

Geoarcheologisch prospectief onderzoek naar rivierduin voorkomens in de ondergrond van de locatie Vergulde Hand West (gemeente Vlaardingen)

Peter Vos - Geologie en Paleolandschap

Rapportnummer: PVGP 2025 -01

Datum 04-09-2025

Met medewerking van:

Jenny Hettelaar

Ronald Harting

Nikki Trabucho

Erwin van Wingerden

Allen werkzaam bij de Geologische Dienst Nederland, TNO

Samenvatting

In het kader van de geplande bouwactiviteiten op het terrein van de Vergulde Hand West in Vlaardingen zullen heipalen geslagen worden tot in de diepere Pleistocene ondergrond.

Deze heipalen kunnen het eventueel aanwezige archeologisch erfgoed schade toebrengen.

De vraag, die aan dit onderzoek gesteld werd, is of er in de diepere ondergrond donken (rivierzand duinen) voorkomen die door de heipalen verstoord worden.

Deze vraag wordt beantwoord op basis van bestaande sondeergegevens uit de Basis Registratie Ondergrond (BRO) en sonderingen die in het kader van de bouwwerkzaamheden gemaakt zijn (Afbeelding 1). Boorgegevens ontbraken voor het VHW terrein.

Op basis van de uitkomsten van de interpretaties van de sondeergrafieken is de top van het Pleistocene donk-/rivierzand oppervlak gekarteerd. De top van het zandoppervlak ligt tussen de ca. 17,5 en 21 m -NAP (Afbeeldingen 2 en 3). Het betreft een zacht golfend zandoppervlak met een reliëf van ca. 2,5 m. Hoge donken kwamen in de ondergrond van het terrein niet voor. Het is aan het bevoegd gezag te bepalen of voor deze kleine rivierduintjes, met een relatief lagere archeologische trefkans, archeologisch vervolgonderzoek nodig is, bijvoorbeeld in de vorm van boringen.

1 Introductie

Op het terrein van de Vergulde Hand West (VHW) zal een afvalwaterzuivering installatie worden gebouwd. Bij de aanleg van de installatie zullen heipalen tot in de Pleistocene rivierzand ondergrond (Formatie van Kreftenheye) worden geslagen. In de top van de Pleistocene ondergrond kunnen eolische zandduinen voorkomen. Deze duinen worden ook wel "donken" genoemd. In de geologische lithostratigrafie worden deze afzettingen gerekend tot het Laagpakket van Delwijnen. Met name in de top van de donkafzettingen kunnen archeologische waardevolle resten voorkomen; dit omdat verdrinkende kustdelta van de Maasmond de rivierduinen lange tijd droog hebben gelegen en in de steentijd een goede vestigingsplaats was voor de mens.

Op de cultuurhistorische kaart van de provincie Zuid Holland wordt het terrein van de VHW om de mogelijke aanwezigheid van rivierduinen aangegeven als een gebied met een hoge archeologische verwachting. Het potentieel aanwezige archeologische erfgoed kan door de geslagen heipalen verstoord / beschadigd raken.

In het plangebied van de afvalwaterzuivering (Afbeelding 1) ligt de top van het Pleistocene oppervlak veelal tussen de 21 en 19 m -NAP. Het reliëf van de potentieel aanwezige duintjes op het Pleistocene oppervlak kan enkele meters bedragen.

De diepteligging van het Pleistocene oppervlak, inclusief die van de duintjes, kan bepaald worden aan de hand van bestaande geologische puntgegevens (boorgegevens en sonderingen). Deze gegevens zijn aanwezig in de geologische database DINO van TNO, de Basis Registratie Nederlandse Ondergrond (BRO) en in de geotechnische database van het bouwproject.

Doel van het prospectief geoarcheologisch onderzoek in het plangebied van de VHW is om - op basis van de aanwezig geologisch basisgegevens - de aanwezigheid van archeologisch relevante donken te op te sporen.

Hiertoe worden eerst alle beschikbare basisgegevens in het plangebied geïnventariseerd, verzameld in de project directory en de geologische puntgegevens voor het overzicht de op kaart gezet.

Vervolgens wordt aan de hand van de geologische basisgegevens de top Van het Pleistocene rivierzand (Formatie van Kreftenheye) en die van de top van het rivierduinzand (Laagpakket van Delwijnen) bepaald. De bepaalde Z- waarden worden per datapunt in een Excel tabel bijeengebracht. Uit deze hoogtewaarden tabel wordt een top zandkaart gegenereerd en daarin worden de aanwezige donkzanden specifiek aangegeven. Voor het geologisch overzicht van de laagopbouw in de ondergrond worden twee geologische profielen samengesteld; een noord-zuid en een oost-west profiel.

In dit begeleidende rapport wordt eerst de beschikbare data en werkwijze besproken. Vervolgens worden de resultaten van het karterend onderzoek behandeld. Het rapport wordt afgesloten met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor eventueel archeologisch vervolgonderzoek.

2 Uitvoering van het project

Het geoarcheologisch prospectief onderzoekproject naar rivierduin voorkomens in de ondergrond van de VHW-locatie Vergulde Hand West is een samenwerkingsproject tussen PeterVos - Geologie & Paleolandschap en de Geologische Dienst Nederland – TNO in Utrecht. Het project wordt inhoudelijk geleid en uitgevoerd worden door Peter Vos. Hij heeft de geologische kaart en profielen samenstellen. Bij deze werkzaamheden wordt hij ondersteund door de GIS en Geo-IT medewerkers Jenny Hettelaar en Erwin van Wingerden van TNO. De vormgeving van de definitieve kaarten opmaak en profielen waren in handen van Jenny Hettelaar, Ronald Harting en Nikki Trabuco (eveneens van TNO).

3 Data en werkwijze

Het project startte eind juni met het verzamelen van de geologische basisgegevens. Dit bleken alleen sonderingen te zijn. De boringen uit de geologische database DINO van TNO binnen het plangebied lagen tussen de 4,5 en 8 m -NAP en waren daarmee niet diep genoeg voor de reconstructie van het Pleistocene oppervlak. Slechts één boring (B37G2396) haalde een diepte van 16,35 m -NAP maar ook die haalde het Pleistocene zand niet en bleef steken in de Wormer getijdenafzettingen.

Het grootste aandeel van de sondeergegevens in het plangebied bestond uit sonderingen van de firma Geosonda uit Alphen aan de Rijn. Deze sonderingen zijn verkregen via de gemeente Vlaardingen. Het betrof in totaal 78 GEF bestanden (Tabel 2) waarmee de sondeergrafieken digitaal op het computerscherm kon worden afgebeeld. Naast de Geosonda sonderingen waren er in het plangebied 13 sonderingen (GEF formaat) uit de Basis Registratie Ondergrond (BRO) beschikbaar (Tabel 3). De sonderingen uit de DINO database bestonden vooral uit analoge sondeergrafieken maar deze vielen allemaal buiten het plangebied.

De top van het Pleistocene zandoppervlak binnen het plangebied (Afbeelding 2) is gebaseerd op in totaal 91 sondeer-datapunten. Deze zijn allen via het computerscherm van

een top Pleistocene zandhoogte voorzien en deze dieptewaarden zijn ingevoerd in Excel sheets (Tabellen 2 en 3).

Het bepalen van de Pleistocene / donkzand dieptewaarden is gebeurd op basis van "expert judgement". Een hoge conusweerstand (qc) in de grafieken, uitgedrukt in MPa, is kenmerkend voor zand en een lage conusweerstand (< 2 MPa) duidt op klei of veen. Een relatief hoog wrijfingsgetal is een indicatie voor organisch rijke afzettingen (veen, kleilig veen veendetritus). Dit getal wordt bepaald door de gemeten wrijvingsweerstand (fs) te delen op de van de conusweerstand (qc); zie sondeergrafieken in Afbeeldingen 4 t/m 10.

De sedimentsamenstelling van de afzettingen wordt dus uit het sondeerbeeld afgeleid. Dit beeld is niet altijd eenduidig. Sterk zandige getijdengeulafzettingen kunnen ook een hoge conusweerstand hebben en daardoor lijken op de onderliggende Pleistocene duin en rivierzanden. De getijgeulafzettingen zijn vaak zand-klei gelaagd en hebben daardoor een vaak een oplopende en sterk wisselende ("gerafelde") conusweerstand uitslag; echter een vergelijkbaar beeld kan soms ook het geval zijn bij de Pleistocene rivierafzettingen.

Bij de interpretatie van de sondeergrafieken is het optimaal als er ook een aantal goed beschreven nabij gelegen boringen aanwezig zijn. Uit de goed beschreven boorbeschrijvingen komt de lithologische samenstelling en afzettingsmilieu van de sedimenten duidelijk naar voren en die lithologische en facies informatie kan vergeleken worden met de sondeergrafiek uitslagen op vergelijkbare diepte. Echter, diepe kwalitatief goed beschreven boringen waren helaas niet beschikbaar voor het plangebied.

Om de afweging inzichtelijk te maken, die gemaakt is bij het bepalen van het de dieptewaarden van de top Pleistoceen donk en/of rivierzand, zijn in de Tabellen 1 en 2 ook de grenstypen beschreven van de bovenkant van het zand; of de overgang duidelijk was in de conusuitslag, minder duidelijk ("gerafelde uitslag") of een relatief lage conusweerstand had. Deze beschrijving geeft de mate van zekerheid van de gegenereerde dieptegetallen. Ook het voorkomen van de Wijchen laag - een stugge kleiige, lemige laag die in de top van de Pleistocene rivierzanden kan voorkomen - wordt bij de laagovergang beschrijving meegenomen. De lemige Wijchen laag kan plaatselijk door eolisch donkzanden overstoven zijn. In de sondeergrafiek is deze opeenvolging donkzand-Wijchen laag / rivierzand te herkennen door een terugval van de conusweerstand die samengaat met een relatief klein piekje van het wrijfingsgetal.

De bepaalde dieptewaarden van de top Pleistoceen donk en/of rivierzand uit de Excel Tabellen 2 en 3 zijn weergegeven in Afbeelding 2. In Afbeelding 3 is aan de hand van deze dieptewaarden een dieptelijnenkaart van het Pleistocene oppervlak gegenereerd met een contourinterval van 0,5 m. Op deze Pleistocene zandoppervlakte kaart zijn de eolische zandkoppen en depressies zichtbaar.

Voor het geologisch overzicht van de laageenheden, die in de ondergrond van het VHW terrein voorkomen, zijn twee geologische profielen samengesteld; een noordwest-zuidoost en een noordoost-zuidwest profiel. Respectievelijk zijn dat de doorsneden van de rode en zwarte profiellijnen in de Afbeeldingen 1 t/m 3.

De geologisch profielen geven het ruimtelijk verband tussen de onderscheiden laageenheden die beschreven worden in het volgende hoofdstuk.

4 Resultaten

Aan de hand van de sondeeruitslagen (tot een diepte van 35 m -NAP) zijn een 6-tal lithologische eenheden onderscheiden. Het diepte interval en de sondeer karakteristieken van deze eenheden zijn beschreven in de onderstaande Tabel 1.

Laageenheid	Diepte interval in m - NAP	Sondeer karakteristiek
Bovengrond met klei en veenlagen	Ca. 2 – 9 m	Conusweerstand onder de 2 MPa en relatief hoog wrijfingsgetal (groter 2%).
Wormer getijdenafzettingen	Ca. 9-17,5 m	Sterk wisselende en naar onder toe oplopende conusweerstand tot incidenteel meer dan 20 MPa. Wrijfingsgetal relatief laag (< 4 %).
Oud Holocene klei	Ca. 17,0 -20 m	Lage conusweerstand (< 1 MPa) met in de top veelal 1 of 2 kleine zandpiekje.
Donkzand	Ca 17,5 – 22 m	Zandpiek of aantal zandpieken met een conusweerstand oplopend tot meer dan 10 MPa. Aan de basis vaak een Wijchen laag met een duidelijk lager conusweerstand.
Wijchen laag	Ca. 19 – 23 m	Terugslag in de conusweerstand in de top van de Pleistocene donk en rivierzand traject in de terugslag met relatief hoge waarden van het wrijfingsgetal tot maximaal ca. 5%
Pleistoceen rivierzand	Ca. 20 – 35 m	Onderste traject in de sondeergrafieken met een wisselende en hoge conusweerstand, veelal boven de 10 MPa en een laag wrijfingsgetal, veelal lager dan 1%.

Tabel 1. Laageenheden die in het donkonderzoeksproject op het VHW terrein onderscheiden worden met het diepte interval dat ze voorkomen en de bij behorende sondeerkarakteristieken in de grafieken.

Voor het donkzand onderzoeksproject speelt de bovengrond tot 17 m -NAP geen rol. In het verleden is op het terrein van de VHW uitgebreid onderzoek gedaan naar de archeologische resten in de kleiige en venige afzettingen in de bovengrond. De (geoarcheologische) resultaten daarvan zijn beschreven in de rapportage van Vos.& Eijskoot, 2012.

Onder de kleiige en venige bovengrond komen mariene, schelphoudende, getijdenafzettingen voor; de beschrijving van boring B37G2396 laat dit zien. Deze getijdenafzettingen worden gerekend tot het Wormer Laagpakket. De Wormer getijdenafzettingen – met de sterk wisselende en naar onder toe oplopende conusweerstand sondeerbeelden – zijn in het hele plangebied aanwezig. Het laagpakket heeft een erosieve basis. Deze erosieve basis ligt in het hele plangebied op een gelijk niveau, namelijk op een diepte rond de 17 m -NAP.

Onder de erosieve basis van de Wormer afzettingen komt een kleilaag voor die – gegeven de hoge uitslagen van het wrijfingsgetal – rijk is aan organisch materiaal en venige lagen bevat ("organogeen materiaal"). Een vergelijkbare organisch rijke kleilaag tussen de

Wormer afzettingen en het Pleistocene zandoppervlak is ook aangetroffen bij het onderzoek in de Yangtzehaven in de Maasvlakte (Vos, e.a., 2012 en Moree & Sier, 2014). In dit gebied kwam een rivierduin voor – met mesolithische archeologische resten - waarvan de top was geërodeerd (“afgeschoren”) door de Wormer getijdenafzettingen en de organisch rijke Oud Holocene kleien ontbrak.

Een belangrijk gegeven, dat uit de sondeerbeelden in het plangebied naar voren komt, is dat een vergelijkbare situatie als bij de Yangtzehaven zich niet voordoet in de ondergrond van het VHW gebied. Uit de sondeerbeelden blijkt dat de Oud Holocene klei in het hele plangebied voorkomt in het dieptetraject tussen de erosieve basis van de Wormer afzettingen en de top van het Pleistocene donk-/rivierzandoppervlak. De conclusie, die uit dit gegeven getrokken kan worden, is dat “hoge door de Wormer afzettingen afgetopte” rivierduinen in het plangebied niet voorkomen. Er waren dus geen significante rivierduinen in het plangebied.

De sondeerbeelden laten wel zien dat er een variatie bestaat in de hoogte van het Pleistocene donk-/rivierzandoppervlak en de dikte van de Oud Holocene klei. De laagste delen liggen onder de 20 m -NAP en de hogere delen boven de 18,5 m -NAP. Het hoogste zandkopje rond de 17,5 m -NAP ligt in het westelijk deel van het plangebied bij de sonderingen met volgnummer 177964 en 330 (Afbeelding 2 en 3). Aan het begin van het Holoceen was er een zacht golvend zandlandschap dat door de wind gevormd was. Het maximale duinreliëf bedroeg ca. 2 tot 2,5 m.

In de top van de Oud Holocene klei komen één of meer kleine conusweerstand piekjes voor. Deze piekjes in de top van de klei worden geïnterpreteerd aquatische zandlaagjes; een “aankondiging” van het hogere energetische afzettingsmilieu van de bovenliggende Wormer afzettingen.

De geologische opbouw van de hierboven beschreven sedimentsequentie is weergegeven in twee geologische dwarsdoorsneden tot 25 m -NAP door het VHW plangebied (zie Afbeeldingen 4 en 5). Zes laageenheden worden onderscheiden; van boven naar onder zijn dat:

- Laag 1. Opgebrachte grond
- Laag 2. Kleiige en venige bovengrond
- Laag 3. Wormer getijdenafzettingen
- Laag 4. Oud Holocene klei
- Laag 5. Laat glaciale / Vroeg Holocene eolische afzettingen (“donk- of rivierduinzanden”), inclusief Laag van Wijchen
- Laag 6. Kreftenheije rivierzanden

Voor dit onderzoek naar het voorkomen van de rivierduinen in het plangebied VHW zijn de laageenheden 3 t/m 6 van belang.

De eolische rivierduinzandlaag is laag 5 en de top van de laag 5 laat in de profielen VHW 1 en 2 een zacht golvend reliëf zien. De laag 5 wordt volledig afgedekt door de organogene Oud Holocene kleien van laag 4. Dit gegeven houdt in dat er geen hoge (afgetopte) donken op het terrein van de VHW aanwezig zijn.

De profielen laten ook zien dat er geen diepe erosieve Wormer geulopvullingen (laag 3) op het VHW terrein aanwezig zijn; de basis van het Wormer erosievlak ligt rond de 17 m -NAP.

Het onderscheid tussen donkzanden en de onderliggende Pleistocene rivierzanden is vaak lastig te maken. Waar een duidelijke Wijchen laag (met een relatief lage conusweerstand en een verhoogd wrijfingsgetal voorkomt) is de bovenliggende zandlaag eolisch donkzand; zie bijvoorbeeld sondeernummer 330 in Afbeelding 6.

Waar een duidelijke Wijchen laag ontbreekt is het maken van het onderscheid vaak moeilijker. De donkzanden lijken daar vaak een wat lagere conusweerstand te hebben (< 10Mpa) dan de Pleistocene rivierzanden; uitslagen van veelal boven de 10 MPa, maar dit is geen algemene regel.

In Afbeelding 7 komt uit het sondeerbeeld rond 20 m -NAP een scherpe grens naar voren tussen zand met een hoge conusweerstand en organisch rijke klei met een lage conusweerstand en relatief hoog wrijfingsgetal. Uit dit sondeerbeeld lijkt op deze locatie donkzand afwezig.

Er bestaan nog al wat variaties in de sondeeruitslagen voor het onderste traject met de Oud Holocene klei, donkzand, Wijchen laag (wel of niet aanwezig) en het Pleistocene rivierzand.

In de Afbeelding 6 t/m 12 worden 7 voorbeelden gegeven van deze variaties in de sondeeruitslagen en hoe deze geïnterpreteerd zijn als lithologische eenheden.

In de tabellen 1 en 2 worden bij de geïnterpreteerde dieptegetallen – waar de top Pleistoceen zandkaartjes van Afbeeldingen 2 en 3 op gebaseerd zijn – ook deze variatie kort beschreven; dit om hiermee de beslissingen waarop de dieptegetallen gebaseerd zijn te duiden.

5 Conclusies

De belangrijkste conclusies in het donkzandproject op het VHW terrein zijn :

- De hoogtekarten van het Pleistocene donk-/rivierduinoppervlak in het plangebied VHW (Afbeelding 2 en 3) zijn geheel gebaseerd op top zand interpretaties uit 97 sonderingen.
- Uit de geïnterpreteerde dieptegetallen van de sonderingen voor de top van de Pleistocene donk-/rivierzanden blijkt dat de top van het Pleistoceen een zacht golvend oppervlak heeft met een maximaal reliëf van ca. 2 tot 2,5 m (Afbeeldingen 3 t/m 5).
- De hoogste donkzandlocaties op een diepte van 17,5 m -NAP liggen aan de westzijde van het plangebied ter hoogte van de locaties met sondeervolnummer 330 en 177964 (diepte kaarten Afbeelding 2 en 3; VHW profiel 1 Afbeelding 4).
- De erosieve basis van de Wormer getijdenafzettingen liggen rond de 17 m -NAP (Afbeelding 4 en 5). De top van het Pleistocene donk-/rivierduinoppervlak ligt daaronder.
- Een hoog rivierduin, dat afgetopt is door de Wormer getijdenafzettingen (zoals bij de Yangtzehaven; Vos & Eijskoot, 2012) komt op het terrein van de VHW niet voor. De sondeerbeelden geven aan dat het gehele Pleistocene donk-/rivierduinoppervlak is afgedekt door de organisch rijke Oud Holocene klei (laag 4; Afbeelding 4 en 5) en dat hoge rivierduinen om die reden niet aanwezig kunnen zijn geweest.

6 Aanbevelingen

De uitkomsten van het sondeeronderzoek op het VHW terrein laten zien dat er kleine donkjes met een maximaal reliëf van 2 tot 2,5 m in de diepere ondergrond van de VHW aanwezig zijn. Hoge, door de Wormer afgetopte rivierduinen (zoals in de Yangtzehaven), hebben een hele hoge archeologische verwachting. De uitwerking van de sonderingen laat echter zien dat deze grote, hoge donken op het VHW terrein niet voorkomen.

De afweging, die gemaakt moet worden is, of archeologisch vervolgonderzoek op grote diepte (17 – 22 m -NAP) noodzakelijk is voor relatief lage rivierduintjes, zoals die bij sondeernummer 330 (zie Tabel 2 en profiel Afbeelding 4).

Deze kleine eolische duinkopjes hebben een lagere archeologische verwachting dan de grote donken. De kans, dat je archeologische resten in boringen op deze locaties kan aantonen, is vrij klein. De schade die heipalen veroorzaken aan steentijd erfgoed sites uit het mesolithicum zijn minder groot dan voor sites uit jongere archeologische perioden. Het is aan het bevoegde gezag om de oordelen of een vervolgonderzoek met een relatief lage tref en schade kans in boringen noodzakelijk is.

Geologisch gezien zou een booronderzoek op een diepte van 16 t/m 22 m – NAP aan te bevelen zijn gezien de enige mate van onzekerheid die je hebt bij het maken van sondeerinterpretaties.

Kwalitatief goede boorbeschrijvingen ontbreken voor het bovengenoemde dieptetraject op het VHW terrein. Aanvullende, controlerende boringen zouden de gemaakte diepte interpretaties in de Tabellen 2 en 3 sterker maken. Deze aanvullende boringen zullen echter niet de hoofdconclusies van dit onderzoek in essentie wijzigen maar wel beter onderbouwen.

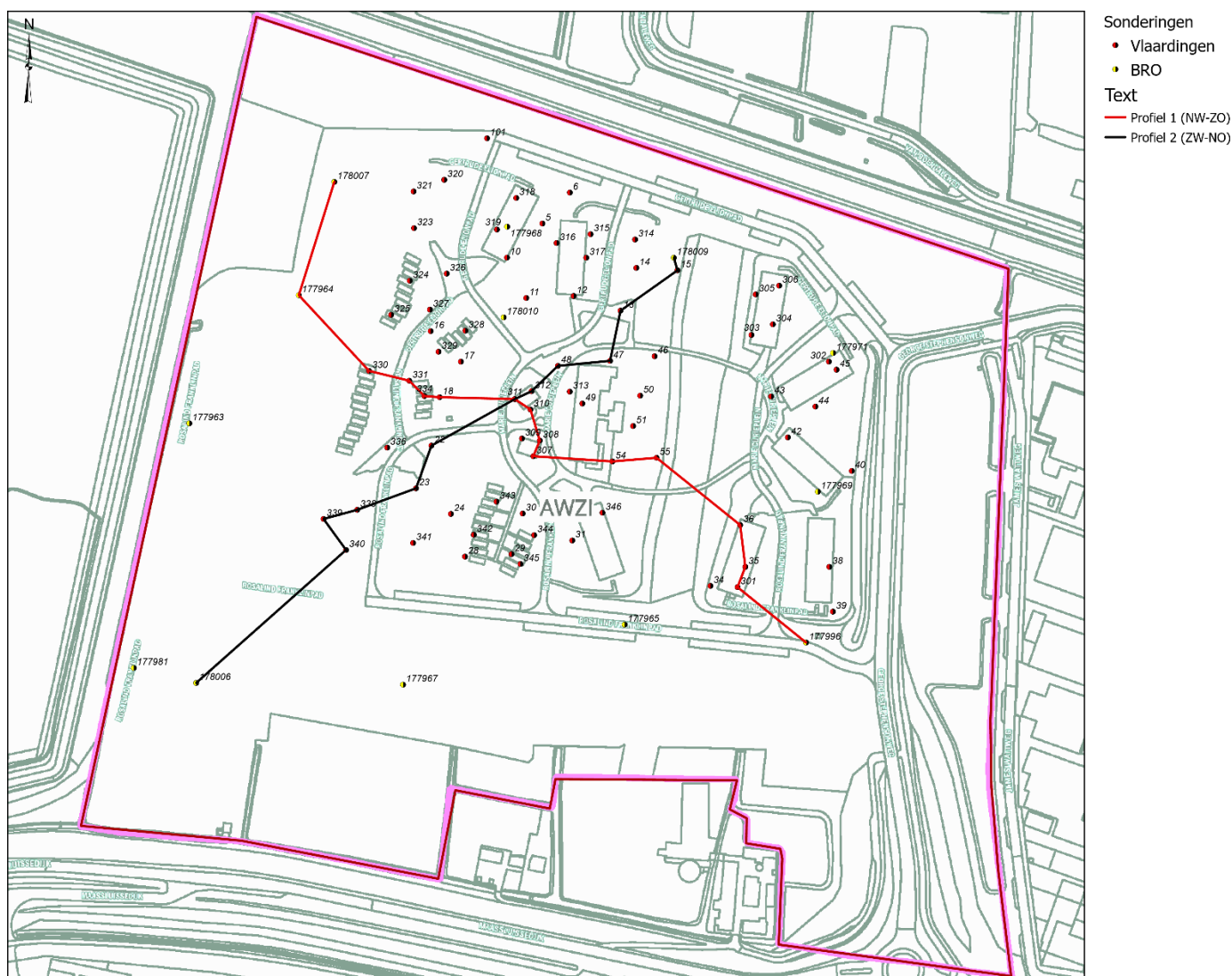
7 Referenties

Vos., P.C., & Y. Eijsskoot, 2012. 3. Geologie. In Y. Eijsskoot, et al., 2012 (red.): *Vlaardingen - De Vergulde Hand –West, onderzoek van archeologische resten van de midden bronstijd tot en met de late middeleeuwen*. RCE Rapportage Archeologische Monumentenzorg 200, 69 – 146.

Referenties prospectie archeologisch onderzoek in de Yangtzehaven

Vos, P.C., F.P.M. Bunnik, K.M. Cohen & H. Cremer, 2015. *A staged geogenetic approach to underwater archaeological prospection in the Port of Rotterdam (Yangtzehaven, Maasvlakte, The Netherlands): A geological and palaeological case study for mapping of Mesolithic lowland landscapes*. *Quaternary International* 367, 4-31.

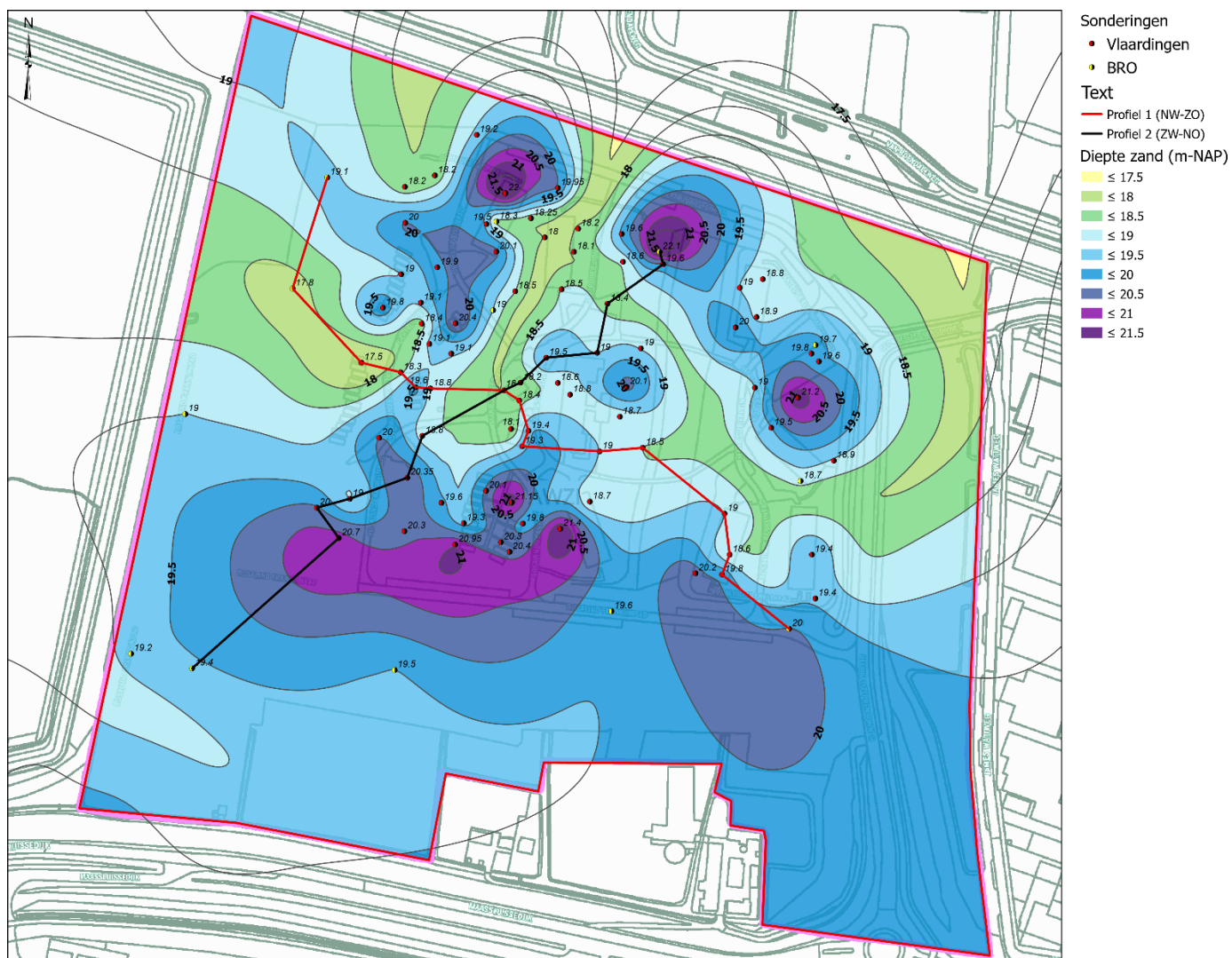
Moree, J.M & M.M. Sier (red.), 2014. *Twintig meter diep! Mesolithicum in de Yangtzehaven-Maasvlakte te Rotterdam; Hoofdstuk 2 Methoden en technieken en Hoofdstuk 3 Landschapsgenese en paleogeografie*. *BOORrapporten* 523, 27-146.



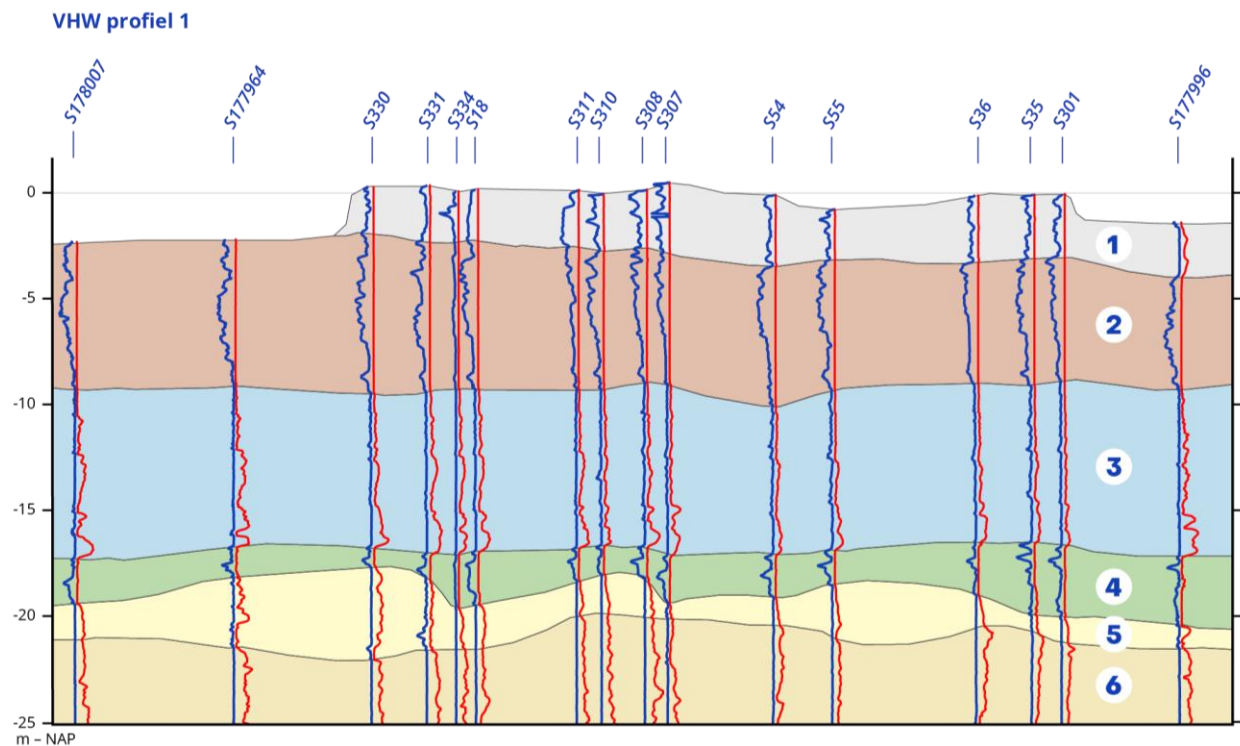
Afbeelding 1: Plangebied van het rivierduin project op het terrein van Vergulde Hand West (VHW) in Vlaardingen, met daarop de locaties van de in het onderzoek gebruikte sonderingen (zie Tabellen 2 en 3).



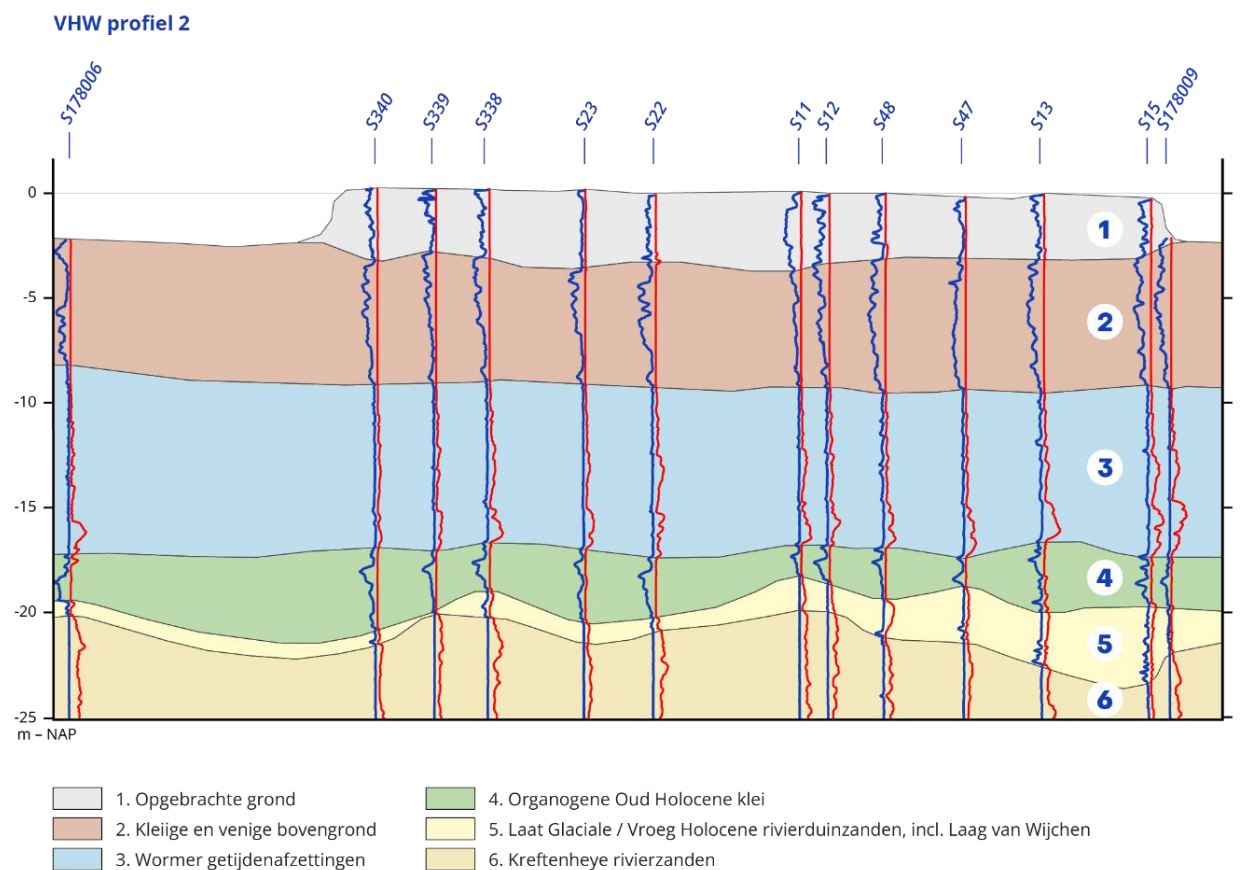
Afbeelding 2. Locatiekaart van de sonderingen in het plangebied VHW met daarbij de dieptewaarden van de top van het Pleistocene donk en/of rivierzand (zie Tabellen 2 en 3).



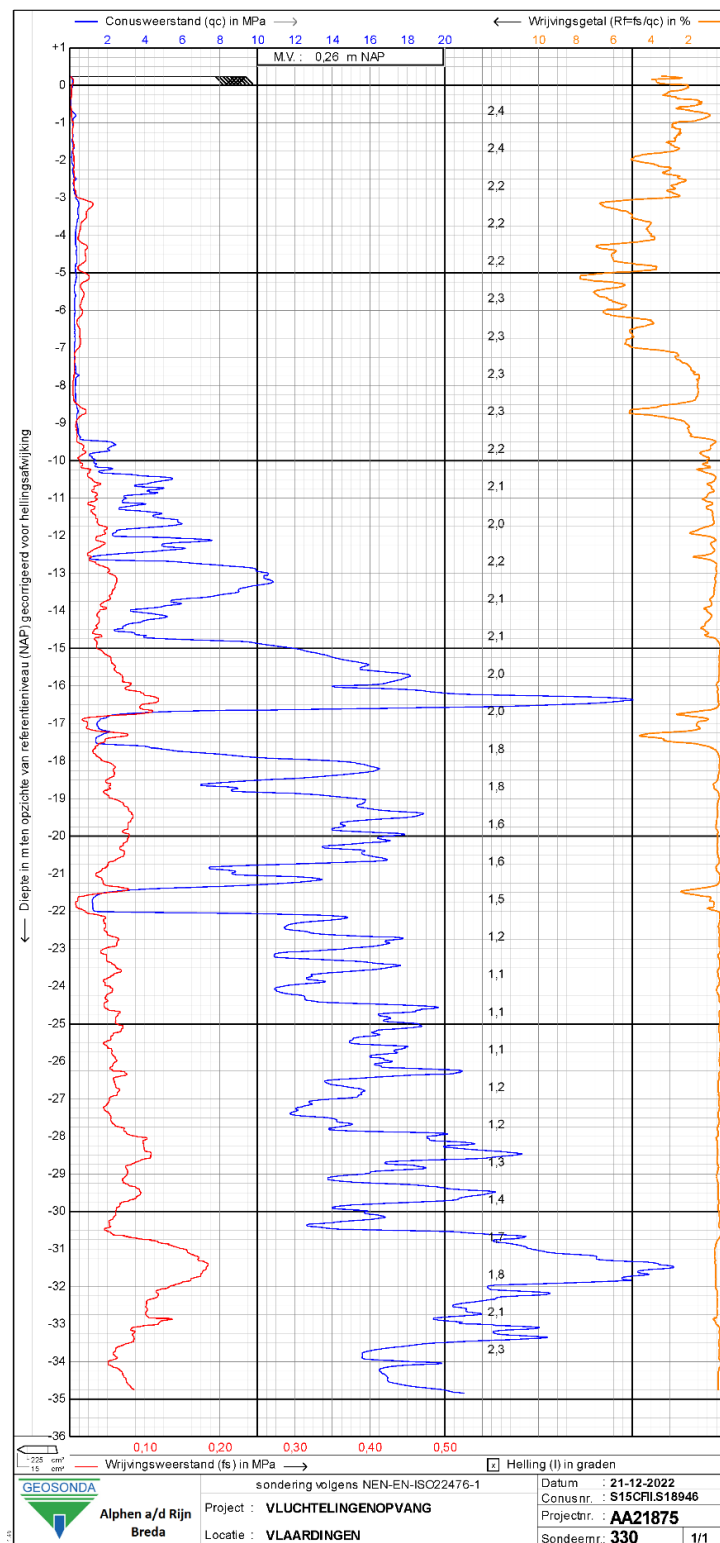
Afbeelding 3. Contourlijnenkaart van de diepteligging van het Pleistocene donk en/of rivierzand oppervlak op basis van de 91 beschikbare sonderingen in het plangebied VHW.



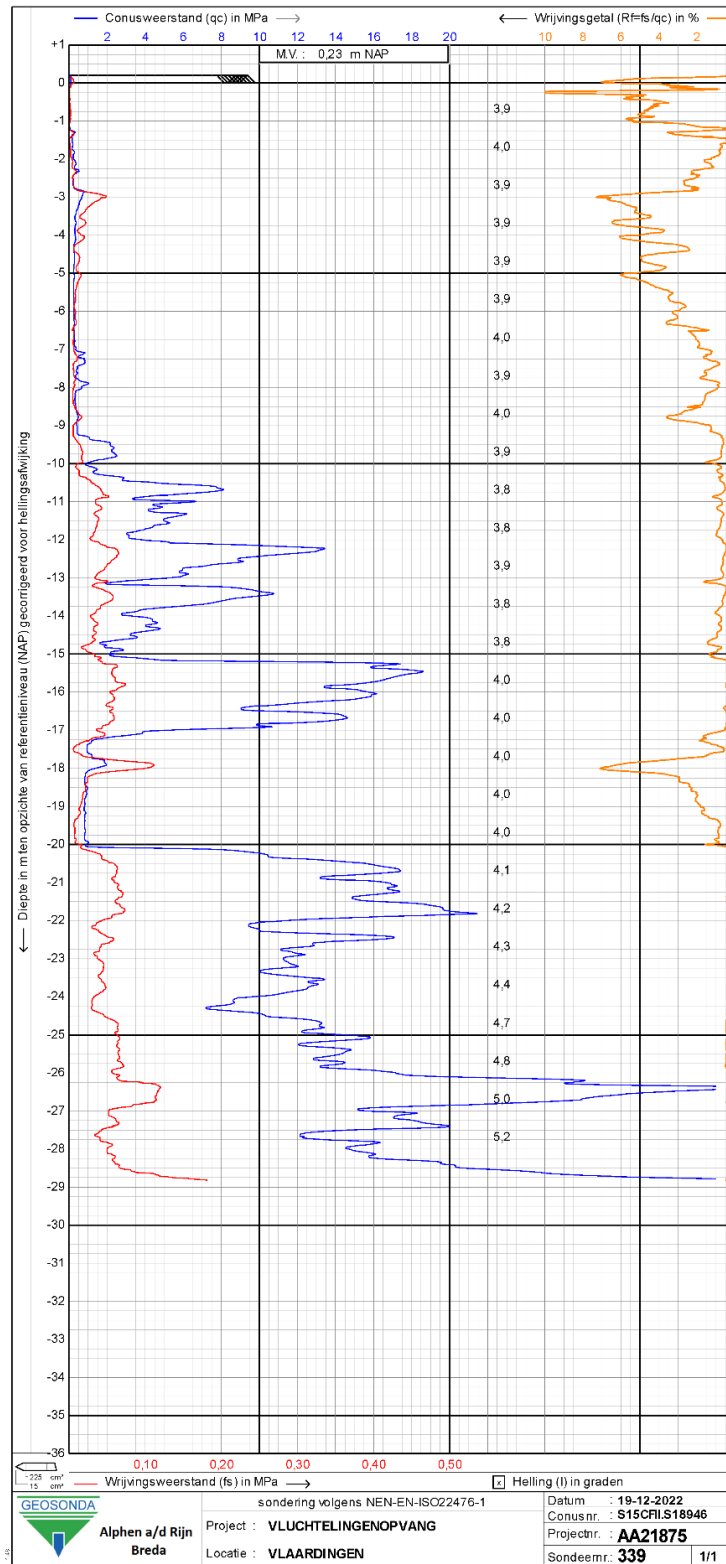
Afbeelding 4. Geologische profieldoorsnede 1 over het terrein van de Vergulde Hand West.
Legenda, zie afbeelding 5. Locatie: rode profiellijn in de Afbeeldingen 1 t/m 3.



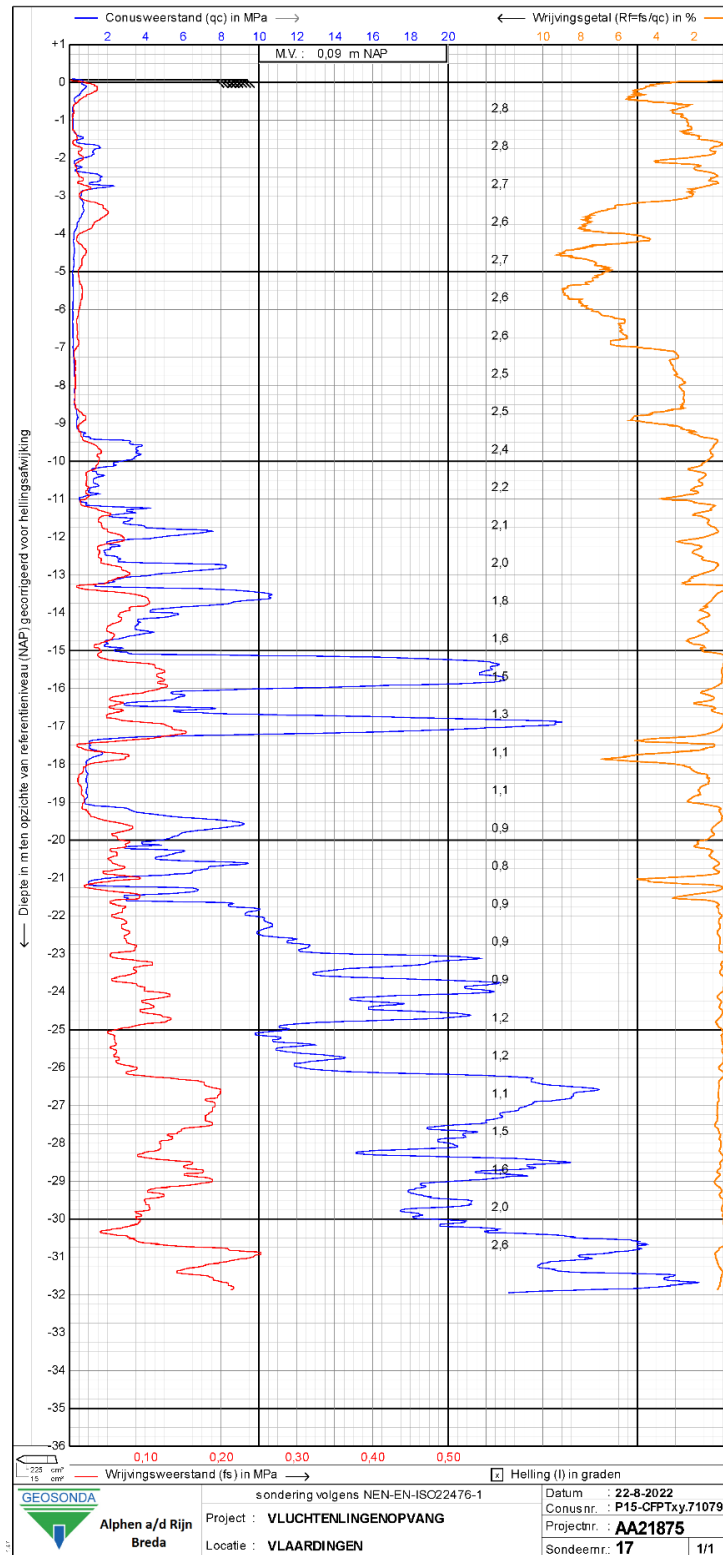
Afbeelding 5. Geologische profieldoorsnede 2 over het terrein van de Vergulde Hand West.
Locatie: zwarte profiellijn in de Afbeeldingen 1 t/m 3.



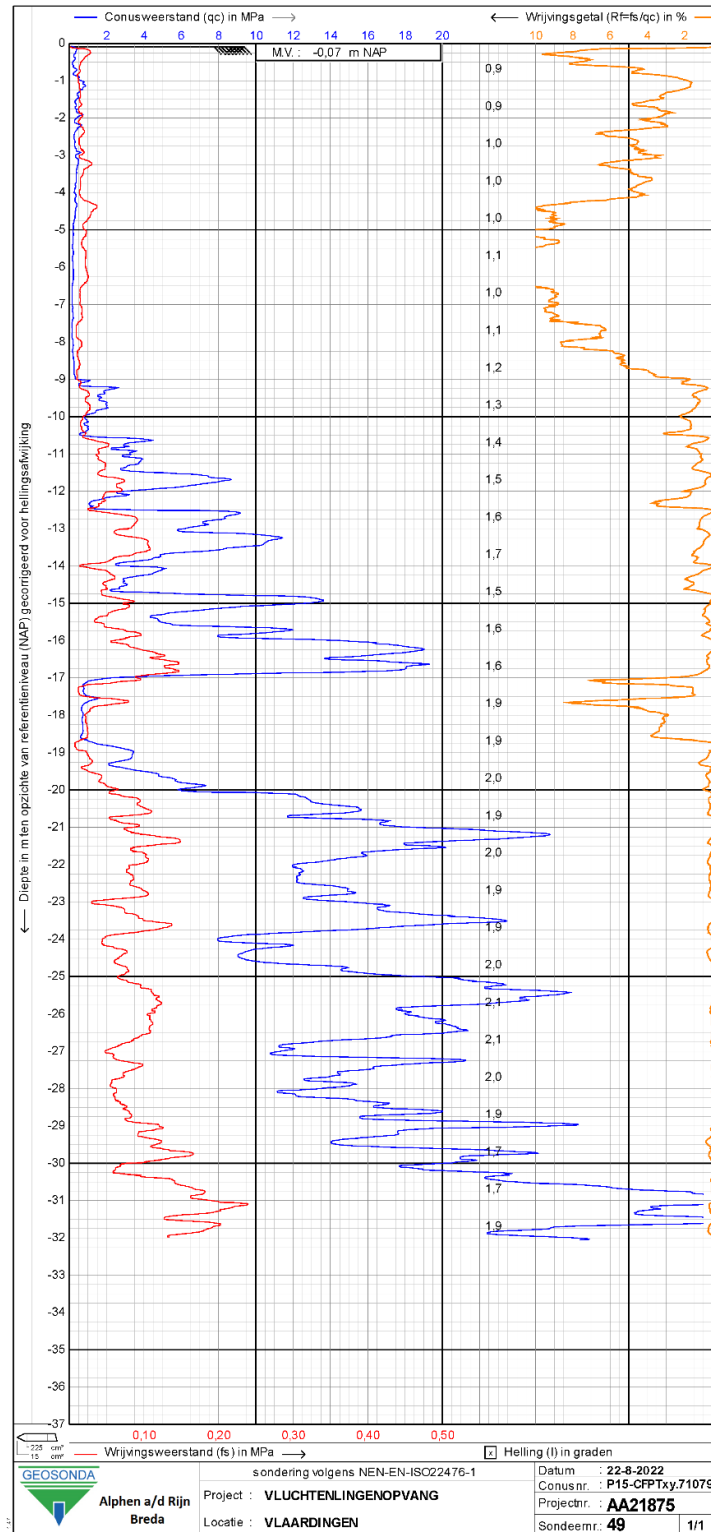
Afbeelding 6. Fase 2 sondering 330. Duidelijk donkje met reliëf van zeker 2,5 m; Laag van Wijchen op 22,0 - 21,6 m -NAP; zandpiekje op 17,2 -NAP.



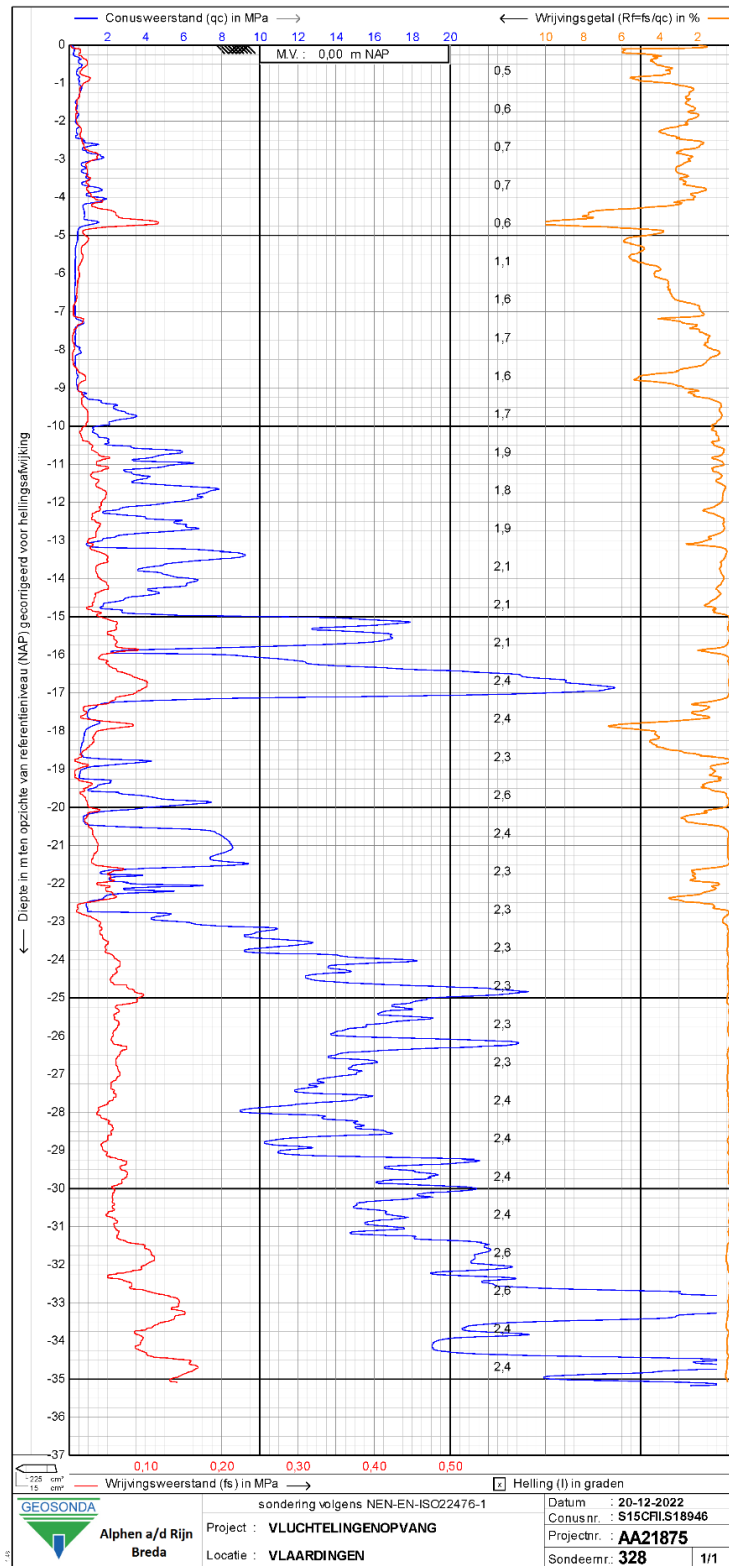
Afbeelding 7. Fase 2, sondering 339. Duidelijke scherpe Pleistoceen grens. Geen donkzand of duidelijk Wijchen laagje. Kleine zandpiekje in de top van de Oud Holocene klei op 17,9m - NAP.



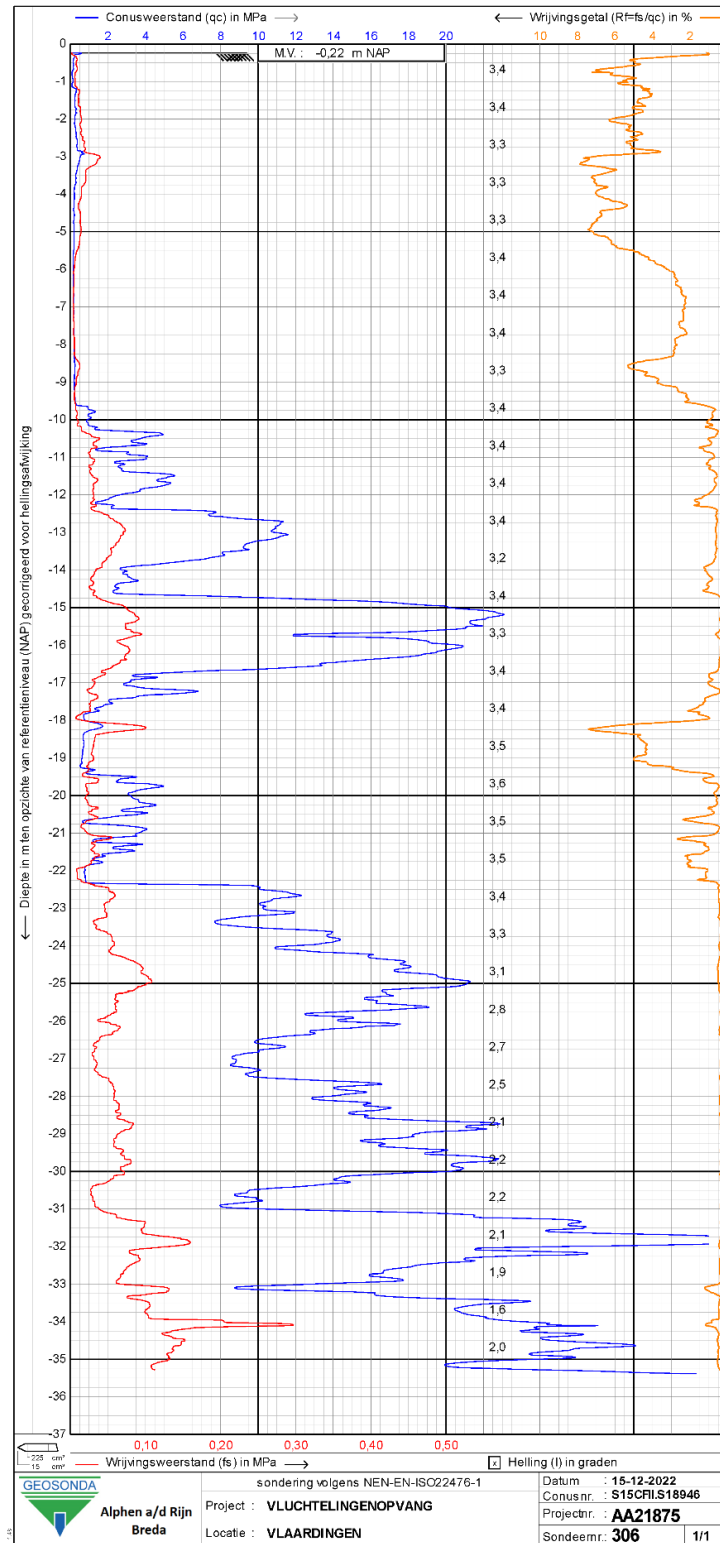
Afbeelding 8. Fase 1, sondering 17. "Zeer sterk gerafelde conusweerstand" donkzand en een relatief lage conus weerstand. Wijchen laag met wrijvingsgetal piekjes op 21,2-21,6 m – NAP.



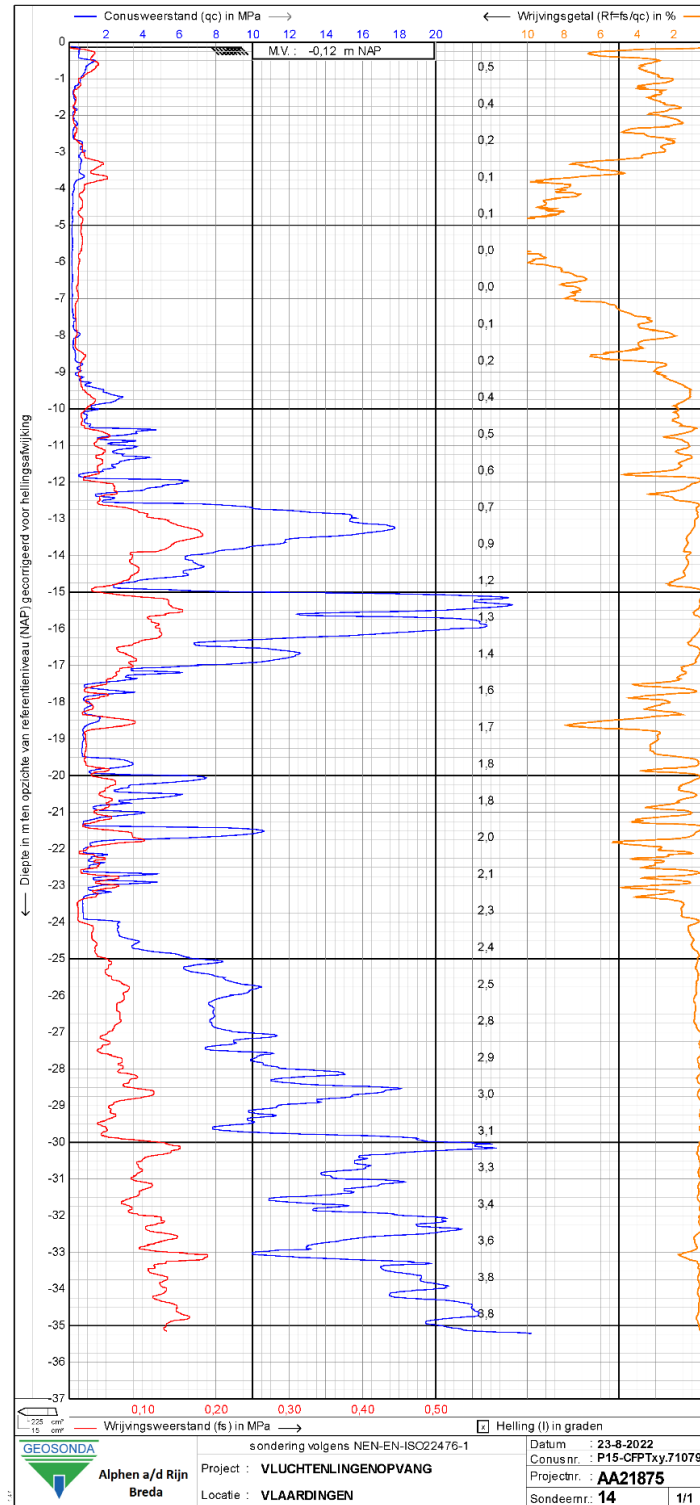
Afbeelding 9. Fase 1, sondering 49. Top Pleistoceen met een relatief lage conusweerstand; geen duidelijke Wijchen laag aanwezig; klein zandpiekje op 17,5 m -NAP.



Afbeelding 10. Fase 2, sondering 328. Geul-achtige grafiek tussen 18-22,8 m -NAP; geraffelde Wijchen laag (?) op 21,7-22,8 m -NAP.



Afbeelding 11. Fase 2, sondering 306. Donkzand, met "zeer sterk gerafeld en lage conusweerstand"; Wijchen laag op 23,2-23,7 m -NAP? Zandpiekje op 18 m -NAP.



Afbeelding 12. Fase 1, sondering 14. Donkzand met "extreem gerafelde conusweerstand"; Wijchen laag op 23,4-24 m -NAP.

Sondeer nummer	x-waarde	y-waarde	z-waarde MV in m -NAP	Diepte zand in m -NAP	Opmerkingen
5	80429	435765	-0,06	18,25	Wijchen laagje op 19,5
6	80446	435784	-0,06	19,95	Duidelijke grens; kleilaag op 25-24 m, Wijchen laag?
10	80408	435744	-0,16	20,10	Duidelijke scherpe Pleistoceen grens; geen Wijchen laag
11	80420	435720	0,02	18,50	'Gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 22,5-22,8 m
12	80449	435721	-0,11	18,50	'Gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen op 22,2-22,8 m
13	80477	435712	-0,01	18,40	'Zeer sterk gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 22,0-22,5 m
14	80487	435738	-0,12	18,60	'Extreem gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 23,4-24 m
15	80512	435737	-0,25	19,60	'Extreem gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 23,4-24 m; "kleidip" op 21,5-22 m
16	80361	435699	0,04	18,40	'Extreem gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 22,4-22,8; "kleidip" op 19-19,4 m
17	80380	435681	0,09	19,10	'Zeer sterk gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 21,2-21,6 m
18	80366	435659	0,16	18,80	Duidelijk Pleistoceen met kleine donkzand piek; Wijchen laag op 19,6 m
22	80361	435629	-0,01	18,80	Duidelijk Pleistoceen; kleine Wijchen laag op 20,5-20,8 m
23	80352	435603	0,23	20,35	Geen Wijchen onder Pleistoceen zand; zandpiek op 18,4-18,9 m (donkzand??)
24	80373	435587	0,11	19,60	Kleine donkzandpiek; Wijchen laag tussen 20,5-20,8 m
28	80382	435561	0,01	20,95	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laag op 23,8 m; zandpiekje op 19,5 m
29	80411	435563	0,08	20,30	Kleine donkzandpiek; Wijchen laagje op 23,8 m
30	80417	435588	0,05	21,15	Onduidelijk, veel zandpiekjes boven 21,15 met wisselend hoog wrijvingsgetal; Wormer geultje?
31	80448	435571	0,06	21,40	Duidelijke top Pleistoceen zandgrens; met drie zandpiekjes in kleilaag daarboven; genese?
34	80532	435543	-0,28	20,20	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laag op 20,7 m; zandpiekje op 18-18,5 m
35	80554	435555	-0,10	18,60	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laag op 19,8-20 m; zandpiekje op 17,7-18 m
36	80551	435581	-0,14	19,00	Duidelijke scherpe Pleistoceen grens; geen Wijchen laag

38	80605	435555	0,06	19,40	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laag op 19,9 m; 2 zandpiekjes op 17,5 en 18 m (Wormer?)
39	80607	435528	-0,01	19,40	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laag op 20,3 m; zandpiekje op 18 m
40	80619	435614	-0,01	18,90	Duidelijke scherpe Pleistoceen grens; geen Wijchen laag; klein zandpiekje op 17,5 m
42	80580	435634	-0,07	19,50	Duidelijke scherpe Pleistoceen grens; Wijchen laagje op 20 m; klein zandpiekje op 17,5 m
43	80570	435659	-0,09	19,00	'Gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 21,5-21,8 m
44	80597	435653	-0,07	21,20	Geul-achtige grafiek, veel zandpieken, top grote zandpiek 18,8; kleine Wijchen laag op 22 m?
45	80610	435676	-0,11	19,60	Grens met grote conus uitslag; Wijchen laag op 22,8 m
46	80498	435684	-0,23	19,00	Grens met kleine conus uitslag; beetje geul-achtige grafiek. Wijchen laag op 20,5 m?
47	80471	435681	-0,12	19,00	Grens met grote conus uitslag; Wijchen laag op 21 m; zandpiekje op 18,4 m
48	80439	435678	0,05	19,50	Duidelijke Pleistoceen grens; Wijchen laag op 21,1-21,6 m
49	80454	435655	-0,07	18,80	Top Pleistoceen relatief lage conusweerstand; geen duidelijke Wijchen laag; klein zandpiekje op 17,5 m
50	80489	435660	-0,16	20,10	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laagje op 20,7 m; zeer klein zandpiekje op 17,5 m
51	80485	435641	-0,15	18,70	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; zeer klein zandpiekje op 17,5 m
54	80472	435620	-0,11	19,00	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,9 m
55	80499	435622	-0,78	18,50	Duidelijke Pleistoceen grens; geen duidelijke Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,5 m
101	80396	435818	-0,19	19,20	Duidelijke Pleistoceen grens; geen duidelijke Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 18,1 m
301	80549	435543	-0,08	19,80	Duidelijke Pleistoceen grens; kleine Wijchen laagje op 20,1 m; grote zandpiek op 17,5-18,4 m
302	80605	435681	-0,09	19,80	Sondering 301 en 302 zijn identiek - foutje

303	80558	435697	-0,44	20,00	Grens met grote conus uitslag op 20 m met daarop zandjes tot 19,4; Wijchen laag op 22,9 m
304	80571	435704	-0,15	18,90	'Gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 23,4-24 m; klein zandpiekje op 17,5 m
305	80560	435722	-0,48	19,00	Duidelijke Pleistoceen grens; Wijchen laag op 23,3-23,8m; klein zandpiekje op 17,9 m
306	80574	435727	-0,22	18,80	Donkzand, "zeer sterk gerafeld en lage conusweerstand"; Wijchen laag op 23,2-23,7 m? zandpiekje op 18 m
307	80424	435623	0,48	19,30	Kleine donkzandpiek, wat gerafeld; Wijchen laagje op 22-22,4 m; zandpiekje op 18, 2 m
308	80428	435632	0,14	19,40	'Wat gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 21,2-242,1 m; zandpiekje op 18 m
309	80417	435634	0,06	18,10	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,4 m
310	80422	435651	-0,06	18,40	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,7 m
311	80413	435658	0,12	18,00	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,7 m
312	80423	435663	-0,02	18,20	Duidelijke Pleistoceen grens; Wijchen laagje op 19,9m; klein zandpiekje op 17,4m
313	80446	435662	0,02	18,60	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,7 m
314	80486	435756	0,07	19,60	Gerafelde bovenkant top Pleistoceen; beetje geul-achtig, geen duidelijke Wijchen laag
315	80459	435759	-0,03	18,20	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17 m
316	80438	435753	-0,03	18,00	Donkzand met lage conusweerstand top; Wijchen laagje op 19,6 m; geen duidelijke zandpiekjes in de top
317	80456	435744	0,03	18,10	Donkzand met lage conusweerstand top; Wijchenlaagje op 19 m; zandpiekje op 17,5 m
318	80413	435781	0,02	22,00	Duidelijke Pleistoceen grens; top erosief? Geultje tot 22 m?; erboven kleiprofiel met zandpiekjes
319	80402	435762	0,02	19,50	Kleine donkzandpiek, wat gerafeld; klein Wijchen laagje op 22 m; zandpiekje op 18, 7 m; beetje geulachtig

320	80369	435792	-0,04	18,20	Sterk gerafelde donkzand top; Wijchen laagje op 22 m; zandpiekje op 17,5 m; beetje geulachtig profiel
321	80351	435785	0,05	18,20	Kleine donkzandpiek, met lage conusweerstand; Wijchen laagje op 18,8-19,2 m; zandpiekje op 17,6 m; beetje geulachtig
323	80351	435762	-0,10	20,00	'Gerafelde conusweerstand" donkzand (grote pieken) ; Wijchen laagje op 22,1 m? zandpiekjes op 18,5 en 19,6
324	80348	435730	-0,08	19,00	'Gerafelde conusweerstand" donkzand; Wijchen laag op 23,3-24,4; zandpiekjes op 17,8 en 18,3
325	80337	435709	-0,01	19,80	Duidelijke Pleistoceen grens; Wijchen laag op 22,1-23,4; zandpiekje op 17,8 m
326	80371	435735	-0,04	19,90	'Gerafelde conusweerstand" donkzand, beetje onzeker, geulachtig; Wijchen laag op 21-22,3; zandpiekjes op 18 en 19
327	80361	435713	0,09	19,10	Duidelijke Pleistoceen grens; dikke Wijchen laag op 21,8-23 m; klein zandpiekje op 17,8 m
328	80382	435700	0,00	20,40	Geul-achtige grafiek 18-22,8 m; gerafelde Wijchen op 21,7-22,8?
329	80366	435687	-0,03	19,10	Beetje geulachtig grafiek ; zandpiek tussen 19,1 en 21,4; gekartelde Wijchen laag tussen 21,4-23 m; zandpiekje op 18,1
330	80323	435675	0,26	17,50	Duidelijk donkje met relief van zeker 2,5 m; Laag van Wijchen op 22,0 - 21,6 m; zandpiekje op 17,2
331	80348	435669	0,34	18,30	Kleine wat gerafelde donkzandpiek; donk op basis boven-onderkant wrijfingsgetal; Wijchen laagje op 20,5-21,3 m; zandpiekje op 17,7 m
334	80357	435660	0,05	19,60	Duidelijke Pleistoceen grens; Wijchen laagje op 20,9 m?; klein zandpiekje op 17,4m
336	80334	435628	0,03	20,00	Kleine donkzandpiek met Wijchen laag daaronder 20,5-21,2 m; zandpiekje op 18,1 m
338	80316	435590	0,25	19,00	Kleine donkzandpiek met vrij dikke Wijchen laag daaronder 19,9-20,2 m; zandpiekje op 17,6 m
339	80295	435584	0,23	20,00	Duidelijke Pleistoceen grens; geen Wijchen laagje; kleine zandpiekje op 17,9m
340	80309	435565	0,29	20,70	Duidelijke Pleistoceen grens; Wijchen laagje op 21,5 m; klein zandpiekje op 18 m
341	80350	435570	0,12	20,30	Fijn gerafelde top Pleistoceen zand top, geen duidelijke Wijchen laag; zandpiekjes op 18 en 19,5 m

342	80387	435575	0,14	19,30	Rommelig profiel; donkzandpiek tussen 19,2-20 m; Wijchen laag tussen 20-21,1 m; zandpiekje op 17,5 m
343	80401	435595	0,10	20,10	Rommelig profiel; twee zandpieken op 18,3- 19,7 en 20,1-20,9 (donk?); Wijchen tussen 20,9 en 22 m; zandpiekje op 17,7 m
344	80424	435574	0,01	19,80	Rommelig profiel; twee zandpieken op 18,5- 19,0 en 19,8-20,9 (donk?); Wijchen tussen 20,9 en 21,6 m; zandpiekje op 17,8 m
345	80416	435557	0,08	20,40	Duidelijke Pleistoceen grens; geen duidelijke Wijchen laag; kleine zandpiekje op 17,9 m
346	80466	435588	0,04	18,70	Redelijk duidelijke Pleistoceen grens; twee Wijchen lagen 20 en 20,4 m?; kleine zandpiekje op 17,7 m

Tabel 2. Lijst van gebruikte sonderingen in het VHW-plangebied die zijn gemaakt in 2022 door de firma Geosonda uit Alphen aan de Rijn.

BRO_ID nummer	x-waarde	y-waarde	Diepte zand in m -NAP	Opmerkingen
CPT000000142311	80826	435729	19,80	Duidelijke grens, geen duidelijke Wijchen laag
CPT000000178009	80510	435744	22,10	Duidelijke zandgrens maar laag, zandpiekje op 20 m -NAP; geen duidelijke Wijchen laag
CPT000000177971	80608	435686	19,70	Gerafelde top zand, Wijchen laagje op 22,8 m -NAP
CPT000000178006	80217	435484	19,40	Top dunne donkzandpiek met Wijchen laagje vlak eronder op 20 m -NAP
CPT000000177967	80344	435483	19,50	Duidelijke grens, geen Wijchen laag
CPT000000178007	80302	435791	19,10	Duidelijke grens, geen Wijchen laag
CPT000000178010	80406	435708	19,00	Geul-achtige grafiek, dunne donkzand piek in de top, Wijchen laagje op 22 m -NAP
CPT000000177981	80179	435493	19,20	Lijkt op geulzand
CPT000000177974	80118	435412	19,60	Duidelijke grens, geen duidelijke Wijchen laag
CPT000000177968	80408	435763	18,30	Kleine donkzandpiek in de top; kleine Wijchen laag op 19,7 m -NAP

Tabel 3. Lijst van gebruikte sonderingen gegenereerd uit de Basis Registratie Ondergrond (BRO) in en rond het VHW-plangebied.

