

# VESTIGIA

*Archeologie & Cultuurhistorie*



Archeologie Markerwadden: Mogelijkheden tot nader onderzoek van  
Prehistorische Landschappen onder de IJsselmeerbodem

V1241

## Archeologie Markerwadden:

# Mogelijkheden tot nader onderzoek van Prehistorische Landschappen onder de IJsselmeerbodem



Rapportnummer: V1241  
Projectnummer: V13-2714a  
ISSN: 1573 - 9406  
Status en versie: Definitief, 2-0  
In opdracht van: Royal Haskoning DHV  
Samenstelling: K.E. Waugh, R. Schrijvers  
Plaats en datum: Amersfoort, 20 januari 2015

*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*



## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Algemene doelstelling en kaders voor de 1e fase aanleg Marker Wadden.....	4
1.2	Aanleiding voorstel .....	4
1.3	Doelstelling van dit document .....	4
2	Randvoorwaarden voor onderzoek prehistorische landschappen in het Markermeer.....	6
2.1	Verplichtingen met betrekking tot archeologisch onderzoek .....	6
2.1.1	<i>Wettelijk verplichting tot onderzoek.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Financiële kaders.....</i>	<i>6</i>
2.2	Archeologische verwachting voor het vroeg-prehistorische landschap.....	6
2.2.1	<i>‘Het Markermeer en IJmeer in beeld’.....</i>	<i>6</i>
2.2.2	<i>Omgang met verdrinken landschappen in het Markermeer.....</i>	<i>8</i>
3	Kritische analyse van enkele vergelijkbare onderzoeken .....	10
3.1	Het prehistorische landschap binnen het tracé van de Hanzelijn .....	10
3.2	Het Yangtzehaven te Rotterdam.....	10
4	Eerste Fase Marker Wadden: Vraagspecificatie Eisen .....	14
4.1	Effecten van de Vraagspecificatie Eisen op de eventuele archeologische waarden.....	14
4.1.1	<i>Afbakening systeemgrenzen en projectscope.....</i>	<i>14</i>
4.1.2	<i>Relevante vraagspecificatie eisen .....</i>	<i>14</i>
4.1.3	<i>Aannames op basis van de vraagspecificatie eisen.....</i>	<i>15</i>
5	Archeologische probleemstelling .....	16
5.1	Archeologische probleemstelling.....	16
6	Globale inschatting kosten voor onderzoek in het plangebied Marker Wadden .....	19
6.1	Uitgangspunten voor prehistorisch onderzoek.....	19
6.2	Fase 1: aanvullend bureauonderzoek .....	19
6.2.1	<i>Doelstelling.....</i>	<i>19</i>
6.2.2	<i>Uitvoering.....</i>	<i>20</i>
6.2.3	<i>Aanpak.....</i>	<i>20</i>
6.2.4	<i>Globale inschatting kosten.....</i>	<i>20</i>
6.3	Fase 2: verkennend inventariserend veldonderzoek .....	21
6.3.1	<i>Doelstelling.....</i>	<i>21</i>
6.3.2	<i>Uitvoering.....</i>	<i>21</i>
6.3.3	<i>Aanpak.....</i>	<i>21</i>
	<i>Fase 2a: onderzoek naar vervorming en zetting.....</i>	<i>22</i>
	<i>Fase 2b: verkennend geofysische onderzoek.....</i>	<i>22</i>

	<i>Fase 2c: verkennend booronderzoek</i> .....	23
	6.3.4 <i>Globale inschatting kosten</i> .....	23
6.4	Fase 3: karterend inventariserend veldonderzoek.....	24
	6.4.1 <i>Doelstelling</i> .....	24
	6.4.2 <i>Uitvoering</i> .....	24
	6.4.3 <i>Aanpak</i> .....	24
	<i>Fase 3a: karterend geofysische onderzoek</i> .....	24
	<i>Fase 3a: karterend booronderzoek</i> .....	24
	6.4.4 <i>Globale inschatting kosten</i> .....	24
6.5	Fase 4: gravend onderzoek.....	25
	6.5.1 <i>Doelstelling</i> .....	25
	6.5.2 <i>Uitvoering</i> .....	25
	6.5.3 <i>Aanpak</i> .....	25
	6.5.4 <i>Globale inschatting kosten</i> .....	25
7	Conclusies.....	27
	7.1 <i>Globale inschatting totale kosten</i> .....	27
	7.2 <i>Standpunt initiatiefnemer</i> .....	27
8	Literatuur.....	28

## 1 Inleiding

### 1.1 Algemene doelstelling en kaders voor de 1e fase aanleg Marker Wadden

Het Markermeer verkeert ecologisch gezien in een slechte toestand. Als gevolg van de aangelegde dijken is er sprake van het ophopen van slib in de waterkolom en op de bodem van het Markermeer. Het Markermeer is relatief ondiep, met uitzondering van enkele diepe putten bedraagt de gemiddelde waterdiepte ca. 4 meter. Doel van het project is het zoetwater en de natuur in het Markermeer een eerste kwaliteitsimpuls te geven door het realiseren van “wadden” middenin het Markermeer. Op hoofdlijnen houdt het plan in dat een stelsel van natuureilanden boven water en ondieptes, slibvangende geulen en zandwinputten onder water worden gerealiseerd, om zodoende de matige kwaliteit van het ecologische systeem van het Markermeer toekomstbestendig te verbeteren. Een dergelijk plan is financieel gezien niet in één keer te realiseren. Daarom is het voornemen om het plan gefaseerd uit te voeren. Begonnen wordt met een zo groot mogelijke eerste fase bestaande uit een (of meerdere) natuureiland(en) met een na te streven oppervlakte van ca. 500 hectare, gecombineerd met een Slib invangend onderwatersysteem.

### 1.2 Aanleiding voorstel

In het document *Aanzet tot een Projectplan Archeologie Marker Wadden*<sup>1</sup> van april 2014 (hierna Projectplan) is een procesbeschrijving gegeven van de archeologische activiteiten in het project Marker Wadden, voor zover daar op het moment van schrijven zicht op was. In het Projectplan wordt een onderscheid gemaakt tussen de verwachtingen en risico's met betrekking tot het voorkomen van historische objecten (scheeps- en vliegtuigwrakken enz.) op de waterbodem, en die voor vindplaatsen die kunnen voorkomen in het afgedekte prehistorische landschap onder de waterbodem. In tegenstelling tot het advies met betrekking tot het opsporen van historische resten onderwater, vraagt de initiatiefnemer zich, voor wat betreft vervolgonderzoek van het afgedekte prehistorische landschap in het plangebied af, wat de noodzaak en de wetenschappelijke meerwaarde hiervan zijn in relatie tot de proportionaliteit van de benodigde investeringen. Betrokken partijen - Rijkswaterstaat (RWS), RoyalHaskonigDHV (RHDHV), diens adviseur Vestigia en de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) - hebben aangegeven dat ten aanzien hiervan nadere afspraken moeten worden gemaakt zodra meer duidelijkheid bestaat over de plaats, omvang en diepte van de geplande ingrepen door de initiatiefnemer.

Op basis hiervan zou het mogelijk moeten zijn om een globale inschatting te maken van zowel de te kiezen aanpak en in te zetten methodiek(en), als van de tijdsbesteding en kosten van zo'n onderzoek. Bij de vaststelling van het Projectplan, in april 2014, heeft de RCE toegezegd een notitie over onderzoek naar prehistorische vindplaatsen in de bodem van het IJsselmeer/Markermeer op te stellen en de historische en geomorfologische kaartenset - die door de RCE voor de waterbodem van het Markermeer op dat moment werd samengesteld - aan Vestigia beschikbaar te stellen. Deze documenten zijn inmiddels geleverd en worden in dit document besproken.

### 1.3 Doelstelling van dit document

Doel van dit document is inzichtelijk te maken wat voor soort vervolgstappen eventueel onderdeel kunnen uitmaken van een gefaseerd uit te voeren onderzoek naar het prehistorische landschap onder de waterbodem in het plangebied Marker Wadden. Voor de betreffende stappen wordt een eerste grove inschatting gemaakt van de omvang en de kosten van het bijbehorende onderzoek. Het document dient

---

<sup>1</sup> Waugh, 2014.

als achtergrond voor verder overleg tussen initiatiefnemer en RCE. In dat overleg zullen de volgende punten aan de orde moeten worden gesteld:

- De scope en omvang van eventueel onderzoek;
- De uitvoerbaarheid van zo'n onderzoek met de beschikbare methoden en technieken in dit specifieke plangebied;
- De proportionaliteit, representativiteit en meerwaarde van zo'n onderzoek;
- Hoe zo'n gefaseerd onderzoek het meest optimaal ingepast kan worden in de planning en uitvoering van het project Marker Wadden als geheel.

## 2 Randvoorwaarden voor onderzoek prehistorische landschappen in het Markermeer

Bij het formuleren van de aanpak voor eventueel onderzoek is rekening gehouden met een aantal randvoorwaarden. Deze worden hieronder kort toegelicht.

### 2.1 Verplichtingen met betrekking tot archeologisch onderzoek

#### 2.1.1 Wettelijk verplichting tot onderzoek

De kaders, normen en eisen voor de archeologische monumentenzorg zijn uitgebreid beschreven in Hoofdstuk 2 van het Projectplan. In de Monumentenwet en het Besluit ruimtelijke ordening is vastgelegd dat het verplicht is om rekening te houden met de in de bodem aanwezige dan wel te verwachten archeologische waarden. De bescherming van de archeologische waarden op land en in de waterbodem wordt in principe op gelijke wijze geborgd in de planregels.

Om juist goed rekening te houden met archeologische waarden en bij de verplichting te zorgen voor een adequate uitvoering van onderzoek, is er binnen de Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie (KNA) een onderzoeksvolgorde vastgelegd voor het uitvoeren van werkzaamheden in het kader van de archeologische monumentenzorg. Voor archeologische waarden op land en in de waterbodem is deze volgorde bijna een op een vergelijkbaar.

#### 2.1.2 Financiële kaders

Hoewel de wet procedureel duidelijke eisen stelt aan het zorg dragen voor het adequaat beschermen van archeologische waarden bij ruimtelijke ingrepen, zijn er geen wettelijke bepalingen voor de hoogte van het vast te stellen budget voor het benodigde archeologisch onderzoek binnen een project of initiatief. Beslissingen hierover liggen bij de initiatiefnemer. In de praktijk, vooral bij RWS projecten, is het gebruikelijk om afspraken te maken tussen stakeholders waarbij de inspanning voor archeologisch onderzoek proportioneel en verantwoord blijft binnen het totaal project budget en zo min mogelijk belemmering met zich mee brengt voor de voortgang van het project als geheel. Voor de Marker Wadden heeft de initiatiefnemer nog geen taakstellend budget kenbaar gemaakt voor archeologisch onderzoek. Dit zal sterk afhankelijk zijn van de vast te stellen onderzoeksstrategie en zal niet alleen het eventuele onderzoek van het prehistorisch landschap moeten omvatten, maar ook voor het vervolgonderzoek naar historische scheeps- en vliegtuigresten.

### 2.2 Archeologische verwachting voor het vroeg-prehistorische landschap

#### 2.2.1 'Het Markermeer en IJmeer in beeld'.

Over het nog aanwezige, begraven, natuurlijk landschap van het Markermeergebied is, zeker in vergelijking tot diens evenknie binnen het ingepolderde deel van de voormalige Zuiderzeegebied, nog relatief weinig bekend. Langzaamaan komt daar echter verandering in: de kaartenset en bestanden die de RCE onlangs heeft uitgebracht<sup>2</sup> in relatie tot het prehistorische landschap van het Markermeer/IJmeer gebied, en daarbinnen het projectgebied Marker Wadden, is daar een eerste aanzet toe.

---

<sup>2</sup> Houkes *et al.* 2014

Ten behoeve van het RCE pilotgebied Markermeer/IJmeer zijn de beschikbare geologische gegevens bij elkaar gebracht, geanalyseerd en geïnterpreteerd om zo onder meer tot een generieke indruk van het prehistorische landschap, en de daarin mogelijk nog aanwezige archeologische resten, te kunnen komen. *'De (...) gepresenteerde gegevens zijn dan ook nadrukkelijk geen verwachtings(waarden)kaart, maar zijn bedoeld om de partijen in de regio te ondersteunen bij het opstellen van dergelijke modellen of beleidskaarten.'*<sup>3</sup> Zoals ook in de toelichting wordt gesteld, kunnen de gepresenteerde kaartbeelden *'als informatiebron en eerste aanzet dienen bij onderzoek of bij het opstellen van gemeentelijke verwachtingswaarden)- en beleidskaarten. [...] Met deze kaartenset krijgen we een eerste beeld van dit oude landschap, waar toekomstige onderzoekers en beleidsmakers op voort kunnen bouwen.'*<sup>4</sup>

In een eerdere memo van Vestigia zijn ten behoeve van het project Markerwadden al enkele, toen nog niet van een toelichting voorziene, concept-gegevens van de RCE in beknopte vorm besproken.<sup>5</sup> Aangezien de definitieve, van toelichting voorziene gegevens nu beschikbaar zijn gekomen, is onderstaande aanvulling op de eerder genoemde memo mogelijk.

#### *Kaartlagen Markermeer: brongegevens, schaal, resolutie*

Om het pleistocene en begraven holocene landschap van het gebied in kaart te brengen is onder meer gebruik gemaakt van de *'bijna zesduizend beschikbare boringen (...) van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders'*.<sup>6</sup> Om een generiek-landschappelijke indruk van een gebied met de omvang van het Markermeer te krijgen is dit een interessant uitgangspunt, maar om een betrouwbaar beeld te krijgen van de daadwerkelijke risico's op plangebiedsniveau is dit echter hooguit een begin.

De dichtheid van de gebruikte boorgegevens in het onderzoeksgebied – in vergelijking met de geadviseerde dichtheden voor prospectief archeologisch onderzoek op landbodems – is zeer laag. De gemiddelde dichtheid voor het 'Verbeelding bestemmingsplan'-gebied is, zelfs bij het incalculeren van alle beschikbare boringen, ongeacht hun bruikbaarheid, slechts 0,057 boring per hectare. Anders gezegd: er is bijna het 18-voudige nodig om tot een dichtheid van 1 boring per hectare uit te komen. Een dichtheid van 1 boring per ha is daarbij ook niet meer dan een absoluut minimum om in een verkennend stadium enig uitsluitsel over de landschapsopbouw te geven. Om een idee te geven hoe de bestaande boordichtheden in de Markerwadden zich verhouden tot een landschappelijk nauwkeuriger (hogere dichtheid aan boringen) in kaart gebracht gebied, is in bijlage 1 een fictief boorgrid met de 'Markermeer-dichtheid' over een deel van het archeologisch bekende Swifterbant-gebied in Oost-Flevoland geplot. Zo wordt in een oog opslag duidelijk dat de interpretatie van de archeologisch verwachting die ontleend kan worden aan alleen zo'n boordichtheid, geen enkele zeggingskracht heeft over de feitelijke archeologische situatie in vergelijkbare landschappen als het Swifterbant-gebied.

De lage dichtheid aan gegevens zorgt ervoor dat eigenlijk alleen zeer algemene patronen met enige waarschijnlijkheid kunnen worden weergegeven en aangenomen. In bijlage 2 bovenaan zijn Wormergeulen weergegeven, afkomstig uit de paleogeografische kaartenreeks van Vos/De Vries 2013, die een indruk geven van de situatie rond 3850 v. Chr. Dit is ook niet meer dan een indruk, aangezien de schaal van die betreffende (originele) kaart kleiner is dan de schaal waarop de diepteligging van het laagpakket van Wormer is geïnterpoleerd en afgebeeld. De eenheden op die kaart kunnen dan ook niet het detailniveau weergeven dat voortvloeit uit "echte" landschappelijke karteringen zoals bijvoorbeeld gedaan zijn voor het kreekstelsel rond Swifterbant of in het Kotterbos (afbeelding 2 onderaan).

---

<sup>3</sup> Houkes *et al.* 2014, 6.

<sup>4</sup> Houkes *et al.* 2014, 4.

<sup>5</sup> Vestigia 2014.

<sup>6</sup> Houkes *et al.* 2014, 13.



Vanuit bovengenoemde boorgegevens zijn in het Markermeer onder meer de lagen 'Top Pleistoceen' en 'Dikte Holocene bedekking' opgesteld. De interpolatie en vergridding van de gegevens heeft met betrekking tot de laag 'Top Pleistoceen' geleid tot een grid met een celgrootte van 250 bij 250 meter. Dit betekent dat er dus één waarde voor de diepteligging van de top van het Pleistoceen beschikbaar is voor iedere gridcel met een oppervlak van 62.500 m<sup>2</sup> (oftewel één geïnterpoleerde waarde per 6,25 ha). Voor deze laag wordt dan ook zeer terecht opgemerkt dat *'geadviseerd wordt om deze kaart te gebruiken tot maximaal schaal 1:50.000'*.<sup>7</sup> De laag 'Dikte Holocene bedekking' is *'gebaseerd op het verschil tussen de ligging van de top van het Pleistocene dekzand (op basis van het [...] 'model top Pleistoceen') en het Actueel dieptebestand Markermeer 2012 (beschreven in paragraaf 3.2).'*<sup>8</sup>

Weliswaar wordt in de bijbehorende tabel vermeld dat het een gridbestand betreft met een celgrootte van 50 bij 50 meter, maar aangezien de resolutie van het bestand dat wordt gebruikt om de onderzijde van het Holocene pakket te bepalen slechts 250 bij 250 meter bedraagt, wordt de variabiliteit in de dikte van het holocene pakket, ook in relatie tot de resolutie van het eindproduct, zeer waarschijnlijk onderschat. De daadwerkelijke zeggingskracht van het eindproduct wordt bepaald door de input met de laagste resolutie, oftewel hier door het 250 bij 250 meter Top-Pleistoceen gridbestand. Echter, zolang deze eigenschappen van het tot stand gekomen materiaal, alsmede de schaal waarop het gebruikt kan worden, in acht worden genomen, vormen ze gezamenlijk een waardevol *startpunt* voor een verdere detaillering van de kennis over het landschap in het Markermeergebied.

#### *Zeggingskracht opgestelde kaartlagen in relatie tot het projectgebied Markerwadden; korte beschouwing van veldonderzoek in een vergelijkbaar landschap in de Flevopolder*

Uit de verkenning van de beschikbare gegevens met betrekking tot het begraven prehistorische landschap blijkt dat de dichtheid en spreiding van de boringen onvoldoende is om een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel op te stellen voor de verschillende potentieel aanwezige archeologische niveaus dat voldoet aan de nauwkeurigheidseisen voor (verkenkend/karterend) inventariserend veldonderzoek conform de KNA Landbodems versie 3.3. Op basis van de combinatie van de gegevens in bijlage 3 en 4, resp. de lagen Pleistoceen en Wormer is op dit schaalniveau vrijwel het gehele gebied binnen de begrenzing van het plangebied als risicogebied te bestempelen. Hooguit een zone in het noordwesten, waar geen dekzandkop of geul in kaart 3 is aangegeven, en waar de top van de Wormer in kaart 4 dieper dan ca. 7-7,5 m -NAP ligt zou men buiten het 'risicogebied' kunnen laten vallen.

De analyse van de boringen vormt evenwel het enige beschikbare vertrekpunt voor het opstellen van een strategie met betrekking tot de voorgenomen ingrepen in het gebied of het door aanvullend (boor)onderzoek nauwkeuriger in beeld brengen van de verschillende potentieel aanwezige archeologische niveaus indien dat gewenst of noodzakelijk is om te komen tot een gespecificeerde archeologische verwachting met betrekking tot de grondroerende activiteiten.

#### 2.2.2 Omgang met verdrinken landschappen in het Markermeer

In de (concept-)<sup>9</sup> memo van 2 mei 2014 *Omgang met verdrinken prehistorische landschappen in het Markermeer* heeft RCE uitgangspunten geschetst voor een aanpak van het archeologische onderzoekstraject. De memo is geen uitgewerkt wetenschappelijk onderzoekskader, maar een korte samenvatting van de AMZ-procedure met voorstellen voor toe te passen technieken. De gesuggereerde aanpak leunt sterk op de gekozen gefaseerde en trechterende aanpak op verschillende schaalniveau's

---

<sup>7</sup> Houkes *et al.* 31.

<sup>8</sup> Houkes *et al.* 32.

<sup>9</sup> Memo is niet formeel opgesteld en is niet getekend.

(macro- meso- en microniveau) in het Yangtzehaven onderzoek (zie Hoofdstuk 3). Verdere overwegingen bij deze in de memo voorgestelde aanpak worden gegeven in Hoofdstuk 4.

### 3 Kritische analyse van enkele vergelijkbare onderzoeken

Een tweetal uitgevoerde en gepubliceerde onderzoeken zijn hieronder onder de loep genomen als voorbeelden waaruit lering getrokken kan worden bij het opstellen van een onderzoeksvorstel.

#### 3.1 Het prehistorische landschap binnen het tracé van de Hanzelijn

Gezien de sterke verwantschap van het begraven “gestapelde” prehistorische landschap in het Markermeergebied met dat van de Flevopolders, kan mogelijk ook een vergelijking worden gemaakt met de eerste fase archeologisch-landschappelijk onderzoek in het kader van de aanleg van de Hanzelijn door opdrachtgever ProRail. Hier is destijds gewerkt met een Wetenschappelijke Onderzoekskader als vertrekpunt.<sup>10</sup> Als eerste stap is begonnen om uit de bestaande, beschikbare bodemgegevens een geologisch profiel op te stellen<sup>11</sup>, dat als basis kon dienen voor de eerste fase van het veldonderzoek. De resultaten van de eerste fase veldonderzoek werden vervolgens gebruikt om een detaillering van het profiel te maken<sup>12</sup>. Met behulp van een combinatie van de geologische en archeologische indicatoren uit deze eerste veldfase, konden potentieel geschikte landschappelijke locaties geïdentificeerd worden, en geselecteerd worden voor vervolgonderzoek.<sup>13</sup> Uiteindelijk is circa 25% van het tracé geselecteerd (een zgn. beredeneerde keuze) voor vervolgonderzoek. Geschikte locaties zijn aangewezen op basis van het concreet voorkomen van archeologische indicatoren in die betreffende landschappelijke eenheid in combinatie met voor de mens gunstige landschappelijke situering. De locaties voor het archeologisch veldwerk in de vorm van opgravingen en begeleidingen binnen de Hanzelijn zijn uiteindelijk allemaal voortgekomen uit deze initiële selecties.

Gezien de landschappelijke overeenkomsten met de Hanzelijn tracé in Oostelijk Flevoland, zou zo'n gefaseerde aanpak opgehangen aan een of meerdere doorlopende profieldoorsnedes door het plangebied ook voor de Markerwadden een startpunt kunnen zijn. Een belangrijke voordeel van het werken met een lengteprofiel was dat de resultaten – namelijk gedetailleerde bodemopbouwgegevens – ook voor de aanbesteding van civieltechnische werk nog eens de nodige meerwaarde hadden.

#### 3.2 Het Yangtzehaven te Rotterdam

In 2014 is de Nederlandstalige versie van het eindrapport over een karterendinventariserend veldonderzoek, gevolgd door een gravend onderzoek uitgevoerd in het plangebied Yangtzehaven op Maasvlakte 2 in het havengebied van Rotterdam in pdf format verschenen.<sup>14</sup> Een Engelstalige publicatie is nog in voorbereiding die zal verschijnen rond het geplande symposium over de onderzoeksresultaten in maart 2015.

Al tijdens het uitgevoerde archeologische bureauonderzoek ten behoeve van de voorbereiding van de aanleg van Maasvlakte 2 kwam naar voren dat in het noordwestelijke deel van de Yangtzehaven mogelijk rivierduinen, met een hoge archeologische verwachting, in de ondergrond aanwezig waren. Deze bevindingen zijn verwerkt in een wetenschappelijke kader voor de archeologische monumentenzorg in het Maasvlakte 2 -project<sup>15</sup> waarin een beeld wordt geschetst van de stand van kennis en het

---

<sup>10</sup> Peeters 2002

<sup>11</sup> Vos 2003

<sup>12</sup> Vos/Van Gessel 2004

<sup>13</sup> Waugh *et al.* 2004, zie o.m. bijlage 2; Waugh *et al.* 2005.

<sup>14</sup> Moree/Sier (red.) 2014. Het rapport is te downloaden via: <http://www.rotterdam.nl/yangtzehavenrapportuitgereikt>

<sup>15</sup> Manders *et al.* 2008.

onderzoekspotentieel. Specifiek wordt daarin gewezen op de onderzoeksmogelijkheden naar archeologische waarden uit de vroege Prehistorie.

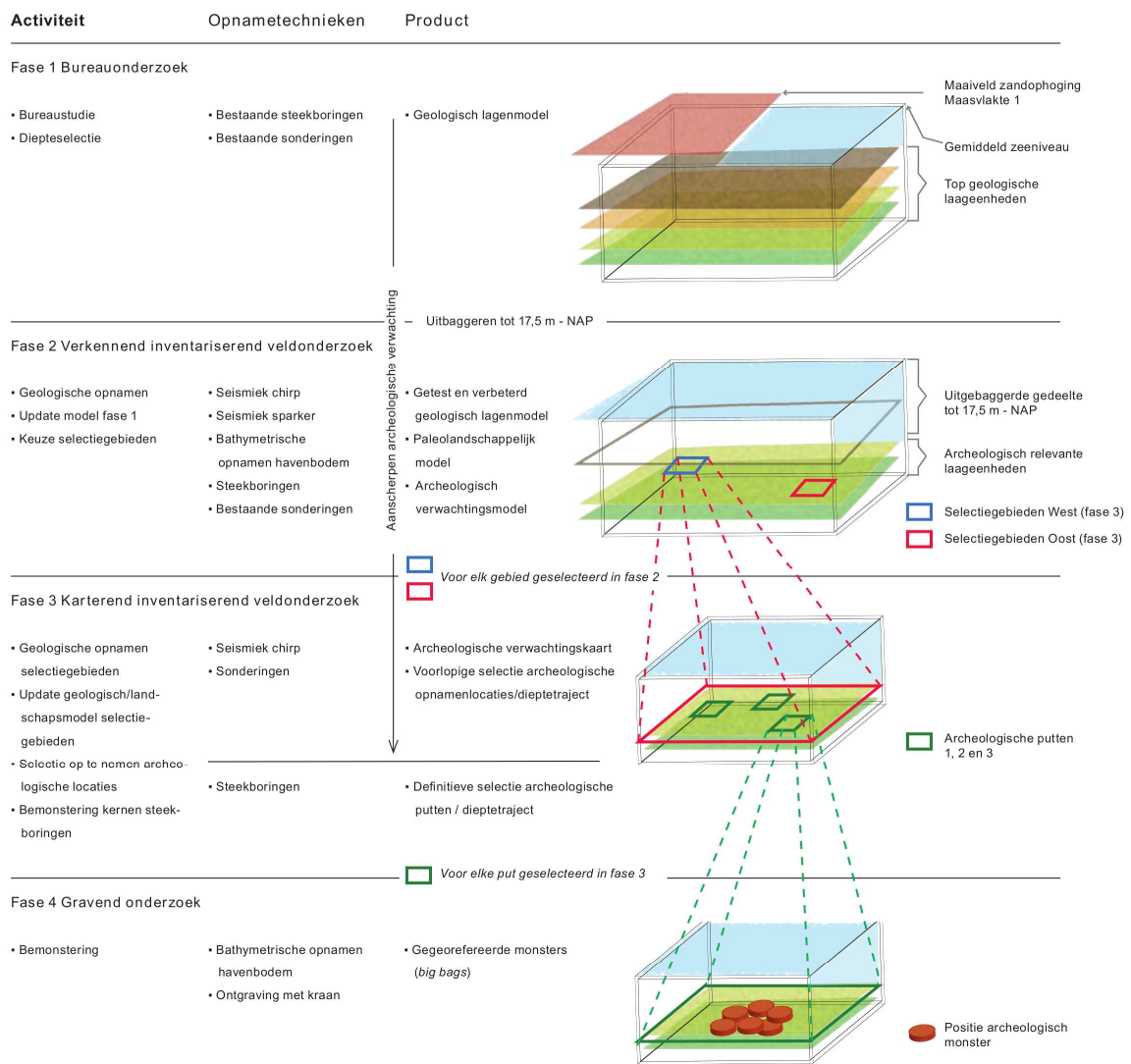
De daaropvolgende veldonderzoeken - in de vorm van hoogkwalitatieve booronderzoeken en sample-strategieën op ontdekte vindplaatsen - waren gericht op het opsporen en documenteren van archeologische vindplaatsen onder de waterbodem van de bestaande haven. Het ging daarbij met name om laatpleistocene en vroegholocene afzettingen gelegen op een diepte tussen 22 m en 17 m -NAP. De onderzoeken zijn gefaseerd uitgevoerd waarbij de (initiale) resultaten van ieder fase richtinggevend zijn geweest voor de uitvoering van de vervolgfases. De onderzoeken zijn ook op drie verschillende schalen uitgevoerd, op macro- meso- en microschaal - waarbij steeds verder is ingezoomd op de meest kansrijke locaties in het plangebied. In totaal kunnen vier onderzoeksfases worden onderscheiden:

Fase 1: Het bureauonderzoek

Fase 2: het verkennend inventariserend veldonderzoek (geofysisch onderzoek (seismiek) en boringen)

Fase 3: het karterend inventariserend veldonderzoek (geofysisch onderzoek (seismiek) en boringen)

Fase 4: het gravend onderzoek (sampling strategieën met knijper)



Afb. 2.1. Schematische weergave van de gefaseerde aanpak van het (geo)archeologisch onderzoek in het plangebied Yangtzehaven.

Afbeelding 1. Gefaseerde aanpak Yangtzehaven.

Hier boven is een schematische weergave gegeven van de gefaseerde aanpak, afbeelding 2.1 op blz. 28 van het onderzoeksrapport.

Een nadere discussie over de bruikbaarheid van de genoemde methoden en technieken per fase, voor zover relevant voor het project Marker Wadden, is te vinden in Hoofdstuk 4.

Net zoals in het project Hanzelijn is het onderzoek in de Yangtzehaven gestoeld op een zogenaamde geogenetische aanpak. Deze aanpak houdt in dat de archeologisch kansrijke gebieden zijn gelokaliseerd op basis van de vergaarde kennis over het paleolandschap en het steeds verder inzoomen daarop in geselecteerde gebieden. Om te beginnen is de informatie gebruikt om een geologisch lagenmodel op te stellen. Uit deze informatie is een landschapsreconstructie (paleolandschappelijk model) gemaakt en vervolgens zijn de meest kansrijke gebieden, voor wat betreft het voorkomen van archeologische vindplaatsen vastgesteld. Binnen dit archeologische verwachtingsmodel is de specifieke archeologische verwachting zowel horizontaal (gebiedsgericht) als verticaal (op laagniveau) bepaald.

Zoals aangegeven in het rapport van de Yangtzehaven, is er nog niet eerder onderwater en op een dergelijke diepte onder de havenbodem systematisch (geo)archeologisch onderzoek verricht naar archeologische resten uit de vroege Prehistorie (Mesolithicum). Het onderzoek in de Yangtzehaven kan in dat opzicht terecht, zoals in het rapport staat, als 'pionierend' en 'zeer bijzonder' genoemd worden.

Het pionerende aspect brengt echter ook met zich mee dat verschillende onderzoeks stappen nog niet vlekkeloos en niet zonder de nodige problemen zijn uitgevoerd. Het uiteindelijke archeologische resultaat moet daarom zeker ook kritisch worden geëvalueerd in relatie tot de inspanningen en kosten. Dat gezegd, het onderzoek in de Yangtzehaven biedt momenteel het beste vergelijkingsmateriaal voor wat betreft concrete ervaringen op het gebied van proces (onderzoeksstappen), kosten, te gebruiken methoden en technieken binnen een multidisciplinaire aanpak, voor een project als de Marker Wadden.

## 4 Eerste Fase Marker Wadden: Vraagspecificatie Eisen

### 4.1 Effecten van de Vraagspecificatie Eisen op de eventuele archeologische waarden

In hoofdzaak betreft het beoogd resultaat van de eerste fase van het Marker Wadden project grootschalig grondverzet, waarbij aan de ene kant een waardevol onderwaterlandschap (via de ontgraving van zandwinputten, slibgeulen en oppervlakkige deklaag) en aan de andere kant een vogelrijk eiland of archipel van eilanden wordt gemaakt (ophoging met een uiteindelijk totaal areaal van circa 500 ha). Het te gebruiken opvulmateriaal dient voor tenminste 80% afkomstig te zijn van binnen de systeemgrens.

De aannemer wordt gevraagd om een eigen ontwerp te maken (*Design & Construct* contract). In de Vraagspecificatie Eisen (VSE)<sup>16</sup> zijn door de initiatiefnemer de eisen geformuleerd waarin het ontwerp moet voldoen. Hierin is de omvang en de scope van het project afgebakend, alsmede de technische eisen voor de realisatie geformuleerd. Het document VSE maakt deel uit van de contractdocumenten voor het project. Een aantal van deze eisen maken het mogelijk om adequate maatregelen te nemen om de negatieve effecten van grond verstorende of grond ophogende activiteiten te mitigeren als archeologische waarden in het geding zijn ter plekke van de geplande aanleg.

#### 4.1.1 Afbakening systeemgrenzen en projectscope

De systeemgrenzen voor de eerste fase Marker Wadden zijn gebaseerd op de ruimte die wordt geboden binnen het bestemmingsplan Marker Wadden. Op basis van de plankaart uit het bestemmingsplan heeft de nadere afbakening van de systeemgrenzen plaatsgevonden. In bijlage 1 (figuur 5 uit de VSE) wordt deze afbakening weergegeven. Ten aanzien van de archeologie is vooral relevant dat het totale gebied waarbinnen bodemroerende ingrepen in het kader van de eerste fase plaats mogen vinden (systeembegrenzing) een oppervlakte heeft van circa 5144 ha. Hierbinnen worden onderscheiden het zoekgebied voor de ontgravingen en het zoekgebied voor de natuureiland(en). Het is voor de aannemer in zijn ontwerp te bepalen precies waar de ontgravingen en ophogingen plaatsvinden.

Om het project zo efficiënt mogelijk te kunnen realiseren, biedt het uitvoeringscontract maximale ruimte tot innovatieve uitvoeringsmethodes. Binnen de scope van het project kan de aannemer o.a zelf bepalen:

- de locatie(s) voor het aanleggen van de zandwinput(ten);
- de locatie(s) voor het aanleggen van een (of meerdere) slibgeul(en) voor de invang van slib;
- de locatie(s) voor het aanleggen van een (of meerdere) rand(en) ter bescherming van de natuureiland(en) uit de eerste fase;
- de plaats en de aanleg van de/het eerste natuureiland(en) van minimaal 100 hectare groot met moerashabitat en het verder uitbreiden van het/de natuureiland(en) met extra areaal moerashabitat

#### 4.1.2 Relevante vraagspecificatie eisen

In de VSE worden een aantal functionele- en aspecteisen genoemd met betrekking tot de waterbodemplaging die van belang zijn bij het bepalen van de potentiële omvang van de aantasting van archeologische waarden onder de waterbodem (dus ook ten aanzien van het aantal mogelijke prehistorische vindplaatsen):

---

<sup>16</sup> VSE definitief, 23 juni 2014. BA8757-107-101.

<b>WV- Waterbodemplaging</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• WV1: Zandwinput(ten)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De insteek van het talud van een zandwinput dient minimaal 100 m van de teen (op waterbodemplaning) van een rand of eventuele vooroever te liggen.</li> <li>• Een zandwinput dient niet dieper dan NAP-30 meter te worden ontgraven maar dient in de laag NAP-30 tot -40m vergund en winbaar ongeroerd zand te bevatten voor toekomstige gebruik.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• WV2: Slibgeul(en)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De insteek van het talud van een slibgeul dient minimaal 100 m van de teen (op waterbodemplaning) van een rand of eventuele vooroever te liggen</li> <li>• Een slibgeul dient op de bodem een breedte tussen 60 en 120 m te hebben en ter hoogte van de omringende waterbodemplaning een breedte van max 300 m.</li> <li>• De bodem van een slibgeul dient te liggen tussen NAP -10 m en -12 m.</li> <li>• Een slibgeul dient dwars op de dominante slibstromen (aan de bodem) te liggen.</li> <li>• De slibgeul dient een lengte te hebben van 2 km.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• WV3: Oppervlakkige deklaagontgraving (ivm verbetering kwaliteit voor ecologie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ontgravingsdiepte dient gemiddeld niet groter te zijn dan 50 cm met een maximale diepte van 100 cm. Het ontgraven slib wordt gebruikt als bouw materiaal. Het oppervlakte dient aaneengesloten te zijn met een minimale breedte van 500 m en een oppervlakte van min 25 ha en maximaal 200 ha.</li> </ul>

De eisen ten aanzien van het opspuiten van de eilanden moet eventueel nader onderzocht worden.

#### 4.1.3 Aannames op basis van de vraagspecificatie eisen

Bovengenoemde eisen leiden tot de volgende aannames t.o.v. archeologie:

- De zandwinputten en slibgeulen vormen een risico voor eventuele daar aanwezige archeologische waarden (vindplaatsen) onder de waterbodemplaning;
- Om dit risico uit te sluiten moet de locatie van eventuele archeologische vindplaatsen eigenlijk voorafgaand worden geïdentificeerd en hun waarde vastgesteld. Bij het aanleggen van de zandwinputten en slibgeulen moeten deze archeologische waarden vervolgens worden ontzien;
- Het aanleggen van zandwinputten en slibgeulen is niet toegestaan binnen een straal van minimaal 100 meter van de teen (op waterbodemplaning) van een rand of eventuele vooroever. Archeologische waarden binnen deze zones worden dus niet bedreigd of aangetast;
- Of de oppervlakkige deklaagontgraving een risico vormt voor in de waterbodemplaning afgedekte prehistorische lagen moet nog worden vastgesteld en is afhankelijk van de locatie van deze activiteiten in relatie tot de diepteligging van de archeologisch relevante bodemplaning. De maximale toegestane diepte van de deklaagontgraving betekent waarschijnlijk dat voor de archeologie relevante bodemplaning niet worden geroerd.
- De aanleg (het opspuiten) van de eilanden heeft geen directe gevolgen voor eventuele daaronder gelegen archeologische vindplaatsen. Wel kan er sprake zijn van zetting en compactie in de diepere ondergrond als gevolg van het gewicht van de zandlaag. Ter controle kan via een plaxis- of vergelijkbare modellering berekend worden in welke mate er sprake zou kunnen zijn van zetting en compactie in archeologisch relevante bodemplaning's.



## 5 Archeologische probleemstelling

### 5.1 Archeologische probleemstelling

Archeologisch onderzoek onderwater heeft voor de Steentijd binnen Europa en daarbuiten in de afgelopen decennia geleid tot duidelijke kennisvermeerdering. Ondanks deze vooruitgang ontbreekt er echter nog steeds een werkbare en samenhangende onderzoeksstrategie voor het onderzoek van onderwater prehistorische landschappen. Dit komt vooral door de schaal waarop de problematiek speelt – de omvang van de tegenwoordig onderwater liggende prehistorische landschappen, de kosten van systematisch onderzoek onderwater, en het feit dat submariene landschappen per locatie aanzienlijke verschillen in aard en conservering kunnen vertonen.

Methoden en technieken voor het onderzoek van de prehistorie onderwater zijn nog volop in ontwikkeling. Zo is het “Deense model” voor het opsporen van vindplaatsen, waaraan in de literatuur nogal eens wordt gerefereerd en dat gebaseerd is op inventarisatie via bodemoppervlakte-geofysica, gevolgd door inspectie met ervaren duikteams, van weinig of geen waarde in een gebied als de Marker Wadden. Immers, de prehistorische vindplaatsen zijn hier afgedekt door dikke latere sedimenten en een recente sliblaag.<sup>17</sup>

In dit document wordt regelmatig verwezen naar twee eerdere, enigszins vergelijkbare archeologische projecten, namelijk de aanleg van de Hanzelijn en die van het doortrekken van Yangtzehaven in het kader van de aanleg van Maasvlakte 2. Beide archeologische projecten zijn gekenmerkt door het werken vanuit een vooraf door de RCE opgesteld Wetenschappelijke Onderzoekskader. Deze onderzoekskaders dienden als uitgangspunt voor de door de initiatiefnemer te ontwikkelen adequate en praktische aanpak van het aspect Archeologie. Voor het Markermeergebied, waarin het project Marker Wadden valt, bestaat (nog) niet zo’n kader. De korte notitie van de RCE *Omgang met verdronken prehistorische landschappen in het Markermeer* heeft niet de status en diepgang van een onderzoekskader. Hieronder geeft Vestigia een globale beschrijving van de archeologische probleemstelling voor het Marker Wadden gebied.

Op hoofdlijnen is de ondergrond van het Markermeer de westelijke voortzetting van de ondergrond en bijbehorende landschappelijke eenheden, van de bodemopbouw, zoals die ook in de tegenwoordige landbodem van de polders van Flevoland wordt aangetroffen. Het is op grond daarvan te verwachten dat er onder de huidige waterbodem gestapelde prehistorische landschappen en vindplaatsen (bijvoorbeeld jachtkampen, andere seizoensgerichte nederzettingen, begravingen), bewaard zijn die goed vergelijkbaar zijn met oudste vondsten die sinds de inpoldering in de Noordoostpolder en Flevoland zijn gedaan.

Vanuit archeologisch perspectief zijn enkele specifieke laagpakketten binnen de Holocene afzettingen en de top van het Pleistoceen van belang. Onderin bestaat deze sequentie uit een oud, golvend, Pleistoceen dekzandlandschap dat nog intact is, met hierop Holocene afzettingen, die van onder naar boven bestaan uit Basisveen, het Laagpakket van Wormer en het Hollandveen. Een belangrijke constatering is dat deze oude bodems onder de Markermeer, net zoals in de Flevopolders, in de vroege prehistorie een landschappelijke overgangszone vormde tussen de toenmalige kust- en het achterland met een grote ecologische diversiteit, die om die reden voor een lange tijd zeer aantrekkelijk was voor de prehistorische mens.

Op basis van de inzichten in de geologische ontwikkeling is duidelijk dat het Markermeer gebied vanaf het begin van het Holoceen (ca. 8300 voor Chr.) geleidelijk is ‘verdronken’ als gevolg van de stijging van

---

<sup>17</sup> Zie Benjamin 2010, voor een evaluatie van dit soort onderzoek in Zuid-Scandinavie.

de zeespiegel. Op de Pleistocene ondergrond zijn in volgende duizenden jaren pakketten sediment afgezet van wisselende dikte. De invloed van het water in dit deltagebied zorgde plaatselijk ook weer voor erosie en het verdwijnen van bepaalde afzettingen en veenpakketten. Deze dynamiek heeft gunstige en ongunstige effecten als het gaat om de conservering van archeologische vindplaatsen.

Gunstig voor behoud is als bewoningsresten relatief snel zijn afgedekt met sediment en onder de (grond)waterspiegel terecht zijn gekomen, waarbij de condities voor de conservering van organische materialen ook nog eens gunstig zijn. Verwacht mag worden dat vindplaatsen en de bijbehorende objecten en informatie beter zijn geconserveerd naarmate ze sneller en onder rustige omstandigheden zijn afgedekt met sediment.

Ongunstig effect is dat vindplaatsen door achteraf optredende erosie ook geheel of gedeeltelijk opgeruimd (verspoeld) kunnen zijn. De geogenese van het gebied maakt ook dat meeste archeologische resten op een aanzienlijke diepte onder de waterbodem liggen en zijn afgedekt door meters dikke jongere lagen, waardoor ze lastig traceerbaar zijn. Er zijn op dit moment dan ook geen concrete vindplaatsen bekend. De bekende en onderzochte vindplaatsen uit vergelijkbare perioden op het land in de provincie Flevoland maken echter wel duidelijk dat de te verwachten kwaliteit (conserveringstoestand) van de aanwezige resten over het algemeen goed zal zijn.

In het gebied Markermeer als een geheel, mogen de volgende soort vindplaatsen worden verwacht:

- vroeg-prehistorische sites worden aangetroffen, vooral daterend uit het Midden en Laat Paleolithicum (ca. 100,000 tot 10,000 jaar geleden), het Mesolithicum (10,000 tot 4,900 v.Chr), en op de hoogst gelegen delen van het voormalige landschap wellicht ook nog uit het Vroeg-Neolithicum (5300-4500 v.Chr).
- Aan de randen van het Markermeer, maar niet in het plangebied Marker Wadden, worden ook verdrongen nederzettingen uit latere perioden (Romeinse tijd, Middeleeuwen, Nieuwe tijd) verwacht.

Samengevat levert de aanleg van de Marker Wadden twee belangrijke problemen op als het gaat om het opstellen van een concreet voorstel voor archeologisch onderzoek:

- Vanuit de generieke archeologisch verwachting voor het Markermeer gebied als een geheel, kan gesteld worden dat de waterbodemontragingen ten behoeve van de aanleg van de 1e fase Marker Wadden aantasting zullen betekenen van de nu nog (te verwachten) grotendeels intacte stapeling van (pre)historische landschappen in dit gebied. Het is te verwachten dat aanwezige archeologische en paleo-ecologische resten in deze landschappen, in ieder geval voor een belangrijk deel, goed geconserveerd zijn en bestudeerd kunnen worden in hun landschappelijke context. Met de huidige stand van kennis is het echter niet mogelijk aan te geven waar deze vindplaatsen precies zullen liggen, hoeveel dat er zijn, en welke daarvan goed geconserveerd (intact) zullen zijn. Of er daadwerkelijk behoudenswaardige vindplaatsen liggen binnen het plangebied Marker Wadden is dus niet bekend.
- Behalve dat onze kennis over de ondergrond van het Markermeer in vergelijking met die over de afgedekte prehistorische landschappen in de Flevopolders ver achterloopt, beschikken we momenteel ook niet over voldoende uitgekristalliseerde methoden en technieken voor het opsporen en opgraven van eventuele vindplaatsen in de context van de Markerwadden. Met uitzondering van het recente onderzoek in de Yangtzehaven, heeft nog nergens in Nederland systematisch onderzoek plaatsgevonden naar de vroege prehistorie onder de waterbodem. Leidraden en protocollen hiervoor bestaan ook niet. Het ontbreken van voldoende basisinformatie, onderzoeksmethoden en -strategieën voor de effectieve inventarisatie en waardering van archeologische vindplaatsen en contexten in afgedekte landschappen onder water betekent dus een enorme uitdaging. Het pionierend karakter

van een eventuele onderzoek in het Marker Wadden betekent dat er bij verdere onderzoekstappen niet geleund kan worden op een reeds bestaande en bewezen werkwijze. Dit betekent onvermijdelijk een onderzoeksaanpak waarin innovatie, flexibiliteit en een nauwe multidisciplinaire samenwerking onmisbare elementen zullen vormen. Indien tot zo'n onderzoek besloten wordt, dan dient in ieder geval maximaal gebruik te worden gemaakt van de schaarse ervaringen opgedaan in het project Yangtzehaven.

## 6 Globale inschatting kosten voor onderzoek in het plangebied Marker Wadden

### 6.1 Uitgangspunten voor prehistorisch onderzoek

Het besluit om verder archeologisch onderzoek uit te gaan voeren in het plangebied zal afhangen van de noodzaak en mogelijkheden tot het gericht opsporen en documenteren van archeologische waarden in de laat-pleistocene en vroeg-holocene afzettingen onder de waterbodem in het plangebied Marker Wadden. De eerste stap hierbij zou moeten zijn het vroegtijdig identificeren van (mogelijk) waardevolle gebieden zodat deze nog kunnen worden ontzien bij de aanleg van de 1<sup>e</sup> fase Marker Wadden.

Eventueel verder onderzoek kan worden verricht volgens een zogenaamde geogenetische aanpak, vergelijkbaar met de voorbeeldprojecten Hanzelijn en Yangtzehaven. Deze aanpak houdt in dat de archeologisch kansrijke gebieden – zones met een hoge archeologische verwachting – worden aangewezen puur op basis van informatie over het paleolandschap. Deze aanpak impliceert ook dat zones met een lage landschaps-archeologische verwachting vroegtijdig afvallen voor vervolgonderzoek.

Zo'n onderzoek wordt onderverdeeld in vier fasen:

- Fase 1: het bureauonderzoek
- Fase 2: het verkennend inventariserend onderzoek
- Fase 3: het karterend inventariserend onderzoek
- Fase 4: het gravend onderzoek

Om een goede afweging te kunnen maken tussen de kosten en de mogelijk meerwaarde van de uitkomsten, moet een gefaseerde aanpak worden gebruikt. Na iedere fase kan besloten worden om een volgende fase niet meer uit te voeren omdat:

- a. de data laten zien dat kansrijke geo-archeologische afzettingen ontbreken, of
- b. de beschikbare methoden en technieken onvoldoende geschikt of betrouwbaar zijn om een acceptabel resultaat te bewerkstelligen;
- c. het te verwachten resultaat niet in verhouding staat tot de benodigde investeringen (kosten).

Het totale onderzoek, en daarbinnen iedere fase, wordt uitgevoerd op basis van een helder afgebakend, samenhangend onderzoekskader, waarin o.a. de specifieke onderzoeksvragen zijn geformuleerd (het Programma van Eisen) en vertaald naar een uitvoeringsplan (Plan van Aanpak). De resultaten van iedere fase dienen steeds eerst ter dege te worden geëvalueerd voordat de uitvoering van een volgende fase kan aanvangen.

De vier onderzoeksfasen worden hieronder nader toegelicht. Bij het formuleren van deze aanpak is gebruikt gemaakt van ervaringen uit de projecten Hanzelijn en Yangtzehaven en van een vrijblijvend voorstel tot het doen van onderzoek uitgebracht door Deltares (d.d. 12-11-2014).

De kosteninschattingen zijn gebaseerd op ervaringscijfers van de twee eerste projecten, en op het voorstel van Deltares. De informatie over de kosten van het Yangtzehaven-project zijn geleverd door het Havenbedrijf van Rotterdam en het Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam (BOOR).

### 6.2 Fase 1: aanvullend bureauonderzoek

#### 6.2.1 Doelstelling

Deze fase is bedoeld om in detail te beschrijven wat er bekend is van de ondergrond. Hoewel er op regionaal niveau een goed beeld is van de geologische opbouw en de genese van het plangebied, is er planspecifiek weinig tot niets bekend van de variabiliteit van de afzettingen en het daadwerkelijk

voorkomen van voor archeologie belangwekkende gebieden. Het uitvoeren van een geo-archeologisch bureauonderzoek, waarbinnen de nadruk ligt op de lithologische en sedimentologische opbouw van het gebied zou een uitgangspunt kunnen zijn. De opzet van een geologisch lagenmodel van de ondergrond op basis van bestaande gegevens zal moeten leiden tot een paleolandschappelijk model (landschapsreconstructie), waaruit een nader archeologische verwachtingsmodel voor het plangebied wordt afgeleid. Gebaseerd op de bestaande gegevens (zie hoofdstuk 2.1) is het de vraag of door deze modellering gebieden kunnen worden geïdentificeerd met daarbinnen landschappelijke eenheden, die een verhoogde kans hebben op archeologie, zoals rivierduinen, oeverwallen. Een alternatieve uitkomst kan echter ook zijn, dat zulke gebieden afwezig lijken of dat er onvoldoende data is om een uitspraak te doen.

### 6.2.2 Uitvoering

Het geologische lagenmodel kan informatie over de opbouw van de ondergrond opleveren, die waardevol kan zijn voor de civiele aannemer bij de inschrijving en tijdens de ontwerpfase. De informatie zou kunnen leiden tot een betere afbakening van zijn risico's en daardoor tot een scherpere prijsvorming in de tenderfase. De opdrachtgever wordt daarom geadviseerd om het bureauonderzoek zelf uit te laten voeren en niet onderdeel te laten uitmaken van het *Design and Construct* contract.

Het bureauonderzoek wordt aanbesteed op basis van een op te stellen Programma van Eisen en een door de beoogde uitvoerder in te leveren Plan van Aanpak.

Deltares is niet de enige organisatie die in staat om zo'n bureauonderzoek uit te voeren. Wel is het zo dat de meeste ervaring in Nederland opgedaan voor een aantal van de eventueel in te zetten methoden en technieken in fase 2 en 3 op dit moment berust bij Deltares. Voor die fasen is het speelveld beperkt. Indien het onderzoek na Fase 1 een vervolg moet krijgen, is het te overwegen om het bureauonderzoek, vanwege de beoogde continuïteit en korte lijnen in het project ook alvast maar door Deltares te laten uitvoeren (afhankelijk van de scope en kosten van de opdracht).

### 6.2.3 Aanpak

Het bureauonderzoek zou moeten worden uitgevoerd voor het gehele plangebied en betreft het analyseren van bestaande gegevens (o.a. boringen, sonderingen, indien aanwezig geofysische data, gepubliceerde onderzoek). Vestigia heeft al een eerste inventarisatie gemaakt van de reeds beschikbare gegevens van de ondergrond voor twee eerdere varianten van het onderzoeksgebied. Deze bevindingen zijn opgenomen in bijlage 2. De twee varianten zijn ondertussen achterhaald en er wordt nu uitgegaan van een grotere gebied, binnen de systeemgrenzen (bijlage 1). Het onderzoek wordt uitgevoerd in een aantal op elkaar aan te sluiten stappen:

- het opstellen van een geologisch lagenmodel. Van alle laageenheden in het model wordt de lithofacies binnen de afzettingen vastgesteld en wordt bepaald wanneer deze gevormd zijn;
- uit het geologisch lagenmodel wordt een landschapsreconstructie (paleolandschappelijk model) gemaakt;
- vervolgens worden de meest kansrijke gebieden van wat betreft het voorkomen van archeologische waarden vastgesteld. Dit archeologische verwachtingsmodel is gekoppeld aan de voorkomende laageenheden: van ieder laag wordt bepaald hoe kansrijk deze is om archeologische resten aan te treffen i.e. een archeologische verwachting op laagniveau.

### 6.2.4 Globale inschatting kosten

De beschikbare metadata zijn, als het goed is, al verzameld tijdens het vervaardigen van de historische geomorfologische kaartensets voor de Markermeer (zie 2.1.1). Het beschikbaar stellen van de volledige dataset verzameld door de RCE als onderdeel van de opdracht zou kunnen helpen om op de kosten voor het bureauonderzoek te drukken (geen dubbel werk uitvoeren).

Inschatting kosten bureauonderzoek: circa € 15,000 - €25,000 excl. btw.

### 6.3 Fase 2: verkennend inventariserend veldonderzoek

#### 6.3.1 Doelstelling

Doel van Fase 2 is de verschillende modellen, en vooral de archeologische verwachting, uit Fase 1 te toetsen en verder te verfijnen aan de hand van de resultaten van een verkennend veldonderzoek. De uitkomsten (gedetailleerdere modellen) worden gebruikt om de meest kansrijke paleo-landschappelijke locaties te bepalen met betrekking tot het voorkomen van archeologische vindplaatsen.

#### 6.3.2 Uitvoering

Uitvoering aan de hand van Vraagspecificaties/Programma van Eisen en een Plan van Aanpak.

Er zijn in principe twee opties voor de uitvoering van Fase 2:

Optie 1: het onderzoek wordt uitgevoerd over het gehele plangebied binnen de systemgrenzen (circa 5144 ha);

Optie 2: het onderzoek wordt uitgevoerd alleen op de door de civiele aannemer aangewezen locaties voor ontgravingen - de zandwinputten en slibgeulen en evt. de locatie van de Natuureilanden (zie Fase 2a).

Optie 1 zal een verfijnd lithologisch en sedimentologisch model opleveren dat eveneens waardevol kan zijn voor de civiele aannemer bij het bepalen van de locatie van diepe ontgravingen. In principe geldt hier ook, zoals voor Fase 1, dat de ingewonnen informatie zou kunnen leiden tot een betere afbakening van zijn risico's, en daardoor een scherpere prijsvorming bij de tenderfase. De vraag is of de aannemer zelf niet al een enigszins vergelijkbare aanpak bedacht heeft voor het identificeren van de meest gunstig zandwinlocaties.

Voor archeologie is de belangrijkste meerwaarde om te zorgen dat ontdekte archeologische vindplaatsen of kansrijke zones, eventueel nog kunnen worden beschermd door de keuze van geplande ingrepen aan te passen.

Mede gezien de kosten, gaat ons advies uit naar optie 2. De kans op bescherming van vindplaatsen door planaanpassing is in deze variant echter wel beperkter. Voorstel is om in ieder geval uit te zoeken of de aannemer in dat geval zogenaamd werk met werk kan combineren.

Bij keuze voor Optie 1 wordt de opdrachtgever geadviseerd om de werkzaamheden zelf uit te voeren. Bij Optie 2 kunnen de werkzaamheden in principe onderdeel uitmaken van het *Design and Construct* contract.

#### 6.3.3 Aanpak

De verwachting is dat er na Fase 1 nog niet voldoende gegevens beschikbaar zijn om een voldoende gedetailleerd beeld van de ondergrond samen te stellen op basis waarvan definitieve uitspraken kunnen worden gedaan over de archeologische verwachting of vindplaatsen kunnen worden aangewezen. Dat zal betekenen dat er in Fase 2 een aanzienlijke investering moet plaatsvinden om het beeld te verfijnen zodat er definitievere uitspraken kunnen worden gedaan over de archeologische verwachting. Onderzoek in Fase 2 wordt ook weer gefaseerd uitgevoerd.

### *Fase 2a: onderzoek naar vervorming en zetting*

Onderzoek naar vervorming en zetting wordt uitgevoerd op de geplande locatie waar het zandlichaam voor de natuureiland wordt aangebracht. De (potentieel) archeologisch relevante lagen liggen in de top van het dekzand en aan de onderkant van de Holocene afzettingen daar direct boven. Door het opbrengen van een zandlichaam wordt het veen samengedrukt en kan mogelijk een (geringe) verandering in de archeologische relevante lagen plaatsvinden (horizontale en verticale vervorming). Een modellering dient te worden uitgevoerd van de spanningen, de dwarskrachten en de vervormingen in de (potentiële) archeologische vondstenlaag en de zetting, of druk op de bodem, die veroorzaakt wordt door de opgebrachte zandpakketten. Indien de acceptabele waarden voor vervorming en zetting niet worden overschreden, hoeft geen vervolgonderzoek (d.w.z. verkennend onderzoek Fase 2b-c) plaats te vinden op de locatie van de zandeilanden en kunnen deze voor wat betreft de prehistorische archeologie zonder verdere beperkingen worden vrijgegeven.

### *Fase 2b: verkennend geofysische onderzoek*

Uit kostenoverwegingen wordt geadviseerd, voorafgaand aan het zetten van boringen, een bodem penetrerend geofysische onderzoek uit te voeren. Door de inzet van meer dan een techniek wordt verwacht dat de uitkomsten betrouwbaarder zijn. De interpretaties en correlaties van het hieronder beschreven seismisch onderzoek en sonderingen, gecombineerd met resultaten van het booronderzoek, worden gebruikt om een accuraat 3D-model van de ondergrond te produceren. Indien de data laten zien dat kansrijke geo-archeologische afzettingen ontbreken, is geen verder onderzoek meer nodig. In de Yangtzehaven is gewerkt met een combinatie van seismisch onderzoek, het bathymetrische opnamen van de waterbodem en sonderingen.

#### *Seismisch onderzoek*

De seismische opnames worden uitgevoerd vanaf een meetschip. De ondergrond wordt in kaart gebracht door het uitzenden en ontvangen van drukgolven. Deze golven worden door contrasten in eigenschappen van de ondergrond gereflecteerd. De indringing in de ondergrond en de resolutie zijn afhankelijk van de frequentie van de gebruikte golven. Een seismiek chirpsysteem, oftewel een *Chirp Sub-Bottom Profiler*, met een hoge frequentie, geeft een hoge resolutie (hoge mate van detail) maar een beperkte indringing. Een seismiek sparkersysteem, met een lage frequentie, geeft een lage resolutie maar een diepe indringing. Het uitgestuurde signaal reflecteert op de bodem en op laagovergangen in de ondergrond. Op deze manier wordt al varend een akoestisch profiel van de ondergrond opgebouwd. In Fase 2 van de Yangtzehaven zijn beide technieken ingezet met een afstand tussen de vaarmeetlijnen van 100m. Voor het plangebied Marker Wadden moet gecontroleerd worden of dit systeem inzetbaar is voor het dieptebereik dat onderzocht moet worden. Omdat de dikte van de afdekkende bodemlagen niet goed bekend is, is het namelijk nog niet duidelijk of het bereik voldoende is voor het verkrijgen van een seismisch beeld van de onderste lagen van het Holoceen en de top van het Pleistoceen.

#### *Sonderingen*

In de Yangtzehaven is, naast het seismisch onderzoek, ook gebruik gemaakt van sonderingen, met een gemiddelde dichtheid van 2 sonderingen per hectare. De sonderingen (bereik tot 10 m onder de waterbodem) zijn uitgevoerd vanaf een kraanschip. De sonderingen kunnen een redelijk goed inzicht geven in de overgang tussen de duidelijkst te onderscheiden bodemlagen binnen het Holocene pakket en de overgang van de holocene naar de pleistocene afzettingen.

#### *Bathymetrische opnamen*

In de Yangtzehaven is een nauwkeurige bepaling van de absolute dieptes van de laagovergangen zichtbaar in de seismische opnamen ten opzichte van NAP gemaakt door middel van bathymetrische opnamen met behulp van een *multibeam-echosounder*.

*Fase 2c: verkennend booronderzoek*

Indien de geïnterpreteerde data van het geofysische onderzoek voldoende detail bieden, worden steekboringen gezet in de waterbodem om a) de morfologie uit de geofysische data te valideren, en b) archeologische indicatoren op te sporen. Steekboringen, door middel van een hoog frequentie hydraulische *vibrocore*, kunnen een maximale diepte bereiken van 5 m. De *vibrocore* wordt vanaf een kraanschip naar de waterbodem neergelaten. Door middel van uitklapbare poten wordt de stabiliteit van de *vibrocore* op de waterbodem vergroot. Door hoogfrequente trillingen wordt een steekbuis met een binnen kerndoorsnede van 9,8 cm, en een lengte van 5,50 m in de waterbodem ingedreven. De sedimenten uit de kernen worden volledig beschreven. Monsters worden genomen voor OSL en 14C-ouderdomsbepaling, pollen en diatomeeën onderzoek. Daarnaast worden monsters uit de kerndelen genomen voor micromorfologisch onderzoek aan slijplaten en eventueel aanvullend specialistisch onderzoek. Deze monsters hoeven nog niet direct te worden geanalyseerd. Uitwerking zal in eerste instantie slechts op een basaal niveau plaatsvinden ten behoeve van het opstellen van een evaluatierapport en een selectie van een gebied of gebieden voor eventueel Fase 3 onderzoek. Of en zo ja welke monsters moeten worden geanalyseerd, wordt uiteindelijk pas bepaald na afloop van het veldonderzoek, in Fase 3 of Fase 4.

Indien de top van het pleistocene dekzandniveau, de prehistorische vondstlaag, dieper ligt dan 5 m onder de waterbodem, is het zeer de vraag of steekboringen deze laag kunnen bereiken. Maatregelen om bodemlagen eerst uit te baggeren om de waterbodem te verlagen zijn hier niet begroot (wel in Fase 4).

6.3.4 Globale inschatting kosten

	<i>Natuureiland(en)</i>		
<i>Fase 2a</i>			
Onderzoek naar vervorming en zetting	Circa 500 hectare		Ca. €5000-€10,000 (plaxis modellering of vergelijkbaar)
	<i>A. Onderzoek binnen 1 zandwinput (circa 50 hectare)</i>	<i>B. Onderzoek binnen 1 slibgeul (2000m x 100m: 20 hectare)</i>	
<i>Fase 2b</i>			
Seismisch onderzoek	Vlakdekkend. Vaarlijnen in een grid met een afstand van 50 m . Circa 30 vaarlijnen van 750 m lang = 22,5 km	Vlakdekkend. Vaarlijnen in een grid met een afstand van 50 m . Circa 5 vaarlijnen van 2000m lang = 10 km	A+B = 1 dag varen Ca. €12.000,00 inclusief analyse en rapportage
Sonderingen	Vlakdekkend. Circa. 2 sonderingen per hectare. 100 sonderingen.	Vlakdekkend. Circa. 2 sonderingen per hectare. 40 sonderingen.	A+B = €20.000,00
Bathymetrische opnamen	Vlakdekkend over 50 hectare	Vlakdekkend over 20 hectare	A+B = €5000,00
<i>Fase 2c</i>			
Steekboringen	Vlakdekkend. Boringen in een grid, circa 1 boring per hectare. 50 boringen.	Vlakdekkend. Boringen in een grid, circa 1 boring per hectare. 20 boringen.	Boringen A+B = €49.000 Data verwerking + Rapportage = €20.000,00



## 6.4 Fase 3: karterend inventariserend veldonderzoek

### 6.4.1 Doelstelling

Op basis van de resultaten van de voorgaande fase worden zones aangewezen met een hoge archeologische verwachting voor resten uit de vroege prehistorie. In principe worden alleen zones geselecteerd op basis van de aanwezigheid van een of meer archeologische indicatoren in de boringen van Fase 2. De doelstelling van Fase 3 (en Fase 4) is het vaststellen of archeologische vindplaatsen aanwezig zijn in de geselecteerde gebieden.

### 6.4.2 Uitvoering

Uitvoering aan de hand van Vraagspecificaties/Programma van Eisen en een Plan van Aanpak. Uitvoering volgt de afspraken gemaakt voor Fase 2. Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen de *Design and Construct* contract.

### 6.4.3 Aanpak

Karterend inventariseren veldonderzoek wordt verricht om de aan- of afwezigheid van archeologische vindplaatsen in de geselecteerde gebieden vast te stellen en te begrenzen.

#### *Fase 3a: karterend geofysische onderzoek*

De karterende fase van het inventariserend onderzoek bestaat in eerste instantie uit een (aanvullend) gedetailleerd geofysisch onderzoek. Seismisch onderzoek, met een grotere meetdichtheid, wordt gecombineerd met een aantal aanvullende sonderingen. Nadat de grootschalige heterogeniteit/morfologie is vastgesteld en gevalideerd, kunnen specifieke gebieden met een hoge archeologische verwachting verder worden ingemeten. Hiermee wordt plaatselijk de 3D geometrie van het paleolandschap gedetailleerd in beeld gebracht, bijvoorbeeld de omtrek van een rivierduin of oriëntatie van een oeverwal.

#### *Fase 3a: karterend booronderzoek*

Gebaseerd op deze 3D geometrie worden de plaatsen bepaald waar archeologische steekboringen gezet moeten worden, namelijk op de plekken waar de kans op het vinden van archeologische indicatoren het grootst wordt geacht. Bijvoorbeeld, op de top van een rivierduin (zones met hoger gelegen pleistocene afzettingen) of op de flank van een oeverwal aan de zijde van de geul. Zoals in Fase 2, wordt sediment uit de boorkernen bemonsterd voor nadere specialistische analyses.

### 6.4.4 Globale inschatting kosten

	<i>A. Onderzoek binnen 1 zandwininput (circa 50 hectare)</i>	<i>B. Onderzoek binnen 1 slibgeul (2000m x 100m: 20 hectare)</i>	
<i>Fase 3a</i>			
Seismisch onderzoek	Vlakdekkend. Vaarlijnen in een grid met een afstand van 10 m . Circa 140-160 vaarlijnen lengte 750 m = 120 km	Vlakdekkend. Vaarlijnen in een grid met een afstand van 10 m . Circa 20 vaarlijnen lengte 2000m = 40 km	A+B = ca. €40.000,00 inclusief analyse en rapportage
Sonderingen	Vlakdekkend. Circa. 2 sonderingen per hectare. 100 sonderingen.	Vlakdekkend. Circa. 2 sonderingen per hectare. 40 sonderingen.	A+B = €20.000,00
Bathymetrische opnamen	Vlakdekkend over 50 hectare	Vlakdekkend over 20 hectare	A+B = €5000,00

<i>Fase 3b</i>			
Steekboringen	In geselecteerde gebieden ca 50 boringen.	In geselecteerde gebieden ca 25 boringen.	Boringen A+B = €50.000 Data verwerking + Rapportage = €20.000,00

## 6.5 Fase 4: gravend onderzoek

### 6.5.1 Doelstelling

Indien op een of meer plaatsen in Fase 3 een archeologische vindplaats is vastgesteld, dient Fase 4 om archeologische informatie hieruit te verzamelen.

### 6.5.2 Uitvoering

Zelfs met een gedetailleerd archeologisch Programma van Eisen en een zo duidelijk mogelijke Vraagspecificatie Eisen voor de civiele aannemer, zal gezien het pionierend karakter van het onderzoek, de vele onzekerheden m.b.t. zowel het archeologisch onderzoek als de civieltechnisch ondersteuning, een hoge mate van betrokkenheid van de initiatiefnemer bij de voorbereiding, en sturing en besluitvorming tijdens de uitvoering onontbeerlijk zijn.

### 6.5.3 Aanpak

Op (een selectie uit de) locaties waar archeologische indicatoren in de boorkernen zijn aangetroffen, kan als sluitstuk van het proces een gravend onderzoek worden verricht om de aard en de datering van de archeologische vindplaats(en) door het verzamelen van vondstmateriaal nader te duiden. In de Yangtzehaven is uiteindelijk besloten tot het uitgraven van 3 kleine werkputten in een zone met rivierduinen. Behalve op basis van concrete archeologische indicatoren, zijn deze gebieden geselecteerd aan de hand van het bijgewerkte gedetailleerde geologisch 3D-lagenmodel. Het gravend onderzoek bestond uit het vaksgewijs en zo volledig mogelijk bemonsteren van de rivierduinafzettingen met behulp van een baggerschip met ponton en een vaste kraan met een horizontaalsluitende vlakgrijper. De grijper werd gemaneuvreerd tot de gewenste horizontale positie om per werkput in vakken van circa 2 m bij 3 m in verticale lagen van circa 20 cm het vondstniveau te bemonsteren. Omhoog gehaalde grond uit de rivierduinafzettingen werd in eerste instantie gestort in verzamelcontainers. Hieruit zijn monsters genomen voor botanisch onderzoek. Uit de opgehaalde grond van ieder verzameld vak zijn vervolgens twee *big bags* gevuld, deze naar land gebracht en gezeefd. De zeefresiduen zijn uitgezocht op archeologisch materiaal, zoals houtskool, bot, vuursteen, visresten, hout, zaden en natuursteen. De verschillende vondstcategorieën en geselecteerde monsters zijn daarna gedetermineerd en geanalyseerd.

### 6.5.4 Globale inschatting kosten

De kosten van gravend onderzoek kunnen momenteel alleen worden gebaseerd op het onderzoek uitgevoerd in de Yangtzehaven. Daar zijn in totaal drie werkputten met een totaal oppervlak op de archeologische laag van ca. 450 m<sup>2</sup>, op dichtbij elkaar gelegen locaties bemonsterd. De doorlooptijd voor het veldwerk bedroeg 3 weken, 1 week voor het verwijderen van de afdekkende lagen, en 2 weken voor het uitgraven en monstern van de archeologische niveau's.

Onderstaande globale raming voor het totale onderzoek inclusief uitwerking en rapportage van de drie locaties tezamen is gebaseerd op de opgave ontvangen van het Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam en het Havenbedrijf. Het is natuurlijk niet gezegd dat in het Project Markerwadden

uiteindelijk ook drie locaties van dezelfde omvang zouden moeten worden onderzocht. Ook zijn er technische verschillen vanwege verschil waterdiepte en dikte van de afdekkende lagen. Voortschrijdend inzicht na een goede evaluatie van het Rotterdamse project kan daarnaast waarschijnlijk tot efficiëntieverbeteringen en kostenreductie leiden.

Onderzoek van 1 vindplaats kan voorzichtigheidshalve gesteld worden op ca. 1/3 van onderstaande raming.

<b>Technische voorzieningen, o.a.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schip/ponton</li> <li>- Technische ondersteuning</li> <li>- Kraan + grijper</li> </ul>	Ca. € 240,000
<b>Archeologisch veldonderzoek onder water, o.a.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- begeleiding</li> <li>- zeefwerk op de kader</li> <li>- technische uitwerking van 500 big bags (inhoud 0,6 m3)</li> </ul>	Ca. € 280,000
<b>Archeologische uitwerking en rapportage, o.a.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geologisch en paleolandschappelijk onderzoek</li> <li>- Botanisch onderzoek</li> <li>- Zoologisch onderzoek</li> <li>- Vuursteen onderzoek (incl. steen)</li> <li>- Opstellen basisrapport</li> <li>- Wetenschappelijke redactie en productie</li> <li>- Archivering</li> <li>- Publieksgerichte activiteiten</li> </ul>	Ca. € 490,000
<b>Totaal:</b>	Ca. € 1.010,000

## 7 Conclusies

### 7.1 Globale inschatting totale kosten

Onderstaande tabel geeft een inschatting van de cumulatieve onderzoekskosten per opvolgende onderzoeksfase, zoals beschreven in hoofdstuk 6:

	Fase	Kosten per fase €	Inschatting cumulatieve kosten						Fase 1+2+3+4 €
			Fase 1 €	Fase 1+ 2a €	Fase 1+ 2a/b €	Fase 1+ 2a/b/c €	Fase 1+ 2+3a €	Fase 1+2+3a/b €	
	1	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
	2a	10,000		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
1 zandwinput + 1 slibgeul	2b	37,000			37,000	37,000	37,000	37,000	37,000
	2c	69,000				69,000	69,000	69,000	69,000
	3a	65,000					65,000	65,000	65,000
	3b	70,000						70,000	70,000
	4	1.010,000							1.010,000
<b>Totaal:</b>		<b>1.286,000</b>	<b>25,000</b>	<b>35,000</b>	<b>72,000</b>	<b>141,000</b>	<b>206,000</b>	<b>276,000</b>	<b>1.286,000</b>

### 7.2 Standpunt initiatiefnemer

Doel van dit document is om een zoveel mogelijk objectieve analyse te maken van zowel de stand van zaken, de potentie van het gebied, als de mogelijkheden tot effectief onderzoek en de daarbij behorende kosten.

Onderwater archeologie kan in potentie veel toegevoegde waarde hebben als het gaat om het vermeerderen van kennis over de (vroeg-)prehistorische mens en zijn materiële cultuur. Het is echter essentieel om te beginnen met het duidelijk omschrijven van het wetenschappelijk nut en de noodzaak, in combinatie met de specifieke onderzoeksprioriteiten, binnen een bepaalde samenhangende archeoregio. Omdat de benodigde investeringen om te komen tot goed onderzoek van de prehistorie onderwater aanzienlijk zijn, en over het algemeen hoger dan op het land, is een goede inhoudelijke verantwoording van kosten en inzet onmisbaar. Een gedetailleerde beschrijving van wat er bekend is van de ondergrond in het plangebied, Fase 1 van het hierboven beschreven onderzoek, met eventueel het opstellen van een geologische lagenmodel, zou mogelijk nieuwe informatie kunnen opleveren over de opbouw van de ondergrond en een aanzet kunnen gaan vormen tot zo'n toekomstig onderzoekskader.

De initiatiefnemer, Rijkswaterstaat met Natuurmonumenten, vraagt zich nog steeds af, voor wat betreft het vervolgonderzoek van het afgedekte prehistorische landschap in het plangebied, wat de noodzaak en de wetenschappelijke meerwaarde hiervan zijn in relatie tot de proportionaliteit van de benodigde investeringen. De gekozen insteek is daarom om op dit moment voor de vroege prehistorie geen verder onderzoek uit te gaan zetten.

## 8 Literatuur

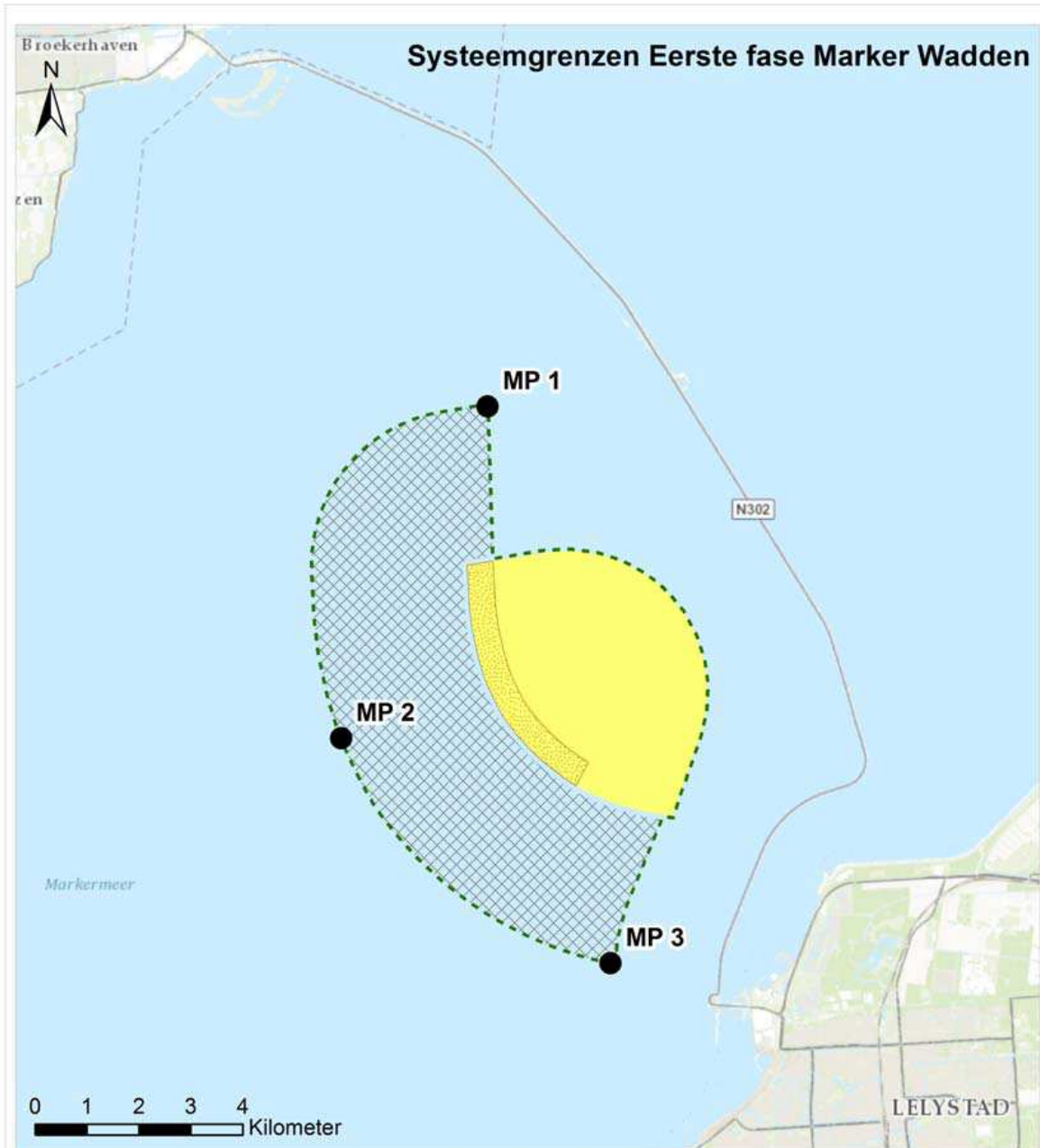
- BENJAMIN, J., 2010: Submerged Prehistoric Landscapes and Underwater Site Discovery: Reevaluating the 'Danish Model' for International Practice. *Journal of Island & Coastal Archaeology* 5, 253-270/
- ENTE, P.J./J. KONING/R. KOOPSTRA, 1986: *De bodem van oostelijk Flevoland*, Lelystad (Flevobericht 258).
- HACQUEBORD, L., 1976: Holocene geology and palaeogeography of the environment of the levee sites near Swifterbant (polder Oost Flevoland, section G 36-41), *Helinium* 16, 36-42.
- HEERINGEN, R.M. VAN/W.A.M. HESSING/L.I. KOOISTRA/S. LANGE/B.I. QUADFLIEG/R. SCHRIJVERS/W. WEERHEIJM MET MEDEWERKING VAN: M. BLAAUW, D.C. BRINKHUIZEN, K. LINTHOUT, W.J. KUIJPER, B.J.A. VAN OS EN J.T. ZEILER, 2014: *Archeologisch landschapsonderzoek in het kader van het project Kwaliteitsverbetering Kotterbos (locatie Natuurboulevard) in de gemeente Lelystad, provincie Flevoland. Menselijke activiteit in natte landschappen in de Steentijd en de (Vroeg-) Romeinse tijd*, Amersfoort (Vestigia-rapport 1132).
- HOUKES, M.C./R. VAN LIL/S. VAN DEN BRENK/M. MANDERS, 2014: *Het Markermeer en IJmeer in beeld, De ontwikkeling van een historisch geomorfologische kaartenset voor de waterbodems*, Amersfoort (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed).
- MANDERS, M.R./A.D.C. KLOMP/J.H.M. PEETERS/P. STASSEN, 2008: *Wetenschappelijk kader voor de archeologische monumentenzorg bij de aanleg van de tweede Maasvlakte, Europort-Rotterdam, Amersfoort (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 169)*.
- MOREE, J.M./M.M. SIER (RED), 2014: *TWINTIG METER DIEP! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam, Rotterdam (BOORrapporten 523)*.
- PEETERS, J.H.M., 2002: *Wetenschappelijke uitgangspunten voor de archeologische monumentenzorg in het kader van de aanleg van de Hanzelijn (Lelystad-Zwolle)*, Amersfoort (ROB).
- RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS 1970: *Zuigerputten Markerwaard*, Zwolle.
- VESTIGIA 2014: *Opmerkingen bij kaartmateriaal Markermeer/Markerwadden (Vestigia-Memo 31234/2714a/KW)*
- 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 (Kampereen)*, Utrecht (KW/HZL/ARCH/20316168/20443075).
- WAUGH, K.E., 2014: *Aanzet tot een Projectplan Archeologie Markerwadden. Versie 2.1, definitief*, Amersfoort (Vestigia-rapport V1160).
- WAUGH, K.E./E.K. MIETES/R. SCHRIJVERS, 2004: *Project Hanzelijn: Selectieadvies in aansluiting op IVO fase 1, deel II Nieuwe Land. Versie 2.0, definitief*, Amersfoort (Vestigia-rapport V171).
- WAUGH, K.E./E.K. MIETES/R. SCHRIJVERS, 2005: *Project Hanzelijn: Bestek ten behoeve van het Inventariserend Veldonderzoek Fase 2 & 3 in het Nieuwe Land. Versie 2.0, definitief*, Amersfoort (Vestigia-rapport V181).

## Bijlagen

Bijlage 1: systeemgrenzen Marker Wadden

Bijlage 2: Memo Vestigia -6022014: *Marker Wadden, analyse beschikbare (boor)gegevens ondergrond*.

**Bijlage 1. Systeemgrenzen**



### Legenda

- Meetpunt vertroebeling
- Systeembegrenzing
- ▨ Reservering voor bezoekerscentrum
- ▩ zoekgebied ontgravingen ((oppervlakkige) deklaag/slibgeulen/zandwinputten)
- Natuureilanden

*Titel*  
Systeemgrenzen

*Project*  
Marker Wadden

*Opdrachtgever*  
Natuurmonumenten

*Datum*  
17-6-2014

*Registratie nummer*  
BA8757-107-100-AF20140115

<i>Gecontroleerd door</i> Eltjo Ebbens	<i>Volgnummer</i> 1
---	------------------------



Bijlage 2. Memo Vestigia d.d. 6-2-2014: *Marker Wadden, analyse beschikbare (boor)gegevens ondergrond.*



## MEMO

*Van* : Vestigia BV  
*Aan* : RoyalHaskoningDHV, dhr. P. Eijssen  
*Onderwerp* : Marker Wadden, analyse beschikbare (boor)gegevens ondergrond  
*Datum* : 6-2-2014  
*Ons Kenmerk* : V14-30392



---

### 1 Samenvatting en conclusies

Om een eerste indruk te krijgen van het begraven natuurlijk landschap in het Marker Wadden-onderzoeksgebied en de daarmee samenhangende archeologische potentie, is Vestigia gevraagd een onderzoek te doen naar zowel de omvang van de reeds beschikbare gegevens van de ondergrond in beide varianten van het onderzoeksgebied als de informatie over de landschapsopbouw die deze gegevens bevatten.

Samenvattend kan het volgende over de beschikbare boorgegevens, en de daaruit af te leiden informatie over de archeologische potentie van het onderzoeksgebied gesteld worden:

- Er zijn in de grote en kleine variant van het onderzoeksgebied in totaal respectievelijk 99 en 67 boringen beschikbaar, waarvan 12 en 8 gezet na 1950 en digitaal bevroegbaar.
- Slechts van een klein deel van deze boringen is conform de beschrijving bekend met welke boormethode ze geplaatst zijn.
- Daar waar de boormethode bekend is, is dat vrijwel zonder uitzondering de puls boring. De zeggingskracht van deze boringen is voor de geologische opbouw is voor geologisch-/landschappelijke doeleinden voldoende, maar op bodemkundig en archeologisch gebied schieten zij tekort.
- uit de beschikbare boringen blijkt de plaatselijke aanwezigheid van basisveen bovenop het pleistocene zand. Op deze locaties is de kans groter dat een in het pleistocene zand ontwikkeld bodemprofiel nog aanwezig is dan in zones waar basisveen ontbreekt. Op laatstgenoemde locaties bestaat een grotere kans op erosie van de top van het pleistocene zand (mogelijkheden tot erosie gedurende een langere periode). Op eerstgenoemde locaties is de kans op *in situ* voorkomende prehistorische archeologische resten groter.
- in een deel van de boringen is uit de opbouw de aanwezigheid van sediment uit het Laagpakket van Wormer af te lezen. In een aantal van deze boringen komt de top van deze afzettingen op een diepte van 6 tot 7 meter beneden NAP voor: de kans op het

voorkomen van door de mens benutbare hoger en droger gelegen oeverwallen is in deze gebieden hoger dan in de zones waar de top van het Laagpakket van Wormer beneden 7 meter onder NAP bevindt. Het voorkomen van intact archeologisch materiaal uit de latere prehistorie is op basis van de beschikbare gegevens binnen het onderzoeksgebied niet uit te sluiten.

- door de lage dichtheid aan boringen in beide varianten van het onderzoeksgebied, en door het voor bodemkundige en archeologische doeleinden lage oplossend vermogen van de beschikbare boorgegevens, is het begrenzen van zones waarin top Pleistoceen en top Wormer een hogere archeologische potentie hebben op dit moment niet mogelijk. Hiervoor is meer (gedetailleerde) informatie over de opbouw van de ondergrond nodig.



## 2 Introductie; data-verzameling en eerste analyse

Om een eerste indruk te krijgen van het begraven natuurlijk landschap in het Markerwaddengebied en de daarmee samenhangende archeologische potentie, is Vestigia gevraagd een onderzoek te doen naar zowel de omvang van de reeds beschikbare gegevens van de ondergrond in het onderzoeksgebied als de informatie over de landschapsopbouw die deze gegevens bevatten.

Een eerste grove analyse van het totale aantal beschikbare boringen in en direct om het onderzoeksgebied (in een straal van 1km) toont aan dat:

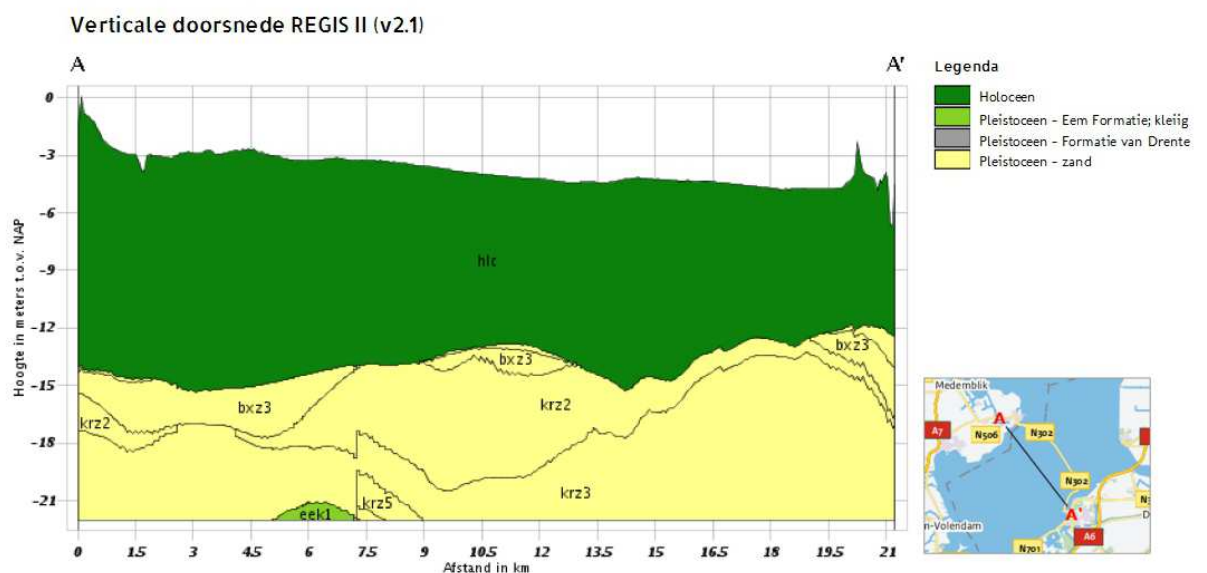
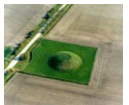
- het totaal aantal boringen binnen de grote en kleine variant van het onderzoeksgebied (zie *kaart 1*) respectievelijk 99 en 67 bedraagt. Dit komt neer op een gemiddelde dichtheid van respectievelijk 0,05 en 0,04 boringen per hectare. Het totaal aantal boringen waar digitaal en automatisch bevroagbare gegevens beschikbaar zijn (gezet na 1950) bedraagt respectievelijk 12 en 8, neerkomend op een dichtheid van 0,006 en 0,005 boringen per hectare (ofwel 0,6 respectievelijk 0,5 per km<sup>2</sup>)
- van de meeste boringen niet bekend is welke methode gebruikt is voor de monsternamen. Pas vanaf de jaren '80 van de vorige eeuw is de gebruikte methode vaker vermeld bij de boorgegevens: de puls boring. Met deze boormethode is het weliswaar mogelijk de diepte van de laagovergangen vrij nauwkeurig vast te stellen, maar de bemonstering van fijnere sedimenten blijkt vaak lastiger of onvolledig en sedimentaire structuren raken verstoord door de boormethode. Dit maakt de profielen op het vlak van geologische opbouw waardevol, maar voor het vaststellen van bodemhorizonten en erosieverschijnselen schieten ze tekort, waardoor ook het voor de archeologie benodigde detailniveau niet gehaald wordt.

### 3 Natuurlijk landschap; analyse boorgegevens

#### 3.1 Ontwikkeling van het landschap

Tijdens de laatste ijstijd - het Weichselien - lag veel water opgeslagen in een ijskap die grote delen van de Britse eilanden en Scandinavië bedekte, maar Nederland niet bereikte. Het klimaat kreeg (naarmate de ijstijd vorderde) gedurende het Weichselien een steeds continenter karakter. Op het 'hoogtepunt' lag de zeespiegel maar liefst 110 meter lager en de kustlijn honderden kilometers verder westelijk dan nu.

Op kaart 3A is in klassen van 0,5m de diepteligging van de bovenkant van de Pleistocene afzettingen weergegeven. Over het algemeen bestaat deze top uit zogenaamd dekzand, dat de oudere rivierafzettingen in het gebied afdekt. Plaatselijk ontbreekt het dekzand en vormen rivierafzettingen het bovenste deel van het pleistocene pakket (zie afbeelding 1).



**Afbeelding 1.** Diepteligging top pleistocene en onderverdeling in zandige afzettingen, conform geohydrologisch model REGISII (TNO, 2009). Bxz3= Formatie van Boxtel (dekzand); Krz2, krz3, krz5=Formatie van Kreftenheye (rivierzand).

Vanaf circa 8300 voor Chr., dat wil zeggen vanaf het begin van het Holoceen, steeg het zeewater, als gevolg van het afsmelten van het landijs. Hierdoor begon onder invloed van de door de daarmee gepaard gaande stijging van de grondwaterspiegel veen te vormen op het pleistocene zand. De vorming van dit 'basisveen' is, op basis van de tijd-diepte curven die zijn opgesteld voor het Noordoostpolder-gebied en voor Zuidelijk Flevoland, reeds rond 7000-6500 v.Chr. in en rond het onderzoeksgebied op gang gekomen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gotjé 1993; Makaske *et al.* 2002. De veenvorming bereikt rond 5500 v.Chr. het pleistocene deel van het landschap dat zich op ongeveer 10 meter beneden NAP bevindt.

Doordat de invloed van de zee steeds groter werd (met name door de stijgende zeespiegel), ontstond er een landschap waarin een stelsel van krekten voor de afwatering van het gebied zorgde. Direct langs deze krekten, die ook onder getijdeninvloed stonden, kwamen oeverwallen van klei tot ontwikkeling die bij verdere aangroei gedurende steeds langere perioden droog kwamen te liggen. Zo werden zij geschikt als (lente/zomer)verblijfplaats waar in principe sporen van menselijke bewoning of activiteiten kunnen worden aangetroffen uit de periode vanaf de Midden-Steentijd (Mesolithicum, 9.600 - 4.900 voor Chr.).<sup>2</sup> Op het huidige vasteland van Flevoland, met name in de omgeving van Swifterbant, maakten plaatselijke omstandigheden (hogere dekzandruggen en oeverwallen langs krekten en geulen) het gebied in deze periode bij uitstek interessant als bewoningsplek. De recente opgraving op een dekzandkopje bij de N23 is hiervan een goed voorbeeld. Voor het onderhavige onderzoeksgebied geldt echter dat de omstandigheden veel dynamischer zijn geweest en het daarmee waarschijnlijk niet aantrekkelijk maakten als een plek voor langdurige bewoning of gebruik. Het onderzoeksgebied is waarschijnlijk relatief snel vernat. De kans op het aantreffen van deze sporen die zo karakteristiek zijn voor Flevoland wordt daarom laag ingeschat.



Kort na 5000 voor Chr. begonnen zich in de lagere delen van het huidige Markermeer- en IJsselmeergebied moerassen te ontwikkelen. Afgestorven planten kwamen op de waterbodem terecht. Omdat er geen zuurstof bij kon komen, bleven zij geconserveerd. Hierdoor hoopte dood plantmateriaal zich op de waterbodems op, waardoor (laag-)veen ontstond. Tegen 3000 voor Chr. raakten ook de hoger gelegen delen van het pleistocene dekzand met veen bedekt.

Vanaf 1200 voor Chr. tot rond het begin van onze jaartelling vormde zich het Flevomeer. De zee had inmiddels zijn grip op het huidige IJsselmeergebied verloren, omdat langs de westkust van Nederland zich een aaneengesloten strandwallengebied had gevormd. Toch bleef er sprake van 'wateroverlast', omdat het water dat via de IJssel vanuit het achterland werd aangevoerd ook niet meer, dan wel minder gemakkelijk, richting zee kon worden afgevoerd. Het gevolg hiervan was het ontstaan van een uitgestrekt meer: het Flevomeer. De uitbreiding van het Flevomeer leidde tot de afbraak van een deel van het, inmiddels uitgestrekte, veengebied. Op de bodem van dit meer werden zogenaamde Flevomeer-afzettingen gevormd, de jonge detritus-gyttja; in feite verspoeld veenlandschap.

De verdergaande vorming van het waddegebied en de gelijklopende afbraak van het veen leidden uiteindelijk tot een open verbinding tussen de Noordzee en wat in de Vroege Middeleeuwen het Almere wordt genoemd. Die verbinding groeide door: door stormvloed in de Late Middeleeuwen (met name in de 12<sup>e</sup> en 13<sup>e</sup> eeuw) groeide het water uit tot een heuse binnenzee: de Zuiderzee. In 1932 is de Afsluitdijk aangelegd en werden onder zoetwater omstandigheden de zogenaamde IJsselmeer Afzettingen gevormd.

---

<sup>2</sup> Kerkhoven/Schrijvers 2008.

### 3.2 Samenstelling van de ondergrond ter hoogte van het onderzoeksgebied

#### Pleistoceen

In het onderzoeksgebied wordt de top van het Pleistocene pakket voor een groot deel gevormd door dekzand (Formatie van Boxtel<sup>3</sup>). Daar waar dit dekzand afwezig is bestaat de top van het pleistocene pakket uit rivierafzettingen (Formatie van Kreftenheye<sup>4</sup>). De diepteligging van de top van het pleistocene pakket loopt uiteen van 12 tot 17 meter beneden NAP (*Kaart 3A*).

#### Holoceen

De dikte van het pakket Holocene afzettingen kan uiteenlopen van zo'n 7 tot 12 meter, waarbij de grootste dikte wordt bereikt in de noordelijke helft van het onderzoeksgebied (zie *kaart 3B*).



#### *Basisveen Laag*

Het Basisveen bestaat veelal uit riet-/zeggeveen, maar kan ook houtresten bevatten. De dikte van het Basisveen kan variëren van een aantal decimeters tot 2,5 meter. Daar waar het basisveen nog aanwezig is, bevindt het zich op een diepte van 12 tot 17 meter beneden NAP, direct op het pleistocene zand. De top van het veen kan echter tijdens de vorming van de getijde-afzettingen (Laagpakket van Wormer), Flevomeer Laag, de Almere Laag en zelfs de Zuiderzee Laag nog geërodeerd zijn. Binnen het onderzoeksgebied kan dit deels ook het geval zijn: In een deel van de binnen de grenzen van het onderzoeksgebied beschikbare boorgegevens bevindt holocene klei (Formatie van Naaldwijk) direct op de pleistocene zanden. Het basisveen heeft zich hier óf niet kunnen vormen, óf is later geërodeerd (zie *kaart 3A*).

#### *Laagpakket van Wormer*

De mariene afzettingen van het Laagpakket van Wormer - die dateren uit het midden Holoceen en onderdeel uitmaken van de getijdebekken-afzettingen van centraal Noord-Holland - komen voor in het zuidwestelijk deel van het IJsselmeer. De afzettingen van dit laagpakket worden in de oude literatuur ook wel 'Oude Getijde Afzettingen' of 'Afzettingen van Calais' genoemd.<sup>5</sup> In het onderzoeksgebied bestaan ze uit kleien met een wisselend gehalte aan humus en kalk en zeer fijn tot matig fijn zand. De zandige afzettingen zijn grotendeels gevormd in geul- of wadplaat-milieu, terwijl de kleien vooral ontstaan zijn in een wad- of kweldermilieu. De kleiige afzettingen verder van de geulen en kreken vandaan - de komafzettingen - zijn zwaar, vaak (hoger lutumgehalte) kalkloos, humeus en doorworteld.

In de directe omgeving van het onderzoeksgebied kunnen afzettingen uit het Laagpakket van Wormer op een diepte van 6 tot 7 meter beneden NAP voorkomen (bijvoorbeeld in boringen B20D0813 en B20D0812, zie *kaarten 2 en 3B*). Daar waar de top van het Laagpakket van Wormer zich op dit dieptebereik bevindt moet rekening worden gehouden met het voorkomen van (tevens archeologisch relevante) oeverafzettingen.

<sup>3</sup> De Mulder *et al* 2003; Schokker *et al.* 2007

<sup>4</sup> Weerts *et al.* 2000.

<sup>5</sup> Ente *et al.* 1986; Westerhoff *et al.* 1987

#### *Flevomeer Laag*

De Flevomeer Laag bestaat uit (veen)detritus; los verspoelde veendeeltjes - met diametergrootte die meestal variërend tussen millimeters tot enkele centimeters - en vaak gemengd met wisselende hoeveelheden klei, silt en zand. Vivianiet, een zwavel-ijzer verbinding, komt regelmatig tussen het organische materiaal in de laag voor. De Flevomeerafzettingen zijn ondiepe meerbodem-afzettingen die door latere erosie slechts lokaal in het onderzoeksgebied voorkomen. In de Noordoostpolder en Flevoland komen ze op grotere schaal voor.

#### *Almere Laag*

Deze afzettingen bestaan uit klei, gelaagd op verschillende gehalten in humus, detritus, kalk en ostracoden en op de aanwezigheid van uiterst fijne zandlaagjes. Op grond van de gelaagdheid worden de Almere afzettingen onderverdeeld in verschillende sublagen.<sup>6</sup> Het onderste deel van de Almere Laag is doorgaans humeuzer dan de bovenste lagen. De detritus in de Almere Laag is in het algemeen fijner dan in de Flevomeer Laag. De afzettingen worden vooral gevonden in het centrale deel en zuidelijke deel van het onderzoeksgebied, dicht bij de hoofdverbinding met de Waddenzee.

#### *Zuiderzee Laag*

De Zuiderzee Laag bestaat in het onderzoeksgebied overwegend uit kalkhoudende en matig fijne zanden. Lokaal kan ook grover materiaal (waaronder grind) binnen deze afzettingen voorkomen. Kenmerkend voor de laag is de mariene schelpenfauna. De Zuiderzee Laag vormt de zandige deklaag die voorkomt in het diepte-interval tussen 0 (nabij de West-friese Omringdijk) en 8 m -NAP. De dikte van de laag varieert tussen enkele decimeters tot meer dan 2 m.

#### *IJsselmeer Laag*

De IJsselmeer Laag bestaat overwegend uit slappe ongeconsolideerde kleien. Een (autochtone) mariene schelpenfauna ontbreekt. De IJsselmeer Laag is een meerbodemaafzetting, die is ontstaan na de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk in 1932. De afzettingen komen lokaal voor, in met name de diepere delen van het IJsselmeer.

## Literatuur

ENTE, P.J./J. KONING/R. KOOPSTRA, 1986: *De bodem van oostelijk Flevoland*, Lelystad (Flevobericht 258).

GOTJÉ, W., 1993: *De Holocene laagveenontwikkeling in de randzone van de Nederlandse Kustvlakte (Noordoostpolder)*, Amsterdam.

KERKHOVEN, A.A./R. SCHRIJVERS, 2008: *Archeologische risicoanalyse inrichtingsschets Oostvaarderswold, Een aanvullend archeologisch bureauonderzoek in het kader van de planmer procedure*, Amersfoort (Vestigia-rapport V575).

---

<sup>6</sup> Zie onder meer Ente *et al.* 1986



MAKASKE, B./D.G. VAN SMEERDIJK/J.R. MULDER/T.SPEK, 2002: *De stijging van de waterspiegel nabij Almere in de periode 5300-2300 v.Chr.*, Wageningen (Alterra-rapport 478).

MULDER, E.F.J. DE/M.C. GELUK/I.L. RITSEMA/W.E. WESTERHOFF/Th.E. WONG, 2003: *De ondergrond van Nederland*, Groningen/Houten.

SCHOKKER, J./H.J.T. WEERTS/W.E. WESTERHOFF/H.J.A. BERENDSEN/C. DEN OTTER, 2007: Introduction of the Boxtel Formation and implications for the Quaternary lithostratigraphy of the Netherlands, *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw*, 86-3, 197-210.

WEERTS, H.J.T./P. CLEVERINGA/J.H.J. EBBING/F.D. DE LANG/W.E. WESTERHOFF, 2000: *De lithostratigrafische indeling van Nederland - Formaties uit het Tertiair en Kwartair*, Utrecht (TNO-NITG).

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).



## Kaarten

Kaart 1: Locatiekaart met markering onderzoeksgebied (2 varianten)

Kaart 2: Boringen (DINOloket)

Kaart 3: Landschappelijke gegevens

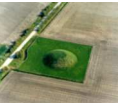
(diepteligging top Pleistoceen; voorkomen basisveen; dikte holocene pakket; voorkomen laagpakket van Wormer)

Vestigia BV Archeologie & Cultuurhistorie

[www.vestigia.nl](http://www.vestigia.nl)

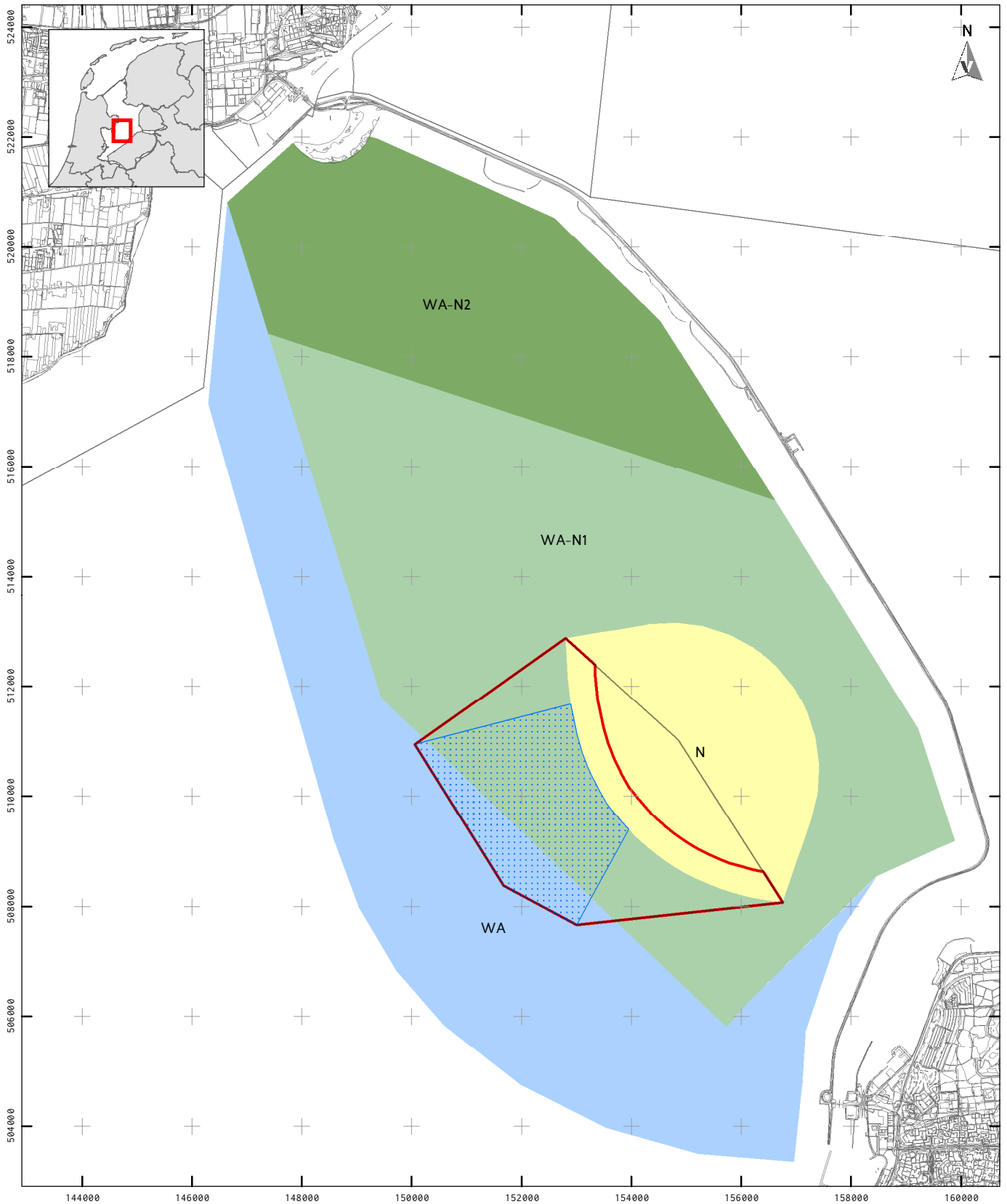
[info@vestigia.nl](mailto:info@vestigia.nl)

tel: 033 2779 200





# KAART 1 - LOCATIEKAART MET MARKERING ONDERZOEKSGBIED (2 VARIANTEN)



## LEGENDA

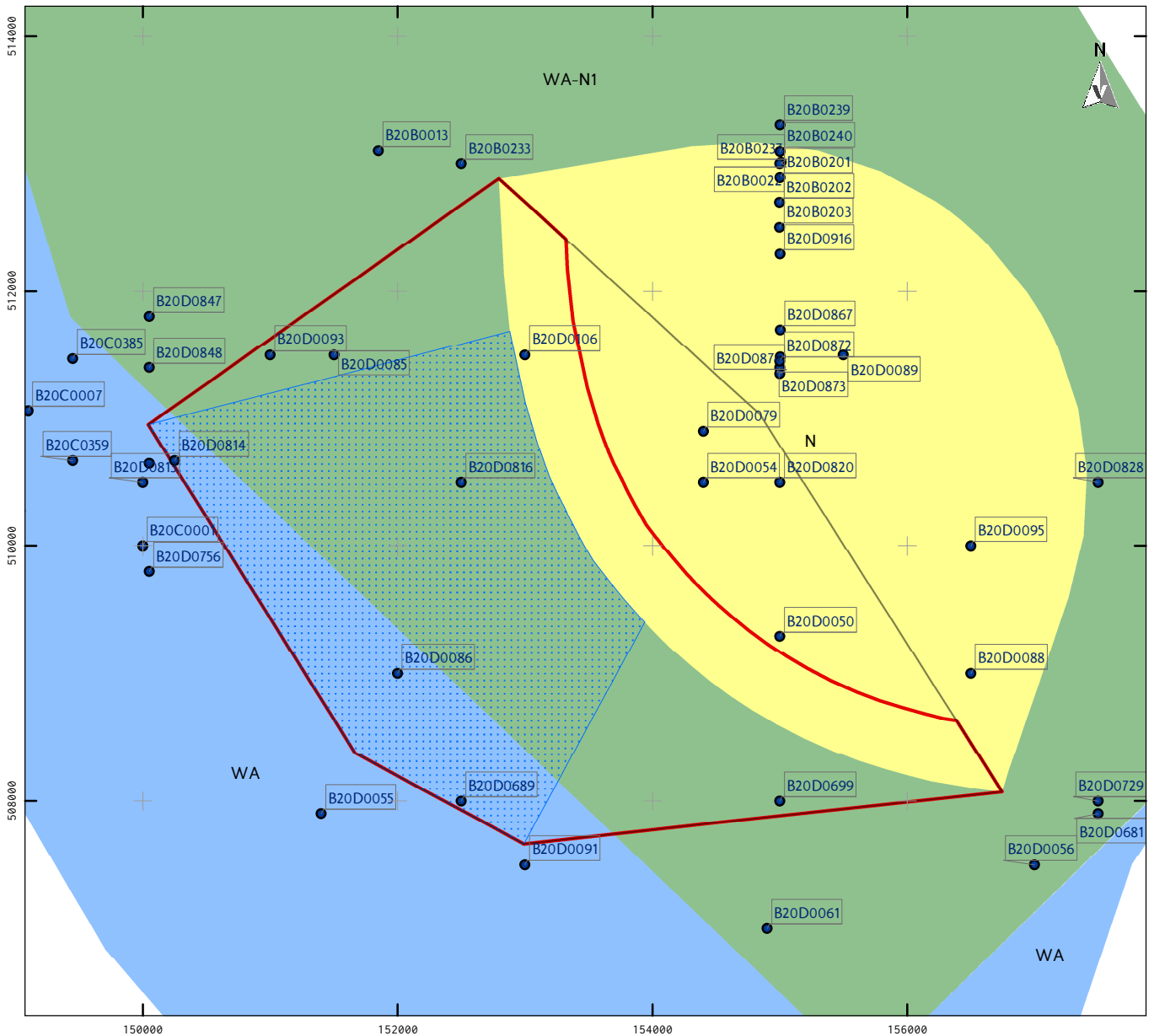
- Onderzoeksgebied (variant 1900ha) Verbeelding bestemmingsplan gebieden
- Onderzoeksgebied (variant 1500ha)
- Zoekgebied slibgeulen
- Topografie
- N (Natuur)
- WA (Water)
- WA-N1 (Water en Natuur 1)
- WA-N2 (Water en Natuur 2)

Project: V13-2714a: PvE IVO WB Opwater Marker Wadden  
 Rapport: V1141  
 Datum: December 2013  
 Bron: Royal HaskoningDHV  
 Top10NL: CC-BY Kadaster 2013

Tekenaar: RS  
 Schaal: 1:100.000 / A4

0 2.000 m

## KAART 2 - BORINGEN (DINOLOKET)



### LEGENDA

- |                                   |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Onderzoeksgebied (variant 1900ha) | Verbeelding bestemmingsplan gebieden |
| Onderzoeksgebied (variant 1500ha) | N (Natuur)                           |
| Zoekgebied slibgeulen             | WA (Water)                           |
|                                   | WA-N1 (Water en Natuur 1)            |
|                                   | WA-N2 (Water en Natuur 2)            |
|                                   | Boringen (met nummer)                |



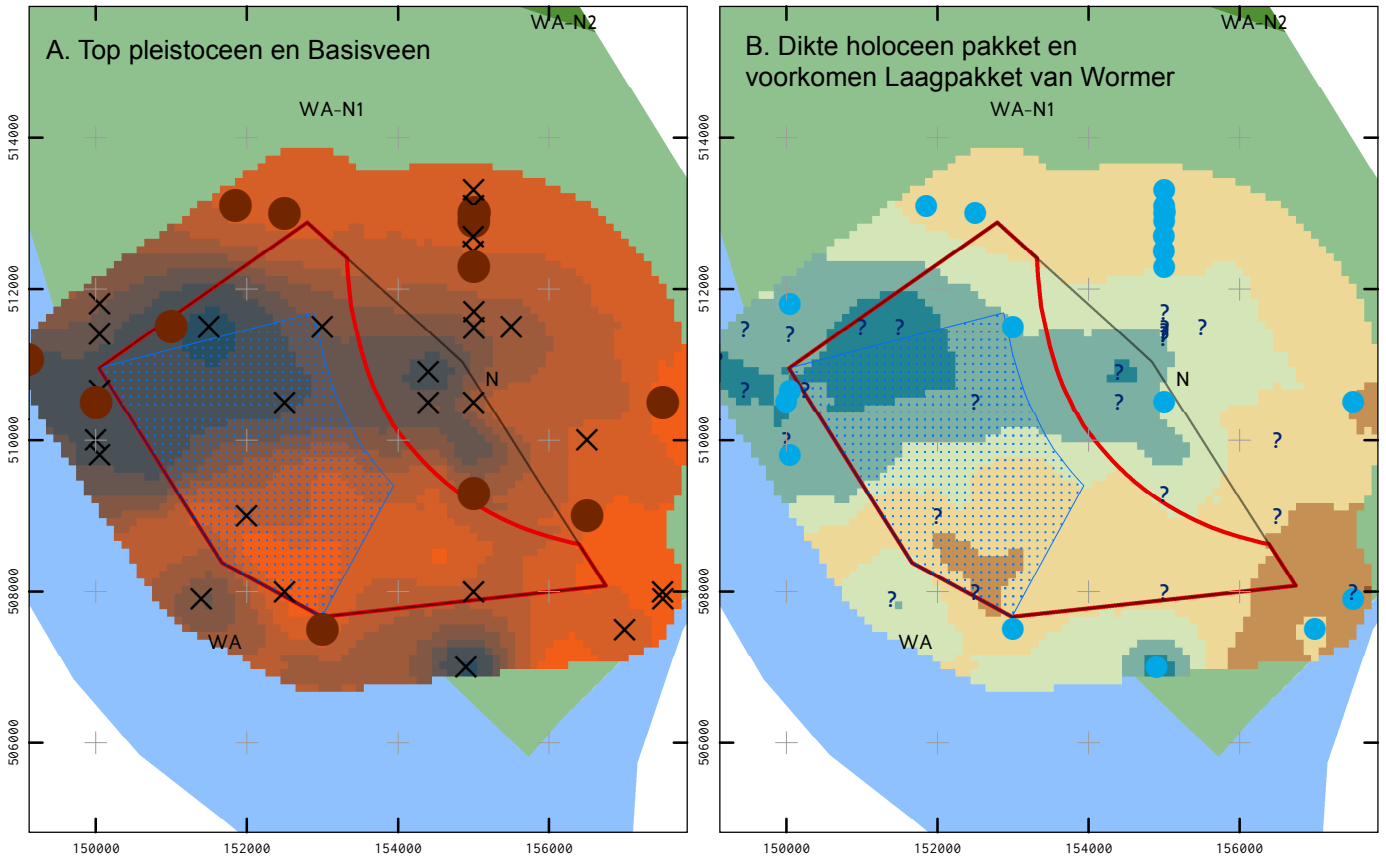
Project: V13-2714a: PvE IVO WB Opwater Marker Wadden  
 Rapport: V1141  
 Datum: December 2013  
 Bron: Royal HaskoningDHV; DINOloket

Tekenaar: RS  
 Schaal: 1:50.000 / A4

0 2.000 m

**VESTIGIA**  
 Archeologie & Cultuurhistorie

# KAART 3 - LANDSCHAPPELIJKE GEGEVENS



## LEGENDA

- |   |   |  |
|---|---|--|
| Onderzoeksgebied (variant 1900ha)           | Top Pleistoceen (diepte in m -NAP)          | Basisveen                                |
| Onderzoeksgebied (variant 1500ha)           | 17 - 16                                     | Basisveen Laag afwezig                   |
| Zoekgebied slibgeulen                       | 16 - 15                                     | Basisveen Laag aanwezig                  |
| <b>Verbeelding bestemmingsplan gebieden</b> | 15 - 14,5                                   | <b>Wormer</b>                            |
| N (Natuur)                                  | 14,5 - 14                                   | Lp. v. Wormer aanwezig                   |
| WA (Water)                                  | 14 - 13,5                                   | Lp. v. Wormer niet aangetoond of onzeker |
| WA-N1 (Water en Natuur 1)                   | 13,5 - 13                                   |  |
| WA-N2 (Water en Natuur 2)                   | 13 - 12,5                                   |  |
|   | 12,5 - 12                                   |  |
|   | <b>Dikte holoceen sedimentpakket (in m)</b> |  |
|   | 7 - 8                                       |  |
|   | 8 - 9                                       |  |
|   | 9 - 10                                      |  |
|   | 10 - 11                                     |  |
|   | 11 - 12                                     |  |



Project: V13-2714a: PvE IVO WB Opwater Marker Wadden  
 Rapport: V1141  
 Datum: December 2013  
 Bron: Royal HaskoningDHV, DINOLOket

Tekenaar: RS  
 Schaal: 1:100.000 / A4

0 2.000 m

**VESTIGIA**  
 Archeologie & Cultuurhistorie

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

Telefoon 033 277 92 00  
E-mail [info@vestigia.nl](mailto:info@vestigia.nl)  
Website [www.vestigia.nl](http://www.vestigia.nl)

K.v.K. Gooi- en Eemland 32078894



Erfgoedingenieurs

*“Engineering the past, creating the future”*

