510596
53	Cluster contacten	Stenen		5.56	4.80	0.10	-4.94	165009	510830
54	Cluster contacten	Stenen		12.32	6.96	0.10	-4.97	165016	510883
55	Langwerpig dun contact	Kabel		37.63	0.05	0.05	-4.73	165021	510719
56	Klein contact	Onbekend object		0.69	0.60	0.10	-4.61	165034	510639
57	Klein contact	Onbekend object		0.92	0.62	0.10	-4.57	165102	510734
58	Cluster contacten op rand zandwingebied	Onbekend object	M110	5.96	1.98	0.10	-4.59	165221	510862
59	Klein contact	Onbekend object		1.07	0.82	0.10	-4.83	165288	510919
60	Langwerpig dun contact	Kabel		49.63	0.05	0.05	-4.86	165371	511246
61	Vierkant contact	Onbekend object		1.25	1.13	0.05	-4.86	165444	511315
62	Klein contact	Onbekend object		1.44	0.28	0.10	-4.70	165468	511037
63	Langwerpig dun contact	Kabel		6.17	0.10	0.10	-4.78	165576	511002
64	Klein contact	Onbekend object		0.53	0.41	0.10	-4.63	165583	511363
65	Klein contact, sterke reflectie	Onbekend object	M143	1.47	1.08	0.10	-4.85	165589	511047
66	Vierkant contact op rand zandwinput	Onbekend object		1.49	0.98	0.30	-4.84	165590	511240
67	Contact	Onbekend object		1.46	0.98	0.10	-4.65	165594	511412
68	Langwerpig contact	Onbekend object		1.58	0.62	0.10	-4.75	165613	511245
69	Cluster contacten	Stenen		18.51	12.78	0.05	-4.87	165719	511420

Nr	Beschrijving	Interpretatie	Mag	Afmetingen			NAP	Locatie	
				L(m)	B(m)	H(m)	Z(m)	RDx	RDy
70	Klein contact	Onbekend object		1.40	0.46	0.10	-4.73	165757	511069
71	Langwerpig dun contact	Kabel		12.65	0.10	0.10	-4.70	165774	511438
72	Langwerpig dun contact op rand zandwinput	Kabel		5.67	0.05	0.05	-5.01	165786	511520
73	Klein contact, sterke reflectie	Onbekend object		1.18	0.63	0.20	-4.82	165795	511224
74	Rond open contact	Autoband		0.99	0.96	0.20	-4.76	165865	511294
75	Cluster contacten	Stenen		25.38	8.68	0.20	-4.77	165883	511652
76	Rond open contact	Autoband		0.70	0.57	0.20	-4.99	165890	511706
77	Klein contact	Onbekend object	M183	0.92	0.40	0.10	-4.70	165964	511671
78	Klein contact, sterke reflectie	Onbekend object		0.80	0.60	0.25	-4.38	165969	511040
79	Klein contact	Onbekend object		1.05	0.94	0.15	-4.71	166000	511676
80	Rond open contact	Autoband	M189	1.31	0.84	0.10	-4.68	166012	511209
81	Langwerpig dun contact	Kabel		3.01	0.10	0.10	-4.65	166058	511221
82	Rond open contact	Autoband		1.06	0.97	0.15	-4.77	166063	511710
83	Rond open contact	Autoband	M200	0.70	0.70	0.20	-4.66	166070	511227
84	Vierkant contact met kabel	Onbekend object		1.29	1.00	0.20	-4.72	166147	511602
85	Cluster contacten	Stenen		8.28	5.89	0.10	-4.75	166154	511280
86	Klein contact	Onbekend object		1.07	0.33	0.10	-4.78	166265	511831
87	Langwerpig dun contact	Kabel		6.60	0.10	0.10	-4.72	166330	511756
88	Langwerpig dun contact in rand zandwingebied	Kabel		28.32	0.05	0.05	-5.09	166402	512060
89	Cluster contacten	Stenen		3.06	1.37	0.10	-4.80	166509	511897
90	Onregelmatig contact	Onbekend object	M252	1.49	1.39	0.10	-5.04	166518	512234
91	Contact met sterke reflectie	Onbekend object		0.90	0.70	0.10	-5.09	166534	512263
92	Rond open contact	Autoband		0.99	0.64	0.10	-4.77	166595	511740
93	Vierkant contact	Onbekend object		1.08	1.05	0.30	-4.87	166664	512282
94	Langwerpig contact	Onbekend object		1.26	0.39	0.10	-4.81	166699	511893
95	Klein contact	Onbekend object		0.90	0.80	0.20	-4.80	166709	512150
96	Langwerpig contact	Onbekend object		1.93	0.58	0.10	-4.78	166724	511849
97	Rond open contact	Autoband		1.06	0.57	0.10	-4.81	166752	511838
98	Rond open contact	Autoband		0.86	0.70	0.10	-4.74	166754	511853
99	Langwerpige bodemverstoring	Bodemverstoring		5.17	1.04	0.10	-4.84	166766	511887
100	Rond open contact	Autoband		0.80	0.76	0.20	-4.74	166784	512015
101	Klein contact	Onbekend object		1.04	0.57	0.20	-5.11	166873	512435
102	Klein contact	Onbekend object		0.98	0.94	0.10	-4.78	167180	512453
103	Klein contact	Onbekend object		1.38	0.58	0.10	-4.89	167453	512732
104	Rond open contact	Autoband		0.99	0.98	0.10	-4.83	167641	512753
105	Roostervormig contact, sterke reflectie	Onbekend object	M281	4.23	3.48	0.50	-4.83	167816	512664
106	Rond open contact	Autoband		0.95	0.75	0.20	-4.57	168104	512386
107	Langwerpig contact	Onbekend object		2.06	0.36	0.10	-4.62	168119	512773

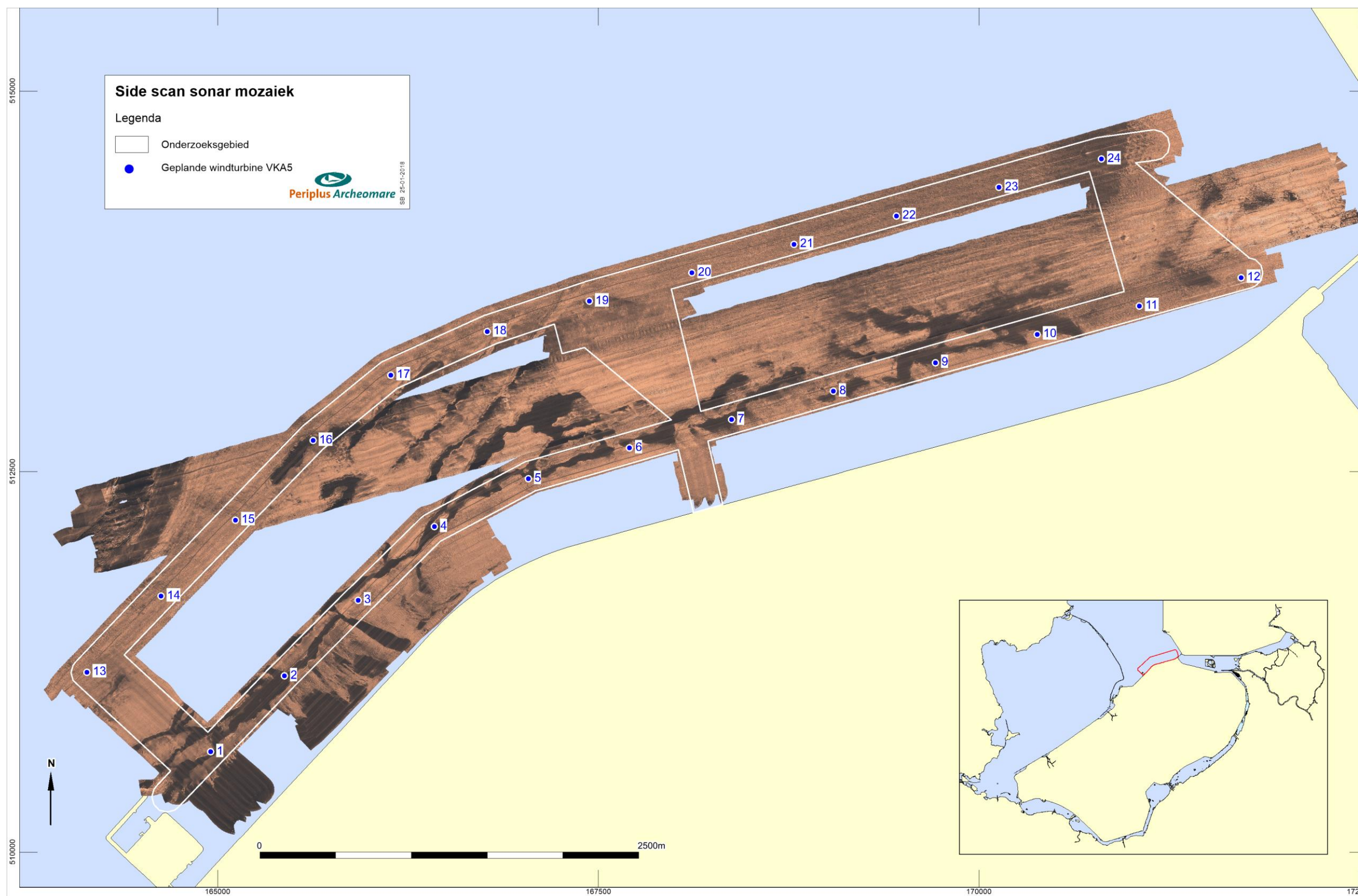
Nr	Beschrijving	Interpretatie	Mag	Afmetingen			NAP	Locatie	
				L(m)	B(m)	H(m)	Z(m)	RDx	RDy
108	Rond contact	Onbekend object		0.80	0.80	0.30	-4.69	168166	512707
109	Langwerpige bodemverstoring	Bodemverstoring		12.05	2.04	0.10	-4.91	168178	512836
110	Twee kleine contacten	Onbekend object		3.19	0.63	0.10	-4.38	168316	512394
111	Contact met sterke reflectie in zandwinput	Onbekend object		1.35	0.82	0.10	-4.83	168364	512817
112	Rond contact	Onbekend object	M293	1.47	1.01	0.20	-4.75	168492	512817
113	Rond open contact	Autoband		1.00	0.82	0.20	-4.70	168756	513074
114	Rond open contact	Autoband		0.70	0.70	0.20	-4.81	169162	513140
115	Rond open contact	Autoband		0.70	0.70	0.20	-4.81	169229	513149
116	Stervormig contact	Onbekend object		1.55	1.32	0.10	-4.88	169264	513097
117	Rond open contact	Autoband	M307	0.90	0.90	0.20	-4.80	169334	513171
118	Klein contact	Onbekend object		1.08	0.41	0.10	-4.73	169856	513230
119	Vierkant contact met sterke reflectie in zandwinput	Onbekend object		1.42	1.02	0.25	-4.94	170060	513334
120	Langwerpig relatief dun contact	Kabel		24.83	0.10	0.10	-5.01	170150	513425
121	Langwerpig contact	Onbekend object	M326	3.38	0.71	0.10	-5.00	170188	513457
122	Rond open contact	Autoband		1.39	1.25	0.20	-4.83	170418	513406
123	Klein contact in zandwinput	Onbekend object		0.90	0.46	0.20	-4.87	170471	513445
124	Vierkant contact in zandwinput	Onbekend object	M332	1.00	0.73	0.20	-5.01	170507	513470
125	Klein contact	Onbekend object		1.00	0.88	0.10	-4.65	170614	513618
126	Klein contact	Onbekend object		0.78	0.56	0.10	-4.82	170640	513454
127	Rond open contact	Autoband		0.70	0.70	0.20	-4.77	170655	513488
128	Rond open contact	Autoband		1.32	1.06	0.10	-4.83	170667	513453
129	Rond open contact	Autoband		1.00	0.89	0.20	-4.73	170758	513532
130	Langwerpig contact	Onbekend object		2.31	0.79	0.10	-4.72	170782	513573
131	Cluster 5 contacten	Onbekend object		13.68	1.49	0.20	-4.62	170790	513504
132	Onregelmatig contact	Onbekend object		1.57	0.68	0.20	-4.59	171152	513677
133	Cluster contacten	Stenen		4.52	3.37	0.10	-4.69	171216	513755
134	Cluster contacten	Stenen		9.51	9.03	0.20	-4.61	171320	513678
135	Cluster contacten	Stenen		15.95	11.11	0.10	-4.66	171322	513815
136	Cluster contacten	Stenen		20.42	11.29	0.20	-4.66	171351	513707
137	Cluster langwerpige contacten	Onbekend object		8.03	6.24	0.10	-4.48	171353	513596
138	Cluster contacten	Stenen	M348	3.73	1.32	0.10	-4.61	171353	513664
139	Cluster contacten	Stenen		18.69	10.65	0.20	-4.61	171372	513688
140	Cluster contacten	Stenen		5.27	5.02	0.20	-4.71	171391	513720
141	Cluster contacten	Stenen	M350	15.81	5.91	0.20	-4.65	171434	513721
142	Cluster 2 contacten	Stenen	M352	2.26	1.64	0.10	-4.78	171502	513831
143	Cluster contacten	Stenen		30.92	17.35	0.20	-4.52	171510	513745
144	Cluster contacten	Stenen		0.80	0.70	0.20	-4.42	171519	513668
145	Cluster contacten	Stenen		6.93	4.66	0.20	-4.45	171590	513789

Nr	Beschrijving	Interpretatie	Mag	Afmetingen			NAP	Locatie	
				L(m)	B(m)	H(m)	Z(m)	RDx	RDy
146	Langwerpig dun contact	Kabel		15.31	0.10	0.20	-4.34	171668	513700
147	Onregelmatig contact	Onbekend object		3.82	1.14	0.20	-4.40	171894	513878

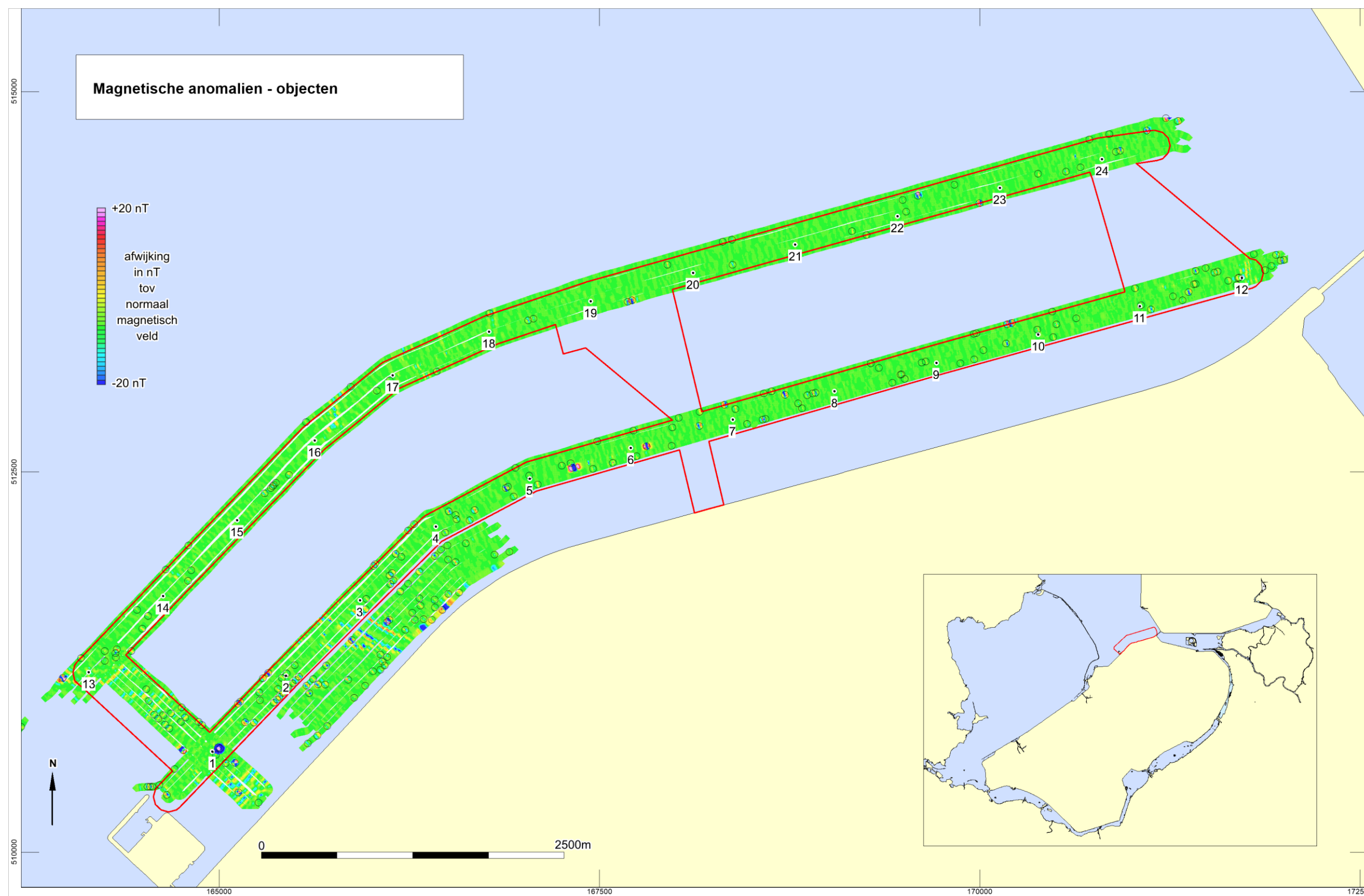
Bijlage 2. A3 Kaarten



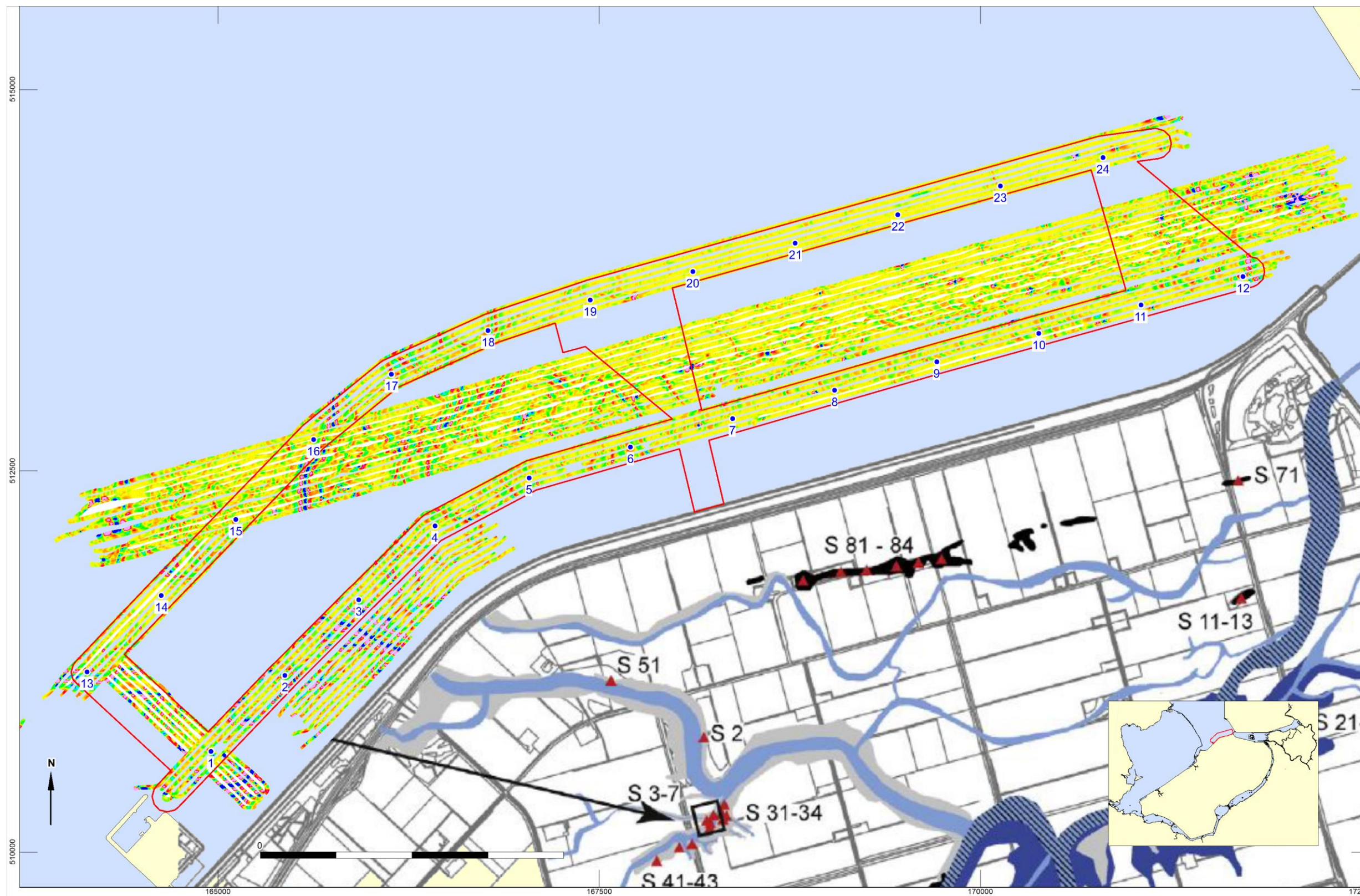
Afbeelding 21. Samengestelde dieptekaart



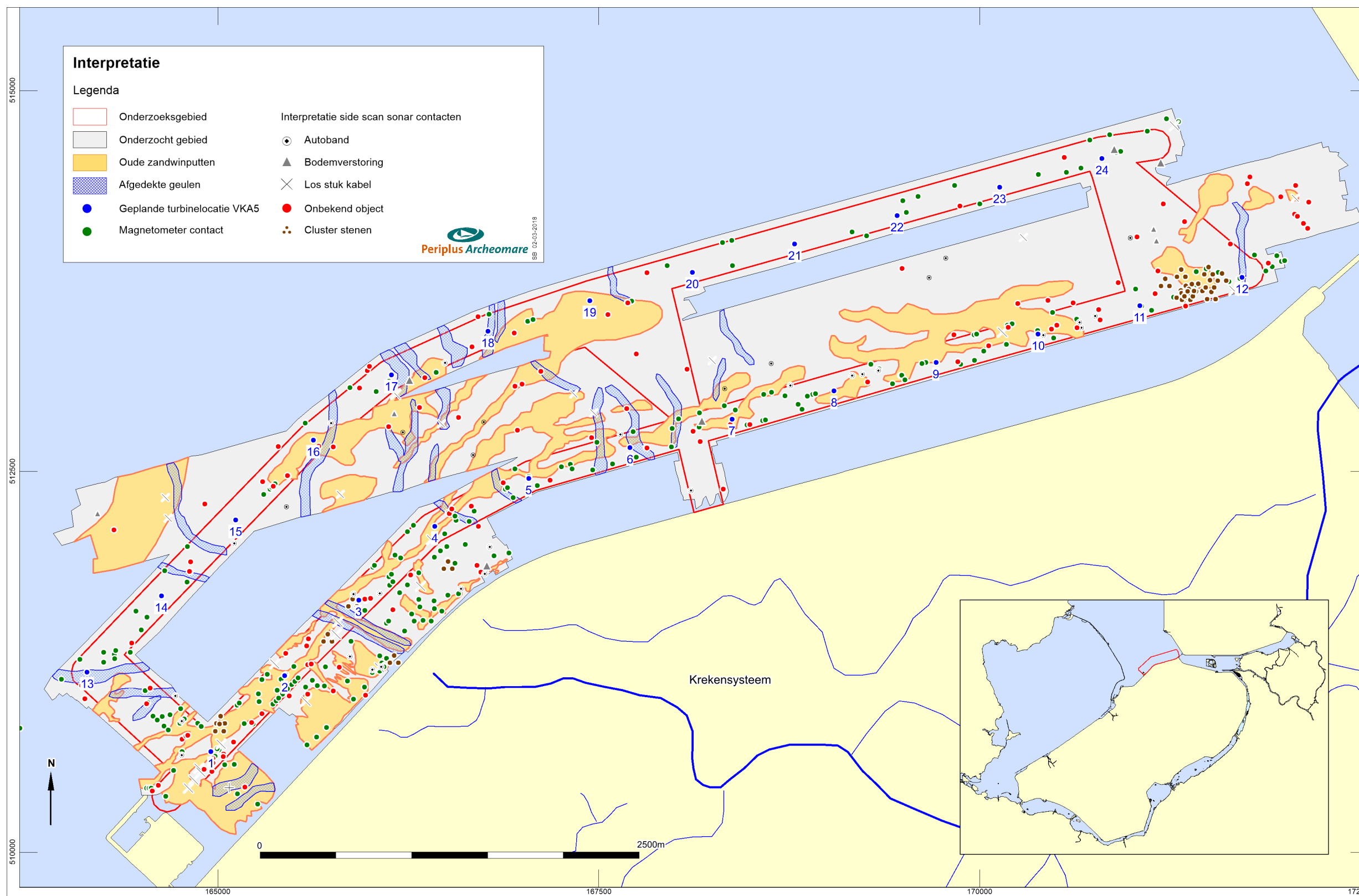
Afbeelding 22. Samengesteld side scan sonar mozaïek



Afbeelding 23. Samengesteld magnetometer mozaïek - objecten



Afbeelding 24. Samengesteld magnetometer mozaïek - geologie



Afbeelding 25. Interpretatie

Bijlage 3. CD met digitale bestanden

Inhoud

Map	Sub-map	Inhoud
PvE	-	Programma van Eisen (pdf)
Rapporten	-	17A005-02 Opwateronderzoek Molenrak.pdf 17A032-01 Opwateronderzoek Windplan Blauw.pdf
Sonar	Contacten	Contactenlijst in Excel formaat
	Geotifs	Gegeorefereerde sonarafbeeldingen onderzoeksgebied
	Mozaïek	Gegeorefereerd side scan sonar mozaïek onderzoeksgebied
Magnetometer	Contacten	Contactenlijst in Excel formaat
	Mozaïek	Gegeorefereerd magnetometer mozaïek onderzoeksgebied
Dieptegegevens	-	Dieptegegevens in verschillende formaten