

Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Aanvraagformulier



Aanvraag Wbr beschikking

Ten behoeve van

Vraagt u de vergunning voor uzelf aan? Nee

Gemachtigde is: * Bedrijf

Aanvrager is: Bedrijf

Gegevens Gemachtigde

Bedrijfsnaam	Arcadis Nederland B.V.			
Achternaam contactpersoon *		Dhr.		
Voorletter(s)		Voornaam	Sander	
		Tussenvoegsel		
KVK / BIN	09036504	Vestigingsnummer	000017201675	
Adres	Beaulieustraat	Nummer	22	
		Toevoeging		
Postcode / Plaats	6814DV	Arnhem	Land	Nederland
Postbusnummer	264			
Postcode / Plaats	6800AG	Arnhem	Land	Nederland
E-mail				
Telefoonnummer		Faxnummer		
kenmerk gemachtigde	30136670			

Gegevens Aanvrager

Bedrijfsnaam	TenneT TSO B.V.			
Achternaam contactpersoon *	Smits	Mevr.		
Voorletter(s)		Voornaam		
		Tussenvoegsel		
KVK / BIN	09155985			
Adres	Utrechtseweg	Nummer	310	
		Toevoeging		
Postcode / Plaats	6812AR	Arnhem	Land	Nederland
Postbusnummer	718			
Postcode / Plaats	6800AS	Arnhem	Land	Nederland
E-mail				
Telefoonnummer		Faxnummer		

Doel waarvoor de aanvraag geldt

Selecteer het doel waarvoor deze aanvraag geldt.
Kabels / leidingen / wegekruisingen (incl. mantelbuizen)

Tevens eigenaar / eigendom

Zijn de percelen waar u werkzaamheden wilt uitvoeren eigendom van de aanvrager?

Nee

Zijn de percelen eigendom van De Staat (zoals Rijkswaterstaat of RVOB (Rijksvastgoed- en Ontwikkelingsbedrijf))? Ja

Waarom? (doel / belang)

Wat wilt u gaan doen / maken en waarvoor dient het? (maximaal 8 regels gebruiken)

Het doel van de netaansluiting Nederwiek 1 is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit windenergiegebied Nederwiek op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet. De werkzaamheden betreffen de aanleg van een ondergronds 525kV-gelijkstroom kabeltracé in de beheerzones van de rijkswegen N57 en A58. In bijlage 1 wordt een toelichting (doel en belang) gegeven op de aanvraag.

Motivering van de aanvraag (maximaal 7 regels gebruiken)

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele energiebronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken, wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. Een nadere motivering van de aanvraag vindt u in bijlage 1.

Betreft het aangevraagde werk een uitbreiding / wijziging van een bestaande situatie? Nee

Is er reeds eerder een Wbr vergunning verstrekt?

Nee

Hoe? (uitvoeringswijze)

Hoe zullen de werkzaamheden worden uitgevoerd? (maximaal 7 regels gebruiken)

De kruisingen van de rijkswegen vinden plaats door middel van HDD-boringen. In de bijlage van de aanvraag wordt nader toegelicht hoe de ondergrondse hoogspanningsverbinding wordt aangelegd.

Waar? Locatiegegevens / kadastrale gegevens / situatie tekening

Adresgegevens van de locatie

Zie bijlagen.

Gemeente

Gemeente Noord Beveland (N57), gemeenten Goes en Borsele (A58)

Postcode

Betreft

Rivier / kanaal / Rijksweg

Naam

N57 en A58

Naam loswal / kade / steiger

Kilometrereng

Zie bijlage Zijde n.v.t. (niet van toepassing)

Kadastrale gegevens bekend bij gemeente . . . , sectie . . . , nummer . . .

Zie bijlage

X-coördinaat

Y-coördinaat

Wanneer + periode (instandhouding)

Wat is de gewenste aanvangsdatum van de werkzaamheden?

01-01-2024

Is het resultaat van de werkzaamheden van tijdelijke of permanente aard? Permanent

Kostprijs / raming van de werkzaamheden (leges)

Wat is de kostprijs of raming van de kosten (exclusief BTW) van het aangevraagde werk?

> EUR 2400,-

heeft u een afwijkend adres voor de factuur? Ja

T.a.v.	TenneT TSO B.V. - t.a.v. de Crediteurenadministratie				
Adres	postbus	Nummer	428	Toevoeging	
Postcode * / Plaats	6800AK	Arnhem	Land	Nederland	

Bijlagen

Tracégegevens (route - positielijst - diepteligging)	95644745_9164272_Bijlagenoverzicht_en_downloadlink.pdf
Betreft de aanvraag een (vaar)wegkruising van een gestuurde boring?	Ja
Bijlage(n) gestuurde boring / persing conform richtlijn boortechniek versie januari 2004	95644745_9164273_Bijlagenoverzicht_en_downloadlink.pdf
Situatietekening (algemeen)	95644745_9164274_Bijlagenoverzicht_en_downloadlink.pdf
Kadastrale gegevens (algemeen)	95644745_9164275_Bijlagenoverzicht_en_downloadlink.pdf
Specificatie van gewenste wijzigingen en bijbehorende vergunning(en) (datum en nummer)	95644745_9164276_Bijlagenoverzicht_en_downloadlink.pdf
Overige relevante bijlage	<input type="text"/>
Overige relevante bijlage	<input type="text"/>
Overige relevante bijlage	<input type="text"/>
Overige relevante bijlage	<input type="text"/>
Overige relevante bijlage	<input type="text"/>

Ik verklaar hierbij deze **aanvraag** naar waarheid te hebben ingevuld.

Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Aanbiedingsbrief

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Minister van Infrastructuur en Waterstaat
Rijkswaterstaat Zee en Delta
T.a.v. [REDACTED]
Postbus 2232
3500 GE UTRECHT

CLASSIFICATIE C2 - Interne Informatie
DATUM 7 juli 2023
ONZE REFERENTIE TTB-06972
BEHANDELD DOOR [REDACTED]
E-MAIL [REDACTED]

BETREFT Aanvraag vergunning Wet beheer rijkswaterstaatwerken – kruisen N57 en A58 ten behoeve van het project Net op zee Nederwiek 1

Geachte [REDACTED],

Voor het project *Net op zee Nederwiek 1* ontvangt u bijgaand een aanvraag om een vergunning op grond van artikel 2 van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken voor het uitvoeren van werkzaamheden binnen de beheerszone van de rijkswegen N57 en A58. Om de aanleg van een gelijkstroomaansluiting van 2GW uit het windenergiegebied Nederwiek op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet mogelijk te maken is de aanleg van een ondergronds 525 kV-gelijkstroom kabeltracé in de beheerszones van de rijkswegen N57 en A58 noodzakelijk.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag is ingevolge artikel 20c van de Elektriciteitswet de Rijkscoördinatierегeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing. Hierbij is de minister van Economische Zaken en Klimaat de aangewezen minister voor de coördinatie.

1. Op grond van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) dient u als bevoegd gezag een afschrift van deze aanvraag aan de minister van EZK te versturen. TenneT TSO B.V. zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken en Klimaat een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerpbesluit gereed te hebben.
3. Het ontwerpbesluit, en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT TSO B.V., maar aan de minister van Economische Zaken en Klimaat, t.a.v. Bureau Energieprojecten, Postbus 93144, 2509 AC Den Haag. De minister stuurt de besluiten gebundeld door aan de initiatiefnemer; dit is juridisch gezien de bekendmaking.

De volgende documenten maken onderdeel uit van deze aanvraag:

- Onderhavige aanbiedingsbrief;
- Aanvraagformulier (digitaal Wbr);
- Bijlage 1: Toelichting op de aanvraag;
- Bijlage 2: Overzichtskaart kruisingen rijkswegen;
- Bijlage 3: Situatietekening N57;
- Bijlage 4: Situatietekening A58;

- Bijlage 5a: Beheertekening N57;
- Bijlage 5b: Boorplanrapportage N57;
- Bijlage 5c: Sonderingsgegevens N57;
- Bijlage 6: Boorplanrapportage A58;
- Bijlage 7: Machtiging Arcadis Nederland B.V. door TenneT TSO B.V.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij u op korte termijn contact met ons op te nemen (zie aanhef brief voor contactgegevens). Voor procedurele vragen verzoeken wij u contact op te nemen met Bureau Energieprojecten, tel. 070 379 8979.

Met vriendelijke groet,
TenneT TSO B.V.



Projectleider vergunningen en MER

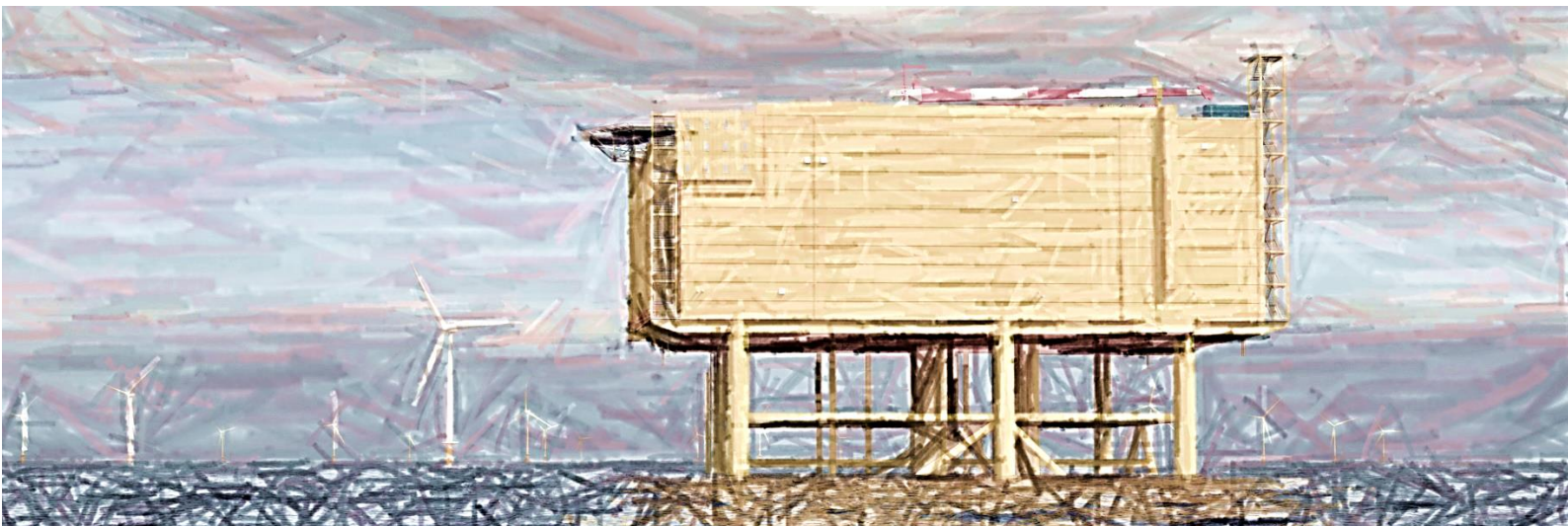
Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 1: Toelichting aanvraag

Net op zee Nederwiek 1

Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag Wbr- vergunning



Datum: 7 juli 2023
Versienummer: 4
Status: Definitief

In opdracht van:

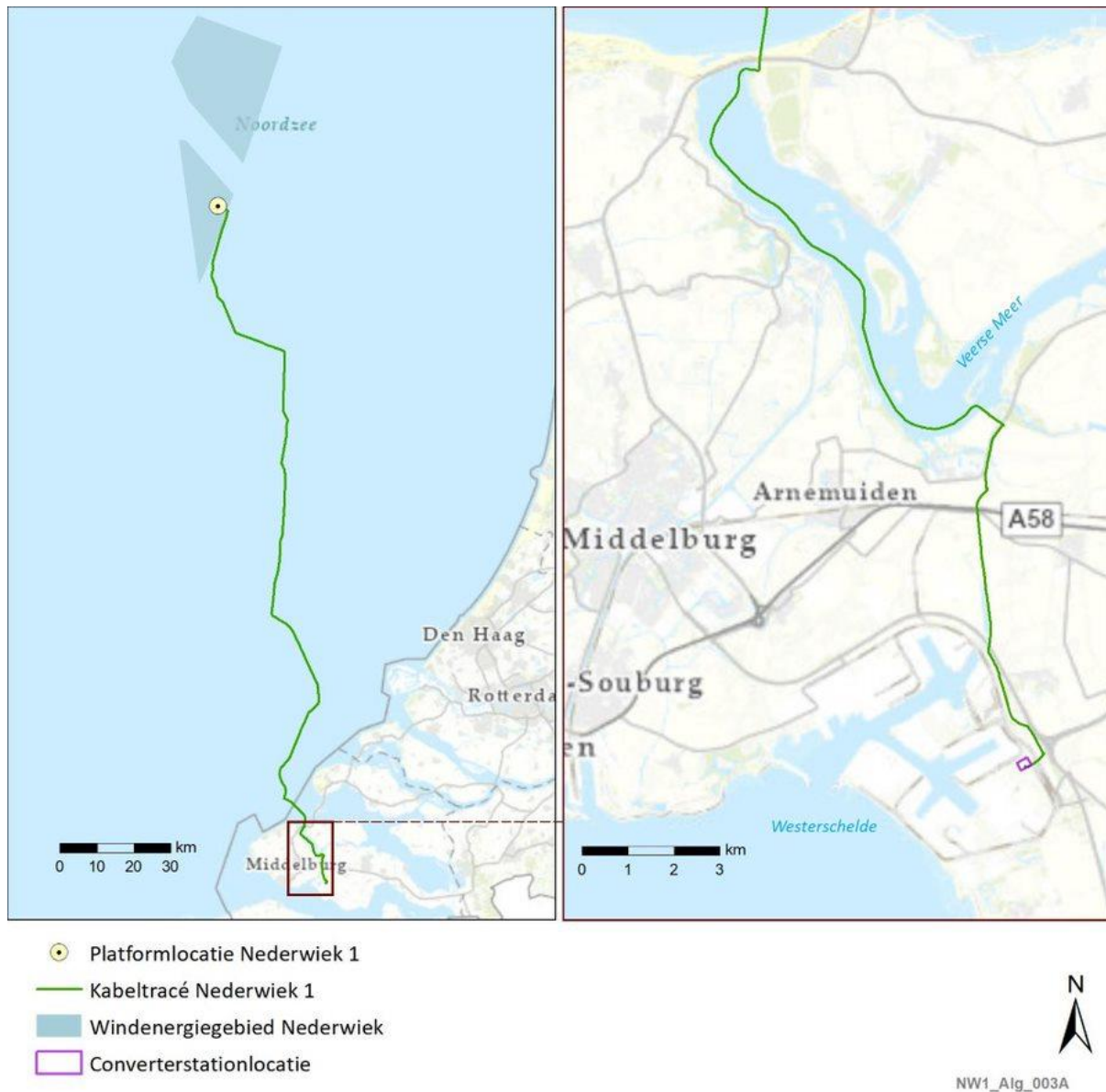


INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	2
1.1	Aanleiding en achtergrond.....	3
1.1.1	Windenergie op zee	3
1.2	Hoofdlijnen van de voorgenomen activiteit	6
1.3	Het tracé	7
1.4	Planning.....	8
2	Wettelijk kader en beschrijving activiteit	9
2.1	Kruisen (beheerszone) N57.....	9
2.2	Kruisen (beheerszone) A58.....	11
3	Effecten	13
3.1	Resultaat boorplannen.....	13
3.1.1	Boorplan N57	14
3.1.2	Boorplan A58.....	14
3.2	EMC-beïnvloeding	14
3.3	Conclusie en aanbevelingen	15

1 Inleiding

Voor u ligt de toelichting op de aanvraag voor een vergunning ex. Artikel 2 van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken voor het uitvoeren van werkzaamheden binnen de beheerszone van de rijkswegen N57 en A58 voor het project Net op zee Nederwiek 1. De werkzaamheden betreffen de aanleg van een ondergrondse 525 kV-gelijkstroomverbinding binnen de beheerszones van beide rijkswegen. Het doel van de netaansluiting Nederwiek 1 is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting uit het windenergiegebied Nederwiek 1 op het landelijke 380 kV-hoogspanningsnet, zie Figuur 1-1. Dit wordt verder in voorliggend document Net op zee Nederwiek 1 genoemd. In onderhavig document wordt een toelichting op deze aanvraag gegeven.



Figuur 1-1 Kabeltracé Net op zee Nederwiek 1

1.1 Aanleiding en achtergrond

1.1.1 Windenergie op zee

Windenergie is een duurzame vorm van energieopwekking. Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. Duurzame energie kan dienen als vervanging van energie uit fossiele bronnen. De energieopwekking met fossiele brandstoffen leidt tot uitstoot van broeikasgassen onder meer het broeikasgas CO₂. Toename in CO₂ is een belangrijke oorzaak van opwarming van de atmosfeer en daarmee samenhangende klimaatverandering. De tweede reden is dat fossiele energiebronnen eindig zijn en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken, wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. De productie van hernieuwbare energie in Nederland is in september 2022 met 20% gestegen ten opzichte van 2021.¹

Samen met de al gerealiseerde windparken uit de Routekaart windenergie op zee 2023, is er op grond van eerder kabinetsbesluit en het Klimaatakkoord in de huidige Routekaart windenergie op zee 2030² in totaal 10,8 GW aan operationele windcapaciteit in voorbereiding voor het jaar 2030. Meerdere recente ontwikkelingen maken de realisatie en aansluiting van extra windenergie op zee voor uiterlijk 2030 noodzakelijk. Dit wordt ook wel de 'versnellingsopgave' genoemd. De versnellingsopgave was nodig omdat:

- In 2020 is gebleken dat de huidige plannen niet genoeg energie opleveren om de Nederlandse doelstelling uit het Klimaatakkoord voor windenergie op zee in 2030 te halen. Voor het bereiken van 49% CO₂-reductie in 2030 is er nog een tekort van 0,7 GW.
- De vraag naar elektriciteit is toegenomen. De industrie laat in hun verduurzamingsopgave een toegenomen behoefte aan elektrificatie zien. De vraag naar duurzame elektriciteit wordt daardoor hoger dan eerder werd verwacht.
- De Europese Unie heeft het CO₂-reductiedoel in april 2021 opgehoogd van 40% naar 55% reductie van CO₂-uitstoot ten opzichte van de uitstoot in 1990. Deze doelstelling is overgenomen in het coalitieakkoord. Ondertussen wil het kabinet beleid voeren op 60% emissiereductie in 2030. Het coalitieakkoord zet in op extra wind op zee.

Door deze versnellingsopgave zijn in 2030 extra windparken en netten op zee nodig, maar ook voor de periode daarna. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO₂-reductie te kunnen behalen. Aansluitend hierop verzoekt de motie-Boucke³ het kabinet om in 2021 minimaal ruimte voor 10 GW windenergie op zee aan te wijzen. Er is tot en met 2030 dus extra ruimte nodig voor 10,7 GW windenergie op zee – het tekort van 0,7 GW en de 10 GW aan extra vermogen. De nieuwe windenergiegebieden spelen een belangrijke rol in het halen van de klimaatdoelstellingen.

In het Programma Noordzee 2022-2027 (PNZ)⁴, een bijlage van het Nationaal Water Programma 2022-2027, zijn nieuwe windenergiegebieden aangewezen, waaronder windenergiegebied

¹ Zie: [Hernieuwbare productie 20 procent hoger | Nieuwsbericht | Klimaatakkoord](#)

² Voor Routekaart Windenergie op zee 2030, zie: [Structuurvisie Windenergie op Zee \(SV WoZ\) | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#)

³ Kamerstukken II 2020-21, 35 668, nr. 21.

⁴ Het Programma Noordzee 2022-2027 is vastgesteld op 18 maart 2022, zie: [Programma Noordzee 2022-2027 - Noordzeeloket](#)

Nederwiek (daarvoor genaamd windenergiegebied 1). Dit is bevestigd in de brief van de minister voor Klimaat en Energie van 21 juni 2022 aan de Tweede Kamer.⁵ Met deze brief is:

- De 'Routekaart windenergie op zee 2030' aangevuld voor de versnellingsopgave: hierin staat welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld gaan worden.
- Het 'Ontwikkelkader windenergie op zee' geactualiseerd op basis van de versnellingsopgave en vormt daarmee de uitvoering van de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030.

Extra aanlandingen wind op zee en VAWOZ

Extra windenergie op zee betekent ook extra elektriciteitsaansluitingen op land. In de Verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ) wordt samen met belanghebbenden onderzocht wat kansrijke opties voor aansluitingen tussen windenergiegebieden op zee en aansluitlocaties op land zouden kunnen zijn. De VAWOZ heeft betrekking op twee perioden, die aansluiten op elkaar:

- VAWOZ 2030 met de (versnellings-)mogelijkheden voor extra aansluitingen in de periode tot en met 2030.
- VAWOZ 2031-2040, met de mogelijkheden voor aansluitingen in de periode van 2031 tot 2040.

Het doel van VAWOZ 2030⁶ is om te bepalen welke locaties kansrijk zijn voor de aanlanding van extra elektriciteit uit windenergie uiterlijk in het jaar 2030. De verkenning brengt de kansen en knelpunten in beeld voor de verschillende tracéopties tussen de windenergiegebieden en aansluitlocaties. Uit de verkenning volgen ook tracéopties die misschien niet kansrijk zijn voor de periode tot en met 2030 (vanwege planning of uitvoerbaarheid met huidige technieken), maar dat mogelijk wel zijn voor de periode 2031-2040.

De VAWOZ 2030 is in december 2021 afgerond. Op basis daarvan heeft de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK)⁷ op 2 december 2021⁸ een brief aan de Tweede Kamer geschreven. In die brief is het startschot gegeven voor de ruimtelijke procedures voor het aan land brengen van windenergie met stroomkabels vanuit de windenergiegebieden die zijn aangewezen of herbevestigd in het PNZ.

In juni 2022 publiceerde het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) de [aanvullende Routekaart Windenergie op zee 2030](#), met hierin de nieuwe windenergiegebieden: Nederwiek, Lagelander en Doordewind. In Figuur 1-2 zijn de aangewezen windenergiegebieden weergegeven.

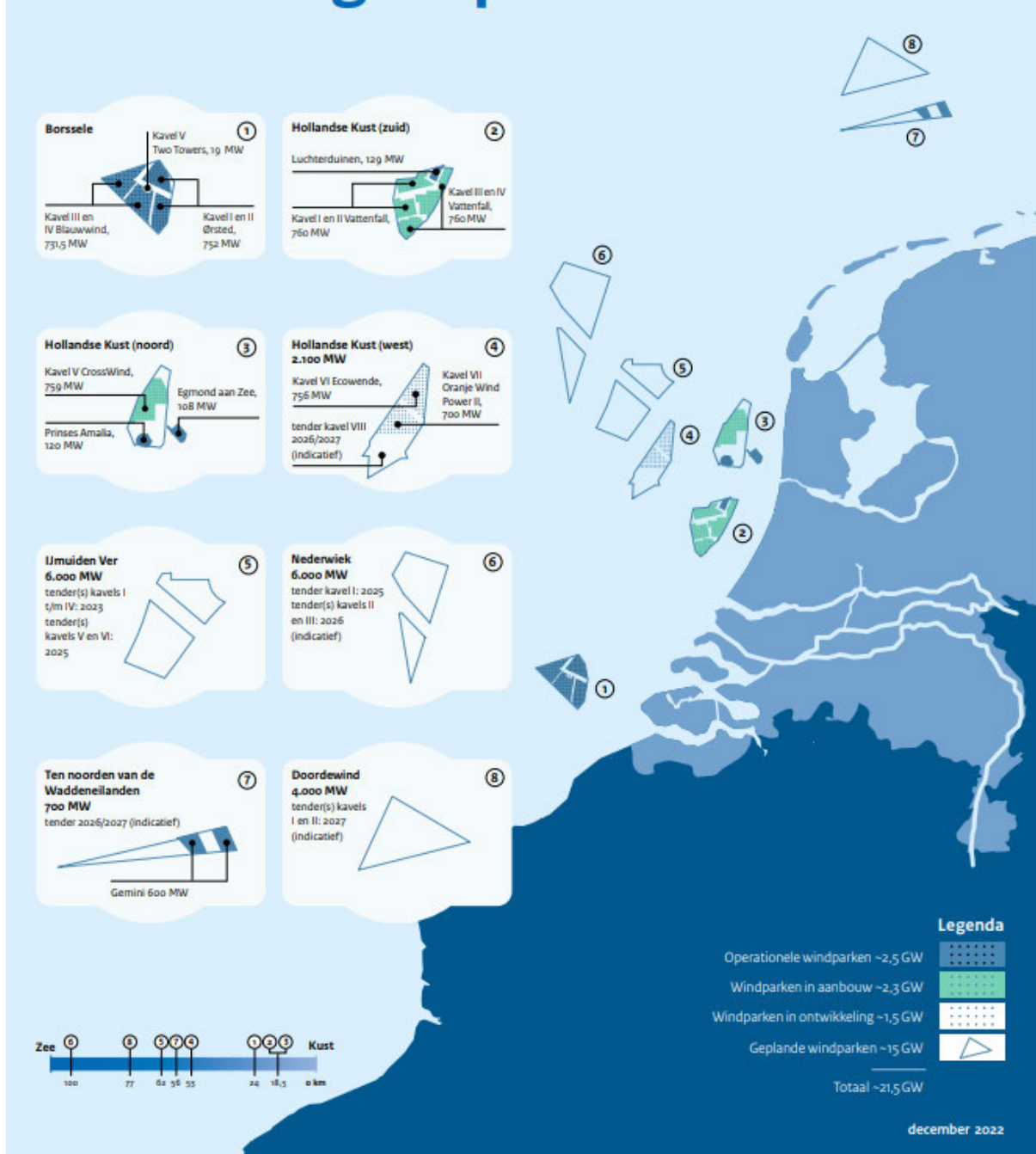
⁵ Voor aanvullende Routekaart windenergie op zee 2030 en aanpassing Ontwikkelkader windenergie op zee, zie: [Kamerbrief aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

⁶ Voor VAWOZ 2030, zie: [Verkenning aanlanding wind op zee \(VAWOZ\) \(rvo.nl\)](#)

⁷ In het huidige kabinet is er een minister voor Klimaat en Energie en een minister van Economische Zaken en Klimaat.

⁸ Voor Kamerbrief over verkenning aanlanding wind op zee 2030, zie: [Kamerbrief over verkenning aanlanding wind op zee 2030 | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

Routekaart Windenergie op zee



Figuur 1-2 Aangewezen windenergiegebieden op de Noordzee (Bron: Ontwikkeldkader windenergie op zee)

TenneT heeft onder de Elektriciteitswet de wettelijke taak het hoogspanningsnet op land en zee te realiseren en te beheren.⁹ Hieronder vallen ook de verbindingen voor het transport van elektriciteit, die wordt opgewekt in de huidige en toekomstige windenergiegebieden op zee, naar het hoogspanningsnet op land. TenneT is daarbij onder meer verantwoordelijk voor het voorbereiden van planologische besluiten en vergunningaanvragen.

De omvang van het windenergiegebied en de aansluiting van TenneT zijn op elkaar afgestemd. Het Net op zee Nederwiek 1 levert een bijdrage aan de energietransitie in Nederland door op doelmatige wijze de in het windenergiegebied opgewekte duurzame elektriciteit naar het Nederlandse hoogspanningsnet te transporteren. De huidige aanpak van TenneT voor de netten op zee-verbindingen is om deze integraal en gecoördineerd te realiseren. Om nu te kiezen voor een integrale en gecoördineerde aanpak is er een verbeteringslag gemaakt ten opzichte van het realiseren van individuele aansluitingen per windparkontwikkelaar. Door de investeringen in infrastructuur op zee bij TenneT te bundelen ontstaan synergievoordelen voor financiering, inkoop, standaardisatie en kennisontwikkeling. Daarnaast leidt de gekozen aanpak tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving.

Om een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het Net op zee Nederwiek 1 uiterlijk in 2030 in bedrijf te zijn.

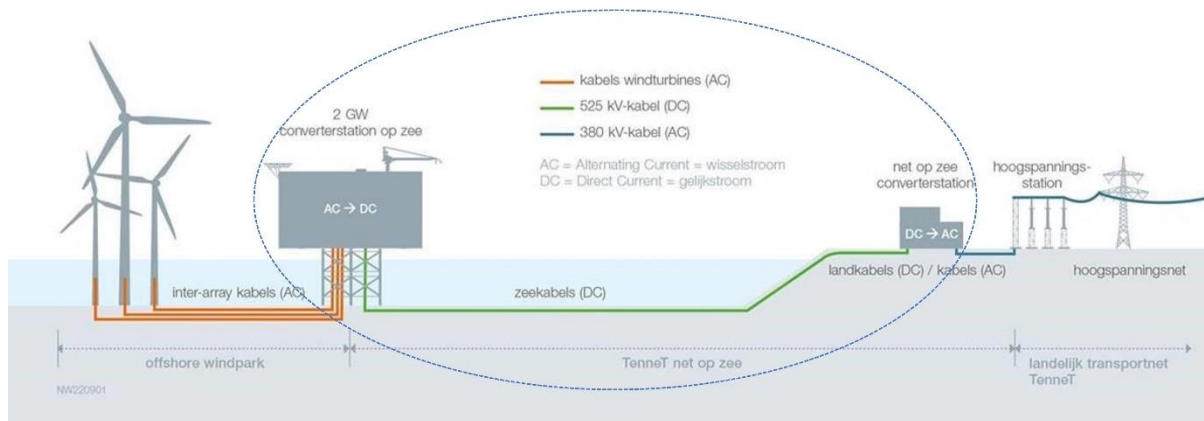
1.2 Hoofdpijnen van de voorgenomen activiteit

Net op zee Nederwiek 1, 2, 3

In windenergiegebied Nederwiek worden windparken met een totaal vermogen van 6 GW gerealiseerd. Om deze windparken aan te sluiten op het hoogspanningsnet, zijn er drie ondergrondse verbindingen met elk een vermogen van 2 GW naar land nodig. Naast Net op zee Nederwiek 1, met aansluiting in Borsele, wordt ook Net op zee Nederwiek 2 met een aansluiting op de Maasvlakte voorbereid. Voor Net op zee Nederwiek 2 wordt een aparte procedure doorlopen, gelijktijdig aan de procedure voor Net op zee Nederwiek 1 (met definitieve vergunningaanvragen in juli 2023). De procedure voor de derde verbinding, Net op zee Nederwiek 3, is later opgestart. De indiening van vergunningaanvragen voor dat project is voorzien na de vergunningsaanvragen van Net op zee Nederwiek 1 en 2.

De windturbines in het windenergiegebied Nederwiek 1 worden direct aangesloten op een converterplatform (hierna *platform*) op zee in het windenergiegebied. Het platform wordt met 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels aangesloten op een converterstation op land. In dit converterstation wordt de gelijkstroom omgezet in wisselstroom. Vervolgens gaat de elektriciteit via wisselstroomkabels van het converterstation naar het landelijke hoogspanningsnet. Figuur 1-3 geeft een schematische weergave van de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 1.

⁹ In Nederland wordt het hoogspanningsnet, dat zijn alle kabels (ondergronds) en lijnen (bovengronds) van 110 kV en hoger, vanaf 1 januari 2008 door TenneT beheerd.



Figuur 1-3 Onderdelen project Net op zee Nederwiek 1 loopt van het platform op zee tot de aansluiting op het nieuw te realiseren converterstation

Het Net op zee Nederwiek 1 bestaat uit de volgende onderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom¹⁰;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op land naar een converterstation;
- Een converterstation op land (op het industrieterrein in Borsele) voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom, dat geschikt is voor het landelijke hoogspanningsnet.

Wanneer in onderhavig document gesproken wordt over de voorgenomen activiteiten Net op zee Nederwiek 1 dan omdat dat de bovenstaande onderdelen. Het converterstation wordt met ondergrondse 380 kV-kabels (wisselstroom) aangesloten op een nog nieuw te realiseren 380kV-hoogspanningsstation in het Sloegebied, gemeente Borsele. De verbinding naar dit nieuwe hoogspanningsstation en de realisatie van het nieuwe hoogspanningsstation zijn geen onderdeel van de scope van Nederwiek 1¹¹. Ook de windturbines en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee Nederwiek 1.

Op twee locaties binnen het tracé van de 525kV-hoogspanningsverbinding worden werkzaamheden uitgevoerd binnen de beheerszone van rijkswegen. Onderhavige aanvraag heeft betrekking op het realiseren van boringen onder de rijkswegen N57 en A58.

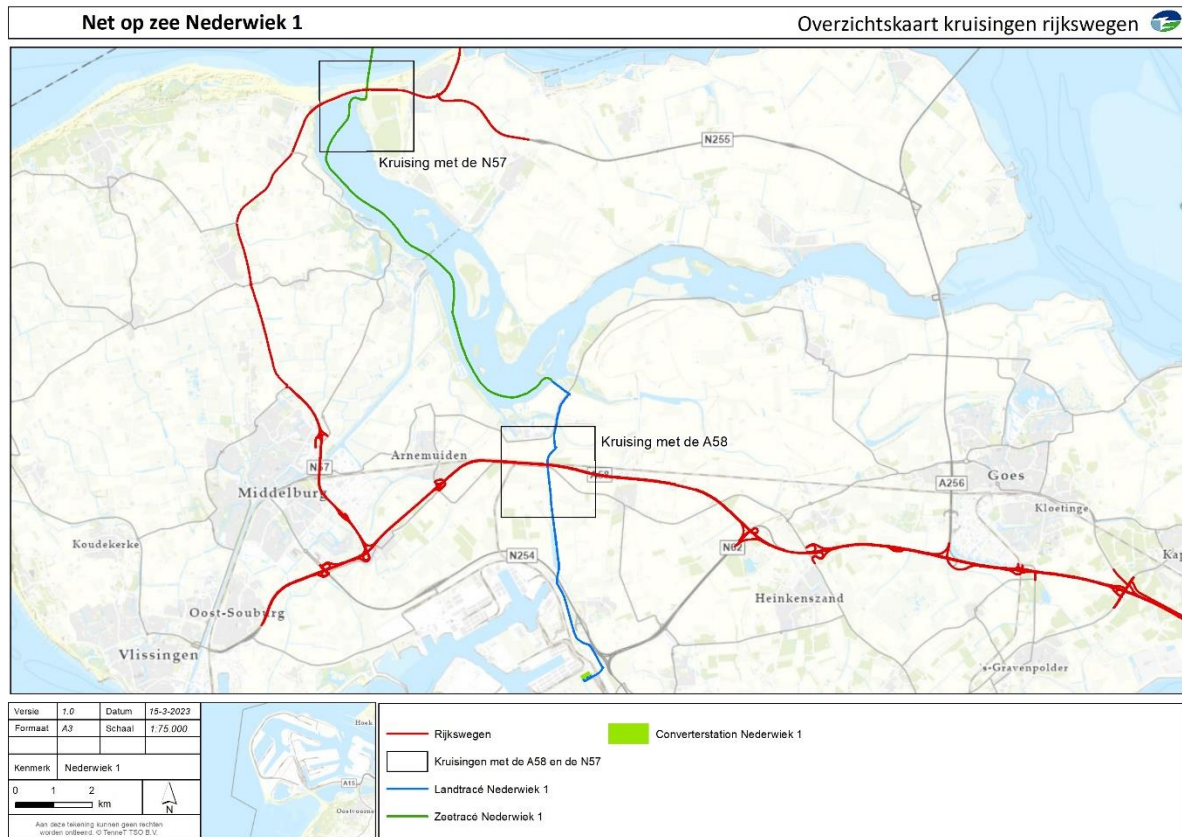
1.3 Het tracé

Het tracé van het Net op zee Nederwiek 1 loopt vanaf het platform in het windenergiegebied Nederwiek 1 op de Noordzee via het Veerse Meer naar het noorden van de Sloehaven in de gemeente Borsele naar het nieuw te bouwen converterstation. In Figuur 1-4 is het tracé over land

¹⁰ Gelijkstroom verliest over langere transportafstand minder energie dan wisselstroom.

¹¹ Voor onder meer de aansluiting van Net op zee Nederwiek 1 is een nieuw 380kV-hoogspanningsstation op land nodig. In VAWOZ is vastgesteld dat hiervoor voldoende fysieke ruimte beschikbaar is in/nabij het Sloegebied. Voor het nieuwe 380kV-station wordt een aparte procedure doorlopen genaamd 'Hoogspanningsstation omgeving Sloegebied'. Het hoogspanningsstation is dus geen onderdeel van onderhavige aanvraag.

met de rijkswegkruisingen weergegeven. Deze kaart is in groot formaat opgenomen als Bijlage 2 van de aanvraag.



Figuur 1-4 Overzichtskartaat kruisingen rijkswegen

De kabelverbinding bereikt de Zeeuwse kust aan de noordzijde van de Veerse Gatdam. Daar kruist het tracé de Veerse Gatdam inclusief de daar op gelegen N57. Vervolgens gaat de verbinding door het Veerse Meer. Vanaf de zuidoostzijde van het Veerse Meer buigt het tracé in zuidelijke richting af naar het havengebied tussen Vliissingen en Borssele (Sloehavengebied). Tussen het Veerse Meer en het havengebied kruist de hoogspanningsverbinding de A58.

1.4 Planning

De realisatie van het project Net op zee Nederwiek 1 is voorzien vanaf 2024 tot en met 2030. Op dit moment is nog geen aannemer gecontracteerd voor de realisatie. Door de gecontracteerde aannemer wordt het detail ontwerp van de routing en (diepte) ligging gemaakt. Vervolgens gaat het project in uitvoering. Wanneer de kabels op land exact worden aangelegd is op dit moment nog niet bekend. Zodra de uitvoeringsplanning (op te stellen door de aannemer) bekend is, wordt u op de hoogte gesteld van de exacte uitvoeringsplanning van de betreffende boringen.

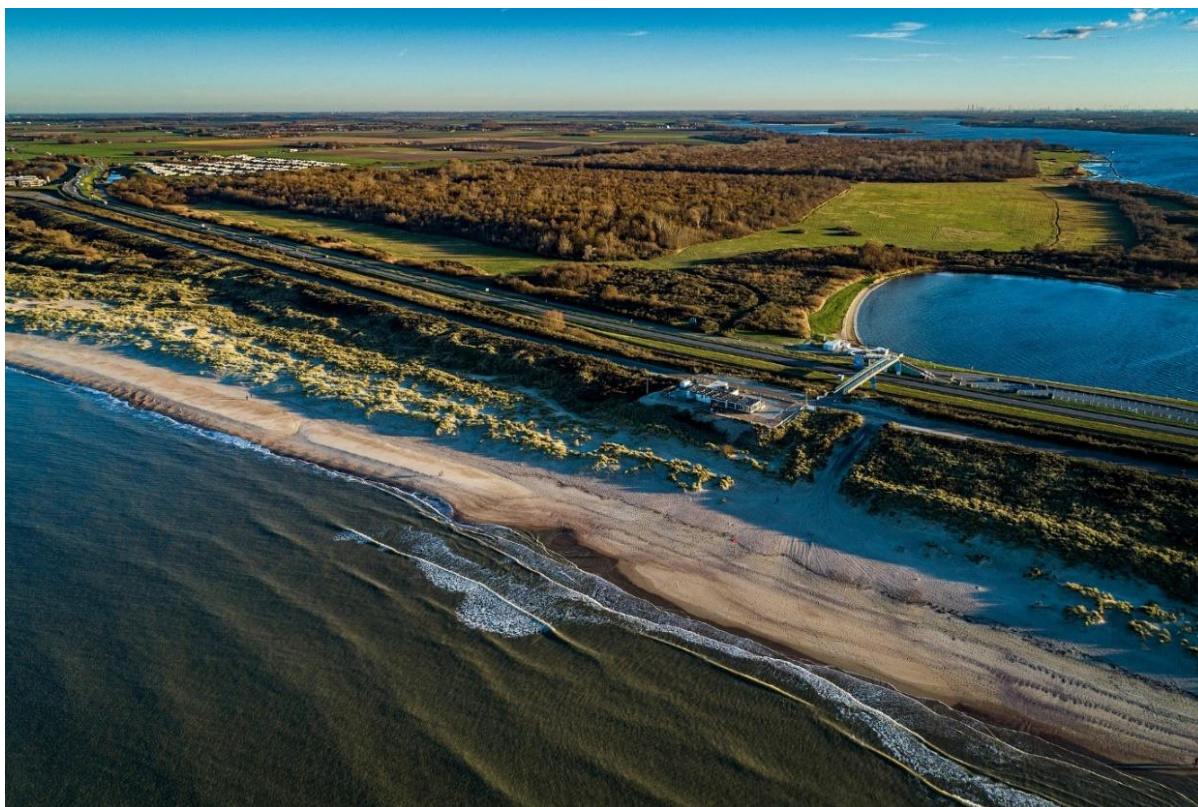
2 Wettelijk kader en beschrijving activiteit

Op basis van artikel 2 lid 1 van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken geldt dat een vergunning noodzakelijk is voor het maken of behouden van werken in, op, onder of over waterstaatswerken. We vragen hierbij een vergunning aan voor de volgende activiteiten:

- Het ondergronds kruisen middels (en behouden van) HDD¹²-boringen van (de beheerszone van) de rijksweg N57 door de kabels, te weten 525 kV-gelijkstroomkabels, van Net op zee Nederwiek 1 conform tekening bijlage 3.
- Het ondergronds kruisen middels (en behouden van) van HDD-boringen van (de beheerszone van) de rijksweg A58 door de kabels, te weten 525 kV-gelijkstroomkabels, van Net op zee Nederwiek 1 conform tekening bijlage 4.

2.1 Kruisen (beheerszone) N57

Het tracé van de hoogspanningsverbinding kruist de N57 op de Veerse Gatdam tussen hectometerpaal 68,3 en 68,5. Figuur 2-1 laat een dronebeeld zien van de Veerse Gatdam – N57 ter plaatse van de kruising. Een situatietekening van de kruising inclusief kadastrale percelen is weergegeven in bijlage 3. Bijlage 5a bevat de boorplantekeningen (HDD en kabels). Op basis daarvan is een effectbeoordelingsrapportage opgesteld die als bijlage 5b onderdeel uitmaakt van de aanvraag. Voor relevante sonderingen wordt verwezen naar bijlage 5c.

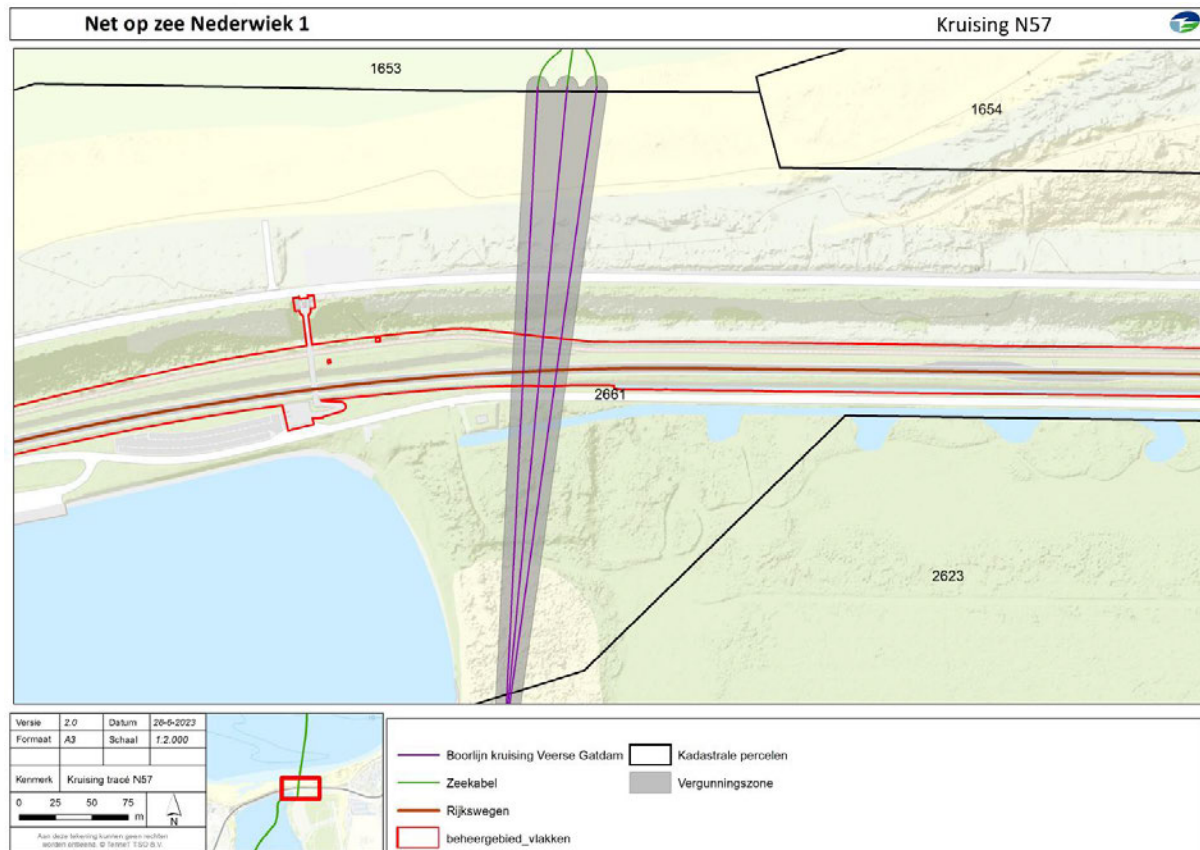


Figuur 2-1 Dronebeeld Veerse Gatdam - N57 ter plaatse van kruising

De N57 en het bijbehorende beheersgebied zijn gelegen op het kadastrale perceel A-2661 in de gemeente Noord-Beveland. Zoals op de situatietekening (bijlage 3 en Figuur 2-2) aangegeven, zijn de

¹² Horizontal Directional Drilling

in- en uittredepunten van de boorlijnen ruim buiten de beheerszone van de N57 gelegen. Er is geen sprake van werkterreinen of werkwegen binnen de beheerszone van de N57. Binnen de beheerszone van de N57 ligt de kabelconfiguratie op circa 15 meter onder maaiveld. Het fietspad op de Veerse Gatdam is in beheer van het Waterschap Schedestromen. Het werkterrein bij het in- en uittredepunt aan de Veerse Meer zijde is deels gelegen op terrein van Staatsbosbeheer. Beide partijen zijn door TenneT betrokken als stakeholder.



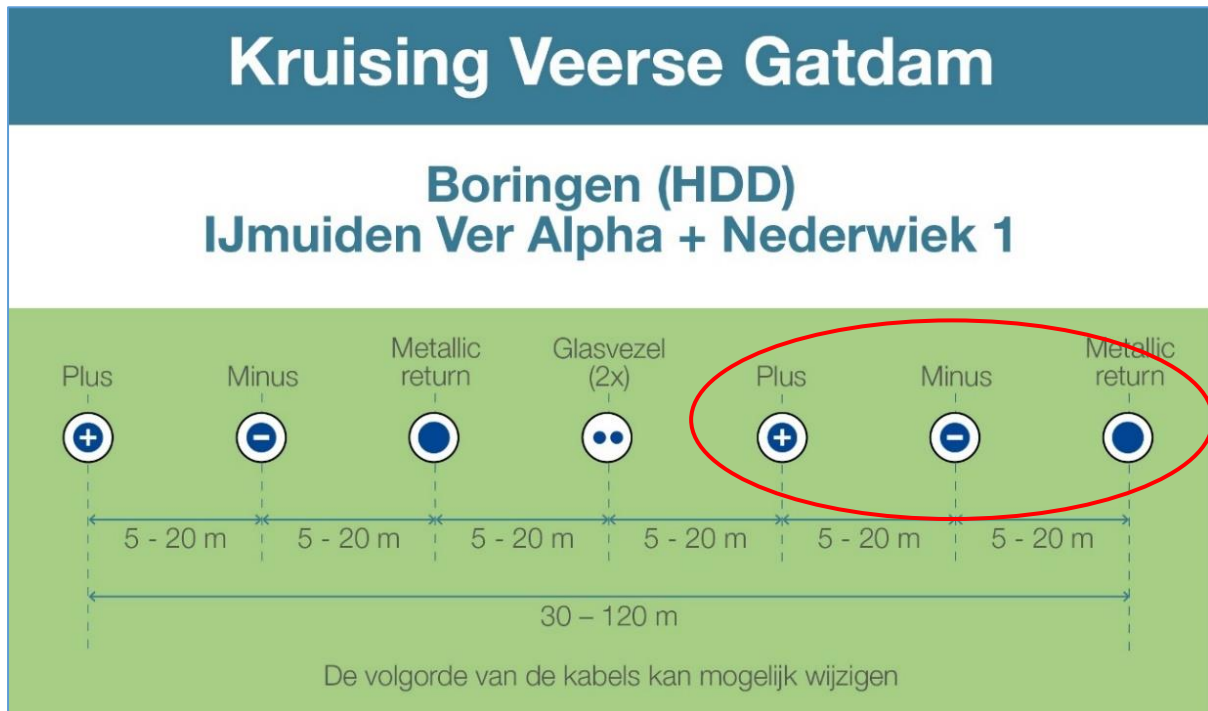
Figuur 2-2 Situatietekening kruising N57

De kruisingen van de rijksweg worden uitgevoerd middels HDD-boringen. De ondergrondse 525 kV-gelijkstroom kabelverbinding van het Net op zee Nederwiek 1 bestaat uit drie horizontaal gestuurde boringen (HDD). De pluspool-gelijkstroomkabel, de minpool-gelijkstroomkabel en de metallic return kruisen de Veerse Gatdam ieder in één losse boring (boorgat). In verband met het beheer en onderhoud van de hoogspanningskabels en de boortechnische risico's, acht TenneT het noodzakelijk om drie aparte boringen uit te voeren voor Net op zee Nederwiek 1 in plaats van een enkele grote boring of twee boringen.

De glasvezelkabel van Net op zee Nederwiek 1 zal samen liggen in de boring met een andere kabel van Net op zee Nederwiek 1 of IJmuiden Ver Alpha. De boringen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha liggen parallel aan het Net op zee Nederwiek 1 en zijn reeds vergund.¹³ In het kader van Net op zee Nederwiek 1 vraagt TenneT drie boringen aan.

De boringen liggen aan de Veerse Meer zijde minimaal 5 meter uit elkaar en lopen richting de Noordzee-zijde van de Veerse Gatdam verder uit elkaar tot circa 20 meter zoals weergegeven op de situatietekening opgenomen in bijlage 3 en het boorplan in bijlage 5a.

¹³ [Vergunning Wbr - Net op zee IJmuiden Ver Alpha \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/nl/vergunning-wbr-net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha)



Figuur 2-3 Indicatieve configuratie kabelsysteem HDD-boringen DC-verbinding, met in rood de boringen voor het tracé van Nederwiek 1

Aanvraag flexibele zone

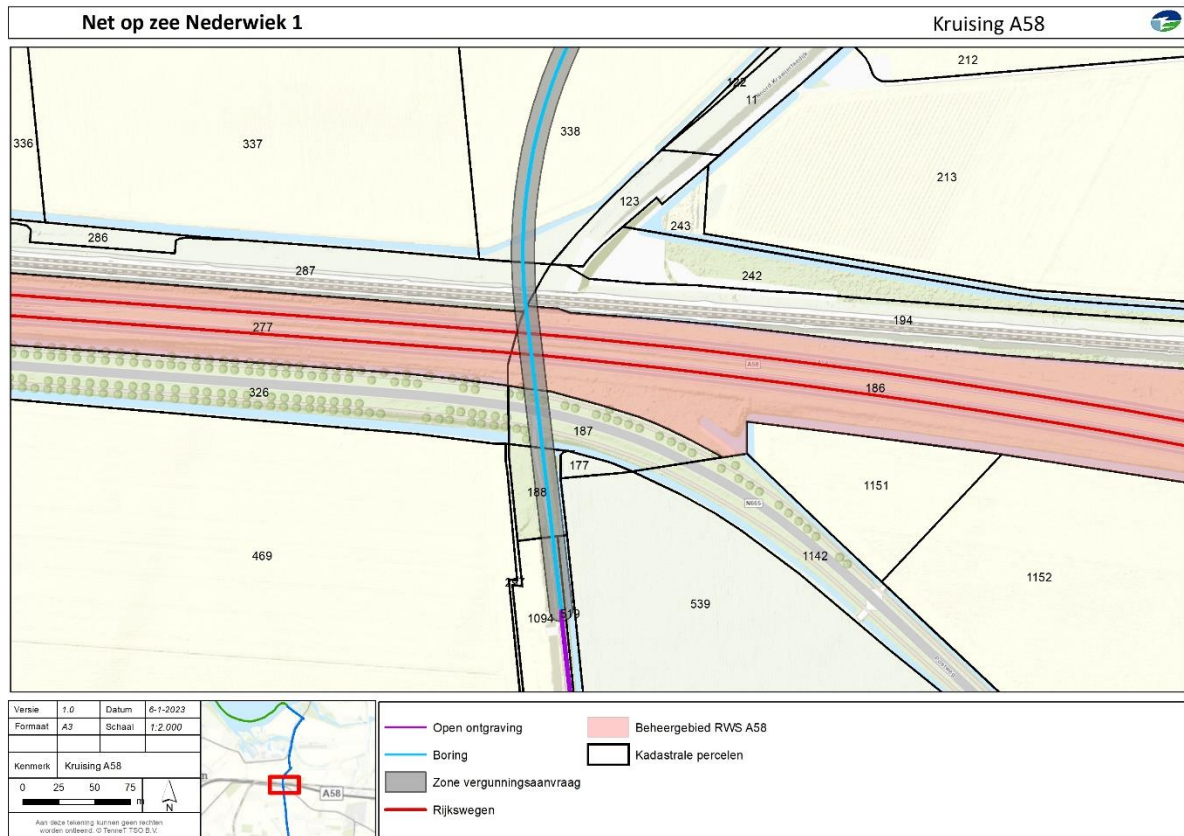
De minimale ruimte tussen twee mantelbuizen is 5 meter. Het minimale ruimtebeslag bij drie buizen betreft daarmee 10 meter. Om enige flexibiliteit aan te houden wordt voor de buitenste twee mantelbuizen een extra zone van 7,5 meter aangevraagd. Het ruimtebeslag van Net op zee Nederwiek 1 is daardoor 25 meter op het smalste stuk. Hierdoor wordt aan de Veerse Meer zijde voor een zone van 25 meter een vergunning aangevraagd.

De maximale ruimte tussen twee mantelbuizen is 20 meter. Het maximale ruimtebeslag bij drie buizen betreft daarmee 40 meter. Om enige flexibiliteit aan te houden wordt voor de buitenste twee mantelbuizen een extra zone van 7,5 meter aangevraagd. Het ruimtebeslag van Net op zee Nederwiek 1 is daarom 55 meter op het breedste stuk. Hierdoor wordt aan de Noordzee zijde voor een zone van 55 meter een vergunning aangevraagd.

De zone waarvoor vergunning wordt aangevraagd is aangegeven als vergunningszone op de situatietekening bijlage 3. Tevens wordt hierbij een marge qua diepteligging van de kabels aangevraagd van 5 meter dieper ten opzichte van de diepte op de boortekening zoals opgenomen in bijlage 5a. De daadwerkelijke diepte waarop de HDD-boringen komen te liggen in de beheerszone van de N57 zal ten minste voldoen aan de minimaal vereiste diepte.

2.2 Kruisen (beheerszone) A58

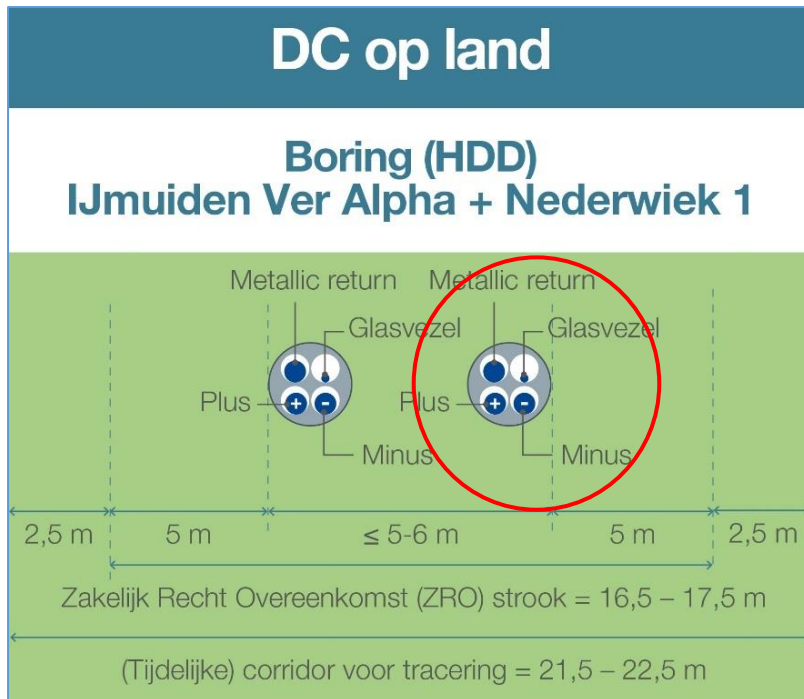
Het tracé van de hoogspanningsverbinding kruist de A58 bij hectometerpaal 160,9. Een situatietekening van de kruising inclusief kadastrale percelen is weergegeven in bijlage 4 en Figuur 2-4. Voor het volledige boorplan van de boring wordt verwezen naar bijlage 6 van de aanvraag.



Figuur 2-4 Situatietekening kruising A58

De A58 en het bijbehorende beheersgebied zijn gelegen op de kadastrale percelen M 277 en M 186 in de gemeente Goes. Parallel aan de snelweg A58 zijn aan de noordzijde een spoorlijn (perceel in eigendom ProRail) en waterkering (WS Scheldestromen) gelegen. Aan de zuidzijde loopt de provinciale weg N665 (Postweg, perceel in eigendom Provincie Zeeland). Voor het kruisen van de andere infrastructuur worden bij de betreffende bevoegde gezagen de benodigde vergunningen aangevraagd.

Het kabelsysteem onder de A58 bestaat uit één HDD-boring conform de configuratie zoals schematisch weergegeven in onderstaande Figuur 2-5.



Figuur 2-5 Indicatieve configuratie kabelsysteem en ruimtebeslag kruising A58 Nederwiek 1 in rood inclusief IJmuiden Ver Alpha

Zoals op de situatietekening aangegeven, zijn de in- en uitredepunten van de boring ruim buiten de beheerszone van de A58 gelegen. Er is geen sprake van werkterreinen of werkwegen binnen de beheerszone van de A58. Binnen de beheerszone van de A58 ligt de kabelconfiguratie op circa 18,5 meter onder maaiveld, zie ook boorplanrapportage in Bijlage 6.

Aanvraag flexibele zone

Het ruimtebeslag voor de DC-kabel bedraagt minimaal 10 meter (breedte). Om enige flexibiliteit te houden voor aanleg van de kabels wordt echter een zone aangevraagd met een breedte van 2x7,5 meter. Hierdoor wordt voor een zone van 15 meter een vergunning aangevraagd. Ook wordt hierbij een marge qua diepteligging van de kabels aangevraagd van 5 meter dieper dan de op de boortekening (zie bijlage 6) aangegeven diepte.

3 Effecten

Het kruisen van de rijksweg N57 en de rijksweg A58, kan effect hebben op de betreffende rijkswegen en bijbehorende wegapparatuur en/of bekabeling als ook op nabij gelegen (niet tot de weg behorende) apparatuur en/of bekabeling. Om vergunning te kunnen verkrijgen moet worden aangetoond dat er bijvoorbeeld geen of verwaarloosbare effecten optreden ten aanzien van de stabiliteit van de wegen en onderliggende constructies. Daarom zijn er stabiliteitsberekeningen uitgevoerd (zie bijlagen 5 en 6) en is gekeken naar eventuele beïnvloeding. Hieronder geven we de belangrijkste bevindingen en resultaten weer.

3.1 Resultaat boorplannen

Hieronder zijn de bevindingen en resultaten van de uitgevoerde berekeningen (zie bijlage 5b en bijlage 6) weergegeven. In deze berekeningen is naast de (beheerszone van de) rijkswegen ook

rekening gehouden met andere relevante aspecten ten aanzien van de boringen zoals de aanwezigheid van waterkeringen, spoorwegen en andere wegen.

3.1.1 Boorplan N57

Voor de hoofdconclusies en het advies ten aanzien van de boring onder de N57 (Veerse Gatdam) wordt verwezen naar hoofdstuk 10 van de uitgevoerde effectbeoordeling, bijlage 5b van de aanvraag.

3.1.2 Boorplan A58

Voor de hoofdconclusies en het advies ten aanzien van de boring onder de A58 wordt verwezen naar hoofdstuk 7 van de boorplanrapportage, bijlage 6 van de aanvraag.

3.2 EMC-beïnvloeding

Voor het project Net op zee Nederwiek 1 zijn vier beïnvloedingsmechanismen beschouwd via welke de landkabels mogelijk objecten van derden in de omgeving kunnen beïnvloeden, dit volgens de methodiek van de NEN 3654. Deze mechanismen zijn: inductief, weerstand, capacitief (alle onder de noemer “elektromagnetische compatibiliteit, kortweg EMC”) en thermisch.

Voor inductieve beïnvloeding is de NEN 3654 van toepassing. Deze norm heeft betrekking op de invloed van hoogspanningssystemen op buisleidingen, maar kan ook van toepassing verklaard worden op andere elementen met dezelfde eigenschappen zoals data- en stroom kabels of vangrails/geleiderails. Uit deze norm volgt ook dat inductieve beïnvloeding alleen bekeken hoeft te worden bij spanningen/stromen met een 50 hertz component. Een gelijkstroomverbinding heeft geen 50 hertz component, waardoor inductieve beïnvloeding niet aan de orde is. Er kunnen in DC-kabels wel rimpelspanningen geprojecteerd op de DC-spanning (hogere harmonische) voorkomen. Deze worden niet meegenomen in verdere EMC-analyses. Dit is gebruikelijk omdat deze frequentie veel hoger (>300 Hz) is en de amplitude juist veel lager. NB. Dit is ook de werkwijze van andere partijen in Nederland die met gelijkstroom werken, zoals bijvoorbeeld ProRail.

Zoals hierboven uiteengezet, speelt inductieve beïnvloeding geen rol bij gelijkstroomverbindingen. Inductieve beïnvloeding, welke spanningen en stromen induceert op metalen delen van derden, kan alleen ontstaan onder de volgende voorwaarden:

- Het stroom voerende component moet zich in de nabijheid van andere metalen objecten bevinden (enkele meters);
- Er moet sprake zijn van langere parallelligging (enkele honderden meters);
- De spanningen en stromen moeten een AC (Wisselstroom; 50Hz) component bevatten.

Beïnvloeding van de vangrail/geleiderail is helemaal uit te sluiten door de volgende redenen:

- De afstand van de kabel (in de boring) tot van de vangrail is groot (ca. 18,5 meter bij de A58, ca. 19,5 meter bij de N57);
- De kabel kruist de vangrails haaks;
- De DC-kabel heeft geen 50 Hz component en kan dus ook geen spanningen/stromen induceren in de vangrail.

Na aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 zal nogmaals worden aangetoond dat er geen sprake is van beïnvloeding op de in de grond liggende bekabeling van Rijkswaterstaat en er geen sprake is van spanningsopbouw aan de geleiderails.

Weerstandsbeïnvloeding (potentialtrechters) is alleen van toepassing zeer nabij (~ 50 m) een converterstation of aardpunten van de kabel. Op de Wbr-vergunningen voor de kruising van de A58 en de N57 is dit mechanisme niet van toepassing.

Capacitieve beïnvloeding is alleen van toepassing binnen 25 m van het hek van het converterstation, en niet voor kabels. In het bijzonder is het niet van toepassing op deze aanvraag Wbr-vergunning. Thermische beïnvloeding zou alleen van toepassing kunnen zijn wanneer de DC-kabel van TenneT tot binnen enkele meters (max. 10 m, NEN 3654) genaderd wordt. De boringen onder de haakse kruisingen met Rijkswaterstaat-assets, lopen ca. 14 meter onder het maaiveld. De afstand tot enige asset van Rijkswaterstaat is wel iets kleiner (want die zullen op ordegrootte 1 meter onder maaiveld liggen). Er geldt niettemin dat geen thermische beïnvloeding te verwachten is.

De algemene conclusie is dat voor Nederwiek 1 geldt dat geen van de mechanismen, een technische belemmering kan opleveren voor het verlenen van een Wbr-vergunning voor het kruisen van de rijkswegen A58 en N57.

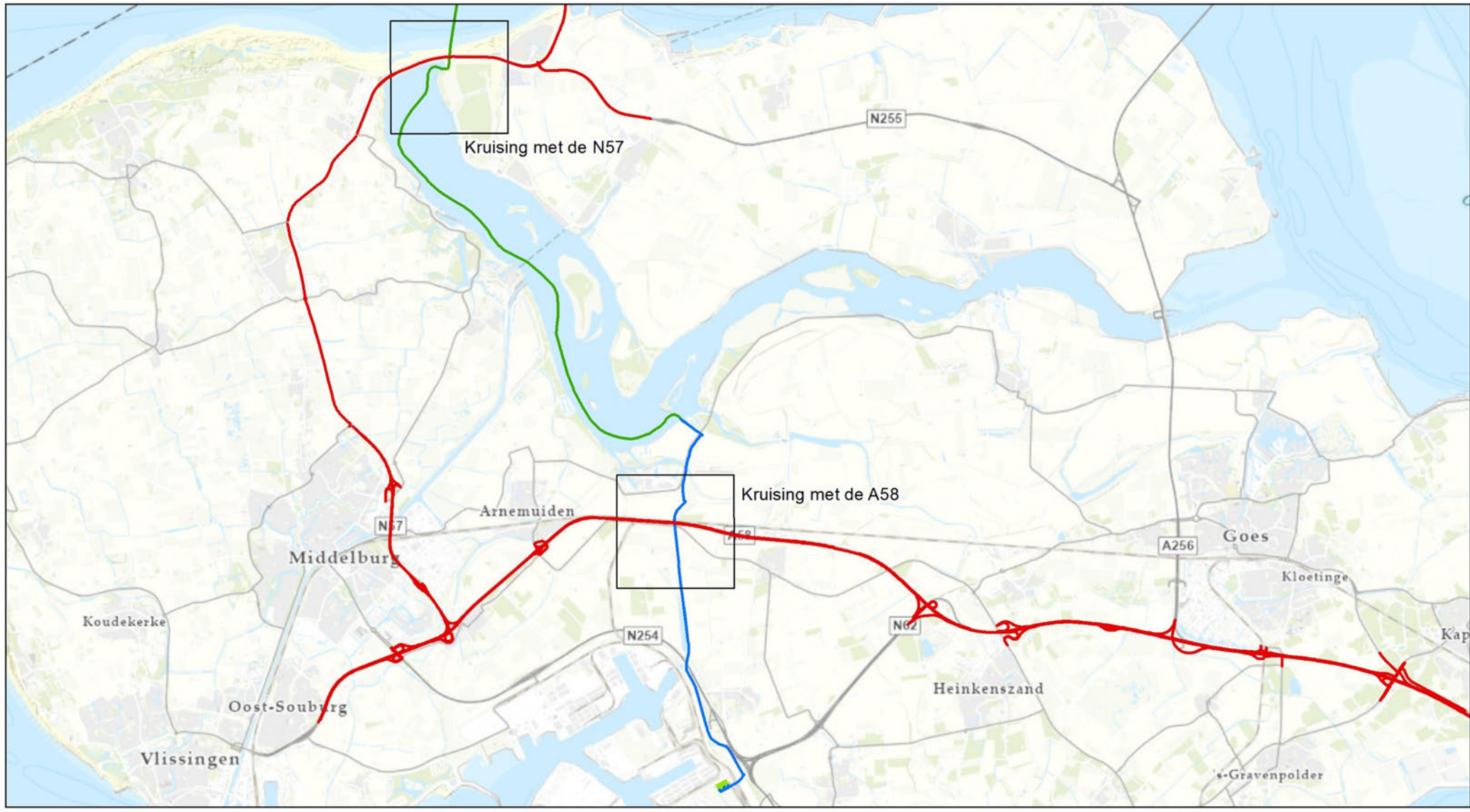
3.3 Conclusie en aanbevelingen

Diverse maatregelen om bovengenoemde aanbevelingen op te volgen worden in overleg met u uitgewerkt in een werkplan, dat ruim voor de start van de uitvoering ter goedkeuring bij Rijkswaterstaat wordt ingediend.

Net op Zee – Nederwiek 1


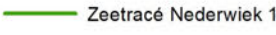
Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 2: Overzichtskaart kruisingen rijkswegen



Versie	1.0	Datum	15-3-2023
Formaat	A3	Schaal	1:75.000
Kenmerk	Nederwiek 1		
0 1 2 km			
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			

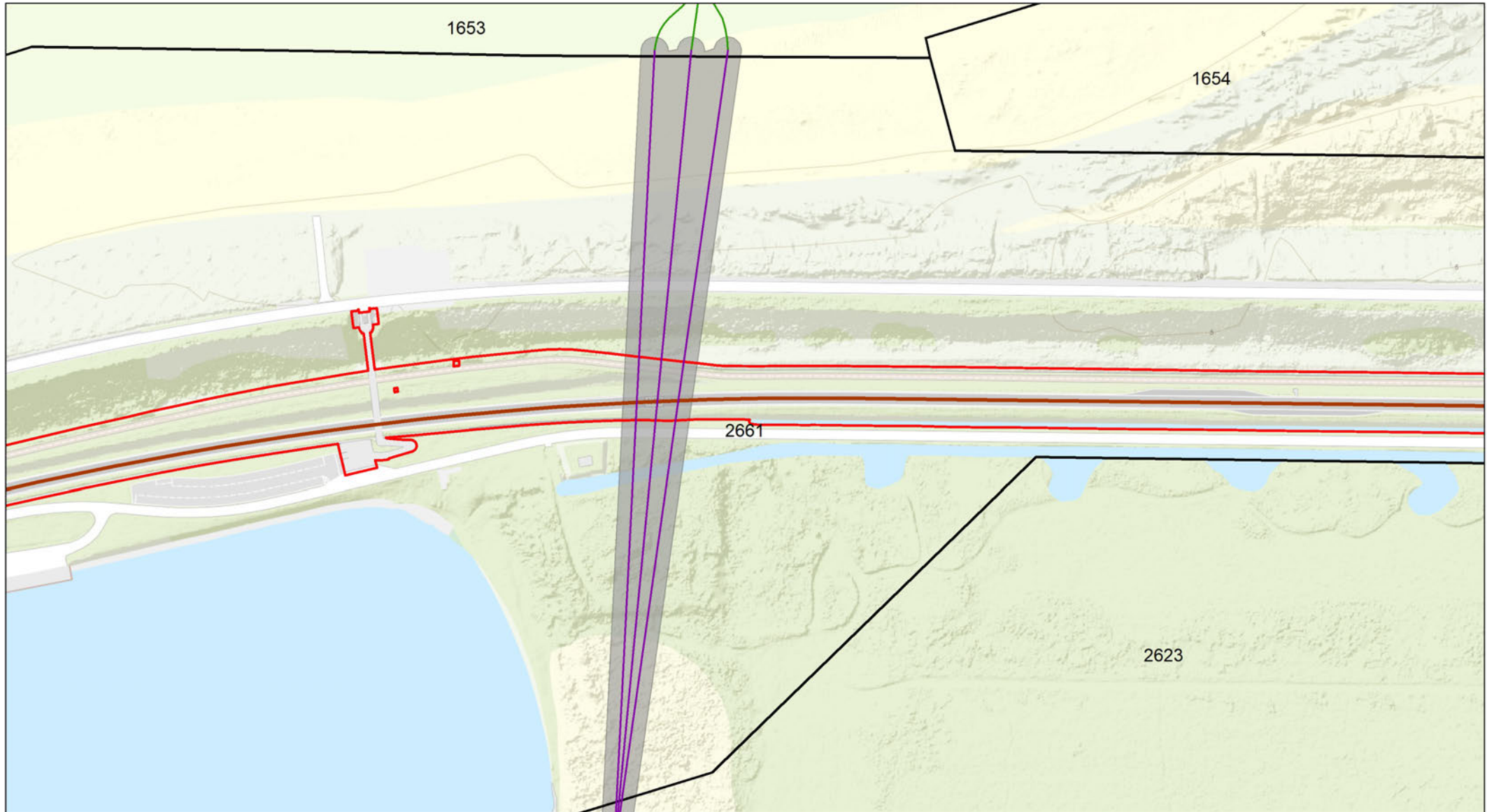


	Rijkswegen		Converterstation Nederwiek 1
	Kruisingen met de A58 en de N57		Landtracé Nederwiek 1
	Zeetracé Nederwiek 1		

Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 3: Situatietekening N57



Versie	2.0	Datum	28-6-2023
Formaat	A3	Schaal	1:2.000
Kenmerk	Kruising tracé N57		
0 25 50 75		m	
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			

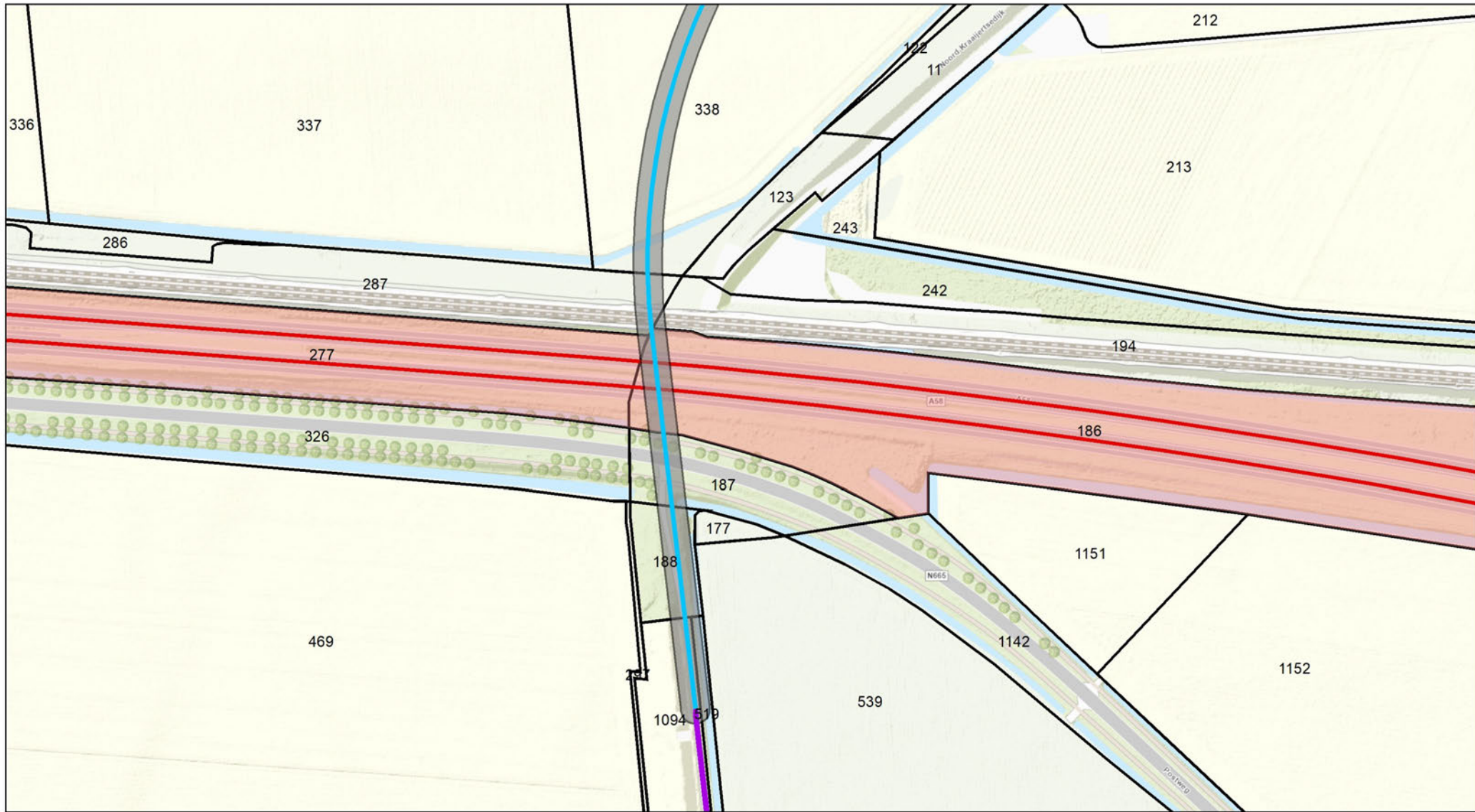


- Boorlijn kruising Veerse Gatdam
- Zeekabel
- Rijkswegen
- beheergebied_vlakken
- Kadastrale percelen
- Vergunningszone

Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 4: Situatietekening A58



Versie	1.0	Datum	6-1-2023
Formaat	A3	Schaal	1:2.000

Kenmerk	Kruising A58



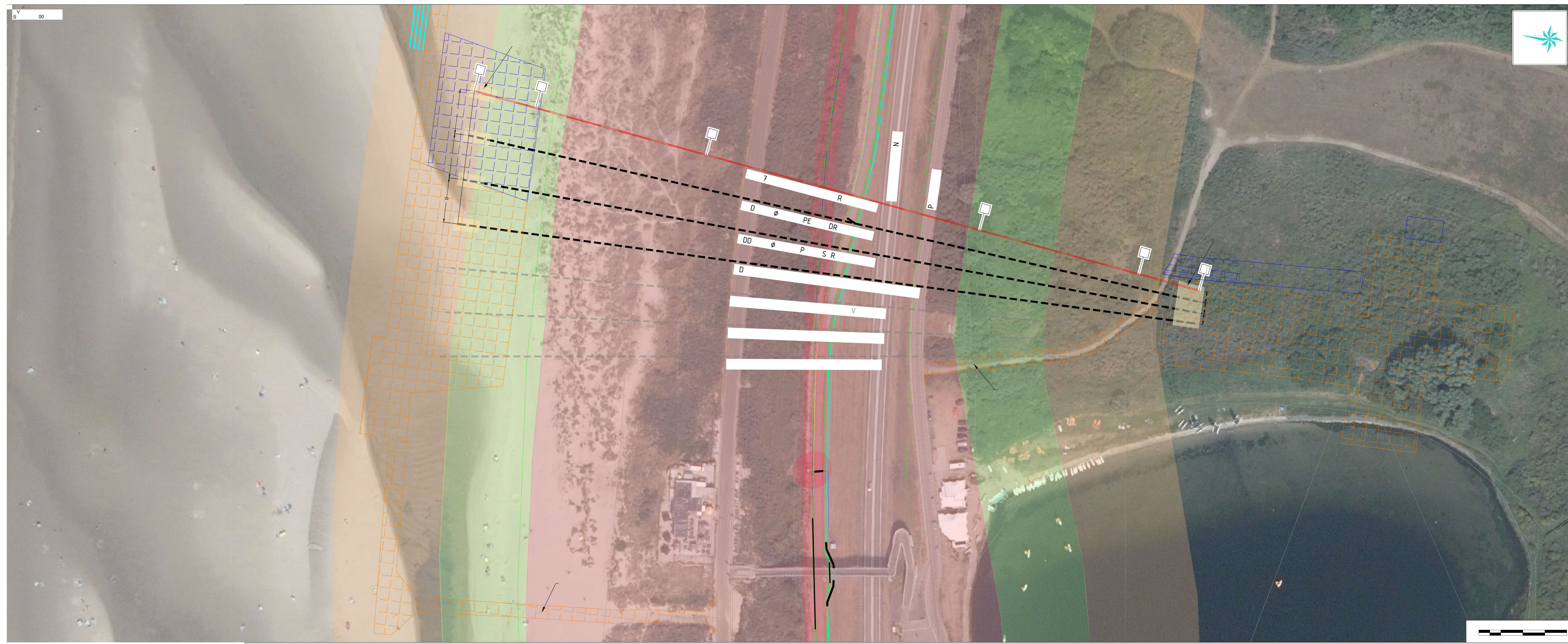
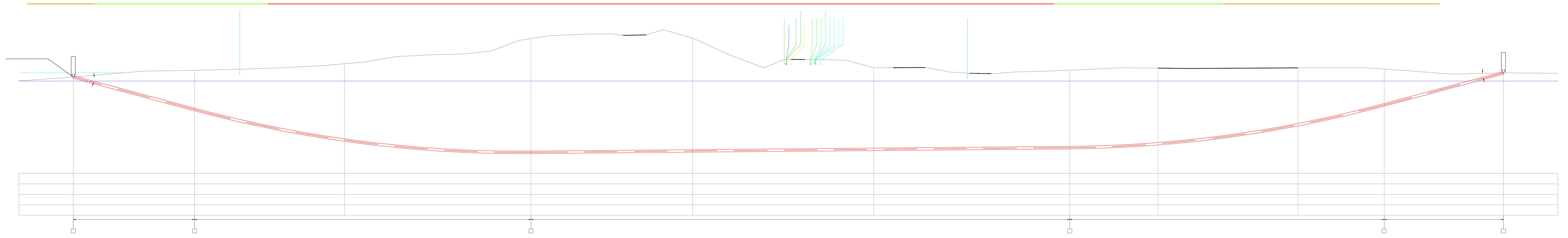
- Open ontgraving
- Boring
- Zone vergunningsaanvraag
- Rijkswegen
- Beheergebied RWS A58
- Kadastrale percelen

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 5a: Beheertekening N57



--	--

ATRON Engineering
 Advies & Infra

 Engineering Advies & Infra, 1105 CA Amsterdam
 T +31 (0)20 751 9200, E info@atron-engineering.nl, www.atron-engineering.nl
 Engineering Advies & Infra, 1105 CA Amsterdam, T +31 (0)20 751 9200, E info@atron-engineering.nl, www.atron-engineering.nl

Net op Zee – Nederwiek 1

Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 5b: Boorplanrapportage N57

Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam

Nederwiek 1



Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam
Nederwiek 1

Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam Nederwiek 1

Opdrachtgever	TenneT TSO BV
Contactpersoon	
Referenties	4500011372
Trefwoorden	horizontaal gestuurde boring (HDD), HDPE mante buis, PE100, SDR11, drill-grout, waterkering, Veerse Gatdam, Nederwiek 1, d jkfaalmechanisme

Documentgegevens

Versie	3.0
Datum	28-06-2023
Projectnummer	11208418-002
Document ID	11208418-002-GEO-0001
Pagina's	57
Classificatie	
Status	definitief

Samenvatting

De Nederwiek1 aanlanding van de elektriciteitskabels is voorzien bij de Veerse Gatdam. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 3 HDPE mantelbuizen zullen door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen ten behoeve van de Nederwiek 1 aanlanding 3 HDD's worden uitgevoerd onder de Veerse Gatdam naast de 4 bestaande HDD's van IJmuiden Ver Alpha. Het ontwerp en de beoordeling van de 4 bestaande HDD's (IJmuiden Ver Alpha) met betrekking tot de waterveiligheid van de waterkering zijn beschreven in het eerder verschenen Deltares rapport met nummer: 11207136-002-GEO-0001.

Dit voorliggende rapport beschrijft de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels voor de Nederwiek 1 aanlanding op de waterkering. Ook het effect van de aanwezigheid van de mantelbuizen en de kabels na de installatie op de waterkering maakt deel uit van de beoordeling. Om de beoordeling uit te kunnen voeren is eerst een globaal ontwerp gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

Ten aanzien van het globaal ontwerp kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij het uittredepunt op het strand is een constructie (werkplateau) benodigd om de golfaanval tijdens de uitvoering op te vangen. De constructie kan worden uitgevoerd met geotubes en damwanden.
- De spanningen in de mantelbuizen (klasse SDR 11) zijn tijdens de aanleg en in gebruiksfasen lager dan de toets waarden conform NEN 3650-1:2020. Hierbij is rekening gehouden met temperatuur effecten. De berekende spanningen voor de 450 mm PE SDR 11 buizen zijn toelaatbaar.
- Het is aan te raden om de PE-leidingen tijdens de intrekfase 100% te vullen, om spanningen in de mantelbuizen door optredende trekkrachten te reduceren (en om risico's op grotere trekkrachten te voorkomen).

Ten aanzien van de beïnvloeding van de waterkering kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering
- De werkzaamheden ter plaatse van de vooroever zijn geen bedreiging voor de waterkering. De geometrische toets voor zettingsvloeiing is voldoende. Ook binnendijks zal de waterkering niet worden beïnvloed door zettingsvloeiing.
- De graafwerkzaamheden op het strand en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de waterkering.
- In verband met het risico op kwel en piping is het noodzakelijk om de annulus van de boorgang tijdens het intrekken van de mantelbuizen te vullen met een uithardende boorvloeistof (zoals drill-grout). Door de aanvullende toepassing van na injectie met drill-grout aan de zeezijde nadat de mantelbuis is ingetrokken met drill-grout, is de kans op het optreden van piping te verwaarlozen.
- Bij toepassing van de uithardende boorvloeistof dient te worden toegezien op de werkwijze en de samenstelling van de boorvloeistof.
- De mantelbuizen dienen te worden afgesloten om waterstroming tussen de zeezijde en landzijde te voorkomen.
- De te verwachten zakking van het maaiveld ter plaatse van de waterkering is mede door gebruik van een uithardende boorvloeistof klein.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Over het project	8
1.2	Doelstelling	8
2	Projectbeschrijving	9
2.1	Beschikbare informatie en documenten	9
2.2	Aanleg	9
2.3	Boorlijn	10
2.4	Aan te leggen mantelbuis	10
2.5	Beschikbaar grondonderzoek	10
2.6	Waterkering	11
2.7	Te kruisen objecten	11
2.8	Bathymetrie	12
2.9	Geplande periode voor uitvoering	12
3	Geologie en geohydrologie	13
3.1	Geologie	13
3.1.1	Algemeen	13
3.1.2	Geologisch langsprofiel	13
3.2	Geohydrologie	14
3.2.1	Geohydrologisch langsprofiel	14
3.2.2	Zee waterstand	15
3.2.3	Freatische grondwaterstand in het achterland	15
3.2.3.1	Metingen uit Dinoloket	15
3.2.3.2	Metingen uit boringen	17
3.2.4	Stijghoogte van de 1 ^e watervoerende laag	17
3.2.4.1	Metingen uit Dinoloket	17
3.2.5	Chloridegehalte	18
4	Uitgangspunten ontwerp HDD	19
4.1	Algemeen	19
4.2	Ligging vloerpijp	19
4.3	Doorsnede en grondparameters	19
4.4	Boorfasen	20
4.5	Boorvloeistof	20
4.6	Leidingparameters	21
4.7	Temperatuurverschil in mantelbuis	21

4.8	Partiële factor voor trekkracht	21
4.9	Verkeerbelasting	21
4.10	Volumegewicht zeewater	21
5	Globaal ontwerp	22
5.1	Toepassing van terp	22
5.2	Minimale en maximale boorvloestofdrukken	22
5.3	Trekkracht	23
5.3.1	100% gevulde leiding (met water)	23
5.3.2	Niet-gevulde leiding	24
5.4	Leidingsterkte	24
5.4.1	Spanningen	25
5.4.1.1	100% gevulde leiding (met water)	25
5.4.1.2	Niet-gevulde leiding	25
5.4.2	Deflectie	25
5.4.3	Implosie	26
5.4.3.1	100% gevulde leiding (met water)	26
5.4.3.2	Niet-gevulde leiding	26
5.5	Tussenafstand tussen de boorlijnen van de HDD's	26
5.5.1	Intredepunt	27
5.5.2	Uittredepunt	27
6	Invloed op de waterveiligheid van de waterkering	28
6.1	Algemeen	28
6.2	Macrostabieliteit	29
6.2.1	Uitgangspunten	29
6.2.1.1	Beoordeling invloed van boren	29
6.2.1.2	Norm voor analyse	29
6.2.1.3	Glijvlakmodel	29
6.2.1.4	Materiaalfactor (γ_c)	30
6.2.2	Schematisering freatische waterstand	30
6.2.3	Software	30
6.2.4	Macrostabieliteit binnentalud (STBI)	30
6.2.4.1	Zonder plastische straal (initiële situatie)	30
6.2.4.2	Met plastische straal (tijdens pilotboren)	31
6.2.5	Macrostabieliteit buitentalud (STBU)	32
6.2.5.1	Zonder plastische straal (initiële situatie)	32
6.2.5.2	Met plastische straal (tijdens pilotboren)	33
6.3	Duinafslag	34
7	Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving voorland	36
7.1	Algemeen	36
7.2	Relevante gegevens ondergrond	36
7.3	Beoordeling verwekingsgevoeligheid op basis zandeigenschappen	37
7.4	Geometrietoeets zettingsvloeiing	38
7.5	Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving achterland	40

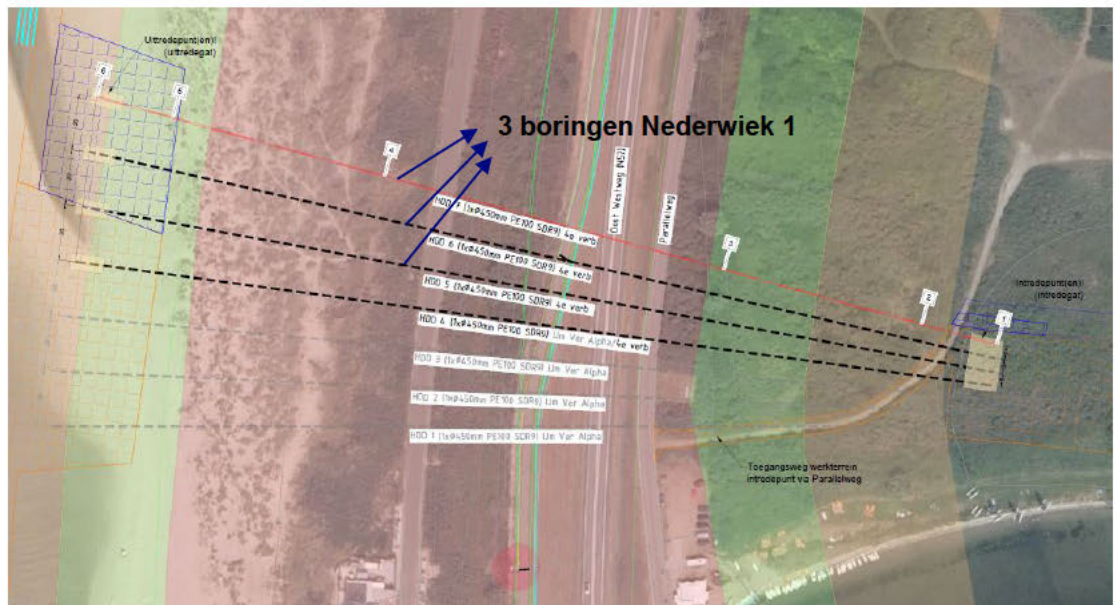
8	Toetsing op hoogte (GEKB) en Piping (STPH)	42
8.1	Algemeen	42
8.2	Berekende zakking door trillingen	42
8.3	Kruinzakking door boogwerking	43
8.4	Consolidatie boorvloeistof	44
8.5	Volumeverandering rond boorgat	45
8.6	Sommatie componenten kruindaling	46
8.7	Toetsing op piping (STPH)	47
9	Invloed bij ontgraving aanbrenge kabels	48
9.1	Uitgangspunten	48
9.2	Afmetingen damwand	48
9.3	Wateroverspanning tijdens intrillen	48
9.4	Invloed ontgravingsput op stabiliteit dam	49
9.4.1	Ontgraving onder talud	49
9.4.2	Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingsput	50
9.4.3	Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand	51
9.5	Conclusie	52
10	Conclusies	53
11	Referenties	54
A	D-Geo Pipeline berekeningsrapport	56

1 Inleiding

1.1 Over het project

De aanlanding van de elektriciteitskabels van Nederwiek 1 is voorzien bij de Veerse Gatdam. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 3 HDPE mantelbuizen zullen door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen ten behoeve van de Nederwiek 1 aanlanding 3 HDD's worden uitgevoerd onder de Veerse Gatdam naast de 4 bestaande HDD's van IJmuiden Ver Alpha. Het ontwerp en de beoordeling van de 4 bestaande HDD's (IJmuiden Ver Alpha) met betrekking tot de waterveiligheid van de waterkering zijn beschreven in het Deltares rapport met nummer: 11207136-002-GEO-0001

De lengte van de HDD's is ca. 340 m. Het bovenaanzicht van de aanlandingslocatie is in Figuur 1.1 weergegeven. In Figuur 1.1 zijn tevens de zones van de waterkering aangegeven. De intredepunten van de boringen bevinden zich in het achterland van de waterkering buiten de beschermingszone. De uitredepunten bevinden zich in het voorland van de waterkering buiten de beschermingszone.



Figuur 1.1 Bovenaanzicht 3 HDD's Nederwiek 1 kruising met de Veerse Gatdam [1].

1.2 Doelstelling

De 3 geplande horizontaal gestuurde boringen (Nederwiek 1) kruisen de waterkering. Ten behoeve van een vergunningaanvraag voor de aanleg van de kabels onder de Veerse Gatdam is Deltares door TenneT gevraagd om een globaal ontwerp op te stellen voor de kruising met de waterkering. Door de uitvoering van de boring en in de situatie na de installatie van de kabels mag het waterkerend vermogen van de waterkering niet worden aangetast.

Om de effecten op het waterkerend vermogen goed te kunnen bevoordelen is de versterkte informatie over de HDD's eerst uitgewerkt tot een globaal ontwerp. De ontwerpgegevens zijn gebruikt om de effecten op de waterkering te beschouwen.

2 Projectbeschrijving

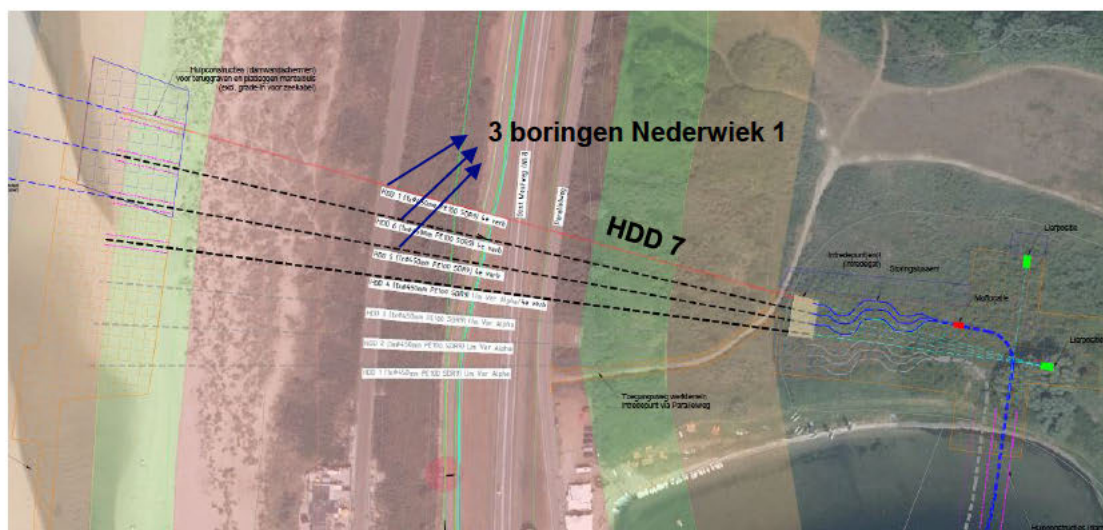
2.1 Beschikbare informatie en documenten

TenneT heeft de volgende informatie verstrekt:

- De door TenneT voorgestelde boorlijn voor HDD: 3342-0122-01-VG versie 1-A0+ (Blad 1 HDD) 4de.pdf.
- Bovenaanzicht boorlijn en werkterrein: 3342-0122-01-VG versie 1-A0+ (Blad 2 kabel) 4de.pdf.
- Recente uitgevoerde boringen: 464270-IJmuidenVER-Borssele Boringen serie1- 2020-1142-profielen-concept.pdf.
- Recente uitgevoerde sonderingen: 2020-1142_28.pdf, 2020-1142_29.pdf en 2020-1142_30.pdf.

2.2 Aanleg

In Figuur 2.1 is het bovenaanzicht van de 3 HDD's van Nederwiek 1 ter plaatse van de kruising met de Veerse Gatdam weergegeven. De afstand tussen twee uittredepunten is ca. 20 m. De afstand tussen twee intredepunten is ca. 5 m. Voor de uitwerking van het ontwerp van de HDD's bij de kruising van de Veerse Gatdam is de boorlijn van HDD 7 gekozen (HDD 7 conform de naamgeving in [1]).



Figuur 2.1 HDD 7 voor het ontwerp van HDD's Nederwiek 1 kruising met de Veerse Gatdam [1].

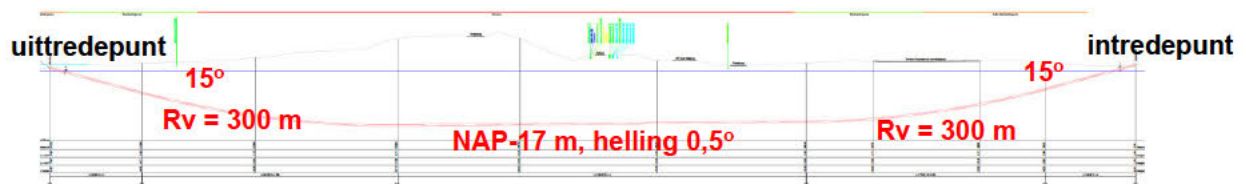
Ter plaatse van de uittredepunten van de horizontaal gestuurde boringen worden ontgravingen binnen damwandkuipen uitgevoerd om de kabels met een gronddekking van 3 m onder het NMRL (Non Mobile Reference Level [21]) in te voeren in de mantelbuizen. Vanzelfsprekend zullen de ontgravingen plaatsvinden nadat de mantelbuizen zijn geïnstalleerd.

2.3 Boorlijn

De geometrie van de door TenneT voorgestelde boorlijn (HDD 7) heeft de volgende kenmerken (zie Figuur 2.2):

- Maaiveldhoogte: NAP + 1,98 m (intredepunt) en NAP + 0,99 m (uittredepunt).
- In- en uittredehoek: 15°.
- Vloerpijp diepte: NAP - 17 m.
- Vloerpijp helling: 0,5°.
- Verticale bochtstraal (Rv) 300 m (opgaande en neergaande bochten).

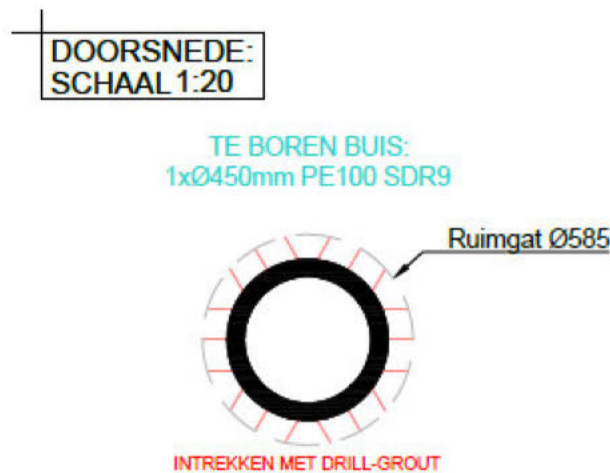
Het uittredepunt bevindt zich aan de buitenzijde van de waterkering. De horizontale lengte van de boring is ca. 340 m.



Figuur 2.2 De door TenneT voorgestelde boorlijn voor HDD 7 Nederwiek 1 [1].

2.4 Aan te leggen mantelbuis

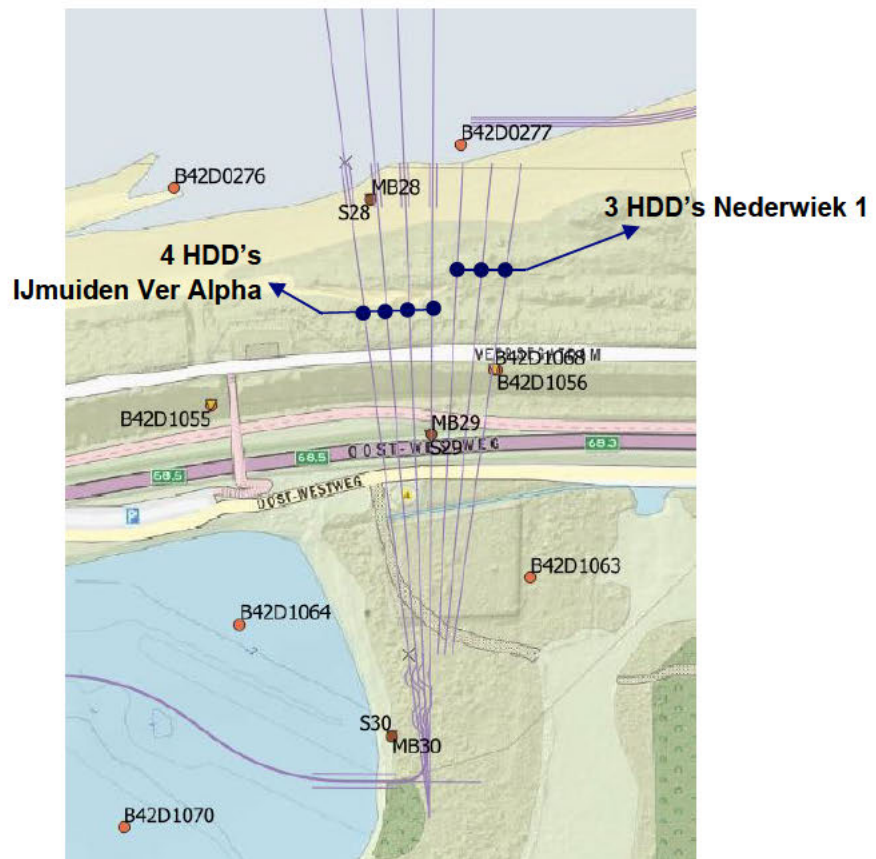
De aan te leggen mantelbuis is volgens opgave van TenneT 450 mm PE100 SDR 9. Deze mantelbuis zal in een geruimd boorgat van 585 mm (23") worden aangelegd (zie Figuur 2.3). Bij het intrekken wordt de annulus van het boorgat met drill-grout gevuld. De wanddikte van de mantelbuis bedraagt 50,3 mm. Het materiaal is PE 100 daardoor is de lange termijn sterkte 350 MPa en de korte termijn sterkte 975 MPa bij 20°C.



Figuur 2.3 Afmeting mantelbuis en geruimd boorgat [1].

2.5 Beschikbaar grondonderzoek

Het beschikbare grondonderzoek dat voor het project is uitgevoerd en het grondonderzoek dat beschikbaar is in de database rondom het boortracé is in Figuur 2.4 weergegeven.



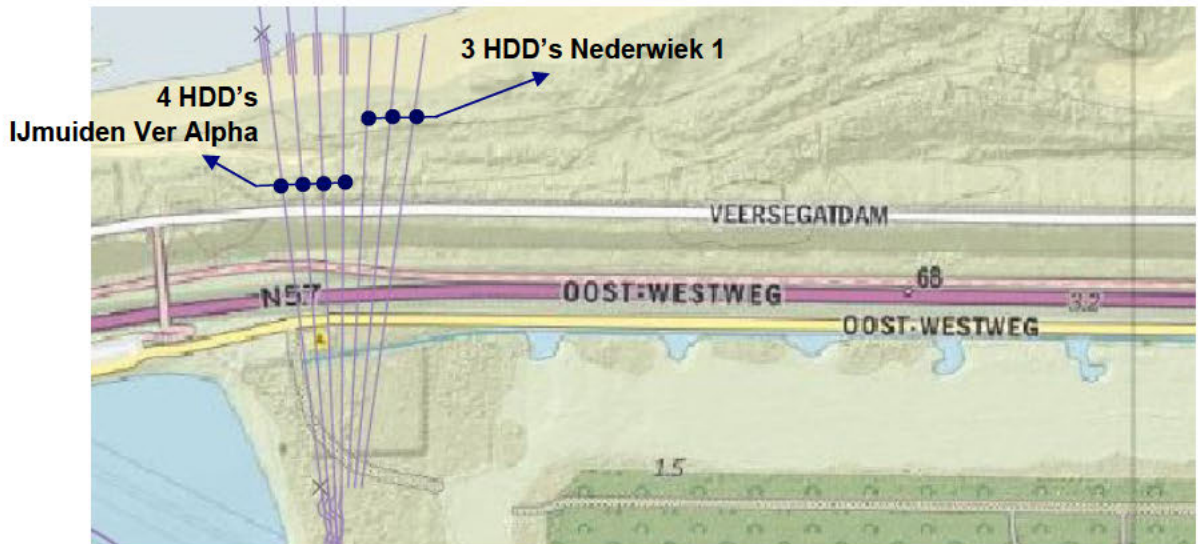
Figuur 2.4 Locatie van het beschikbare grondonderzoek (bron: Dinoloket en [3]).

2.6 Waterkering

De Veerse Gatdam maakt deel uit van de Deltawerken. De waterveiligheidsnormen van de waterkeringen en ook van de Veerse Gatdam zijn wettelijk vastgelegd en gedefinieerd als toelaatbare overstromingskansen per dijktraject per jaar. De Veerse Gatdam maakt onderdeel uit van het dijktraject 29-1 met een maximaal toelaatbare overstromingskans van 1/1.000 per jaar [17]. De buitenwaterstand die bij de toelaatbare overstromingskans hoort is NAP+5,56 m [19].

2.7 Te kruisen objecten

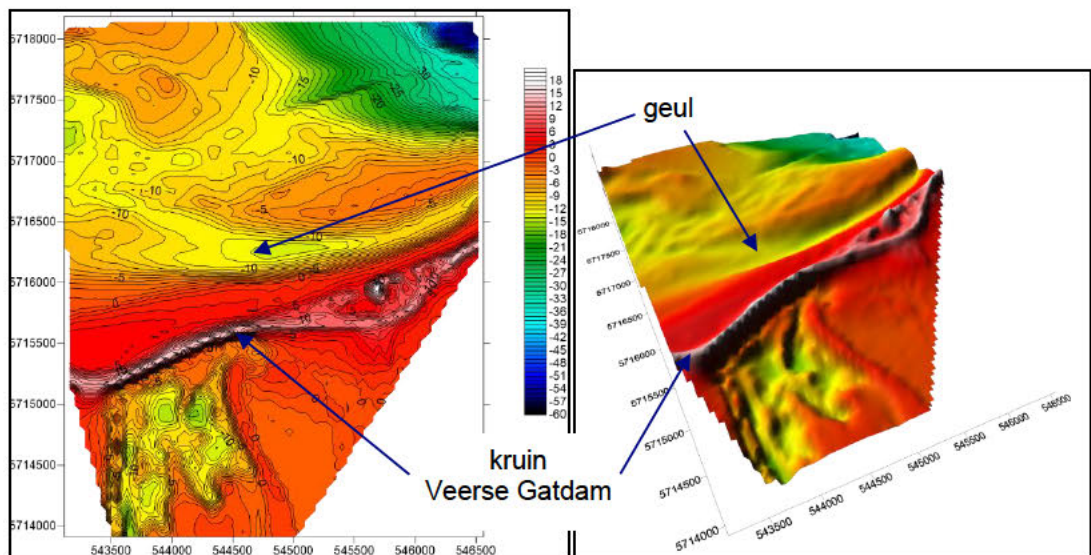
De te kruisen objecten zijn de waterkering met daarop de weg N57 en twee lokale wegen (Veerse Gatdam en Oost-westweg). De locatie van de te kruisen objecten is in Figuur 2.5 weergegeven.



Figuur 2.5 Locatie van de te kruisen objecten.

2.8 Bathymetrie

Het niveau van de zeebodem (t.o.v. NAP) ten noorden van de Veerse Gatdam is in Figuur 2.6 weergegeven. Het volgt uit Figuur 2.6 dat er een geul aanwezig is in het voorland van de waterkering met een bodem gelegen op ca. NAP - 10 m.



Figuur 2.6 Bathymetrie gegevens (t.o.v. NAP) rondom de waterkering Veerse Gatdam, linker figuur: bovenaanzicht, rechter figuur: 3D aanzicht (bron: [5]).

2.9 Geplande periode voor uitvoering

De uitvoering van de horizontaal gestuurde boringen is gepland in 2025/2026. Bij een naderende storm dienen de boorwerkzaamheden tijdelijk te worden gestopt en moet het uittredepunt van de horizontaal gestuurde boring worden beschermd. Hiertoe moeten maatregelen in het ontwerp worden meegenomen. Bij maatregelen kan worden gedacht aan een constructie uitgevoerd met geotubes en damwanden.

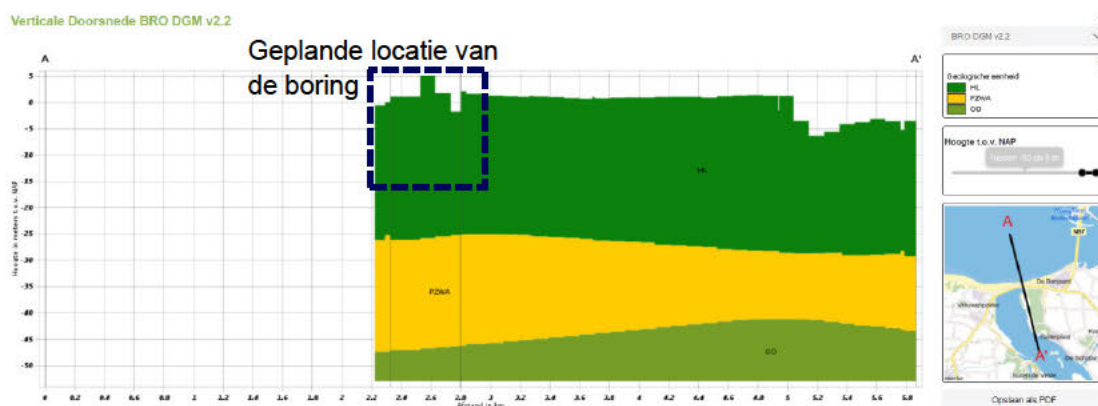
3 Geologie en geohydrologie

3.1 Geologie

3.1.1 Algemeen

De regionale geologische opbouw van de ondergrond ter plaatse van het boortracé tot NAP - 55 m diep is in Figuur 3.1 weergegeven. Het volgt uit Figuur 3.1 dat er drie geologische eenheden kunnen worden onderscheiden:

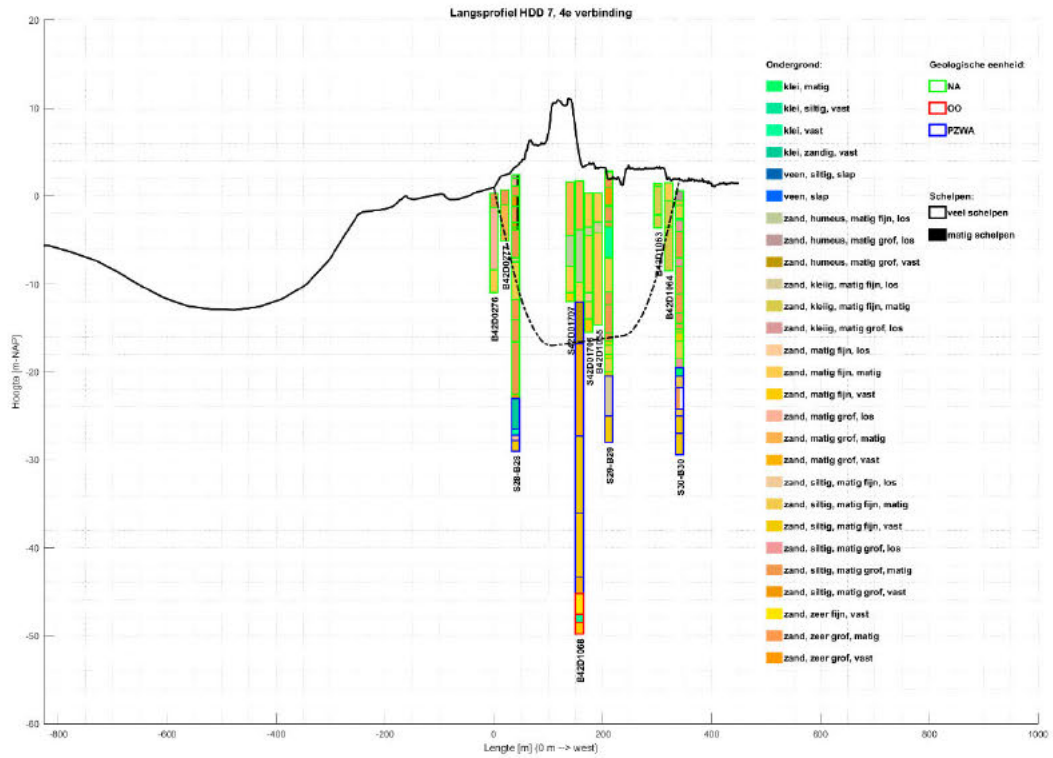
- HL (Holocene lagen, Formatie van Naaldwijk).
- PZWA (Formatie van Waalre).
- OO (Formatie van Oosterhout).



Figuur 3.1 Geologisch profiel ter plaatse van het boortracé tot NAP - 55 m diep (bron: Dinoloket).

3.1.2 Geologisch langsprofiel

Figuur 3.2 geeft het geologisch langsprofiel met de grondlagen en de voorgestelde boorlijn weer. De ligging van de grondlagen is uit de beschikbare boringen en sonderingen geïnterpreteerd. De Holocene lagen (Formatie van Naaldwijk) bestaan voornamelijk uit matig grof zand (met weinig tot matig veel schelpen). Er komen lokaal meer kleilig ontwikkelde lagen voor.



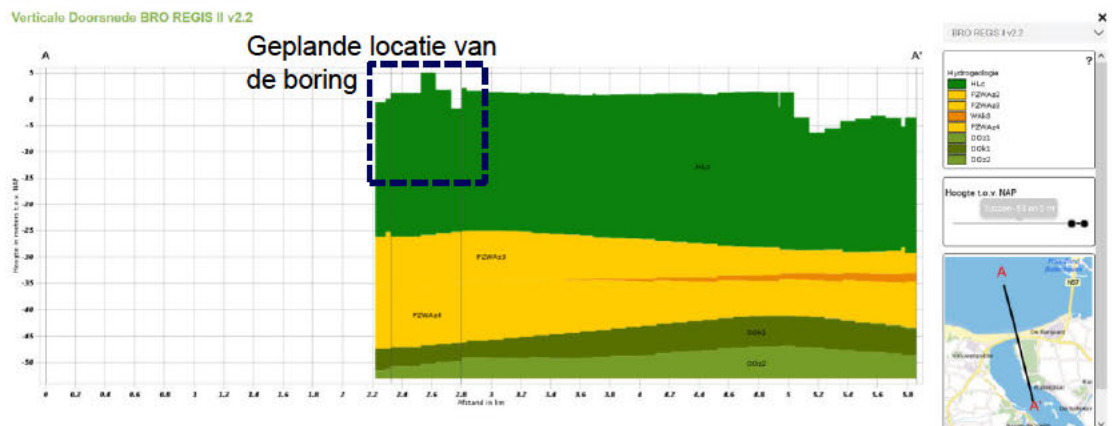
Figuur 3.2 Geologisch langsprofiel met grondlagen en de door TenneT voorgestelde boorlijn.

Het diepste punt van de vloerpijp van de voorgestelde boorlijn ligt op NAP - 17 m. De vloerpijp bevindt zich in een matig tot vast gepakt matig grof zandpakket van de Formatie van Naaldwijk (NA).

3.2 Geohydrologie

3.2.1 Geohydrologisch langsprofiel

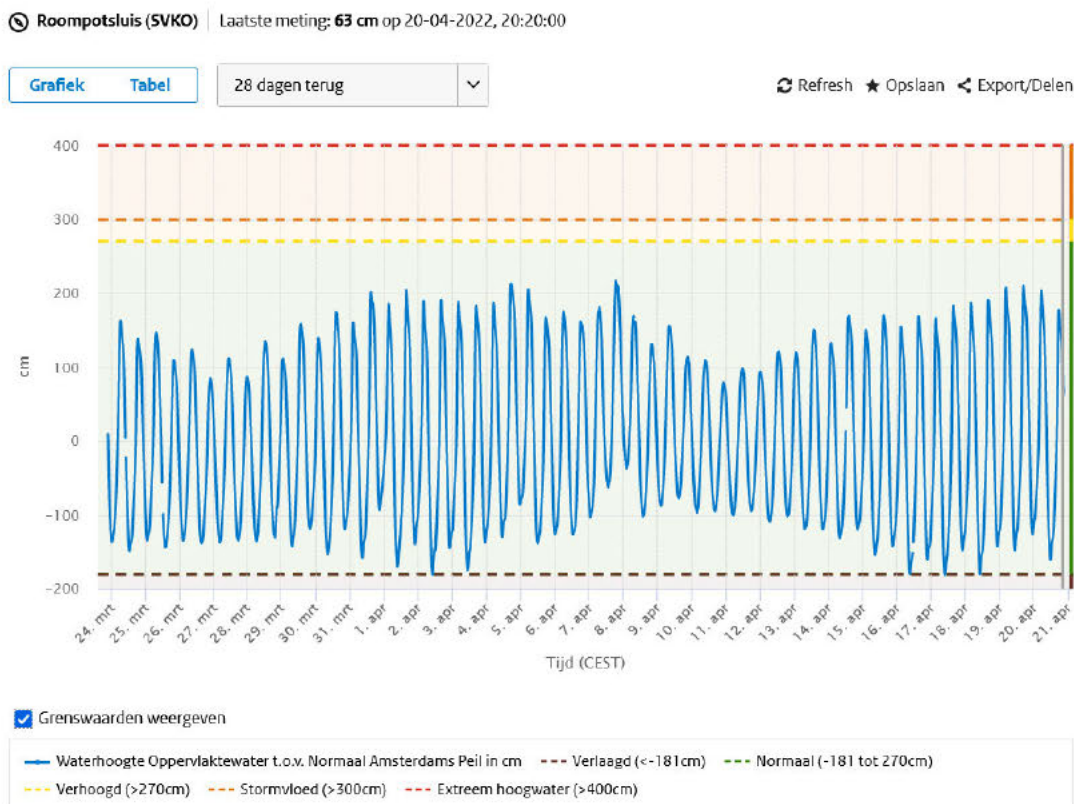
Het geohydrologische profiel ter plaatse van het boortracé is in Figuur 3.3 weergegeven. De Formatie van Waalre (PZWA) bestaat voor een groot deel uit zand (PZWAz3 en PZWAz4). Bij de overgang tussen de Holocene lagen (HL) en de Formatie van Waalre (PZWA) kan een kleilaag voorkomen (in de classificatie die vroeger werd gebruikt werd dit klei uit de Kedichem formatie genoemd). De Formatie van Oosterhout (OO) bevindt zich op grote diepte.



Figuur 3.3 Geohydrologisch profiel ter plaatse van het boortracé tot NAP - 55 m diep (bron: Dinoloket).

3.2.2 Zee waterstand

De gemeten dagelijkse zee­water­stand in het voorland van de Veerse Gatdam kan worden ontleend aan de metingen bij Room­pots­luis (zie de locatie in Figuur 3.4). In Figuur 3.4 zijn de water­stand­metingen bij Room­pots­luis van de afgelopen 28 dagen weergegeven. Uit de water­stand­metingen in de buurt (bij Room­pots­luis) blijkt dat de dagelijkse water­stand tot NAP + 2,7 m kan oplopen. De gemiddelde en de lage zee­water­stand bedragen respectievelijk NAP + 0 m en NAP - 2 m.



Figuur 3.4 Gemeten dagelijkse zeespiegel over 28 dagen [bron: waterinfo.rws.nl].

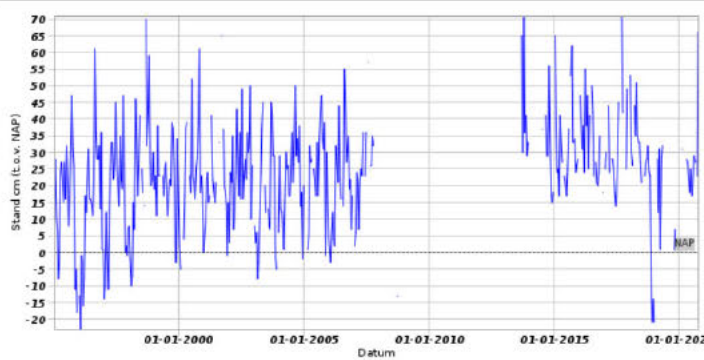
3.2.3 Freatische grondwaterstand in het achterland

3.2.3.1 Metingen uit Dinoloket

De relevante freatische grondwater­stand­metingen in het achterland van de Veerse Gatdam in de buurt van de geplande HDD's zijn terug te vinden in grondwaterput B42D0542, B42D0543 en B42D0058. De locatie van deze grondwaterputten zijn in Figuur 3.5 weergegeven. De freatische grondwater­stand­metingen van deze grondwaterputten zijn in Figuur 3.6 t/m 3.8 weergegeven.

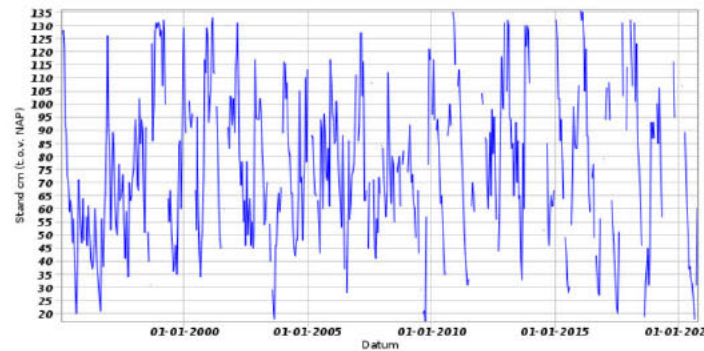


Figuur 3.5 Locatie van grondwaterput B42D0542, B42D0543 en B42D0058 (bron: Dinoloket).



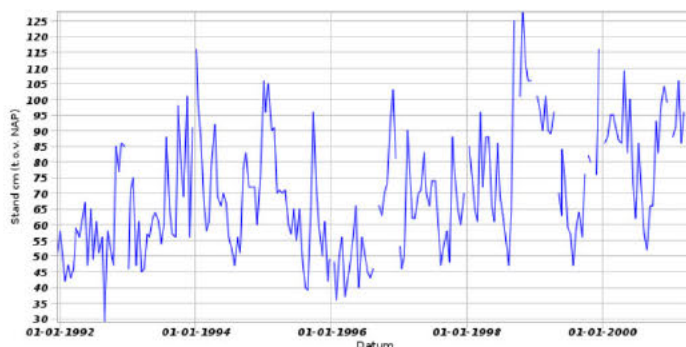
Identificatie buis:	B42D0542-001
Coördinaten:	34328, 401081 (RD)
Maalveld:	0.66 m t.o.v. NAP
Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP:	-0.52 m
Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP:	-1.52 m
Diepte bovenkant filter t.o.v. maalveld:	1.18 m
Diepte onderkant filter t.o.v. maalveld:	2.18 m
Drukopnemer aanwezig:	nee
Begindatum:	13-01-1995
Einddatum:	28-09-2020
Aantal metingen:	447

Figuur 3.6 Gemeten freatische waterstand in B42D0542 (bron: Dinoloket).



Identificatie buis:	B42D0543-001
Coördinaten:	34546, 401100 (RD)
Maalveld:	1.29 m t.o.v. NAP
Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP:	0.07 m
Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP:	-0.93 m
Diepte bovenkant filter t.o.v. maalveld:	1.22 m
Diepte onderkant filter t.o.v. maalveld:	2.22 m
Drukopnemer aanwezig:	nee
Begindatum:	13-01-1995
Einddatum:	28-09-2020
Aantal metingen:	553

Figuur 3.7 Gemeten freatische waterstand in B42D0543 (bron: Dinoloket).



Identificatie buis:	B42D0058-001
Coördinaten:	34609, 401367 (RD)
Maalveld:	1.65 m t.o.v. NAP
Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP:	-1.06 m
Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP:	-2.06 m
Diepte bovenkant filter t.o.v. maalveld:	2.71 m
Diepte onderkant filter t.o.v. maalveld:	3.71 m
Drukopnemer aanwezig:	nee
Begindatum:	13-12-1991
Einddatum:	26-04-2001
Aantal metingen:	218

Figuur 3.8 Gemeten freatische waterstand in B42D0058 (bron: Dinoloket).

De gemiddelde freatische waterstand uit de bovengenoemde grondwaterputten is in Tabel 3.1 opgenomen. De gemiddelde waarden zijn bepaald vanaf 01-01-2000.

Tabel 3.1 Gemiddelde freatische waterstand uit de grondwaterputten in de buurt van de Veerse Gatdam [bron: Dinoloket].

Boring	b.k. boring [m-NAP]	Gemiddelde freatische waterstand [m-NAP]
B42D0542	+0,66	+0,35 (filter tussen NAP - 6,57 m en NAP - 7,57 m)
B42D0543	+1,29	+0,80 (filter tussen NAP + 0,07 m en NAP - 0,93 m)
B42D0058	+1,65	+0,80 (filter tussen NAP - 1,06 m en NAP - 2,06 m)

3.2.3.2 Metingen uit boringen

De gemeten freatische grondwaterstand uit de boringen betreft een momentopname bij de uitvoering van de boringen. De gemeten freatische waterstand uit de boringen is in Tabel 3.2 opgenomen.

Tabel 3.2 Gemeten freatische waterstand uit boringen [18].

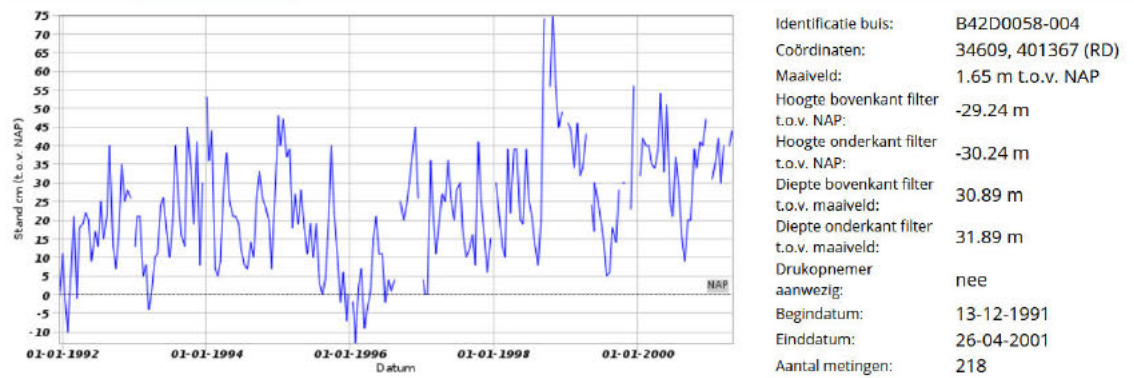
Boring	b.k. boring [m-NAP]	Gemeten freatische waterstand [m-NAP]	Meetdatum
MB28	+2,43	+1,18 (filter tussen NAP - 6,57 m en NAP - 7,57 m)	26-08-2020
MB29	+2,87	+0,77 (filter tussen NAP - 9,03 m en NAP - 10,3 m)	01-09-2020
MB30	+0,61	-1,99 (filter tussen NAP - 8,39 m en NAP - 9,39 m)	24-08-2020

3.2.4 Stijghoogte van de 1^e watervoerende laag

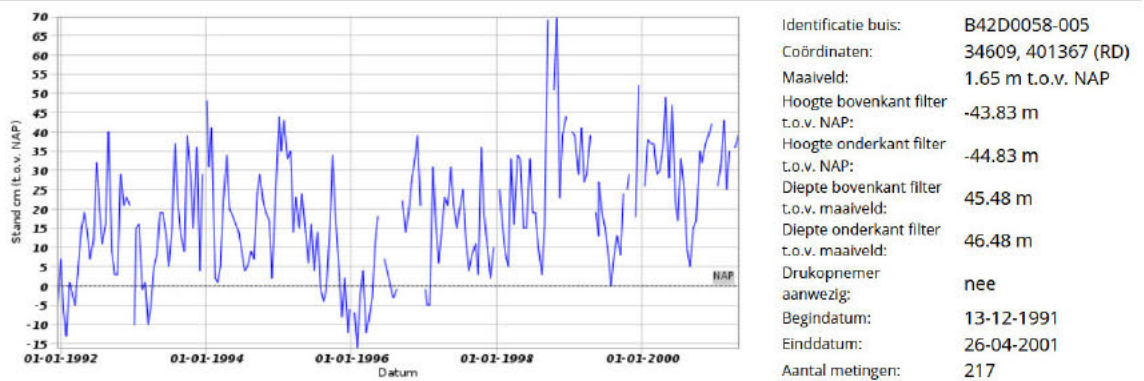
3.2.4.1 Metingen uit Dinoloket

De stijghoogte van de 1^e watervoerende laag is gemeten in grondwaterput B42D0058 (zie de locatie in Figuur 3.5). De stijghoogte van de 1^e watervoerende laag in de zandlaag van de Formatie van Waalre (PZWA) gemeten op twee diepten (NAP - 29,24 m en NAP - 43,83 m) is in Figuur 3.9 en 3.10 weergegeven.

Het volgt uit Figuur 3.9 en 3.10 dat gemiddelde stijghoogte (berekend vanaf 01-01-2000) ca. NAP + 0,35 m bedraagt. De gemiddelde stijghoogte is ca. 0,5 m lager dan de gemiddelde freatische grondwaterstand van dezelfde grondwaterput (B42D0058, zie Tabel 3.1).



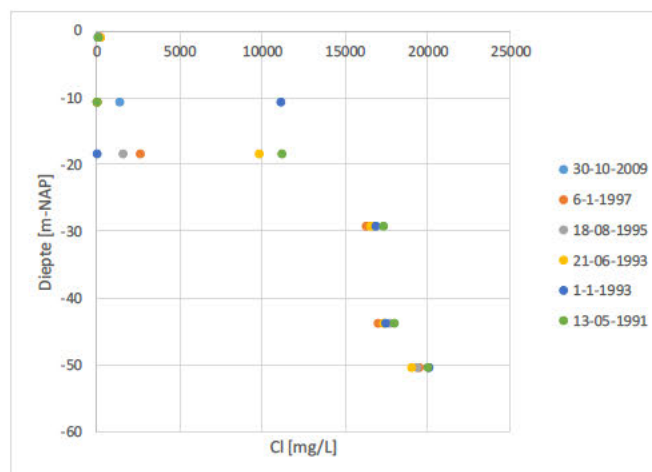
Figuur 3.9 Gemeten stijghoogte in de 1^e watervoerende laag tussen NAP - 29,24 m en NAP - 30,24 m (bron: Dinoloket).



Figuur 3.10 Gemeten stijghoogte in de 1^e watervoerende laag tussen NAP - 43,83 m en NAP - 44,83 m (bron: Dinoloket).

3.2.5 Chloridegehalte

Het chloridegehalte in de ondergrond tot NAP - 51 m diep is in grondwaterput B42D0058 gemeten (zie de locatie in Figuur 3.5). De chloridegehalte metingen op verschillende diepten uit D42D0058 zijn in Figuur 3.11 weergegeven. Het volgt uit Figuur 3.11 dat zout grondwater kan worden verwacht ter plaatse van de diepere grondlagen. Mogelijk kan er ter plaatse van het intredepunt in de bovenste grondlagen zoet water worden aangetroffen.



Figuur 3.11 Gemeten chloridegehalte in B42D0058 (bron: Dinoloket).

4 Uitgangspunten ontwerp HDD

4.1 Algemeen

De belangrijkste uitgangspunten van de ontwerpberekeningen voor het globaal ontwerp zijn in dit hoofdstuk beschreven.

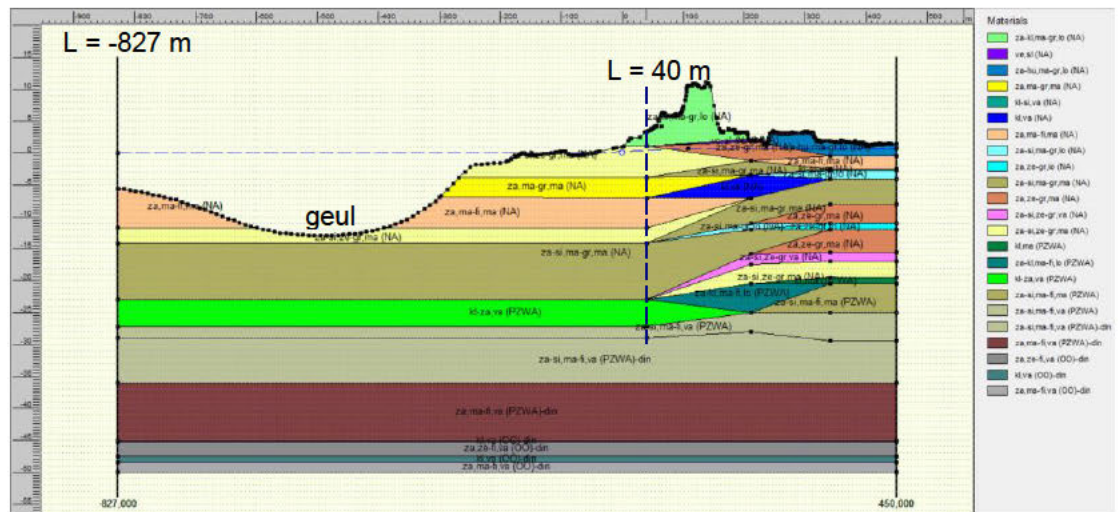
4.2 Ligging vloerpijp

De voorgestelde ligging van de vloerpijp (het diepste punt op NAP - 17 m) bevindt zich in de Formatie van Naaldwijk (Holocene laag, zie Figuur 3.1 en 3.2). De vloerpijp zal dan worden geboord in een matig tot vast gepakt zandpakket. Naar verwachting zal het boren in dit zandpakket niet leiden tot uitvoeringsrisico's. De ligging van de vloerpijp met het diepste punt op NAP - 17 m kan dus worden toegepast. Deze diepte ligging is tevens van toepassing op de naast gelegen IJmuiden Ver Alpha HDD's [2].

4.3 Doorsnede en grondparameters

De geschematiseerde ondergrond op basis van de beschikbare gegevens is met behulp van D-Geo Pipeline (versie 20.1) gemaakt en is in Figuur 4.1 gepresenteerd. In de doorsnede ligt de freatische waterstand in het achterland op NAP + 0,7 m (gemiddelde freatische grondwaterstand) en is de gemiddelde grondwaterstand bij het uittrede punt NAP + 0 m. Alhoewel de gemiddelde stijghoogte in het achterland NAP + 0,35 m bedraagt is de stijghoogte van de 1^e watervoerende laag op conservatieve wijze gelijk aan de freatische grondwaterstand gemodelleerd.

Er is geen informatie beschikbaar over de ondergrond ter plaatse van de vooroever. De schematisatie van de ondergrond is zeewaarts (vanaf L = 40 m doorgetrokken tot aan de linker rand van het model (L = -827 m). De geul in het voorland van de waterkering is meegenomen in de langsdoorsnede.



Figuur 4.1 Langsdoorsnede horizontaal gestuurde boring van Nederwiek 1 aanlanding (met de gemiddelde freatische waterstand van NAP + 0 m in het voorland en NAP + 0,7 m in het achterland).

De grondparameters voor de grondlagen zijn met behulp van tabel 2b NEN 9997-1:2016 [7] bepaald en zijn in Tabel 4.1 gegeven. De toelichting voor de gebruikte grondparametersymbolen is onder Tabel 4.1 te vinden.

Tabel 4.1 Grondparameters per grondlaag.

Laag naam	γ/γ_{verz} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E ₁₀₀ [kPa]
Zand kleiig, matig grof, los (NA, PZWA) Zand humeus, matig grof, los (NA) Zand siltig, matig grof, los (NA)	18/20	0	25	15000
Zand, zeer grof, los (NA)	17/19	0	30	15000
Zand, matig grof, matig (NA) Zand, matig fijn, matig (NA) Zand, zeer grof, matig (NA)	18/20	0	32,5	45000
Zand siltig, matig grof, matig (NA) Zand siltig, zeer grof, matig (NA) Zand siltig, matig fijn, matig (PZWA)	18/20	0	27	35000
Zand siltig, zeer grof, vast (NA) Zand siltig, matig fijn, vast (PZWA) Zand, matig fijn vast (PZWA, OO) Zand, zeer fijn, vast (OO)	19/21	0	35	75000
Klei, matig (PZWA)	17/17	5	17,5	2000
Klei, zandig, vast (PZWA)	18/18	0	27,5	2000
Klei siltig, vast (NA) Klei, vast (NA, OO)	19/19	13	17,5	4000
Veen, slap (NA)	10/10	1	15	200

Toelichting:

γ = volumegewicht boven water.

γ_{verz} = volumegewicht onder water (verzadigd).

c' = gedraineerde cohesie.

ϕ' = gedraineerde inwendige wrijvingshoek.

E₁₀₀ = elasticiteitsmodulus onder 100 kPa effectieve verticale spanning.

4.4 Boorfasen

De volgende uitgangspunten per boorfase zijn in de ontwerpberekeningen toegepast:

- Pilot:
 - Boorgatdiameter: 254 mm.
 - Uitstroomdebiet: 900 liter/min.
 - Circulatieverlies: 30%.
- Ruimen (normale ruimfase):
 - Boorgatdiameter: 585 mm [1].
 - Uitstroomdebiet: 1500 liter/min.
 - Circulatieverlies: 20%.
- Intrekken:
 - Boorgatdiameter: 585 mm [1].
 - Uitstroomdebiet: 1000 liter/min.
 - Circulatieverlies: 20%.

De diameter van de boorpijpen is voor alle boven genoemde fasen is 101,6 mm (4").

4.5 Boorvloeistof

De volgende eigenschappen van boorvloeistof zijn in de berekening toegepast:

- Volumegewicht met los geboorde grond: 11,1 kN/m³.
- Zwichspanning: 14 Pa.
- Plastische viscositeit: 0,04 Pa.s.

4.6 Leidingparameters

TenneT is in eerste instantie uitgegaan van een PE leiding SDR 9 voor de Nederwiek 1 aanlanding. In dit rapport is de wanddikte geoptimaliseerd en wordt uitgegaan van een PE leiding SDR 11 voor de ontwerpberekening. De aan te leggen 450 mm PE100 SDR 11 leiding heeft de volgende eigenschappen:

- Uitwendige diameter: 450 mm.
- Wanddikte: 41 mm.
- Volumegewicht: 9,54 kN/m³.
- Elasticiteitsmodulus: 975 MPa (korte termijn) en 350 MPa (lange termijn).
- Toelaatbase spanning: 10 MPa (korte termijn) en 8 MPa (lange termijn).
- Tensile factor: 0,65.
- Ondersteunings- en belastinghoek: 120° en 180° respectievelijk.

4.7 Temperatuurverschil in mantelbuis

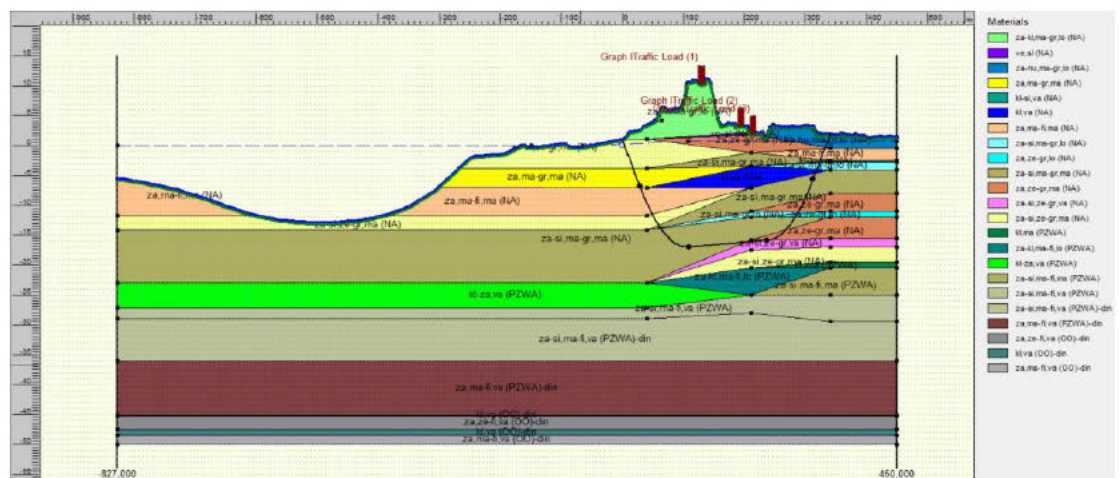
Er is rekening gehouden met een piekbelasting van de kabels en een bijhorend temperatuurverschil van 50°C in de mantelbuis (zoals bij de naast gelegen IJmuiden Ver Alpha HDD's [2]).

4.8 Partiële factor voor trekkracht

Een partiële trekkracht factor van 1,4 is in de leidingsterkte berekening meegenomen (conform NEN3650-1:2020 [8]).

4.9 Verkeerbelasting

Een verkeerbelasting conform Grafiek I, NEN3650-1:2020 [10] is toegepast op de wegen (N57, Veerse Gatdam en Oost-Westweg). De locatie van de verkeerbelasting in het langsgoede is in Figuur 4.2 weergegeven.



Figuur 4.2 Langdoorsnede met verkeerbelastingen.

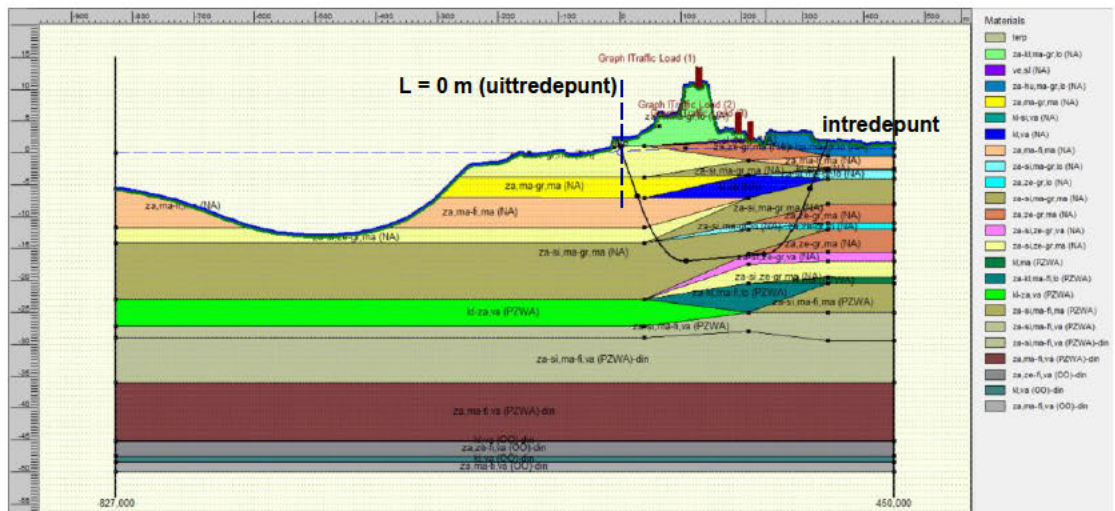
4.10 Volumegewicht zeewater

Ter plaatse van de geplande boring is zout grondwater te verwachten. Om rekening met zout grondwater te houden is een water volumegewicht van 10,06 kN/m³ (dichtheid 1025 kg/m³) meegenomen in de berekening.

5 Globaal ontwerp

5.1 Toepassing van terp

Aangezien de dagelijkse waterstand in de zee kan oplopen tot boven het uittredepunt (NAP + 0,99) dient een constructie te worden gemaakt door middel van een terp c.q. werkplateau. Er zal een bescherming tegen de golven nodig zijn (bijvoorbeeld damwand en/of geotubes). De hoogte van de buitenrand van het werkplateau en het centrum van het plateau dienen nader te worden uitgewerkt. Aangezien de hoge dagelijkse waterstand in de zee tot NAP + 2 m kan oplopen wordt er bij dit globaal ontwerp uitgegaan van een hoogte van het boorvloestof niveau in de mudpit van NAP + 2,3 m. Hiervoor is aangenomen dat de uitvoering buiten het stormseizoen plaatst vindt. De langdoorsnede met de boorlijn is in Figuur 5.1 weergegeven.

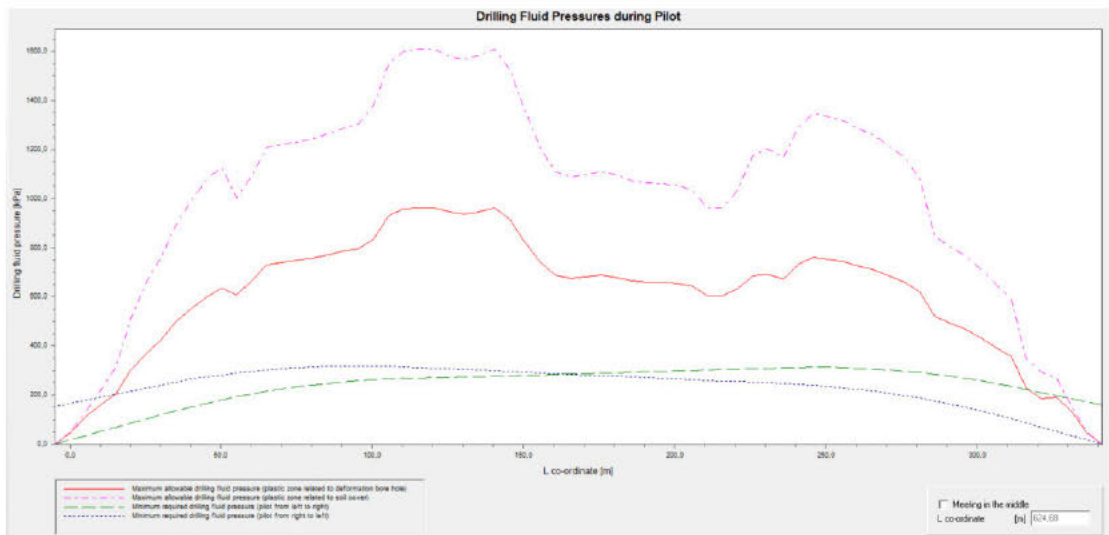


Figuur 5.1 Langdoorsnede met de aangepaste boorlijn.

5.2 Minimale en maximale boorvloestofdrukken

De grootste minimale benodigde boorvloestofdruk treedt tijdens de pilotfase op. De minimale benodigde en maximale toelaatbare boorvloestofdrukken tijdens pilotfase zijn in Figuur 5.2 weergegeven. In de boorvloestofdruk berekeningen is een freatische waterstand van NAP + 2 m meegenomen.

De minimale benodigde boorvloestofdruk is met een gestippelde blauwe lijn aangegeven (rechts naar links pilotboren). De maximale toelaatbare boorvloestofdruk tot de grens van de hydraulische scheurvorming is met een rode lijn aangegeven. De maximale toelaatbare boorvloestofdruk voor een blow-out is met een gestippelde roze lijn aangegeven.



Figuur 5.2 Minimale benodigde en maximale boorvloeistofdrukken tijdens pillootfase ($L = 0$ m is uittredepunt).

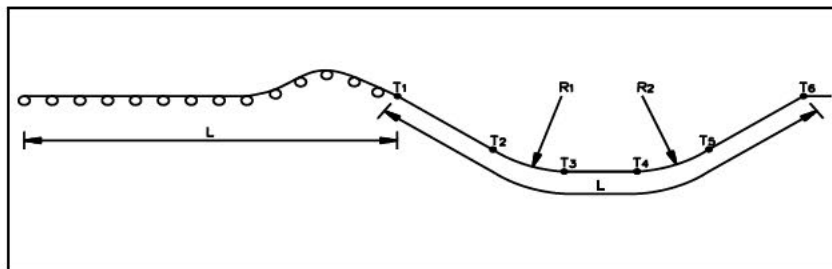
De minimale benodigde boorvloeistofdruk voor de laatste 15 m is hoger dan de maximale toelaatbare boorvloeistofdruk (zie Figuur 5.2). Over deze lengte dient te worden geboord met een lagere druk en debiet zonder een volledige retourstroming, zodat geen blow out op het strand optreedt.

5.3 Trekkracht

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de leiding een wrijving die (conform NEN 3650-1:2020 [8]) is opgebouwd uit:

- Wrijving tussen leiding en zeebodem en/of equipment (f_1).
- Wrijving tussen leiding en boorvloeistof (f_2).
- Wrijving tussen leiding en grond (f_3).

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ontstaat een trekkracht in de leiding. Op geselecteerde punten in het boortracé volgens Figuur 5.3 zijn de trekkrachten berekend.



Figuur 5.3 Schema trekkrachtberekening [8].

Het resultaat van de trekkracht berekening is hieronder samengevat. De trekkracht berekening is voor een geval van een 100% gevulde leiding (met water) en een geval van een niet-gevulde leiding uitgevoerd. Meer gedetailleerde informatie over de trekkrachtberekeningen is in Bijlage A van dit rapport beschikbaar. Alleen de berekeningen met een niet gevulde leiding en een hoge freatische waterstand van NAP + 2 m zijn in die bijlage beschikbaar.

5.3.1 100% gevulde leiding (met water)

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2020 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.1 gegeven voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water). De maximale

trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 55 kN. Met de veiligheidsfactor van 1,4 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.9) bedraagt de maximale trekkracht 77 kN.

Tabel 5.1 Overzicht trekkrachtberekenningsresultaten (exclusief veiligheidsfactor) voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water).

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	55
T2	35	53
T3	116	55
T4	245	49
T5	321	51
T6	350	50

5.3.2 Niet-gevulde leiding

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2012 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.2 gegeven voor het geval met een niet-gevulde leiding. De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 128 kN. Met de veiligheidsfactor van 1,4 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.9) bedraagt de maximale trekkracht 179 kN.

Tabel 5.2 Overzicht trekkrachtberekenningsresultaten (exclusief veiligheidsfactor) voor een geval met een niet-gevulde leiding.

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	18
T2	35	27
T3	116	55
T4	245	90
T5	321	120
T6	350	128

5.4 Leidingsterkte

Om te kunnen beoordelen of de optredende spanningen in de leiding tijdens de aanleg en in de gebruiksfase toelaatbaar zijn, is een sterkte berekening voor de leiding met het programma D-Geo Pipeline volgens NEN 3650-1:2012 [10] gemaakt. Volgens NEN 3650-1:2020 dient de spanning in de leiding te worden gecontroleerd voor 5 belastingcombinaties:

- Combinatie 1A: begin van intrekfase.
- Combinatie 1B: einde van intrekfase.
- Combinatie 2: inwendige druktest.
- Combinatie 3: gebruiksfase zonder inwendige belasting.
- Combinatie 4: gebruiksfase met inwendige belasting.

Belasting combinatie 2 is niet relevant, omdat de leidingen drukloze leidingen zijn (mantelbuizen voor elektriciteitskabels). In belastingcombinatie 4 is tevens de bijdrage aan de spanning door temperatuurbelasting beschouwd. Door een hoog temperatuurverschil van 50° C (zie de uitgangspunten in hoofdstuk 4.7) worden de spanningen (axiaal en tangentieel) in belastingcombinatie 4 getoetst aan een lagere MRS waarde. Deze MRS waarde bedraagt 6,5 MPa [9]. Hieruit volgt de toelaatbare spanning op lange termijn. Deze bedraagt 5,2 MPa ($\gamma_m = 1,25$ [10]).

De sterkteberekening van een PE-leiding bestaat uit een spannings-, deflectie- en een implosieberekening. De samenvatting van de sterkteberekeningen is hieronder beschreven. De leidingsterkte berekeningen zijn voor een geval van een 100% gevulde leiding (met water) en een geval van een niet-gevulde leiding uitgevoerd. De sterkteberekening met een niet gevulde leiding is in Bijlage A van dit rapport terug te vinden.

5.4.1 Spanningen

5.4.1.1 100% gevulde leiding (met water)

Het resultaat van de leidingsterkte berekening voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water) is in Tabel 5.3 gegeven.

Tabel 5.3 Sterkteberekening voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water).

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	2,12	1,99	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,24	3,32
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	3***	3***

*toetswaarde voor belastingcombinatie 3 **toetswaarde voor belastingcombinatie 4

***bij freatische waterstand NAP - 2 m.

Uit Tabel 5.3 volgt dat de spanningen in de leiding voor alle spanningssituaties (belasting combinatie 1A tot en met 4) voor het geval met een 100% gevulde leiding toelaatbaar zijn.

5.4.1.2 Niet-gevulde leiding

Het resultaat van de leidingsterkte berekening voor het geval met een niet-gevulde leiding is in Tabel 5.4 gegeven.

Tabel 5.4 Sterkteberekening voor het geval met een niet-gevulde leiding.

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	1,13	4,6	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,24	3,32
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,27	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	3***	3***

*toetswaarde voor belastingcombinatie 3 **toetswaarde voor belastingcombinatie 4.

***bij freatische waterstand NAP - 2 m.

Uit Tabel 5.4 volgt dat de spanningen in de leiding voor alle spanningssituaties (belasting combinatie 1A tot en met 4) voor het geval met een niet-gevulde leiding toelaatbaar zijn.

5.4.2 Deflectie

De berekende deflectie van de PE leiding is in Tabel 5.5 gegeven. Het volgt uit Tabel 5.5 dat de optredende deflectie toelaatbaar is.

Tabel 5.5 Deflectie leiding.

Berekende deflectie [mm]	Maximale deflectie [mm]	Maximale deflectie voor piggability [mm]
5,9 (1,31% van D _o *)	36	22,5

*uitwendige diameter van leiding

5.4.3 Implosie

De implosie voor de PE leiding is berekend voor de situatie tijdens intrekken en de situatie tijdens de gebruiksfase. Een gevulde leiding en een niet gevulde leiding zijn beschouwd.

5.4.3.1 100% gevulde leiding (met water)

Het resultaat van de implosieberekening voor het geval met een 100% gevulde leiding is in Tabel 5.6 gegeven.

Tabel 5.6 Analyse aan implosie voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water).

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	240	1749
Tijdens gebruiksfase	185	470

Het volgt uit Tabel 5.6 dat implosie voor het geval met een 100% gevulde leiding niet zal optreden.

5.4.3.2 Niet-gevulde leiding

Het resultaat van de implosieberekening voor het geval met een niet-gevulde leiding is in Tabel 5.7 gegeven.

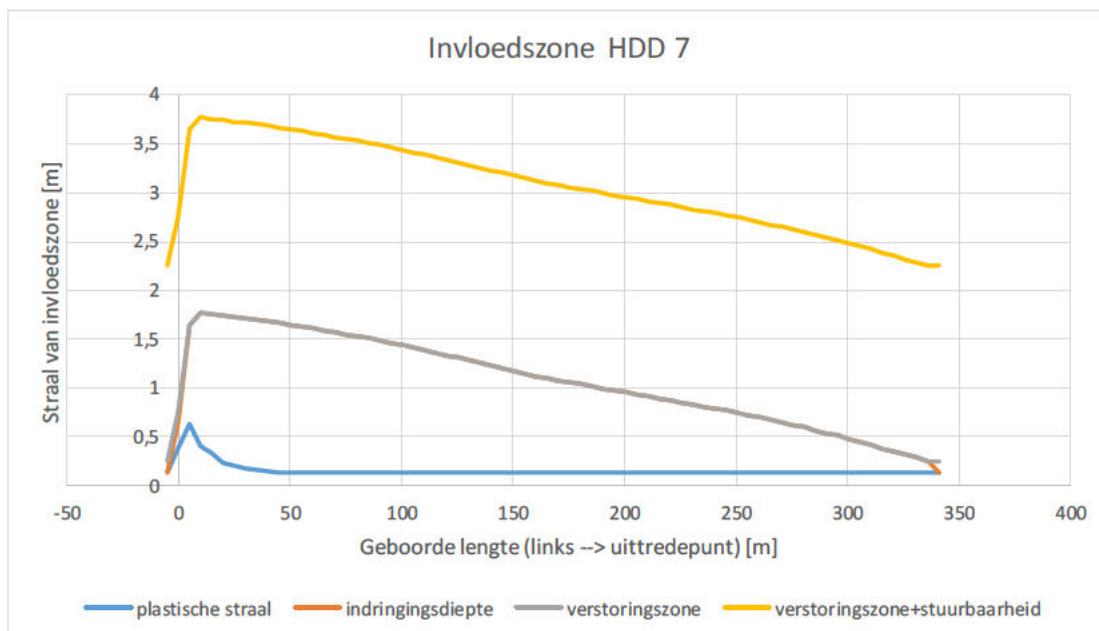
Tabel 5.7 Analyse aan implosie voor het geval met een niet-gevulde leiding.

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	240	1559
Tijdens gebruiksfase	185	280

Het volgt uit Tabel 5.6 dat implosie voor het geval met een niet gevulde leiding niet zal optreden.

5.5 Tussenafstand tussen de boorlijnen van de HDD's

De berekende straal van de verstoringzone langs de geplande boorlijn is in Figuur 5.4 weergegeven. Een sturingsnauwkeurigheid van 2 m is in de berekening meegenomen. In de berekening is de minimale benodigde boorvloeiستفدرك van de laatste 15 m voor het uittredepunt gelijk aan de maximale toelaatbare boorvloeiستفدرك gezet in verband met de mogelijkheid van een blow-out (zie de opmerking in hoofdstuk 5.2).



Figuur 5.4 Straal van verstoringzone langs de boorlijn van geplande HDD kruising (HDD 7 Nederwiek 1).

Er worden 3 parallelle HDD's uitgevoerd. De minimale afstand tussen twee HDD's dient groter te zijn dan de straal van de verstoringzone (maximale waarde van de plastische straal of indringingsdiepte van boorvloeistof) vermeerderd met de sturingsnauwkeurigheid (in dit geval 2 m) van de twee HDD's.

5.5.1 Intredepunt

De maximale verstoringzone inclusief stuurcorrectie is ca. 2,25 m (zie Figuur 5.4). Voor een boorgat van 0,585 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (2,25 m verstoringzone + 0,293 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,293 m boorgatstraal) 4,84 m. De voorgestelde tussenafstand van de intredepunten is 5 m en derhalve voldoende.

5.5.2 Uittredepunt

De maximale verstoringzone inclusief stuurcorrectie is ca. 3,86 m (zie Figuur 5.4). Voor een boorgat van 0,585 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (3,86 m verstoringzone + 0,293 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,293 m boorgatstraal) 6,45 m. De voorgestelde tussenafstand van de uittredepunten is 20 m tussen de boorlijnen en derhalve voldoende.

6 Invloed op de waterveiligheid van de waterkering

6.1 Algemeen

Bij de beschouwing van de waterveiligheid van de waterkering de Veerse Gatdam zullen 3 situaties moeten worden beschouwd:

1. Aanleg van de mantelbuizen door horizontaal gestuurd boren.
2. Aanbrengen van de kabels in de mantelbuizen.
3. Situatie als de kabels in gebruik zijn (bij hoog water).

Bij de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels op de waterkering en de aanwezigheid van mantelbuizen en kabels na installatie, zullen de relevante dijffaalmechanismen moeten worden beoordeeld. De relevante mechanismen zijn hieronder weergegeven:

1. Macrostabieleit buitenwaarts (STBU).
2. Macrostabieleit binnenwaarts (STBI).
3. Piping (STPH).
4. Hoogte en erosie (GEKB).
5. Afschuiving (VLAF) en zettingsvloeiing voorland (VLZV).
6. Duinafslag.

In aanvulling op de bovenstaande dijffaalmechanismen zal in dit geval ook het dijffaalmechanisme 'zettingvloeiing achterland' moeten worden beschouwd, omdat er aan de binnendijkse zijde ook een onderwatertalud aanwezig is.

Tijdens de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels kan de stabiliteit van de waterkering mogelijk worden beïnvloed door de geplande werkzaamheden. De volgende werkzaamheden zijn voorzien:

- Het door middel van horizontaal gestuurd boren aanleggen van de leidingen die als mantelbuizen gaan fungeren voor kabels. Bij het boren zullen de invloed van de boorvloeistofdruk en het optreden van trillingen van de boorkop op de stabiliteit van de waterkering en vooroever en het onderwater talud binnendijks worden beschouwd.
- Het aanbrengen van damwanden op het strand, doorlopend in ondiep water. De effecten van het trillend installeren van damwanden op het faalmechanisme macrostabieleit buitenwaarts zullen moeten worden beschouwd, omdat de trillingen een effect zou kunnen hebben op de stabiliteit van het buitentalud van de waterkering. Ook ter plaatse van het onderwatertalud aan de binnendijkse zijde zal de stabiliteit moeten worden beoordeeld.
- Ontgraven tussen de damwanden om de aansluiting van de kabels uit de mantel buizen op de in een sleuf gelegde kabels mogelijk te maken. Ook hier zijn effecten op de waterkering mogelijk. De buitenwaartse stabiliteit zal moeten worden beschouwd.

In de eind situatie als de kabels in gebruik zijn genomen en er mogelijk hoogwater kan optreden, zal bij de beoordeling moeten worden gekeken naar een eventuele nazakking als gevolg van de volume afname van de boorvloeistof in de annulus van de boorgang en de gevolgen hiervan voor de hoogte en erosie van de waterkering. Tevens is het op deze locatie van belang dat het mechanisme piping zorgvuldig wordt beschouwd. Hierbij dient zowel de waterstroming door het boorgat te worden bekeken, maar ook de waterstroming door de mantelbuizen zal moeten worden beschouwd.

De Veerse Gatdam wordt ook getoetst op duinafslag. Door golven, stromingen en wind kan een afslagprofiel ontstaan. Als de gronddekking van de kabel voldoende is en de kabel onder een maatgevende afslagdiepte ligt zal de aanwezigheid van de kabel de duinafslag niet beïnvloeden.

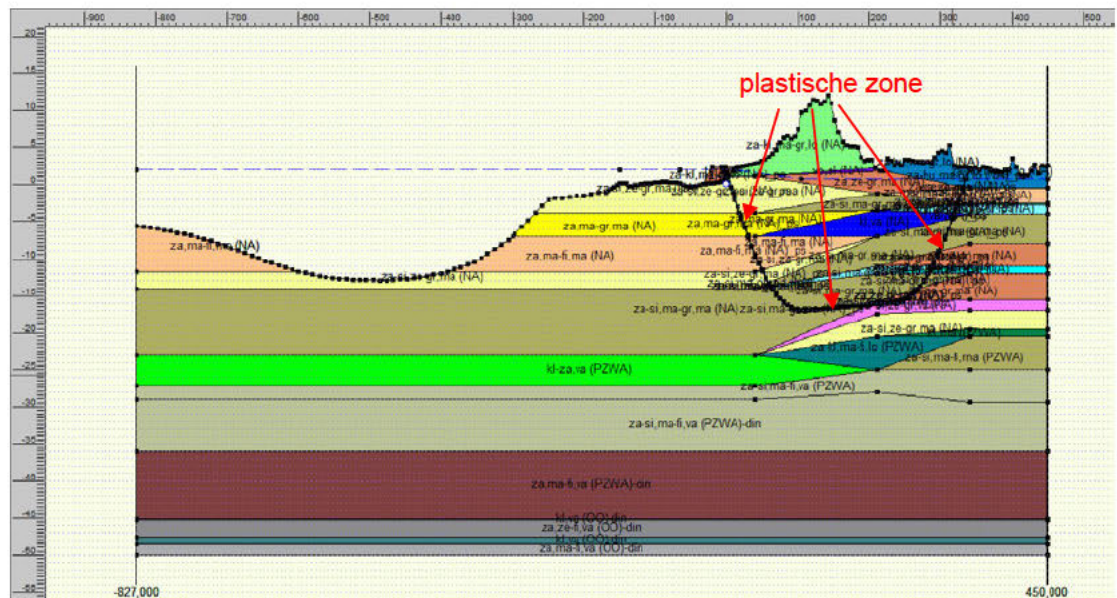
In dit hoofdstuk is de analyse voor macrostabiliteit (STBI en STBU) en duinafslag beschreven. De analyse voor afschuiving en zettingsvloeiing in het voorland en achterland is in hoofdstuk 7 beschreven. De analyse voor hoogte en erosie (GEKB) en (STPH) is in hoofdstuk 8 beschreven.

6.2 Macrostabiliteit

6.2.1 Uitgangspunten

6.2.1.1 Beoordeling invloed van boren

Tijdens het pilotboren van de HDD ontstaat een plastische zone langs de boorlijn door de boorvloeiendruk. In deze zone heeft de ondergrond tijdelijk nagenoeg geen schuifsterkte. Door de straal (omvang) van de plastische zone, kan de stabiliteitsfactor van de primaire waterkering lager worden. De berekende plastische zone als een functie van de geboorde lengte is Figuur 5.4 weergegeven. De berekende plastische zone rondom de boorlijn in de langsdoorsnede is in Figuur 6.1 weergegeven.



Figuur 6.1 Plastische zone langs de geplande boorlijn in de langsdoorsnede.

De invloed van het pilotboren op de waterveiligheid van de waterkering is beoordeeld aan de hand van de veiligheidsfactor bij afschuiven.

6.2.1.2 Norm voor analyse

Aangezien de ondergrond rondom de primaire kering uit zand bestaat dient een stabiliteitsanalyse te worden uitgevoerd met Mohr-Coulomb (MC) parameters (c' en ϕ'). De analyse met MC parameters sluit aan het ontwerpinstrumentarium (OI) 2014 [11].

6.2.1.3 Glijvlakmodel

De gebruikte modellen zijn Bishop en Uplift Van.

6.2.1.4 Materiaalfactor (γ_c)

Voor de berekening met Mohr-Coulomb sterkteparameters (c' en ϕ') gelden de volgende materiaalfactoren (zie Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Materiaalfactor voor c' en ϕ' [12].

Grondsoort	Volumegewicht	c'	$\tan \phi'$
Zand	1	1	1,2
Klei	1	1,25	1,2

6.2.2 Schematisering freatische waterstand

De HDD uitvoering is gepland in 2025/2026. Deltares gaat ervan uit dat de uitvoering buiten het stormseizoen zal plaatsvinden. In de STBU analyse is de situatie met de dagelijkse lage waterstand (NAP - 2 m) in het voorland maatgevend. In de STBI analyse is de situatie met dagelijkse hoge waterstand (NAP + 2 m) in het voorland maatgevend.

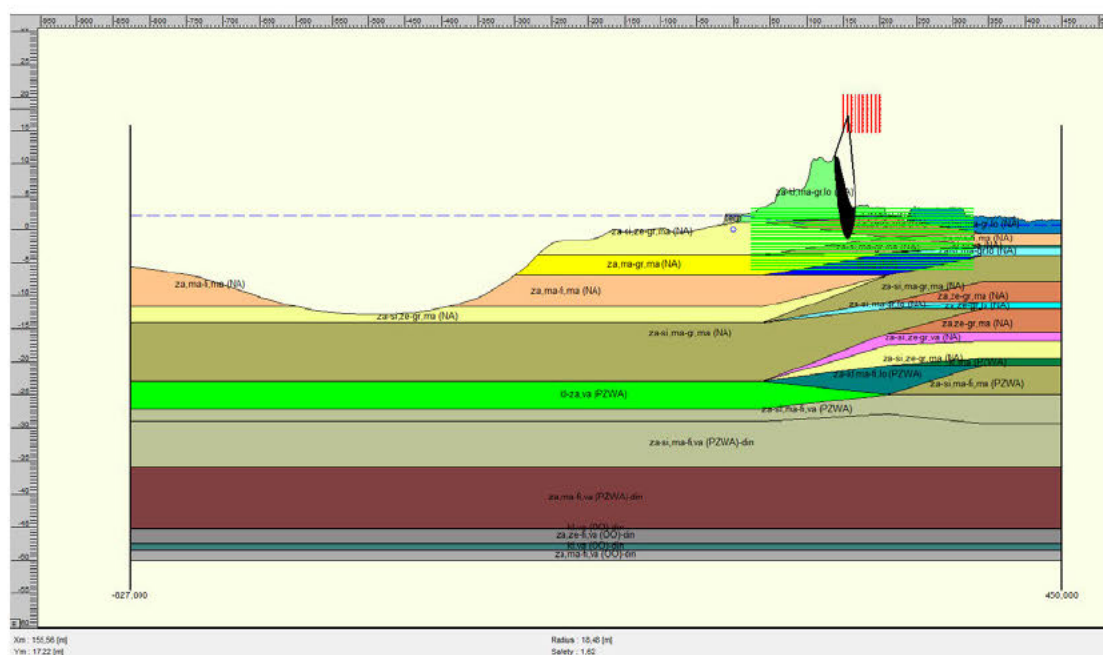
6.2.3 Software

De stabiliteitsberekening is uitgevoerd met behulp van D-Geo Stability programma v.18.1.

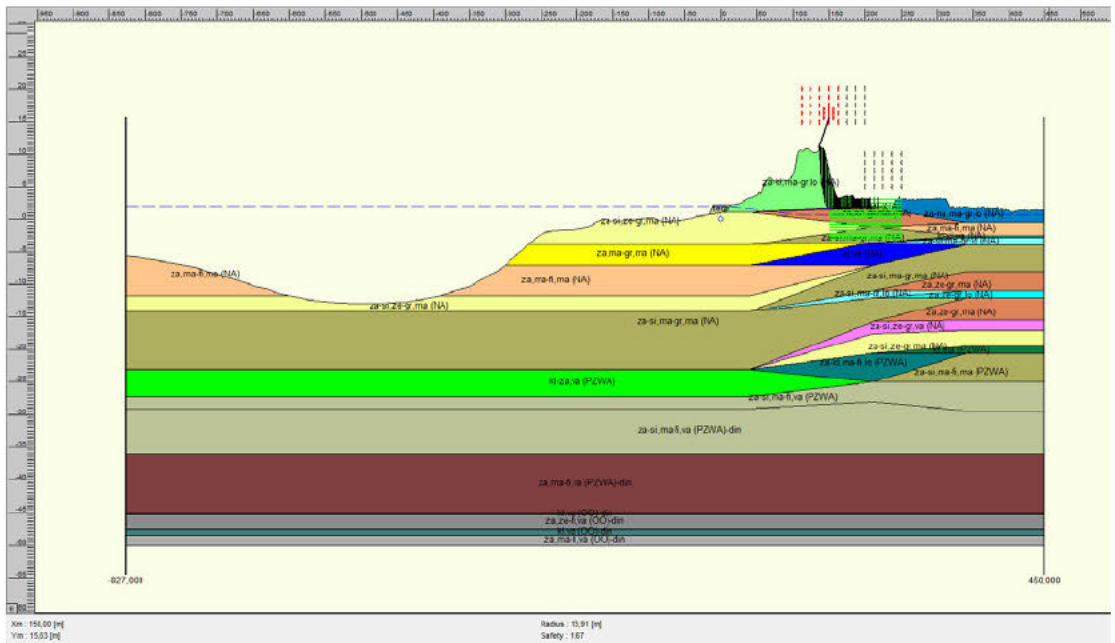
6.2.4 Macrostabiliteit binnentalud (STBI)

6.2.4.1 Zonder plastische straal (initiële situatie)

De initiële veiligheidsfactor van de waterkering voor het pilotboren (zonder plastische straal) bedraagt 1,62 (Bishop model) en 1,67 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.2 (Bishop model) en 6.3 (Uplift Van model) weergegeven.



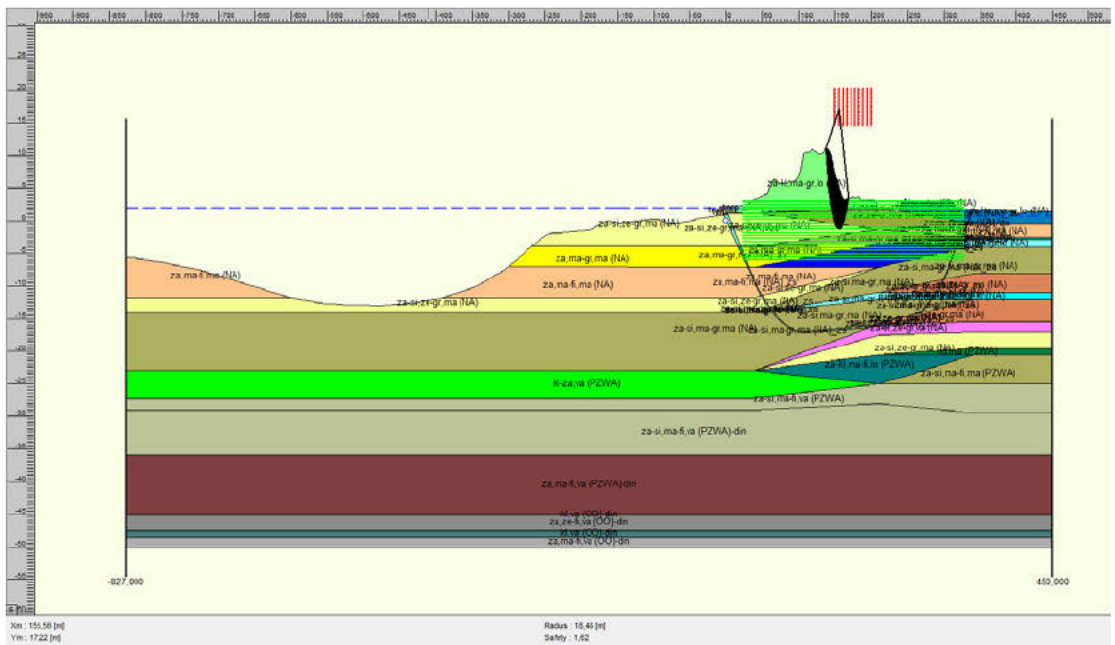
Figuur 6.2 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,62).



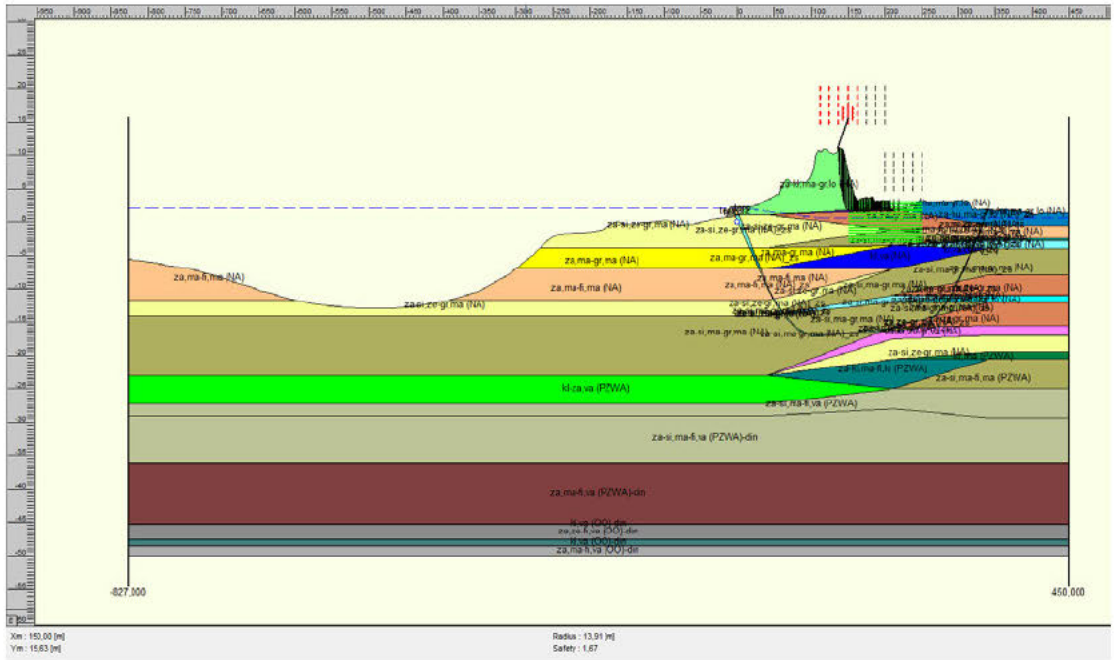
Figuur 6.3 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,67).

6.2.4.2 Met plastische straal (tijdens pilotboren)

De veiligheidsfactor van de waterkering tijdens het pilotboren (met plastische straal) bedraagt 1,62 (Bishop model) en 1,67 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.4 (Bishop model) en 6.5 (Uplift Van model) weergegeven. Het maatgevende glijvlak van elk model bereikt de plastische straal rondom het boorgat niet. De plastische straal door het pilotboren beïnvloedt de veiligheidsfactor van de waterkering derhalve niet.



Figuur 6.4 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie met plastische straal (FS = 1,62).

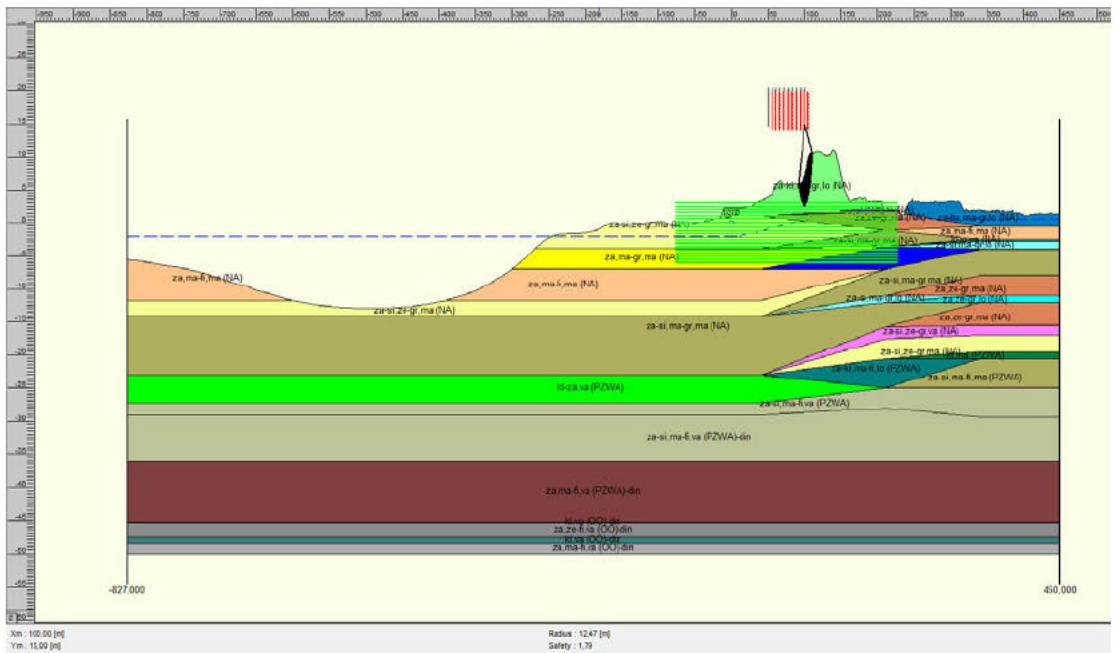


Figuur 6.5 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie met plastische straal (FS = 1,67).

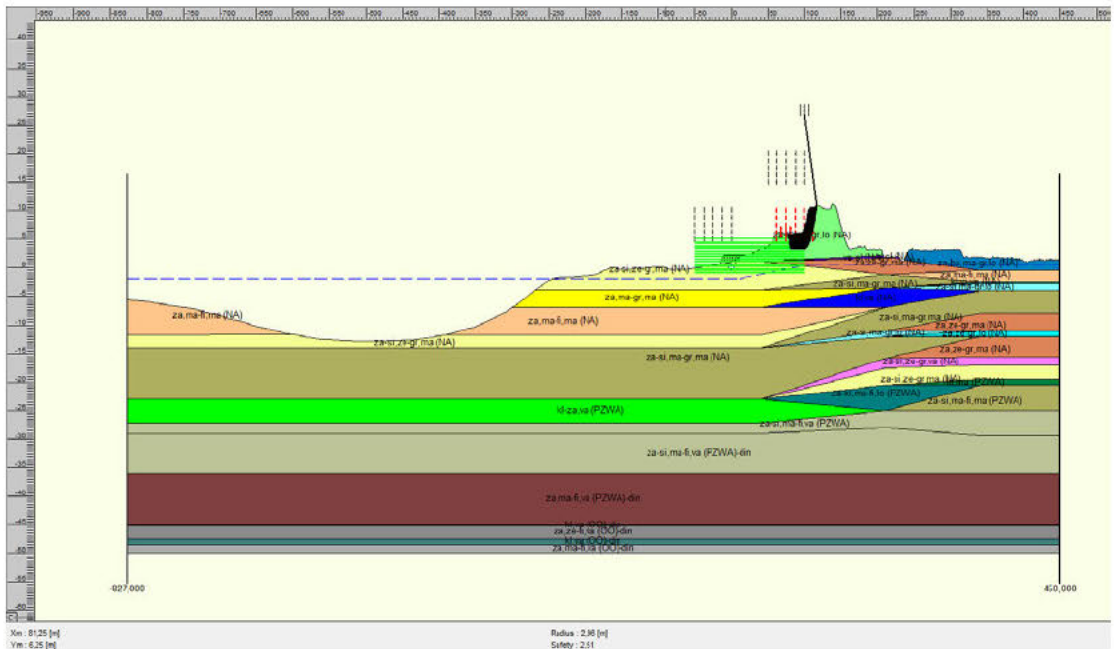
6.2.5 Macrostabieleit buitentalud (STBU)

6.2.5.1 Zonder plastische straal (initiële situatie)

De initiële veiligheidsfactor van de waterkering voorafgaand aan het pilotboren (zonder plastische straal) bedraagt 1,79 (Bishop model) en 2,51 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.6 (Bishop model) en 6.7 (Uplift Van model) weergegeven.



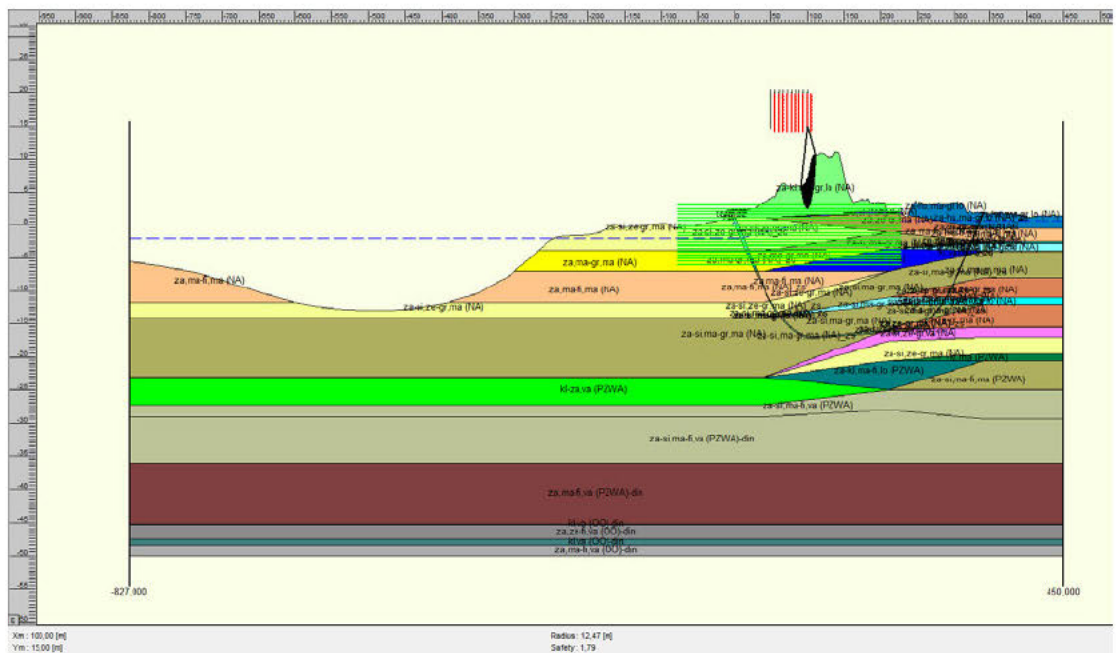
Figuur 6.6 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,79).



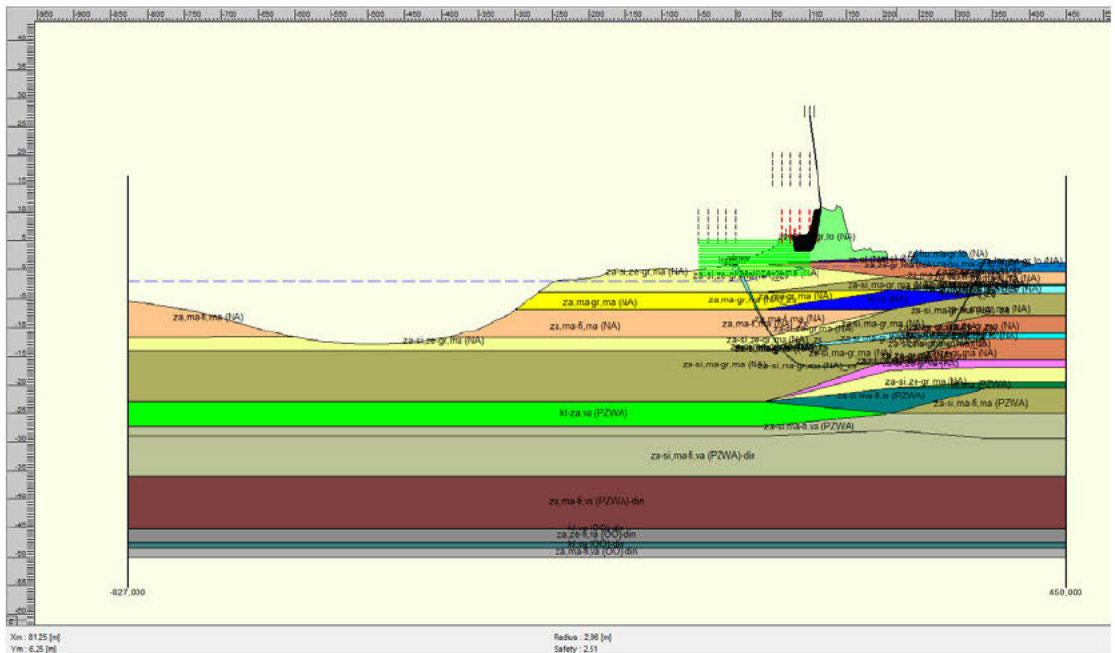
Figuur 6.7 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,51).

6.2.5.2 Met plastische straal (tijdens pilotboren)

De veiligheidsfactor van de waterkering tijdens het pilotboren (met plastische straal) bedraagt 1,79 (Bishop model) en 2,51 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak voor elk model is in Figuur 6.8 (Bishop model) en 6.9 (Uplift Van model) weergegeven. Het maatgevende glijvlak van elk model bereikt de plastische straal rondom het boorgat niet. De plastische straal door het pilotboren beïnvloedt de veiligheidsfactor van de waterkering derhalve niet.



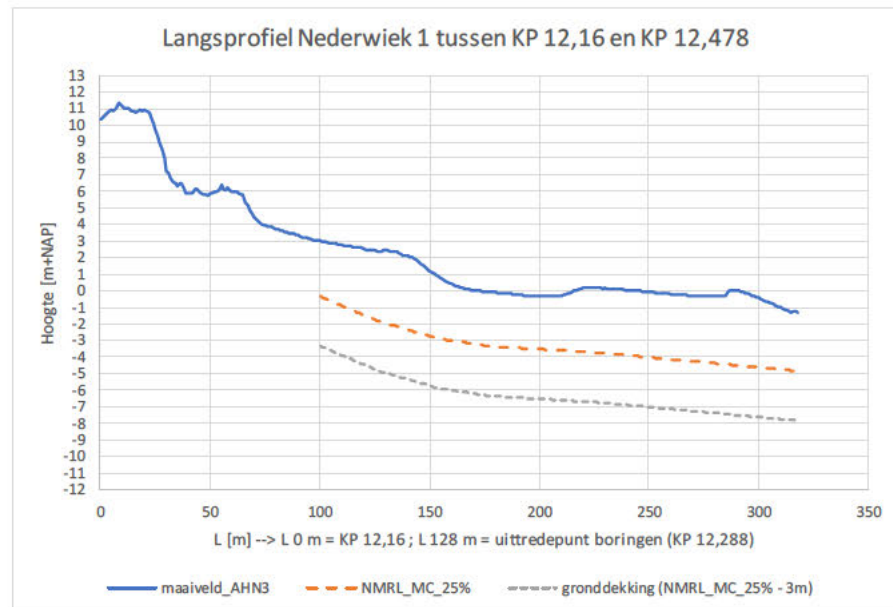
Figuur 6.8 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie met plastische straal (FS = 1,79).



Figuur 6.9 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie met plastische straal ($FS = 2,51$).

6.3 Duinafslag

De aan te leggen kabels dienen een voldoende gronddekking hebben onder een maatgevende afslagdiepte. Volgens het beleid van TenneT is de eis voor de gronddekking van de kabels 3 m onder het NMRL (het laagst verwachte ligging van het strand en het zeebed, rekening houdend met onder andere het storm afslagprofiel en ook met andere ontwikkeling van de ligging van het stand en kustprofiel [21]). Het door Waterproof B.V. berekende NMRL [21] van het Nederwiek 1 tracé (in de buurt van het uittredepunt van de boringen tussen KP 12,16 en KP 12,478) is in Figuur 6.10 weergegeven. Tussen L 200 - 250 m (zie Figuur 6.10) dienen de kabels tussen 6 en 8 m onder het maaiveld te worden aangelegd. Ter plaatse van de doorvoering door de mantelbuizen is de bovenkant van de kabels gelegen op NAP-5 m (uittredepunt).



Figuur 6.10 Het NMRL voor het Nederwiek 1 tracé tussen KP 12,16 en KP 12,478 [21]

Bij de ligging van de kabels op een diepte van 3 m onder NMRL zal de aanwezigheid van de kabels de duinafslag niet beïnvloeden.

7 Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving voorland

7.1 Algemeen

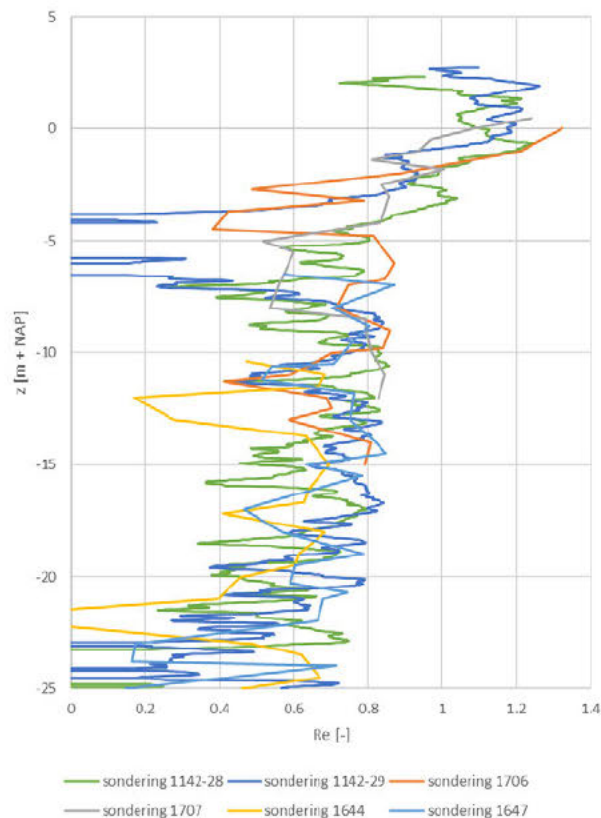
In dit hoofdstuk wordt de mogelijkheid van het ontstaan van een zettingsvloeiing in het voorland en in het achterland onderzocht. De beoordeling vindt plaats conform de toetsingsregels WBI 2017 [14].

7.2 Relevante gegevens ondergrond

Het beschikbare grondonderzoek ter plaatse van de boorlijnen is beschreven in hoofdstuk 2.5. Voor het beoordelen van de gevolgen van de aanleg van de mantelbuizen op het faalmechanisme zettingsvloeiing zijn de volgende relevante gegevens (sonderingen) gebruikt:

- Landzijde
 - Sondering 30.
- Kruin
 - Sondering 29.
- Zeezijde
 - Sondering 28.
 - S4DO1644, S42DO1647, S24DO1706 en S24DO1707.

Van deze sonderingen is voor de zandlagen het verloop van de relatieve dichtheid met de diepte bepaald volgens de correlatie van Lunne. Figuur 7.1 toont het resultaat. De relatieve dichtheid ligt vrij constant tussen 60% en 80%. In de toplaag (boven NAP - 2 m) is de relatieve dichtheid hoger.



Figuur 7.1 Verloop relatieve dichtheid met diepte.

7.3 Beoordeling verwekingsgevoeligheid op basis zandeigenschappen

De verwekingsgevoeligheid van de ondergrond wordt in eerste instantie bepaald door de (relatieve) dichtheid en de state parameter. De state parameter geeft het verschil tussen het aanwezige poriëngetal (e) van het zand en het poriëngetal van het zand in critical state aan. De laatste is weer een functie van het aanwezige spanningsniveau.

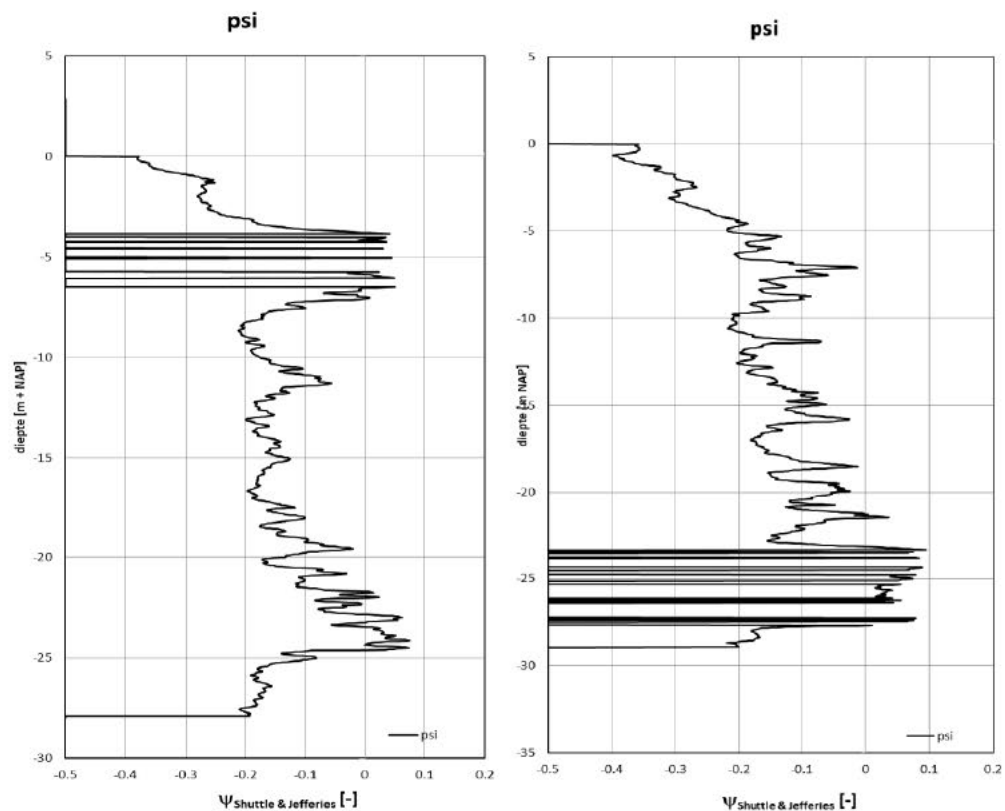
$$\psi = e - e_{crit}$$

Met:

- e = poriëngetal (-).
- e_{crit} = poriëngetal van het zand in critical state (-).
- ψ = state parameter (-).

Een negatieve waarde van de state parameter onder $-0,05$ betekent dat het zand zal dilateren bij schuifvormingen. Bij een grotere waarde dan $-0,05$ is verdichting mogelijk en bestaat de kans op verweken en kan dus zettingsvloeiing optreden.

Voor sondering 29 en sondering 30 is tevens de zogenaamde state parameter bepaald. Deze parameter is relevant voor het beoordelen van het risico op een zettingsvloeiing. Het resultaat staat in de onderstaande Figuur 7.2.



Figuur 7.2 State parameter sondering 29 (links) en 30 (rechts).

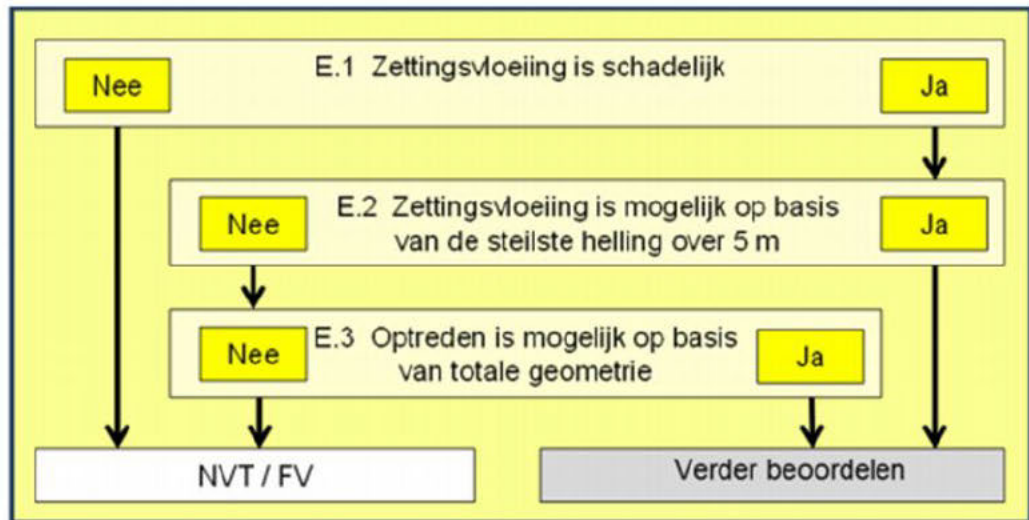
Zoals blijkt uit deze figuren ligt de state parameter tussen $-0,1$ en $-0,2$. Dit betekent dat de zandlagen niet verwekingsgevoelig zijn. Er kan derhalve geen zettingsvloeiing optreden.

Aangezien het grondonderzoek beperkt is en er geen sonderingen ter plaatse van de vooroever beschikbaar zijn is er een kans op afwijkende eigenschappen van de zandlagen.

Daarom wordt in de volgende paragraaf tevens een geometrie toets uitgevoerd om zettingsvloeiing ter plaatse van het voorland te beoordelen.

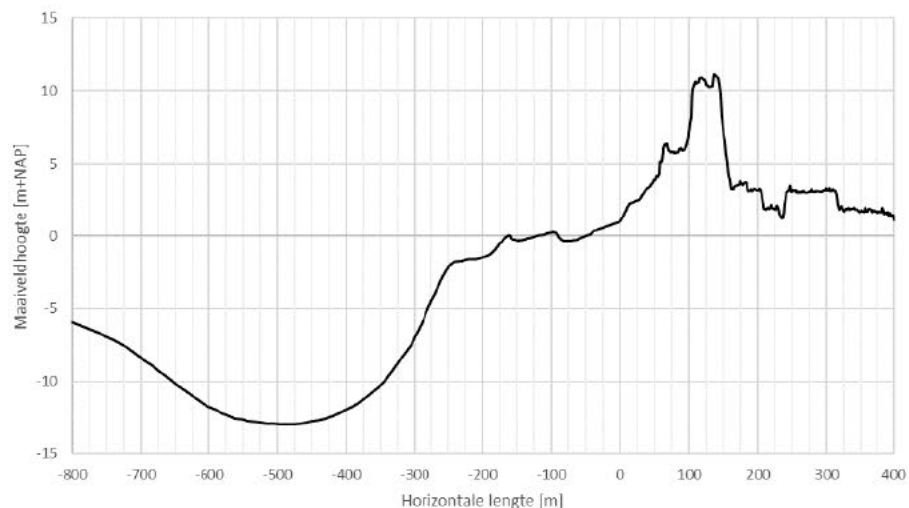
7.4 Geometrie toets zettingsvloeiing

Voor het beoordelen van de waterkering op het optreden van zettingsvloeiing wordt gebruik gemaakt van de methodieken die in het kader van WBI 2017 zijn ontwikkeld. Hieronder zal de beoordeling met een geometrische toets worden beschreven. Met de methodiek van bijlage III van 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017' [14] is een geometrische toets uitgevoerd. Het bijbehorende schema is weergegeven in Figuur 7.3.

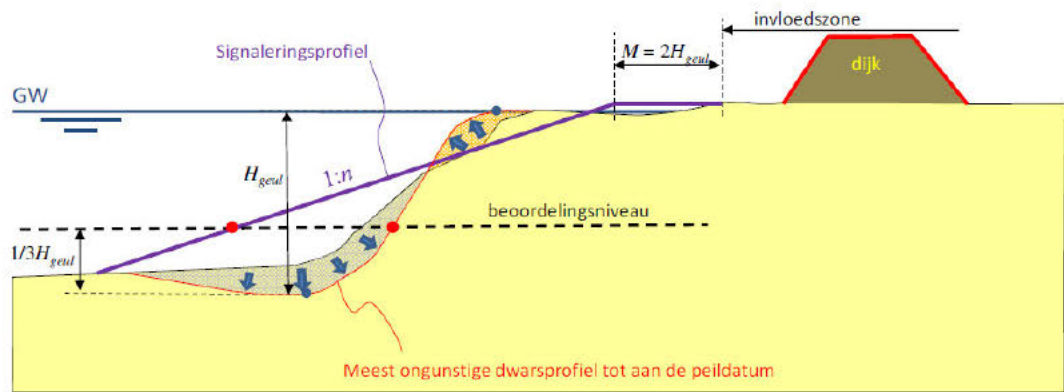


Figuur 7.3 Schema geometrische toets volgens bijlage III van 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017' [14].

In Figuur 7.4 is het beschikbare lengteprofiel langs de leiding-as voor de zettingsvloeiingstoets weergegeven. Als eerste stap (E.1) is in het geprojecteerde profiel het zogenaamde signaleringsprofiel geconstrueerd. Figuur 7.5 geeft het principe weer.



Figuur 7.4 Lengteprofiel.



$$n = 15 \text{ voor } H_{geul} < 40 \text{ m}$$

$$n = 20 \text{ voor } H_{geul} \geq 40 \text{ m}$$

Figuur 7.5 Principe bepaling signaleringsprofiel.

Daarbij zijn de volgende parameters gebruikt:

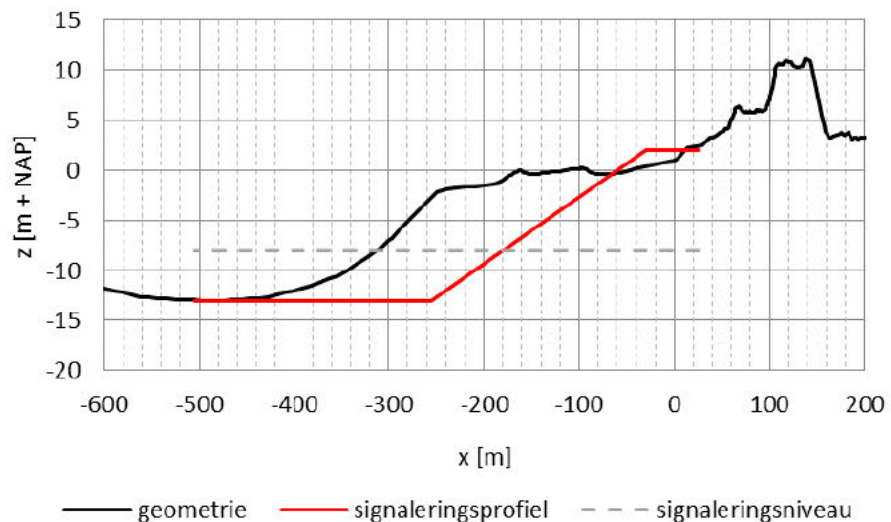
- Bodem geul op NAP - 13 m.
- Aanzet talud vooroever op NAP + 2 m.
- Grens invloedszone op $x = 0$.

Dit geeft de volgende waarden:

- Diepte: $H_{geul} = 13 \text{ m}$.

Het beoordelingsniveau ligt op $1/3 \cdot H_{geul}$ boven de geulbodem (in dit geval de bodem van de ontgravingsput).

In Figuur 7.6 is het signaleringsprofiel en het beoordelingsniveau ingetekend in het lengte profiel. Hieruit volgt dat op het beoordelingsniveau het werkelijke profiel ruim buitenwaarts van het signaleringsprofiel ligt. Daarmee is voldaan aan toets E.1 van WBI en wordt geconstateerd dat een eventuele zettingsvloeiing niet schadelijk is voor de stabiliteit van de waterkering.



Figuur 7.6 Ligging signaleringsprofiel.

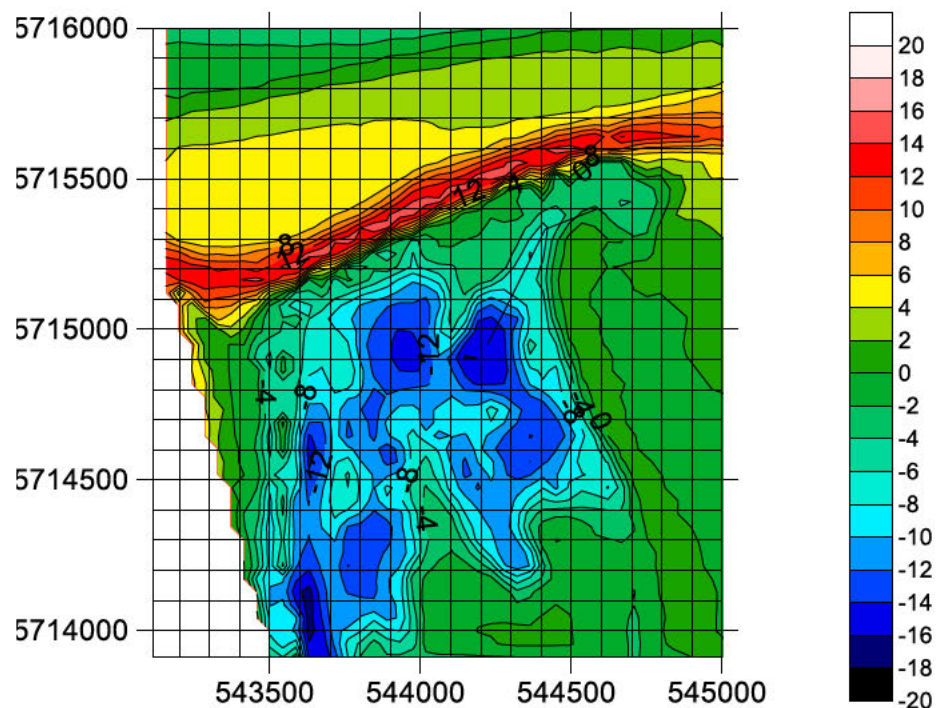
Aan de hand van geometrische toets stap E.1 van WBI 2017 kan worden geconcludeerd dat de zettingsvloeiing in het voorland de stabiliteit van de waterkering niet zal beïnvloeden. Omdat volgens stap E.1 een zettingsvloeiing niet schadelijk is voor de waterkering is verdere beoordeling volgens stap E.2 en E.3 niet nodig.

7.5 Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving achterland

Aan de landwaartse zijde van de Veerse Gatdam zullen de kabels via de oever naast de intrede punten het Veerse Meer in worden geleid. Deze kruising ligt op ongeveer 150 m uit de rand van de beschermingszone.

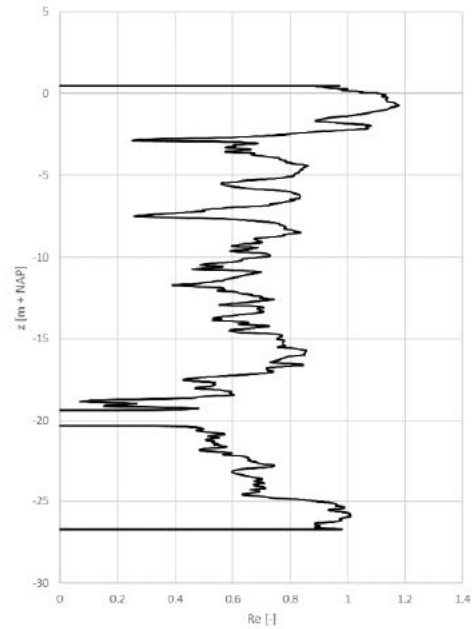
Voor de kruising van de oever worden tijdelijke damwanden voorzien. Gezien de afstand tot de Veerse Gatdam is het onwaarschijnlijk dat het plaatsen van deze damwanden invloed heeft op de stabiliteit van de Veerse Gatdam.

Ter plaatse van het Veerse meer worden de kabels in een sleuf gelegd. Uit de beschikbaar gestelde bathymetrie blijkt dat zich aan de zijde Veerse Meer van de Veerse Gatdam enige diepe kuilen (tot NAP - 15 m) bevinden, zie Figuur 7.7.



Figuur 7.7 Bathymetrie Veerse Meer (bron: [5]).

De rand van kuilen in het meer ligt op ruime afstand (ongeveer 200 m) van de kruising zodat het onwaarschijnlijk is dat het graven van een sleuf hier invloed heeft. Bovendien geeft sondering 30, gemaakt ter plaatse van de landzijde, aan dat de relatieve dichtheid van het zand tussen 60% en 80% ligt (zie Figuur 7.8). De zandlagen zijn daardoor niet-verwekingsgevoelig.



Figuur 7.8 Relatieve dichtheid zand sondering 30, volgens correlatie Lunne.

Geconcludeerd kan worden dat de kruising van de oever van het Veerse Meer met damwanden en het graven van een sleuf in het Veerse Meer geen invloed heeft op de binnenwaartse stabiliteit van de Veerse Gatdam.

8 Toetsing op hoogte (GEKB) en Piping (STPH)

8.1 Algemeen

De toets van de hoogte en erosie (GEKB) van de waterkering is gedaan door de mogelijke kruinzakking te berekenen. Oorzaken van kruinzakking zijn:

- Verdichting tijdens boren.
- Boogwerking in de ondergrond.
- Consolidatie van de vulling annulus.

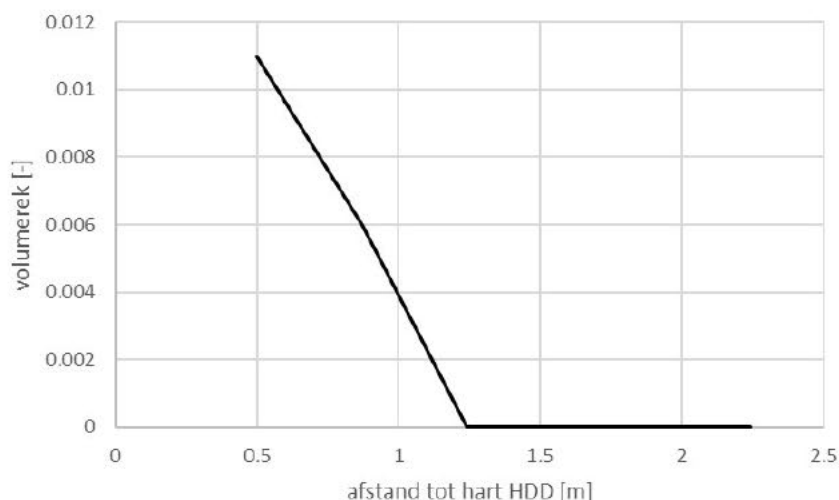
In de volgende paragrafen worden deze onderdelen behandeld. Vervolgens wordt de gesommeerde zakking bepaald.

8.2 Berekende zakking door trillingen

De volumerekken rond de boring zijn bepaald met het in-house programma TRILDENS. In deze berekening is er sprake van direct contact leiding-grond, de smerende werking van de bentoniet is niet meegenomen. Dit is een conservatieve aanname. Overige aannamen zijn:

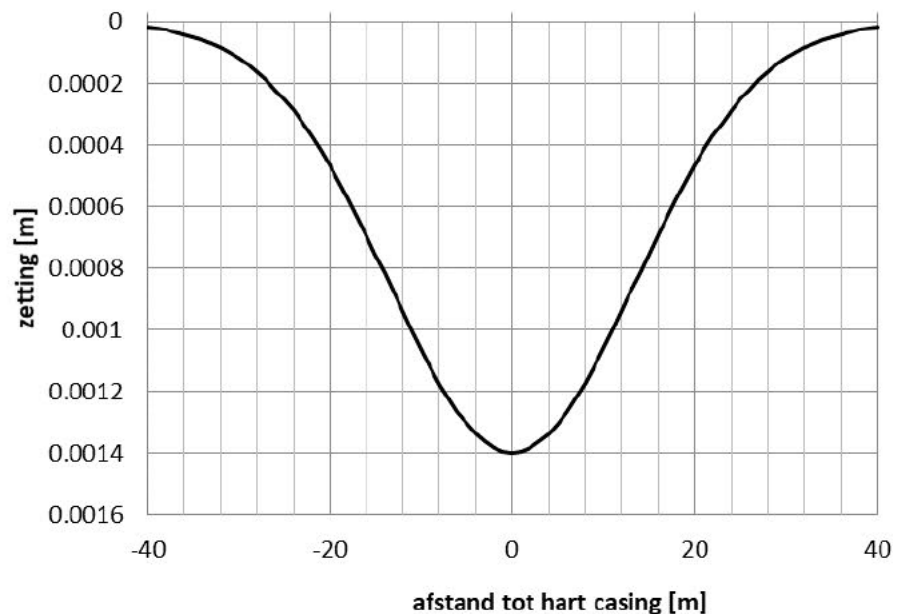
- Dichtheid zand $R_e = 60\%$.
- Frequentie 0,1 Hz.
- Triltijd 10 uur.

Figuur 8.1 toont de berekende volumerekken als functie van de afstand tot de leiding. De zone met volumerekken is klein ($< 0,5$ m).



Figuur 8.1 Volumerekken door trillingen tijdens boren.

Voor de berekening van de kruinzakking is de grond rond de leiding opgedeeld in een aantal elementen met afmetingen van ongeveer $0,5 \times 0,5$ m. Ieder element heeft dan een bijdrage aan de maaiveldzakking. Deze is bepaald met de methode Peck. Door sommatie van alle bijdragen wordt de totale maaiveldzakking gevonden. Uitgegaan is van de situatie ter plaatse van de kruin, met kruin op NAP + 11 m en ligging HDD op NAP - 17 m. Figuur 8.2 geeft de kruindaling per HDD. De maximale zakking door trillingen per HDD bedraagt 1,4 mm.



Figuur 8.2 Kruinzakking door trillingen, per HDD.

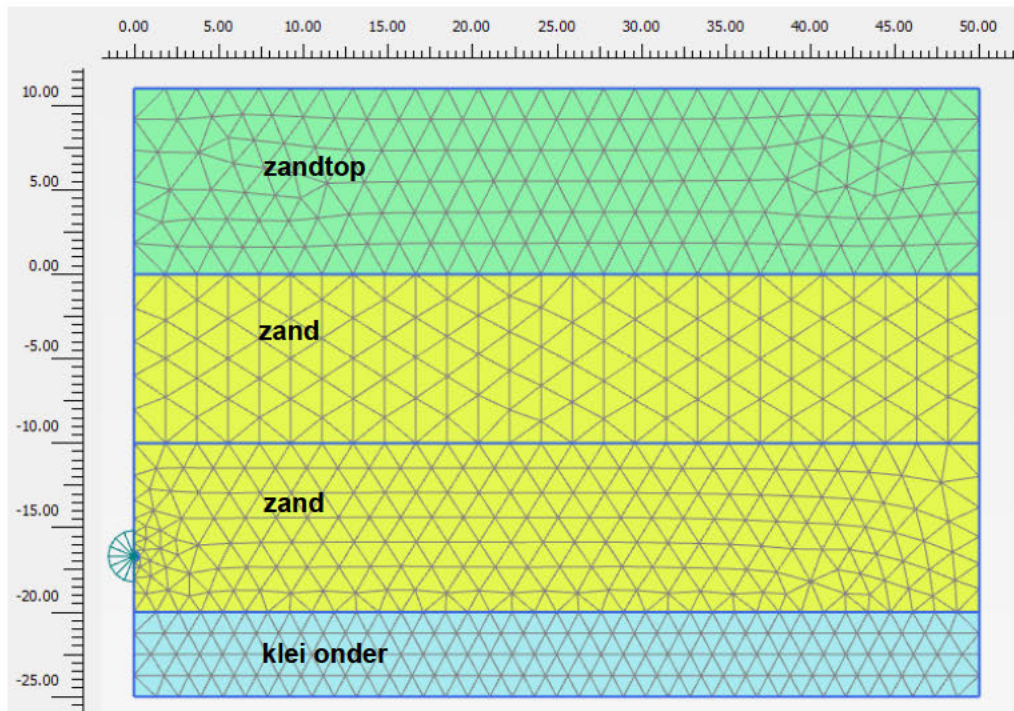
8.3 Kruinzakking door boogwerking

Om de zakking door boogwerking te bepalen is een berekening met PLAXIS 2D versie 2019 gemaakt. Als grondmodel is het Hardening-Soil model gebruikt. Tabel 8.1 geeft de gebruikte materiaalparameters. De gebruikte waarden zijn bepaald op basis van de relatieve dichtheid uit sondering S28 en S29.

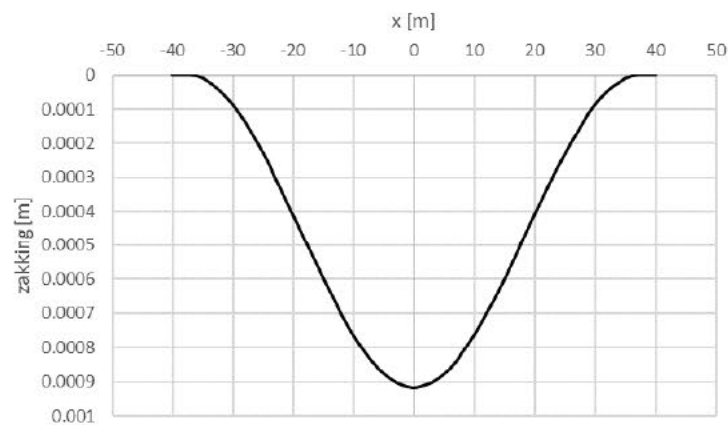
Tabel 8.1 Materiaalparameters in PLAXIS berekening.

Parameter	Unit	Zand top	Zand	Klei onder
γ_{unsat}	kN/m ³	17	17	18
γ_{sat}	kN/m ³	20	20	18
E_{50}^{ref}	kN/m ²	6.50E+04	4.70E+04	3000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	6.50E+04	4.70E+04	1500
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	1.95E+05	1.41E+05	1.50E+04
power (m)	-	0.5	0.5	0.5
c_{ref}	kN/m ²	0.5	0.5	5
φ (phi)	°	40	35	22.5
ψ (psi)	°	5	5	0

Uit de zakkingsstrook op maaiveld is het volume van de trog bepaald. Figuur 8.3 toont het vervormde elementennet en Figuur 8.4 de kruindaling door boogwerking. De maximale zakking door de boogwerking per HDD bedraagt 0,45 mm.



Figuur 8.3 Elementennet (vervormd) PLAXIS berekening.



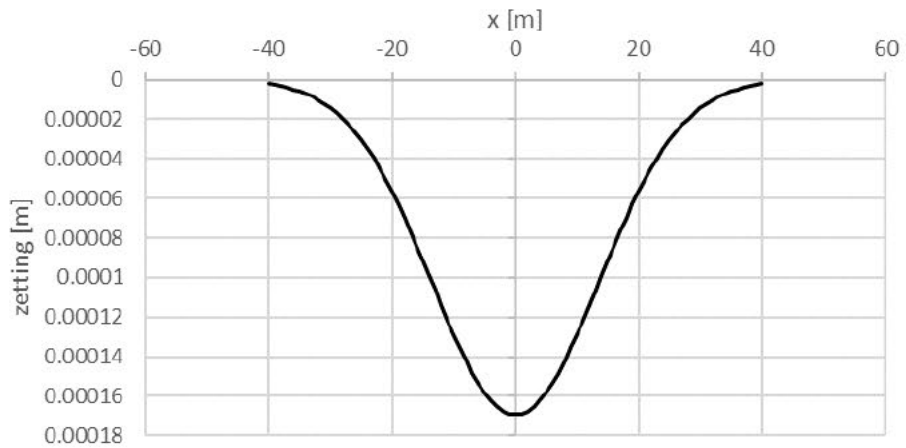
Figuur 8.4 Kruinzakking door boogwerking, per HDD ($x = 0$ is boorgat as).

8.4 Consolidatie boorvloeistof

Voor het berekenen van het volumeverlies door consolidatie van de boorvloeistof (drill-grout) zijn de volgende waarden gehanteerd:

- Diameter boorgang: 0,585 m.
- Diameter casing: 0,450 m.
- Volumeverlies door consolidatie: 5% (toepassing drill-grout).

De maaiveldzakking door de consolidatie van de boorvloeistof (drill-grout) per HDD is in Figuur 8.5 weergegeven. De maximale zakking door de consolidatie bedraagt ca. 0,18 mm.

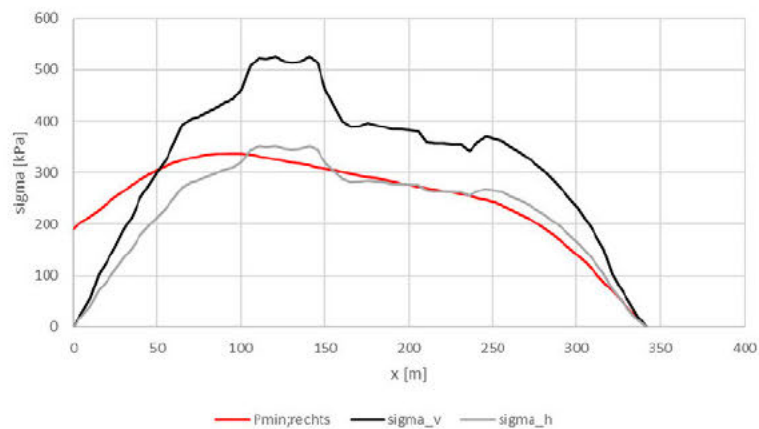


Figuur 8.5 Kruinzakking door consolidatie boorvloeistof, per HDD.

8.5 Volumeverandering rond boorgat

Door schuifvervormingen rond het boorgat kan daar in de grond enige volumeverandering optreden. Middels de ruimte expansie theorie wordt een schatting gemaakt van de optredende schuifvervorming rond een boorgat. Er wordt hier uitgegaan van lineair-elastisch grondgedrag. De schuifrek is afhankelijk van het verschil tussen de boorvloeistofdruk en de gronddruk en van de schuifrekmodulus.

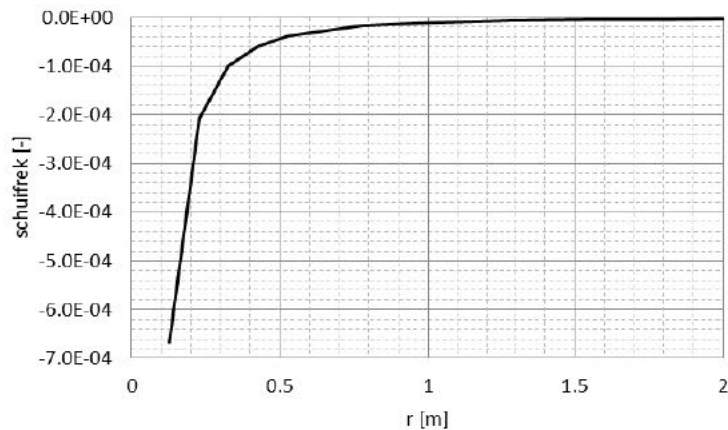
In Figuur 8.6 is het verloop van de boorvloeistofdruk tijdens de pilot boring weergegeven. De grootste schuifvervorming is te verwachten daar waar het verschil tussen aanwezige gronddruk en boorvloeistofdruk het grootste is. Vanzelfsprekend volgt uit Figuur 8.6 dat dit nabij het uittredepunt is.



Figuur 8.6 Verloop boorvloeistofdruk.

Voor de berekening zijn de volgende parameters gehanteerd (locatie onder kruin):

- Diameter boorgat: het boorgat van de pilotfase is 0,254 m.
- Maximale boorvloeiستفدرك: $p = 310$ kPa.
- Aanwezige gronddruk: $q = 420$ kPa (isotrope grondspanning).
- Glijdingsmodulus (kleine rek): 150 MPa.

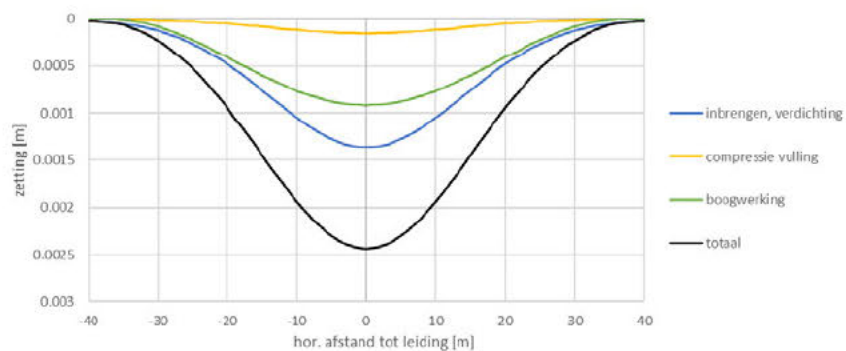


Figuur 8.7 Schuifvervorming rond boorgat, pilot boring.

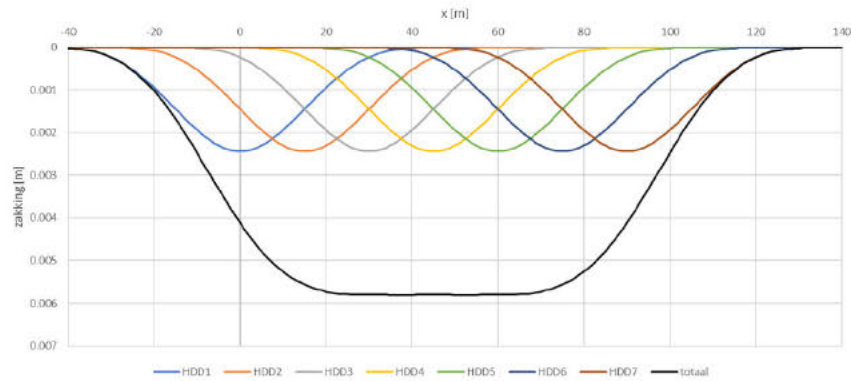
De optredende schuifrekken zijn klein. Vlak bij het boorgat is deze ongeveer 7×10^{-4} (zie Figuur 8.7). Op $r = 0,3$ m (ongeveer 0,15 m uit rand boorgat) is deze afgenomen tot ca. 1×10^{-4} . Bij deze schuifrekken zijn enige volumeveranderingen te verwachten. Gezien de dichtheid van het zand en de waarde van de state parameter zal dit enige dilatatie geven. Wateroverspanningen, laat staan verweking, is hierbij dus niet te verwachten. Omdat er sprake is van dilatatie zal deze component geen toename van de kruinzetting geven. Voor de verdere analyse wordt deze component daarom buiten beschouwing gelaten.

8.6 Sommatie componenten kruindaling

De resultaten van de verschillende componenten kunnen vervolgens worden gesommeerd. Figuur 8.8 geeft de zakking per HDD en Figuur 8.9 de gesommeerde zakking voor 3 HDD's van Nederwiek 1 uit dit rapport en de naastgelegen eerder gerapporteerde 4 HDD's [6] van IJmuiden Ver Alpha. Daarbij is uitgegaan van een onderlinge afstand tussen de HDD's van 15 m ter plaatse van de kruin.



Figuur 8.8 Kruinzakking per HDD.



Figuur 8.9 Kruinzakking door boren, 3 HDD's (Nederwiek 1) en 4 naastgelegen HDD's (IJmuiden Ver Alpha).

Uit de bovenstaande figuur kan worden geconcludeerd dat de kruindaling die ten gevolge van de HDD's zal optreden marginaal is (5 mm) en geen invloed zal hebben op de waterveiligheid.

Het dient te worden opgemerkt dat de berekende zakking uitgaat van een normale uitvoering van de HDD's. Bij het toepassen van een te hoge of te lage boorvloeiستفدرك kunnen er grotere grondvervormingen optreden. Tevens is een goede vulling van de boorgang met drillgrout met de juiste samenstelling (minimaal 180 kg/m³) noodzakelijk.

8.7 Toetsing op piping (STPH)

Na de aanleg van de kabels in de mantelbuizen kan er een hoog water periode optreden, Er mag tijdens deze hoogwater omstandigheden geen piping optreden. Dit betekent dat er geen water door de annulus van het boorgat van de zeewaartse zijde naar de landwaartse zijde mag stromen. Tevens dient waterstroming door de mantelbuizen te worden tegen gaan (is weliswaar niet direct aan het optreden van piping gerelateerd, maar is onwenselijk met mogelijke gevolgen voor de waterkering).

Zowel de waterkering als de ondergrond bestaan uit zand. Daardoor is de vergelijking van een natuurlijke kwelweg met de kwelweg door waterstroming door de annulaire ruimte van de boorgang, zoals beschreven in NEN 3651:2020 art. D.1 en D.2, niet relevant. Het optreden van waterstroming door de annulaire ruimte van het boorgat bij een maatgevende waterstand van NAP+5,56 m (zie hoofdstuk 2.6) kan worden verhinderd door bij het intrekken van de mantelbuis de annulaire ruimte te vullen met een uithardende boorvloeiستفدرك zoals drill-grout (zie Figuur 2.3). Een uithardende boorvloeiستفدرك zoals drill-grout in de annulaire ruimte wordt nagenoeg niet door zout water aangetast, zodat de kans op een kwelstroming via de boorgang voldoende klein is.

De annulaire ruimte dient volledig te worden gevuld met drill-grout. Bij een onvoldoende vulling van de boorgat annulus met drill-grout of door vervorming van de mantelbuis gedurende de gebruikperiode kan er over enige lengte mogelijk een ruimte voor waterstroming ontstaan. Bij een zorgvuldige uitvoering van de vulling van het boorgat met drill-grout met de juiste samenstelling is de kans op een *continue pipe* gering. Door toepassing van na injectie met drill-grout aan de zeezijde nadat de mantelbuis is ingetrokken met drill-grout, is de kans op de vorming van een *continue pipe* te verwaarlozen.

De mantelbuizen moeten ter plaatse van het intrede punt en het uitrede punt worden afgesloten als de kabels zijn geïnstalleerd. Significante waterstroming van de zeezijde naar de landzijde kan dan worden uitgesloten. Mogelijke waterlekage via de kabel (ingress genoemd) heeft geen negatief effect op het dijkfaalmechanisme piping en vormt geen bedreiging voor de waterkering. De hoeveelheid water en stromingssnelheid zijn dan zeer beperkt.

9 Invloed bij ontgraving aanbrengen kabels

9.1 Uitgangspunten

Voor de te ontgraven put om de kabels in de mantelbuizen aan te brengen op het strand worden de volgende opties beschouwd:

- Ontgraving onder talud.
- Ontgraving met damwanden:
 - Alleen aan zijkanten.
 - Aan zijkanten en aan kopse zijde Veerse Gatdam.

Voor de ontgraving onder talud wordt uitgegaan van een talud 1:6. Dit zal een vrij forse ontgraving geven. De omvang van de ontgraving kan worden beperkt door het toepassen van damwanden. Opties zijn dat alleen aan de zijkanten damwanden worden toegepast of dat ook aan de kopse zijde van de Veerse Gatdam een damwand wordt toegepast. Of aan de zeezijde een damwand wordt toegepast of een vrije ontgraving heeft voor de stabiliteit van de Veerse Gatdam geen invloed.

De gewenste gronddekking van de kabels is 3 m onder het NMRL. Deze diepte bij het uittredepunt van de boring komt overeen met NAP-5 m (zie hoofdstuk 6.3). Het uittredepunt van de boringen bevindt zich volgens ontwerptekening op NAP+1 m, maar kan door maaiveld variaties oplopen tot NAP+2,5 m (bron: AHN3 en [3]).

Er wordt uitgegaan van een maximale ontgraving tot 8 m onder het maaiveld ter plaatse van het uittrede punt. Over grotere afstand vanaf het uittredepunt in de richting van de zee varieert de benodigde ontgravingsdiepte met het maaiveld.

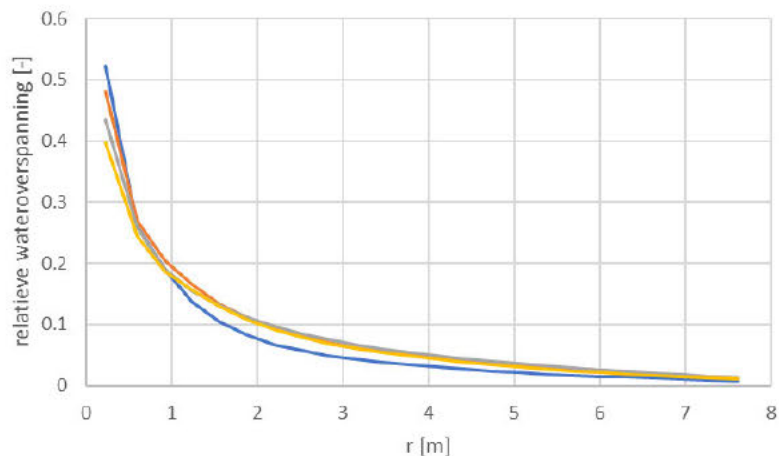
9.2 Afmetingen damwand

Aan de kopse zijde van de damwandkuip wordt de lengte van de damwand bepaald door de diepte waarop de kabels worden gelegd. De lengte van de damwand aan de zijkant heeft geen directe invloed op de stabiliteit van de Veerse Gatdam. Voor dit rapport wordt uitgegaan van een gestempelde damwand met een lengte van 1,5 keer de kerende hoogte. De benodigde ontgravingsdiepte bij het uittredepunt is 8 m. Dit betekent een kerende hoogte van ongeveer 8 m en een damwandlengte van ongeveer 12 m.

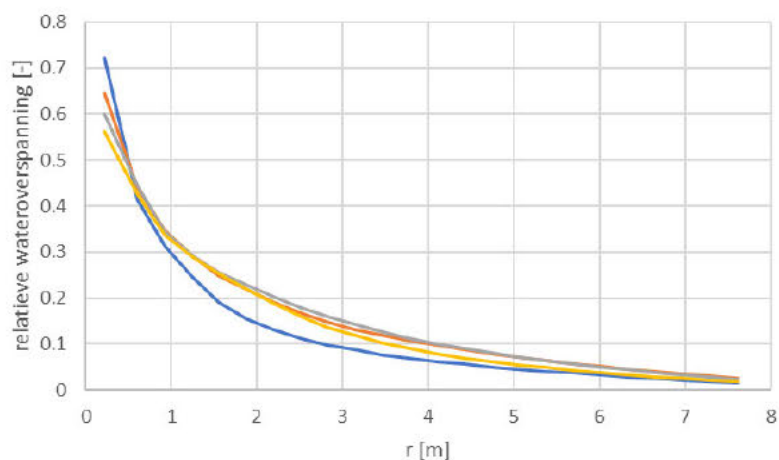
9.3 Wateroverspanning tijdens intrillen

Tijdens het intrillen van de damwanden zullen er wateroverspanningen ontstaan. De grootte van de wateroverspanning is bepaald met het in-house programma TRILDENS (Meijers 2010 [16], Meijers, Tol 2010 [17]). De berekening is gemaakt voor een damwand met een teenniveau van NAP-12 m.

Figuur 9.1 en Figuur 9.2 tonen de maximum berekende relatieve wateroverspanning voor twee verschillende waarden van de relatieve dichtheid. Het betreft de maximum waarde die in elk punt is opgetreden, deze hoeven niet gelijktijdig aanwezig te zijn, maar voor de verdere analyse wordt conservatief aangenomen dat dit wel het geval is.



Figuur 9.1 Wateroverspanning rond damwand tijdens intrillen, $Re = 60\%$.



Figuur 9.2 Wateroverspanning rond damwand tijdens intrillen, $Re = 40\%$.

De relatieve wateroverspanning nabij de wand is 50 tot 70%, en neemt snel af met de afstand tot de damwand. Op 2 m uit de damwand is de relatieve wateroverspanning 10-30%, afhankelijk van de beschouwde relatieve dichtheid van het zand.

9.4 Invloed ontgravingsput op stabiliteit dam

Voor de invloed op de stabiliteit van de ontgravingsput op de Veerse Gatdam zijn de volgende situaties beschouwd:

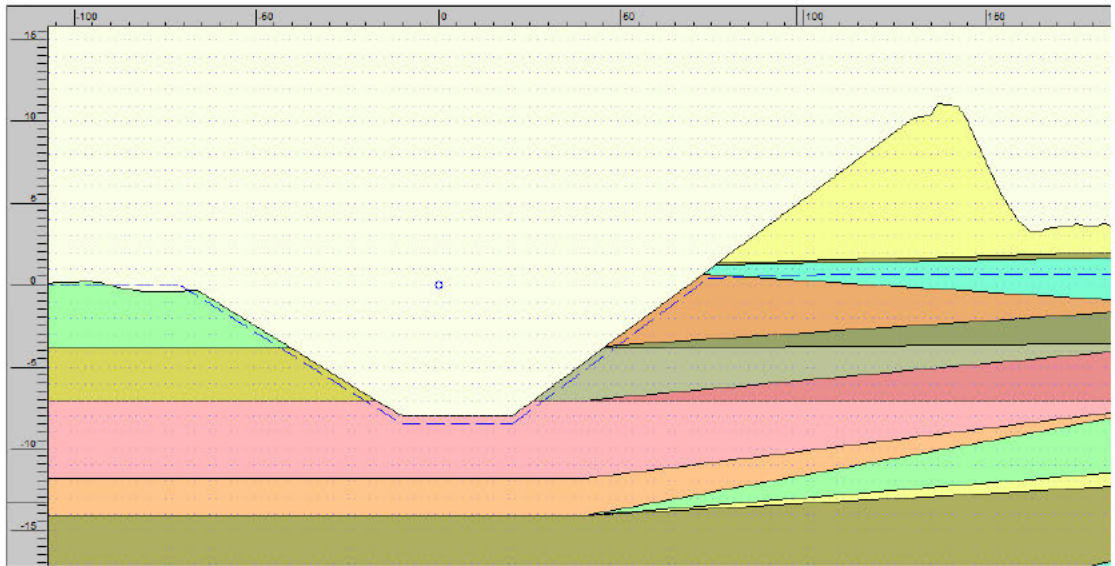
- Ontgraving onder talud.
- Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingsput, teenniveau gelijk aan diepte ontgraving.
- Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand.

De eerste situatie met een ontgraving onder een talud is ook maatgevend voor de situatie dat er alleen aan de zijkanten van de ontgravingsput damwanden staan (2D benadering). De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd met het programma D-Geo Stability versie 18.1.

9.4.1 Ontgraving onder talud

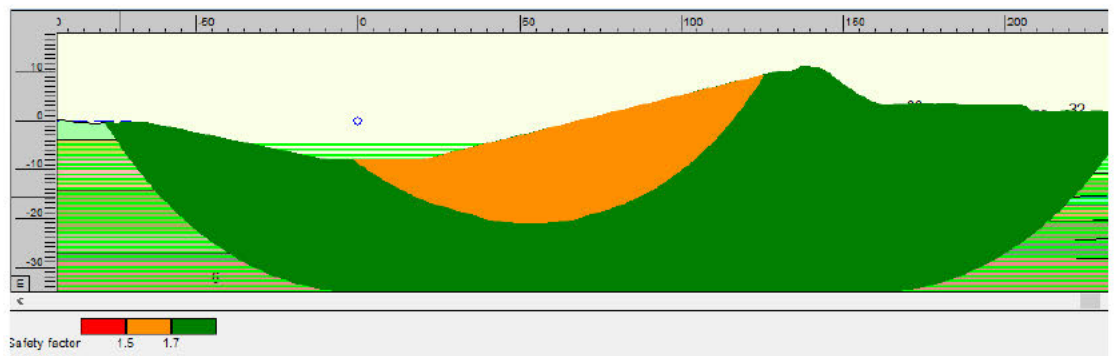
De doorsnede voor de ontgraving onder een talud is in Figuur 9.3 weergegeven. Voor de taludhelling is uitgegaan van 1:6, met het oog op de benodigde stabiliteit bij golven. Een situatie met een talud aan de zijde van de Veerse Gatdam is aanwezig bij een open ontgraving, maar

ook indien er voor de ontgravingsput twee parallelle damwanden worden gekozen, zonder kopwand. De laagopbouw en de grondparameters zijn in hoofdstuk 4 beschreven.



Figuur 9.3 Geometrie bij open ontgraving, verschillende schaal horizontaal en verticaal.

Als resultaat wordt niet het maatgevend glijvlak getoond (zie Figuur 9.4), maar de waarden van de veiligheidsfactoren. Daarvoor is gekozen omdat dat een beter inzicht geeft welke gebieden een hoge veiligheid hebben en welke een iets lagere veiligheid. Om het verschil inzichtelijk te maken is de legenda aangepast.

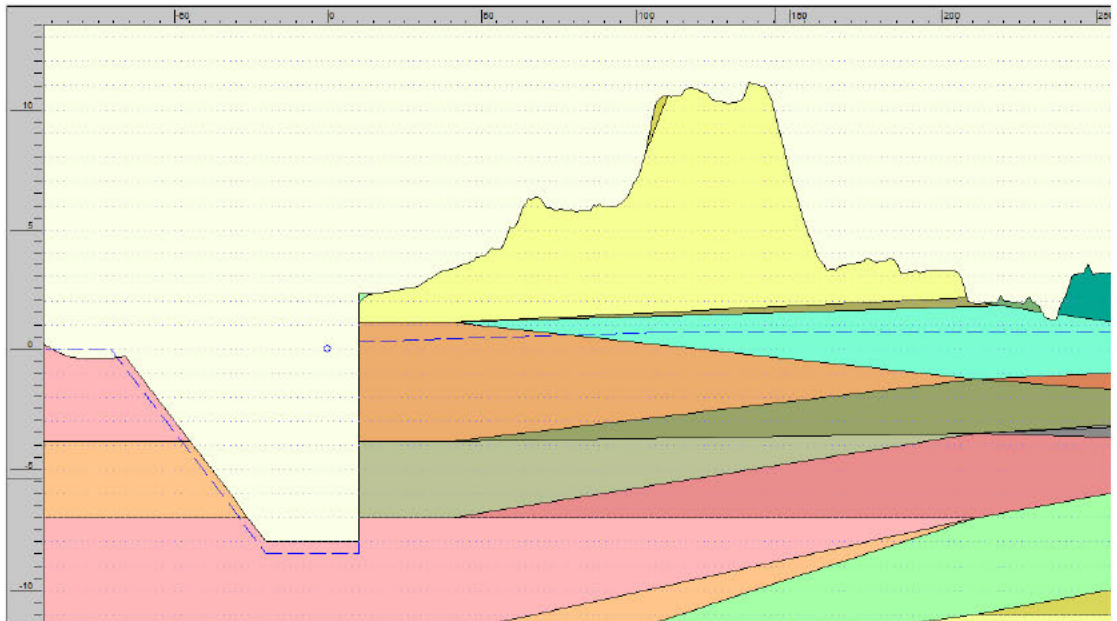


Figuur 9.4 Veiligheidsfactoren, minimumwaarde FS = 1,54.

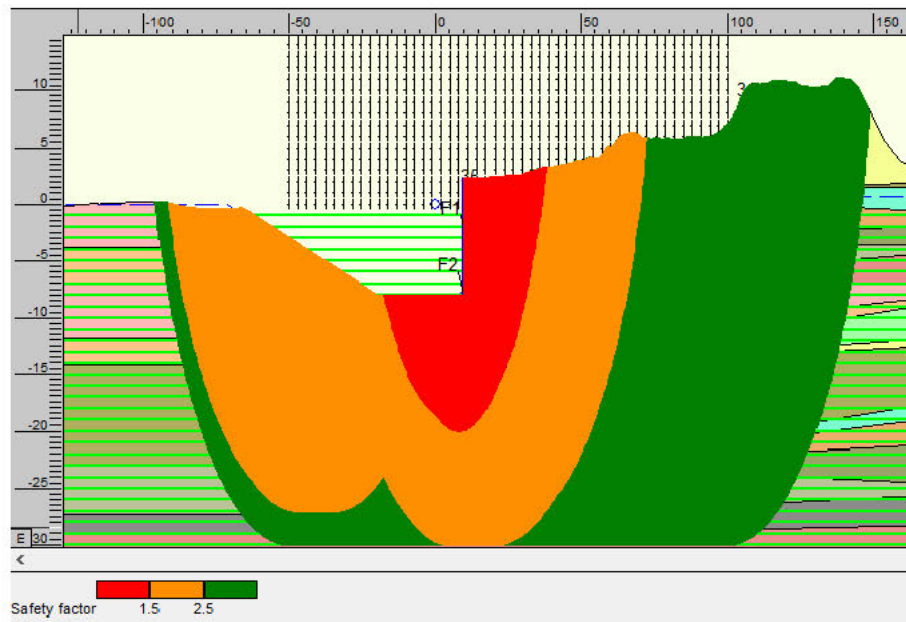
De gevonden stabiliteitsfactoren zijn groter dan 1,5, hetgeen duidt op een stabiele situatie. Glijcirkels die de kruin aantasten hebben een stabiliteitsfactor van meer dan 1,7. Indien nodig is de stabiliteitsfactor is te verhogen door de ontgraving richting zee te verschuiven.

9.4.2 Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingsput

Als variant is tevens de situatie van een damwand aan de kopse zijde van de ontgravingsput gemodelleerd (zie Figuur 9.5). In de berekening is uitgegaan van een damwand aan deze zijde. De stabiliteit van deze damwand wordt geleverd door de zijwanden van de damwandkuip. Dit is in de berekening meegenomen door op de damwand een horizontale kracht aan te brengen die de weerstand van de zijwanden in rekening brengt. Alleen glijcirkels die onder de damwand doorlopen zijn mogelijk. Nabij de ontgravingsput is de veiligheid voldoende. Glijcirkels die de hoogte van de waterkering aantasten hebben een stabiliteitsfactor van meer dan 2,5 (zie Figuur 9.6).



Figuur 9.5 Geometrie bij open ontgraving en damwand aan kopse zijde ontgravingsput, verschillende schaal horizontaal en verticaal.

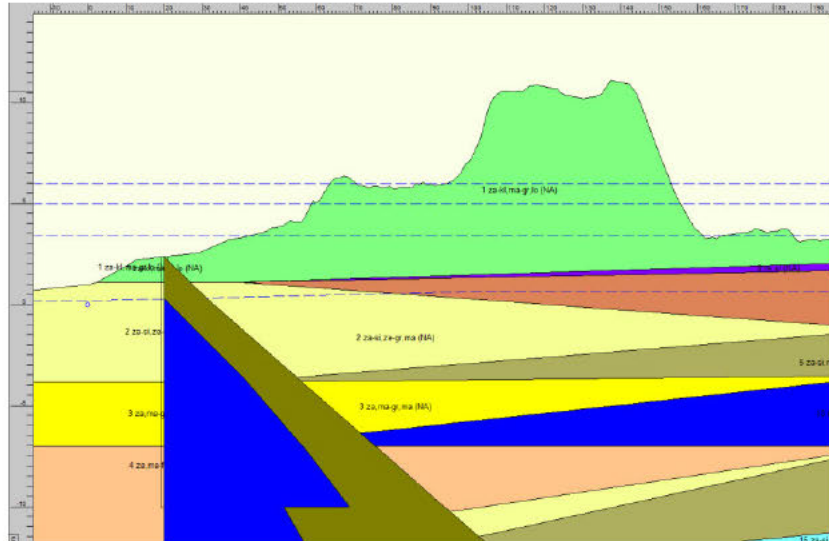


Figuur 9.6 Patroon FS, minimumwaarde FS = 1,29.

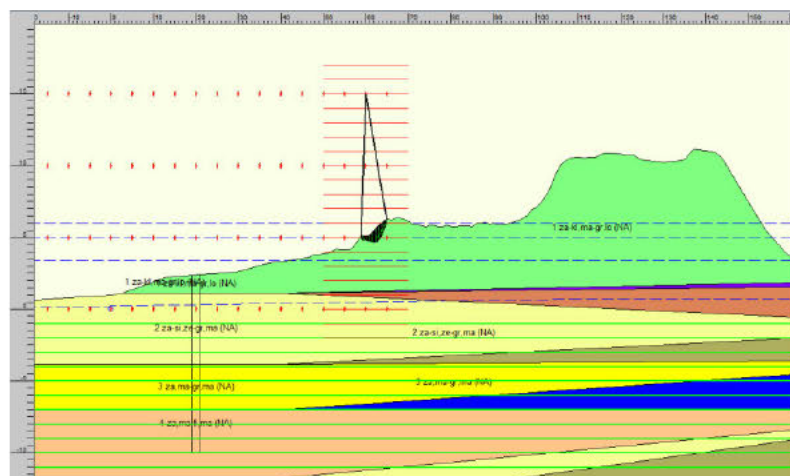
9.4.3 Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand

Voor het meenemen van het effect van wateroverspanning die ontstaat bij het inbrengen van de damwandplanken is er ter plaatse van de damwand een zone gemodelleerd met een breedte van 2 m en een wateroverspanning van 50% (zie Figuur 9.7). Omdat de geometrie in D-Geo Stability een 2D geometrie is, betekent dit dat deze zone in de berekening over de volle lengte van de Veerse Gatdam aanwezig is. Dit is een zeer conservatieve benadering.

De maatgevende glijcirkel voor buitenwaartse stabiliteit ligt ver van de plaats van de damwand (zie Figuur 9.8). De wateroverspanning heeft dus geen effect op plaats van de maatgevende glijcirkel en daarmee ook niet op de stabiliteit van de dam.



Figuur 9.7 Geometrie met verloop waterspanning t.p.v. damwand.



Figuur 9.8 Maatgevende glijcirkel, buitenwaarts (FS = 1,54).

9.5 Conclusie

Uit de verschillende analyses hierboven blijkt dat de ontgraving voor ontgravingsput met of zonder damwanden zonder negatieve invloed op de stabiliteit van de waterkering kan worden uitgevoerd.

De Nederwiek1 aanlanding van de elektriciteitskabels is voorzien bij de Veerse Gatdam. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 3 HDPE mantelbuizen zullen door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen ten behoeve van de Nederwiek 1 aanlanding 3 HDD's worden uitgevoerd onder de Veerse Gatdam naast de 4 bestaande HDD's van IJmuiden Ver Alpha. Het ontwerp en de beoordeling van de 4 bestaande HDD's (IJmuiden Ver Alpha) met betrekking tot de waterveiligheid van de waterkering zijn beschreven in het eerder verschenen Deltares rapport met nummer: 11207136-002-GEO-0001.

Dit voorliggende rapport beschrijft de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels voor de Nederwiek 1 aanlanding op de waterkering. Ook het effect van de aanwezigheid van de mantelbuizen en de kabels na de installatie op de waterkering maakt deel uit van de beoordeling. Om de beoordeling uit te kunnen voeren is eerst een globaal ontwerp gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

Ten aanzien van het globaal ontwerp kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Bij het uittredepunt op het strand is een constructie (werkplateau) benodigd om de golfaanval tijdens de uitvoering op te vangen. De constructie kan worden uitgevoerd met geotubes en damwanden.
- De spanningen in de mantelbuizen (klasse SDR 11) zijn tijdens de aanleg en in gebruiksfases lager dan de toets waarden conform NEN 3650-1:2020. Hierbij is rekening gehouden met temperatuur effecten. De berekende spanningen voor de 450 mm PE SDR 11 buizen zijn toelaatbaar.
- Het is aan te raden om de PE-leidingen tijdens de intrekfase 100% te vullen, om spanningen in de mantelbuizen door optredende trekkrachten te reduceren (en om risico's op grotere trekkrachten te voorkomen).

Ten aanzien van de beïnvloeding van de waterkering kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering
- De werkzaamheden ter plaatse van de vooroever zijn geen bedreiging voor de waterkering. De geometrische toets voor zettingsvloeiing is voldoende. Ook binnendijks zal de waterkering niet worden beïnvloed door zettingsvloeiing.
- De graafwerkzaamheden op het strand en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de waterkering.
- In verband met het risico op kwel en piping is het noodzakelijk om de annulus van de boorgang tijdens het intrekken van de mantelbuizen te vullen met een uithardende boorvloeistof (zoals drill-grout). Door de aanvullende toepassing van na injectie met drill-grout aan de zeezijde nadat de mantelbuis is ingetrokken met drill-grout, is de kans op het optreden van piping te verwaarlozen.
- Bij toepassing van de uithardende boorvloeistof dient te worden toegezien op de werkwijze en de samenstelling van de boorvloeistof.
- De mantelbuizen dienen te worden afgesloten om waterstroming tussen de zeezijde en landzijde te voorkomen.
- De te verwachten zakking van het maaiveld ter plaatse van de waterkering is mede door gebruik van een uithardende boorvloeistof klein.

11 Referenties

- [1] Atron (2022). Horizontaal gestuurde boring – overzicht en dwarsprofiel. Tekeningnummer: 3342-0122-01-VG.
- [2] Deltares (2021). Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam – IJmuiden Ver Alpha. Rapportnummer: 11207136-002-GEO-0001.
- [3] E-mail d.d. 7 juni 2021 opgesteld door dhr. S. Schennink (TenneT) met de informatie over de sonderingen en boringen 28, 29 en 30.
- [4] E-mail d.d. 25 juni 2021 opgesteld door dhr. A. van der Meer (Deltares) met de informatie over de maatgevende buiten hoogwaterstand van de Veerse Gatdam (analyse met Riskeer programma).
- [5] Email d.d. 3 mei 2021 opgesteld door dhr. A. Pietjouw (TenneT) met de informatie over de bathymetrie in de buurt van de Veerse Gatdam uit Rijkswaterstaat database.
- [6] Email d.d. 14 juni 2021 opgesteld door dhr. W. Snip (Primo Marine) met de informatie over periode voor HDD uitvoering.
- [7] NEN 9997-1. Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: algemene regels.
- [8] NEN 3650-1:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 1: algemene eisen.
- [9] PipeLife (2011). PE drukleidingen – verwerkingsrichtlijn en productinformatie. Uitgave april 2011.
- [10] NEN 3650-3:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 3: aanvullende eisen voor leidingen van kunststof.
- [11] Rijkswaterstaat (2014). Achtergrond ontwerpinstrumentarium 2014 – behorende bij handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI2014v4).
- [12] TRWG (2007). Addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructie.
- [13] WBI (2017). Schematiseringshandleiding macrostabiliteit.
- [14] RWS (2016). Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Helpdesk Water, 22 april 2016, versie 1, status concept.
- [15] Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Factsheets normering primaire waterkeringen.
- [16] Meijers, P., (2010). Settlement during vibratory sheet piling, Ph.D. thesis Delft University of Technology.
- [17] Meijers, P., Tol, A.F. van (2010). Voorspelling maaiveldzakking door het in- en uittrillen van damwanden. Geotechniek 2010, nr. 3.
- [18] E-mail d.d. 7 juni 2021 opgesteld door dhr. S. Schennink (TenneT) met de informatie over de sonderingen en boringen 28, 29 en 20.

- [19] Email d.d. 21 oktober 2022 opgesteld door dhr. R. Wijnholds (TenneT) met de opmerkingen van RWS en TenneT na de externe reviewronde.
- [20] Email d.d. 1 november 2022 opgesteld door dhr. D. Nugroho (Deltares) met de reacties op de opmerkingen van RWS en TenneT.
- [21] Waterproof [2021]. Seabed mobility study OWF Ijmuiden Ver & OWF Nederwiek; IJVer Alpha, Beta, Gamma and Nederwiek 1, 2 , export cables between OWF's and landfalls at Maasvlakte 2 and the Veerse Gatdam. Rapportnummer: WP1238_R1r6.

A D-Geo Pipeline berekeningsrapport

Report for D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontal Directional Drilling
Developed by Deltares



Company: Stichting Deltares

Date of report: 29-6-2022

Time of report: 19:21:13

Report with version: 20.1.2.31161

Calculated with version: 20.1.2.31161

File name: hdd7_terp_sdr11_def

1 Table of Contents

1	Table of Contents	2
2	Input Data	3
2.1	Model Used	3
2.2	Layer Boundaries	3
2.3	PI-lines	19
2.4	Phreatic Line	19
2.5	Soil Profiles	19
2.6	Selected Boundaries	20
2.7	Soil Material Data	20
2.8	Geometry	22
2.8.1	Geometry Section, Detailed	22
2.8.2	Geometry Top View	22
2.9	Calculation Verticals	23
2.10	Traffic Load	24
2.11	Configuration of the Pipeline	24
2.12	Product Pipe Material Data	24
2.13	Pipe Engineering Data	25
2.14	Drilling Fluid Data	25
2.15	Factors	25
2.16	Calculation Options	26
3	Drilling Fluid Pressures	27
3.1	Drilling Fluid Data	27
3.2	Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure	30
3.3	Drilling Fluid Pressure Plots	32
3.3.1	Drilling Fluid Pressures during Pilot	32
3.3.2	Drilling Fluid Pressures during Prereaming	32
3.3.3	Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation	33
4	Soil Mechanical Data	34
4.1	Soil Mechanical Parameters (Pipe: pipe)	34
4.2	Young's Modulus per Layer per Vertical	36
5	Data for Stress Analysis	51
5.1	General Data	51
5.2	Buoyancy Control	51
5.3	Calculation Pulling Force	51
6	Stress Analysis of Pipe: pipe	52
6.1	Material Data of Pipe: pipe	52
6.2	Results Stress Analysis of Pipe: pipe	52
6.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	52
6.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	53
6.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	53
6.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	53
6.2.5	Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	53
6.3	Check on Calculated Stresses of Pipe: pipe	54
6.4	Check for Implosion of Pipe: pipe	54

2 Input Data

2.1 Model Used

Model Used : Horizontal Directional Drilling

2.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
30 - L -	-827,000	-826,357	-816,893	-807,430	-797,966
30 - Z -	-5,624	-5,624	-5,654	-5,818	-5,984
30 - L -	-788,502	-779,038	-769,574	-760,110	-750,647
30 - Z -	-6,150	-6,316	-6,513	-6,712	-6,912
30 - L -	-741,183	-731,719	-722,255	-712,791	-703,327
30 - Z -	-7,112	-7,348	-7,648	-7,948	-8,248
30 - L -	-693,864	-684,400	-674,936	-665,472	-656,008
30 - Z -	-8,548	-8,886	-9,235	-9,584	-9,933
30 - L -	-646,545	-637,081	-627,617	-618,153	-608,689
30 - Z -	-10,272	-10,578	-10,885	-11,192	-11,499
30 - L -	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834	-561,370
30 - Z -	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334	-12,521
30 - L -	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515	-514,051
30 - Z -	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828	-12,871
30 - L -	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196	-466,732
30 - Z -	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933	-12,862
30 - L -	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876	-419,413
30 - Z -	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523	-12,331
30 - L -	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557	-372,093
30 - Z -	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433	-11,090
30 - L -	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238	-324,774
30 - Z -	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361	-8,745
30 - L -	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383	-286,919
30 - Z -	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663	-5,728
30 - L -	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064	-240,000
30 - Z -	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100	-1,800
30 - L -	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000	-190,000
30 - Z -	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500	-1,300
30 - L -	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000	-173,000
30 - Z -	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477	-0,428
30 - L -	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000	-163,000
30 - Z -	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073	-0,011
30 - L -	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000	-155,740
30 - Z -	0,004	-0,005	-0,058	-0,206	-0,253
30 - L -	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000	-142,000
30 - Z -	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336	-0,306
30 - L -	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000	-129,000
30 - Z -	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203	-0,134
30 - L -	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000	-115,000
30 - Z -	-0,088	-0,052	-0,052	0,046	0,013
30 - L -	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000	-102,000
30 - Z -	0,054	0,112	0,124	0,162	0,187
30 - L -	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000	-94,000
30 - Z -	0,209	0,209	0,236	0,234	0,212
30 - L -	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000	-85,000
30 - Z -	0,195	0,148	-0,083	-0,193	-0,278
30 - L -	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000	-73,000
30 - Z -	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384	-0,366
30 - L -	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000	-62,000
30 - Z -	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336	-0,270
30 - L -	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000	-42,000
30 - Z -	-0,161	0,006	0,047	0,112	0,157
30 - L -	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000	15,592
30 - Z -	0,246	0,300	0,717	2,300	2,300

Boundary number	Co-ordinates [m]				
30 - L -	28,950	37,028	40,030	43,033	46,035
30 - Z -	2,580	3,229	3,325	3,459	3,594
30 - L -	47,036	48,036	49,037	50,038	51,039
30 - Z -	3,671	3,820	3,821	3,884	3,908
30 - L -	53,040	54,041	56,042	57,043	59,045
30 - Z -	4,178	4,126	4,145	4,339	5,151
30 - L -	60,046	61,046	63,048	64,049	65,049
30 - Z -	5,081	5,236	5,880	6,118	6,302
30 - L -	66,050	67,051	68,052	69,052	71,054
30 - Z -	6,250	6,384	6,367	6,265	5,908
30 - L -	72,055	74,056	75,057	76,058	76,936
30 - Z -	5,907	5,778	5,872	5,869	5,791
30 - L -	77,058	78,059	79,060	80,061	81,061
30 - Z -	5,780	5,793	5,882	5,763	5,766
30 - L -	82,062	84,064	85,064	86,065	87,066
30 - Z -	5,821	5,811	5,793	6,011	5,987
30 - L -	88,067	89,068	90,068	91,069	93,071
30 - Z -	6,062	5,952	6,005	5,929	5,961
30 - L -	94,071	95,072	96,073	97,074	98,074
30 - Z -	6,008	6,085	6,205	6,371	6,579
30 - L -	99,075	100,076	101,077	103,078	105,080
30 - Z -	6,971	7,080	7,371	8,238	9,648
30 - L -	106,080	107,081	108,082	110,083	111,084
30 - Z -	10,127	10,373	10,528	10,601	10,535
30 - L -	113,086	114,086	116,088	118,090	122,093
30 - Z -	10,591	10,571	10,849	10,893	10,723
30 - L -	123,093	124,094	125,095	130,099	134,102
30 - Z -	10,723	10,525	10,418	10,242	10,344
30 - L -	135,102	137,104	142,108	144,109	150,114
30 - Z -	10,474	11,128	10,943	10,440	7,432
30 - L -	154,117	157,119	159,121	161,122	162,123
30 - Z -	5,554	4,507	3,856	3,510	3,290
30 - L -	164,124	165,125	166,126	174,132	175,133
30 - Z -	3,340	3,287	3,422	3,626	3,784
30 - L -	178,135	181,137	182,138	183,139	184,140
30 - Z -	3,588	3,654	3,743	3,751	3,679
30 - L -	185,140	186,141	187,142	189,143	191,145
30 - Z -	3,463	3,171	3,135	3,225	3,245
30 - L -	192,146	193,146	195,148	196,149	199,151
30 - Z -	3,152	3,214	3,253	3,287	3,228
30 - L -	201,152	202,153	203,154	204,155	205,156
30 - Z -	3,233	3,282	3,239	3,231	3,180
30 - L -	206,156	207,909	208,158	209,159	211,160
30 - Z -	2,935	2,141	2,028	1,931	1,883
30 - L -	212,161	213,298	214,162	217,165	218,165
30 - Z -	1,877	1,917	1,948	1,931	1,998
30 - L -	219,166	220,167	221,168	223,169	225,171
30 - Z -	2,208	1,986	1,981	1,937	1,912
30 - L -	226,171	228,173	229,174	231,175	232,284
30 - Z -	1,869	2,164	1,978	1,791	1,550
30 - L -	233,177	234,178	236,179	237,180	237,609
30 - Z -	1,356	1,272	1,189	1,275	1,450
30 - L -	238,181	240,182	242,184	244,185	245,186
30 - Z -	1,682	2,263	3,060	3,129	3,123
30 - L -	246,187	247,187	249,189	250,190	251,190
30 - Z -	3,220	3,509	3,098	3,115	3,180
30 - L -	252,191	253,192	255,193	256,194	257,195
30 - Z -	3,184	3,139	3,193	3,181	3,056
30 - L -	258,196	259,196	260,197	261,198	262,262
30 - Z -	3,064	3,055	3,092	3,026	3,087
30 - L -	263,200	264,200	265,201	266,202	267,203
30 - Z -	3,117	3,035	3,020	3,130	3,155
30 - L -	268,203	269,204	271,206	274,208	275,209
30 - Z -	3,083	3,049	3,034	3,086	3,061
30 - L -	277,210	278,211	280,212	281,213	282,214

Boundary number	Co-ordinates [m]				
30 - Z -	3,110	3,239	3,142	3,083	3,114
30 - L -	283,215	284,215	285,216	286,217	293,222
30 - Z -	3,114	3,143	3,110	3,156	3,117
30 - L -	294,223	296,225	297,225	299,227	300,228
30 - Z -	3,175	3,232	3,183	3,227	3,313
30 - L -	301,228	302,164	303,230	304,231	306,232
30 - Z -	3,196	3,190	3,196	3,324	3,139
30 - L -	307,233	309,234	310,235	311,236	312,237
30 - Z -	3,157	3,282	3,255	3,204	3,170
30 - L -	313,237	317,240	318,241	319,242	320,243
30 - Z -	3,157	2,152	1,831	1,852	1,972
30 - L -	322,244	323,245	324,246	326,247	327,248
30 - Z -	2,092	1,898	1,803	1,734	1,842
30 - L -	328,249	329,250	330,250	331,251	332,252
30 - Z -	1,927	1,872	1,887	1,891	1,971
30 - L -	333,253	335,254	336,255	338,256	341,250
30 - Z -	1,877	1,878	1,912	1,907	1,980
30 - L -	342,259	343,259	344,259	348,259	350,259
30 - Z -	1,863	1,825	1,834	1,693	1,714
30 - L -	351,259	352,259	355,259	356,259	357,259
30 - Z -	1,782	1,719	1,717	1,702	1,738
30 - L -	358,259	360,259	361,259	362,259	363,259
30 - Z -	1,994	1,753	1,798	1,751	1,932
30 - L -	367,259	368,259	369,259	371,259	373,259
30 - Z -	1,849	1,671	1,738	1,806	1,736
30 - L -	374,259	375,259	376,259	377,259	380,259
30 - Z -	1,712	1,708	1,644	1,742	1,689
30 - L -	382,259	383,259	386,259	387,388	389,259
30 - Z -	1,671	1,947	1,547	1,609	1,641
30 - L -	390,259	391,259	392,259	395,259	396,259
30 - Z -	1,571	1,649	1,443	1,638	1,430
30 - L -	399,259	400,259	401,259	402,259	403,259
30 - Z -	1,448	1,324	1,114	1,103	1,152
30 - L -	404,259	405,259	406,259	408,259	410,259
30 - Z -	1,154	1,082	1,075	1,214	1,283
30 - L -	411,259	413,259	414,259	415,259	416,259
30 - Z -	1,266	1,311	1,395	1,436	1,361
30 - L -	417,259	420,259	422,259	423,259	424,259
30 - Z -	1,411	1,431	1,535	1,337	1,372
30 - L -	425,259	426,259	427,259	428,259	429,259
30 - Z -	1,434	1,444	1,298	1,294	1,408
30 - L -	433,259	434,259	435,259	437,259	438,259
30 - Z -	1,420	1,389	1,468	1,546	1,483
30 - L -	439,259	440,259	450,000		
30 - Z -	1,519	1,436	1,436		
29 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
29 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
29 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
29 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
29 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
29 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
29 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
29 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
29 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
29 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
29 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
29 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
29 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
29 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
29 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
29 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
29 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
29 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
29 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
29 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477

Boundary number	Co-ordinates [m]				
29 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
29 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
29 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
29 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
29 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
29 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
29 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
29 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
29 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
29 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
29 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
29 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
29 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
29 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234
29 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000
29 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
29 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
29 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
29 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
29 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
29 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
29 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
29 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
29 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	2,300
29 - L -	15,592	28,950	37,028	40,030	43,033
29 - Z -	2,300	2,580	3,229	3,325	3,459
29 - L -	46,035	47,036	48,036	49,037	50,038
29 - Z -	3,594	3,671	3,820	3,821	3,884
29 - L -	51,039	53,040	54,041	56,042	57,043
29 - Z -	3,908	4,178	4,126	4,145	4,339
29 - L -	59,045	60,046	61,046	63,048	64,049
29 - Z -	5,151	5,081	5,236	5,880	6,118
29 - L -	65,049	66,050	67,051	68,052	69,052
29 - Z -	6,302	6,250	6,384	6,367	6,265
29 - L -	71,054	72,055	74,056	75,057	76,058
29 - Z -	5,908	5,907	5,778	5,872	5,869
29 - L -	76,936	77,058	78,059	79,060	80,061
29 - Z -	5,791	5,780	5,793	5,882	5,763
29 - L -	81,061	82,062	84,064	85,064	86,065
29 - Z -	5,766	5,821	5,811	5,793	6,011
29 - L -	87,066	88,067	89,068	90,068	91,069
29 - Z -	5,987	6,062	5,952	6,005	5,929
29 - L -	93,071	94,071	95,072	96,073	97,074
29 - Z -	5,961	6,008	6,085	6,205	6,371
29 - L -	98,074	99,075	100,076	101,077	103,078
29 - Z -	6,579	6,971	7,080	7,371	8,238
29 - L -	105,080	106,080	107,081	108,082	110,083
29 - Z -	9,648	10,127	10,373	10,528	10,601
29 - L -	111,084	113,086	114,086	116,088	118,090
29 - Z -	10,535	10,591	10,571	10,849	10,893
29 - L -	122,093	123,093	124,094	125,095	130,099
29 - Z -	10,723	10,723	10,525	10,418	10,242
29 - L -	134,102	135,102	137,104	142,108	144,109
29 - Z -	10,344	10,474	11,128	10,943	10,440
29 - L -	150,114	154,117	157,119	159,121	161,122
29 - Z -	7,432	5,554	4,507	3,856	3,510
29 - L -	162,123	164,124	165,125	166,126	174,132
29 - Z -	3,290	3,340	3,287	3,422	3,626
29 - L -	175,133	178,135	181,137	182,138	183,139
29 - Z -	3,784	3,588	3,654	3,743	3,751
29 - L -	184,140	185,140	186,141	187,142	189,143
29 - Z -	3,679	3,463	3,171	3,135	3,225
29 - L -	191,145	192,146	193,146	195,148	196,149
29 - Z -	3,245	3,152	3,214	3,253	3,287
29 - L -	199,151	201,152	202,153	203,154	204,155

Boundary number	Co-ordinates [m]				
29 - Z -	3,228	3,233	3,282	3,239	3,231
29 - L -	205,156	206,156	207,909	208,158	209,159
29 - Z -	3,180	2,935	2,141	2,028	1,931
29 - L -	211,160	212,161	213,298	214,162	217,165
29 - Z -	1,883	1,877	1,917	1,948	1,931
29 - L -	218,165	219,166	220,167	221,168	223,169
29 - Z -	1,998	2,208	1,986	1,981	1,937
29 - L -	225,171	226,171	228,173	229,174	231,175
29 - Z -	1,912	1,869	2,164	1,978	1,791
29 - L -	232,284	233,177	234,178	236,179	237,180
29 - Z -	1,550	1,356	1,272	1,189	1,275
29 - L -	237,609	238,181	240,182	242,184	244,185
29 - Z -	1,450	1,682	2,263	3,060	3,129
29 - L -	245,186	246,187	247,187	249,189	250,190
29 - Z -	3,123	3,220	3,509	3,098	3,115
29 - L -	251,190	252,191	253,192	255,193	256,194
29 - Z -	3,180	3,184	3,139	3,193	3,181
29 - L -	257,195	258,196	259,196	260,197	261,198
29 - Z -	3,056	3,064	3,055	3,092	3,026
29 - L -	262,262	263,200	264,200	265,201	266,202
29 - Z -	3,087	3,117	3,035	3,020	3,130
29 - L -	267,203	268,203	269,204	271,206	274,208
29 - Z -	3,155	3,083	3,049	3,034	3,086
29 - L -	275,209	277,210	278,211	280,212	281,213
29 - Z -	3,061	3,110	3,239	3,142	3,083
29 - L -	282,214	283,215	284,215	285,216	286,217
29 - Z -	3,114	3,114	3,143	3,110	3,156
29 - L -	293,222	294,223	296,225	297,225	299,227
29 - Z -	3,117	3,175	3,232	3,183	3,227
29 - L -	300,228	301,228	302,164	303,230	304,231
29 - Z -	3,313	3,196	3,190	3,196	3,324
29 - L -	306,232	307,233	309,234	310,235	311,236
29 - Z -	3,139	3,157	3,282	3,255	3,204
29 - L -	312,237	313,237	317,240	318,241	319,242
29 - Z -	3,170	3,157	2,152	1,831	1,852
29 - L -	320,243	322,244	323,245	324,246	326,247
29 - Z -	1,972	2,092	1,898	1,803	1,734
29 - L -	327,248	328,249	329,250	330,250	331,251
29 - Z -	1,842	1,927	1,872	1,887	1,891
29 - L -	332,252	333,253	335,254	336,255	338,256
29 - Z -	1,971	1,877	1,878	1,912	1,907
29 - L -	341,250	342,259	343,259	344,259	348,259
29 - Z -	1,980	1,863	1,825	1,834	1,693
29 - L -	350,259	351,259	352,259	355,259	356,259
29 - Z -	1,714	1,782	1,719	1,717	1,702
29 - L -	357,259	358,259	360,259	361,259	362,259
29 - Z -	1,738	1,994	1,753	1,798	1,751
29 - L -	363,259	367,259	368,259	369,259	371,259
29 - Z -	1,932	1,849	1,671	1,738	1,806
29 - L -	373,259	374,259	375,259	376,259	377,259
29 - Z -	1,736	1,712	1,708	1,644	1,742
29 - L -	380,259	382,259	383,259	386,259	387,388
29 - Z -	1,689	1,671	1,947	1,547	1,609
29 - L -	389,259	390,259	391,259	392,259	395,259
29 - Z -	1,641	1,571	1,649	1,443	1,638
29 - L -	396,259	399,259	400,259	401,259	402,259
29 - Z -	1,430	1,448	1,324	1,114	1,103
29 - L -	403,259	404,259	405,259	406,259	408,259
29 - Z -	1,152	1,154	1,082	1,075	1,214
29 - L -	410,259	411,259	413,259	414,259	415,259
29 - Z -	1,283	1,266	1,311	1,395	1,436
29 - L -	416,259	417,259	420,259	422,259	423,259
29 - Z -	1,361	1,411	1,431	1,535	1,337
29 - L -	424,259	425,259	426,259	427,259	428,259
29 - Z -	1,372	1,434	1,444	1,298	1,294

Boundary number	Co-ordinates [m]				
29 - L -	429,259	433,259	434,259	435,259	437,259
29 - Z -	1,408	1,420	1,389	1,468	1,546
29 - L -	438,259	439,259	440,259	450,000	
29 - Z -	1,483	1,519	1,436	1,436	
28 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
28 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
28 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
28 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
28 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
28 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
28 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
28 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
28 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
28 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
28 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
28 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
28 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
28 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
28 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
28 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
28 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
28 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
28 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
28 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477
28 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
28 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
28 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
28 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
28 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
28 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
28 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
28 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
28 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
28 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
28 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
28 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
28 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
28 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234
28 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000
28 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
28 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
28 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
28 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
28 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
28 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
28 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
28 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
28 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	0,808
28 - L -	0,000	2,549	10,462	12,920	15,592
28 - Z -	0,990	1,130	1,980	2,244	2,300
28 - L -	28,950	37,028	40,030	43,033	46,035
28 - Z -	2,580	3,229	3,325	3,459	3,594
28 - L -	47,036	48,036	49,037	50,038	51,039
28 - Z -	3,671	3,820	3,821	3,884	3,908
28 - L -	53,040	54,041	56,042	57,043	59,045
28 - Z -	4,178	4,126	4,145	4,339	5,151
28 - L -	60,046	61,046	63,048	64,049	65,049
28 - Z -	5,081	5,236	5,880	6,118	6,302
28 - L -	66,050	67,051	68,052	69,052	71,054
28 - Z -	6,250	6,384	6,367	6,265	5,908
28 - L -	72,055	74,056	75,057	76,058	76,936
28 - Z -	5,907	5,778	5,872	5,869	5,791
28 - L -	77,058	78,059	79,060	80,061	81,061
28 - Z -	5,780	5,793	5,882	5,763	5,766
28 - L -	82,062	84,064	85,064	86,065	87,066

Boundary number	Co-ordinates [m]				
28 - Z -	5,821	5,811	5,793	6,011	5,987
28 - L -	88,067	89,068	90,068	91,069	93,071
28 - Z -	6,062	5,952	6,005	5,929	5,961
28 - L -	94,071	95,072	96,073	97,074	98,074
28 - Z -	6,008	6,085	6,205	6,371	6,579
28 - L -	99,075	100,076	101,077	103,078	105,080
28 - Z -	6,971	7,080	7,371	8,238	9,648
28 - L -	106,080	107,081	108,082	110,083	111,084
28 - Z -	10,127	10,373	10,528	10,601	10,535
28 - L -	113,086	114,086	116,088	118,090	122,093
28 - Z -	10,591	10,571	10,849	10,893	10,723
28 - L -	123,093	124,094	125,095	130,099	134,102
28 - Z -	10,723	10,525	10,418	10,242	10,344
28 - L -	135,102	137,104	142,108	144,109	150,114
28 - Z -	10,474	11,128	10,943	10,440	7,432
28 - L -	154,117	157,119	159,121	161,122	162,123
28 - Z -	5,554	4,507	3,856	3,510	3,290
28 - L -	164,124	165,125	166,126	174,132	175,133
28 - Z -	3,340	3,287	3,422	3,626	3,784
28 - L -	178,135	181,137	182,138	183,139	184,140
28 - Z -	3,588	3,654	3,743	3,751	3,679
28 - L -	185,140	186,141	187,142	189,143	191,145
28 - Z -	3,463	3,171	3,135	3,225	3,245
28 - L -	192,146	193,146	195,148	196,149	199,151
28 - Z -	3,152	3,214	3,253	3,287	3,228
28 - L -	201,152	202,153	203,154	204,155	205,156
28 - Z -	3,233	3,282	3,239	3,231	3,180
28 - L -	206,156	207,909	208,158	209,159	211,160
28 - Z -	2,935	2,141	2,028	1,931	1,883
28 - L -	212,161	213,298	214,162	217,165	218,165
28 - Z -	1,877	1,917	1,948	1,931	1,998
28 - L -	219,166	220,167	221,168	223,169	225,171
28 - Z -	2,208	1,986	1,981	1,937	1,912
28 - L -	226,171	228,173	229,174	231,175	232,284
28 - Z -	1,869	2,164	1,978	1,791	1,550
28 - L -	233,177	234,178	236,179	237,180	237,609
28 - Z -	1,356	1,272	1,189	1,275	1,450
28 - L -	238,181	240,182	242,184	244,185	245,186
28 - Z -	1,682	2,263	3,060	3,129	3,123
28 - L -	246,187	247,187	249,189	250,190	251,190
28 - Z -	3,220	3,509	3,098	3,115	3,180
28 - L -	252,191	253,192	255,193	256,194	257,195
28 - Z -	3,184	3,139	3,193	3,181	3,056
28 - L -	258,196	259,196	260,197	261,198	262,262
28 - Z -	3,064	3,055	3,092	3,026	3,087
28 - L -	263,200	264,200	265,201	266,202	267,203
28 - Z -	3,117	3,035	3,020	3,130	3,155
28 - L -	268,203	269,204	271,206	274,208	275,209
28 - Z -	3,083	3,049	3,034	3,086	3,061
28 - L -	277,210	278,211	280,212	281,213	282,214
28 - Z -	3,110	3,239	3,142	3,083	3,114
28 - L -	283,215	284,215	285,216	286,217	293,222
28 - Z -	3,114	3,143	3,110	3,156	3,117
28 - L -	294,223	296,225	297,225	299,227	300,228
28 - Z -	3,175	3,232	3,183	3,227	3,313
28 - L -	301,228	302,164	303,230	304,231	306,232
28 - Z -	3,196	3,190	3,196	3,324	3,139
28 - L -	307,233	309,234	310,235	311,236	312,237
28 - Z -	3,157	3,282	3,255	3,204	3,170
28 - L -	313,237	317,240	318,241	319,242	320,243
28 - Z -	3,157	2,152	1,831	1,852	1,972
28 - L -	322,244	323,245	324,246	326,247	327,248
28 - Z -	2,092	1,898	1,803	1,734	1,842
28 - L -	328,249	329,250	330,250	331,251	332,252
28 - Z -	1,927	1,872	1,887	1,891	1,971

Boundary number	Co-ordinates [m]				
28 - L -	333,253	335,254	336,255	338,256	341,250
28 - Z -	1,877	1,878	1,912	1,907	1,980
28 - L -	342,259	343,259	344,259	348,259	350,259
28 - Z -	1,863	1,825	1,834	1,693	1,714
28 - L -	351,259	352,259	355,259	356,259	357,259
28 - Z -	1,782	1,719	1,717	1,702	1,738
28 - L -	358,259	360,259	361,259	362,259	363,259
28 - Z -	1,994	1,753	1,798	1,751	1,932
28 - L -	367,259	368,259	369,259	371,259	373,259
28 - Z -	1,849	1,671	1,738	1,806	1,736
28 - L -	374,259	375,259	376,259	377,259	380,259
28 - Z -	1,712	1,708	1,644	1,742	1,689
28 - L -	382,259	383,259	386,259	387,388	389,259
28 - Z -	1,671	1,947	1,547	1,609	1,641
28 - L -	390,259	391,259	392,259	395,259	396,259
28 - Z -	1,571	1,649	1,443	1,638	1,430
28 - L -	399,259	400,259	401,259	402,259	403,259
28 - Z -	1,448	1,324	1,114	1,103	1,152
28 - L -	404,259	405,259	406,259	408,259	410,259
28 - Z -	1,154	1,082	1,075	1,214	1,283
28 - L -	411,259	413,259	414,259	415,259	416,259
28 - Z -	1,266	1,311	1,395	1,436	1,361
28 - L -	417,259	420,259	422,259	423,259	424,259
28 - Z -	1,411	1,431	1,535	1,337	1,372
28 - L -	425,259	426,259	427,259	428,259	429,259
28 - Z -	1,434	1,444	1,298	1,294	1,408
28 - L -	433,259	434,259	435,259	437,259	438,259
28 - Z -	1,420	1,389	1,468	1,546	1,483
28 - L -	439,259	440,259	450,000		
28 - Z -	1,519	1,436	1,436		
27 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
27 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
27 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
27 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
27 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
27 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
27 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
27 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
27 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
27 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
27 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
27 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
27 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
27 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
27 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
27 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
27 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
27 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
27 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
27 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477
27 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
27 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
27 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
27 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
27 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
27 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
27 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
27 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
27 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
27 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
27 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
27 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
27 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
27 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234
27 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
27 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
27 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
27 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
27 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
27 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
27 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
27 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
27 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
27 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	0,808
27 - L -	0,000	2,549	40,000	207,909	208,158
27 - Z -	0,990	1,130	1,130	2,141	2,028
27 - L -	209,159	211,160	212,161	213,298	214,162
27 - Z -	1,931	1,883	1,877	1,917	1,948
27 - L -	217,165	218,165	219,166	220,167	221,168
27 - Z -	1,931	1,998	2,208	1,986	1,981
27 - L -	223,169	225,171	226,171	228,173	229,174
27 - Z -	1,937	1,912	1,869	2,164	1,978
27 - L -	231,175	232,284	233,177	234,178	236,179
27 - Z -	1,791	1,550	1,356	1,272	1,189
27 - L -	237,180	237,609	238,181	240,182	242,184
27 - Z -	1,275	1,450	1,682	2,263	3,060
27 - L -	244,185	245,186	246,187	247,187	249,189
27 - Z -	3,129	3,123	3,220	3,509	3,098
27 - L -	250,190	251,190	252,191	253,192	255,193
27 - Z -	3,115	3,180	3,184	3,139	3,193
27 - L -	256,194	257,195	258,196	259,196	260,197
27 - Z -	3,181	3,056	3,064	3,055	3,092
27 - L -	261,198	262,262	263,200	264,200	265,201
27 - Z -	3,026	3,087	3,117	3,035	3,020
27 - L -	266,202	267,203	268,203	269,204	271,206
27 - Z -	3,130	3,155	3,083	3,049	3,034
27 - L -	274,208	275,209	277,210	278,211	280,212
27 - Z -	3,086	3,061	3,110	3,239	3,142
27 - L -	281,213	282,214	283,215	284,215	285,216
27 - Z -	3,083	3,114	3,114	3,143	3,110
27 - L -	286,217	293,222	294,223	296,225	297,225
27 - Z -	3,156	3,117	3,175	3,232	3,183
27 - L -	299,227	300,228	301,228	302,164	303,230
27 - Z -	3,227	3,313	3,196	3,190	3,196
27 - L -	304,231	306,232	307,233	309,234	310,235
27 - Z -	3,324	3,139	3,157	3,282	3,255
27 - L -	311,236	312,237	313,237	317,240	318,241
27 - Z -	3,204	3,170	3,157	2,152	1,831
27 - L -	319,242	320,243	322,244	323,245	324,246
27 - Z -	1,852	1,972	2,092	1,898	1,803
27 - L -	326,247	327,248	328,249	329,250	330,250
27 - Z -	1,734	1,842	1,927	1,872	1,887
27 - L -	331,251	332,252	333,253	335,254	336,255
27 - Z -	1,891	1,971	1,877	1,878	1,912
27 - L -	338,256	341,250	342,259	343,259	344,259
27 - Z -	1,907	1,980	1,863	1,825	1,834
27 - L -	348,259	350,259	351,259	352,259	355,259
27 - Z -	1,693	1,714	1,782	1,719	1,717
27 - L -	356,259	357,259	358,259	360,259	361,259
27 - Z -	1,702	1,738	1,994	1,753	1,798
27 - L -	362,259	363,259	367,259	368,259	369,259
27 - Z -	1,751	1,932	1,849	1,671	1,738
27 - L -	371,259	373,259	374,259	375,259	376,259
27 - Z -	1,806	1,736	1,712	1,708	1,644
27 - L -	377,259	380,259	382,259	383,259	386,259
27 - Z -	1,742	1,689	1,671	1,947	1,547
27 - L -	387,388	389,259	390,259	391,259	392,259
27 - Z -	1,609	1,641	1,571	1,649	1,443
27 - L -	395,259	396,259	399,259	400,259	401,259
27 - Z -	1,638	1,430	1,448	1,324	1,114

Boundary number	Co-ordinates [m]				
27 - L -	402,259	403,259	404,259	405,259	406,259
27 - Z -	1,103	1,152	1,154	1,082	1,075
27 - L -	408,259	410,259	411,259	413,259	414,259
27 - Z -	1,214	1,283	1,266	1,311	1,395
27 - L -	415,259	416,259	417,259	420,259	422,259
27 - Z -	1,436	1,361	1,411	1,431	1,535
27 - L -	423,259	424,259	425,259	426,259	427,259
27 - Z -	1,337	1,372	1,434	1,444	1,298
27 - L -	428,259	429,259	433,259	434,259	435,259
27 - Z -	1,294	1,408	1,420	1,389	1,468
27 - L -	437,259	438,259	439,259	440,259	450,000
27 - Z -	1,546	1,483	1,519	1,436	1,436
26 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
26 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
26 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
26 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
26 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
26 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
26 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
26 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
26 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
26 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
26 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
26 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
26 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
26 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
26 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
26 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
26 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
26 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
26 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
26 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477
26 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
26 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
26 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
26 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
26 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
26 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
26 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
26 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
26 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
26 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
26 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
26 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
26 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
26 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234
26 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000
26 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
26 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
26 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
26 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
26 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
26 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
26 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
26 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
26 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	0,808
26 - L -	0,000	2,549	40,000	207,909	208,158
26 - Z -	0,990	1,130	1,130	2,141	2,028
26 - L -	209,159	211,160	212,161	213,298	214,575
26 - Z -	1,931	1,883	1,877	1,917	1,883
26 - L -	219,745	232,284	233,177	234,178	236,179
26 - Z -	1,786	1,550	1,356	1,272	1,189
26 - L -	237,180	237,609	238,181	240,182	242,184
26 - Z -	1,275	1,450	1,682	2,263	3,060
26 - L -	244,185	245,186	246,187	247,187	249,189

Boundary number	Co-ordinates [m]				
26 - Z -	3,129	3,123	3,220	3,509	3,098
26 - L -	250,190	251,190	252,191	253,192	255,193
26 - Z -	3,115	3,180	3,184	3,139	3,193
26 - L -	256,194	257,195	258,196	259,196	260,197
26 - Z -	3,181	3,056	3,064	3,055	3,092
26 - L -	261,198	262,262	263,200	264,200	265,201
26 - Z -	3,026	3,087	3,117	3,035	3,020
26 - L -	266,202	267,203	268,203	269,204	271,206
26 - Z -	3,130	3,155	3,083	3,049	3,034
26 - L -	274,208	275,209	277,210	278,211	280,212
26 - Z -	3,086	3,061	3,110	3,239	3,142
26 - L -	281,213	282,214	283,215	284,215	285,216
26 - Z -	3,083	3,114	3,114	3,143	3,110
26 - L -	286,217	293,222	294,223	296,225	297,225
26 - Z -	3,156	3,117	3,175	3,232	3,183
26 - L -	299,227	300,228	301,228	302,164	303,230
26 - Z -	3,227	3,313	3,196	3,190	3,196
26 - L -	304,231	306,232	307,233	309,234	310,235
26 - Z -	3,324	3,139	3,157	3,282	3,255
26 - L -	311,236	312,237	313,237	317,240	318,241
26 - Z -	3,204	3,170	3,157	2,152	1,831
26 - L -	319,242	320,243	322,244	323,245	324,246
26 - Z -	1,852	1,972	2,092	1,898	1,803
26 - L -	326,247	327,248	328,249	329,250	330,250
26 - Z -	1,734	1,842	1,927	1,872	1,887
26 - L -	331,251	332,252	333,253	335,254	336,255
26 - Z -	1,891	1,971	1,877	1,878	1,912
26 - L -	338,256	341,250	342,259	343,259	344,259
26 - Z -	1,907	1,980	1,863	1,825	1,834
26 - L -	348,259	350,259	351,259	352,259	355,259
26 - Z -	1,693	1,714	1,782	1,719	1,717
26 - L -	356,259	357,259	358,259	360,259	361,259
26 - Z -	1,702	1,738	1,994	1,753	1,798
26 - L -	362,259	363,259	367,259	368,259	369,259
26 - Z -	1,751	1,932	1,849	1,671	1,738
26 - L -	371,259	373,259	374,259	375,259	376,259
26 - Z -	1,806	1,736	1,712	1,708	1,644
26 - L -	377,259	380,259	382,259	383,259	386,259
26 - Z -	1,742	1,689	1,671	1,947	1,547
26 - L -	387,388	389,259	390,259	391,259	392,259
26 - Z -	1,609	1,641	1,571	1,649	1,443
26 - L -	395,259	396,259	399,259	400,259	401,259
26 - Z -	1,638	1,430	1,448	1,324	1,114
26 - L -	402,259	403,259	404,259	405,259	406,259
26 - Z -	1,103	1,152	1,154	1,082	1,075
26 - L -	408,259	410,259	411,259	413,259	414,259
26 - Z -	1,214	1,283	1,266	1,311	1,395
26 - L -	415,259	416,259	417,259	420,259	422,259
26 - Z -	1,436	1,361	1,411	1,431	1,535
26 - L -	423,259	424,259	425,259	426,259	427,259
26 - Z -	1,337	1,372	1,434	1,444	1,298
26 - L -	428,259	429,259	433,259	434,259	435,259
26 - Z -	1,294	1,408	1,420	1,389	1,468
26 - L -	437,259	438,259	439,259	440,259	450,000
26 - Z -	1,546	1,483	1,519	1,436	1,436
25 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
25 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
25 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
25 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
25 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
25 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
25 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
25 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
25 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
25 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433

Boundary number	Co-ordinates [m]				
25 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
25 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
25 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
25 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
25 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
25 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
25 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
25 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
25 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
25 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477
25 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
25 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
25 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
25 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
25 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
25 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
25 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
25 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
25 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
25 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
25 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
25 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
25 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
25 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234
25 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000
25 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
25 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
25 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
25 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
25 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
25 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
25 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
25 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
25 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	0,808
25 - L -	0,000	2,549	40,000	219,745	232,284
25 - Z -	0,990	1,130	1,130	1,786	1,550
25 - L -	233,177	234,178	236,179	237,180	237,609
25 - Z -	1,356	1,272	1,189	1,275	1,450
25 - L -	238,181	240,182	242,184	244,185	245,186
25 - Z -	1,682	2,263	3,060	3,129	3,123
25 - L -	246,187	247,187	249,189	250,190	251,190
25 - Z -	3,220	3,509	3,098	3,115	3,180
25 - L -	252,191	253,192	255,193	256,194	257,195
25 - Z -	3,184	3,139	3,193	3,181	3,056
25 - L -	258,196	259,196	260,197	261,198	262,262
25 - Z -	3,064	3,055	3,092	3,026	3,087
25 - L -	263,200	264,200	265,201	266,202	267,203
25 - Z -	3,117	3,035	3,020	3,130	3,155
25 - L -	268,203	269,204	271,206	274,208	275,209
25 - Z -	3,083	3,049	3,034	3,086	3,061
25 - L -	277,210	278,211	280,212	281,213	282,214
25 - Z -	3,110	3,239	3,142	3,083	3,114
25 - L -	283,215	284,215	285,216	286,217	293,222
25 - Z -	3,114	3,143	3,110	3,156	3,117
25 - L -	294,223	296,225	297,225	299,227	300,228
25 - Z -	3,175	3,232	3,183	3,227	3,313
25 - L -	301,228	302,164	303,230	304,231	306,232
25 - Z -	3,196	3,190	3,196	3,324	3,139
25 - L -	307,233	309,234	310,235	311,236	312,237
25 - Z -	3,157	3,282	3,255	3,204	3,170
25 - L -	313,237	317,240	318,241	319,242	320,243
25 - Z -	3,157	2,152	1,831	1,852	1,972
25 - L -	322,244	323,245	324,246	326,247	327,248
25 - Z -	2,092	1,898	1,803	1,734	1,842
25 - L -	328,249	329,250	330,250	331,251	332,252

Boundary number	Co-ordinates [m]				
25 - Z -	1,927	1,872	1,887	1,891	1,971
25 - L -	333,253	335,254	336,255	338,256	341,250
25 - Z -	1,877	1,878	1,912	1,907	1,980
25 - L -	342,259	343,259	344,259	348,259	350,259
25 - Z -	1,863	1,825	1,834	1,693	1,714
25 - L -	351,259	352,259	355,259	356,259	357,259
25 - Z -	1,782	1,719	1,717	1,702	1,738
25 - L -	358,259	360,259	361,259	362,259	363,259
25 - Z -	1,994	1,753	1,798	1,751	1,932
25 - L -	367,259	368,259	369,259	371,259	373,259
25 - Z -	1,849	1,671	1,738	1,806	1,736
25 - L -	374,259	375,259	376,259	377,259	380,259
25 - Z -	1,712	1,708	1,644	1,742	1,689
25 - L -	382,259	383,259	386,259	387,388	389,259
25 - Z -	1,671	1,947	1,547	1,609	1,641
25 - L -	390,259	391,259	392,259	395,259	396,259
25 - Z -	1,571	1,649	1,443	1,638	1,430
25 - L -	399,259	400,259	401,259	402,259	403,259
25 - Z -	1,448	1,324	1,114	1,103	1,152
25 - L -	404,259	405,259	406,259	408,259	410,259
25 - Z -	1,154	1,082	1,075	1,214	1,283
25 - L -	411,259	413,259	414,259	415,259	416,259
25 - Z -	1,266	1,311	1,395	1,436	1,361
25 - L -	417,259	420,259	422,259	423,259	424,259
25 - Z -	1,411	1,431	1,535	1,337	1,372
25 - L -	425,259	426,259	427,259	428,259	429,259
25 - Z -	1,434	1,444	1,298	1,294	1,408
25 - L -	433,259	434,259	435,259	437,259	438,259
25 - Z -	1,420	1,389	1,468	1,546	1,483
25 - L -	439,259	440,259	450,000		
25 - Z -	1,519	1,436	1,436		
24 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
24 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
24 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
24 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
24 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
24 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
24 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
24 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
24 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
24 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
24 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
24 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
24 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
24 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
24 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
24 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
24 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
24 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
24 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
24 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477
24 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
24 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
24 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
24 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
24 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
24 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
24 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
24 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
24 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
24 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
24 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
24 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
24 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
24 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234

Boundary number	Co-ordinates [m]				
24 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000
24 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
24 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
24 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
24 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
24 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
24 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
24 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
24 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
24 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	0,808
24 - L -	0,000	2,549	40,000	219,745	232,284
24 - Z -	0,990	1,130	1,130	1,786	1,550
24 - L -	233,177	234,178	236,179	237,180	237,609
24 - Z -	1,356	1,272	1,189	1,275	1,450
24 - L -	341,000	450,000			
24 - Z -	-0,500	-0,500			
23 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
23 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
23 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
23 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
23 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
23 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
23 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
23 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
23 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
23 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
23 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
23 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
23 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
23 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
23 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	-258,528	-249,064
23 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-2,944	-2,100
23 - L -	-240,000	-230,000	-220,000	-210,000	-200,000
23 - Z -	-1,800	-1,750	-1,650	-1,600	-1,500
23 - L -	-190,000	-186,000	-181,000	-175,000	-174,000
23 - Z -	-1,300	-1,228	-0,957	-0,563	-0,477
23 - L -	-173,000	-172,000	-170,000	-168,000	-165,000
23 - Z -	-0,428	-0,430	-0,343	-0,209	-0,073
23 - L -	-163,000	-161,000	-160,000	-159,000	-158,000
23 - Z -	-0,011	0,004	-0,005	-0,058	-0,206
23 - L -	-155,740	-155,000	-153,000	-147,000	-146,000
23 - Z -	-0,253	-0,268	-0,288	-0,371	-0,336
23 - L -	-142,000	-140,000	-138,000	-135,000	-133,000
23 - Z -	-0,306	-0,273	-0,271	-0,217	-0,203
23 - L -	-129,000	-125,000	-122,000	-121,000	-116,000
23 - Z -	-0,134	-0,088	-0,052	-0,052	0,046
23 - L -	-115,000	-114,000	-109,000	-107,000	-105,000
23 - Z -	0,013	0,054	0,112	0,124	0,162
23 - L -	-102,000	-101,000	-99,000	-98,000	-96,000
23 - Z -	0,187	0,209	0,209	0,236	0,234
23 - L -	-94,000	-93,000	-92,000	-89,000	-87,000
23 - Z -	0,212	0,195	0,148	-0,083	-0,193
23 - L -	-85,000	-81,000	-80,000	-79,000	-74,000
23 - Z -	-0,278	-0,384	-0,397	-0,377	-0,384
23 - L -	-73,000	-71,000	-68,000	-66,000	-65,000
23 - Z -	-0,366	-0,365	-0,343	-0,313	-0,336
23 - L -	-62,000	-56,000	-47,000	-46,000	-43,000
23 - Z -	-0,270	-0,161	0,006	0,047	0,112
23 - L -	-42,000	-39,000	-38,000	-15,000	-10,000
23 - Z -	0,157	0,246	0,300	0,717	0,808
23 - L -	0,000	2,549	40,000	211,000	341,000
23 - Z -	0,990	1,130	1,130	-1,230	-0,500
23 - L -	450,000				
23 - Z -	-0,500				
22 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834

Boundary number	Co-ordinates [m]				
22 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
22 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
22 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
22 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
22 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
22 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
22 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
22 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
22 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
22 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
22 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
22 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
22 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
22 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	40,000	211,000
22 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-3,820	-1,230
22 - L -	341,000	450,000			
22 - Z -	-0,500	-0,500			
21 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
21 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
21 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
21 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
21 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
21 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
21 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
21 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
21 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
21 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
21 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
21 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
21 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
21 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
21 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	40,000	211,000
21 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-3,820	-1,230
21 - L -	341,000	450,000			
21 - Z -	-2,500	-2,500			
20 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
20 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
20 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
20 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
20 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
20 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
20 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
20 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
20 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
20 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
20 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
20 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
20 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	-296,383
20 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-6,663
20 - L -	-286,919	-277,455	-267,991	40,000	211,000
20 - Z -	-5,728	-4,794	-3,861	-3,820	-3,500
20 - L -	341,000	450,000			
20 - Z -	-2,500	-2,500			
19 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
19 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
19 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
19 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
19 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
19 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
19 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
19 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
19 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
19 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
19 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
19 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361

Boundary number	Co-ordinates [m]				
19 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
19 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
19 - L -	211,000	341,000	450,000		
19 - Z -	-3,500	-2,500	-2,500		
18 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
18 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
18 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
18 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
18 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
18 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
18 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
18 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
18 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
18 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
18 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
18 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
18 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
18 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
18 - L -	211,000	341,000	450,000		
18 - Z -	-3,500	-2,750	-2,750		
17 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
17 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
17 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
17 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
17 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
17 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
17 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
17 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
17 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
17 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
17 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
17 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
17 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
17 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
17 - L -	211,000	341,000	450,000		
17 - Z -	-3,500	-4,000	-4,000		
16 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
16 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
16 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
16 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
16 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
16 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
16 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
16 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
16 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	-381,557
16 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,433
16 - L -	-372,093	-362,630	-353,166	-343,702	-334,238
16 - Z -	-11,090	-10,746	-10,400	-9,977	-9,361
16 - L -	-324,774	-315,311	-305,847	-300,002	40,000
16 - Z -	-8,745	-8,128	-7,510	-6,987	-7,000
16 - L -	211,000	341,000	450,000		
16 - Z -	-7,000	-4,000	-4,000		
15 - L -	-827,000	-599,225	-589,762	-580,298	-570,834
15 - Z -	-11,770	-11,734	-11,934	-12,133	-12,334
15 - L -	-561,370	-551,906	-542,442	-532,979	-523,515
15 - Z -	-12,521	-12,597	-12,674	-12,751	-12,828
15 - L -	-514,051	-504,587	-495,123	-485,659	-476,196
15 - Z -	-12,871	-12,886	-12,901	-12,917	-12,933
15 - L -	-466,732	-457,268	-447,804	-438,340	-428,876
15 - Z -	-12,862	-12,790	-12,717	-12,644	-12,523
15 - L -	-419,413	-409,949	-400,485	-391,021	40,000
15 - Z -	-12,331	-12,139	-11,946	-11,753	-11,770
15 - L -	211,000	341,000	450,000		
15 - Z -	-7,000	-4,000	-4,000		
14 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
14 - Z -	-14,070	-14,070	-7,000	-4,000	-4,000
13 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
13 - Z -	-23,000	-23,000	-16,500	-8,000	-8,000
12 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
12 - Z -	-23,000	-23,000	-16,500	-15,500	-15,500
11 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
11 - Z -	-23,000	-23,000	-20,500	-19,500	-19,500
10 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
10 - Z -	-23,000	-23,000	-20,500	-20,500	-20,500
9 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
9 - Z -	-23,000	-23,000	-25,000	-20,500	-20,500
8 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
8 - Z -	-27,200	-27,200	-25,000	-20,500	-20,500
7 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
7 - Z -	-27,200	-27,200	-25,000	-25,000	-25,000
6 - L -	-827,000	40,000	211,000	341,000	450,000
6 - Z -	-29,000	-29,000	-28,000	-29,390	-29,390
5 - L -	-827,000	450,000			
5 - Z -	-36,050	-36,050			
4 - L -	-827,000	450,000			
4 - Z -	-45,150	-45,150			
3 - L -	-827,000	450,000			
3 - Z -	-45,250	-45,250			
2 - L -	-827,000	450,000			
2 - Z -	-47,550	-47,550			
1 - L -	-827,000	450,000			
1 - Z -	-48,500	-48,500			
0 - L -	-827,000	450,000			
0 - Z -	-50,000	-50,000			

2.3 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - L -	-827,000	-149,229	-11,000	165,000	450,000
1 - Z -	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000

2.4 Phreatic Line

Piezo-line 1 is used as phreatic line (groundwater).

2.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
30	za,ma-fi,ma (NA)	1	1
29	terp	1	1
28	za-kl,ma-gr,lo (NA)	1	1
27	ve,sl (NA)	1	1
26	ve,sl (NA)	1	1
25	za-hu,ma-gr,lo (NA)	1	1
24	za,ze-gr,ma (NA)	1	1
23	za-si,ze-gr,ma (NA)	1	1
22	za,ma-fi,ma (NA)	1	1
21	za-si,ma-gr,ma (NA)	1	1
20	za,ma-gr,ma (NA)	1	1
19	kl-si,va (NA)	1	1
18	za-si,ma-gr,lo (NA)	1	1
17	kl,va (NA)	1	1
16	za,ma-fi,ma (NA)	1	1
15	za-si,ze-gr,ma (NA)	1	1
14	za-si,ma-gr,ma (NA)	1	1
13	za,ze-gr,ma (NA)	1	1
12	za-si,ze-gr,ma-va (...)	1	1
11	kl,ma (PZWA)	1	1
10	za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	1	1

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
9	kl-za,va (PZWA)	1	1
8	za-si,ma-fi,ma (PZ...	1	1
7	za-si,ma-fi,va (PZWA)	1	1
6	za-si,ma-fi,va (PZW...	1	1
5	za,ma-fi,va (PZWA)...	1	1
4	kl,va (OO)-din	1	1
3	za,ze-fi,va (OO)-din	1	1
2	kl,va (OO)-din	1	1
1	za,ma-fi,va (OO)-din	1	1

2.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlying (non-cohesive) drained layers, is situated at the top of layer number 30: za,ma-fi,ma (NA)

The boundary between compressible top layers and underlying non-compressible layers, is situated at the top of layer number 30: za,ma-fi,ma (NA)

2.7 Soil Material Data

Name	Gamma unsat [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Cohesion [kN/m ²]	Phi [deg]	Su top [kN/m ²]	Su bottom [kN/m ²]
Soft Clay	14,00	14,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Undetermined	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
za-kl,ma-gr,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
za-si,ze-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za,ma-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za,ma-fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za-si,ma-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
kl-za,va (PZWA)	18,00	18,00	0,00	27,50	0,00	0,00
za-si,ma-fi,va (PZWA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
ve,sl (NA)	10,06	10,06	1,00	15,00	0,00	0,00
za,ze-gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
kl,va (NA)	19,00	19,00	13,00	17,50	0,00	0,00
za-si,ze-gr,ma-va (NA)	18,50	20,50	0,00	31,00	0,00	0,00
za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za-hu,ma-gr,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl-si,va (NA)	19,00	19,00	13,00	17,50	0,00	0,00
za-si,ma-gr,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl,ma (PZWA)	17,00	17,00	5,00	17,50	0,00	0,00
za-si,ma-fi,ma (PZWA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma-fi,va (PZWA)-din	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
kl,va (OO)-din	19,00	19,00	13,00	17,50	0,00	0,00
za,ze-fi,va (OO)-din	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma-fi,va (OO)-din	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
terp	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00

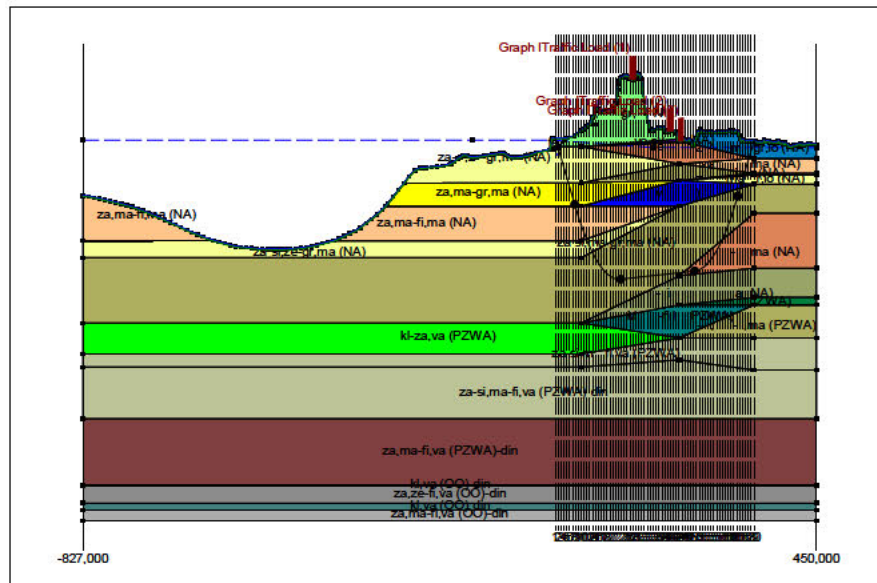
Name	Soil type	E _{mod} 100 [kN/m ²]	E _{mod} top [kN/m ²]	E _{mod} bottom [kN/m ²]
Soft Clay	-	-	5000,00	5000,00
Undetermined	-	-	0,01	0,01
za-kl,ma-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
za-si,ze-gr,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
za,ma-gr,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
za,ma-fi,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
za-si,ma-gr,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
kl-za,va (PZWA)	Clay	2000,00	-	-
za-si,ma-fi,va (PZWA)	Sand	75000,00	-	-
ve,sl (NA)	Peat	200,00	-	-
za,ze-gr,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
kl,va (NA)	Clay	4000,00	-	-
za-si,ze-gr,ma-va (NA)	Sand	55000,00	-	-

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod bottom [kN/m ²]
za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	Sand	35000,00	-	-
za-hu,ma-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl-si,va (NA)	Clay	4000,00	-	-
za-si,ma-gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl,ma (PZWA)	Clay	2000,00	-	-
za-si,ma-fi,ma (PZWA)	Sand	35000,00	-	-
za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	Sand	75000,00	-	-
za,ma-fi,va (PZWA)-din	Sand	75000,00	-	-
kl,va (OO)-din	Clay	4000,00	-	-
za,ze-fi,va (OO)-din	Sand	75000,00	-	-
za,ma-fi,va (OO)-din	Sand	75000,00	-	-
terp	Sand	15000,00	-	-

Name	Adhesion A [kN/m ²]	Delta D [deg]	Nu [-]
Soft Clay	-	-	0,35
Undetermined	-	-	0,00
za-kl,ma-gr,lo (NA)	-	-	0,35
za-si,ze-gr,ma (NA)	-	-	0,35
za,ma-gr,ma (NA)	-	-	0,35
za,ma-fi,ma (NA)	-	-	0,35
za-si,ma-gr,ma (NA)	-	-	0,35
kl-za,va (PZWA)	-	-	0,35
za-si,ma-fi,va (PZWA)	-	-	0,35
ve,sl (NA)	-	-	0,35
za,ze-gr,ma (NA)	-	-	0,35
kl,va (NA)	-	-	0,35
za-si,ze-gr,ma-va (NA)	-	-	0,35
za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	-	-	0,35
za-hu,ma-gr,lo (NA)	-	-	0,35
kl-si,va (NA)	-	-	0,35
za-si,ma-gr,lo (NA)	-	-	0,35
kl,ma (PZWA)	-	-	0,35
za-si,ma-fi,ma (PZWA)	-	-	0,35
za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	-	-	0,35
za,ma-fi,va (PZWA)-din	-	-	0,35
kl,va (OO)-din	-	-	0,35
za,ze-fi,va (OO)-din	-	-	0,35
za,ma-fi,va (OO)-din	-	-	0,35
terp	-	-	0,35

2.8 Geometry

2.8.1 Geometry Section, Detailed



2.8.2 Geometry Top View

2.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	-4,889	2,300
2	0,000	0,990
3	5,000	-0,350
4	10,000	-1,689
5	15,000	-3,029
6	20,019	-4,374
7	25,038	-5,719
8	30,057	-7,062
9	35,076	-8,341
10	40,095	-9,529
11	45,114	-10,627
12	50,133	-11,634
13	55,152	-12,553
14	60,171	-13,385
15	65,190	-14,129
16	70,209	-14,787
17	75,228	-15,358
18	80,247	-15,845
19	85,266	-16,246
20	90,285	-16,563
21	95,304	-16,796
22	100,323	-16,944
23	105,342	-17,008
24	110,361	-16,991
25	115,380	-16,947
26	120,399	-16,903
27	125,418	-16,859
28	130,437	-16,816
29	135,456	-16,772
30	140,475	-16,728
31	145,494	-16,684
32	150,513	-16,640
33	155,532	-16,597
34	160,551	-16,553
35	165,570	-16,509
36	170,589	-16,465
37	175,608	-16,421
38	180,627	-16,378
39	185,646	-16,334
40	190,665	-16,290
41	195,684	-16,246
42	200,703	-16,202
43	205,722	-16,159
44	210,741	-16,115
45	215,760	-16,071
46	220,779	-16,027
47	225,798	-15,983
48	230,817	-15,940
49	235,836	-15,896
50	240,855	-15,853
51	245,874	-15,809
52	250,893	-15,765
53	255,912	-15,721
54	260,931	-14,677
55	265,950	-14,296
56	270,969	-13,734
57	275,988	-13,086
58	281,007	-12,351
59	286,026	-11,530
60	291,045	-10,621
61	296,064	-9,623

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
62	301,083	-8,536
63	306,102	-7,358
64	311,121	-6,088
65	316,140	-4,748
66	321,159	-3,403
67	326,178	-2,059
68	331,197	-0,714
69	336,216	0,631
70	341,250	1,980

Locations of the calculation verticals; L represents distance along the pipeline projection in the horizontal plane, incremented with the entry co-ordinate.

2.10 Traffic Load

Traffic Load (1)		
L start	125,00	[m]
L end	135,00	[m]
Load model (graph type)	Graph I	
Traffic Load (2)		
L start	190,00	[m]
L end	200,00	[m]
Load model (graph type)	Graph I	
Traffic Load (3)		
L start	210,00	[m]
L end	218,00	[m]
Load model (graph type)	Graph I	

2.11 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	-4,889	[m]
Y co-ordinate left point	0,000	[m]
Z co-ordinate left point	2,300	[m]
X co-ordinate right point	341,250	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	1,980	[m]
Angle left	15,0000	[deg]
Angle right	15,0000	[deg]
Bending radius left, vertical in/out	300,000	[m]
Bending radius right, vertical in/out	300,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	300,000	[m]
Lowest level of pipe (center bore hole)	-17,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	0,5000	[deg]
Number of horizontal bends	0	

The pulling direction of the product pipe is from left to right.

2.12 Product Pipe Material Data

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	450,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	41,00	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]

Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	50,00	[deg C]

2.13 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	No	
Part of cross section filled with fluid	0	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m ³]
Bedding angle	120	[deg]
Load angle	180	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]
Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m ²]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]

2.14 Drilling Fluid Data

Outer diameter pilot hole	0,254	[m]
Outer diameter pilot pipe	0,102	[m]
Outer diameter preream hole	0,585	[m]
Outer diameter drillpipe	0,102	[m]
Outer diameter bore hole	0,585	[m]
Outer diameter product pipe	0,450	[m]
Pump flow rate pilot	900,0000	[liter/minute]
Pump flow rate pre-reaming	1500,0000	[liter/minute]
Pump flow rate ream and pull-back	1000,0000	[liter/minute]
Circulation loss factor pilot	0,30	[-]
Circulation loss factor pre-reaming	0,20	[-]
Circulation loss factor ream and pull-back	0,20	[-]
Unit weight drilling fluid (gamma)	11,1	[kN/m ³]
Yieldpoint drilling fluid (Tau)	0,014	[kN/m ²]
Plastic viscosity drilling fluid (Mu)	0,000040	[kN.s/m ²]

2.15 Factors

(Polyethene)Safety factor on implosion (Long)	3,0	[-]
(Polyethene)Safety factor on implosion (Short)	1,5	[-]
Contingency factor on unit weight of material types below and above phreatic level	1,10	[-]
Contingency factor on (drained) cohesion C	1,40	[-]
Contingency factor on undrained shear strength Su	1,40	[-]
Contingency factor on Phi	1,10	[-]
Contingency factor on E-modulus	1,25	[-]
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	2,00	[-]
Load factor on design pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on design pressure (combination) (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on test pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on installation (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on reduced neutral soil stress q _{n;r} (Polyethene)	1,50	[-]
Load factor on temperature (Polyethene)	1,10	[-]
Load factor on traffic load (Polyethene)	1,35	[-]
Factor of importance (S)	1,00	[-]
Allowable deflection of steel pipe	15,00	[%]
Allowable piggability of steel pipe	5,00	[%]
Allowable deflection of polyethene pipe	8,00	[%]
Allowable piggability of polyethene pipe	5,00	[%]
Unit weight water	10,06	[kN/m ³]
Safety factor on cover (drained layer)	0,50	[-]
Safety factor on cover (undrained layer)	0,50	[-]
Ratio H/Do for boundary between shallow and deep situation	7,50	[-]

2.16 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

3 Drilling Fluid Pressures

3.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	153
2	45	50	17	165
3	111	128	34	178
4	159	220	51	191
5	203	311	68	203
6	301	511	86	216
7	366	656	103	228
8	424	760	120	241
9	498	895	137	253
10	552	992	152	264
11	599	1075	167	274
12	635	1127	180	282
13	608	1001	193	290
14	665	1095	204	297
15	731	1210	215	303
16	740	1220	224	308
17	749	1231	233	312
18	758	1243	240	316
19	771	1264	247	318
20	785	1286	253	319
21	795	1304	258	319
22	836	1378	262	319
23	930	1550	265	317
24	958	1600	267	315
25	961	1608	268	312
26	961	1608	270	309
27	946	1580	272	307
28	938	1567	274	304
29	948	1586	275	301
30	961	1609	277	298
31	915	1526	279	296
32	824	1360	281	293
33	743	1212	282	290
34	687	1110	284	287
35	675	1089	286	285
36	680	1098	288	282
37	686	1109	290	279
38	679	1098	291	277
39	665	1072	293	274
40	660	1063	295	271
41	659	1061	297	268
42	655	1055	298	266
43	645	1037	300	263
44	603	961	302	260
45	603	961	304	257
46	631	1032	305	255
47	684	1175	307	252
48	692	1201	309	249
49	673	1168	311	246
50	734	1291	312	244
51	760	1346	313	240
52	752	1332	313	235
53	743	1317	312	229
54	723	1281	309	223
55	708	1257	306	215
56	684	1213	302	207
57	660	1167	297	197

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
58	620	1083	292	187
59	521	849	285	175
60	494	806	277	163
61	468	767	268	150
62	434	715	258	135
63	396	653	248	120
64	357	591	236	104
65	228	349	223	86
66	185	294	211	69
67	191	269	198	52
68	132	156	185	35
69	46	49	173	17
70	0	0	160	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	34	34	15	17
3	90	90	31	34
4	158	161	46	51
5	203	239	62	68
6	281	367	77	86
7	360	517	93	103
8	421	652	108	120
9	494	810	123	137
10	549	935	137	152
11	596	1042	150	167
12	642	1144	162	180
13	617	1028	172	193
14	669	1108	182	204
15	733	1217	191	213
16	741	1225	199	220
17	749	1234	206	225
18	758	1245	212	230
19	771	1265	217	234
20	785	1287	221	237
21	795	1304	225	239
22	836	1378	227	240
23	930	1550	228	240
24	957	1600	229	239
25	961	1607	229	238
26	960	1607	229	237
27	945	1579	229	236
28	938	1566	229	235
29	947	1584	229	234
30	960	1607	229	233
31	914	1524	229	231
32	823	1358	230	230
33	742	1210	230	229
34	686	1108	230	228
35	674	1087	230	227
36	679	1096	230	226
37	685	1107	230	225
38	678	1096	230	224
39	664	1069	230	223
40	659	1060	231	222
41	658	1059	231	220
42	654	1052	231	219
43	644	1035	231	218
44	602	958	231	217
45	602	959	231	216
46	603	962	231	215

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
47	638	1055	232	214
48	664	1127	232	213
49	654	1116	232	212
50	717	1246	232	210
51	745	1305	231	208
52	738	1295	229	205
53	729	1281	226	201
54	709	1244	222	196
55	693	1216	215	190
56	667	1166	207	183
57	636	1104	197	175
58	576	968	187	167
59	520	846	175	157
60	492	797	163	146
61	466	747	150	135
62	432	679	135	122
63	392	599	120	108
64	349	517	104	93
65	195	274	86	78
66	195	249	69	62
67	179	179	52	47
68	94	94	35	31
69	33	33	17	16
70	0	0	0	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	34	34	17	15
3	90	90	34	31
4	158	161	51	46
5	203	239	68	62
6	281	367	86	77
7	360	517	103	93
8	421	652	120	108
9	494	810	137	123
10	549	935	152	137
11	596	1042	167	150
12	642	1144	180	162
13	617	1028	193	172
14	669	1108	204	182
15	733	1217	213	191
16	741	1225	220	199
17	749	1234	225	206
18	758	1245	230	212
19	771	1265	234	217
20	785	1287	237	221
21	795	1304	239	225
22	836	1378	240	227
23	930	1550	240	228
24	957	1600	239	229
25	961	1607	238	229
26	960	1607	237	229
27	945	1579	236	229
28	938	1566	235	229
29	947	1584	234	229
30	960	1607	233	229
31	914	1524	231	229
32	823	1358	230	230
33	742	1210	229	230
34	686	1108	228	230
35	674	1087	227	230

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
36	679	1096	226	230
37	685	1107	225	230
38	678	1096	224	230
39	664	1069	223	230
40	659	1060	222	231
41	658	1059	220	231
42	654	1052	219	231
43	644	1035	218	231
44	602	958	217	231
45	602	959	216	231
46	603	962	215	231
47	638	1055	214	232
48	664	1127	213	232
49	654	1116	212	232
50	717	1246	210	232
51	745	1305	208	231
52	738	1295	205	229
53	729	1281	201	226
54	709	1244	196	222
55	693	1216	190	215
56	667	1166	183	207
57	636	1104	175	197
58	576	968	167	187
59	520	846	157	175
60	492	797	146	163
61	466	747	135	150
62	432	679	122	135
63	392	599	108	120
64	349	517	93	104
65	195	274	78	86
66	195	249	62	69
67	179	179	47	52
68	94	94	31	35
69	33	33	16	17
70	0	0	0	0

3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

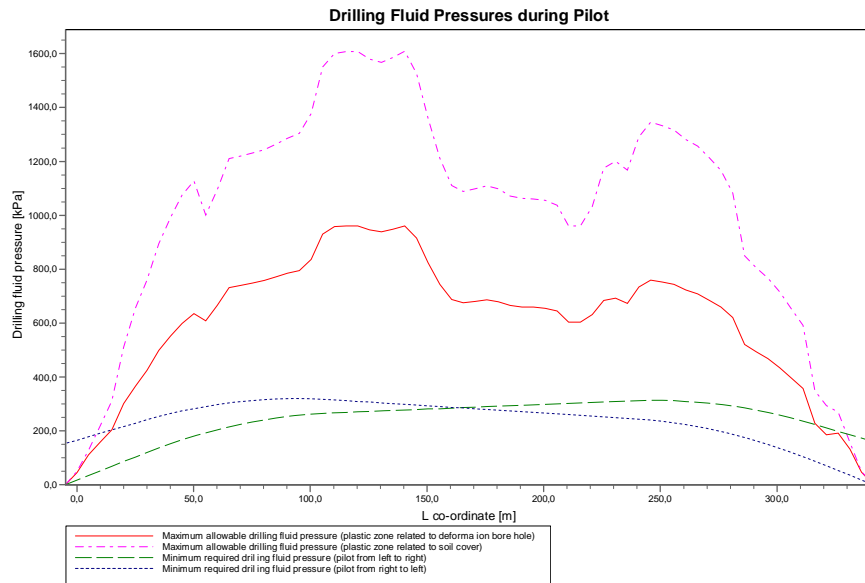
Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	Result
1	0	0	-	sufficient
2	15	10	1,53	sufficient
3	29	23	1,29	sufficient
4	44	36	1,23	sufficient
5	59	49	1,20	sufficient
6	74	62	1,19	sufficient
7	89	76	1,18	sufficient
8	104	89	1,17	sufficient
9	118	101	1,16	sufficient
10	131	113	1,16	sufficient
11	143	124	1,16	sufficient
12	154	134	1,16	sufficient
13	165	143	1,15	sufficient
14	174	151	1,15	sufficient
15	182	158	1,15	sufficient
16	189	164	1,15	sufficient
17	195	170	1,15	sufficient
18	201	174	1,15	sufficient
19	205	178	1,15	sufficient
20	209	181	1,15	sufficient
21	211	183	1,15	sufficient
22	213	184	1,15	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			Result
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	
23	213	185	1,16	sufficient
24	213	184	1,16	sufficient
25	213	183	1,16	sufficient
26	212	183	1,16	sufficient
27	211	182	1,16	sufficient
28	211	181	1,16	sufficient
29	210	180	1,17	sufficient
30	210	180	1,17	sufficient
31	209	179	1,17	sufficient
32	209	178	1,17	sufficient
33	208	178	1,17	sufficient
34	208	177	1,17	sufficient
35	207	176	1,18	sufficient
36	207	176	1,18	sufficient
37	206	175	1,18	sufficient
38	205	175	1,18	sufficient
39	205	174	1,17	sufficient
40	204	174	1,17	sufficient
41	204	173	1,17	sufficient
42	203	173	1,17	sufficient
43	203	173	1,17	sufficient
44	202	172	1,17	sufficient
45	202	172	1,17	sufficient
46	201	171	1,17	sufficient
47	200	171	1,17	sufficient
48	200	170	1,17	sufficient
49	199	170	1,17	sufficient
50	199	169	1,17	sufficient
51	197	168	1,17	sufficient
52	195	166	1,17	sufficient
53	191	163	1,17	sufficient
54	187	159	1,18	sufficient
55	181	154	1,18	sufficient
56	175	148	1,18	sufficient
57	168	142	1,18	sufficient
58	159	134	1,19	sufficient
59	150	126	1,19	sufficient
60	140	117	1,20	sufficient
61	129	107	1,21	sufficient
62	117	96	1,22	sufficient
63	104	84	1,23	sufficient
64	90	71	1,26	sufficient
65	75	58	1,29	sufficient
66	60	44	1,35	sufficient
67	45	31	1,46	sufficient
68	30	17	1,73	sufficient
69	15	4	4,03	sufficient
70	0	0	-	sufficient

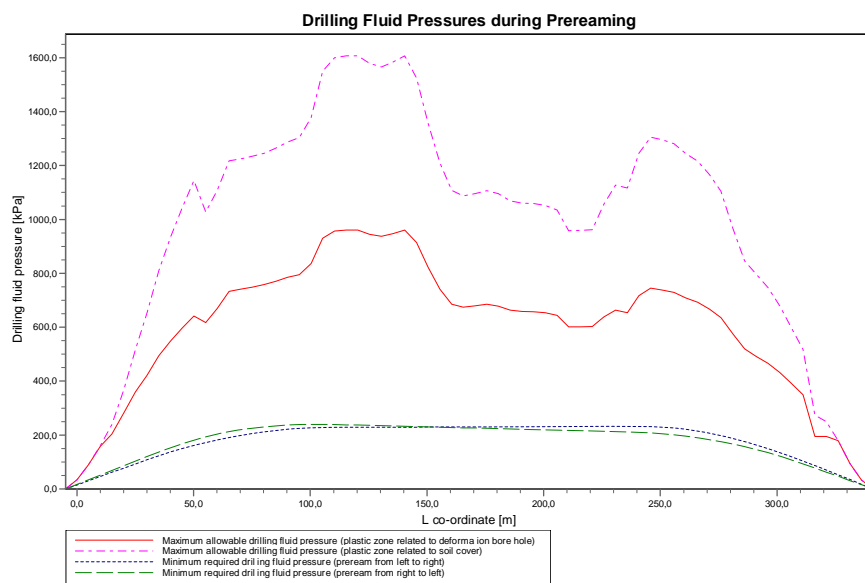
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safety factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

3.3 Drilling Fluid Pressure Plots

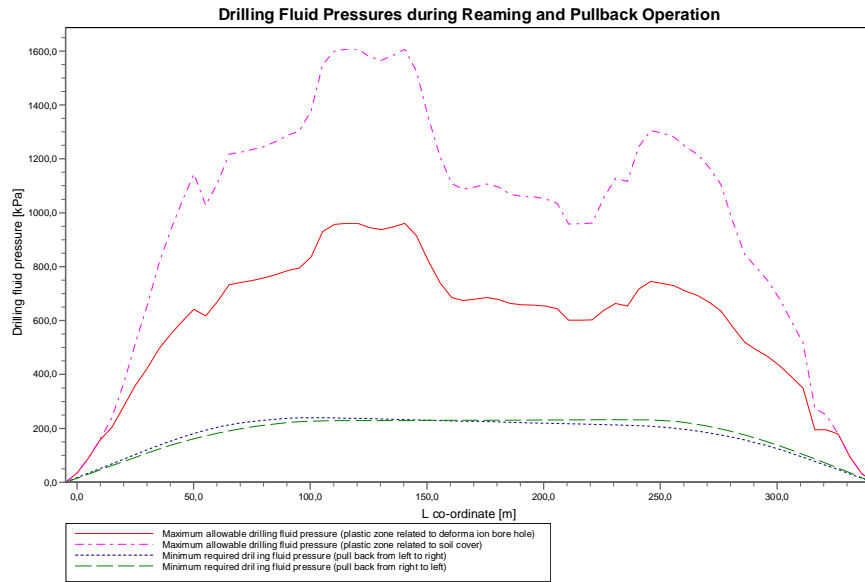
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot



3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming



3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



4 Soil Mechanical Data

4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: pipe)

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m ²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m ²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m ²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m ²
q_traffic	Traffic load	kN/m ²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m ²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m ²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m ³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m ³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m ³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m ²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v,r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	31
2	22	13	10	13	0	254
3	70	27	20	27	0	519
4	143	41	30	41	0	792
5	241	55	13	18	0	1269
6	375	70	13	18	0	2477
7	541	86	13	18	0	3021
8	749	102	13	18	0	3606
9	1035	122	13	18	0	4316
10	1192	139	13	18	0	4901
11	1305	154	13	18	0	5399
12	1104	170	14	19	0	3292
13	1181	184	14	20	0	3556
14	1322	209	15	20	0	4052
15	1477	238	15	21	0	4611
16	1490	241	15	21	0	4656
17	1502	243	15	20	0	4701
18	1518	246	15	20	0	4758
19	1546	251	15	20	0	4861
20	1577	257	15	20	0	4975
21	1601	262	15	21	0	5066
22	1706	282	16	21	0	5458
23	1949	330	17	22	0	6385
24	2021	344	17	23	0	6664
25	2034	347	17	23	0	6714
26	2036	347	17	23	0	6722
27	1999	340	17	23	2	6579
28	1983	337	17	23	2	6517
29	2012	342	17	23	0	6627
30	2047	349	17	23	0	6763
31	1932	326	17	23	0	6318
32	1701	281	16	21	0	5439
33	1494	241	15	20	0	4671
34	1353	215	14	19	0	4158
35	1325	210	14	19	0	4059
36	1340	212	14	19	0	4112
37	1358	216	15	20	0	4175
38	1344	213	14	20	0	4125
39	1309	206	14	19	0	3999
40	1298	205	14	19	2	3960
41	1297	204	14	19	2	4196
42	1290	203	14	19	0	4788

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
43	1268	199	14	19	0	5085
44	1162	180	14	18	3	4945
45	1164	180	13	18	3	5530
46	1501	180	13	18	0	5538
47	1487	178	13	17	0	5480
48	1475	177	13	17	0	5434
49	1407	167	12	17	0	5146
50	1572	190	13	18	0	5887
51	1645	201	14	18	0	6320
52	1627	198	14	18	0	6443
53	1609	196	14	18	0	6857
54	1565	190	14	18	0	6678
55	1539	186	14	18	0	6552
56	1492	179	14	18	0	6318
57	1452	174	14	19	0	6124
58	1401	167	14	19	0	5881
59	1045	160	14	20	0	5631
60	991	151	15	20	0	3995
61	943	143	15	20	0	2759
62	877	132	15	21	0	2547
63	798	119	15	21	0	2300
64	723	107	16	21	0	2078
65	451	80	15	21	0	1551
66	269	60	14	20	0	783
67	141	42	31	42	0	691
68	81	31	23	31	0	1109
69	31	18	14	18	0	280
70	0	0	0	0	0	25

Vertical no.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	0	259	0	182	0,05	7,5
2	90	5114	263	3580	0,05	7,5
3	214	12971	3605	9079	0,05	7,5
4	252	41707	27276	29195	0,05	7,5
5	362	55751	34160	39026	0,05	7,5
6	608	65975	42577	46183	0,05	7,5
7	752	72448	57399	50714	0,05	7,5
8	897	78797	68228	55158	0,05	7,5
9	1062	86046	76351	60232	0,05	7,5
10	1192	89230	82451	62461	0,05	7,5
11	1305	80937	87682	56656	0,05	7,5
12	1104	76865	93021	53806	0,05	7,5
13	1181	79948	86843	55964	0,05	7,5
14	1322	85471	82920	59830	0,05	7,5
15	1477	91390	85919	63973	0,05	7,5
16	1490	91848	86396	64293	0,05	7,5
17	1502	92308	86870	64616	0,05	7,5
18	1518	92881	87471	65017	0,05	7,5
19	1546	93924	88565	65746	0,05	7,5
20	1577	95069	89765	66549	0,05	7,5
21	1601	95969	90707	67178	0,05	7,5
22	1706	99800	94709	69860	0,05	7,5
23	1949	108402	103653	75882	0,05	7,5
24	2021	110886	106226	77621	0,05	7,5
25	2034	111333	106689	77933	0,05	7,5
26	2036	111400	106758	77980	0,05	7,5
27	1999	110137	105451	77096	0,05	7,5
28	1983	109585	104879	76709	0,05	7,5
29	2012	110564	105892	77395	0,05	7,5
30	2047	112470	107134	78729	0,05	7,5
31	1932	113015	103029	79110	0,05	7,5
32	1701	108650	94518	76055	0,05	7,5
33	1494	104247	86536	72973	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
34	1353	101836	80856	71285	0,05	7,5
35	1325	104212	79718	72948	0,05	7,5
36	1340	108577	80331	76004	0,05	7,5
37	1358	113128	81054	79189	0,05	7,5
38	1344	116092	80478	81264	0,05	7,5
39	1309	117868	79025	82507	0,05	7,5
40	1298	120881	78579	84617	0,05	7,5
41	1297	124454	78562	87118	0,05	7,5
42	1290	127616	78260	89331	0,05	7,5
43	1268	129844	77337	90891	0,05	7,5
44	1162	126644	72851	88650	0,05	7,5
45	1164	128706	72919	90094	0,05	7,5
46	1501	128680	72942	90076	0,05	7,5
47	1487	127875	74825	89512	0,05	7,5
48	1475	127204	77369	89043	0,05	7,5
49	1407	123611	77723	86528	0,05	7,5
50	1572	131896	86850	92328	0,05	7,5
51	1645	134389	91743	94073	0,05	7,5
52	1627	131250	92193	91875	0,05	7,5
53	1609	127149	91734	89004	0,05	7,5
54	1565	120824	89310	84577	0,05	7,5
55	1539	114462	86751	80123	0,05	7,5
56	1492	106224	82483	74357	0,05	7,5
57	1452	102575	77702	71803	0,05	7,5
58	1401	100483	71769	70338	0,05	7,5
59	1045	98293	67921	68805	0,05	7,5
60	991	91152	65545	63807	0,05	7,5
61	943	82053	63423	57437	0,05	7,5
62	877	71510	60433	50057	0,05	7,5
63	798	64276	56804	44993	0,05	7,5
64	723	61184	31844	42829	0,05	7,5
65	542	53233	16608	37263	0,05	7,5
66	312	32748	36292	22924	0,05	7,5
67	311	17643	30500	12350	0,05	7,5
68	261	28453	3265	19917	0,05	7,5
69	104	6315	385	4421	0,05	7,5
70	0	0	0	0	0,05	7,5

Maximum soil stress : q_{v;n;max} = 349 kN/m²
 Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads) : q_{traffic;max} = 42 kN/m²
 Maximum reduced soil stress : q_{v;n;max} = 42 kN/m²
 Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)
 only for verticals in deep situation : k_{v;max} = 134389 kN/m³
 Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)
 only for verticals in deep situation : k_{v;max} = 268779 kN/m³

4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
30	za,ma-fi,ma (NA)	Calculated with E100
29	terp	Calculated with E100
28	za-kl,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100
27	ve,sl (NA)	Calculated with E100
26	ve,sl (NA)	Calculated with E100
25	za-hu,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100
24	za,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
23	za-si,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
22	za,ma-fi,ma (NA)	Calculated with E100
21	za-si,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
20	za,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
19	kl-si,va (NA)	Calculated with E100
18	za-si,ma-gr,lo (NA)	Calculated with E100

Layer number	Material name	Type of determination
17	kl,va (NA)	Calculated with E100
16	za,ma-fi,ma (NA)	Calculated with E100
15	za-si,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
14	za-si,ma-gr,ma (NA)	Calculated with E100
13	za,ze-gr,ma (NA)	Calculated with E100
12	za-si,ze-gr,ma-va (NA)	Calculated with E100
11	kl,ma (PZWA)	Calculated with E100
10	za-kl,ma-fi,lo (PZWA)	Calculated with E100
9	kl-za,va (PZWA)	Calculated with E100
8	za-si,ma-fi,ma (PZWA)	Calculated with E100
7	za-si,ma-fi,va (PZWA)	Calculated with E100
6	za-si,ma-fi,va (PZWA)-...	Calculated with E100
5	za,ma-fi,va (PZWA)-din	Calculated with E100
4	kl,va (OO)-din	Calculated with E100
3	za,ze-fi,va (OO)-din	Calculated with E100
2	kl,va (OO)-din	Calculated with E100
1	za,ma-fi,va (OO)-din	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (L=-4,889 m)		Vertical 2 (L=0 m)		Vertical 3 (L=5 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	0,000	5,849	0,000	5,738	0,000	5,033
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,033	5,587
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	13,648	27,601	13,389	27,669	13,037	27,808
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	35,488	43,565	35,575	43,638	35,753	43,785
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	43,565	53,461	43,638	53,520	43,785	53,640
15	41,580	44,824	41,627	44,867	41,720	44,953
14	44,824	55,647	44,867	55,681	44,953	55,751
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	4,200	4,637	4,204	4,642	4,212	4,650
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	126,865	131,158	126,934	131,225	127,074	131,361
6	131,158	146,768	131,225	146,828	131,361	146,949
5	146,768	164,744	146,828	164,798	146,949	164,906
4	14,088	14,109	14,096	14,117	14,110	14,131
3	164,897	169,134	164,950	169,186	165,058	169,291
2	14,694	14,890	14,701	14,897	14,716	14,911
1	170,541	173,226	170,592	173,277	170,696	173,379

Layer number	Vertical 4 (L=10 m)		Vertical 5 (L=15 m)		Vertical 6 (L=20,019 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	0,000	3,760	0,000	0,689	n.a.	n.a.
28	3,760	5,739	0,689	5,853	0,000	6,210
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	13,392	27,974	13,657	28,101	14,490	28,513
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 4 (L=10 m)		Vertical 5 (L=15 m)		Vertical 6 (L=20,019 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	35,967	43,962	36,130	44,097	36,660	44,535
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	43,962	53,785	44,097	53,895	44,535	54,254
15	41,833	45,057	41,919	45,137	42,197	45,396
14	45,057	55,835	45,137	55,899	45,396	56,108
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	4,222	4,660	4,230	4,667	4,256	4,692
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	127,244	131,524	127,373	131,650	127,795	132,058
6	131,524	147,095	131,650	147,207	132,058	147,572
5	147,095	165,036	147,207	165,136	147,572	165,462
4	14,128	14,149	14,142	14,163	14,187	14,207
3	165,189	169,419	165,288	169,516	165,613	169,833
2	14,733	14,929	14,747	14,943	14,791	14,987
1	170,823	173,503	170,919	173,598	171,234	173,908

Layer number	Vertical 7 (L=25,038 m)		Vertical 8 (L=30,057 m)		Vertical 9 (L=35,076 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	6,583	0,000	7,126	0,000	8,224
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	15,361	28,964	16,627	29,654	19,188	31,161
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	37,240	45,015	38,127	45,754	40,064	47,382
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	45,015	54,649	45,754	55,259	47,382	56,614
15	42,505	45,681	42,979	46,123	44,033	47,107
14	45,681	56,340	46,123	56,698	47,107	57,501
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	4,284	4,719	4,327	4,762	4,426	4,858
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	128,261	132,509	128,985	133,209	130,607	134,781
6	132,509	147,977	133,209	148,604	134,781	150,014
5	147,977	165,822	148,604	166,382	150,014	167,643
4	14,236	14,257	14,313	14,334	14,487	14,508
3	165,974	170,184	166,533	170,730	167,793	171,959
2	14,840	15,035	14,916	15,111	15,088	15,283
1	171,582	174,251	172,123	174,784	173,342	175,985

Layer number	Vertical 10 (L=40,095 m)		Vertical 11 (L=45,114 m)		Vertical 12 (L=50,133 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	8,859	0,000	9,350	0,000	10,039
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 10 (L=40,095 m)		Vertical 11 (L=45,114 m)		Vertical 12 (L=50,133 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
26	n.a.	n.a.	0,094	0,094	0,105	0,105
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	26,578	26,585	28,051	28,370	30,118	30,703
23	20,677	32,093	22,065	32,735	23,880	33,724
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	32,093	32,095	32,735	32,861	33,724	33,966
20	41,265	48,400	42,250	49,051	43,670	50,092
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	4,494	4,495	4,592	4,620	4,748	4,805
16	48,403	57,467	49,244	57,934	50,466	58,737
15	44,697	47,725	45,060	47,980	45,684	48,482
14	47,725	58,009	47,980	58,237	48,482	58,668
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	91,158	91,162	91,515	91,721	92,193	92,598
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	58,012	58,015	58,368	58,508	58,926	59,201
9	4,489	4,920	4,551	4,967	4,637	5,040
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	131,641	135,785	132,433	136,632	133,634	137,875
6	135,785	150,918	136,632	151,740	137,875	152,919
5	150,918	168,452	151,740	169,189	152,919	170,247
4	14,599	14,620	14,701	14,722	14,849	14,869
3	168,602	172,748	169,338	173,467	170,395	174,499
2	15,199	15,394	15,301	15,495	15,446	15,640
1	174,125	176,756	174,838	177,458	175,862	178,467

Layer number	Vertical 13 (L=55,152 m)		Vertical 14 (L=60,171 m)		Vertical 15 (L=65,19 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	10,524	0,000	12,233	0,000	14,066
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,113	0,113	0,144	0,144	0,180	0,180
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	31,573	32,405	36,698	37,651	42,198	43,233
23	25,204	34,418	29,284	37,272	33,626	40,554
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	34,418	34,772	37,272	37,707	40,554	41,053
20	44,706	50,814	48,480	53,990	52,783	57,722
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	4,858	4,943	5,353	5,463	5,958	6,091
16	51,363	59,272	54,678	61,940	58,525	65,145
15	46,101	48,791	48,175	50,674	50,668	52,972
14	48,791	58,941	50,674	60,526	52,972	62,479
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	92,622	93,224	95,113	95,893	98,182	99,125
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	59,324	59,732	61,023	61,550	63,079	63,716
9	4,704	5,093	4,935	5,307	5,216	5,571
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	134,510	138,802	138,023	142,285	142,271	146,484
6	138,802	153,815	142,285	157,023	146,484	160,893
5	153,815	171,052	157,023	173,943	160,893	177,445
4	14,961	14,982	15,368	15,388	15,866	15,886
3	171,199	175,284	174,087	178,106	177,586	181,527
2	15,558	15,751	15,961	16,153	16,454	16,644
1	176,642	179,235	179,442	181,996	182,839	185,346

Layer number	Vertical 16 (L=70,209 m)		Vertical 17 (L=75,228 m)		Vertical 18 (L=80,247 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	13,716	0,000	13,431	0,000	13,261
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,173	0,173	0,168	0,168	0,164	0,164
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	41,149	42,418	40,293	41,801	39,784	41,523
23	32,992	39,809	32,512	39,186	32,296	38,780
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	39,809	40,417	39,186	39,906	38,780	39,610
20	51,965	56,810	51,308	56,042	50,927	55,525
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	5,808	5,968	5,683	5,871	5,599	5,814
16	57,787	64,264	57,195	63,511	56,852	62,978
15	49,983	52,239	49,397	51,599	48,983	51,122
14	52,239	61,875	51,599	61,352	51,122	60,969
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	97,232	98,373	96,411	97,751	95,808	97,347
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	62,601	63,369	62,205	63,106	61,948	62,981
9	5,170	5,514	5,136	5,468	5,120	5,440
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	141,364	145,677	140,626	145,037	140,172	144,670
6	145,677	160,215	145,037	159,690	144,670	159,414
5	160,215	176,830	159,690	176,354	159,414	176,104
4	15,778	15,798	15,710	15,730	15,674	15,695
3	176,972	180,927	176,496	180,461	176,247	180,217
2	16,367	16,558	16,300	16,491	16,264	16,455
1	182,242	184,758	181,780	184,302	181,538	184,063

Layer number	Vertical 19 (L=85,266 m)		Vertical 20 (L=90,285 m)		Vertical 21 (L=95,304 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	13,367	0,000	13,583	0,000	13,723
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,166	0,166	0,171	0,171	0,173	0,175
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	40,101	42,037	40,771	42,882	41,334	43,621
23	32,695	38,887	33,353	39,216	33,927	39,482
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	38,887	39,816	39,216	40,239	39,482	40,599
20	51,193	55,600	51,736	55,933	52,198	56,194
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	5,611	5,853	5,665	5,933	5,707	6,002
16	57,088	62,968	57,574	63,187	57,988	63,342
15	48,975	51,034	49,145	51,117	49,266	51,153
14	51,034	60,912	51,117	60,998	51,153	61,045
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	95,719	97,450	95,854	97,772	95,928	98,034
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	62,013	63,172	62,219	63,500	62,385	63,790
9	5,145	5,452	5,188	5,482	5,225	5,508
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	140,371	144,938	140,854	145,481	141,258	145,947
6	144,938	159,714	145,481	160,263	145,947	160,742
5	159,714	176,376	160,263	176,873	160,742	177,307
4	15,713	15,733	15,784	15,804	15,846	15,866
3	176,518	180,483	177,015	180,969	177,449	181,393

Layer number	Vertical 19 (L=85,266 m)		Vertical 20 (L=90,285 m)		Vertical 21 (L=95,304 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	16,303	16,494	16,373	16,564	16,434	16,625
1	181,801	184,323	182,284	184,798	182,705	185,214

Layer number	Vertical 22 (L=100,323 m)		Vertical 23 (L=105,342 m)		Vertical 24 (L=110,361 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	15,138	0,000	18,279	0,000	19,123
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,203	0,205	0,274	0,277	0,295	0,297
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	45,697	47,959	55,125	57,211	57,663	59,872
23	37,301	42,208	44,497	48,502	46,567	50,232
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	42,208	43,348	48,502	49,579	50,232	51,351
20	55,733	59,333	63,744	66,774	66,023	68,817
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	6,226	6,540	7,521	7,846	7,893	8,239
16	61,188	66,071	68,563	72,761	70,686	74,576
15	51,388	53,123	56,592	58,101	58,003	59,407
14	53,123	62,721	58,101	67,004	59,407	68,155
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	98,561	100,796	105,292	107,560	107,101	109,501
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	64,143	65,633	68,447	69,960	69,682	71,282
9	5,469	5,736	6,057	6,306	6,241	6,477
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	144,893	149,540	153,732	158,187	156,319	160,770
6	149,540	164,066	158,187	172,037	160,770	174,467
5	164,066	180,326	172,037	187,608	174,467	189,838
4	16,280	16,300	17,345	17,364	17,676	17,695
3	180,466	184,346	187,742	191,474	189,971	193,660
2	16,865	17,054	17,920	18,107	18,248	18,434
1	185,637	188,107	192,718	195,098	194,890	197,244

Layer number	Vertical 25 (L=115,38 m)		Vertical 26 (L=120,399 m)		Vertical 27 (L=125,418 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	19,268	0,000	19,283	0,000	18,838
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,299	0,301	0,299	0,302	0,288	0,291
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	58,118	60,519	58,183	60,790	56,878	59,754
23	47,071	50,524	47,281	50,546	46,475	49,615
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	50,524	51,716	50,546	51,815	49,615	50,987
20	66,492	69,131	66,619	69,118	65,555	67,954
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	7,951	8,320	7,948	8,342	7,735	8,156
16	71,122	74,802	71,240	74,726	70,245	73,586
15	58,179	59,510	58,120	59,383	57,233	58,445
14	59,510	68,260	59,383	68,164	58,445	67,364
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	107,265	109,830	107,114	109,852	105,857	108,797
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	69,892	71,599	69,906	71,725	69,234	71,183
9	6,286	6,509	6,304	6,515	6,228	6,428
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 25 (L=115,38 m)		Vertical 26 (L=120,399 m)		Vertical 27 (L=125,418 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
7	156,807	161,313	156,896	161,466	155,583	160,258
6	161,313	175,018	161,466	175,211	160,258	174,150
5	175,018	190,345	175,211	190,522	174,150	189,548
4	17,751	17,771	17,778	17,797	17,632	17,652
3	190,477	194,157	190,654	194,331	189,680	193,375
2	18,323	18,509	18,350	18,535	18,206	18,391
1	195,384	197,732	195,556	197,902	194,606	196,964

Layer number	Vertical 28 (L=130,437 m)		Vertical 29 (L=135,456 m)		Vertical 30 (L=140,475 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	18,637	0,000	18,969	0,000	19,374
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,283	0,286	0,291	0,294	0,301	0,305
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	56,300	59,417	57,312	60,586	58,539	61,953
23	46,213	49,190	47,122	49,868	48,185	50,699
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	49,190	50,654	49,868	51,391	50,699	52,276
20	65,126	67,402	66,075	68,181	67,213	69,148
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	7,635	8,082	7,776	8,246	7,954	8,445
16	69,843	73,010	70,727	73,665	71,790	74,497
15	56,786	57,936	57,295	58,365	57,942	58,930
14	57,936	66,937	58,365	67,324	58,930	67,830
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	105,187	108,316	105,795	109,077	106,590	110,017
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	68,929	71,000	69,413	71,582	70,011	72,274
9	6,202	6,391	6,284	6,460	6,381	6,545
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	155,019	159,779	156,068	160,863	157,350	162,174
6	159,779	173,761	160,863	174,811	162,174	176,070
5	173,761	189,190	174,811	190,155	176,070	191,312
4	17,579	17,599	17,723	17,743	17,896	17,915
3	189,323	193,025	190,287	193,970	191,444	195,105
2	18,153	18,339	18,295	18,481	18,467	18,652
1	194,258	196,620	195,198	197,548	196,326	198,663

Layer number	Vertical 31 (L=145,494 m)		Vertical 32 (L=150,513 m)		Vertical 33 (L=155,532 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	17,979	0,000	14,856	0,000	11,446
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,267	0,271	0,197	0,201	0,130	0,135
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	54,406	58,280	45,163	50,015	35,141	41,497
23	45,329	47,808	38,901	41,551	32,275	35,174
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	47,808	49,559	41,551	43,647	35,174	37,735
20	63,719	65,615	56,118	58,100	48,517	50,611
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	7,314	7,840	6,020	6,598	4,827	5,463
16	68,529	71,162	61,523	64,224	54,677	57,455
15	55,348	56,309	49,952	50,934	44,687	45,692
14	56,309	65,581	50,934	61,045	45,692	56,763
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 31 (L=145,494 m)		Vertical 32 (L=150,513 m)		Vertical 33 (L=155,532 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	103,056	106,770	95,928	100,093	89,199	93,861
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	67,945	70,388	63,695	66,417	59,730	62,752
9	6,117	6,271	5,574	5,720	5,090	5,227
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	153,196	158,216	144,635	150,014	136,713	142,468
6	158,216	172,483	150,014	165,046	142,468	158,276
5	172,483	188,016	165,046	181,218	158,276	175,075
4	17,405	17,425	16,409	16,429	15,528	15,549
3	188,150	191,874	181,357	185,218	175,218	179,212
2	17,980	18,166	16,992	17,181	16,119	16,311
1	193,115	195,491	186,503	188,962	180,540	183,078

Layer number	Vertical 34 (L=160,551 m)		Vertical 35 (L=165,57 m)		Vertical 36 (L=170,589 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	8,426	0,000	7,692	0,000	8,099
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,079	0,085	0,069	0,075	0,075	0,081
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	26,404	34,778	24,355	33,619	25,561	34,801
23	27,050	30,158	26,148	29,050	27,067	29,582
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	30,158	33,232	29,050	32,355	29,582	32,957
20	42,727	44,882	41,599	43,595	42,373	44,122
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	3,983	4,675	3,802	4,530	3,876	4,629
16	49,610	52,387	48,640	51,195	49,301	51,551
15	40,745	41,747	39,818	40,742	40,095	40,912
14	41,747	53,657	40,742	52,898	40,912	53,049
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	84,318	89,443	83,126	88,530	83,363	88,961
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	56,919	60,216	56,337	59,802	56,611	60,194
9	4,765	4,891	4,713	4,827	4,762	4,863
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	131,162	137,229	130,077	136,271	130,694	136,940
6	137,229	153,636	136,271	152,840	136,940	153,496
5	153,636	170,891	152,840	170,177	153,496	170,765
4	14,939	14,959	14,839	14,859	14,921	14,942
3	171,038	175,127	170,324	174,430	170,913	175,004
2	15,536	15,729	15,437	15,630	15,518	15,711
1	176,486	179,082	175,794	178,400	176,364	178,962

Layer number	Vertical 37 (L=175,608 m)		Vertical 38 (L=180,627 m)		Vertical 39 (L=185,646 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	8,553	0,000	8,214	0,000	7,280
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,081	0,088	0,076	0,083	0,063	0,070
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	26,907	36,087	25,985	35,695	23,394	34,159
23	28,068	30,209	27,763	29,629	26,568	28,200
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	30,209	33,642	29,629	33,244	28,200	32,104
20	43,254	44,759	42,742	44,052	41,277	42,411
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 37 (L=175,608 m)		Vertical 38 (L=180,627 m)		Vertical 39 (L=185,646 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
17	3,966	4,743	3,866	4,676	3,638	4,488
16	50,058	52,005	49,615	51,305	48,356	49,807
15	40,449	41,159	39,904	40,522	38,738	39,271
14	41,159	53,258	40,522	52,787	39,271	51,852
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	83,692	89,477	82,952	88,993	81,482	87,837
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	56,940	60,636	56,632	60,480	55,896	59,926
9	4,818	4,907	4,798	4,874	4,728	4,792
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	131,419	137,711	130,879	137,274	129,490	136,031
6	137,711	154,242	137,274	153,911	136,031	152,863
5	154,242	171,437	153,911	171,139	152,863	170,197
4	15,015	15,036	14,973	14,994	14,842	14,862
3	171,583	175,659	171,286	175,369	170,344	174,449
2	15,611	15,804	15,570	15,763	15,439	15,633
1	177,014	179,602	176,726	179,318	175,813	178,419

Layer number	Vertical 40 (L=190,665 m)		Vertical 41 (L=195,684 m)		Vertical 42 (L=200,703 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	6,980	0,000	6,982	0,000	6,778
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	0,059	0,067	0,059	0,067	0,056	0,064
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	22,612	33,933	22,672	34,276	22,160	34,242
23	26,393	27,717	26,659	27,653	26,633	27,305
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	27,717	31,809	27,653	31,880	27,305	31,707
20	40,897	41,817	40,988	41,682	40,766	41,236
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	3,557	4,440	3,539	4,451	3,478	4,423
16	48,031	49,205	48,107	48,992	47,916	48,515
15	38,270	38,703	38,105	38,433	37,734	37,957
14	38,703	51,444	38,433	51,260	37,957	50,925
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	80,840	87,453	80,552	87,400	80,024	87,127
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	55,652	59,833	55,618	59,935	55,444	59,908
9	4,717	4,768	4,729	4,768	4,726	4,752
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	129,080	135,720	129,085	135,805	128,814	135,627
6	135,720	152,645	135,805	152,780	135,627	152,681
5	152,645	170,001	152,780	170,122	152,681	170,034
4	14,814	14,835	14,831	14,852	14,819	14,840
3	170,149	174,259	170,270	174,377	170,181	174,290
2	15,412	15,606	15,429	15,623	15,417	15,611
1	175,624	178,233	175,741	178,348	175,655	178,263

Layer number	Vertical 43 (L=205,722 m)		Vertical 44 (L=210,741 m)		Vertical 45 (L=215,76 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	0,000	6,082	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,000	0,004
26	0,047	0,056	0,000	0,007	0,004	0,008
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	20,323	33,393	5,339	27,407	5,841	27,546
23	25,972	26,328	21,317	21,338	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 43 (L=205,722 m)		Vertical 44 (L=210,741 m)		Vertical 45 (L=215,76 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	27,546	27,813
21	26,328	31,001	21,338	27,043	21,632	27,097
20	39,858	40,105	34,769	34,783	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,656	2,659
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	11,621	11,665
17	3,327	4,309	2,649	3,709	2,675	3,697
16	47,143	47,456	42,925	42,942	n.a.	n.a.
15	36,910	37,027	33,399	33,405	n.a.	n.a.
14	37,027	50,256	33,405	47,672	33,318	47,353
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	60,883	61,335
12	78,974	86,377	74,913	82,905	74,965	82,964
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,861	3,864
10	54,967	59,602	52,758	57,710	52,825	57,605
9	4,688	4,701	4,452	4,452	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	57,605	57,779
7	127,946	134,883	123,676	130,923	123,811	131,174
6	134,883	152,080	130,923	148,640	131,174	148,759
5	152,080	169,494	148,640	166,414	148,759	166,521
4	14,744	14,764	14,317	14,338	14,332	14,353
3	169,642	173,764	166,565	170,761	166,671	170,865
2	15,343	15,536	14,921	15,116	14,935	15,130
1	175,133	177,749	172,154	174,814	172,257	174,916

Layer number	Vertical 46 (L=220,779 m)		Vertical 47 (L=225,798 m)		Vertical 48 (L=230,817 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	0,000	0,009	0,000	0,009	0,000	0,010
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	6,640	27,592	6,587	26,842	7,091	26,216
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	27,592	28,135	26,842	27,682	26,216	27,362
21	21,883	27,101	21,531	26,618	21,281	26,214
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	2,657	2,663	2,581	2,590	2,519	2,531
18	11,631	11,721	11,433	11,571	11,269	11,456
17	2,696	3,677	2,641	3,586	2,599	3,507
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	33,203	46,998	32,690	46,359	32,240	45,761
13	60,426	61,359	59,605	61,029	58,836	60,760
12	74,994	82,990	74,591	82,626	74,262	82,329
11	3,863	3,870	3,836	3,846	3,814	3,828
10	52,872	57,465	52,672	57,096	52,515	56,765
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	57,465	57,822	57,096	57,639	56,765	57,496
7	123,905	131,389	123,513	131,145	123,205	130,981
6	131,389	148,837	131,145	148,510	130,981	148,255
5	148,837	166,590	148,510	166,299	148,255	166,070
4	14,342	14,363	14,302	14,322	14,270	14,291
3	166,741	170,933	166,450	170,649	166,222	170,426
2	14,945	15,140	14,905	15,100	14,874	15,069
1	172,324	174,982	172,043	174,705	171,822	174,487

Layer number	Vertical 49 (L=235,836 m)		Vertical 50 (L=240,855 m)		Vertical 51 (L=245,874 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 49 (L=235,836 m)		Vertical 50 (L=240,855 m)		Vertical 51 (L=245,874 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	0,000	6,801	0,000	8,762
24	0,000	22,246	20,404	31,195	26,286	34,750
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	22,246	23,912	31,195	32,643	34,750	36,271
21	18,598	23,864	25,389	29,284	28,211	31,593
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	2,167	2,183	3,007	3,025	3,395	3,415
18	10,274	10,531	12,596	12,848	13,589	13,863
17	2,271	3,164	3,122	3,919	3,526	4,264
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	30,230	44,076	34,555	46,873	36,425	47,999
13	56,669	59,159	60,265	63,076	61,712	64,911
12	72,306	80,569	77,092	84,891	79,335	86,933
11	3,684	3,702	4,005	4,027	4,160	4,185
10	51,429	55,572	54,202	57,965	55,527	59,027
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	55,572	56,506	57,965	59,041	59,027	60,259
7	121,084	129,116	126,515	134,346	129,127	136,928
6	129,116	146,496	134,346	151,017	136,928	153,211
5	146,496	164,503	151,017	168,541	153,211	170,510
4	14,055	14,076	14,611	14,632	14,885	14,906
3	164,655	168,899	168,690	172,834	170,657	174,755
2	14,661	14,857	15,211	15,406	15,483	15,676
1	170,307	172,996	174,211	176,840	176,116	178,717

Layer number	Vertical 52 (L=250,893 m)		Vertical 53 (L=255,912 m)		Vertical 54 (L=260,931 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	0,000	8,912	0,000	9,177	0,000	9,075
24	26,737	34,516	27,532	34,559	27,225	33,724
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	34,516	36,261	34,559	36,516	33,724	35,944
21	28,203	31,417	28,401	31,425	27,956	30,851
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	3,365	3,388	3,367	3,392	3,269	3,298
18	13,521	13,835	13,532	13,884	13,295	13,693
17	3,515	4,215	3,535	4,196	3,457	4,083
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	36,163	47,529	36,062	47,179	35,452	46,437
13	61,109	64,789	60,659	64,815	59,705	64,378
12	79,187	86,797	79,219	86,826	78,684	86,339
11	4,150	4,178	4,152	4,184	4,115	4,151
10	55,470	58,794	55,518	58,659	55,239	58,214
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	58,794	60,207	58,659	60,251	58,214	59,994
7	129,015	136,943	129,110	137,153	128,559	136,756
6	136,943	153,117	137,153	153,197	136,756	152,733
5	153,117	170,425	153,197	170,497	152,733	170,080
4	14,874	14,894	14,884	14,904	14,825	14,846
3	170,573	174,672	170,644	174,742	170,228	174,336
2	15,471	15,665	15,481	15,674	15,423	15,617
1	176,034	178,637	176,104	178,706	175,700	178,308

Layer number	Vertical 55 (L=265,95 m)		Vertical 56 (L=270,969 m)		Vertical 57 (L=275,988 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	0,000	9,329	0,000	9,298	0,000	9,506
24	27,988	33,957	27,895	33,513	28,519	33,669
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	33,957	36,376	33,513	36,178	33,669	36,536
21	28,292	30,984	28,138	30,670	28,417	30,753
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	3,291	3,323	3,238	3,273	3,252	3,290
18	13,359	13,794	13,232	13,711	13,275	13,791
17	3,498	4,084	3,464	4,013	3,497	4,006
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	35,457	46,162	35,071	45,583	35,031	45,268
13	59,351	64,503	58,607	64,274	58,201	64,359
12	78,837	86,478	78,557	86,223	78,661	86,318
11	4,126	4,165	4,106	4,149	4,113	4,160
10	55,357	58,144	55,226	57,836	55,315	57,739
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	58,144	60,103	57,836	59,982	57,739	60,064
7	128,792	137,095	128,532	136,972	128,709	137,258
6	137,095	152,929	136,972	152,710	137,258	152,859
5	152,929	170,256	152,710	170,060	152,859	170,193
4	14,850	14,871	14,823	14,843	14,841	14,862
3	170,404	174,507	170,208	174,316	170,341	174,446
2	15,448	15,641	15,421	15,614	15,439	15,633
1	175,871	178,476	175,681	178,289	175,810	178,416

Layer number	Vertical 58 (L=281,007 m)		Vertical 59 (L=286,026 m)		Vertical 60 (L=291,045 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	0,000	9,649	0,000	9,865	0,000	9,935
24	28,946	33,666	29,595	33,863	29,805	33,682
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	33,666	36,745	33,863	37,136	33,682	37,180
21	28,580	30,730	28,883	30,840	28,918	30,699
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	3,248	3,289	3,267	3,310	3,243	3,289
18	13,273	13,828	13,327	13,919	13,274	13,907
17	3,512	3,982	3,549	3,979	3,544	3,935
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	34,899	44,878	34,884	44,577	34,645	44,099
13	57,701	64,361	57,314	64,468	56,699	64,376
12	78,663	86,320	78,794	86,439	78,682	86,337
11	4,114	4,164	4,123	4,176	4,115	4,172
10	55,346	57,585	55,451	57,502	55,416	57,284
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	57,585	60,093	57,502	60,189	57,284	60,157
7	128,770	137,436	128,977	137,749	128,908	137,804
6	137,436	152,911	137,749	153,085	137,804	153,027
5	152,911	170,240	153,085	170,396	153,027	170,344
4	14,848	14,868	14,870	14,890	14,862	14,883
3	170,387	174,491	170,544	174,644	170,492	174,593

Layer number	Vertical 58 (L=281,007 m)		Vertical 59 (L=286,026 m)		Vertical 60 (L=291,045 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	15,445	15,639	15,467	15,661	15,460	15,653
1	175,855	178,460	176,006	178,609	175,956	178,560

Layer number	Vertical 61 (L=296,064 m)		Vertical 62 (L=301,083 m)		Vertical 63 (L=306,102 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	0,000	10,237	0,000	10,312	0,000	10,293
24	30,712	34,126	30,936	33,966	30,879	33,547
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	34,126	37,789	33,966	37,850	33,547	37,682
21	29,392	30,974	29,439	30,847	29,308	30,548
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	3,290	3,339	3,268	3,320	3,217	3,273
18	13,398	14,064	13,351	14,058	13,232	13,983
17	3,608	3,959	3,606	3,918	3,575	3,849
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	34,777	43,909	34,549	43,432	34,168	42,828
13	56,454	64,613	55,841	64,532	55,065	64,316
12	78,972	86,601	78,872	86,511	78,608	86,270
11	4,135	4,196	4,128	4,192	4,110	4,178
10	55,612	57,290	55,585	57,078	55,463	56,773
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	57,290	60,338	57,078	60,312	56,773	60,200
7	129,296	138,287	129,241	138,355	129,000	138,250
6	138,287	153,353	138,355	153,307	138,250	153,104
5	153,353	170,637	153,307	170,596	153,104	170,414
4	14,903	14,924	14,897	14,918	14,872	14,893
3	170,785	174,879	170,743	174,839	170,561	174,661
2	15,500	15,694	15,495	15,688	15,469	15,663
1	176,240	178,840	176,200	178,800	176,023	178,626

Layer number	Vertical 64 (L=311,121 m)		Vertical 65 (L=316,14 m)		Vertical 66 (L=321,159 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	0,000	10,509	0,000	8,995	0,000	8,171
24	31,528	33,782	26,984	29,165	24,514	26,432
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	33,782	38,095	29,165	34,295	26,432	32,246
21	29,630	30,683	26,674	27,647	25,080	25,908
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	3,240	3,298	2,743	2,806	2,472	2,540
18	13,296	14,083	12,019	12,926	11,293	12,298
17	3,616	3,850	3,152	3,354	2,911	3,075
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	34,174	42,530	31,351	39,976	29,696	38,356
13	54,682	64,442	51,397	62,150	49,314	60,919
12	78,762	86,410	75,961	83,865	74,457	82,505
11	4,121	4,192	3,928	4,004	3,827	3,906
10	55,581	56,702	54,009	54,970	53,185	53,965
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	56,702	60,309	54,970	58,863	53,965	58,108

Layer number	Vertical 64 (L=311,121 m)		Vertical 65 (L=316,14 m)		Vertical 66 (L=321,159 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
7	129,233	138,586	126,136	135,824	124,517	134,445
6	138,586	153,301	135,824	150,699	134,445	149,347
5	153,301	170,590	150,699	168,256	149,347	167,046
4	14,897	14,917	14,572	14,593	14,405	14,425
3	170,737	174,833	168,405	172,556	167,196	171,377
2	15,494	15,687	15,172	15,367	15,007	15,202
1	176,194	178,794	173,935	176,569	172,765	175,416

Layer number	Vertical 67 (L=326,178 m)		Vertical 68 (L=331,197 m)		Vertical 69 (L=336,216 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	0,000	7,558	0,000	8,093	0,000	8,271
24	22,673	24,230	24,278	25,253	24,813	25,284
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	24,230	30,721	25,253	31,779	25,284	32,047
21	23,894	24,544	24,717	25,135	24,926	25,129
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	2,267	2,340	2,355	2,430	2,354	2,432
18	10,729	11,827	10,986	12,105	10,992	12,155
17	2,735	2,860	2,838	2,920	2,857	2,897
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	28,377	36,995	28,753	36,936	28,610	36,473
13	47,566	60,000	47,489	60,424	46,893	60,441
12	73,333	81,492	73,851	81,959	73,872	81,977
11	3,752	3,836	3,786	3,873	3,788	3,878
10	52,580	53,171	52,904	53,293	52,946	53,137
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	53,171	57,555	53,293	57,851	53,137	57,890
7	123,333	133,472	123,967	134,182	124,050	134,382
6	133,472	148,360	134,182	148,888	134,382	148,958
5	148,360	166,165	148,888	166,636	148,958	166,698
4	14,283	14,304	14,348	14,369	14,357	14,377
3	166,316	170,518	166,787	170,977	166,849	171,038
2	14,887	15,082	14,951	15,146	14,959	15,154
1	171,913	174,577	172,369	175,026	172,429	175,085

Layer number	Vertical 70 (L=341,25 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
30	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.
25	0,000	8,558
24	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.
22	25,674	32,584
21	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.
19	2,386	2,467
18	11,090	12,286
17	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.
14	28,668	36,179
13	46,516	60,608

Layer number	Vertical 70 (L=341,25 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	74,077	82,162
11	3,801	3,896
10	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.
8	53,092	58,023
7	124,335	134,762
6	134,762	149,195
5	149,195	166,910
4	14,386	14,407
3	167,061	171,244
2	14,988	15,183
1	172,634	175,287

5 Data for Stress Analysis

5.1 General Data

Equivalent pipeline diameter	:	Do = 450,00 mm
Equivalent wall thickness	:	t = 41,00 mm
Equivalent unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 134389 kN/m ³
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,10 kN/m ³
Bending radius on rollers	:	Rrol = 300,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20

5.2 Buoyancy Control

The friction between soil and pipe is partially caused by buoyancy of the pipeline in the drilling fluid. Uplift forces resulting from buoyancy can be neutralized by filling the pipeline. The optimal volume of fluid placed in the pipe provides the most advantageous distribution of buoyant forces.

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 0%

Uplift forces	:	180	[kg/m]
Weight of pipeline (including filling)	:	51	[kg/m]

Result	:	129	[kg/m] (Pipeline moves upwards)

5.3 Calculation Pulling Force

During the pullback operation the pipe experiences friction which is based on:

- friction between pipe and pipe-roller (f1 = 0,10)
- friction between pipe and drilling fluid (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- friction between pipe and soil (f3 = 0,20)

Due to the friction a pulling force is induced in the pipeline.
The pulling direction of the product pipe is from left to right.

This calculation takes into account that the length of the pipe on the rollers decreases while pulling back the pipeline. During the pull back operation the bore hole is supposed to be stable.

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	18
T2	35	27
T3	116	55
T4	245	90
T5	321	120
T6	350	128

The calculated values for the pulling force are characteristic values (without safety factor). According to article E.1.2.1 of NEN 3650-1:2012 it is recommended to use a total factor for stochastic variation and model uncertainty (f) of at least 1.4 for the stress analysis. In the pipe stress analysis (next chapter), a factor of 1,40 is used and a load factor of 1,00.

The maximum representative pulling force is 492 kN, calculation factor excluded. At this pulling force level the stresses in the pipeline are equal to the maximum allowable stress.

6 Stress Analysis of Pipe: pipe

6.1 Material Data of Pipe: pipe

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 450,00 mm
Wall thickness	:	t = 41,00 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 50,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 350 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 120 degrees
Load angle	:	alpha = 180 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,061
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,083
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,131
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,138
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,089
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 42 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 134389 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 300,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,40
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Results Stress Analysis of Pipe: pipe

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 41,0 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = f_k E \cdot \text{Ib} / (\text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 1,02 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f * f_{\text{install}} * \text{T1}/\text{A} = f * f_{\text{install}} (\text{Lrol} * \text{Q} * f_1)/\text{A} = 0,47 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	1,13	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	1,02	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	3,40	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	4,06	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

Load q_r on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	2,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0150	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,41	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximum tangential stress $\Sigma_{t,max}$	=	0,27	N/mm ²
--	---	------	-------------------

6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
---	---	------	-------------------

6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,37	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	0,24	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

Tangential stress:

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,25	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	2,84	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximum tangential stress $\Sigma_{t,max}$	=	2,01	N/mm ²
--	---	------	-------------------

6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$\Sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,37	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Due to internal pressure :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	3,08	N/mm ²
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	3,32	N/mm ²
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,25	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,84	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	2,01	N/mm ²

6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: pipe

Load combination 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_{ptest}	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axial}	10,00 (short)	1,13	4,06	-	-	-
Sigma_{axial}	8,00 (long)	-	-	-	0,24	3,32
$\text{Sigma}_{tan...}$	10,00 (short)	-	0,27	-	-	-
$\text{Sigma}_{tan...}$	8,00 (long)	-	-	-	2,01	2,01

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 4,1 mm (0,92% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 36,0 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 22,5 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

6.4 Check for Implosion of Pipe: pipe

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 240 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 185 kN/m^2 , this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m^2 .

End of Report

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl

Net op Zee – Nederwiek 1

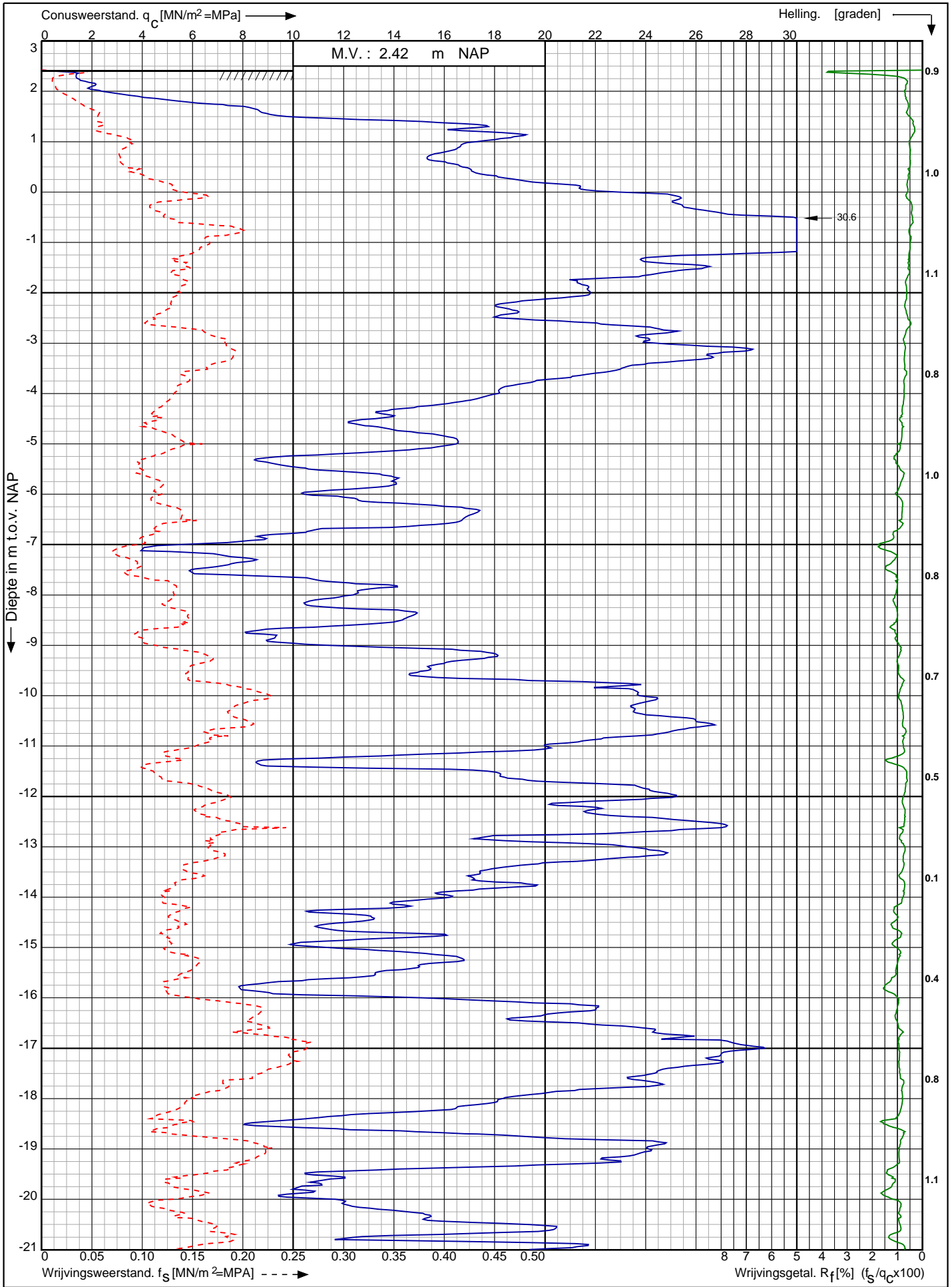
Aanvraag Wbr beschikking

Bijlage 5c: Sonderingsgegevens N57

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142
Datum uitv. : 24-8-2020
Sond. nr. : 28



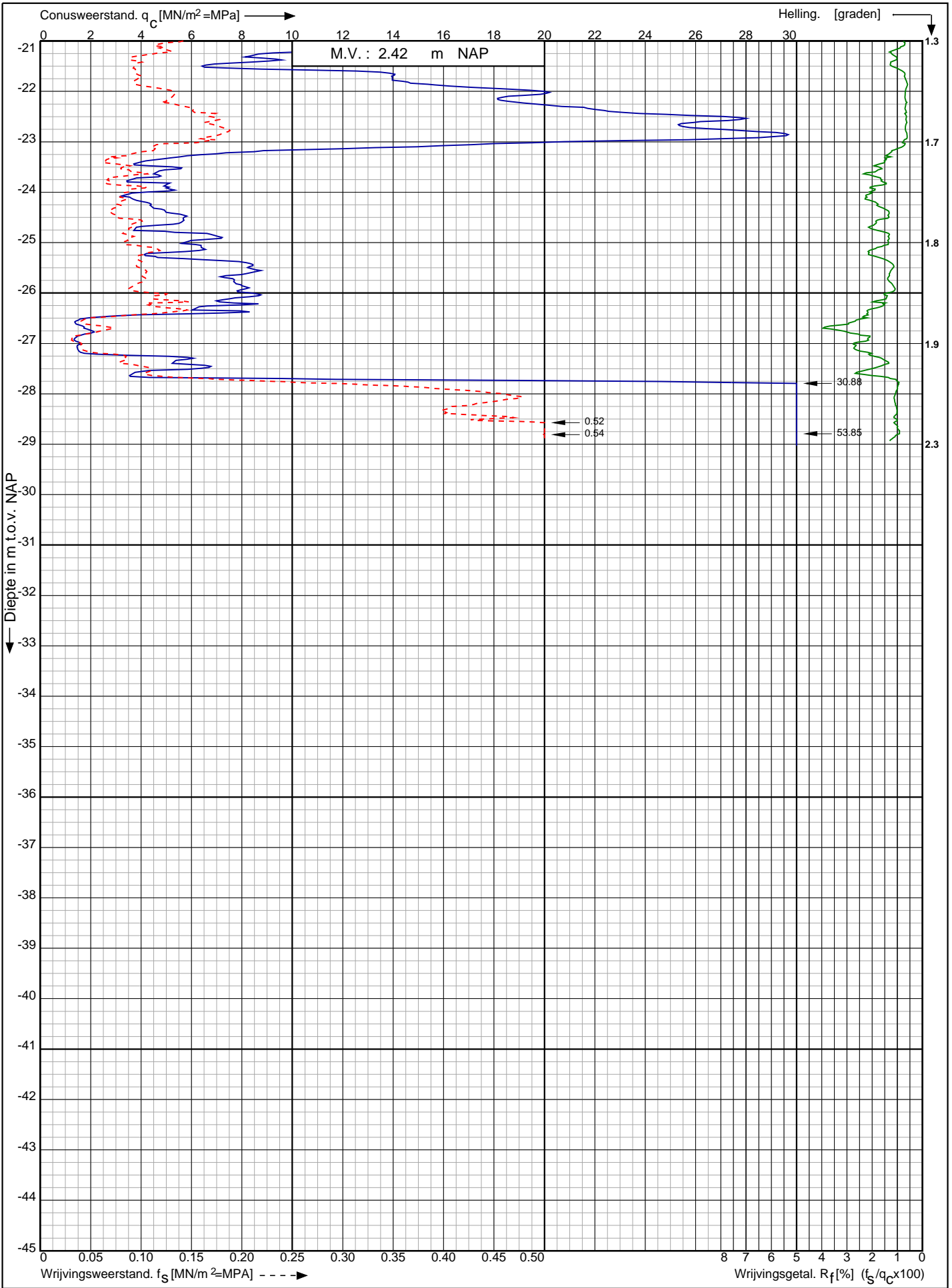
RD-coördinaten : X = 34369.47 Y = 401687.25

0522 - 260 084

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 24-8-2020

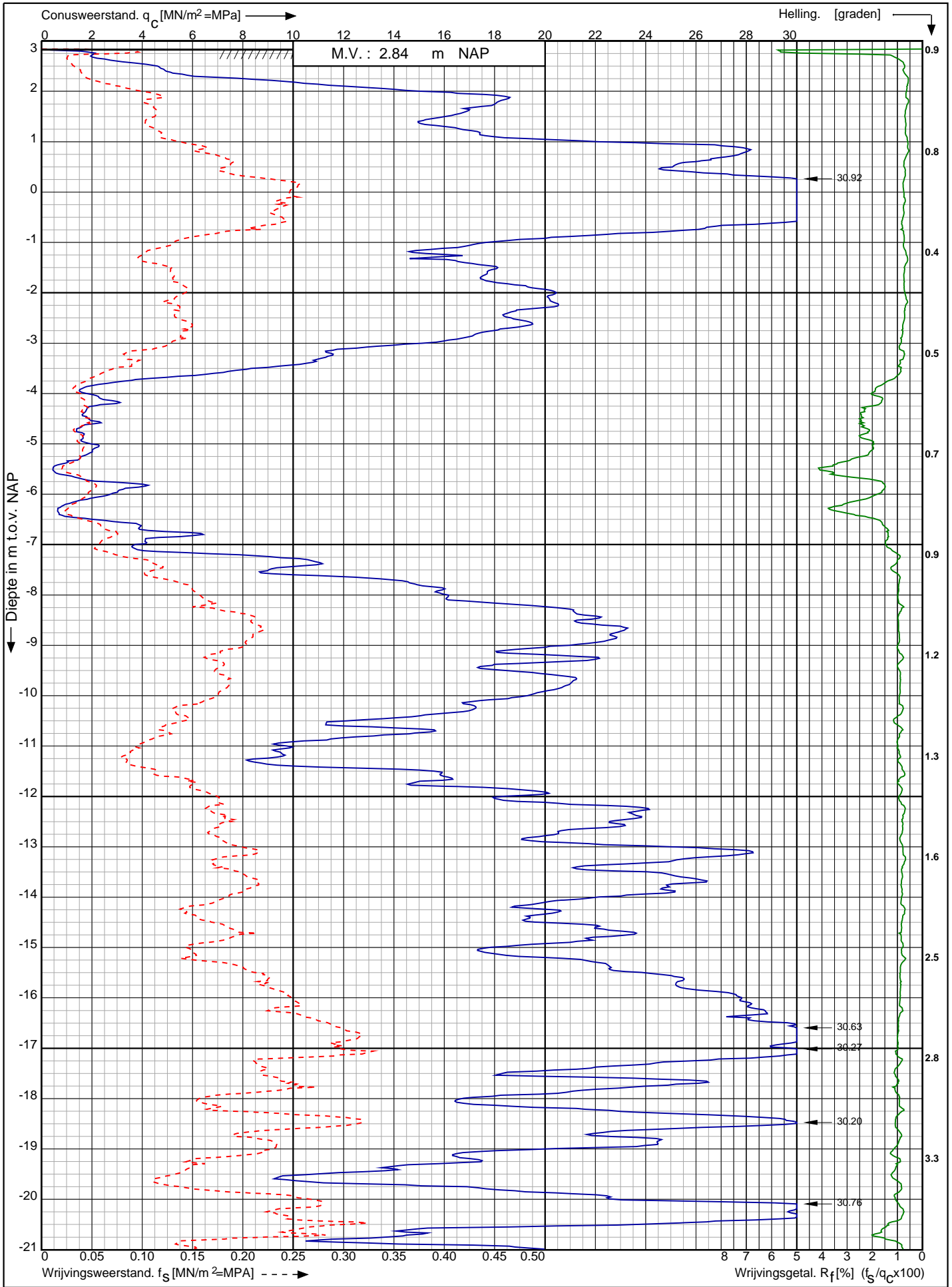
Sond. nr. : 28




0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 34369.47 Y = 401687.25

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 001692

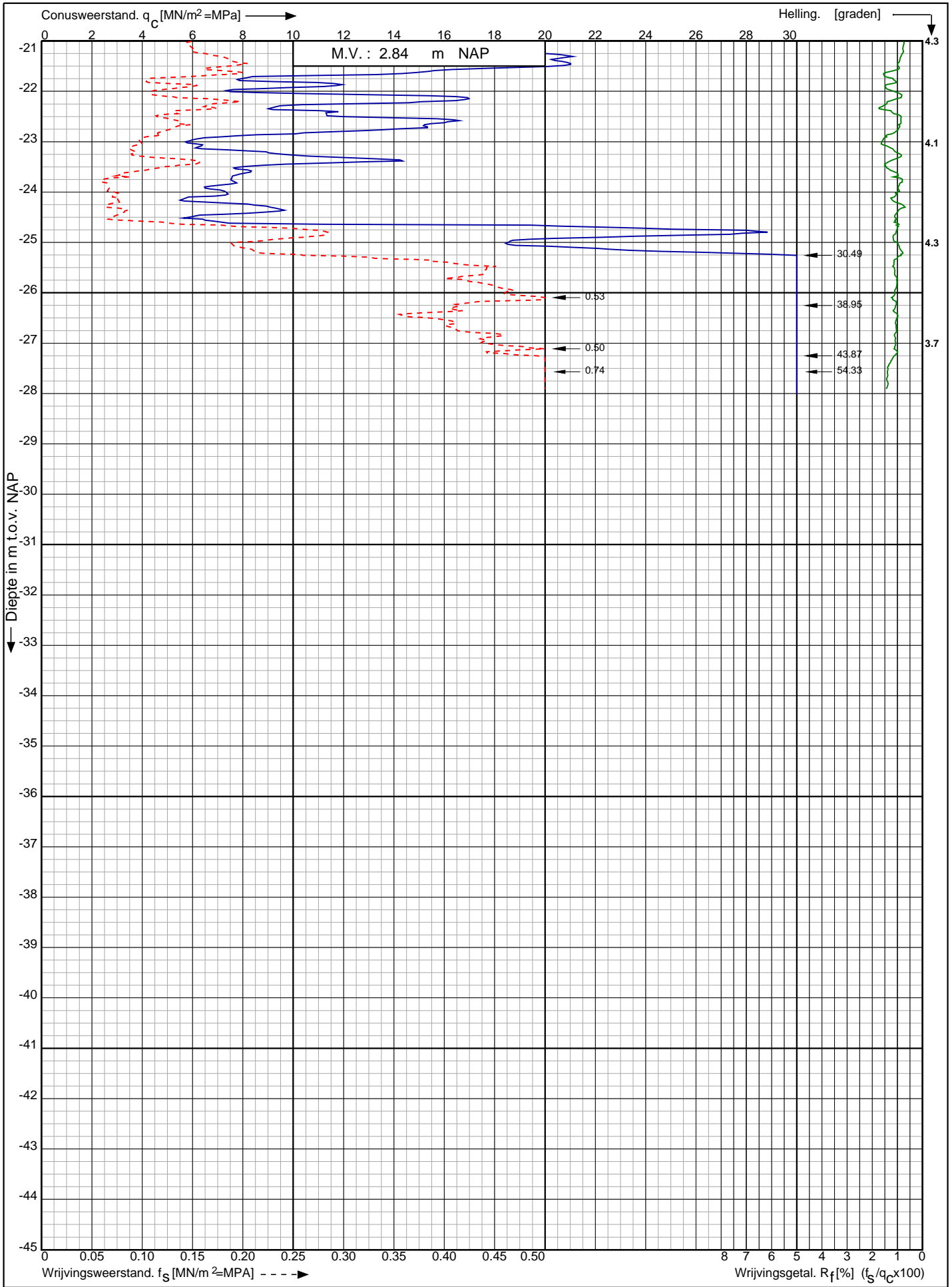


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 34410.61 Y = 401525.32	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 24-8-2020	
	Sond. nr. : 29	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



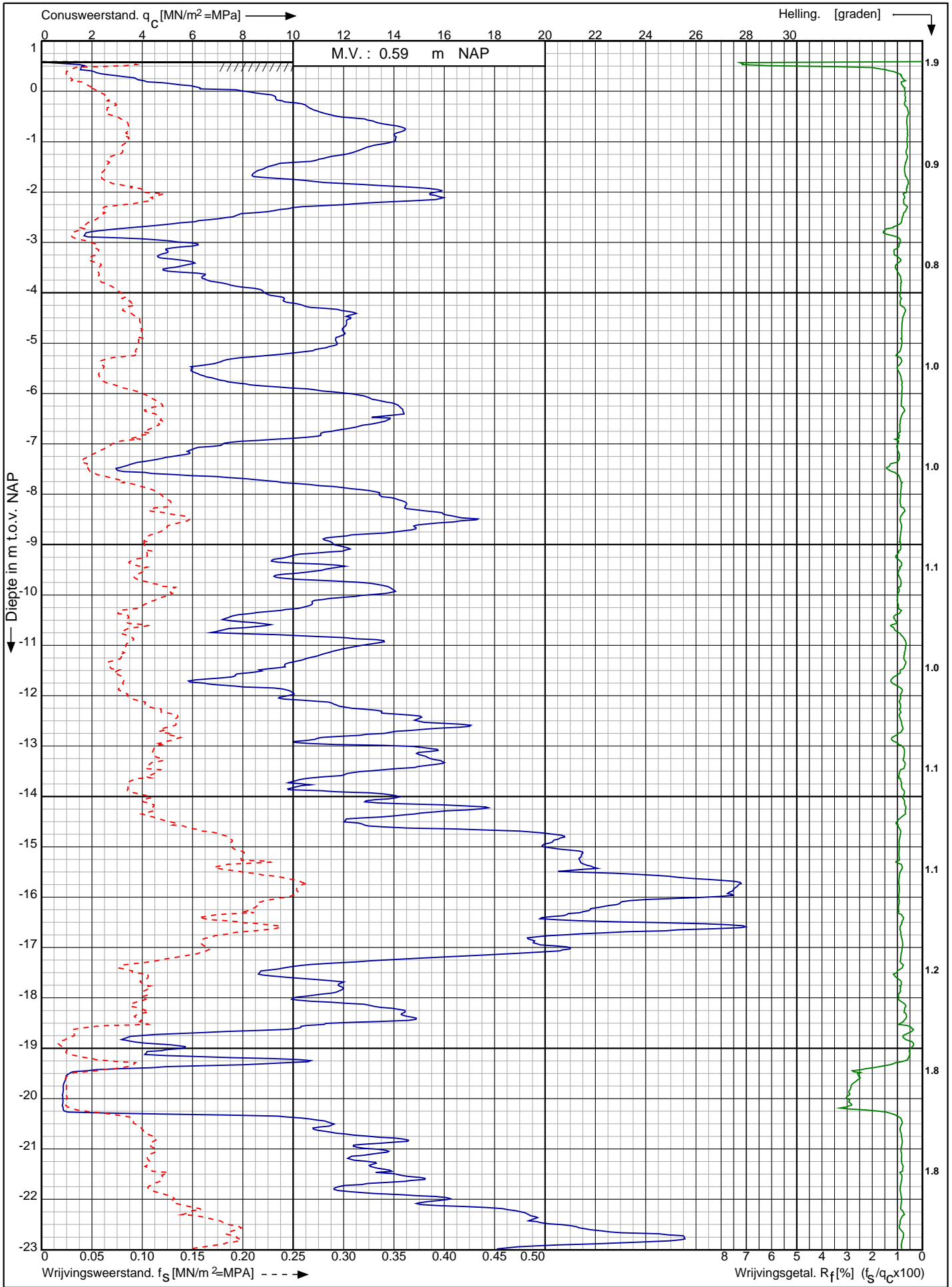
Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Alpha te Ijmuiden


Opdr. nr. : 2020-1142
Datum uitv. : 24-8-2020
Sond. nr. : 29



RD-coördinaten : X = 34410.61 Y = 401525.32

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15
 Conusserienummer: 001692

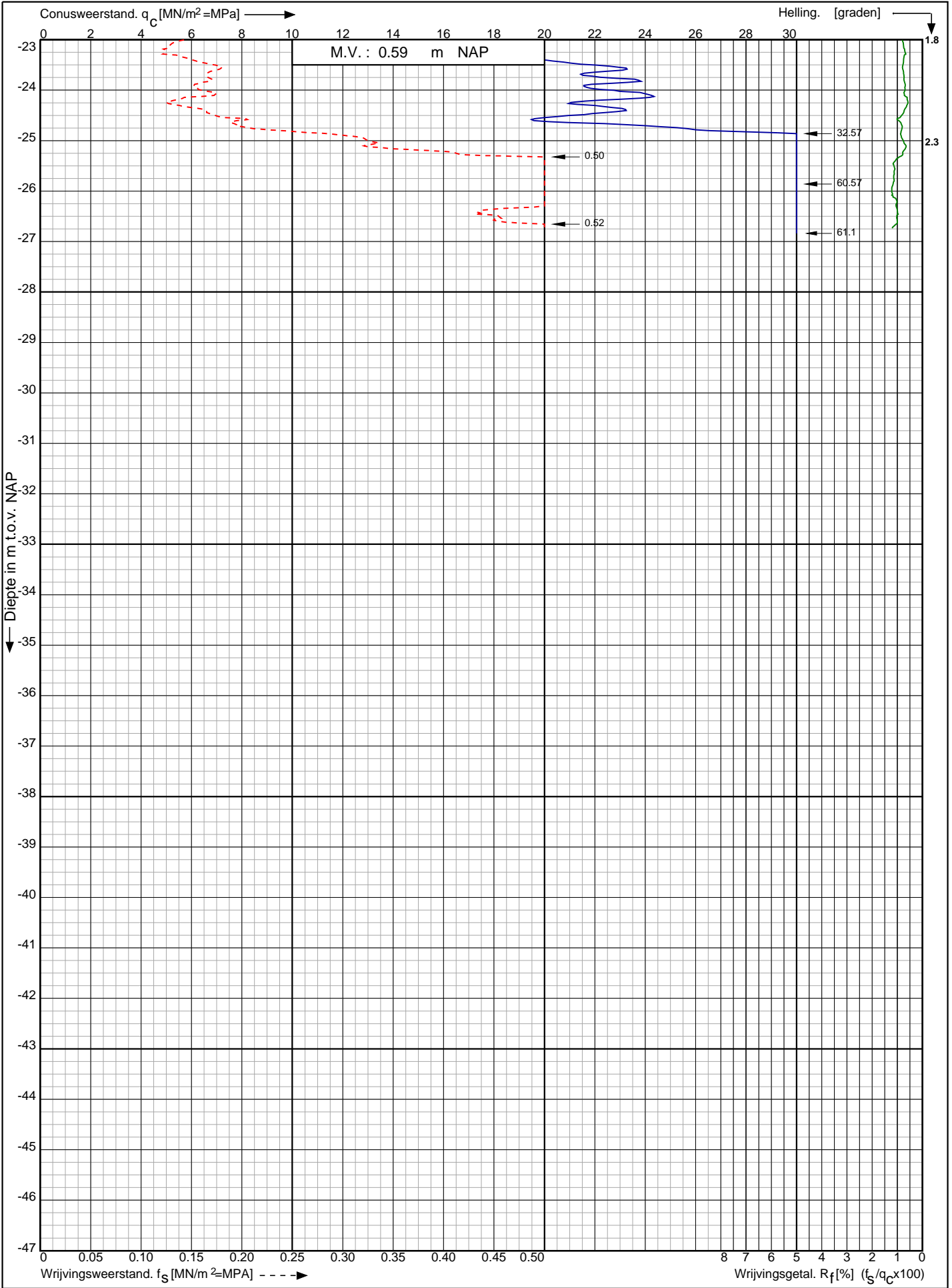


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142	 Koops grondmechanica 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 24-8-2020	
	Sond. nr. : 30	
RD-coördinaten : X = 34384.22 Y = 401318.81		

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

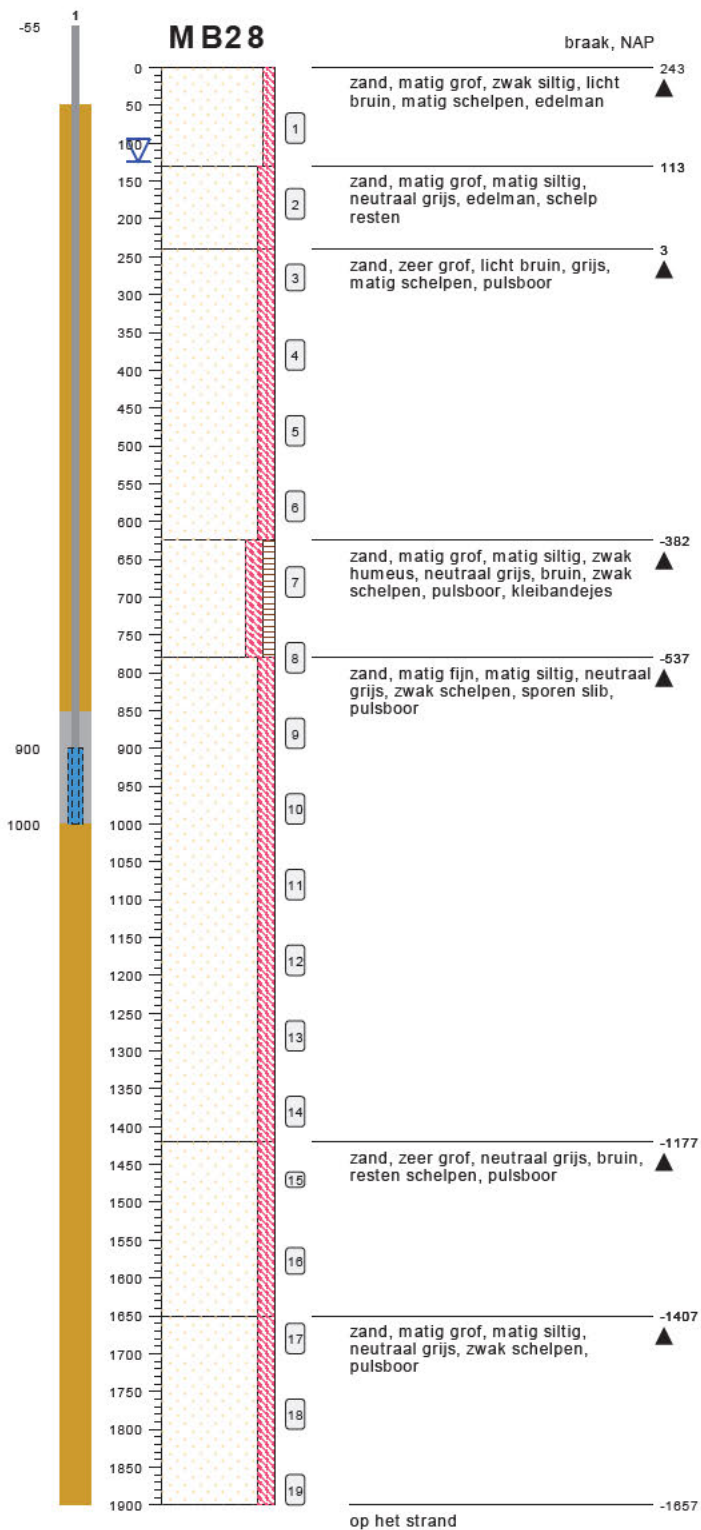
Datum uitv. : 24-8-2020

Sond. nr. : 30

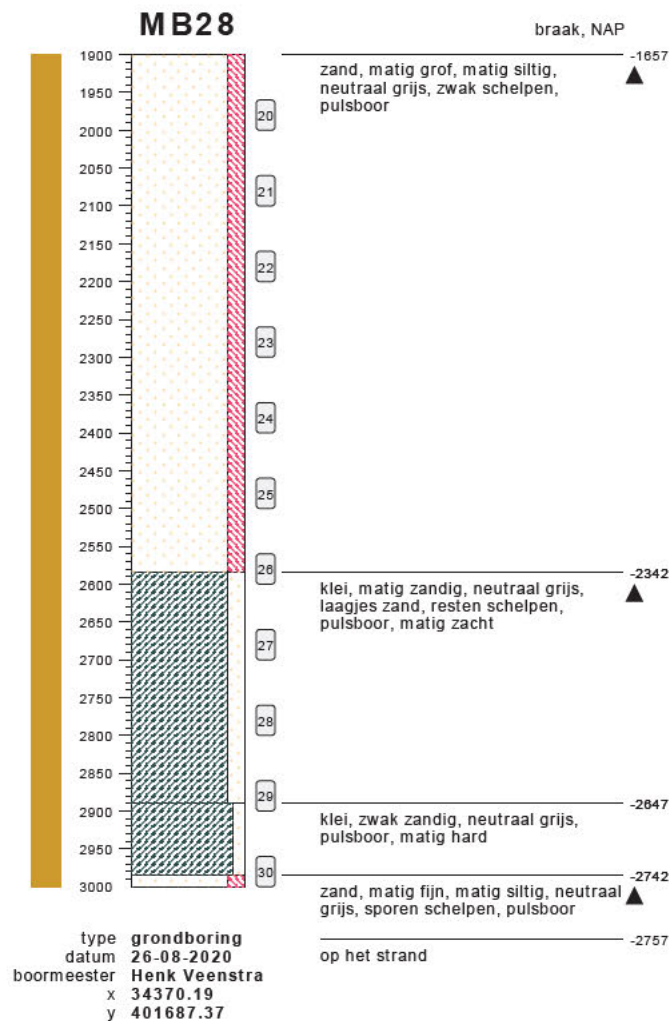
RD-coördinaten : X = 34384.22 Y = 401318.81



0522 - 260 084

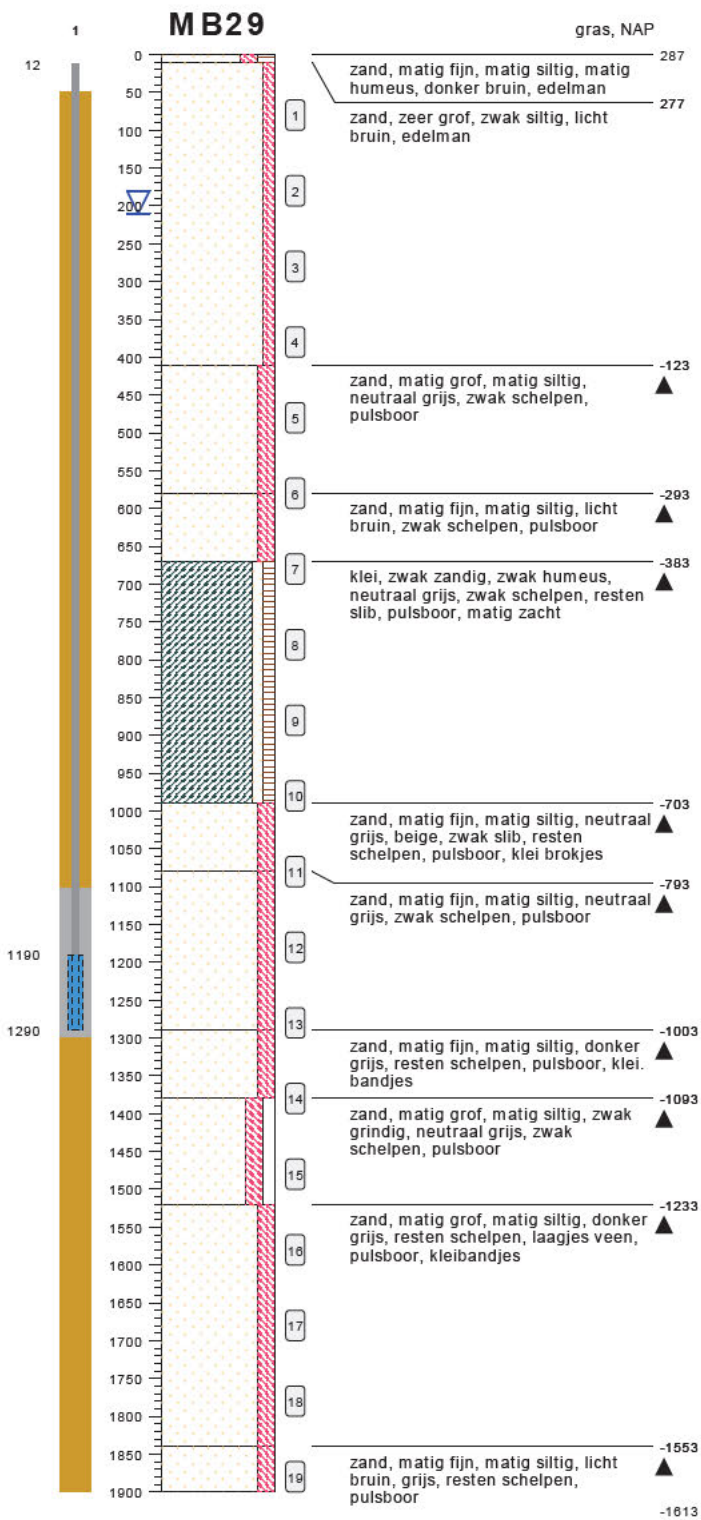


type **grondboring**
 datum **26-08-2020**
 boormeester **[naam]**
 x **34370.19**
 y **401687.37**

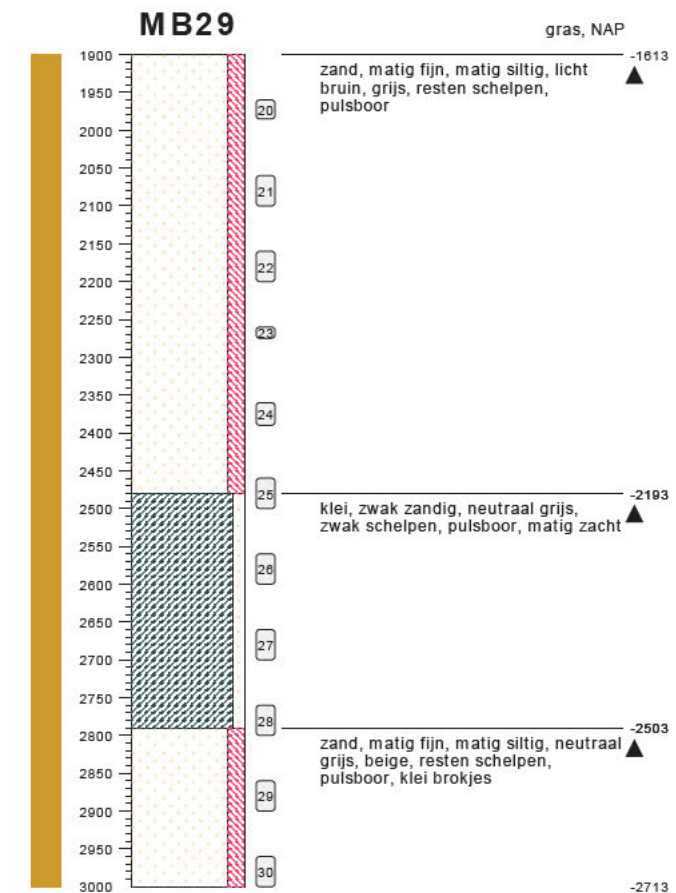


bodemprofielen schaal 1:100

onderzoek **Borssele Ver Alpha**
 projectcode **2020-1142**
 getekend conform **NEN 5104**
 opmerking **concept lab**



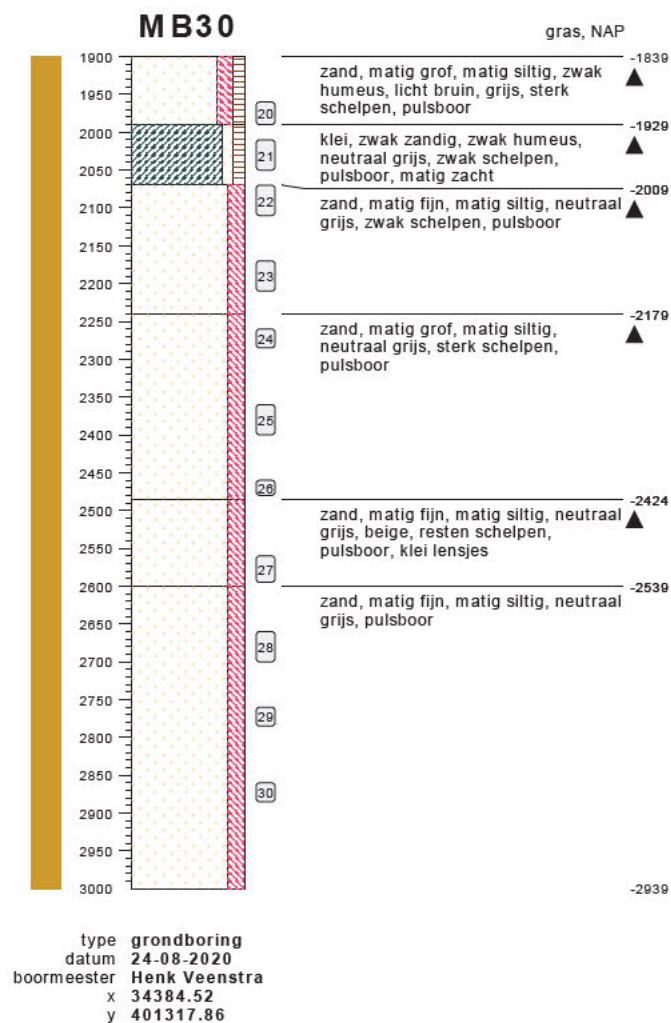
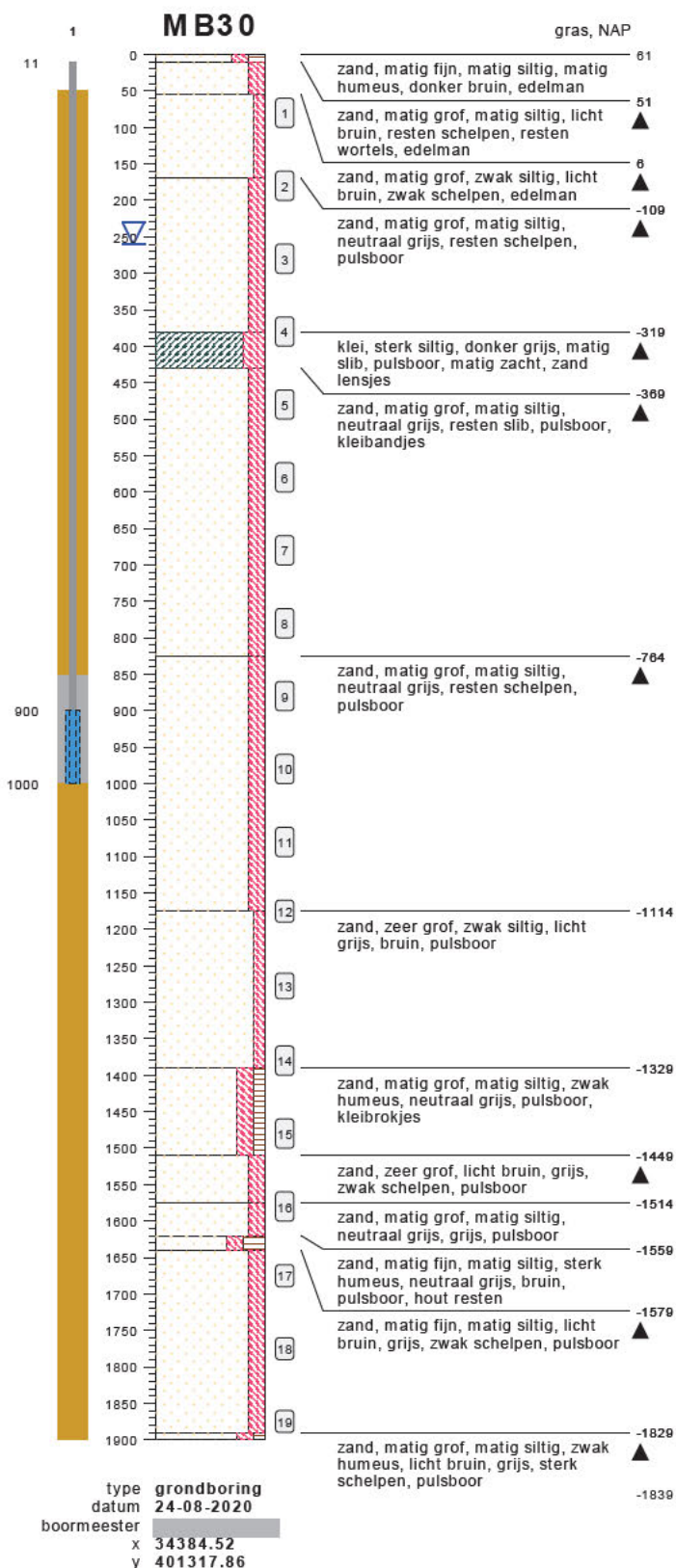
type **grondboring**
datum **01-09-2020**
boormeester
x **34411.69**
y **401525.38**



type **grondboring**
datum **01-09-2020**
boormeester **Henk Veenstra**
x **34411.69**
y **401525.38**

bodemprofielen schaal 1:100

onderzoek **Borssele Ver Alpha**
projectcode **2020-1142**
getekend conform **NEN 5104**
opmerking **concept lab**



bodemprofielen schaal 1:100

onderzoek **Borssele Ver Alpha**
 projectcode **2020-1142**
 getekend conform **NEN 5104**
 opmerking **concept lab**