

**Verzamelrapport
Archeologie IJMD**

Aan: Waterschap Zuiderzeeland
Van: RHDHV en Vestigia
Datum: 05 augustus 2024
Kopie: [Click to enter "CopyTo"](#)
Ons kenmerk: BI8482-RHD-RP-0062_IJMD
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door RHDHV

Onderwerp: Verzamelrapport archeologisch onderzoek versterking IJsselmeerdijk

1 Inleiding

In het kader van project versterking IJsselmeerdijk zijn de volgende archeologische onderzoeken uitgevoerd.

1. **Waterbodem vibrocore:** Booronderzoek van de waterbodem op locaties met een verhoogde archeologische verwachting
2. **Inventariserend veldonderzoek sonaronderzoek:** op locaties waar de vooroever komt om aanwezigheid van scheeps- en vliegtuigwrakken uit te sluiten.
3. Daarnaast is er een **werkprotocol toevalsvondsten** opgesteld om de aannemer richting te geven hoe om te gaan met toevalsvondsten tijdens de werkzaamheden.

Dit document dient als verzamelrapport van de twee uitgevoerde onderzoeken en het protocol toevalsvondsten. De bundeling van de het pakket is opgezet om een helder overzicht te geven aan de aannemer welke documenten relevant zijn in de volgende fase van het project.

2 Conclusie Sonaronderzoek

Op basis van het Opwater onderzoek Fase 1 en 2 zijn binnen het plangebied op basis van het SSS/MBES onderzoek geen archeologisch relevante objecten aangetroffen. Binnen het plangebied is wel een groot aantal kleine magnetische anomalieën aangetroffen, die mogelijk een (beperkte) relevantie kunnen hebben. Daarom wordt geadviseerd om een Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten te hanteren bij de uitvoering

3 Conclusie Booronderzoek

Op basis van het verkennende/karterende onderzoek is vastgesteld dat zich bij de een aantal boringen Wormer-afzettingen bevinden op vergelijkbare hoogte met de locaties van de Swifterbant-vindplaatsen in Oostelijk Flevoland. Om dit nader in kaart te brengen zijn additionele boringen uitgevoerd, met een tussenruimte van 40 m tussen de boringen. Hierbij is geconstateerd dat binnen het bereik van de boringen 101 en 111 nog sprake is van een relatief hooggelegen top van het Laagpakket van Wormer, waar in principe sprake kan zijn geweest van bewoning door de Swifterbant-cultuur. Deze zone heeft, ondanks dat er geen concrete aanwijzingen zijn voor een archeologische vindplaats, nog steeds een hoge archeologische verwachting.

4 Selectiebesluit

Op 5 juli 2024 heeft mevr. E. Rozema van de gemeente Lelystad per mail aangegeven akkoord te zijn met beide conceptrapporten: "Ondanks de bevestigde hoge archeologische verwachtingswaarde in het plangebied is voor de voorgenomen werkzaamheden geen aanvullend archeologisch onderzoek meer nodig, de AMZ cyclus wordt hiermee afgesloten. Wel gelden de verplichtingen bij toevalsvondsten, die in een werkprotocol Archeologie onder de aandacht moeten worden gebracht bij de uitvoerder(s) van grondwerk.

5 Overzicht Bijlages

A - BI8482-VES-RP-0020_IJMD_V2497-5275_IVO-O_Waterbodem_Vibrocore_C04

B - BI8482-VES-RP-0021_IJMD_V2519-5275_IVO_Opwater_sonaronderzoek_IJsselmeerdijk_C04

C - BI8482-VES-RP-0023_IJMD_Werkprotocol_Archeologische_Toevalsvondsten_IJsselmeerdijk_C01

**A - BI8482-VES-RP-0020_IJMD_ V2497-5275_IVO-
O_Waterbodem_Vibrocore_C04**

Archeologisch vooronderzoek in het kader van Dijkversterking Ijsselmeerdijken, gemeente Lelystad en Dronten

Inventariserend booronderzoek (Vibrocore) Opwater, verkennende/karterende fase



Rapportnummer:	V2497
Projectnummer:	V23-5275
Status en versie:	Definitief, Versie 2.0
In opdracht van:	RHDHV
Rapportage:	W.J. Weerheijm, F.P.J. van Puijenbroek, W.A.M. Hessing, R. Schrijvers
Plaats en aanleverdatum:	Amersfoort, 25 juli 2024
Datum en autorisatie:	W.A.M. Hessing MCIfA, Senior KNA Archeoloog / Senior KNA Prospector land- en waterbodems, actor 97049866, 25 juli 2024

Niets uit dit werk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook, daaronder mede begrepen gehele of gedeeltelijke bewerking van het werk, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Vestigia BV



Locatiegegevens			
Toponiem / locatie	Vooroever IJsselmeerdijken		
Plaats	Oost Flevoland		
Gemeente	Lelystad Dronten		
Provincie	Flevoland		
Oppervlakte plangebied	931,7 ha		
Oppervlakte onderzoeksgebied	3 delen: 1,4 ha (klein plangebied west), 60 ha (plangebied west) +117,5 ha (plangebied oost)		
Diepte grondwerkzaamheden	Onbekend		
RD-coördinaten van het plangebied	kleine plangebied west		oostelijk plangebied
	159423	506530	164985 509932
	159537	506427	164899 510045
	159572	506519	172124 513861
	159453	506591	172174 513724
			westelijk plangebied
			160184 507169
			160174 507309
			163833 508965
			163929 508872

Opdracht	
Initiatiefnemer	Waterschap Zuiderzeeland
Opdrachtgever	RHDHV
Contactpersoon	Han de Jong
Contactgegevens	han.de.jong@rhdhv.com 06-83113786

Uitvoering	
Soort onderzoek	IVO-O – Inventariserend Vooronderzoek Overig – fase verkennend/karterend booronderzoek, Protocol 4103 IVO-Opwater
Zaakidentificatienummer (Archis)	5428031100
Uitvoerder	Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie
Beheerdocumentatie	Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie, DANS Datastation Archaeology
Projectleider	W.A.M. Hessing MClfA, Senior KNA Archeoloog / Senior KNA Prospector land- en waterbodems, actor 97049866
Projectmedewerkers	mr. W.J. Weerheijm MA, sr. KNA BO archeoloog/ Prospector MA (38767204) F.P.J. van Puijenbroek MSc, KNA Prospector MA (66852666) Drs. R. Schrijvers (Senior KNA Prospector, 74734349)

Bevoegd Gezag	
Bevoegd gezag gemeenten Adres	Gemeenten Lelystad Postbus 91 8200 AB Lelystad Gemeente Dronten Postbus 100 8250 AC Dronten
Contactpersoon	Gemeente Lelystad: mevr. E. Rozema: ej.rozema@Lelystad.nl Gemeente Dronten: Dhr. A. Kleine Staarman: a.kleinestaaarman@dronten.nl
Bevoegd gezag RWS	Rijkswaterstaat Zee en Delta Lange Kleiweg 34 2288 GK Rijswijk Postbus 556 3000 AN Rotterdam
Deskundige Rijkswaterstaat	Rijkswaterstaat Zee en Delta Dhr. J. Vermeersch: Jeroen.vermeersch@rws.nl
Provinciaal Depot Bodemvondsten	Mevr. Tineke Roovers Oostvaardersdijk 01-13 8242 PA Lelystad Tineke.roovers@batavialand.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting en advies (LS06).....	5
Onderbouwing advies.....	9
1 Projectomgeving	9
1.1 Afbakening plangebied en consequenties toekomstig gebruik (LS01)	9
1.2 Onderzoeksdoel en -methode	10
2 Verwachtingsmodel	11
2.1 Gespecificeerde archeologische verwachting (LS05).....	11
3 Inventariserend veldonderzoek	12
3.1 Doelstelling	12
3.2 Vraagstelling onderzoek	13
3.3 Onderzoeksmethode	13
3.4 Resultaten veldonderzoek – eerste fase.....	14
3.5 Resultaten veldonderzoek – tweede fase.....	16
3.6 Beantwoording vraagstelling en conclusies veldonderzoek	19
4 Advies vervolgonderzoek (LS05)	21
Literatuur.....	24
Digitale bronnen.....	24
Lijst van afbeeldingen, bijlagen en kaarten.....	25
Afbeeldingen	25

Samenvatting en advies (LS06)

In opdracht van de Royal HaskoningDHV (RHDHV), namens het Waterschap Zuiderzeeland, heeft Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie in samenwerking met Baars-CIPRO een verkennend booronderzoek Opwater uitgevoerd voor een deel van het plangebied IJsselmeerdijken. Het betreft specifiek de gedeelten waarbinnen de toekomstige vooroeverdam is geprojecteerd (zie afbeelding 1 hieronder en kaart 1). Dit zijn de enige gebieden, waar in het kader van dit project buitendijks grondverzet zal plaatsvinden. Het gaat om drie gebieden van respectievelijk 117,5, 60,0 en 1,4 ha. Het verkennend booronderzoek Opwater vormt een aanvulling op het vlakdekkend geofysisch onderzoek dat in een eerder stadium heeft plaatsgevonden en dient vooral ter verificatie van de bodemopbouw direct onder de waterbodem.

De reden voor het IVO-Opwater onderzoek is het de verdere uitwerking van de voorgenomen dijkversterking van de IJsselmeerdijk zowel aan de land- als aan de waterzijde. Op basis van het voorlopig ontwerp zijn verschillende grondroerende werkzaamheden voorzien. Hiervoor is in het verlengde van het in 2022 uitgevoerde Bureauonderzoek door Vestigia in samenspraak met RHDHV een archeologieplan opgesteld, waarin verschillende onderzoeken worden samengebracht. Aan de waterzijde brengt de voorgenomen vooroeverdam de meeste bodemverstoring met zich mee. Voor de teen van de dijk zelf aan de waterkant is alleen een beperkte ophoging van het talud voorzien, die geen verstoring van de ondergrond met zich meebrengt. Vanwege de archeologische verwachting, zowel wat betreft begraven prehistorische landschappen, als historische scheeps- en vliegtuigwrakken, is derhalve voorgesteld alleen voor het gebied van de vooroeverdam een geofysisch opwateronderzoek uit te voeren en een aantal vibrocore boringen te zetten.

Bij het onderzoek in de eerste fase, zijn onder de waterbodem verschillende eenheden aangetroffen; van boven naar onder (zie tevens het profiel in *bijlage 3*):

- Een kleiige tot zandige laag met wisselende gehalten aan schelpfragmenten en detritus (mogelijk behorend tot de IJsselmeer Laag en Zuiderzee Laag)
- Een zandig interval dat deels tot de Zuiderzee Laag en deels tot de Almere Laag kan behoren; deze afzettingen worden samen met de hierboven voorkomende laag tot het Lelystad-complex gerekend
- Detritus- en verslagen veen-laag die tot de Flevomeer Laag kan worden gerekend; in één boring is intact veen beschreven: mogelijk gaat het hier om een klein restant uit het Hollandveen Laagpakket; waarschijnlijker is echter dat het zoals het overige veen in verslagen toestand deel uitmaakt van de Flevomeer Laag
- Zwak tot sterk siltige tot matig zandige kleien behorende tot het Laagpakket van Wormer (voorheen ook wel beschreven als 'Oude Zeeklei' of 'Oude getijdenafzettingen').

Indien aanwezig bevinden archeologische waarden uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum zich in de top van het dekzand. Aangezien het dekzand niet is aangeboord is deze archeologische verwachting onveranderd. De verwachting voor de periode Neolithicum (dan gaat het met name om de Swifterbant cultuur) was gebaseerd op de aanwezigheid van het Laagpakket van Wormer. De top van de Wormer afzettingen bevindt zich bij de boringen 5275-012, 5275-014 en 5275-015 op vergelijkbare hoogte met de locaties van de Swifterbant-vindplaatsen in Oostelijk Flevoland, namelijk 6 meter beneden NAP.

In aanvulling op dit booronderzoek is nog een tweede fase onderzoek uitgevoerd, waarbij er in een verdicht gris is geboord in het gebied tussen de boringen 012 en 015, de boringen 101 t/m 111. Daarnaast zijn er nog vier boringen 112-115 gezet om het beeld rond de boring 5275-022 nader te verduidelijken.

Op basis van het booronderzoek kan worden geconcludeerd dat de op het land (in Oostelijk Flevoland) aangetroffen afzettingen die deel uitmaken van het Laagpakket van Wormer, waarop de vindplaatsen uit de Swifterbant-cultuur zijn aangetroffen, doorlopen tot ten minste binnen het plangebied. Deze afzettingen bevinden zich deels op vergelijkbare geringe diepte beneden de top van de (water)bodem: in boringen 5275-012, 5275-014 en 5275-015 uit de eerste fase van het onderzoek, en in 5275-101, 5275-102, 5275-105 en 5275-107 t/m -111 uit de tweede fase, bevindt de top van deze afzettingen zich op een diepte van 5,5

tot 6,0 meter beneden NAP. Gezien de locaties van, en de intervallen tussen de verkennende boringen is op dit moment geen gedetailleerder beeld van het verloop van de daarin aanwezige kreken mogelijk.

Advies

Op basis van het verkennende/karterende onderzoek is vastgesteld dat zich bij de boringen 5275-012, 5275-014 en 5275-015 Wormer-afzettingen bevinden op vergelijkbare hoogte met de locaties van de Swifterbant-vindplaatsen in Oostelijk Flevoland. Om dit nader in kaart te brengen zijn additionele boringen uitgevoerd, met een tussenruimte van 40 m tussen de boringen. Hierbij is geconstateerd dat binnen het bereik van de boringen 101 en 111 nog sprake is van een relatief hooggelegen top van het Laagpakket van Wormer, waar in principe sprake kan zijn geweest van bewoning door de Swifterbant-cultuur. Deze zone heeft, ondanks dat er geen concrete aanwijzingen zijn voor een archeologische vindplaats, nog steeds een hoge archeologische verwachting.

Binnen de aldus geïdentificeerde zone met de hoge verwachting zullen ingrepen gaan plaatsvinden die eventuele archeologische vindplaatsen kunnen bedreigen. Het gaat dan om de zone waar een cunet tot ca. -11 m -NAP (ca. 5 m onder de waterbodem) zal worden uitgegraven ter behoeve van een dam, ca. 120-155 m uit de rand van de huidige dijk. Tevens zal tussen de huidige oever en de dam een pakket zand worden gestort van ca. 4-5 meter dikte, wat een zetting zal veroorzaken van ca. 1-2 m, wat gezien de slappe ondergrond eveneens bedreigend is voor een eventuele archeologische vindplaats.

De vraag is of, en zo ja, wat voor vervolg er noodzakelijk maar ook proportioneel is. De top van het Laagpakket van Wormer bevindt zich binnen de bovengenoemde zone binnen 1-2 m onder de waterbodem. De praktijk van het prospectief onderzoek door middel van boringen Opwater is tegenwoordig nog niet zo uitgekristalliseerd als het onderzoek op land. Normaliter zou men op land bij een hoge verwachting een karterend boorgrid hanteren. Een globale rekensom leert dat het hier gaat om een zone van ca. 6,23 ha. Met een karterend grid van ca. 13 x 15 m (methode A3, richtlijn karterend booronderzoek : gericht op het opsporen van nederzettingen met vuursteen, met een matig-hoge vondstdichtheid) zou dit neerkomen op ongeveer 310-320 karterende boringen. Booronderzoeken Opwater vergen echter een veel grotere inspanning dan die op land. Voor het onderhavige booronderzoek Opwater kon een productie worden aangehouden van ca. 5 boringen per dag. Dit zou neerkomen met de zelfde globale rekensom neerkomen op ca. 62 onafgebroken boordagen. Dit is een optimistische schatting, even los van periodes tussendoor met onwerkbaar weer omdat bij omstandigheden boven windkracht 4 er geen onderzoek meer mogelijk is (soms zelfs al bij windkracht 4, afhankelijk van de richting). Dit staat overigens nog los van de beperkte beschikbaarheid van zowel het vaartuig als de boorset voor zo'n lange periode. Dit alles zou een hypothetische kostenpost opleveren van globaal ca. vijf tot zes ton, vergeleken met een kostenpost van globaal ca. 25k bij een karterend onderzoek op het land.

Dan is de vraag wat een dergelijk onderzoek oplevert in geval er een vindplaats wordt gekarteerd. Met een in situ beleid zou dit in eerste instantie neerkomen op mitigerende maatregelen (d.w.z. geen diepgaande ingrepen op de locatie van de vindplaats), of een behoud ex situ. Op land hebben al verschillende opgravingen plaatsgevonden naar Swifterbant vindplaatsen, zodat we daar een redelijk beeld van hebben hoe er moet worden opgegraven en wat dat aan resultaten oplevert. Voor de situatie Opwater is er eigenlijk alleen maar een vergelijking te maken met het onderzoek bij de Yangtze-haven in Rotterdam in 2011, waar zich binnen het bereik van een te verdiepen haven een bekend rivierduin bevond. Binnen de relatieve beschutting van de haven zijn daar vanaf een ponton met een grijper enkele honderden big-bags aan sediment naar boven zijn gehaald. Deze zijn vervolgens gezeefd op vondstmateriaal, zoals bot en vuursteen. De context tussen het vondstmateriaal en eventuele archeologische sporen in de bodem ontbreekt bij een dergelijk type onderzoek, zodat de vraag gesteld kan worden wat de feitelijke kenniswinst van dit soort onderzoek is. Bovendien geldt als voorwaarde voor een dergelijk onderzoek dat dan wel eerst een archeologische vindplaats moet zijn geïdentificeerd en afgebakend. Ad random sediment naar boven gaan halen heeft weinig zin.

Op basis van het bovenstaande adviseert Vestigia daarom om in overleg met het bevoegd gezag te bepalen of, en zo ja in welke mate er nog een verdere onderzoeksinspanning noodzakelijk en proportioneel is.

Het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten en Rijkswaterstaat, dienen op basis van dit advies een selectiebesluit te nemen (wel of geen verder onderzoek, en indien wel, in welke vorm). Dit besluit kan afwijken van het bovenstaande advies.

Wanneer het bevoegd gezag besluit dat vervolgonderzoek niet noodzakelijk is en het plangebied wordt vrijgegeven voor de voorgenomen ontwikkelingen, blijft de meldingsplicht archeologische toevalsvondsten of waarneming van kracht (Erfgoedwet, artikel 5.10 Archeologische toevalsvondsten). Aangezien het nooit volledig is uit te sluiten dat tijdens eventueel grondverzet een archeologische 'toevalsvondsten' wordt gedaan, is het wenselijk de uitvoerder van het grondwerk te wijzen op de plicht om hiervan zo spoedig mogelijk melding te doen bij het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Naschrift vervolgtraject naar aanleiding van het conceptrapport

Naar aanleiding van het bovenstaande advies heeft op 14 maart 2024 overleg plaatsgevonden tussen het Projectteam IJsselmeerdijken (Waterschap Zuiderzeeland, RHDHV, Vestigia) en de betrokken overheden (Gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat). Onderwerp was de vraag of het archeologisch vooronderzoek kon worden afgerond, of er nog vervolgstappen nodig waren door middel van nader onderzoek ofwel andere mitigerende maatregelen. Deze vraag was met name relevant voor het aspect van eventuele afgedekte prehistorische vindplaatsen onder de waterbodem ter hoogte van de toekomstige vooroeverversterking. Twee series van vibrocore boringen in de zone ten noorden van de Flevocentrale hadden namelijk aangetoond dat in de diepere ondergrond zogenaamde Wormer geul- en oeverafzettingen aanwezig zijn met een verhoogde archeologische verwachting. Uitkomst van het overleg was dat de betrokken overheden behoefte hadden aan een uitwerking van de mogelijkheid om via een nadere analyse van de ingewonnen magnetometerdata meer detaillering aan te brengen in de (paleo)landschapsreconstructie en daarmee een of meerdere kansrijke(re) locaties voor eventueel aanvullend onderzoek aan te wijzen. Deze vraag kwam met name voort uit een recent artikel met betrekking tot het gebruik van magnetometer data ten behoeve van de nadere kartering van geulsystemen onder de waterbodem binnen het IJsselmeer.¹ Vestigia is gevraagd dit nader te onderzoeken en een notitie op te stellen.

Vervolgens hebben gesprekken plaatsgevonden tussen met Bjorn Smit (hoofd maritieme archeologie RCE) en Seger van den Brenk (Periplus Archeomare). Periplus heeft op verzoek van Vestigia de magnetometerdata uit de vooroeverzone (drie gevaren lijnen) geanalyseerd en toegevoegd aan, en vergeleken met, de analysesresultaten, die zij zelf hadden uit eerdere magnetometersurveys. In de dataset waren alleen grote afwijkingen zichtbaar die de veel kleinere afwijkingen van eventuele geulen maskeren. Deze grote afwijkingen komen exact overeen met de fundamente van de windturbines, die tot voor kort stonden in het plangebied van de vooroever stonden. Deze fundamente zijn ook goed zichtbaar in de side scan sonar- en multibeamopnamen en op luchtfoto's. Het effect van de windturbine funderingen laat zich ook niet wegfilteren. Hierdoor is het niet mogelijk de begraven geulsystemen in ons plangebied anders of beter zichtbaar te maken dan in de vibrocore-boringen al was gebeurd. Wel bevestigen de uitkomsten van de magnetometeranalyse in de aangrenzende gebieden westelijk van het plangebied, dat het Wormergeulstelsel dat aan de landzijde al bekend was inderdaad doorloopt onder de waterbodem. Een en ander kan geëxtrapoleerd worden naar het plangebied. Het is echter niet zo dat deze extrapolatie als zodanig meer detail verschaft over de deze geul- en oeverafzettingen dan op basis van de boringen en het gereconstrueerde profiel in afbeelding 4 al was verkregen. Geconcludeerd werd dat:

- aanvullende magnetometeranalyse door Periplus geen verdere detaillering heeft opgeleverd van de Wormer-geul en oeverafzettingen in het plangebied;
- Met betrekking tot de vraag of het AMZ-proces hiermee kan worden afgesloten staan wat betreft Vestigia twee opties open: 1. Het proces van AMZ wordt afgesloten want er zijn concrete aanwijzingen voor archeologische vindplaatsen gevonden. Het aanwijzen van een of meer kansrijke locatie voor verder onderzoek komt, gezien de grootte van de kansrijke zone in het plangebied en de verwachte omvang de gezochte vindplaatsen (meestal enkele tientallen m2) neer op zoeken

¹ Van den Brenk et al. 2023, zie bijlage 4.

naar de spreekwoordelijke speld in de hooiberg. 2. Overwogen kan worden om op basis van het profiel (afb. 4) een of twee plekken uit het profiel te selecteren en daar een hoogkwalitatieve boring te plaatsen en monsternamen te doen voor aanvullend micromorfologisch en geochronologisch onderzoek. Hiervoor zou dan aansluiting gezocht moeten worden bij het "Finding suitable grounds" project van de Universiteit van Groningen, die onder meer IJsselmeerbodemmonsters kunnen analyseren op aanwijzingen voor menselijk bodemgebruik. Zonder die wetenschappelijke inbedding is dit soort onderzoek echter niet erg kansrijk.

De aanpak en resultaten zijn besproken met Bjorn Smit (RCE), Seger van den Brenk (Periplus) en Ralf Schrijvers (Senior fysisch geografisch specialist Vestigia) en verwerkt in het bijgevoegde kaartmateriaal. Periplus heeft aangegeven zo nodig bereid te zijn om de conclusies in rapportvorm te bevestigen. Voor de notitie, zie bijlage 5 achterin dit rapport.

Op 18 april 2024 heeft vervolgens een overleg plaatsgevonden met alle betrokken partijen; Ellen Rozema (Gemeente Lelystad), Maaïke Honshorst (bureau de Brug), Jan-Willem Oudhof (bureau de Brug), Jeroen Vermeersch (RWS), Nynke Ekker (gemeente Dronten), Marjolein de Groot (ZZL), Tineke (ZZL), Wilfried Hessing (Vestigia), Wouter Weerheijm (Vestigia), Han de Jong (RHDHV), en Matthijs Logtenberg (RHDHV). Tijdens dit overleg is afgesproken dat het AMZ-proces beëindigd kan worden; ondanks dat bevestigd is dat er sprake is van een hoge archeologische verwachting, zijn er binnen de reële kaders geen maatregelen mogelijk. Er is besloten om geen aanvullend booronderzoek te doen. Daarmee is besloten dat de genoemde hoogkwalitatieve boring t.b.v. wetenschappelijk onderzoek ook niet worden uitgevoerd.

Naschrift vervolgentraject naar aanleiding van het conceptrapport versie 1.2

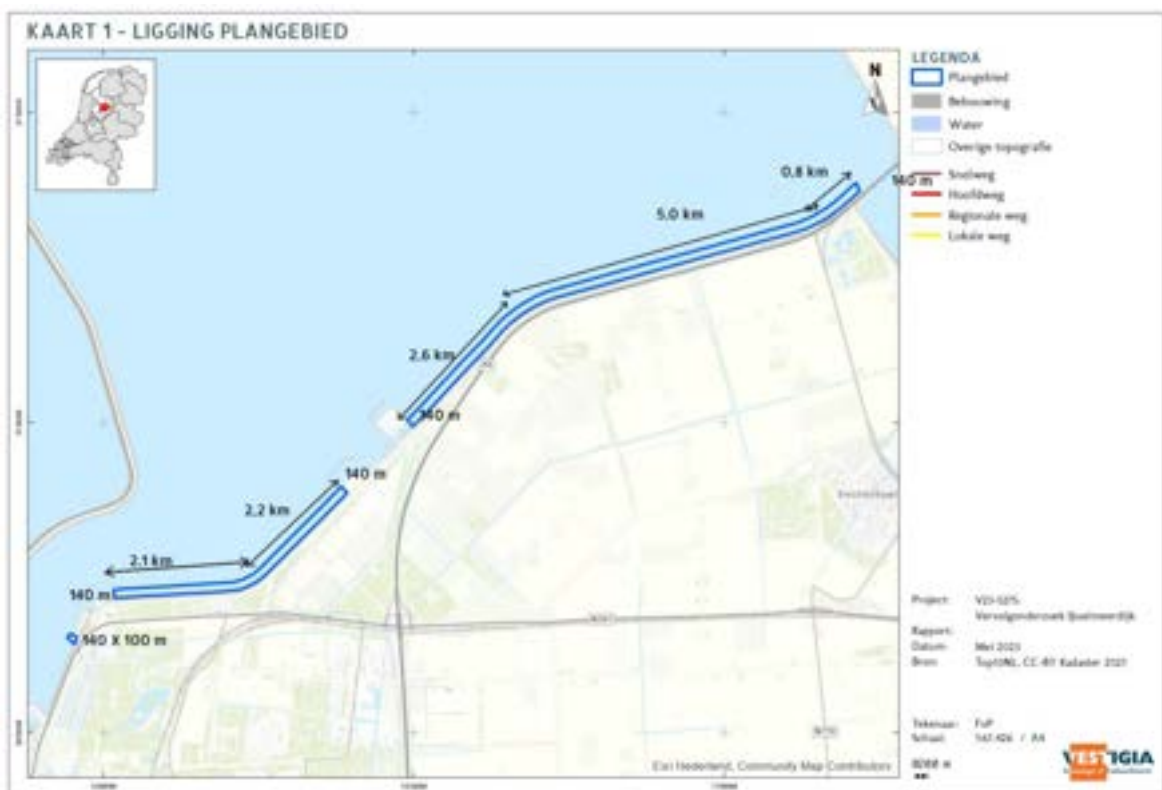
Op 5 juli 2024 heeft mevr. E. Rozema van de gemeente Lelystad per mail aangegeven akkoord te zijn met het conceptrapport: "Ondanks de bevestigde hoge archeologische verwachtingswaarde in het plangebied is voor de voorgenomen werkzaamheden geen aanvullend archeologisch onderzoek meer nodig, de AMZ-cyclus wordt hiermee afgesloten. Wel gelden de verplichtingen bij toevalsvondsten, die in een werkprotocol Archeologie onder de aandacht moeten worden gebracht bij de uitvoerder(s) van grondwerk."

Onderbouwing advies

1 Projectomgeving

1.1 Afbakening plangebied en consequenties toekomstig gebruik (LS01)

In opdracht van de Royal HaskoningDHV (RHDHV), namens het Waterschap Zuiderzeeland, heeft Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie in samenwerking met Baars-CIPRO een verkennend booronderzoek Opwater uitgevoerd voor een deel van het plangebied IJsselmeerdijken. Het betreft specifiek de gedeelten waarbinnen de toekomstige vooroeverdam is geprojecteerd (zie afbeelding 1 hieronder en kaart 1). Dit zijn de enige gebieden, waar in het kader van dit project buitendijks grondverzet zal plaatsvinden. Het gaat om drie gebieden van respectievelijk 117,5, 60,0 en 1,4 ha. Het verkennend booronderzoek Opwater vormt een aanvulling op het vlakdekkend geofysisch onderzoek dat in een eerder stadium heeft plaatsgevonden en dient vooral ter verificatie van de bodemopbouw direct onder de waterbodem.



Afbeelding 1 Het deel van het plangebied Versterking IJsselmeerdijken waarbinnen een zogenaamde vooroeverdam zal worden aangelegd.

De reden voor het IVO-Opwater onderzoek is het de verdere uitwerking van de voorgenomen dijkversterking van de IJsselmeerdijk zowel aan de land- als aan de waterzijde. Op basis van het voorlopig ontwerp zijn verschillende grondroerende werkzaamheden voorzien. Hiervoor is in het verlengde van het in 2022 uitgevoerde Bureauonderzoek door Vestigia in samenspraak met RHDHV een archeologieplan opgesteld, waarin verschillende onderzoeken worden samengebracht. Aan de waterzijde brengt de voorgenomen vooroeverdam de meeste bodemverstoring met zich mee. Voor de teen van de dijk zelf aan de waterkant is alleen een beperkte ophoging van het talud voorzien, die geen verstoring van de ondergrond met zich meebrengt. Vanwege de archeologische verwachting, zowel wat betreft begraven prehistorische landschappen, als historische scheeps- en vliegtuigwrakken, wordt derhalve voorgesteld alleen voor het gebied van de vooroeverdam een geofysisch opwateronderzoek uit te voeren en een aantal vibrocore boringen te zetten. Dit vooronderzoek wordt fasegewijs uitgevoerd.

In het Bureauonderzoek is geadviseerd om op basis van de verdere detaillering van het ontwerp een archeologieplan op te stellen en daarin voor de waterbodem de aangegeven gebieden nader te onderzoeken via vibrocore boringen, voor zover hier de bodem zal worden geroerd..

1.2 Onderzoeksdoel en -methode

Het doel van het onderzoek is het toetsen van de specifieke archeologische verwachting voor het onderzoeksgebied, in het verlengde van het in 2022 door Vestigia uitgevoerde bureauonderzoek voor het hele plangebied (zowel de landzijde en de waterbodem). Het gaat daarbij voor dit onderdeel met name om het opstellen van een geomorfologisch model van de waterbodem en het uitvoeren van een archeologische analyse daarvan.

2 Verwachtingsmodel

Voor het plangebied is in 2022 een aanvullend maritiem-archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd.² In verband met de leesbaarheid is hieronder enkel de gespecificeerde archeologische verwachting overgenomen. Voor de volledigheid verwijzen wij naar de betreffende rapportage.

2.1 Gespecificeerde archeologische verwachting (LS05)

Paleolithicum – Mesolithicum

In principe kunnen binnen het gehele buitendijkse plangebied in de diepere ondergrond onder de waterbodem sporen van bewoning en gebiedsexploitatie voorkomen uit het Paleolithicum en het Mesolithicum. Indien aanwezig bevinden deze sporen zich in de top van het dekzand op overwegend 10 m - NAP. De archeologische sporen en resten kunnen bestaan uit paalkuilen, haardkuilen, houtskoolconcentraties, (vuur)stenen werktuigen en productieafval.

Swifterbantcultuur

Op een aantal locaties binnen het buitendijkse plangebied zijn oude getijdenafzettingen afgezet in de vorm van oeverwallen en beddingafzettingen. Op de oeverwallen kunnen zich archeologische waarden bevinden, daterend uit de midden fase van de Swifterbantcultuur (circa 5200-3800 v. Chr.). Het niveau waarop deze sporen te verwachten zijn bevindt zich binnen 6-7 m -NAP, met daarbinnen mogelijke opduikingen. De archeologische sporen en resten kunnen bestaan uit een archeologische bewoningslaag, paalkuilen, haardkuilen, houtskoolconcentraties, (vuur)stenen werktuigen en productieafval en (evt.) aardewerk.

Scheeps- en vliegtuigwrakken

Op of direct onder de waterbodem kunnen binnen het gehele plangebied scheepswrakken of -wrakresten worden aangetroffen uit de Late Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd worden aangetroffen. Deze resten kunnen bestaan uit houten of metalen (delen van) scheepsrompen, tuigage, lading en andere objecten. De kans op het aantreffen van scheepsresten binnen het plangebied wordt weliswaar als laag geschat, maar gezien het grote oppervlak van het plangebied is het echter niet denkbeeldig dat er toch dergelijke resten aanwezig zijn die door de ingrepen kunnen worden bedreigd. Tevens bestaat de mogelijkheid dat zich binnen het plangebied vliegtuigwrakken bevinden uit de Tweede Wereldoorlog. Hoewel er geen crashsites bekend zijn binnen het plangebied, kan dit ook niet geheel worden uitgesloten.

² Weerheijm et al., 2022

3 Inventariserend veldonderzoek

3.1 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is het verzamelen van aanvullende landschappelijke informatie over de opbouw van de IJsselmeerbodem en de conservering van archeologische vindplaatsen in de eerste meters onder de waterbodem.

Het onderzoek kan bijdragen aan de kennis van de onderstaande thema's opgenomen in de NOaA binnen de Archeoregio Waddenzee/IJsselmeer-Markermeer:

- De Vroegste bewoning van Nederland
- Overgang laat-paleolithicum – vroeg mesolithicum
- Neolithisatieproces
- Archeologie van slecht bekende gebieden
- Gebruik van het water;
- Netwerken en infrastructuur.



Afbeelding 2 foto van de monstername. Bron: Vestigia.

3.2 Vraagstelling onderzoek

De hoofdvraag voor het booronderzoek is : Zijn op de onderzoekslocaties archeologisch relevante bodemniveaus in de eerste meters onder de waterbodem aanwezig, en wat is de kans dat hierbinnen sprake is van behoudenswaardige prehistorische vindplaatsen? In hoeverre levert de aanleg van de vooroeververbinding gevaar op voor de bescherming van dit soort archeologische relicten binnen de betreffende drie gebieden, en hoe kan schade aan aangetroffen relicten het beste worden vermeden?

Indien mogelijk dient het onderzoek een antwoord te worden gegeven op de volgende aanvullende vragen:

- Wat is de bodemopbouw onder de waterbodem? Beschrijf deze zowel geomorfologisch als lithologisch.
- Is de bodemopbouw geheel natuurlijk of is er sprake van (recente) bodemverstoring of bodemroering en hoe is deze eventueel te verklaren?
- Als het gaat om te onderscheiden bodemlagen, kunnen deze aanvullende informatie verschaffen over de vorming van de ondiepere ondergrond in de IJsselmeerbodem?
- Wat is hieruit af te leiden met betrekking tot de aanwezigheid van gebieden met een verhoogde archeologische verwachting voor de Vroege Prehistorie (Laat Paleolithicum – Midden Neolithicum)?
- Wat kan aan de hand van de lagenopbouw gezegd worden over de bewoonbaarheid van het gebied in de verschillende archeologische perioden?
- Is er sprake van archeologische indicatoren? Zo ja welke, en in welke bodemlagen komen deze voor?
- Wat is de datering van de bodemlagen waarin archeologische indicatoren voorkomen?
- Wat is de relatie tussen de aangetroffen bodemlagen en het reliëf van de waterbodem? Kunnen aan de hand van deze relatie archeologisch risicovolle locaties selectief gemarkeerd worden?
- Welke beheersmaatregelen zijn nodig om de verstoring van eventueel aanwezige archeologische vindplaatsen te voorkomen?
- Wat is de relatie tussen de eventuele waargenomen archeologisch relevante niveaus in het plangebied en die bij eerder uitgevoerde onderzoeken in de nabijheid van het plangebied?

3.3 Onderzoeksmethode

Het fysisch geografisch onderzoek richt zich op het beantwoorden van de onderzoeksvragen en zorgt voor de benodigde onderbouwing van het archeologisch advies (en risico-analyse) met betrekking tot de uit te voeren werkzaamheden voor de vooroeverversterking. Verder kan het onderzoek bijdragen tot een verdere detaillering van de geomorfologie van de IJsselmeerbodem.

- Locatiebepaling geschiedt met behulp van RTK dGPS. Tevens is van elke meting de lokale x- y- en z-coördinaten gedocumenteerd. Elke boring wordt apart gedocumenteerd.
- De boringen zijn gezet door middel van een vibrocore boorset met een holle buis met een diameter van 7 cm. De buislengte bedraagt 3 m. De doelstelling is te boren tot 6 m onder de waterbodem. In de praktijk is dit echter niet altijd haalbaar gebleken. De minimale boordiepte bedraagt 1,4 m onder de waterbodem.
- De boorinstallatie is gehangen aan de kraan van de Triton. De boorbuis wordt verticaal in de waterbodem gedrukt.
- De boorkernen zijn gesplitst en beschreven door een ervaren fysisch geograaf met kennis van de bodemopbouw in het IJsselmeer.
- Archeologisch relevante of veelbelovende lagen konden aan boord worden bemonsterd. Aan land konden de monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 2 mm op archeologisch indicatoren.
- Monsters uit organisch rijke lagen konden worden veiliggesteld voor C14 datering. Een selectie voorstel voor daterend onderzoek en eventuele andere aanvullende analyse kon zijn voorgelegd aan de betrokken overheden en de opdrachtgever, voordat eventuele analyses worden uitgevoerd.

- De data zijn opgenomen en gepresenteerd in de Nederlandse RD-coördinaten (Rijksdriehoekskoördinaten; Amersfoort RD New).
- Het onderzoek wordt uitgevoerd door een surveyschip dat beperkt gevoelig is voor variërende stromingen en weersomstandigheden. De boot is inzetbaar tot en met circa windkracht 4. De opnamen worden gemaakt bij rustig weer, waarbij zoveel mogelijk in rechte lijnen wordt gevaren. De maximale vaarsnelheid is 3,5 knopen. Voor de plaatsbepaling wordt gebruik gemaakt van RTK dGPS. Tevens worden van elke meting de lokale x- en y-coördinaten gedocumenteerd. Elke losse meting (fase 2, anomalie) wordt apart gedocumenteerd.
- Het onderzoek wordt uitgevoerd conform de vigerende versie van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) Waterbodems 4.1 (Centraal College van Deskundigen Archeologie 2016) en conform VS04wb. Dit houdt ook in dat voorafgaand aan het onderzoek een Plan van Aanpak (PvA) is opgesteld (VS01wb). Tevens wordt het onderzoek voor aanvang aangemeld in ARCHIS3.

3.4 Resultaten veldonderzoek – eerste fase

Tijdens het veldwerk zijn 22 boringen gezet als onderdeel van de eerste fase van het veldonderzoek, met een einddiepte uiteenlopend van 1,40 m (boring 5275-003) tot maximaal 6 meter (boring 5275-013) beneden de waterbodem. Gezien de aard van de ondergrond, die in delen van het plangebied met toenemende diepte steeds minder zandig werd bleef de vibrocore in enkele gevallen boven de gewenste einddiepte van 6 meter beneden de waterbodem steken; ook na meerdere pogingen (bijv. boringen 5275-004 en 5275-009).

De interpretatie van de verzamelde en beschreven gegevens (zie *bijlage 2: boorstaten*) wordt hierna in twee delen behandeld. Allereerst worden karakteristieken van de (combinatie van pakketten in de) deklaag besproken. Deze deklaag bevindt zich tot op het niveau waar het onderzoek zich conform het plan van aanpak op richt, namelijk de 'Wormer-afzettingen'.³ Deze afzettingen, gerekend tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)⁴, worden daarna behandeld.

De analyse van de boringen op diepte en aard van voorkomen van afzettingen uit het Laagpakket van Wormer is ondergebracht in *kaart 2*.⁵ De formele beantwoording van de onderzoeksvragen volgt in *paragraaf 3.5*.

Beschrijving

Voor de sedimentologische profielbeschrijvingen van boringen 5275-001 tot en met 5275-022 wordt verwezen naar *bijlage 2*.

Resultaten: Laat- en Midden-Holoceen dek

De waterdiepte in het plangebied loopt in grote lijn op van -4,78 m NAP ter hoogte van de meest zuidwestelijk gelegen boring 5275-001 tot -5,23 m NAP in de meest noordoostelijk gelegen boring 5275-022. De dikte van het dek van de meest recente afzettingen wisselt sterk tussen de verschillende boringen.

De toplaag van de bodem bestaat uit een pakketje siltige tot zandige klei, veelal met schelpen (soms in lagen), met een totale dikte uiteenlopend van 5 tot 30 cm. In dit pakket komen ook dunne detrituslaagjes voor. In deze toplaag van (beperkt) variabele dikte en samenstelling is geen duidelijk onderscheid te maken in afzettingen die ofwel tot de IJsselmeer Laag of de Zuiderzee Laag⁶ kunnen worden gerekend op basis van puur uiterlijke kenmerken. Gezien het archeologisch ondergeschikte belang in dit verband worden ze dan ook gegroepeerd beschouwd, samen met de hieronder aanwezige laag.⁷ Deze volgende laag komt in een groot deel van de boringen (5275-001 t/m -011, -013, -016 t/m -022) als een meer samenhangend pakket

³ Weerheijm et al. 2023, paragraaf 2.5.2 en 2.5.3.

⁴ TNO 2013, Formatie van Naaldwijk.

⁵ In een aantal boringen is binnen het dieptebereik (tot ca. 7,5 m –NAP geen Laagpakket van Wormer aangetroffen. Dit is in de legenda weergegeven als 'afwezig'.

⁶ Beide behorend tot de Formatie van Naaldwijk.

⁷ Zie het Lelystad Complex uit Vos 2003.

van siltige tot zandige klei met detrituslaagjes voor. Ook van dit pakket is de dikte zeer variabel, uiteenlopend van 20 cm in boring 5275-016 tot 225 cm in boring 5275-009. Deze afzettingen kunnen deels behoren tot de Zuiderzee Laag en deels tot de Almere Laag. Aangezien dit onderscheid niet op veldkenmerken was te maken, worden ze gezamenlijk met de erboven voorkomende afzettingen gerekend tot het Lelystad Complex (Formatie van Naaldwijk) – zie tevens het profiel in *bijlage 3*.⁸

In 21 van de 22 boringen is een pakket (donker-)bruin organoklastisch materiaal aangetroffen dat conform de ASB en SBB tot de grondsoort detritus wordt gerekend.⁹ Het materiaal bevat schelpjes en/of schelpfragmentjes en met name in de zuidoostelijke boringen (5275-001, -002, -003, -006, -009, -010, -011), plus losse locatie 5275-020 wat zandlaagjes. Deze afzettingen worden tot de Flevomeer Laag gerekend (onderdeel van de Formatie van Nieuwkoop; zie tevens Afbeelding 3). De laaggrens met het daaronder aanwezige materiaal tekent zich scherp af. Het materiaal is over het algemeen fijnkorrelig van aard maar er komen ook grovere organische resten in voor. Bij een toenemende fijnkorreligheid wordt het ook wel gyttja-achtig of detritus-gyttja genoemd. Om het verschil met gyttja ook in de boorstaten duidelijker te maken is de hoofdgrondsoort 'detritus' toegekend.

Daar waar onder het detritus-pakket nog andere afzettingen zijn opgeboord is de laaggrens aan de basis van het detritus-pakket over het algemeen als scherp van aard beschreven. Deze scherpe grens wordt toegeschreven aan gebeurtenissen en omstandigheden die hebben geleid tot het ontstaan van het Flevomeer vanuit het veenmoeras uit het Subborea. In acht boringen is er verslagen veen in het profiel aanwezig; veelal onder de detrituslaag (in boring 5275-003, 5275-010, 5275-011, 5275-016 t/m 5275-020), éénmaal direct onder de zandig-kleiige deklaag (boring 3112036). Dit hangt mogelijk ook samen met de beginfase van het ontstaan van het Flevomeer: het veen is losgeslagen en als nog herkenbare brokken weer tot bezinking gekomen. Een duidelijke veenlaag op de Wormer ontbreekt.

Resultaten: Midden-Holocene Klei (Laagpakket van Wormer)

In 8 van de 22 boringen (boornrs. 5275-010 t/m 5275-016 en 5275-018) in het plangebied komt als onderste laag van het opgeboorde materiaal een pakket klei voor. De laaggrens tussen het hiervoor genoemde detritusniveau (inclusief daar waar van toepassing de daaronder aanwezige verslagen veen-lagen) en dit kleipakket is als scherp te omschrijven.

De diepteligging van de top van de kleilaag wordt weergegeven in *kaart 2*. De klei is brokkelig en vertoont kenmerken van rijping. Het gaat hier om afzettingen die in eerdere publicaties aangeduid zijn als 'Oude Zeeklei' of 'Unieklei'. In de huidige systematiek behoort het tot de Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) en gaat het lithogenetisch gezien om kreek- of laaglandrivier-afzettingen. Tijdens en na afzetting langs een bijbehorende watervoerende geul hebben deze afzettingen gedurende een langere periode aan het oppervlak gelegen.

De top van deze afzettingen is in alle 8 boringen op een diepte van minder dan 7 meter beneden NAP aangetroffen. De grens 7-7,5 m beneden NAP werd in het onderzoek ten behoeve van de Hanzelijn als grens aangehouden voor het deel van het pakket dat als potentieel archeologisch waardevol werd beschouwd.¹⁰

In drie boringen, te weten 5275-012, 5275-014 en 5275-015 op minder dan 6 meter beneden NAP (respectievelijk -5,43 / -5,83 en -5,58 m NAP). Dit bevindt zich in het bereik van de locaties waar op het land de archeologische vindplaatsen van de Swifterbant-cultuur zijn aangetroffen.¹¹ Daarnaast is een deel van de klei in boringen 5275-012, -013 en -014 zelfs zandig van aard, en zijn in boring 5276-016 (waar de top zich op -6,23 m t.o.v. NAP bevindt) sporen van doorworteling aangetroffen.

In geen van de boringen is in de top van de aangetroffen Wormerklei een (donker gekleurde) cultuurlaag aanwezig, noch zijn er (andere) archeologische indicatoren aangetroffen.

⁸ Zie Vos 2003.

⁹ Boringen 3112001 t/m 3112005, en 3112008 t/m 3112016.

¹⁰ Vos/Van Gessel 2004, 11.

¹¹ Zie tevens Ente et al. 1986; fig. 2.4

Gezien het feit dat afzettingen van Wormer ook direct naar het westen, op vergelijkbare diepte, maar ook zelfs tussen 5 en 6 meter beneden NAP worden aangetroffen¹², in combinatie met het interval van 100 meter tussen de in het plangebied geplaatste boringen in deze eerste fase, maakt dat nog niet uit te sluiten is dat gerijpte Wormer-klei binnen het plangebied ook nog op geringere diepte op andere locaties voorkomt. Om meer zicht te krijgen op het verloop van de top van de afzettingen uit het Laagpakket van Wormer, zijn dan ook een 15-tal vibrocore-boringen geplaatst die hieronder worden besproken als onderdeel van de tweede fase van het veldonderzoek.

3.5 Resultaten veldonderzoek – tweede fase

Ten behoeve van een nadere detaillering van de ligging van de top van het Laagpakket van Wormer in het plangebied, zijn tijdens het veldwerk in deze tweede fase 15 boringen gezet (met een tussenruimte van 40 m tussen de boringen), in twee clusters:

- Het eerste, zuidwestelijke, cluster bestaat uit 11 boringen (nummers 5275-101 t/m 5275-111), met een einddiepte uiteenlopend van 6,20 m beneden NAP (boringen 5275-105 en -106) tot maximaal 10,85 m beneden NAP (boring 5275-108). Hier is in de eerste fase van het onderzoek een ondiep voorkomen van de top van het Laagpakket van Wormer vastgesteld; de boringen in deze tweede fase zijn geplaatst met als doel dit beeld te verfijnen
- Het tweede, noordoostelijke, cluster bestaat uit 4 boringen (nummers 5275-112 t/m 5275-115), met een einddiepte uiteenlopend van 6,55 m beneden NAP (boring 5275-112) tot maximaal 7,80 m beneden NAP (boring 5275-114). In de eerste fase van het onderzoek zijn hier geen afzettingen van het Laagpakket van Wormer aangetroffen, in tegenstelling tot de verwachting op basis van het verloop van het gekarteerde krekpatroon in de Polder (Oostelijk Flevoland).

Gezien de aard van de ondergrond, die in delen van het plangebied met toenemende diepte steeds minder zandig werd bleef de vibrocore in een aantal gevallen (met name boringen 5275-103, -105, -106, -109 en -110) reeds tussen 1 en 2 meter beneden de waterbodemplaat steken; ook na meerdere pogingen. Alleen bij boringen 5275-112 en -113 leverde een tweede poging een iets grotere einddiepte op.

De interpretatie van de verzamelde en beschreven gegevens (zie *bijlage 2: boorstaten*) wordt, zoals in de bespreking van de eerste fase van het onderzoek, in twee delen behandeld. Allereerst worden de karakteristieken van de (combinatie van pakketten in de) deklaag besproken. Deze deklaag bevindt zich tot op het niveau waar het onderzoek zich conform het plan van aanpak op richt, namelijk de 'Wormer-afzettingen'.¹³ Deze afzettingen, gerekend tot het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)¹⁴, worden daarna behandeld.

De analyse van de boringen op diepte en aard van voorkomen van afzettingen uit het Laagpakket van Wormer is ondergebracht in *kaart 2*.¹⁵ De formele beantwoording van de onderzoeksvragen volgt in *paragraaf 3.6*. Voor de sedimentologische profielbeschrijvingen van boringen 5275-101 tot en met 5275-115 wordt verwezen naar *bijlage 2*.

Resultaten: Laat- en Midden-Holoceen dek

Ter hoogte van het eerste cluster boringen (5275-101 t/m 5275-111) varieerde de waterdiepte op het moment van plaatsen van de boringen licht: de top van de waterbodemplaat werd aangetroffen op een diepte van -4,9 m tot -5,0 m t.o.v. NAP. Ter hoogte van het tweede cluster boringen (5275-112 t/m 5275-115) was de top van de waterbodemplaat aanwezig op een diepte van -4,25 tot -4,30 m t.o.v. NAP.

¹² Zie o.m. Schrijvers/Waugh 2015, afbeelding 18

¹³ Weerheijm et al. 2023, paragraaf 2.5.2 en 2.5.3.

¹⁴ TNO 2013, Formatie van Naaldwijk.

¹⁵ In een aantal boringen is binnen het dieptebereik (tot ca. 7,5 m –NAP geen Laagpakket van Wormer aangetroffen. Dit is in de legenda weergegeven als 'afwezig'.

De toplaag van de bodem bestaat in slechts een deel van de boringen (in tegenstelling tot de boringen uit de 1^e fase van het onderzoek) uit een pakketje siltige tot zandige klei, veelal met schelpen (soms in lagen), met een totale dikte uiteenlopend van 5 tot 30 cm. In dit pakket komen ook dunne detrituslaagjes voor. In deze toplaag van (beperkt) variabele dikte en samenstelling is geen duidelijk onderscheid te maken in afzettingen die ofwel tot de IJsselmeer Laag of de Zuiderzee Laag¹⁶ kunnen worden gerekend op basis van puur uiterlijke kenmerken. Gezien het archeologisch ondergeschikte belang in dit verband worden ze dan ook gegroepeerd beschouwd, samen met de deels hieronder aanwezige, en deels als toplaag aanwezige laag, die bestaat uit een pakket siltige tot zandige klei en/of kleilig zand.¹⁷ De dikte van dit pakketje varieert in beperkte mate: van 10 cm (bijv. in boring 5275-xxx) tot 25 cm (in boring 5275-xxx). Deze afzettingen kunnen deels behoren tot de Zuiderzee Laag en deels tot de Almere Laag. Aangezien dit onderscheid niet op veldkenmerken was te maken, worden ze gezamenlijk met de erboven voorkomende afzettingen gerekend tot het Lelystad Complex (Formatie van Naaldwijk)¹⁸ – zie tevens het bijgewerkte profiel in *bijlage 3*. In 13 van de 15 boringen (5275-101, 5275-102, 5275-104 t/m -111, 5275-113 t/m -115) is een pakket (donker-) bruin organoklastisch materiaal aangetroffen dat conform de ASB en SBB tot de grondsoort detritus wordt gerekend. Het materiaal bevat schelpjes en/of schelpfragmentjes en deels wat zandlaagjes. Deze afzettingen worden tot de Flevomeer Laag gerekend (onderdeel van de Formatie van Nieuwkoop; zie tevens Afbeelding 3). Het materiaal is over het algemeen fijnkorrelig van aard maar er komen ook grovere organische resten in voor. Bij een toenemende fijnkorreligheid wordt het ook wel gyttja-achtig of detritus-gyttja genoemd. Om het verschil met gyttja ook in de boorstaten duidelijker te maken is de hoofdgrondsoort 'detritus' toegekend.

Voor het tweede cluster boringen, de vier noordoostelijke boringen (nummers 5275-113 t/m 5275-1115) betekent dit het tevens dat de onderzijde van het opgeboorde materiaal is bereikt. In het eerste cluster boringen, de elf zuidwestelijke boringen genummerd 5275-101 t/m 5275-111, is in drie van de elf boringen (nummers 5275-103, -104 en -106), zoals in het hiervoor genoemde tweede cluster, de boring geëindigd in deze laag. Hier zijn niet de hierna besproken afzettingen aangetroffen die tot het Laagpakket van Wormer kunnen worden gerekend.

In de overige boringen (5275-101, -102, -105, -107 t/m -111) tekent de laaggrens met het daaronder aanwezige materiaal zich scherp af. Deze scherpe grens wordt toegeschreven aan gebeurtenissen en omstandigheden die hebben geleid tot het ontstaan van het Flevomeer vanuit het veenmoeras uit het Subboreaal.

In boring 5275-106 is er onder de detrituslaag nog wat verslagen veen in het profiel aanwezig, zoals ook in een aantal boringen uit de eerste fase van het onderzoek. Ook het nu aangetroffen verslagen veen wordt in verband gebracht met de beginfase van het ontstaan van het Flevomeer: het veen is losgeslagen en als nog herkenbare brokken weer tot bezinking gekomen.

Resultaten: Midden-Holocene Klei (Laagpakket van Wormer)

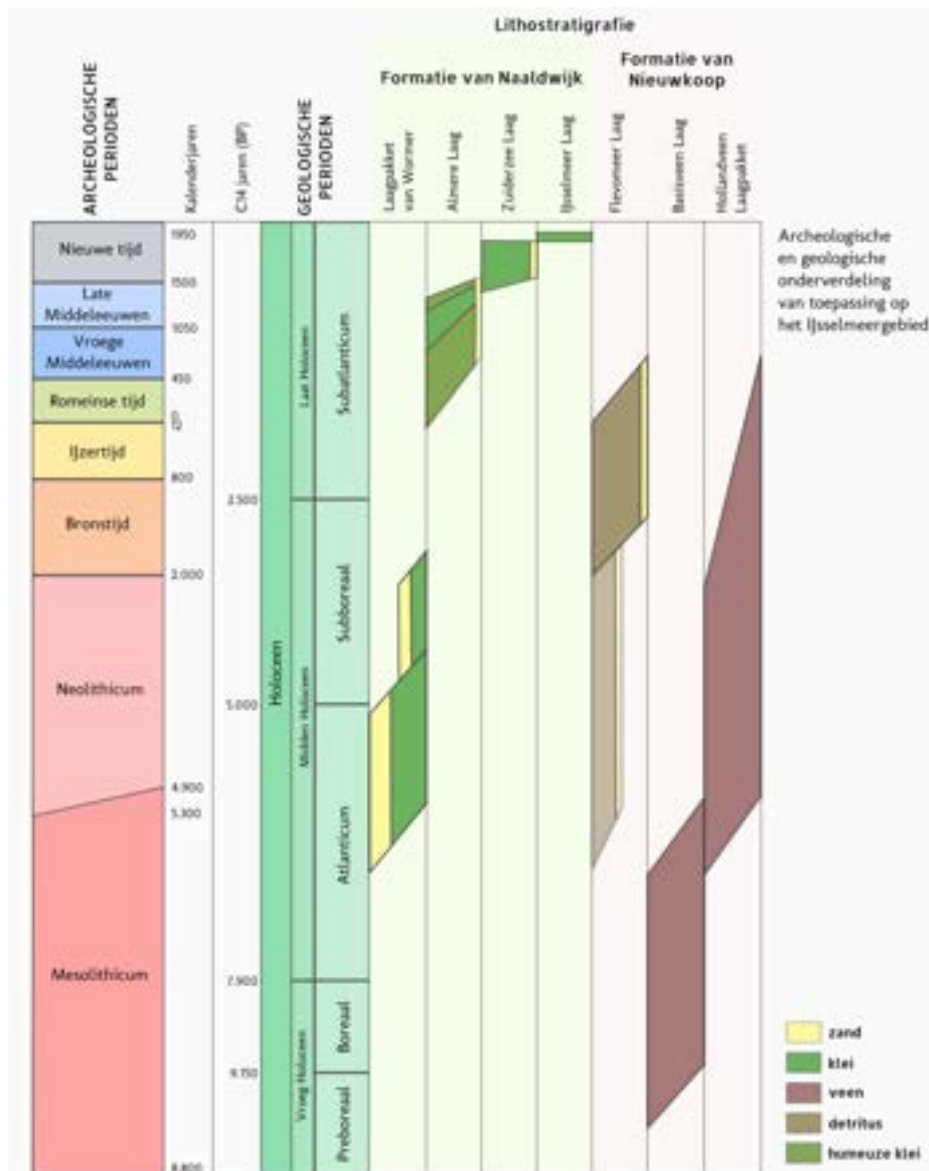
In 8 van de 11 boringen uit het eerste, zuidwestelijke, cluster (boornrs. 5275-101, 5275-102, 5275-105 en 5275-107 t/m -111) komt als onderste laag van het opgeboorde materiaal een pakket klei voor. De laaggrens tussen het hiervoor genoemde detritusniveau (inclusief daar waar van toepassing de daaronder aanwezige verslagen veen-lagen) en dit kleipakket is als scherp te omschrijven.

De diepteligging van de top van de kleilaag wordt weergegeven in *kaart 2*. De klei is ten minste deels brokkelig en vertoont kenmerken van rijping. Het gaat hier om afzettingen die in eerdere publicaties aangeduid zijn als 'Oude Zeeklei' of 'Unioklei'. In de huidige systematiek behoort het tot de Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) en gaat het lithogenetisch gezien om kreek- of laaglandrivier-afzettingen. Tijdens en na afzetting langs een bijbehorende watervoerende geul hebben deze afzettingen gedurende een langere periode aan het oppervlak gelegen.

¹⁶ Beide behorend tot de Formatie van Naaldwijk.

¹⁷ Zie het Lelystad Complex uit Vos 2003.

¹⁸ Zie Vos 2003.



Afbeelding 3 Schema met de perioden van vorming van de in het IJsselmeergebied voorkomende lithostratigrafische eenheden, in relatie tot de archeologische periodisering. Bron: Schrijvers/Waugh 2015; naar Westerhoff et al. 1987, Menke et al. 1998.

De top van deze afzettingen is in alle 8 boringen op een diepte van minder dan 6 meter beneden NAP aangetroffen. De grens 7-7,5 m beneden NAP werd in het onderzoek ten behoeve van de Hanzelijn als grens aangehouden voor het deel van het pakket dat als potentieel archeologisch waardevol werd beschouwd.¹⁹ In boringen 5275-105 en 5275-110 zelfs op respectievelijk 5,55 en 5,50 m beneden NAP. Dit bevindt zich in het dieptebereik van de locaties waar op het land de archeologische vindplaatsen van de Swifterbant-cultuur zijn aangetroffen.²⁰ Daarnaast is een deel van de klei in boringen 5275-102, -105 en -109 en -111 deels zandig van aard, en zijn in boring 5276-109 (waar de top zich op -5,90 m t.o.v. NAP bevindt) sporen van doorworteling aangetroffen.²¹ De onderste 10 cm van het opgeboorde profiel in deze boring (op een

¹⁹ Vos/Van Gessel 2004, 11.

²⁰ Zie tevens Ente et al. 1986; fig. 2.4

²¹ Zoals ook in boring 5276-016 uit de eerste fase van het onderzoek, waar de top van de afzettingen uit het Laagpakket van Wormer zich op -6,23 m t.o.v. NAP bevindt.

diepte van 10,75 m beneden NAP) bestaat nog net uit een laagje zand dat op basis van gegevens uit de directe omgeving kan corresponderen met de top van het Pleistocene zand.²²

In geen van de boringen is in de top van de aangetroffen Wormerlei een (donker gekleurde) cultuurlaag aanwezig, noch zijn er (andere) archeologische indicatoren aangetroffen die concreet wijzen op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats.

3.6 Beantwoording vraagstelling en conclusies veldonderzoek

Wat is de bodemopbouw onder de waterbodem? Beschrijf deze zowel geomorfologisch als lithologisch. Onder de waterbodem zijn verschillende eenheden aangetroffen; van boven naar onder zijn dat (zie tevens het profiel in *bijlage 3*):

- Een kleiige tot zandige laag met wisselende gehalten aan schelpfragmenten en detritus (mogelijk behorend tot de IJsselmeer Laag en Zuiderzee Laag)
- Een zandig interval dat deels tot de Zuiderzee Laag en deels tot de Almere Laag kan behoren; deze afzettingen worden samen met de hierboven voorkomende laag tot het Lelystad-complex gerekend
- Detritus- en verslagen veen-laag die tot de Flevomeer Laag kan worden gerekend; in slechts één boring is intact veen beschreven: mogelijk gaat het hier om een klein restant uit het Hollandveen Laagpakket; waarschijnlijker is echter dat het zoals het overige veen in verslagen toestand deel uitmaakt van de Flevomeer Laag. Een duidelijke intacte veenlaag op de Wormer zoals soms op het land kan worden aangetroffen, ontbreekt echter.
- Zwak tot sterk siltige tot matig zandige kleien behorende tot het Laagpakket van Wormer (voorheen ook wel beschreven als 'Oude Zeeklei' of 'Oude getijdenafzettingen'), aangetroffen in boringen 5275-010 t/m -016 en 5275-018 uit de eerste fase, en 5275-101, 5275-102, 5275-105 en 5275-107 t/m -111 uit de tweede fase.

Is de bodemopbouw geheel natuurlijk of is er sprake van (recente) bodemverstoring of bodemroering en hoe is deze eventueel te verklaren?

In de ondergrond zijn geen kenmerken van menselijke (recente) bodemverstoring of bodemroering waargenomen.

Als het gaat om te onderscheiden bodemlagen, kunnen deze aanvullende informatie verschaffen over de vorming van de ondiepere ondergrond in de IJsselmeerbodem?

Op basis van het booronderzoek kan worden geconcludeerd dat de op het land (in Oostelijk Flevoland) aangetroffen afzettingen die deel uitmaken van het Laagpakket van Wormer, waarop de vindplaatsen uit de Swifterbant-cultuur zijn aangetroffen, doorlopen tot ten minste in het plangebied. Deze afzettingen bevinden zich deels op vergelijkbare geringe diepte beneden de top van de (water)bodem: in boringen 5275-012, 5275-014 en 5275-015 uit de eerste fase van het onderzoek, en in 5275-101, 5275-102, 5275-105 en 5275-107 t/m -111 uit de tweede fase, bevindt de top van deze afzettingen zich op een diepte van 5,5 tot 6,0 meter beneden NAP. Gezien de locaties van, en de intervallen tussen de verkennende boringen is op dit moment geen gedetailleerder beeld van het verloop van de daarin aanwezige krekens mogelijk.

Wat is hieruit af te leiden met betrekking tot de aanwezigheid van gebieden met een verhoogde archeologische verwachting voor de Vroege Prehistorie (Laat Paleolithicum – Midden Neolithicum)?

Indien aanwezig bevinden archeologische waarden uit het Laat Paleolithicum en Mesolithicum zich in de top van het dekzand. Het dekzand is slechts bereikt in één boring: 5275-108, op een diepte van 10,75 meter beneden NAP; de archeologische verwachting voor dit niveau blijft onveranderd. De verwachting voor de periode Neolithicum (dan gaat het met name om de Swifterbant cultuur) was gebaseerd op de aanwezigheid van het Laagpakket van Wormer. De top van de Wormer afzettingen bevindt zich bij de boringen 5275-101, 5275-102, 5275-105 en 5275-107 t/m -111, alsmede boringen 5275-012, 5275-014 en 5275-015 uit de eerste fase van het onderzoek (zie het profiel in *bijlage 3*) op vergelijkbare hoogte met de

²² Zie bijvoorbeeld boringen B20G2349 (top zand op 10,65 m -NAP); www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens

locaties van de Swifterbant-vindplaatsen in Oostelijk Flevoland, namelijk binnen 6 meter beneden NAP. In geen van de boringen is in de top van de aangetroffen Wormerlei een (donker gekleurde) cultuurlaag aanwezig, noch zijn er (andere) archeologische indicatoren aangetroffen.

Wat kan aan de hand van de lagenopbouw gezegd worden over de bewoonbaarheid van het gebied in de verschillende archeologische perioden?

Zoals hierboven reeds is aangegeven kunnen weinig conclusies worden getrokken over de archeologische verwachting wat betreft de periode Laat-Paleolithicum en Mesolithicum. Het Neolithicum (Swifterbant) had echter wel een hoge verwachting op basis van het bureauonderzoek. De oevers van het krekensysteem waren geschikt voor bewoning. Een voortgaande zee- en grondwaterspiegelstijging zorgden er na het Neolithicum voor dat het plangebied nog verder vernatte en vervolgens verdronk, waardoor bewoning niet mogelijk was.

Is er sprake van archeologische indicatoren? Zo ja welke, en in welke bodemlagen komen deze voor?

Tijdens het onderzoek zijn geen cultuurlagen of archeologische indicatoren aangetroffen.

Wat is de datering van de bodemlagen waarin archeologische indicatoren voorkomen?

N.v.t..

Wat is de relatie tussen de aangetroffen bodemlagen en het reliëf van de waterbodem? Kunnen aan de hand van deze relatie archeologisch risicovolle locaties selectief gemarkeerd worden?

Tijdens het veldwerk werd bij iedere boring de waterdiepte opgemeten. Hierin is slechts een van zuidwest naar noordoost zeer geleidelijk aflopende waterbodem vastgesteld, met het hoogste punt ter hoogte van boringen 5275-001 t/m -003 (-4,58 m NAP), een diepte van -5,0 tot -4,9 m NAP ter hoogte van boringen 5275-101 t/m -111, en het diepste punt ter hoogte van boring 5275-022 (-5,23 m NAP). De deklaag van mid- tot laat-holocene afzettingen (IJsselmeer Laag / Zuiderzee Laag / zandige Almere Laag en detritus/verslagen veen uit de Flevomeer Laag) verschilt per locatie sterk van dikte, waardoor dit het reliëf in de top van het archeologisch interessante niveau van de top van het Laagpakket van Wormer vrijwel geheel nivelleert. Dit is daarom geen goede indicator voor het aantreffen van archeologische vindplaatsen.

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

Ter bescherming van de archeologische waarden zal moeten worden gekeken naar de geplande werkzaamheden en de verstoringen die daarbij zullen optreden. Aan de hand daarvan kan worden besloten of er verstoring zal optreden binnen de top van de afzettingen van het Laagpakket van Wormer, die zich op ca. 1-2 m onder de waterbodem bevindt tussen boring 101 en 111.

Wat is de relatie tussen de eventuele waargenomen archeologisch relevante niveaus in het plangebied en die bij eerder uitgevoerde onderzoeken in de nabijheid van het plangebied?

Meer landinwaarts zijn op en naast de oevers van het krekensysteem, waarvan de afzettingen deel uitmaken van het Laagpakket van Wormer, vindplaatsen aangetroffen van de Swifterbant cultuur. Deze afzettingen uit het Laagpakket van Wormer zijn ook binnen het plangebied aangetroffen, deels op vergelijkbare diepte beneden de top van de sedimentkolom, en ook deels gerijpt. In geen van de boringen is echter in de top van de aangetroffen Wormerlei een (donker gekleurde) cultuurlaag aanwezig, noch zijn er (andere) archeologische indicatoren aangetroffen.

4 Advies vervolgonderzoek (LS05)

Op basis van het verkennende/karterende onderzoek is vastgesteld dat zich bij de boringen 5275-012, 5275-014 en 5275-015 Wormer-afzettingen bevinden op vergelijkbare hoogte met de locaties van de Swifterbant-vindplaatsen in Oostelijk Flevoland. Om dit nader in kaart te brengen zijn additionele boringen uitgevoerd, met een tussenruimte van 40 m tussen de boringen. Hierbij is geconstateerd dat binnen het bereik van de boringen 101 en 111 nog sprake is van een relatief hooggelegen top van het Laagpakket van Wormer, waar in principe sprake kan zijn geweest van bewoning door de Swifterbant-cultuur. Deze zone heeft, ondanks dat er geen concrete aanwijzingen zijn voor een archeologische vindplaats, nog steeds een hoge archeologische verwachting.

Binnen de aldus geïdentificeerde zone met de hoge verwachting zullen ingrepen gaan plaatsvinden die eventuele archeologische vindplaatsen kunnen bedreigen. Het gaat dan om de zone waar een cunet tot ca. -11 m -NAP (ca. 5 m onder de waterbodembodem) zal worden uitgegraven ter behoeve van een dam, ca. 120-155 m uit de rand van de huidige dijk. Tevens zal tussen de huidige oever en de dam een pakket zand worden gestort van ca. 4-5 meter dikte, wat een zetting zal veroorzaken van ca. 1-2 m, wat gezien de slappe ondergrond eveneens bedreigend is voor een eventuele archeologische vindplaats.

De vraag is of, en zo ja, wat voor vervolg er noodzakelijk maar ook proportioneel is. De top van het Laagpakket van Wormer bevindt zich binnen de bovengenoemde zone binnen 1-2 m onder de waterbodembodem. De praktijk van het prospectief onderzoek door middel van boringen Opwater is tegenwoordig nog niet zo uitgekristalliseerd als het onderzoek op land. Normaliter zou men op land bij een hoge verwachting een karterend boorgrid hanteren. Een globale rekensom leert dat het hier gaat om een zone van ca. 6,23 ha. Met een karterend grid van ca. 13 x 15 m (methode A3, richtlijn karterend booronderzoek : gericht op het opsporen van nederzettingen met vuursteen, met een matig-hoge vondstdichtheid) zou dit neerkomen op ongeveer 310-320 karterende boringen. Booronderzoeken Opwater vergen echter een veel grotere inspanning dan die op land. Voor het onderhavige booronderzoek Opwater kon een productie worden aangehouden van ca. 5 boringen per dag. Dit zou neerkomen met de zelfde globale rekensom neerkomen op ca. 62 onafgebroken boordagen. Dit is een optimistische schatting, even los van periodes tussendoor met onwerkbaar weer omdat bij omstandigheden boven windkracht 4 er geen onderzoek meer mogelijk is (soms zelfs al bij windkracht 4, afhankelijk van de richting). Dit staat overigens nog los van de beperkte beschikbaarheid van zowel het vaartuig als de boorset voor zo'n lange periode. Dit alles zou een hypothetische kostenpost opleveren van globaal ca. vijf tot zes ton, vergeleken met een kostenpost van globaal ca. 25k bij een karterend onderzoek op het land.

Dan is de vraag wat een dergelijk onderzoek oplevert in geval er een vindplaats wordt gekarteerd. Met een in situ beleid zou dit in eerste instantie neerkomen op mitigerende maatregelen (d.w.z. geen diepgaande ingrepen op de locatie van de vindplaats), of een behoud ex situ. Op land hebben al verschillende opgravingen plaatsgevonden naar Swifterbant vindplaatsen, zodat we daar een redelijk beeld van hebben hoe er moet worden opgegraven en wat dat aan resultaten oplevert. Voor de situatie Opwater is er eigenlijk alleen maar een vergelijking te maken met het onderzoek bij de Yangtze-haven in Rotterdam in 2011, waar zich binnen het bereik van een te verdiepen haven een bekend rivierduin bevond. Binnen de relatieve beschutting van de haven zijn daar vanaf een ponton met een grijper enkele honderden big-bags aan sediment naar boven zijn gehaald. Deze zijn vervolgens gezeefd op vondstmateriaal, zoals bot en vuursteen. De context tussen het vondstmateriaal en eventuele archeologische sporen in de bodem ontbreekt bij een dergelijk type onderzoek, zodat de vraag gesteld kan worden wat de feitelijke kenniswinst van dit soort onderzoek is. Bovendien geldt als voorwaarde voor een dergelijk onderzoek dat dan wel eerst een archeologische vindplaats moet zijn geïdentificeerd en afgebakend. Ad random sediment naar boven gaan halen heeft weinig zin.

Op basis van het bovenstaande adviseert Vestigia daarom om in overleg met het bevoegd gezag te bepalen of, en zo ja in welke mate er nog een verdere onderzoeksinspanning noodzakelijk en proportioneel is.

Het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten en Rijkswaterstaat, dienen op basis van dit advies een selectiebesluit te nemen (wel of geen verder onderzoek, en indien wel, in welke vorm). Dit besluit kan afwijken van het bovenstaande advies.

Wanneer het bevoegd gezag besluit dat vervolgonderzoek niet noodzakelijk is en het plangebied wordt vrijgegeven voor de voorgenomen ontwikkelingen, blijft de meldingsplicht archeologische toevalsvondsten of waarneming van kracht (Erfgoedwet, artikel 5.10 Archeologische toevalsvondsten). Aangezien het nooit volledig is uit te sluiten dat tijdens eventueel grondverzet een archeologische 'toevalsvondsten' wordt gedaan, is het wenselijk de uitvoerder van het grondwerk te wijzen op de plicht om hiervan zo spoedig mogelijk melding te doen bij het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Naschrift vervolgtraject naar aanleiding van het conceptrapport

Naar aanleiding van het bovenstaande advies heeft op 14 maart 2024 overleg plaatsgevonden tussen het Projectteam IJsselmeerdijken (Waterschap Zuiderzeeland, RHDHV, Vestigia) en de betrokken overheden (Gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat). Onderwerp was de vraag of het archeologisch vooronderzoek kon worden afgerond, of er nog vervolgstappen nodig waren door middel van nader onderzoek ofwel andere mitigerende maatregelen. Deze vraag was met name relevant voor het aspect van eventuele afgedekte prehistorische vindplaatsen onder de waterbodem ter hoogte van de toekomstige vooroeverversterking. Twee series van vibrocore boringen in de zone ten noorden van de Flevocentrale hadden namelijk aangetoond dat in de diepere ondergrond zogenaamde Wormer geul- en oeverafzettingen aanwezig zijn met een verhoogde archeologische verwachting. Uitkomst van het overleg was dat de betrokken overheden behoefte hadden aan een uitwerking van de mogelijkheid om via een nadere analyse van de ingewonnen magnetometerdata meer detaillering aan te brengen in de (paleo)landschapsreconstructie en daarmee een of meerdere kansrijke(re) locaties voor eventueel aanvullend onderzoek aan te wijzen. Deze vraag kwam met name voort uit een recent artikel met betrekking tot het gebruik van magnetometer data ten behoeve van de nadere kartering van geulsystemen onder de waterbodem binnen het IJsselmeer.²³ Vestigia is gevraagd dit nader te onderzoeken en een notitie op te stellen.

Vervolgens hebben gesprekken plaatsgevonden tussen met Bjorn Smit (hoofd maritieme archeologie RCE) en Seger van den Brenk (Periplus Archeomare). Periplus heeft op verzoek van Vestigia de magnetometerdata uit de vooroeverzzone (drie gevaren lijnen) geanalyseerd en toegevoegd aan, en vergeleken met, de analysesresultaten, die zij zelf hadden uit eerdere magnetometersurveys. In de dataset waren alleen grote afwijkingen zichtbaar die de veel kleinere afwijkingen van eventuele geulen maskeren. Deze grote afwijkingen komen exact overeen met de fundamente van de windturbines, die tot voor kort stonden in het plangebied van de vooroever stonden. Deze fundamente zijn ook goed zichtbaar in de side scan sonar- en multibeamopnamen en op luchtfoto's. Het effect van de windturbine funderingen laat zich ook niet wegfilteren. Hierdoor is het niet mogelijk de begraven geulsystemen in ons plangebied anders of beter zichtbaar te maken dan in de vibrocore-boringen al was gebeurd. Wel bevestigen de uitkomsten van de magnetometeranalyse in de aangrenzende gebieden westelijk van het plangebied, dat het Wormergeulstelsel dat aan de landzijde al bekend was inderdaad doorloopt onder de waterbodem. Een en ander kan geëxtrapoleerd worden naar het plangebied. Het is echter niet zo dat deze extrapolatie als zodanig meer detail verschaft over de deze geul- en oeverafzettingen dan op basis van de boringen en het gereconstrueerde profiel in afbeelding 4 al was verkregen. Geconcludeerd werd dat:

- aanvullende magnetometeranalyse door Periplus geen verdere detaillering heeft opgeleverd van de Wormer-geul en oeverafzettingen in het plangebied;
- Met betrekking tot de vraag of het AMZ-proces hiermee kan worden afgesloten staan wat betreft Vestigia twee opties open: 1. Het proces van AMZ wordt afgesloten want er zijn concrete aanwijzingen voor archeologische vindplaatsen gevonden. Het aanwijzen van een of meer kansrijke locatie voor verder onderzoek komt, gezien de grootte van de kansrijke zone in het plangebied en de verwachte omvang de gezochte vindplaatsen (meestal enkele tientallen m2) neer op zoeken

²³ Van den Brenk et al. 2023, zie bijlage 4.

naar de spreekwoordelijke speld in de hooiberg. 2. Overwogen kan worden om op basis van het profiel (afb. 4) een of twee plekken uit het profiel te selecteren en daar een hoogkwalitatieve boring te plaatsen en monsternamen te doen voor aanvullend micromorfologisch en geochronologisch onderzoek. Hiervoor zou dan aansluiting gezocht moeten worden bij het "Finding suitable grounds" project van de Universiteit van Groningen, die onder meer IJsselmeerbodemmonsters kunnen analyseren op aanwijzingen voor menselijk bodemgebruik. Zonder die wetenschappelijke inbedding is dit soort onderzoek echter niet erg kansrijk.

De aanpak en resultaten zijn besproken met Bjorn Smit (RCE), Seger van den Brenk (Periplus) en Ralf Schrijvers (Senior fysisch geografisch specialist Vestigia) en verwerkt in het bijgevoegde kaartmateriaal. Periplus heeft aangegeven zo nodig bereid te zijn om de conclusies in rapportvorm te bevestigen. Voor de notitie, zie bijlage 5 achterin dit rapport.

Op 18 april 2024 heeft vervolgens een overleg plaatsgevonden met alle betrokken partijen; Ellen Rozema (Gemeente Lelystad), Maaïke Honshorst (bureau de Brug), Jan-Willem Oudhof (bureau de Brug), Jeroen Vermeersch (RWS), Nynke Ekker (gemeente Dronten), Marjolein de Groot (ZZL), Tineke (ZZL), Wilfried Hessing (Vestigia), Wouter Weerheijm (Vestigia), Han de Jong (RHDHV), en Matthijs Logtenberg (RHDHV). Tijdens dit overleg is afgesproken dat het AMZ-proces beëindigd kan worden; ondanks dat bevestigd is dat er sprake is van een hoge archeologische verwachting, zijn er binnen de reële kaders geen maatregelen mogelijk. Er is besloten om geen aanvullend booronderzoek te doen. Daarmee is besloten dat de genoemde hoogkwalitatieve boring t.b.v. wetenschappelijk onderzoek ook niet worden uitgevoerd.

Literatuur

- BAKKER, H. DE/J. SCHELLING, 1989: *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus*, Wageningen (Staring Centrum).
- BERENDSEN, H.J.A., 1997: *Landschappelijk Nederland*, Assen.
- BRENK, S. VAN DEN/H. HUISMAN/N.W. WILLEMSE/B. SMIT/B. J.H. VAN OS, 2023: Magnetometer mapping of drowned landscapes for Archaeological Heritage Management in the Netherlands, in: *Archaeological Prospection*, 2023, 1-16.
- MENKE, U./E. VAN DE LAAR/G. LENSELINK 1998: *De geologie en bodem van Zuidelijk Flevoland*, Lelystad (Flevobericht 415).
- SCHRIJVERS, R./K.E. WAUGH, 2015: *Bureauonderzoek paleolandschap plangebied Marker Wadden*, Amersfoort (Vestigia-rapport V1271).
- VOS, P.C., 2003: *Geologisch profiel Hanzelijntracé. Geologisch onderzoek ten behoeve van de archeologische bureaustudie Nieuwe Land (Flevoland) en Oude Land Kamperveen*, Utrecht (TNO-rapport NITG 03-006-B).
- VOS, P.C./S. VAN GESSEL, 2004: *Detaillering geologisch profiel Hanzelijn, Nieuwe Land, Aanvullende rapportage en kaartmateriaal op rapport NITG 03-006-B 'Geologisch profiel Hanzelijntracé – Geologisch onderzoek t.b.v. de archeologische bureaustudie Nieuwe Land (Flevoland) en Oude Land (Kamperveen)*, Utrecht (KW/HZL/ARCH/20316168/20443075).
- WEERHEIJM, W.J./W.A.M. HESSING/R. SCHRIJVERS, 2023: *Dijkversterking IJsselmeerdijken, gemeente Lelystad en Dronten, Programma van Eisen ten behoeve van een Inventariserend booronderzoek (Vibrocore) Opwater, verkennende fase*, Amersfoort (Vestigia-rapport V2495).
- WESTERHOFF, W.E./E.F.J. DE MULDER/W. DE GANS, 1987: *Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000 Blad Alkmaar West (19W) en Blad Alkmaar Oost (19O)*, Haarlem (Rijks Geologische Dienst).
- WESTERHOFF, W.E./T.E. WONG/E.F.J. DE MULDER, 2003: *Opbouw van de ondergrond – Opbouw van het Neogeen en Kwartair*, in: E.F.J. de Mulder/M.C. Geluk/I.L. Ritsema/W.E. Westerhoff/T.E. Wong (red.), *De ondergrond van Nederland*, Houten.

Digitale bronnen

- ACTUEEL HOOGTEBESTAND NEDERLAND: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>
- ARCHEOLOGISCH INFORMATIESYSTEEM (ARCHIS): <https://archis.cultureelerfgoed.nl/#/login>
- Beeldbank Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: <http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/>
- BODEMLOKET: <http://www.bodemloket.nl/>
- DINOLOKET: <https://www.dinoloket.nl/>
- GEHEUGEN VAN NEDERLAND: <https://www.geheugenvannederland.nl/>
- KADASTER, BASISREGISTRATIES ADRESSEN EN GEBOUWEN (BAG): <https://bagviewer.kadaster.nl/>
- Kadaster, Tijdreis over 200 jaar topografie: <http://topotijdreis.nl/>
- RIJKSMONUMENTENREGISTER: <https://cultureelerfgoed.nl/monumentenregister>
- RUIMTELIJKE PLANNEN: <http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>
- STICHTING INFRASTRUCTUUR KWALITEITSBORGING BODEMBEHEER: www.sikb.nl.
- VERSTORINGSBRONNENKAART: <https://archeologieinnederland.nl/verstoringbronnenkaart>

Lijst van afbeeldingen, bijlagen en kaarten

Afbeeldingen

Afbeelding 1 Het deel van het plangebied Versterking IJsselmeerdijken waarbinnen een zogenaamde vooroeverdam zal worden aangelegd.....	9
Afbeelding 2 foto van de monstername. Bron: Vestigia.	12
Afbeelding 3 Schema met de perioden van vorming van de in het IJsselmeergebied voorkomende lithostratigrafische eenheden, in relatie tot de archeologische periodisering. Bron: Schrijvers/Waugh 2015; naar Westerhoff et al. 1987, Menke et al. 1998.	18

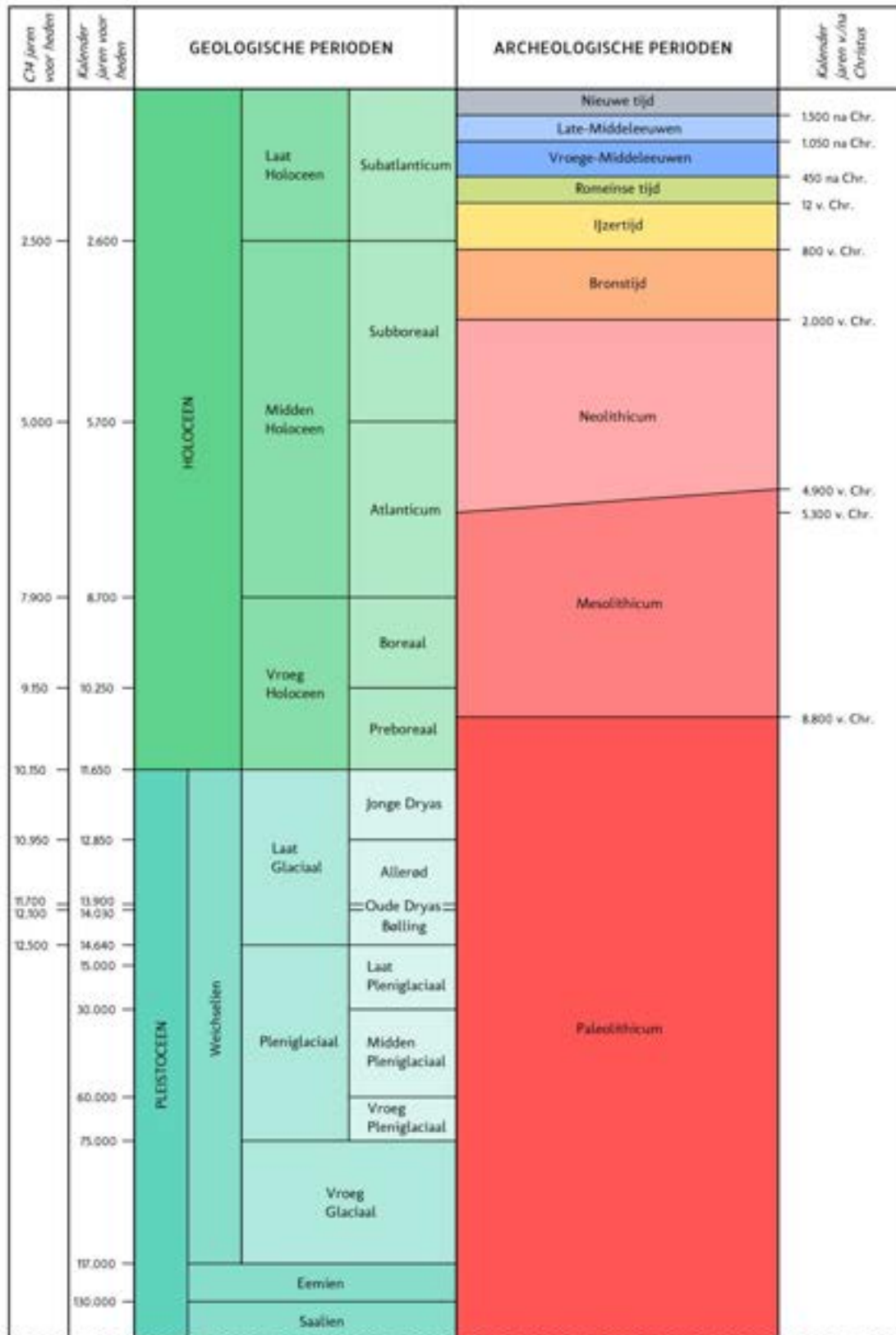
Bijlagen

Bijlage 1:	Overzicht van archeologische en geologische perioden
Bijlage 2:	Boorstaten
Bijlage 3:	Profiel
Bijlage 4:	Artikel Van den Brenk et al. 2023
Bijlage 5:	Notitie Vestigia d.d. 4 april 2024

Kaarten

Kaart 1:	Ligging plangebied
Kaart 2:	Resultaten Vibrocore boringen, eerste fase
Kaart 3:	Resultaten Vibrocore boringen, tweede fase

Bijlage 1 Overzicht van archeologische en geologische perioden



C14 ouderdommen en gekalibreerde ouderdommen van het Holoceen volgens Van Geel et al. (1983/1985). C14 ouderdom van het Laet Glaciaal volgens Hoek (2001/2008) en gekalibreerde ouderdommen van het Laet Glaciaal volgens Rasmussen et al. (2006). Overige pleistocene chronostratigrafie volgens Westerhoff et al. (2003). Archeologische perioden van de prehistorie volgens Laswet Koolmans et al. (2005) en overige archeologische perioden volgens Archis.

Bijlage 2 Boorstaten

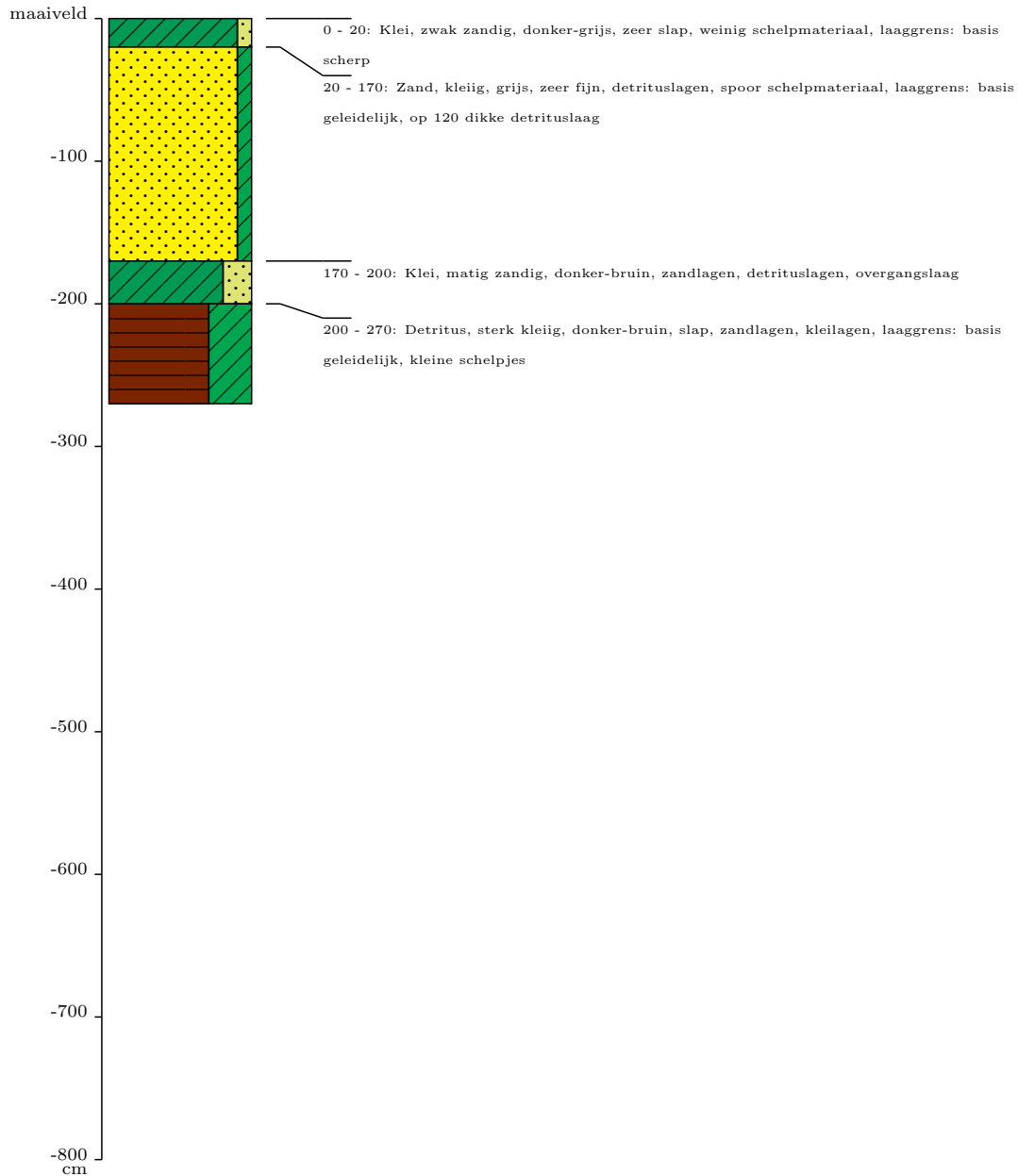
Profielkolom en - beschrijving

5275-001

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165294
Y-coördinaat: 510345
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -458
Opmerkingen: waterdiepte 4,3 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



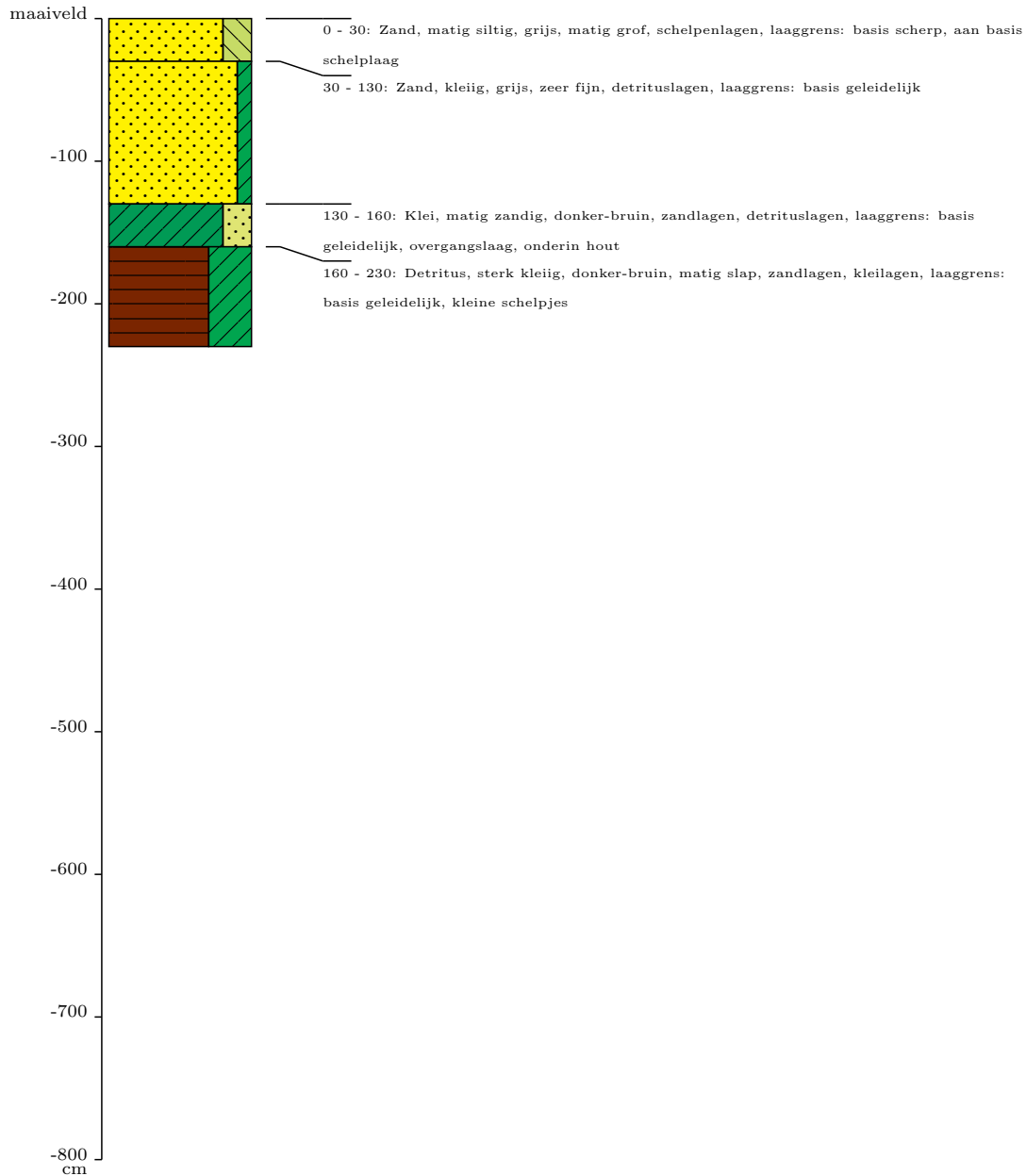
Profielkolom en - beschrijving

5275-002

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165520
Y-coördinaat: 510588
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -458
Opmerkingen: waterdiepte 4,3 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



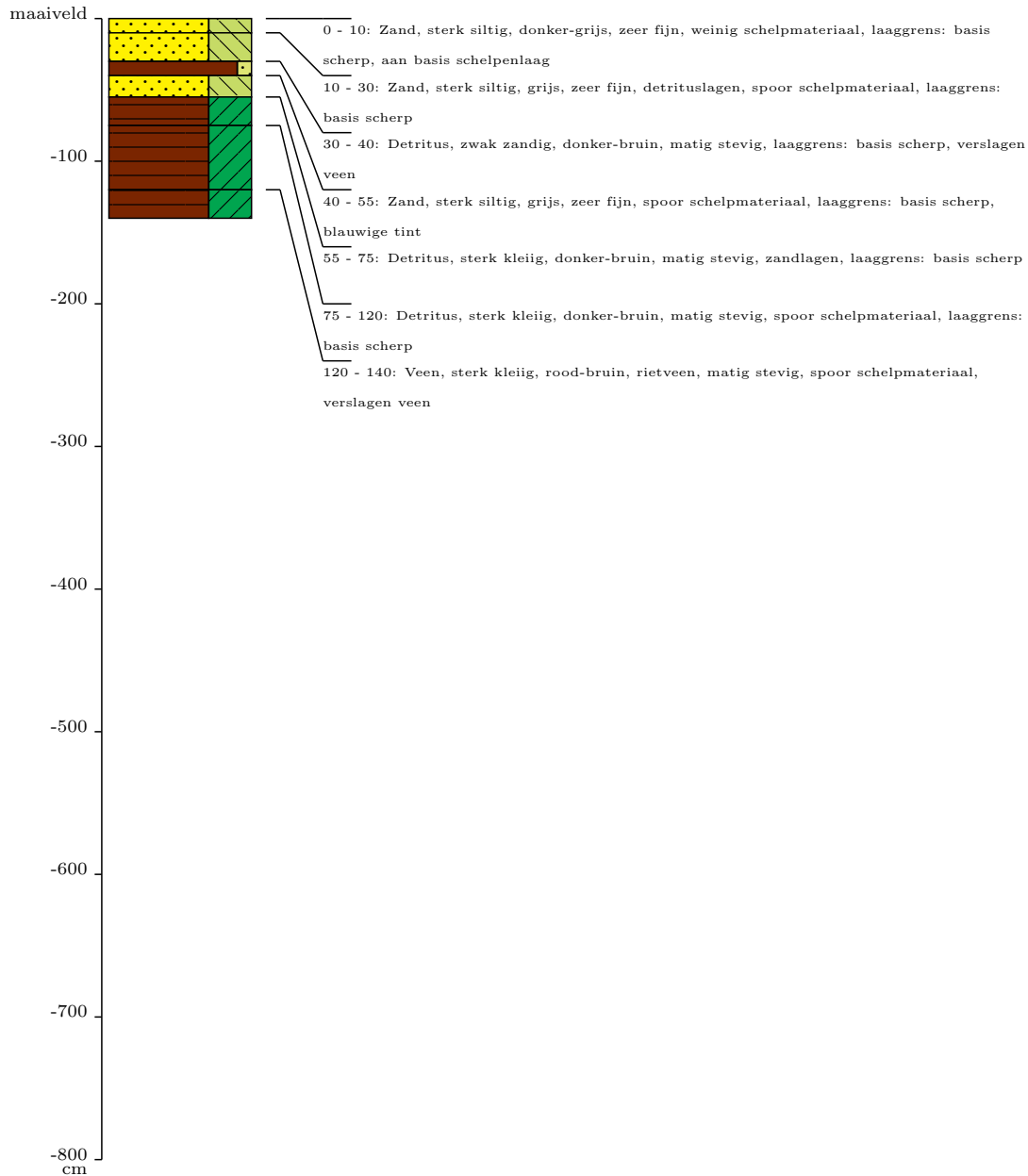
Profielkolom en - beschrijving

5275-003

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 17-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 165586
 Y-coördinaat: 510660
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -458
 Opmerkingen: waterdiepte 4,30 meter

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



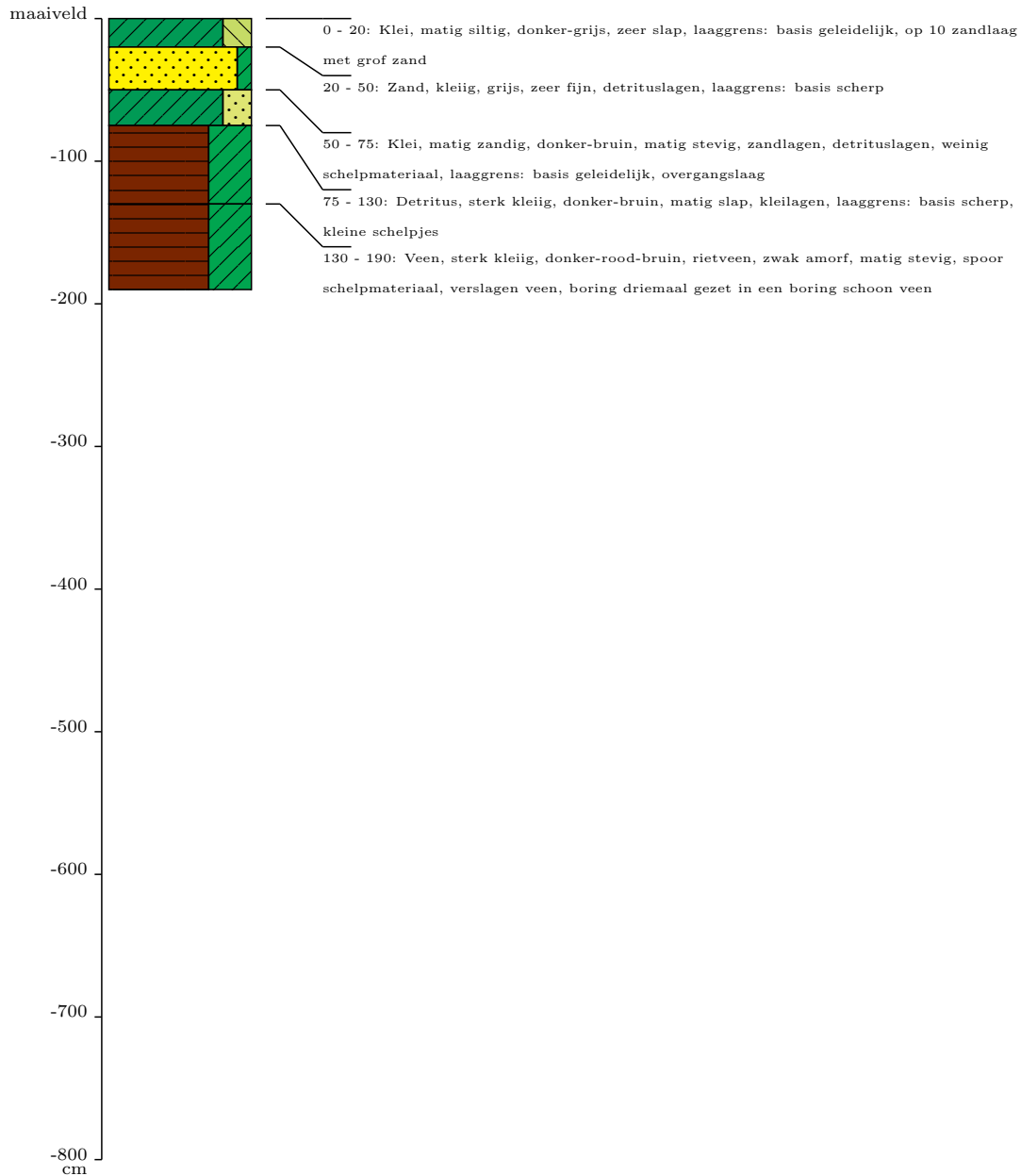
Profielkolom en - beschrijving

5275-004

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165654
Y-coördinaat: 510734
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -473
Opmerkingen: waterdiepte 4,45 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



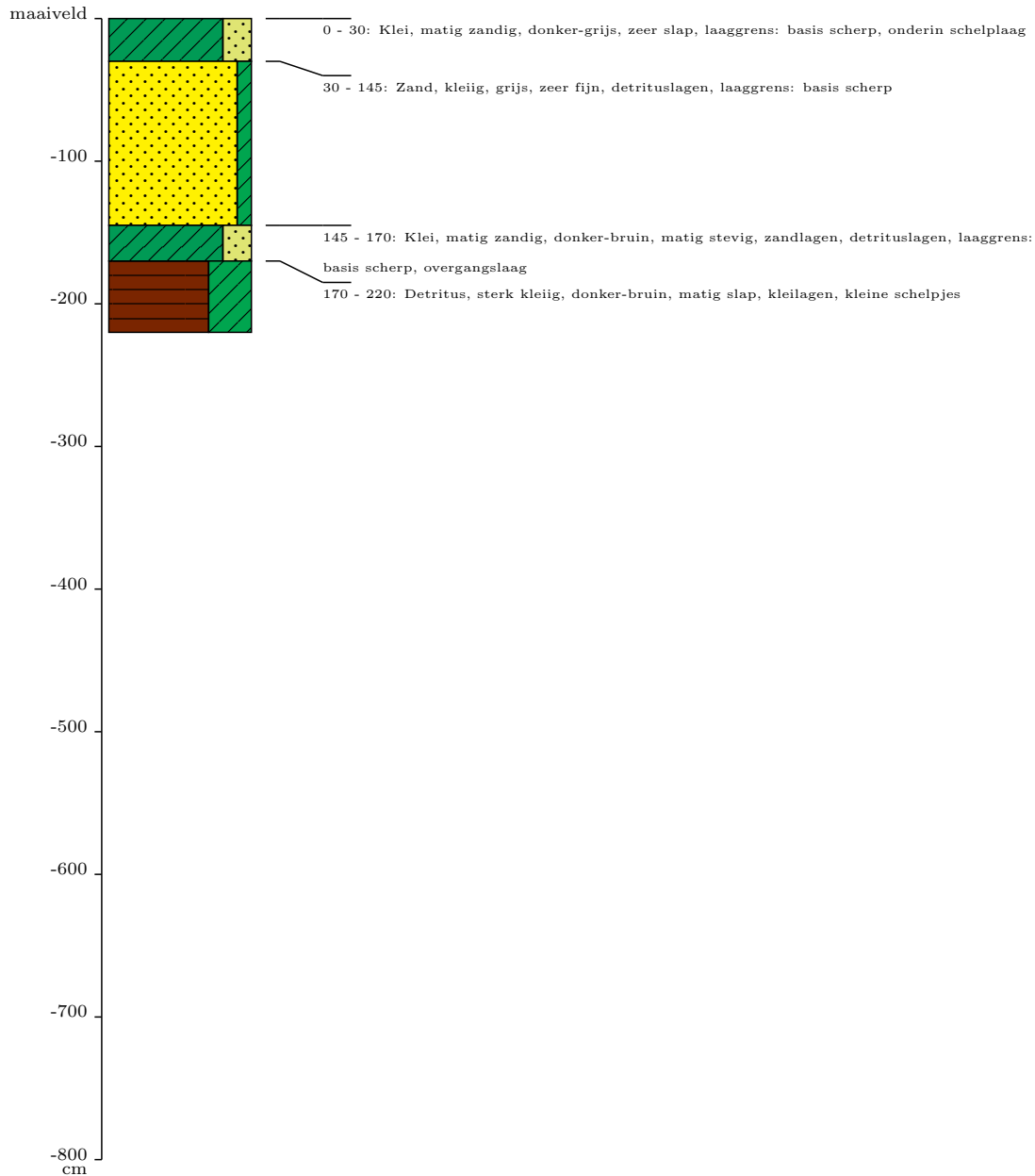
Profielkolom en - beschrijving

5275-005

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165724
Y-coördinaat: 510807
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -473
Opmerkingen: diepte 4,45 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



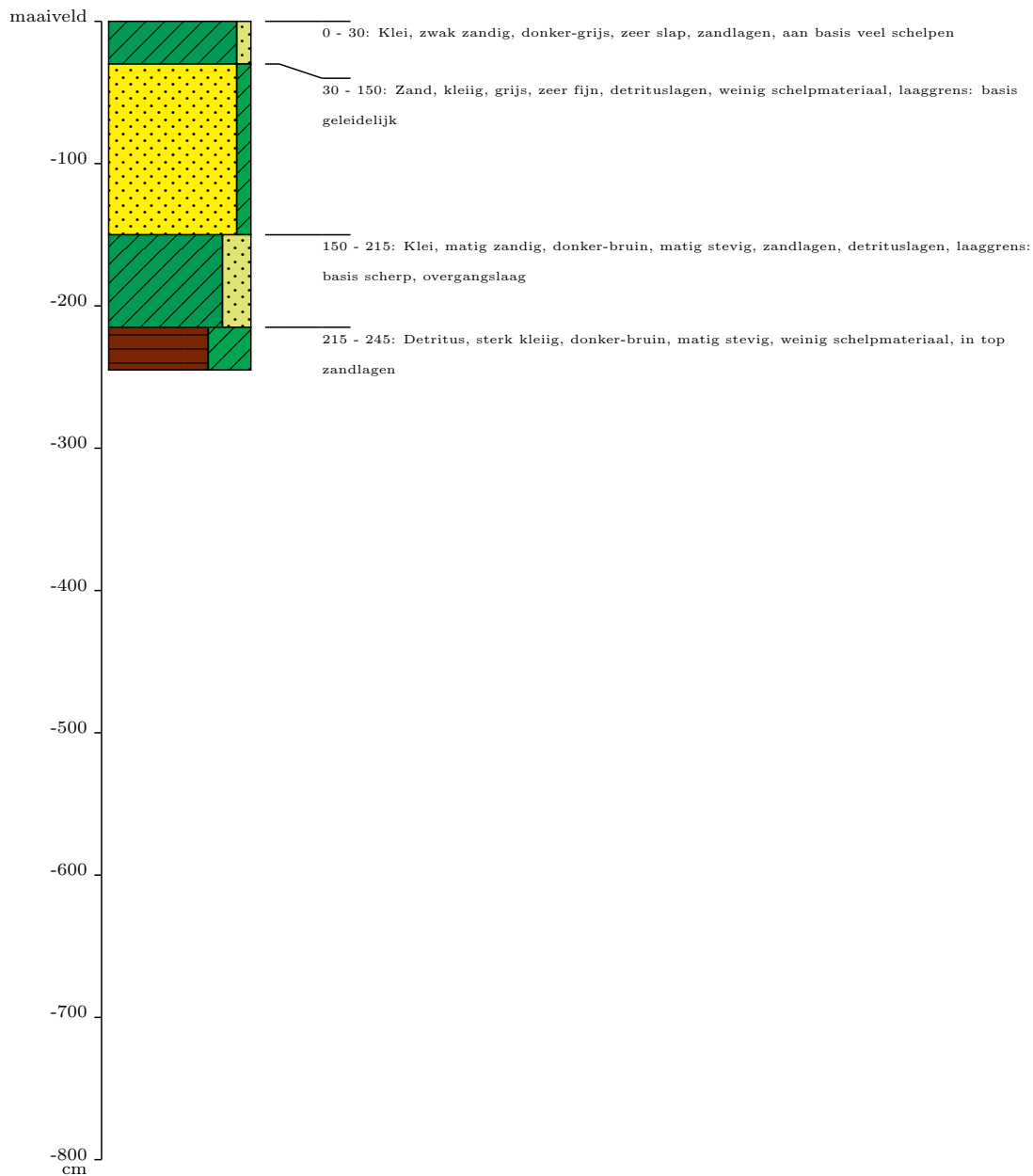
Profielkolom en - beschrijving

5275-006

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165790
Y-coördinaat: 510879
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -478
Opmerkingen: waterdiepte 4,5 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



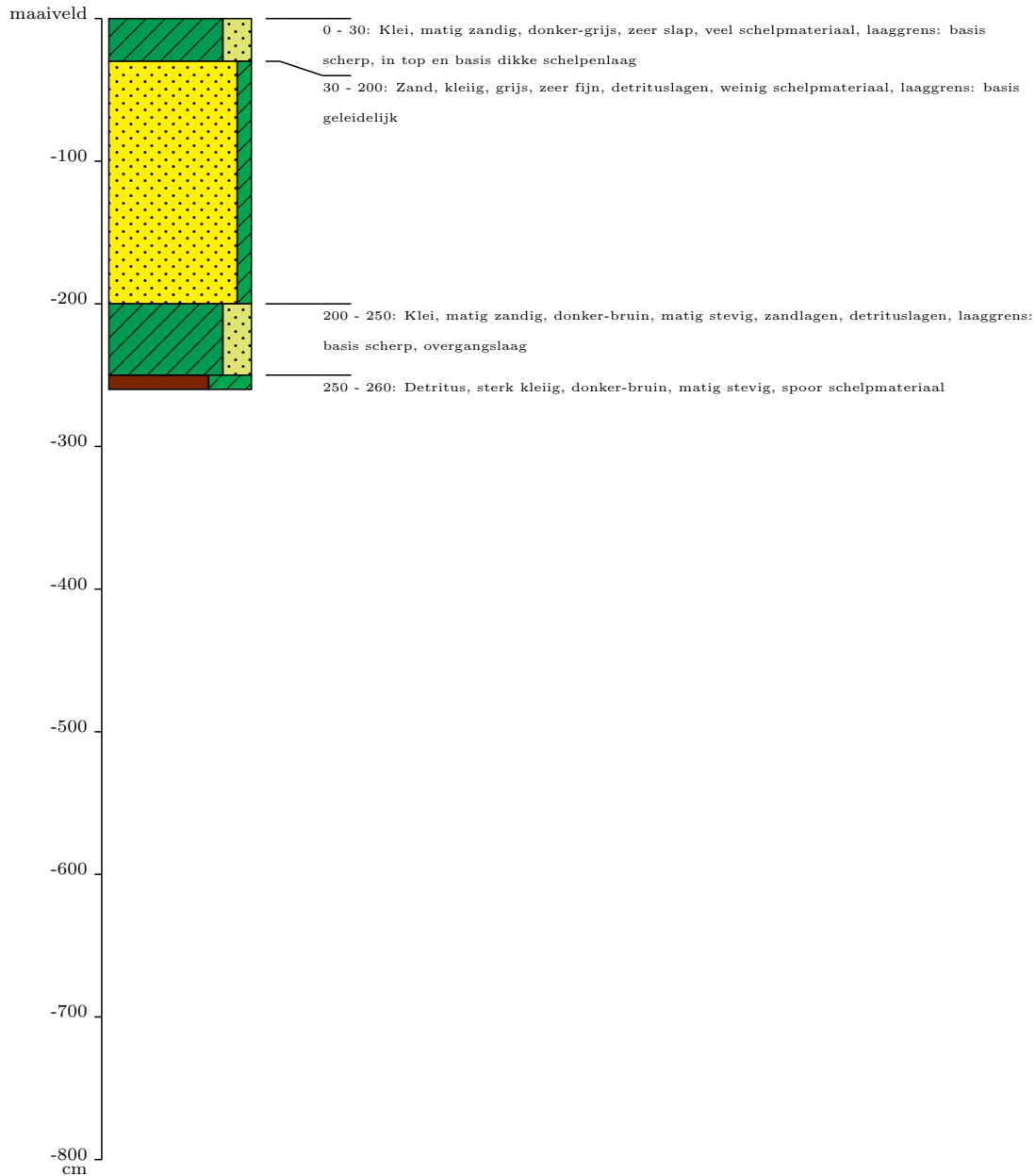
Profielkolom en - beschrijving

5275-007

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165860
Y-coördinaat: 510955
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -483
Opmerkingen: waterdiepte 4,55 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



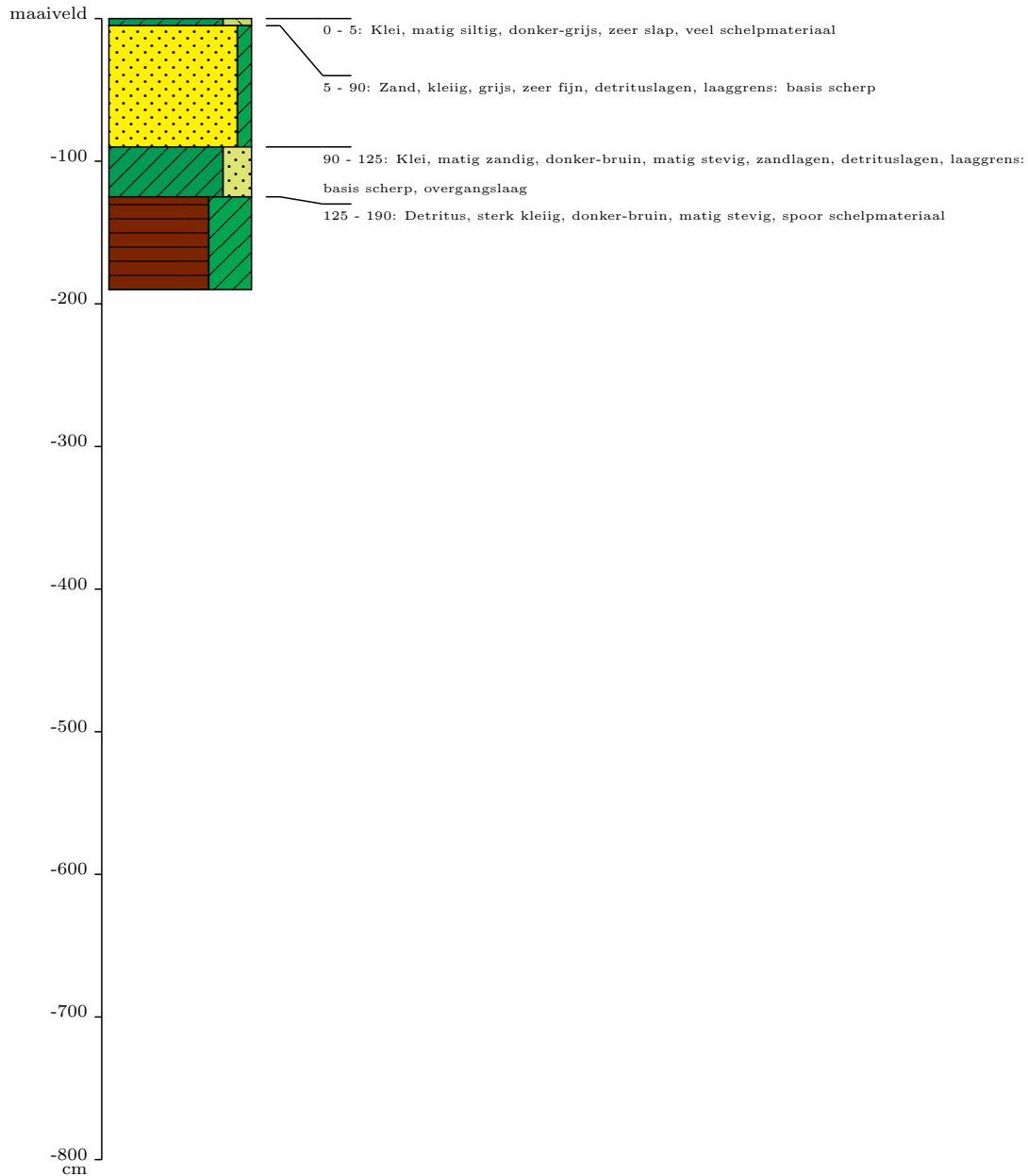
Profielkolom en - beschrijving

5275-008

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 15-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165925
Y-coördinaat: 511027
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -478
Opmerkingen: waterdiepte 4,5 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



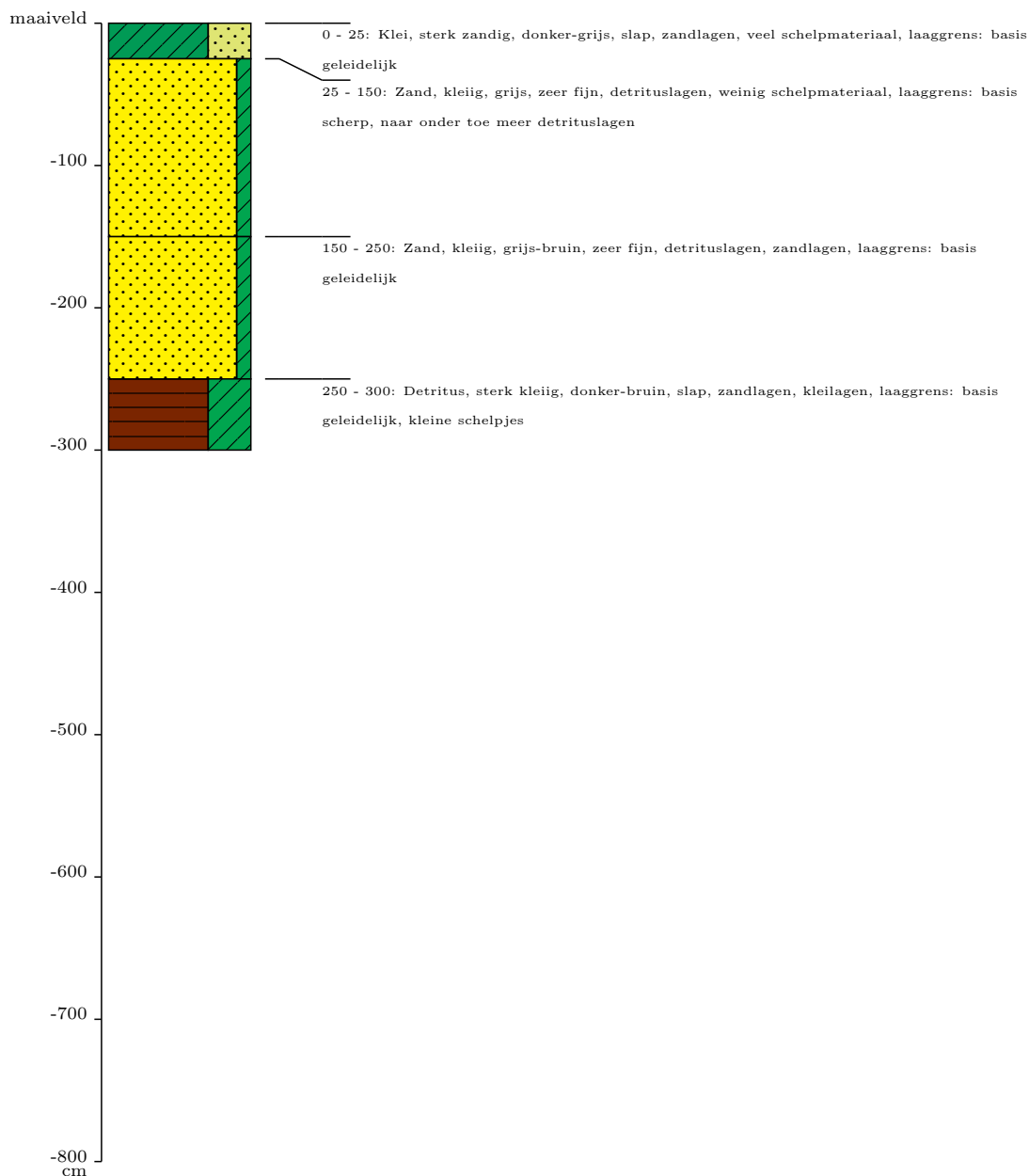
Profielkolom en - beschrijving

5275-009

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 14-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 165994
Y-coördinaat: 511102
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -478
Opmerkingen: waterdiepte 4,5 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



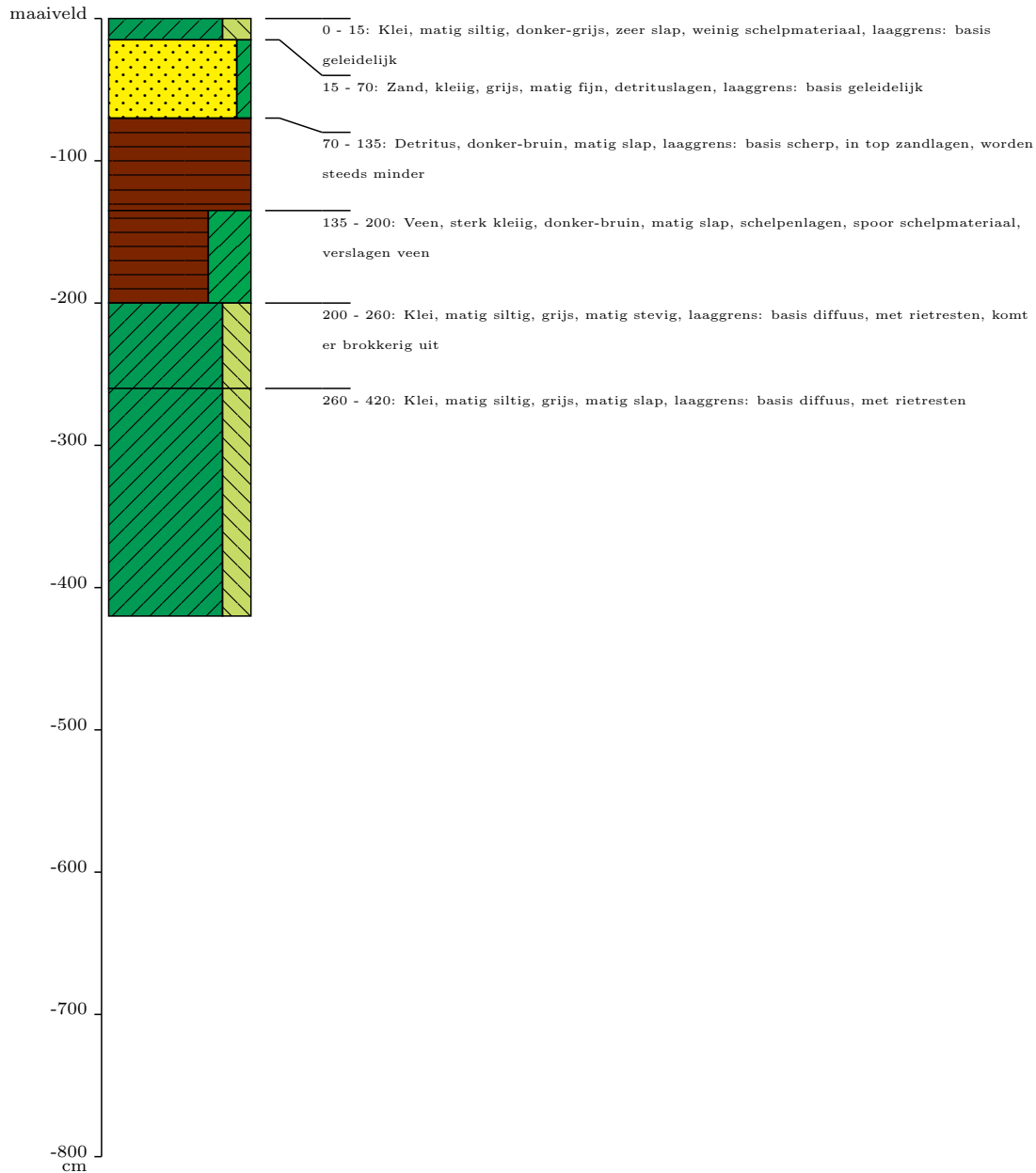
Profielkolom en - beschrijving

5275-010

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 14-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 166063
 Y-coördinaat: 511175
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -478
 Opmerkingen: waterdiepte 4,5 meter

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



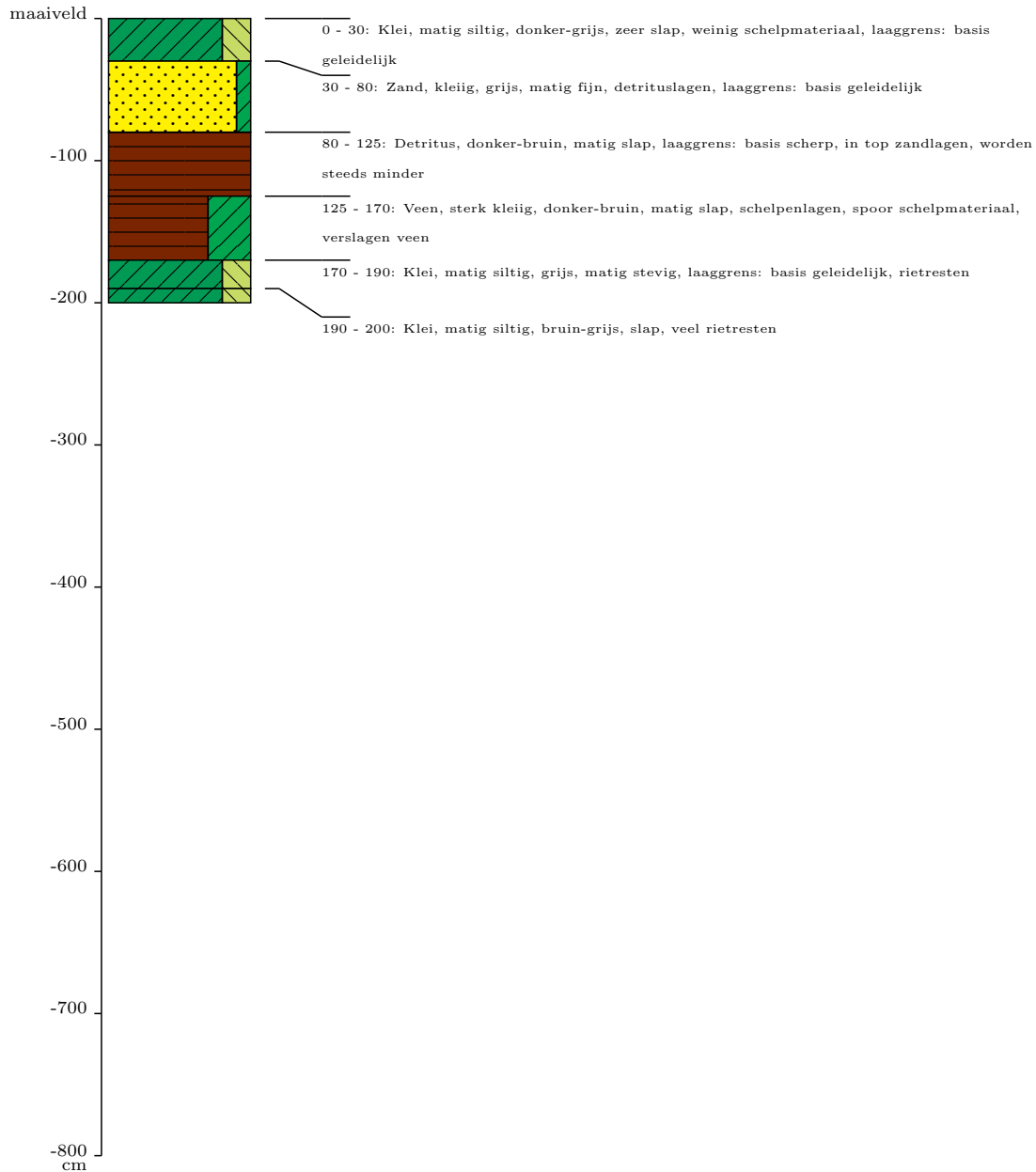
Profielkolom en - beschrijving

5275-011

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 14-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 166132
Y-coördinaat: 511246
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -483
Opmerkingen: waterdiepte 4,55 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



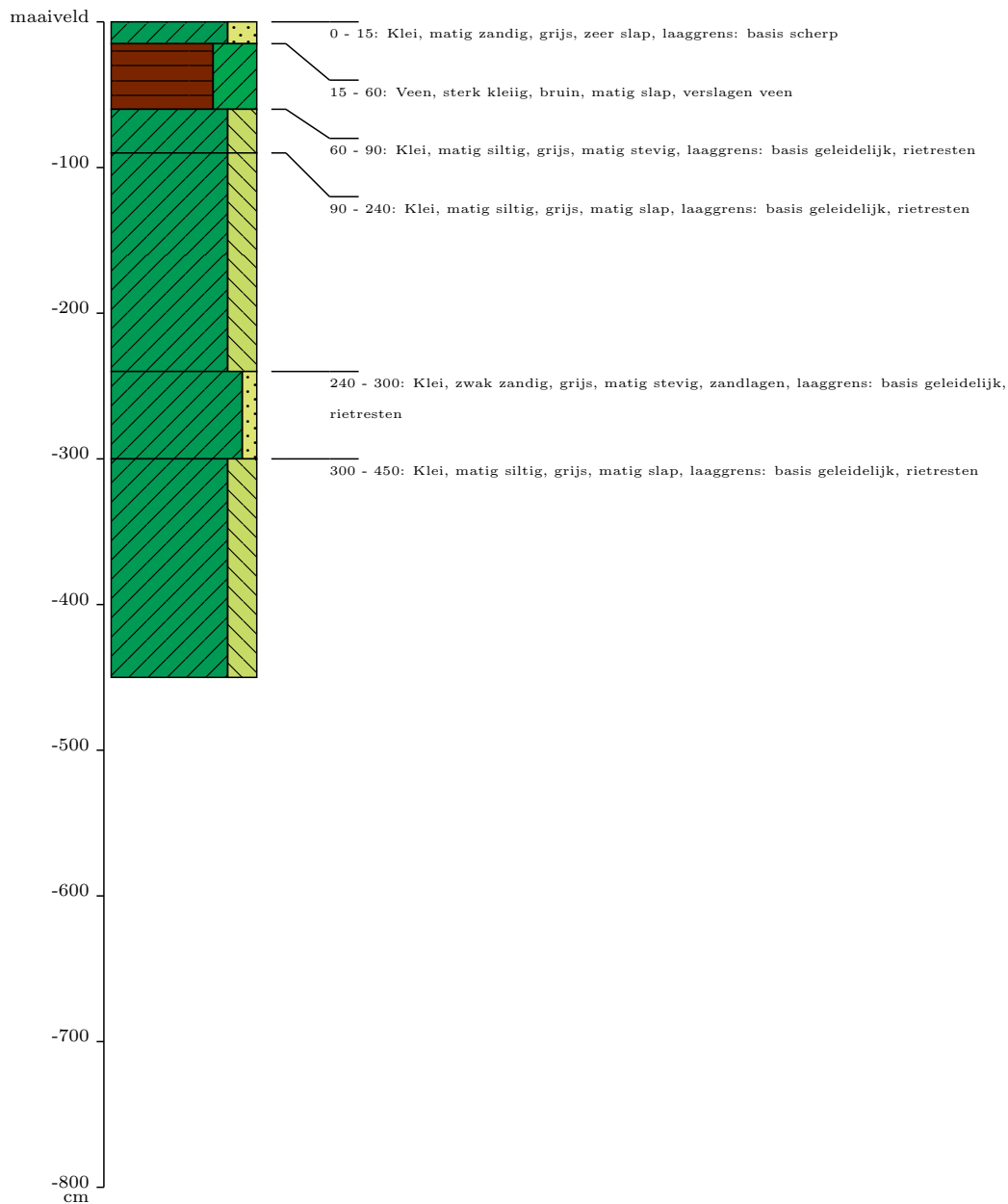
Profielkolom en - beschrijving

5275-012

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 14-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 166198
Y-coördinaat: 511322
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -483
Opmerkingen: waterdiepte 4,55 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



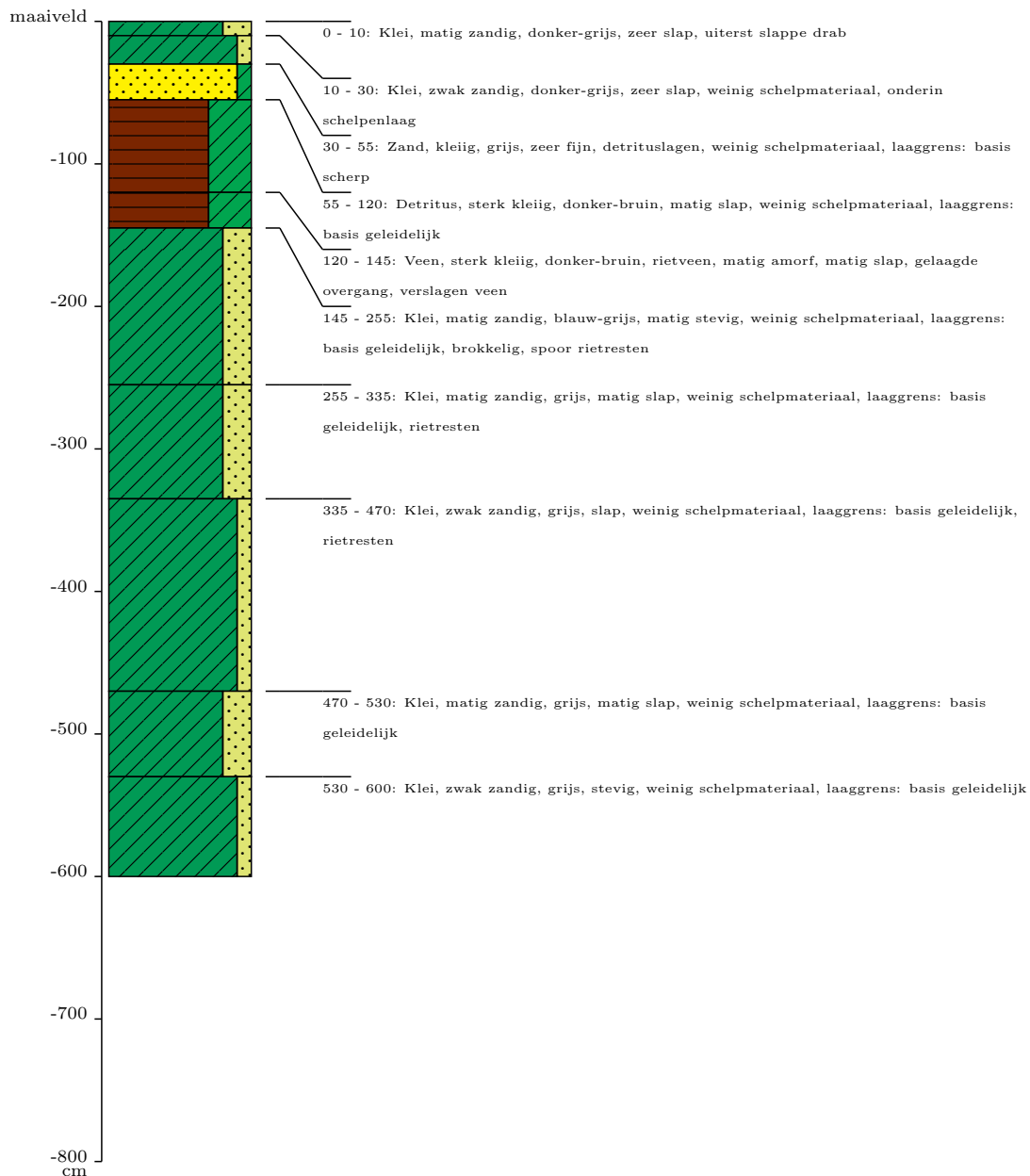
Profielkolom en - beschrijving

5275-013

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 15-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 166264
 Y-coördinaat: 511393
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -493
 Opmerkingen: waterdiepte 4,65 meter

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



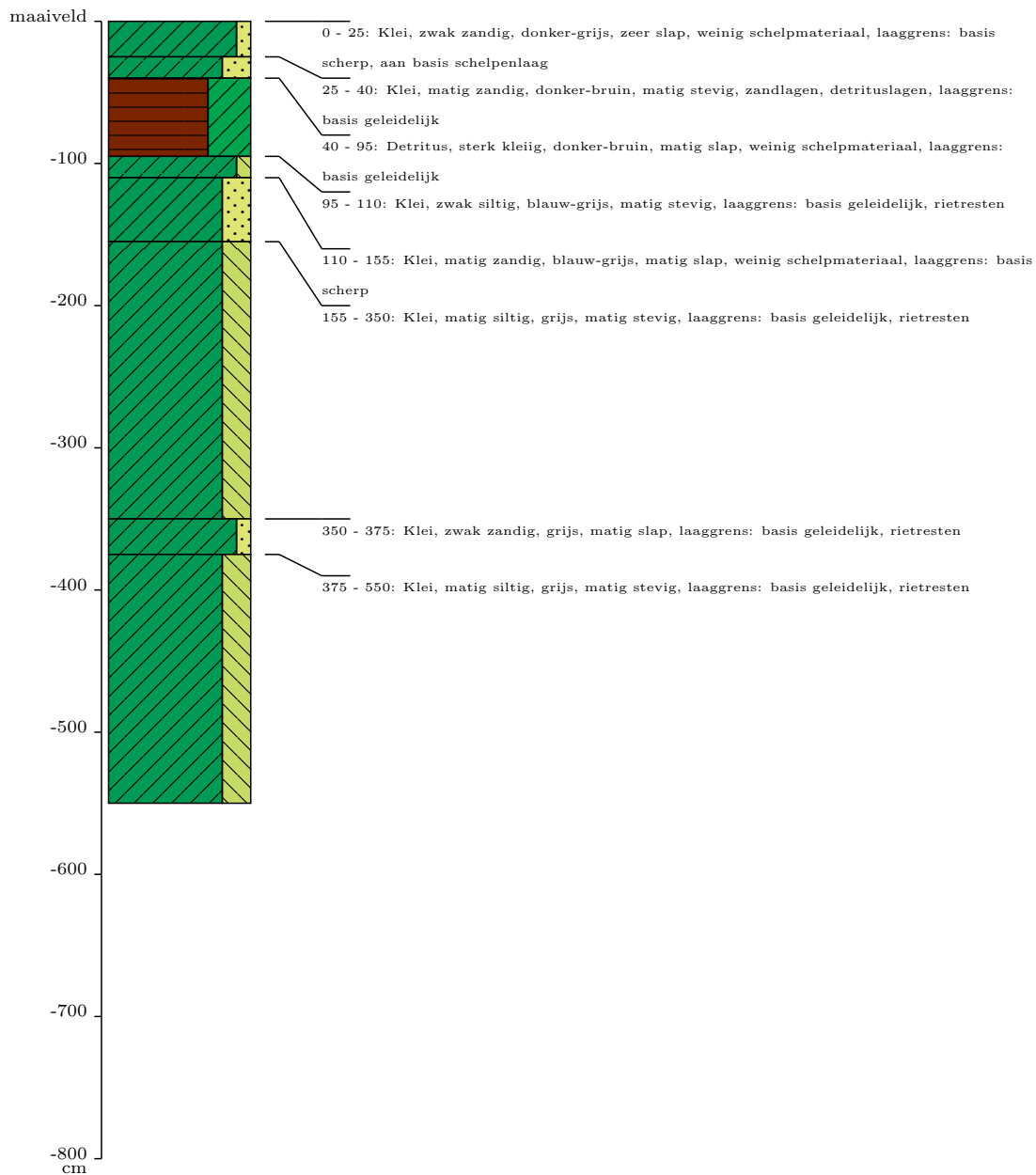
Profielkolom en - beschrijving

5275-014

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 16-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 166331
 Y-coördinaat: 511469
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -488
 Opmerkingen: waterdiepte 4,6 meter

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



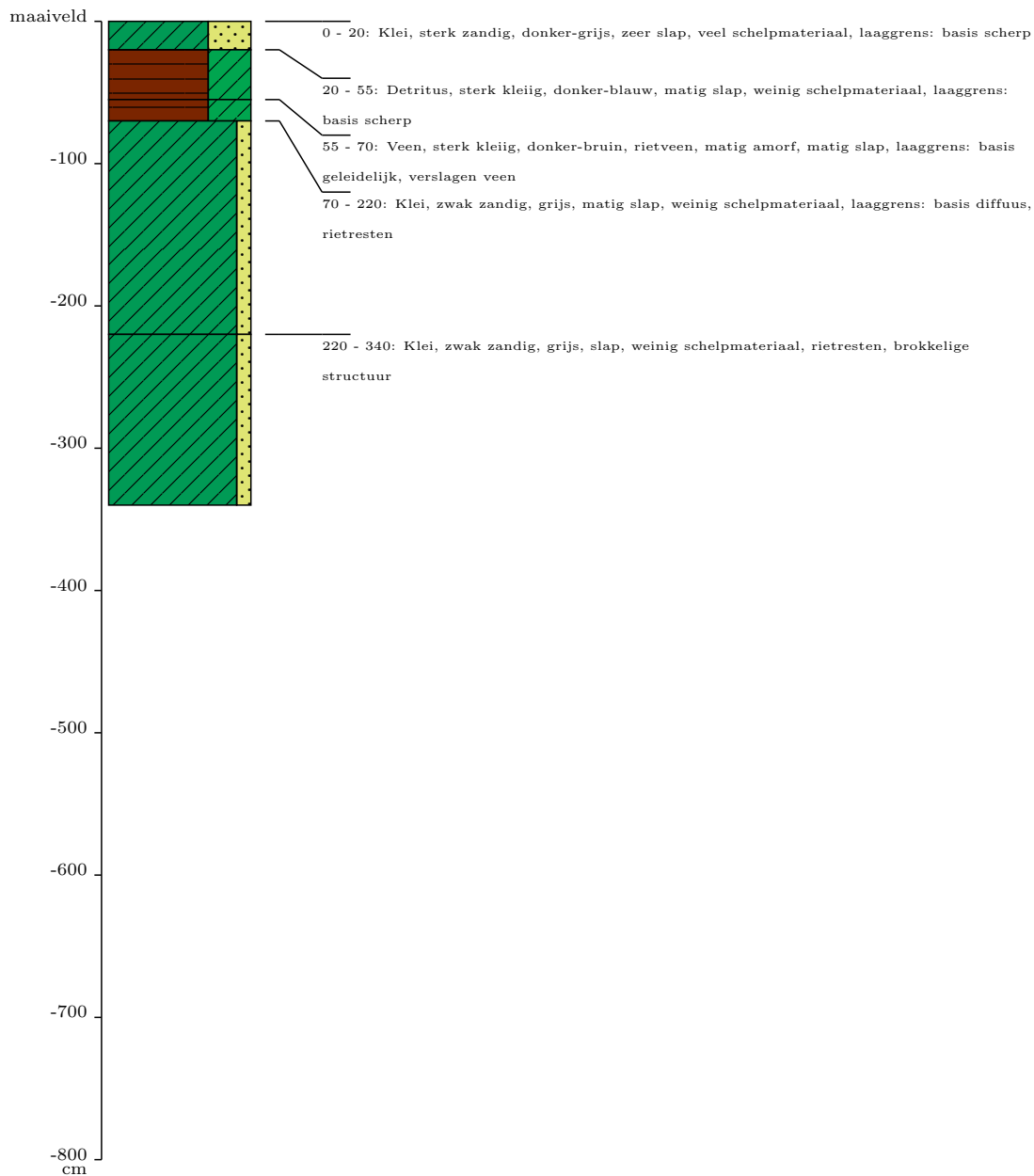
Profielkolom en - beschrijving

5275-015

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 16-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 166403
Y-coördinaat: 511545
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -488
Opmerkingen: waterdiepte 4,6 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



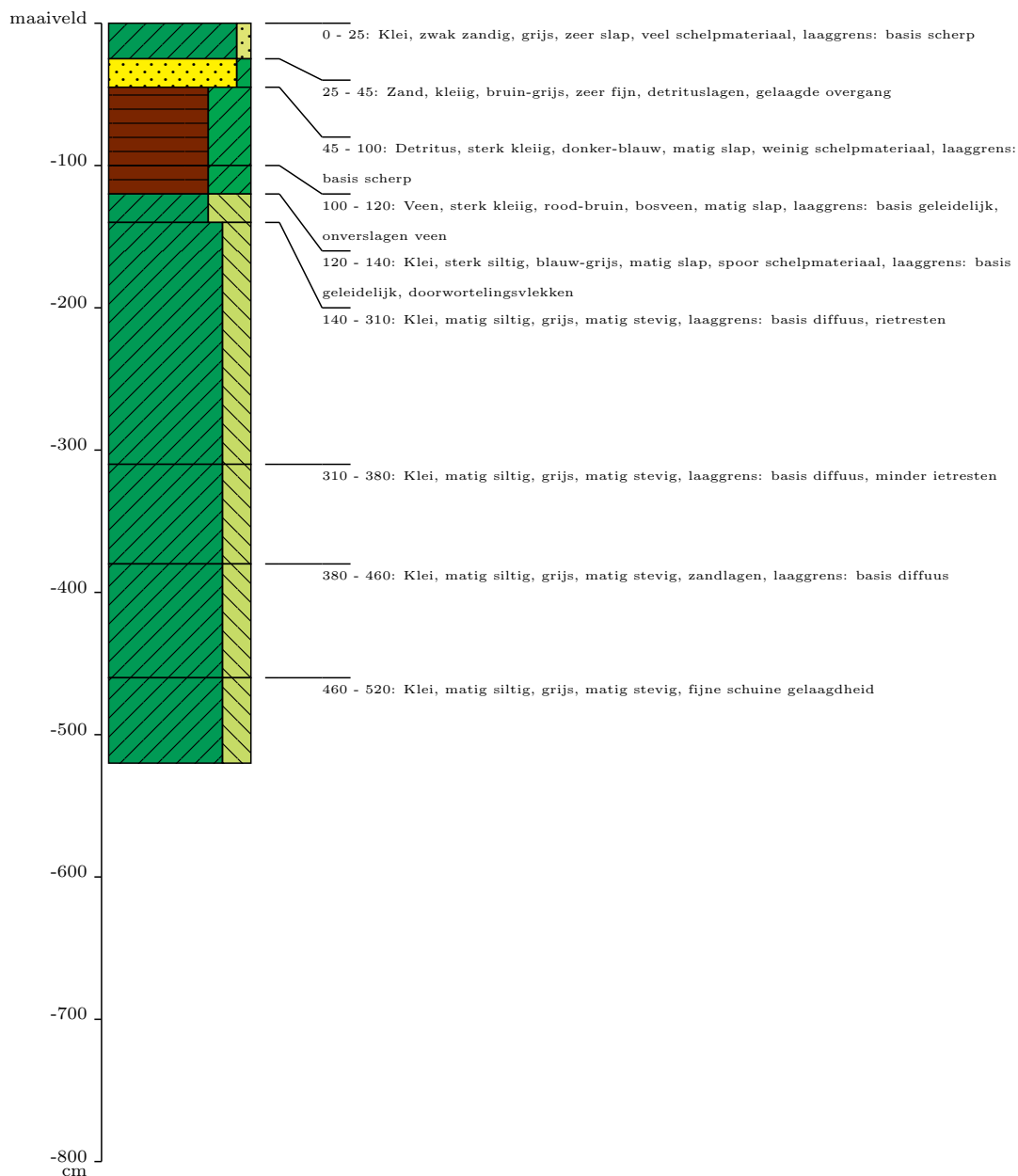
Profielkolom en - beschrijving

5275-016

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 16-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 166473
 Y-coördinaat: 511613
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -503
 Opmerkingen: waterdiepte 4,75

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



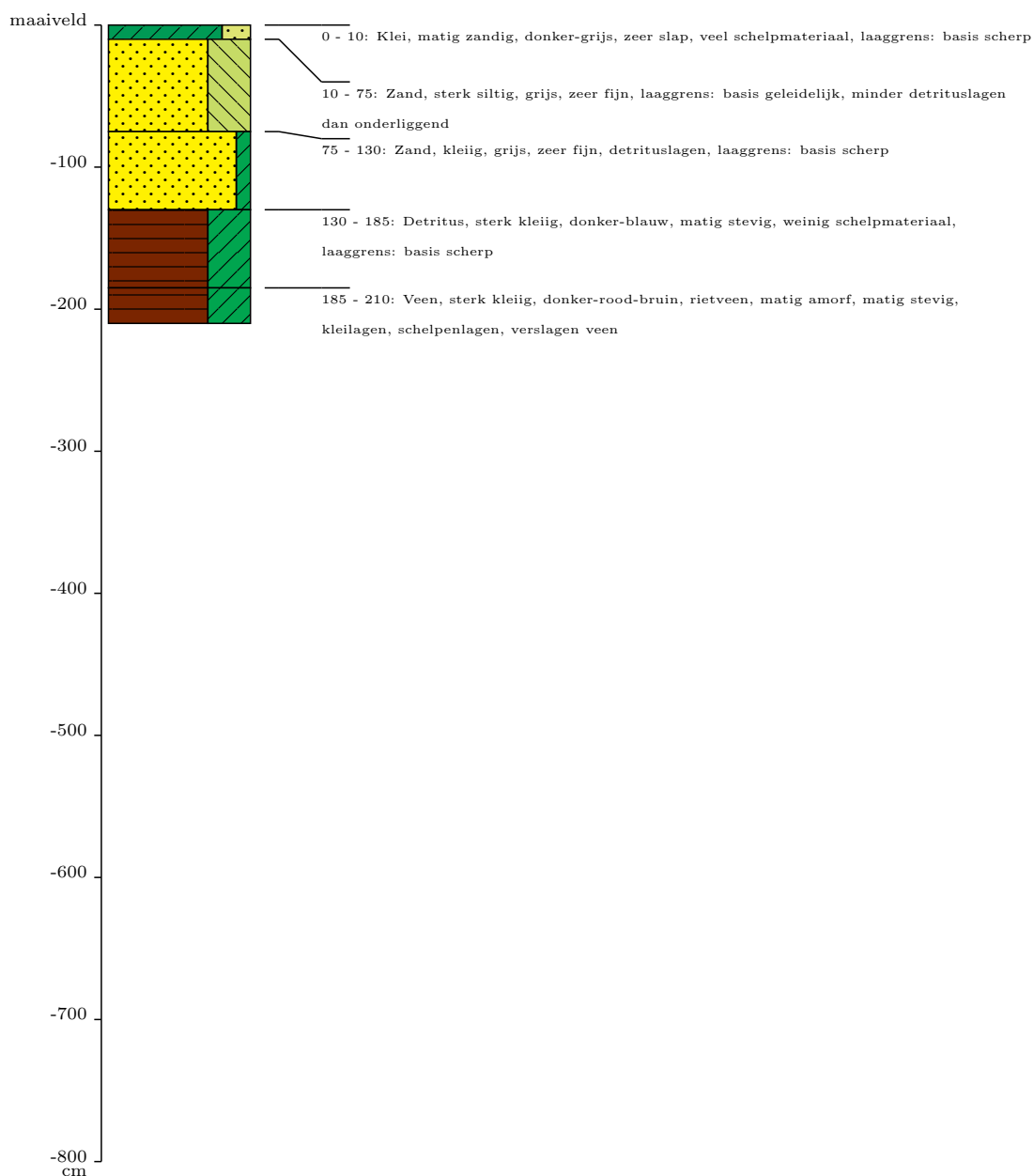
Profielkolom en - beschrijving

5275-017

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 16-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 166546
 Y-coördinaat: 511678
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -493
 Opmerkingen: waterdiepte 4,65 meter

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



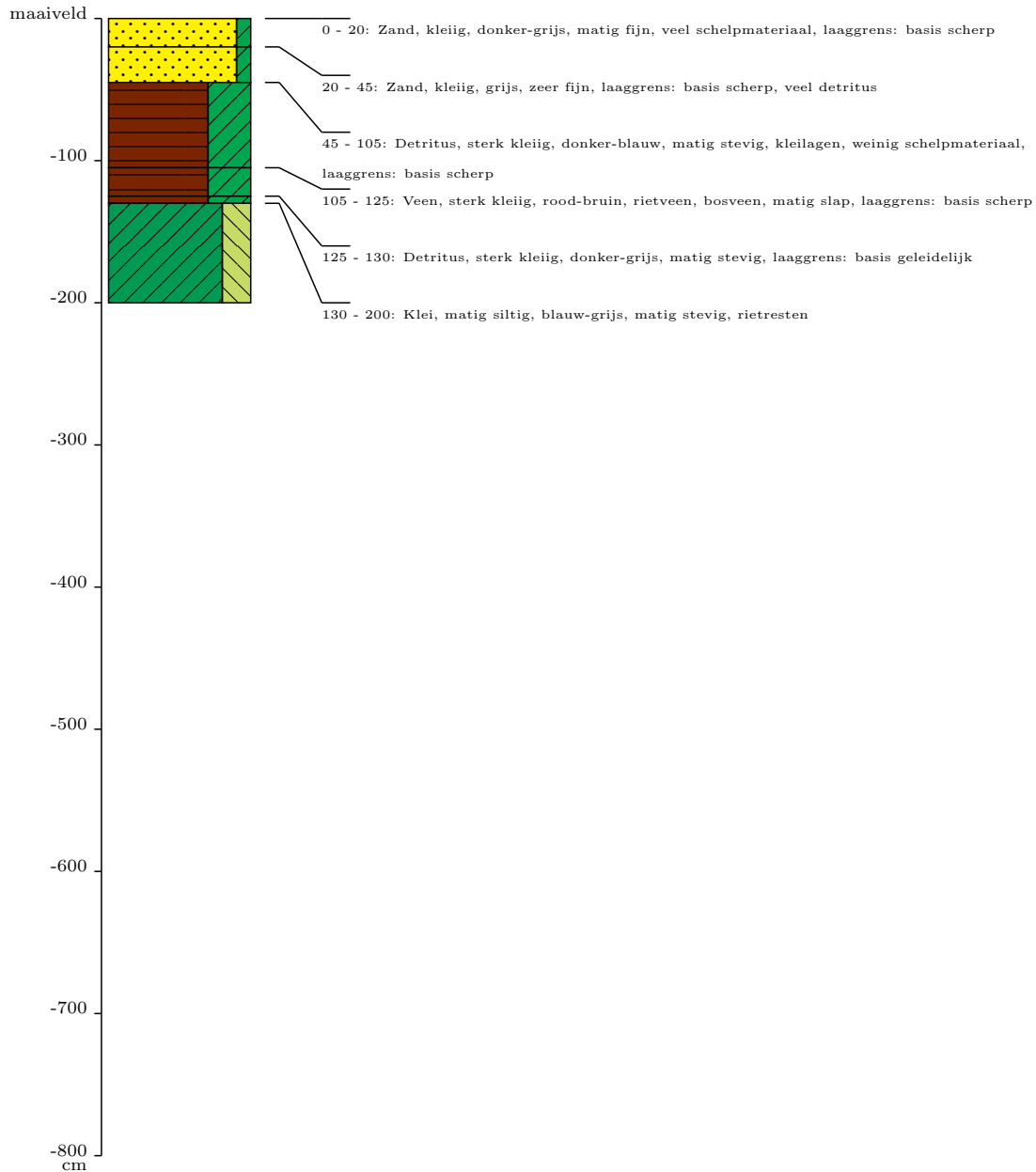
Profielkolom en - beschrijving

5275-018

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 16-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 166626
Y-coördinaat: 511742
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -503
Opmerkingen: waterdiepte 4,75 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



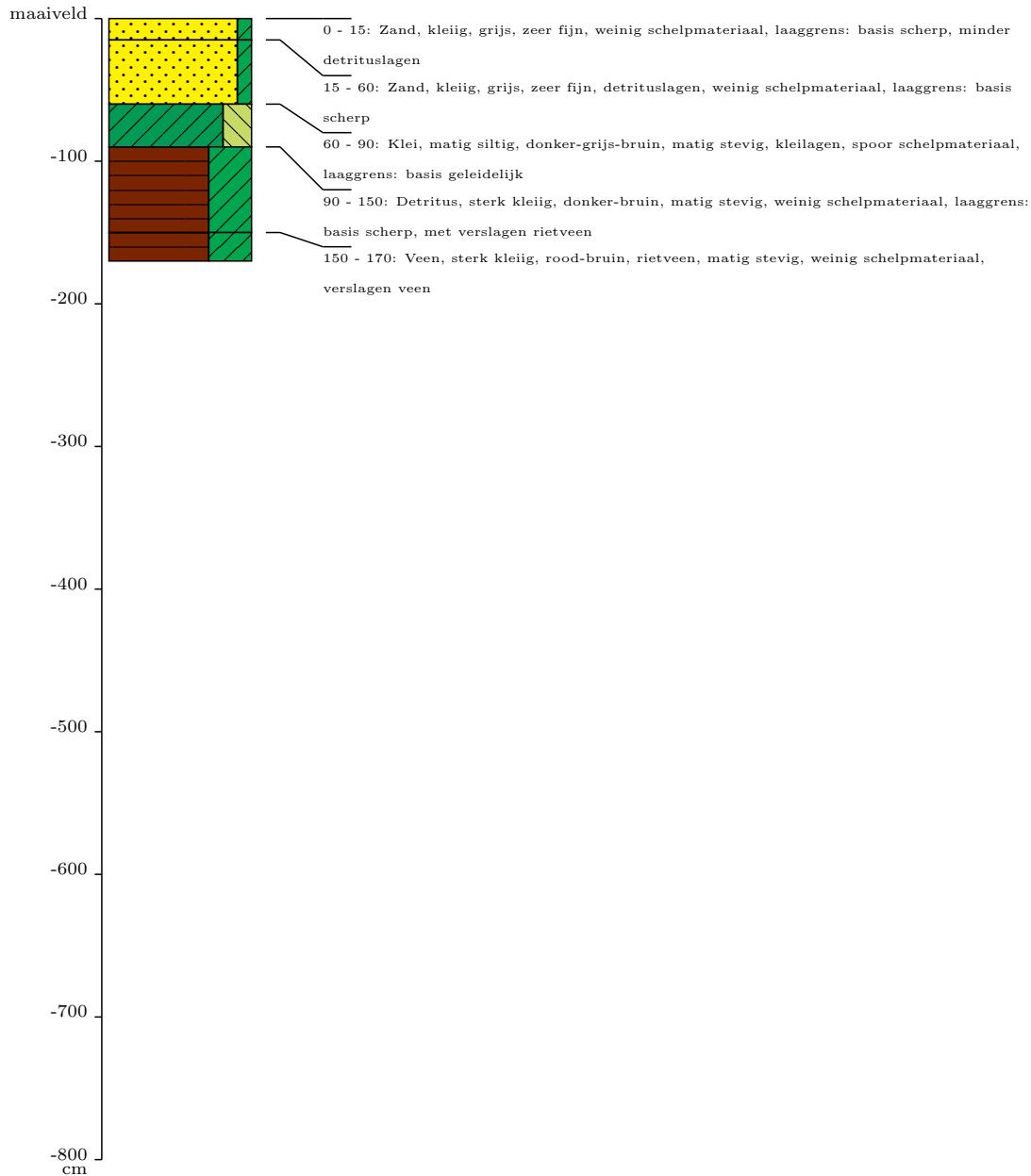
Profielkolom en - beschrijving

5275-019

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: IJsselmeer
 Datum boring: 17-8-2023
 Uitvoerder(s): FvP
 X-coördinaat: 166704
 Y-coördinaat: 511804
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -498
 Opmerkingen: ~~wat~~ diepte 4,7 meter

Type: Boring, handmatig
 Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



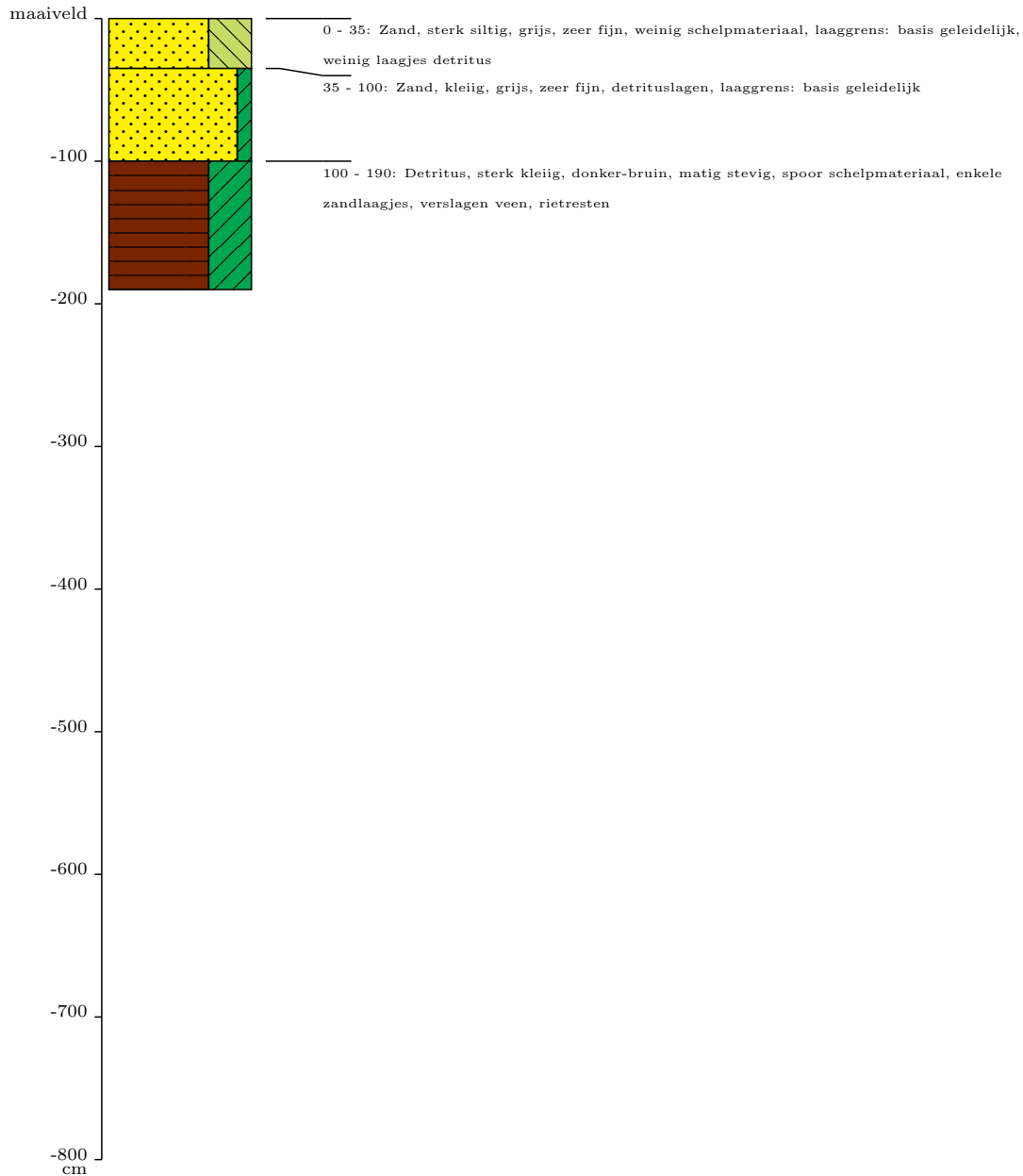
Profielkolom en - beschrijving

5275-020

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 16-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 166786
Y-coördinaat: 511857
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -493
Opmerkingen: waterdiepte 4,65 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



Profielkolom en - beschrijving

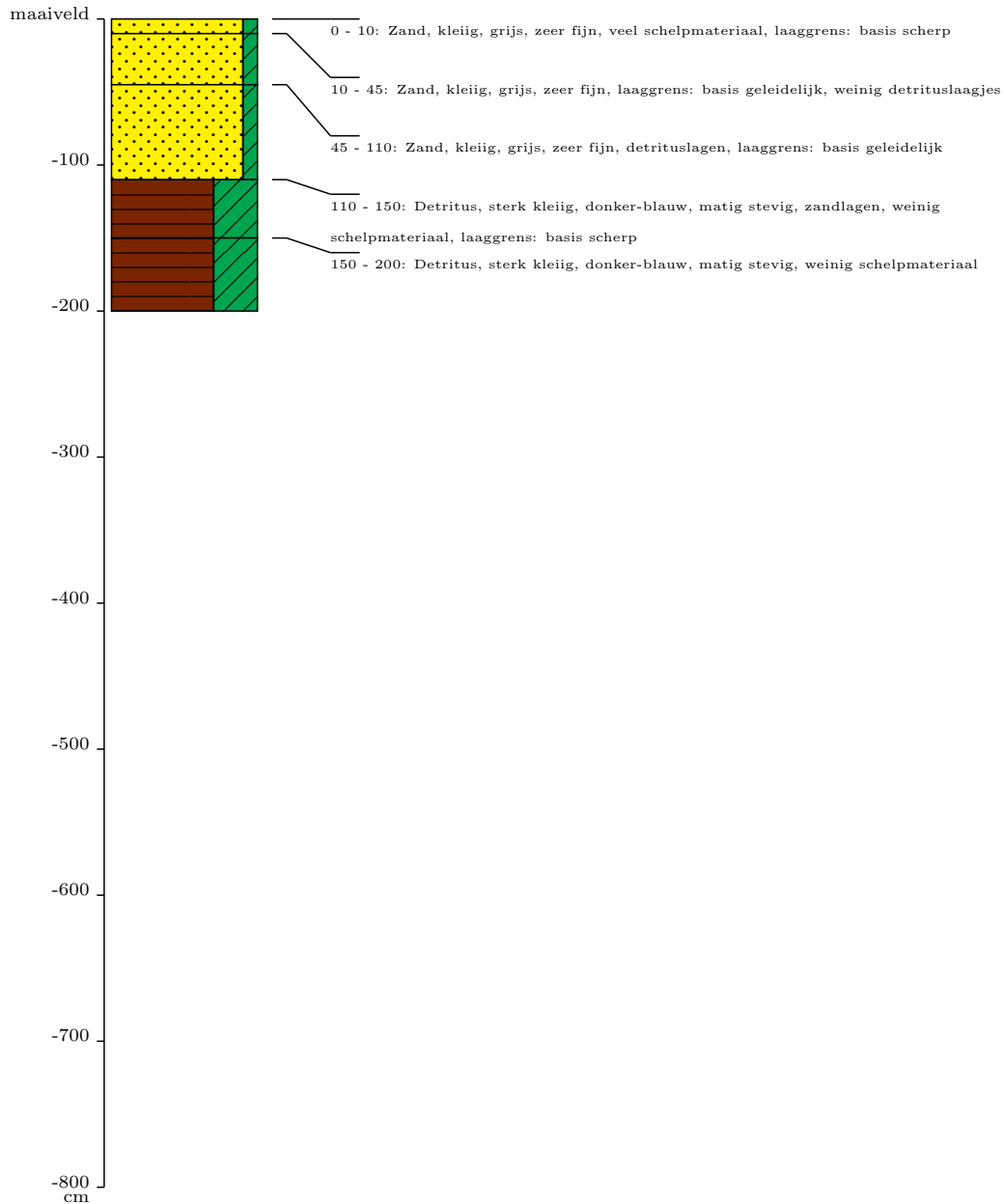
5275-021

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 16-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 166875
Y-coördinaat: 511907

Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -478
Opmerkingen: waterdiepte 4,5 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



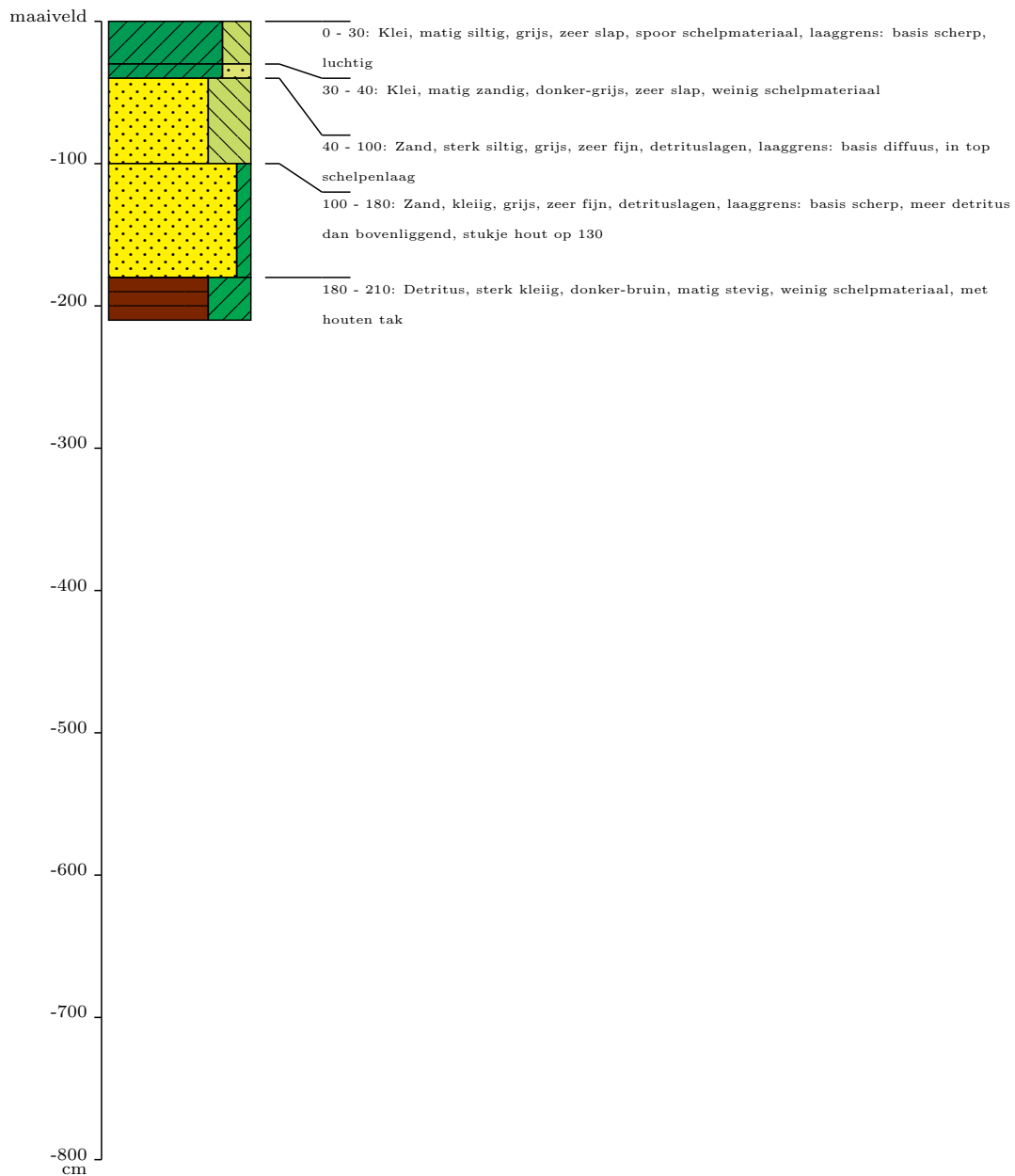
Profielkolom en - beschrijving

5275-022

Projectnummer: 5275
Projectnaam: IJsselmeer
Datum boring: 17-8-2023
Uitvoerder(s): FvP
X-coördinaat: 168524
Y-coördinaat: 512416
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -523
Opmerkingen: waterdiepte 4,95 meter

Type: Boring, handmatig
Boormethode: handmatig

Positiebepaling: differentieel GPS, nauwkeurig ± 1m
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



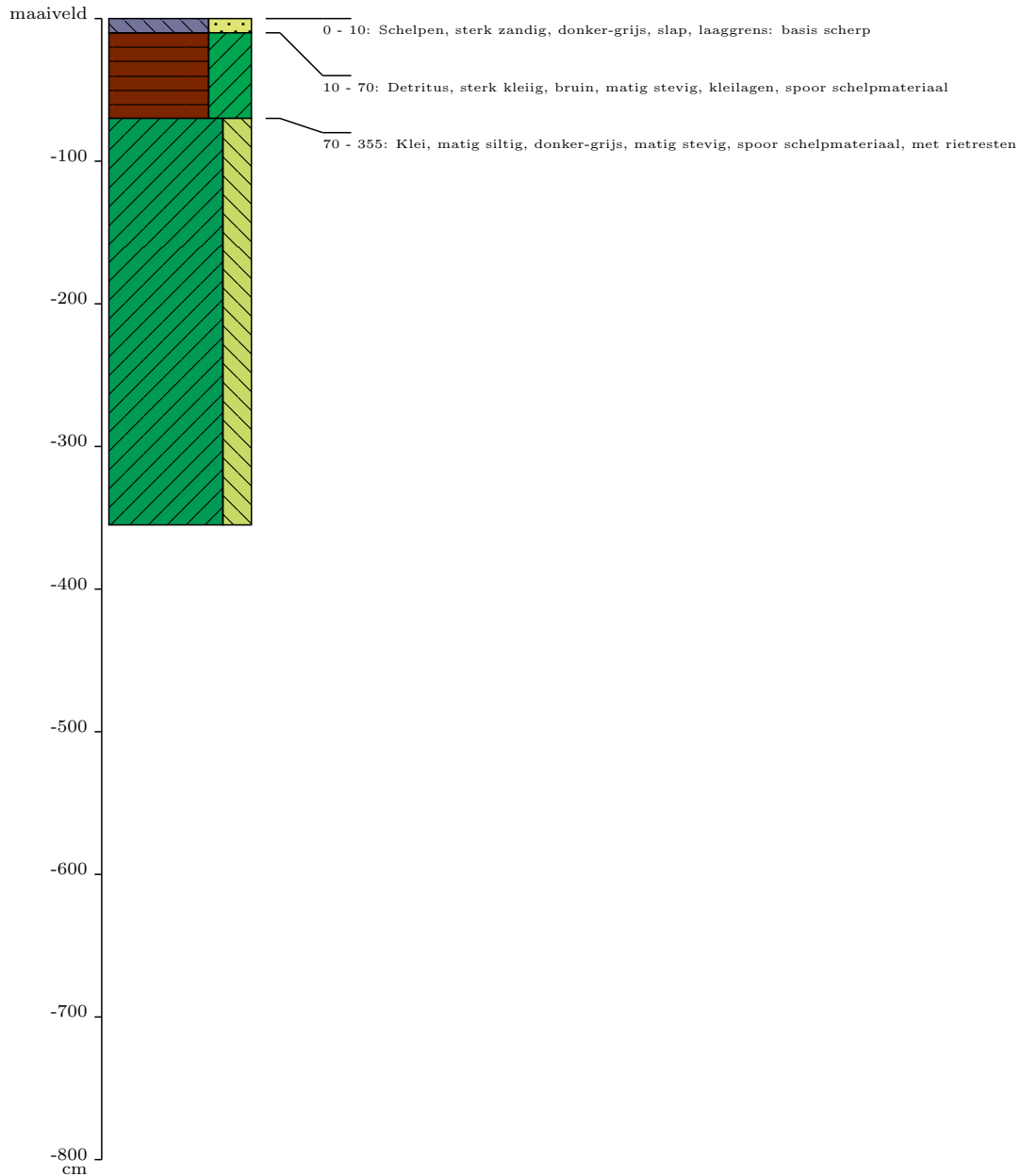
Profielkolom en - beschrijving

5275-101

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 9-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166163
Y-coördinaat: 511300
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -500
Opmerkingen: ma=-62, waterdiepte 5 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



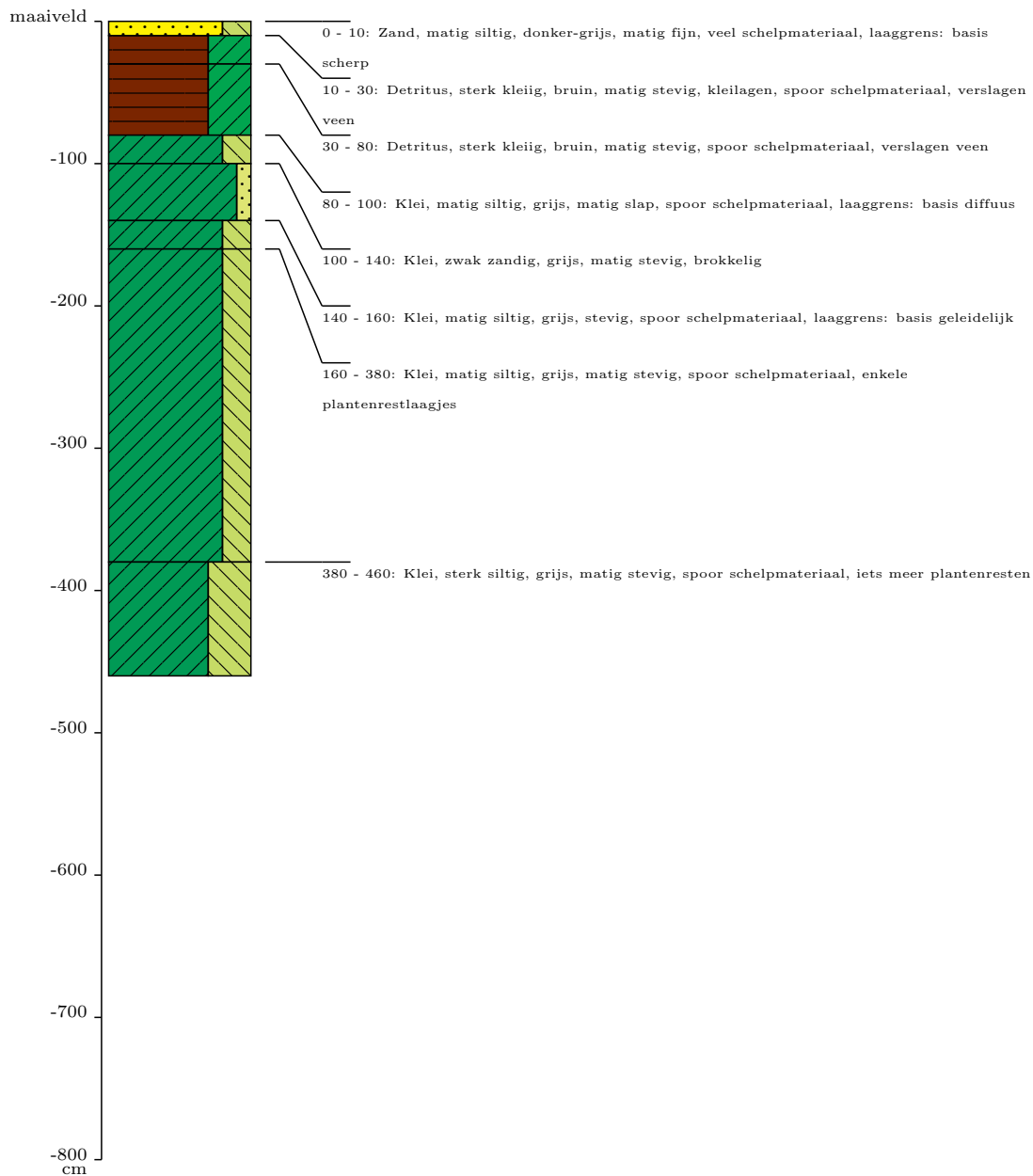
Profielkolom en - beschrijving

5275-102

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 9-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166190
Y-coördinaat: 511327
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -500
Opmerkingen: ma=-72, waterdiepte 5 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



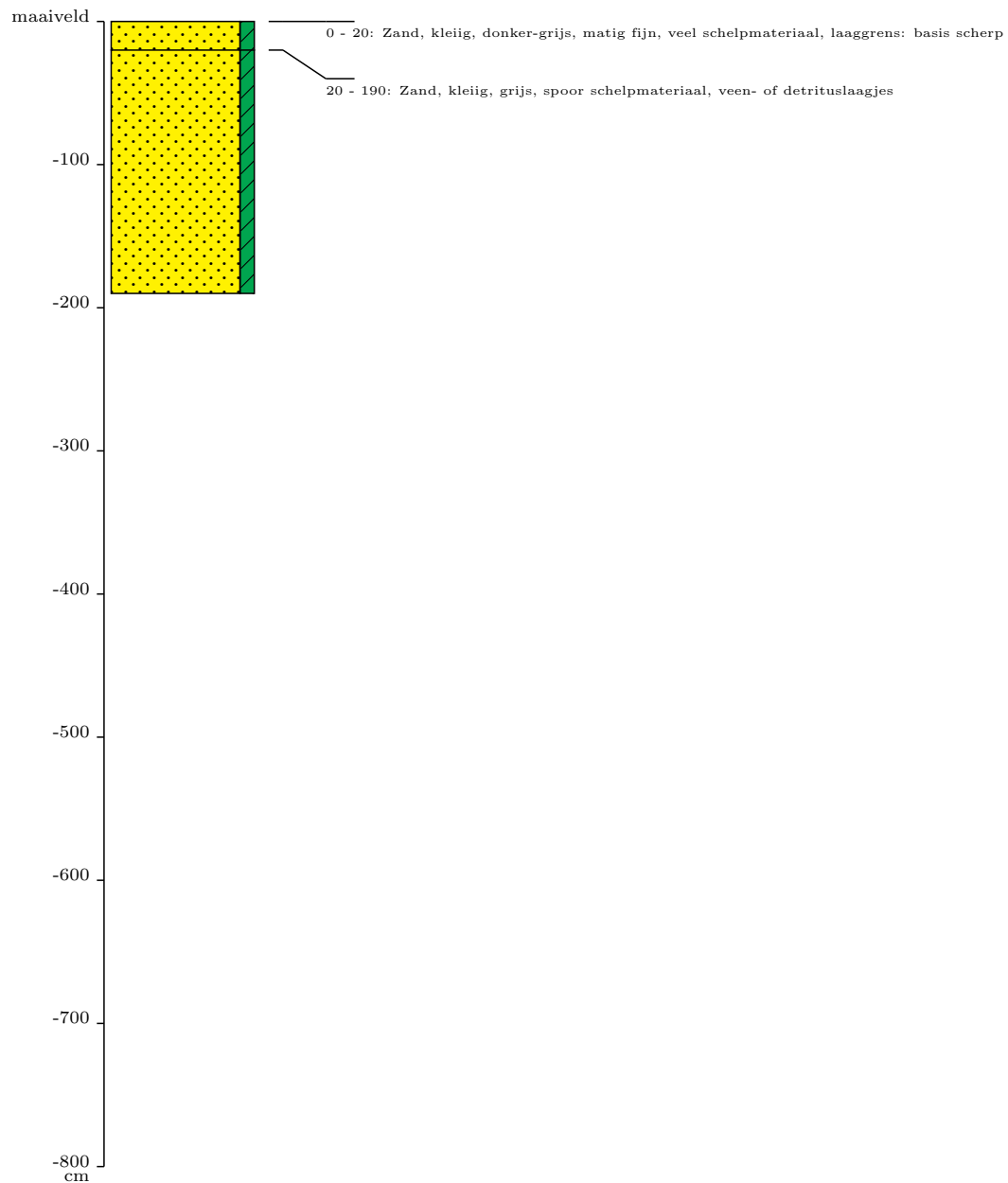
Profielkolom en - beschrijving

5275-103

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 9-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166224
Y-coördinaat: 511357
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -500
Opmerkingen: ma=-64 waterdiepte 5 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



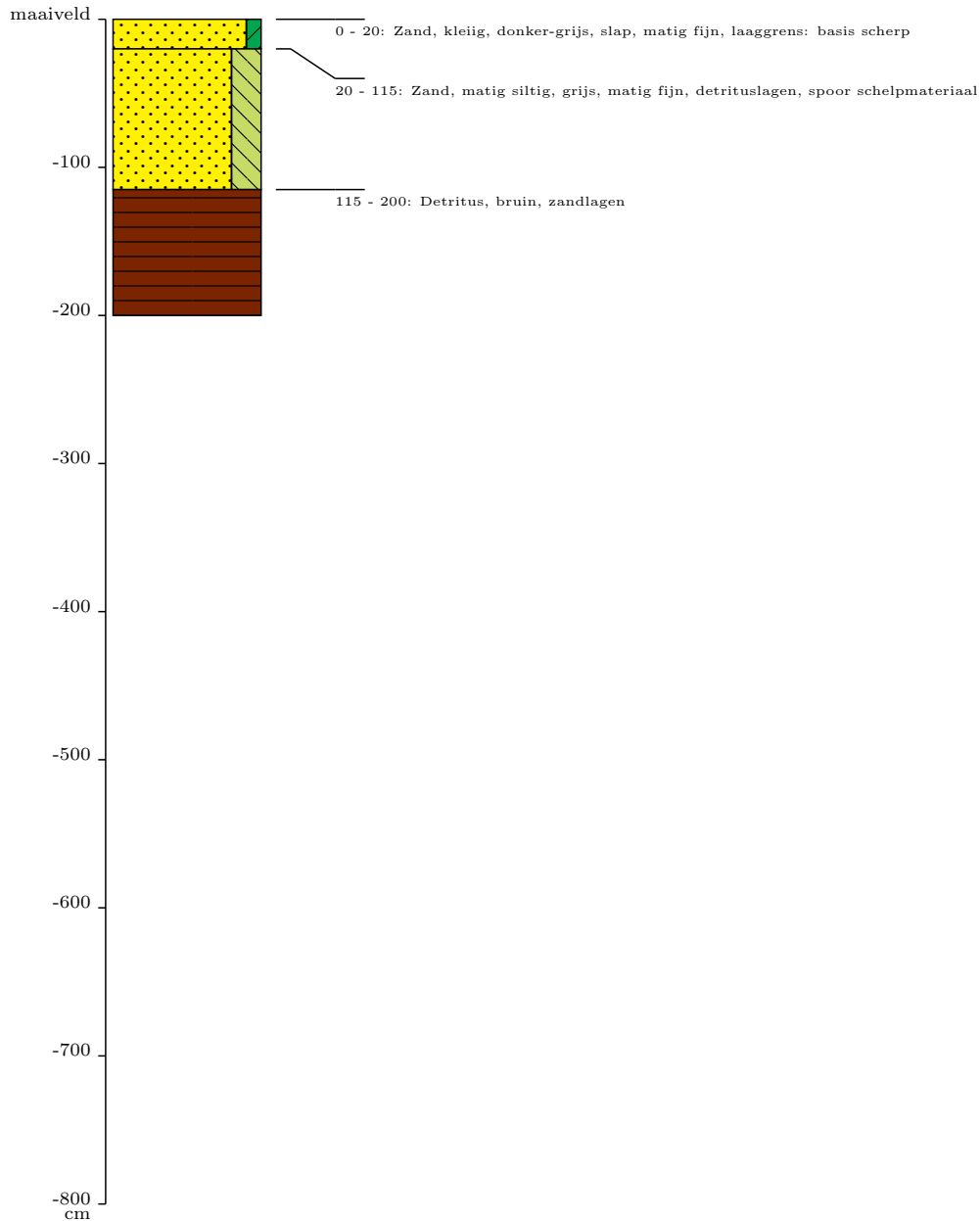
Profielkolom en - beschrijving

5275-104

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 9-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166250
Y-coördinaat: 511387
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -500
Opmerkingen: ma=-56, waterdiepte 5 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



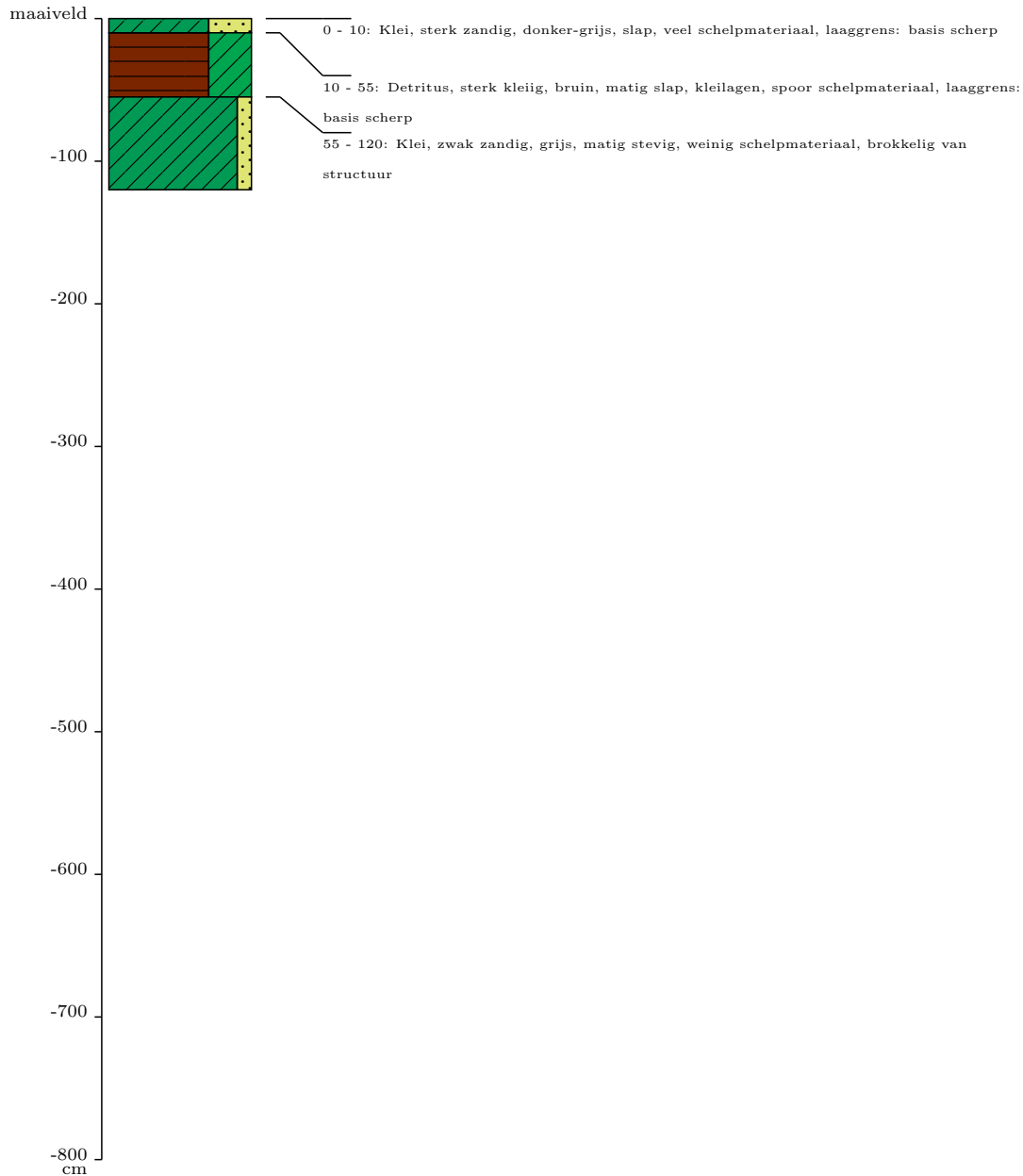
Profielkolom en - beschrijving

5275-105

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 9-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166273
Y-coördinaat: 511409
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -500
Opmerkingen: ma=-54, waterdiepte 5 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



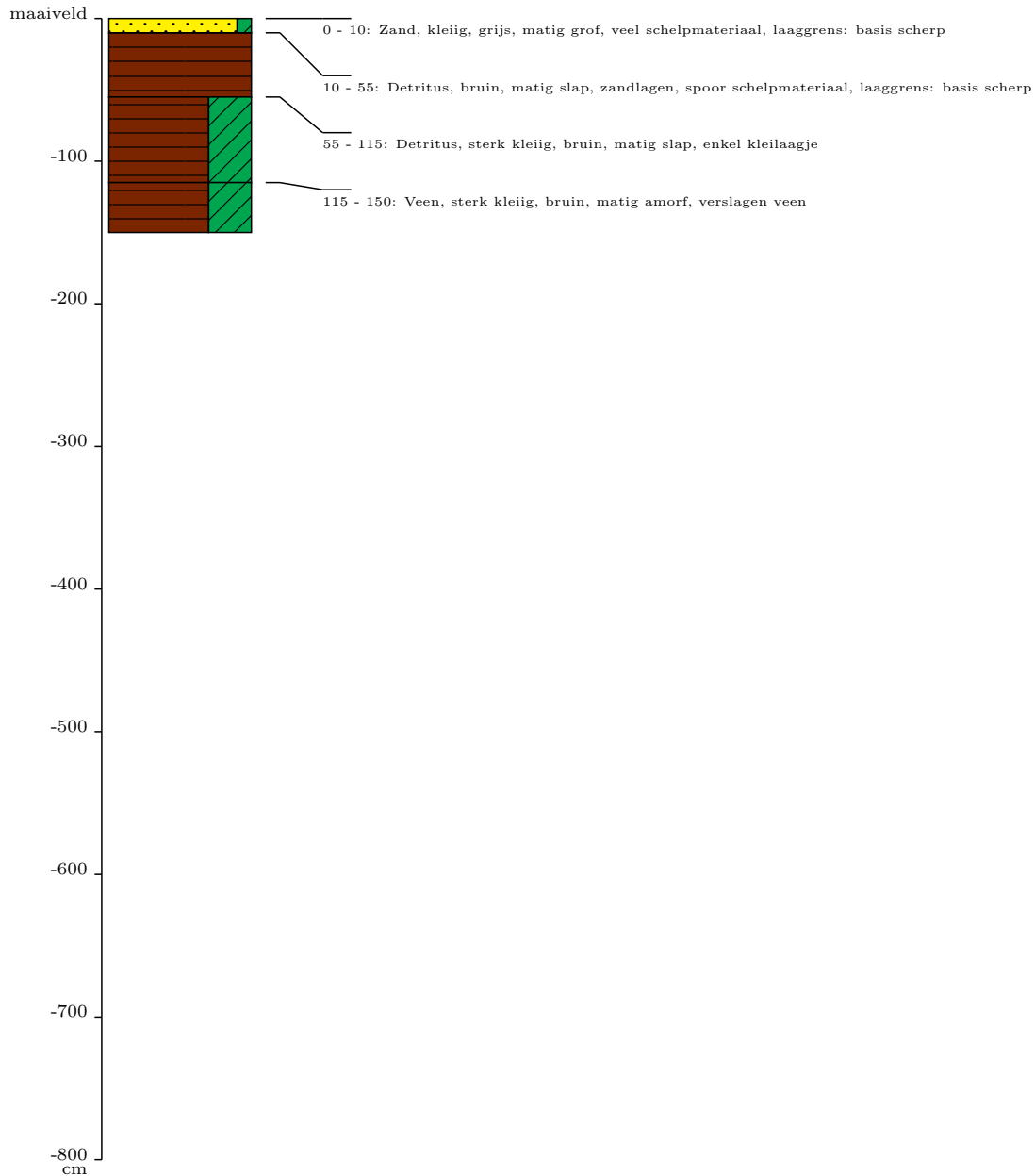
Profielkolom en - beschrijving

5275-106

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 9-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166297
Y-coördinaat: 511447
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -500
Opmerkingen: ma=-51, waterdiepte 5 m, boring 2x gezet

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



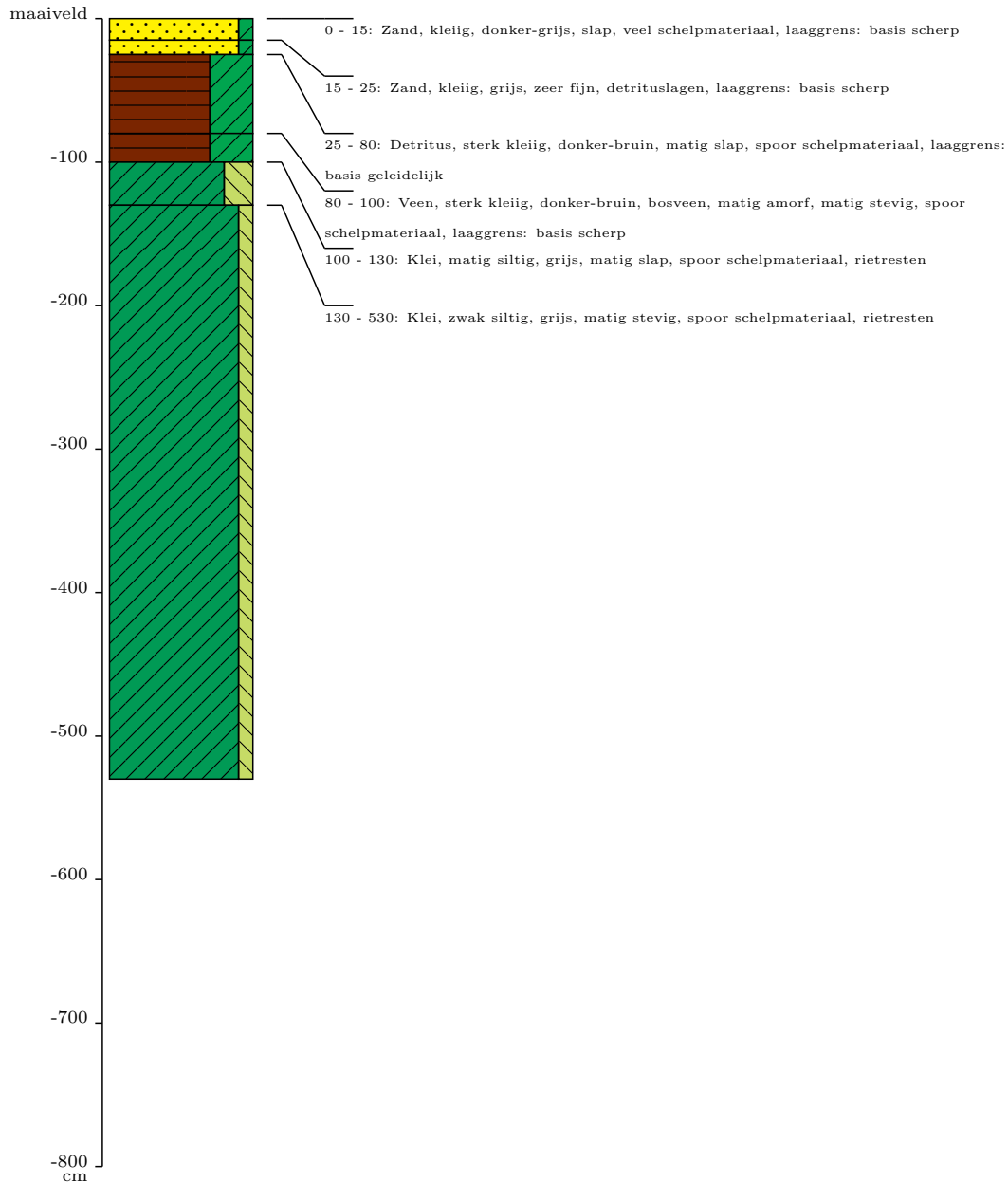
Profielkolom en - beschrijving

5275-107

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 10-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166329
Y-coördinaat: 511478
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -490
Opmerkingen: ma=-60, waterdiepte 4,9 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



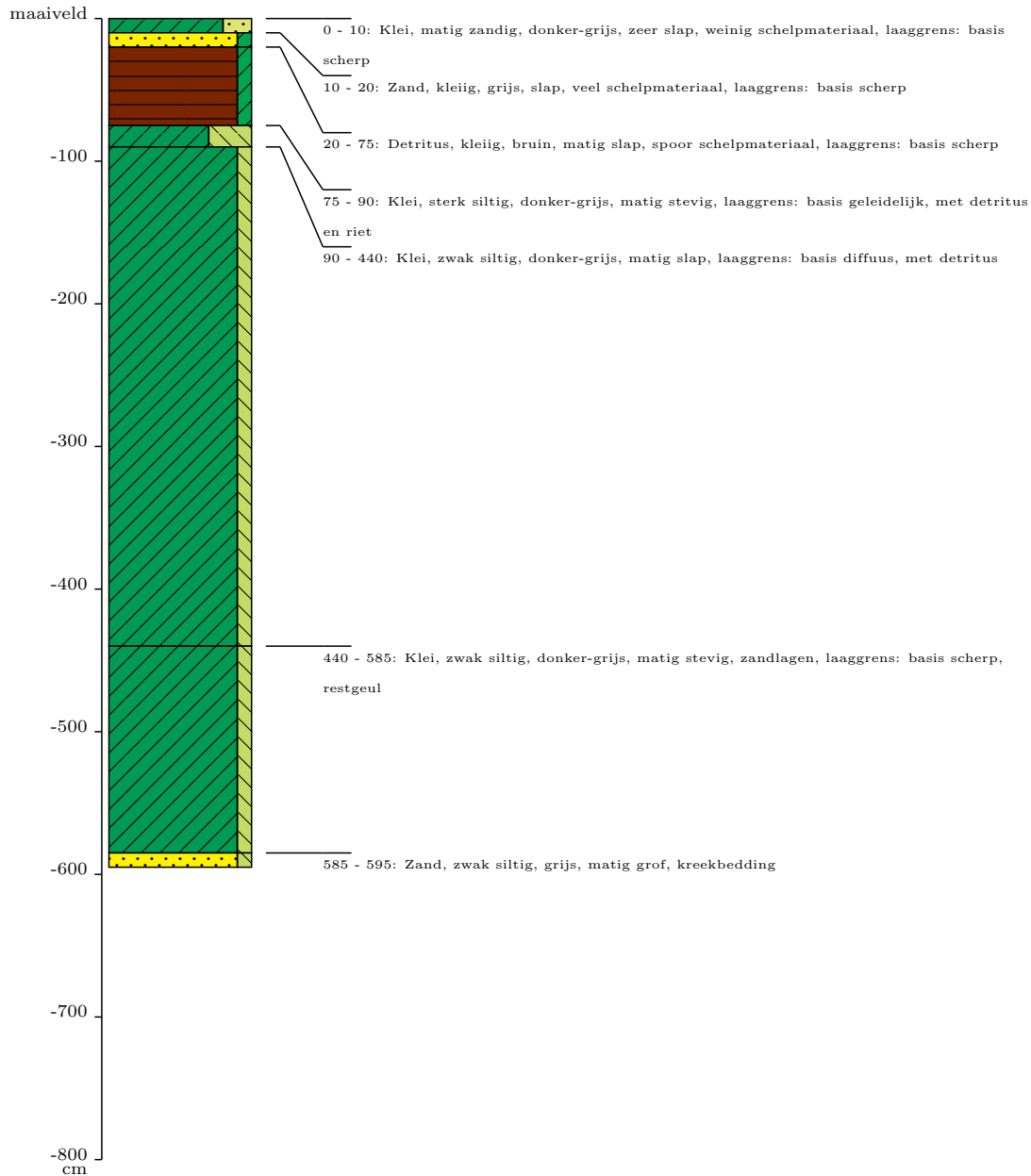
Profielkolom en - beschrijving

5275-108

Projectnummer: 5275
 Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
 Datum boring: 10-1-2024
 Uitvoerder(s): VS
 X-coördinaat: 166358
 Y-coördinaat: 511508
 Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -490
 Opmerkingen: ma=-65, waterdiepte 4,9 m

Type: Archeologische boring
 Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
 Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
 Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
 Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



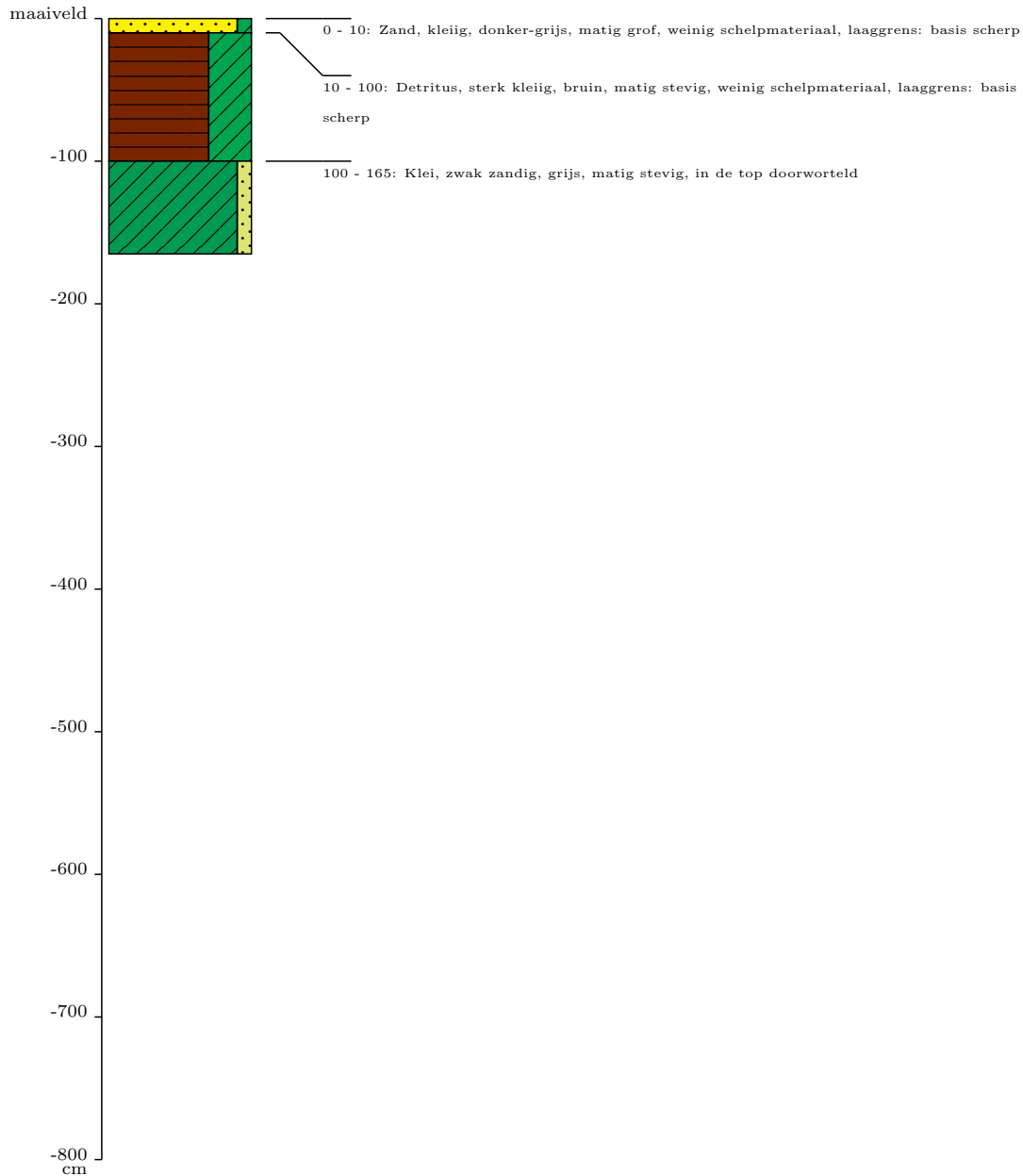
Profielkolom en - beschrijving

5275-109

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 10-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166381
Y-coördinaat: 511536
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -490
Opmerkingen: ma=-63, waterdiepte 4,9 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



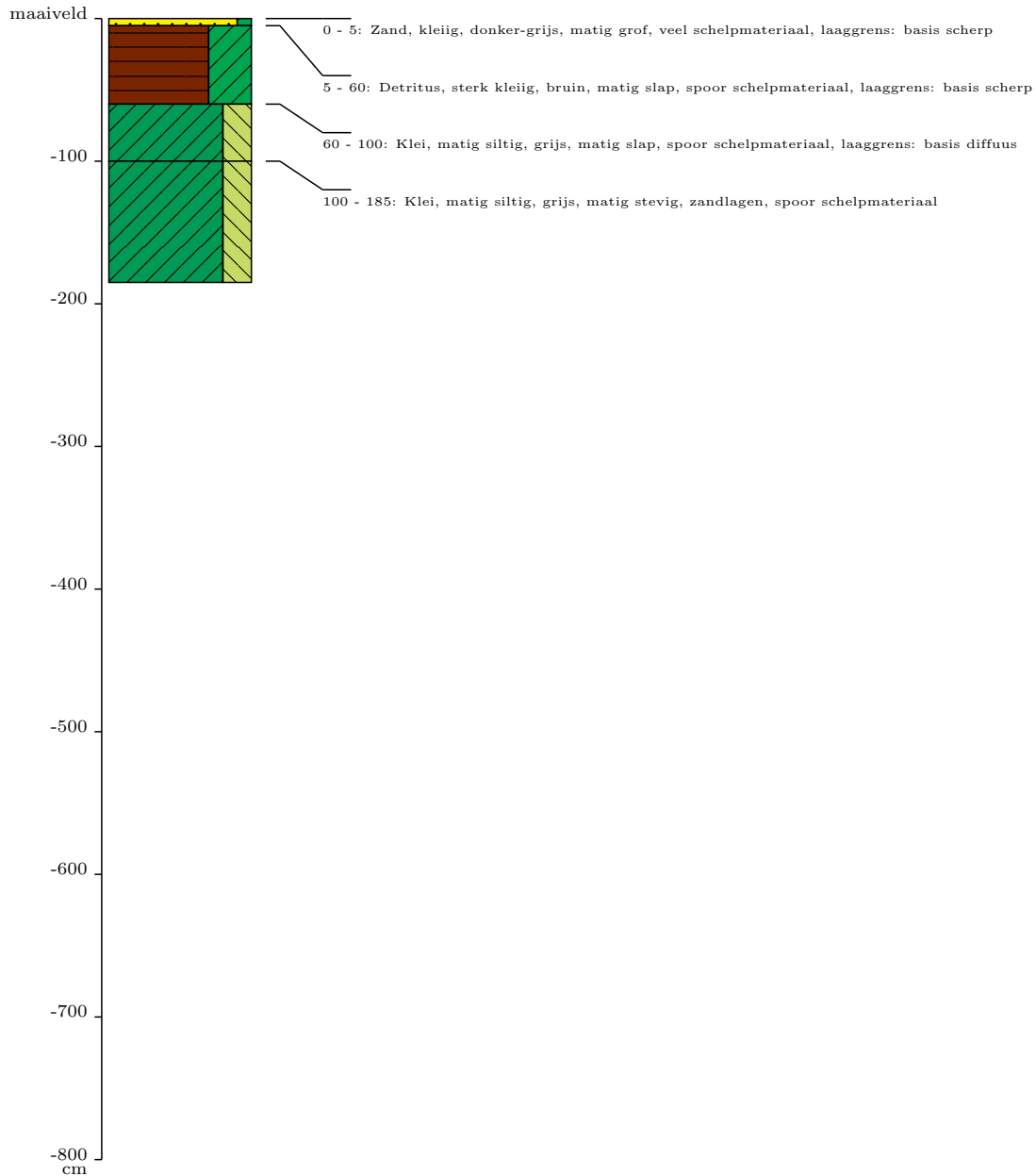
Profielkolom en - beschrijving

5275-110

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 10-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166411
Y-coördinaat: 511567
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -490
Opmerkingen: ma=-63, waterdiepte 4,9 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



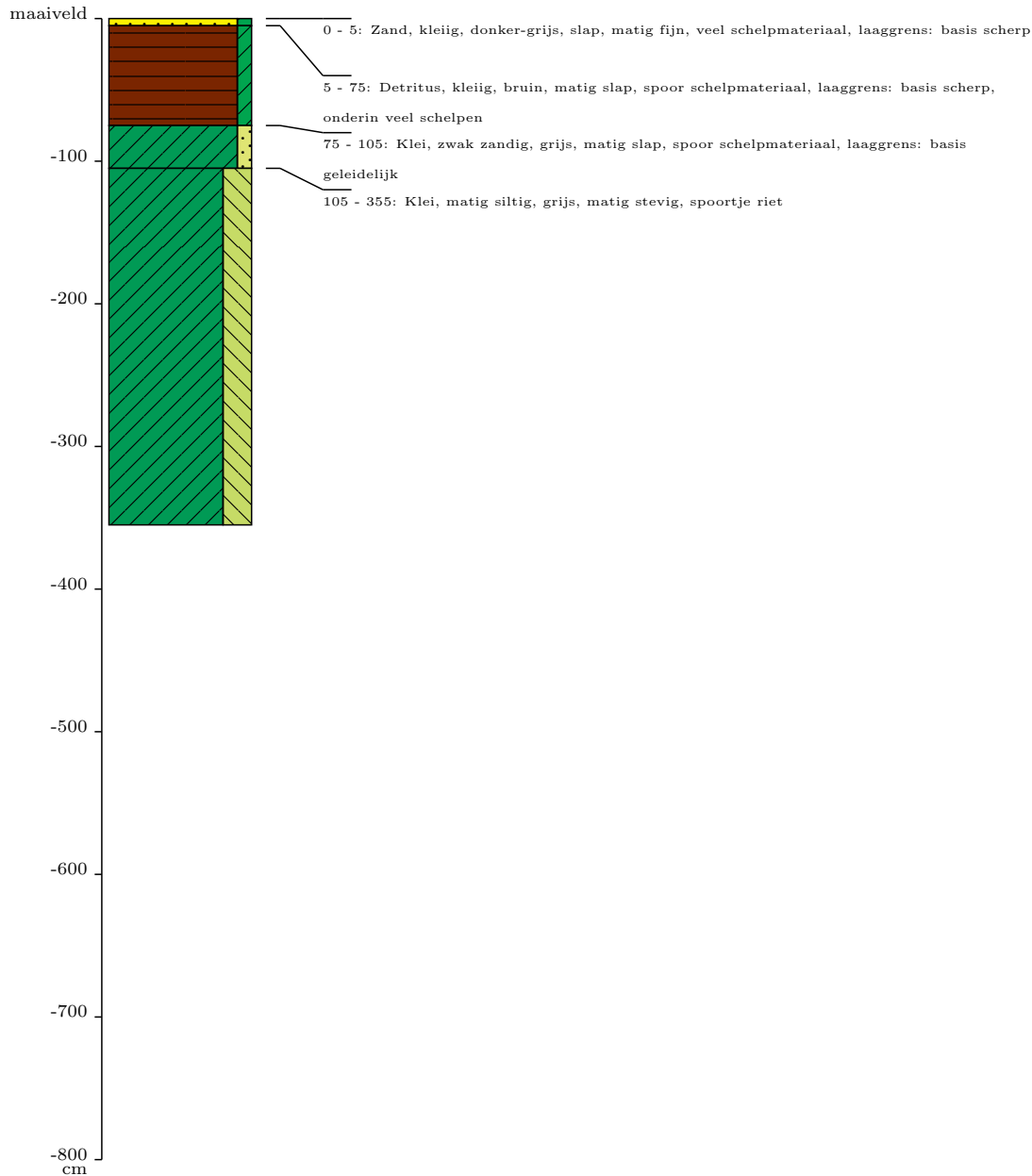
Profielkolom en - beschrijving

5275-111

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 10-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 166436
Y-coördinaat: 511593
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -490
Opmerkingen: ma=-65, waterdiepte 4,9 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



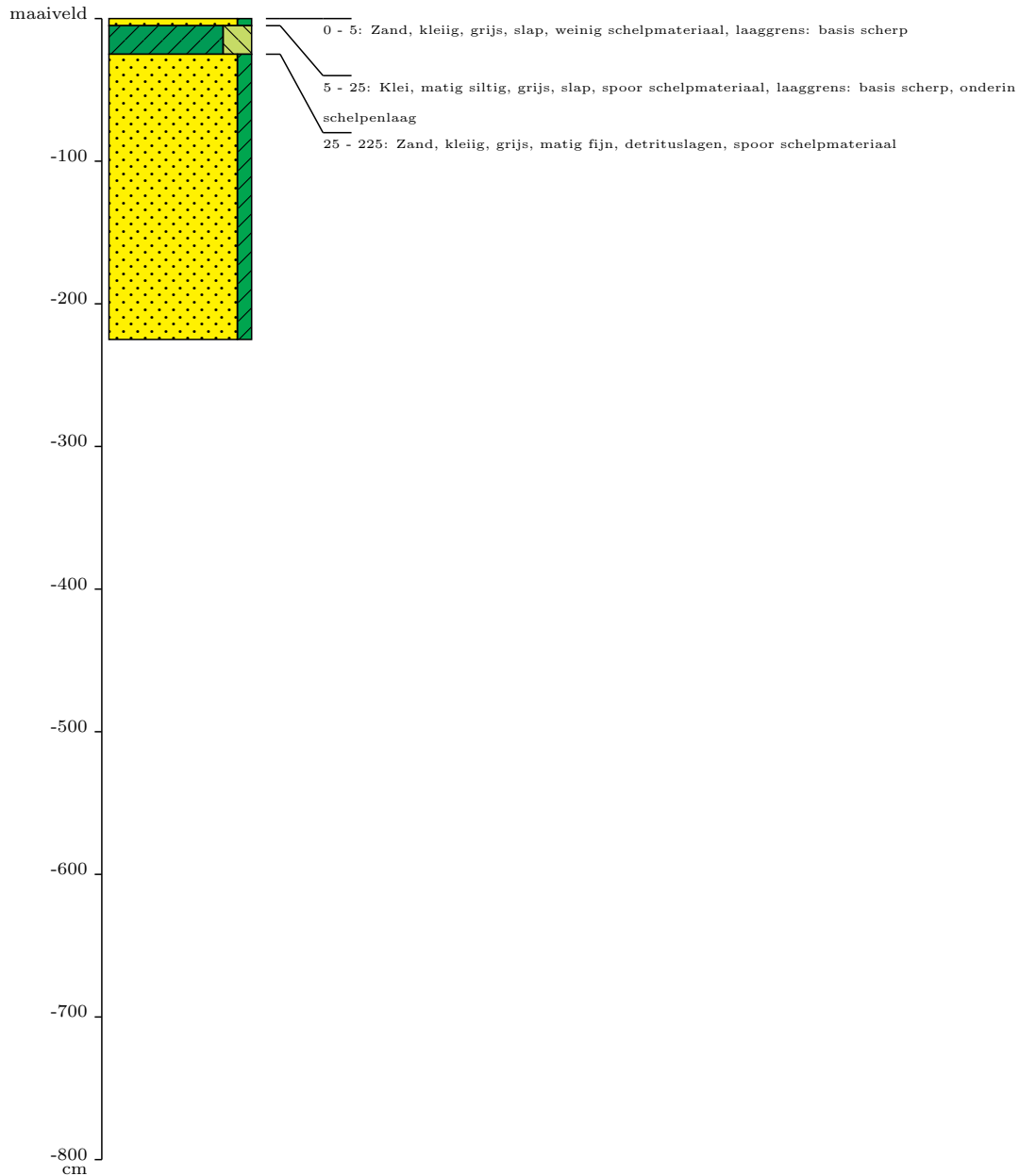
Profielkolom en - beschrijving

5275-112

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 10-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 168467
Y-coördinaat: 512403
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -430
Opmerkingen: ma=-70, waterdiepte 4,3 m boring 2x gezet

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



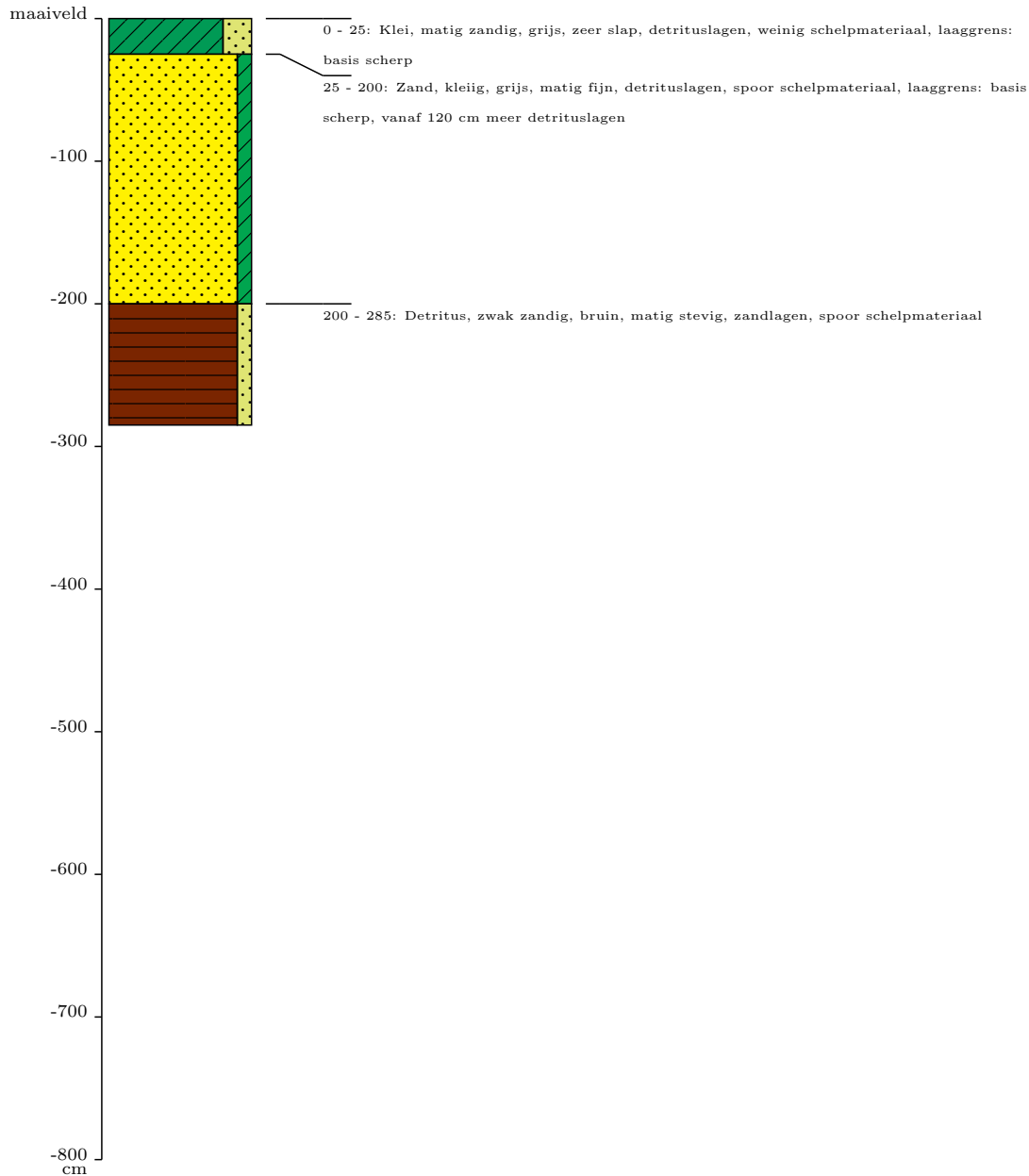
Profielkolom en - beschrijving

5275-113

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 11-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 168505
Y-coördinaat: 512411
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -430
Opmerkingen: ma=-65, waterdiepte 4,30 m, boring 2x gezet

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



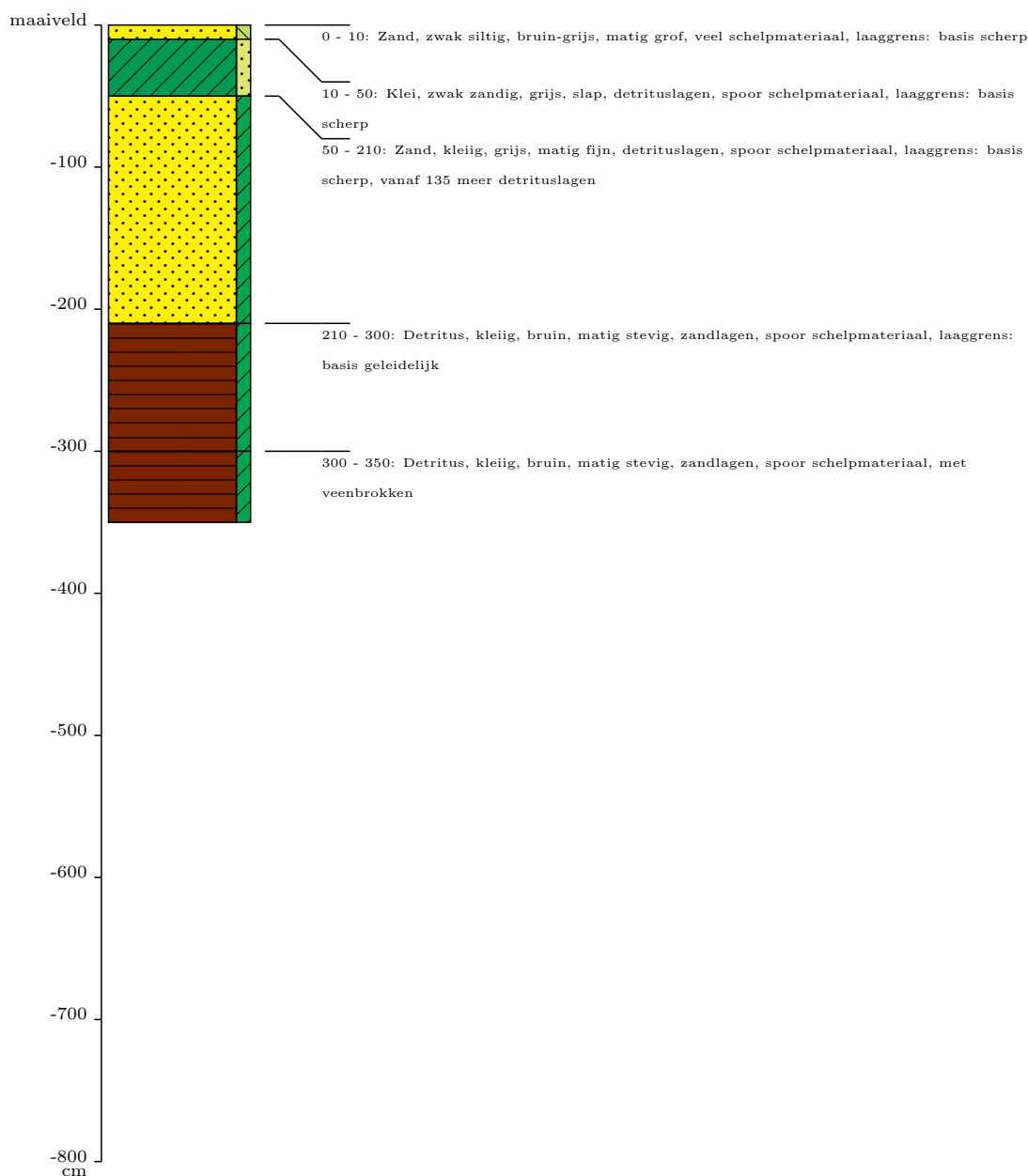
Profielkolom en - beschrijving

5275-114

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 11-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 168546
Y-coördinaat: 512422
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -430
Opmerkingen: ma=-61, waterdiepte 4,30 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting



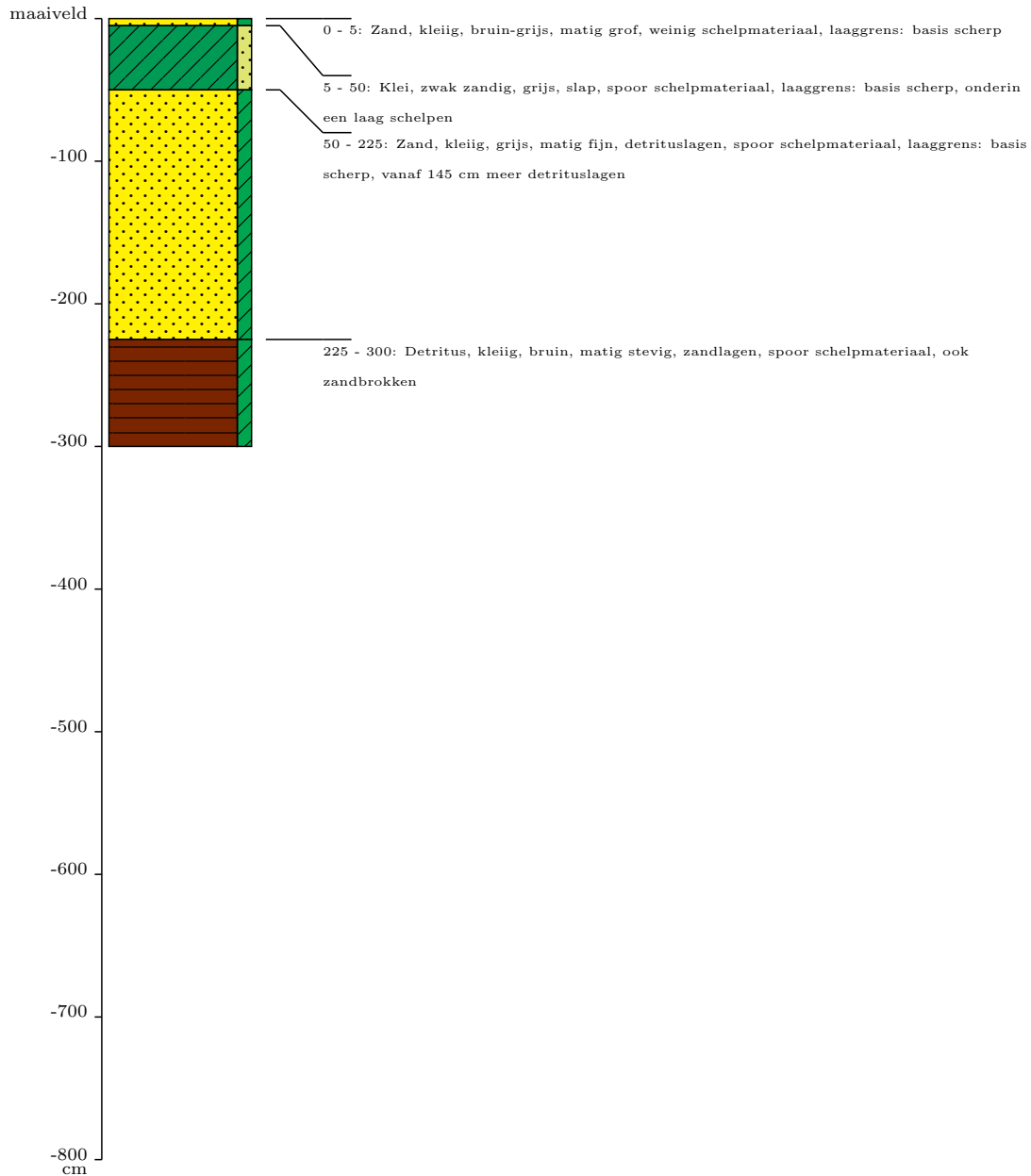
Profielkolom en - beschrijving

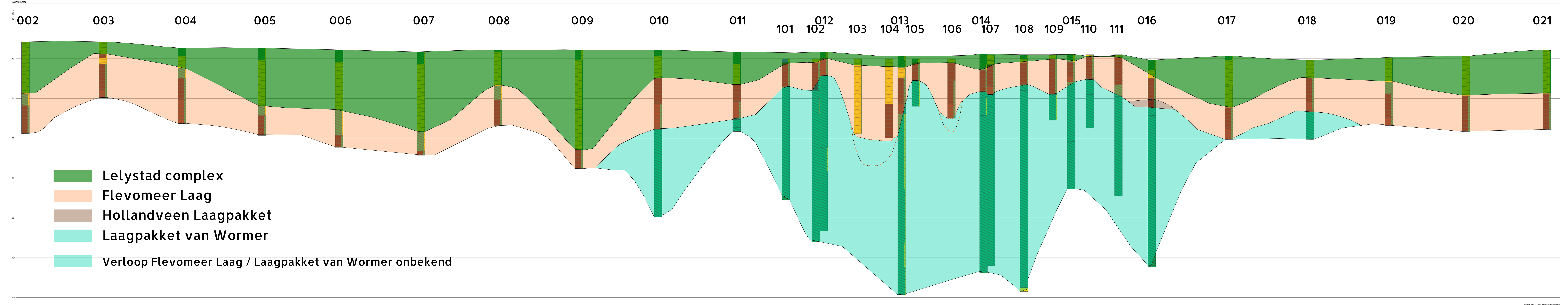
5275-115

Projectnummer: 5275
Projectnaam: Vervolgozk IJsselmeerdijk
Datum boring: 11-1-2024
Uitvoerder(s): VS
X-coördinaat: 168591
Y-coördinaat: 512431
Maaiveldhoogte t.o.v. NAP (cm): -425
Opmerkingen: ma=-63, waterdiepte 4,25 m

Type: Archeologische boring
Boormethode: Vibrocore

Positiebepaling: GPS (Global Positioning System)
Coördinaatsysteem: Rijksdriehoekstelsel
Referentievlak: Normaal Amsterdams Peil
Maaiveldhoogtebepaling: Landmeting





RESEARCH ARTICLE

Magnetometer mapping of drowned prehistoric landscapes for Archaeological Heritage Management in the Netherlands

Seger van den Breuk¹ | Hans Huisman^{2,3} | Nico W. Willemse⁴ | Bjørn Smit³ | Bertil J. H. van Os³

¹Periplus Archeomare, Amsterdam, Netherlands

²Groningen Institute of Archaeology, University of Groningen, Groningen, Netherlands

³Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Amersfoort, Netherlands

⁴RAAP Archaeological Consultancy, Zutphen, Netherlands

Correspondence

D.J. Huisman, Groningen Institute of Archaeology, University of Groningen, Poststraat 6, Groningen, Netherlands.
Email: hans.huisman@rug.nl

Funding information

The research presented in this paper was funded by the Cultural Heritage Agency of the Netherlands

Abstract

Coastal areas can contain a highly valuable archaeological record because of post-glacial drowning of previously inhabited land surfaces. Such records are increasingly under threat because of a range of economic activities. Archaeological Heritage Management (AHM) is hampered by a lack of detailed data on the buried landscapes. This makes it difficult to fully assess and deflect threats to this record. Here, we present a novel way of using under water magnetometer surveys to map and characterize buried Mesolithic/Neolithic landforms in high detail. Magnetometer maps from the IJsselmeer area (Netherlands) show patterns of paired linear anomalies that resemble banks or levees that straddle channel-like features. Sub-bottom profile transects and sediment core analyses confirm that the observed linear features are Mesolithic and Neolithic submerged buried channel and bank/levee systems that connect to known onshore buried channel systems from that age. Although the origin of the magnetic signal is still subject of study, the observed patterns clearly indicate areas or geomorphological phenomena of high archaeological potential, and make it possible to take measures for protection and research.

KEYWORDS

Holocene coastal sequence, magnetometer mapping, Mesolithic, Neolithic, subsurface mapping

1 | INTRODUCTION

1.1 | General introduction

Coastal areas are prime locations for human activities, and therefore for archaeological sites. Before modern sea level became established, from ~7 ka BP onwards, large areas of coastal hinterland were exposed as habitable land and then drowned again by sea-level rise (e.g. Bailey & Hayley, 2021). Especially in the Low Countries, postglacial land submergence has led to the burial of large areas of coastal hinterland and coastal prehistoric sites under accumulated marine and

deltaic sediments (Figure 1). The value of buried and drowned sites lying underwater, and the need to safeguard and manage them has gained awareness in the last decade (e.g. Peeters et al., 2019).

Archaeological Heritage Management (AHM) is most commonly focussed on land-based archaeology and (underwater) shipwrecks. In Europe, the protection of archaeological heritage in general follows from the Valetta Treaty (Council of Europe, 1992). In the Netherlands, the key points of the legislation are 1) preservation in situ, 2) early involvement of archaeology in the spatial planning process and 3) the 'developer pays principle' and the commercialisation of archaeological practice. The 'developer pays principle' entails that – as in several

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) License, which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

© 2023 The Authors. *Archaeological Prospection* published by John Wiley & Sons Ltd.

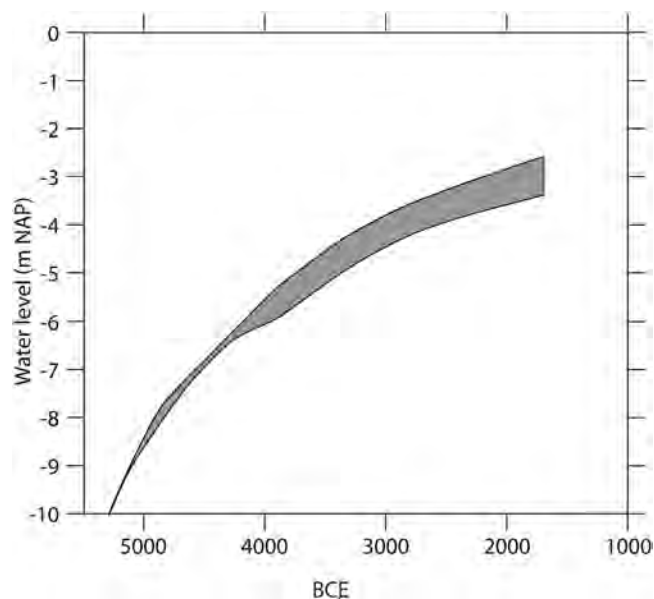


FIGURE 1 Sea-level curves of the central Netherlands area relative to Dutch Ordinance Level (NAP). Based on Makaske et al. (2003).

other European countries – a system for archaeological assessment and evaluation has been developed in which initiators of activities that could potentially damage archaeological remains are responsible for their preservation; either by preventing damage (*'preservation in situ'*) or by excavating, reporting and curating the archaeological remains (*'preservation ex situ'*).

In the Netherlands, this is operationalized through a staged set of research phases, which in steps zoom in to find and assess potential archaeological remains. The first phase (*'desktop'* research) involves a collation of documentary data – including previously published research on landscape, geology, soils and archaeology – to produce a conceptual predictive model for the potential presence of archaeological remains. For this desk-based study, a national archaeological database (ARCHIS) and predictive archaeological maps are available, the latter based on high densities of core-descriptions collected and disseminated through the Geological Survey of the Netherlands (www.dinoloket.nl; Vos, 2015) and universities (Cohen et al., 2012). In addition, nationwide high-resolution Light Detection And Ranging (LIDAR) recordings are available (www.ahn.nl). If there is sufficient probability for the presence of archaeological remains, the next stage is field-work (coring and/or trial trenching) to determine whether archaeological remains are present. When archaeological remains cannot be preserved *in situ*, it can be decided to document and excavate archaeological remains for *ex situ* preservation. The remains and features are documented, reported, published and the finds are stored in archaeological depots.

For submerged or buried prehistoric landscapes underwater, this archaeological assessment system has yet to be implemented effectively. The archaeological potential of this area, however, is large; buried or submerged landscapes can contain vulnerable organic remains in addition to a potentially well-preserved stratigraphy (e.g. Bailey &

Hayley, 2021; Peeters et al., 2019). Notwithstanding this potential, making predictive models is hampered by the fact that prehistoric sites – especially from Mesolithic and Neolithic ages – are in general small and ephemeral in nature and therefore difficult to find, characterize or map. In addition, erosion and sedimentation and other dynamic changes in the physical landscape and land use may have blurred past spatial characteristics. Predictive maps therefore cannot be based on previous find distributions, visible landscape or bathymetric features. Moreover, offshore core density is often low and sub-bottom geophysical data is scarce, hampering the reconstruction of the submerged landscape. In addition, a lack of excavation data makes it hard to validate of such reconstructions in a detail warranted for the small and ephemeral sites targeted. Furthermore, the lack of excavation data prevents proper validation of such reconstructions. Until recently, no other (geophysical) methods with suitable scale and resolution for identification of submerged and buried landscape elements (i.e. geomorphological entities) under water were available that could support AHM. Furthermore, archaeological research underwater has long been done only from a maritime point of view with a focus on shipwrecks and maritime remains. The attention on submerged prehistoric remains/landforms is a relative recent development.

The abovementioned lack of (geophysical) methods at suitable scales and resolution for AHM is especially problematic because parts of this underwater cultural heritage are under threat from numerous economic activities that will occur in the coming years. They include aggregate and fossil fuel extraction, sustainable energy production and infrastructural works. Managing this archaeological heritage under threat has until now been nearly impossible because of a lack of predictive mapping possibilities.

In the present contribution, we report the use of magnetometer data to map and characterize the physical Mesolithic/Neolithic landscape buried and submerged below the IJsselmeer Lake in the central Netherlands, and evaluate the implications for AHM. Normally, underwater magnetometer data in combination with sub-bottom profiling are used mainly to map anomalies visible as bathymetrical or micro-bathymetrical features on the sea floor, such as shipwrecks, WWII mines or fishing debris. We present filtered magnetometer data by removing these large anomalies in order to extract the geomagnetic background signal. In addition, we optimised the magnetometer configuration to reduce background noise during recording. After that, we investigated the nature of the observed signal and the implications for paleo-landscape mapping and AHM.

1.2 | Test area: geological background

The test area is a former coastal lagoon in the central Netherlands, the Zuider Zee, that was closed off from the sea in 1932 to become the IJsselmeer Lake (Figure 2). The Late Pleistocene and Early Holocene topography directly below the Holocene coastal sedimentary sequence in this area (Figure 3) represents a relatively well-preserved drainage system of westward-directed streams of two local river systems, the Vecht and the proto-IJssel or Gunnepe. This river drainage

FIGURE 2 Netherlands and test area.



system follows an oversized proglacial fluvial valley of late Saalien age (c. 150 000 BP) that is separated to the south from the Rhine-Meuse palaeovalley by a complex of glacio-tectonic ridges (Ter Wee, 1962; Pons & Wiggers, 1958; Kluiving et al., 1991; Van der Spek, 1994; Menke et al., 1998; Beets & van der Spek, 2000; Busschers et al., 2007; Busschers et al., 2008; Laban & van der Meer, 2011; Vos, 2015. See [Supporting Information 1](#) for the pre-Holocene landscape).

High rates of postglacial sea-level rise during the Mesolithic and Early and Middle Neolithic (0.7–1.6 cm/year; see Figure 1) rapidly transformed the test area into an open tidal basin (Figure 4A). During this period, extensive subtidal clay deposits were formed (known as Wormer clays), whereas in the hinterland, the river Vecht and proto-IJssel/Gunnepe river developed clayey levees (Figure 4B) (Beets & van der Spek, 2000; Jelgersma, 1961, 1979, 1980; Makaske et al., 2003; Menke et al., 1998; Pons & Wiggers, 1959, 1960; Van de Plassche, 1982, 1995).

After 3000 cal BCE, the rate of sea-level rise decreased and the subtidal areas and tidal inlets in the western part of the Holland tidal basin gradually filled in, apart from the Westfriesland tidal inlet that was the largest (Figure 4C). Simultaneously, the distal, eastern parts became isolated and changed into open peat swamps with some

forestation on isolated outcropping river dunes and till plateau remnants. Throughout most of the Late Neolithic and Bronze age (3000–1000 cal BCE), the area was a freshwater marsh with multiple peat lakes in which the so-called Hollandveen peat deposit formed. The Vecht and proto-IJssel served as conduits of fresh water through these peatlands, from the hinterland towards the lakes and the Westfriesland tidal inlet (Pons & Wiggers, 1960; Beets & van der Spek, 2000; Peeters, 2007, 35; ten Anscher, 2012, 500).

The Westfriesland tidal inlet eventually silted up after 1500 cal BCE, forcing a rerouting of Vecht and proto-IJssel water towards the Wadden Sea in the north (Figure 4D). Increased storm surges and tidal incursions shortly after 400 cal BCE (Figure 4E) subsequently transformed this northerly pathway into a wide estuary with channels, mud flats and salt marshes. In medieval times, large tracts of inhabited peatlands were lost because of storms and human exploitation along the lagoonal rims. Peat lakes expanded and marine influence grew larger eventually leading to the Zuider Zee tidal lagoon during the 11th and 12th century CE (Figure 4F; Vos, 2015; Lenselink & Koopstra, 1994; Vos & de Vries, 2016; van Popta et al., 2020) forming new clastic beds known as ‘Walcheren deposits’ (Figure 4E, cf. TNO-GDN, 2022; Gottschalk, 1971; Van Loon & Wiggers, 1975; Vos, 2015, 324; van Popta et al., 2020).

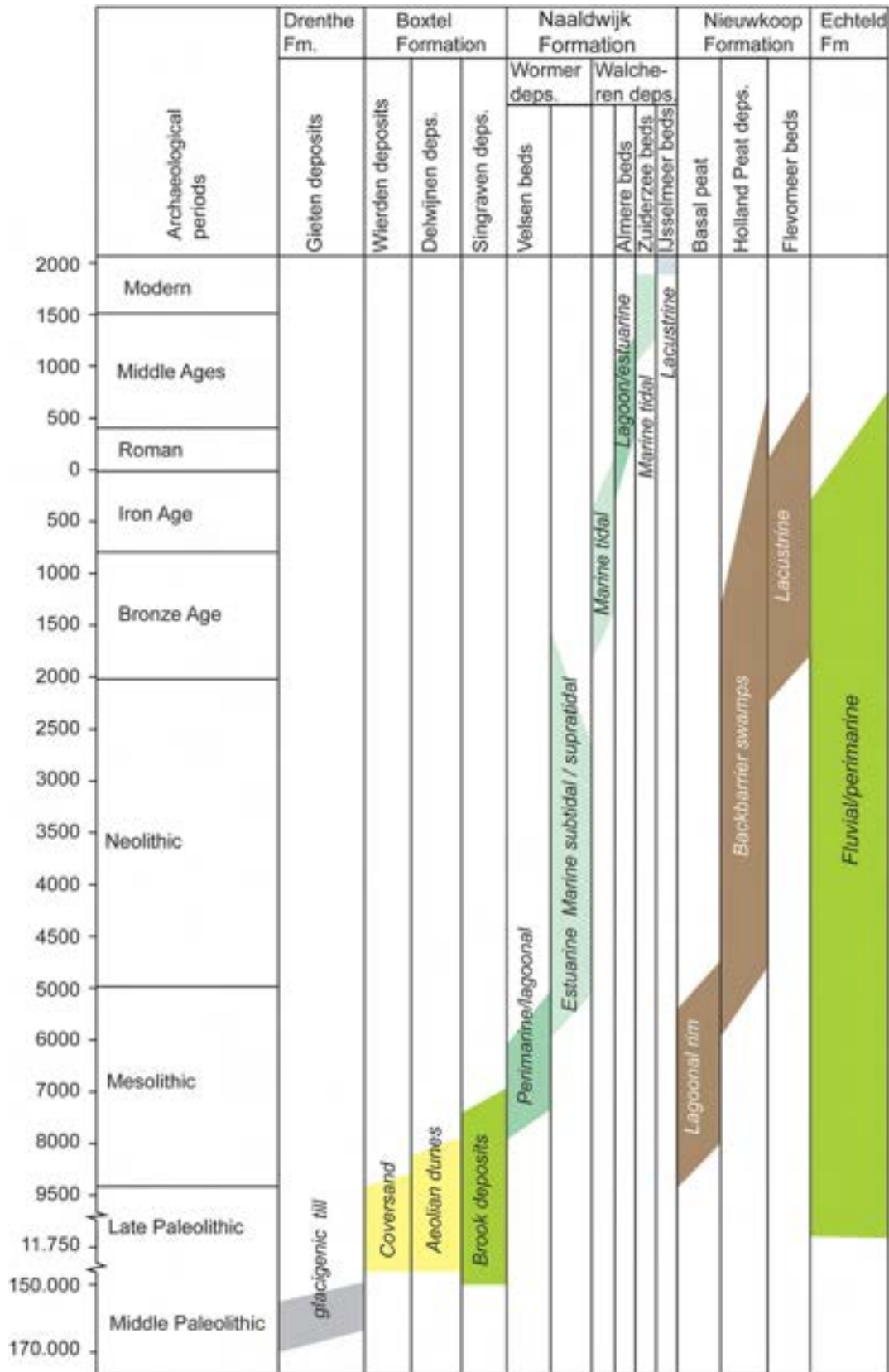


FIGURE 3 Stratigraphic column of the Top Pleistocene and the Holocene deposits in the test area. [Colour figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

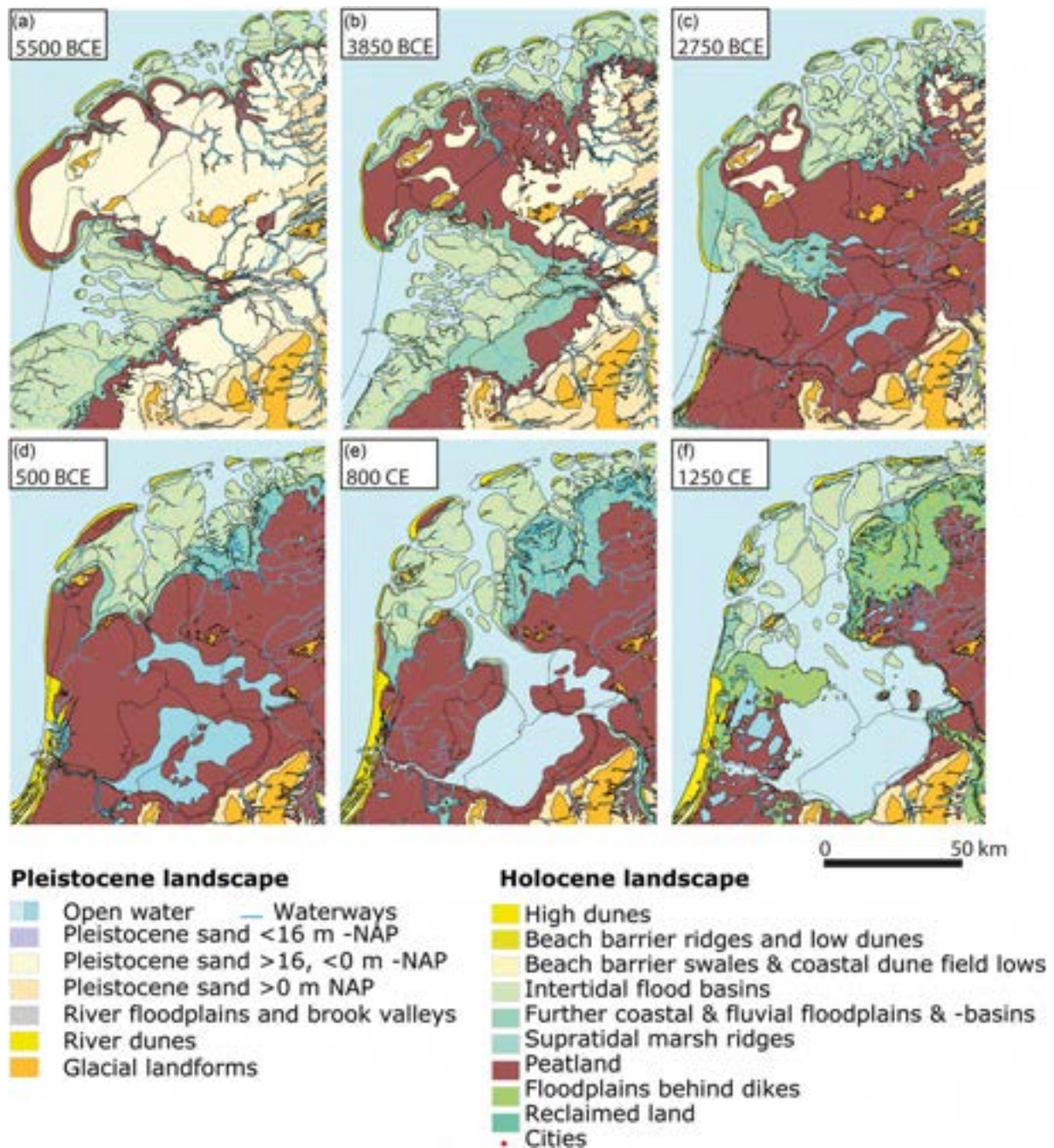


FIGURE 4 Palaeogeographical reconstructions of the IJsselmeer area through time. From Vos et al., 2020. [Colour figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

1.3 | Test area: prehistoric archaeology

Closure of the Zuider Zee in 1932 was followed up by land reclamation in the newly formed Lake IJssel (IJsselmeer) between 1936 and 1967 after which a range of prehistoric sites were discovered in the IJsselmeerpolders. Pleistocene dunes and glacial relicts yielded Mesolithic and Neolithic sites (e.g. Devriendt, 2013; Dresscher & Raemaekers, 2010; Peeters, 2007; Peeters et al., 2021; ten

Anscher, 2012). Moreover, multiple Early Neolithic sites from the period 4300–4000 cal BCE were found on well-preserved levees of proto-IJssel/Gunnepe branches in the Swifterbant area (Oostelijk Flevoland) that are still visible on LIDAR images of the area (Figure 5). These archaeological sites have yielded evidence of the oldest known preserved tilled fields in the world (sites S2, S3, S4; Huisman et al., 2009; Huisman & Raemaekers, 2014) and the Mesolithic/Neolithic landscape has been of particular interest for research into,

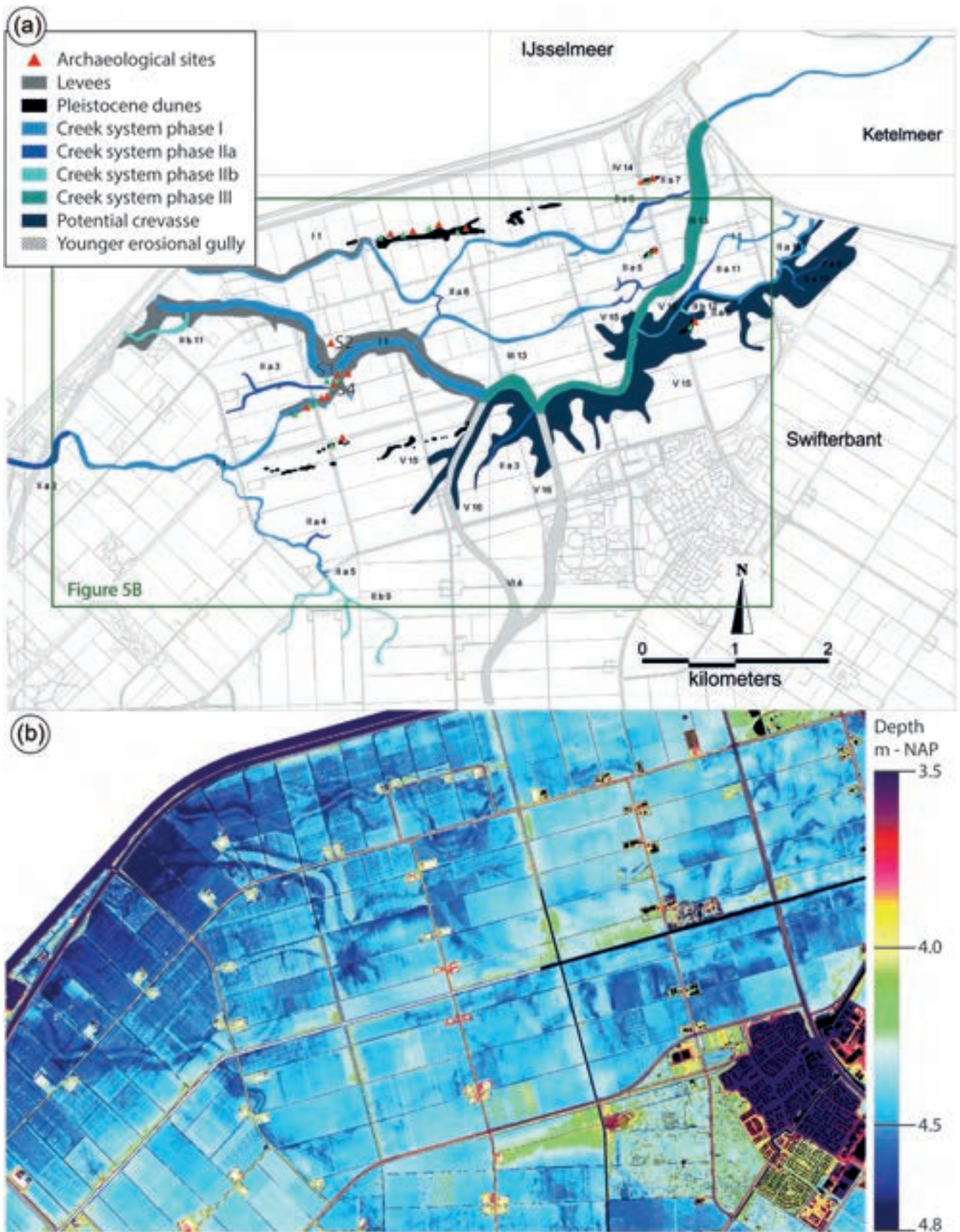


FIGURE 5 Legend on next page.

FIGURE 5 A: Swifterbant area with Pleistocene dunes, Neolithic levee system and known archaeological sites. Top: reconstruction map, adapted from Dresschen and Raemaekers (2010; reproduced with permission). B: AHN LIDAR image showing levees of the creek system; based on data from www.ahn.nl.

and discussions about, the transition from hunter-gatherer lifestyles to farming (e.g. Cappers & Raemaekers, 2008; Raemaekers et al., 2021).

1.4 | Previous magnetometer surveys

Magnetometers are commonly used in geophysical surveys to map buried ferromagnetic objects such as pipelines and cables and unexploded ordnance (UXOs). These objects are mapped after processing and filtering the raw magnetometer data. The normal standard procedure in surveying for ferromagnetic objects is to remove all background noise until only larger individual magnetic anomalies remain. Various magnetometer surveys in the IJsselmeer area were completed since 2010 (Van den Brenk et al., 2011; Van den Brenk & Kaland, 2015; Van den Brenk & van Lil, 2016, 2017a, 2017b, 2017c, 2018). Although not at first the primary goal of these surveys, when focussing on the background ‘noise’ of raw magnetometer data, a clear pattern of linear anomalies became apparent that were similar to patterns of landforms known from LiDAR images and geological and archaeological research onshore: Patterns of channel-levee systems or supratidal/intertidal gullies (Van den Brenk & Kaland, 2015; Van den Brenk & van Lil, 2016). The similarity to channel-levee systems was acknowledged, but no ground truthing was done to test whether the patterns did indeed represent channel-levee landforms. Moreover, although upstream parts connected to the levees visible in the Swifterbant area (Flevopolder) and a well-known Vecht river paleochannel south of Urk (Noordoostpolder), it was unclear whether they could all be associated with landscape elements within the (Mesolithic/Neolithic) Wormer clay deposits, or with later erosional or depositional features. On a more fundamental level, it is unclear what the mineralogical or geochemical properties are that caused these linear anomalies (or lineations) to be visible in magnetometer data or how they formed.

1.5 | Research goal and set-up

Previous archaeological research in the Flevopolder has demonstrated that the levees contain an abundance of physical evidence for Early Neolithic human activity. If the lineations seen in the magnetometer data indeed prove to be the downstream continuation of buried channel systems, this would provide an invaluable tool for mapping potential foci of human activity – that is, areas of high archaeological potential – in the subsurface of this former coastal lagoon. However, this requires first to establish whether the lineations indeed are representations of levee/channel systems in the subsurface, and second to determine the stratigraphic correspondence to the (Mesolithic/Neolithic) Wormer clay deposits and their connection to the levees visible in the Swifterbant and Urk area or to older or younger stratigraphic levels. On a more fundamental level, a more solid understanding is

needed of the association between the origin of the geomagnetic signal, the (geochemistry of the) buried coastal sediments and the stratigraphic levels.

In order to test the hypothesis that the lineations represent buried geomorphological entities such as channel-levee systems, and to gain a better understanding of their formation and stratigraphic position, the Cultural Heritage Agency of the Netherlands commissioned a series of new magnetometer surveys in the IJsselmeer area between Enkhuizen, Swifterbant and Urk to extend spatial coverage. Furthermore, a series of undisturbed mechanical cores from the entire Holocene sequence were collected in conjunction with sub-bottom sonic mapping along transects/survey lines perpendicular to the most promising magnetometer anomalies.

Summarizing, with this research, we hope to:

1. Obtain a wider spatial coverage of magnetometer data;
2. Determine whether the geomagnetic patterning indeed reflects channel/levee systems;
3. Determine from which archaeological period they originate – and whether they connect to the Mesolithic/Neolithic systems known from the polders near Swifterbant and Urk;
4. Characterize the geomagnetic properties of the sediments that produce these patterns, and determine their formation process; and
5. Evaluate the usefulness of background magnetometer surveys for mapping submerged and buried coastal landscapes and for AHM.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 | Magnetometer survey

The magnetometer measures the intensity of the normal magnetic field, which in the Netherlands lies around 49 000 nT. Local ferromagnetic materials, like iron wrecks fragments, cast iron ingots and fragments of cable cause local magnetic field deviations, generally between 50 and 500 nT (cf. Van den Brenk & van Lil, 2016).

For the present study, the datasets of various surveys in the IJsselmeer area (Van den Brenk & van Lil, 2016, 2017a, 2017b, 2017c, 2018; Van den Brenk & Kaland, 2015; Van den Brenk et al., 2011) were re-examined by enhancing and amplifying background noise using different frequency filters (Van den Brenk & Kaland, 2015; Van den Brenk & van Lil, 2016; Wester & van Lil, 2018).

Additional areas were selected for magnetometer surveys, and mapping was executed using an optimised magnetometer configuration for background recording. All areas of interest were surveyed in two campaigns in 2019 and 2020 (see [Supporting Information 2](#) for an overview). Two sets of two Terella magnetometer transducers at 25 Hz measurement frequency were towed behind the vessel with

~15 m distance between each set. This setup assures the least influence of the vessel on the magnetometer recordings making the method more sensitive for background recording. A RTK-GPS antenna was mounted for positioning at 2–3 cm precision in X, Y and Z directions. Vessel speed was restricted to max. 6 knots to reach the highest possible resolution. For the same reason, recordings were made on calm days with wave heights <50 cm. In the 2019 campaign, 275 lines were recorded, with a total length of 987 km. In 2020, 184 additional lines totalling 268 km were recorded.

The magnetometer data were processed using the Oasis Montaj software package. After data control of measurements positions and correcting for position jumps, the dataset was checked for spikes – caused by wreck fragments, etc. – which were removed. To enhance the background signal of raw magnetometer data, different filters (non-linear and low pass filters) were applied that amplify long wavelength magnetic intensity (Wester & van Lil, 2018). The raw data was then filtered with a ‘rolling mean’ to remove scatter. Finally, the cleaned data was gridded to 0.5×0.5 m cells to produce magnetic intensity maps. A colour scale was chosen between +25 nT (red) and –25 nT (blue) and white for neutral (0 nT).

2.2 | Sub-bottom profiler measurements

Locations for the sub-bottom profiler transects were chosen to cross various promising magnetometer anomalies that appeared on the magnetometer datagrid (Supporting Information 2; Figure 6). An Innomar SES-2000 narrow-beam parametric sub-bottom profiler was used to map the subsurface at the location of the coring transects. This sonic sub-profiler can transmit and record multiple frequencies at the same time. Besides a low-frequency sound beam of 5–15 kHz, it transmits a high frequency signal between 94 and 110 kHz. The

coherence of the different frequencies creates a narrow bundle that has a small footprint on the seafloor with a vertical resolution of up to 5 cm. In total, 75 lines with a cumulative length of 80 km were surveyed this way in 2020. The data was processed using QINSy v. 8.18 software and the SES software of Innomar technology GMBH. Time-depth conversion was done assuming a standard velocity of 1600 ms^{-1} .

2.3 | Sediment coring and core description

During the fall of 2020, a series of 6-m long hydraulic vibrocores with inner liners (inner diameter 96.4 mm) were collected along four transects in the test area by Marine Sampling Holland (Supporting Information 2; Figure 6). The aim was to collect undisturbed samples from the top of the Late Pleistocene (OIS-2/1) and Early Holocene deposits including the entire Holocene coastal sequence in which the magnetic signal must be present. Core retrieval (total lengths of the cores) was between 4.6 and 7.7 m. One of the four transects was incomplete, and will not be presented or discussed in this paper. After cutting the core liners lengthwise, cores were photographed and the sedimentary structures, colour, texture, lithology and diagenetic features were recorded.

3 | RESULTS

3.1 | Background magnetometer results

The resulting magnetic intensity maps (Figure 6) show a clear pattern of anomalies that resemble channels with banks or levees. These anomalies are caused by differences in magnetic characteristics in

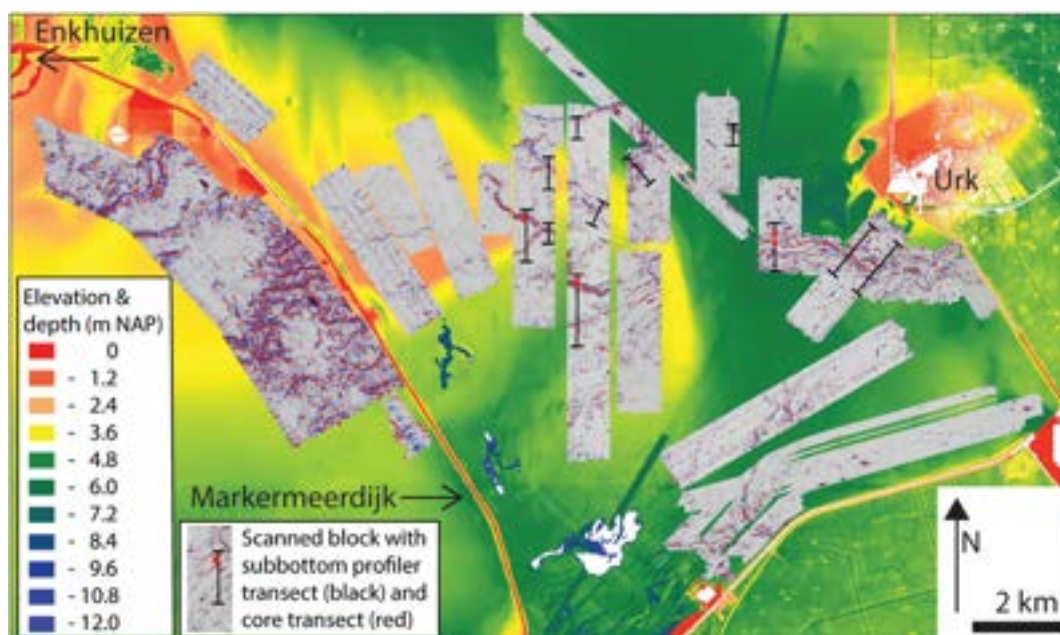


FIGURE 6 Map of test area with previous and new survey areas, sub-bottom transects and core locations, superimposed on the present IJsselmeer bathymetry and LIDAR surveys onshore (NAP = Dutch Ordnance level). [Colour figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com)]

sediment mineralogy and show no correlation with the morphology of the lake bed. In some of the surveyed areas, the patterns are clearer than in other areas because of differences in line spacing of the magnetometer data acquisition. This is especially clear when comparing the magnetic signals on both sides of the Markermeerdijk near Enkhuizen: To the south, the signal is clear, but it is much less so to the north of the Markermeerdijk.

3.2 | Coring results

Preliminary sedimentary stratigraphic analysis of the cores showed readily identifiable coherent clastic and organoclastic strata between cores in the transects (Figure 7; see also Figure 8). Basal sediments in general are either a uniform unit of low-relief very fine aeolian sands (Wierden Member) with well-developed soil horizons (VC21–VC26) or consist of fluvial sands and brook deposits (Singraven Member; VC1–VC8). These sandy beds progress into a thin layer of compacted peat (Basal Peat Bed). Locally, basal units consist of glaciogenic tills (Gieten Member) covered with thin beds of colluvial sand (VC28–VC29, VC33) or high-relief dune-facies (VC9–VC12).

On top of these Pleistocene and Basal Peat deposits, the base of the Wormer deposits consists mainly of silty and humic clays commonly rooted with reed that grade upward into thinly layered silty and sandy beds (silt and organic detritus laminae) and humic, partly ripened, clay beds intersected with incised small channels sands, rich in organic detritus (VC2–VC5). These deposits are interpreted as upper-intertidal marsh deposits and peri-marine channel sands with supratidal levee deposits and channels. The Wormer clay beds grade into peaty clays (VC19) and gyttjas (VC14, VC17) and ultimately in brown to black reed, sedge and woody peatbeds (Hollandveen Member), exemplifying the transition from an open estuarine/peri-marine environment to a more isolated backbarrier marsh and peatland development. Fine and coarse detrital gyttjas in the top of the Hollandveen and a transition to detrital peat with sand and silt laminae and small peat lumps (e.g. VC14) are the starting point for the sequence of organic-clastic lake fills (e.g. VC13–VC17, Flevomeer Beds) to distinct lagoonal brackish-water facies (Almere Beds) consisting of (very) fine grained sand and clay beds with peat lumps and abundant organic detritus laminae and silt laminae. The uppermost facies represent an erosive transition to marine-brackish conditions with greyish-layered fine sands in the western core series (VC13–VC20) and dark grey humic silty and sandy clays in the eastern series (VC5–VC6). The basal lag contains bivalve species (*Cerastoderma edule*, *Scrobicularia* spp. and *Mytilus edulis*). These facies (Zuiderzee deposits) are underlain by hiatuses in the Flevomeer/Almere deposits and Hollandveen Member illustrating the erosive nature of this progression.

3.3 | Sub-bottom profiler results

The survey lines for the sub-bottom profiles were chosen perpendicular to the most obvious magnetic lineations (see Figures 6, 9). The three profiles that coincided with the core transects, and their position relative to the magnetic anomalies can be found in Supporting

Information 3A,B,C. In Figure 8A–C, the results are shown in combination with cores.

In transect A–A' (Figure 8A), two highs (black lines) can be seen that straddle a channel fill in between. The correlation with the cores shows that this channel/levee system is developed in the sandy Flevomeer and Almere beds. It is not possible to distinguish further reflections in the underlying clayey deposits (Wormer beds). However, the coring results demonstrate that this channel–levee system has a precursor in the Wormer beds. In transect B–B' (Figure 8B), two highs also correlate with the magnetometer survey. The surrounding area is blanked, however, probably because of the presence of gas or substantial amounts of organic matter. The cores show that these features are present in the Wormer beds, and represent levees straddling a channel surrounded by (flood)basin clays. In the left part of transect D–D' (Figure 8C), an escarpment is visible that – based on sedimentary and pedological features – is interpreted as the top of a Pleistocene dune complex. In the rest of the transect, the signal is blanked for longer stretches, but in one section of the transect (cores 4–6), a levee is visible in the Wormer beds, bounded with a sharp scarp (between cores 3 and 4) that may be one shore of a channel.

4 | DISCUSSION

4.1 | Technical considerations

The outcomes of the magnetometer surveys differ, with some areas showing clear and sharp patterns whereas other areas seem to yield much less clarity. This is especially true for blocks on both sides of the Houtribdijk: the western block clearly shows outlined patterns, whereas the blocks to the east are much less clear – although some lineations can still be discerned. Causes for these discrepancies may lie in the recording stage (differences in water depth, wave and weather conditions) but may also reflect natural conditions (overburden thickness) or processes that may mask the signal.

4.2 | Magnetic anomalies and buried landforms

Comparing the results of coring transects and sub-bottom profiles with the outcome of the magnetometer surveys clearly shows that the lineations represent sedimentary features such as channels and levees in the Wormer beds. In Figure 9, a comparison is shown between the results of the core data and the geomagnetic maps. In sections A–A' and B–B', the correlation of the magnetic map anomalies with the core and stratigraphic cross sections is clear. In transect D–D', the transect probably crosses a zone with predominantly basin clays before reaching uprising dune sands at the north end of the section.

In transect A–A', the magnetic pattern coincides with both the channel–levee system in the Wormer deposit as well as a (rejuvenated) system at the level of the overlying Flevomeer and Almere deposits (Figure 8A). In transect B–B', it is clear that the channel–

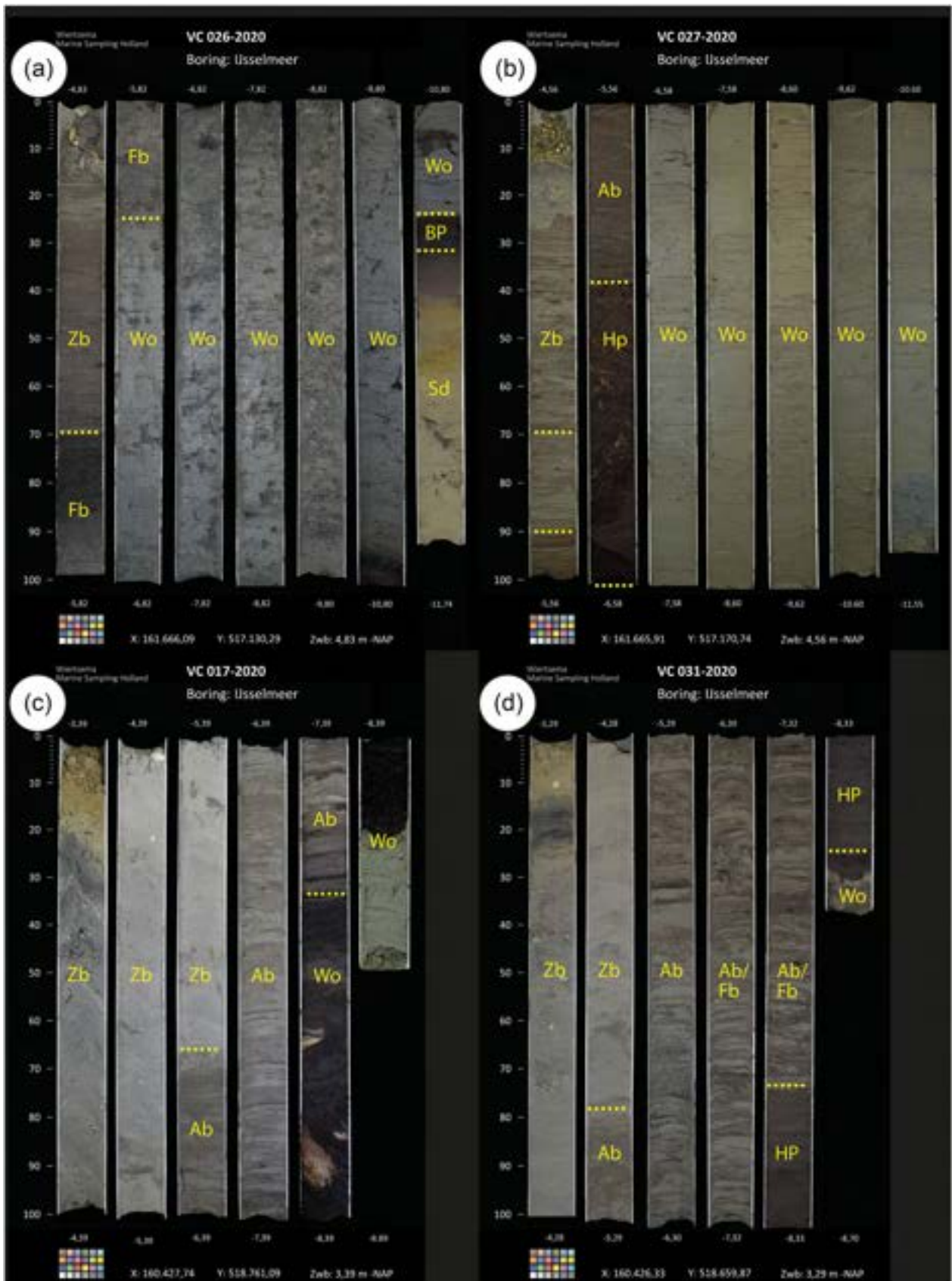


FIGURE 7 Legend on next page.

FIGURE 7 Examples of relevant cores. (a) Core 26, showing a thick clayey levee sequence in the Wormer deposits. (b) Core 27, with a clastic-layered channel fill in the Wormer deposits. (c) Core 17 with an organic fill in the top of a channel fill in the Wormer deposits, overlain with Walcheren deposits. (d) Core 31, with an organic detritus topping the Wormer deposits, overlain with Walcheren deposits. Ab = Almere beds, Fb = Flevomeer beds, BP = basal Peat, HP = Holland Peat, Sd = Singraven deposits, Wo = Wormer deposits, Zb = Zuiderzee beds. See also Figure 8. [Colour figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

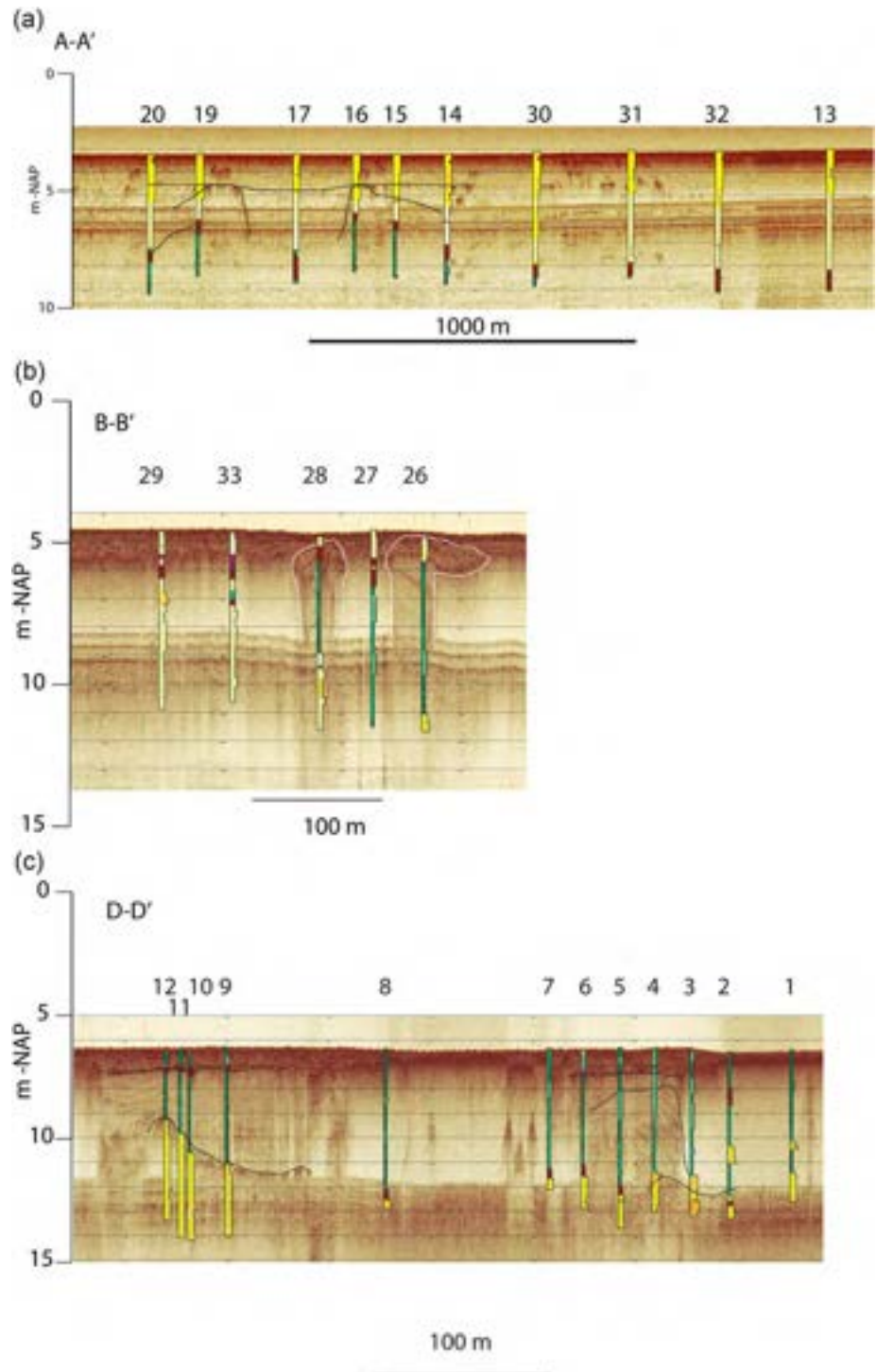


FIGURE 8 Lithological cores projected on the sub-bottom profile results. (a) Transect A-A'. (b) Transect B-B'. (c) Transect D-D'. Black and white lines indicate clear reflectors. [Colour figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

levee pattern relates to buried landforms in the Wormer deposits only. This is supported with the onshore continuation of the Early Neolithic channel/levee features in the Swifterbant area, and of the

infilled Neolithic Vecht Valley to the south of Urk (Gotjé, 2014). However, it cannot be excluded that some of the channel/levee features belong to a later phase. Especially erosive features on the transition

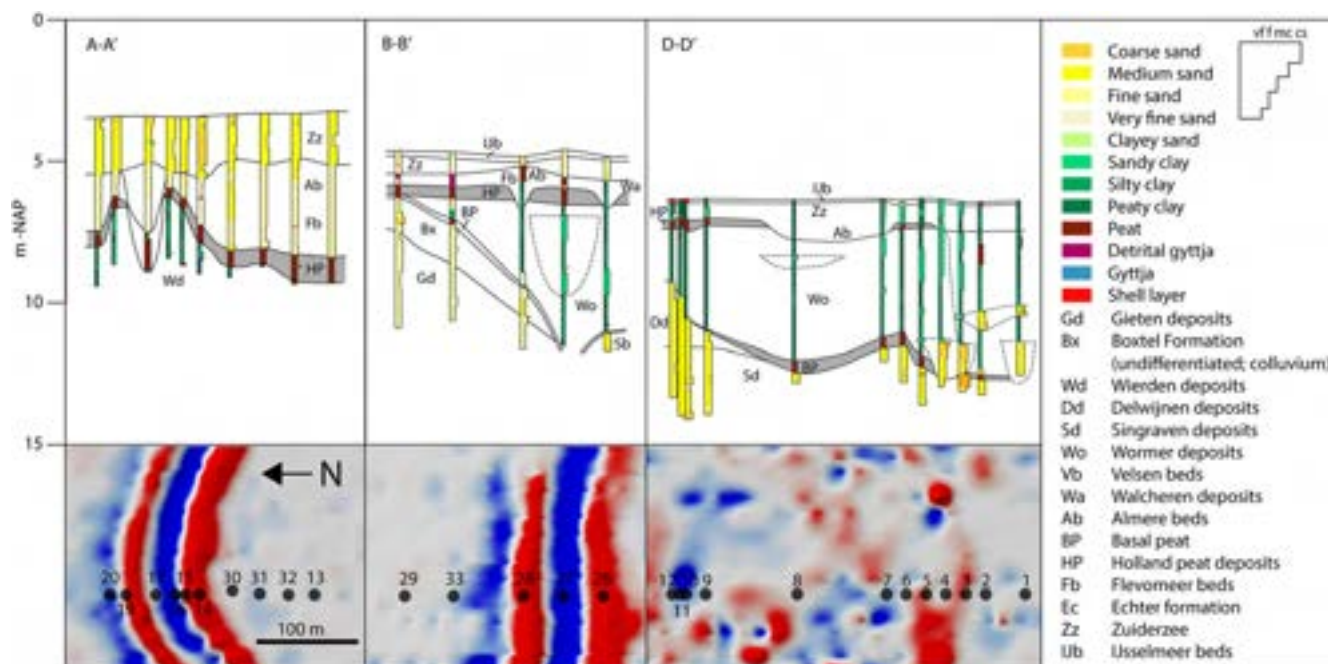


FIGURE 9 Schematic lithological cross sections with lithostratigraphic interpretation, compared with the susceptibility mapping of the areas immediately around the core transects. [Colour figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.com)]

from Wormer to the Walcheren deposits may have also produced channel/levee systems that may be picked up by the magnetometer.

4.3 | Spatial patterns

In the map of existing and new magnetic surveys, a number of distinct patterns of anomalies can be identified (Figure 10). In the centre and east, U–U') a wider W–SW-oriented bundle of lineations connects to the Vecht river paleochannel south of Urk in the Noordoostpolder (Gotjé, 1993; ten Anscher, 2012; Wiggers, 1955). Most likely, therefore, these lineations represent the infilling of the Late Pleistocene Vecht river valley/Holocene channel system as depicted in Figure 4A. Likewise to the south, a system of lineations (F–F') is visible that connects directly to the Neolithic channel/levee system that surface in the eastern Flevolandpolder near the town of Swifterbant (G; Ente et al., 1986; Peeters, 2007; Dresscher & Raemaekers, 2010; Peeters et al., 2021). This paleochannel/levee system in the Swifterbant area connects to the main proto-IJssel/Gunnepe system further east (cf. Figure 5 A, B) and includes secondary channels (G') (Peeters, 2007, figure 3.3; Dresscher & Raemaekers, 2010; Devriendt, 2013; Peeters et al., 2021).

In the central part of the test area (C), lineations seem to orientate towards the central axis of the Pleistocene fluvial valley (Figure 4B). Coring transects VC13–VC20 and VC26–VC29 over these magnetic anomalies demonstrate the existence of clayey levee sediments in the upper Wormer deposits at these locations (e.g. VC16), providing further confirmation that the anomalies reflect channel/levee systems of Neolithic age in the subsurface.

Tight bundles of parallel lineations with a NE–SW orientation are visible on both sides of the Houtribdijk (B). The magnetic contrasts are better on the west side of the dike, but the pattern can still be connected to the east side. Possibly these patterns are the result of (a stacked series of) shifting intertidal channels ('creeks') in the hinterland of the Westfriesland tidal inlet (Ente, 1963; Van der Spek, 1994).

Shifts in the orientation of the channel systems between areas B and C, and north of the Gunnepe system, suggest that some kind of watershed was present between these areas, tentatively indicated with 'W'. However, it may be possible that the channels are not synchronous, and that a change in drainage direction occurred.

4.4 | Origin of the magnetic signal

Preliminary results of ongoing geomagnetic research by Dekkers et al. (2022) indicate that the Wormer deposits are the source of the magnetic signal, not the overlying Flevomeer and Almere deposits. It is remarkable that this signal can be detected, even when the Wormer deposits are covered with several meters of younger sediments, as can be seen in the A–A' transect. This ongoing research will have to make clear what the origin of the magnetic signal is. These investigations will be published elsewhere. Still, the link of the magnetic signal with the Wormer clay deposits is in line with general magnetic mineral sediment properties, and with the diagenetic depositional history of the research area.

Dekkers (1978) indicates that the most important terrestrial magnetic minerals are magnetite (Fe_3O_4), ferric oxides and hydroxides like hematite, maghemite and goethite (Fe_2O_3 and FeOOH) and a range of

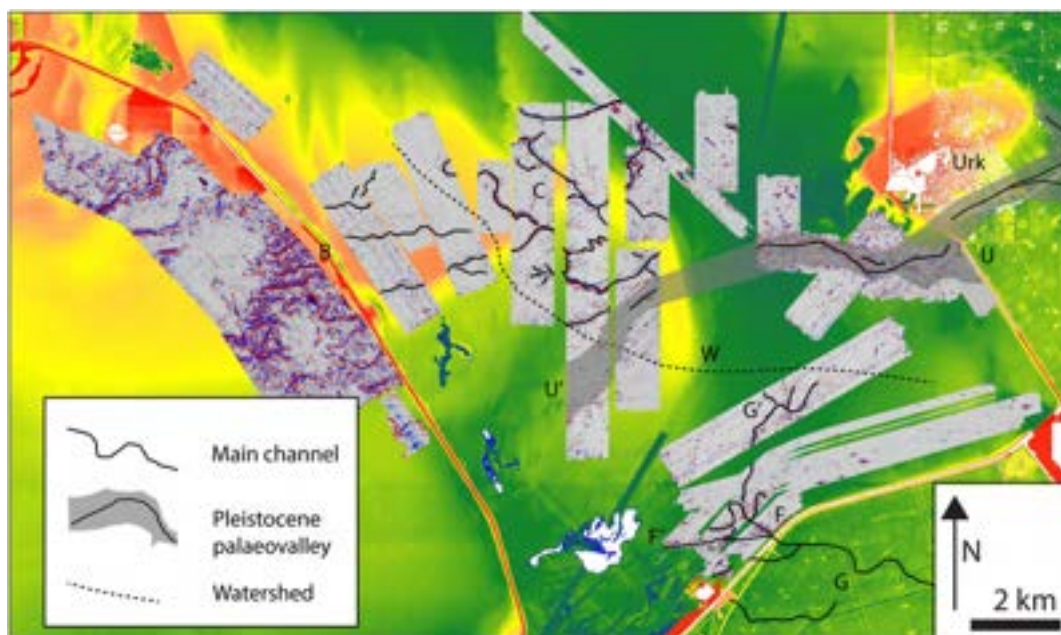


FIGURE 10 Preliminary reconstruction map of channel systems in the Wormer deposits, using Figure 6 as background. The infilled Pleistocene valley is indicated with grey shading, the main channels with black lines, a potential watershed with a broken line. The onshore channel system indicated in the Urk region is taken from the 4200 BC map in Gotjé (2014). In the Swifterbant area (F, G), channels are interpreted from the AHN LIDAR data (Figure 5). See Figure 6 for the legend for the elevation (bathymetry and LIDAR) and the geomagnetic map sections. [Colour figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

iron sulphides, including greigite (Fe_3S_4) and pyrrhotite (Fe_7S_8) – although pyrite (FeS_2) is not magnetic. Magnetite and ferric oxides may occur in trace amounts in sediments, while they tend to have higher concentrations in clay deposits (e.g. c. 4% Fe_2O_3 in Dutch fluvial clays; Huisman & Kiden, 1998). However, the most important accumulations of magnetic minerals in sediments probably occur through diagenetic processes, like the accumulation of iron oxides in soil horizons where reducing water comes into contact with oxygen, and the accumulation of iron sulphides in coastal peat deposits (Dellwig et al., 1999, 2001).

Sequences of fine-grained deposits from wetlands that drown by seawater – like the levee stacks that drown by marine transgression that we see in our case study – may accumulate magnetic minerals in several stages: Firstly, iron oxide may form in the deepest oxygenated soil horizons on the levee. Moreover, the channels demarcated by the levees formed the lowest points in the landscape, an area in which seepage zones occur where accumulations of ironhydroxides precipitations (bog iron ore) are common. During transgression, channels and floodplains will be submerged and anoxic conditions will have developed, most likely already during the deposition of the Wormer sediments. Reduction of the ferric oxides to soluble ferrous species, and – if organic matter is available – the precipitation of non-magnetic ferrous mineral like siderite (FeCO_3) and vivianite ($\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2$) would occur in levee sediments – this has, for example, been observed at the Swifterbant S2 and S4 levee sites (Huisman et al., 2008, 2009).

Subsequent drowning with (sulphate-rich) seawater will drive the formation of sulphides – again, if enough organic matter is

present – that may react with the siderite and vivianite to form iron sulphides like the magnetic greigite and pyrrhotite and non-magnetic pyrite. These latter transformation processes have been documented on the Swifterbant S2 site (Huisman et al., 2008). In brackish areas, monosulfides and greigite will be among the first sulphide minerals to be formed (Dellwig et al., 1999, 2001; Kraal et al., 2013; Middelburg, 1991). Greigite (Fe_3S_4), a ferrimagnetic sulphide mineral, is most likely the mineralogical carrier of the magnetic signal (Dekkers, 1997; Morse et al., 2007; Roberts et al., 2011). Where the accumulation of iron species is related to the landscape geometry and the hydrological characteristics of drowning levees of the Wormer deposits, the timing of diagenetic greigite formation is most likely coupled to the first brackish water intrusion.

4.5 | Implications for AHM

An important element of the cultural heritage of coastal areas of the Low Countries is the submerged prehistoric landscapes and prehistoric remains that are embedded in the coastal sequences, parts of which lie underwater. Elements of this cultural heritage are under threat from numerous economic activities, which will occur in the coming years such as aggregate and fossil fuel extraction, sustainable energy production and infrastructural works. Managing this archaeological heritage under threat has been nearly impossible until now because of a lack of predictive mapping possibilities. The results of our geomagnetic analyses – the first of its kind in this context as far

as we know – demonstrate that geomagnetic mapping emerges as such a new tool for tracing and testing underwater buried geomorphological entities for (geo)archaeological assessments and research in submerged coastal areas.

The patterns that appear in the magnetometer maps for the first time make it possible to identify and map channel/levee characteristics on scale levels compared with those onshore (e.g. Dresscher & Raemaekers, 2010; Gotjé, 2014). Generally, offshore data density is much lower, and only relatively coarse reconstructions on national scale (Vos et al., 2020) were possible. The geophysical data presented here is ‘work in progress’, but the potential for characterizing buried (prehistoric) landscapes in similar high detail as possible onshore is apparent.

The urgency of better understanding the buried and submerged landscape is growing, as the archaeological record in the test area is under increasing threat from deepening of shipping lanes, sand extraction and the construction of wind farms. Because of the small size and ephemeral nature of Mesolithic and Neolithic archaeological sites, information is needed on areas where these sites most likely occurred and might be preserved and investigated. Geomagnetic mapping makes it possible to adapt plans, or execute some form of rescue archaeology in order to preserve this buried and submerged archaeological heritage.

Further investigations into the genesis of the magnetic signal are in progress, and as part of the ‘Finding suitable grounds’ project (<https://www.rug.nl/research/groningen-institute-of-archaeology/research/finding-suitable-grounds/?lang=en>), more detailed geochemical, paleoenvironmental and geochronological data are being processed. This will further clarify the fundamental processes behind the formation of lineations as well as further demonstrate the potential and limitations of magnetometer mapping for AHM in submerged and buried coastal landscapes.

5 | CONCLUSIONS

Linear background geomagnetic anomalies in coastal areas can be used to map buried or submerged channel/levee systems that lie under water. In the IJsselmeer area (central Netherlands), geomagnetically mapped channel/levee systems are likely to be of Mesolithic/Neolithic age. They form high-potential areas for archaeological heritage. The magnetic signal is probably derived from greigite minerals that were formed during marine inundation of the area by transforming iron hydroxides that originally precipitated in seepage zones near to levees and ferrous species that accumulated in levee sediments. This new approach of using magnetometer mapping to trace Mesolithic and Neolithic age buried and submerged landscapes proves to have great potential for AHM.

The magnetic mapping provides a new tool for reconstructing the submerged and buried Mesolithic/Neolithic paleolandscape in the area. Previously available reconstructions were coarse-grained because of the relatively low density of geological data on which they are primarily based. For the first time, this new mapping technique

allows targeted research into landforms with potential Mesolithic/Neolithic human presence and activities in the area, as well as management and conservation of archaeological resources in the case of any threatening human activities such as construction of infrastructure, dredging or aggregate extraction.

ACKNOWLEDGEMENTS

Johan Opdebeek (RCE) was the first to realize the potential of magnetic lineations for submerged prehistoric archaeology, and is thanked for initiating the research presented in this paper. Wiertsema & Partners and Marine Sampling Holland are thanked for the high quality coring and laboratory facilities. We thank Marjolein Boersma and Harm-Jan Pierik (RCE), Robert van Lil (Periplus) Jonathan Huizer and Axel Müller (ADC), Freek Busschers and Sytze van Heteren (TNO), Thilo Behrends Kim Cohen and Mark Dekkers (Utrecht University) and Maarten Prins and Kay Beets (Free University Amsterdam) for their valuable contributions to the discussion on the interpretation of the geophysical data and on future research directions. The research presented in this paper was funded by the Ministry of Education, Culture and Science as part of their ‘Erfgoed telt’ (‘Heritage counts’) programme. The editor and two reviewers are thanked for their thorough and constructive review of previous versions of this paper.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare no conflict of interest.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

REFERENCES

- Bailey, G., & Hayley, C. C. (2021). The significance of sea-level change and ancient submerged landscapes in human dispersal and development: A geoarchaeological perspective. *Oceanologia*, 65, 50–70. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2021.10.002>
- Beets, D. J., & van der Spek, A. J. F. (2000). The Holocene evolution of the barrier and the back-barrier basins of Belgium and the Netherlands as a function of late Weichselian morphology, relative sea-level rise and sediment supply. *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences*, 79(1), 3–16. <https://doi.org/10.1017/S0016774600021533>
- Busschers, F. S., Kasse, C., van Balen, R. T., Vandenberghe, J., Cohen, K. M., Weerts, H. J. T., Wallinga, J., Johns, C., Cleveringa, P., & Bunnik, F. P. M. (2007). Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea Basin: Imprints of climate change, sea-level oscillation and glacio-isostasy. *Quaternary Science Reviews*, 26(25–28), 3216–3248. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2007.07.013>
- Busschers, F. S., Van Balen, R. T., Cohen, K. M., Kasse, C., Weerts, H. J. T., Wallinga, J., & Bunnik, F. P. M. (2008). Response of the Rhine-Meuse fluvial system to Saalian ice-sheet dynamics. *Boreas*, 37(3), 377–398. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2008.00025.x>
- Cappers, R. T. J., & Raemaekers, D. C. M. (2008). Cereal cultivation at Swifterbant? About being a Neolithic wetland farmer in the Western part of the north European plain. *Current Anthropology*, 49(3), 385–402. <https://doi.org/10.1086/588494>
- Cohen, K. M., Stouthamer, E., Pierik, H. J., & Geurts, A. H. (2012). Rhine-Meuse Delta Studies' Digital Basemap For Delta Evolution And Palaeogeography. Digital dataset. DANS. <https://doi.org/10.17026/dans-x7g-sjtw>

- Council of Europe. (1992). European convention on the protection of the archaeological heritage (revised), European Treaty Series – No. 143.
- Dekkers, M. J. (1978). Magnetic properties of sediments. In *Sedimentology. Encyclopedia of earth science*. Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-31079-7_130
- Dekkers, M. J. (1997). Environmental magnetism: An introduction. *Geologie en Mijnbouw*, 76(1), 163–182. <https://doi.org/10.1023/A:1003122305503>
- Dekkers, M. J., van Aalst, W., Cohen, K., van de Brenk, S., Huisman, H. & van Os, B. (2022). *The Source of Magnetic Lineations Observed in Bottom Surveys of Lake IJssel (The Netherlands)*, Abstract of Presentation N552A-02 at AGU Fall meeting 12-16 december 2022, <https://agu.confex.com/agu/fm22/meetingapp.cgi/Paper/1050289>
- Dellwig, O., Watermann, F., Brumsack, H.-J., & Gerdes, G. (1999). High-resolution reconstruction of a Holocene coastal sequence (NW Germany) using inorganic geochemical data and diatom inventories. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48(6), 617–633. <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0462>
- Dellwig, O., Watermann, F., Brumsack, H.-J., Gerdes, G., & Krumbein, W. E. (2001). Sulphur and iron geochemistry of Holocene coastal peats (NW Germany): A tool for Palaeoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 167(3), 359–379. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(00\)00247-9](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00247-9)
- Devriendt, I. (2013). Swifterbant stones: The Neolithic stone and flint industry at Swifterbant (the Netherlands): From stone typology and flint technology to site function. s.n. 402 pp. <https://doi.org/10.2307/j.ctt2204s3t>
- Dresscher, S., & Raemaekers, D. C. M. (2010). Oude geulen op nieuwe kaarten: Het krekensysteem bij Swifterbant (prov. Flevoland). *Paleo-Aktueel*, 21, 31–38.
- Ente, P. J. (1963). Een bodemkartering van het tuinbouwcentrum 'De Streek' (= A soil survey of the horticultural centre 'De Streek'). PhD-thesis Landbouwhogeschool Wageningen, 208 pp.
- Ente, P. J., Koning, J., & Koopstra, R. (1986). De bodem van Oostelijk Flevoland. Flevovericht 258, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, 98 pp.
- Gotjé, W. (1993). De Holocene laagveenontwikkeling in de randzone van de Nederlandse kustvlakte (Noordoostpolder). PhD –thesis Vrije Universiteit Amsterdam.
- Gotjé, W. (2014). Catalogus van geologische kaarten van de Noordoostpolder, Gotje Environmental Consultancy, s.l. 87 pp.
- Gottschalk, M. K. E. (1971). *Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland I, de periode vóór 1400* (p. 581). Van Gorcum & Comp (Assen).
- Huisman, D. J., & Kiden, P. (1998). A geochemical record of late Cenozoic sedimentation history in the southern Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, 76, 277–292. <https://doi.org/10.1023/A:1003212721020>
- 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). *Journal of Archaeological Science*, 49, 572–584. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.018>
- Huisman, D. J., Raemaekers, D. C. M., & Jongmans, A. G. (2009). Investigating early Neolithic land use in Swifterbant (NL) using micromorphological techniques. *Catena*, 78(3), 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.03.006>
- Huisman, D. J., Smit, A., Jans, M. M. E., Prummel, W., Cuijpers, A. G., & Peeters, J. H. M. (2008). *Het bodemmilieu op de archeologische vindplaatsen bij Swifterbant (provincie Flevoland): bedreigingen en mogelijkheden voor in situ behoud, Rapportage Archeologische Monumentenzorg (RAM) 163*. RACM.
- Jelgersma, S. (1961). Holocene sea level changes in The Netherlands. Mededelingen van de Geologische Stichting, Serie C VI 7, 100 pp.
- Jelgersma, S. (1979). Sea-level changes in the North Sea basin, in: E. Oele, R.T.E. Schüttenhelm & A.J. Wiggers (eds), the quaternary history of the North sea. *Acta Universitatis Uppsalensis*, 2, 233–248.
- Jelgersma, S. (1980). Late Cenozoic sea level changes in the Netherlands and the adjacent North Sea basin. In N.-A. Möerner (Ed.), *Earth rheology, isostasy and eustasy* (pp. 435–447). John Wiley.
- Kluiwing, S. J., Rappol, M., & Van der Wateren, D. (1991). Till stratigraphy and ice movements in eastern Overijssel, the Netherlands. *Boreas*, 20(3), 193–205. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.1991.tb00150.x>
- Kraal, P., Burton, E. D., & Bush, R. T. (2013). Iron Monosulfide accumulation and pyrite formation in eutrophic estuarine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 122(December), 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.08.013>
- Laban, C., & van der Meer, J. J. M. (2011). Pleistocene glaciation in the Netherlands, in: J. Ehlers, P.L. Gibbard & P.D. Hughes (eds). *Developments in Quaternary Sciences*, 15, 247–260. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53447-7.00020-9>
- Lenselink, G., & Koopstra, R. (1994). Ontwikkeling in het Zuiderzeegebied; van Meer Flevo, via de Almere-lagune, tot Zuiderzee. In M. Rappol & C. M. Soonius (Eds.), *In de Bodem van Noord-Holland. Lingua Terrae* (pp. 129–140).
- Makaske, B., Van Smeerdijk, D. G., Peeters, H., Mulder, J. R., & Spek, T. (2003). Relative water-level rise in the Flevo lagoon (the Netherlands), 5300–2000 Cal. Yr BC: An evaluation of new and existing basal peat time-depth data. *Netherlands Journal of Geosciences*, 82(2), 115–131. <https://doi.org/10.1017/S0016774600020680>
- Menke, U., Van de Laar, E. & Lenselink, G., 1998. De geologie en bodem van Zuidelijk Flevoland. Flevovericht 415, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (Lelystad), 93 pp.
- Middelburg, J. J. (1991). Organic carbon, Sulphur, and iron in recent semi-Euxinic sediments of Kau Bay, Indonesia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55(3), 815–828. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(91\)90344-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(91)90344-5)
- Morse, J. W., Thomson, H., & Finneran, D. W. (2007). Factors controlling sulfide geochemistry in sub-tropical estuarine and bay sediments. *Aquatic Geochemistry*, 13(2), 143–156. <https://doi.org/10.1007/s10498-007-9012-1>
- Peeters, J. H. M. (2007). Landscape evolution of the Flevoland polders 10,000–4000 BP, in: Hoge Vaart-A27 in context: towards a model of Mesolithic-Neolithic land-use dynamics as a framework for archaeological heritage management. PhD dissertation, University of Amsterdam, 35–78.
- Peeters, J. H. M., Amkreutz, L. W. S. W., Cohen, K. M., & Hijma, M. P. (2019). North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF). Retuning the research and management agenda for prehistoric landscapes and archaeology in the Dutch sector of the continental shelf. Nederlandse Archeologische Rapporten 63. Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Amersfoort
- Peeters, J. H. M., Kooistra, L. I., Raemaekers, D. C. M., Smit, B. I., & Waugh, K. E. (2021). *Resurfacing the submerged past. Prehistoric archaeology and landscapes of the Flevoland polders, the Netherlands* (p. 285). Sidestone Press.
- Pons, L. J., & Wiggers, A. J. (1958). De morfologie van het Pleistocene oppervlak in westelijk Midden-Nederland voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N.A.P.) (=morphology of the Pleistocene surface in the province of North-Holland and the area of the former Zuiderzee). *Tijdschrift Van Het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, LXXV, 140–153.
- Pons, L. J., & Wiggers, A. J. (1959). De Holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Deel I (=the Holocene genesis of the province of North-Holland and the former Zuyder Sea region, part I). Tijdschrift van Het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Tweede Reeks.
- Pons, L. J., & Wiggers, J. (1960). De Holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Deel II (=the Holocene genesis of the province of North-Holland and the former Zuyder Sea region, part II). Tijdschrift van Het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Tweede Reeks.

- Raemaekers, D., Demirci, Ö., Kamjan, S., Taalebi, T., Schepers, M., Huisman, H., Peeters, H., & Çakırlar, C. (2021). Timing and pace of Neolithisation in the Dutch wetlands (c. 5000–3500 cal. BC). *Open Archaeology*, 7, 658–670. <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0157>
- Roberts, A. P., Chang, L., Rowan, C. J., Horng, C. -S., & Florindo, F. (2011). Magnetic properties of sedimentary Greigite (Fe₃S₄): An update. *Reviews of Geophysics*, 49(1) RG1002. <https://doi.org/10.1029/2010RG000336>
- ten Anscher, T. J. (2012). Leven met de Vecht: Schokland-P14 en de Noordoostpolder in het neolithicum en de bronstijd. PhD dissertation, University of Amsterdam.
- Ter Wee, M. W. (1962). The Saalian glaciation in the Netherlands'. *Mededelingen Rijks Geologische Stichting*, 15, 57–76.
- TNO-GDN. (2022). Walcheren Member. In: Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands, TNO – Geological Survey of the Netherlands. <http://www.dinoloket.nl/en/stratigraphic-nomenclature/walcheren-member>
- Van de Plassche, O. (1982). Sea level change and water-level movements in the Netherlands during the Holocene. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, 36-1, 93.
- Van de Plassche, O. (1995). Evolution of the intra-coastal tidal range in the Rhine-Meuse delta and Flevo lagoon, 5700-3000 yrs cal B.C. *Marine Geology*, 124, 113–128. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(95\)00035-W](https://doi.org/10.1016/0025-3227(95)00035-W)
- Van den Brenk, S., & Kaland, V. M. (2015). Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Houtribdijk, Markermeer. Periplus Archeomare report 15A035–15A001.
- Van den Brenk, S., & van Lil, R. (2016). Analyse magnetische patronen Houtribdijk, Markermeer. Periplus Archeomare report 16A011–16A001.
- Van den Brenk, S., & van Lil, R. (2017a). Buitendijkse Haven Urk, IJsselmeer. Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase). Periplus Archeomare report 17A004–02.
- Van den Brenk, S., & van Lil, R. (2017b). Vaarweg VAL Urk – Den Oever, IJsselmeer. Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase). Periplus Archeomare report 17A003–02.
- Van den Brenk, S., & van Lil, R. (2017c). Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Molenaar, IJsselmeer. Periplus Archeomare report 17A005–02
- Van den Brenk, S., & van Lil, R. (2018). Windplan Blauw, IJsselmeer. Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase). Periplus Archeomare report 17A032–01
- Van den Brenk, S., Waldus, W. B., & Wester, W. (2011). Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase), Markermeer. Pilot moeras Houtribdijk. Periplus Archeomare report 11A011.
- Van der Spek, A. J. F. (1994). Large-scale evolution of Holocene tidal basins in the Netherlands. PhD-thesis, Utrecht University, 191 pp.
- Van Loon, A. J., & Wiggers, A. J. (1975). Composition and grain-size distribution of the Holocene Dutch “sloef” (Almere member of the Groeningen formation). *Sedimentary Geology*, 13, 237–251. [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(75\)90035-4](https://doi.org/10.1016/0037-0738(75)90035-4)
- van Popta, Y. T., Cohen, K. M., Vos, P. C., & Spek, T. (2020). Reconstructing eroded medieval landscapes of the Noordoostpolder (Zuyder zee area, the Netherlands): An interdisciplinary Palaeogeographical take on the historic landscape development between AD 1100 and 1400. *Landscape History*, 41(2), 27–56. <https://doi.org/10.1080/01433768.2020.1835180>
- Vos, P., van der Meulen, M., Weerts, H., & Bazelmans, J. (2020). *Atlas of the Holocene Netherlands, landscape and habitation since the last ice age*. Amsterdam University Press.
- Vos, P. C. (2015). Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series. PhD-thesis Utrecht University.
- Vos, P. C., & de Vries, S. (2016). Van wad tot Marker Wadden, geologie, archeologie en ontstaansgeschiedenis. *Grondboor & Hame*, 5(6), 11–122.
- Wester, W., & van Lil, R. (2018). Kartering Geulstructuren aan de hand van magnetometerdata, Intern Report Periplus Archaeomare Amsterdam, 4 pp.
- Wiggers, A. J. (1955). De wording van Het Noordoostpoldergebied. Een onderzoek naar de fysisch-geografische ontwikkeling van een sedimentair gebied. PhD-thesis Universiteit van Amsterdam, 216 pp.

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: van den Brenk, S., Huisman, H., Willemse, N. W., Smit, B., & van Os, B. J. H. (2023). Magnetometer mapping of drowned prehistoric landscapes for Archaeological Heritage Management in the Netherlands. *Archaeological Prospection*, 1–16. <https://doi.org/10.1002/arp.1925>

MEMO

Van : Wilfried Hessing
Aan : Projectteam versterking IJsselmeerdijk en betrokken overheden
Onderwerp : Haalbaarheid en toegevoegde waarde archeologisch vervolgonderzoek
vooroeverversterking
Datum : 4 april 2024
Ons Kenmerk : V23-5275d Vervolg IJsselmeerdijken



Achtergrond

Op 14 maart j.l. heeft overleg plaatsgevonden tussen het Projectteam IJsselmeerdijken (Waterschap Zuiderzeeland, RHDHV, Vestigia) en de betrokken overheden (Gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat). Onderwerp was de vraag of het archeologisch vooronderzoek kon worden afgerond, of er nog vervolgstappen nodig waren door middel van nader onderzoek ofwel andere mitigerende maatregelen. Deze vraag is met name relevant voor het aspect van eventuele afgedekte prehistorische vindplaatsen onder de waterbodem ter hoogte van de toekomstige vooroeverversterking. Twee series van vibrocore boringen in de zone ten noorden van de Flevocentrale hadden namelijk aangetoond dat in de diepere ondergrond zogenaamde Wormer geul- en oeverafzettingen aanwezig zijn met een verhoogde archeologische verwachting. Uitkomst van het overleg (zie notulen van RHDHV dd 14 maart) was dat de betrokken overheden behoefte hebben aan een uitwerking van de mogelijkheid om via een nadere analyse van de ingewonnen magnetometerdata meer detaillering aan te brengen in de (paleo)landschapsreconstructie en daarmee een of meerdere kansrijke(re) locaties voor eventueel aanvullend onderzoek aan te wijzen. Vestigia is vervolgens gevraagd deze notitie op te stellen. De uitkomsten daarvan worden op 18 april besproken.

Vragen voor de Notitie

In de notitie dient een antwoord te worden gegeven op de volgende vragen:

1. Zijn de ingewonnen surveydata geschikt voor het soort magnetometer analyse, zoals aangestipt tijdens het overleg op 14 maart?
2. Zo ja wat kost het om zo'n analyse uit te (laten) voeren en wanneer zouden die data beschikbaar kunnen komen?
3. Wat is de betrouwbaarheid van deze analysemethodiek; in hoeverre is deze al geverifieerd door bijvoorbeeld controlerende boringen?
4. Wat is de kans dat deze data een verdere detaillering gaan geven voor het (paleo)landschapsmodel, op basis waarvan eventueel een realistisch, gericht en behapbaar plan voor vervolgonderzoek kan worden opgesteld.
5. Raadpleeg over onderzoeksmethodiek waar nodig deskundigen van de RCE (Bjorn Smit) en Periplus (Seger van den Brenk).

Werkwijze Vestigia

In de afgelopen 2 weken hebben gesprekken plaatsgevonden met Bjorn Smit (hoofd maritieme archeologie RCE) en Seger van den Brenk (Periplus Archeomare), heeft aanvullend literatuuronderzoek plaatsgevonden, zijn door Periplus de Magnetometeren overige surveydata uit het Opwateronderzoek voor de vooroever vergeleken met de overige magnetometerdata uit het IJsselmeergebied, en zijn de uitkomsten door Vestigia bijeengebracht in een nieuw kaartbeeld.

Beantwoording van de vragen

Hieronder wordt puntsgewijs ingegaan op de vijf bovenstaande vragen:



Ad 1. In aansluiting op het overleg van 14 maart is contact opgenomen met Periplus en zijn de primaire databestanden van de uitgevoerde surveys in de vooroeverzone overgedragen aan Periplus. Zie verder onder 2.

Ad 2. Periplus heeft aangegeven dat met het checken van de data op bruikbaarheid net zo goed direct een eerste analyse kan worden uitgevoerd. Dit heeft Periplus ook vervolgens gedaan. Op 29 maart heeft Vestigia de resultaten ontvangen en de dag daarna besproken met Periplus. Zie verder onder 4.

Ad 3. In het kader van de aanleg van de Markerwadden zijn vanaf 2015 verschillende Opwatersurveys uitgevoerd met verschillende doelstellingen en het gebruik van verschillende technieken waaronder magnetometer. Bij de analyse van de ruwe data met verschillende filterinstellingen werden door Periplus bij toeval lineaire magnetische structuren ontdekt die deden denken aan geulsystemen onder de waterbodem. Bij verschillende andere opnames in het IJsselmeergebied, zijn in de jaren daarna vergelijkbare patronen ontdekt. Ter verificatie van de hypothese zijn in de jaren daarna in opdracht van de RCE een aantal combinatie onderzoeken uitgevoerd, waarin de magnetometerresultaten door middel van andere geofysische technieken en vibrocore boringen zijn gecontroleerd. Dit heeft geresulteerd in twee publicaties, waarvan de meeste recente (2023) een zgn. peer-reviewed wetenschappelijk artikel is.¹ In het gesprek tussen Vestigia en de RCE heeft Bjorn Smit bevestigd dat de methodiek als zodanig voor het IJsselmeergebied voldoende is gecontroleerd en bruikbaar wordt geacht. Wel is de vraag in hoeverre meer detaillering mag worden verwacht dan op basis van vibrocoreboringen in specifieke gebieden kan worden verkregen.



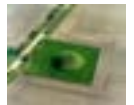
Ad 4. Periplus heeft op verzoek van Vestigia de magnetometerdata uit de vooroeverzone (drie gevaren lijnen) geanalyseerd en toegevoegd aan, en vergeleken met, de analysesresultaten, die zij zelf hadden uit eerdere magnetometersurveys. Gekeken is naar het aangeleverde bestand met de ruwe magnetometerdata; deze zijn vervolgens op dezelfde manier gefilterd, zoals gedaan met eerder opgenomen data in het aangrenzende gebied. Het resultaat is een kaart (afb. 1 en 2) met het *residual magnetic field* dat locale afwijkingen (bijvoorbeeld geulen) zou moeten laten zien. In deze dataset zijn alleen grote (tot 100 nT) afwijkingen zichtbaar die de (veel kleinere, tot 7,5 nT) afwijkingen van eventuele geulen maskeren. Deze grote afwijkingen komen exact overeen met de fundamenten van de windturbines, die tot voor kort stonden in het plangebied van de vooroever stonden. Deze fundamenten zijn ook goed zichtbaar in de side scan sonar- en multibeamopnamen en op luchtfoto's. Het effect van de windturbine funderingen laat zich ook niet wegfilteren. Hierdoor is het niet mogelijk de begraven geulsystemen in ons plangebied anders of beter zichtbaar te maken dan in de vibrocore-boringen al was gebeurd (zie afbeelding 3 en 4). Wel bevestigen de uitkomsten van de magnetometeranalyse in de aangrenzende gebieden westelijk van het plangebied, dat het Wormergeulstelsel dat aan de landzijde al bekend was inderdaad doorloopt onder de waterbodem. Een en ander kan geëxtrapoleerd worden naar het plangebied. Het is echter niet zo dat deze extrapolatie als zodanig meer detail verschaft over de deze geul- en oeverafzettingen dan op basis van de boringen en het gereconstrueerde profiel in afbeelding 4 al was verkregen. Dat het patroon aansluit op de boringen en de aangetroffen geulen/oeverwallen in Oostelijk Flevoland is waarschijnlijk: het kan zijn dat ofwel de noordelijke van de twee blauwe banen (aan de rechterkant van de afbeelding 3) naar het zuiden buigt onder de dijk en dat de noordelijke helft van onze boringen in de gearceerde zone op één oeverwal ligt, de zuidelijke van de blauwe banen zou dan in westzuidwestelijke richting (onder boring 5275-009 door) op een andere baan die in het originele plaatje wat

¹ Zie Van den Brenk, S., H. Huisman, N.W. Wilemse, B. Smit. B. J. H. van Os, 2023: Magnetometer mapping of drowned prehistoric landscapes for Archaeological Heritage Management in the Netherlands, in: *Wiley Archaeological Prospection* 2023, 1-16. En eerder; Lil, R. van, en S. van den Brenk 2021: Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase); combinatie van de resultaten van booronderzoek met magnetische anomalieën en subbottom profiler opnamen, *Periplus rapport 21A010-01*.



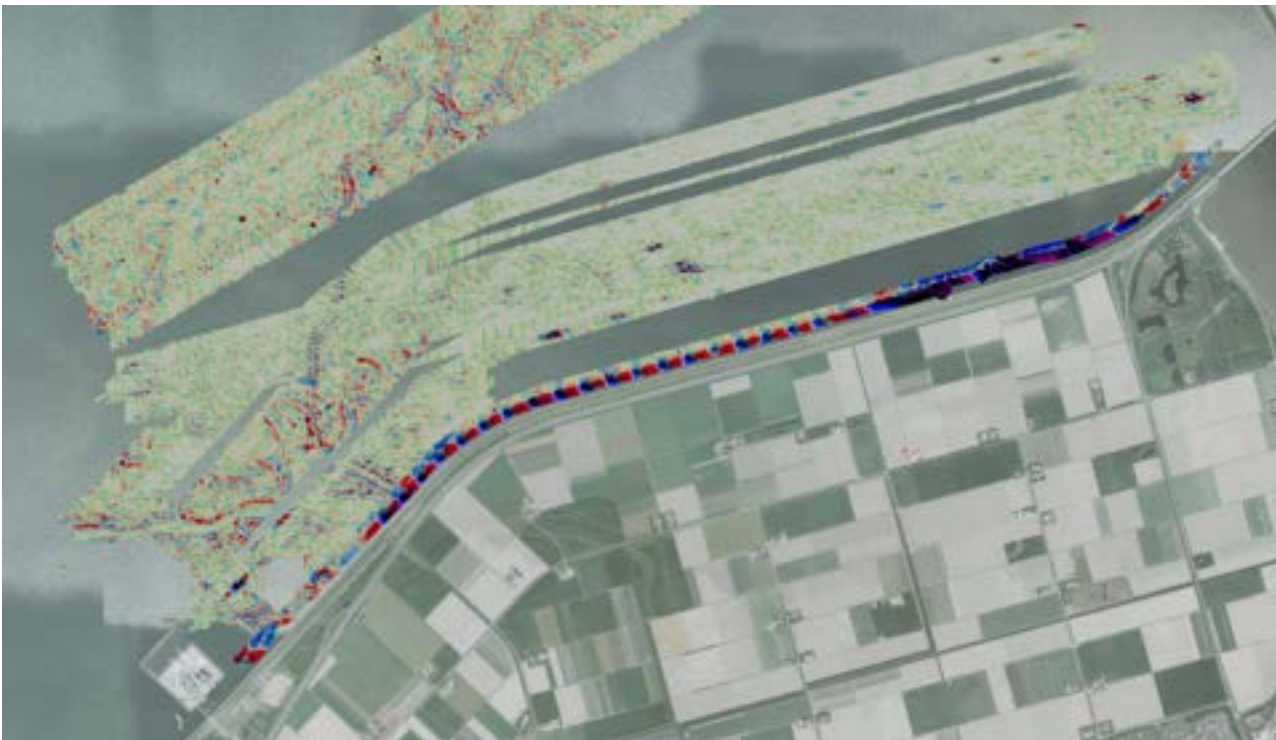
vager is, kunnen aansluiten. Maar dat is slechts één van de mogelijkheden. Danwel dat de noordelijke geul geen signaal laat zien in de data en de zuidelijke wel, en dat de zuidelijke geul via ons plangebied, ook weer met een bocht, aansluit op de hoofdgeul verder westelijk. Ons inziens is het op basis van de magenometeranalyse nog steeds niet mogelijk om bij het ontbreken van archeologische indicatoren kansrijke archeologische locaties aan te wijzen die via vervolgonderzoek een hoge kenniswinst potentieel hebben.

Ad 5. De aanpak en resultaten zijn besproken met Bjorn Smit (RCE), Seger van den Brenk (Periplus) en Ralf Schrijvers (Senior fysisch geografisch specialist Vestigia) en verwerkt in het bijgevoegde kaartmateriaal. Periplus heeft aangegeven zo nodig bereid te zijn om de conclusies in rapportvorm te bevestigen.



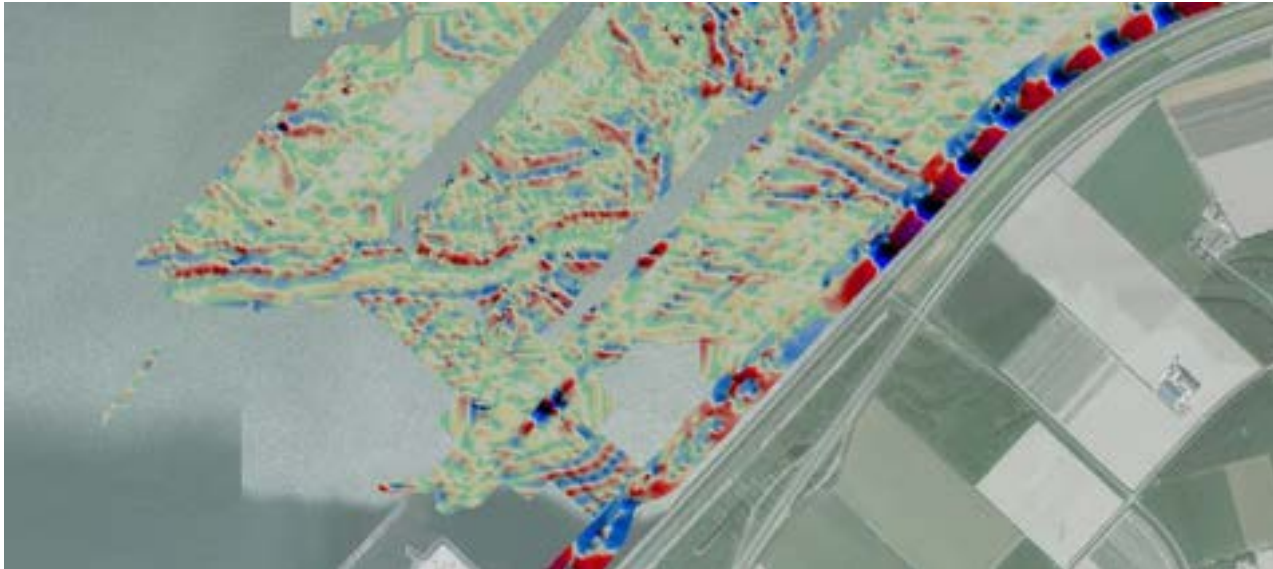
Conclusie en advies

1. De aanvullende magnetometeranalyse door Periplus heeft geen verdere detaillering opgeleverd van de Wormer-geul en oeverafzettingen in het plangebied;
2. Met betrekking tot de vraag of het AMZ-proces hiermee kan worden afgesloten staan wat betreft Vestigia twee opties open: 1. Het proces van AMZ wordt afgesloten want er zijn concrete aanwijzingen voor archeologische vindplaatsen gevonden. Het aanwijzen van een of meer kansrijke locatie voor verder onderzoek komt, gezien de grootte van de kansrijke zone in het plangebied en de verwachte omvang de gezochte vindplaatsen (meestal enkele tientallen m²) neer op zoeken naar de spreekwoordelijke speld in de hooiberg. 2. Overwogen kan worden om op basis van het profiel (afb. 4) een of twee plekken uit het profiel te selecteren en daar een hoogkwalitatieve boring te plaatsen en monsternamen te doen voor aanvullend micromorfologisch en geochronologisch onderzoek. Hiervoor zou dan aansluiting gezocht moeten worden bij het “Finding suitable grounds” project van de Universiteit van Groningen, die onder meer IJsselmeerbodemonsters kunnen analyseren op aanwijzingen voor menselijk bodemgebruik. Zonder die wetenschappelijke inbedding is dit soort onderzoek echter niet erg kansrijk.



Afbeelding 1. Kaart met afwijkingen in het residual magnetic field in het IJsselmeergebied ter hoogte van het plangebied. Het plangebied zelf is herkenbaar aan de strook met dichte rode en blauwe uitslagen ten noorden van de IJsselmeerdijk. Bron: Periplus Archeomare 2024.

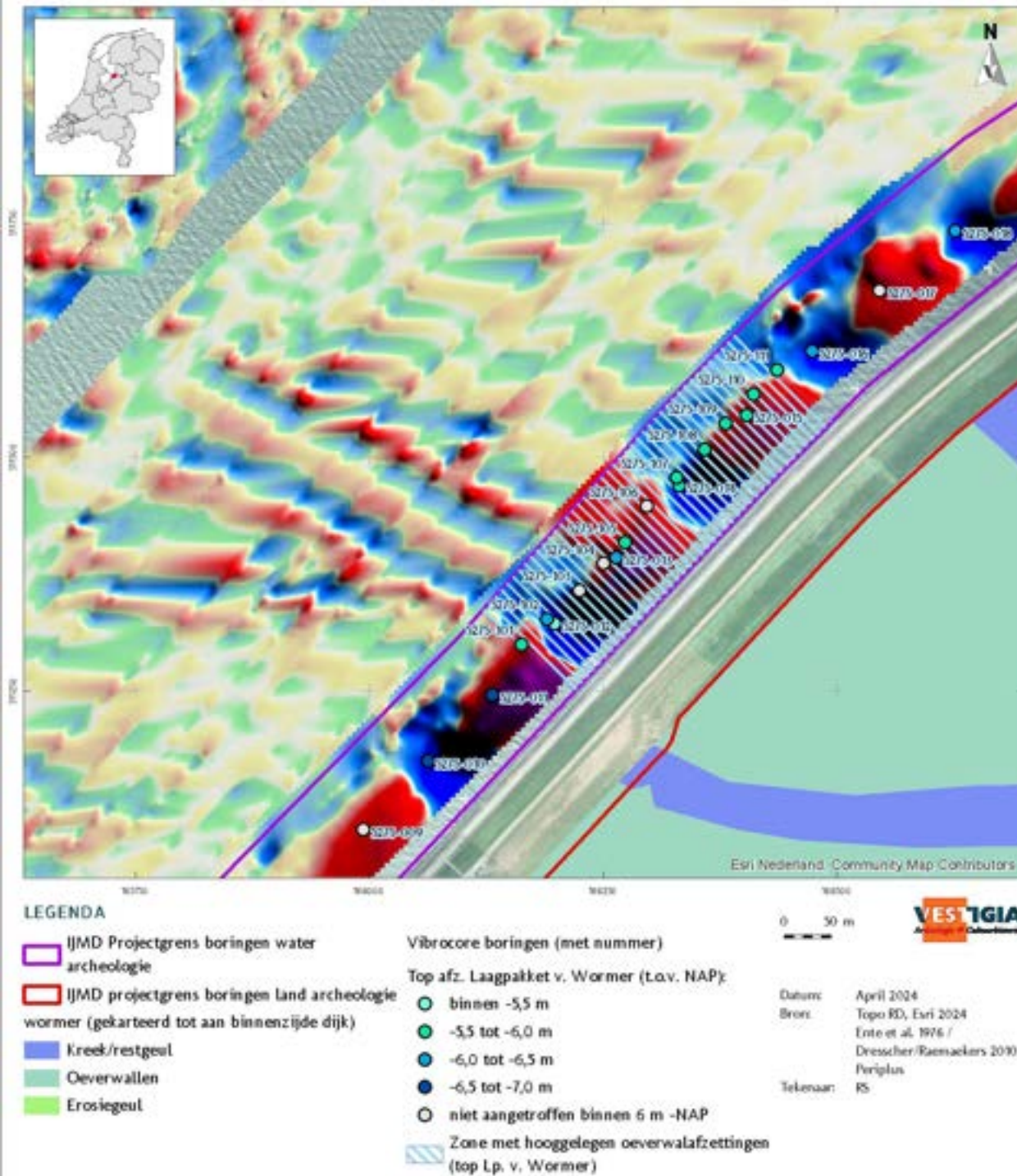
Afbeelding 2. Uitsnede uit Kaart 1 met het deel van het plangebied waarin de Wormergeulen doorlopen. Bron: Periplus



Archeomare 2024.

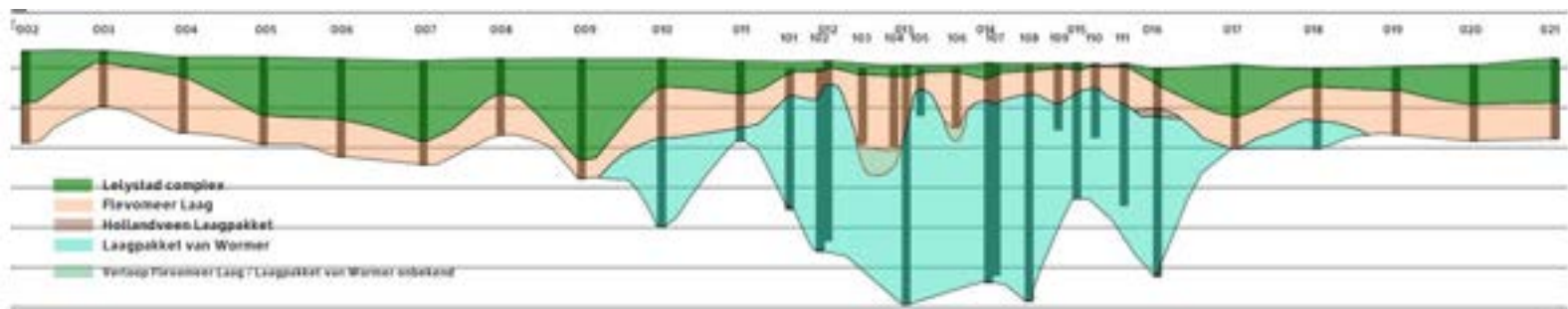


RESULTATEN VIBROCORE BORINGEN GEPROJECTEERD OP MAGNETOMETER-DATA



Afbeelding 3: Projectie van de vibrocore- boringen en de aanwijzingen voor de hoogste Wormer oeverwalafzettingen op de magnetometeranalyse van Periplus. Bron: Vestigia & Periplus.





Afbeelding 4 Dwarsprofiel door de Wormergeulafzettingen op basis van de boringen van Vestigia. De nummers bovenaan verwijzen naar de boornummers tevens aangegeven in afb. 3. Bron: Vestigia 2024.



Wilfried Hessing

Vestigia BV Archeologie & Cultuurhistorie
e-mail: w.hessing@vestigia.nl
tel: 033 277 92 00 mobiel: 0031620003031



KAART 1 - LIGGING PLANGEBIED



- LEGENDA**
- Plangebied
 - Bebouwing
 - Water
 - Overige topografie
 - Snelweg
 - Hoofdweg
 - Regionale weg
 - Lokale weg

Project: V23-5275:
Vervolgonderzoek IJsselmeerdijk

Rapport:
Datum: Mei 2023
Bron: Top10NL, CC-BY Kadaster 2021

Tekenaar: FvP
Schaal: 1:67.426 / A4

Esri Nederland, Community Map Contributors

0200 m



RESULTATEN VIBROCORE BORINGEN, 1E FASE (1 / 3)



LEGENDA

IJMD Projectgrens boringen water archeologie

IJMD projectgrens boringen land archeologie

wormer (gekarteerd tot aan binnenzijde dijk)

Kreek/restgeul

Oeverwallen

Erosiegeul

Vibrocore boringen (met nummer)

Top afz. Laagpakket v. Wormer (t.o.v. NAP):

binnen -5,5 m

-5,5 tot -6,0 m

-6,0 tot -6,5 m

-6,5 tot -7,0 m

niet aangetroffen binnen 6 m -NAP

Zone met top Wormer binnen 6 m -NAP

Datum: Oktober 2023
 Bron: Top10NL, CC-BY Kadaster 2023
 Ente et al. 1976 /
 Dresscher/Raemaekers 2010

Tekenaar: RS

0 200 m



Esri Nederland, Community Map Contributors

RESULTATEN VIBROCORE BORINGEN, 1E FASE (2 / 3)



LEGENDA

- IJMD Projectgrens boringen water archeologie
- IJMD projectgrens boringen land archeologie

wormer (gekarteerd tot aan binnenzijde dijk)

- Kreek/restgeul
- Oeverwallen
- Erosiegeul

Vibrocore boringen (met nummer)

Top afz. Laagpakket v. Wormer (t.o.v. NAP):

- binnen -5,5 m
- 5,5 tot -6,0 m
- 6,0 tot -6,5 m
- 6,5 tot -7,0 m
- niet aangetroffen binnen 6 m -NAP
- Zone met top Wormer binnen 6 m -NAP

Datum: Oktober 2023
 Bron: Top10NL, CC-BY Kadaster 2023
 Ente et al. 1976 /
 Dresscher/Raemaekers 2010

Tekenaar: RS

0 200 m



Esri Nederland, Community Map Contributors

512000

511000

166000


167000


168000

RESULTATEN VIBROCORE BORINGEN, 1E FASE (3 / 3)



LEGENDA


 IJMD Projectgrens boringen water archeologie

 IJMD projectgrens boringen land archeologie

wormer (gekarteerd tot aan binnenzijde dijk)


 Kreek/restgeul


 Oeverwallen


 Erosiegeul


Vibrocore boringen (met nummer)

Top afz. Laagpakket v. Wormer (t.o.v. NAP):


 binnen -5,5 m

 -5,5 tot -6,0 m

 -6,0 tot -6,5 m

 -6,5 tot -7,0 m

 niet aangetroffen binnen 6 m -NAP

 Zone met top Wormer binnen 6 m -NAP

Datum: Oktober 2023

Bron: Top10NL, CC-BY Kadaster 2023

Ente et al. 1976 /

Dresscher/Raemaekers 2010

Tekenaar: RS

0 200 m



Esri Nederland, Community Map Contributors

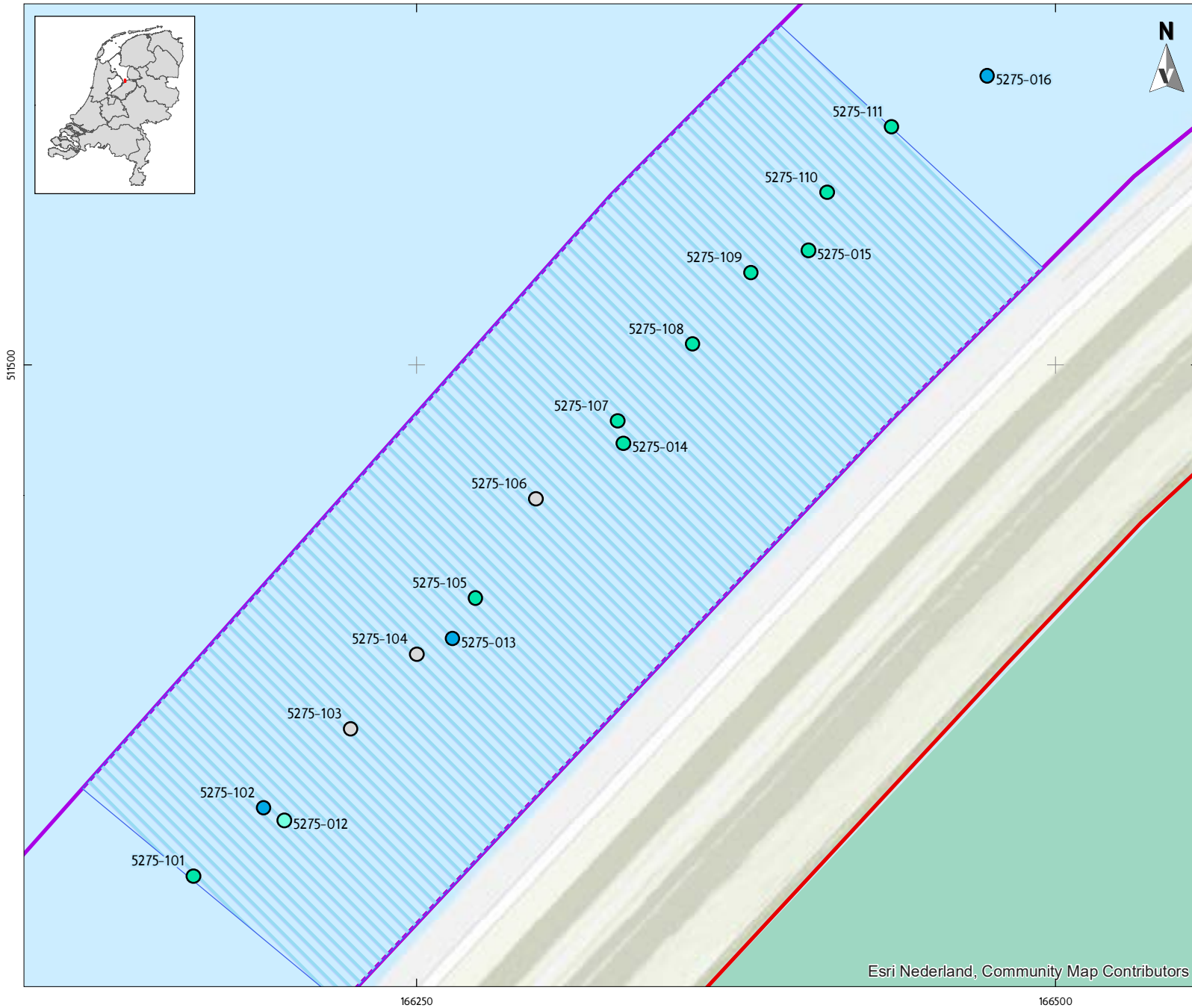
169000

170000












513000

512000

RESULTATEN VIBROCORE BORINGEN 2E FASE (1/2)



LEGENDA

-  IJMD Projectgrens boringen water archeologie
-  IJMD projectgrens boringen land archeologie
- wormer (gekarteerd tot aan binnenzijde dijk)
-  Kreek/restgeul
-  Oeverwallen
-  Erosiegeul
- Vibrocore boringen (met nummer)
- Top afz. Laagpakket v. Wormer (t.o.v. NAP):
-  binnen -5,5 m
-  -5,5 tot -6,0 m
-  -6,0 tot -6,5 m
-  -6,5 tot -7,0 m
-  niet aangetroffen binnen 6 m -NAP
- Zone met hooggelegen
-  oeverwalafzettingen (top Lp. v. Wormer)

Datum: Januari 2024
 Bron: Topo RD, Esri 2024
 Ente et al. 1976 /
 Dresscher/Raemaekers 2010

Tekenaar: RS

0 50 m



RESULTATEN VIBROCORE BORINGEN 2E FASE (2/2)



LEGENDA

- IJMD Projectgrens boringen water archeologie
- IJMD projectgrens boringen land archeologie

wormer (gekarteerd tot aan binnenzijde dijk)

- Kreek/restgeul
- Oeverwallen
- Erosiegeul

Vibrocore boringen (met nummer)

Top afz. Laagpakket v. Wormer (t.o.v. NAP):

- binnen -5,5 m
- 5,5 tot -6,0 m
- 6,0 tot -6,5 m
- 6,5 tot -7,0 m
- niet aangetroffen binnen 6 m -NAP

Datum: Januari 2024
Bron: Topo RD, Esri 2024
Ente et al. 1976 /
Dresscher/Raemaekers 2010

Tekenaar: RS

0 50 m



Esri Nederland, Community Map Contributors

512500

512250

168500

168750

This text was set using the following freely available font software:

Allerta Copyright (c) 2010, Matt McInerney (<http://pixelspread.com>),
with Reserved Font Name Allerta.

Inconsolata_dz Copyright (c) 2006, Raph Levien (<http://www.levien.com>),
with Reserved Font Name <Inconsolata>.
Copyright (c) 2009, David Zhou (<http://blog.nodnod.net/>)
with Reserved Font Name <Inconsolata_dz>.

Molengo_Vestigia Copyright (c) 2007, Denis Moyogo Jacquerye,
with Reserved Font Name <Molengo>.
Copyright (c) 2011, Vestigia BV Archeologie & Cultuurhistorie (www.vestigia.nl),
with Reserved Font Name <Molengo_Vestigia>; available at www.vestigia.nl/fonts.



This Font Software is licensed under the SIL Open Font License, Version 1.1.
The license is available with a FAQ at: <http://scripts.sil.org/OFL>

Vestigia BV *Archeologie & Cultuurhistorie*
Spoorstraat 5
3811 MN Amersfoort
Nederland

Telefoon 033 277 92 00
E-mail info@vestigia.nl
Website www.vestigia.nl

K.v.K. Gooi- en Eemland 32078894



Erfgoedingenieurs

“Engineering the past, creating the future”



**B - BI8482-VES-RP-0021_IJMD_V2519-
5275_IVO_Opwater_sonaronderzoek_IJsselmeerdijk_C04**

Archeologisch vooronderzoek in het kader van Dijkversterking Ijsselmeerdijken, gemeente Lelystad en Dronten

Inventariserend veldonderzoek Opwater



Rapportnummer:	V2519
Projectnummer:	V23-5275
Status en versie:	Definitief, Versie 2.0
In opdracht van:	RHDHV
Rapportage:	M. Polakowski, W.J. Weerheijm, W.A.M. Hessing
Plaats en aanleverdatum:	Amersfoort, 25 juli 2024
Datum en autorisatie:	W.A.M. Hessing MCI fA, Senior KNA Archeoloog / Senior KNA Prospector land- en waterbodems, actor 97049866, 25 juli 2024

Niets uit dit werk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook, daaronder mede begrepen gehele of gedeeltelijke bewerking van het werk, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Vestigia BV



Locatiegegevens			
Toponiem / locatie	Vooroever IJsselmeerdijken		
Plaats	Oost Flevoland		
Gemeente	Lelystad Dronten		
Provincie	Flevoland		
Oppervlakte plangebied	931,7 ha		
Oppervlakte onderzoeksgebied	3 delen: 1,4 ha (klein plangebied west), 60 ha (plangebied west) +117,5 ha (plangebied oost)		
Diepte grondwerkzaamheden	Onbekend		
RD-coördinaten van het plangebied	kleine plangebied west		oostelijk plangebied
	159423	506530	164985 509932
	159537	506427	164899 510045
	159572	506519	172124 513861
	159453	506591	172174 513724
			westelijk plangebied
			160184 507169
			160174 507309
			163833 508965
			163929 508872

Opdracht	
Initiatiefnemer	Waterschap Zuiderzeeland
Opdrachtgever	RHDHV
Contactpersoon	Dhr. H. de Jong
Contactgegevens	han.de.jong@rhdhv.com 06-83113786

Uitvoering	
Soort onderzoek	IVO-O – Inventariserend Veldonderzoek Opwater, Protocol 4103 IVO-Opwater
Zaakidentificatienummer (Archis)	5428031100
Uitvoerder	Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie
Beheerdocumentatie	Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie, DANS Datastation Archaeology
Projectleider	W.A.M. Hessing MClfA, Senior KNA Archeoloog / Senior KNA Prospector land- en waterbodems, actor 97049866
Projectmedewerkers	mr. W.J. Weerheijm MA, sr. KNA BO archeoloog/ Prospector MA (38767204) M. Polakowski (MSDS Marine)

Bevoegd Gezag	
Bevoegd gezag gemeenten Adres	Gemeenten Lelystad Postbus 91 8200 AB Lelystad Gemeente Dronten Postbus 100 8250 AC Dronten
Contactpersoon	Gemeente Lelystad: mevr. E. Rozema: ej.rozema@Lelystad.nl Gemeente Dronten: Dhr. A. Kleine Staarman: a.kleinestaarman@dronten.nl
Bevoegd gezag RWS	Rijkswaterstaat Zee en Delta Lange Kleiweg 34 2288 GK Rijswijk Postbus 556 3000 AN Rotterdam
Deskundige Rijkswaterstaat	Rijkswaterstaat Zee en Delta Dhr. J. Vermeersch: Jeroen.vermeersch@rws.nl
Provinciaal Depot Bodemvondsten	Mevr. Tineke Roovers Oostvaardersdijk 01-13 8242 PA Lelystad Tineke.roovers@batavialand.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting en advies (LS06).....	5
Onderbouwing advies.....	7
1 Projectomgeving	7
1.1 Afbakening plangebied en consequenties toekomstig gebruik (LS01)	7
1.2 Onderzoeksdoel en -methode	8
2 Verwachtingsmodel	9
2.1 Gespecificeerde archeologische verwachting (LS05).....	9
3 Inventariserend veldonderzoek Opwater	10
3.1 Doelstelling	10
3.2 Vraagstelling onderzoek	10
3.3 Onderzoeksmethode	11
3.4 Resultaten veldonderzoek fase 1.....	11
3.1 Fase 2 onderzoek naar ID23_0006	16
3.2 Beantwoording vraagstelling en conclusies veldonderzoek	20
4 Advies vervolgonderzoek (LS05)	22
Literatuur.....	23
Digitale bronnen.....	23
Lijst van afbeeldingen, bijlagen en kaarten.....	24
Afbeeldingen	24

Samenvatting en advies (LS06)

Archeologie & Cultuurhistorie heeft in opdracht van de RoyalHaskoningDHV (RHDHV), namens het Waterschap Zuiderzeeland in samenwerking met MSDS Marine en Kavel10 een Opwateronderzoek uitgevoerd in een deel van het plangebied IJsselmeerdijken. Het betreft specifiek de gedeelten waarbinnen de toekomstige vooroeverdam is geprojecteerd (*afbeelding 1*). Dit zijn de enige gebieden, waar in het kader van dit project buitendijks grondverzet zal plaatsvinden. Het gaat om drie gebieden van respectievelijk 117,5; 60,0 en 1,4 ha.

Het Opwateronderzoek is gefaseerd uitgevoerd. In fase 1 heeft een vlakdekkende opname plaatsgevonden met een hoge resolutie sidescan sonar (>400 kHz), tegelijk is het gebied ook opgenomen met een single beam sonar om daarmee een dieptemodel van het onderzoeksgebied te genereren, en zijn binnen hetzelfde surveyplan ook magnetometerdata ingewonnen, om volledig afgedekte ijzerhoudende objecten in de ondergrond en in de ondergrond aanwezige (lineaire) anomalieën die indicatief zijn voor geomorfologische en/of fysisch geografische eenheden in kaart te brengen. In fase 2 zijn detailopnamen een in fase 1 gemarkeerde interessant contacten/locatie gemaakt. Hierbij is een door de geofysisch prospector gemarkeerde locaties opnieuw opgenomen vanaf verschillende kanten met een kort bereik en hoog frequente sidescan sonar (700 kHz) en Ultra High Resolution multibeam, waardoor hoge resolutie afbeeldingen gemaakt konden worden, die geschikt zijn voor archeologische interpretatie. Vervolgens is voor deze locatie nog een ROV (Remote Operated Vehicle) met camerabeelden ingezet voor een laatste verificatie.

Binnen de onderzoekslocaties zijn op de waterbodem in eerste instantie zes anomalieën aangetroffen. Vijf anomalieën werden als 'laag' gewaardeerd, als niet archeologisch relevant. Het gaat dan om ongeïdentificeerde wrakstukken of onderdelen, ketting, kabel of touw. Eén anomalie is in eerste instantie gewaardeerd als 'hoog', een locatie met een mogelijk scheepswrak in het zuidwestelijke gedeelte van deelgebied NOORD. Tijdens het Fase 2 onderzoek is vervolgens vastgesteld dat het een niet archeologisch relevante anomalie betrof, in de vorm van bouwpuin met een dekzeil. Daarnaast is nog een groot aantal magnetische anomalieën aangetroffen (562), die grotendeels, zo niet alle, modern van oorsprong zijn en waarschijnlijk geen archeologische relevantie hebben (ongeïdentificeerde wrakstukken of onderdelen, ketting, kabel of touw).

Advies

Op basis van het Opwater onderzoek Fase 1 en 2 zijn binnen het plangebied op basis van het SSS/MBES onderzoek geen archeologisch relevante objecten aangetroffen. Binnen het plangebied is wel een groot aantal kleine magnetische anomalieën aangetroffen, die mogelijk een (beperkte) relevantie kunnen hebben. Daarom wordt geadviseerd om een Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten te hanteren bij de uitvoering.

Het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten en Rijkswaterstaat, dienen op basis van dit advies een selectiebesluit te nemen (wel of geen verder onderzoek, en indien wel, in welke vorm). Dit besluit kan afwijken van het bovenstaande advies.

Wanneer het bevoegd gezag besluit dat vervolgonderzoek niet noodzakelijk is en het plangebied wordt vrijgegeven voor de voorgenomen ontwikkelingen, blijft de meldingsplicht archeologische toevalsvondsten of waarneming van kracht (Erfgoedwet, artikel 5.10 Archeologische toevalsvondsten). Aangezien het nooit volledig is uit te sluiten dat tijdens eventueel grondverzet een archeologische 'toevalsvondsten' wordt gedaan, is het wenselijk de uitvoerder van het grondwerk te wijzen op de plicht om hiervan zo spoedig mogelijk melding te doen bij het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Naschrift vervolgetraject naar aanleiding van het conceptrapport versie 1.2

Op 5 juli 2024 heeft mevr. E. Rozema van de gemeente Lelystad per mail aangegeven akkoord te zijn met het conceptrapport: "Ondanks de bevestigde hoge archeologische verwachtingswaarde in het plangebied is voor de voorgenomen werkzaamheden geen aanvullend archeologisch onderzoek meer nodig, de AMZ-

cyclus wordt hiermee afgesloten. Wel gelden de verplichtingen bij toevalsvondsten, die in een werkprotocol Archeologie onder de aandacht moeten worden gebracht bij de uitvoerder(s) van grondwerk.”

Onderbouwing advies

1 Projectomgeving

1.1 Afbakening plangebied en consequenties toekomstig gebruik (LS01)

Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie heeft in opdracht van de RoyalHaskoningDHV (RHDHV), namens het Waterschap Zuiderzeeland in samenwerking met MSDS Marine en Kavel10 een Opwateronderzoek uitgevoerd in een deel van het plangebied IJsselmeerdijken. Het betreft specifiek de gedeelten waarbinnen de toekomstige vooroeverdam is geprojecteerd (*afbeelding 1*). Dit zijn de enige gebieden, waar in het kader van dit project buitendijks grondverzet zal plaatsvinden. Het gaat om drie gebieden van respectievelijk 117,5; 60,0 en 1,4 ha.

Het Opwateronderzoek is gefaseerd uitgevoerd. In fase 1 heeft een vlakdekkende opname plaatsgevonden met een hoge resolutie sidescan sonar (>450 kHz)¹, tegelijk is het gebied ook opgenomen met een single beam sonar om daarmee een dieptemodel van het onderzoeksgebied te genereren, en zijn binnen hetzelfde surveyplan ook magnetometerdata ingewonnen, om volledig afgedekte ijzerhoudende objecten in de ondergrond en in de ondergrond aanwezige (lineaire) anomalieën die indicatief zijn voor geomorfologische en/of fysisch geografische eenheden in kaart te brengen. In fase 2 zijn detailopnamen een in fase 1 gemarkeerde interessant contacten/locatie gemaakt. Hierbij is een door de geofysisch prospector gemarkeerde locatie opnieuw opgenomen vanaf verschillende kanten met een kort bereik en hoog frequente sidescan sonar (700 kHz) en Ultra High Resolution multibeam, waardoor hoge resolutie afbeeldingen gemaakt konden worden, geschikt voor archeologische interpretatie. Vervolgens is voor deze locatie nog een ROV (Remote Operated Vehicle) met camerabeelden ingezet voor een laatste verificatie.



Afbeelding 1 Het deel van het plangebied Versterking IJsselmeerdijken waarbinnen een zogenaamde vooroeverdam zal worden aangelegd.

¹ Dit valt in principe binnen de in het PvE voorgeschreven range van >500 kHz.

De reden voor het IVO-Opwater onderzoek is het de verdere uitwerking van de voorgenomen dijkversterking van de IJsselmeerdijk zowel aan de land- als aan de waterzijde. Op basis van het voorlopig ontwerp zijn verschillende grondroerende werkzaamheden voorzien. Hiervoor is in het verlengde van het in 2022 uitgevoerde Bureauonderzoek door Vestigia in samenspraak met RHDHV een archeologieplan opgesteld, waarin verschillende onderzoeken worden samengebracht. Aan de waterzijde brengt de voorgenomen vooroeverdam de meeste bodemverstoring met zich mee. Voor de teen van de dijk zelf aan de waterkant is alleen een beperkte ophoging van het talud voorzien, die geen verstoring van de ondergrond met zich meebrengt. Vanwege de archeologische verwachting, zowel wat betreft begraven prehistorische landschappen, als historische scheeps- en vliegtuigwrakken, is derhalve voorgesteld alleen voor het gebied van de vooroeverdam een geofysisch opwateronderzoek uit te voeren en een aantal vibrocore boringen te zetten. De vibrocore boringen worden apart gerapporteerd.

1.2 Onderzoeksdoel en -methode

Het doel van het onderzoek is het toetsen van de specifieke archeologische verwachting voor het onderzoeksgebied, in het verlengde van het in 2022 door Vestigia uitgevoerde bureauonderzoek voor het hele plangebied (zowel de landzijde en de waterbodem). Het gaat daarbij voor dit onderdeel met name om het opstellen van een geomorfologisch model van de waterbodem en het vlakdekkend opnemen van objecten en anomalieën op de waterbodem, en het uitvoeren van een archeologische analyse daarvan.

2 Verwachtingsmodel

Voor het plangebied is in 2022 een aanvullend maritiem-archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd.² In verband met de leesbaarheid is hieronder enkel de gespecificeerde archeologische verwachting overgenomen. Voor de volledigheid verwijzen wij naar de betreffende rapportage.

2.1 Gespecificeerde archeologische verwachting (LS05)

Paleolithicum – Mesolithicum

In principe kunnen binnen het gehele buitendijkse plangebied in de diepere ondergrond onder de waterbodembodem sporen van bewoning en gebiedsexploitatie voorkomen uit het Paleolithicum en het Mesolithicum. Indien aanwezig bevinden deze sporen zich in de top van het dekzand op overwegend 10 m - NAP. De archeologische sporen en resten kunnen bestaan uit paalkuilen, haardkuilen, houtskoolconcentraties, (vuur)stenen werktuigen en productieafval.

Swifterbantcultuur

Op een aantal locaties binnen het buitendijkse plangebied zijn oude getijdenafzettingen afgezet in de vorm van oeverwallen en beddingafzettingen. Op de oeverwallen kunnen zich archeologische waarden bevinden, daterend uit de midden fase van de Swifterbantcultuur (circa 5200-3800 v. Chr.). Het niveau waarop deze sporen te verwachten zijn bevindt zich binnen 6-7 m -NAP, met daarbinnen mogelijke opduikingen. De archeologische sporen en resten kunnen bestaan uit een archeologische bewoningslaag, paalkuilen, haardkuilen, houtskoolconcentraties, (vuur)stenen werktuigen en productieafval en (evt.) aardewerk.

Scheeps- en vliegtuigwrakken

Op of direct onder de waterbodembodem kunnen binnen het gehele plangebied scheepswrakken of -wrakresten worden aangetroffen uit de Late Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd worden aangetroffen. Deze resten kunnen bestaan uit houten of metalen (delen van) scheepsrumpen, tuigage, lading en andere objecten. De kans op het aantreffen van scheepsresten binnen het plangebied wordt weliswaar als laag geschat, maar gezien het grote oppervlak van het plangebied is het echter niet denkbeeldig dat er toch dergelijke resten aanwezig zijn die door de ingrepen kunnen worden bedreigd. Tevens bestaat de mogelijkheid dat zich binnen het plangebied vliegtuigwrakken bevinden uit de Tweede Wereldoorlog. Hoewel er geen crashsites bekend zijn binnen het plangebied, kan dit ook niet geheel worden uitgesloten.

Het onderhavige onderzoek richt zich met name op de waterbodembodem, met het oog op eventuele scheeps- en vliegtuigwrakken.

² Weerheijm et al., 2022

3 Inventariserend veldonderzoek Opwater

3.1 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is het vaststellen van eventuele aanwezige scheeps- of andere archeologische resten en waar mogelijk het bepalen van de inhoudelijke en fysieke kwaliteit van de aangetroffen archeologische resten aan de hand van aard en omvang. Het tweede doel is het zo mogelijk verzamelen van aanvullende landschappelijke informatie over de opbouw van de IJsselmeerbodem en de conservering van archeologische vindplaatsen in de eerste meters onder de waterbodem. Dit tweede onderzoeksdoel wordt uitgevoerd in combinatie met de vibrocoreboringen.

Het onderzoek kan bijdragen aan de kennis van de onderstaande thema's opgenomen in de NOaA binnen de Archeoregio Waddenzee/IJsselmeer-Markermeer:

- De Vroegste bewoning van Nederland
- Overgang laat-paleolithicum – vroeg mesolithicum
- Neolithisatieproces
- Archeologie van slecht bekende gebieden
- Gebruik van het water;
- Netwerken en infrastructuur.

3.2 Vraagstelling onderzoek

De hoofdvragen die voor het geofysisch onderzoek gelden zijn: Zijn op de onderzoekslocaties archeologische resten aanwezig en wat is de waardering van deze archeologische informatie? In hoeverre levert de aanleg van de vooroeververbinding gevaar op voor de bescherming van aangetroffen archeologische relictten binnen de betreffende drie gebieden, en hoe kan schade aan aangetroffen relictten het beste worden vermeden?

Indien mogelijk dient ook een antwoord te worden gegeven op de volgende aanvullende vragen:

- Zijn er op of aan de waterbodem fenomenen waarneembaar?
- Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?
- Als het gaat om natuurlijke fenomenen, kunnen deze aanvullende informatie verschaffen over de vorming van de ondiepere ondergrond in de IJsselmeerbodem?
- Wat is hieruit af te leiden met betrekking tot de aanwezigheid van gebieden met een verhoogde archeologische verwachting voor de Vroege Prehistorie (Laat Paleolithicum – Midden Neolithicum)?
- Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan?
- 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 (diepte model) 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?
- Wat is de relatie tussen de eventuele waargenomen fenomenen in het plangebied en die bij eerder uitgevoerde onderzoeken in de nabijheid van het plangebied?

3.3 Onderzoeksmethode

Het Opwateronderzoek wordt zoals vermeld gefaseerd uitgevoerd.

In fase 1 heeft een vlakdekkende opname plaatsgevonden met een hoge resolutie sidescan sonar (>500 kHz), met een bereik van 50 m en een overlap van 125%. Tegelijk is het gebied ook opgenomen met een single beam sonar om daarmee een dieptemodel van het onderzoeksgebied te genereren, en zijn binnen hetzelfde surveyplan in het kader van het UXO onderzoek ook magnetometerdata ingewonnen, om volledig afgedekte ijzerhoudende objecten in de ondergrond en in de ondergrond aanwezige (lineaire) anomalieën die indicatief zijn voor geomorfologische en/of fysisch geografische eenheden in kaart te brengen. Vervolgens is voor één locatie nog een SSS/MBES onderzoek uitgevoerd, met aanvullend een visuele inspectie middels camerabeelden, met behulp van een ROV (Remote Operated Vehicle).

Het gebruikte materiaal:

- Sidescan sonar: Klein 3900 (450/900 kHz)
- Multibeam echo sounder: Kongsberg EM2040C
- Magnetometer: Geometrics G882

Het onderzoek is uitgevoerd conform de vigerende versie van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) Waterbodems 4.1 (Centraal College van Deskundigen Archeologie 2016) en conform VS04wb. Het geofysisch onderzoek is in fase 1 uitgevoerd door een subcontractor van RHDHV, Kavel10. Het geofysisch onderzoek fase 2 en het onderzoek met behulp van de ROV zijn uitgevoerd door Baars-Cipro, met in beide gevallen een archeologische analyse door MSDS Marine.

3.4 Resultaten veldonderzoek fase 1

De gegevens zijn aangeleverd, verdeeld over drie deelgebieden: NOORD, MIDDEN en ZUID. MSDS Marine heeft de gegevens geanalyseerd, en gerapporteerd in een rapport die als Bijlage aan dit rapport is toegevoegd (Bijlage2).

Voor het gemak van de lezer zullen de bevindingen hieronder kort worden gepresenteerd.

Bij de waardering van een anomalie is daarbij de volgende categorisering gehanteerd:

- Laag: een anomalie van potentieel antropogene oorsprong, maar waarvan het onwaarschijnlijk is dat deze archeologisch relevant is (een touw, ketting etc.); geïsoleerde anomalieën zonder verdere context; of kleine steen-achtige objecten die magnetometer afwijkingen geven.
- Medium: een anomalie van naar verwachting antropogene oorsprong, die verder onderzoek vereist om de archeologische relevantie vast te stellen, zoals grotere ongeïdentificeerde brokstukken of clusters van brokstukken, ongeïdentificeerde structuren of significante magnetische anomalieën.
- Hoog: een anomalie die vrijwel zeker van antropogene oorsprong is en met de potentie om archeologisch relevant te zijn: hoog potentiële anomalieën zijn meestal resten van scheepswrakken, vermoede delen van wrakken of bekende structuren van archeologisch belang.

Anomalieën op de waterbodem

Een anomalie die in eerste als 'hoog' werd gewaardeerd (ID23_0006) bevond zich in het zuidwestelijke deel van deelgebied NOORD. Daarnaast zijn 5 laag gewaardeerde anomalieën geïdentificeerd, waarvan drie (ID23_0001, 0002 en 0003) in NOORD en twee (ID232_0004 en 0005) in het deelgebied MIDDEN. Uiteindelijk zijn alle 6 anomalieën als laag gewaardeerd; voor een uiteenzetting van het Fase 2 onderzoek naar ID23_0006, zie volgende paragraaf.

Location	Archaeological Potential		
	High	Medium	Low
NOORD Survey Area	1	0	3
MIDDEN Survey Area	0	0	2
ZUID Survey Area	0	0	0
Totals	1	0	5

Tabel 1: Overzicht anomalieën na Fase 1, verdeeld over de deelgebieden. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.



Afbeelding 2 Verspreidingskaart survey data. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.



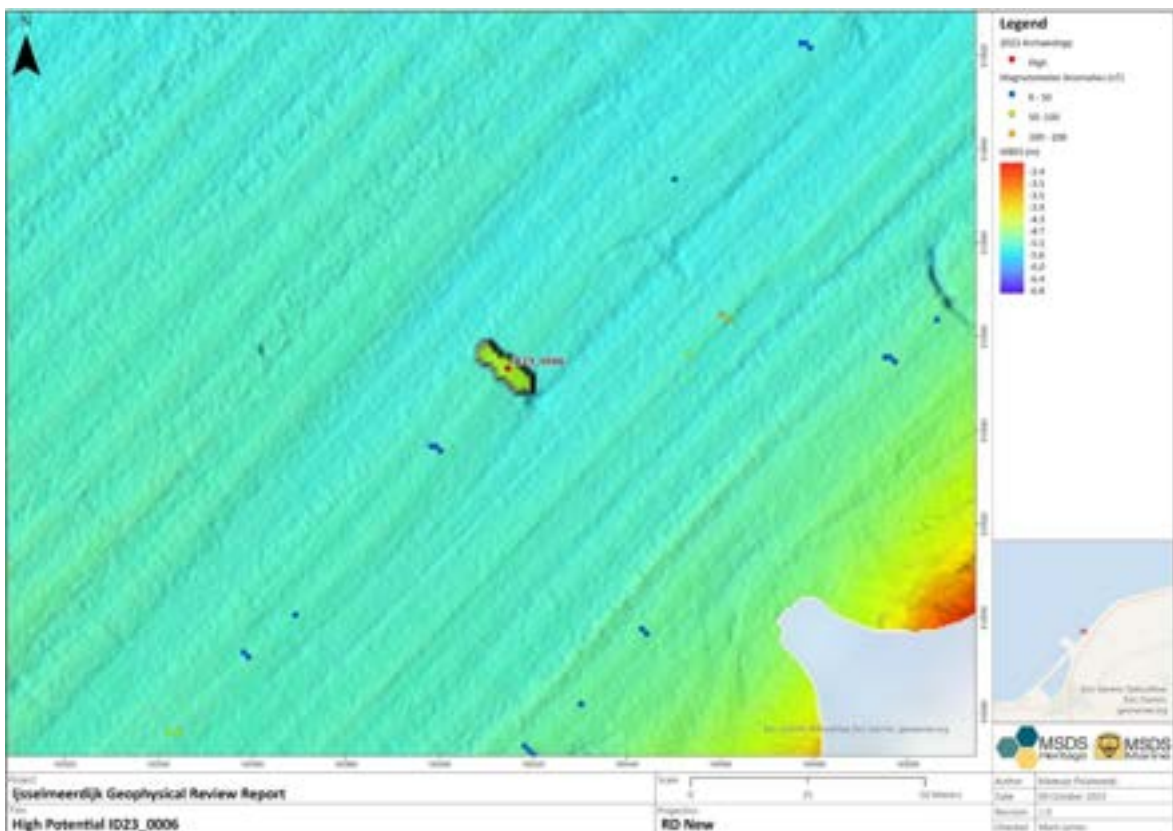
Afbeelding 3 Verspreidingskaart archeologische anomalieën met SSS/MBES Underlay. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.



Afbeelding 4 Verspreidingskaart archeologische anomalieën met SSS Underlay. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.



Afbeelding 5 Verspreidingskaart archeologische anomalieën met MBES. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.



Afbeelding 6 het in eerste instantie als hoog gewaardeerde anomalie ID23_0006. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.

Anomaly ID	Potential	Area	Basic description	Length	Width	Height	Easting	Northing
				(m)	(m)	(m)	RD New	
ID23_0001	Low	Survey Area	Unidentified debris	7.2	9.6	0.5	172026.5	513688.5
ID23_0002	Low	Survey Area	Chain cable or rope	17.7	0.3	0.0	167579.6	512162.3
ID23_0003	Low	Survey Area	Unidentified debris	2.7	1.1	0.1	167072.3	511991.3
ID23_0004	Low	Survey Area	Unidentified debris	25.5	1.4	0.3	162546.8	507630.9
ID23_0005	Low	Survey Area	Unidentified debris	1.8	1.7	0.6	162740.0	507732.3
ID23_0006	High	Survey Area	Potential wreck	14.2	5.2	0.8	165414.6	510553.3

Tabel 2: Waardering anomalieën. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.

De als hoog gewaardeerde anomalie ID23_0006 bevond zich in het zuidwestelijke deel van deelgebied NOORD. Het werd geïnterpreteerd als potentieel wrak, met de coördinaten 165.414,6 / 510.553,3. De afmetingen bedragen 14,2 x 5,2 m met een hoogte van 0,8 m. Het object qua vorm wees op een antropone oorsprong. Het opmerkelijke was dat de anomalie alleen met de Multibeam Echosound werd getedecteerd, en niet met de sonar of magnetometer. De beelden lieten wel duidelijk een object zien dat potentieel een scheepswrak kon zijn. Op dat moment was er nog te weinig informatie om te zeggen of het bijvoorbeeld een houten of een metalen wrak kon zijn. Daarom is geadviseerd voor deze locatie verder onderzoek uit te voeren om het object verder te waarderen.

Er zijn geen medium gewaardeerde anomalieën aangetroffen.

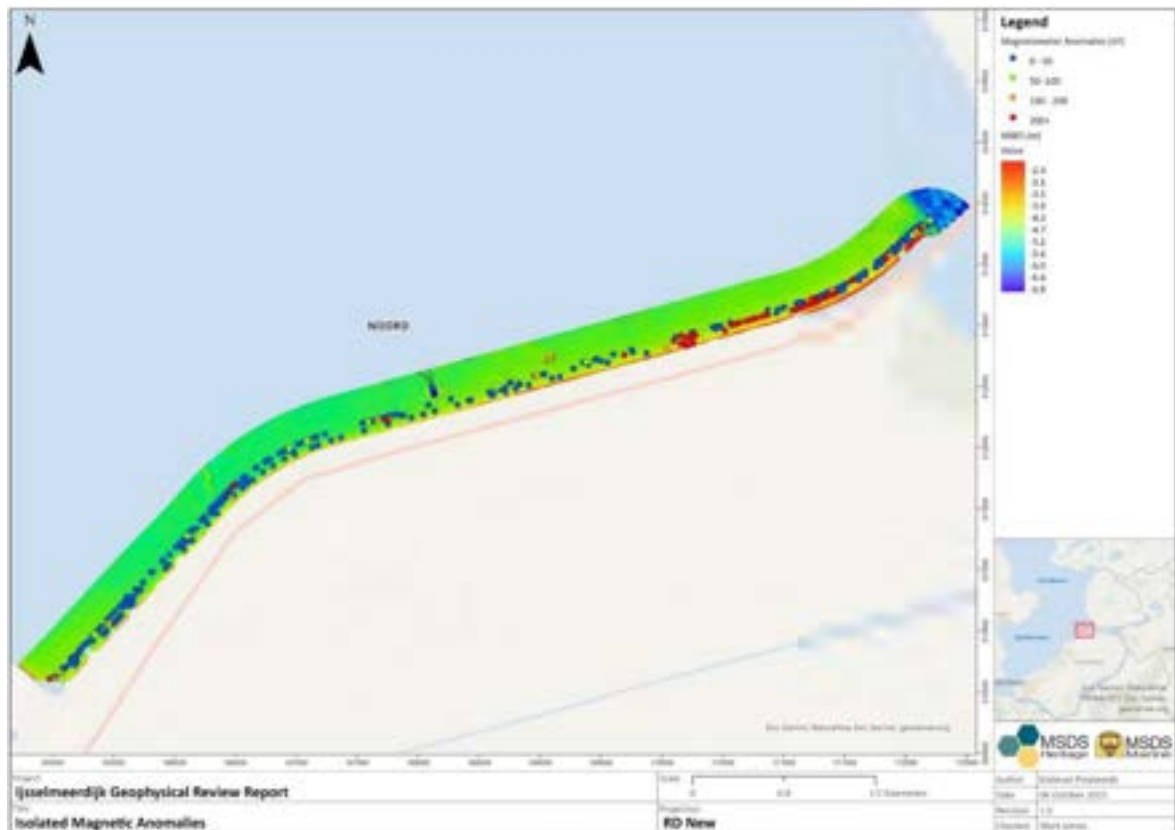
Er zijn vijf anomalieën met een waardering laag, in de vorm van ongeïdentificeerde wrakstukken of onderdelen, ketting, kabel of touw (tabel 2). Deze worden als niet archeologisch-relevant beschouwd, in die zin dat het wel mogelijk archeologische resten betreffen, maar geen verder vervolgonderzoek rechtvaardigen gezien de aard en grootte, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een scheepswrak of substantiele delen daarvan.

Magnetische anomalieën

Er zijn 562 magnetische anomalieën geïdentificeerd in de range tussen 5 nT en 26,457 nT (tabel 3). Bij de interpretatie is in ogenschouw genomen dat het onderzoeksgebied een druk bevaren gebied betreft, naast gewonnen land, met een krachtcentrale, windturbines etc. Er wordt ingeschat dat dit hoge aantal in de meeste gevallen, zo niet alle, zijn te relateren aan moderne infrastructuur, waaronder losse objecten die bij de aanleg van de dijk of die tijdens de bouw en sloop van diverse windmolens verloren zijn gegaan. Het feit dat de anomalieën voornamelijk geconcentreerd langs de dijk liggen, in plaats van verspreid over de waterbodem binnen het hele plangebied lijkt hier op te wijzen. N.B. Het is niet volledig uit te sluiten dat het om archeologisch materiaal gaat; daarom wordt geadviseerd om een Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten te hanteren bij de uitvoering.

Intensity (nT)	Count
5 to 50	414
50 to 100	44
100 to 200	19
200 +	85
Total	562

Tabel 3: Magnetische anomalieën. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.

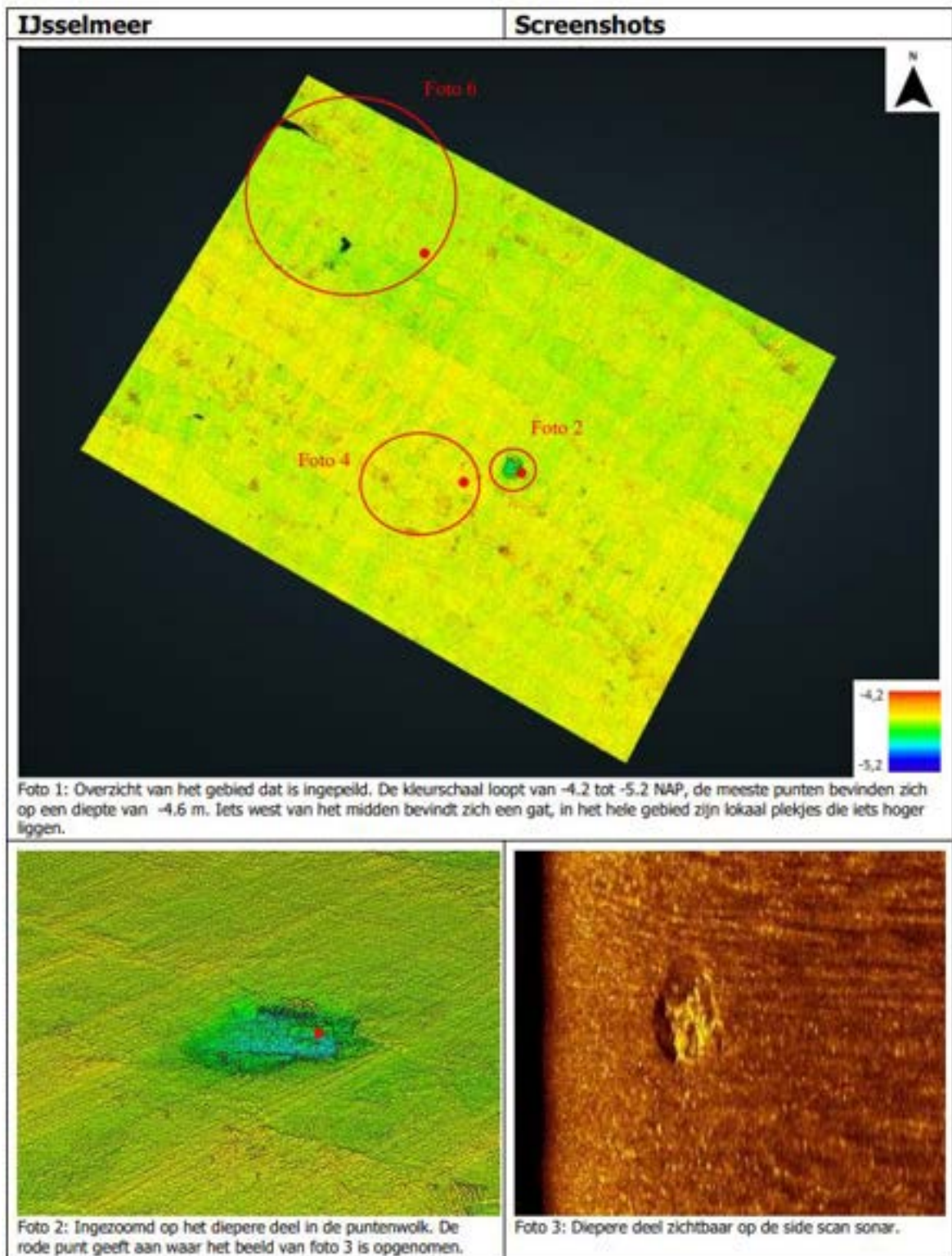


Afbeelding 7 Verspreidingskaart magnetische anomalieën. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.

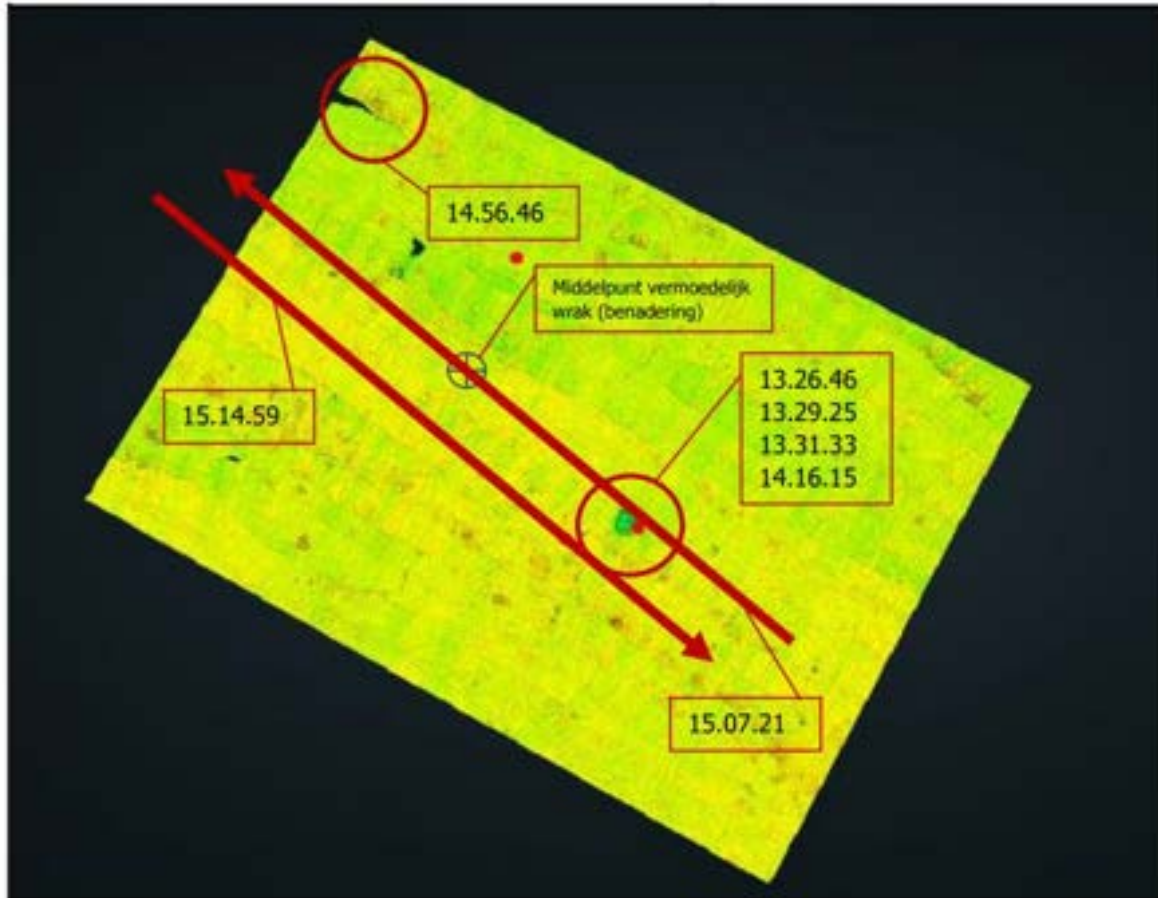
3.1 Fase 2 onderzoek naar ID23_0006

Om de anomalie ID23_0006 nader in kaart te brengen is vervolgens door Baars-Cipro opnieuw data ingewonnen met SSS en MBES, en waarbij de data opnieuw door MSDS zijn geanalyseerd. Opmerkelijk was dat er nu op de locatie helemaal geen object zichtbaar was, alleen een depressie (afbeelding 8).

Omdat er nog geen bevredigende verklaring was voor de discrepantie tussen beide beelden, is uiteindelijk besloten een ROV naar de locatie te sturen om met behulp van camerabeelden een visuele inspectie uit te voeren. De ROV is vervolgens in banen over de locatie gevaren, waarbij real-time is meegekeken op het scherm en de ROV waar nodig is bijgestuurd (afbeelding 9). Tijdens dit onderzoek bleek dat zich op de bodem bouwpuin bevond, met een wapperend dekzeil (zie afbeelding 10). Dit verklaart waarom er -op onfortuinlijke wijze als momentopname- in eerste instantie een object is waargenomen met de vormen van een potentieel scheepswrak, en dat deze daarna niet meer als zodanig zichtbaar was.



Abbeelding 8 Beeld SSS locatie ID23_0006. Bron: Baars-Cipro.



Videotitel	Wat
2024-01-11_13.24.17	Flyby dieper gelegen deel, zicht slecht
2024-01-11_13.26.46	Flyby rondom dieper gelegen deel, zicht slecht
2024-01-11_13.29.25	Flyby dieper gelegen deel, zicht slecht
2024-01-11_13.31.33	Flyby dieper gelegen deel, zicht slecht
2024-01-11_14.16.15	ROV in dieper gelegen deel geplaatst. Betref bouwpuin en een dekzeil
2024-01-11_14.56.46	ROV naast "richel" geplaatst - rechte lijn op sonar zichtbaar. Betref een (zand)richel op de bodem, geen hout aangetroffen.
2024-01-11_15.07.21	Bodem over positie vermoedelijke 'wraklocatie' in NW-richting, inclusief het midden van het wrak. Geen verhoging, verlaging of scheepshout aangetroffen
2024-01-11_15.14.59	Bodem over positie vermoedelijke 'wraklocatie' in SE-richting. Geen verhoging, verlaging of scheepshout aangetroffen

Algemeen

- Geen (scheeps)hout is aangetroffen.
- Met behulp van sonar is tot 30 m rondom de vermoedelijke middenpositie van het wrak de bodem onderzocht. Op de sonarbeelden zijn geen wrakresten zichtbaar of aangetroffen. Geen aanvullende objecten zijn zichtbaar.

Afbeelding 9 Resultaten onderzoek ROV locatie ID23_0006. Bron: Baars-Cipro.



Afbeelding 10 Screenshot camerabeelden ROV met wapperend dekzeil op locatie ID23_0006. Bron: Baars-Cipro.

Op basis van het Fase 2 onderzoek heeft vervolgens een bijstelling plaatsgevonden van de bevindingen in Fase 1, wat heeft geleid tot de aangepaste tabellen 4 en 5:

Geophysical ID	Description	Potential	RD New		AEZ (m)
			Easting	Northing	
ID23_0006	Depression	Low	165420.6	510546.7	Area of Operational Awareness

Tabel 4: Herwaardering locatie ID23_0006. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.

Anomaly ID	Potential	Area	Basic description	Length	Width	Height	Easting	Northing
				(m)	(m)	(m)		
ID23_0001	Low	Survey Area	Unidentified debris	7.2	9.6	0.5	172026.5	513688.5
ID23_0002	Low	Survey Area	Chain cable or rope	17.7	0.3	0.0	167579.6	512162.3
ID23_0003	Low	Survey Area	Unidentified debris	2.7	1.1	0.1	167072.3	511991.3
ID23_0004	Low	Survey Area	Unidentified debris	25.5	1.4	0.3	162546.8	507630.9
ID23_0005	Low	Survey Area	Unidentified debris	1.8	1.7	0.6	162740.0	507732.3
ID23_0006	Low	Survey Area	Depression	2.5	2.8	0.4	165420.6	510546.7

Tabel 5: Herwaardering anomalieën. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.

3.2 Beantwoording vraagstelling en conclusies veldonderzoek

De hoofdvragen die op basis van het geofysisch onderzoek dienden te worden beantwoord zijn:

Zijn op de onderzoekslocaties archeologische resten aanwezig en wat is de waardering van deze archeologische informatie? In hoeverre levert de aanleg van de vooroeververbinding gevaar op voor de bescherming van aangetroffen archeologische relicten binnen de betreffende drie gebieden, en hoe kan schade aan aangetroffen relicten het beste worden vermeden?

Binnen de onderzoekslocaties zijn op de waterbodem in eerste instantie zes anomalieën aangetroffen. Vijf anomalieën werden als 'laag' gewaardeerd, als niet archeologisch relevant. Het gaat dan om ongeïdentificeerde wrakstukken of onderdelen, ketting, kabel of touw. Eén anomalie is in eerste instantie gewaardeerd als 'hoog', een locatie met een mogelijk scheepswrak in het zuidwestelijke gedeelte van deelgebied NOORD. Tijdens het Fase 2 onderzoek is vervolgens vastgesteld dat het een niet archeologisch relevante anomalie betrof, in de vorm van bouwpuin met een dekzeil.

Daarnaast is nog een groot aantal magnetische anomalieën aangetroffen (562), die grotendeels, zo niet alle, modern van oorsprong zijn en waarschijnlijk geen archeologische relevantie hebben (ongeïdentificeerde wrakstukken of onderdelen, ketting, kabel of touw). Omdat niet volledig is uit te sluiten dat het om archeologisch materiaal gaat, wordt geadviseerd om een Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten te hanteren bij de uitvoering.

De aanvullende vragen kunnen als volgt worden beantwoord:

Zijn er op of aan de waterbodem fenomenen waarneembaar?

Op de waterbodem zijn zes fenomenen waarneembaar, die als anomalie zijn geïdentificeerd.

Zijn deze fenomenen antropogeen of natuurlijk van aard?

Deze zes anomalieën zijn van antropogene aard.

Als het gaat om natuurlijke fenomenen, kunnen deze aanvullende informatie verschaffen over de vorming van de ondiepere ondergrond in de IJsselmeerbodem?

Hier zijn geen aanwijzingen voor.

Wat is hieruit af te leiden met betrekking tot de aanwezigheid van gebieden met een verhoogde archeologische verwachting voor de Vroege Prehistorie (Laat Paleolithicum – Midden Neolithicum)?

De aangetroffen anomalieën hebben naar verwachting geen betrekking op resten uit de Vroege Prehistorie.

Indien deze fenomenen als antropogeen worden geïdentificeerd, om welke classificatie gaat het hier dan?

In zes gevallen zijn fenomenen op de waterbodem als antropogeen geïdentificeerd, waarvan vijf in eerste instantie de classificatie 'laag' hebben gekregen en in een geval 'hoog'; na Fase 2 kon ook de zesde naar 'laag' worden bijgesteld.

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?

Niet van toepassing.

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

Niet van toepassing.

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

Niet van toepassing.

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?

Hier zijn geen aanwijzingen voor.

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?

Niet van toepassing.

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

Niet van toepassing.

Wat is de relatie tussen de eventuele waargenomen fenomenen in het plangebied en die bij eerder uitgevoerde onderzoeken in de nabijheid van het plangebied?

Hier zijn geen aanwijzingen voor.

4 Advies vervolgonderzoek (LS05)

Op basis van het Opwater onderzoek Fase 1 en 2 zijn binnen het plangebied op basis van het SSS/MBES onderzoek geen archeologisch relevante objecten aangetroffen. Binnen het plangebied is wel een groot aantal kleine magnetische anomalieën aangetroffen, die mogelijk een (beperkte) relevantie kunnen hebben. Daarom wordt geadviseerd om een Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten te hanteren bij de uitvoering.

Het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten en Rijkswaterstaat, dienen op basis van dit advies een selectiebesluit te nemen (wel of geen verder onderzoek, en indien wel, in welke vorm). Dit besluit kan afwijken van het bovenstaande advies.

Wanneer het bevoegd gezag besluit dat vervolgonderzoek niet noodzakelijk is en het plangebied wordt vrijgegeven voor de voorgenomen ontwikkelingen, blijft de meldingsplicht archeologische toevalsvondsten of waarneming van kracht (Erfgoedwet, artikel 5.10 Archeologische toevalsvondsten). Aangezien het nooit volledig is uit te sluiten dat tijdens eventueel grondverzet een archeologische 'toevalsvondsten' wordt gedaan, is het wenselijk de uitvoerder van het grondwerk te wijzen op de plicht om hiervan zo spoedig mogelijk melding te doen bij het bevoegd gezag, de gemeenten Lelystad en Dronten, Rijkswaterstaat en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Naschrift vervolgotraject naar aanleiding van het conceptrapport versie 1.2

Op 5 juli 2024 heeft mevr. E. Rozema van de gemeente Lelystad per mail aangegeven akkoord te zijn met het conceptrapport: "Ondanks de bevestigde hoge archeologische verwachtingswaarde in het plangebied is voor de voorgenomen werkzaamheden geen aanvullend archeologisch onderzoek meer nodig, de AMZ-cyclus wordt hiermee afgesloten. Wel gelden de verplichtingen bij toevalsvondsten, die in een werkprotocol Archeologie onder de aandacht moeten worden gebracht bij de uitvoerder(s) van grondwerk."

Literatuur

- BAKKER, H. DE/J. SCHELLING, 1989: *Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus*, Wageningen (Staring Centrum).
- BERENDSEN, H.J.A., 1997: *Landschappelijk Nederland*, Assen.
- MENKE, U./E. VAN DE LAAR/G. LENSELINK 1998: *De geologie en bodem van Zuidelijk Flevoland*, Lelystad (Flevobericht 415).
- SCHRIJVERS, R./K.E. WAUGH, 2015: *Bureauonderzoek paleolandschap plangebied Marker Wadden*, Amersfoort (Vestigia-rapport V1271).
- VOS, P.C., 2003: *Geologisch profiel Hanzelijntracé. Geologisch onderzoek ten behoeve van de archeologische bureaustudie Nieuwe Land (Flevoland) en Oude Land Kamperveen*, Utrecht (TNO-rapport NITG 03-006-B).
- VOS, P.C./S. VAN GESSEL, 2004: *Detailering geologisch profiel Hanzelijn, Nieuwe Land, Aanvullende rapportage en kaartmateriaal op rapport NITG 03-006-B 'Geologisch profiel Hanzelijntracé – Geologisch onderzoek t.b.v. de archeologische bureaustudie Nieuwe Land (Flevoland) en Oude Land (Kamperveen)*, Utrecht (KW/HZL/ARCH/20316168/20443075).
- WEERHEIJM, W.J./W.A.M. HESSING/R. SCHRIJVERS, 2023: *Dijkversterking IJsselmeerdijken, gemeente Lelystad en Dronten, Programma van Eisen ten behoeve van een Inventariserend booronderzoek (Vibrocore) Opwater, verkennende fase*, Amersfoort (Vestigia-rapport V2495).
- WESTERHOFF, W.E./E.F.J. DE MULDER/W. DE GANS, 1987: *Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000 Blad Alkmaar West (19W) en Blad Alkmaar Oost (19O)*, Haarlem (Rijks Geologische Dienst).
- WESTERHOFF, W.E./T.E. WONG/E.F.J. DE MULDER, 2003: *Opbouw van de ondergrond – Opbouw van het Neogeen en Kwartair*, in: E.F.J. de Mulder/M.C. Geluk/I.L. Ritsema/W.E. Westerhoff/T.E. Wong (red.), *De ondergrond van Nederland*, Houten.

Digitale bronnen

- ACTUEEL HOOGTEBESTAND NEDERLAND: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>
- ARCHEOLOGISCH INFORMATIESYSTEEM (ARCHIS): <https://archis.cultureelerfgoed.nl/#/login>
- Beeldbank Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: <http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/>
- BODEMLOKET: <http://www.bodemloket.nl/>
- DINOLOKET: <https://www.dinoloket.nl/>
- GEHEUGEN VAN NEDERLAND: <https://www.geheugenvannederland.nl/>
- KADASTER, BASISREGISTRATIES ADRESSEN EN GEBOUWEN (BAG): <https://bagviewer.kadaster.nl/>
- Kadaster, Tijdreis over 200 jaar topografie: <http://topotijdreis.nl/>
- RIJKSMONUMENTENREGISTER: <https://cultureelerfgoed.nl/monumentenregister>
- RUIMTELIJKE PLANNEN: <http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>
- STICHTING INFRASTRUCTUUR KWALITEITSBORGING BODEMBEHEER: www.sikb.nl
- VERSTORINGSBRONNENKAART: <https://archeologieinnederland.nl/verstoringbronnenkaart>

Lijst van afbeeldingen en bijlagen

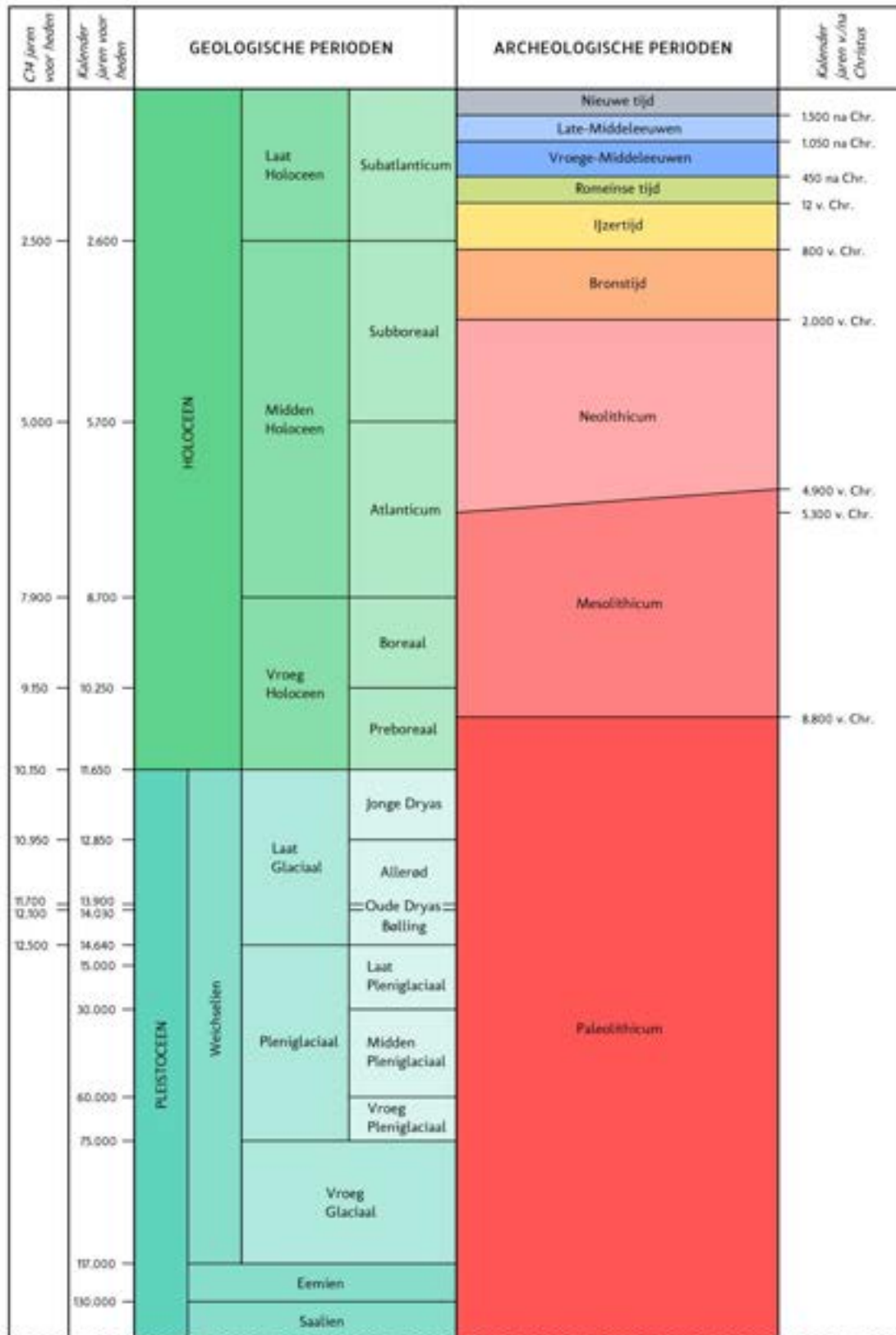
Afbeeldingen

Afbeelding 1 Het deel van het plangebied Versterking IJsselmeerdijken waarbinnen een zogenaamde vooroeverdam zal worden aangelegd.....	7
Afbeelding 2 Verspreidingskaart survey data. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.	12
Afbeelding 3 Verspreidingskaart archeologische anomalieën met SSS/MBES Underlay. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.	13
Afbeelding 4 Verspreidingskaart archeologische anomalieën met SSS Underlay. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.	13
Afbeelding 5 Verspreidingskaart archeologische anomalieën met MBES. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.	14
Afbeelding 6 het in eerste instantie als hoog gewaardeerde anomalie ID23_0006. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.	14
Afbeelding 7 Verspreidingskaart magnetische anomalieën. Bron: MSDS Marine, zie ook bijlage 2.	16
Afbeelding 8 Beeld SSS locatie ID23_0006. Bron: Baars-Cipro.	17
Afbeelding 9 Resultaten onderzoek ROV locatie ID23_0006. Bron: Baars-Cipro.	18
Afbeelding 10 Screenshot camerabeelden ROV met wapperend dekzeil op locatie ID23_0006. Bron: Baars-Cipro.	19

Bijlagen

Bijlage 1:	Overzicht van archeologische en geologische perioden
Bijlage 2:	Rapportage MSDS

Bijlage 1 Overzicht van archeologische en geologische perioden



C14 ouderdommen en gekalibreerde ouderdommen van het Holocene volgens Van Geel et al. (1983/1985). C14 ouderdom van het Laet Glaciaal volgens Hoek (2001/2008) en gekalibreerde ouderdommen van het Laet Glaciaal volgens Rasmussen et al. (2006). Overige pleistocene chronostratigrafie volgens Westerhoff et al. (2003). Archeologische perioden van de prehistorie volgens Laswet Koolmans et al. (2000) en overige archeologische perioden volgens Archis.

Periode	Van - tot
Vroeg Paleolithicum	Tot 300.000 voor Chr.
Midden Paleolithicum	300.000 voor Chr. – 35.000 voor Chr.
Laat Paleolithicum	35.000 voor Chr. – 8800 voor Chr.
Vroeg Mesolithicum	8800 voor Chr. – 7100 voor Chr.
Midden Mesolithicum	7100 voor Chr. – 6450 voor Chr.
Laat Mesolithicum	6450 voor Chr. – 4900 voor Chr.
Vroeg Neolithicum	5300 voor Chr. – 4200 voor Chr.
Midden Neolithicum	4200 voor Chr. – 2850 voor Chr.
Laat Neolithicum	2850 voor Chr. – 2000 voor Chr.
Vroege Bronstijd	2000 voor Chr. – 1800 voor Chr.
Midden Bronstijd	1800 voor Chr. – 1100 voor Chr.
Late Bronstijd	1100 voor Chr. – 800 voor Chr.
Vroege IJzertijd	800 voor Chr. – 500 voor Chr.
Midden IJzertijd	500 voor Chr. – 250 voor Chr.
Late IJzertijd	250 voor Chr. – 12 voor Chr.
Vroeg Romeinse Tijd	12 voor Chr. – 70 na Chr.
Midden Romeinse Tijd	70 na Chr. – 270 na Chr.
Laat Romeinse Tijd	270 na Chr. – 450 na Chr.
Vroege Middeleeuwen	450 na Chr. – 1050 na Chr.
Late Middeleeuwen	1050 na Chr. – 1500 na Chr.
Nieuwe Tijd A	1500 na Chr. – 1650 na Chr.
Nieuwe Tijd B	1650 na Chr. – 1850 na Chr.
Nieuwe Tijd C	1850 na Chr. – 1950 na Chr.



Geophysical Review Report



Ijsselmeerdijk Ketelmeerburg tot parkhaven Lelystad

Geophysical Review Report

MSDS Marine



MSDS
Marine



MSDS
Heritage

Ijsselmeerdijk Ketelmeerbrug tot parkhaven Lelystad

Geophysical Review Report

Project Name	Ijsselmeerdijk Ketelmeerbrug tot parkhaven Lelystad Geophysical Review
Client	Vestigia
Client Project Number	
MSDS Marine Project Number	MSDS23273
Author and anomaly details	Mat Polakowski mat@msdsmarine.co.uk
Origination date	27/09/2023
Reviser (s)	Mark James
Date of last revision	17/01/2024
Quality Assurance Approval	Mark James
Version number:	1.1
Summary of changes	Updating review of high potential anomaly following additional data

Contents

1.0	Introduction - 2023 Archaeological Assessment	3
1.1	Archaeological review of geophysical and hydrographic data.....	3
2.0	Methodology	3
2.1	Data format and project datum.....	3
2.2	Data deliverables to MSDS Marine.....	3
2.3	Data review, quality, and confidence	4
2.4	Archaeological assessment of data	4
2.5	Notes on Interpretation	8
3.0	Assessment Results	9
3.1	Surface Anomalies.....	9
3.2	High potential anomalies.....	13
3.3	Medium potential anomalies	13
3.4	Low potential anomalies	13
3.5	Magnetic Anomalies.....	16
4.0	Mitigation.....	18
4.1	Low Potential Anomalies.....	19
4.2	Archaeological Exclusion Zones (AEZ).....	19
4.3	Temporary Archaeological Exclusion Zones (TAEZ)	20
4.4	Areas of Archaeological Potential (AAP).....	20
5.0	Annex A - Gazetteer of Anomalies of Archaeological Potential.....	21

Figures

Figure 1: 2023 Distribution of Survey Data.....	7
Figure 2: 2023 Distribution of Archaeological Anomalies with SSS and MBES Underlay.....	10
Figure 3: 2023 Distribution of Archaeological Anomalies with SSS Underlay.....	11
Figure 4: 2023 Distribution of Archaeological Anomalies with MBES	12
Figure 5: 2023 INITIAL assessment of ID23_0006	14
Figure 5: 2023 UPDATED assessment of ID23_0006	15
Figure 6: 2023 Distribution of magnetic anomalies.....	17

Tables

Table 1: Survey sensors	3
Table 2: Archaeological potential criteria.....	8
Table 3: 2023 Distribution of anomalies.....	9
Table 4: Magnetic anomalies.....	16
Table 5: Mitigation criteria for archaeological anomalies	18
Table 6: Archaeological mitigation strategies.....	19
Table 7: Area of Operational Awareness within the assessment area	20

1.0 Introduction - 2023 Archaeological Assessment

1.1 Archaeological review of geophysical and hydrographic data

1.1.1 The principle aim of the archaeological review of geophysical and hydrographic data is to establish the presence of potentially significant archaeological material on the seabed. The identification of material allows for strategies to be recommended to mitigate against any negative effects that may be caused by the development process.

1.1.2 The objectives of the archaeological interpretation can be summarised as follows;

- To establish the presence of anthropogenic material of archaeological potential;
- To interpret the identified anomalies as to their potential to be of archaeological significance;
- To recommend mitigation strategies for the anomalies appropriate to their archaeological potential;
- To recommend further works that may be required and their specifications.

2.0 Methodology

2.1 Data format and project datum

2.0.2 Geophysical and hydrographic survey data were collected between 21st and 30th June 2023 as part of a survey following the coastline from Ketelmeerburg to Lelystad.

2.1.1 Survey operations comprised Sidescan Sonar (SSS), Multibeam Bathymetry (MBES), and Magnetometer. The survey data were collected by G2 Surveys Hydrography (G2) with a minimum 100% coverage of the MBES data across the survey area and up to 400.0 m from the coastline. The SSS and Magnetometer data were collected simultaneously with the MBES data but were only recorded up to 140.0 m from the coastline.

2.1.2 The SSS was pole mounted and the data were positioned using BeamworX NavaQ. The Magnetometer data were positioned using manual layback calculations. The sensors used are detailed in Table 1 below.

Sensor	Specification
Sidescan sonar	Klein 3900 (450/900 kHz)
Multibeam echo sounder	Kongsberg EM2040C
Magnetometer	Geometrics G882

Table 1: Survey sensors

2.2 Data deliverables to MSDS Marine

2.2.1 Following data collection navigation and offsets were applied, and the data Quality Controlled before being delivered to MSDS Marine.

- 2.2.2 Sidescan Sonar (SSS) data were supplied as navigation corrected .xtf files, and Multibeam Bathymetry (MBES) data as processed .xyz files gridded at 0.5 m and 1.0 m, with outliers removed and patch test, tides and navigation applied. Magnetometer data were supplied as .xyz files and as a gazetteer detailing identified anomalies.
- 2.2.3 In addition, MSDS Marine were provided with operations and interpretations reports produced by the survey contractors¹².

2.3 Data review, quality, and confidence

- 2.3.1 The data provided were organized into three sections (NOORD, MIDDEN, and ZUID), corresponding with the areas the MBES data were collected in. The distribution of data is shown in Figure 1.
- 2.3.2 The project was set up in the RD New (ESPG 28992) coordinate reference system (CRS).
- 2.3.3 An initial assessment of the data was undertaken to check for position accuracy, general data quality, and any factors that may impact interpretation including decreased data quality due to interference or weather.
- 2.3.4 Small offsets were noted in places between the SSS and MBES data, however this is usual and positions for medium and high potential anomalies were always taken from the MBES data.
- 2.3.5 It was possible to view a range of high, medium, and low potential Anomalies, alongside the evidence of infrastructure and modern debris, within the survey extents. Overall, the data were deemed suitable for archaeological interpretation. It must be noted that there is always the potential for Anomalies of archaeological potential to not be visible in the data, this possibility is increased in areas of poor data quality or variable topography.

2.4 Archaeological assessment of data

- 2.4.1 The archaeological assessment of data was undertaken by a qualified and experienced maritime archaeologist with a background in geophysical and hydrographic data acquisition, processing, and interpretation.
- 2.4.2 Following delivery of the required datasets, an initial review was undertaken to gain an understanding of the geological and topographic make-up of the survey area. Within the extent of the survey area the potential for variations in the seabed are high and can affect the interpretation of anomalies.

Multibeam Echosounder

- 2.4.3 Navigation corrected, and processed, MBES data were provided to MSDS Marine as 0.5 m and 1.0 m grid .xyz files. The MBES data were reviewed, and the data quality was sufficient to be gridded to 0.5 m across the extents of the assessment area. Whilst MBES data gridded at 0.5 m is of sufficient quality for archaeological assessment, it should be noted that any anomalies smaller than the grid size will not be visible in the data. The resulting 3-Dimensional image was

¹ G2 Surveys Hydrography, 2023. Rapportage. *Hydrografische Peilingen IJsselmeerdijk Ketelmeerburg tot parkhaven Lelystad – Multibeam*.

² G2 Surveys Hydrography, 2023. Rapportage. *Hydrografische Peilingen IJsselmeerdijk Ketelmeerburg tot parkhaven Lelystad – Multibeam, Side Scan Sonar & Magnetometer*.

viewed on a block by block basis, and all anomalies of potential anthropogenic origin identified and recorded.

- 2.4.4 The MBES data were collected with a minimum 100% of coverage up to 400.0 m from the coastline.
- 2.4.5 Due to the minimum anomaly detection size of MBES data being larger than that of SSS data, the primary use during archaeological assessment, outside of seabed characterisation, is the corroboration of anomalies identified within other datasets and the visualisation of anomalies that may otherwise be obscured by shadow.

Sidescan Sonar

- 2.4.6 SSS data were imported into SeaView 5.4 (SeaView) where bottom tracking was undertaken, and gains adjusted to ensure the optimal and consistent presentation of data. Each line of SSS was replayed and most of the SSS data collected was determined to be of sufficient quality for archaeological assessment. It should be noted that factors such as weather, and sea state may contribute to the reduction in quality of SSS data. Due to the shallow depths across the survey area the SSS was hull mounted which may impact the quality of SSS data.
- 2.4.7 SSS line spacing varies across the survey area, between c. 50.0 m and c. 10.0 m, and is likely result of all data being collected simultaneously and guided by the requirement to achieve 100% coverage with the MBES.
- 2.4.8 The SSS data were collected with a minimum 100% coverage up to 140.0 m from the coastline. SSS data achieved a minimum of 100% coverage up to 140.0 m from the coastline across the NOORD and MIDEEN areas of the survey. The ZUID area was afforded only partial coverage across the northern section of the area up to 140.0 m from the coastline, totalling an area of approximately 0.02 km² of SSS coverage.
- 2.4.9 Data were reviewed on a line by line basis, and all anomalies of potential anthropogenic origin identified and recorded. Records include at a minimum an image of the anomaly, dimensions, and a description. An archaeological potential was assigned to the anomaly following the criteria outlined in Table 2 below.
- 2.4.10 Following assessment of the individual lines, a mosaic was created and a Geotiff exported to allow for the checking of positional accuracy against the MBES data and to identify the extents of any anomalies that may have extended past the limits of individual lines.

Magnetometer

- 2.4.11 Magnetometer data were collected simultaneously with the SSS and MBES data, and therefore line spacing varies across the survey area, between c. 50.0 m and c. 10.0 m. Magnetometer data was collected up to 140.0 m from the coastline. Magnetometer data coverage was only provided for the NOORD survey area.
- 2.4.12 Magnetometry data were provided as .xyz files and as a gazetteer detailing all anomalies. An assessment was made by MSDS Marine as to the suitability of the gazetteer for archaeological interpretation. Where required the .xyz magnetometer data was imported into SeaView software where the data was smoothed, and a 'baseline' identified and removed from the data to highlight ferrous anomalies whilst taking into account geological variations in the data.

2.4.13 Magnetic anomalies identified within the data had the position, intensity and dimensions recorded. An archaeological potential was assigned to the anomaly following the criteria outlined in Table 2 below. The data were gridded to visually identify areas where the distribution of anomalies may represent a wider feature such a buried but dispersed wreck, or modern features such as buried cable or chain. Magnetic anomalies were reviewed and where possible were correlated with anomalies visible on the seabed.



Figure 1: 2023 Distribution of Survey Data

2.5 Notes on Interpretation

- 2.5.1 Anomalies that may be of archaeological interest were identified in the SSS, Magnetometer, and MBES datasets, tagged, and measured in SeaView. Anomalies were reviewed concurrently alongside the magnetic anomalies within SeaView.
- 2.5.2 Following the assessment of all provided datasets, the results were loaded into ESRI ArcGIS Pro 3.1.3, a Geographical Information System (GIS), and reviewed alongside each other, along with Geotiffs of the SSS and MBES. The concurrent review allows the amalgamation of duplicate anomalies, the assessment of the wider context, and an understanding of the extents of a feature that may be partially buried, or span across two or more lines of data.
- 2.5.3 Each anomaly was assigned a rating for archaeological potential based on the criteria in Table 2. Please note, the rating is the interpreted potential to be of archaeological significance, not the archaeological significance. For anomalies other than known wrecks the archaeological significance can only be determined through ground truthing and/or further research.
- 2.5.4 It should be noted that there may be instances where an anomaly may exist on the seabed but not be visible in the geophysical data, this may be due to being covered by sediment, being obscured from the line of sight from the sonar, or poor-quality data.

Rating	Criteria
Low	An anomaly potentially of anthropogenic origin but that is unlikely to be of archaeological significance – Examples may include discarded modern debris such as rope, cable, chain, or fishing gear; small, isolated anomalies with no wider context; or small boulder-like features with associated magnetometer readings.
Medium	An anomaly believed to be of anthropogenic origin but that would require further investigation to establish its archaeological significance – Examples may include larger unidentifiable debris or clusters of debris, unidentifiable structures, or significant magnetic anomalies.
High	An anomaly almost certainly of anthropogenic origin and with a high potential of being of archaeological significance – high potential anomalies tend to be the remains of wrecks, the suspected remains of wrecks, or known structures of archaeological significance.

Table 2: Archaeological potential criteria

- 2.5.5 A gazetteer of all identified anomalies identified during the 2023 archaeological assessment of 2023 data can be found in 5.0 Annex A - Gazetteer of Anomalies of Archaeological Potential.

3.0 Assessment Results

3.1 Surface Anomalies

3.0.2 One anomaly of high archaeological potential was identified within the survey dataset. No anomalies of medium potential, and five low potential anomalies were identified within the survey dataset. The distribution is shown in Figure 2, Figure 3, and Figure 4 below.

3.0.3 The one high medium potential anomaly (ID23_0006) is located within the southwestern section of the NOORD survey area and is provided coverage in the MBES and SSS dataset. Of the five low potential anomalies, three (ID23_0001, ID23_0002, and ID23_0003) are located within the NOORD survey area and two (ID23_0004, and ID23_0005) are located within the MIDDEN survey area. The anomalies are summarised in Table 3 below.

Location	Archaeological Potential		
	High	Medium	Low
NOORD Survey Area	0	0	4
MIDDEN Survey Area	0	0	2
ZUID Survey Area	0	0	0
Totals	0	0	6

Table 3: 2023 Distribution of anomalies



Figure 2: 2023 Distribution of Archaeological Anomalies with SSS and MBES Underlay



Figure 3: 2023 Distribution of Archaeological Anomalies with SSS Underlay



Figure 4: 2023 Distribution of Archaeological Anomalies with MBES

Geophysical Review Report
 IJsselmeerdijk Ketelmeerbrug tot parkhaven Lelystad – MSDS23273/1.1

3.2 High potential anomalies

- 3.2.1 Following the review of additional data, no high potential anomalies were identified within the survey data. Anomaly ID23_0006 was initially identified as a high potential contact but has been reinterpreted as a low potential contact.

3.3 Medium potential anomalies

- 3.3.1 No medium potential anomalies were identified within the survey area.

3.4 Low potential anomalies

- 3.4.1 Six low potential anomalies were identified within the survey area.
- 3.4.2 The low potential anomalies can be categorised as unidentified debris, and chain, cable, or rope, and a depression.

Initial assessment of Anomaly ID23_0006

- 3.4.3 The initial assessment of anomaly ID23_0006 (Figure 5), identified a prominent feature in the MBES measuring 14.2 m x 5.2 m with a measurable height of 0.8 m. The form of which is indicative of a wreck.
- 3.4.4 There are no UKHO records within the area.
- 3.4.5 While high potential anomaly ID23_0006 is afforded coverage in both the MBES and SSS data, it is only visible in the MBES data. Comparison of positioning in the SSS data and MBES data reveals the anomaly is located in the water column data of the SSS and is therefore not visible. No magnetic anomalies directly correlate with the location.
- 3.4.6 The form of high potential anomaly ID23_0006 suggests it is anthropogenic in origin, but further investigation is required in order to identify the archaeological significance.

Updated interpretation of Anomaly ID23_0006

- 3.4.7 Additional SSS and MBES data were collected over the high potential ID23_0006 by BAARS-CIPRO in December 2023, following the initial archaeological assessment.
- 3.4.8 Following a review of the new data, the anomaly of interest (ID23_0006) is no longer visible in the MBES data, with the exception of a small depression (visible in both the new and the old datasets). This suggests that the anomaly was possibly data artefact, and what is now visible on the seabed is unlikely to be of archaeological interest, and the form is not indicative of a wreck.
- 3.4.9 The position and measurements of low potential ID23_0006 have been updated in this review to reflect the new interpretation.
- 3.4.10 It is recommended that the exclusion zone be removed, but that an awareness of the position is maintained by the developer.
- 3.4.11 Low potential anomalies have been assessed against all available evidence and are deemed to be unlikely to be of archaeological significance and as such will not be discussed further within this report.

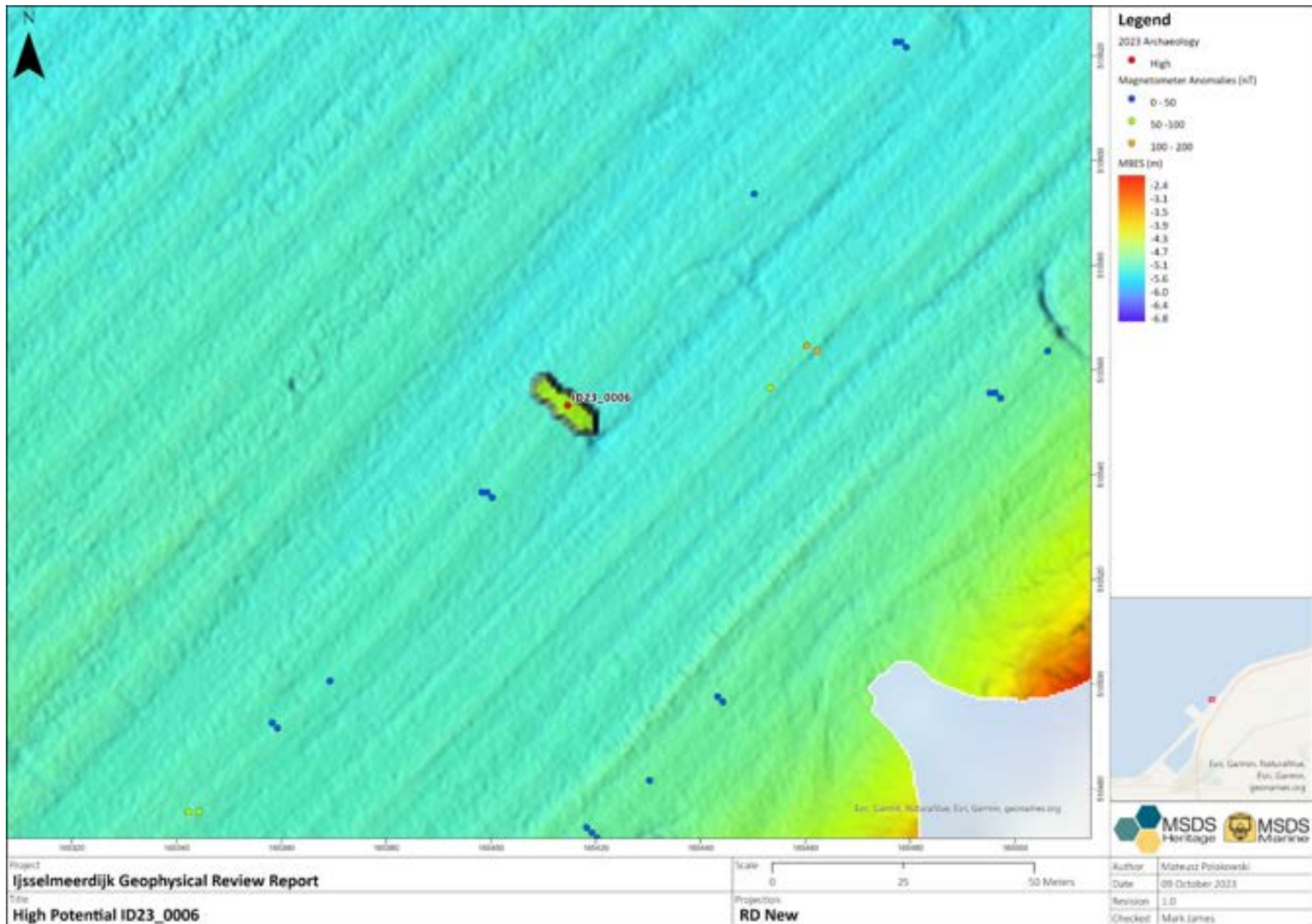


Figure 5: 2023 INITIAL assessment of ID23_0006

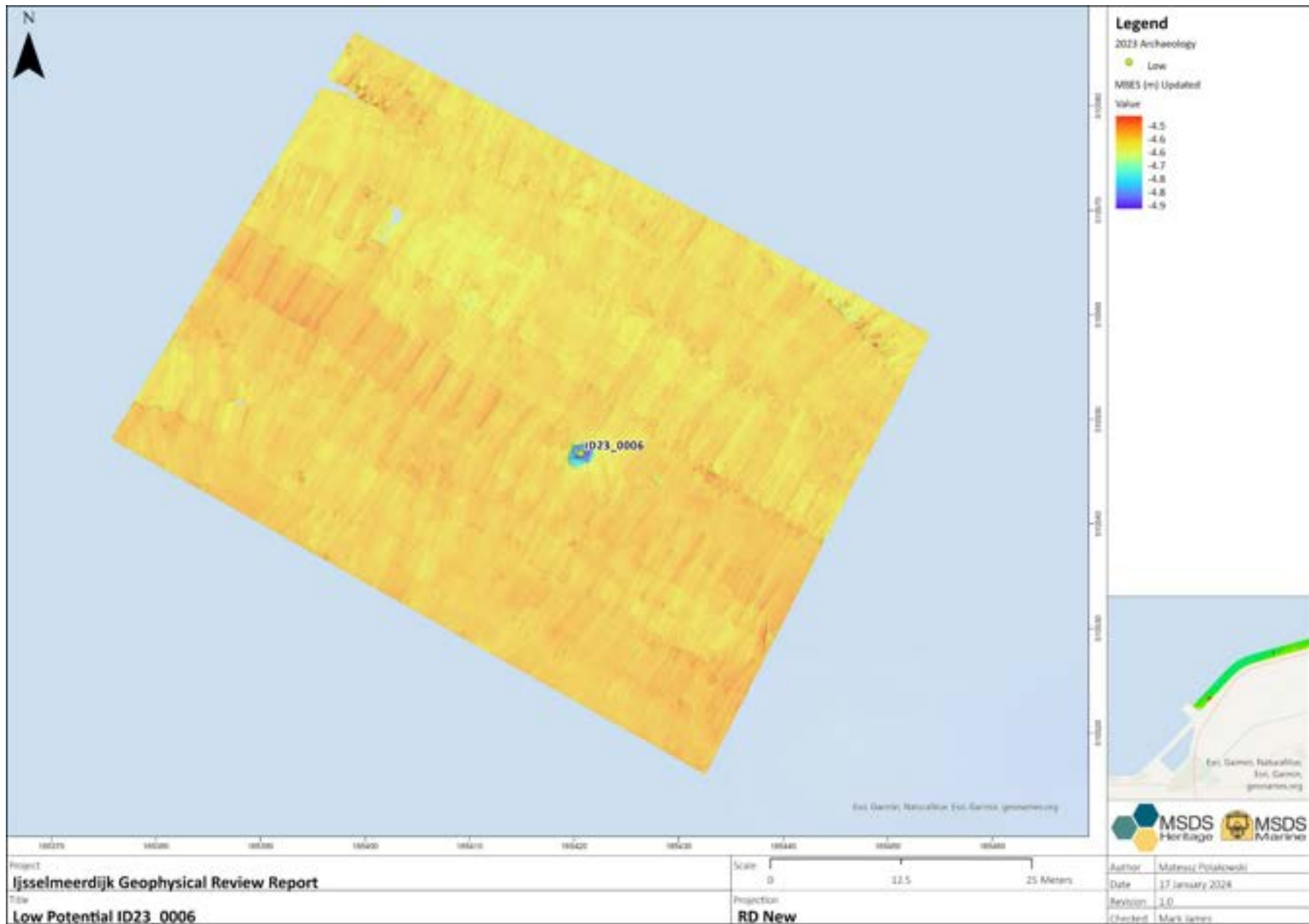


Figure 6: 2023 UPDATED assessment of ID23_0006

Geophysical Review Report
 IJsselmeerdijk Ketelmeerbrug tot parkhaven Lelystad – MSDS23273/1.1

3.5 Magnetic Anomalies

3.0.4 Five hundred and sixty-two magnetic anomalies ranging between 5 nT and 26,457 nT were identified within the data extents. The distribution of intensities is shown below in Table 4 and the distribution of anomalies presented in Figure 6.

3.5.1 The survey area is in a highly developed location, alongside reclaimed land, with infrastructure visible in the MBES data and satellite imagery, along the coastline. The visible infrastructure includes a substation, wind turbines, and a road adjacent to the coastline. Infrastructure, particularly that constructed, or containing ferrous material, will have an impact on the magnetometer data. This has been taken into consideration when undertaking the archaeological assessment of magnetic anomalies.

Intensity (nT)	Count
5 to 50	414
50 to 100	44
100 to 200	19
200 +	85
Total	562

Table 4: Magnetic anomalies

3.0.5 Anomalies identified from the magnetometer data are ferrous and thus generally anthropogenic in origin although they can be associated with geological features, however there is no visual interpretation as with other geophysical data. The positions of magnetic anomalies were viewed in the available datasets and where there was a strong correlation with a seabed anomaly, they were assessed for archaeological potential. All remaining anomalies have been included within this section.

3.0.6 The significant quantity, and the large size of a significant number of the magnetic anomalies, alongside in many instances a correlation with visible infrastructure, suggests that they are largely as a result of modern seabed activity. No magnetic anomalies were identified with a strong correlation between identified surface anomalies of archaeological potential. Given the nature of the magnetic anomalies, and the wide scale presence of modern infrastructure, it is not possible to accurately, and proportionally, determine the archaeological potential. Therefore, the following statement is given.

3.0.7 *The survey area contains a large number of magnetic anomalies; it is deemed probable that the majority, if not all, of these are related to modern infrastructure. It is not possible to determine the absence of archaeological material however, and this should be taken into consideration during the construction process with a suitable Protocol for Archaeological Discoveries (PAD) being implemented.*

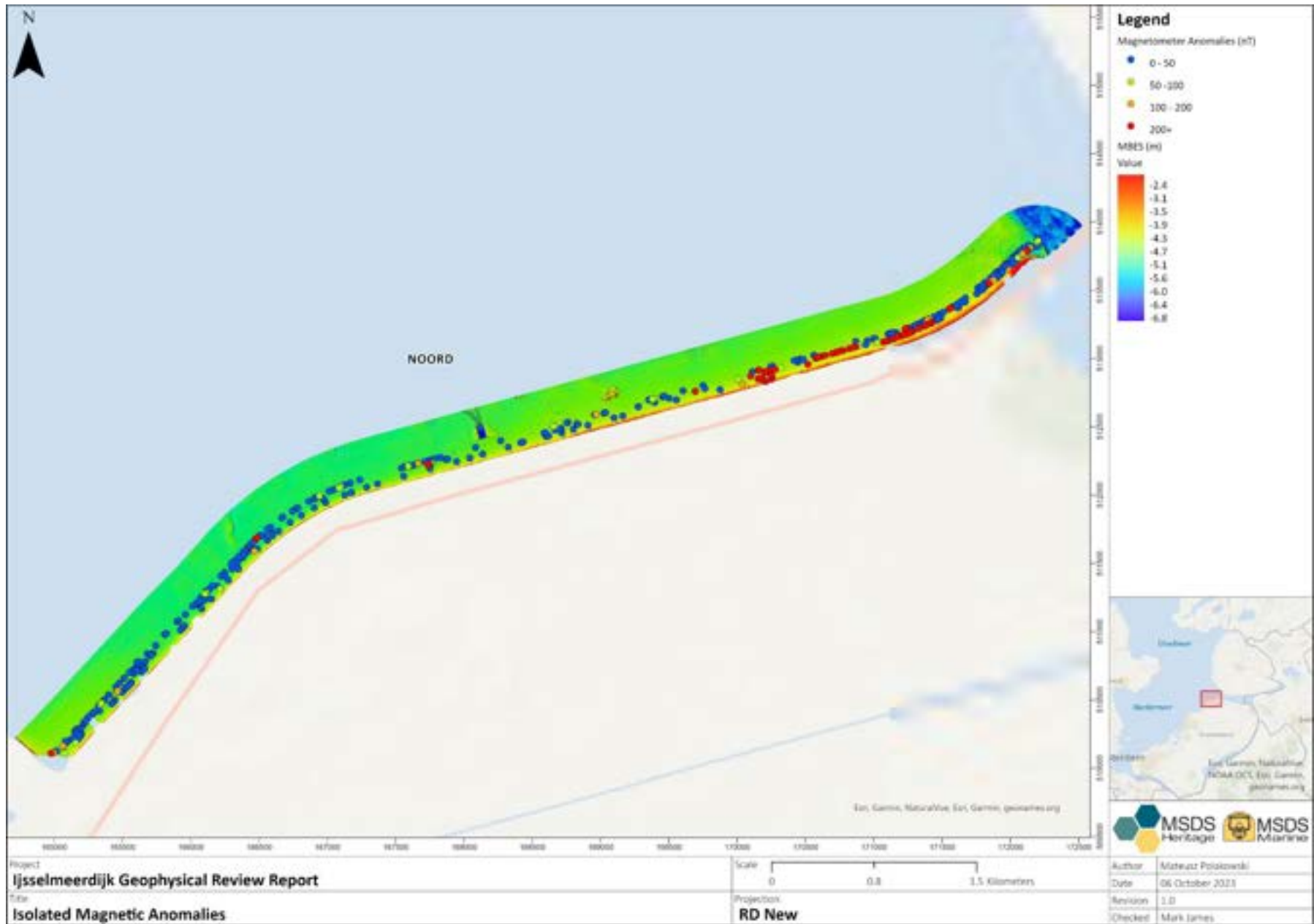


Figure 7: 2023 Distribution of magnetic anomalies

4.0 Mitigation

- 4.0.1 This section provides recommendations for the robust, but proportional, mitigation of impacts to the historic environment for low, medium, and high potential anomalies identified within the geophysical dataset.
- 4.0.2 The mitigation strategies recommended within this report are based on the available data, which is limited to full coverage MBES, and full coverage of the SSS and MAG data out to 140.0 m from the coastline. Sidescan Sonar and Magnetometer data was collected at the same line spacing as the MBES which means there is potential for smaller items of buried material of archaeological interest to be present within the assessment area that is not visible within the current dataset.

Surface anomalies

- 4.0.1 To ensure the most appropriate and robust mitigation for the historic environment, whilst being proportional to the requirements of the development, mitigation recommendations are determined on an anomaly by anomaly basis, and consider all available data including: potential significance, size, seabed type, seabed dynamics, the development type, and the potential negative impact. Mitigation strategies have been based on the criteria in Table 5 below.

Potential	Criteria
Low	No archaeological significance interpreted. Maintain an operational awareness of the anomaly's location and reporting through the agreed protocol should material of potential archaeological significance be encountered.
Medium	Avoidance of the anomaly's position and where appropriate an archaeological exclusion zone may be recommended. Ground truthing of the anomaly through the use of divers or an ROV would establish the archaeological potential.
High	Archaeological exclusion zones will be recommended based on the size of the anomaly, any outlying debris and the seabed dynamics as interpreted from the SSS and MBES data.

Table 5: Mitigation criteria for archaeological anomalies

- 4.0.2 Where an anomaly is visible in the MBES data, that position will generally be used for the implementation of mitigation recommendations. The position obtained from the MBES data is generally more accurate due to the sensor and the GPS receiver being fixed to the vessel in known planes.
- 4.0.3 The mitigation strategies detailed in Table 6 have been used.

Potential	Criteria
Archaeological Exclusion Zones (AEZs)	For archaeologically significant anomalies that are clearly identifiable in the survey data and where the extents are largely known, Archaeological Exclusion Zones (AEZs) will be recommend. AEZs will remain for the life of the project or until ground truthing or higher resolution data determines a reduction in potential, significance, or extents.
Temporary Archaeological Exclusion Zones (TAEZs)	Where an anomaly is not visible in the survey data but likely to exist on the seabed at a known position or where the extents of an anomaly are not fully identifiable, Temporary Archaeological Exclusion Zones (TAEZs) will be recommended. TAEZs have been identified as highly likely to be altered following higher resolution or full coverage data assessment however they will remain in place until alterations have been formally agreed.
Areas of Archaeological Potential (AAP)	Areas of Archaeological Potential (AAP) are primarily reserved for magnetic anomalies where, due to line spacing, positions are not accurately known. AAPs demonstrate that there is potentially an anomaly of archaeological significance around the given position. The anomaly is likely to be identified following higher resolution or full coverage data assessment but as the nature and position is not precisely known, no formal exclusion zone is recommended but instead a general awareness of the position is considered appropriate at this phase.

Table 6: Archaeological mitigation strategies

4.1 Low Potential Anomalies

- 4.1.1 Low potential anomalies have been identified as potentially anthropogenic in origin but unlikely to be of archaeological significance and no exclusion zones are recommended for these anomalies. Should material of potential archaeological significance be identified during the course of pre-development and development works they should be reported under an appropriate protocol for archaeological discoveries.

4.2 Archaeological Exclusion Zones (AEZ)

- 4.2.1 Medium and high potential anomalies have been identified as likely to be of anthropogenic origin and potentially of archaeological significance, within the dataset one anomaly was interpreted as of high potential and no anomalies were interpreted as medium potential. The anomaly has been recommended an AEZ based on the size of the anomaly, the extents of any debris, the potential significance of the anomaly, the potential impact of the development and the seabed dynamics within the area.
- 4.2.2 Dependant on the form of anomalies, AEZs will either be recommended as a radius' from the centre point of the anomaly or as a distance from the extents. Particularly in the case of shipwrecks, which tend to be longer in length than width, the use of a circle provides unequal protection around the extents. This not only impacts the protection afforded but does not represent proportional mitigation.

- 4.2.3 Anomalies and their recommended exclusion zones are detailed in Table 7 and the distribution presented in Figure 7. Note, where discrepancies exist between the position within different datasets, the position deemed to be most accurate has been used.
- 4.2.4 Following the review of new data provided after the initial assessment, no AEZs are recommended within the NOORD assessment area. It is recommended that the exclusion zone initially recommended around contact ID23_0006 be removed, but that an awareness of the position is maintained by the developer.

Geophysical ID	Description	Potential	RD New		AEZ (m)
			Easting	Northing	
ID23_0006	Depression	Low	165420.6	510546.7	Area of Operational Awareness

Table 7: Area of Operational Awareness within the assessment area

4.3 Temporary Archaeological Exclusion Zones (TAEZ)

- 4.3.1 No TAEZs are recommended within the assessment area.

4.4 Areas of Archaeological Potential (AAP)

- 4.4.1 No AAPs have been identified within the assessment area.

5.0 Annex A - Gazetteer of Anomalies of Archaeological Potential

Anomaly ID	Potential	Area	Basic description	Length	Width	Height	Easting	Northing
				(m)	(m)	(m)	RD New	
ID23_0001	Low	Survey Area	Unidentified debris	7.2	9.6	0.5	172026.5	513688.5
ID23_0002	Low	Survey Area	Chain cable or rope	17.7	0.3	0.0	167579.6	512162.3
ID23_0003	Low	Survey Area	Unidentified debris	2.7	1.1	0.1	167072.3	511991.3
ID23_0004	Low	Survey Area	Unidentified debris	25.5	1.4	0.3	162546.8	507630.9
ID23_0005	Low	Survey Area	Unidentified debris	1.8	1.7	0.6	162740.0	507732.3
ID23_0006	Low	Survey Area	Depression	2.5	2.8	0.4	165420.6	510546.7

This text was set using the following freely available font software:

Allerta Copyright (c) 2010, Matt McInerney (<http://pixelspread.com>),
with Reserved Font Name Allerta.

Inconsolata_dz Copyright (c) 2006, Raph Levien (<http://www.levien.com>),
with Reserved Font Name <Inconsolata>.
Copyright (c) 2009, David Zhou (<http://blog.nodnod.net/>)
with Reserved Font Name <Inconsolata_dz>.

Molengo_Vestigia Copyright (c) 2007, Denis Moyogo Jacquerye,
with Reserved Font Name <Molengo>.
Copyright (c) 2011, Vestigia BV Archeologie & Cultuurhistorie (www.vestigia.nl),
with Reserved Font Name <Molengo_Vestigia>; available at www.vestigia.nl/fonts.



This Font Software is licensed under the SIL Open Font License, Version 1.1.
The license is available with a FAQ at: <http://scripts.sil.org/OFL>

Vestigia BV *Archeologie & Cultuurhistorie*
Spoorstraat 5
3811 MN Amersfoort
Nederland

Telefoon 033 277 92 00
E-mail info@vestigia.nl
Website www.vestigia.nl

K.v.K. Gooi- en Eemland 32078894



Erfgoedingenieurs

“Engineering the past, creating the future”



**C - BI8482-VES-RP-0023_IJMD_
Werkprotocol_Archeologische_Toevalsvondsten_IJsselmeerdijk_C01**

Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten

Dijkversterking IJsselmeerdijken, gemeenten Lelystad en Dronten



Projectnummer Vestigia: V23-5275

In opdracht van: Royal HaskoningDHV (in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland)

Samenstelling: W.J. Weerheijm, N. Schoute

Plaats en datum: Amersfoort, 5 oktober 2023

Niets uit dit werk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook, daaronder mede begrepen gehele of gedeeltelijke bewerking van het werk, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Vestigia BV



Document	Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten
Documentnummer	V23-37930/5275/WW
Opsteller	W.J. Weerheijm
Eigenaar	Royal HaskoningDHV (in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland)

Documenthistorie			
Revisie	Datum	Status	Toelichting
1-0	5 oktober 2023	Concept	Eerste concept ter goedkeuring opdrachtgever/bevoegd gezag

Distributie		
Functie	Naam	Organisatie

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Archeologische verwachting.....	5
1.3	Scope	6
1.4	Raakvlakken met andere documenten	6
1.5	Lijst met afkortingen.....	6
1.6	Betrokken personen	7
2	Betrokken partijen	8
2.1	Opdrachtnemer	8
2.2	Opdrachtgever	8
2.3	Senior KNA Archeoloog.....	8
2.4	Bevoegd gezag	8
3	Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten.....	9
3.1	Instructie uitvoerders	9
3.2	Archeologische toevalsvondsten	9
3.3	Archeologie in het werk.....	9
3.4	Besluitvorming.....	9
3.5	Stappenplan vondstmelding.....	9
	Bijlage 1 - Voorbeelden van archeologische vondsten.....	12
	Voorbeelden van scheepshout:.....	12
	Voorbeelden van scheepsladingen:	13
	Voorbeelden van onderdelen van vliegtuigwrakken:.....	14
	Voorbeeld van metaal:	15
	Voorbeeld van steen:	16
	Voorbeelden van aardewerk:	16
	Voorbeelden van archeologische grondsporen	17

Projectgegevens	
Initiatief	Dijkversterking
Toponiem / locatie	IJsselmeerdijken
Plaats	Oost Flevoland/ Lelystad
Gemeente	Lelystad en Dronten
Provincie	Flevoland
Opdrachtgever	Royal HaskoningDHV (in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland) RHDHV, Rivieren en Kusten Postbus 8520, 3009 AM Rotterdam
Contactpersoon	Dhr. H. de Jong
Uitvoerder en documentatie	Vestigia BV <i>Archeologie & Cultuurhistorie</i>
Projectleider/Senior archeoloog	Drs. W.A.M. Hessing
Projectcode	V23-5275
Bevoegd gezag gemeenten Adres	Gemeenten Lelystad Postbus 91 8200 AB Lelystad Gemeente Dronten Postbus 100 8250 AC Dronten
Contactpersoon	Gemeente Lelystad: mevr. E. Rozema: ej.rozema@Lelystad.nl Gemeente Dronten: Dhr. A. Kleine Staarman: a.kleinstaarman@dronten.nl
Bevoegd gezag RWS	Rijkswaterstaat Zee en Delta Lange Kleiweg 34 2288 GK Rijswijk Postbus 556 3000 AN Rotterdam
Deskundige Rijkswaterstaat	Rijkswaterstaat Zee en Delta Dhr. J. Vermeersch: Jeroen.vermeersch@rws.nl
Provinciaal Depot Bodemvondsten	Mevr. Tineke Roovers Oostvaardersdijk 01-13 8242 PA Lelystad Tineke.roovers@batavialand.nl

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Royal HaskoningDHV is in opdracht van het Waterschap Zuiderzeeland betrokken bij de dijkversterking van de IJsselmeerdijken in de gemeenten Lelystad en Dronten. Het plangebied bestaat uit de IJsselmeerdijk, over een lengte van ca. 17,6 km (globaal tussen dijkspaal 35,0 en 17,5), aan de noordwestzijde van Oostelijk Flevoland. De waterkering loopt van de Ketelbrug in het noorden tot aan de Houtribdijk in Lelystad. De kruin van de dijk ligt op circa NAP +5,2 m in het noorden en circa NAP +3,5 m in het zuiden. Het is een lange rechte gradijk met een steenbekleding aan de buitenzijde. Buitendijks beslaat het plangebied een strook van 150 m uit de kust waar voorland



Afbeelding 1 Ligging plangebied.

1.2 Archeologische verwachting

In principe is er binnen het plangebied sprake van drie mogelijke archeologische niveaus, met elk een andere archeologische verwachting:

Paleolithicum – Mesolithicum

In principe kunnen binnen het gehele plangebied (met uitzondering van de bodem direct onder het dijklichaam) sporen van bewoning en gebiedsexploitatie voorkomen uit het Paleolithicum en het Mesolithicum. Indien aanwezig bevinden deze sporen zich in de top van het dekzand op overwegend 10 m - NAP, met een maaiveld op 3-4 m -NAP. De archeologische sporen en resten kunnen bestaan uit paalkuilen, haardkuilen, houtskoolconcentraties, (vuur)stenen werktuigen en productieafval.

Swifterbantcultuur

Op een aantal locaties binnen het plangebied zijn oude getijdenafzettingen afgezet in de vorm van oeverwallen en beddingafzettingen. Op de oeverwallen kunnen zich archeologische waarden bevinden,

daterend uit de midden fase van de Swifterbantcultuur (circa 5200-3800 v. Chr.). Het niveau waarop deze sporen te verwachten zijn bevindt zich binnen 6-7 m -NAP, d.w.z. 2-4 m beneden maaiveld, met daarbinnen mogelijke opduikingen. De archeologische sporen en resten kunnen bestaan uit een archeologische bewoningslaag, paalkuilen, haardkuilen, houtskoolconcentraties, (vuur)stenen werktuigen en productieafval en (evt.) aardewerk.

Scheeps- en vliegtuigwrakken

In de bovenste lagen binnen het plangebied, de Zuiderzee-, Flevo- en Almere-afzettingen kunnen scheepswrakken of -wrakresten worden aangetroffen (zowel op land als op de bodem van het IJsselmeer. Nog steeds worden bij grondwerkzaamheden scheepswrakken ontdekt. De oudste nog in de bodem te verwachten scheepswrakken dateren uit de 14^e eeuw. Hoewel altijd een kans bestaat om scheepswrakken of scheepsonderdelen aan te treffen is de archeologische verwachting hiervan voor wat betreft de planlocatie niet hoger dan elders in Flevoland. Het te versterken dijktracé heeft een lengte van ca. 17,6 km. De kans op het aantreffen van scheepsresten binnen de te verstoren delen binnen het plangebied is daarmee aanwezig, maar wordt als laag geschat.

Tevens bestaat de mogelijkheid dat zich binnen het plangebied vliegtuigwrakken bevinden uit de Tweede Wereldoorlog. Hoewel er geen crashsites bekend zijn binnen het plangebied, kan dit ook niet geheel worden uitgesloten.

1.3 Scope

Dit Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten (WAT) is opgesteld voor de werkzaamheden binnen het plangebied IJsselmeerdijken (afbeelding 1).

1.4 Raakvlakken met andere documenten

Dit Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten heeft raakvlakken met de volgende publicatie:

- BRENK, S. VAN DEN/R. VAN LIL, 2015: *Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Flevokust, zuidelijke vaargeul*, Amsterdam (Periplus/Archeomare rapport 15A023-01).
- BRENK, S. VAN DEN/R. VAN LIL, 2018: *Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Windplan Blauw IJsselmeer*, Amsterdam (Periplus/Archeomare rapport 17A032-01).
- WEERHEIJM, W.J., R. SCHRIJVERS, N. SCHOUTE, E.R.J.G. PICARD, 2021: Archeologisch vooronderzoek in het kader van het project Dijkversterking IJsselmeerdijk, gemeenten Lelystad en Dronten, Vestigia-rapport V2031.
- WEERHEIJM, W.J., R. SCHRIJVERS, N. SCHOUTE, W.A.M. HESSING, 2022: Aanvullend maritiem-archeologisch vooronderzoek in het kader van het project Dijkversterking IJsselmeerdijk, gemeenten Lelystad en Dronten, Vestigia-rapport V2178.

1.5 Lijst met afkortingen

ARCHIS	Archeologisch Informatiesysteem (van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed)
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
RCE	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

1.6 Betrokken personen

Opdrachtgever – Royal HaskoningDHV (in opdracht van Waterschap Zuiderzeeland)

Functie	Naam	Contactgegevens
Opdrachtgever	Royal HaskoningDHV	Postbus 8520 3009 AM Rotterdam
Contactpersoon opdrachtgever	Dhr. H. de Jong	088-3481973 Han.de.jong@rhdhv.com

Bevoegd Gezag – Gemeente Lelystad

Functie	Naam	Contactgegevens
Bevoegd gezag	Gemeente Lelystad	Postbus 91 8200 AB Lelystad
Contactpersoon	mevr. E. Rozema	14 0320 ej.rozema@Lelystad.nl

Bevoegd Gezag – Gemeente Dronten

Functie	Naam	Contactgegevens
Bevoegd gezag	Gemeente Dronten	Postbus 100 8250 AC Dronten
Contactpersoon	Dhr. A. Kleine Staarman	14 0321 a.kleinestaarman@dronten.nl

Bevoegd Gezag – Rijkswaterstaat

Functie	Naam	Contactgegevens
Bevoegd gezag	Rijkswaterstaat Zee en Delta	Postbus 556 3000 AN Rotterdam
Contactpersoon	Dhr. J. Vermeersch	06-54674834 Jeroen.vermeersch@rws.nl

Opsteller document - Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie

Functie	Naam	Contactgegevens
Opsteller	Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie	Spoorstraat 5 3811 MN Amersfoort
Controleur/ Sr. KNA Archeoloog	Dhr. W.A.M. Hessing	033-2779200 (ma-don) w.hessing@vestigia.nl
Projectleider/ Sr. KNA BO Archeoloog	Dhr. W.J. Weerheijm	033 277 92 00 (ma-do) w.weerheijm@vestigia.nl
Maritiem archeoloog	Mevr. N. Schoute	033 277 92 00 (ma-vrij) n.schoute@vestigia

2 Betrokken partijen

2.1 Opdrachtnemer

De Civiele Opdrachtnemer/aannemer is verantwoordelijk voor de uitvoering van de civiele werkzaamheden binnen het plangebied, en is verantwoordelijk voor de verplichte melding van archeologische toevalsvondsten aan de Opdrachtgever. Voorafgaand aan de uitvoering van het werk instrueert Opdrachtnemer – schriftelijk en mondeling - al het bij het werk betrokken personeel, hoe archeologische waarden te herkennen. Opdrachtnemer benoemt een coördinator die intern de meldingen ontvangt en tijdig doorgeeft aan de Opdrachtgever en omgekeerd voor de Opdrachtgever aanspreekpersoon is voor deze meldingen. Vondsten gedaan tijdens het werk worden nog dezelfde dag aan Opdrachtgever gemeld. Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor het op beeld vastleggen (foto's) van toevalsvondsten in het veld, ten behoeve van een eerste beoordeling van de vondst door een ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog).

2.2 Opdrachtgever

De Opdrachtgever is verantwoordelijk voor het verstrekken van instructiemateriaal aan Opdrachtnemer ten behoeve van de instructie van al het bij het werk betrokken personeel. Opdrachtgever benoemt een coördinator die intern de meldingen ontvangt van Opdrachtnemer en tijdig doorgeeft aan het Bevoegd Gezag en omgekeerd voor het Bevoegd Gezag aanspreekpersoon is voor deze meldingen. Vondstmeldingen gedaan bij Opdrachtgever worden nog dezelfde dag gemeld aan het Bevoegd Gezag. Opdrachtgever is het verantwoordelijk voor het (laten) beoordelen van de archeologische vondst ter plaatse door een ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog).

2.3 Senior KNA Archeoloog

De ter zake deskundige, de Senior KNA Archeoloog, is een archeoloog die met deze actorstatus geregistreerd staat in het Actorregister Archeologie (<https://www.actorregistratie.nl/>). De Senior KNA Archeoloog beoordeelt na de melding de vondst ter plaatse. De Senior KNA Archeoloog koppelt zijn / haar bevindingen terug aan Opdrachtgever en op verzoek van Opdrachtgever aan het Bevoegd Gezag. Wanneer het Bevoegd Gezag op basis van de bevindingen van de Senior KNA Archeoloog, besluit dat vervolgstappen noodzakelijk zijn, maakt de Senior KNA Archeoloog de consequenties hiervan (in tijd en geld) inzichtelijk voor Opdrachtgever en het Bevoegd Gezag.

2.4 Bevoegd gezag

Het Bevoegd Gezag (in deze de gemeenten Lelystad, Dronten en Rijkswaterstaat) is verantwoordelijk voor het nemen van een besluit ten aanzien van de omgang met de vondst op basis van het advies van de ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog). Het Bevoegd Gezag besluit of nadere archeologische maatregelen naar aanleiding van de vondst noodzakelijk zijn.

3 Werkprotocol Archeologische Toevalsvondsten

3.1 Instructie uitvoerders

Het is van belang dat alle bij het project betrokken uitvoerders en medewerkers op het werk worden gewezen op de mogelijkheid dat tijdens de werkzaamheden ook buiten de voor archeologisch onderzoek geselecteerde zones archeologische resten kunnen worden aangetroffen en dat deze moeten worden gemeld. Hiertoe moet in een overleg met de uitvoerders het onderwerp archeologische vondst en meldingsplicht worden meegenomen. Daarnaast moet de handelwijze bij het aantreffen van een archeologische vondst worden opgenomen in de projectdocumentatie.

3.2 Archeologische toevalsvondsten

Dit document is opgesteld voor het geval tijdens het werk onverwacht belangwekkende archeologische vondsten worden gedaan. Het gaat daarbij om belangwekkende archeologische vondsten. Het is niet zo dat iedere aardewerkscherf aanleiding geeft dit protocol in werking te doen treden. Tijdens toolbox-meetings wordt al het bij het werk betrokken personeel geïnstrueerd in het herkennen van archeologische resten. Pas bij verdenking van bijzondere archeologie (houten constructies, stenen funderingen, cluster van metalen voorwerpen, cluster van veelal intact aardewerk) wordt de voorgeschreven melding gedaan. Voorbeelden van dergelijk archeologisch vondstmateriaal zijn opgenomen in bijlage 1.

3.3 Archeologie in het werk

Het melden van toevalsvondsten betekent niet dat daarmee het werk stilgelegd wordt op last van de overheid. Opdrachtnemer zal in eerste instantie het werk moeten verleggen en de ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog) maximaal 8 uur de gelegenheid geven om te komen kijken en documenteren. Wat er daarna moet gebeuren (doorwerken, begeleiden, opgraven) is afhankelijk van de behoudenswaardigheid van de toevalsvondsten en het besluit van het Bevoegd Gezag. De wettelijke mogelijkheid van werk stilleggen bestaat wel, maar alleen in bijzondere gevallen, als de minister van OCW dat expliciet verordonneert. Alles tussen doorwerken en de archeologische resten ongedocumenteerd weggraven enerzijds, en het stilleggen op last van de overheid anderzijds, is dan ook het resultaat van te maken afspraken tussen Opdrachtnemer, Opdrachtgever, Senior KNA archeoloog en Bevoegd Gezag.

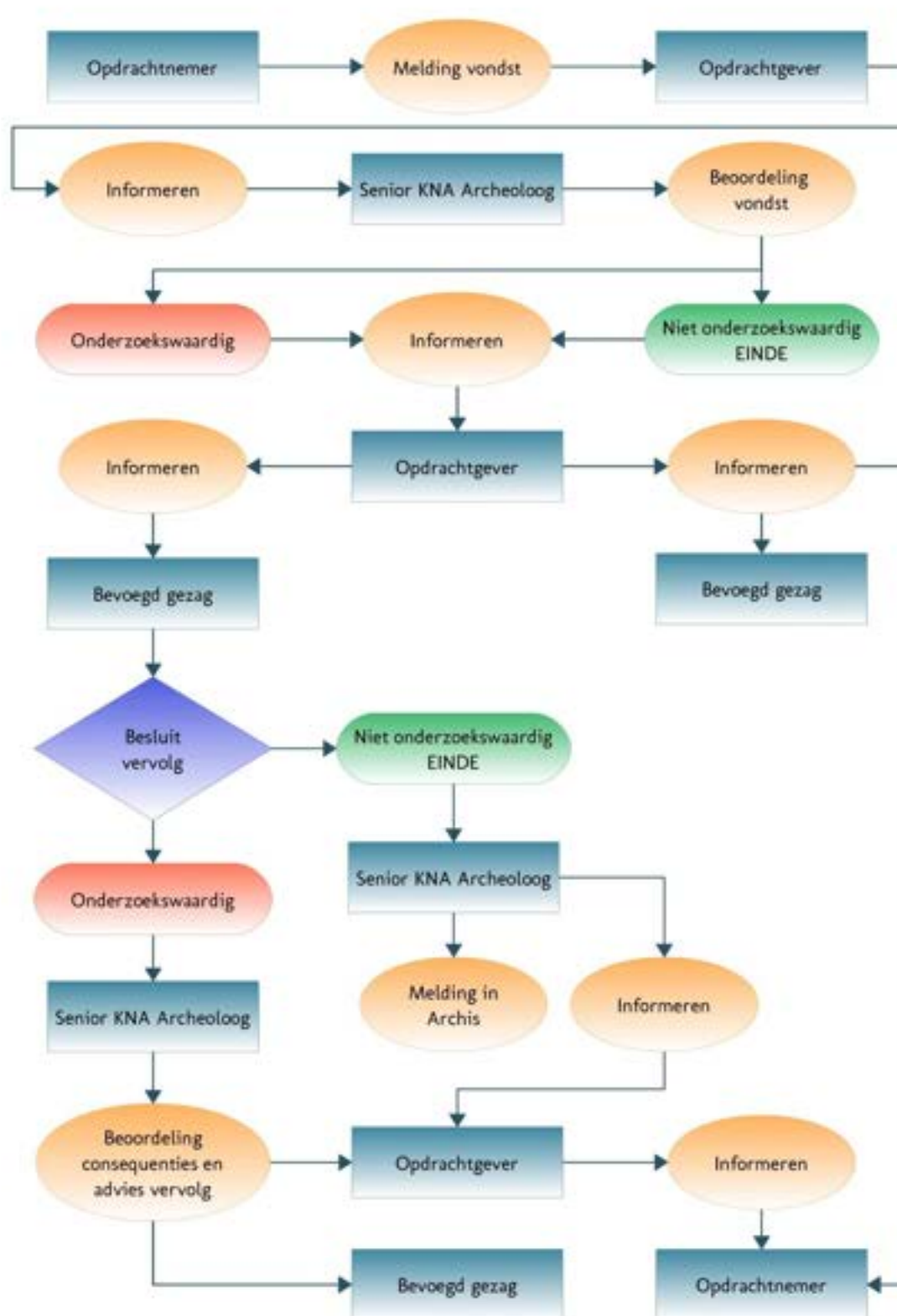
3.4 Besluitvorming

De belangrijkste vraag die bij een toevalsvondst beantwoord dient te worden, is die over de archeologische waarde van de vondst. Vastgesteld dient te worden of de vondst behoudenswaardig is op basis van de waarderingscriteria uit de KNA. Is dat het geval, dan wordt besloten of de vondst ook daadwerkelijk behouden wordt. Behouden kan betekenen behouden in de bodem (behoud *in situ*) of behouden door middel van een opgraving (behoud *ex situ*). Behoud *in situ* heeft de voorkeur. Alleen als dat niet kan, wordt opgegraven. In een besluit tot opgraven zal ook gekeken worden naar de ruimte en de tijd die beschikbaar is. Een besluit tot het behoud van een vondst (lees: opgraving) is ook afhankelijk van de middelen die door verantwoordelijke overheidsorganen ter beschikking (kunnen) worden gesteld. Het Bevoegd Gezag kan ook (gemotiveerd) besluiten een dergelijke toevalsvondst verloren te laten gaan. Voor het uitvoeren van een opgraving dient altijd eerst een Programma van Eisen te worden opgesteld, in overleg tussen de opdrachtgever, opdrachtnemer en het bevoegd gezag. In het Programma van Eisen worden zaken als de scope van het onderzoek, de randvoorwaarden, onderzoeksmethode en eisen aan de uitwerking en rapportage verder uitgewerkt. Het laten opstellen van het PvE ligt in principe altijd bij de opdrachtgever.

3.5 Stappenplan vondstmelding

1. Opdrachtnemer stelt de vindplaats veilig en voert hier verder geen grondwerkzaamheden uit die de vindplaats kunnen beschadigen. Indien het alleen om losse voorwerpen gaat, stelt hij/zij deze veilig.
2. Opdrachtnemer legt de situatie met foto's vast (kan met smartphone).
3. Opdrachtnemer meet, indien mogelijk, de vondstlocatie in (X, Y, Z).

4. Opdrachtnemer informeert Opdrachtgever en geeft aan 1) hoelang de vindplaats ongestoord bezocht kan worden zonder dat de voortgang van het werk in gevaar komt; en 2) bij wie de ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog) zich dient te melden als hij/zij de vindplaats wil bezoeken en welke veiligheidsvoorzieningen daarbij gelden.
5. Afspraken en aanpassingen in het werkproces worden door Opdrachtnemer vastgelegd in het bouwlogboek.
6. Opdrachtgever informeert het Bevoegd Gezag.
7. Opdrachtgever informeert de ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog) en geeft deze opdracht de vondst ter plaatse te beoordelen.
8. De ter zake deskundige (Senior KNA Archeoloog) bezoekt de vindplaats en beoordeelt de behoudenswaardigheid van de vondst en bespreekt de bevindingen met Opdrachtgever en Bevoegd gezag. Wanneer de vindplaats niet als behoudenswaardig wordt beoordeeld, wordt het terrein vrijgegeven, waarna Opdrachtnemer het werk ter plekke kan voortzetten. Wanneer de vindplaats wel als behoudenswaardig wordt beoordeeld, neemt het Bevoegd Gezag – in overleg met Opdrachtgever en Opdrachtnemer - een besluit ten aanzien van de vervolgstappen. Als dit een 'behoud ex situ' betreft, dat wil zeggen, een behoud van de archeologische vondst door middel van het documenteren aan de hand van een opgraving, dan zal hiervoor in overleg tussen de opdrachtgever, opdrachtnemer en het bevoegd gezag een Programma van Eisen moeten worden opgesteld waarin de randvoorwaarden van het onderzoek, de onderzoeksmethode etc. zijn aangegeven. Afhankelijk van de aard van de vondst kan deze meteen in Archis worden gemeld, danwel in combinatie met het onderzoek.
9. De vondsten worden door Opdrachtnemer aan (de ter zake deskundige, i.e. de Senior KNA Archeoloog van) de Opdrachtgever overgedragen en de vondstomstandigheden toegelicht.
10. De vondsten worden door Opdrachtgever (i.e. de ter zake deskundige, c.q. de Senior KNA Archeoloog) overgedragen aan het Provinciaal Depot Bodemvondsten van de provincie, voor zover het depot zich als eigenaar van de gedane vondsten beschouwt. Vondsten die door het depot niet als eigendom worden beschouwd, worden aangeboden aan lokale musea of oudheidkamers.



Figuur 1. Stroomschema van het vondstmeldingsproces.

Bijlage 1 - Voorbeelden van archeologische vondsten

Voorbeelden van scheepshout:



Niet verwijderen / verzamelen; eerst archeoloog op locatie laten komen! Risico op grote hinder !

Voorbeelden van scheepsloadingen:



Niet verwijderen / verzamelen; eerst archeoloog op locatie laten komen.
Risico op beperkte hinder

Voorbeelden van onderdelen van vliegtuigwrakken:



Onderdelen van vliegtuigwrak



Onderdelen van een motor van een vliegtuigwrak

Niet verwijderen / verzamelen; vanwege risico op aantreffen Ontploffbare Oorlogsresten eerst politie op de hoogte stellen, en tevens archeoloog op locatie laten komen ! Ook bij het vermoeden van menselijke resten (bijv. in geval van vliegtuigwrak) dient politie ingelicht te worden.

Risico op grote hinder

Voorbeeld van metaal:



Anker



Kanon



Roestige objecten

Na overleg met archeoloog verzamelen, weinig hinder in uitvoering

Voorbeeld van steen:



Verschillende soorten vuursteen

Archeoloog op locatie laten komen. Het aantreffen van vuursteen is zeer bijzonder en duidt mogelijk op een vuursteenvindplaats. Mogelijk dient er een (beperkt) zeefonderzoek ingesteld te worden. Dit kan grote hinder in de uitvoering betekenen.

Voorbeelden van aardewerk:



Na overleg met archeoloog verzamelen, weinig hinder in uitvoering

Voorbeelden van archeologische grondsporen



Kuil



Greppel

Niet verwijderen; eerst archeoloog op locatie laten komen !
Risico op beperkte hinder

This text was set using the following freely available font software:

Allerta Copyright (c) 2010, Matt McInerney (<http://pixelspread.com>),
with Reserved Font Name Allerta.

Inconsolata_dz Copyright (c) 2006, Raph Levien (<http://www.levien.com>),
with Reserved Font Name <Inconsolata>.
Copyright (c) 2009, David Zhou (<http://blog.nodnod.net/>)
with Reserved Font Name <Inconsolata_dz>.

Molengo_Vestigia Copyright (c) 2007, Denis Moyogo Jacquerye,
with Reserved Font Name <Molengo>.
Copyright (c) 2011, Vestigia BV Archeologie & Cultuurhistorie (www.vestigia.nl),
with Reserved Font Name <Molengo_Vestigia>; available at www.vestigia.nl/fonts.



This Font Software is licensed under the SIL Open Font License, Version 1.1.
The license is available with a FAQ at: <http://scripts.sil.org/OFL>

Vestigia BV *Archeologie & Cultuurhistorie*
Spoorstraat 5
3811 MN Amersfoort
Nederland

Telefoon 033 277 92 00
E-mail info@vestigia.nl
Website www.vestigia.nl

K.v.K. Gooi- en Eemland 32078894



Erfgoedingenieurs

“Engineering the past, creating the future”

