

BOOR

Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam



Gemeente Rotterdam

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens

Een archeologisch bureauonderzoek
ten behoeve van het milieueffect-
rapport (MER)

D.E.A. Schiltmans

BOORrapporten 590



**VERDIEPING NIEUWE WATERWEG, BOTLEK
EN PETROLEUMHAVENS**

Een archeologisch bureauonderzoek ten behoeve van het milieueffectrapport (MER)

D.E.A. Schiltmans

Tekeningen: M.F. Valkhoff

BOORrapporten 590
2015

Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam
Ceintuurbaan 213b
3051 KC Rotterdam

COLOFON

Titel	Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens. Een archeologisch bureauonderzoek ten behoeve van het milieueffectrapport (MER).
Status	definitief
Auteur(s)	drs. D.E.A. Schiltmans
Tekenaar(s)	M.F. Valkhoff
Opsteller(s) afbeeldingen	drs. D.E.A. Schiltmans
Projectcode	BOORrapporten 590
Projectleider	drs. D.E.A. Schiltmans
Projectmedewerker(s)	R.D. van Dijk
Toets Beheer en Beleid	drs. J.M. Moree

Autorisatie BOOR

Autorisatie bevoegd gezag



drs. M.M. Sier
hoofd Onderzoek en Rapportage

F. Wagemaker / H. Koster
Rijkswaterstaat / Omgevingsdienst Haaglanden

ISSN 1873-8923

Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam
Ceintuurbaan 213b
3051 KC Rotterdam
Telefoon 010-4898500
E-mail boor@rotterdam.nl

Copyright © BOOR Rotterdam, oktober 2015

Alle rechten voorbehouden. Niets van deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.

Het BOOR aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

SAMENVATTING

Algemeen

In opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam heeft de afdeling Onderzoek en Rapportage van het Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam (BOOR) van de gemeente Rotterdam op 20 en 21 januari en in mei-juni 2015 een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens (gemeenten Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen). Het onderzoek is verricht in verband met de voorgenomen verdieping van de Nieuwe Waterweg, het Scheur, de Nieuwe Maas, de hoofdvaargeulen van de havens in het Botlekgebied en de Petroleumhavens tot een zogenaamde Nautisch Gegarandeerde Diepte (NGD) van minimaal 16,2 m - NAP en maximaal 18,4 m - NAP. In het kader hiervan zullen baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd. Omdat de totale hoeveelheid grond die weggebaggerd gaat worden de drempelwaarde van het Besluit m.e.r. ruimschoots overschrijdt, geldt er een m.e.r.-plicht voor de voorgenomen verdieping. Derhalve dient een milieueffectrapport (MER) opgesteld te worden. Onderhavig bureauonderzoek dient als input voor het MER.

Opgemerkt wordt dat de bovengenoemde maten exclusief de verwachte uitvoeringstoleranties (+/- 0,25 m) zijn. Daarnaast is ten behoeve van het bureauonderzoek nog een extra ruime marge gehanteerd. Voor het gehele plangebied is daarom uitgegaan van een maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP. Uitzondering zijn de geplande baggerwerkzaamheden ter hoogte van ligplaats Boeispans 66, aan het einde van de Botlek zelf (maximale verstoringsdiepte 18,0 m - NAP) en twee slibputten (maximale verstoringsdiepte van 19,0 m - NAP).

Gespecificeerde archeologische verwachting

Op grond van het bureauonderzoek, waarbij onder meer is gekeken naar de historische situatie, de bodemopbouw ter plaatse en de bekende (scheeps)archeologische waarden in (de omgeving van) het plangebied, kan de gespecificeerde archeologische verwachting voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens worden aangegeven.

Voor delen van het plangebied geldt een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting voor vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum. De vindplaatsen kunnen aangetroffen worden in de top van aanwezige rivierduinafzettingen (Formatie van Bostel, Laagpakket van Delwijnen). Binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' zijn deze afzettingen in zes zones, vanaf circa 17,8 m - NAP, waargenomen. Ook binnen het onderdeel 'Botlek' zijn in één zone rivierduinafzettingen gevonden. In de Sint-Laurens haven ligt de top van de afzettingen op een minimale diepte van circa 17,6 m - NAP. Binnen het onderdeel 'Petroleumhavens' zijn geen aanwijzingen aangetroffen voor de aanwezigheid van rivierduinzand in de ondergrond. Uit een recent uitgevoerd bodemonderzoek blijkt echter dat ter plaatse van ligplaats 9 van Koole mogelijk vanaf circa 17,5 m - NAP rivierduinafzettingen voorkomen. Daarnaast kunnen vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum ook aangetroffen worden in relatie tot andersoortige sedimenten, zoals oever- en geulaafzettingen van rivieren en oeverafzettingen van meertjes, die gerekend worden tot de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen. De Laag van Wijchen is niet alleen waargenomen ter hoogte van bovengenoemde locaties waar rivierduinafzettingen in de ondergrond voorkomen, maar ook daarbuiten. De top van de kleiige afzettingen is vanaf circa 17,5 m - NAP waargenomen.

De verwachte archeologische waarden liggen echter dieper dan de geplande maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP in het overgrote deel van het plangebied. In de drie zones waar diepere verstoringen van de waterbodem gepland zijn, worden geen archeologische vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum verwacht. Aangezien bij de geplande verdieping van de waterbodem eventueel aanwezige archeologische waarden uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum niet worden aangetast of vernietigd, is een inventariserend veldonderzoek derhalve niet noodzakelijk.

Voor vindplaatsen vanaf het Laat Mesolithicum tot en met de Nieuwe tijd geldt in principe geen archeologische verwachting. Uitzondering hierop vormt de mogelijke aanwezigheid van scheepsresten of -wrakken in het plangebied. Voor deze specifieke vindplaatsen geldt een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting. De Nieuwe Maas en het Scheur waren mogelijk al in de Middeleeuwen, maar zeker in de Nieuwe tijd, belangrijke vaarwegen. Daarnaast is de Nieuwe Waterweg, eveneens een belangrijke vaarweg, in de tweede helft van de 19^e eeuw aangelegd. Scheepsvondsten uit de Middeleeuwen en de Nieuwe tijd kunnen daarom aangetroffen worden binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' en in de Botlek zelf (binnen het onderdeel 'Botlek'). Binnen het onderdeel 'Petroleumhavens' worden deze vondsten niet verwacht. Eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken kunnen voorkomen in geulafzettingen (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren), die de huidige bodem in het plangebied vormen. De oorspronkelijke top van de geulafzettingen is, als gevolg van erosie en/of baggerwerkzaamheden, niet meer aanwezig. De huidige top bevindt zich binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' op een minimale diepte van circa 14,5 m - NAP (tussen de Beneluxtunnel en de ingang van het Botlekgebied) en op een minimale diepte van circa 15,0 m - NAP (tussen de ingang van het Botlekgebied en de Maasmond bij Hoek van Holland). In de Botlek zelf komen de geulafzettingen vanaf circa 15,0 m - NAP voor. Opgemerkt wordt dat in het plangebied de top van de geulafzettingen lokaal zich veel dieper bevindt; als gevolg van erosie zelfs dieper dan 18,0 m - NAP, met uitschieters dieper dan 23,0 m - NAP. Tot welke diepte eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken aangetroffen kunnen worden is niet bekend.

De verwachte archeologische waarden liggen (deels) binnen de geplande maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP. Dit betekent dat bij de geplande verdieping van de waterbodem eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken uit de Middeleeuwen en Nieuwe tijd kunnen aangetast of vernietigd. Gelet op de aard en diepteligging van deze specifieke vindplaatsen wordt het uitvoeren van een inventariserend veldonderzoek echter niet zinvol geacht.

Concluderend kan gesteld worden dat bij de uitvoering van de geplande verdieping van de waterbodem in het plangebied rekening gehouden moet worden met het mogelijk aantreffen van scheepsresten of -wrakken, maar ook zogenaamde losse vondsten. Ten aanzien van losse vondsten geldt immers een onbekende archeologische verwachting. De aanwezigheid van deze valt namelijk niet te voorspellen.

Aanbevelingen

Op grond van het bureauonderzoek luidt de aanbeveling voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens (gemeenten Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen) dat er geen voorzieningen hoeven te worden getroffen om archeologische waarden te behouden of te ontzien. Zonder verder archeologisch onderzoek kan worden gestart met de voorgenomen werkzaamheden. Wel dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van losse vondsten en/of scheepsresten of -wrakken in het plangebied. Het verdient daarom aanbeveling om de uitvoerder van het grondwerk te wijzen op de plicht (scheeps)archeologische vondsten te melden bij het bevoegd gezag. Tevens wordt aanbevolen om door het BOOR een meldingsprotocol op te laten stellen, waarin vastgelegd wordt hoe door de uitvoerder van de werkzaamheden gehandeld dient te worden in het geval van een (scheeps)archeologische vondst.

Indien de scope van het MER wijzigt, bijvoorbeeld ten aanzien van geplande aanlegdieptes van de waterbodem of ruimtelijke begrenzingen van de verdiepingswerkzaamheden, zal opnieuw beoordeeld moeten worden in hoeverre eventueel aanwezige archeologische waarden worden verstoord.

INHOUDSOPGAVE

blz.

SAMENVATTING	3
1 INLEIDING.....	7
1.1 Inleiding	7
1.2 Plaats onderzoek binnen de Archeologische Monumentenzorg	7
1.3 Administratieve gegevens onderzoek	8
2 BUREAUONDERZOEK	11
2.1 Doel	11
2.2 Plangebied en onderzoeksgebied	11
2.2.1 Plangebied	11
2.2.2 Onderzoeksgebied	11
2.3 Huidige situatie plangebied	11
2.4 Geplande werkzaamheden	12
2.5 Aandachtspunten	13
2.5.1 Beleidsinstrumenten	13
2.5.2 Historische situatie	14
2.5.3 Geologische gegevens	15
2.5.4 Archeologische gegevens	21
2.5.5 Scheepsresten en -wrakken	23
2.5.6 Luchtfoto's	25
2.5.7 Actueel Hoogtebestand Nederland	25
2.6 Gespecificeerde archeologische verwachting	25
3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	33
3.1 Conclusies	33
3.2 Aanbevelingen	34
GERAADPLEEGDE BRONNEN	35
AFKORTINGEN	39
BIJLAGE 1: RAPPORT ONDERGRONDOPBOUW NIEUWE WATERWEG	41
BIJLAGE 2: BOORBESCHRIJVINGEN	93

		Klimaat Landschap Vegetatie	Archeologische perioden			
2000	Holoceen	Subatlantic <i>koeler vochtiger</i>	loofbos	Nieuwe tijd		
1500				Late Middeleeuwen B		
1000				Late Middeleeuwen A		
500				Vroege Middeleeuwen		
0				Romeinse tijd		
500				Late IJzertijd		
500				Midden-IJzertijd		
1000		Subboreaal <i>koeler droger</i>	loofbos	Vroege IJzertijd		
1000				Late Bronstijd		
1500				Midden-Bronstijd		
2000				Vroege Bronstijd		
2500				Laat Neolithicum		
3000				Atlanticum <i>warm vochtig</i>	Mesolithicum	Midden-Neolithicum
4000						Vroeg Neolithicum
4500						
5000						
5500		Atlanticum <i>warm vochtig</i>	Mesolithicum	Mesolithicum		
6000						
6500						
7000						
7500	Boreaal <i>warmer</i>	den	Mesolithicum			
8000	Preboreaal <i>warmer</i>	berk				
8500						
9000	Pleistoceen	Late Dryas <i>kouder</i>		toendra	Laat-Paleolithicum	
9500						

Tijdtabel.

1 INLEIDING

1.1 Inleiding

In opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam heeft de afdeling Onderzoek en Rapportage van het Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam (BOOR) van de gemeente Rotterdam een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens (gemeenten Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen). Het plangebied is weergegeven in afbeelding 1.

Het onderzoek is verricht in verband met de voorgenomen verdieping van de Nieuwe Waterweg, het Scheur, de Nieuwe Maas, de hoofdvaargeulen van de havens in het Botlekgebied en de Petroleumhavens tot een zogenaamde Nautisch Gegarandeerde Diepte (NGD) van minimaal 16,2 m - NAP en maximaal 18,4 m - NAP. In het kader hiervan zullen baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd. Doel is het verbeteren van de nautische bereikbaarheid van de havens (Havenbedrijf Rotterdam 2014).

Ten behoeve van de voorgenomen verdieping, waarvoor het Havenbedrijf Rotterdam als initiatiefnemer optreedt (Havenbedrijf Rotterdam 2014), is een ontgrondingsvergunning in het kader van de Ontgrondingswet noodzakelijk. Omdat de totale hoeveelheid grond die weggebaggerd gaat worden de drempelwaarde van het Besluit m.e.r. ruimschoots overschrijdt, geldt er een m.e.r.-plicht voor de voorgenomen verdieping. Derhalve dient een milieueffectrapport (MER) opgesteld te worden. Doel van het MER en de m.e.r.-procedure is om het milieu (inclusief archeologie) een volwaardige plaats in de besluitvorming over de voorgenomen verdieping, in dit geval de verlening van een ontgrondingsvergunning op grond van de Ontgrondingswet, te geven. In de 'Notitie reikwijdte en detailniveau' (NRD) van het Havenbedrijf Rotterdam (2014) wordt een aantal directe effecten genoemd, dat de voorgenomen verdieping met zich mee kan brengen. Een van deze effecten is de verstoring van de waterbodem en eventuele bodemkundige en/of archeologische waarden. Ook in het Advies over de NRD van het bevoegd gezag, in deze Rijkswaterstaat namens de Minister van Infrastructuur en Milieu en de Provincie Zuid-Holland, wordt specifiek genoemd dat in het MER onderzocht moet worden in hoeverre er door de voorgenomen verdieping in de waterbodem archeologische dan wel bodemkundige waarden worden verstoord (kenmerk RWS-2015/1762). De resultaten van het MER vormen uiteindelijk de input voor het ontwerp-besluit voor de vergunningaanvraag.

Voor ontgrondingen op de hoofdvaarweg is Rijkswaterstaat, namens de Minister van Infrastructuur en Milieu, het bevoegd gezag. De ontgrondingsvergunning dient dan ook te worden aangevraagd bij Rijkswaterstaat. Dit geldt vooralsnog ook voor de geplande ontgrondingen in de havenbekkens. Voor dit gebied loopt echter een aanpassing van de kaarten behorend bij de Waterregeling. Zodra deze aanpassing is doorgevoerd zal de Provincie Zuid-Holland het bevoegd gezag zijn voor dit deel van het project. De ontgrondingsvergunning dient dan te worden aangevraagd bij de Omgevingsdienst Haaglanden (Havenbedrijf Rotterdam 2014, 8).

1.2 Plaats onderzoek binnen de Archeologische Monumentenzorg

Het proces van Archeologische Monumentenzorg (AMZ) bestaat uit de volgende stappen: Stap 1.

De inventarisatie van archeologische waarden in een plangebied. Een inventarisatie bestaat doorgaans uit het uitvoeren van een bureauonderzoek (met als doel het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting), eventueel gevolgd door een inventariserend veldonderzoek. Bij een inventariserend veldonderzoek kan onderscheid gemaakt worden in een verkennende fase (toetsen en aanvullen gespecificeerde archeologische verwachting),

een karterende fase (vaststellen en begrenzen archeologische vindplaatsen) en een waarderende fase (bepalen waarde aan de hand van fysieke en inhoudelijke kwaliteit van vindplaatsen).

De inventarisatie resulteert in het opstellen van een (selectie)advies, aan de hand waarvan een beleidsbeslissing (een selectiebesluit) kan worden genomen (stap 2).

Stap 2.

Het nemen van een selectiebesluit op grond van de resultaten van de inventarisatie (het beleid ten aanzien van vindplaatsen). Het selectiebesluit houdt in dat een vindplaats wel of niet als behoudenswaardig wordt gekwalificeerd. In het geval van behoudenswaardige vindplaatsen vindt uitvoering van het selectiebesluit plaats; uitgangspunt hierbij is het streven naar behoud *in situ* van vindplaatsen (stap 3). In het geval van niet-behoudenswaardige vindplaatsen is het proces van Archeologische Monumentenzorg afgerond.

Stap 3.

Het uitvoeren van het selectiebesluit door: het *in situ* veiligstellen van archeologische informatie van behoudenswaardige vindplaatsen door fysieke bescherming, dan wel het veiligstellen van archeologische informatie van behoudenswaardige - maar niet *in situ* te handhaven - vindplaatsen door documentatie ervan door opgraving voorafgaand aan de werkzaamheden in het plangebied, dan wel het verifiëren dat geen archeologische informatie ongedocumenteerd verloren gaat door archeologische begeleiding van de werkzaamheden in het plangebied.

Het voorliggende rapport bevat het verslag van de eerste stap van de inventarisatie van archeologische waarden in het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens (gemeenten Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen): het bureauonderzoek.

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden aanbevelingen gedaan ten aanzien van de omgang met aanwezige archeologische waarden en archeologische verwachtingen in het plangebied. Deze aanbevelingen dienen als input voor het MER.

Het onderzoek komt voort uit nauw contact sinds begin april 2014 tussen mevrouw S.A. Verdaas (afdeling Milieuadviezen van het Havenbedrijf Rotterdam) en de heer A.J. Guiran (afdeling Beheer en Beleid van het BOOR). Op 9 april 2015 heeft een overleg plaatsgevonden tussen het Havenbedrijf Rotterdam (mevrouw S.A. Verdaas en de heer A.A. Roubos) en het BOOR (de heren A.J. Guiran en D.E.A. Schiltmans), waarbij besloten is dat het bureauonderzoek met spoed verricht diende te worden. Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de 'Richtlijnen voor het uitvoeren van archeologisch bureauonderzoek en niet-gravend inventariserend veldonderzoek in de gemeenten Albrandswaard, Barendrecht, Bernisse, Capelle aan den IJssel, Hellevoetsluis, Ridderkerk, Rotterdam, Schiedam, Spijkenisse en Westvoorne (versie 2.5)' uit 2013.

Het bureauonderzoek is tevens uitgevoerd conform de specificaties LS01 tot en met LS05, vastgelegd in het protocol 4002 Bureauonderzoek van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) Landbodems versie 3.3 van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB; <http://www.sikb.nl/protocollen>). Het bureauonderzoek is gerapporteerd conform de specificatie LS06 van dat protocol. Daarnaast is getracht het onderzoek zoveel mogelijk conform de specificaties LS01wb tot en met LS06wb, vastgelegd in het protocol 4102 Bureauonderzoek Waterbodems van de KNA Waterbodems versie 3.2 van de SIKB (<http://www.sikb.nl/protocollen>), te verrichten.

1.3 Administratieve gegevens onderzoek

Soort onderzoek

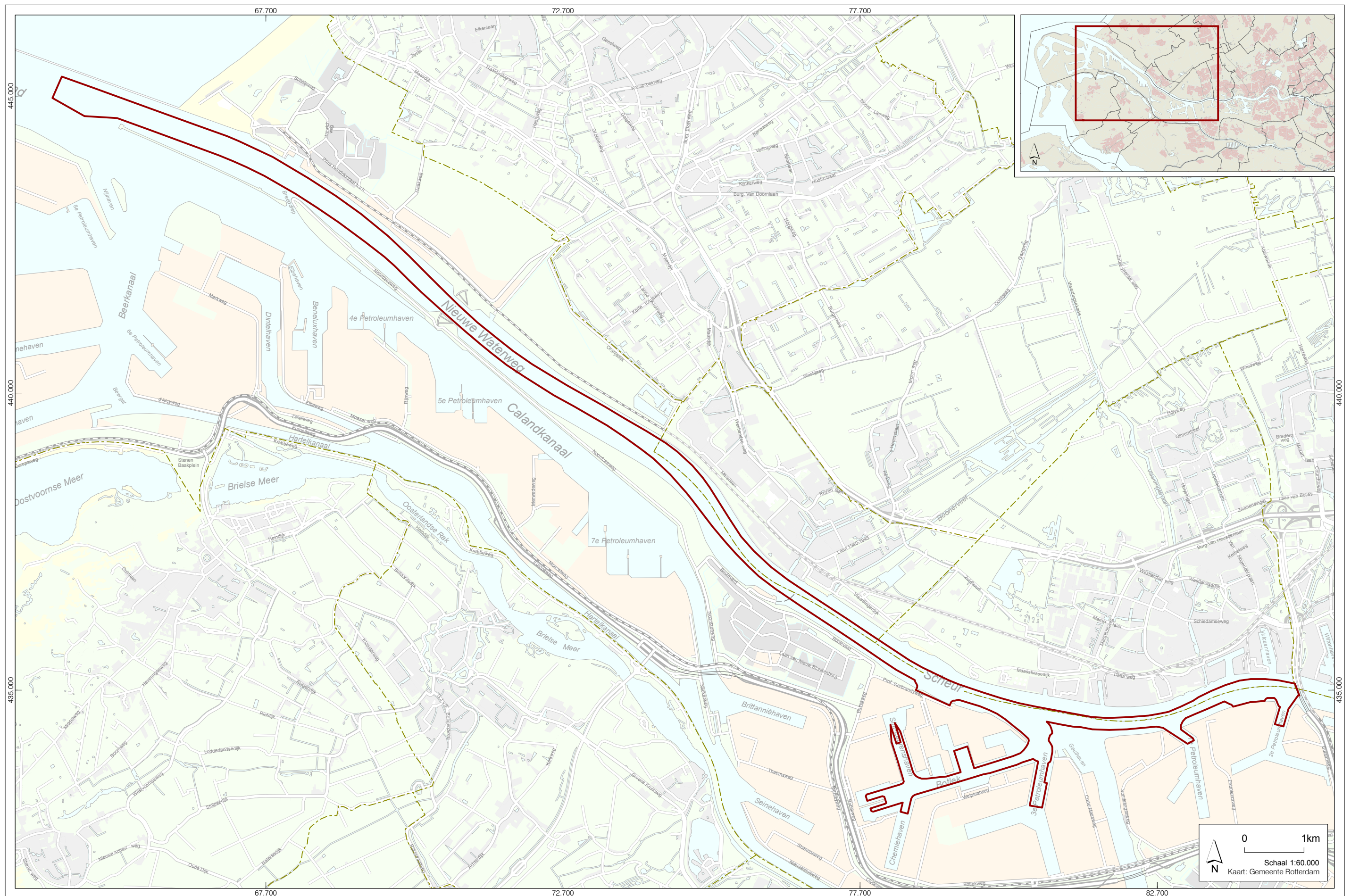
bureauonderzoek

Plangebied

Naam

Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens

Plaatsen	Hoek van Holland, Maassluis, Rozenburg en Vlaardingen
Gemeenten	Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen
RD-coördinaten	64.267/445.327, 85.019/435.110, 84.826/434.389, 77.903/432.958 en 64.109/444.966
Oppervlakte	circa 858 ha
Kadastrale gegevens	niet van toepassing
Beheerder(s)/eigena(a)r(en) grond	Rijkswaterstaat
Opdrachtgever	Havenbedrijf Rotterdam
Bevoegd gezag	
Namen organisaties	Rijkswaterstaat / Omgevingsdienst Haaglanden
Namen deskundigen	F. Wagemaker / H. Koster
Uitvoering onderzoek	
Naam instelling/bedrijf	BOOR
Naam senior prospector	drs. D.E.A. Schiltmans
Datum onderzoek	20 en 21 januari en mei-juni 2015
Archis-onderzoeksmeldingsnummer	66376
Resultaat onderzoek	
BOOR-vindplaatscode	niet van toepassing
Archis-vondstmeldingsnummer	niet van toepassing
Plaats en beheer documentatie	archief BOOR onder de projectcode BOORrapporten 590
Plaats en beheer vondstmateriaal	niet van toepassing



Afb. 1. Ligging van het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens.

2 BUREAUONDERZOEK

2.1 Doel

Het uitvoeren van een bureauonderzoek is de eerste stap in de inventarisatie van archeologische waarden in een plangebied. Het doel van het bureauonderzoek is het verwerven van informatie over bekende en verwachte archeologische waarden binnen het plangebied. Aan de hand hiervan wordt de gespecificeerde archeologische verwachting van het gebied opgemaakt en wordt een beslissing genomen over het al dan niet uitvoeren van een inventariserend veldonderzoek en de wijze waarop dit moet worden verricht. De gespecificeerde archeologische verwachting wordt eventueel door middel van het inventariserend veldonderzoek getoetst en eventueel aangevuld.

2.2 Plangebied en onderzoeksgebied

2.2.1 Plangebied

Het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens bevindt zich voor het overgrote deel in de gemeente Rotterdam (Afb. 1). Voor een klein deel valt het plangebied binnen de grenzen van de gemeenten Maassluis en Vlaardingen. Het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' strekt zich uit van de Beneluxtunnel in het oosten tot aan de Maasmond bij Hoek van Holland in het westen. Dit deel van het plangebied bestaat van oost naar west uit de vaargeul van de Nieuwe Maas, het Scheur en de Nieuwe Waterweg. Conform de kilometrerings vaarwegen van Rijkswaterstaat is dit globaal van km 1009 tot km 1034. Het onderdeel 'Botlek' bestaat uit de hoofdvaargeulen van de havens in het Botlekgebied: de Botlek zelf en een deel van de 2^e Werkhaven, de Sint-Laurens haven, de Chemiehaven en de 3^e Petroleumhaven. Verder naar het oosten ligt het onderdeel 'Petroleumhavens', waartoe de ingangen van de 1^e en 2^e Petroleumhaven behoren. De totale oppervlakte bedraagt ongeveer 858 ha. Het plangebied staat afgebeeld op kaartbladen 37A, 37B, 37D en 37G van de topografische kaart van Nederland (schaal 1:25.000); de centrumcoördinaten zijn 74.814/438.476.

2.2.2 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is het plangebied. Daar waar voor het bureauonderzoek gegevens van buiten het plangebied worden gebruikt, wordt dat in de tekst aangegeven.

2.3 Huidige situatie plangebied

Het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens is deels als vaarweg en deels als havens in gebruik. De volledige oppervlakte van het plangebied bestaat uit water (tot op de waterbodem). Oorspronkelijk aanwezige bodemlagen zijn dan ook tot op het niveau van de waterbodem niet meer aanwezig.

Het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' betreft de vaargeul van de Nieuwe Maas, het Scheur en de Nieuwe Waterweg. Ten tijde van het onderzoek gold voor de vaargeul tussen de Beneluxtunnel en de ingang van het Botlekgebied een NGD van 14,5 m - NAP. Voor het deel tussen de ingang van het Botlekgebied en de Maasmond bij Hoek van Holland gold een NGD van 15,0 m - NAP. Conform het huidige beleid van Rijkswaterstaat wordt beneden de NGD geen onderhoudsmarge gehanteerd. De NGD is de (minimale) diepte waarop de waterbodem wordt aangelegd en onderhouden, in geval van bijvoorbeeld aanzanding

(Havenbedrijf Rotterdam 2014). Uit het bodemonderzoek door middel van sonderingen en mechanische boringen, dat is uitgevoerd door het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam, blijkt dat de waterbodem lokaal zich veel dieper bevindt (Kreischer 2015c). Als gevolg van erosie is de waterbodem op sommige plaatsen zelfs dieper dan 18,0 m - NAP, met uitschieters dieper dan 23,0 m - NAP, aangetroffen (Bijlage 1: Wiersma en Hijma 2015, Bijlage B).

Het onderdeel 'Botlek' bestaat uit de hoofdvaargeulen van de havens in het Botlekgebied. Ten tijde van het onderzoek gold voor dit deel van het plangebied een NGD van 14,5 m - NAP. In de havens wordt door het Havenbedrijf Rotterdam veelal een onderhoudsmarge gehanteerd van 0,5 m, waardoor de huidige waterbodem op circa 15,0 m - NAP is aangelegd. Uit bathymetrische gegevens van het Havenbedrijf Rotterdam blijkt dat de huidige waterbodem in de 2^e Werkhaven zich bevindt tussen circa 12,0 m en 15,0 m - NAP. In de Chemiehaven ligt de waterbodem tussen circa 13,0 m en 14,0 m - NAP. Uit de bathymetrische gegevens kan ook opgemaakt worden dat de waterbodem in de 3^e Petroleumhaven tussen circa 12,0 m en 14,0 m - NAP aangetroffen kan worden. Dit beeld wordt bevestigd door de uitgevoerde sonderingen en mechanische boringen in dit deel van het plangebied (Kreischer 2015b).

Het onderdeel 'Petroleumhavens' bestaat uit de ingangen van de 1^e en 2^e Petroleumhaven. Uit bathymetrische gegevens van het Havenbedrijf Rotterdam blijkt dat de huidige waterbodem in beide havens zich bevindt tussen circa 12,0 m en 14,0 m - NAP. Dit blijkt ook uit de enkele sonderingen en mechanische boringen die ter plaatse zijn verricht (Kreischer 2015a).

2.4 Geplande werkzaamheden

In het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens zullen grootschalige baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd om de huidige waterbodem te verdiepen. De verdieping bestaat praktisch gezien uit het opzuigen en afvoeren van de bovenste laag van delen van de waterbodem binnen het plangebied. Doel is het verbeteren van de nautische bereikbaarheid van de havens (Havenbedrijf Rotterdam 2014). De verschillende maximale verstoringsdieptes, die zijn gehanteerd voor het bureauonderzoek, zijn weergegeven in afbeelding 2.

Binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' zal de huidige waterbodem van de vaargeul, tussen de Beneluxtunnel in het oosten en km 1022 (ter hoogte van de Oranje Plassen ten noordwesten van Maassluis), worden verdiept tot 16,4 m - NAP. Vanaf km 1022 tot aan de Maasmond bij Hoek van Holland in het westen wordt de waterbodem verdiept tot 16,2 m - NAP.

De huidige waterbodem van de havens binnen het onderdeel 'Botlek' zal grotendeels verdiept worden tot 16,4 m - NAP. Ter hoogte van de ligplaats Boeispans 66, aan het einde van de Botlek zelf, is een verdieping gepland tot 17,3 m - NAP. Ten behoeve van een slibput, bij de ingang van de Botlek zelf, zal de huidige waterbodem tot 18,4 m - NAP worden verdiept.

Aangaande het onderdeel 'Petroleumhavens' zijn, binnen de scope van het MER, de geplande bodemingrepen in de 1^e Petroleumhaven komen te vervallen. De huidige waterbodem in de 2^e Petroleumhaven zal worden verdiept tot 16,4 m - NAP. Ter hoogte van de ligplaatsen van Koole in de Nieuwe Maas zal de huidige waterbodem verdiept worden tot respectievelijk 16,65 m - NAP (ligplaats 8) en 16,1 m - NAP (ligplaats 9). Voor de aanleg van een tweede slibput, bij de ingang van de 2^e Petroleumhaven, is een verdieping gepland tot 18,4 m - NAP.

Alle bovengenoemde maten zijn exclusief de verwachte uitvoeringstoleranties van plus of min 0,25 m. Voor de maximale verstoringsdiepte van de geplande bodemingrepen in het

plangebied, moet dus 0,25 m van de bovengenoemde aanlegdieptes worden afgetrokken. Daarnaast is ten behoeve van het archeologisch bureauonderzoek nog een extra ruime marge gehanteerd. Voor het gehele onderdeel 'Nieuwe Waterweg' is derhalve uitgegaan van een maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP. Voor de onderdelen 'Botlek' en 'Petroleumhavens' is eveneens uitgegaan van maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP. Uitzondering zijn de geplande baggerwerkzaamheden ter hoogte van ligplaats Boeispans 66. Hiervoor is uitgegaan van een maximale verstoringsdiepte van 18,0 m - NAP. Tot slot is ter plaatse van de twee slibputten een maximale verstoringsdiepte van 19,0 m - NAP aangehouden.

2.5 Aandachtspunten

2.5.1 Beleidsinstrumenten

Archeologische beleidskaart gemeente Maassluis

Zowel op kaart 1 (Archeologische waarden en verwachtingen) als op de hierop gebaseerde kaart 2 (Archeologische maatregelenkaart) is het deel van het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens, dat binnen de grenzen van de gemeente Maassluis valt, als water aangegeven (Visser e.a. 2012). Hiervoor is geen gemeentelijk archeologisch beleid opgesteld.

Archeologische Waardenkaart Rotterdam

De Archeologische Waardenkaart (AWK) Rotterdam (BOOR 2005), vastgesteld door het college van Burgemeester en Wethouders van Rotterdam op 31 januari 2006, bestaat uit een tweetal kaarten: de Archeologische Kenmerkenkaart en de hierop gebaseerde Archeologische Waarden- en Beleidskaart. Volgens de Archeologische Waarden- en Beleidskaart ligt het Rotterdamse deel van het plangebied in een zone met een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting, waterbodems. Het gemeentelijk archeologisch beleid in deze is dat grondwerkzaamheden (inclusief heien) die een oppervlakte beslaan van meer dan 200 m² en met een verstoringsdiepte dieper dan de huidige waterbodem, dienen te worden getoetst op de noodzaak van archeologisch onderzoek.

Gemeente Vlaardingen

De gemeente Vlaardingen kent geen Archeologische beleidskaart of AWK. Om de aanwezige en verwachte archeologische waarden tegen vernietiging te behoeden zijn in bestemmingsplannen beschermende regelingen opgenomen. Aangaande het deel van het plangebied dat binnen de grenzen van de gemeente Vlaardingen valt is over het algemeen echter geen zogenaamde dubbelbestemming in de bestemmingsplannen opgenomen. De gemeente Vlaardingen stelt dat eventuele bodemingrepen in deze zone overwegend zijn beperkt tot normaal onderhoud. Grotere bodemingrepen hebben via de m.e.r.-procedure aandacht voor archeologie. Via deze procedure wordt aandacht besteed aan het archeologisch belang.

In een ingediende zienswijze van de gemeente Vlaardingen op de 'Notitie reikwijdte en detailniveau' (NRD) van het Havenbedrijf Rotterdam (2014), is meer specifiek aangegeven dat: "Onderzocht moet worden of de baggerwerkzaamheden (toppen van) oude rivierduinen raken, en of daar archeologische resten op aanwezig zijn. Onderzoek naar soort, het ontstaan en de ontwikkeling ervan zal grote kenniswinst kunnen opleveren." (bijlage bij het Advies over de NRD van het bevoegd gezag, kenmerk RWS-2015/1762).

Cultuurhistorische kaart van Zuid-Holland

De Cultuurhistorische kaart van Zuid-Holland, ook aangeduid als de Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS), bestaat uit een aantal kaarten, waaronder kaart 1a (Archeologie kenmerken) en de hierop gebaseerde kaart 1b (Archeologie waarden). Volgens kaart 1b

(Archeologie waarden) bestaat het gehele plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens uit water. Derhalve is er aan het gehele plangebied geen trefkans op de aanwezigheid van archeologische sporen toegekend.

Volgens kaart 1b (Archeologie waarden) bevinden zich binnen het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens ook geen terreinen van hoge archeologische waarde, geen terreinen van zeer hoge archeologische waarde en geen terreinen van zeer hoge archeologische waarde (tevens wettelijk beschermd).

Bestemmingsplannen

Als gevolg van de lengte en de omvang van het plangebied wordt een grote hoeveelheid bestemmingsplannen doorkruist (Tabel 1). Omdat onderhavig bureauonderzoek echter is uitgevoerd ten behoeve van het MER, werd het niet noodzakelijk geacht om de verschillende bestemmingsplannen te raadplegen.

Gemeente	Naam	Status
Maassluis	Bedrijventerrein De Dijk	geheel onherroepelijk in werking
Maassluis	Gemaal de Zaayer	geheel onherroepelijk in werking
Maassluis	Recreatiegebied Steendijkpolder	vastgesteld
Maassluis	Stationsgebied e.o.	geheel onherroepelijk in werking
Rotterdam	Botlek-Vondelingenplaat	vastgesteld
Rotterdam	Europoort en Landtong	vastgesteld
Rotterdam	Hoek van Holland-Bedrijventerreinen	geheel onherroepelijk in werking
Rotterdam	Maasvlakte 1	vastgesteld
Rotterdam	Maasvlakte 2	vastgesteld
Rotterdam	Uitbreidingsplan in hoofdzaak Hoek van Holland	geheel in werking
Vlaardingen	Buitengebied West	vastgesteld
Vlaardingen	KW-kades	geheel onherroepelijk in werking
Vlaardingen	Leverterrein	vastgesteld
Vlaardingen	Maasoeverzone	in voorbereiding
Vlaardingen	Maaswijk	vastgesteld
Vlaardingen	Rivierzone-Oost	vastgesteld

Tabel 1. Overzicht van alle bestemmingsplannen waarvan delen voorkomen binnen de begrenzing van het plangebied (<http://www.ruimtelijkeplannen.nl>).

2.5.2 Historische situatie

Het huidige plangebied bestaat tegenwoordig volledig uit water. Ook in het verleden was dit grotendeels al het geval (Afb. 3). In het oosten stroomde de Nieuwe Maas. Ter hoogte van de huidige Botlek splitste deze zich in een zuidelijke en een noordelijke tak. De zuidelijke tak, nog steeds Nieuwe Maas geheten, liep langs de zuidkant van het voormalige eiland Rozenburg en langs Brielle naar de Noordzee. De noordelijke tak, het zogenaamde Scheur, liep langs de noordzijde van het voormalige eiland Rozenburg. Vanwege de loop van het Scheur langs Maassluis, werd deze in het verleden ook wel aangeduid als 't Sluisse Diep. Oorspronkelijk boog het Scheur ten westen van Maassluis, min of meer ter hoogte van de huidige Maeslantkering, naar het zuidwesten af. Net ten noorden van Oostvoorne mondde het Scheur, samen met de Nieuwe Maas, in de Noordzee uit (Afb. 3). Zowel de Nieuwe Maas als het Scheur was mogelijk al in de Middeleeuwen, maar zeker in de Nieuwe tijd, een belangrijke vaarweg voor steden als Rotterdam en Vlaardingen. Vanwege de voortschrijdende verzanding van de Maasmond ondervond de scheepvaart echter steeds

meer hinder. De havens van Rotterdam dreigden onbereikbaar te worden. Door Waterbouwkundig Ingenieur Pieter Caland werd daarom in 1863 een plan opgesteld om de duinen bij Hoek van Holland over een lengte van circa 4,3 km te doorgraven. In 1865 werd gestart met het uitgraven van de nieuwe vaargeul: de Nieuwe Waterweg. Hierbij werd ook de oorspronkelijke loop het Scheur naar het zuidwesten afgedamd. De werkzaamheden werden voltooid in 1872. Vanaf 1877 werd de nieuwe vaargeul nog eens sterk verbreed en verdiept. De oorspronkelijke monding van de Nieuwe Maas was niet meer van belang voor de scheepvaart en werd in 1950 bij Oostvoorne afgedamd.

Zoals hierboven al is aangegeven, werd het huidige Botlekgebied oorspronkelijk doorkruist door de Nieuwe Maas. Aan weerszijden van deze rivier lagen verschillende polders (deels uit de Middeleeuwen). Aan de oostzijde lag de Welplaat, een landelijk gebied ten noorden van Spijkenisse. Aan de westzijde lagen de polders van het voormalige eiland Rozenburg (Afb. 3). Van dit oorspronkelijke polderlandschap is echter niets meer zichtbaar in het plangebied. Direct na de Tweede Wereldoorlog werd duidelijk dat er, naast de herstelwerkzaamheden in de al aanwezige havens, ook kansen waren voor een verdere uitbreiding. Om meer werkgelegenheid te creëren en om als haven niet alleen van de doorvoer afhankelijk te zijn, ontstond er behoefte aan nieuwe kavels voor industrieën gekoppeld aan de haven. De keuze voor de ontwikkeling van het gewenste haven- en industriecomplex viel op het Botlekgebied. In 1947 ging de Rotterdamse gemeenteraad akkoord met het Botlekplan. Maar het duurde tot halverwege de jaren 50 voordat de verschillende havens, waaronder de Sint-Laurens haven, de Chemiehaven en de 3^e Petroleumhaven, werden gerealiseerd. Het stuk van de Nieuwe Maas ten noorden van Voorne werd afgesloten nadat het Hartelkanaal was aangelegd.

Het gebied van de 1^e en 2^e Petroleumhaven maakten oorspronkelijk deel uit van het door in- en aangedijkte polders gekenmerkte landschap van het eiland IJsselmonde (Afb. 3). Uitgaande van de twee ringpolderdijkjes van Oud-Pernis (eerste helft 13^e eeuw) en Poortugaal (circa 1180) werd het tussenliggende en aangrenzende gebied in de 13^e en 14^e eeuw bedijkt en in cultuur genomen. Ook van dit middeleeuwse polderlandschap is niets meer zichtbaar in het plangebied. Het is vergraven bij de aanleg van de 1^e Petroleumhaven, tussen 1929 en 1934, en de 2^e Petroleumhaven, tussen 1938 en 1941. Na de Tweede Wereldoorlog had havenherstel de eerste prioriteit. Tijdens de wederopbouwtijd steeg de vraag naar aardolieproducten, waarvoor snel nieuwe petrochemische fabrieken en installaties werden bijgebouwd. De Petroleumhavens werden daartoe verder vergroot en verdiept.

Het cartografisch en historisch onderzoek heeft geen directe aanwijzingen opgeleverd voor de mogelijke aanwezigheid van waterstaatkundige werken, zoals bijvoorbeeld dijken en kades, relictten uit de Tweede Wereldoorlog of andere archeologische waarden in het plangebied.

2.5.3 Geologische gegevens

Bodemonderzoek plangebied (Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam)

In het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens is in 2014, door het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam in opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam, een bodemonderzoek uitgevoerd door middel van sonderingen en mechanische boringen (Kreischer 2015a; *idem* 2015b; *idem* 2015c). In totaal zijn verspreid over het plangebied 107 sonderingen uitgevoerd (Afb. 4). Bij elke sondering is de conusweerstand, de plaatselijke kleef en de hellingshoek gemeten. De sonderingen zijn uitgevoerd vanaf de huidige waterbodem tot maximaal 25,95 m - NAP (sondering 70) en tot minimaal 18,36 m - NAP (sondering 127). Eveneens verspreid over het plangebied, zijn in totaal 56 mechanische boringen met continue monsternamen verricht (Afb. 4). De boringen zijn gezet vanaf de huidige waterbodem tot maximaal 23,3 m - NAP (boring 27) en tot minimaal 16,7 m - NAP (boring 1). De boringen zijn uitgevoerd als zogenaamde pulssteekboringen. Dit houdt in dat de niet cohesieve lagen zijn gepulst en de cohesieve lagen continue zijn gestoken met een

GW Akkerman steekapparaat. De binnendiameter van de boorkern bedraagt 10 cm. De sondeer- en boorlocaties ten opzichte van RD en de hoogtes van de waterbodem ter plaatse ten opzichte van NAP, zijn ingemeten met een *Differential Global Positioning System* (DGPS). De afwijking in de plaatsbepaling bedraagt minder dan 0,1 m in het horizontale vlak en minder dan 0,05 m in het verticale vlak (Kreischer 2015a).

Geologisch model onderdeel 'Nieuwe Waterweg' (Deltares)

Aan de hand van bestaande gegevens, eigen aanvullend seismisch onderzoek en het hierboven beschreven bodemonderzoek, is door Deltares (in opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam) in 2014 een geologisch model van de ondergrond in een groot deel van het plangebied gemaakt (Wiersma en Hijma 2015). Doel van het onderzoek was om beter inzicht te krijgen in de ondergrond van het plangebied. Hiermee kunnen risico's (zoals erosiegevoeligheid), die de geplande verdieping met zich mee kan brengen, beter in kaart gebracht worden. Opgemerkt wordt dat het onderzoek van Deltares alleen betrekking had op het onderdeel 'Nieuwe Waterweg'. De onderdelen 'Botlek' en 'Petroleumhavens' vielen buiten het bereik van het onderzoek. Vanwege de grote relevantie van het onderzoek voor het onderhavige bureauonderzoek, is het rapport van Deltares integraal opgenomen in bijlage 1 van dit rapport.

Op basis van de bestaande bronnen, onder andere boorgegevens uit de DINO-database van TNO Geologische Dienst Nederland, is door Deltares eerst een model op hoofdlijnen van de ondergrondopbouw gemaakt (Bijlage 1: Wiersma en Hijma 2015, Figuur 3.2). Hierin worden drie eenheden onderscheiden:

Eenheid I

Deze eenheid bestaat uit de rivierafzettingen (**Eenheid I**) van de Rijn en de Maas uit het Laat Pleistoceen, die gerekend worden tot de Formatie van Kreftenheye (KR). Het gebied bestond in die tijd uit een breed dal waarin de Rijn en Maas vlechtende rivierbeddingen vormden. De top van het zandoppervlak markeert het verlaten raken van deze rivierbeddingen op de overgang van het Pleistoceen naar het Holoceen, rond 9600 voor Chr.

Eenheid II

Deze eenheid kent een complexe opbouw en vertoont veel variatie in het plangebied.

Eenheid IIa is opgebouwd uit overstromingskleien die worden gerekend tot de Formatie van Kreftenheye, onderste Laag van Wijchen (KRWY-2). Deze kleien zijn afgezet vanuit meanderende rivieren in het rivierdal, op de overgang van het Pleistoceen naar het Holoceen.

Gedurende het Preboreaal, vanaf circa 9000 voor Chr., raakten de overstromingskleien bedekt met rivierduinafzettingen (**Eenheid IIb**), die gerekend worden tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen (BXDE). De toppen van de rivierduinen reikten ter plaatse van de voormalige Yangtzehaven, ten zuidwesten van het plangebied, vermoedelijk tot ongeveer 15,0 m - NAP. Een exacte reconstructie hiervan was echter niet mogelijk als gevolg van de latere erosie (Vos 2013; Vos en Cohen 2014). Op de Geologische Kaart van Nederland (NITG-TNO 1998) zijn in het uiterste oostelijke deel van het plangebied, ter hoogte van km 1010 en km 1009, rivierduinafzettingen weergegeven. Het betreft hier een complex van rivierduinen. Een van de rivierduinen betreft de zogenaamde 'Vlaardingerdonk', even ten westen van Station Vlaardingen Oost. De top van dit rivierduin is aangetroffen op minimaal 3,8 m - NAP. Verder naar het oosten toe, nabij de haven van Wilton-Fijenoord, is de top van een rivierduin op minimaal 12,6 m - NAP aangeboord (Kok 1995).

Van 8400 tot 7500 voor Chr. lag het gebied rond de rivierduinen voor het overgrote deel van het jaar droog. De zeespiegel stond nog laag, de zee lag ver weg in het westen en er was geen sprake van enige mariene invloed in het gebied. Alleen de lagere delen overstroonden tijdens hoge waterstanden, waarbij opnieuw overstromingskleien werden afgezet (eveneens **Eenheid IIa**). Deze kleien worden gerekend tot de Formatie van Kreftenheye, bovenste

Laag van Wijchen (KRWY).

Vanaf 7500 voor Chr. begon het grondwaterniveau in het rivierdal te stijgen onder invloed van de zeespiegelstijging en het naderbij schuiven van de kustlijn. Hierdoor veranderde het gebied in een moerasgebied met kleine vennetjes waarin zich veen vormde, dat zich in de loop van tijd steeds verder uitbreide. In eerste instantie ging de periodieke afzetting van de overstromingskleien nog door, maar het gebied werd steeds natter en veen (Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag; NIBA) breidde zich tussen circa 7250 en 6500 voor Chr. steeds verder uit (**Eenheid IIc**).

Vanaf circa 6500 voor Chr., aan het begin van het Atlanticum, veranderde het gebied dramatisch. Als gevolg van de tijdelijk sterk versnelde zeespiegelstijging (Hijma en Cohen 2010) verdrong het landschap in zeer korte tijd en was er sprake van een ondiep zoetwatergetijdengebied. Hiermee kwam een einde aan de oudere fluviatiele delta. Het gebied kwam onder directe invloedssfeer van de zee te liggen en de werking van eb en vloed werd merkbaar. Door de grote toestroom van rivierwater was het water wel nog overwegend zoet. In dit gebied werden tussen circa 6500 en 6250 voor Chr. humeuze kleien afgezet (**Eenheid IIId**), behorend tot de Formatie van Echteld (EC). Deze rivierafzettingen worden afhankelijk van het organische stof gehalte gerekend tot veen of klei (NIBA-EC laaggroep).

Eenheid III

Door de voortschrijdende zeespiegelstijging verdrong het gebied vanaf circa 6250 voor Chr. steeds meer en kwam onder directe mariene invloed te staan. Het landschap veranderde geleidelijk in een brak estuarium met aanzienlijke getijdeninvloed. De estuariene afzettingen (**Eenheid III**) die zijn gevormd in het Atlanticum bestaan uit sterk gelaagde kleien en worden gerekend tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer (NAWO). In deze periode worden ook grote getijdengeulen gevormd, die zich hebben ingesneden in de onderliggende afzettingen.

Met het afnemen van de snelheid van de zeespiegelstijging rond 6000 jaar geleden, aan het einde van het Atlanticum, stopte de verdrinking van het gebied. Er vormden zich grote rietmoerassen, wat uiteindelijk weer leidde tot veenvorming. Rond 5500 jaar geleden was het oorspronkelijk aanwezige estuarium daardoor grotendeels opgevuld en was de kust voor een groot deel afgesloten met strandwallen. Uiteindelijk vormden zich in het gebied grote moerasbossen en ontwikkelde zich een metersdik veenpakket. Het veen, dat gerekend wordt tot de Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket (NIHO), ontbreekt echter in het plangebied. Door de aanwezigheid van geulen heeft in een groot deel van het plangebied namelijk nooit veenvorming plaatsgevonden. Daar waar wel veen kon groeien, is dit later weer geërodeerd door nieuwe geulen of vergraven bij bijvoorbeeld de aanleg van de Nieuwe Waterweg in de tweede helft van de 19^e eeuw. Het veen komt in de omgeving namelijk voor op een hoger niveau dan de huidige waterbodem in het plangebied (Wiersma en Hijma 2015).

De top van de natuurlijke ondergrond in het plangebied bestaat uit geulafzettingen die gerekend worden tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren (NAWA). De afzettingen bestaan uit zand met schelpresten en kleilagen, die zijn afgezet in grote getijdengeulen. Ook deze geulen hebben zich diep ingesneden in de onderliggende afzettingen. Aangezien de getijdenafzettingen van het Laagpakket van Walcheren (NAWA), door het ontbreken van het Hollandveen Laagpakket in het plangebied, nauwelijks te onderscheiden zijn van de oudere getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer (NAWO) en de eigenschappen van beide laagpakketten vergelijkbaar zijn, worden ze beiden door Deltares tot **Eenheid III** gerekend (Wiersma en Hijma 2015).

Het geroerde en opgebrachte pakket dat direct in en onder de waterbodem voorkomt, wordt ook tot **Eenheid III** gerekend.

Op basis van het eigen aanvullend seismisch onderzoek en het bodemonderzoek van het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam, kon door Deltares de verbreiding,

diepteligging en samenstelling van de bovengenoemde eenheden goed worden bepaald. Hierbij moet opgemerkt worden dat men wat betreft de mechanische boringen alleen de beschikking had over de boorbeschrijvingen en de foto's van de boorkernen.

Over het algemeen bestaat de ondergrond van beneden naar boven uit grofzandige rivierafzettingen (Eenheid I), die worden afgedekt door een afwisseling van klei en veen (Eenheid II). Hierboven ligt een dik pakket getijdenafzettingen (Eenheid III). De opeenvolging van de verschillende eenheden is duidelijk zichtbaar in de drie profielen die zijn opgenomen in bijlage 1 (Wiersma en Hijma 2015, Bijlage B). Eveneens in bijlage 1 zijn kaarten opgenomen die de diepteligging van de verschillende eenheden en de dikte van Eenheid III weergeven (Wiersma en Hijma 2015, Bijlage C).

De grofzandige rivierafzettingen (KR) van Eenheid I zijn beneden 18,0 m - NAP aangetroffen. De top van Eenheid II is over het algemeen tussen circa 20,0 m en 17,0 m - NAP waargenomen. In het westen ligt de top van Eenheid II aanzienlijk lager dan in het oosten. In het uiterste westelijke deel van het plangebied ontbreekt Eenheid II volledig. Hier zijn de afzettingen volledig opgeruimd door Eenheid III. Slechts op enkele plaatsen binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' is de top van Eenheid II binnen de gehanteerde maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP aangetroffen. Dit is het geval bij km 1011 en km 1012, bij km 1014 en km 1015 en bij km 1026. Eenheid II heeft een gemiddelde dikte van 150 cm en bestaat uit een complex van stevige klei (KRWY), veen (NIBA) en een humeus kleipakket (EC). Op basis van de handmatig geïnterpreteerde sonderingen zijn verspreid over het gebied op tien locaties mogelijk rivierduinafzettingen (BXDE) waargenomen (Bijlage 1: Wiersma en Hijma 2015, Figuur 4.9). Het gaat om sonderingen 4, 23, 25, 28, 29, 49, 53, 55, 59 en 72 (Afb. 4). De top van de rivierduinafzettingen, waarvoor een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting geldt voor vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum (zie paragraaf 2.6), is wel overal beneden de gehanteerde maximale verstoringsdiepte van 17,0 m - NAP aangetroffen. De bovenste Eenheid III bestaat uit een afwisseling van fijn zand met kleilagen (NAWO en NAWA). De eenheid vormt de bodem in de Nieuwe Maas, het Scheur en de Nieuwe Waterweg. De dikte van het pakket varieert zeer sterk, van minder dan 50 cm tot meer dan 1000 cm. Enerzijds is dit afhankelijk van de aan- of afwezigheid van getijdengeulen en tot welke diepte deze zich hebben ingesneden. Anderzijds wordt de dikte van Eenheid III ook bepaald door reeds uitgevoerde baggerwerkzaamheden; Eenheid III is langs de oeverzones aanzienlijk dikker dan in de vaargeul.

Bodemprofielen onderdeel 'Bottlek' (Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam)

Zoals hierboven al aangegeven had het onderzoek van Deltares alleen betrekking op het onderdeel 'Nieuwe Waterweg'. Voor het onderdeel 'Bottlek' waren vijf bodemprofielen beschikbaar, die zijn opgesteld door het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam naar aanleiding het bodemonderzoek door middel van sonderingen en mechanische boringen (Tekeningnummer 14058AA1, 5 bladen). De bodemprofielen zijn echter vrij globaal omdat ze voor andere doeleinden dan archeologisch onderzoek zijn vervaardigd. Daarnaast lijken in sommige gevallen de sonderingen en mechanische boringen verkeerd te zijn geïnterpreteerd. Volgens de bodemprofielen komt in een groot deel van het Bottlekgebied een dikke sliblaag voor van soms wel meer dan 500 cm dik. Dit zou mogelijk het geval kunnen zijn ter hoogte van de zogenaamde zwaairom, gelegen tussen de Sint-Laurens haven en de Chemiehaven, en de bestaande slibput bij de ingang van de Bottlek zelf. Dit is echter niet met zekerheid te zeggen. Het vermoeden bestaat dat de dikke sliblaag die op de bodemprofielen staat aangegeven voor een groot deel geherinterpreteerd moet worden als natuurlijke geulafzettingen (NAWO en NAWA), die door Deltares tot Eenheid III zijn gerekend. Tot in de vorige eeuw liep door het Bottlekgebied immers ook de Nieuwe Maas. Op de bodemprofielen zijn in ieder geval geen rivierduinafzettingen (BXDE) aangegeven. Voor het onderdeel 'Petroleumhavens' waren geen bodemprofielen beschikbaar.

Onderzoek bewaard gebleven boorkernen bodemonderzoek (BOOR)

Een deel van de boorkernen van de mechanische boringen die zijn uitgevoerd in het

plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens bleek per toeval nog aanwezig te zijn in het laboratorium van het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam. Hierdoor bestond de mogelijkheid om in ieder geval een deel van de mechanische boringen alsnog 'archeologisch' te bekijken, te beschrijven en te bemonsteren. In totaal ging het om 17 boringen (Afb. 4: boringen 2, 5, 8, 25, 36 tot en met 39, 103, 107, 108, 110 tot en met 114 en 202). Voor het registreren van de boorprofielen en eventueel aanwezige archeologische indicatoren is gebruik gemaakt van het boorbeschrijvingsprogramma Deborah2 versie 2.7b. De boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 2. Uit boringen 5, 8, 36 en 37 zijn in totaal 17 monsters genomen van archeologisch relevante niveaus. Zo zijn bijvoorbeeld humeuze niveaus in de Laag van Wijchen (KRWY) en rivierduinzanden (BXDE) bemonsterd. Deze monsters zijn op het kantoor van BOOR gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 1 mm. De zeefresiduen zijn vervolgens gedroogd en geïnspecteerd op het voorkomen van archeologische indicatoren. De werkzaamheden zijn in januari en februari 2015 verricht door de heren R.D. van Dijk (senior veldtechnicus, BOOR) en D.E.A. Schiltmans (senior prospector, BOOR).

Het beeld dat uit de boorkernen naar voren komt is grotendeels in overeenstemming met het ondergrondmodel dat door Deltares is opgesteld (zie hierboven). De diepere ondergrond in het plangebied wordt gevormd door grofzandige rivierafzettingen uit het Pleistoceen (KR) van Eenheid I. De top van deze afzettingen is waargenomen op een maximale diepte van 20,48 m - NAP in boring 38 en op een minimale diepte van 18,64 m - NAP in boring 37. Hierboven is verspreid over het plangebied Eenheid II aangetroffen. In boringen 38 en 110 worden de pleistocene zanden afgedekt door overstromingskleien (KRWY) van Eenheid IIa. In boringen 2, 36 en 38 worden de zanden echter afgedekt door rivierduinafzettingen (BXDE) van Eenheid IIb. Hier ontbreekt dus een klei-tussenlaag. Ook in boringen 5 en 8 zijn rivierduinzanden aangetroffen. De onderkant van het rivierduinzand is in deze twee boringen echter niet bereikt. De top van de afzettingen is waargenomen op een maximale diepte van 19,6 m - NAP in boring 2 en op een minimale diepte van 18,12 m - NAP in boring 36. De rivierduinafzettingen worden in alle boringen afgedekt door de overstromingskleien (KRWY) van Eenheid IIa. De top van de Laag van Wijchen, ook waar geen rivierduinafzettingen zijn aangetroffen, is aangeboord op maximaal 19,6 m - NAP in boring 38 en op minimaal 17,66 m - NAP in boring 37. Het kleipakket is in boringen 36 en 110 geërodeerd door toedoen van de getijdengeulen van Eenheid III. Hierboven is in boringen 2, 5, 8, 37 en 38, vanaf gemiddeld 18,44 m - NAP, een dun pakket veen (NIBA) van Eenheid IIc aangetroffen. Het veenpakket heeft slechts een gemiddelde dikte van 13 cm. Opgemerkt wordt dat de top van het veen in boringen 37 en 38 wederom geërodeerd is. Tot slot is op het veen, in boringen 2, 5 en 8, een pakket humeuze kleien (EC) van Eenheid IId aanwezig. De top van het pakket is aangeboord op een maximale diepte van 18,33 m - NAP in boring 2 en op een minimale diepte van 17,7 m - NAP in boring 8.

Hierboven bevinden zich tot slot de geulafzettingen (NAWO en NAWA) en het geroerde en/of opgebrachte deel van de bodem, die door Deltares gerekend worden tot Eenheid III. In boringen 25, 39, 103, 107, 108, 111 tot en met 114 en 202 zijn in de boorkernen alleen maar deze afzettingen aangetroffen. De oorspronkelijk aanwezige afzettingen zijn ter plaatse van deze boringen volledig geërodeerd, tot in ieder geval het einde van de boring.

Opnieuw bekijken alle gegevens bodemonderzoek (BOOR)

Omdat het onderzoek van Deltares zich beperkt heeft tot het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' en omdat in de boorkernen die nog beschikbaar waren rivierduinafzettingen zijn aangetroffen, is door het BOOR besloten om alle sonderingen, boorbeschrijvingen en de foto's van de boorkernen van het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam opnieuw te bekijken; echter deze keer met een 'archeologische' blik. Alle 107 sonderingen en 56 mechanische boringen, die verspreid over het hele plangebied zijn uitgevoerd, zijn (deels opnieuw) geïnterpreteerd. Hiervoor is de kennis die was opgedaan bij het bestuderen van de boorkernen van de 17 mechanische boringen die nog beschikbaar waren ingezet. Alle sonderingen en mechanische boringen zijn inclusief de (deels vernieuwde) lithogenetische interpretaties weergegeven in afbeelding 5. In de zogenaamde profielenkaart is onderscheid

gemaakt in vijf verschillende profieltypen:

- Profiel 1: Op deze locaties zijn alleen geulafzettingen (Eenheid III) aangetroffen. De afzettingen van Eenheid I en II ontbreken binnen het bereik van het onderzoek.
- Profiel 2: Hier zijn de geulafzettingen (Eenheid III) erosief afgezet op de grofzandige bedingafzettingen (Eenheid I). De afzettingen van Eenheid II zijn volledig geërodeerd.
- Profiel 3: Op deze plekken hebben de getijdengeulen (Eenheid III) zich 'slechts' ingesneden tot in de Formatie van Echteld (EC), de Basisveen Laag (NIBA) of de Laag van Wijchen (KRWY). Eenheid II is op deze locaties dus nog deels intact aanwezig.
- Profiel 4: Deze locaties zijn vergelijkbaar met profiel 3. Alleen zijn in de sonderingen en mechanische boringen rivierduinafzettingen (BXDE) waargenomen (Eenheid IIb).
- Profiel 5: Hier is de ondergrond binnen het bereik van het onderzoek volledig geroerd en/of opgebracht.

Opgemerkt wordt dat een aantal sonderingen moeilijk te interpreteren was. Deze zijn derhalve niet ingedeeld in een van de vijf bovenstaande profieltypen. Het betreft sonderingen 4, 52, 53, 65 en 107.

De verspreiding van de verschillende eenheden komt grotendeels overeen met het onderzoek van Deltares (Wiersma en Hijma 2015). Slechts op enkele locaties, met name in het oostelijke deel van het plangebied, is er sprake van interpretatieverschillen. Op basis van de handmatig geïnterpreteerde sonderingen zijn door Deltares op tien locaties mogelijk rivierduinafzettingen (BXDE) waargenomen (Bijlage 1: Wiersma en Hijma 2015, Figuur 4.9). Het vermoeden bestaat echter dat in 20 sonderingen en 14 mechanische boringen (mogelijk) rivierduinafzettingen aanwezig zijn (Afb. 5). Binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' zijn in zes zones rivierduinzanden waargenomen. De top van de zanden is op een minimale diepte van 17,9 m - NAP in boring 41 (circa 17,8 m - NAP in sondering 57) aangetroffen. Ook binnen het onderdeel 'Botlek' zijn in één zone rivierduinafzettingen gevonden. In de Sint-Laurens haven ligt de top van de afzettingen op minimaal 19,05 m - NAP in boring 101 (circa 17,6 m - NAP in sondering 103.). Binnen het onderdeel 'Petroleumhavens' zijn geen aanwijzingen aangetroffen voor de aanwezigheid van rivierduinzand in de ondergrond. Opgemerkt wordt dat recent een bodemonderzoek met behulp van mechanische boringen en sonderingen is uitgevoerd ter plaatse van de ligplaatsen van Koole, net ten westen van de ingang van de 2^e Petroleumhaven (De Ronde 2015). Uit de boorstaten en sonderingen blijkt dat aan de oostzijde van ligplaats 9 van Koole mogelijk wel rivierduinafzettingen in de ondergrond voorkomen. De top van deze afzettingen is, buiten het onderdeel 'Petroleumhavens', op circa 15,5 m - NAP (sondering 28) en circa 15,8 m - NAP (boring 10/sondering 9) aangetroffen. In sondering 6, die wel in het onderdeel 'Petroleumhavens' ligt, zijn vermoedelijk vanaf circa 17,5 m - NAP rivierduinafzettingen zichtbaar.

In het gehele plangebied zijn nergens aanwijzingen aangetroffen voor de aanwezigheid van hogere rivierduinen of donken in de ondergrond. Deze zijn bijvoorbeeld wel gevonden in de voormalige Yangtze haven, even ten westen van Station Vlaardingen Oost en nabij de haven van Wilton-Fijenoord. Tijdens een verkennend inventariserend veldonderzoek, dat is uitgevoerd in het kader van de geplande Blankenburgverbinding (zie hieronder), is ter plaatse van de Maassluisdijk tussen Vlaardingen en Maassluis eveneens een rivierduin aangetroffen (Wilbers 2013). Het rivierduinzand is waargenomen op een minimale diepte van 17,0 m - NAP. Mogelijk reikt de top hier tot 16,0 m - NAP, maar dit is niet zeker (Wilbers 2013, 13). Het vermoeden bestaat dat indien hogere rivierduinen of donken al aanwezig zijn geweest in het plangebied, deze geërodeerd en daarmee afgetopt zijn door de grote getijdengeulen van Eenheid III. De zandige rivierduinafzettingen zijn immers extra gevoelig voor erosie. Vergelijkbare processen worden op veel plaatsen in de Rijn-Maasmonding waargenomen, waar zandige afzettingen de waterbodem vormen tussen een verder resistente waterbodem van veen en klei.

Gegevens opbouw ondergrond plangebied uit archeologische onderzoeken

Voor aanvullend inzicht in de opbouw van de ondergrond is eveneens gekeken naar archeologische onderzoeken die reeds in het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en

Petroleumhavens zijn uitgevoerd. In 2012 is in het kader van een aan te leggen leidingtracé voor stadsverwarming een bureauonderzoek uitgevoerd (Archis-onderzoeksmeldingsnummer 52610). Het geplande leidingtracé steekt bij km 1015, ter hoogte van het Botlekgebied, het Scheur over en doorkruist daarmee het plangebied. In het rapport wordt echter geen aandacht besteed aan de opbouw van de ondergrond in het Scheur; in het rapport abusievelijk Nieuwe Waterweg genoemd (Tolsma, Vossen en Nijdam 2012).

In het kader van de geplande aanleg van de Blankenburgverbinding, die de noordelijke oever met de zuidelijke oever van het Scheur gaat verbinden, zijn tussen september 2013 en januari 2015 verschillende archeologische onderzoeken uitgevoerd (Archis-onderzoeksmeldingsnummers 58436 en 63565). Het geplande tracé van de Blankenburgverbinding kruist het plangebied vanaf de Maassluisdijk, gelegen tussen Maassluis en Vlaardingen, naar de oostzijde van Rozenburg. De nieuwe oeververbinding is gepland tussen km 1016 en km 1017.

Tijdens het bureauonderzoek werd gesuggereerd dat ter plaatse de vaargeul van het Scheur al tot grote diepte, 17,0 m tot 20,0 m - NAP, is weggebaggerd (Wilbers en Moerman 2013, 28). Uit de verkennende boringen blijkt echter dat de bodem van het Scheur zich al tussen circa 16,0 m en 17,0 m - NAP bevindt (Wilbers 2013, 18). Hieronder is een dik pakket geulafzettingen aangetroffen. Deze zijn afgezet in een geul die zich tot meer dan 25,0 m - NAP in de pleistocene ondergrond heeft ingesneden. Dit is vooral het geval in het midden en in het zuidelijke deel van het Scheur. Aan de noordelijke zijde van het Scheur zijn vanaf circa 18,0 m - NAP wel een intacte veenlaag (NIBA) en overstromingskleien (KRWY) aangeboord (Wilbers 2013, Bijlage 5).

Tijdens de karterende fase van het inventariserend veldonderzoek zijn in het noordelijke deel van het Scheur in boring 1008 intacte rivierduinafzettingen (BXDE) aangetroffen (Brijker, Teekens en Vossen 2015, 26-29). De top van de rivierduinzanden is op gemiddeld 18,7 m - NAP aangeboord. Hierboven bevindt zich weer de Laag van Wijchen (KRWY). De top van dit pakket is waargenomen op gemiddeld 17,9 m - NAP. Opvallend genoeg is in Profiel 1 te zien dat de bodem van het Scheur tot circa 23,0/24,0 m - NAP is geërodeerd, tot in de grofzandige rivierafzettingen (Brijker, Teekens en Vossen 2015, Bijlage 4). Intacte rivierduinzanden zijn niet weergegeven in het profiel. Wat betreft de diepteligging van de verschillende pakketten in de ondergrond van het Scheur, tussen km 1016 en km 1017, zijn de resultaten van het verkennende en karterende onderzoek eveneens niet eenduidig.

2.5.4 Archeologische gegevens

Bekende archeologische waarden in het plangebied

In het plangebied zijn tot nu toe nauwelijks archeologische waarden bekend. Alleen tijdens het karterend inventariserend veldonderzoek, dat is uitgevoerd in het kader van de geplande Blankenburgverbinding, is in boring 1007 een vrijwel complete (linker) schoenzool aangeboord (geen Archis-vondstmeldingsnummer). De schoenzool is aangetroffen op 19,2 m - NAP, op iets minder dan 3,0 m beneden de huidige waterbodembodem. De schoenzool is relatief recent - waarschijnlijk 20^e eeuw - en vermoedelijk met de mechanische boring enkele meters naar beneden gedrukt (Brijker, Teekens en Vossen 2015, 49). Zeer waarschijnlijk moet de vondst dan ook gezien worden als een zogenaamde losse vondst uit de sliblaag, op de bodem van het Scheur.

Zoals hierboven al aangegeven, zijn uit boringen 5, 8, 36 en 37, die zijn gezet tijdens het bodemonderzoek door het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam, in totaal 17 monsters genomen van archeologisch relevante niveaus. In de zeefresiduen van de monsters zijn echter geen archeologische indicatoren waargenomen. Alleen in boring 36 is in de onderkant van de Laag van Wijchen (KRWY), op de overgang naar de rivierduinafzettingen (BXDE), een fragment onverbrand bot aangetroffen. Het betreft een klein kaakje van een knaagdier, dat gevonden is tussen 18,05 m en 18,12 m - NAP. Het

vermoeden bestaat echter dat het fragment bot op natuurlijke wijze in de bodem terecht is gekomen en niet duidt op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats op dit niveau. Tijdens het onderzoek in de voormalige Yangtzehaven zijn honderden van dergelijke botfragmenten aangetroffen (Moree en Sier 2014). Deze konden echter allemaal als zogenaamde achtergrondfauna geïnterpreteerd worden.

Bekende archeologische waarden in de omgeving van het plangebied

In de database Archis2 komen een viertal vindplaatsen voor in de omgeving van het plangebied (Afb. 6 en Tabel 2). Tussen km 1015,4 en km 1016,5, op circa 160 m ten noorden van het plangebied en langs de noordelijke oever van het Scheur, is een vindplaats uit de Romeinse tijd bekend (Archis-waarnemingsnummer 32491). Tijdens graafwerkzaamheden, tussen 1967 en 1972, in het kader van een zandwinlocatie voor de A20, is in de uitgegraven grond aardewerk uit de 1^e-2^e eeuw na Chr. aangetroffen.

Archis-waarnemingsnummer	Nationaal Contactnummer (NCN)	HDB-nummer	Omschrijving
16544	-	-	afval, Romeinse tijd
32491	10128	-	losse scherven, Romeinse tijd
46833	216	1896	brik 'Marie', vermoedelijk in 1878 gezonken
46834	217	1897	schip 'Louise', vermoedelijk in 1879 gezonken
-	1791	1878	onbekende aak
-	1792	1879	stoomboot 'Anastasia'
-	1793	1881	zeilschip 'Humor'
-	1794	1882	stoomboot 'Bakio'
-	1795	1885	stoomboot 'Surakarta'
-	1796	1888	stoomboot 'Spanker'
-	1801	1895	schip 'Lodewijk'
-	1802	1898	stoomboot 'Leeds'
-	1803	1899	onbekend schip
-	1805	1901	stoomboot 'Fenham'
-	1806	1902	stoomboot 'William Hartman'
-	1809	1905	brik 'Palestina'
-	1810	1906	onbekend schip
-	1812	1908	stoomboot 'Berlin'
-	1813	1909	onbekende vissersboot
-	1817	1916	onbekend schip
-	1818	1919	onbekend schip
-	2379	2712	ongedefinieerde obstructie
-	2420	2783	vrachtschip 'Cryssi'
-	2421	2784	stoomboot 'Busturia'
-	2422	2785	motorboot 'Baud'

Tabel 2. Overzicht van de bekende archeologische waarden, contacten, obstructies en (archeologische) wrakken in en nabij het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens.

Nabij km 1017, vlakbij de noordelijke oever van het Scheur, zou aan het begin van de jaren 80 van de vorige eeuw eveneens afval uit de Romeinse tijd gevonden zijn (Archis-waarnemingsnummer 16544). Op basis van de RD-coördinaten lijken de vondsten te zijn gedaan in het Scheur, op circa 160 m ten noorden van het plangebied (Afb. 6). Uit de omschrijving in de database Archis2 blijkt echter dat de vondsten zijn aangetroffen tijdens een veldkartering op een weiland in de Aalkeet-Binnenpolder te Maassluis. Het vermoeden bestaat dan ook dat de RD-coördinaten van deze vondsten niet correct zijn.

Ter hoogte van km 1033, net ten westen van het begin van de Splitsingsdam, worden in de database Archis2 twee scheepswrakken gemeld (Archis-waarnemingsnummers 46833 en 46834). De locaties liggen op respectievelijk circa 75 m en circa 100 m ten zuiden van het plangebied. In paragraaf 2.5.5 wordt verder ingegaan op de eventuele aanwezigheid van scheepsresten en -wrakken in het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens.

Noemenswaardig zijn tot slot de (tien)duizenden archeologische vondsten die tijdens het systematisch (geo)archeologisch onderzoek dat is uitgevoerd in de voormalige Yangtzehaven, op circa 3 km ten zuidwesten van het plangebied, in de top van rivierduinafzettingen zijn aangetroffen (Moree en Sier 2014). Uit de vele vondsten blijkt dat groepen jager-verzamelaars de zone met rivierduinen regelmatig bezochten in de periode van circa 8400 tot 6500 voor Chr. (Vroeg en Midden-Mesolithicum). De vindplaats wordt aangeduid met BOOR-vindplaatscode 1B-09 (Archis-vondstmeldingsnummers 418008 en 419360).

Opgemerkt wordt dat vanwege de diepe ligging van de huidige waterbodem in plangebied (zie paragraaf 2.3), het opnemen van ondieper gelegen bekende archeologische waarden op het land niet zinvol is. Deze zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

2.5.5 Scheepsresten en -wrakken

Voor het vaststellen van de eventuele aanwezigheid van scheepsresten of -wrakken in het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens zijn diverse bronnen geraadpleegd:

- Archis2 (database);
- MACHU GIS, versie 2.4.9 (database);
- MACHU *Wrecks in Situ* (WIS), versie 4.0.5 (interactieve website);
- De wrakkensite (database);
- *The wreck site* (database);
- Gisweb 2.1 (webapplicatie);
- Maritiem Programma van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (website).

Geen van deze bronnen leverden echter aanwijzingen op voor de aanwezigheid van scheepsresten of -wrakken in het plangebied. Zowel op de interactieve website MACHU WIS, als in de databases van De wrakkensite en *The wreck site* worden ook geen scheepsresten of -wrakken in de (directe) omgeving van het plangebied gemeld. De webapplicatie Gisweb 2.1 van de gemeente Rotterdam bleek geen informatie over scheepsresten of -wrakken te bevatten. De website van het Maritiem Programma van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed leverde verder ook geen informatie op over de eventuele aanwezigheid van onder water gelegen archeologische waarden in of nabij het plangebied.

In de database Archis2 komen wel twee scheepswrakken voor in de directe omgeving van het plangebied (Afb. 6 en Tabel 2). Beide wrakken liggen ter hoogte van km 1033, iets ten westen van het begin van de Splitsingsdam. Op circa 75 m ten zuiden van het plangebied is vermoedelijk in 1878 de brik 'Marie' gezonken (Archis-waarnemingsnummer 46833). Een brik is een zeilschip dat oorspronkelijk in de loop van de 17^e eeuw als betrekkelijk klein en snel oorlogsschip werd gebouwd, maar al gauw ook als koopvaardijchip dienst ging doen.

In Archis2 wordt wel opgemerkt dat het scheepswrak, als gevolg van de ligging in de Maasmond, zeker verdwenen is. De ondergrond in de Maasmond is immers tot (minimaal) 15,0 m - NAP weggebaggerd. Eveneens in de Maasmond, op circa 100 m ten zuiden van het plangebied, is waarschijnlijk in 1879 het schip 'Louise' gezonken (Archis-waarnemingsnummer 46834). Opvallend is dat bij deze waarneming wordt gemeld dat het scheepswrak, vanwege de ligging, zeker verstoord (en dus niet verdwenen) is. Beide scheepswrakken komen ook voor in de database MACHU GIS van het project MACHU (*Managing Cultural Heritage Underwater*). De brik 'Marie' (MACHU-nummer NL_46833) ligt volgens de database echter circa 125 m ten zuidwesten van de waarneming in Archis2. Het schip 'Louise' (MACHU-nummer NL_46834) ligt op eenzelfde afstand van de waarneming in Archis2. Het vermoeden bestaat dat dit het gevolg is van het converteren van de coördinaten in RD naar coördinaten conform het WGS84 referentiesysteem.

Nationaal Contactnummer

Sinds 2009 hebben drie verschillende Rijksdiensten hun databases, met informatie over objecten op of in de Nederlandse waterbodems, gekoppeld in één overzichtsdatabase: het Nationaal Contactnummer (NCN). Het NCN geeft een overzicht van alle contacten, obstructies en (archeologische) wrakken zoals opgenomen in de volgende databases:

- SonarReg92 contactendatabase van Rijkswaterstaat Noordzee;
- Archis2 van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;
- Hydrografische Database (HDB) van de Dienst der Hydrografie (DHY).

Voordat een uniek NCN aan een contact, obstructie of (archeologisch) wrak in een van de drie onderliggende databases wordt toegekend, wordt bepaald of dit object al bekend is in een van de andere databases. Op deze manier worden de contacten, obstructies en (archeologische) wrakken die met elkaar overeenkomen, aan elkaar gekoppeld. Als het een onbekend(e) contact, obstructie of (archeologisch) wrak betreft, wordt een nieuw NCN toegekend. Het NCN wordt beheerd door Rijkswaterstaat Noordzee.

In het plangebied of in de directe omgeving ervan komen in het NCN in totaal 24 objecten voor (Afb. 6 en Tabel 2). Hiervan liggen 13 objecten binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg'. De overige 11 objecten vallen net buiten dit deel van het plangebied. Binnen de onderdelen 'Botlek' en 'Petroleumhavens' komen geen bekende contacten, obstructies en (archeologische) wrakken voor.

Objecten uit de SonarReg92 contactendatabase van Rijkswaterstaat Noordzee ontbreken in (de directe omgeving van) het plangebied.

Uit Archis2 zijn 3 van de 4 waarnemingen overgenomen in het NCN. Het betreft de brik 'Marie' (NCN 216; Archis-waarnemingsnummer 46833), het schip 'Louise' (NCN 217; Archis-waarnemingsnummer 46834) en de vindplaats van aardewerk uit de Romeinse tijd (NCN 10128; Archis-waarnemingsnummer 32491). De vindplaats van afval uit de Romeinse tijd (Archis-waarnemingsnummer 16544) is niet overgenomen in het NCN. Hiervan bestond al het vermoeden dat de RD-coördinaten niet correct zijn.

Het overgrote deel van de objecten in het NCN, 23 in totaal, zijn afkomstig uit de Hydrografische Database (HDB) van de Dienst der Hydrografie (DHY). Ook de brik 'Marie' (NCN 216; HDB-nummer 1896) en het schip 'Louise' (NCN 217; HDB-nummer 1897) zijn opgenomen in deze database. De overige 21 betreffen unieke objecten. Het gaat om nog eens 20 scheepswrakken (NCN 1791 tot en met 1796, 1801 tot en met 1803, 1805, 1806, 1809, 1810, 1812, 1813, 1817, 1818 en 2420 tot en met 2422). Alleen NCN 2379 betreft een verder ongedefinieerde obstructie op of in de waterbodem.

Ondanks dat in het NCN 13 bekende contacten, obstructies of (archeologische) wrakken binnen de grenzen van het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' zijn opgenomen, bestaat het vermoeden dat deze echter niet meer aanwezig zijn. Vanwege het grote belang van de vaargeul van de Nieuwe Maas, het Scheur en de Nieuwe Waterweg voor de nautische bereikbaarheid van de havens, wordt continue onderhoud aan de vaargeul gepleegd. Door middel van baggerwerkzaamheden wordt voor de vaargeul tussen de Beneluxtunnel en de

ingang van het Botlekgebied een NGD van 14,5 m - NAP gegarandeerd. Voor de vaargeul tussen de ingang van het Botlekgebied en de Maasmond bij Hoek van Holland wordt zelfs een NGD van 15,0 m - NAP aangehouden. Eventueel aanwezige contacten, obstructies of (archeologische) wrakken zullen dan ook tot deze dieptes zijn verwijderd.

Seismisch onderzoek

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat tijdens het aanvullend seismisch onderzoek, dat door Deltares in 2014 is uitgevoerd in het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' (Wiersma en Hijma 2015), niet specifiek is gelet op het voorkomen van scheepsresten of -wrakken. Het vermoeden bestaat echter dat de seismische opnamen van het oostelijke deel voor dit doel ook niet geschikt waren. Als gevolg van een combinatie van slib en gas in de waterbodem, leverde het onderzoek namelijk geen goede seismische opnamen in dit deel op. In het westelijke deel konden wel goede seismische opnamen van de ondergrond gemaakt worden. Op deze opnamen zijn echter geen scheepswrakken of andersoortige obstructies (behalve leidingen) waargenomen.

2.5.6 Luchtfoto's

Het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens is deels als vaarweg en deels als havens in gebruik. Bestudering van luchtfoto's (onder meer Uitgeverij 12 Provinciën 2005) is derhalve niet relevant voor het archeologisch bureauonderzoek.

2.5.7 Actueel Hoogtebestand Nederland

Aangezien het volledige oppervlakte van het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens bestaat uit water, is het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) eveneens niet bestudeerd.

2.6 Gespecificeerde archeologische verwachting

Op grond van de verworven informatie over de historische situatie, de bodemopbouw ter plaatse, de bekende archeologische waarden in de omgeving van het plangebied en de gegevens verkregen uit het onderzoek naar bekende contacten, obstructies en (archeologische) wrakken kan de archeologische verwachting voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens worden opgesteld (Tabel 3).

Voor delen van het plangebied geldt een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting voor vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum. Vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum kunnen aangetroffen worden op de aanwezige rivierduinafzettingen behorend tot de Formatie van Bortel, Laagpakket van Delwijnen (BXDE). Binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' zijn deze afzettingen in zes zones waargenomen (Afb. 5: Profiel 4): tussen km 1009 en km 1010, tussen km 1011 en km 1012, tussen km 1014 en km 1015, tussen km 1017 en km 1018, tussen km 1024 en km 1026 en tussen km 1028 en km 1029. De top van de zanden is vanaf een diepte van circa 17,8 m - NAP aangetroffen. Ook binnen het onderdeel 'Botlek' zijn in één zone rivierduinafzettingen gevonden (Afb. 5: Profiel 4). In de Sint-Laurens haven ligt de top van de afzettingen op een minimale diepte van circa 17,6 m - NAP. Binnen het onderdeel 'Petroleumhavens' zijn tijdens onderhavig bureauonderzoek geen aanwijzingen aangetroffen voor de aanwezigheid van rivierduinzand in de ondergrond. Uit een recent uitgevoerd bodemonderzoek blijkt echter dat ter plaatse van ligplaats 9 van Koole mogelijk vanaf circa 17,5 m - NAP rivierduinafzettingen voorkomen.

Daarnaast kunnen vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum ook aangetroffen

worden in relatie tot andersoortige sedimenten, zoals oever- en geulafzettingen van rivieren en oeverafzettingen van meertjes, die gerekend worden tot de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen (KRWY). De Laag van Wijchen is niet alleen waargenomen ter hoogte van bovengenoemde locaties waar rivierduinafzettingen in de ondergrond voorkomen, maar ook daarbuiten (Afb. 5: Profiel 3). De top van de kleiige afzettingen is vanaf circa 17,5 m - NAP waargenomen. De verwachte vindplaatsen - voornamelijk kleine kampementen en/of sporen van off-site activiteiten - kenmerken zich door het voorkomen van onder meer haardkuilen, vuursteen, houtskool en (verbrand) bot.

Datering	Archeologische verwachting	Complextype	Stratigrafische positie	Omvang	Diepteligging in m - NAP
Vroeg en Midden-Mesolithicum	redelijk hoog tot hoog	klein kampement, off-site activiteiten	rivierduinafzettingen (BXDE)/ oever- en geulafzettingen (KRWY)	< 200 m ²	vanaf circa 17,5
Laat Mesolithicum	geen	-	-	-	-
Neolithicum	geen	-	-	-	-
Bronstijd	geen	-	-	-	-
IJzertijd	geen	-	-	-	-
Romeinse tijd	geen	-	-	-	-
Middeleeuwen	redelijk hoog tot hoog	scheepsresten of -wrakken	geulafzettingen (NAWA)	divers	vanaf circa 14,5
Nieuwe tijd	redelijk hoog tot hoog	scheepsresten of -wrakken	geulafzettingen (NAWA)	divers	vanaf circa 14,5

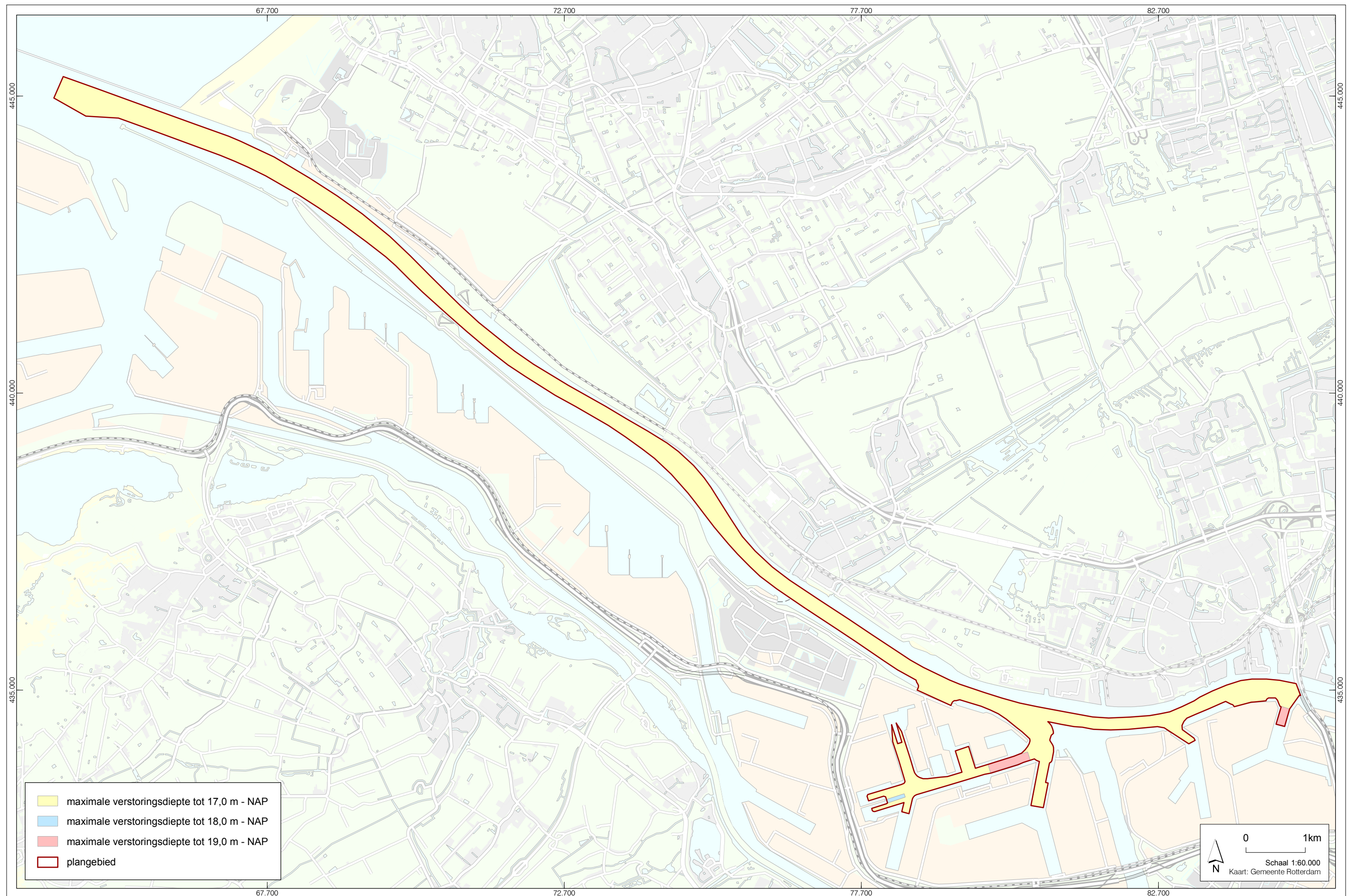
Tabel 3. Gespecificeerde archeologische verwachting voor het plangebied.

Voor vindplaatsen vanaf het Laat Mesolithicum tot en met de Nieuwe tijd geldt in principe geen archeologische verwachting. Het gebied verdronk tussen circa 6500 en 6000 voor Chr., waardoor het geruime tijd niet meer toegankelijk was voor mensen. Daarnaast is de ondergrond verspreid over het plangebied tot diep geërodeerd onder invloed van grote getijdengeulen (Afb. 5: Profiel 1 en 2). Tot slot zijn oorspronkelijk aanwezige bodemlagen in het plangebied tot minimaal circa 12,0 m - NAP weggebaggerd bij de aanleg van en/of het onderhoud aan havens en vaargeulen. Eventueel aanwezige archeologische vindplaatsen vanaf het Neolithicum tot en met de Nieuwe tijd zijn, als gevolg van erosie of baggerwerkzaamheden, dan ook volledig vernietigd.

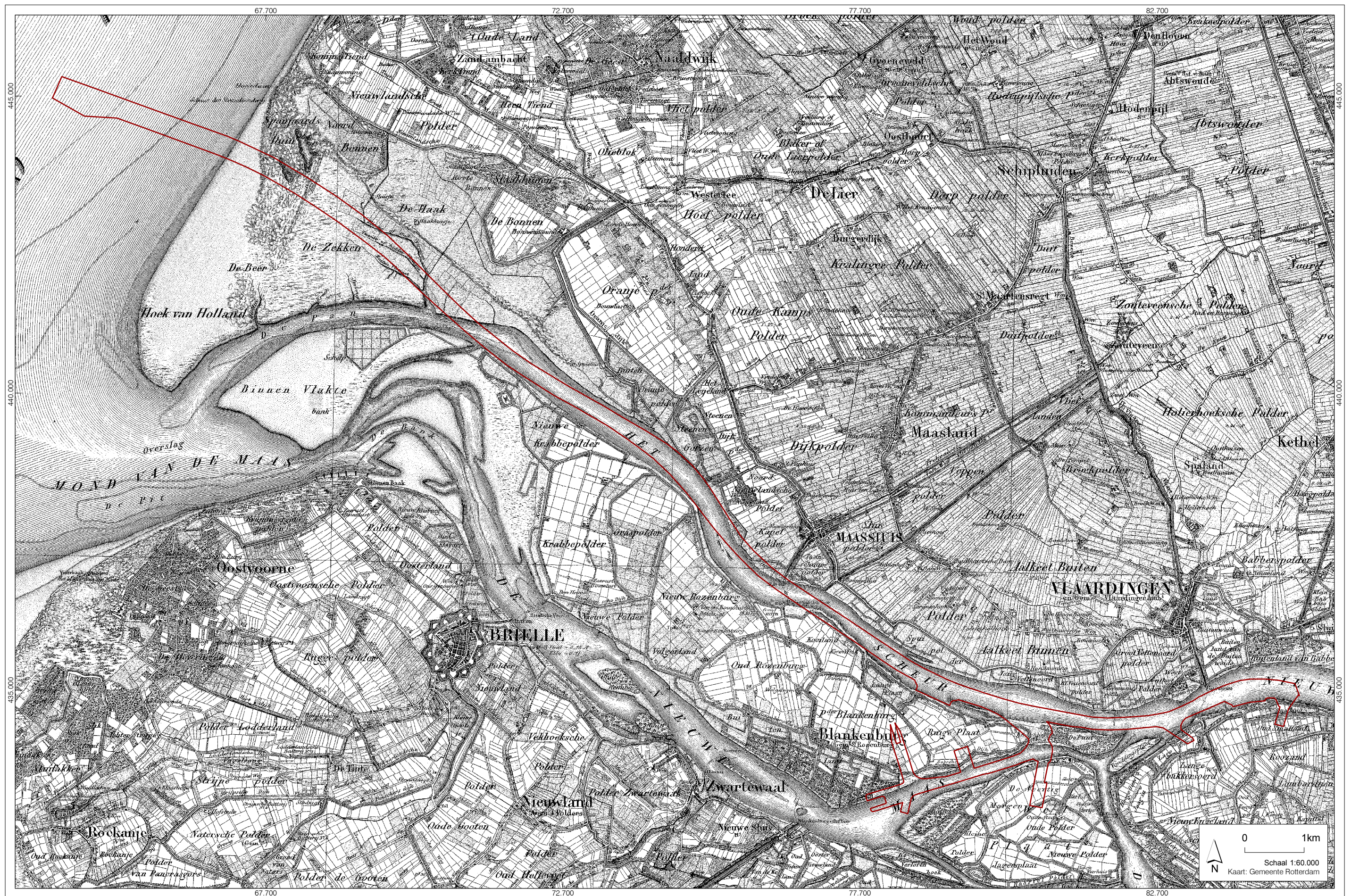
Uitzondering hierop vormt de aanwezigheid van scheepsresten of -wrakken in het plangebied. Voor deze specifieke vindplaatsen geldt een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting. Zowel de Nieuwe Maas als het Scheur was mogelijk al in de Middeleeuwen, maar zeker in de Nieuwe tijd, een belangrijke vaarweg. Daarnaast is de Nieuwe Waterweg, eveneens een belangrijke vaarweg, in de tweede helft van de 19^e eeuw aangelegd. Scheepsresten of -wrakken uit de Middeleeuwen en de Nieuwe tijd kunnen derhalve aangetroffen worden binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' en in de Botlek zelf (binnen het onderdeel 'Botlek'). Binnen het onderdeel 'Petroleumhavens' worden geen scheepsresten of -wrakken verwacht. Eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken kunnen voorkomen in geulafzettingen die gerekend worden tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren (NAWA). De afzettingen vormen de huidige bodem in het plangebied. De oorspronkelijke top van de geulafzettingen is, als gevolg van erosie en/of baggerwerkzaamheden, niet meer aanwezig. De huidige top bevindt zich binnen het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' op een minimale diepte van circa 14,5 m - NAP (tussen de

Beneluxtunnel en de ingang van het Botlekgebied) en op een minimale diepte van circa 15,0 m - NAP (tussen de ingang van het Botlekgebied en de Maasmond bij Hoek van Holland). In de Botlek zelf komen de geulafzettingen vanaf circa 15,0 m - NAP voor. Opgemerkt wordt dat in het plangebied de top van de geulafzettingen lokaal zich veel dieper bevindt; als gevolg van erosie zelfs dieper dan 18,0 m - NAP, met uitschieters dieper dan 23,0 m - NAP. De dikte van het pakket geulafzettingen varieert zeer sterk, van minder dan 50 cm tot meer dan 1000 cm. Tot welke diepte eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken aangetroffen kunnen worden is niet bekend. Tijdens een onderzoek dat eind jaren 80 van de vorige eeuw is uitgevoerd in het kader van de aanleg van de Slufter, voor de toenmalige kust van Europoort, bleek dat scheepsvondsten tot wel 18,0 m - NAP in de geulafzettingen voorkwamen (Adams, van Holk en Maarleveld 1990). Op voorhand werd verwacht dat deze resten zich 'slechts' tussen 6,0 en 12,0 m - NAP zouden bevinden.

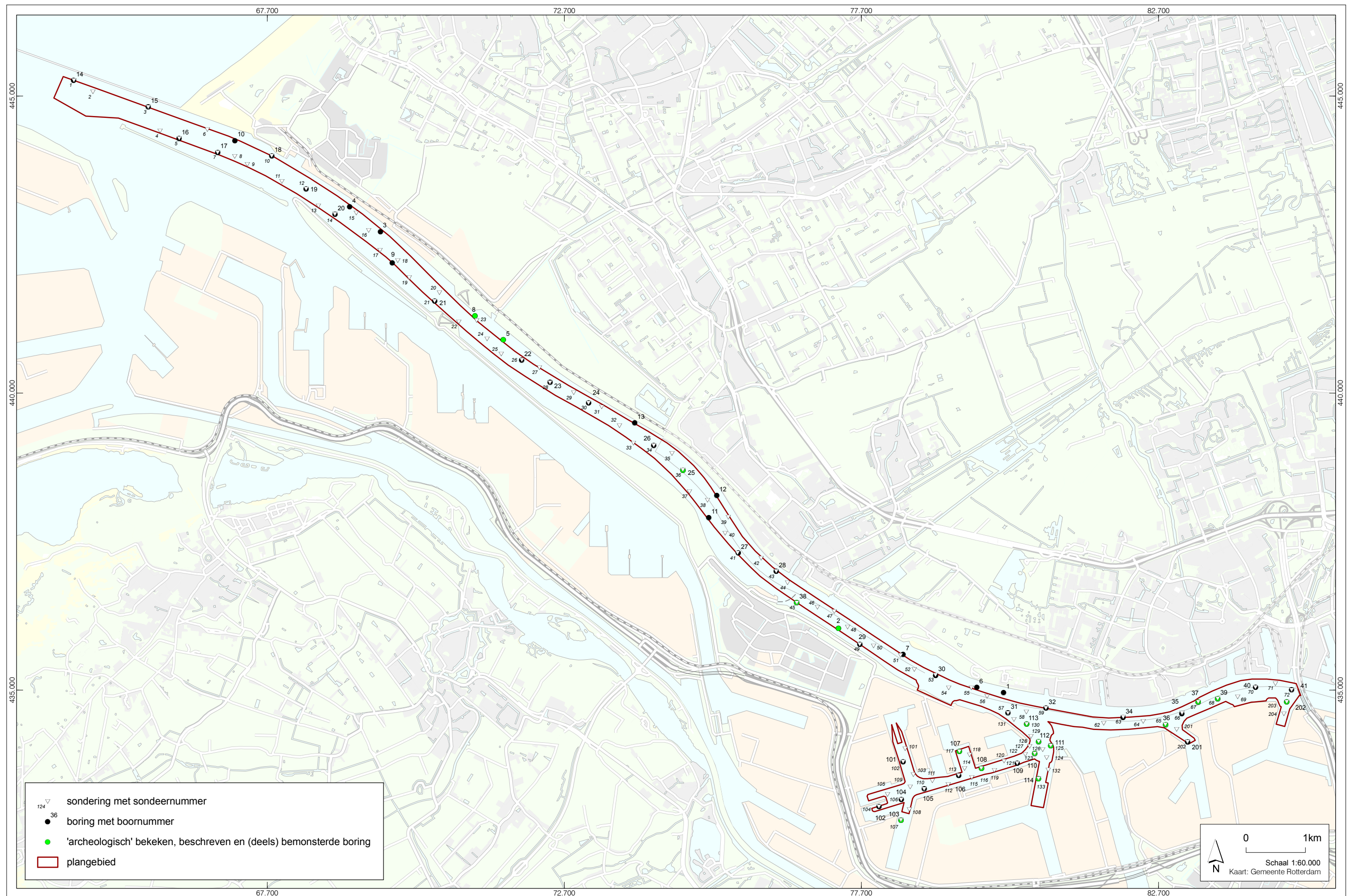
Tot slot wordt opgemerkt dat voor het aantreffen van zogenaamde losse vondsten, zoals de schoenzool uit de sliblaag op de bodem van het Scheur (Brijker, Teekens en Vossen 2015, 49) een onbekende archeologische verwachting geldt.



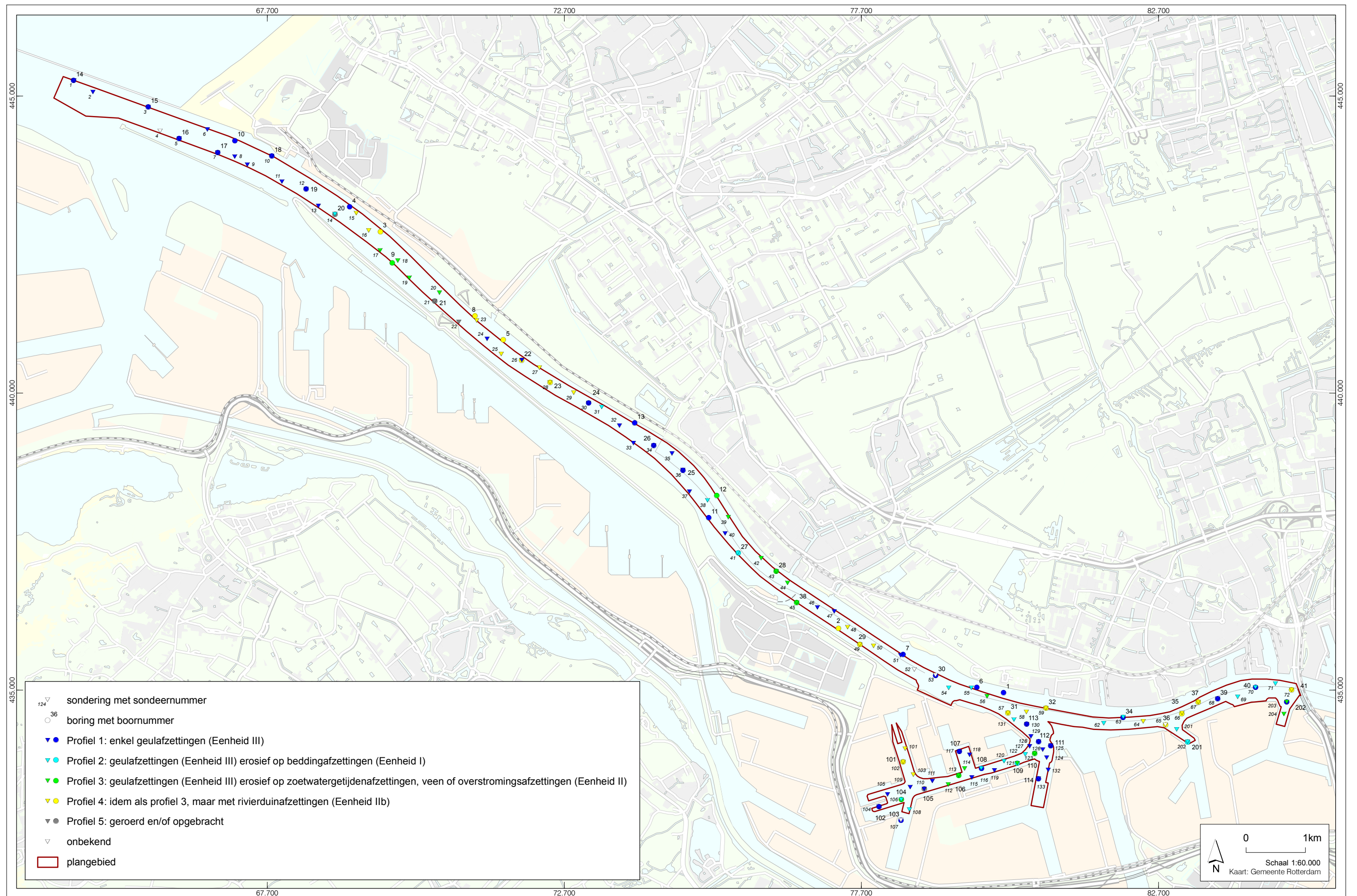
Afb. 2. Overzicht van de geplande maximale verstoringsdieptes in het plangebied, die zijn gehanteerd voor onderhavig bureauonderzoek.



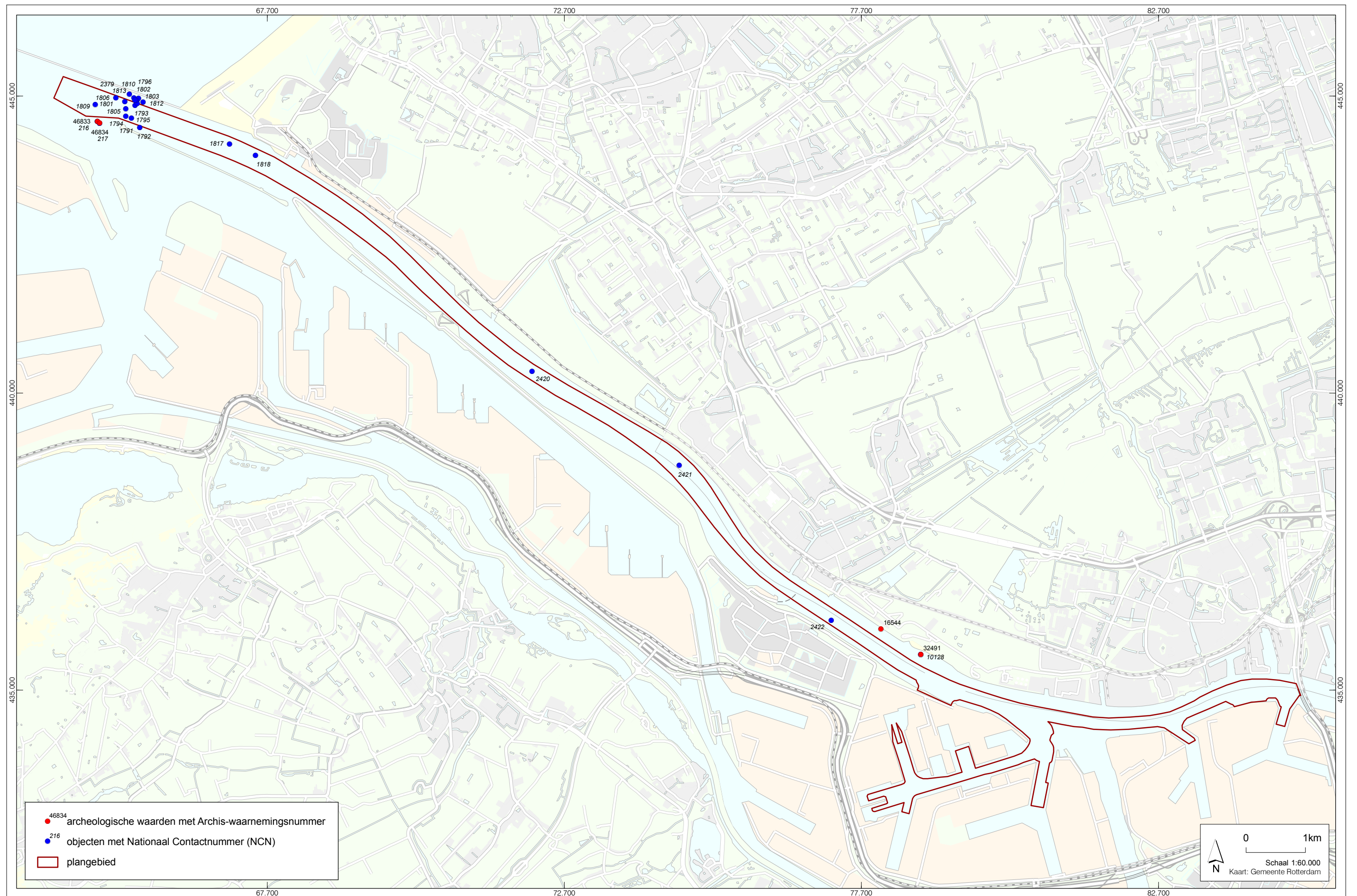
Afb. 3. Het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens geprojecteerd op de Topografische en Militaire Kaart van het Koninkrijk der Nederlanden, blad Rotterdam 37, situatie 1849/1850.



Afb. 4. Ligging sonderingen en mechanische boringen die in het kader van een bodemonderzoek zijn uitgevoerd door het Ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam.



Afb. 5. De profielenkaart met de verschillende lithogenetische interpretaties die gekoppeld zijn aan de sonderingen en mechanische boringen.



Afb. 6. Bekende archeologische waarden uit Archis2 en bekende contacten, obstructies en (archeologische) wrakken, opgenomen in het Nationaal Contactnummer (NCN), in en nabij het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens.

3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op 20 en 21 januari en in mei-juni 2015 is voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens (gemeenten Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen) een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is verricht in verband met de voorgenomen verdieping van de Nieuwe Waterweg, het Scheur, de Nieuwe Maas, de hoofdvaargeulen van de havens in het Botlekgebied en de Petroleumhavens tot een NGD van minimaal 16,2 m - NAP en maximaal 18,4 m - NAP. In het kader hiervan zullen baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd. Omdat de totale hoeveelheid grond die weggebaggerd gaat worden de drempelwaarde van het Besluit m.e.r. ruimschoots overschrijdt, geldt er een m.e.r.-plicht voor de voorgenomen verdieping. Derhalve dient een MER opgesteld te worden. Onderhavig bureauonderzoek dient als input voor het MER.

3.1 Conclusies

In paragraaf 2.4 is vastgesteld dat de voorgenomen verdieping van de waterbodem in het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens gepaard gaat met grootschalige baggerwerkzaamheden. Op basis van het bureauonderzoek, waarbij onder meer is gekeken naar historisch-geografische, geologische en archeologische aspecten en gebruik is gemaakt van de 17 mechanische boringen die 'archeologisch' bekeken, beschreven en bemonsterd zijn, is de gespecificeerde archeologische verwachting voor het plangebied opgesteld (zie paragraaf 2.6).

Voor delen van het plangebied geldt een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting voor vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum. Deze kunnen aangetroffen worden op de aanwezige rivierduinafzettingen behorend tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen (BXDE) en/of op het niveau van de kleiige afzettingen die gerekend worden tot de Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen (KRWY). Eventueel aanwezige archeologische vindplaatsen kunnen vanaf circa 17,5 m - NAP aangetroffen worden. De verwachte archeologische waarden liggen dieper dan de geplande maximale verstoringsdiepte, die is gehanteerd voor het bureauonderzoek, van 17,0 m - NAP in het overgrote deel van het plangebied. Alleen voor de ligplaats Boeispans 66, aan het einde van de Botlek zelf, is uitgegaan van een maximale verstoringsdiepte van 18,0 m - NAP. Tot slot is ter plaatse van twee slibputten, een bij de ingang van Botlek en een bij de ingang van de 2^e Petroleumhaven, een maximale verstoringsdiepte van 19,0 m - NAP aangehouden. In de drie zones waar deze diepere verstoringen van de waterbodem gepland zijn, worden echter geen archeologische vindplaatsen uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum verwacht. Dit houdt in dat bij de geplande verdieping van de waterbodem eventueel aanwezige archeologische waarden uit het Vroeg en Midden-Mesolithicum in het plangebied niet worden aangetast of vernietigd. Op grond van landelijk, provinciaal en gemeentelijk beleid is derhalve een inventariserend veldonderzoek niet noodzakelijk.

Voor vindplaatsen vanaf het Laat Mesolithicum tot en met de Nieuwe tijd geldt in principe geen archeologische verwachting. Uitzondering hierop vormt de mogelijke aanwezigheid van scheepsresten of -wrakken uit de Middeleeuwen en Nieuwe tijd. Voor het onderdeel 'Nieuwe Waterweg' en de Botlek zelf, binnen het onderdeel 'Botlek', geldt een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachting voor deze specifieke vindplaatsen. Eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken kunnen voorkomen in geulafzettingen die gerekend worden tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren (NAWA). De scheepsvondsten kunnen vanaf minimaal 14,5 m - NAP aangetroffen worden. De verwachte archeologische waarden liggen (deels) binnen de geplande maximale verstoringsdiepte, die is gehanteerd voor het bureauonderzoek, van 17,0 m - NAP in het overgrote deel van het plangebied. Dit betekent dat bij de geplande verdieping van de waterbodem eventueel aanwezige scheepsresten of -wrakken uit de Middeleeuwen en Nieuwe tijd kunnen worden aangetast of vernietigd. Gelet op de aard en diepteligging van deze specifieke vindplaatsen wordt het

uitvoeren van een inventariserend veldonderzoek echter niet zinvol geacht. Tot slot wordt opgemerkt dat voor het aantreffen van zogenaamde losse vondsten een onbekende archeologische verwachting geldt (zie paragraaf 2.6). De aanwezigheid van losse vondsten valt namelijk niet te voorspellen.

Concluderend kan gesteld worden dat bij de uitvoering van de geplande verdieping van de waterbodem in het plangebied rekening gehouden moet worden met het mogelijk aantreffen van losse vondsten en/of scheepsresten of -wrakken.

3.2 Aanbevelingen

Op basis van bovenstaande conclusies luidt de aanbeveling voor het plangebied Nieuwe Waterweg, Botlek en Petroleumhavens (gemeenten Maassluis, Rotterdam en Vlaardingen) dat er geen voorzieningen hoeven te worden getroffen om archeologische waarden te behouden of te ontzien. Zonder verder archeologisch onderzoek kan worden gestart met de voorgenomen werkzaamheden. Wel dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van losse vondsten en/of scheepsresten of -wrakken in het plangebied. Het verdient daarom aanbeveling om de uitvoerder van het grondwerk te wijzen op de plicht (scheeps)archeologische vondsten te melden bij het bevoegd gezag, zoals aangegeven staat in de herziene Monumentenwet 1988, artikel 53, lid 1. Tevens wordt aanbevolen om door het BOOR een meldingsprotocol op te laten stellen, waarin vastgelegd wordt hoe door de uitvoerder van de werkzaamheden gehandeld dient te worden in het geval van een (scheeps)archeologische vondst.

Indien de scope van het MER wijzigt, bijvoorbeeld ten aanzien van geplande aanlegdieptes van de waterbodem of ruimtelijke begrenzingen van de verdiepingswerkzaamheden, zal opnieuw beoordeeld moeten worden in hoeverre eventueel aanwezige archeologische waarden worden verstoord.

Bevoegd gezag

Het bevoegd gezag in deze is Rijkswaterstaat, hiertoe bijgestaan door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed in de hoedanigheid van archeologisch adviseur, en de Provincie Zuid-Holland, voor deze de Omgevingsdienst Haaglanden.

Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid, afdeling Netwerkontwikkeling en visie
t.a.v. de heer F. Wagemaker
Boompjes 200
3011 XD Rotterdam
Tel. 06-53245552
E-mail fred.wagemaker02@rws.nl

Omgevingsdienst Haaglanden, afdeling Toetsing & Vergunningverlening Milieu
t.a.v. de heer H. Koster
Zuid-Hollandplein 1
2596 AW Den Haag
Tel. 070-2189902
E-mail henk.koster@odh.nl

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
t.a.v. mevrouw drs. A.D.C. Otte-Klomp
Smallepad 5
3811 MG Amersfoort
Tel. 033-4217421
E-mail a.otte@cultureelerfgoed.nl

GERAADPLEEGDE BRONNEN

Literatuur

Adams, J., A.F.L. van Holk en Th. J. Maarleveld, 1990: *Dredgers and archaeology. Shipfinds from the Slufter*, Alphen aan den Rijn.

Brijker, J.M., P.C. Teekens en I. Vossen, 2015: *Inventariserend veldonderzoek door middel van karterende boringen Blankenburgverbinding. Een lithogenetische benadering*, Heerenveen (rapport Antea Group Archeologie 2014/145).

Havenbedrijf Rotterdam, 2014: *MER Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek. Notitie reikwijdte en detailniveau*, Rotterdam.

Hijma, M.P. en K.M. Cohen, 2010: Timing and magnitude of the sea-level jump preluding the 8200 yr event, *Geology* 38(3), 275-278.

Kok, R.S., 1995: *Archeologisch vooronderzoek metro-tracé Beneluxlijn*, Rotterdam (BOORrapporten 19).

Kreischer, M., 2015a: *Verdieping 1e & 2e Petroleumhaven. Rapportage veldwerk en laboratoriumonderzoek*, Rotterdam (rapport Gemeente Rotterdam MVJ14118-3).

Kreischer, M., 2015b: *Verdieping Botlek. Rapportage veldwerk en laboratoriumonderzoek*, Rotterdam (rapport Gemeente Rotterdam MVJ14118-2).

Kreischer, M., 2015c: *Verdieping Nieuwe Waterweg. Rapportage veldwerk en laboratoriumonderzoek*, Rotterdam (rapport Gemeente Rotterdam MVJ14118-1).

Moree, J.M. en M.M. Sier (red.), 2014: *Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam. Landschapsontwikkeling en bewoning in het Vroeg Holoceen*, Rotterdam (BOORrapporten 523).

Ronde, A. de, 2015: *Koole Tankstorage Minerals nautisch verlengen kade 8 en realiseren kade 9 te Rotterdam*, Rhon (kenmerk R1501116-RH_1).

Tolsma, J., I.M.J. Vossen en L. Nijdam, 2012: *Bureauonderzoek stadsverwarmingstracé "Leiding over Noord" van AVR Rozenburg naar Marconiplein in Rotterdam*, Heerenveen (Archeologische Rapporten Oranjewoud 2012/91).

Vos, P.C., 2013: *Geologisch en paleolandschappelijk onderzoek Yangtzehaven (Maasvlakte, Rotterdam). Toegepast geoarcheologisch onderzoek ten behoeve van de archeologische prospectie in Vroeg Holocene deltaïsche afzettingen van Rijn en Maas in het Maasvlaktegebied*, Utrecht (Deltares-rapport 1206788-000-BGS-0001).

Vos, P.C. en K.M. Cohen, 2014: Landschapsgenese en paleogeografie, in: J.M. Moree en M.M. Sier (red.), *Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam. Landschapsontwikkeling en bewoning in het Vroeg Holoceen*, Rotterdam (BOORrapporten 523), 61-146.

Wiersma, A.P. en M.P. Hijma, 2015: *Ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg*, Utrecht (Deltares-rapport 1210219-001-BGS-0001).

Wilbers, A.W.E, 2013: *Inventariserend Veldonderzoek, verkennende fase. Blankenburgverbinding, Gemeenten Vlaardingen en Rotterdam*, Noordwijk (IDDS Archeologie rapport 1606).

Wilbers, A.W.E. en S. Moerman, 2013: *Archeologisch bureauonderzoek. Blankenburgverbinding, Gemeenten Vlaardingen en Rotterdam*, Noordwijk (IDDS Archeologie rapport 1581).

Overige bronnen

Archis2, Archeologisch informatiesysteem van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (<http://archis2.archis.nl/archisii/html/index.html> op 13 mei 2015).

BOOR, 2005: *Archeologische Waardenkaart Rotterdam*, Rotterdam (vastgesteld op 31 januari 2006).

BOORIS, Archeologisch informatiesysteem van het BOOR (in mei 2015).

Cultuurhistorische kaart van Zuid-Holland (<http://geo.zuid-holland.nl/geo-loket/html/atlas.html?atlas=chs> op 8 juni 2015).

De wrakkensite (<http://www.wrakkensite.nl> op 13 mei 2015).

GeoWeb Nationaal Contactnummer (NCN) (http://www.rwsgeoweb.nl/GeoWeb41/Viewer.html?Viewer=ZD_Contacten op 18 mei en 2 juni 2015).

Gisweb 2.1 van de gemeente Rotterdam (<http://www.gis.rotterdam.nl/gisweb2/default.aspx> op 13 mei 2015).

Havenbedrijf Rotterdam voor foto voorzijde kaft (<https://www.portofrotterdam.com>).

Landelijk portaal voor ruimtelijke plannen (<http://www.ruimtelijkeplannen.nl> op 28 september 2015).

MACHU GIS, versie 2.4.9 (<https://www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/machu/> op 1 juni 2015).

MACHU WIS, versie 4.0.5 (<http://www.machuproject.eu/WIS-viewer.htm> op 13 mei 2015).

Maritiem Programma van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (<http://www.maritiemprogramma.nl> op 13 mei 2015).

NITG-TNO, 1998: *Geologische Kaart van Nederland, schaal 1:50.000, blad Rotterdam Oost 37 Oost*, Haarlem.

SIKB voor kwaliteitsrichtlijnen voor de archeologie (<http://www.sikb.nl/protocollen>).

The wreck site (<http://www.wrecksite.eu> op 13 mei 2015).

Uitgeverij 12 Provinciën, 2005: *Luchtfoto-Atlas Zuid-Holland. Loodrechtluchtfoto's provincie Zuid-Holland, schaal 1:14.000*, Landsmeer.

Visser, C.A., R. Schrijvers, B. Brugman, M.K. Boonstra, P. Deunhouwer en W.A.M. Hessing, 2012: *Archeologische beleidskaart gemeente Maassluis. Toelichting op de totstandkoming van de kaart en de koppeling met de ruimtelijke ordening (planregels)*, Amersfoort (Vestigia-rapport V682).

AFKORTINGEN

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
AMK	Archeologische Monumentenkaart
AMZ	Archeologische Monumentenzorg
Archis	Archeologisch informatiesysteem van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
AWK	Archeologische Waardenkaart
BOOR	Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam
BOORIS	Archeologisch informatiesysteem van het BOOR
BXDE	Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen
CHS	Cultuurhistorische Hoofdstructuur
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i>
DHY	Dienst der Hydrografie
DINO	Data Informatie Nederlandse Ondergrond
EC	Formatie van Echteld
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GW	Gemeentewerken
HDB	Hydrografische Database
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
KR	Formatie van Kreftenheye
KRWY	Formatie van Kreftenheye, bovenste Laag van Wijchen
KRWY-2	Formatie van Kreftenheye, onderste Laag van Wijchen
LS	Afkorting voor specificatie Bureauonderzoek (binnen de KNA)
MACHU	<i>Managing Cultural Heritage Underwater</i>
MER	milieueffectrapport (het rapport)
m.e.r.	milieueffectrapportage (de procedure)
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NAWA	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren
NAWO	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer
NCN	Nationaal Contactnummer
NGD	Nautisch Gegarandeerde Diepte
NIBA	Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag
NIHO	Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket
NITG	Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen
NRD	Notitie reikwijdte en detailniveau
RD	Rijksdriehoek
RWS	Rijkswaterstaat
SIKB	Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer
TNO	Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
wb	waterbodems
WGS	<i>World Geodetic System</i>
WIS	<i>Wrecks in Situ</i>

BIJLAGE 1: RAPPORT ONDERGRONDOPBOUW NIEUWE WATERWEG

Wiersma, A.P. en M.P. Hijma, 2015: *Ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg*, Utrecht (Deltares-rapport 1210219-001-BGS-0001).

Ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg

Ane Wiersma
Marc Hijma

1210219-001

Titel

Ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg

Opdrachtgever

Havenbedrijf Rotterdam

Project

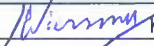
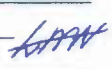
1210219-001

Kenmerk

1210219-001-BGS-0001

Pagina's

38

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Februari 2015	Ane Wiersma		Kim Cohen		Bob Hoogendoorn	
		Marc Hijma					

Status

definitief

Inhoud

1	Introductie	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Aanpak	3
2.1	Fase I: Kartering op basis van beschikbare data	3
2.2	Fase II: Aanvullend seismisch waterbodemonderzoek	4
2.3	Fase III: Aanvullend grondonderzoek	8
2.4	Fase IV: Opstellen geologisch model	9
3	Onderscheiden geologische eenheden en hun ontstaanswijze	11
3.1	Pleistocene afzettingen	13
3.1.1	Rivierafzettingen	13
3.1.2	Eolische zanden	14
3.2	Holocene afzetting	14
3.2.1	Basisveen	14
3.2.2	Deltaïsche afzettingen	15
3.2.3	Hollandveen	15
3.2.4	Jongere oever- en geulafzettingen (jongste 3000 jaar)	16
3.3	Aanleg Nieuwe Waterweg en onderhoud	17
4	Resultaten	19
4.1	Fase 1: Kartering op basis van beschikbare data	19
4.2	Aanvullend seismisch waterbodemonderzoek	19
4.3	Aanvullend grondonderzoek	21
4.3.1	Onderscheiden eenheden	22
4.3.2	Verbreiding Eenheid II	24
4.3.3	Samenstelling top	25
4.3.4	Verbreiding Eenheid IIb	26
4.3.5	Diepteligging Eenheid II	27
4.3.6	Eigenschappen	28
5	Geologisch model	29
5.1	Werkwijze	29
5.2	Profielen	30
5.3	Lagen	30
6	Erosiegevoeligheid	31
7	Conclusies / Aanbevelingen	33
8	Literatuur	35

Bijlage(n)

A Boorstaten

A-1

B Profielen

B-1

C Lagen (diepte / diktegrids)

C-1

1 Introductie

1.1 Achtergrond

Havenbedrijf Rotterdam N.V. is voornemens de vaargeul van de Nieuwe Waterweg te verdiepen tussen Hoek van Holland en de 2e Petroleum Haven (Kilometer 1009 t/m 1034, Figuur 2.1). Het gaat om een verlaging van de Nautisch Gegarandeerde Diepte (NGD) van 15 m -NAP naar 16,3 m -NAP. In 2013 is door Deltares in opdracht van het Havenbedrijf Rotterdam (HbR) een verkennend onderzoek uitgevoerd naar het effect van een verdieping van de Nieuwe Waterweg op het vaargeulonderhoud (Van der Werf e.a., 2014). Hieruit komt naar voren dat de toename van het onderhoud uiteindelijk waarschijnlijk beperkt is, maar dat het kort na aanleg tijdelijk hoger kan zijn. Daarnaast werden er diverse risico's benoemd los van het vaargeulonderhoud, waaronder de mogelijke invloed op de bodemstabiliteit bovenstrooms door toegenomen getijwerking ten gevolge van de verdieping. Een ander risico is dat door de verdieping gemakkelijk erodeerbare lagen aan het oppervlak komen te liggen, waardoor ongewenste morfologische veranderingen zouden kunnen optreden, zoals ontgrondingskuilen. Om deze redenen is het belangrijk om de opbouw van de bodem van de Nieuwe Waterweg goed in beeld te hebben, voordat er verdiept gaat worden.

Om beter inzicht te krijgen in de risico's met betrekking tot de bodem is Deltares gevraagd een 'ondergrondmodel' op te stellen van de opbouw van de bodem in en direct onder de bedding van de Nieuwe Waterweg. Op basis van dit product wordt een kwalitatieve inschatting gemaakt van de risico's op ongewenste morfologische veranderingen. Behalve als een kwalitatieve inschatting van de risico's op bodeminstabiliteit wordt het ondergrondmodel ook toepasbaar gemaakt als ondergrond in het Delft3D model voor waterstroming en sedimenttransport, waardoor de bodemopbouw te zijner tijd ook bij kwantitatieve inschattingen van de risico's meegewogen kan worden.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit project is om op basis van reeds beschikbare gegevens en nieuw verworven aanvullend grondonderzoek, een beschrijving en een kartering van de ondergrond te geven onder de Nieuwe Waterweg. In de beschrijving en kartering wordt daarbij ingegaan op de eigenschappen van de ondergrond, met betrekking tot erosiegevoeligheid.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de aanpak en de verschillende gegevensbronnen beschreven. Hoofdstuk 3 gaat in op de ontstaansgeschiedenis van de opeenvolging van afzettingen in het gebied. Die geschiedenis is van belang bij de kartering en interpretatie van de onderscheiden eenheden. Hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van het onderzoek. Deze resultaten worden gebruikt om het geologische model van de ondergrond te maken (Hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 wordt de erosiegevoeligheid van de verschillende afzettingen in het model behandeld. Het laatste hoofdstuk bevat de conclusies en aanbevelingen.

2 Aanpak

Het onderzoek is in vier fasen uitgevoerd. De eerste fase bestond uit een geologische kartering op basis van de beschikbare ondergrondinformatie, zoals de DINO-database en regionale geologische vakliteratuur (kaarten, onderzoeksrapporten in directe omgeving). Vervolgens is een seismisch waterbodemonderzoek uitgevoerd om de verbreiding en het karakter van geïdentificeerde lagen in kaart te brengen. Hierbij zijn ook 13 gerichte aanvullende boorlocaties aangewezen. Tot slot is een aanvullend sondeer- en booronderzoek uitgevoerd door Gemeentewerken Rotterdam welke in dit onderzoek zijn uitgewerkt. Op basis van deze gegevens is in Fase IV het ondergrondmodel opgesteld.

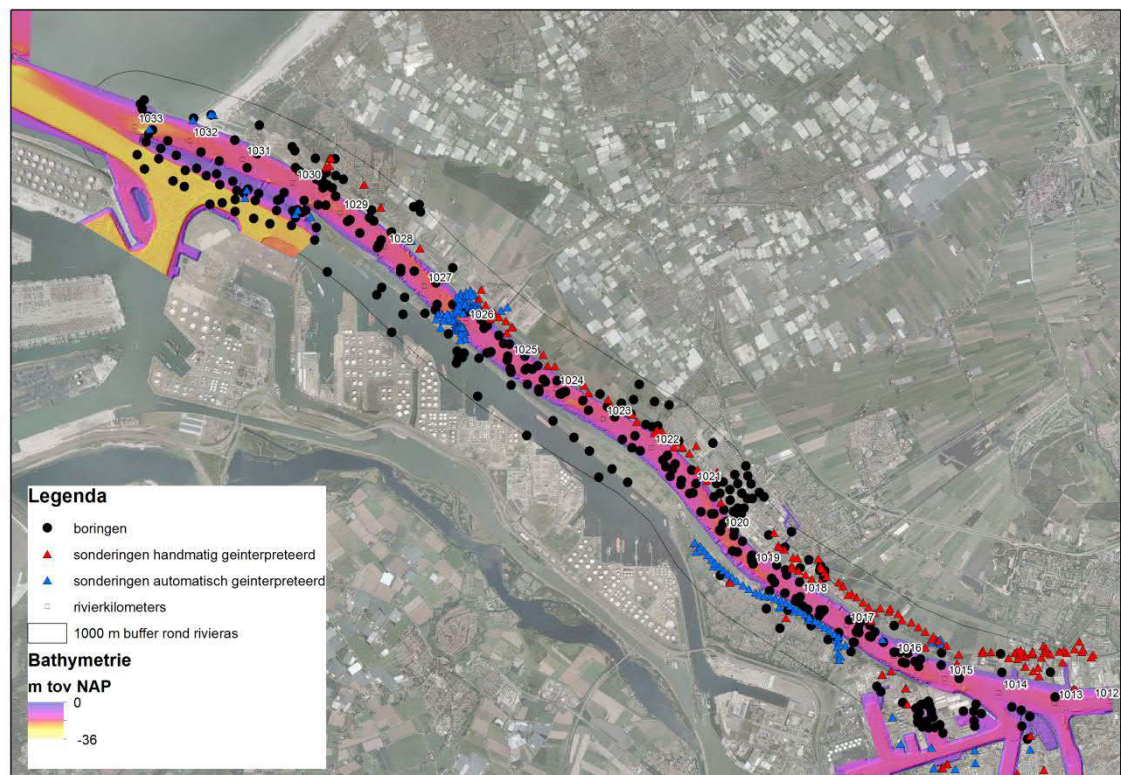
Eerdere studies hebben aangetoond dat de ondergrond onder waterlopen ook over de breedte van de geul varieert (Huisman et al., 2013). Om die reden is er in dit onderzoek voor gekozen om een 3-dimensionaal model op te stellen aan de hand van beschikbare gegevens. In eerdere studies is vaak alleen een lengteprofiel in het midden van de vaargeul uitgewerkt, op basis van op de rivieras geprojecteerde boringen uit de omgeving, wat wel een algemene indruk maar geen specifiek beeld oplevert. De diepte van de Nieuwe Waterweg varieert grofweg van 15 m –NAP aan de oostkant (rivierkilometer 1014) tot 18 m –NAP (rivierkilometer 1033), met uitschieters dieper dan 23 m -NAP. De analyse van de geologie richt zich daarom op de ondergrond tussen de 15 en 25 m -NAP.

2.1 Fase I: Kartering op basis van beschikbare data

Voor het opstellen van het 3-dimensionale ondergrondmodel onder de Nieuwe Waterweg zijn in eerste instantie de volgende bronnen gebruikt:

- Boringen uit de DINO-database van TNO-GDN (extractie 14-04-2014)
- Sonderingen uit de DINO database (extractie 14-04-2014)
- Zandbanenkaart van de Universiteit Utrecht (Cohen et al., 2012)
- Bathymetrie van de Nieuwe Waterweg
- GeoTOP ondergrondmodel (TNO-GDN; versie 1.2)
- Regionale gebiedskennis, wetenschappelijke literatuur, vakliteratuur.

Binnen een buffer van 1 kilometer rond de rivieras van de Nieuwe Waterweg zijn alle boringen en sonderingen die in de DINO-database aanwezig zijn geselecteerd (Figuur 2.1). De boorbeschrijvingen zijn opgenomen in Bijlage A. Veel van de boringen zijn gezet in de jaren '20, '30 en '50 van de vorige eeuw. Er is weinig informatie over de gebruikte boormethode, de beschrijvingen bevatten weinig details, foto's ontbreken en de plaatsbepalingen zijn onbetrouwbaar. De set sonderingen bestaat deels uit digitale sonderingen (GEF-files), deels uit gescande figuren (onderzoeken uit jaren '70, '80 en '90 van de vorige eeuw). De digitale sonderingen zijn automatisch geïnterpreteerd in grondsoorten op basis van combinaties van conusweerstand en wrijvingsgetal. Op deze manier kunnen deze sonderingen als boring worden geplot. Sonderingen die alleen als gescande figuur in de database aanwezig zijn, zijn op relevante karteerbare eenheden in dit gebied geïnterpreteerd en weergegeven als een boorstaat in de profielen.



Figuur 2.1 Gebruikte boringen en sonderingen in fase 1.

2.2 Fase II: Aanvullend seismisch waterbodemonderzoek

Om nader onderzoek te doen naar de opbouw van de ondergrond onder de Nieuwe Waterweg is na de eerste fase aanbevolen om een seismisch waterbodemonderzoek uit te voeren. Voordelen hiervan zijn dat lijninformatie wordt verkregen over de ondergrondopbouw aan de hand waarvan boringen gericht kunnen worden uitgevoerd. Bovendien kan inzicht worden verkregen in de aanwezigheid en het karakter van lagen (variabiliteit van de boven en onderkant).

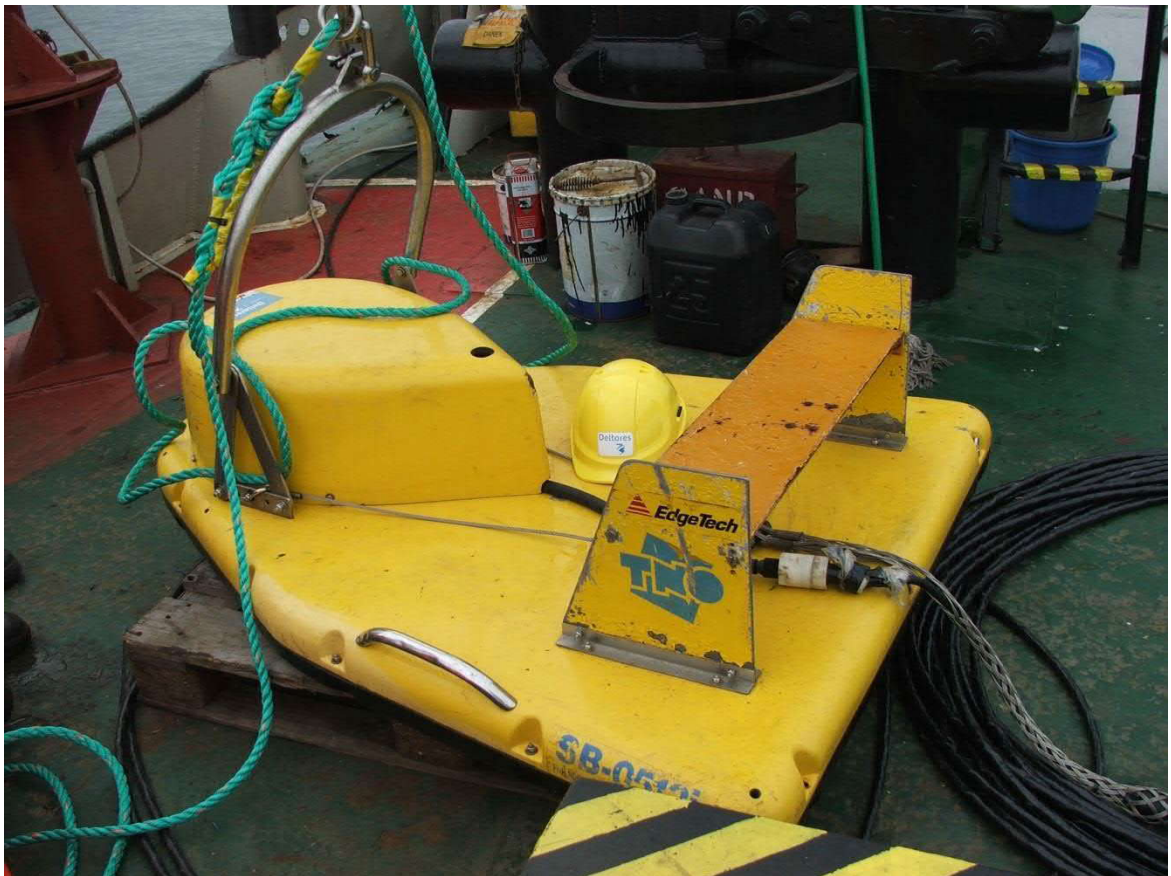
Op 19, 23 en 24 juni 2014 is het seismisch waterbodemonderzoek door Deltares uitgevoerd. Omdat niet op voorhand kan worden ingeschat welk meetsysteem de beste resultaten geeft in welke setting, is in eerste instantie met twee meetsystemen getest. Deze meetsystemen waren een X-star chirp sub-bottom profiler en een Knudsen pinger sub-bottom profiler. De X-star sub-bottom profiler werd gesleept aan een kraan naast het schip en het Knudsen systeem was aan een paal langs het schip gemonteerd.

De sub-bottom profilers zijn ingezet om de bovenste meters van de ondergrond van de Nieuwe Waterweg te onderzoeken. Bij deze seismische techniek wordt met behulp van trillingsgolven de opbouw van de ondergrond in kaart gebracht. De tijd die een trillingsgolf onderweg is van de bron naar de ontvangers geeft informatie over de opbouw en, ten dele, de eigenschappen van de ondergrond. De golven weerkaatsen op contrasten (in akoestische impedantie) in de ondergrond, deze reflectoren kunnen vervolgd worden in de data en worden vertaald naar een ondergrondmodel. Doordat de metingen met grote frequentie worden uitgevoerd ontstaat er een dicht meetnet van waarnemingen langs de meetlijn (3-4

metingen per seconde). Het te gebruiken frequentiedomein (range) is daarbij in het veld afgestemd op de opbouw van de ondergrond in het te onderzoeken dieptebereik.

X-star chirp sub-bottom profiler (Figuur 2.1)

De X-star (Edgetech SB 0512i chirp sub-bottom profiler) is een breedband FM hoge resolutie systeem dat een FM puls uitzendt als lineaire sweep over een spectrum aan frequenties (range). Een gangbare range is van 0.5-7.2 kHz in 20 milliseconden. De resolutie van dit systeem is circa 30 cm. De opnamesnelheid is ca. 4.5 zeemijl per uur.



Figuur 2.1 De Edgetech SB0512i (x-star) sub-bottom profiler aan dek van het meetschip

Knudsen pinger sub-bottom profiler (Figuur 2.2)

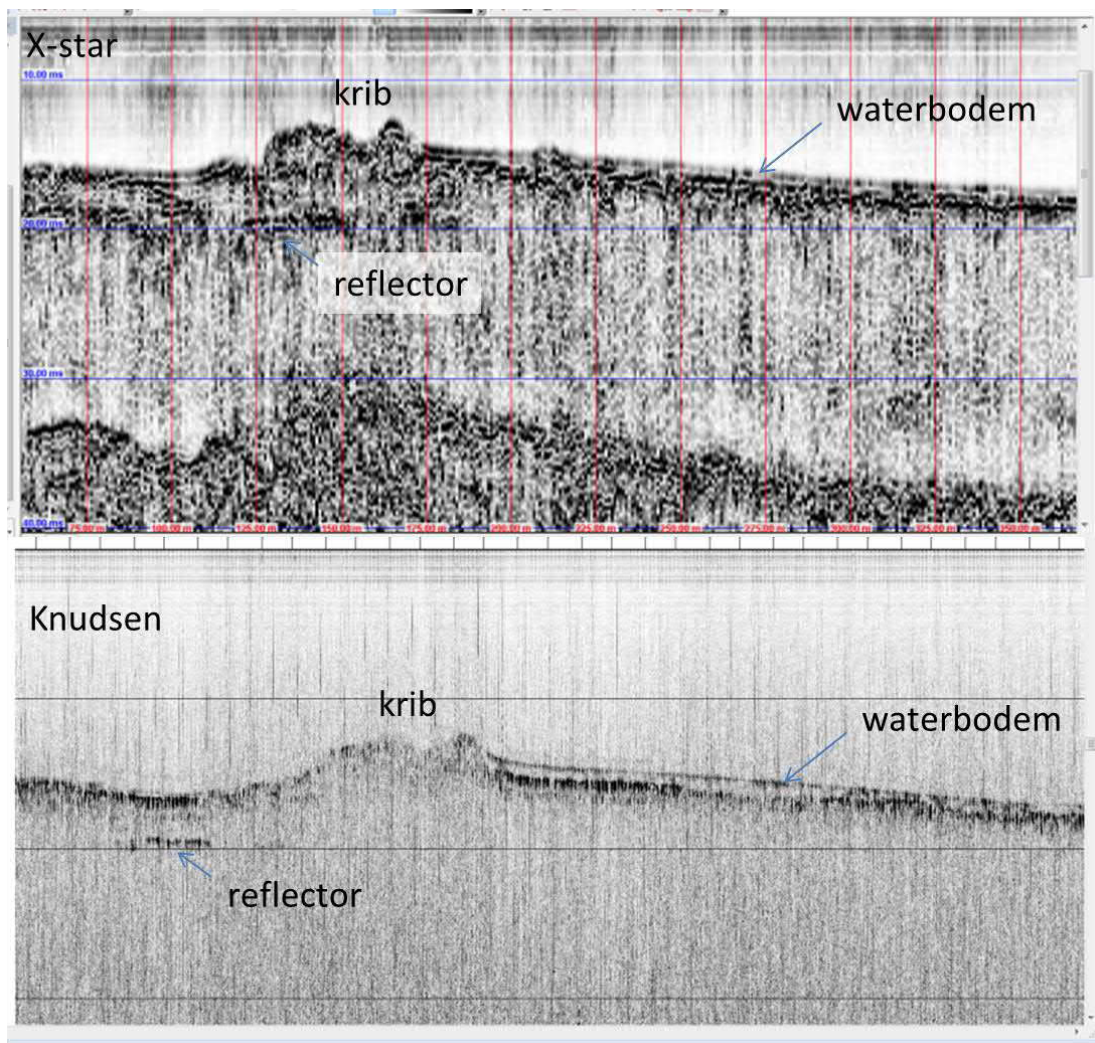
De Knudsen is een dual frequency sub-bottom profiler. Dit systeem zendt simultaan in twee frequenties pulsen uit, hoog-frequent op 200kHz met een bandbreedte van 15kHz, en daarnaast op 14.1 of 4.0 kHz. De verticale resolutie die met deze pulsen bereikt wordt is respectievelijk ongeveer 1cm en 10 cm. Met het hoog-frequente 200kHz signaal is hoogfrequent, kan bijvoorbeeld slib op de bodem worden gemeten. Het tweede signaal op met de lagere 14.1 of 4 kHz frequentie penetreert verder in de bodem. Het signaal van de Knudsen pinger penetreert de bodemminder ver dan het X-star systeem, dat nog lager frequent is.



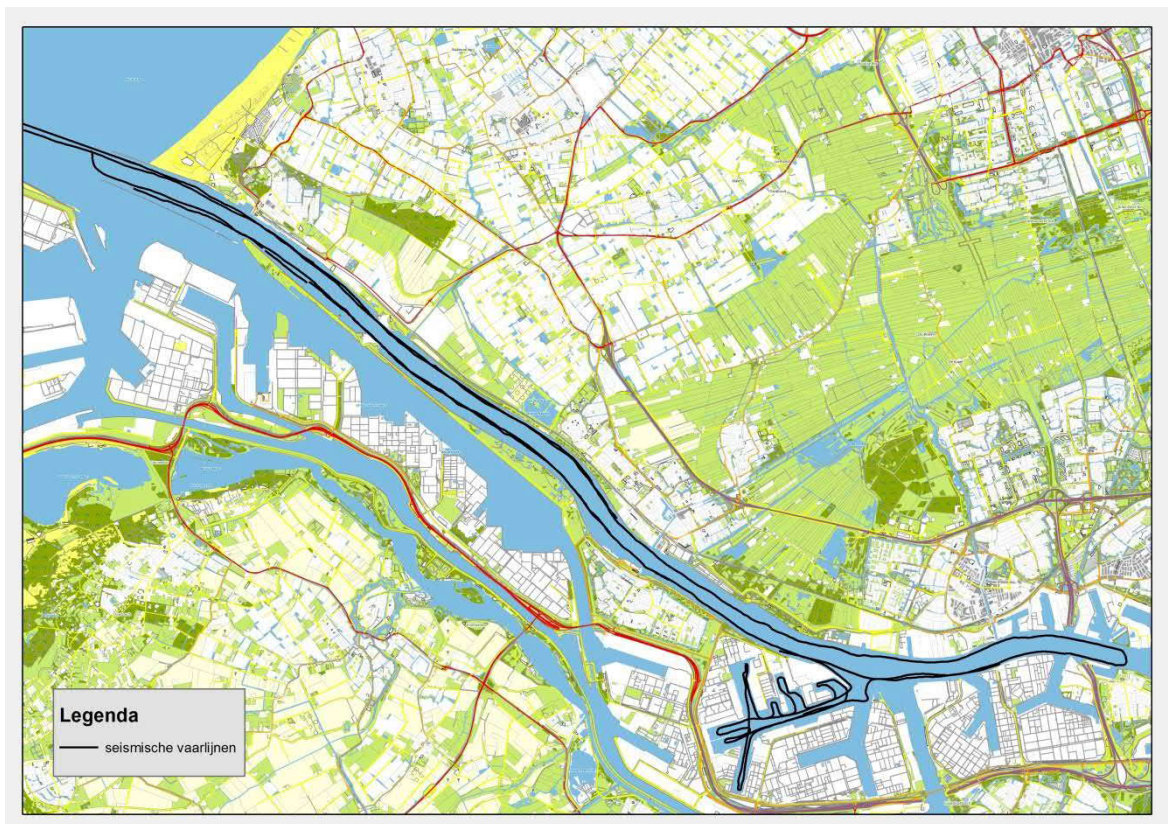
Figuur 2.2 Knudsen pinger sub-bottom profiler (<https://knudseneng.com/files/manuals/D101-05326-REV1.30.pdf>)

De prestaties van de beide meetsystemen zijn vergeleken in een veldtest (Figuur 2.3). Hieruit kwam naar voren dat het X-star systeem een lagere resolutie, maar wel een hogere penetratiediepte heeft. Het Knudsen systeem geeft een rustiger beeld, maar kan de reflectoren op enkele meters diepte niet vervolgen. Bij het Knudsen systeem is wel een sliblaag zichtbaar op de waterbodem aan de rechterkant van de krib. Helaas interfereerden de systemen, waardoor ze niet tegelijkertijd konden worden ingezet. Daarom is na de veldtest voor één systeem gekozen. Op basis van deze vergelijking is ervoor gekozen om het seismisch onderzoek met het X-star systeem voort te zetten, omdat dit systeem de reflectoren op de doeldiepte beter in beeld brengt.

Het seismisch onderzoek bestaat uit in totaal 4 lijnen aan weerszijden van de vaargeul met een totale lengte van 106 kilometer (Figuur 2.4). De metingen zijn ook gebruikt om 13 gerichte boorlocaties te selecteren die zijn uitgevoerd in het aanvullende grondonderzoek (Boring B1 tot B13, Kreischer, 2014).



Figuur 2.3 Vergelijking tussen de prestaties van de X-star en Knudsen sub-bottom profiler.



Figuur 2.4 Ligging van seismische vaarlijnen (2 lijnen aan iedere zijde van de vaargeul) in het onderzoeksgebied

2.3 Fase III: Aanvullend grondonderzoek

Ter voorbereiding van de verdieping aan de Nieuwe Waterweg heeft het Havenbedrijf aanvullend grondonderzoek laten uitvoeren (Kreischer, 2014). Dit grondonderzoek bestaat uit 40 boringen, 70 sonderingen en laboratoriumonderzoek op geotechnische parameters (Figuur 2.5).

Dit aanvullend grondonderzoek is zeer waardevol voor het in kaart brengen van de ondergrond, omdat het is uitgevoerd in de bodem van de Nieuwe Waterweg. Een groot voordeel ten opzichte van het merendeel van de boringen uit de DINO-database is dat boringen gezet zet zijn met moderne Ackermann-boormethode, de beschrijvingen gedetailleerd zijn en er foto's gemaakt zijn van de afzettingen.



Figuur 2.5 Overzicht van het uitgevoerde aanvullende grondonderzoek (Kreischer, 2014)

2.4 Fase IV: Opstellen geologisch model

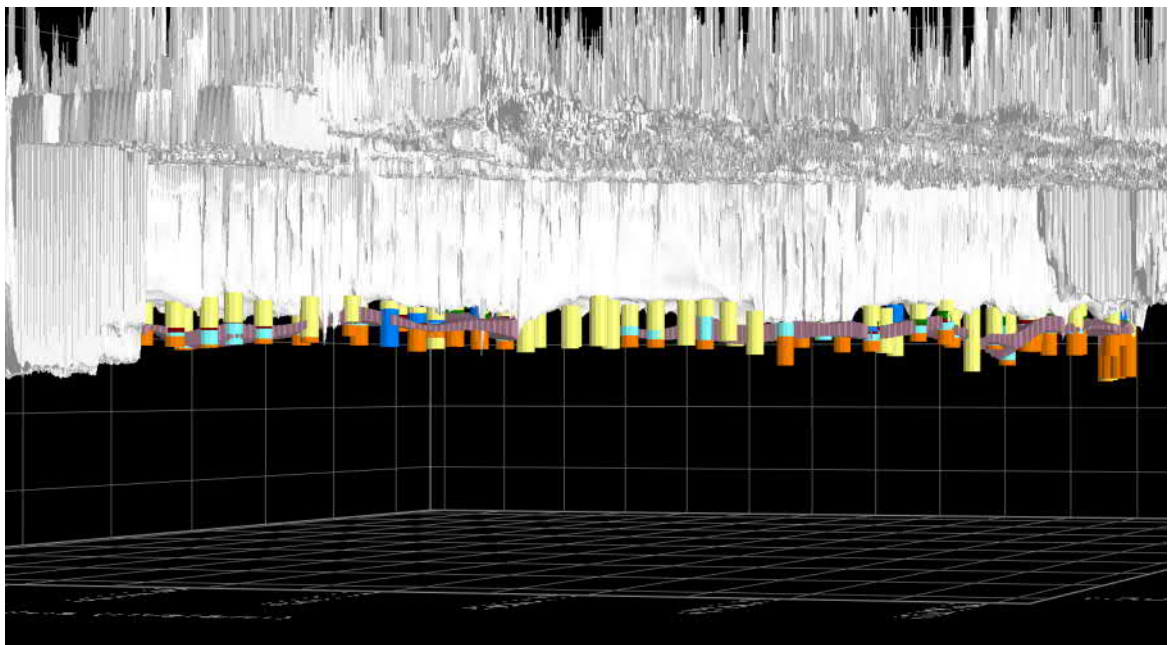
De resultaten uit het uitgevoerde grondonderzoek vormen de basis voor het opstellen van het geologisch model. Het model onderscheidt opeenvolgende lagen, en dit dienen karteerbare eenheden te zijn. Wat als eenheid karteerbaar is wordt bepaald door de kwaliteit en ruimtelijke dekking van de beschikbare gegevens. Niet de beste of slechtste boring of seismische lijn, maar de gemiddelde kwaliteit over het te karteren gebied bepaald hoeveel eenheden te onderscheiden zijn. Samenhang tussen opeenvolgingen van grondsoorten, het afzettingsmilieu (aan de top van rivierzand ligt vaak een pakket rivierklei) en geologische ontwikkeling (rivierafzettingen uit een vroeger dal zijn in jongere tijden verdronken in een estuarium en door deltaïsche afzettingen bedekt geraakt) speelt ook een rol. Wat uiteindelijk een karteerbare eenheid is kan een laag met specifieke grondsoort zijn (bijvoorbeeld een typische vervolglaag zeer compact veen). Het kan echter ook gaan om een heterogeen pakket van sedimenten, die samen afgezet zijn in hetzelfde milieu (zoals een estuarium, dat lokaal kleiig maar elders juist zandig ontwikkeld kan zijn). Hoofdstuk 3 presenteert het ondergrondmodel en de daarin onderscheiden eenheden.

Bij het opstellen van het ondergrondmodel is het Deltares softwarepakket iMod gebruikt. iMod is onderdeel van een modelinstrumentarium ten behoeve van grondwatermodelleren. Ook in dat toepassingsgebied is het schematiseren van de ondergrond steeds een belangrijke stap. De iMOD software is zeer geschikt om ondergrondgegevens te visualiseren, interpreteren en modelleren. Met behulp van GIS software worden brongegevens voorbereid om stuk voor stuk in iMOD geopend te kunnen worden. De iMOD interface maakt het vervolgens mogelijk

snel tot schematisatie te komen en deze relatief eenvoudig verder aan te passen wanneer verdere gegevens beschikbaar komen en interpretaties wijzigen.

De uitvoer van iMod wordt geschikt gemaakt om in te lezen in het Delft-3D model waarmee de morfologische effecten worden berekend. Op deze manier kunnen de effecten van de verdieping over de lengte en de breedte van de Nieuwe Waterweg worden berekend.

Een bijkomend voordeel van deze aanpak is dat het geologische model “op de plank” ligt, en ook voor andere toepassingen kan worden gebruikt of in de toekomst aangepast kan worden op basis van nieuwe gegevens.



Figuur 2.2 Screenshot van het 3-dimensionale geologische model in iMod. Rechts is Rotterdam, links is de Noordzee, de bodem van de Nieuwe Waterweg is grijs. Boringen en geïnterpreteerde sonderingen staan aangegeven. Legenda: oranje is grof zand, geel is zand, grijs is leem (kleinig zand / zandige klei) en blauw is klei. Gekarteerde eenheid II (zie ook Hoofdstuk 3) bevindt zich op enige diepte onder de Nieuwe Waterweg en is aangegeven als een paarse doorlopende laag.

3 Onderscheiden geologische eenheden en hun ontstaanswijze

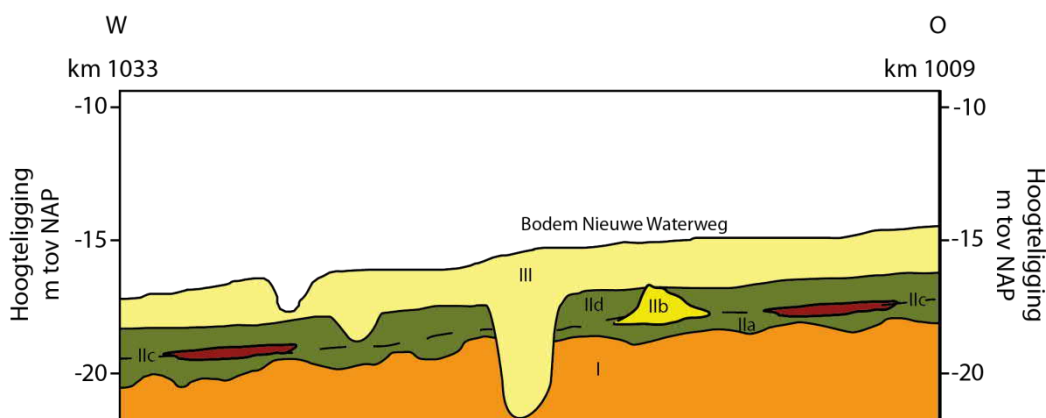
Het gebied ten westen van Rotterdam kent een gevarieerde ondergrondopbouw. Het bestaat uit een tot 22 m dik pakket deltaïsche afzettingen dat als gevolg van zeespiegelstijging na de laatste ijstijd (Figuur 3.1). Deze maken onderdeel uit van een wig van voornamelijk riviersedimenten die zich uitstrekt vanuit het grensgebied met Duitsland tot de Hoek van Holland aan de kust. De deltaïsche afzettingen zijn van Vroeg-Holocene ouderdom en begonnen rond 9500 jaar geleden (7500 v. Chr.) te vormen. Ter plaatse van de Nieuwe Waterweg bestond het rivierdal tot die tijd. De rivierafzettingen zijn van Laat-Pleistocene ouderdom, d.w.z. daterend uit de laatste ijstijd toen de zeespiegel vele tientallen meters lager stond dan nu.



Ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg

In dit hoofdstuk wordt de opbouw van de ondergrond van de Nieuwe Waterweg omschreven aan de hand van de ontstaanswijze van opeenvolgende geologische eenheden (pakketten, lagen). Op basis van bestaande bronnen en de analyse in deze studie is een conceptueel model opgesteld van de bodemopbouw van de Nieuwe Waterweg (Figuur 3.2).

De geologische eenheden worden er onderverdeeld in Pleistocene en Holocene pakketten. Het Pleistoceen wordt gekenmerkt door afwisselingen van ijstijden en warmere perioden (interglacialen). Tijdens de ijstijden daalde de zeespiegel door de vorming van ijskappen, en tijdens de warme perioden steeg deze weer door het afsmelten. Het Holoceen is voorlopig de laatste van deze warme perioden. Aan het begin van het Holoceen, ongeveer 12.000 jaar geleden, stond de zeespiegel nog meer dan 60 m lager dan nu. Tijdens het Holoceen is de zee, eerst snel, later meer geleidelijk gestegen en zijn delta-afzettingen gevormd.



Figuur 3.2 Conceptueel model van de ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg. De verschillende eenheden worden toegelicht in de volgende paragrafen. Eenheid I (oranje): Overwegend zandig pakket; Laat Pleistocene rivierafzettingen. Eenheid II (groen: klei, geel: zand, bruin: compact veen): Overwegend kleilig pakket, overwegend Vroeg Holoceen rivierafzettingen; Eenheid III: Overwegend kleilig-gelaagd zandig pakket, Midden en Laat Holoceen brakwater getijdeafzettingen (estuariene afzettingen).

3.1 Pleistocene afzettingen

3.1.1 Rivierafzettingen

De oudste en diepste onderscheiden eenheid in deze studie (**Eenheid I**, Figuur 3.2) zijn de rivierzanden van de Formatie van Kreftenheye, die in het gebied de jongste Pleistocene formatie vormt. Tijdens de laatste ijstijd was in het gebied een breed dal actief waarin de toenmalige Rijn en Maas vlechtende rivierbeddingen vormden (Busschers, 2008). Het zijn overwegend grove zanden, met een bijmenging van grind. Het grindgehalte neemt met de diepte toe. Het zand is grover dan dat in de jongere eenheden, en ze zijn hierdoor minder erosiegevoelig. De erosieve basis van de Formatie is zeer grindrijk. Ze ligt in het westen van het studiegebied op circa 40 m –NAP en in het oosten op circa 30 m –NAP (Fig. 3.1). Aan de uiterste top is de formatie in het studiegebied fijner in korrelgrootte en bestaat daar uit matig fijne (mediane korrelgrootte circa 150 µm) tot grof zand (mediane korrelgrootte circa 300 µm) (Vos en Cohen, 2014). Het sediment is slecht gesorteerd (grote spreiding).

Aan het eind van de laatste ijstijd veranderde het rivierpatroon naar meanderend en hierbij ontstonden er verschillende terrasniveaus, met onderlinge hoogteverschillen van 0.5 tot 1.5 meter. Op de hogere terrassen kunnen rivierduinen voorkomen. Ook in het gebied van de Nieuwe Waterweg zijn dergelijke terrassen gevormd. De Nieuwe gebied ligt in de zone waar

meanderende rivieren aan het eind van de ijstijd actief bleven (Hijma e.a. 2009; Cohen e.a. 2012; Vos en Cohen, 2014). Dit heeft als gevolg dat **Eenheid II** (Figuur 3.2) een complexe interne opbouw heeft, die door het studiegebied veel variatie vertoont, waarin drie subeenheden zijn onderscheiden.

Op de meeste plaatsen wordt de top van de Formatie van Kreftenheye gevormd door enige decimeters tot een meter dikke stugge klei- en leemlaag, bekend onder de naam 'Laag van Wijchen' (**Eenheid IIa**, Figuur 3.2). De laag is afgezet in de overstromingsvlakte van de meanderende rivieren en lag tijdens drogere perioden boven het toenmalige grondwaterniveau. Hierdoor kon bodemvorming (rijping, ontkalking) optreden, waardoor de laag zeer stug is en een staalblauwe tot groenblauwe kleur heeft gekregen. De 'Laag van Wijchen' is minder erodeerbaar dan equivalente oever- en overstromingsafzettingen van rivieren in bijvoorbeeld het huidige rivierengebied, vanwege de extra consolidatie door langere periodes van bodemvorming. Ter plaatse van de beddingen van de meanderende riviergeulen zelf, is de karakteristieke Laag van Wijchen niet afgezet. Op zulke locaties ligt de top van het Pleistocene zand relatief lager en worden ze bedekt door gelaagde humeuze kleien zonder bodemvormingsindicaties.. Deze restgeulopvullingen zijn hierdoor slapper van consistentie en makkelijker erodeerbaar dan de Laag van Wijchen.

3.1.2 Eolische zanden

In het studiegebied komen lokaal door de wind gevormde duincomplexen voor die uit de rivierbeddingen zijn opgestoven. Ze behoren tot het Laagpakket van Delwijnen, onderdeel van de Formatie van Boxtel (**Eenheid IIb**, Figuur 3.2). De afzettingen bestaan over het algemeen uit matig fijn zand (150 en 210 μm) en zijn goed gesorteerd. Deze zogenaamde rivierduinen liggen typisch op de hogere terrasresten, en zijn ingeschakeld in de kleiafzettingen van de Laag van Wijchen. De rivierduinen zijn in het verdere proces van deltavorming begraven geraakt (Figuur 3.2). Rivierduinzanden zijn makkelijker erodeerbaar dan de Laag van Wijchen.

3.2 Holocene afzetting

3.2.1 Basisveen

In het Vroeg Holoceen steeg de zeespiegel snel en de zee bereikte het huidige Nederland ongeveer 9000 jaar geleden. De zeespiegelstijging leidde tot landwaartse verplaatsing van de kustlijn en veroorzaakte ook een stijgende grondwaterspiegel in het achterland. Hierdoor ontstonden op grote schaal moerassen waarin veen gevormd werd. Grote delen van eenheden I en IIa werden hierdoor bedekt met basisveen (**Eenheid IIc**, Figuur 3.2). In de verdere verdrinkingsontwikkeling in het Midden Holoceen, is het basisveen door dikke pakketten getijdeafzettingen begraven geraakt en daarbij samengedrukt (gecompacteerd). Deze sterk gecompacteerde veenlaag is enkele decimeters dik ligt over de Laag van Wijchen en de rivierduinen. Het basisveen verschilt lateraal van samenstelling, en kan als bosveen of (kleiig) rietveen ontwikkeld zijn, en heeft in het studie gebied in de regel een hoog kleigehalte. Basisveen is door de compactie zeer erosie-resistent. Uit eerder onderzoek in de Lek (Wiersma 2012) blijkt de basisveenlaag zich in de actieve rivierbeddingen in de wanden en op de bodem van ontgrondingskuilen lokaal uit te prepareren. Met andere woorden de veenlaag is resistenter dan de omringende grondsoorten en steekt daardoor uit de wand of vormt de bodem.

3.2.2 Deltaïsche afzettingen

In het studiegebied wordt het basisveen regionaal bedekt door subaquatische afzettingen (**Eenheid IId**, Figuur 3.2) die zijn afgezet tijdens de snelle Holocene zeespiegelstijging die duurde tot 5500 jaar geleden. Hierdoor veranderde het gebied rond 8500 jaar geleden in een zoetwatergetijdengebied dat gevoed werd door water van Maas en Rijn (Hijma e.a., 2009; 2010; Hijma en Cohen, 2011; Vos en Cohen, 2014). De resulterende afzettingen bestaan uit een humeuze en gelaagde siltige klei van ongeveer 1 meter dik. De overgang naar het basisveen is meestal niet erosief en bestaat uit een dunne gyttja-laag.

De gelaagdheid duidt erop dat de afzetting onder lichte getijdewerking heeft plaatsgevonden. De afzettingen worden tot Eenheid II gerekend, omdat ze niet altijd goed te onderscheiden zijn van de onderliggende afzettingen en vergelijkbare eigenschappen hebben als Eenheid IIa in de sonderingen en het laboratoriumonderzoek.

Met het verleggen van de Rijn naar een nieuwe monding in de omgeving van Leiden (vanaf 7500 jaar geleden) en het voortschrijden van zeespiegelstijging, veranderde het gebied rond de Nieuwe Waterweg geleidelijk in een brakwaterestuarium. De toenemende getijdenwerking in het estuarium heeft geresulteerd in heterogene, fijn gelamineerde afzettingen (klei-silt- en silt-zandafwisselingen). Waar getijdengeulen gelegen hebben bestaan de afzettingen vooral uit silt-klei en zand-klei afzettingen. Tussen de geulen is vooral humeuze klei afgezet. De zandige kleien zijn te vervolgen als langwerpige getijdengeulen die ingesneden liggen in de onderliggende afzettingen. De geulen hebben een onregelmatige breedte en diepte en stonden oostwaarts in contact met voormalige mondingen van de. Deze geulen volgden vaak de lage en relatief makkelijk erodeerbare delen in het landschap, met name voormalige riviergeulen. Dit proces van verjongende geulvorming wordt overerving genoemd. Gevallen van overerving van posities van jongere geulen zijn ook in de ondergrond van de Nieuwe Waterweg geïnterpreteerd. Omdat veel van de getijdenafzettingen onder water zijn afgezet, nooit gerijpt zijn en vooral bestaan uit fijn zand en slappe klei, zijn de relatief makkelijk te eroderen. De estuariene afzettingen worden gerekend tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer (**Eenheid III**, Figuur 3.2).

3.2.3 Hollandveen

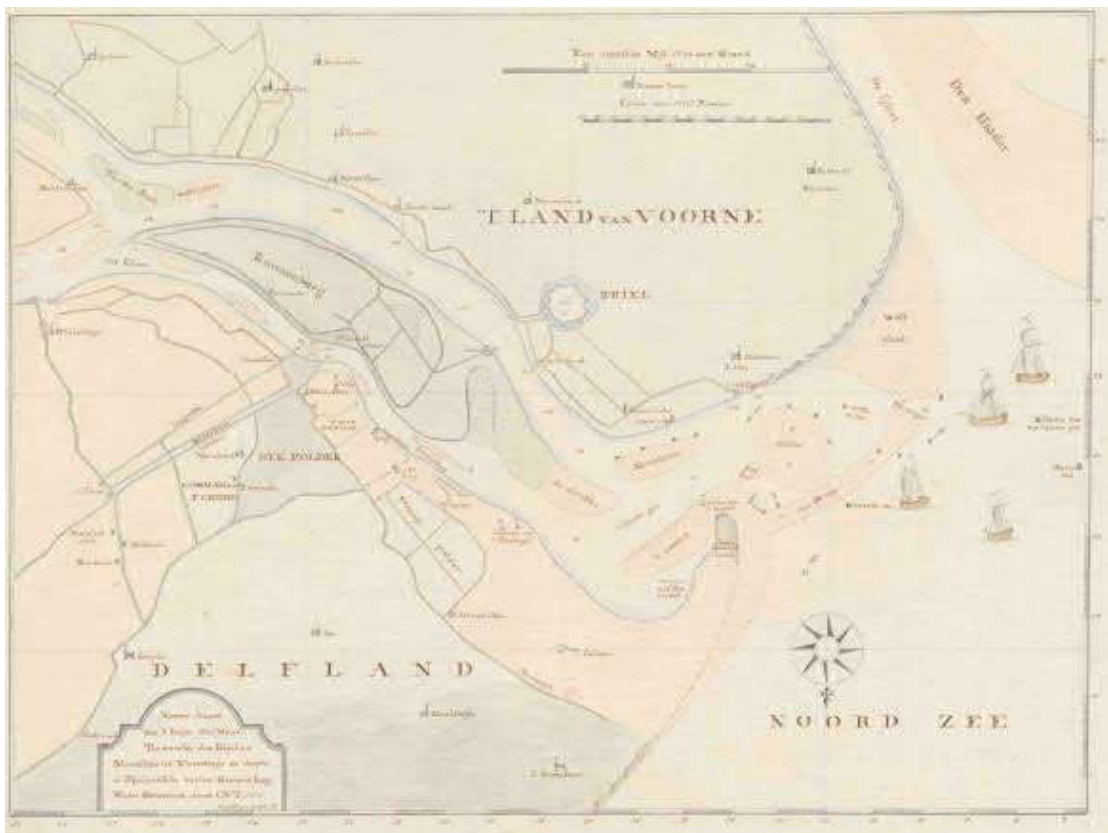
Met het afnemen van de zeespiegelstijgingssnelheid stopte rond 6000 jaar geleden de verdrinking van het gebied. Het binnenlandse deel van het door de Maas gedomineerde estuarium vulde sindsdien grotendeels op. Tussen de getijdenrivieren slibde het gebied tot nabij de waterspiegel, en verzoette het gebied. Er vormden zich rietmoerassen die verdere opslibbing bevorderde en uiteindelijk tot veenvorming leidden. Rond 5500 jaar geleden was het oorspronkelijke estuarium daardoor grotendeels opgevuld en was de kust grotendeels afgesloten door strandwallen. De Maas gebruikte een smalle corridor door het studiegebied als route naar zee en het overige gebied ontving maar weinig sediment. Er was geen sterke zeespiegelstijging meer, maar wel bodemdaling waardoor het grondwaterpeil langzaam bleef stijgen. In die omstandigheden vormden zich in het gebied uitgebreide moerasbossen. De moerasbossen vormden een veenpakket van enkele meters dikte. Het Hollandveen bevindt zich op een niveau hoger dan de bodem van de Nieuwe Waterweg en is niet gekarteerd onder de rivierbodem. Het speelt echter wel een rol in de vorming van de Nieuwe Waterweg – en is bijvoorbeeld aanwezig in het Vlaardingse poldergebied waar nu de onderzoeken voor de Blankenburgtunnel in uitvoering zijn. De bodemopbouw daar heeft een directe relatie met die onder de Nieuwe Waterweg.

3.2.4 Jongere oever- en geulafzettingen (jongste 3000 jaar)

De (getijde)riviergeulen die tijdens en na de afzetting van het Hollandveen door het gebied stroomden, hebben zandige en kleiige geulafzettingen en siltige oeverwallen achtergelaten in het veenpakket. De vorming van oeverpakketten door de jongste generaties getijderivieren op het Hollandveen ging gepaard met natuurlijke compactie van het veen. Onder de oevers van de Boven Merwede wordt thans typisch zo'n 4 meter sediment aangetroffen, de onderste 2 à 3 meter van natuurlijke oorsprong en de bovenste 2 meter in de jongste eeuwen antropogeen opgebracht. Deze pakketten zijn gegeven hun geringe diepteligging niet direct relevant voor de beddingen van de Nieuwe Waterweg. Ze zijn echter wel van groot belang voor het vasthouden van de ligging van de rivier. In combinatie met de dikke en compacte veenlagen hielden de oeverwallen de getijderivieren van nature als het ware ingeklemd in hun initieel uitgeslepen beddinggordel. Door dit proces hebben de getijdengeulen voor de aanleg van de Nieuwe Waterweg een vrijwel constante ligging gehad en veranderde ook de locatie van de monding nauwelijks. In combinatie met de getijdewerking konden de geulen zich relatief diep insnijden tot ongeveer het niveau van de huidige Nieuwe Waterweg.

Deze situatie bestond totdat door de St. Elizabethsvloed in 1421 ingrijpende wijzingen in de afvoer ontstonden. Het water van de Waal en Maas verkreeg nu door meer zuidelijk gelegen zeegaten een uitweg naar zee. Alleen het water aangevoerd door de Lek stroomde nog door de meest noordelijke geul, terwijl de rest van de rivierenafvoer een meer zuidelijke weg naar zee volgde, met name langs het Hollandsch Diep. Hierdoor verzandde de Nieuwe Maas en het Scheur (het estuarium ter plekke van de huidige Nieuwe Waterweg).

Een kaart uit 1757 (Figuur 3.3) toont het gebied als één groot estuarium met diepe geulen en zandbanken. De afzettingen van de geulen bestaan uit matig grof zand met schelpresten en kleilaagjes, en worden gerekend tot de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren. Aangezien deze afzettingen bij het ontbreken van de Hollandveenlaag moeilijk te onderscheiden zijn van oudere getijdeafzettingen (Laagpakket van Wormer) en de eigenschappen van beide laagpakketten vergelijkbaar zijn, worden deze jonge getijdeafzettingen samen genomen met de oudere getijdeafzettingen (**Eenheid III**, Figuur 3.2).



Figuur 3.3 "Nieuwe kaart van 't begin der Maas tot voorbij den Briel en Maassluis tot Vlaardinge de diepte in Rijnlandsche voeten gemeen laag water" door Cornelis van Tol, 1757. De diepste diepten van de geulen op deze kaart zijn 42 Rijnlandsche voet (zo'n 13 m) onder laag water.

3.3 Aanleg Nieuwe Waterweg en onderhoud

De positie van Rotterdam als belangrijke handels- en havenstad kwam door de aanzanding in gevaar. Om Rotterdam als belangrijke havenstad te behouden werd de Nieuwe Waterweg aangelegd. Na de voltooiing in 1872 werd ook de Nieuwe Maas verbeterd. De geul werd van een regelmatige vaargeul voorzien en verdiept en verbreed. Door deze aanpassingen in het profiel kon een groter getijvolume de Nieuwe Waterweg binnendringen waardoor deze op diepte bleef. Na verloop van tijd ontstonden er door het steeds verder binnendringen van de zouttong met het grotere getijvolume problemen met de watervoorziening. Om die reden is besloten om de bodem van de Nieuwe Maas kunstmatig in stand gehouden volgens de zogenaamde trapjeslijn. De trapjeslijn houdt in dat de bodem vanaf zee landinwaarts sprongsgewijs oploopt. Dit vergroot de weerstand die de binnenkomende zouttong ondervindt zodat deze niet te ver landinwaarts kan trekken.

Bij de aanleg en onderhoud van de trapjeslijn is de bodem verhoogd en vastgelegd over meerdere trajecten met onderhoudsspecie, zand en grind (Figuur 3.4). Deze laag van aangebrachte grond is vaak te herkennen in boringen en sonderingen. Ondanks dat de grond verstoord is, is de samenstelling vaak nog vergelijkbaar met onderliggende afzettingen. Bovendien kunnen ze niet op basis van slechts enkele waarnemingspunten "geologisch" gekarteerd worden, omdat ze door de mens lokaal zijn aangebracht en de verbreiding niet kan worden voorspeld. Deze aangebrachte sedimenten zijn om die reden niet apart onderscheiden, maar meegerekend tot **Eenheid III**. Er is wel een overzicht gegeven van de

aangetroffen sedimenten in de top van boringen en sonderingen ter indicatie van het te verwachten materiaal.



Figuur 3.4 Trajecten van de Nieuwe Waterweg en Nieuwe Maas waarbij de bodem is verhoogd of vastgelegd (Bron: Rijkswaterstaat).

4 Resultaten

4.1 Fase 1: Kartering op basis van beschikbare data

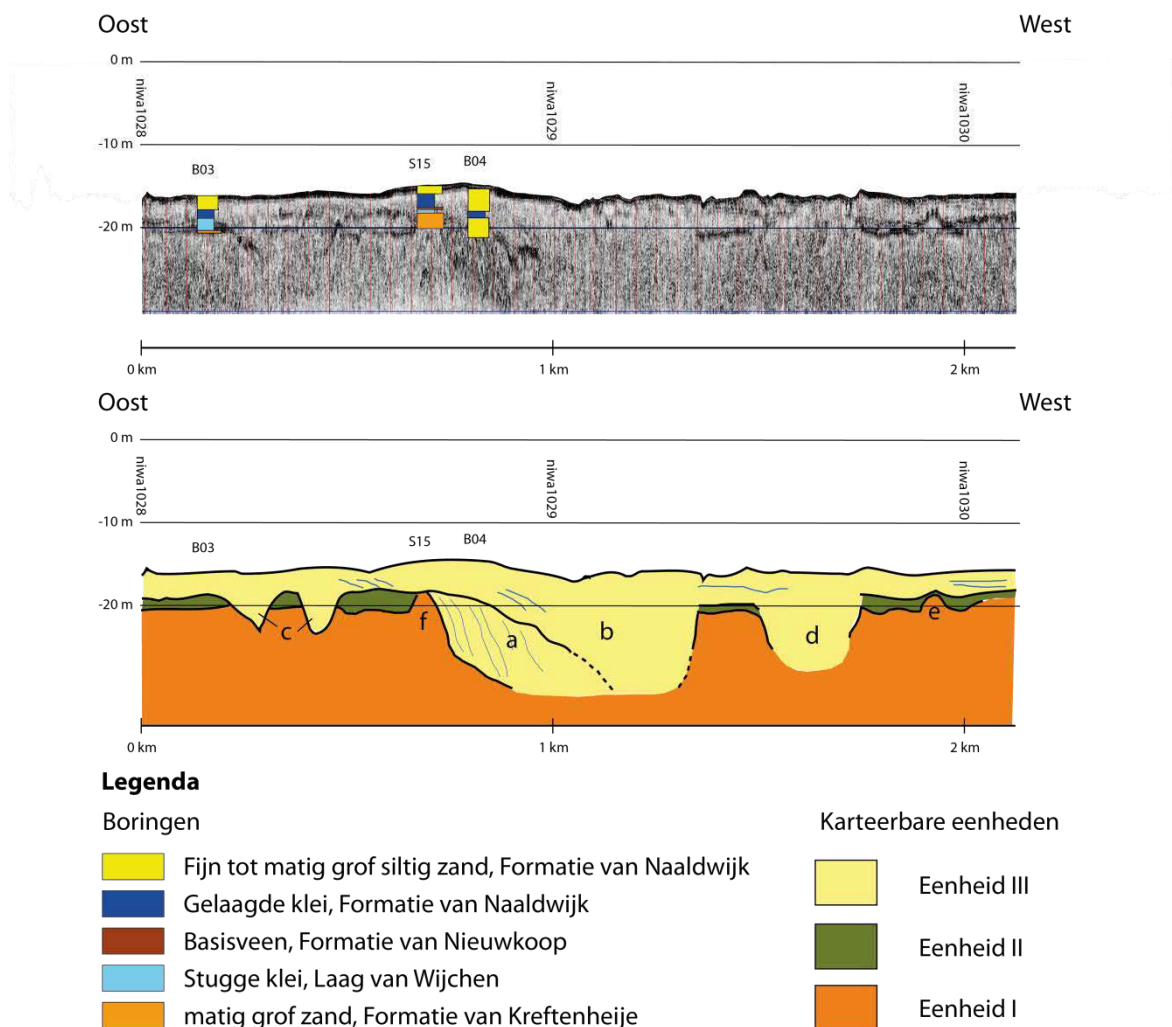
Het initiële onderzoek bestond uit een analyse van de boringen en sonderingen in en rond de Nieuwe Waterweg uit de DINO-database. De boringen zijn voornamelijk uitgevoerd in de jaren '20, jaren '30 en jaren '50 van de vorige eeuw. De informatie die uit dergelijke boringen gehaald kan worden is soms zeer beperkt. Er werd in die perioden geboord vanaf een ponton met een pulsboor op mankracht. Tijdens het werk trad vaak vermenging op van materiaal, en er werd niet volgens een vast protocol beschreven. De dieptebepaling ten opzichte van een referentieniveau was onnauwkeurig en ook de plaatsbepaling was onnauwkeurig. Bovendien zijn een aantal boringen duplicaten, wat waarschijnlijk betekent dat een deel verzonnen is. De data kan daarom slechts gebruikt worden om een globaal, conceptueel beeld te verkrijgen van de ondergrondopbouw van de Nieuwe Waterweg. Het conceptuele model met Eenheden I, II en III opgesteld (Figuur 3.2) is dan ook opgesteld door de informatie uit de Nieuwe Waterweg te combineren met die uit de iets wijdere omgeving, zoals observaties in bouwputten in Rotterdam, onderzoek t.b.v. Maasvlakte II, en boringen van rondom de Nieuwe Waterweg.

De verbreiding van de verschillende eenheden was op basis van de beschikbare informatie niet nauwkeurig te bepalen. Dit werd veroorzaakt doordat bij veel boringen uit de beschrijving niet duidelijk was of kleilagen behoorden tot Eenheid II of III. Ook werd regelmatig schelpgruis aangetroffen op niveau's waar dat onlogisch was. Waarschijnlijk komt dit door vermenging tijdens het boren. Hoewel op basis van de geologische geschiedenis verwacht werd dat Eenheid II lokaal niet aanwezig is, kon in Fase I op basis van de data nergens met zekerheid worden vastgesteld waar dit het geval was.

De aan- of afwezigheid van Eenheid II is echter zeer belangrijk voor effectstudies naar de verdieping van de Nieuwe Waterweg. Als deze resistente laag doorgraven wordt, bestaat de bodem van de Nieuwe Waterweg na de verdieping plaatselijk uit meer erosiegevoelige zandige Formatie van Kreftenheye. Bovendien kan het weggraven van de laag invloed hebben op grondwaterstroming, omdat hierdoor een slecht doorlatende, afdekkende laag wordt doorbroken. Om de aanwezigheid en het karakter van de laag beter te bepalen is in Fase II een akoestisch waterbodemonderzoek uitgevoerd door Deltares.

4.2 Aanvullend seismisch waterbodemonderzoek

De seismiek gaf niet overal op de Nieuwe Waterweg vergelijkbare resultaten. In het oostelijke deel was de penetratie minimaal, mogelijk als gevolg van gas in de bodem. Toch was op een aantal trajecten de bodemopbouw goed zichtbaar en kon het karakter en de verbreiding van de aanwezige eenheden worden bepaald.



Figuur 4.1 Voorbeeld van seismiek (boven) en interpretatie (beneden) van de noordkant van de Nieuwe Waterweg tussen km 1028 en 1030. Voor drie locaties (boringen B03, S15 en B04) waren boorbeschrijvingen aanwezig om de aard van afzettingen te kunnen koppelen aan de seismische reflecties.

Figuur 4.1 geeft een voorbeeld van een seismische lijn waaruit veel informatie over diepte, dikte en karakter van de verschillende eenheden te destilleren is. In dit profiel worden meerdere reflectoren in de ondergrond herkend en kunnen drie seismische eenheden vastgesteld worden die overeenkomen met de Eenheden I, II en III beschreven in Hoofdstuk 3. De onderste seismische eenheid is donkergrijs en is plaatselijk doorsneden door Eenheid III (b, c en d, Figuur 4.1) en kent enkele opduikingen (e en f). De middelste seismische eenheid heeft een lichter aspect (lichtgrijs) en wordt aan de boven- en onderkant begrensd door een reflector. De bovenste seismische eenheid varieert van donkergrijs tot lichtgrijs, en vormt een deken op de middelste eenheid en snijdt zich plaatselijk door beide eenheden in tot een diepte van meer dan 30 m - NAP. In deze eenheid worden parallelle reflectoren herkend, maar ook schuine (a). Deze laatste, zogenaamde clinoforms, worden geïnterpreteerd als laterale accretievlakken als gevolg van geulmigratie in het geologische verleden.

Aan de hand van de resultaten van het seismisch onderzoek zijn locaties voor gericht grondonderzoek bepaald. Op deze manier konden verschillende structuren die op de seismiek te zien waren worden gemonsterd en geïnterpreteerd. In Figuur 4.1 zijn twee

(gerichte) boringen en één sondering (als boring) weergegeven. De grenzen in de geïnterpreteerde boringen volgens Paragraaf 4.1 komen overeen met de geïdentificeerde seismische eenheden.

Voor een aantal korte trajecten is door middel van de seismiek met vrij veel zekerheid aan te geven of Eenheid II aanwezig is. Hier is namelijk een dubbele reflector aanwezig zoals in Figuur 4.1. Over grote trajecten is de penetratie van de seismiek door lokale bodemomstandigheden niet voldoende om de aanwezigheid van eenheid II goed te kunnen karteren, of is alleen een enkele reflector aanwezig. Figuur 4.2 geeft de trajecten aan waar een dubbele reflector (geïnterpreteerd als Eenheid II) aanwezig is.



Figuur 4.2 Overzicht van de geïnterpreteerde seismische lijnen waar een dubbele reflector, geïnterpreteerd als eenheid 1, aanwezig is.

In de overige seismische lijnen worden regelmatig structuren en reflectoren herkend. Deze konden echter slecht gekoppeld worden aan het grondonderzoek. Mogelijk gaat het om later gestorte grond of verschillende fasen van afzettingen van getijdegeulen. Deze afzettingen zijn vergelijkbaar en slecht karteerbaar en worden in allen in Eenheid III ingedeeld.

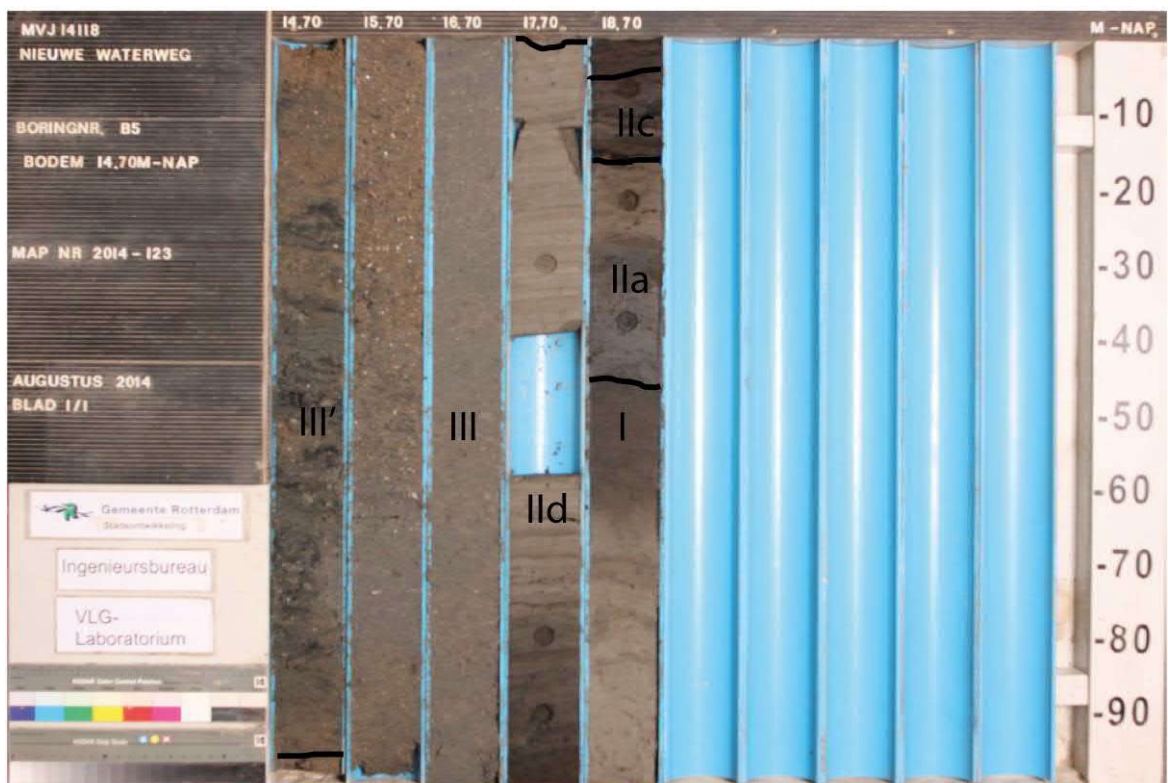
4.3 Aanvullend grondonderzoek

Het aanvullend grondonderzoek geeft een goed beeld van de opbouw van de ondergrond van de Nieuwe Waterweg (Kreischer, 2014). In de boringen en sonderingen kunnen de eerder geïdentificeerde eenheden goed worden onderscheiden. Hierdoor kunnen de verbreiding, diepteligging en samenstelling van de eenheden goed worden bepaald. Bovendien kunnen door het laboratoriumonderzoek de eigenschappen van de verschillende lagen beter worden bepaald.

4.3.1 Onderscheiden eenheden

De eenheden die in het initiële grondonderzoek op basis van beschikbare data uit de DINO-database komen ook terug in het aanvullend grondonderzoek. De gehanteerde indeling blijft voor de toepassing voor de effecten van verdieping van de Nieuwe Waterweg de meest toepasbare. Aan de hand van het aanvullend grondonderzoek konden de gekarteerde eenheden wel beter worden uitgewerkt. Het laat zien dat de meest voorkomende opeenvolging bestaat uit getijdeafzettingen (Eenheid III) die een laag leem, klei en veen bedekken (Eenheid II) die gedrapeerd ligt over de grove rivierafzettingen (Eenheid I).

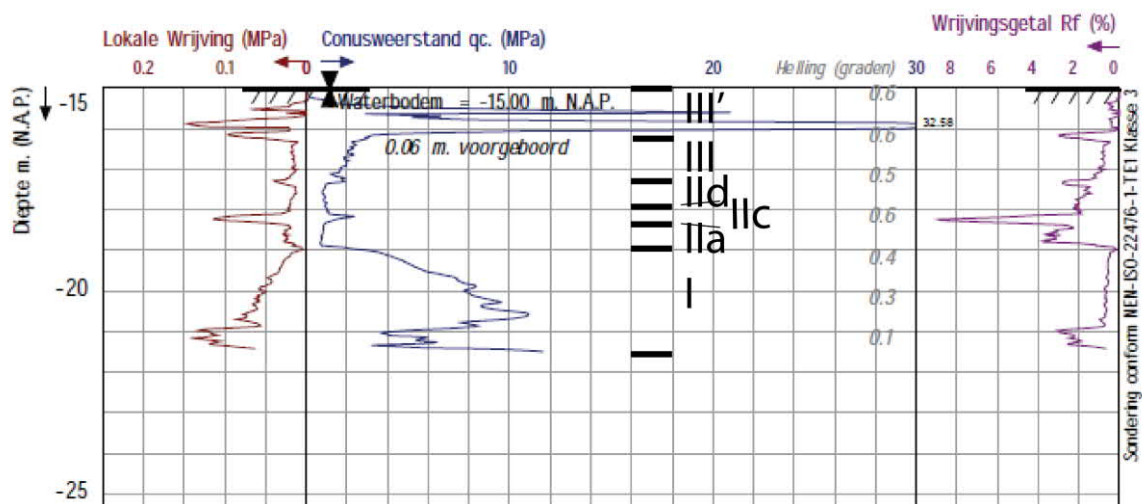
Figuur 4.3 geeft een voorbeeld van een boring (B5) die alle onderscheiden eenheden bevat. Eenheid I bestaat uit matig grof zand met duidelijke sporen van bodemvorming in de humeuze top. De laag is bedekt door Eenheid IIa, een grijze siltige klei van 30 cm dik behorend tot de Laag van Wijchen. Eenheid IIc bestaat uit een kleiige veenlaag (basisveen) van 10 cm dik. Het basisveen gaat geleidelijk naar boven over in gelaagde klei, matig siltig en matig humeus (Eenheid II d). Rond 17.70 m –NAP vindt er een erosieve, scherpe overgang plaats naar de bovenliggende Eenheid III van matig grof siltig zand met schelpen. Tot slot bestaat de bovenste meter van de boring uit verstoord materiaal van Eenheid III, mogelijk vermengd met gestort materiaal (Eenheid III').



Figuur 4.3 Foto van boring B5 (Kreischer, 2014) met een typische opeenvolging van I) fluviatiele zanden met een top rijk in organisch materiaal, IIa) grijze leem, IIc) organische klei of veen, II d) gelaagde zoetwater getijdeklei, III) schelprijke getijdeafzettingen en III') antropogene afzettingen.

Figuur 4.3 geeft een sondering (S21) weer waarin een vergelijkbare opeenvolging als boring B05 is geïnterpreteerd. De sondering begint onderin met een interval met een hoge conusweerstand en lichte lokale wrijving en een laag wrijvingsgetal (geïnterpreteerd als Eenheid I). Dit duidt op matig grof tot grof zand, met kleibijmenging. Erboven volgt een traject

met een lage conusweerstand en een lage lokale wrijving. Dit duidt op klei. Het relatief hoge wrijvingsgetal duidt op de aanwezigheid van organisch materiaal (Eenheid IIa). Het bovenliggende interval heeft een hogere conusweerstand en lokale wrijving en een zeer hoog wrijvingsgetal. Dit duidt op de aanwezigheid van veen en het traject is geïnterpreteerd als de Basisveen Laag (Eenheid IIc). Het bovenliggende traject is vergelijkbaar met Eenheid IIa en wordt geïnterpreteerd als een organische zoetwater getijdeklei (Eenheid IId). Daarboven gaat de conusweerstand wat omhoog en de grafiek vertoont fluctuaties in sondeerwaarden over korte diepte-intervallen. Dit wijst op een gelaagd fijn (getijdezand) zand (Eenheid III). De top laag vertoont extreme uitschieters in conusweerstand. Dit komt waarschijnlijk door een bestorting van grof zand of grind op de bodem van dit deel van de Nieuwe Waterweg (Eenheid III').

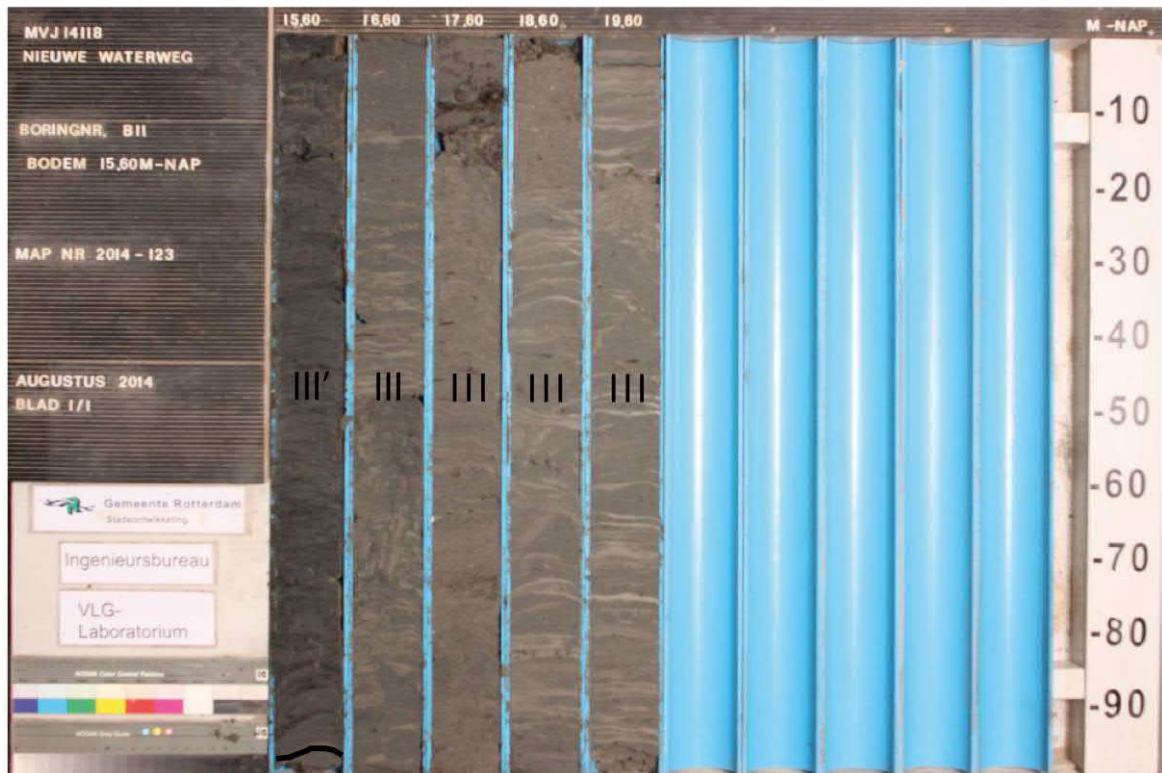


Figuur 4.4 Sondeergrafiek van Sondering S21 (Kreischer, 2014) met een typische opeenvolging van I) fluviatiele zanden met een top rijk in organisch materiaal, IIa) grijze leem, IIc) organische klei of veen, IId) gelaagde zoetwater getijdeklei, III) schelprijke getijdeafzettingen en III') antropogene afzettingen.

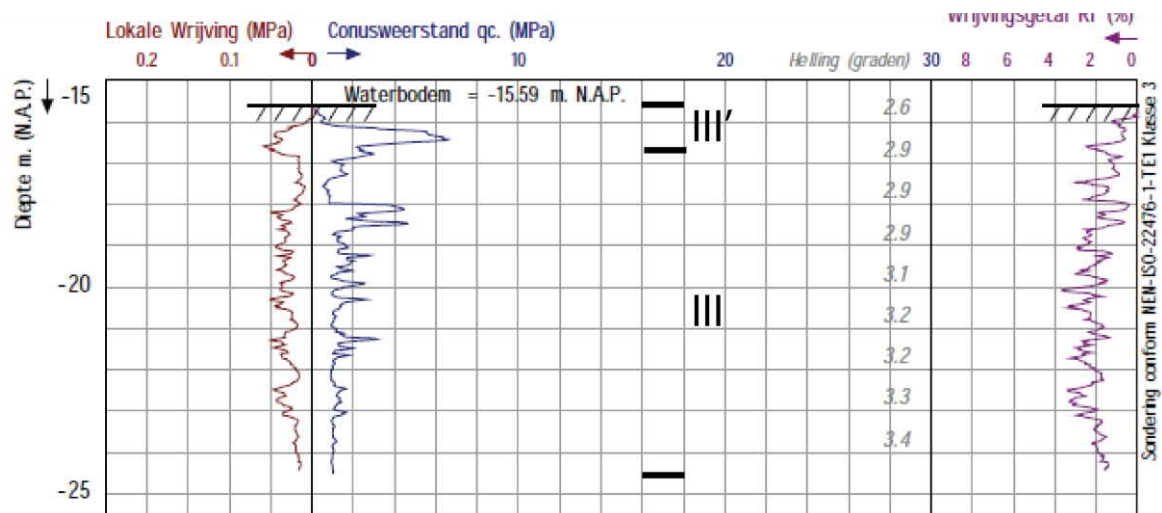
De lagen die in deze boring en sondering kunnen worden herkend zijn niet overal aanwezig. Vooral Eenheden IIc en IId ontbreken regelmatig of kunnen niet duidelijk onderscheiden worden.

In een aantal boringen (en gekarteerde gebieden) is de gehele Eenheid II afwezig. In die gevallen doorsnijden de getijdeafzettingen van Eenheid III deze laag. Figuur 4.5 laat een dergelijke opeenvolging zien in boring B11. De onderste 4 meter van de boring (Eenheid III) bestaat uit matig fijn tot matig grof zand met kleilaagjes. De bovenste meter (Eenheid III') heeft een vergelijkbare samenstelling en bevat ook laagjes, maar lijkt omgewerkt en is slibrijker. Dit is mogelijk gestort sediment of een recente afzetting. De diepere Pleistocene afzettingen worden niet bereikt.

Figuur 4.6 toont een sondeergrafiek van sondering S51. Op basis van de sondeerwaarden zijn de afzettingen geïnterpreteerd als getijdengeulafzettingen, vergelijkbaar met de afzettingen uit Figuur 4.5. In eenheid III is een snelle afwisseling van matige conusweerstand en lokale wrijving te zien. Dit duidt op een zand – klei afwisseling. Eenheid III' is vergelijkbaar, maar vanwege de hogere conusweerstand wordt deze geïnterpreteerd als verstoorde afzettingen met mogelijk gestort zand.



Figuur 4.5 Foto van boring B11 (Kreischer, 2014) met daarin III) typische getijdegeul afzettingen en III') een verstoorde top.



Figuur 4.6 Sondeergrafiek van sondering S51 (Kreischer, 2014) met daarin III) typische getijdegeul afzettingen en III') een verstoorde top.

4.3.2 Verbreiding Eenheid II

Omdat de aan- of afwezigheid van Eenheid II als erosie-resistente laag belangrijk is, is extra aandacht besteed aan het begrenzen van de verbreiding van deze eenheid. Het aanvullende grondonderzoek gaf de meeste informatie over de verbreiding van Eenheid II. Door deze informatie te combineren met informatie uit de boringen en sonderingen uit de DINO-

database en het seismische onderzoek kon de verbreiding worden vastgesteld. Als de eenheid niet aanwezig is, wordt aangenomen dat deze is doorsneden door getijdegeulen.



Figuur 4.7 Geïnterpreteerde verbreiding van Eenheid II (relatief erosie-resistent) en de daarvoor gebruikte gegevens uit de DINO-boringen en uit het Aanvullende onderzoek (HbR)

De verbreidingkaart (Figuur 4.7) laat zien dat de laag over grote delen van de Nieuwe Waterweg aanwezig is. Ten westen van kilometer 1029 en 1030 is de laag afwezig. Tussen rivierkilometer 1022 en 1024 ontbreekt de laag ook grotendeels, en tussen km 1020 en 1022 lijkt deze alleen onder de noordzijde van de vaargeul aanwezig. Verder zijn er onderbrekingen rond kilometer 1018, 1016 en aan de noordkant rond km 1010 en 1011.

4.3.3 Samenstelling top

Voor alle aanvullende boringen en sonderingen is geïnterpreteerd wat de overheersende samenstelling van de toplaag tot 16.3 m -NAP. Dit is van belang om een inschatting te krijgen van het te verwijderen materiaal bij de verdieping. De samenstelling van deze toplaag is zeer variabel, en kan over korte afstanden overgaan van klei of slib naar grind. Over het algemeen kan worden gezegd dat richting het oosten de toplaag vaker uit klei of slib bestaat. Verder komt rond de Maeslantkering regelmatig grind voor, dit is gestort.

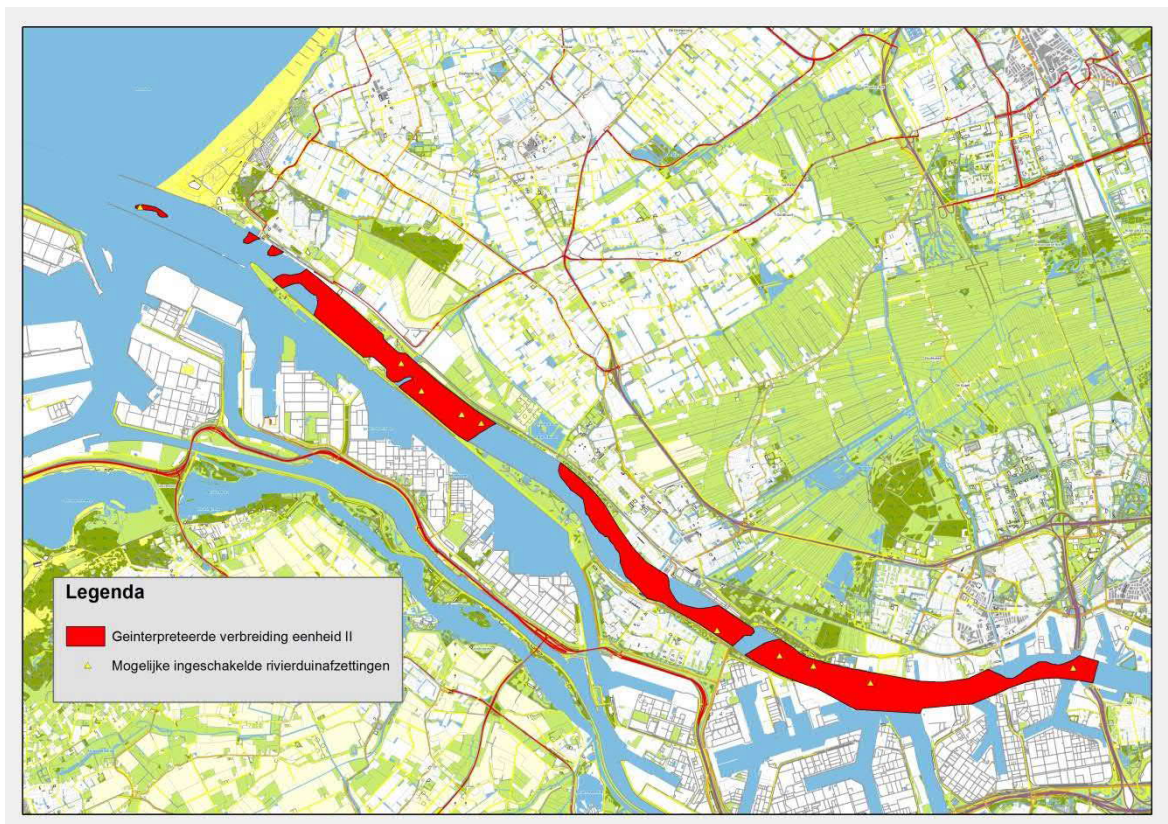
Als de toplaag uit zand of klei bestaat is vaak niet met zekerheid te zeggen of het om gestort materiaal gaat of dat het onverstoord afzettingen zijn. In de boringen is de toplaag (bovenste 0,5 tot 1 m) regelmatig verstoord, maar verschilt in samenstelling niet van de onderliggende getijdeafzettingen.



Figuur 4.8 Geïnterpreteerde samenstelling van de toplaag in het aanvullend grondonderzoek.

4.3.4 Verbreiding Eenheid IIb

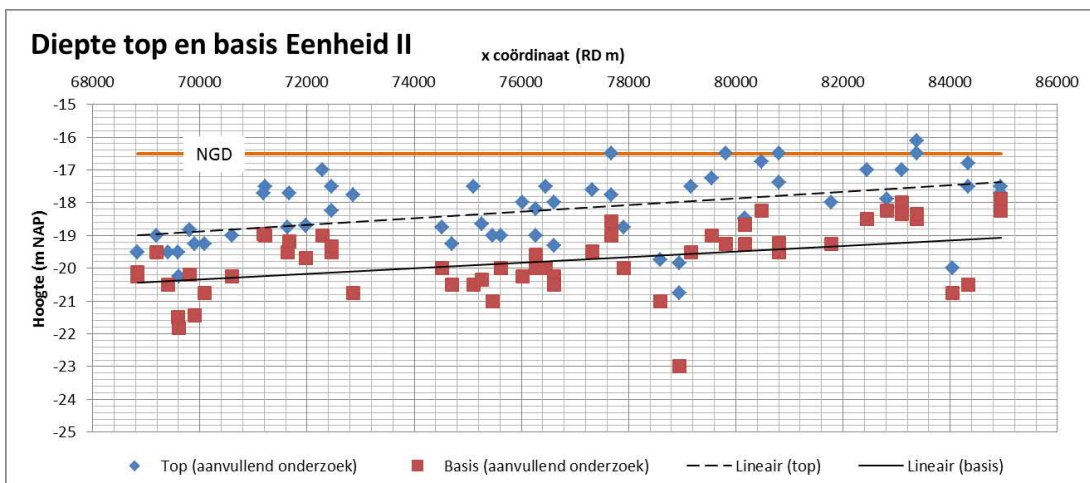
In een aantal handmatig geïnterpreteerde sonderingen is mogelijk de aanwezigheid van rivierduinen te herkennen binnen Eenheid II. Figuur 4.9 geeft tien locaties weer waar mogelijk rivierduinen voorkomen volgens de sonderingen. Niet alle voorkomens zijn overtuigend.



Figuur 4.9 Mogelijke voorkomens van rivierduin afzettingen (Eenheid IIb) ingeschakeld in eenheid II.

4.3.5 Diepteligging Eenheid II

Uit de interpretatie van de boringen en sonderingen is ook af te leiden hoe diep Eenheid II komt te liggen onder de waterbodem bij verdieping tot 16.3m –NAP (Figuur 4.10; Figuur 5.1). Dit laat zien dat in de oostelijke helft van de Nieuwe Waterweg de nieuwe bodem van de Nieuwe Waterweg plaatselijk zal bestaan uit Eenheid II. Op de meeste plaatsen zal de nieuwe bodem, net als nu, bestaan uit Eenheid I.



Figuur 4.10 Overzicht van de vastgestelde top en basis van Eenheid II in de aanvullende boringen en sonderingen ten opzichte van de toekomstige Nautisch Gegarandeerde Diepte (NGD) van -16.3 m.

4.3.6 Eigenschappen

Op basis van het laboratoriumonderzoek bij het aanvullend grondonderzoek (Kreischer, 2014) en andere onderzoeken zijn de volgende eigenschappen bepaald (Tabel 1):

Eenheid	Samenstelling	Korrelgrootte zand (μm)	Ongedraineerde schuifsterkte klei (kPa)	Bijzonderheden
Eenheid III	Matig fijn zand, zand met kleilaagjes, klei met siltlaagjes, klei met zandlaagjes	210 (80 – 430)	10 - 30	Schelpgruis, siltig.
Eenheid II	Gelaagde klei, leem, zandige klei, veen, rivierduinzand	180 (150-210)	30 - 100	Houtresten, grijze zandige klei
Eenheid I	Matig fijn tot zeer grof zand	210 (150-430)	-	Lokaal grindhoudend

Tabel 1 Eigenschappen van gedefinieerde karteerbare eenheden in deze studie.

5 Geologisch model

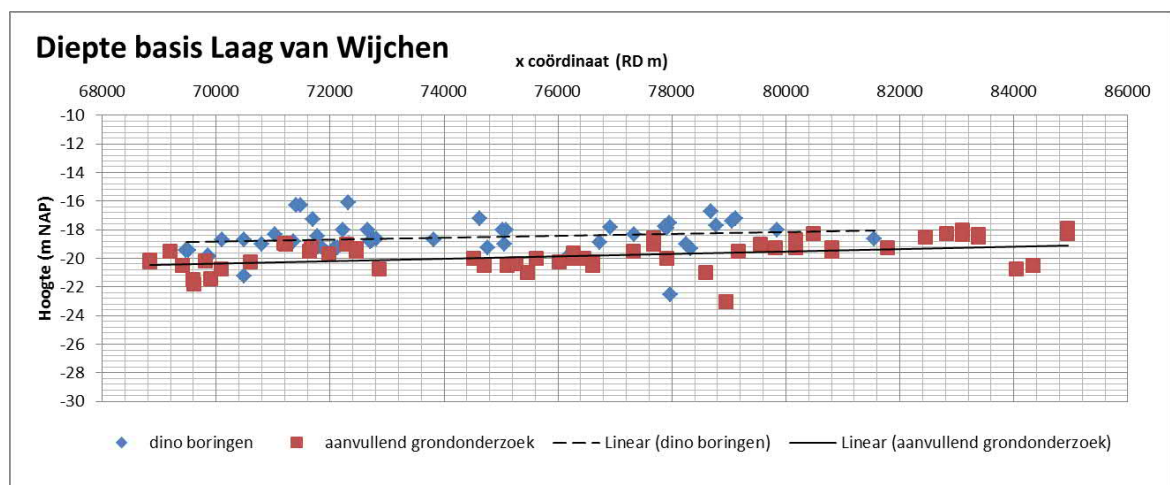
Op basis van de interpretatie van het grondonderzoek is een 3-dimensionaal geologisch lagenmodel opgesteld van de bodemopbouw onder de Nieuwe Waterweg. Dit model bestaat uit gridbestanden die de boven- en onderkant van de drie onderscheiden eenheden weergeven. Deze gridbestanden worden bijgeleverd bij het rapport. Hieronder wordt de werkwijze beschreven om tot het 3-dimensionale geologische model te komen.

5.1 Werkwijze

Voor het model zijn alle boringen en sonderingen uit de DINO-database en het aanvullend grondonderzoek geïnterpreteerd. In een lijst is bijgehouden welke eenheden aanwezig waren en op welke diepte is. De seismiek is geïnterpreteerd en de verbreiding van de eenheden is bepaald.

Op basis van het voorkomen van Eenheid II in alle (beschikbare en aanvullende) boringen en sonderingen en de in seismiek is vervolgens een verbreidingskaart gemaakt van deze eenheid (zie ook Figuur 4.7). Hierin waren duidelijk patronen waarneembaar waar de eenheid is weggesneden door de jongere getijdeafzettingen van Eenheid III. Vervolgens zijn de dieptes (top en basis) van de geïnterpreteerde eenheden geïnterpoleerd. Eenheid II alleen binnen haar verbreidingsgrenzen.

Bij de interpolatie van de dieptes uit de boringen en sonderingen uit de DINO-database in combinatie met het aanvullende grondonderzoek kwam naar voren dat de verschillende bronnen systematisch van elkaar verschilden: de top en de basis in de boringen uit de DINO-database lag gemiddeld bijna een meter hoger dan die uit het aanvullend grondonderzoek (Figuur 5.1). Dit is een veel voorkomend probleem bij boringen die in het verleden, vanaf water in een gebied met getijdewisselingen, zijn verzameld en op zeker moment in de DINO-database of haar voorlopers zijn opgenomen.



Figuur 5.1 De diepteligging van de basis van Eenheid II ten opzichte van de x coördinaat (west – oost profiel).

Omdat zoals al eerder aangegeven de boringen uit de DINO-database minder betrouwbaar zijn in beschrijving, locatie en dieptebeoordeling is ervoor gekozen om bij de interpolatie van de diepteligging van de Eenheden alleen het aanvullend sondeer- en booronderzoek te

gebruiken omdat deze het meest betrouwbaar worden geacht. Bij het bepalen van de verspreidingsgrenzen en dus het voorkomen van een eenheid zijn wel alle gegevensbronnen meegenomen (zie ook Figuur 4.7).

5.2 Profielen

Bijlage B bevat drie profielen van de ondergrond van de Nieuwe Waterweg door het 3-dimensionale lagenmodel model. Het eerste profiel loopt 100 meter ten noorden van de rivieras, het tweede profiel over de rivieras en het derde profiel 100 m ten zuiden van de rivieras. De interpretatie van de boringen en sonderingen binnen 50 m van een profiellijn zijn op de profiellijn geprojecteerd en weergegeven.

In de diepste delen van de Nieuwe Waterweg worden de complexe delta-afzettingen van Eenheid II aangesneden en vormen het oppervlak van de waterbodem. Dit is bijvoorbeeld het geval tussen kilometer 1019 en 1021. In de overige delen zullen de afzettingen zich binnen enkele meters onder het wateroppervlak bevinden. Slechts in het Noordelijke profiel rond kilometer 1011 lijkt de top van Eenheid II zich binnen de voorgenomen NGD van 16.3m –NAP te bevinden (Bijlage B1).

5.3 Lagen

Bijlage C bevat de diepteligging van de eenheden in het geologische model. De dikte van Eenheid III is op enkele trajecten dunner dan 0,5 m (Bijlage C1). Hier ligt Eenheid II bijna aan het oppervlak van de waterbodem. Dit is het geval bij de Maeslantkering (km1026), het traject rond km1019 en km1020 en rond km1015.

De basis van Eenheid III en (dus de top van Eenheid II) komt alleen lokaal binnen het bereik van de voorgenomen NGD van 16.3m –NAP (Bijlage C2, C3). Dit gebeurt rond km1012. Ook rond km1014 tot km1015 en km1026 bevindt de basis zich ondieper dan 17m –NAP.

De basis van Eenheid II bevindt zich overal beneden de 17 m (Bijlage C4). Dit betekent dat de eenheid nergens doorgraven wordt bij een verdieping tot 16.3m –NAP. Hetzelfde geldt voor de top van Eenheid I (Bijlage C5)

6 Erosiegevoeligheid

Bij uitdieping van de Nieuwe Waterweg kunnen de volgende scenario's ontstaan:

1. Eenheid III wordt deels afgegraven maar blijft het oppervlak van de waterbodem vormen.
2. Eenheid III wordt doorgraven en Eenheid II komt aan het oppervlak.
3. Eenheid III en de top van Eenheid II worden doorgraven en Eenheid II komt aan het oppervlak.
4. Eenheid III en Eenheid II worden doorgraven en Eenheid I komt aan het oppervlak.

Op basis van het onderzoek wordt duidelijk dat scenario's 1, 2 en 3 kunnen voorkomen na het verdiepen van de Nieuwe Waterweg. Scenario 4 zal nergens voorkomen. In de meeste gevallen en zeker in de westelijke helft van de Nieuwe Waterweg zal scenario 1 voorkomen. Scenario's 2 en 3 komen plaatselijk voor in de oostelijke helft. Bij scenario 1 verandert er hoegenaamd niets aan de grootschalige samenstelling van de bodem, aangezien Eenheid III nu ook al de bodem vormt. De eenheid bestaat vooral uit matig fijn zand (mediane korrelgrootte circa 175 µm) met klei-inschakelingen. De zanden zijn vrij goed erodeerbaar, de klei-inschakelingen zullen de erodeerbaarheid verkleinen. Bij scenario 1 verandert de erodeerbaarheid van de bodem dus niet, tenzij er lokaal een overwegend fijnzandig en kleiarm deel van de eenheid wordt aangesneden. Op basis van het huidige onderzoek kan niet aangegeven worden waar dit lokaal zou kunnen gebeuren. Wat wel verandert is de dikte van de eenheid. In veel gevallen zal bij relatief geringe erosie Eenheid II aan het oppervlak komen te liggen. Deze situatie komt overeen met scenario's 2 en 3 die hieronder beschreven worden.

In de enkele gevallen dat scenario's 2 of 3 voorkomen, bestaat de bodem uit Eenheid II, lokaal komen in deze eenheid zandige rivierduinen voor (Eenheid IIb). Op basis van het onderzoek kan worden aangenomen dat deze in het gebied een zeer beperkte omvang hebben en vrijwel nergens de top van Eenheid II vormen. De kans dat de bodem zal bestaan uit relatief gemakkelijk erodeerbaar rivierduinzand is dan ook erg klein. Mocht deze situatie zich toch voordoen, dan kunnen lokaal erosiekuilen ontstaan. In alle overige gevallen zal bij scenario's 2 en 3 de bodem dus bestaan uit een complex van de Laag van Wijchen, de Basisveen Laag en zoetwatergetijdeklei. Deze afzettingen hebben een vrij grote resistentie tegen eroderen (Sloff e.a. 2012). Om die reden brengen scenario's 2 en 3 nauwelijks een verhoogd risico op bodeminstabiliteit met zich mee.

7 Conclusies / Aanbevelingen

Er is een ondergrondmodel voor de Nieuwe Waterweg opgesteld, dat drie karteerbare eenheden onderscheidt. Eenheid I komt voor beneden 18 m –NAP en bestaat overwegend uit matig fijn tot grof zand. Deze wordt bedekt door Eenheid II die hoofdzakelijk bestaat uit een complex van overwegend stevige kleien en veen met lokaal zandige rivierduinafzettingen. De eenheid is gemiddeld 1,5 m dik. In het oosten ligt de top gemiddeld op 18 m –NAP, in het westen op 19 m –NAP. Lokaal ligt de top in de oostelijke helft boven de 17 m –NAP. Eenheid II is in delen van de Nieuwe Waterweg afwezig (Figuur 4.7) De bovenste Eenheid III bestaat uit een afwisseling van fijn zand en kleilagen. Deze eenheid vormt de bodem van de huidige Nieuwe Waterweg en varieert in dikte tussen 0 en 3 m boven eenheid II.

Na de verdieping krijgt de Nieuwe Waterweg een Nautisch Gegarandeerde Diepte van 16,3 m- NAP. Met die diepte blijft de bodem vrijwel overal uit hetzelfde materiaal als in de huidige situatie bestaan en in die zin verandert er dus hoegenaamd niets aan de erodeerbaarheid van de bodem. Bij een grotere verdieping zouden er wel veranderingen zijn, en het opgeleverde ondergrondmodel staat toe ook die te inventariseren.

In de oostelijke helft van de Nieuwe Waterweg zal de verdiepte bodem echter lokaal uit Eenheid II gaan bestaan, of zullen de werkzaamheden een dermate dunne laag van Eenheid III overlaten dat dit al bij geringe erosie het geval wordt. Eenheid II is echter een vrij resistente laag tegen erosie en zou in deze situatie dus nauwelijks problemen opleveren met betrekking tot de erodeerbaarheid. Aangezien binnen Eenheid II lokaal ook zandige rivierduinen voorkomen, is er een kleine kans dat deze afzettingen de nieuwe bodem gaan vormen. Op die locaties kunnen dan als gecombineerd gevolg van verdieping en plaatselijke gevoeligheid van de ondergrond, ontgrondingskuilen ontstaan.

In de praktijk wordt een geul regelmatig dieper aangelegd en onderhouden dan de NGD om een veiligheidsmarge in te bouwen en niet zeer frequent te hoeven baggeren. Voor de oostelijke helft betekent dit dat de kans dat Eenheid II de bodem gaat vormen een stuk groter wordt als de geul bijvoorbeeld tot 17,5 m –NAP aangelegd wordt (zie Figuur 4.10). Dit hoeft geen probleem te zijn, al neemt de kans dat rivierduinafzettingen plaatselijk de bodem gaan vormen dan ook toe.

Indien men besluit te verdiepen tot bijvoorbeeld 17,5 m –NAP moet wel rekening gehouden worden met het feit dat stugger materiaal verwijderd zal moeten worden. Vanuit die optiek is het ook af te raden de geul dieper aan te leggen dan Eenheid II, aangezien Eenheid I daar onder bestaat uit relatief erosiegevoelig materiaal. De hoogst aangetroffen top van Eenheid I ligt in de Nieuwe Waterweg rond de 18 m –NAP. Lokaal kan de top van Eenheid I nog wel iets hoger liggen, zeker in de oostelijke helft. Aanbevolen wordt daarom om de vaargeul, en dan met name in de oostelijke helft, niet te diep aan te leggen en liefst ondieper dan 17,5 m –NAP. Mocht dit niet mogelijk zijn, dan moet rekening gehouden worden met het feit dat lokaal Eenheid I dan de bodem kan gaan vormen en er meer erosiekuilen kunnen ontstaan.

Bij het verdiepen is het van belang om te weten welk materiaal wordt verwijderd. Daarom is per boring aangegeven waar het materiaal van de top uit bestaat. De samenstelling van dit materiaal is vaak afhankelijk van ophogingen of vastleggingen van de bodem door menselijk ingrijpen. Om die reden zijn de exacte locaties en verbreidingen hiervan moeilijk te karteren. Een mogelijkheid om bijvoorbeeld de verbreiding van bijvoorbeeld grindbestortingen te bepalen is het verzamelen van informatie over verricht onderhoudswerk.

8 Literatuur

Busschers, F.S., 2008. Unravelling the Rhine. Response of a fluvial system to climate change, sea-level oscillation and glaciation. Thesis Vrije Universiteit, Amsterdam.

Hijma, M.P., Cohen, K.M., Hoffmann, G., van der Spek, A.J.F. & 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, 13-53.

Hijma, M.P., A.J.F. Van der Spek, & S. Van Heteren, 2010. Development of a mid-Holocene estuarine basin, Rhine–Meuse mouth area, offshore the Netherlands. *Mar. Geol.*, 271, 198–211.

Hijma, M.P. & K.M. Cohen, 2011. Holocene transgression of the Rhine river mouth area, The Netherlands / Southern North Sea: palaeogeography and sequence stratigraphy. *Sedimentology*, 58, p. 1453 – 1485.

Huismans, Y., Wiersma, A.P., Blinde, J., Van Kesteren, W., Mosselman, E., 2013. Erosie door het verwijderen van boomstammen uit de Merwedens. Deltares rapport 1206826-000

Kreischer, 2014. Verdieping Nieuwe Waterweg, rapportage veldwerk en laboratoriumonderzoek. Gemeentewerken Rotterdam, MVJ14118-1

J.H.M. Peeters, D.C. Brinkhuizen, K.M. Cohen, L.I. Kooistra, L. Kubiak-Martens, J.M. Moree, M.J.L.Th. Niekus, D.E.A. Schiltmans, A. Verbaas, F. Verbruggen, P.C. Vos en J.T. Zeiler. Hoofdstuk 7, Synthese. Twintig meter diep! Mesolithische bewoning in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam. *Landschapsontwikkeling en bewoning in het Vroeg Holoceen*. BOORrapporten 523, p289-321

Sloff, K., Van Spijk, A., Stouhamer, E., Sieben, A. 2013. Understanding and managing the morphology of branches incising into sand-clay deposits in the Dutch Rhine Delta, *International Journal of Sediment Research*, Volume 28, 127-138, [http://dx.doi.org/10.1016/S1001-6279\(13\)60025-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1001-6279(13)60025-6)

Vos, P.C. & K.M. Cohen, 2014. Hoofdstuk 3. Landschapsgenese en Paleogeografie. In: Moree, J.M. & M.M. Sier (eds.). *Twintig meter diep! Mesolithische bewoning in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam*. *Landschapsontwikkeling en bewoning in het Vroeg Holoceen*. BOORrapporten 523, pp. 59-145.

Van der Werf, J.J., Van der Mark, C.F., Van Kessel, T., Huismans, Y., 2014. Effect verdieping Nieuwe Waterweg tot 16.3 m NAP op vaargeulonderhoud. Verkenning. Deltares-rapport 1210587-001.

Cornelis van Tol, 1757. Nieuwe kaart van 't begin der Maas tot voorbij den Briel en Maassluis tot Vlaardinge de diepte in Rijnlandsche voeten gemeen laag water. <http://bc.library.uu.nl/nl/node/677>.

A Boorstaten

Niet opgenomen in deze bijlage.

B Profielen

Bijlage B1: West - Oost profiel 100 m ten noorden van rivieras Nieuwe Waterweg

Boringen en sonderingen binnen een straal van 50 meter zijn geprojecteerd op de rivieras.

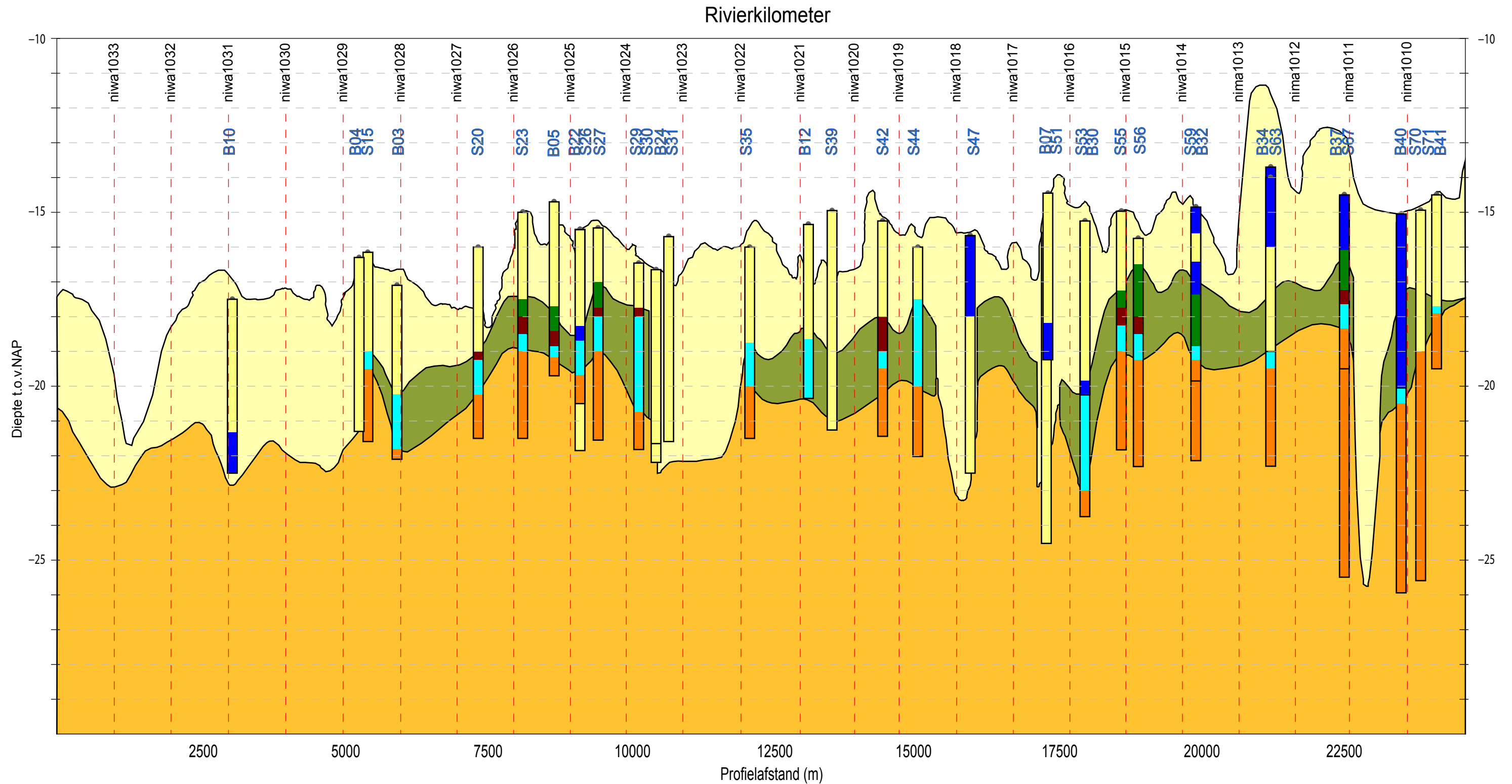
Boringen / sonderingen

Eenheden

- Fijn tot matig grof zand
- Klei met zandlaagjes
- Organische klei
- Veen
- Zandige stugge klei
- Matig grof tot zeer grof zand

- Eenheid III: Getijdeafzettingen (zand/klei afwisseling)
 Eenheid II: Klei / leem / veen
 Eenheid I: Pleistoceen zand

Deltares
Enabling Delta Life



Bijlage B2: West - Oost profiel rivieras Nieuwe Waterweg

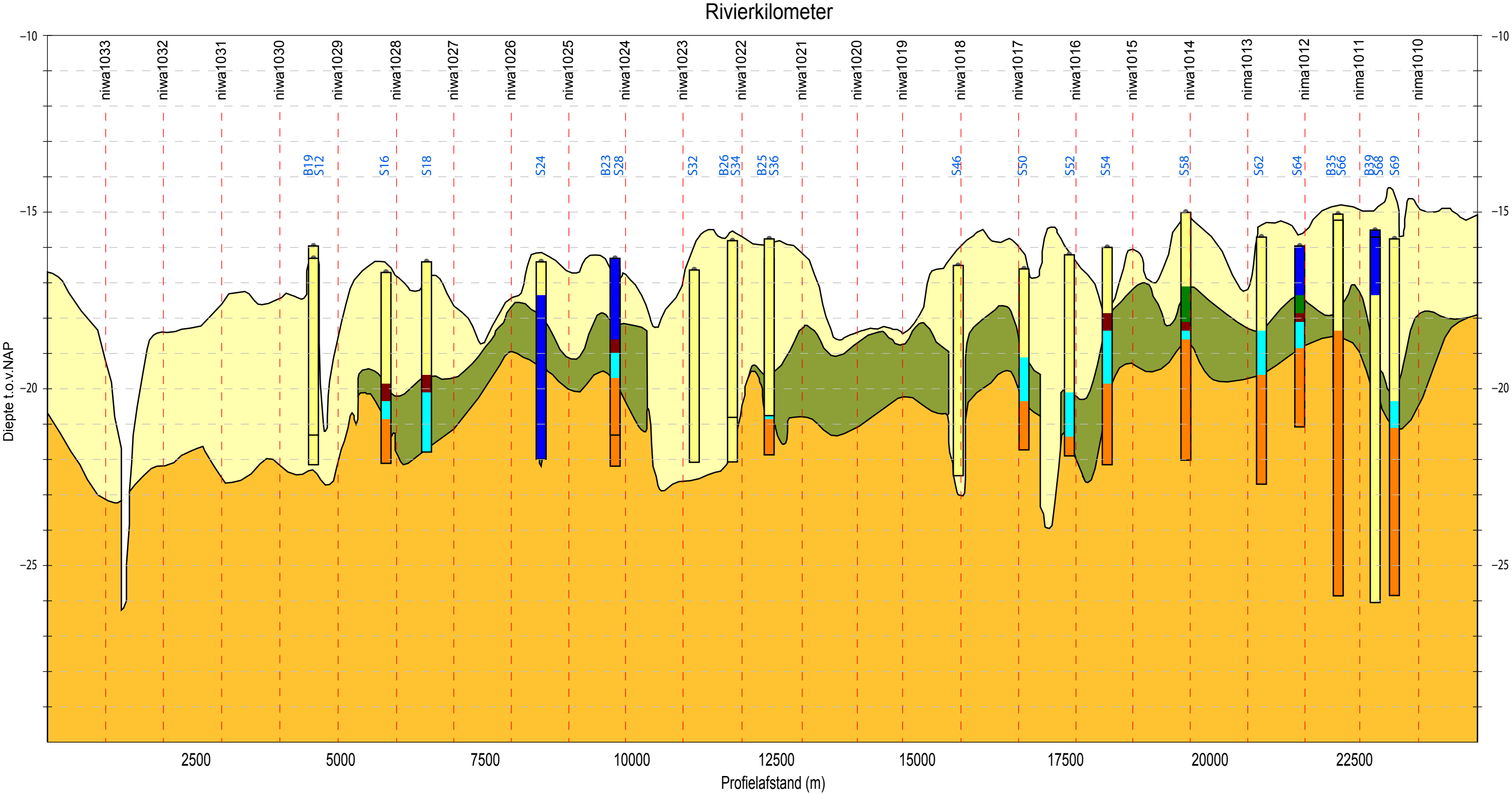
Boringen en sonderingen binnen een straal van 50 meter zijn geprojecteerd op de rivieras.

Boringen / sonderingen

- Fijn tot matig grof zand
- Klei met zandlaagjes
- Organische klei
- Veen
- Zandige stugge klei
- Matig grof tot zeer grof zand

Eenheden

- Eenheid III: Getijdeafzettingen (zand/klei afwisseling)
- Eenheid II: Klei / leem / veen
- Eenheid I: Pleistoceen zand



Bijlage B3: West - Oost profiel 100 m ten zuiden van rivieras Nieuwe Waterweg

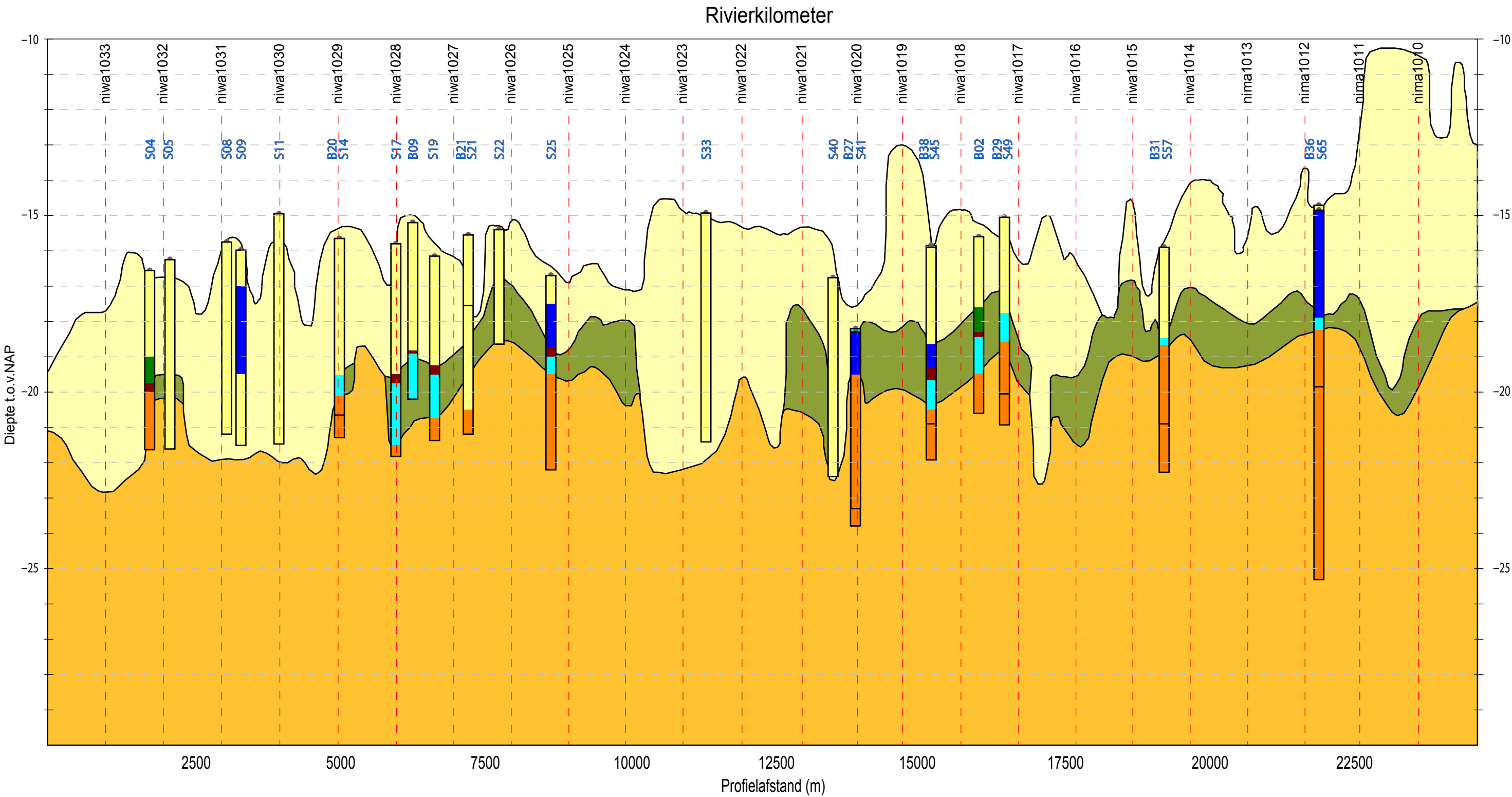
Boringen en sonderingen binnen een straal van 50 meter zijn geprojecteerd op de rivieras.

Boringen / sonderingen

- Fijn tot matig grof zand
- Klei met zandlaagjes
- Organische klei
- Veen
- Zandige stugge klei
- Matig grof tot zeer grof zand

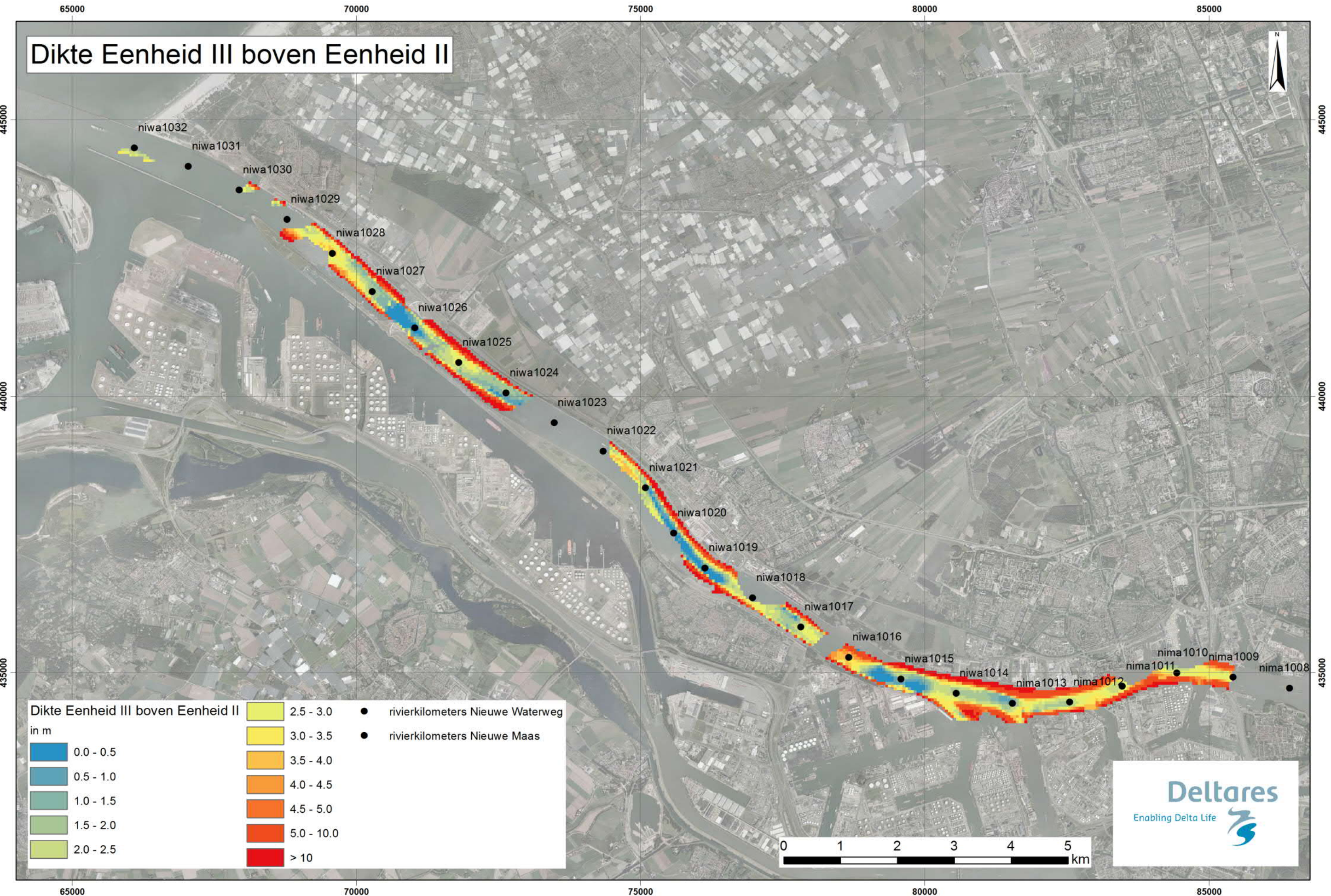
Eenheden

- Eenheid III: Getijdeafzettingen (zand/klei afwisseling)
- Eenheid II: Klei / leem / veen
- Eenheid I: Pleistoceen zand

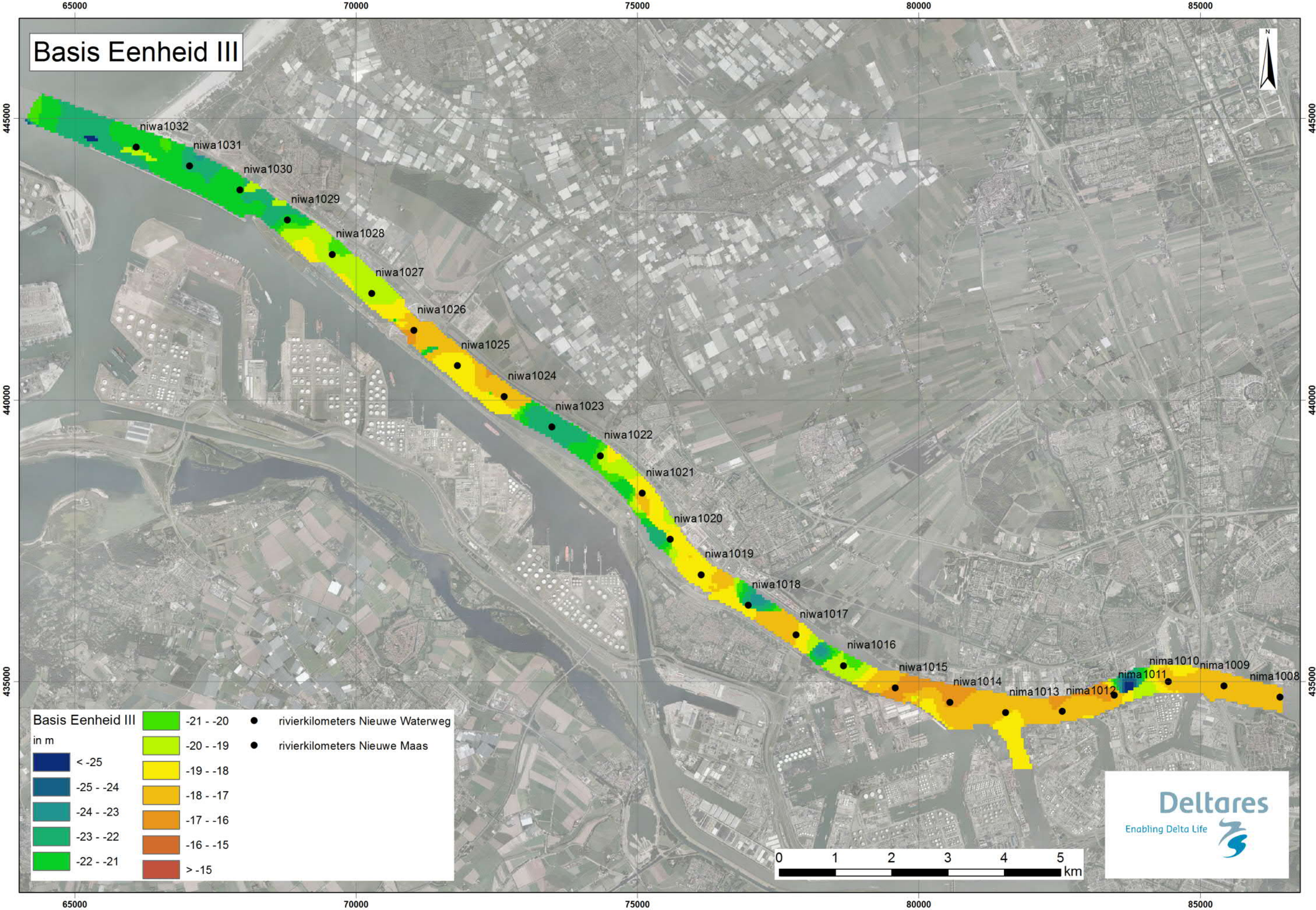


C Lagen (diepte / diktegrids)

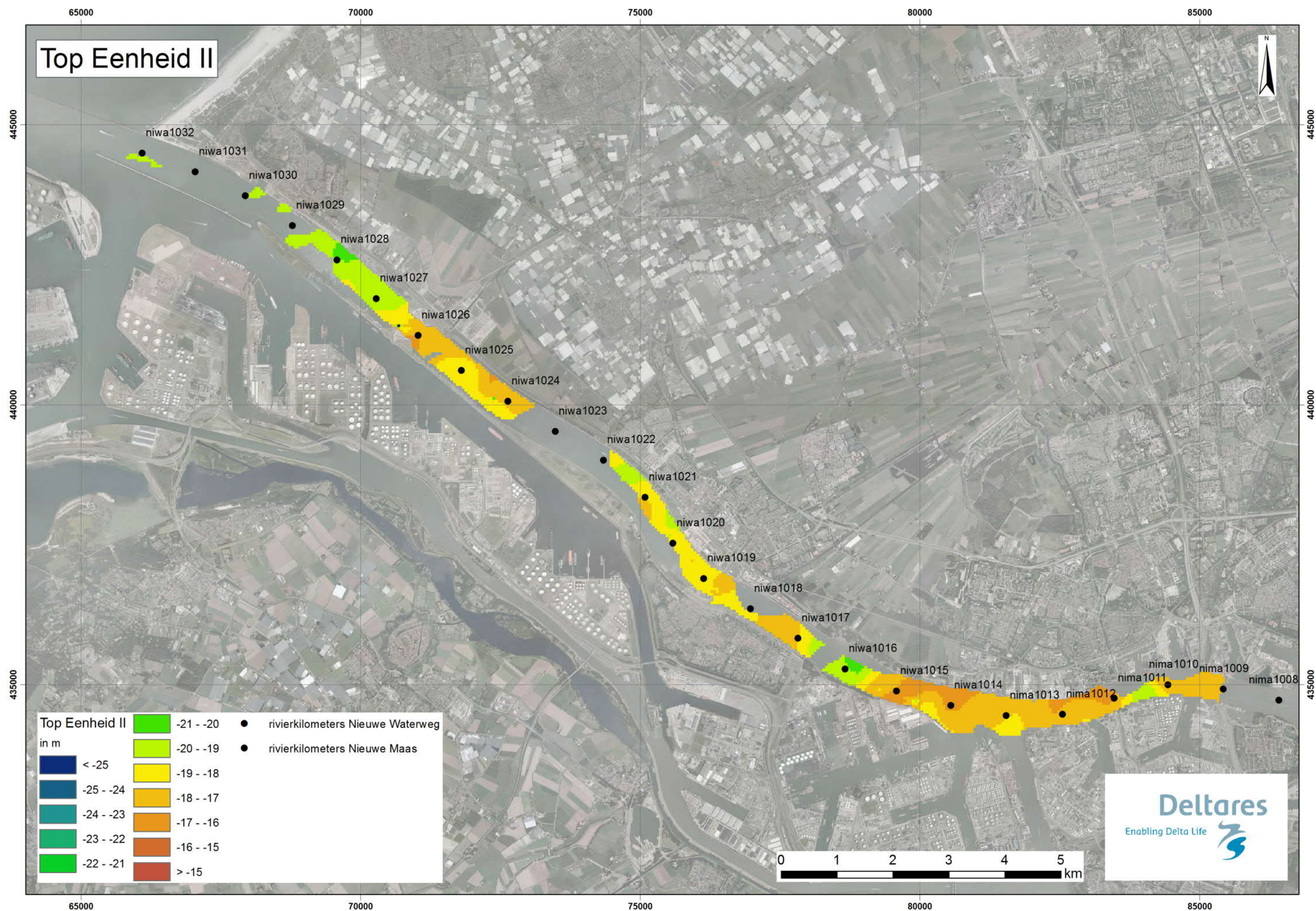
Bijlage C1: Dikte Eenheid III boven Eenheid II



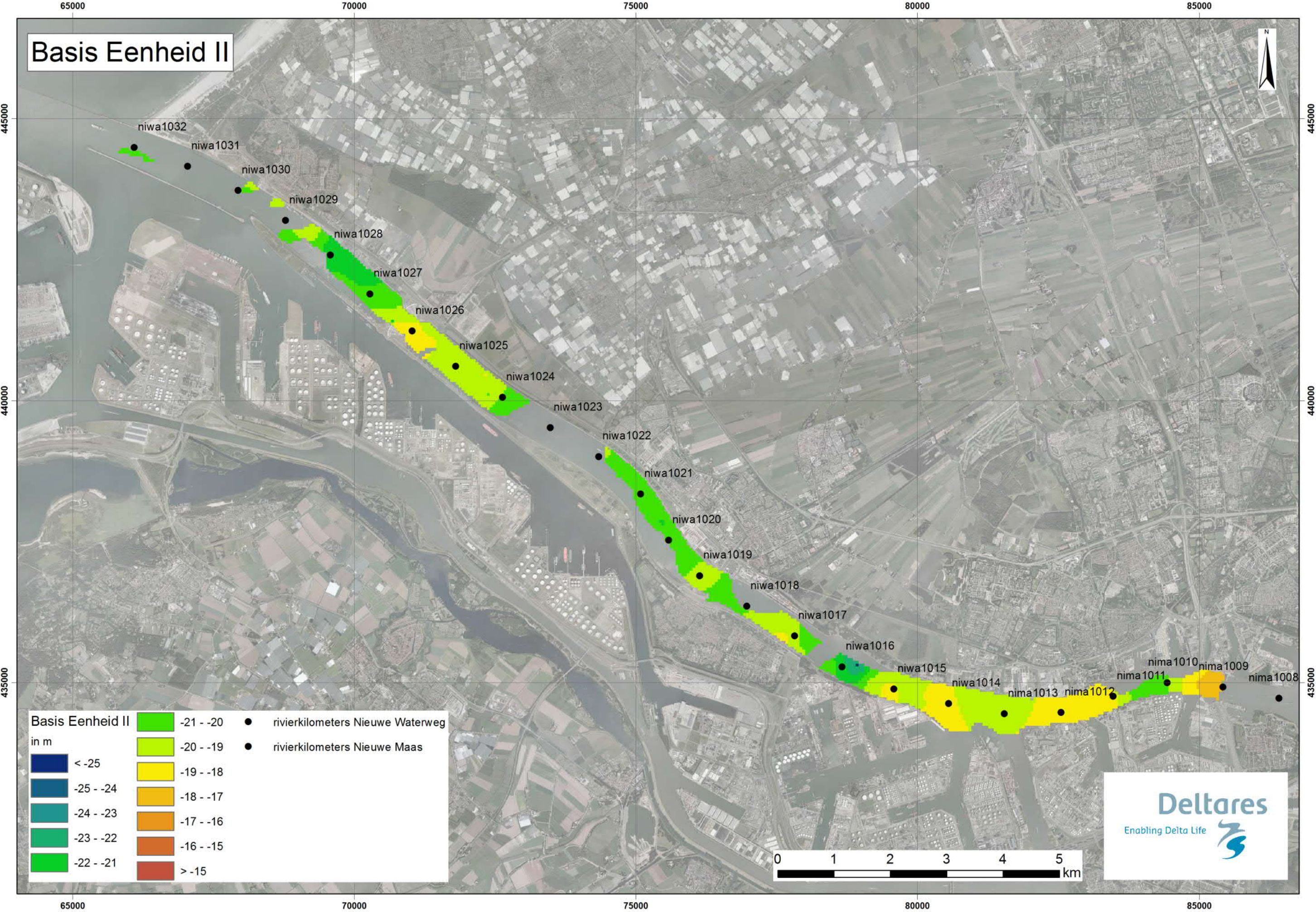
Bijlage C2: Diepte van de basis van Eenheid III



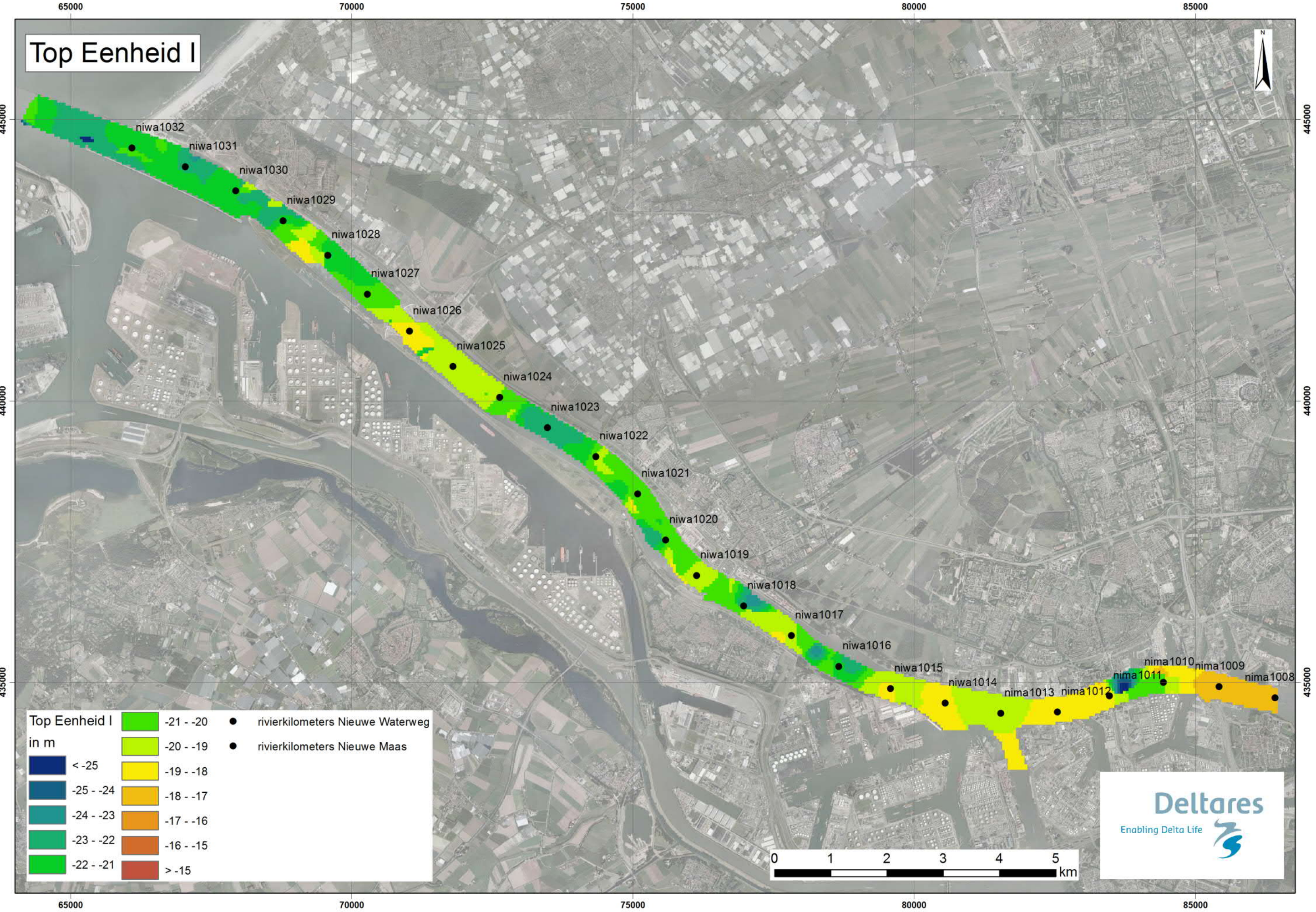
Bijlage C3: Diepte van de top van Eenheid II



Bijlage C4: Diepte van de basis van Eenheid II



Bijlage C5: Diepte van de top van Eenheid I



BIJLAGE 2: BOORBESCHRIJVINGEN

boring: 590-2

Beschrijver: DS, *datum:* 21-1-2015, *X:* 77.315,94, *Y:* 436.039,10, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37D, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR, *opmerking:* kernen zijn sterk uitgedroogd, beschrijving lastig

1560-1578	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grindig, zeer grof, schelpfragment, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd
1578-1647	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak grindig, enkele kleilagen, matig grof, schelpfragment, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1647-1660	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, enkele kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1660-1686	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, matig grof, schelpengruis, kalkrijk
1686-1700	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, zwak grindig, zeer grof, schelpfragment, kalkrijk
1700-1760	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, zwak grindig, kleibrokken, matig grof, schelpengruis, kalkrijk
1760-1783	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, veel dunne zandlagen, kalkrijk Opmerking: Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer?
1783-1791	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, enkele zandlagen, kalkrijk Opmerking: Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer?
1791-1833	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, enkele humuslagen, kalkrijk Opmerking: Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer?
1833-1843	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, enkele humuslagen, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Echteld
1843-1847	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruin, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: veen, sterk kleilig, veen (niet gedifferentieerd), compact (alleen zand en veen), kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag
1847-1856	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, humusvlekken, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1856-1872	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, spoor plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1872-1923	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, humusvlekken, spoor plantenresten, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1923-1929	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtgrijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, humusvlekken, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1929-1933	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1933-1960	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> niet benoemd Opmerking: lijken rivierduinafzettingen, kalkloos, vanaf 1956 kalkrijk
1960-2016	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig fijn, spoor hout, kalkarm, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen
2016-2033	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, sterk siltig, matig fijn, kalkrijk, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen
2033-2060	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak grindig, matig fijn, spoor hout, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye

boring: 590-5

Beschrijver: DS, datum: 21-1-2015, X: 71.675,41, Y: 440.898,21, precisie locatie: 1 dm, coördinaatsysteem: Rijksdriehoeksmeting, kaartblad: 37B, hoogte: 0,00, precisie hoogte: 1 dm, referentievlak: Normaal Amsterdams Peil, methode hoogtebepaling: GPS, boortype: GW Akkerman 10 cm, doel boring: bodemkunde, landgebruik: water, vondstzichtbaarheid: geen, provincie: Zuid-Holland, gemeente: Rotterdam, plaatsnaam: Rotterdam, opdrachtgever: Havenbedrijf Rotterdam, uitvoerder: BOOR

1470-1559	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, zeer grof, schelp compleet marien, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd Opmerking: ook met kleibrokken
1559-1629	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zeer grof, schelp compleet marien, kalkrijk
1629-1657	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en zandlagen, matig grof, schelp compleet marien, kalkrijk
1657-1670	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zeer grof, schelp compleet marien, kalkrijk
1670-1720	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, schelpfragment marien, spoor hout, kalkrijk
1720-1771	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, schelpfragment marien, spoor hout, kalkrijk Opmerking: met veel kleibrokken
1771-1808	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, veel dunne siltlagen, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Echteld
1808-1829	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: interpretatie: niet benoemd Opmerking: geen monster
1829-1852	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, veel dunne siltlagen, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Echteld
1852-1866	Algemeen: kleur: donkerbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, veel dunne humuslagen, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Echteld
1866-1874	Algemeen: kleur: donkerbruin, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: veen, zwak kleilig, veen (niet gedifferentieerd), compact (alleen zand en veen), kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag
1874-1887	Algemeen: kleur: donkerbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1887-1897	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, weinig plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1897-1903	Algemeen: kleur: grijsbruin, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1903-1911	Algemeen: kleur: donkergrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, spoor plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1911-1920	Algemeen: kleur: donkergrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, sterk zandig, sterk humeus, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen Opmerking: M14, met zand bijmenging
1920-1933	Algemeen: kleur: donkerbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, matig siltig, sterk humeus, humusvlekken, matig grof, kalkloos, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M15
1933-1954	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, humusvlekken, matig grof, spoor plantenresten, kalkloos, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M16
1954-1970	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, humusvlekken, matig grof, kalkloos, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M17

boring: 590-8

Beschrijver: DS, datum: 21-1-2015, X: 71.196,18, Y: 441.298,50, precisie locatie: 1 dm, coördinaatsysteem: Rijksdriehoeksmeting, kaartblad: 37B, hoogte: 0,00, precisie hoogte: 1 dm, referentievlak: Normaal Amsterdams Peil, methode hoogtebepaling: GPS, boortype: GW Akkerman 10 cm, doel boring: bodemkunde, landgebruik: water, vondstzichtbaarheid: geen, provincie: Zuid-Holland, gemeente: Rotterdam, plaatsnaam: Rotterdam, opdrachtgever: Havenbedrijf Rotterdam, uitvoerder: BOOR

1535-1677	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grindig, zeer grof, schelp compleet marien, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd
1677-1754	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak grindig, enkele zandlagen, matig grof, schelpfragment marien, kalkrijk
1754-1770	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele kleilagen, matig fijn, kalkrijk
1770-1780	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, veel dunne humuslagen, spoor plantenresten, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Echteld
1780-1799	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: interpretatie: niet benoemd Opmerking: geen monster
1799-1823	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, veel dunne humuslagen, spoor plantenresten, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Echteld
1823-1830	Algemeen: kleur: donkergrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, veel dunne humuslagen, spoor plantenresten, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Echteld
1830-1840	Algemeen: kleur: donkerbruin, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: veen, zwak kleilig, veen (niet gedifferentieerd), compact (alleen zand en veen), weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag
1840-1844	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1844-1851	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1851-1871	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: interpretatie: niet benoemd Opmerking: geen monster
1871-1880	Algemeen: kleur: grijs, aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1880-1890	Algemeen: kleur: donkergrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, sterk zandig, matig humeus, spoor plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen Opmerking: M10, met zandbijmenging
1890-1902	Algemeen: kleur: donkerbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, matig siltig, matig humeus, matig grof, kalkloos, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M11
1902-1964	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, matig grof, spoor plantenresten, kalkloos, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M12
1964-1984	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: abrupt (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele zandlagen, matig grof, spoor plantenresten, kalkloos, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M13
1984-1990	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: abrupt (<0,3 cm), aard ondergrens: abrupt (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, kalkrijk, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: vermoedelijk geroerd door boommethode
1990-2035	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: abrupt (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, spoor plantenresten, kalkrijk, interpretatie: rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: of al richting Formatie van Kreftenheye?

boring: 590-25

Beschrijver: DS, *datum:* 21-1-2015, *X:* 74.697,75, *Y:* 438.703,71, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37B, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1540-1571	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtgeelgrijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd
1571-1614	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne kleilagen, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1614-1677	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, matig fijn, schelpengruis, spoor plantenresten, kalkrijk
1677-1689	Algemeen: <i>kleur:</i> geelgrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1689-1757	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detrituslagen, matig fijn, schelpengruis, spoor hout, kalkrijk Opmerking: met ook kleibrokken
1757-1783	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1783-1804	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detrituslagen, matig fijn, kalkrijk
1804-1940	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, zeer fijn, schelpengruis, kalkrijk
1940-1980	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, kleibrokken, matig fijn, kalkrijk
1980-2024	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: met veel kleibrokken
2024-2040	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grindig, kleibrokken, matig fijn, schelpfragment, kalkrijk Opmerking: met veel kleibrokken

boring: 590-36

Beschrijver: DS, *datum:* 21-1-2015, *X:* 82.820,16, *Y:* 434.417,29, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR, *opmerking:* kernen zijn sterk uitgedroogd, beschrijving lastig

1485-1503	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, zeer fijn, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd
1503-1521	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, kalkrijk
1521-1535	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1535-1581	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, kalkrijk
1581-1627	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, kleibrokken, matig fijn, weinig hout, kalkrijk Opmerking: met veel grote kleibrokken
1627-1630	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig plantenresten, kalkloos
1630-1655	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne humuslagen, weinig plantenresten, kalkloos
1655-1685	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> niet benoemd Opmerking: geen monster
1685-1699	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, enkele humuslagen, kalkrijk
1699-1752	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, zwak humeus, zand- en kleibrokken, kalkrijk Opmerking: M5, vreemde laag
1752-1798	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, kalkrijk
1798-1805	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1805-1812	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig zandig, sterk humeus, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen Opmerking: M6
1812-1831	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruin, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, sterk siltig, sterk humeus, matig grof, kalkloos, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M7
1831-1865	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, matig siltig, zwak humeus, matig grof, kalkloos, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M8
1865-1885	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkloos, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M9
1885-1907	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig fijn, kalkrijk, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen
1907-1960	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grindig, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye
1960-1974	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig fijn, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye
1974-1985	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak grindig, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye

boring: 590-37

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 83.370,03, *Y:* 434.796,98, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR, *opmerking:* kernen zijn sterk uitgedroogd, beschrijving lastig

1450-1570	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> niet benoemd Opmerking: te veel uitgedroogd
1570-1650	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> niet benoemd Opmerking: geen monster
1650-1750	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> niet benoemd Opmerking: te veel uitgedroogd
1750-1766	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, enkele kleilagen, weinig plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag Bodemkundig: volledig gereduceerd
1766-1772	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1772-1781	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1781-1792	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig riet, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1792-1805	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, spoor plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1805-1815	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, spoor plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen Opmerking: M1, deels verstoord door boormethode
1815-1821	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, sterk humeus, matig grof, kalkloos, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M2
1821-1835	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtgrijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, matig grof, kalkloos, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M3
1835-1864	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkloos, <i>interpretatie:</i> rivierduinafzettingen Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen Opmerking: M4
1864-1950	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grindig, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye Opmerking: Formatie van Kreftenheye?

boring: 590-38

Beschrijver: DS, datum: 21-1-2015, X: 76.613,50, Y: 436.471,43, precisie locatie: 1 dm, coördinaatsysteem: Rijksdriehoeksmeting, kaartblad: 37D, hoogte: 0,00, precisie hoogte: 1 dm, referentievlak: Normaal Amsterdams Peil, methode hoogtebepaling: GPS, boortype: GW Akkerman 10 cm, doel boring: bodemkunde, landgebruik: water, vondstzichtbaarheid: geen, provincie: Zuid-Holland, gemeente: Rotterdam, plaatsnaam: Rotterdam, opdrachtgever: Havenbedrijf Rotterdam, uitvoerder: BOOR, opmerking: kernen zijn sterk uitgedroogd, beschrijving lastig

1590-1647	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, interpretatie: verstoord Opmerking: kleilagen zijn humeus
1647-1679	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1679-1703	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: interpretatie: niet benoemd Opmerking: geen monster
1703-1744	Algemeen: kleur: grijs, aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: met veel kleibrokken
1744-1755	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkrijk
1755-1778	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1778-1844	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1844-1865	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1865-1915	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, enkele humus- en zandlagen, schelpfragment, kalkrijk Opmerking: Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer?
1915-1932	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard bovengrens: erosief (<0,3 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, veel dunne humus- en kleilagen, kalkrijk Opmerking: Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer of Formatie van Echteld?
1932-1960	Algemeen: kleur: bruin, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: veen, sterk kleilig, veen (niet gedifferentieerd), compact (alleen zand en veen), kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag Opmerking: wel kalkrijk, ziet er wat verspoeld uit
1960-1966	Algemeen: kleur: bruingrijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, enkele humuslagen, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1966-1968	Algemeen: kleur: lichtbruingrijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, enkele humuslagen, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1968-1990	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: interpretatie: niet benoemd Opmerking: slecht monster, te veel uitgedroogd
1990-2003	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: interpretatie: niet benoemd Opmerking: geen monster
2003-2018	Algemeen: kleur: grijsbruin, aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, spoor plantenresten, kalkloos Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
2018-2024	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm), aard ondergrens: geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, humusvlekken, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
2024-2048	Algemeen: kleur: lichtgeelgrijs, aard bovengrens: geleidelijk (0,3-3 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
2048-2073	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm), aard ondergrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, sterk siltig, matig fijn, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye
2073-2090	Algemeen: kleur: grijs, aard bovengrens: diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak grindig, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: interpretatie: Formatie van Kreftenheye

boring: 590-39

Beschrijver: DS, *datum:* 21-1-2015, *X:* 83.697,91, *Y:* 434.854,99, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1515-1550	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, zeer fijn, schelpengruis, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd Opmerking: kleilagen zijn humeus
1550-1560	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, spoor hout, kalkrijk
1560-1586	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne kleilagen, matig fijn, schelpengruis, spoor hout, kalkrijk Opmerking: met ook enkele detrituslagen, kleilagen zijn humeus
1586-1644	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, spoor hout, kalkrijk
1644-1677	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, schelpengruis, spoor hout, kalkrijk Opmerking: met ook enkele detrituslagen, kleilagen zijn humeus
1677-1727	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en kleilagen, matig fijn, schelpengruis, spoor hout, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1727-1784	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne detrituslagen, matig fijn, schelpengruis, weinig hout, kalkrijk
1784-1792	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, sterk siltig, matig humeus, veel dunne humuslagen, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1792-1889	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, spoor hout, kalkrijk
1889-1905	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, sterk siltig, matig fijn, kalkrijk
1905-1956	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1956-1995	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1995-2015	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, matig siltig, enkele detrituslagen, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk

boring: 590-103

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 78.367,92, *Y:* 432.810,64, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37D, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1270-1453	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, slap, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1453-1496	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtgrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, spoor plantenresten, kalkrijk Opmerking: met ook kleibrokken
1496-1502	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, zandbrokken, kalkrijk Opmerking: vies, lijkt weer slib
1502-1524	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, kalkrijk Opmerking: met grote kleibrokken
1524-1544	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detritus- en kleilagen, matig grof, veel hout, kalkrijk Opmerking: met grote stukken hout
1544-1593	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en kleilagen, matig grof, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: met ook kleibrokken
1593-1615	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en kleilagen, zeer grof, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: met ook kleibrokken en grind
1615-1700	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, schelp compleet marien, kalkrijk Opmerking: met grind
1700-1731	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detritus- en kleilagen, matig grof, schelpfragment, kalkrijk
1731-1752	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, kalkrijk
1752-1770	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detritus- en kleilagen, matig fijn, kalkrijk

boring: 590-107

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 79.350,21, *Y:* 433.966,48, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37D, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1460-1560	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijsbruin Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, slap, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1560-1592	Lithologie: niet benoemd, niet benoemd Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> niet benoemd Opmerking: geen monster
1592-1714	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijsbruin, <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: gevlekt, slib
1714-1721	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig fijn, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord
1721-1755	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, zandbrokken, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: gevlekt, slib
1755-1803	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, zwak humeus, veel dunne zandlagen, kalkrijk
1803-1877	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne kleilagen, matig fijn, schelpengruis, spoor plantenresten, kalkrijk Opmerking: met enkele detrituslagen en grindjes
1877-1960	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, kleibrokken, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: met enkele grindjes

boring: 590-108

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 79.721,06, *Y:* 433.685,11, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37D, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1510-1580	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, zwak siltig, matig humeus, slap, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1580-1674	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1674-1688	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1688-1728	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, veel dunne kleilagen, matig fijn, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: kleilagen zijn humeus
1728-1839	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: gevlekt, lijkt weer slib
1839-1859	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig fijn, kalkrijk
1859-1921	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak grindig, humusvlekken, matig grof, kalkrijk
1921-2010	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grindig, humusvlekken, matig grof, kalkrijk

boring: 590-110

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 80.618,08, *Y:* 433.933,14, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1575-1632	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, slap, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1632-1696	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, enkele zandlagen, slap, spoor hout, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1696-1733	Algemeen: <i>kleur:</i> grijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, zwak humeus, slap, weinig hout, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1733-1825	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruin, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, enkele zandlagen, slap, spoor hout, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1825-1875	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, enkele detritus- en kleilagen, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1875-1886	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkrijk
1886-1924	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, kleibrokken, matig fijn, kalkrijk Opmerking: met humusvlekken
1924-1952	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, schelpfragment, spoor plantenresten, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1952-1958	Algemeen: <i>kleur:</i> blauwgrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, zwak humeus, spoor plantenresten, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye, Laag van Wijchen
1958-1975	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele kleilagen, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye
1975-2000	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye
2000-2015	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, zwak humeus, enkele kleilagen, matig grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye Opmerking: met enkele dikke kleilagen
2015-2075	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, sterk grindig, zeer grof, kalkrijk Litho-stratigrafie: <i>interpretatie:</i> Formatie van Kreftenheye

boring: 590-111

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 80.888,37, *Y:* 434.063,92, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1435-1602	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, zand- en kleibrokken, slap, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1602-1679	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, zwak humeus, enkele zandlagen, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1679-1689	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, sterk humeus, zandbrokken, kalkrijk
1689-1735	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1735-1783	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1783-1802	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, kalkrijk
1802-1935	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, kalkrijk Opmerking: met veel kleibrokken en humusvlekken

boring: 590-112

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 80.685,34, *Y:* 434.132,36, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1560-1594	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord
1594-1625	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord
1625-1670	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord
1670-1706	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, enkele zandlagen, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord
1706-1747	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, spoor hout, kalkrijk
1747-1774	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig fijn, schelpengruis, kalkrijk
1774-1796	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele kleilagen, matig fijn, kalkrijk Opmerking: met ook kleibrokjes
1796-1860	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, spoor plantenresten, kalkrijk Opmerking: met enkele detrituslagen en een baksteenpuntje
1860-1885	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, kalkrijk
1885-1913	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en kleilagen, matig fijn, kalkrijk
1913-1991	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, humusvlekken, matig grof, kalkrijk
1991-2030	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, enkele detritus- en kleilagen, matig grof, schelpengruis, kalkrijk Opmerking: met ook kleibrokken
2030-2060	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, spoor plantenresten, kalkrijk

boring: 590-113

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 80.482,53, *Y:* 434.426,07, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1485-1599	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, spoor hout, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: af en toe ook dikke kleilagen, de klei is humeus
1599-1625	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, uiterst siltig, zandbrokken, spoor hout, kalkrijk
1625-1695	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, matig fijn, spoor hout, kalkrijk Opmerking: af en toe ook dikke kleilagen, de klei is humeus
1695-1801	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, uiterst siltig, enkele zandlagen, spoor hout, kalkrijk Opmerking: met ook enkele zandbrokken
1801-1809	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne kleilagen, zeer fijn, kalkrijk Opmerking: met ook enkele kleibrokken
1809-1827	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detritus- en kleilagen, zeer fijn, kalkrijk
1827-1864	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, humusvlekken, zeer fijn, kalkrijk
1864-1985	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, humusvlekken, zeer fijn, spoor plantenresten, kalkrijk

boring: 590-114

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 80.682,71, *Y:* 433.507,50, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1355-1411	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, kleibrokken, slap, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1411-1585	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> abrupt (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, kleibrokken, slap, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib, gevlekt
1585-1609	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> abrupt (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, uiterst siltig, zand- en kleibrokken, spoor plantenresten, kalkrijk Opmerking: overgang, gevlekt
1609-1633	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig fijn, kalkrijk
1633-1655	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, enkele detritus- en zandlagen, kalkrijk
1655-1681	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, spoor plantenresten, kalkrijk
1681-1694	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, matig humeus, zand- en kleibrokken, kalkrijk
1694-1738	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkrijk
1738-1749	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, kalkrijk Opmerking: met een groot grindje
1749-1759	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, matig grof, kalkrijk
1759-1777	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, kalkrijk
1777-1807	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, kleibrokken, matig grof, spoor plantenresten, kalkrijk
1807-1829	Algemeen: <i>kleur:</i> grijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: zand, zwak siltig, veel dunne detritus- en kleilagen, matig grof, spoor plantenresten, kalkrijk Opmerking: kleilagen zijn humeus
1829-1855	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne zandlagen, spoor plantenresten, kalkrijk

boring: 590-202

Beschrijver: DS, *datum:* 20-1-2015, *X:* 84.857,65, *Y:* 434.803,88, *precisie locatie:* 1 dm, *coördinaatsysteem:* Rijksdriehoeksmeting, *kaartblad:* 37G, *hoogte:* 0,00, *precisie hoogte:* 1 dm, *referentievlak:* Normaal Amsterdams Peil, *methode hoogtebepaling:* GPS, *boortype:* GW Akkerman 10 cm, *doel boring:* bodemkunde, *landgebruik:* water, *vondstzichtbaarheid:* geen, *provincie:* Zuid-Holland, *gemeente:* Rotterdam, *plaatsnaam:* Rotterdam, *opdrachtgever:* Havenbedrijf Rotterdam, *uitvoerder:* BOOR

1335-1463	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijs, <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, slap, schelpfragment, spoor plantenresten, kalkrijk Bodemkundig: volledig gereduceerd, <i>interpretatie:</i> verstoord Opmerking: slib
1463-1547	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, matig siltig, matig humeus, veel dunne humuslagen, weinig hout, kalkrijk Opmerking: met ook af en toe zandlaagjes
1547-1562	Algemeen: <i>kleur:</i> bruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, zwak humeus, veel dunne zandlagen, spoor plantenresten, kalkrijk
1562-1749	Algemeen: <i>kleur:</i> lichtbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> geleidelijk (0,3-3 cm), <i>aard ondergrens:</i> erosief (<0,3 cm) Lithologie: klei, sterk siltig, zwak humeus, enkele humus- en kleilagen, kalkrijk
1749-1765	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruingrijs, <i>aard bovengrens:</i> erosief (<0,3 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig plantenresten, kalkrijk
1765-1780	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruin, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: veen, sterk kleilig, veen (niet gedifferentieerd), compact (alleen zand en veen), weinig plantenresten, kalkrijk
1780-1813	Algemeen: <i>kleur:</i> donkerbruin, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm), <i>aard ondergrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: veen, sterk kleilig, veen (niet gedifferentieerd), compact (alleen zand en veen), weinig plantenresten, kalkloos
1813-1835	Algemeen: <i>kleur:</i> donkergrijsbruin, <i>aard bovengrens:</i> diffuus (3-10 cm) Lithologie: klei, matig siltig, sterk humeus, weinig plantenresten, kalkloos Opmerking: overgang?

Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam (BOOR)

**Ceintuurbaan 213b
3051 KC Rotterdam**