

Porthos Pijpleiding



Periplus Archeomare rapport 20A019-01

Auteurs:

R. van Lil en R.W. Cassée

In opdracht van:



Document Controle	
Revisie	1.2
Datum	16-06-2020
Periplus Archeomare referentie	20A019-01
Klant (project) referentie	Porthos pijpleiding

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 20A019-01

Bureauonderzoek
Porthos Pijpleiding

Auteurs: R. van Lil en R. Cassée

In opdracht van: Port of Rotterdam.
Contactpersoon:

© Periplus Archeomare – juni 2020
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
1.2	Definitief – t.b.v. de Klant	RvL/RC	BvM	BvM	16-06-2020
1.1	Concept – t.b.v. de RCE	RvL/RC	BvM	BvM	12-06-2020
1.0	Concept	RvL/RC	BvM	BvM	12-06-2020



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1. Inleiding.....	7
1.1. Algemeen.....	7
1.2. Aanleiding.....	7
1.3. Doelstelling.....	8
1.4. Onderzoeksvragen.....	9
2. Methoden en technieken	11
2.1. Bronnen.....	11
3. Resultaten	13
3.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb).....	13
3.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)	13
3.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)	20
3.4. Geologische gegevens (LS04wb)	23
3.5. Archeologische waarden (LS04wb)	36
3.6. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)	44
4. Beantwoording onderzoeksvragen.....	47
5. Conclusies en advies.....	49
Lijst met afbeeldingen	51
Lijst met tabellen	52
Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen	53
Referenties	55
Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal	58
Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems.....	59

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

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincies:	Zuid-Holland	
Gemeenten:	Rotterdam	
Plaats:	Maasvlakte 2, Noordzee	
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Ligging waterbodem (t.o.v. LAT)	Maximum	-2.78 m
	Gemiddeld	-19.81 m
	Minimum	-35.31 m
Waterstaatkundige gegevens	Open zee, zout water, getijdenstroming	
Huidig watergebruik	Open vaarwater, vaargeul	
Toponiem:	Porthos Pijpleiding	
Kadastrale gegevens:	N.v.t.	
Kaartbladen:	37A, 30C en 1801	
Coördinaten (UTM31N ED50)	West	E 563228
	Oost	E 572185
	Noord	N 5776741
	Zuid	N 5760009
Oppervlakte onderzoeksgebied	42 km ²	
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta Gemeente Rotterdam	
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	Dhr. R. Duijts	
Deskundige namens het bevoegd gezag:	Mw. M. Snoek	
ARCHIS- onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):	4867975100	
Periplus-projectcode:	20A019-01	
Periode van uitvoering:	Juni 2020	
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam	

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor de toekomstige Porthos Pijpleiding.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen, dat binnen het onderzoeksgebied scheeps- en vliegtuigwrakken en *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van negen scheepswrakken bekend. Het merendeel (zeven) is nog niet geïdentificeerd, dus de archeologische waarde van deze wrakken is nog niet vastgesteld. Naast de bekende wrakken kunnen nog onontdekte resten van scheeps- en vliegtuigwrakken voorkomen.

Op basis van de uitkomst van dit onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van een pijpleiding wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *surveys* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	Opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	Wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	Morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	In aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	Opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	Aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	Karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	Ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	Vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	Selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	Vaststellen lithostratigrafie	Korreleren met boorgegevens

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de pijpleidingroute worden uitgevoerd.

Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan

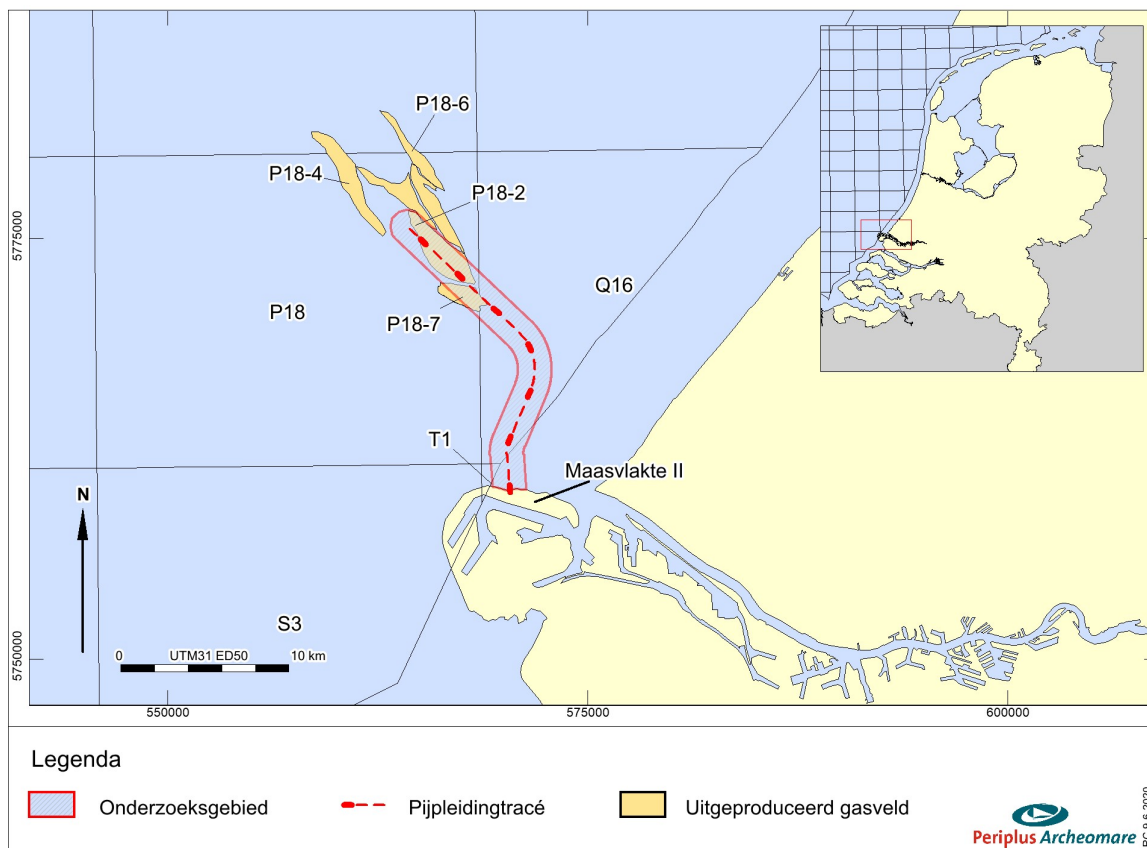
de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dat voorafgaand aan het onderzoek dient te zijn ondertekend door bevoegd gezag.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). Het wordt aanbevolen de eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar*, *multibeam*, *subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) onder te brengen in één allesomvattend PvE.

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Havenbedrijf Rotterdam een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor de toekomstige Porthos pijpleiding.

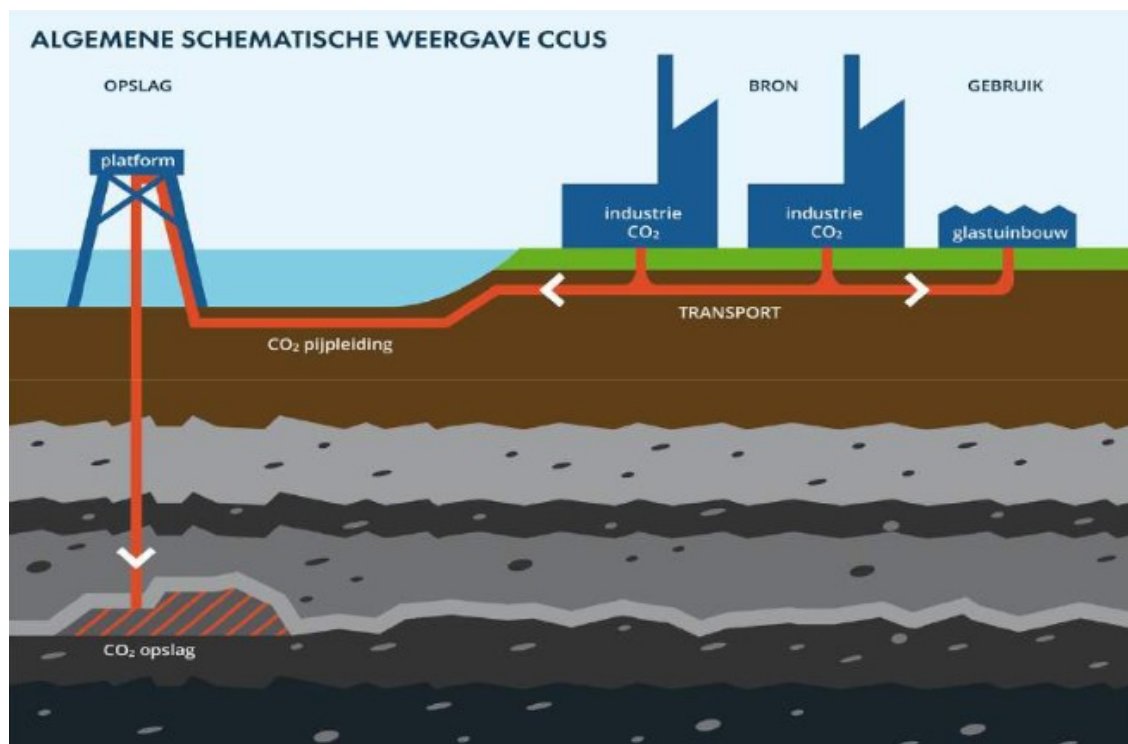


Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

1.2. Aanleiding

Het Havenbedrijf Rotterdam heeft met haar partners Gasunie en EBN de intentie om de aanleg van een CO₂-transport en opslag infrastructuur in de Rotterdamse haven naar de P18-velden op de Noordzee te realiseren waarin de opslag van CO₂ zal plaatsvinden. Het beoogde pijpleidingstracé zal gelegd worden onder de bodem van de Noordzee naar de uitgeproduceerde gasvelden in de Noordzee.¹ De CO₂-infrastructuur op zee heeft een lengte van 21 km. Het transport- en opslagsysteem bestaat uit een leiding op land, het compressorstation, een leiding op zee en de opslag van CO₂ in de diepe ondergrond van de Noordzee (afbeelding 2). Het afvangen van CO₂ bij industrieën om het vervolgens te gebruiken of ondergronds op te slaan (Carbon Capture Usage and Storage, kortweg CCUS) is één van de maatregelen om de klimaatdoelstellingen te halen.

¹ Havenbedrijf Rotterdam, Energie Beheer Nederland, en N.V. Nederlandse Gasunie, 2019.



Afbeelding 2: Schematische weergave van het transport- en opslagsysteem.

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het installeren van een pijpleiding in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.3. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (KNA 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

Overigens is er eerder initiatief geweest om een CO₂ leiding aan te leggen naar de P18 velden, het ROAD-project. Dit project is uiteindelijk niet doorgegaan. Het beoogde tracé overlapt grotendeels met onderhavig onderzoek. De hieruit voortgekomen rapporten, opgesteld door archeologisch bureau RAAP zijn meegenomen in dit onderzoek.

1.4. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van pijpleiding een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior KNA-Prospector Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA-archeoloog waterbodems i.o.).

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

2. Methoden en technieken

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA-waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen het onderzoeksgebied;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling per route variant wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

2.1. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Noordzee
- TNO-NITG; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 55.

Schuinedgedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 53.

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

3. Resultaten

3.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)

Het plangebied is gedefinieerd door de opdrachtgever en gebaseerd op het beoogde pijpleidingtracé. Het onderzoeksgebied is bepaald door een bufferzone van één kilometer rondom het plangebied. De reden voor deze uitbreiding is het feit dat de geregistreerde posities van bekende waarnemingen op de Noordzee tot wel één kilometer kunnen afwijken van de werkelijke locatie.

Het onderzoeksgebied ligt direct ten noorden van de Tweede Maasvlakte (gemeente Rotterdam). Vanaf de Maasvlakte loopt het beoogde tracé eerst noordwaarts af en buigt daarna af naar het noordwesten, richting de uitgeprocedeerde P18 gasvelden (afbeelding 1).

Op zee wordt de leiding door een legschip in de zeebodem ingegraven tot zeker een diepte van 0.6 meter. In de Maasgeul komt de leiding dieper te liggen, namelijk op drie meter onder de zeebodem. De leiding komt op veilige afstand van andere reeds bestaande kabels en leidingen te liggen. De leiding zelf zal bestaan uit een geïsoleerde koolstofstalen buis met een lengte van 21 km. De maximale diameter van de leiding is 0.68 m (406 mm leiding, 2 x 26 mm isolatie en 2 x 110 mm Concrete Weight Coating). Hiermee komt de maximale verstoringdiepte onder zeebodem uit op minder dan 1.5 meter en onder de Maasgeul op minder dan 4 meter.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht.

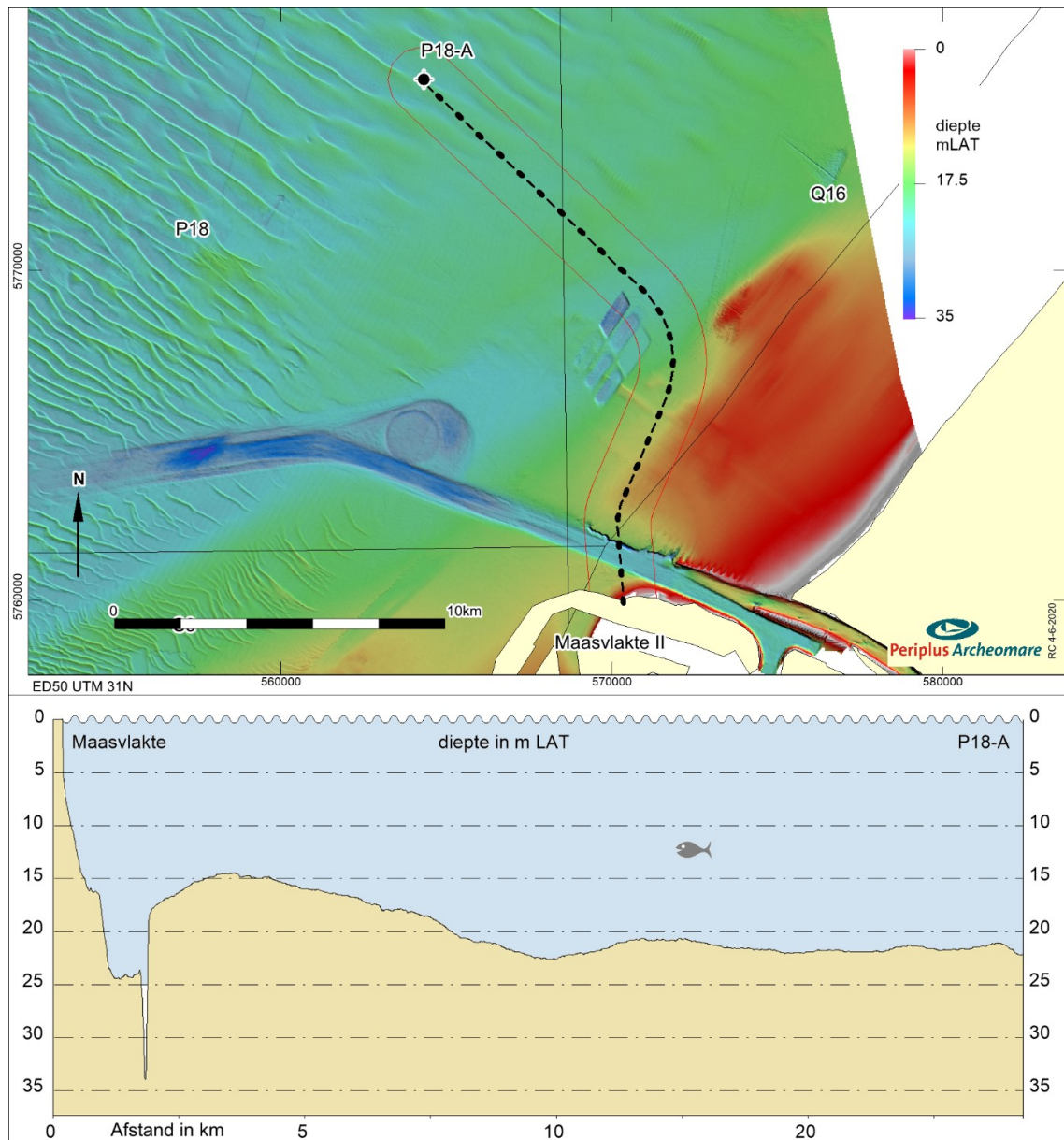
3.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

De onderstaande afbeelding toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009). De diepte in het onderzoeksgebied varieert van 2.8 m LAT tot 35.3 m LAT. De gemiddelde diepte is 19.8 m LAT.

In het profiel lijken grote sedimentaire structuren, zoals zandgolven, te ontbreken. Zwak ontwikkelde zandgolven zijn in P-block wel aanwezig, maar doordat de pijpleiding parallel aan de noordwest – zuidoost strekkende toppen van deze zandgolven is georiënteerd, zijn de zandgolven niet goed zichtbaar in het profiel.

Kleinere sedimentaire structuren, zoals de enkele decimeters hoge megaribbels, zijn wel aanwezig in het P-block en mogelijk ook in andere delen langs de pijpleidingroute, maar zijn door de grootte van de gridcellen (25 x 25 m) op deze schaal niet waarneembaar.

In het centrale deel van het onderzoeksgebied zijn 6 parallellogramvormige verdiepte zandwingebieden waarneembaar. Verder zijn ook verdiepingen zichtbaar in Maasgeul in het zuidelijke deel van de route.



Afbeelding 3. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT.

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van deze kabels en leidingen is weergegeven in de onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). As *Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Uit de geofysische surveys zullen de exacte posities van deze leidingen kunnen worden vastgesteld.

Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen. Deze kabels worden tijdens de route survey met één of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

Nr.	Naam	Type	Methode	Van	Naar	Status
KB0051	UK - NL 4	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
-	Noz hkz 1	Electra				Toekomstig
-	Noz hkz 2	Electra				Toekomstig
-	Noz hkz 3	Electra				Toekomstig
-	Noz hkz 4	Electra				Toekomstig

Tabel 3. Overzicht van elektra- en telecomkabels

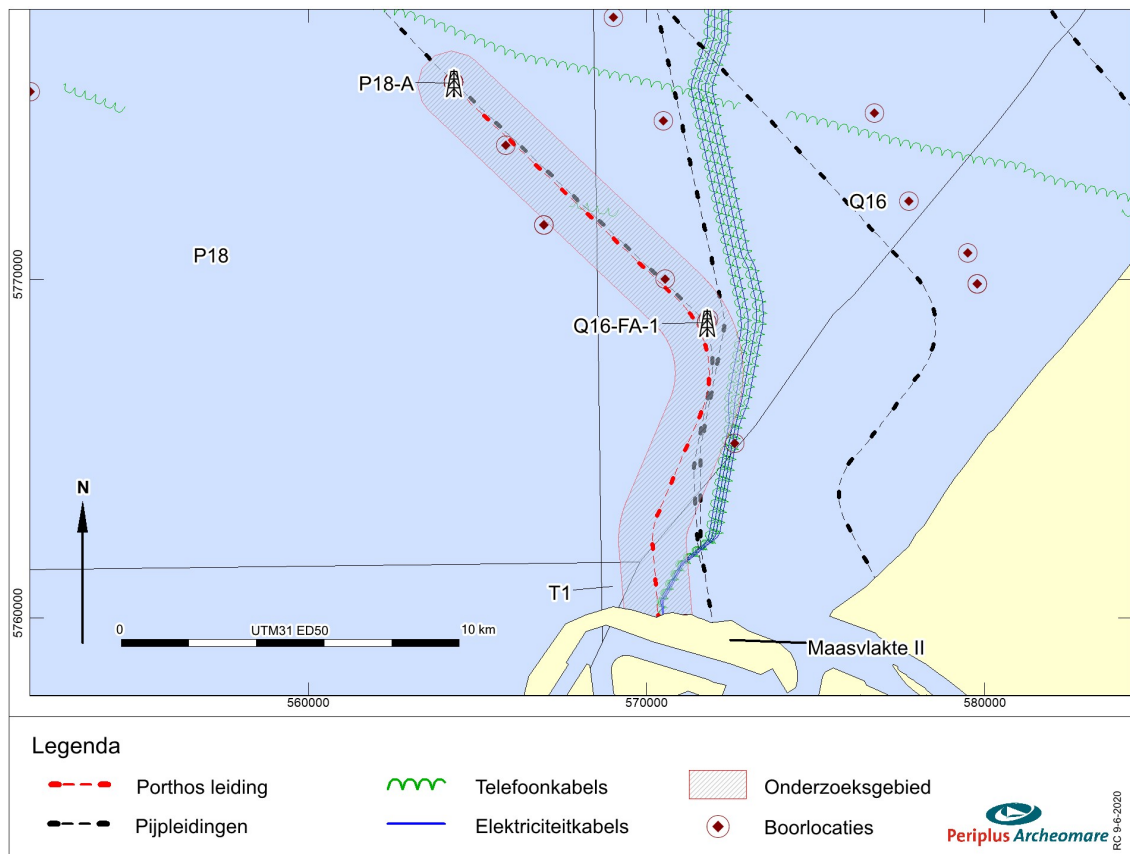
Nr.	Operator	Stof	Diameter (Inch)	Van	Naar	Status
PL0099_PR	TAQA Energy	Gas	26	P15-D	Maasvlakte	Actief
PL0106_HS	TAQA Energy	Methanol	3	P18-A	P15-DP	Actief
PL0138_PR	NAM	Methanol	2	Q16-FA-1	P18-A	Actief
PL0223_PR	ENGIE E&P	Gas	8	Q16-FA-1	Maasvlakte	Gepland

Tabel 4. Overzicht van pijpleidingen

Naast de pijpleidingen en kabels zijn 11 boorgaten van exploratieboringen in het onderzoeksgebied bekend (zie afbeelding 4). Vanuit de 11 boorlocaties zijn inclusief de sidetracks in totaal 17 boringen uitgevoerd. De gegevens van de boringen zijn opgenomen in tabel 5. Als sidetracks zijn uitgevoerd worden enkel de gegevens van de laatste sidetrack van betreffende put getoond in deze tabel.

Boorgat	UTM31 ED 50 E	UTM31 ED 50 N	Resultaat	Eigenaar	Start	Eind	Status	NITG_nr.
P18-02	565845	5773940	Gas	TAQA	13/03/1989	05/06/1989	Suspended	BP180673
P18-A-01	564303	5775792	Gas	TAQA	08/07/1990	10/09/1990	Producing/ Injecting	BP180674
P18-A-02	564302	5775791	Gas	TAQA	08/04/1991	20/06/1991	Producing/ Injecting	BP180681
P18-A-03-S2	564302	5775791	Gas	TAQA	19/06/1993	31/08/1993	Producing/ Injecting	BP180676
P18-A-04	564302	5775791	Droog	TAQA	16/05/1993	18/05/1993	Abandoned	BP180677
P18-A-05-S1	564302	5775790	Gas	TAQA	08/05/1997	16/07/1997	Producing/ Injecting	BP180678
P18-A-06-S1	564302	5775790	Gas	TAQA	24/06/2003	17/08/2003	Producing/ Injecting	BP180680
P18-A-07-S1	564303	5775793	Gas	TAQA	13/03/2003	17/06/2003	Producing/ Injecting	BP180684
Q16-05	570560	5769982	Olie en gas	ONE-Dyas B.V.	09/07/1985	20/09/1985	Abandoned	BQ160979
Q16-06	571840	5768801	Technisch mislukt	ONE-Dyas B.V.	28/04/1989	07/05/1989	Abandoned	BQ160980
Q16-FA-101-S1	571786	5768720	Gas	ONE-Dyas B.V.	26/06/1989	04/10/1989	Producing/ Injecting	BQ160982

Tabel 5. Overzicht van boorputten in het onderzoeksgebied



Afbeelding 4. Het onderzoeksgebied in relatie met de bestaande kabels en leidingen.

Overige infrastructuur

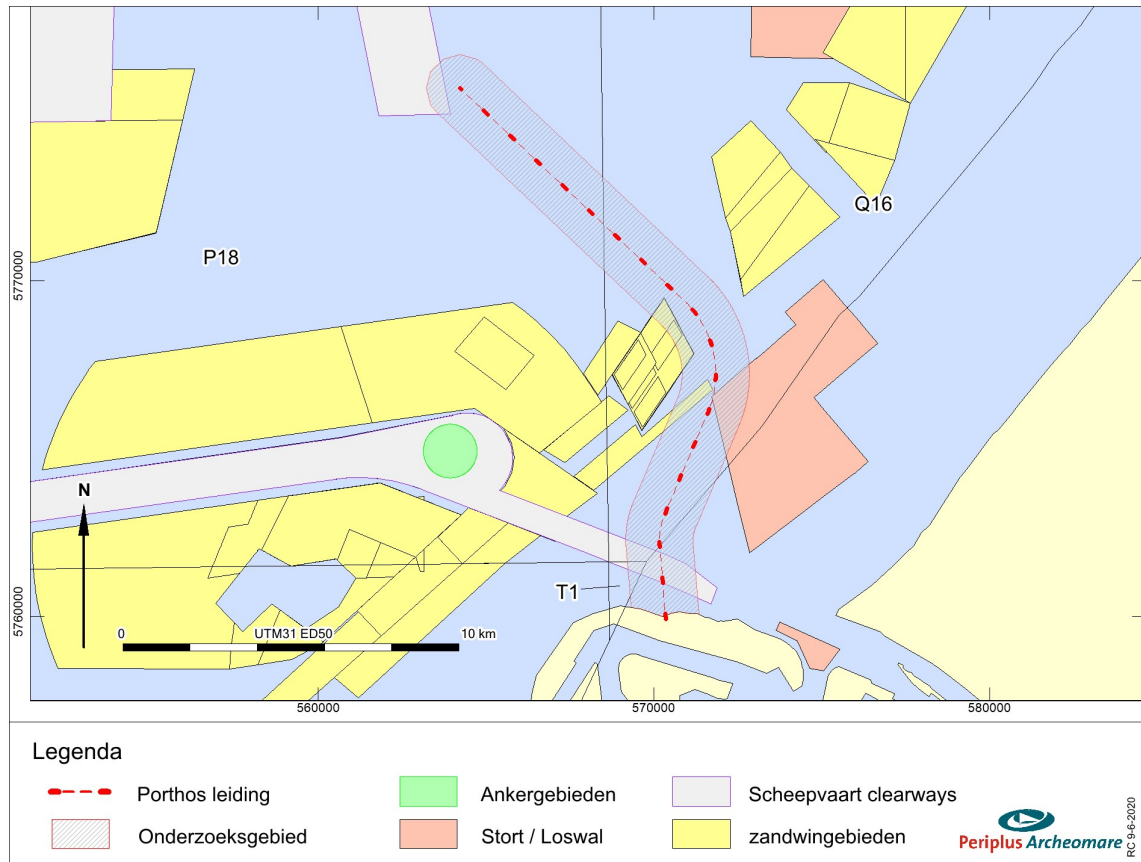
Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied doorkruist door andere infrastructuur. Een overzicht is weergegeven in afbeelding 5. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en zandwingebieden. Een overzicht van de stort- en loswallen en de zandwingebieden die het plangebied (deels) overlappen zijn weergegeven in de onderstaande tabellen.

Naam	Omschrijving	STATUS	In Gebruik	Uitgeput	Windiepte (m)
P18	Zandwinning	Vergund	Ja	Nee	2
Q16C-4	Zandwinning	Vergund	Ja	Nee	10
Q16C	Zandwinning	Verlaten	Nee	n.v.t.	2

Tabel 6. Zandwingebieden die route corridors overlappen

Naam	Status	Soort
Verdiepte loswallen	Actief	Stort Loswal
KF Maasgeul	Actief	Stortvak

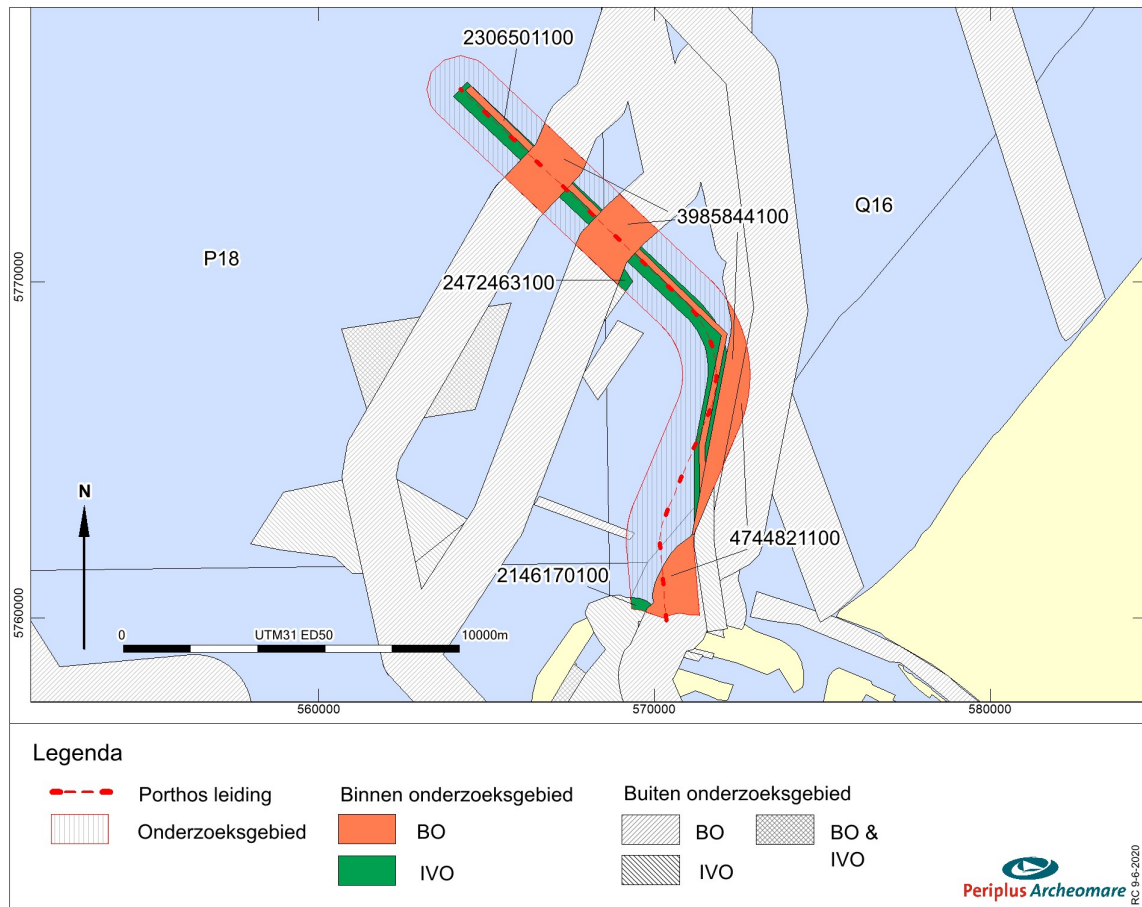
Tabel 7. Stort- en loswallen die route corridors overlappen



Afbeelding 5. Overige infrastructuur in en rondom de onderzoeksgebieden

Eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde (archeologische) onderzoeken rondom en in het onderzoeksgebied is weergegeven in de onderstaande afbeelding en tabel.



Afbeelding 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken langs de routevarianten

Archis nr. Zaaknr.	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
2146170100	Aanleg Tweede Maasvlakte ²	2007	IVO	RAAP
2205721100	Rotterdam Euromax kade ³	2004	BO	Gemeente Rotterdam
2209107100	Rotterdam Scheepswrak Maasvlakte II MIVO ⁴	2009	IVO	ADC
2213862100	Zandwingebied Maasvlakte 2 ⁵	2008	IVO	ADC/PPA
2306501100	ROAD ⁶	2010	BO	RAAP
2329190100	Verbreiding Maasgeul, Noordzee ⁷	2011	BO	PPA
2338595100	Twintig meter diep ⁸	2011	IVO	Gemeente Rotterdam
2357849100	Buisleiding Waterstaatswerken ⁹	2012	IVO	RAAP

² Schute, I., 2007.

³ Guiran, A.J., 2004.

⁴ Waldus, W.B., e.a. 2009a.

⁵ Waldus, W.B., e.a. 2009b.

⁶ Kroes, R.A.C., 2010

⁷ Lil, R. van, en Waldus, W.B., 2011.

⁸ Moree, J.M., en Sier, M.M. (red.), 2014.

⁹ Kroes, R.A.C., 2013

Archis nr. Zaaknr.	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
2367341100	Vistochten Maasvlakte 2 ¹⁰	2015	IVO	Universiteit Leiden
2402527100	Zandwingebied P18J-West ¹¹	2013	BO & IVO	PPA
2414312100	Zandwingebied P18P ¹²	2013	BO	PPA
2449719100	Rotterdam Maasvlakte 2 Prinses Alexiahaven ¹³	2015	BO & IVO	BOOR
2472463100	Zandwingebied Q16K ¹⁴	2015	IVO	PPA
2480806100	Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens. ¹⁵	2015	BO	BOOR
3985844100	Net op zee, Hollandse Kust zuid ¹⁶	2016	BO	PPA
4744821100	Exportkabels IJmuiden Ver ¹⁷	2019	BO	PPA

Tabel 8. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken, die overlap hebben met het Porthos plangebied, worden besproken in paragraaf 3.3. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 55.

¹⁰ Kuitens, M., e.a., 2015.

¹¹ Brenk, S. van den, e.a., 2013.

¹² Lil, R. van, e.a., 2013.

¹³ Schiltmans, D.E.A., 2015b

¹⁴ Lil, R. van, en Muis, L.A., 2015.

¹⁵ Schiltmans, D.E.A., 2015a

¹⁶ Lil, R. van, e.a., 2016.

¹⁷ Brenk, S. van den, e.a., 2019.

3.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

De Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap waar een *toendraklimaat heerste*. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.¹⁸

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevestigd. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland en in de Westerschelde, maar (nog) niet voor de Nederlandse kust of het Nederlandse deel van het continentaal plat.¹⁹



Afbeelding 7. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis

¹⁸ Gaffney e.a. 2005.

¹⁹ Commentaar van de RCE

van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.²⁰

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum* en *Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.²¹

Mesolithicum in de Yangtzehaven

Op de locatie waar nu de Yangtzehaven ligt lag rond 9000 voor Chr. een duincomplex.²² Het duin lag in de monding van de Rijn-Maas en was hierdoor onderhevig aan continue verandering. Dit duincomplex vanaf circa 8250 tot 6500 voor Chr. door mensen gebruikt. Groepen jager-verzamelaars kwamen en gingen generaties lang naar het duincomplex om daar – tijdelijk – te wonen. Hoe frequent en hoe lang zij op het duin verbleven is niet bekend. In het tijdbestek van anderhalf millennium heeft men tijdens elk seizoen op het duincomplex tijdelijk gewoond, gejaagd, voedsel verzameld en geleefd. Dit blijkt uit de vondsten die gedaan zijn tijdens de opgraving van Yangtzehaven in 2011.²² De vondsten variëren van bewerkt vuursteen tot verbrand bot en plantaardige macro fossielen.

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.²³ Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.²⁴ Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.²⁵ Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden echter nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehalennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17^e eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. De tweede tempelcomplex is in de 70-tiger jaren van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals daktegels.

Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd

²⁰ Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.

²¹ Verhart 2005 159.

²² Peeters, J.H.M., e.a., 2014.

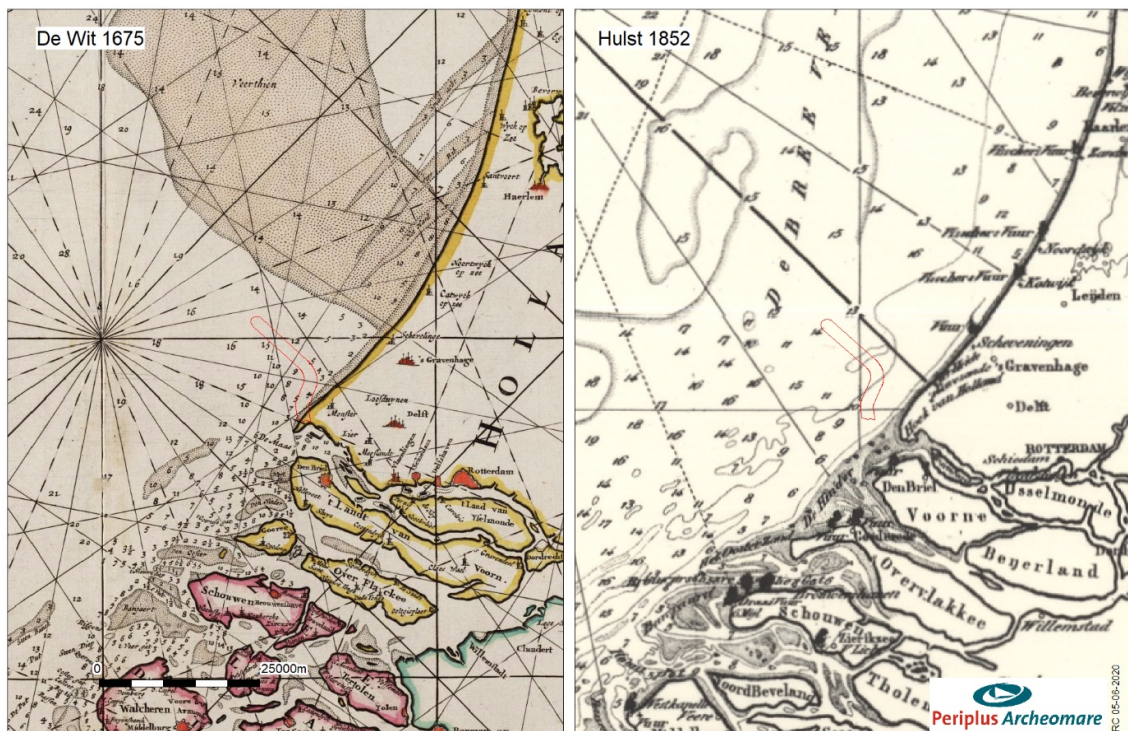
²³ Hessing 2005, 98.

²⁴ Dijkstra en Ketelaar 1965.

²⁵ Waasdorp 1999.

uit andere regio's. Een van deze regio's lag het in zuidwesten van Engeland.²⁶ Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpine jade bijkopen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Een voorbeeld hiervan is het Dover-schip uit 1550 v. Chr. Deze boot staat bekend als de oudste boot waarvan het bekend is dat deze op zee heeft gevaren.²⁷ Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.²⁸ Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.



Afbeelding 8. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten

²⁶ Van Noort, 2012.

²⁷ Clark, 2004.

²⁸ Kramer e.a. 2003

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.²⁹ Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen die nog in het Noordzeegebied vermist worden. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.³⁰

Gezien de oorlogshandelingen die boven de Noordzee hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Bekende verstoringen in het plangebied

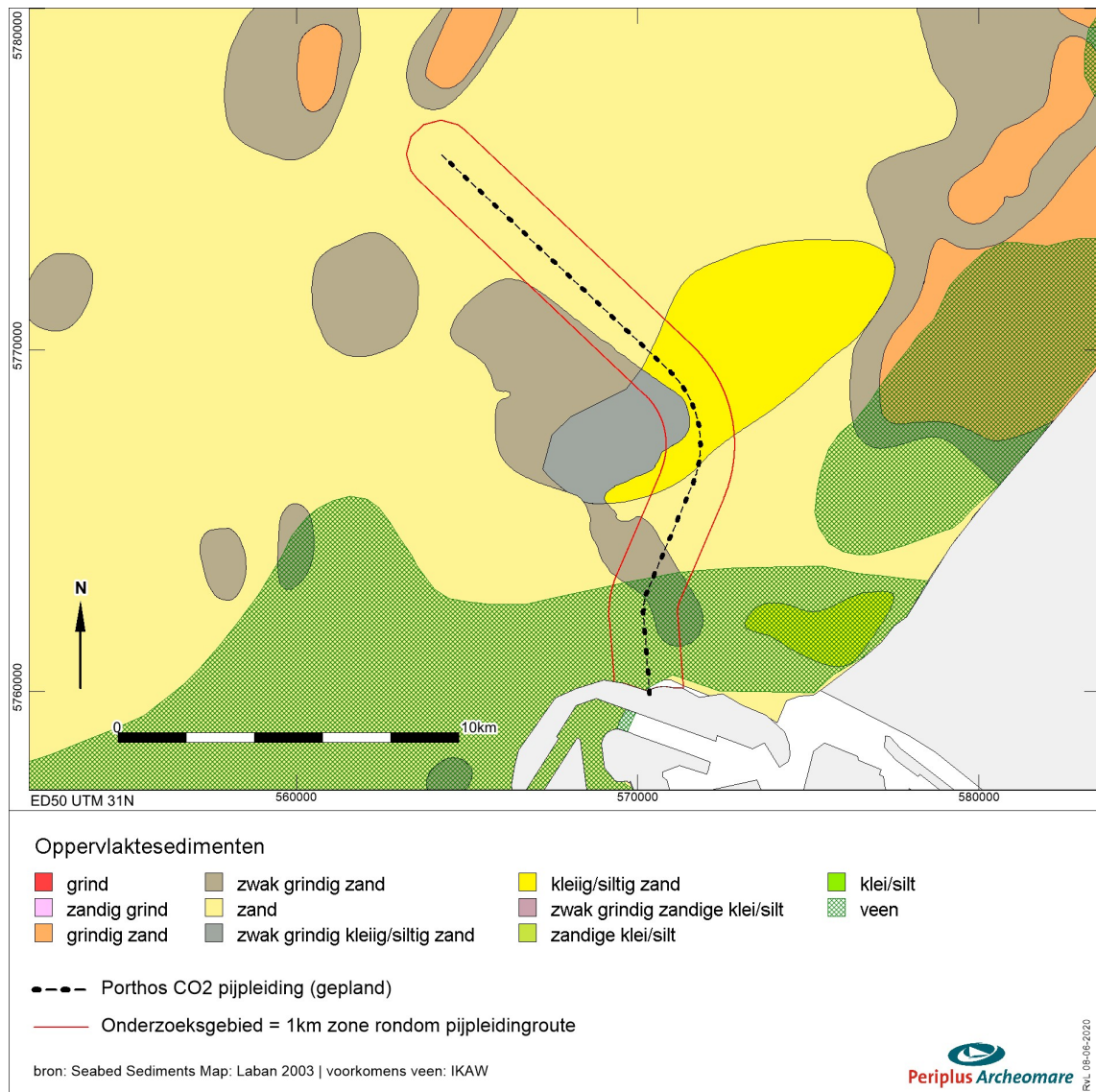
Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels, pijpleidingen, zandwingebieden en vaarroutes (zie paragraaf 3.2). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

3.4. Geologische gegevens (LS04wb)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De *geogenese* kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het plangebied te beantwoorden.

²⁹ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

³⁰ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.



Afbeelding 9. Oppervlakesedimenten

De zeebodem binnen het onderzoeksgebied bestaat uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt en klei (zie afbeelding 9). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstroom en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. In het Maasmondgebied doorkruist de pijpleiding een gebied met veen. Dit veen is gekarteerd in de eerste 3,5 km van het tracé.

De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaat van 'onder' naar 'boven' uit de *Formatie van Nieuwkoop*, de *Formatie van Echteld*, de *Formatie van Naaldwijk*, en het *Bligh Bank Laagpakket*. Van KP8.000 tot KP19.276 (put P18-A), bestaat de *holocene* laag op veel plaatsen enkel uit het *Bligh Bank Laagpakket*.

De sedimenten die onder de *holocene* afzettingen schuil gaan bestaan uit uiteenlopende *pleistocene* afzettingen. De belangrijkste *pleistocene* eenheid in het onderzoeksgebied wordt gevormd door *Formatie van Kreftenheye*. De rivierafzettingen van deze eenheid komen in bijna het gehele onderzoeksgebied voor

aan de top van de *pleistocene* opeenvolging. Nabij locatie P18-A ontbreekt de *Formatie van Kreftenheye* plaatselijk. Hier wordt de top van het *Pleistoceen* gevormd door mariene afzettingen van de *Eem Formatie*.

De *Formatie van Boxtel* is binnen het onderzoeksgebied niet gekarteerd. Toch moet er rekening mee worden gehouden dat ook deze eenheid plaatselijk kan voorkomen, omdat:

- a) het detail van de beschikbare geologische kaarten beperkt is,
- b) de *Formatie van Boxtel* in dit deel van de Noordzee soms lastig is te onderscheiden van de *Formatie van Kreftenheye*,³¹
- c) de Boxtel Formatie onshore een gekend en belangrijk archeologisch niveau voor archeologische resten uit alle perioden is, en
- d) tijdens onderzoek in de Yangtze haven rivierduinen van het Laagpakket van Delwijnen | Formatie van Boxtel zijn aangetroffen.

De opeenvolgende lithostratigrafische eenheden in het onderzoeksgebied, en de milieus waarin de sedimenten van deze eenheden zijn afgezet, worden in onderstaande tekst in meer detail besproken.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit schelpenhoudende mariene zanden met schelpen en plaatselijke kleilagen die tijdens het Eemien interglaciaal in de Eem zee zijn afgezet.³² Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achter bleven in de glaciële bekkens. Deze lacustriene- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn.³³ Tijdens het *Weichselien* traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviatiele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat. In de omgeving van de Maasvlakte II zijn de zanden aan de top gelaagd en gaan veelal geleidelijk over in oeverafzettingen van de Laag van Wychen. Deze graduele ontwikkeling markeert het verzanden en verlaten raken van de rivierbedding.³⁴

Tijdens het archeologisch onderzoek in de Yangtze haven zijn aan de top van de *Formatie van Kreftenheye* twee stugge kleilagen onderscheiden, die als Laag van Wychen (KRWY-1 en KRWY-2) zijn geclassificeerd. De twee kleilagen worden gescheiden door rivierduinzanden van het Laagpakket van Delwijnen |

³¹ Pers. Comm. S. van Heteren.

³² Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.

³³ Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.

³⁴ Vos en Cohen 2015.

Formatie van Boxtel. De Laag van Wychen bestaat uit overstromings(rivier)kleien van de Rijn en Maas uit het Vroeg Holoceen.

De onderste laag (KRWY-2) bestaat uit grijze leem, zandige klei en kleig zand en is intern gelaagd. De laag is rond 9500 voor Chr. afgezet. In de Yangtze haven zijn geen duidelijke kenmerken van bodemvorming waargenomen en de afzettingen zijn relatief slap, op basis waarvan wordt aangenomen, dat de rivierduinen kort na depositie van deze kleien zijn gevormd.

De bovenste laag (KRWY-1) bestaat uit stevige, matig siltige tot sterk siltige humeuze klei. De kleilaag is rond 8000 voor Chr. afgezet. Aan de basis is de klei kalkrijk; naar boven toe bevat kalkloze humeuze bodemniveaus, die erop wijzen dat het gebied slechts periodiek overstroomde. Het humusgehalte neemt van nader naar boven toe, waardoor de kleur gradeert van grijs naar donkergrijsbruin.

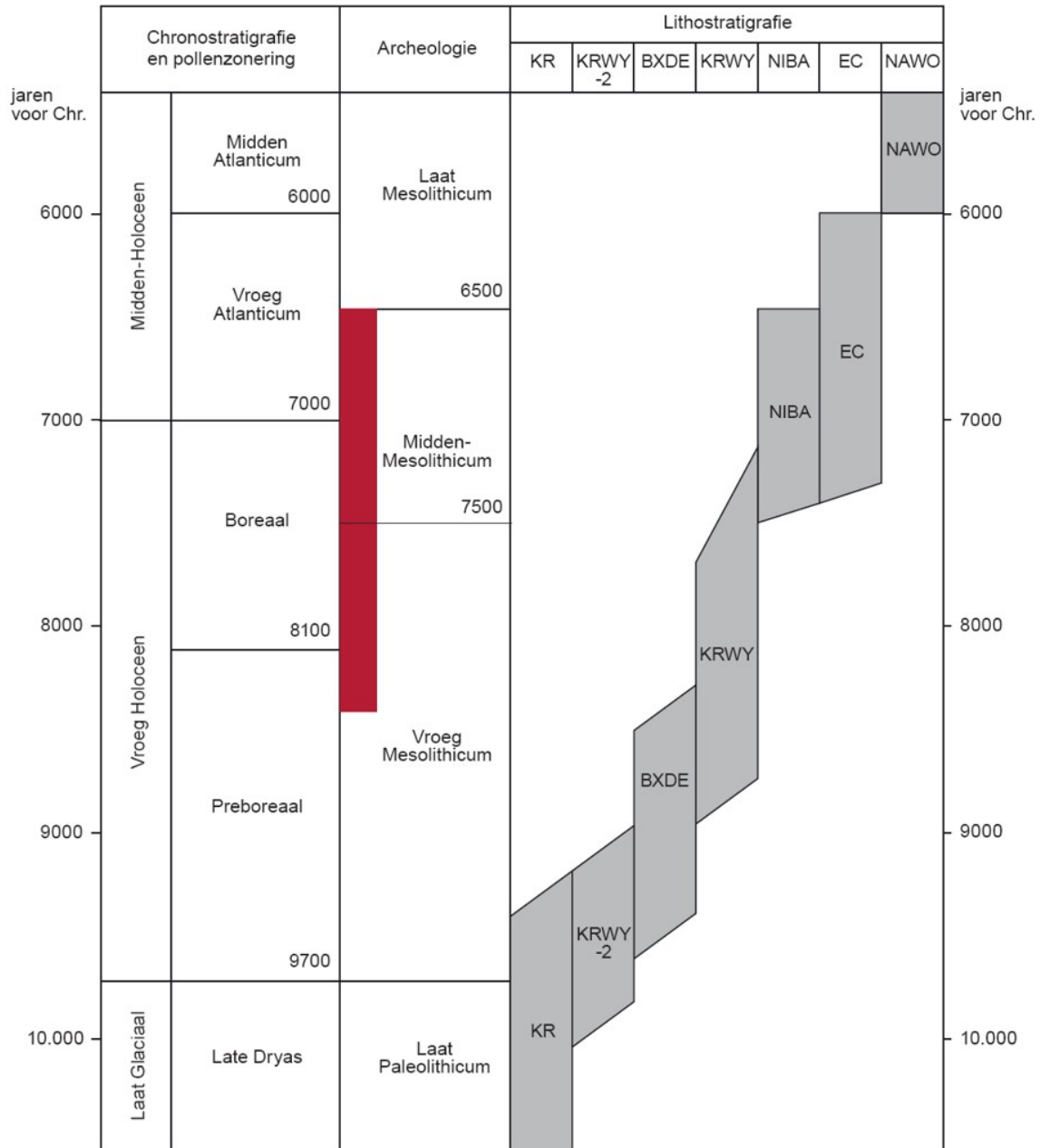
De geotechnische campagne die in 2010 door Fugro is uitgevoerd biedt aanwijzingen dat de Formatie van Kreftenheye en de Laag van Wychen ook ten noorden van de Maasgeul aanwezig zijn. De aanwezigheid van het Laagpakket van Delwijnen in de ondergrond van het pijpleidingtracé is onzeker, maar hierbij moet bedacht worden dat de rivierduinen zeer plaatselijk kunnen voorkomen.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand), het *Laagpakket van Delwijnen* (rivierduinzand) en/of beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem en fijn zand). De afzettingen dateren uit de laatste fase van het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*.³⁵ Aan het eind van het *Weichselien* stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. Het dekzand behoort tot het *Laagpakket van Wierden*.

In de ondergrond van de Yangtze-haven zijn rivierduinen aangetroffen. Deze duinen zijn in het Vroeg Holoceen, circa 9500 tot 8500 v. Chr., gevormd. De duinen bestaan uit kalkrijk matig fijn zand. In de top van het duinzand is een tot 50 cm dikke humeuze gebioturbeerde bodem gevormd. De dalen en flanken zijn veelal afgedekt door de bovenste Laag van Wychen. De bovenste Laag van Wychen en de toppen van lagere duintjes zijn afgedekt met veen van de Basisveen Laag binnen de Formatie van Nieuwkoop. Plaatselijk komt in de Yangtze haven ook direct op de rivierduinen veen voor op plaatsen waar de bovenste Laag van Wychen ontbreekt. De hogere duinen zijn afgetopt door erosie tijdens afzetting van de *Formatie van Naaldwijk* en/of het Bligh Bank Laagpakket. Een samenvatting van de chrono- en lithostratigrafie, en de archeologie in het gebied van de Maasmonding is weergegeven in afbeelding 10.

³⁵ Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.



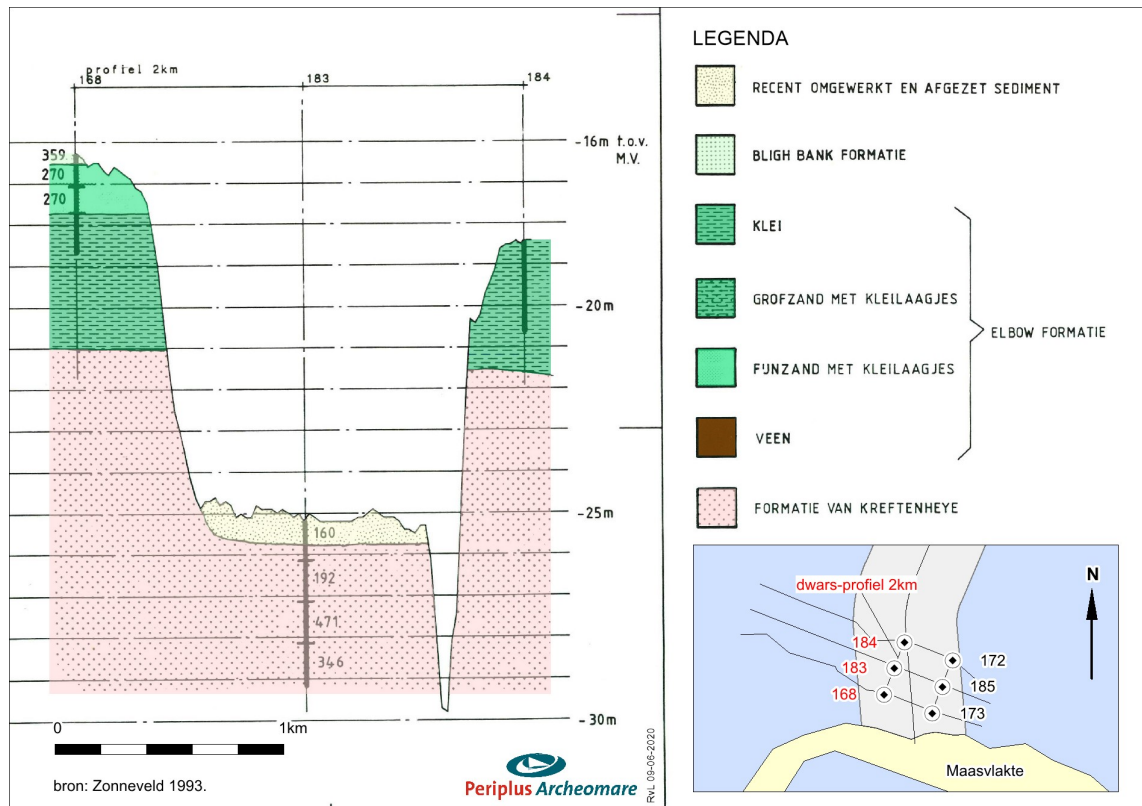
Afbeelding 10. Stratigrafische tabel met tijdindelingen, archeologische perioden, laageenheden en hun chronologie in de Yangtzehaven. Met de rode balk wordt de periode van menselijk gebruik van het rivierduincomplex (bepaald aan de hand van 14C-dateringen) aangegeven (uit: Vos en Cohen, 2015).

Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het west-zuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 9). In tegenstelling tot wat deze afbeelding suggereert kunnen de veenlagen afgedekt zijn door jongere afzettingen. Het gaat hier om vroeg-holocene kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*. De Basisveen Laag is veelal donkerbruin, kleiig en amorf. De veenlagen in de Yangtze haven zijn tussen 7250 en 6500 v. Chr. afgezet. Ook elders langs de pijpleidingroute kunnen veenlagen van de *Basisveen Laag* voorkomen.

Formatie van Echteld

In 1993 is op verzoek van Rijkswaterstaat-directie Noordzee door de Afdeling Mariene Geologie van de Rijks Geologische Dienst onderzoek gedaan naar de geologische opbouw van de Maasgeul in verband met plannen tot overdimensionering van deze geul. Het doel van dit onderzoek was na te gaan wat de eventuele toepassingsmogelijkheden zijn met het weg te baggeren materiaal. Het onderzoek is uitgevoerd door onder anderen assistent-geoloog P.C. Zonneveld, die ook het onderzoeksrapport heeft opgesteld.³⁶ In afbeelding 11 is een profiel uit het rapport weergegeven, waaruit de lithostratigrafie aan weerszijden van de Maasgeul duidelijk naar voren komt.



Afbeelding 11. Dwarsprofiel op Maasgeul (Zonneveld 1993; profiel 2km)

Het profiel bevat 3 boringen (168, 183 en 184). Boring 184 ligt slechts op 38 meter ten westen van de geplande route van de Porthos pijpleiding. Op deze locatie, direct ten noorden van de Maasgeul, dagzoomt een ruim 3 meter dikke kleilaag. De kleilaag is toentertijd gekarteerd als de Elbow Formatie. De Elbow Formatie is een verouderde naam die werd gebruikt voor de classificatie van vroeg-*holocene* afzettingen in het Noordzeegebied. Het ging hierbij zowel om klastische mariene sedimenten die nu als Laagpakket van Wormer binnen de Formatie van Naaldwijk worden geclassificeerd, als om organoleptische afzettingen (veen), die nu tot de Basisveen Laag | Hollandveen Laagpakket binnen de Formatie van Nieuwkoop worden gerekend.

³⁶ Zonneveld 1993.

In het verleden is de kleilaag in de Maasmonding wel als lagunaire afzettingen van de Laag van Velsen geïnterpreteerd.³⁷ De Laag van Velsen bestaat uit humeuze klei en vormt de basis van het Laagpakket van Wormer.

Volgens de huidige stand van wetenschap wordt de kleilaag geclassificeerd als de Formatie van Echteld, die in het Maasmondgebied is opgebouwd uit humeuze zoetwatergetijden(rivier)afzettingen.³⁸ Kenmerkend is het voorkomen van houtresten en rietresten. Indicaties voor bodenvorming ontbreken. De kleien zijn, zo is de interpretatie van Vos en Cohen, onder water afgezet in een gebied waar de sedimentatie - ondanks hoge sedimentatiesnelheden - de snelle verdrinking van het landschap niet kon bijhouden. Het begin van de sedimentatie van de humeuze kleien valt samen met het begin van de afzetting van veen, rond 7250 v. Chr., en duurt tot rond 6000 v. Chr.

In afbeelding 11 is te zien dat de boringen 168 en 184, waarin de 'Elbow' Formatie voorkomt, niet tot in de top van de *pleistocene* afzettingen van de Formatie van Kreftenheye zijn gezet. De kleilaag zou daarom kunnen bestaan uit verschillende lithostratigrafische eenheden. De beschrijving van de olijfgrijze kleilaag in boring 168 '*doorworteld, wisselend gelaagd met silt en veendetritus.*' wijst op het voorkomen van zoetwatergetijden-(rivier)afzettingen van de Formatie van Echteld. Toch kan ook de aanwezigheid van gelaagde estuariumafzettingen van het Laagpakket van Wormer niet volledig worden uitgesloten. De overgang tussen beide eenheden wordt door Vos en Cohen ook beschreven als geleidelijk.

Omdat het onderste deel van de kleilaag niet is bemonsterd, kan niet worden uitgesloten dat onder de Formatie van Echteld kleiig veen van de *Basisveen Laag* en/of stugge overstromings(rivier)kleien van de *Laag van Wychen* voorkomt. Een aanwijzing dat dit daadwerkelijk het geval is zijn de vibrocore boringen, die in augustus 2010 door Fugro aan de noordkant van de Maasgeul zijn gezet (zie afbeelding 12).³⁹

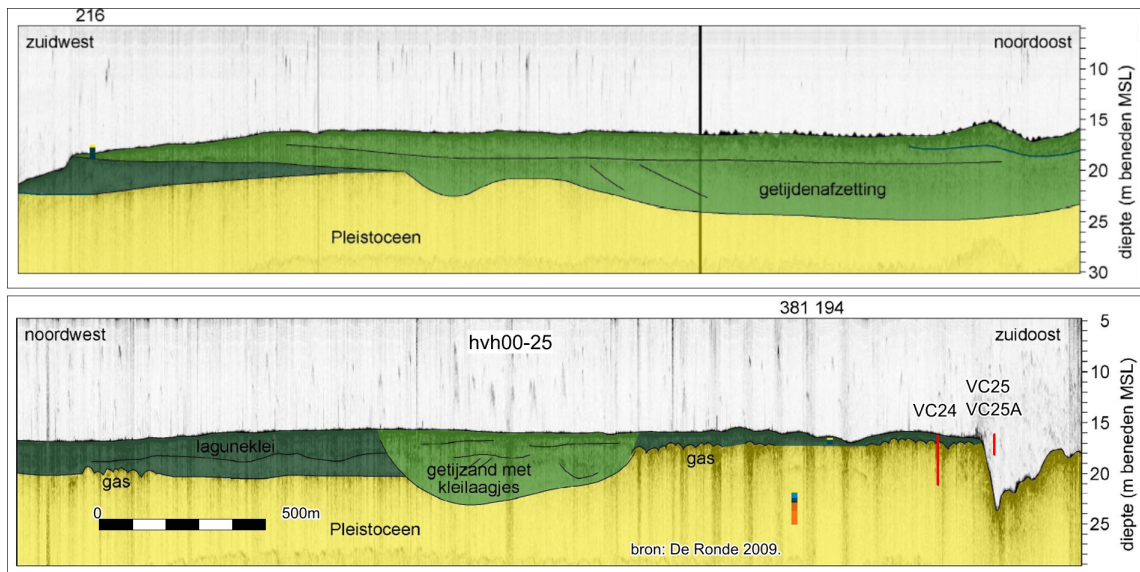
De boringen VC23 t/m VC 25A zijn gezet tot diepten variërend van 1.90 m (VC25|25A) tot 4.80 m (VC24) onder de zeebodem. De boringen tonen een consistent beeld van een kleiige opeenvolging, waarbinnen van 'onder' naar 'boven' zand, klei, veen en klei voorkomt. Het zand dat onder in de boringen is aangetroffen bestaat uit fluviatiele afzettingen van de Formatie van Kreftenheye of eolische afzettingen van de het Laagpakket van Delwijnen | Formatie van Boxtel. De top van het zand ligt in VC23 en VC25 op -19.4 m LAT, wat op deze locatie overeen komt met 20.4 m NAP. De top van het duintje waarop de vroeg-mesolithische nederzetting is aangetroffen lag 2 meter hoger, rond -18.4 m NAP, ofwel -17.4 m LAT.

Aan de top van de Formatie van Kreftenheye komt een stevige donkergrijze kleilaag met plantenresten voor. Deze laag interpreteren wij als de Laag van Wychen. De Laag van Wychen is afgedekt door veen van het Basisveen Laagpakket.

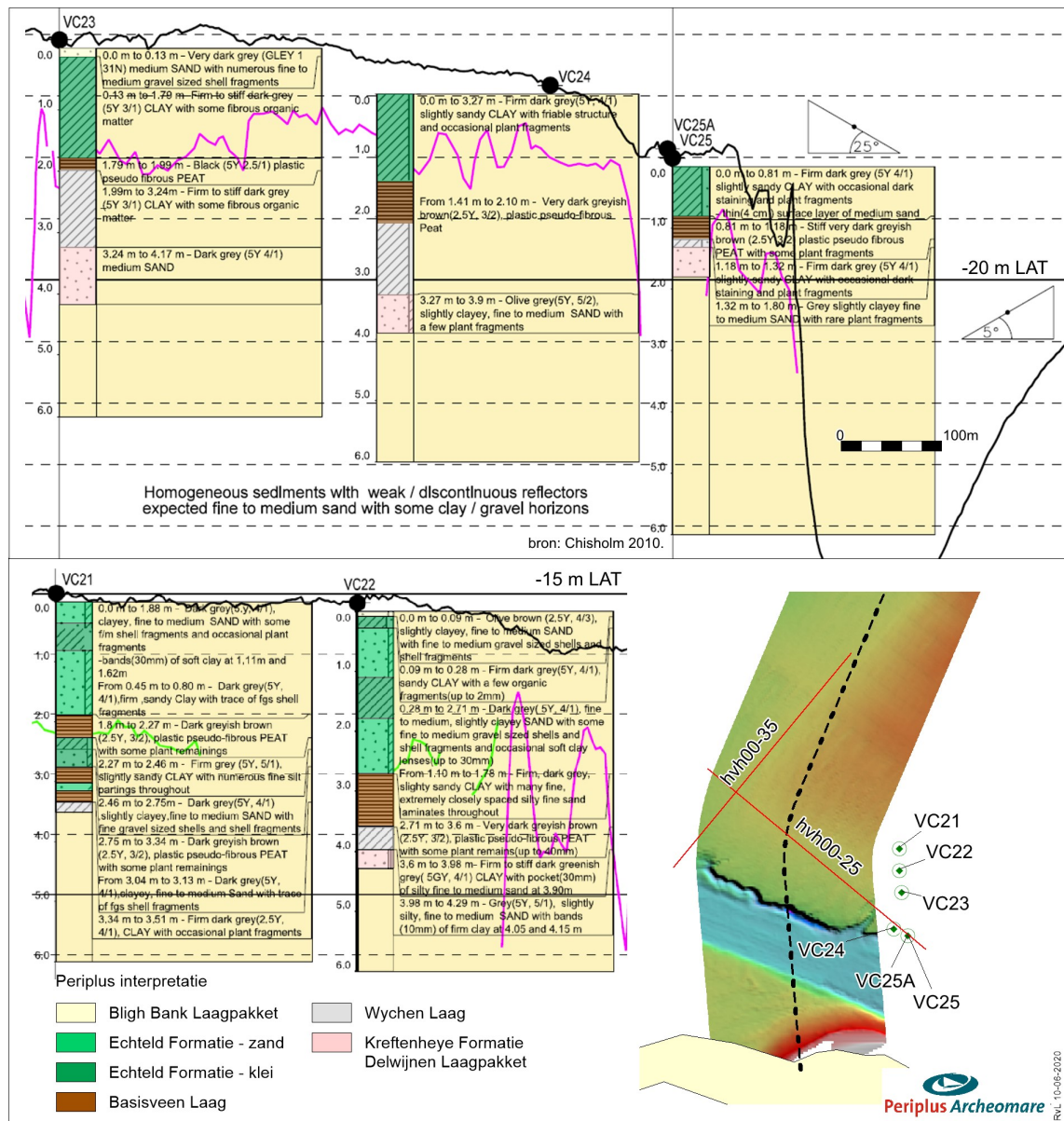
³⁷ Guiran 2004; Hessing 2005; Kroes 2010.

³⁸ Vos

³⁹ Chisholm 2010.



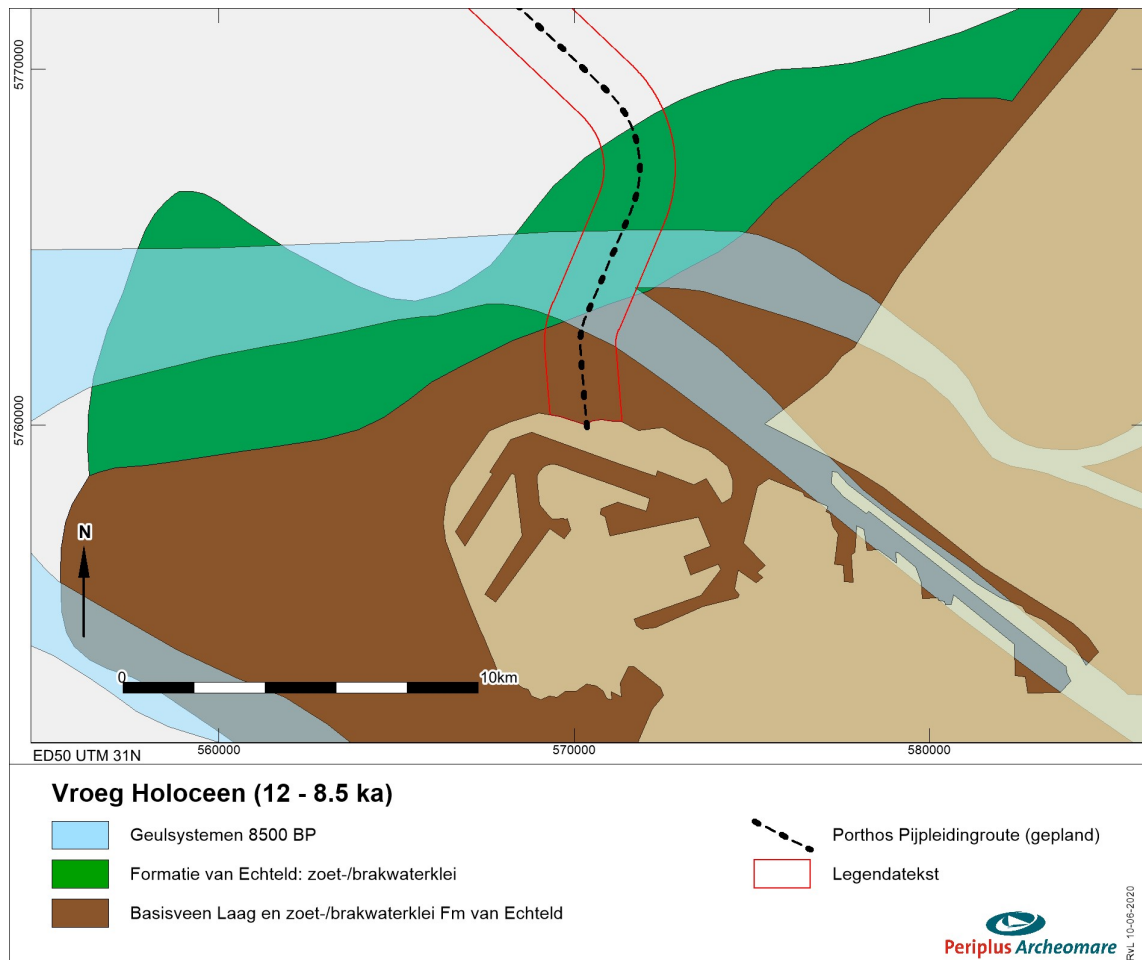
Afbeelding 12. Seismisch profiel en vibrocore boringen ten noorden van de Maasgeul; voor locatie profiellijnen zie afbeelding (bron: De Ronde 2009)



Afbeelding 13. Vibrocore profiel uit Fugro rapport - Alignment Charts (bron: Chisholm 2010)

Meer naar het noorden, in de boringen VC22 en VC 21 (niet weergegeven in afbeelding 12) verandert het beeld, in die zin, dat boven het veen is afgedekt door kleiig zand met tussengeschaalde zandlagen. Deze boringen vallen de geulen van 8500 BP, die door Hijma zijn gekarteerd (zie afbeelding 14).⁴⁰

⁴⁰ Hijma 2009.



Afbeelding 14. Vroeg-holocene voorkomens van veen en zoet-/brakwaterklei (bron: Hijma 2009)

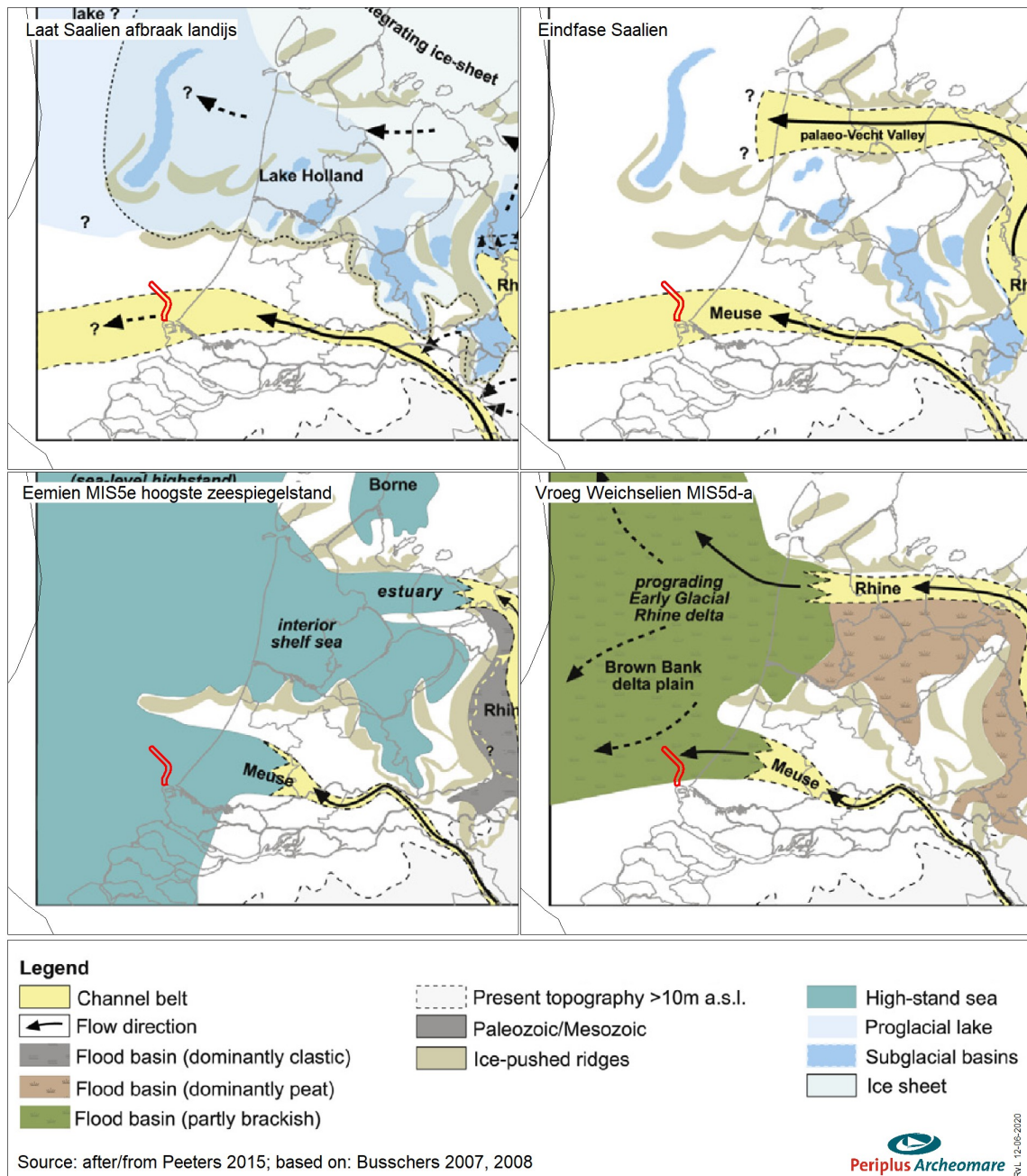
Formatie van Naaldwijk

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene*- en *vroeg-holocene* eenheden plaatselijk bedekt door gelamineerde/gelaagde sterk siltige klei van het *Laagpakket van Wormer* | *Formatie van Naaldwijk*. In de omgeving van de Yangtze-haven gaat het om gelaagde kalkhoudende estuariene brakwaterafzettingen. De laagovergang met de onderliggende zoetwatergetijdenkleien van de Formatie van Echteld is geleidelijk, en markeert de overgang van een zoetwater- naar een brakwatermilieu, rond 6250 v. Chr. Het *Laagpakket van Wormer* komt volgens grid data van TNO, uitgezonderd de Maasgeul, in de eerste 2.7 km van het pijpleidingtracé voor.

Bligh Bank Laagpakket

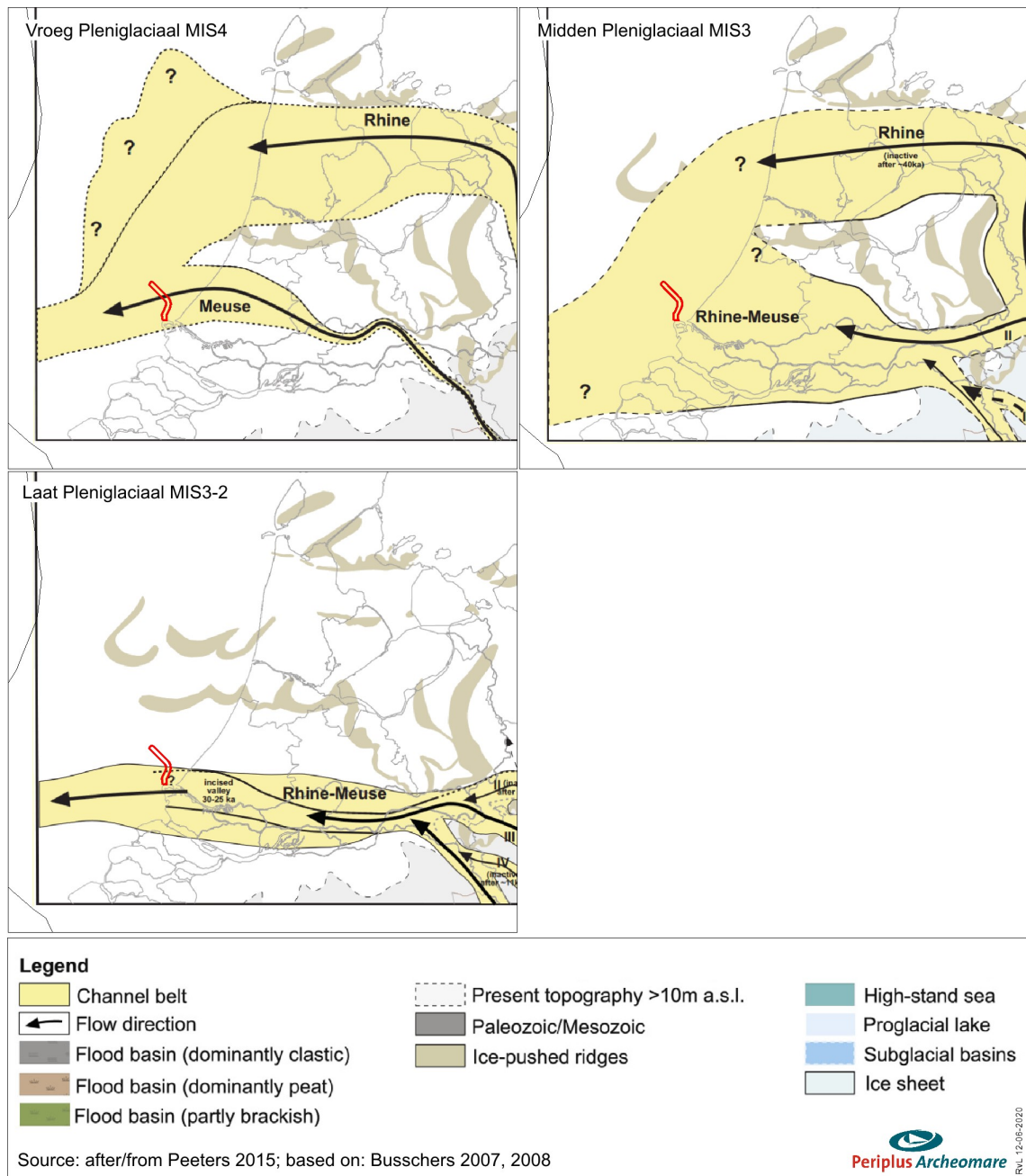
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. Afbeelding 15 en afbeelding 16 laten duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem tijdens het *Weichselien* en verklaard het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de pleistocene opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de Formatie van Kreftenheye afzettingen van de Eem Formatie en Brown Bank Laagpakket voorkomen.



Afbeelding 15. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien

Het laatste plaatje van afbeelding 16 toont de situatie in de laatste fase van het Weichselien (Laat Pleniglaciaal), voor het Holoceen. De vroeg-holocene afzettingen van de Laag van Wijchen, Laagpakket van Delwijnen, Basisveen Laag, Formatie van Echteld en het Laagpakket van Wormer zijn binnen het rivierdal van het Maas/rijn-systeem aangetroffen. Ten noorden van de knik in het pijpleidingtracé, dat is, waar de pijpleidingroute naar het noordwesten afbuigt (rond KP 8.000), worden de oudere rivierafzettingen direct afgedekt door mariene zanden en kleien van het Blich Bank Laagpakket. Mogelijk komen plaatselijk ingesneden oudere geultjes van het Laagpakket van Wormer voor.



Afbeelding 16. Landschappelijke ontwikkeling tijdens de koudste fasen van het Weichselien.

In tabel 9 is de lithostratigrafische opeenvolging en de aard, ouderdom en genese van de opeenvolgende afzettingen in het onderzoeksgebied samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh Bank	zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Wormer	siltige klei en zand	vanaf 6000 v. Chr.	estuarien	brakwater getijdenafzettingen
Echteld	-	klei	7250 - 6000 v. Chr.	zoetwater- getijden	zoetwatergetijden (rivier)afzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	7250 - 6500 v. Chr.	organoleptisch	kustveen
Kreftenheye	Wyche – 1	klei	8000 v. Chr.	fluviaal	overstromingskleien
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	9000 v. Chr.	eolisch	riverduinen
	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviaal	beekafzettingen
Kreftenheye	Wyche – 2	leem en klei	9500 v. Chr.	fluviaal	overstromingskleien
	-	zand	Weichselien	fluviaal	beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	lagunair - lacustrien	lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	zand en klei	Eemien	open marien	schelpenhoudend

Tabel 9. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied

3.5. Archeologische waarden (LS04wb)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 17).⁴¹

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. Deze kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast hangt de mate van conservering sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

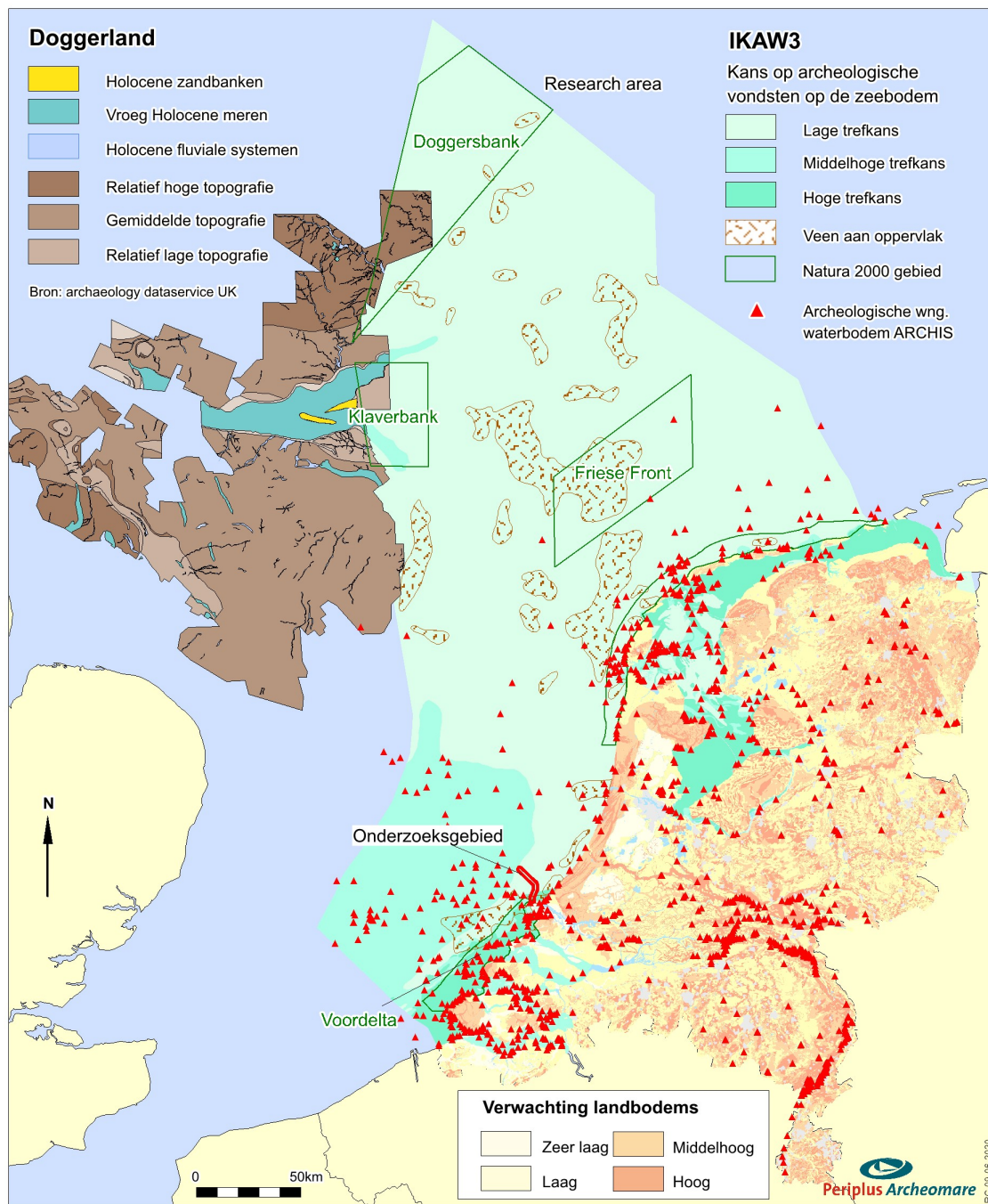
Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.⁴² De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee, in opdracht van het RCE.⁴³

Volgens dit model is in het zuiden van het beoogde tracé voornamelijk resten uit het Mesolithicum en Midden Paleolithicum te verwachten (afbeelding 18). In het noordelijk deel zijn ook paleolithische resten te verwachten.

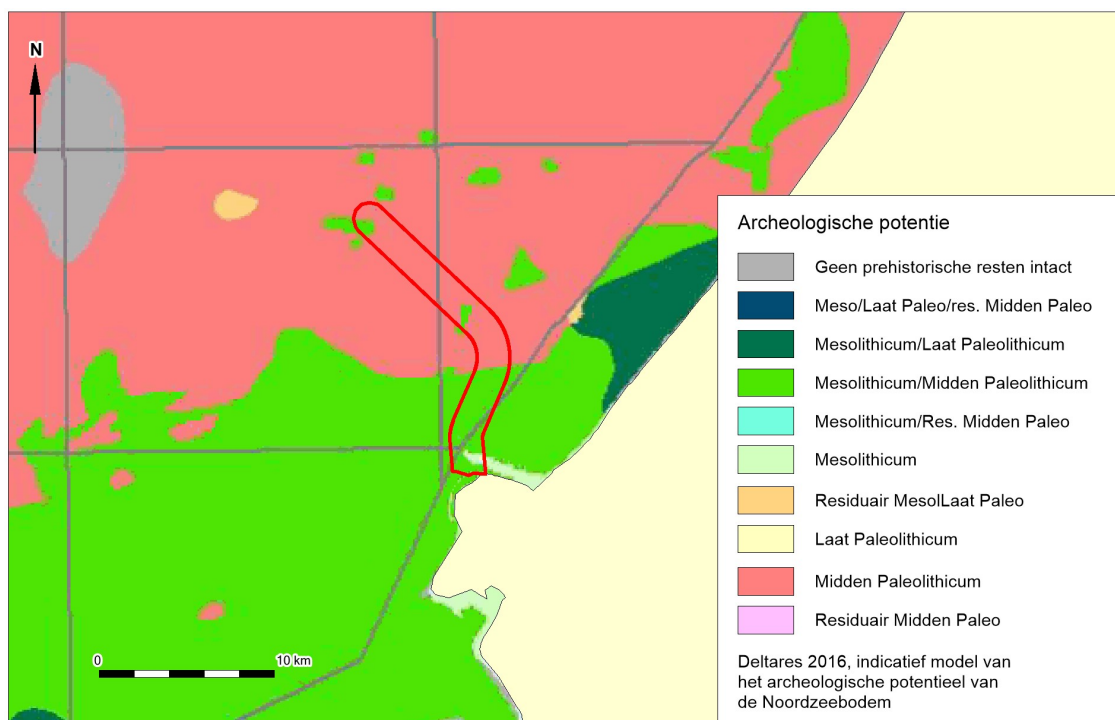
⁴¹ IKAW 3^e generatie, RCE 2008.

⁴² Zie het project ‘North Sea paleolandscapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).

⁴³ Vonhögen-Peters, 2016. In opdracht van de RCE.



Afbeelding 17. Overzichtskarta archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

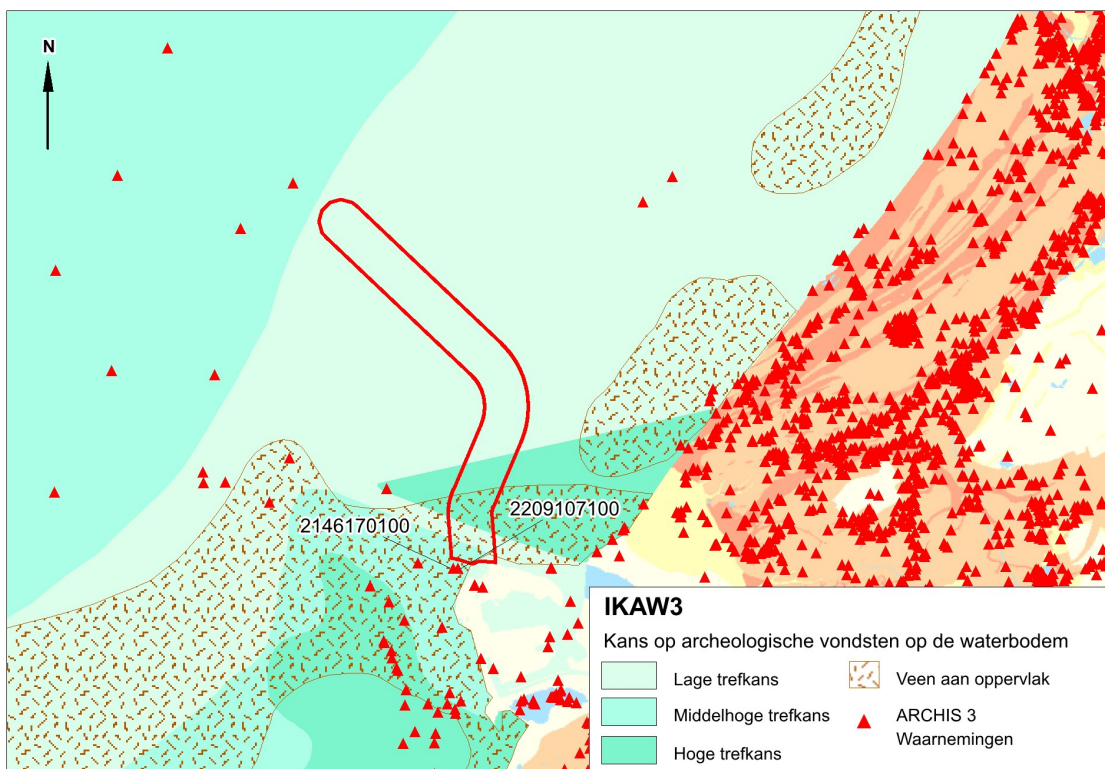


Afbeelding 18. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten

Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 19. Overzicht van de ARCHIS-waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.

Binnen het onderzoeksgebied zijn volgens ARCHIS geen archeologische waarnemingen bekend, direct ten zuiden van het onderzoeksgebied zijn twee waarnemingen bekend. Dit zijn zaakwaarnemingen 2146170100 en 2209107100. Beide waarnemingen betreffen onderzoeken die gedaan zijn in verband met de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Tijdens de onderzoeken zijn scheepswrakken aangetroffen. Alle aangetroffen vondsten in het wrak, alsmede het wrak zelf, stammen uit de Nieuwe Tijd. Het gaat onder andere om enkele stukken hout, textiel en metaal.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN). De NCN-database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta⁴⁴. Binnen de NCN-database heeft ieder object op de

⁴⁴ P. de Boer, gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail

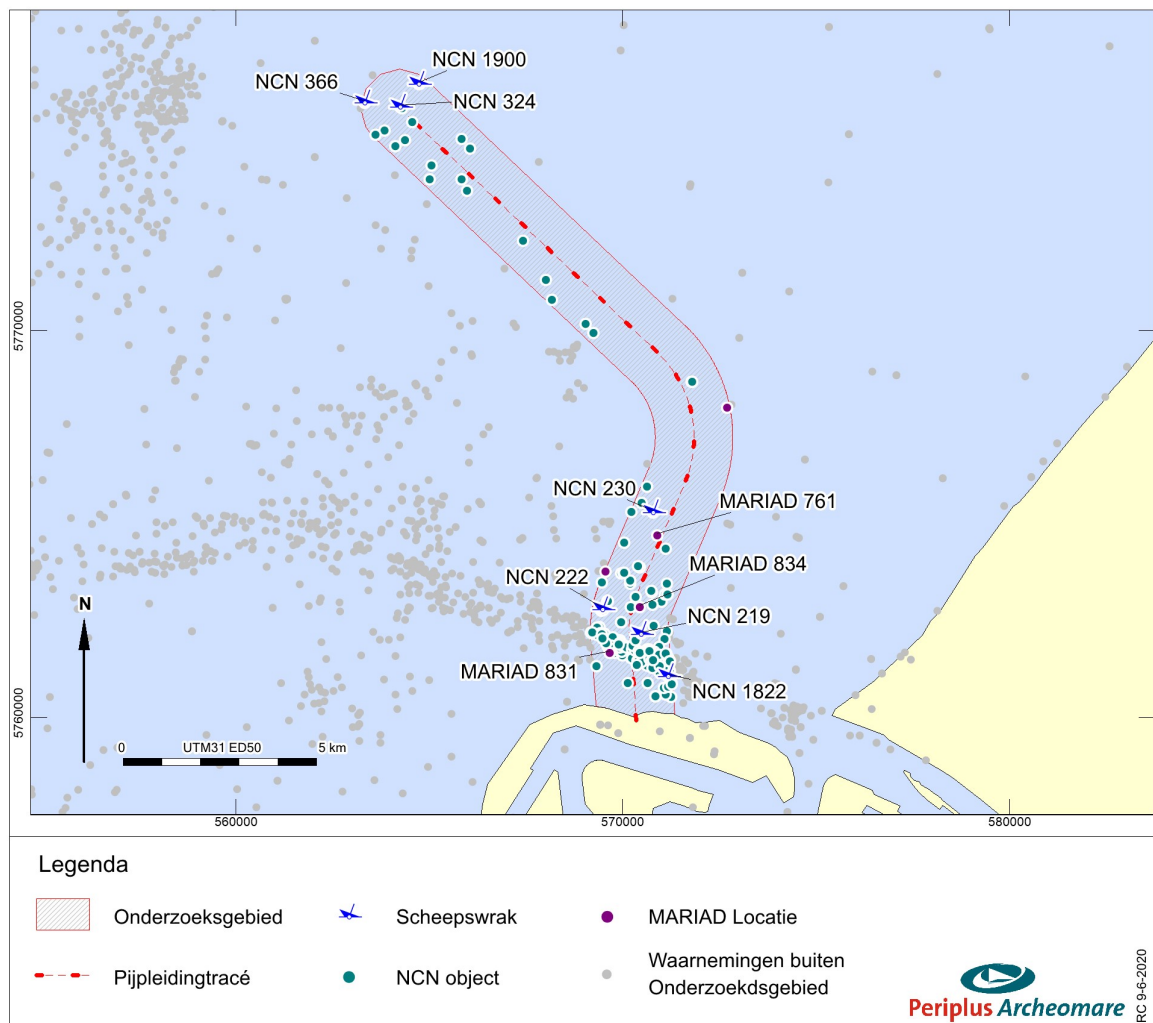
Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN-database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII-database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

In totaal zijn zeven NCN wrakken en 148 andere bekende waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeelding 20 en in tabel 10 en tabel 11 op de volgende bladzijde.



Afbeelding 20. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.

NCN	Omschrijving	RWS	DHY	Easting	Northing	R95
219	Dit was voorheen RWS_nr 1930	3148	1930	570385	5761989	5
222	Dit was voorheen RWS_nr 1948	75	1948	569387	5762626	5
230	Geen omschrijving in database	1920	1969	570700	5765129	5
234	Geen omschrijving in database	40	0	564161	5775605	100
366	Geen omschrijving in database	161	2951	563234	5775714	0.1
1822	Het wrak is geborgen	0	1928	571084	5760899	1000
1900	1899 wrak gerapporteerd. Wegens de aanwezigheid van platform P18-A is geen verder onderzoek uitgevoerd op dit wrak.	0	2047	564648	5776200	1000

Tabel 10. Bekende wrakken in het onderzoeksgebied.

Geen van de bekende wrakken is opgenomen in de ARCHIS-database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Eén wrak (NCN 1822) is verwijderd en is tijdens een meting uitgevoerd door Rijkswaterstaat in 2018 niet waargenomen. Een ander wrak (NCN 1900) is gezonken voor 1950 en heeft nog geen archeologische waarde toegewezen gekregen. Van de overige vijf wrakken is geen datum van zinken bekend en is de archeologische waarde nog niet bepaald. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat nog 148 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in afbeelding 20 en de onderstaande tabel.

Object	Aantal
Bodemverstoring	10
Kabel/ketting	12
Man made object	1
Onbekend	124
Steen	1
Eindtotaal	148

Tabel 11. Overzicht van de overige objecten binnen het onderzoeksgebied

De objecten hebben geen archeologische verwachting, maar kunnen wel obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

MARIAD

In afbeelding 20 zijn ook de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) opgenomen. Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Binnen het onderzoeksgebied zijn acht MARIAD-waarnemingen bekend. Vijf van de acht wrakken zijn te correleren aan wrakken in de SonarReg database van Rijkswaterstaat en worden niet meegenomen in de

onderstaande tabel. De drie wrakken die overblijven zijn niet bekend in de SonarReg database. Deze wrakken zijn vermeld in de onderstaande tabel.

NCN	Omschrijving	Easting	Northing	R95
761	Niets bekend, alleen gekarteerd	570898	5764752	1500
831	Wrak van de 'Stubbenkammer', gezonken in 1967.	570448	5762891	30
834	Wrak van de 'Clearwater', gezonken in 1968, 5 september 1968 gelicht door bok van v.d. tak bergingsbedrijf en naar Maassluis vervoerd.	569664	5761706	30

Tabel 12. MARIAD-wrakken in het onderzoeksgebied die niet bekend zijn in de SonarReg database.

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.⁴⁵ Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.⁴⁶

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet.⁴⁷ Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen, of de directe nabijheid, van het onderzoeksgebied

Contacten Survey ROAD-project 2011

In 2011 heeft Fugro Survey BV een survey uitgevoerd binnen het huidige onderzoeksgebied voor het ROAD-project.⁴⁸ Een overzicht van alle gevonden contacten met zijn opgenomen in onderstaande afbeelding. De contacten zijn opgenomen met een *Magnetometer*, *Single Beam Echo Sounder* (SBES) of met een Side Scan Sonar (SSS). Uit de afbeelding is op te maken dat, met uitzondering van NCN 234, geen van de NCN-wrakken gevonden zijn tijdens de 2011 survey.

NCN 234 staat in de SonarReg database van Rijkswaterstaat geïnterpreteerd als een wrak. Uit de opnames van Fugro blijkt dat het mogelijk gaat om een steendump of een betonnen matras.

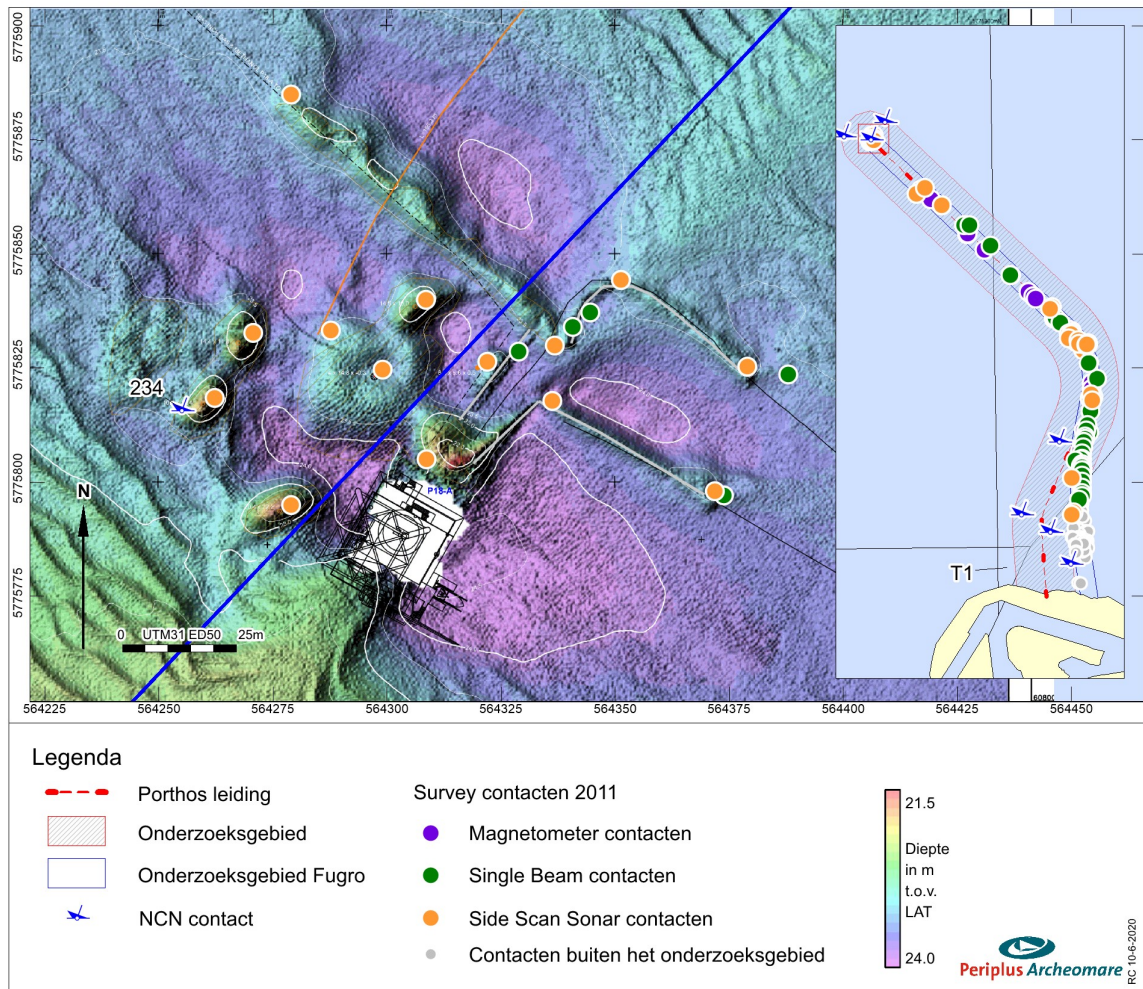
Omdat een volledige nieuwe survey langs de nieuwe route van het Porthos pijpleiding heeft plaatsgevonden in 2019 en 2020, zal een nieuw Inventariserend Onderzoek (Opwaterfase) worden opgesteld. Hierin zullen de resultaten van de survey voor het ROAD-project worden meegenomen, waar relevant.

⁴⁵ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

⁴⁶ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

⁴⁷ Persoonlijk commentaar Majoor A. Kappert, voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht

⁴⁸ Chisholm, J., 2010.



Afbeelding 21: Contacten survey 2011 in het onderzoeksgebied.

3.6. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het geplande tracé van de Porthos pijpleiding kunnen intacte prehistorische landschappen en aan deze landschappen gerelateerde archeologische resten uit het Paleolithicum en Mesolithicum voorkomen. De archeologische verwachting betreft resten kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden worden verwacht binnen een opeenvolging van vroeg-*holocene* sedimenten, die in sterk uiteenlopende milieus zijn afgezet (rivierduinen, overstromingskleien, veen, zoetwatergetijdenafzettingen, brakwater-estuariene afzettingen). De rivierduinen vormden door hun relatief hoge ligging in het landschap preferente locaties voor de inrichting van kampplaatsen. Dat deze duinen ook daadwerkelijk voor bewoning, blijkt uit de mesolithische resten die op een rivierduintje in de Yangtze haven op 20 meter –NAP zijn aangetroffen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Ouderdom	Opmerking	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh Bank	Holoceen	mobiele laag	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Wormer	vanaf 6000 v. Chr.	brakwater getijdenafzettingen	I, II, IV	LMESO
Echteld	-	7250 - 6000 v. Chr.	zoetwatergetijden (rivier)afzettingen	I, II en IV, mogelijk III	MMESO
Nieuwkoop	Basisveen	7250 - 6500 v. Chr.	kustveen	II en IV, mogelijk III	MMESO
Kreftenheye	Wyche – 1	8000 v. Chr.	overstromingskleien	II en III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	9000 v. Chr.	rivierduinen	III	MESO
	Wierden	Weichselien tot Vroeg Holoceen	dekzand	III	LPALEO - VMESO
	Singraven		beekafzettingen	II, III (rand beekdal) en IV	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	Wyche – 2	9500 v. Chr.	overstromingskleien	II en III	LPALEO – VMESO
	-	Weichselien	beddingafzettingen	II en IV	MPALEO – VMESO
Eem	Brown Bank	Eem - Vroeg Weichselien	lagunaire en lacustriene kleien	II en III (oever)	MPALEO
	-	Eemien	mariene afzettingen	IV	MPALEO

Tabel 13. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfukken en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 13 is te zien dat resten van prehistorische nederzettingen (III) in rivierduinen van het Laagpakket van Delwijnen, dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte rivierduinen, dekzandruggen en –kopjes, of randen van beekdalen binnen het pijpleidingtracé voorkomen is niet bekend.

In het Maasmond-gebied kunnen in de context van onderwaterkleien van de Echteld Formatie en het Laagpakket van Wormer verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen. Ten noorden van de Maasgeul liggen deze afzettingen plaatselijk ontsloten aan de zeebodem. Daarom kunnen de Formatie van Echteld en het Laagpakket van Wormer ook scheepswrakken bevatten.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoen bewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van de pijpleidingroute door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle ‘verdrinking’ van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-mesolithische vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het pijpleidingtracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-holocene bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale Onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.*⁴⁹

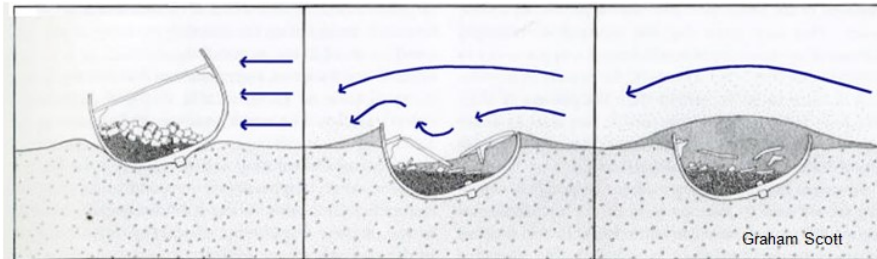
Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn negen scheepswrakken bekend. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

⁴⁹ Nationale Onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.

Vooraf in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 22. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.⁵⁰ Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied is meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

⁵⁰ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

4. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?

Binnen het onderzoeksgebied zijn zeven scheepswrakken bekend in de NCN-database en drie scheepswrakken bekend in de MARIAD-database. Van de in totaal tien bekende wrakken binnen de het onderzoeksgebied zijn twee wrak geborgen (NCN 1822 en MARIAD 834) en is van één wrak bekend dat deze gezonken is voor 1950 (NCN 1900). Daarnaast blijkt een tiende wrak (NCN 234) geen wrak te zijn maar gaat het mogelijk om een rock dump. Voor de resterende zeven wrakken is de archeologische waarde nog niet bepaald.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?

In het onderzoeksgebied kunnen onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden. Binnen het gebied zijn zes scheepswrakken bekend waarvan het merendeel nog niet is onderzocht of geïdentificeerd, en waarvan de archeologische waarde dus nog niet is bepaald.

a) Scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd zoals boomstamboten niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het Bligh Bank Laagpakket, de Formatie van Naaldwijk en de Formatie van Echteld verwacht. De dikte van de laag holocene afzettingen varieert langs route van 0 tot 12 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) Prehistorische nederzettingen

De verwachting betreft kampplaatsen en begravingen uit het Midden en Laat Paleolithicum, en het Mesolithicum. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoen bewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door klei en veen van de *Laag van Wychen* (KRWY-2), de *Basisveen Laag* en/of de *Formatie van Echteld*. De *lithostratigrafische* context van de kampplaatsen wordt gevormd de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen*, dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 mLAT. Langs de Hollandse kust kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen.

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het Eemien naar het Weichselien (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor in situ resten uit het Midden Paleolithicum. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

In de pleistocene rivierafzettingen van de *Formatie van Kreftenheye* en de vroeg-holocene afzettingen van de *Basisveen Laag*, de *Formatie van Echteld* en het *Laagpakket van Wormer*, kunnen verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, viswieren, visuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en kleien van de *Eem Formatie* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Vormt de aanleg van de pijpleiding een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?

In hoeverre de aanleg van de pijpleiding daadwerkelijk een bedreiging vormt voor *in situ* resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat het voorkomen, de aard, omvang, diepteligging en intactheid van de verwachte resten niet op detailniveau niet bekend zijn.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?

Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolgonderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar*, *multibeam* en *magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibro core*; boreholes) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van de routes. Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang om voordat de monsters worden gebruikt voor destructief onderzoek zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven een beeld wordt verkregen van de locaties waar boormonsters zijn genomen, waarvan de analyse kan bijdragen aan beantwoording van de archeologische doelstelling: het de genese van de afgedekte prehistorische landschappen.

Aan de hand van de resultaten van deze onderzoeken kan de pijpleidingroute worden aangepast binnen de grenzen van surveygebied. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de pijpleidingroute. Wanneer binnen het onderzochte gebied voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van de route, kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

5. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen het onderzoeksgebied scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van negen scheepswrakken bekend. Het merendeel (zeven) is nog niet geïdentificeerd, dus de archeologische waarde van deze wrakken is nog niet vastgesteld. Naast de bekende wrakken kunnen in het onderzoeksgebied nog onontdekte resten van scheeps- en vliegtuigwrakken voorkomen.

Op basis van de uitkomst van dit onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.⁵¹ Voorafgaand aan het leggen van de pijpleiding wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *surveys* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	Opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	Wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	Morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	In aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	Opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	Aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	Karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	Ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	Vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	Selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	Vaststellen lithostratigrafie	Korreleren met boorgegevens

Tabel 14. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de pijpleidingroute worden uitgevoerd.

⁵¹ Conform KNA-waterbodems protocol 4103.

Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dat voorafgaand aan het onderzoek dient te zijn ondertekend door bevoegd gezag.⁵²

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). Het wordt aanbevolen de eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar*, *multibeam*, *subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) onder te brengen in één allesomvattend PvE.

⁵² Conform KNA-waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.....	7
Afbeelding 2: Schematische weergave van het transport- en opslagsysteem.	8
Afbeelding 3. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT.....	14
Afbeelding 4. Het onderzoeksgebied in relatie met de bestaande kabels en leidingen.....	16
Afbeelding 5. Overige infrastructuur in en rondom de onderzoeksgebieden	17
Afbeelding 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken langs de routevarianten.....	18
Afbeelding 7. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.....	20
Afbeelding 8. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten	22
Afbeelding 9. Oppervlaktседimenten	24
Afbeelding 10. Stratigrafische tabel met tijndelingen, archeologische perioden, laageenheden en hun chronologie in de Yangtzehaven. Met de rode balk wordt de periode van menselijk gebruik van het rivierduincomplex (bepaald aan de hand van 14C-dateringen) aangegeven (uit: Vos en Cohen, 2015).....	27
Afbeelding 11. Dwarsprofiel op Maasgeul (Zonneveld 1993; profiel 2km)	28
Afbeelding 12. Seismisch profiel en vibrocore boringen ten noorden van de Maasgeul; voor locatie profiellijnen zie afbeelding (bron: De Ronde 2009).....	30
Afbeelding 13. Vibrocore profiel uit Fugro rapport - Alignment Charts (bron: Chisholm 2010).....	31
Afbeelding 14. Vroeg-holocene voorkomens van veen en zoet-/brakwaterklei (bron: Hijma 2009)	32
Afbeelding 15. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien.....	33
Afbeelding 16. Landschappelijke ontwikkeling tijdens de koudste fasen van het Weichselien.	34
Afbeelding 17. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.....	37
Afbeelding 18. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten.....	38
Afbeelding 19. Overzicht van de ARCHIS-waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.	39
Afbeelding 20. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.	40
Afbeelding 21: Contacten survey 2011 in het onderzoeksgebied.....	43
Afbeelding 22. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).....	46

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden	4
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied	4
Tabel 3. Overzicht van elektra- en telecomkabels	15
Tabel 4. Overzicht van pijpleidingen	15
Tabel 5. Overzicht van boorputten in het onderzoeksgebied	15
Tabel 6. Zandwingebieden die route corridors overlappen	16
Tabel 7. Stort- en loswallen die route corridors overlappen	16
Tabel 8. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied	19
Tabel 9. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied	35
Tabel 10. Bekende wrakken in het onderzoeksgebied.	41
Tabel 11. Overzicht van de overige objecten binnen het onderzoeksgebied	41
Tabel 12. MARIAD-wrakken in het onderzoeksgebied die niet bekend zijn in de SonarReg database.	42
Tabel 13. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie	44
Tabel 14. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden	49

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	Omschrijving
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Allerød interstadiaal</i>	Het Allerød-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
<i>ARCHIS</i>	ARCHEologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
<i>Crevasse afzetting</i>	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
<i>Discordant</i>	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
<i>Geogenese</i>	Ontstaansgeschiedenis
<i>Geofysisch onderzoek</i>	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
<i>Geotechnisch onderzoek</i>	Bodem penetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>In situ</i>	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
<i>Klastische rivierafzettingen</i>	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenamde klasten).
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>LAT</i>	Lowest Astronomical Tide
<i>Lithostratigrafie</i>	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
<i>Mesolithicum</i>	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
<i>Multibeam echosounder</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>Nearshore</i>	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
<i>Offshore</i>	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het <i>nearshore</i> gedeelte
<i>Paleolithicum</i>	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het <i>Holoceen</i> , ca 11700 jaar geleden
<i>Seismiek</i>	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.

Term	Omschrijving
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
<i>Stratigrafie</i>	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Survey</i>	Onderzoek, standaardterm uit de offshore-industrie
<i>TNO-NITG</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
<i>Toendraklimaat</i>	het klimaat zoals dat heerst op de toendra en andere klimatologisch gelijksoortige gebieden.

Referenties

Literatuur

- Brenk, S. van den, Lil, R. van en Muis, L.A., 2013. *Noordzee, zandwingebied P18J-West - Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek*. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare, Rapport 13A009-01-R-01.
- Brenk, S. van den, Lil, R. van en Cassée, R., 2019. *Net op Zee Hollandse Kust (Ijmuiden Ver Alpha en Beta) - Offshore export kabeltracés*. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare, rapport 19A004-04.
- Boon, J.J., Brinkhuizen, D.C., Bunnik, F.P.M., Cohen, K.M., Cremer, H., Exaltus, R.P., Kappel, K. van, Kooistra, L.I., Koolmees, H., Kruyk, H. de, Kubiak-Martens, L., Moree, J.M., Niekus, M.J.L.Th., Peeters, J.H.M., Schiltmans, D.E.A., Verbaas, A., Verbruggen, F., Vos, P.C. en Zeiler, J.T., 2015. *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam, Part 1 - Twenty meters deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site - Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands*. Rotterdam (NL): Bureau Oudheidkundig Onderzoek van Gemeentewerken Rotterdam, BOORrapporten 566.
- Clark, P. (ed.), 2004. *Dover Bronze Age Boat*. Londen (UK): English Heritage.
- Chisholm, J., 2010. *Route Survey Proposed 16-inch CO2 pipeline from platform P18-A to Maasvlakte - Netherlands Continental Shelf North Sea*. Leidschendam (NL): Fugro Survey B.V., Report Number GH040.
- Dijkstra, H. en Ketelaar, F.C.J., 1965. *Brittenburg, raadsels rond een verdronken ruïne*. Bussum (NL): Van Dishoeck.
- Ebbing, J.H.J., Weerts, H.J.T. en Westerhoff, W.E., 2003. *Towards an integrated land-sea stratigraphy of the Netherlands*. Quaternary Science Reviews, 22, pp. 1579-1587.
- Gaffney, V.L., Thomson, K. en Fitch, S., 2007. The Archaeology and geomorphology of the North Sea. In: Gaffney, V.L., Thomson, K. and Fitch, S. (red.), *Mapping Doggerland - The Mesolithic landscapes of the southern North Sea*. Oxford (UK): Archaeopress, pp. 105-118.
- Guiran, A.J., 2004. Rotterdam Euromax-kade - Bureauonderzoek archeologie. Rotterdam (NL): Bureau Oudheidkundig Onderzoek van Gemeentewerken Rotterdam, BOORrapport 202. <https://doi.org/10.17026/dans-xm8-d2u9>.
- Hessing, W.A.M., 2005. Het Nederlandse kustgebied. In: Bechert, T. en W.J.H. Willems (red.), *De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust*. Utrecht (NL): Matrijs, pp. 89-102.
- Hijma, M.P., Cohen, K.M., Hoffman, G., Spek, A.J.F. van der en Stouthamer, E., 2009. From river valley to estuary - The evolution of the Rhine mouth in the early to middle Holocene (western Netherlands, Rhine-Meuse delta). *Netherlands Journal of Geosciences*, 88 (1), pp. 13-53.
- Hijma, M.P., Cohen, K.M., Roebroeks, W., Westerhoff, W.E. en Busschers, F.S., 2012. Pleistocene Rhine-Thames Landscapes - Geological background for hominin occupation of the Southern North Sea region. *Journal of Quaternary Science*, 27 (1), pp. 17-39.
- Havenbedrijf Rotterdam Energie Beheer Nederland, en N.V. Nederlandse Gasunie, 2019. *Project Porthos - CO2-reductie door opslag onder de Noordzee*. Rotterdam (NL): Organisatie van Porthos.
- Kramer, E., 2003. *koningen van de Noordzee - 250 tot 850 na Chr.* Leeuwarden (NL): Fries Museum.
- Kroes, R.A.C., 2010. *Buisleiding Waterstaatwerken, Duinen en Zee, gemeente Rotterdam (deels) - Archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek*. Weesp (NL): RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., RAAP-rapport 2211.
- Kroes, R.A.C., 2013. *Buisleiding Waterstaatwerken, Duinen en Zee, gemeente Rotterdam (deels) - Archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek, verkennende fase op water*. Weesp (NL): RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., RAAP-rapport 2635. <https://doi.org/10.17026/dans-xa6-jfpq>.

- Kuitens, M., Loecker, T. de, Kolfshoten, T. van, Borst, W., Doesburg, J. van, Es, H.P. van der, Opdebeeck, J., Otte, A., Reumer, J.W.F., Tongeren, O. van en Wesselingh, F., 2015. *Succesvol botvangen - Rapport 4 van het geo-archeologisch en paleotologisch onderzoek zandwingebed en buitencontour Maasvlakte 2*. Leiden (NL): Faculteit der Archeologie, Universiteit Leiden.
- Lil, R. van, Brenk, S. van den en Muis, L.A., 2013. *Noordzee, zandwingebed P18P - Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek*. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare, rapport 13A020-01-R02.
- Lil, R. van en Muis, L.A., 2015. *Zandwingebed Noordzee Q16K - Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek*. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare, rapport 15A004-01.
- Lil, R. van, Oever, E.A. van den en Brenk, S. van den, 2016. *Net op Zee Hollandse Kust Zuid - Offshore tracés*. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare, rapport 15A036-01.
- Lil, R. van en Waldus, W.B., 2011. *Maasgeul Noordzee, verbreding van het traject tussen Km. 0 en Km. 6 - Archeologisch Bureauonderzoek*. Amsterdam (NL): Periplus Archeomare & ADC Archeoprojecten Maritiem, Rapport 11A001.
- Moree, J.M. en Sier, M.M. (red.), 2014. *Twintig meter diep! - Mesolithicum in de Yangzehaven, Maasvlakte te Rotterdam*. Rotterdam (NL): Bureau Oudheidkundig Onderzoek van Gemeentewerken Rotterdam, BOORrapport 523.
- Noort, G.J. van, 2012. De Migratie van jagers/verzamelaars van de Hamburgcultuur in de Noord-Europese laagvlakte (13.000-11.000 BP). *Apan/Extern*, 12, pp. 50-70.
- Peeters, J.H.M., Brinkhuizen, D.C., Cohen, K.M., Kooistra, L.I., Kubiak-Martens, L., Moree, J.M., Niekus, M.J.L.Th., Schiltmans, D.E.A., Verbaas, A., Verbruggen, F., Vos, P.C. en Zeiler, J.T., 2014. Synthese. in: Moree, J.M. en Sier, M.M. (red.), *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam, Part 1 - Twenty meters deep! The mesolithic period at the Yangtze Harbour site - Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands*. Rotterdam (NL): Bureau Oudheidkundig Onderzoek van Gemeentewerken Rotterdam, BOORrapport 523, pp. 289-232. Schiltmans, D.E.A., 2015a. *Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens - een archeologisch bureauonderzoek ten behoeve van het milieueffectrapport (MER)*. Rotterdam (NL): Bureau Oudheidkundig Onderzoek van Gemeentewerken Rotterdam, BOORrapporten 590. <https://doi.org/10.17026/dans-x9d-k5f8>.
- Schiltmans, D.E.A., 2015b. *Rotterdam Maasvlakte 2 Prinses Alexiahaven - een bureauonderzoek en een verkennend inventariserend veldonderzoek door middel van geofysisch onderzoek en grondboringen*. Rotterdam (NL): Bureau Oudheidkundig Onderzoek van Gemeentewerken Rotterdam, BOORrapporten 572. <https://doi.org/10.17026/dans-xbb-pde7>.
- Schute, I., 2007. *Aanleg Tweede Maasvlakte, Gemeente Rotterdam - Archeologisch vooronderzoek: Mariitem inventariserend veldonderzoek (MIVO), onderwaterfase (karterend)*. Weesp (NL): RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., RAAP-rapport 1524.
- Verhart, L., 2005. Een verdrinken land Mesolithische vondsten uit de Noordzee. In: Louwe Kooijmans, L.P., Broeke, P.W. van den, Fokkens, H. en Gijn, A. van (red.), *Nederland in de prehistorie*. Amsterdam (NL): Bert Bakker, pp. 157-160.
- Vonhögen-Peters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. *Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem*. Deltareport 209133-000
- Vos, P.C. en Cohen, K.M., 2015. Landscape Genesis and palaeogeography. In: Moree, J.M. en Sier, M.M. (red.), *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam, Part 1 - Twenty meters deep! The mesolithic period at the Yangtze Harbour site - Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands*. BOOR, BOORrapport 566.
- Waasdorp, J.A., 1999. *Van Romeinse soldaten en Cananefaten*. Den Haag (NL): Dienst stadbeheer.
- Waldus, W.B., Brenk, S. van den en Campenhout, K. van, 2009a. *Tweede Maasvlakte, Wrak 6003 - Inventariserend veldonderzoek onderwater, waarderende fase*. Amersfoort (NL): ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 2087.
- Waldus, W.B., Brenk, S. van den en Mierlo, B.E.J.M. van, 2009b. *Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebed Maasvlakte 2*. Amersfoort (NL): ADC ArcheoProjecten, ADC rapport 1929.

- Zonneveld, P.C., 1993: Geologisch onderzoek in de Maasgeul. Rijkswaterstaat Diectie Noordzee. Rapport no. OP 6533 A.

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- DINOloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (<http://www.arg1940-1945.nl>)

Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE				ARCHEOLOGISCHE PERIODE									
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE		TIJD	TIJDPERK			DATERING						
Holoceen	Laat Subatlanticum		1150 n. Chr	Nieuwe tijd			C	1850					
							B	1650					
							A	1500					
	Vroeg Subatlanticum		0	Middeleeuwen			Laat	B	1250				
							A	1050					
							D	900					
							Vroeg	C	725				
							B	525					
							A	450					
			450 v. Chr	Romeinse tijd			Laat	270					
							Midden	70 n. Chr.					
							Vroeg	15 v. Chr.					
	Subboreaal		3700	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250						
Midden						500							
Vroeg						800							
Bronstijd					Laat	1100							
					Midden	1800							
					Vroeg	2000							
Atlanticum		7300	Neolithicum			Laat	2850						
						Midden	4200						
						Vroeg	4900/5300						
Boreaal		8700	Mesolithicum			Laat	6450						
						Midden	8640						
Preboreaal		9700				Vroeg	9700						
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000	Prehistorie	Steentijd	Paleolithicum	Laat	B	12.500			
			Allerød	12.000									
			Oude Dryas	12.100									
			Bølling	13.000									
		Pleniglaciaal	L					17.000	Jong	A	16.000		
				Late Glacial Max				20.000					
				31.500				Midden					250.000
			Denekamp	34.000									
			M						40.000				
				Hengelo					41.500				
									45.000				
				Moershoofd					50.000				
			V					71.000	Oud				
								74.000					
		Odderade											
		Vroeg Glaciaal	Brørup										
	Amersfoort												
			114.000										
	Eemien		126.000										
	Saalien		236.000										
	Oostermeer		241.000										
	onbenoemd		322.000										
	Belvédère		336.000										
onbenoemd		384.000											
Holsteinien		416.000											
Elsterien		463.000											

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems

