

Formulierversie
2018.01

Aanvraaggegevens

Ingediende aanvraag/melding

Aanvraagnummer	3877687
Aanvraagnaam	net op zee Hollandse Kust (noord en west Alpha)
Uw referentiecode	C05057.000084.0700

Ingediend op	03-09-2018
Soort procedure	Onbekend

Projectomschrijving	Aanleg van vier 220 kV-kabelsystemen vanuit duinen nabij Wijk aan Zee tot aan het aansluitingspunt bij Station Beverwijk 380 kV. De systemen worden op een te realiseren transformatorstation op het terrein van Tata Steel naar 380kV getransformeerd.
---------------------	---

Opmerking	Wij verzoeken u de aanvraag neer te leggen bij handelend ambtenaar XXXXXXXXXX
-----------	---

Gefaseerd	Nee
-----------	-----

Blokkerende onderdelen weglaten	Ja
---------------------------------	----

Persoonsgegevens openbaar maken	Nee
---------------------------------	-----

Bijlagen die later komen	-
--------------------------	---

Bijlagen n.v.t. of al bekend	-
------------------------------	---

Bevoegd gezag

Naam:	Hoogh. Hollands Noorderkwartier
-------	---------------------------------

Bezoekadres:	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier Stationsplein 136 1703 WC Heerhugowaard
--------------	--

Postadres:	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier Postbus 250 1700 AG Heerhugowaard
------------	--

Telefoonnummer:	072-582 8282
-----------------	--------------

Faxnummer:	072-582 7010
------------	--------------

E-mailadres:	info@hnhk.nl
--------------	--------------

Website:	www.hnhk.nl
----------	-------------

Contactpersoon:	Cluster Vergunningen
-----------------	----------------------

Bereikbaar op:	ma/vrij 08.00-16.00
----------------	---------------------

Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Kabels of leidingen aanleggen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Oppervlaktewaterlichaam dempen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bijlagen

Aanvrager bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	09155985
Vestigingsnummer	000020300360
Statutaire naam	TenneT TSO B.V.
Handelsnaam	TenneT TSO B.V.

2 Contactpersoon

Geslacht	
Voorletters	
Voorvoegsels	
Achternaam	
Functie	

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6812AR
Huisnummer	310
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Utrechtseweg
Woonplaats	Arnhem

4 Correspondentieadres

Postbus	718
Postcode	6800AS
Plaats	Arnhem

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	
Faxnummer	
E-mailadres	

Gemachtigde bedrijf

1 Bedrijf

KvK-nummer	09036504
Vestigingsnummer	000017201675
Statutaire naam	ARCADIS Nederland BV
Handelsnaam	ARCADIS Nederland BV

2 Contactpersoon

Geslacht	
Voorletters	
Voorvoegsels	
Achternaam	
Functie	

3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6814DV
Huisnummer	22
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	-
Straatnaam	Beaulieustraat
Woonplaats	Arnhem

4 Correspondentieadres

Postbus	264
Postcode	6800AG
Plaats	Arnhem

5 Contactgegevens

Telefoonnummer	
Faxnummer	
E-mailadres	

6 Akkoordverklaring

Akkoordverklaring

- Hierbij verklaar ik dat ik de aanvraag/melding naar waarheid heb ingevuld, dat ik correspondentie over mijn aanvraag/melding wil ontvangen op het door mij opgegeven e-mailadres of op het door mij opgegeven adres van de berichtenbox en dat ik weet dat er kosten verbonden kunnen zijn aan het indienen van een aanvraag.

Locatie

1 Kadastraal perceelnummer

Burgerlijke gemeente Heemskerk

Kadastrale gemeente Heemskerk

Kadastrale sectie A

Kadastraal perceelnummer 3272

Bouwplannaam -

Bouwnummer -

Gelden de werkzaamheden in deze
aanvraag/melding voor meerdere
adressen of percelen? Ja
 Nee

Specificatie locatie

Het betreft niet één adres maar een kabelverbinding lopende vanaf de duinen (gem. Heemskerk) naar het transformatorstation in Beverwijk (gem. Beverwijk). Tevens kruist het tracé de gemeente Velsen.

2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel U bent eigenaar van het perceel
 U bent erfpachter van het perceel
 U bent huurder van het perceel
 Anders

Uw belang bij deze aanvraag

TenneT zalvoorafgaand aan de werkzaamheden het eigendom van de percelen hebben, dan wel een zakelijk recht overeenkomst (ZRO) afgesloten hebben met de betreffende eigenaar.

Formuliersversie
2018.01

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Kabels of leidingen aanleggen

1 Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nee
Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?	01-01-2019
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	31-12-2024
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	-
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Het aanleggen van vierkabelsystemen door middel van een HDD.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Ten behoeve van het aansluiten van offshore windparken op het hoogspanningsstation Beverwijk 380kV.

Formulierversie
2018.01

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Kabels of leidingen aanleggen

1 Kabels of leidingen aanleggen

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot kabels of leidingen?

- Aanleggen van kabels of leidingen in of nabij een oppervlaktewaterlichaam
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een waterkering
- Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een oppervlaktewaterlichaam en een waterkering

Past u bij de werkzaamheden een horizontaal gestuurde boring toe die een oppervlaktewaterlichaam, waterkering of beschermingszone doorkruist?

- Ja
- Nee

Welke kabels of leidingen wilt u aanleggen?

- Aanleggen van een vloeistofleiding
- Aanleggen van kabels
- Aanleggen van een warmtetransportleiding
- Aanleggen van kabels ten behoeve van telecom/televisie
- Aanleggen van een drukleiding
- Anders

Formulierversie
2018.01

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Oppervlaktewaterlichaam dempen

1 Waterstaatwerk of beschermingszone gebruiken

- | | |
|--|---|
| Wilt u een bestaande vergunning wijzigen? | <input type="checkbox"/> Ja
<input checked="" type="checkbox"/> Nee |
| Wat is de geplande begindatum van deze activiteit? | 01-01-2019 |
| Geef eventueel een toelichting op de begindatum. | - |
| Wat is de geplande einddatum van deze activiteit? | 31-12-2024 |
| Geef eventueel een toelichting op de einddatum. | - |
| Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren. | Het permanent dempen van een oppervlaktewater nabij de A9 thv hm 527 (o). |
| Waarom wilt u de activiteit uitvoeren? | Op deze locatie is een in-/uittredepunt voor een HDD voorzien en worden kabelmoffen gerealiseerd. |

Formulierversie
2018.01

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Oppervlaktewaterlichaam dempen

1 Oppervlaktewaterlichaam dempen

Welke dempingsactiviteit(en) wilt u uitvoeren?

- Geheel dempen van een oppervlaktewaterlichaam
- Dempen van een deel van een oppervlaktewaterlichaam
- Versmallen van een oppervlaktewaterlichaam

Wat is de lengte van het te dempen oppervlaktewaterlichaam, afgerond in hele meters?

50

Wat is de omvang van de demping in m²?

1650

Wat is de omvang van de demping in m³?

3300

Welke materialen gebruikt u voor de demping?

Zie bijlage 1

Formulierversie
2018.01

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak

1 Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nee
Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?	01-01-2019
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	31-12-2024
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	-
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Aanbrengen van verharding en dempen van oppervlaktewater.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Voor realisatie van een transformatorstation op het terrein van Tata Steel.

Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak

1 Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren met betrekking tot het aanbrengen van verhard oppervlak?

- Aanbrengen van verharding
- Inrichten van een opslagdepot (bijvoorbeeld voor grond of grind)
- Bouwen van dakoppervlak
- Bouwen van kassen
- Anders

Wat is het soort of type van de aan te brengen verharding?

Nader te bepalen

Wat is de oppervlakte van de aan te brengen verharding, dakoppervlak of kassen in m²?

5000

Omschrijf hoe hemelwater dat op de verharding valt wordt afgevoerd.

Er wordt gebruik gemaakt van een tweetal IBA-systemen (IBA staat voor 'Individuele Behandeling van Afvalwater) om afvalwater te zuiveren (max capaciteit 6 m³ per stuk). Het afvloeiend regenwater wordt geïnfiltreerd in de bodem in de directe omgeving. Het afvloeiend regenwater van daken wordt direct geïnfiltreerd, het afvloeiend regenwater uit de opvangcontainers onder de transformatoren en de parkeerplaatsen wordt eerst behandeld door een olie/waterafscheider alvorens dit wordt geïnfiltreerd.

Omschrijf de compenserende of bergende maatregelen voor de aan te brengen verharding, dakoppervlak of kassen.

Doordat het afvloeien van het hemelwater wordt geïnfiltreerd in de directe omgeving, is hiervoor geen compensatie benodigd. Zie toelichting op de aanvraag (bijlage 1) voor nadere informatie.

Bijlagen

Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
1 - Aanbiedingsbrief	1 - 20180903 ONL-TTB-05259 Aanbiedingsbri- ef aanvraag Keur onshore.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
4 - Bijlage 2 TIM	4 - Bijlage 2 Typical Installation Methods.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
5 - Bijlage 3 trace overzicht	5 - Bijlage 3 20180827 Traceoverzicht onshore.pdf	Situatietekening, kaart of foto	2018-09-03	In behandeling
6 - Bijlage 4 - Dwa- rsprofielen	6 - Bijlage 4 - Dwarsprofielen-.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
8 - Bijlage 6 Watercompensatie	8 - Bijlage 6 Watercompensatie tbv demping A9.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens oppervlaktewaterlichaam dempen	2018-09-03	In behandeling
9 - Bijlage 7 Station Tata Steel	9 - Bijlage 7 Layout Transformatorstation Tata Steel.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak	2018-09-03	In behandeling
10 - Bijlage 8 Machtiging	10 - Bijlage 8 ONL- TTB-05255-Macht- iging aanvragen vergunningen.pdf	Anders	2018-09-03	In behandeling
3 - Bijlage 1 Toelichting aanvraag	3 - Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag Keur onshore.pdf	Anders Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak Gegevens waterstaatswerk of	2018-09-03	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
		beschermingszone gebruiken Gegevens oppervlaktewaterlichaam dempen		
7a - Bijlage 5a HDD7	7a - Bijlage 5a Hoofdrapport HDD7 compleet.pdf	Anders Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
7b - Bijlage 5b HDD8	7b - Bijlage 5b Hoofdrapport HDD8 compleet.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
7c - Bijlage 5c HDD9	7c - Bijlage 5c Hoofdrapport HDD9 compleet.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
7d - Bijlage 5d HDD10	7d - Bijlage 5d Hoofdrapport HDD10 compleet.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling
7e - Bijlage 5e HDD11	7e - Bijlage 5e Hoofdrapport HDD11 compleet.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	2018-09-03	In behandeling

Postbus 428, 6800 AK Arnhem
College van Dijkgraaf en Hoogheemraden van
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Postbus 250
1700 AG HEERHUGOWAARD

DATUM 3 september 2018
ONZE REFERENTIE ONL-TTB-05259
BEHANDELD DOOR
TELEFOON DIRECT
E-MAIL

BETREFT Aanvraag Waterwet vergunning onshore ten behoeve van het project net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)

Geachte mevrouw

Voor het project *net op zee* Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) ontvangt u bijgaand een aanvraag van een vergunning in het kader van de verbodsbepalingen zoals opgenomen in de keur onder de artikelen 3,2, en 3.3. De aangevraagde handelingen betreffen het aanleggen van kabels onder of nabij waterstaatswerken en waterkeringen, het dempen van oppervlaktewater, het aanbrengen van een dam en duikers en de versnelde afvoer van regenwater door verhard oppervlak.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag is ingevolge artikel 20c van de Elektriciteitswet, alsmede ingevolge het door de Minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) genomen coördinatiebesluit (artikel 1d) – Staatscourant nummer 41529 van 20 juli 2018 – de Rijkscoördinatieregeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing. Hierbij is de Minister van EZK 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 EZK 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 EZK, 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.

U bent hierover reeds geïnformeerd door de projectleider voor de Rijkscoördinatieregeling bij EZK en/of Bureau Energieprojecten. U kunt bij hem of haar nadere informatie over de voorbereidingsprocedure

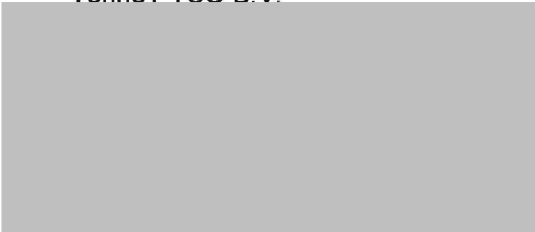
verkrijgen.

De volgende documenten maken onderdeel uit van deze aanvraag:

- Het aanvraagformulier uit het Omgevingsloket Online;
- Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag;
- Bijlage 2 Typical Installation Method (TIM);
- Bijlage 3 Detailkaarten onshore tracé inclusief legger;
- Bijlage 4 Boorplannen inclusief kwelwegberekeningen;
- Bijlage 5 Dwarsprofielen;
- Bijlage 6 Kaartbeeld Watercompensatie;
- Bijlage 7 Kaartbeelden / tekeningen transformatorstation Tata Steel;
- Bijlage 8 Machtiging Arcadis Nederland B.V. door TenneT TSO B.V.

Ik vertrouw erop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoek ik u op korte termijn contact met mij 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.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.



TOELICHTING OP DE AANVRAAG

Net op zee Hollandse Kust (noord) en
Hollandse Kust (west Alpha)

TenneT TSO B.V.

3 SEPTEMBER 2018

Contactpersoon



Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding en achtergrond	4
1.2	Doelstellingen en nut en noodzaak net op zee	6
1.3	Hoofdlijnen van de voorgenomen activiteit	6
1.4	Beschrijving van het tracé	7
1.5	Planning	11
1.6	Opbouw van het rapport	11
2	VERGUNNINGPLICHTIGE ACTIVITEITEN	12
2.1	Inleiding	12
2.2	Terminologie Keur en Legger	12
2.3	Kabels en leidingen aanleggen	13
2.3.1	Horizontaal gestuurde boring	14
2.3.2	Aanleggen van kabels onder een waterkering	15
2.3.3	Aanleggen van kabels onder of langs oppervlaktewater	18
2.3.4	Algemene regel	21
2.4	Oppervlaktewaterlichaam dempen	21
2.5	Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak	25
3	BESCHEIDEN EN GEGEVENS	26
	COLOFON	27

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding en achtergrond

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot extra uitstoot van onder meer CO₂, dit wordt gezien als een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2016 is ongeveer 6% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt.¹ De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO₂-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen (49% vermindering ten opzichte van 1990). De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord² uit 2013. Met het Energierapport³, de daaropvolgende Energiedialoog⁴ en de Energieagenda⁵ is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het kabinet bouwt met het regeerakkoord Rutte II hierop voort. In het regeerakkoord Rutte III wordt binnen de Europese Unie door Nederland ingezet op 55% CO₂-reductie in 2030. Op 10 juli 2018 is het 'Voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord' verschenen. Hierin worden de contouren van het nieuwe klimaatakkoord geschetst voor de verdere invulling van bovengenoemde (extra) doelstellingen.

Windenergie op zee speelt in het bereiken van de doelstellingen een prominente rol. Belangrijk onderdeel van het Energieakkoord is dat 4.450 megawatt (MW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. Momenteel is circa 1.000 MW gerealiseerd⁶. Dit betekent dat er vanaf nu tot en met 2023 nog 3.450 MW moet worden gerealiseerd. In de zogenaamde Routekaart windenergie op zee 2023⁷ is aangegeven dat de 3.450 MW wordt gerealiseerd in drie windenergiegebieden, te weten Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd, in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Het windenergiegebied Borssele wordt als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd. Deze windenergiegebieden zijn tevens aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en zichtbaar in Figuur 1.1.

Voor de periode na 2023 is de 'Routekaart windenergie op zee 2030' onlangs bekend gemaakt⁸. Het kabinet ontvouwt hierin de plannen en wijst aan waar tussen 2024 en 2030 nieuwe windparken op zee komen. In deze routekaart is onder andere windenergiegebied Hollandse Kust (west) aangewezen, waarin in totaal 1,4 GW aan windenergie wordt gerealiseerd (zie tevens Figuur 1.1). In voorbereiding op de Routekaart windenergie op zee 2030 is besloten om het platform van 700 MW dat nodig is voor de helft van het toekomstige windenergiegebied Hollandse Kust (west) toe te voegen aan het voornemen en de procedure van windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Dit platform wordt Hollandse Kust (west Alpha) genoemd.

1 Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing, 21 december 2017.

2 Energieakkoord voor duurzame groei, SER, september 2013, kamerstuk 30196, nr. 202.

3 Energierapport "Transitie naar duurzaam", 18 januari 2016, kamerstuk 31510, nr. 50.

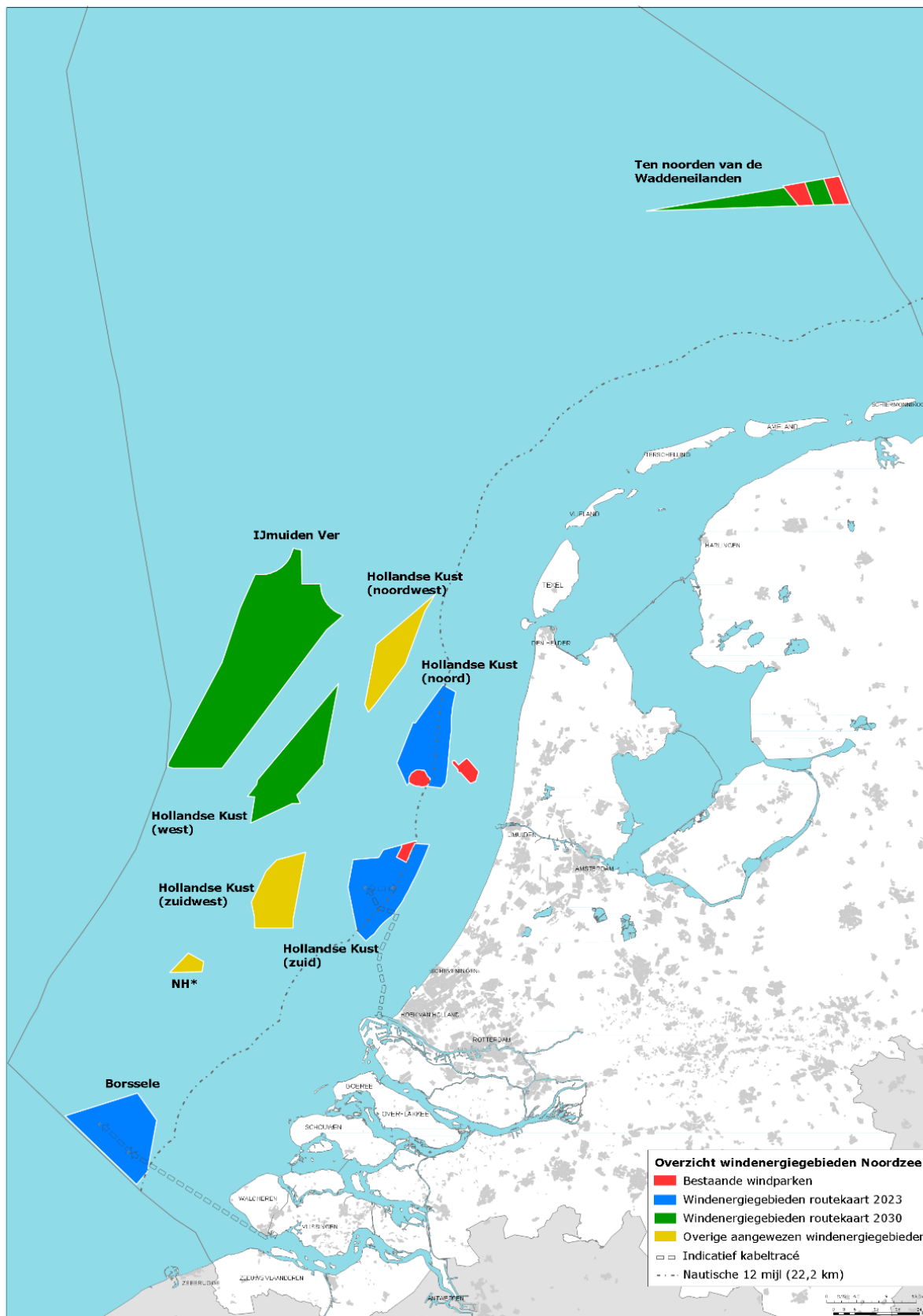
4 Kamerstuk 30196, nr. 484, 21 november 2016.

5 Energieagenda "Naar een CO₂-arme energievoorziening", 7 december 2016, kamerstuk 31510, nr. 64.

6 Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen, 02 maart 2018.

7 Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken, Routekaart voor windenergie op zee, brief d.d. 26 september 2014, kamerstuk 33561, nr. A/11.

8 Rijksoverheid, Kabinet maakt plannen bekend voor windparken op zee 2024-2030, Nieuwsbericht 27-03-2018.



Figuur 1.1 Kaart met bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel). *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder. Bron Ministerie EZK.

TenneT TSO B.V. (hierna TenneT) is door de toenmalige Minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee en heeft onder de Elektriciteitswet 1998 de wettelijke taak het net op zee te beheren. Dit zijn de verbindingen voor het transport van elektriciteit, die wordt opgewekt in de toekomstige windenergiegebieden, naar het hoogspanningsnet op land. TenneT is daarbij onder meer verantwoordelijk voor het voorbereiden van planologische besluiten en het verwerven van benodigde vergunningen.

Voor de realisatie van windenergie in de aangewezen gebieden zijn de volgende onderdelen van belang:

1. Kavelbesluit(en): aanwijzen van kavels voor elk windpark binnen de windenergiegebieden. Hierin wordt opgenomen waar en onder welke voorwaarden een windpark mag worden gebouwd en geëxploiteerd. Het kavelbesluit is een besluit van de ministers van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK).
2. Net op zee: het vastleggen van de netaansluiting van de windenergiegebieden op het hoogspanningsnet op land.

Voor het onder het eerste punt genoemde kavelbesluit wordt voor de windenergiegebieden een aparte procedure doorlopen onder verantwoordelijkheid van het ministerie van EZK⁹. Onderhavige aanvraag maakt deel uit van het tweede onderdeel, het net op zee van de netaansluiting voor Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha).

1.2 Doelstellingen en nut en noodzaak net op zee

Het doel van het project *net op zee* is het tijdig realiseren van een wisselstroomaansluiting voor de aansluiting van twee keer 700 MW van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en het noordelijk deel van Hollandse Kust (west) op het landelijke 380 kV-hoogspanningsnet. De aansluiting Hollandse Kust (noord) is nodig om aan de doelstellingen uit het Energieakkoord voor duurzame groei, de Routekaart windenergie op zee 2023, de EU-richtlijn 2009/28/EG en de 55% CO₂-reductie in 2030 (conform het regeerakkoord Rutte III) te voldoen. De aansluiting van het platform Hollandse Kust (west Alpha) zal vallen onder het nog vast te stellen tweede Energieakkoord en is aangewezen in de Routekaart windenergie op zee 2030. De aansluiting is tevens nodig om aan 55% CO₂-reductie in 2030 (conform het regeerakkoord Rutte III) te voldoen.

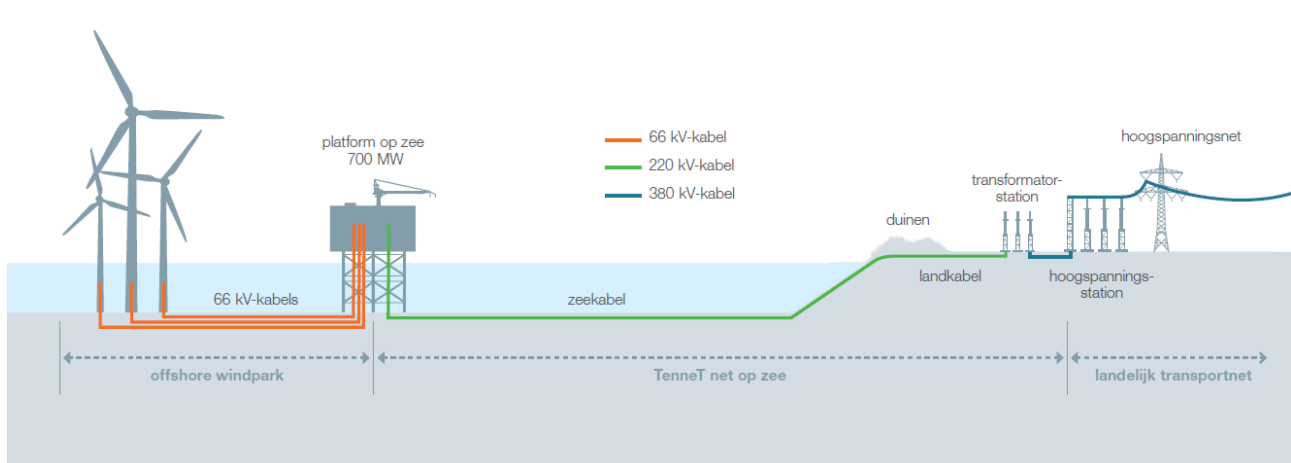
Het net op zee levert een bijdrage aan de energietransitie in Nederland door op doelmatige wijze de in het windenergiegebied opgewekte duurzame elektriciteit naar het Nederlandse hoogspanningsnet te transporteren. Een gecoördineerde aansluiting van windparken op zee leidt tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. De gekozen aanpak is beter dan het realiseren van individuele aansluitingen. Door de investeringen in infrastructuur op zee bij TenneT te bundelen ontstaan synergievoordelen, zoals voordelige financiering, inkoopvoordeel, standaardisatievoordeel en voordeel door kennisontwikkeling.

Op basis van paragraaf 1.1 en 1.2 kan worden gesteld dat het transporteren van hernieuwbare energie door middel van onderhavig project plaats vindt in het belang van het beperken van klimaatverandering en het vergroten van de energievoorzieningszekerheid. Zoals in deze paragrafen aangegeven zijn daarmee de belangen van openbare veiligheid, volksgezondheid en economie gediend, daarmee tevens dwingende redenen van groot publiek belang.

1.3 Hoofdpijnen van de voorgenomen activiteit

De windturbines in de aangewezen windenergiegebieden worden direct aangesloten op een platform. De platforms liggen in de windenergiegebieden Hollandse Kust (noord) en het noordelijk deel van Hollandse Kust (west). Het platform wordt met vier 220 kilovolt (kV)-wisselstroomkabels aangesloten op een transformatorstation op land dat vervolgens de stroom transformeert van 220 kV-wisselstroom naar 380 kV-wisselstroom. Dit is nodig omdat het landelijk hoogspanningsnet op 380 kV wordt bedreven. In Figuur 1.2 zijn de onderdelen die nodig zijn voor de aansluiting van een windpark op zee schematisch weergegeven. In de Typical Installations Methods (TIM, Bijlage 2) zijn de installatiemethoden in meer detail beschreven.

⁹ De ontwerpbesluiten voor het project Wind op zee - Kavel V Hollandse Kust (noord) hebben van 15 juni tot en met 26 juli 2018 ter inzage gelegen. Het definitieve kavelbesluit wordt eind 2018 verwacht.



Figuur 1.2 Schematische weergave van de aansluiting van windparken op zee.

Het *net op zee* Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

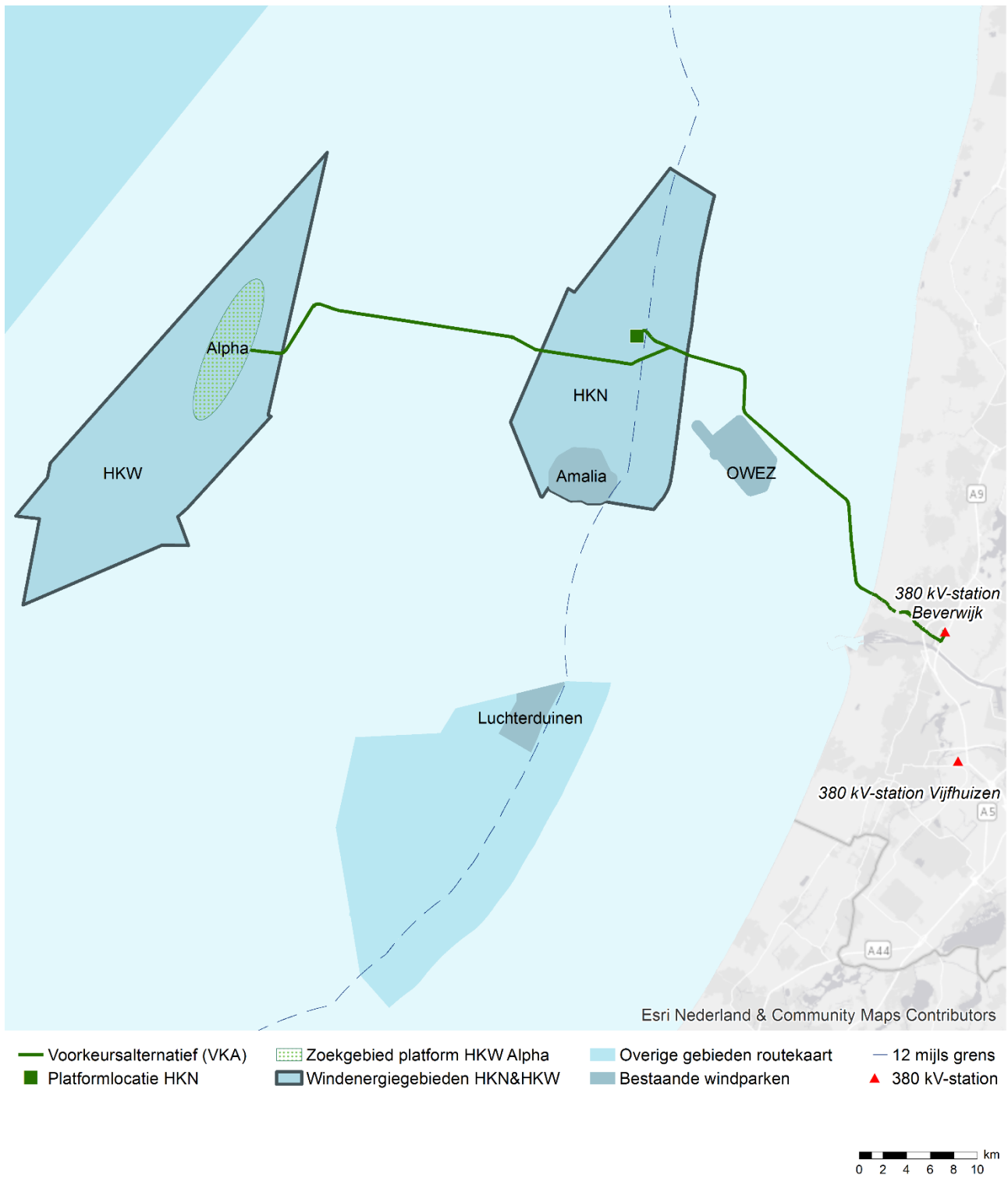
1. Een offshore platform voor de aansluiting van de windturbines en het transformeren van 66 kV naar 220 kV in windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en een offshore platform in windenergiegebied Hollandse Kust (west Alpha).
2.
 1. Vier 220 kV-kabelsystemen op zee (offshore) waarvan twee tussen het platform van Hollandse Kust (west Alpha) naar land én twee 220 kV-kabelsystemen op zee (offshore) tussen het platform van Hollandse Kust (noord) naar land.
 2. De vier systemen worden vanaf het platform Hollandse Kust (noord) gebundeld.
3. Vier ondergrondse 220 kV-kabelsystemen op land (onshore) voor het verdere transport naar een 220 / 380 kV-transformatorstation.
4. Realisatie van een nieuw transformatorstation op land voor het transformeren van 220 kV-wisselstroom naar 380 kV-wisselstroom en 220 kV-compensatie.
5. Maximaal vier 380 kV-kabelsystemen op land om de opgewekte stroom bij het bestaande 380 kV-station Beverwijk aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet, eventueel met bijbehorende installaties zoals blindlastcompensatiespoelen.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het offshore platform van TenneT maken geen onderdeel uit van het project *net op zee* Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) en worden daarom niet behandeld in deze aanvraag.

1.4 Beschrijving van het tracé

Het kabeltracé dat het platform van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en het platform Alpha van het windenergiegebied Hollandse Kust (west) verbindt met het bestaande elektriciteitsnet, loopt vanaf platform Hollandse Kust (west Alpha) via het offshore platform Hollandse Kust (noord) naar het aanlandingspunt nabij Wijk aan Zee, om vervolgens via transformatorstation op het terrein van Tata Steel in Beverwijk aangesloten te worden op het bestaande onshore 380kV-hoogspanningsstation Beverwijk. In de volgende paragrafen is de route van het land tracé in detail beschreven. Het kabeltracé is terug te vinden in Figuur 1.3.

Onderhavige aanvraag heeft alleen betrekking op het landdeel van het tracé van het Voorkeursalternatief (VKA), beginnend bij het uittredepunt van de boring ten oosten van de duindoorkruising. Vanaf hier wordt gerefereerd naar 'de activiteit', 'het initiatief' of 'het project'.



Figuur 1.3 VKA tracé net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha).

Op land

Vanaf het aanlandingspunt gaat het tracé op land met een boring vanaf het strand onder de duinen naar het parkeerterrein Meeuweweg bij het Noord-Hollands Duinreservaat (tweemaal intredepunt boring) (zie Figuur 1.4). Daarna gaat het tracé verder onder duinen en sporen door naar het terrein van Tata Steel (een in- en een uittredepunt boring). Hier buigt het tracé met een boring in zuidoostelijke richting onder de Zeestraat door naar de locatie van het transformatorstation (een in- en een uittredepunt) op het terrein van Tata Steel.

De locatie voor het transformatorstation ligt op het terrein van Tata Steel en is niet openbaar toegankelijk. De locatie is nu door Tata Steel deels in gebruik voor de opslag van gladheidsbestrijdingsmiddelen. De locatie ligt op een industrieterrein, die momenteel in gebruik is als groenstrook.

Vanaf de transformatorlocatie loopt het tracé verder in oostelijke richting en wordt in noordoostelijke richting onder de Zeestraat en de Binnenduinrandweg (N197) doorgeboord naar een locatie ter hoogte van park Nieuw Westerhout (een in- en een uittredepunt) en vervolgens met een boring naar een grasveld naast de N197 aan de rand van het Vondelkwartier (een intrede- en een uittredepunt boring). Vervolgens loopt het tracé met een boring parallel aan de N197, onder het spoor en de Velsersweg door naar het oude emplacementsterrein tussen de N197 en een bestaande 150 kV-kabel (een in- en een uittredepunt boring). Daarna gaat het met een boring onder het spoor, A22 en Wijkeroogpark naar in- en uittredepunt op bedrijventerrein de Pijp bij de Leeghwaterweg. Vervolgens loopt het tracé onder Zijkanaal A richting de A9 met een in- en uittredepunt van de boring ten westen van de A9 (hoek Rijnland en Beveland), het tracé buigt naar het noorden en loopt met een boring parallel ten westen van de A9 naar 380 kV-station Beverwijk. De aansluiting op het 380 kV-station Beverwijk is het einde van het VKA.



Figuur 1.4 Figuur tracé VKA op land.

Voor de realisatie van het project dient vergunning aangevraagd te worden op basis van wetsartikelen zoals genoemd in de Keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016. Dit betreft de artikelen 3.2 en 3.4 uit de Keur. Daarnaast wordt op enkele locaties voldaan aan algemene regels, behorende bij de Keur.

Het onderhavige document is een bijlage dat hoort bij het 'OLO formulier - Waterwet-net-op-zee-HKN-en-HKW Alpha-onshore_Papieren-formulier'. Het betreft aanvraagnummer 3677289. In het aanvraagformulier wordt op verschillende plaatsen verwezen naar deze bijlage (Bijlage 1).

1.5 Planning

De uitvoering van de werkzaamheden is voorzien tussen 2019 en 2024. De aanleg van de kabels op land zal gemiddeld 2 tot 3 weken duren per kabel, inclusief de graafwerkzaamheden. De werkzaamheden voor alle kabelsystemen op land worden binnen één of twee jaren aangelegd en vinden gelijktijdig plaats.

1.6 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt beschreven welke handelingen er plaats vinden en welke effecten hierbij horen. In dit hoofdstuk wordt tevens telkens aangegeven waar vergunning voor wordt aangevraagd. Hoofdstuk 3 behandelt de nader in te dienen stukken.

2 VERGUNNINGPLICHTIGE ACTIVITEITEN

2.1 Inleiding

Zoals aangegeven, bestaat het *net op zee Hollandse Kust (noord en west Alpha)* uit vier kabelsystemen die vanaf het offshore platform tot aan de 380 kV-station te Beverwijk worden aangelegd. De voor deze vergunning relevante activiteiten zijn voorzien op land en binnen het Keurgebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK). Onderhavige aanvraag betreft dan ook een aanvraag voor een vergunning op basis van de Keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016.

De Keur van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier 2016 geeft aan dat op grond van artikel 3.2, eerste en tweede lid, van de Keur het verboden is zonder watervergunning van het bestuur gebruik te maken van een waterstaatswerk, bijbehorende beschermingszones of profiel van vrije ruimte door, anders dan in overeenstemming met de waterhuishoudkundige functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder handelingen te verrichten en werken te plaatsen of te behouden. Hieronder is ook begrepen het verwijderen, aanbrengen en behouden van een kabel of een leiding.

Vanuit de Keur is sprake van een algemene regel waaraan de aanleg van een kabel dient te voldoen. Er wordt gesteld dat geen vergunning krachtens artikel 3.2, eerste en tweede lid, van de Keur, voor het aanbrengen, vervangen en/of verwijderen en behouden van een leiding vereist is indien wordt voldaan aan de voorschriften uit deze algemene regel. Voor deze activiteiten is het verrichten van een melding voldoende.

Voor de volgende activiteiten wordt een vergunning aangevraagd:

1. Kabels en leidingen aanleggen;
 - i. Aanleggen van kabels of leidingen in, op of nabij een oppervlaktewaterlichaam en een waterkering
 - ii. Melding waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken.
2. Oppervlaktewaterlichaam dempen;
3. Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak.

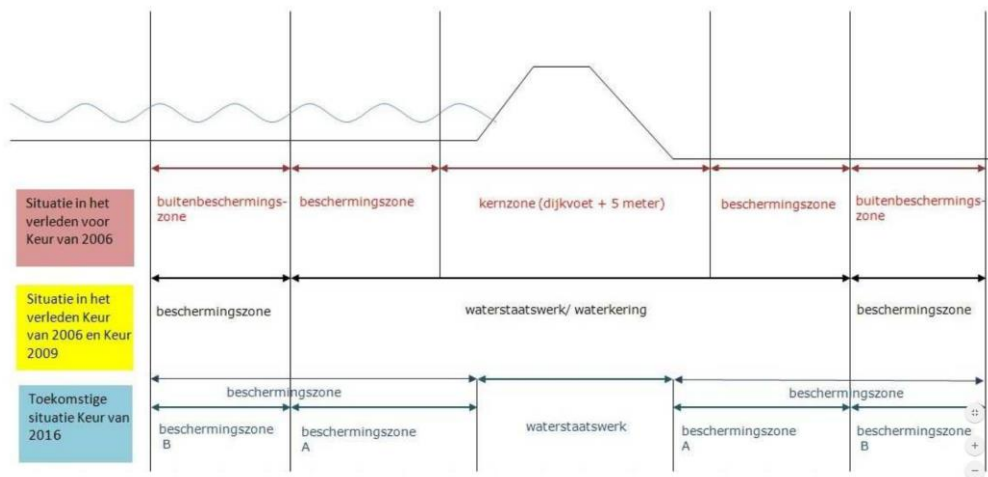
De volgende paragrafen lichten de activiteiten toe en beschrijven per activiteit de mogelijk effecten.

2.2 Terminologie Keur en Legger

De gehanteerde terminologie in de Keur en de leggers van het Hoogheemraadschap komt niet overal overeen. Hierdoor wordt in de Keur (bijlage 2) nader ingegaan op de terminologie in de Keur van 2006 tot en met 2016. In de volgende tabel wordt dit gebruik verduidelijkt.

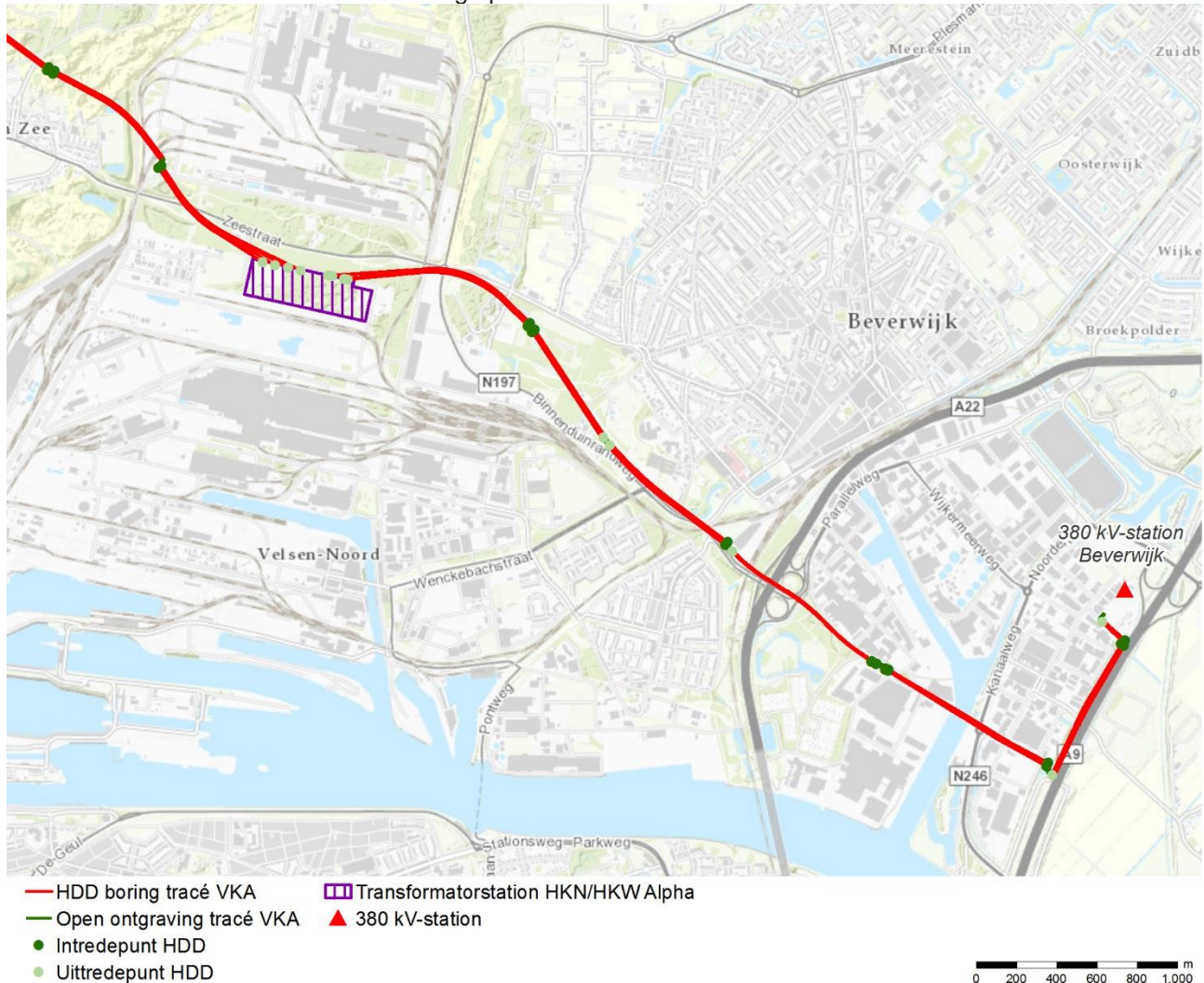
De gehanteerde terminologie in de Keur van 2016 wordt tevens gehanteerd in de Legger van 2017.

overzicht benamingen zonerings



2.3 Kabels en leidingen aanleggen

In hoofdstuk 1 is nader ingegaan op de aanleg van de kabelsystemen ten behoeve van de aansluiting van de offshore platforms van Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) op het 380 kV-station te Beverwijk. In deze alinea wordt nader ingegaan op de vergunningplichtige onderdelen van deze activiteit voor zover zij vallen onder de Keur. In Figuur 2.1 wordt het tracé waarvoor vergunning wordt aangevraagd weergegeven. Tevens is in bijlage 3 een detailoverzicht van het hele tracé inclusief de legger van het HHNK opgenomen. Het deel van het tracé waarin de primaire waterkering (duin) wordt gekruist, wordt separaat aangevraagd, inclusief de offshore kabels en aanlanding op het strand.

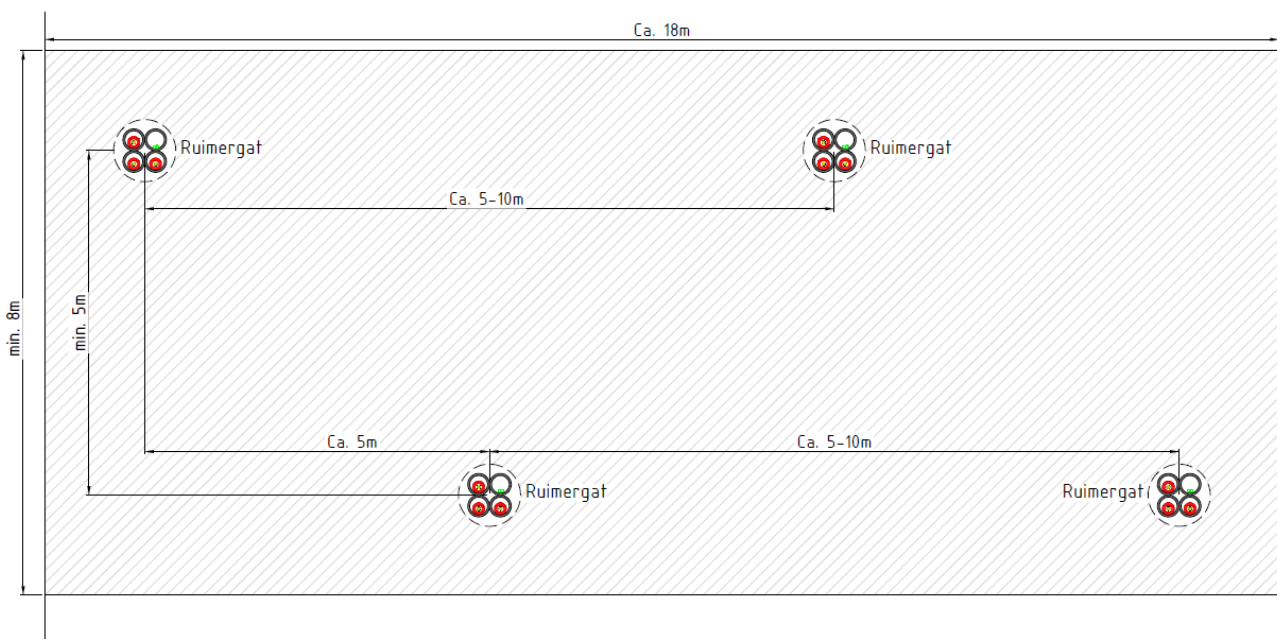


Figuur 2.1 Land tracé kabelsystemen.

2.3.1 Horizontaal gestuurde boring

Beide 220 kV-verbindingen (van beide platforms) bestaan per stuk uit twee mantelbuizen (in totaal 4 buizen). De mantelbuizen worden aangebracht middels HDD-boringen (*Horizontal Directional Drilling*) en hebben ieder een doorsnede van 31,5 centimeter. De grootte van de zone waarbinnen deze aansluitingen zullen worden aangelegd betreft 2x 18 (36) meter. Binnen deze zone worden de boringen gerealiseerd conform de configuratie zoals aangegeven in Figuur 2.2. De HDD-boringen vinden plaats vanaf een intredepunt. Het werkterrein bij dit intredepunt is circa 400 – 600 m² groot, afhankelijk van een midi of een maximale boorstelling. Het werkterrein van het uitredepunt is 200 tot 225 m² groot. Het intredepunt wordt gegraven en is per kabelsysteem een put van 3 x 2 x 2 meter. Na de boring worden mantelbuizen ingetrokken waarin de kabels komen. De maximale diepte van de boring is verschillend per boring en ligt tussen de -10 meter en -40 meter ten opzichte van het maaiveld.

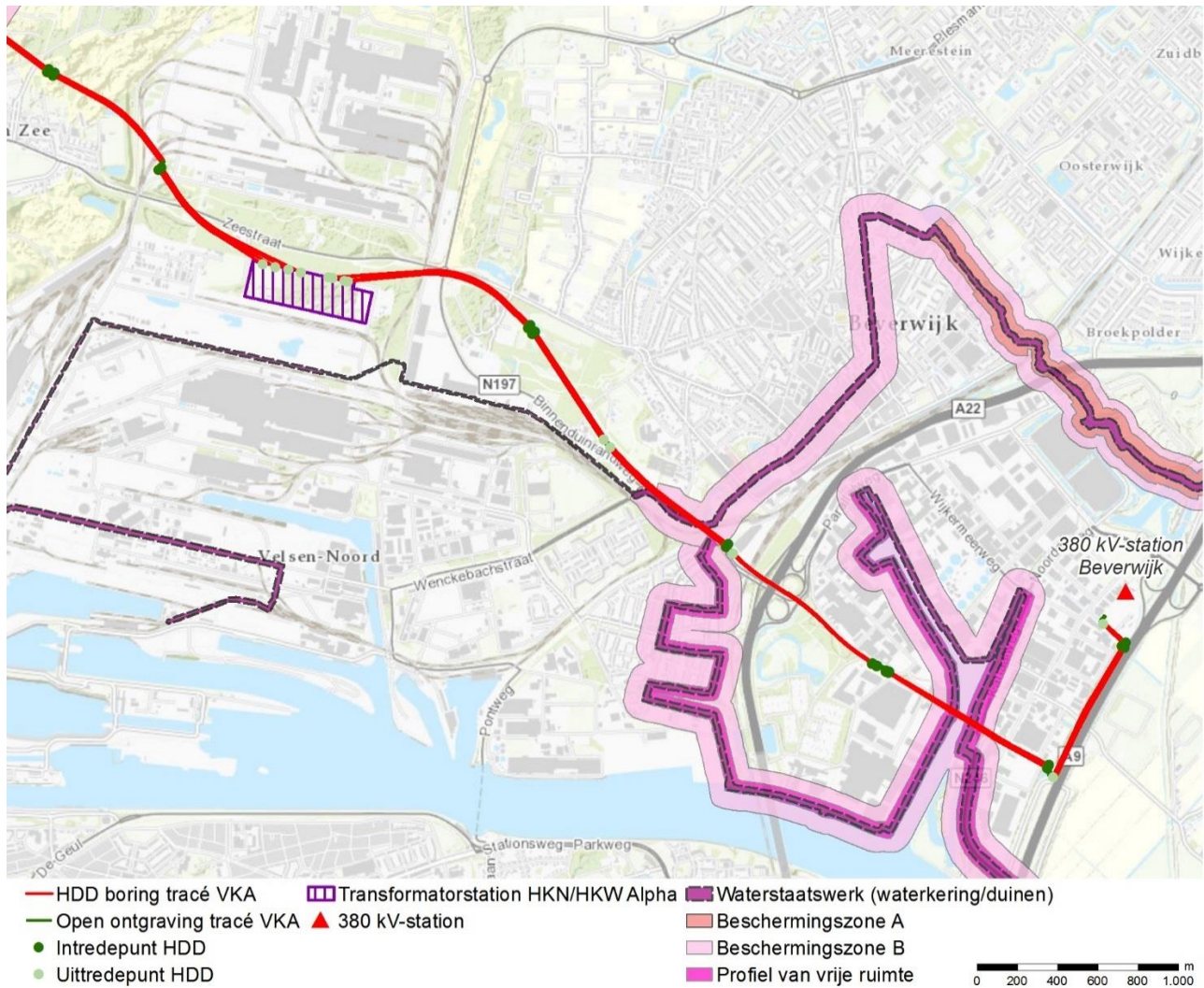
In bijlage 4 zijn de boorplannen opgenomen, waar in meer detail wordt in gegaan op de specificaties van de HDD-boringen. In bijlage 5 zijn de dwarsprofielen van de boringen opgenomen.



Figuur 2.2 Ligging vier kabelsystemen bij HDD boring.

2.3.2 Aanleggen van kabels onder een waterkering

Het tracé – zoals in deze vergunningaanvraag opgenomen – loopt vanaf het meest westelijke punt in de duinen nabij Wijk aan Zee, tot aan het 380 kV-station in Beverwijk. In onderstaande Figuur 2.3 is dit tracé weergegeven inclusief de waterkeringen die in dit tracé worden gekruist. In Tabel 2.1 zijn deze kruisingen tevens opgenomen. In totaal kruist het tracé één primaire waterkering en drie keer een secundaire/regionale kering.



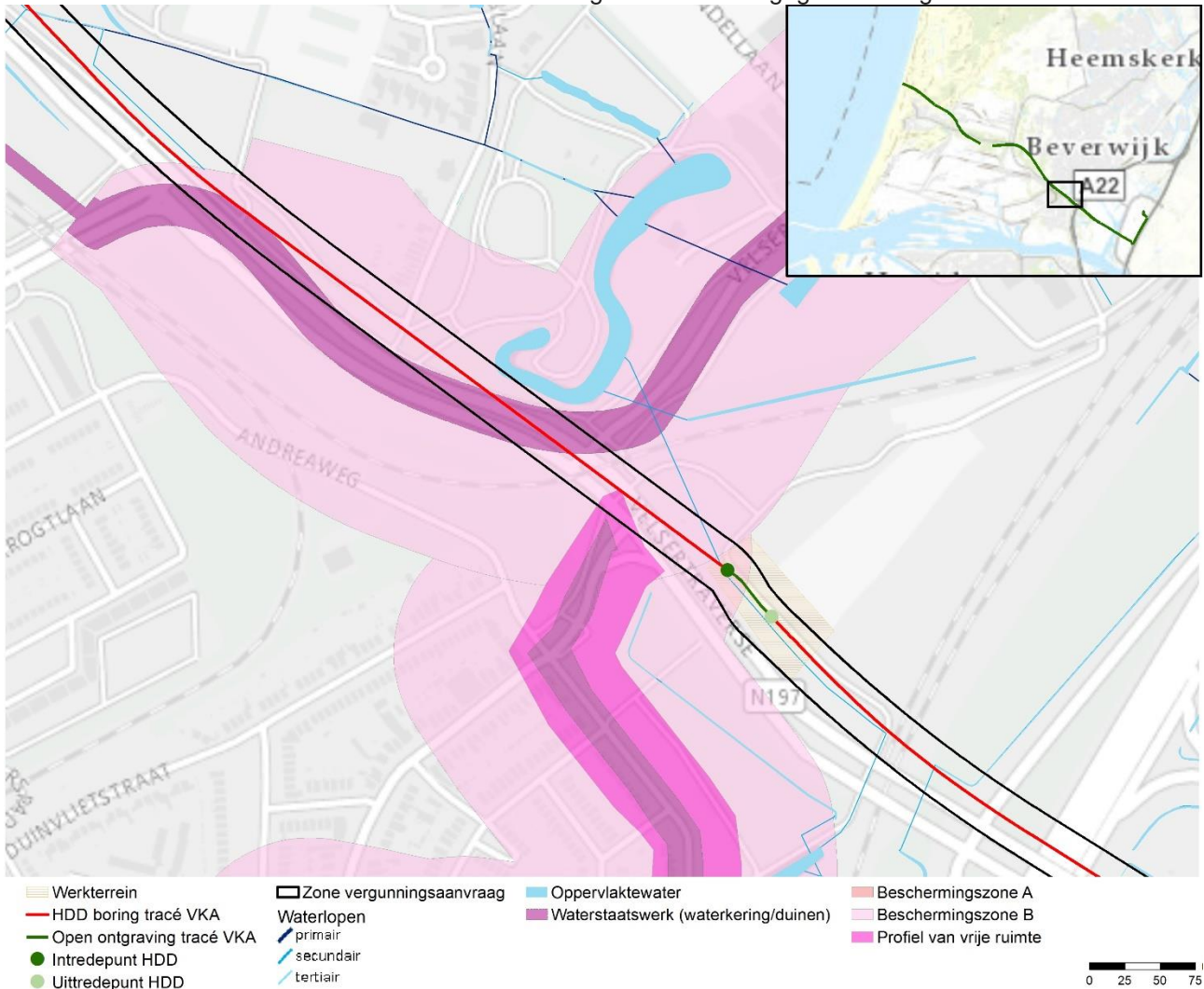
Figuur 2.3 Land tracé kabelsystemen en waterkeringen.

Tabel 2.1 Kruisingen tracé met waterkeringen.

Kruising #	Locatiebeschrijving	Soort waterkering	Diepteligging t.h.v. kruising
1	Rijk de Waalweg (N197)	Primaire	Ca. 25 m onder maaiveld
2	Wijkerstraatweg	Regionale / secundaire	Ca. 17 m onder maaiveld
3	Zijkanaal A	Regionale / secundaire	Ca. 35 m onder bodem Zijkanaal A
4	Zijkanaal A	Regionale / secundaire	Ca. 35 m onder bodem Zijkanaal A

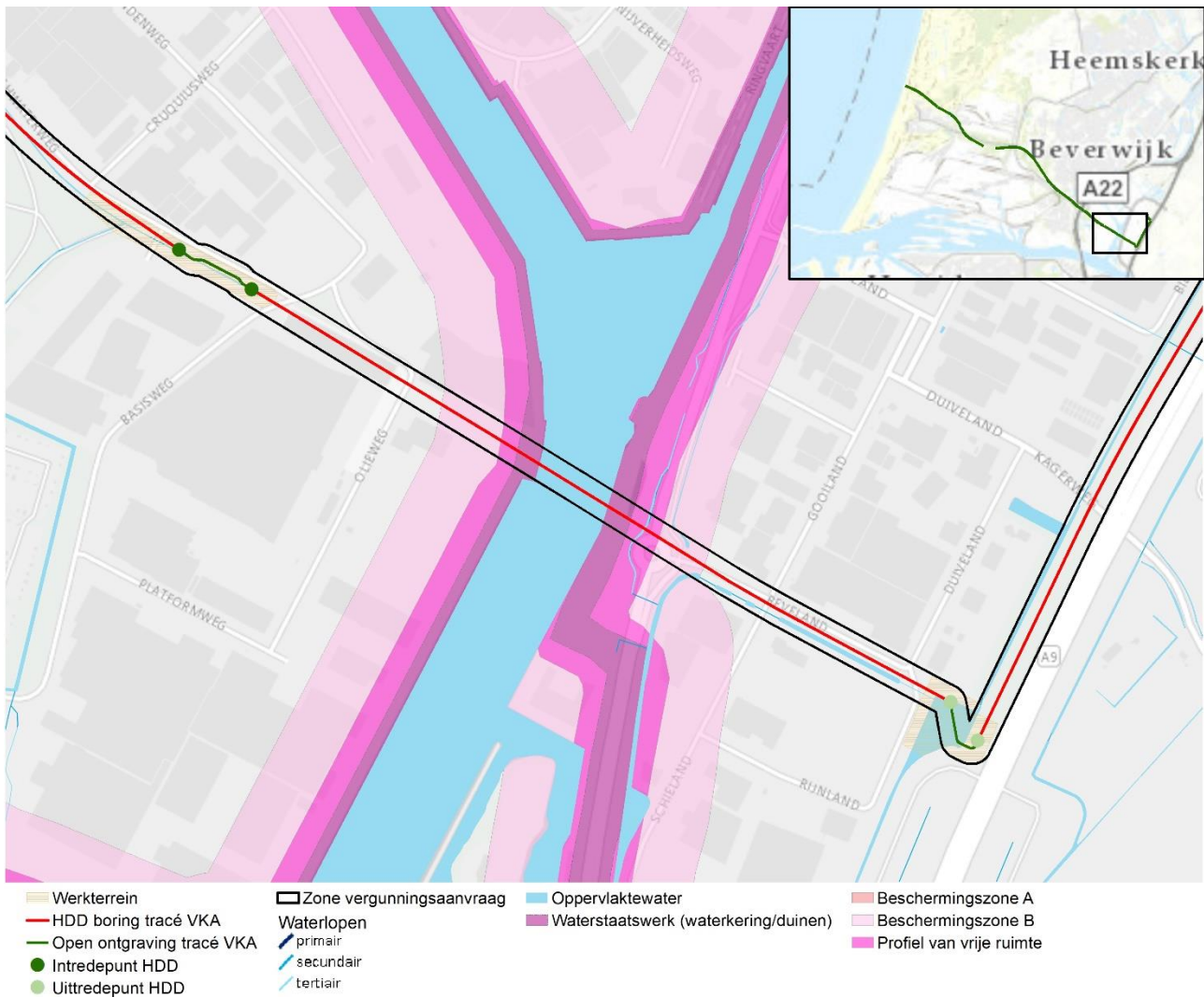
De kruising met de primaire waterkering is gesitueerd op de kruising van de Rijk de Waalweg (N197) en de Velsersweg. Deze kruising vindt plaats door middel van een HDD. Nadere specificaties van deze boring zijn te vinden in de bijlagen 4 en 5. De diepte van de kabel ter hoogte van deze kruising is ca. 25 meter onder maaiveld. De locatie is tevens weergegeven in Figuur 2.4.

Eén van de drie kruisingen met de secundaire/regionale waterkeringen bevindt zich in de buurt van de kruising met de primaire waterkering. Daar waar het kabeltracé onder de Rijk de Waalweg (N197) bevindt, ter hoogte van de kruising met de Wijkerstraatweg, wordt een regionale/ secundaire waterkering gekruist. Ook de aanleg van dit deel van het tracé vindt plaats met behulp van een HDD. Nadere specificaties van deze boring zijn te vinden in bijlagen 4 en 5. De diepte van de kabel ter hoogte van deze kruising is circa 17 meter onder maaiveld. De locatie van deze kruising is tevens weergegeven in Figuur 2.4.



Figuur 2.4 *Kruising kabeltracé met de primaire waterkering (Rijk de Waalweg, de meest noordelijke waterkering op de kaart) en de secundaire/regionale waterkering (de Velsersweg, de meest zuidelijke waterkering op de kaart).*

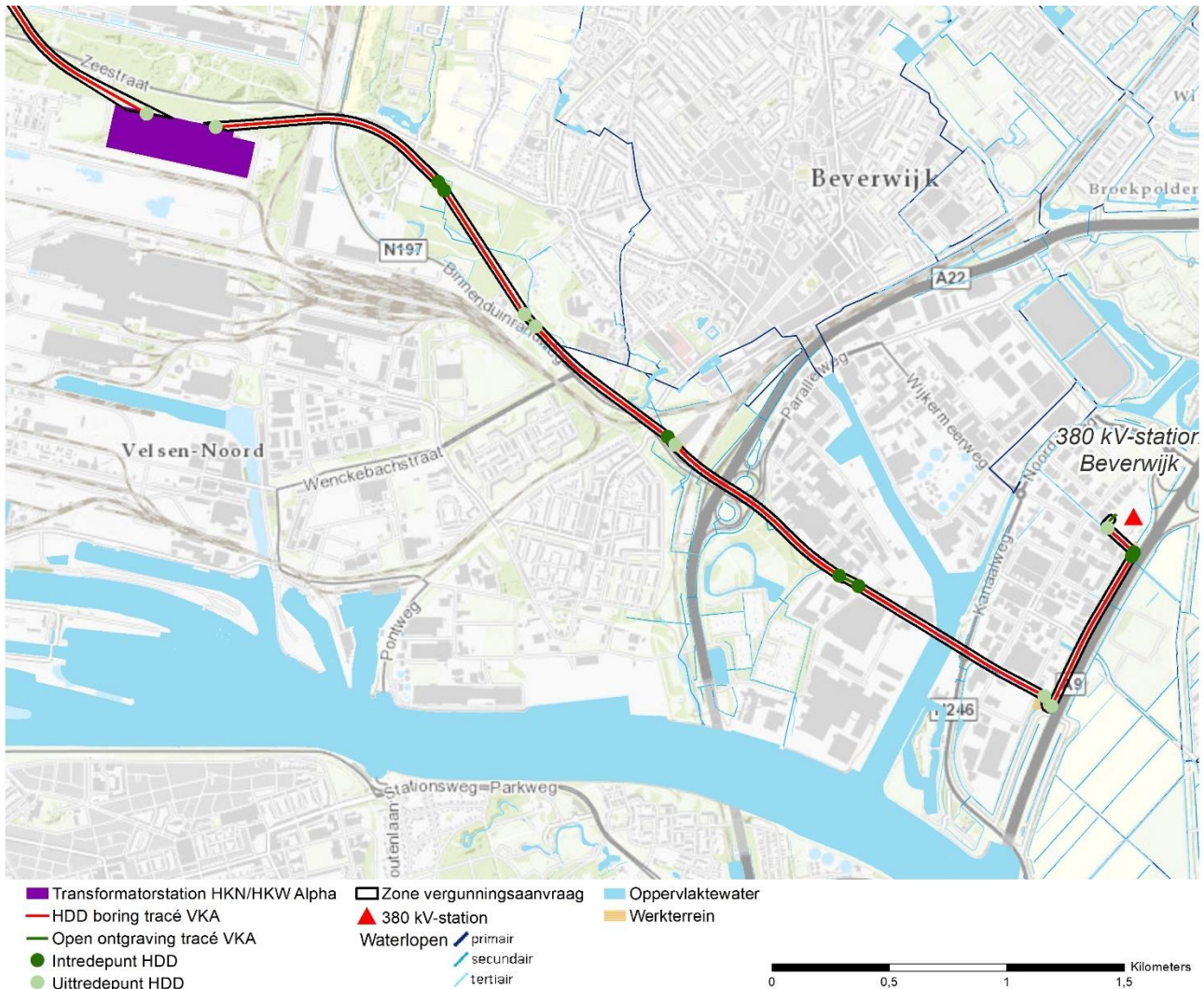
De twee overige kruisingen bevinden zich bij Zijkanaal A, vlak voor deze overgaat in de Zwaikom. Hier wordt tweemaal een secundaire/regionale waterkering gekruist met een HDD. Ook van deze boring zijn de nadere specificaties te vinden in bijlagen 4 en 5. De diepte van de kabel ter hoogte van deze kruising is ca. 35 meter onder de vaste bodem van het Zijkanaal A. De locaties van de kruisingen met de twee secundaire/regionale waterkeringen van Zijkanaal A zijn in Figuur 2.5 weergegeven. Voor alle boringen zijn tevens kwelwegberekeningen uitgevoerd, deze zijn onderdeel van de boorplannen, bijgevoegd in bijlage 4.



Figuur 2.5 *Kruising kabeltracé met twee secundaire/regionale waterkeringen Zijkanaal A.*

2.3.3 Aanleggen van kabels onder of langs oppervlaktewater

Onderstaande Figuur 2.6 geeft alle kruisingen of liggingen nabij een oppervlaktewaterlichaam weer. In de figuur zijn alle oppervlaktewaterlichamen uit de legger opgenomen.



Figuur 2.6 Land tracé kabelsystemen en oppervlaktewateren.

Over het gehele tracé wordt 15 keer een oppervlaktewaterlichaam gekruist door het tracé. Tevens loopt het tracé op vijf locaties parallel aan een waterloop. Alle kruisingen en parallelleggingen, op drie na, worden middels een HDD uitgevoerd. De diepteligging van de kabels bij een HDD is van dien aard dat aangenomen kan worden dat kruisingen met oppervlaktewaterlichamen voldoen aan artikel 8 van de algemene regels, behorende bij de Keur. Hierdoor is er geen vergunningplicht voor deze activiteit nodig. Onderhavige aanvraag is op deze punten aan te merken als een melding in dit kader. Zie voor nadere informatie over de boringen bijlagen 4 en 5. In onderstaande alinea's worden twee uitzonderlijke situaties van parallellegging behandeld. De kruising met het oppervlaktewaterlichaam nabij de A9 wordt behandeld in paragraaf 2.4.

De parallellegging met de waterloop, ten zuiden van de Leeghwaterweg in Velsen-Noord vindt plaats door middel van een open ontgraving. Zie hiertoe tevens *Figuur 2.7*. Hier is een in-/ uittredepunt voorzien. Hiertoe zal de waterloop tijdelijk worden gedempt, waarbij wordt voorzien in een voldoende doorvoer van het oppervlaktewater. De exacte dimensionering van deze tijdelijke activiteit wordt later, doch uiterlijk voor start van de werkzaamheden ter goedkeuring aan het Hoogheemradschap voorgelegd.

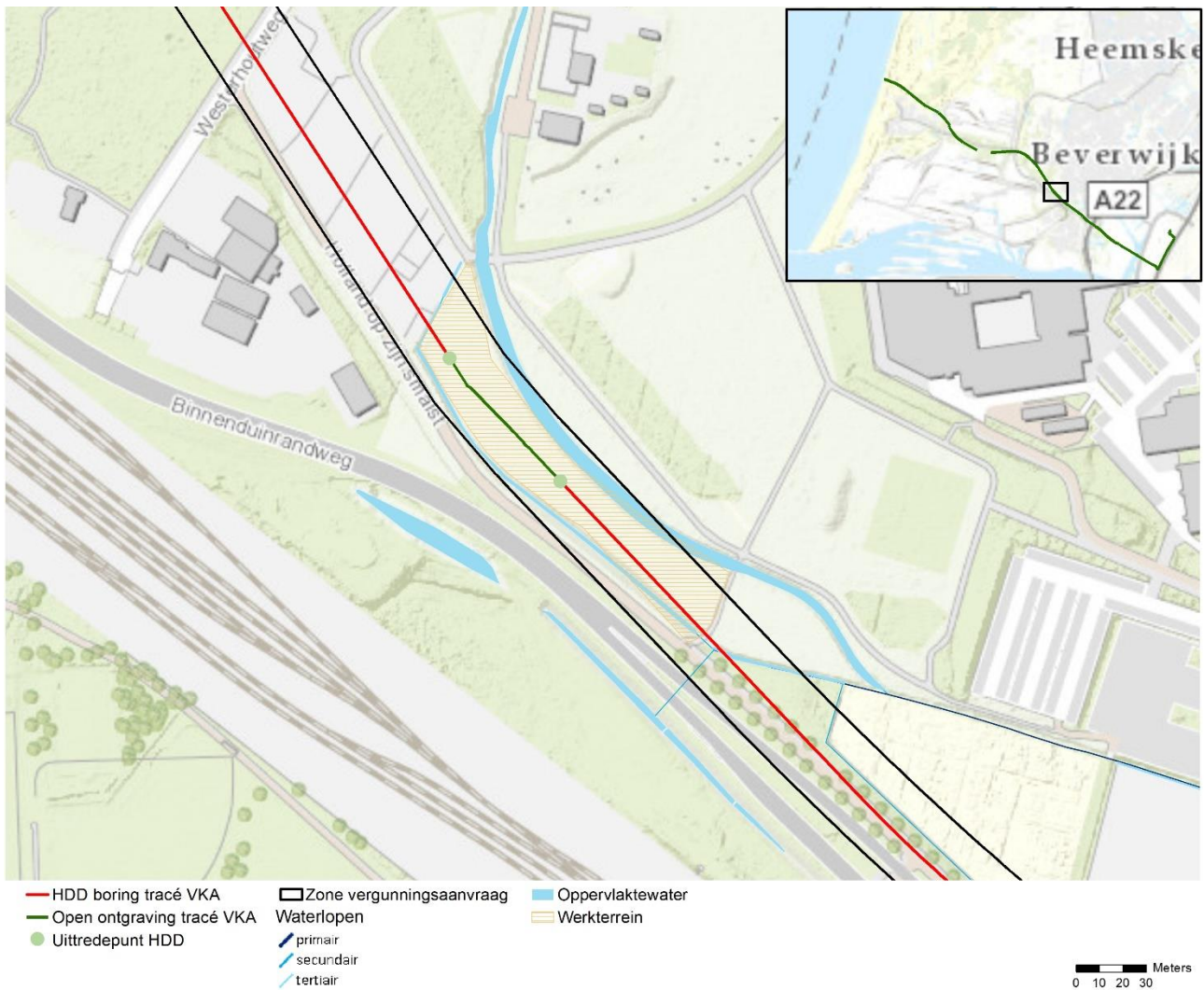
De parallellegging bij het in- en uittredepunt op de weg 'Holland op Zijn Smalst' ligt naast een waterloop. De werklocatie overlapt met deze waterloop. Dit wordt weergegeven in Figuur 2.8. Hiertoe zal de waterloop tijdelijk worden gedempt, waarbij zal worden voorzien in een voldoende doorvoer van het oppervlaktewater. De exacte dimensionering van deze tijdelijke activiteit wordt later, doch uiterlijk voor start van de aanlegwerkzaamheden ter goedkeuring aan het Hoogheemraadschap voorgelegd.

De parallellegging met de waterloop, ten noorden van de Velsertaverse (N197) in Velsen-Noord vindt plaats door middel van een open ontgraving. Zie hiertoe tevens Figuur 2.9.

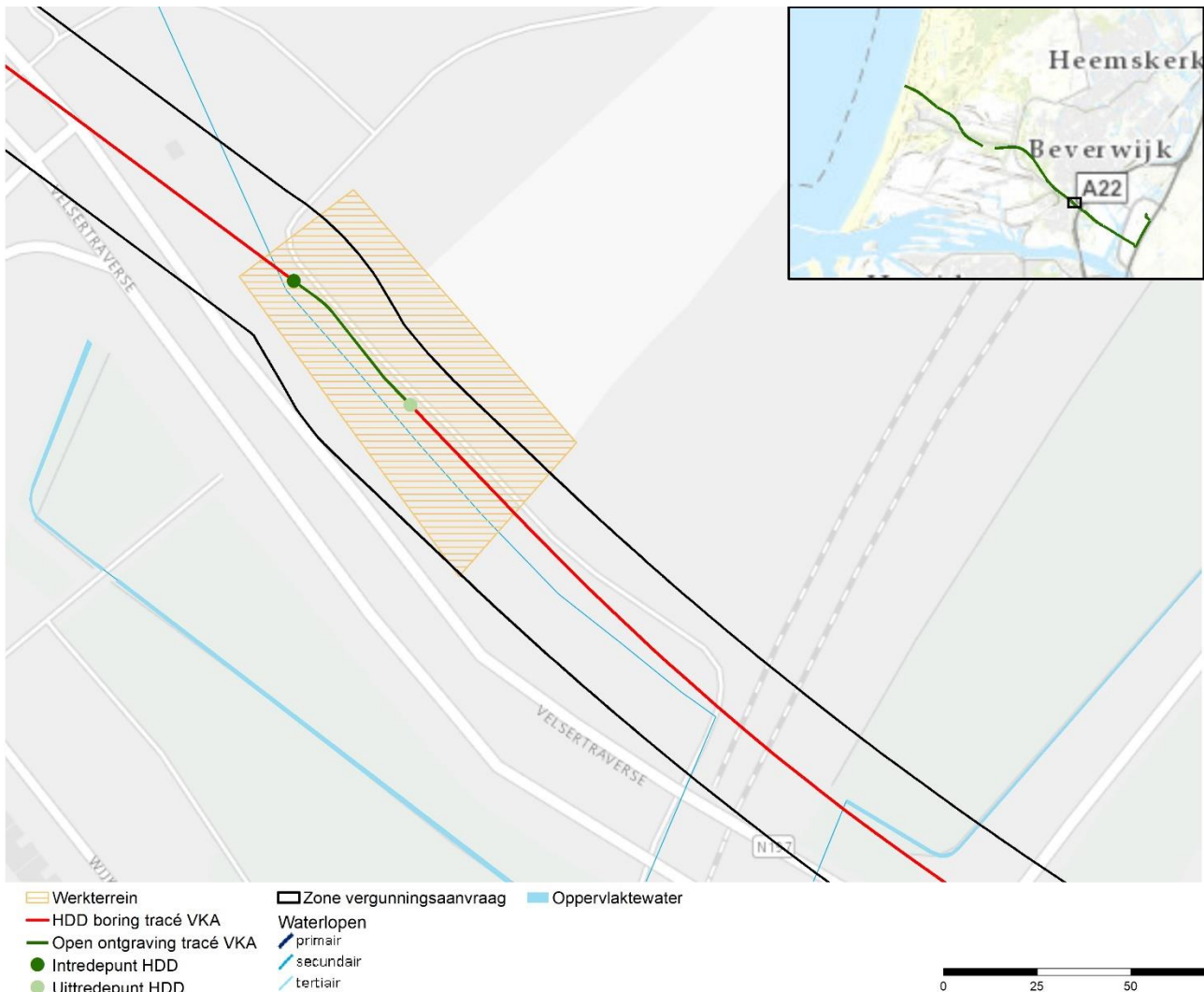
Op de locatie zoals weergegeven in bovenstaande afbeelding is een in-/ uittredepunt voorzien. Hiertoe zal de waterloop tijdelijk worden gedempt, waarbij wordt voorzien in een voldoende doorvoer van het oppervlaktewater. De exacte dimensionering van deze tijdelijke activiteit wordt later, doch uiterlijk voor start van de werkzaamheden ter goedkeuring aan het Hoogheemraadschap voorgelegd.



Figuur 2.7 Werklocatie Leeghwaterweg Velsen-Noord.



Figuur 2.8 Werklocatie 'Holland op Zijn Smalst' (zuidelijke in-/uittredepunt), Beverwijk.



Figuur 2.9 Werklocatie Velsertaverse (N197), Velsen-Noord.

2.3.4 Algemene regel

Daar waar het tracé kruist met oppervlaktewateren wordt in twaalf gevallen voldaan aan de algemene regel. Voor deze gevallen kan onderhavige vergunningsaanvraag worden beschouwd als melding. Dit betreft alle kruisingen met oppervlaktewater door middel van een horizontaal gestuurde boring. Hier wordt voldaan aan de separatie-diepte van 1 meter tot de bodem van de waterloop. In bijlage 3 zijn alle kruisingen op kaart weergegeven, daarnaast zijn in bijlage 4 de dwarsprofielen van alle boringen opgenomen.

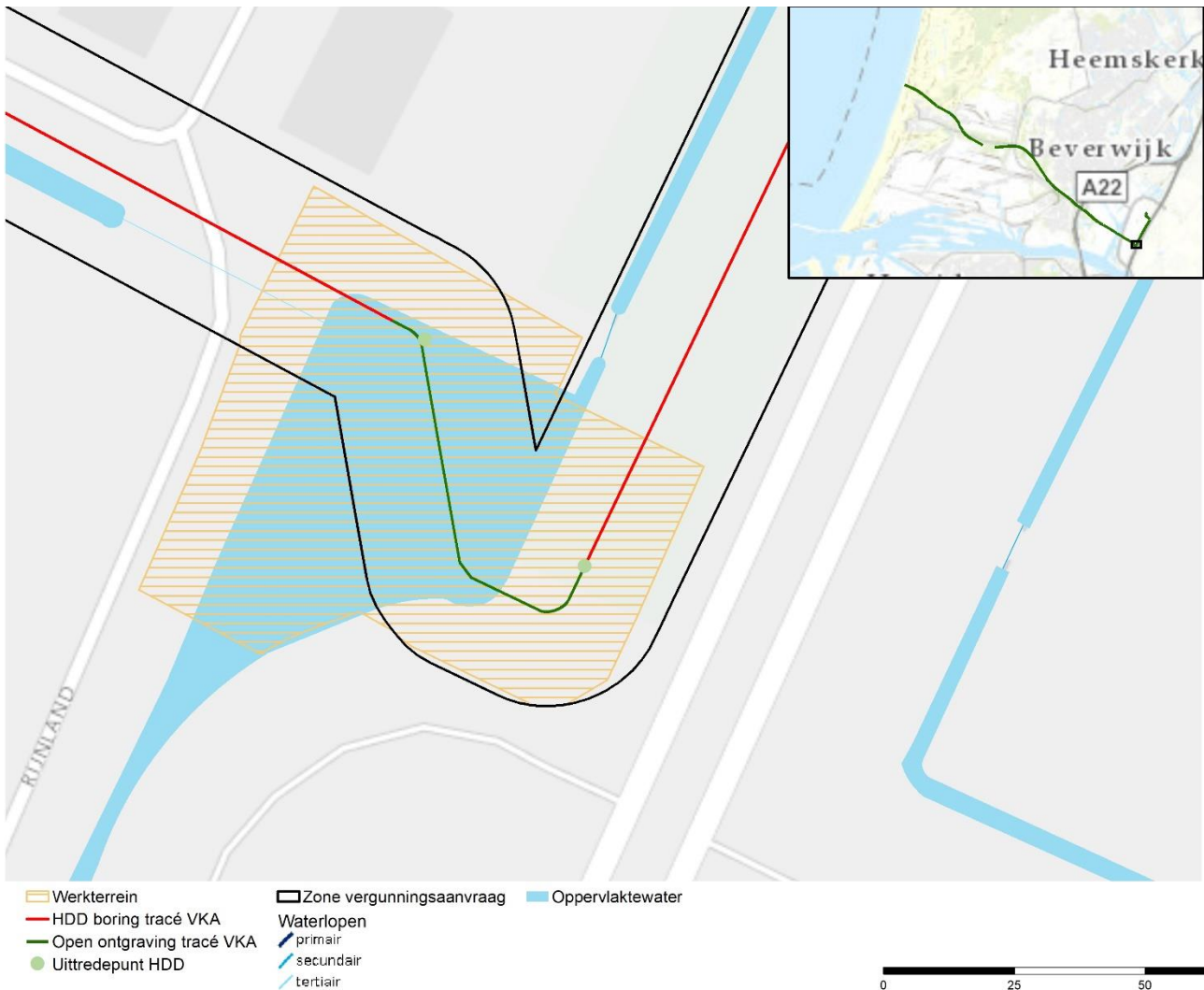
2.4 Oppervlaktewaterlichaam dempen

In totaal wordt op vier locaties een oppervlaktewaterlichaam (al dan niet tijdelijk) gedempt. Dit zijn:

1. Werklocatie Leeghwaterweg
2. Werklocatie Holland op zijn Smalst
3. Werklocatie Velsentaverse
4. Werklocatie A9 zuidzijde.

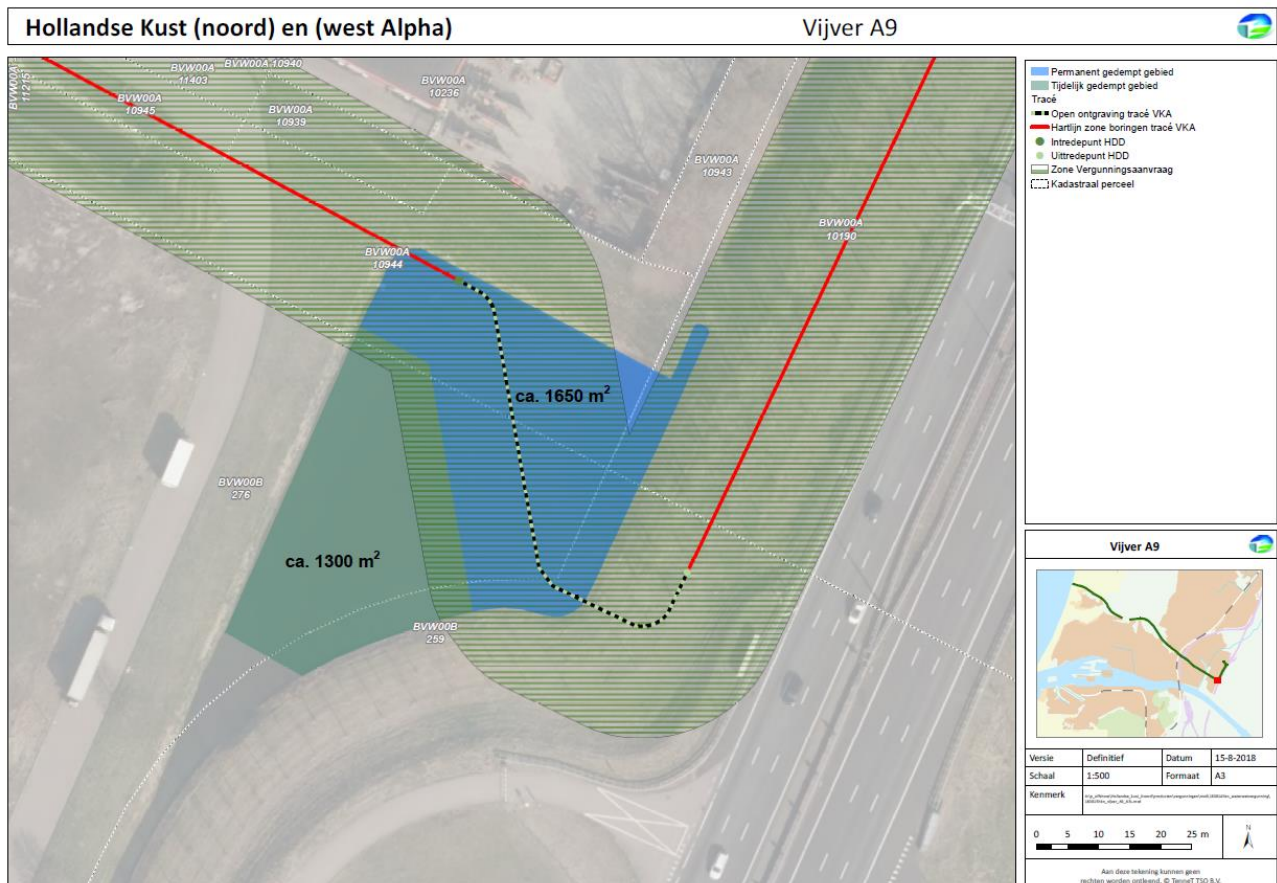
De eerste drie werklocaties betreffen het tijdelijk dempen van een oppervlaktewaterlichaam. Vervolgens wordt het oppervlaktewaterlichaam herstelt. Uiterlijk drie weken voor start van de werkzaamheden wordt een werkplan ter goedkeuring ingediend waarin in detail wordt ingegaan op het dempen van het oppervlaktewater, op welke wijze de doorvoer wordt gewaarborgd, als ook de wijze waarop het waterbergend vermogen van het watersysteem wordt gewaarborgd.

De vierde werklocatie; A9 zuidzijde ligt ten westen van de A9, nabij hectometerpaal 527. hier is een zogenaamde mof-locatie voorzien. Een mof-locatie betreft een verbindingspunt tussen de aan te leggen kabels. In Figuur 2.10 is weergegeven waar de bestaande watergangen bij deze locatie lopen en waar het kabeltracé loopt. Uit de figuur blijkt dat op de locatie van het oppervlaktewater een in-/uittrede punt voor de HDD is voorzien. Hier kruist het tracé daarom oppervlaktewaterlichaam. De diepteligging van de kabel zal hier circa 1,5 meter onder maaiveld zijn.



Figuur 2.10 Kruising tracé met oppervlaktewater nabij A9.

Om de mof aan te kunnen leggen en het in-/uittrede punt ten tijde van de aanleg te kunnen realiseren, wordt het oppervlaktewater (de vijver) geheel gedempt. In totaal wordt een oppervlakte van ca. 1.650 m² permanent gedempt. In Figuur 2.11 wordt onderscheid gemaakt tussen de te dempen oppervlaktes naar tijdelijk en permanent. Het tijdelijk te dempen oppervlaktewater wordt na de werkzaamheden herstelt. Uiterlijk drie weken voor start van de werkzaamheden wordt een werkplan ter goedkeuring ingediend waarin in detail wordt ingegaan op het tijdelijk dempen van het oppervlaktewater, op welke wijze de doorvoer wordt gewaarborgd, als ook de wijze waarop het waterbergend vermogen van het watersysteem wordt gewaarborgd.

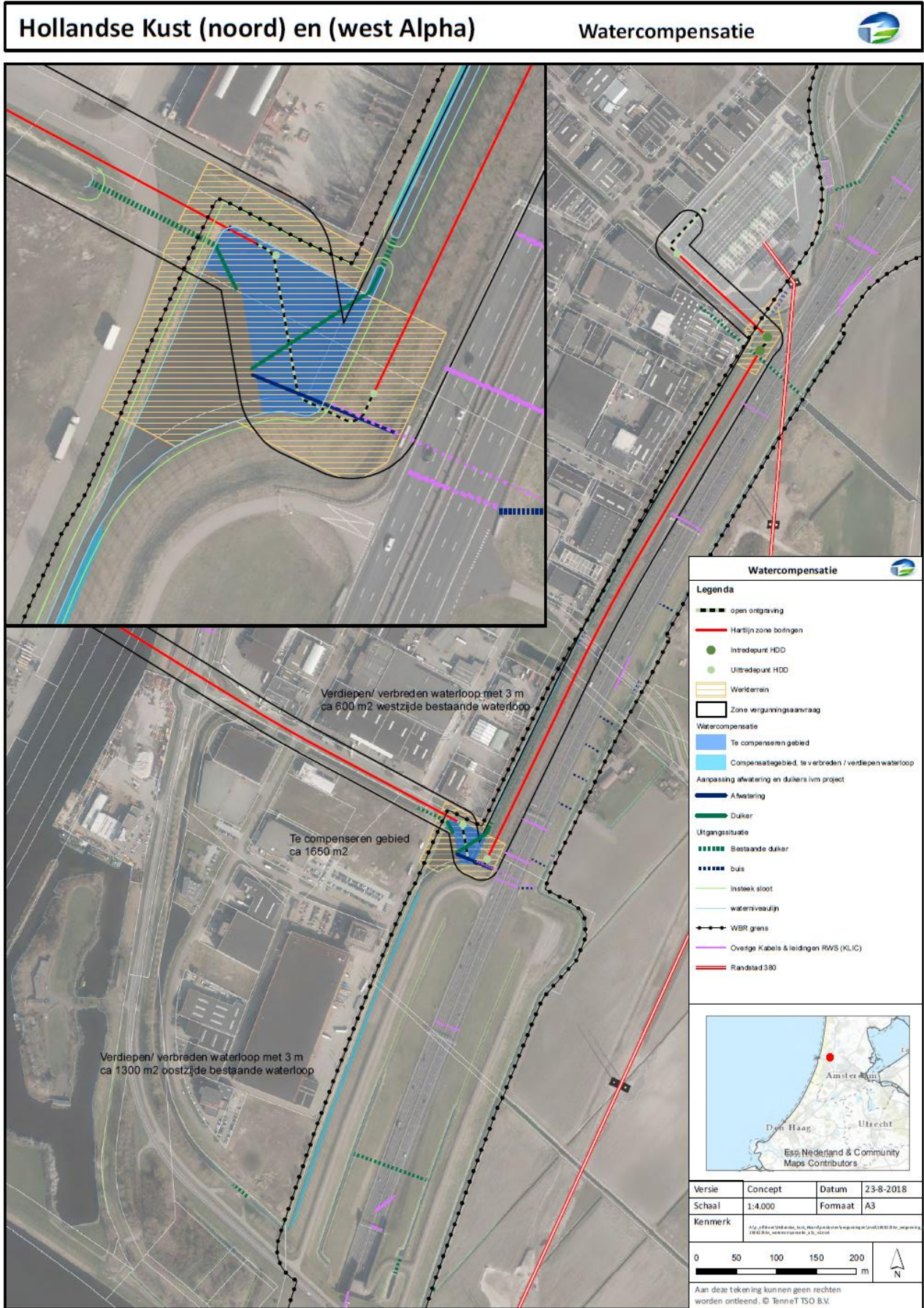


Figuur 2.11 Tijdelijk en permanent te dempen oppervlaktewater ten westen van de A9.

Het permanent te dempen oppervlak moet gecompenseerd worden, om te zorgen dat er per saldo voldoende oppervlaktewater overblijft. Er geldt een compensatieopgave van 1:1. Dit betekent dat er van het watersysteem 1.650 m² aan waterbergend vermogen gecompenseerd dient te worden. Dit gebeurt door het verbreden van de aansluitende sloten, ten noorden en ten zuiden van de vijver (zie de blauwe lijnen in figuur 2.12). Hierdoor blijft het water binnen hetzelfde 'watersysteem'. Als de sloten ten noorden en zuiden van de vijver voor de aangegeven lengte beide 3 meter verbreed worden, zijn er qua oppervlakte voldoende vierkante meters aanwezig om in compensatie te voorzien (zie Figuur 2.12). Aangezien de verbinding van de noordelijke en zuidelijke sloot moet blijven zullen er later duikers/buizen om de sloten te verbinden aangelegd worden. De manier waarop dit wordt uitgevoerd (ligging/diameter etc.) zal in een nader werkplan nog worden uitgewerkt en voor de start van de bouw worden toegezonden ter goedkeuring.

Onderdeel van het huidige waterbergend vermogen ter plaatse is hemelwaterafvoerbuï vanaf de A9. In de compensatieopgave wordt hier rekening mee gehouden.

Een gedetailleerd werkplan voor de bovenstaande compensatieoplossing wordt later, doch uiterlijk drie weken voor start van de werkzaamheden ter goedkeuring aan het Hoogheemraadschap voorgelegd.



Figuur 2.12 Watercompensatie ten behoeve van de demping van het oppervlaktewater bij de A9. Deze kaart is tevens in het groot opgenomen in bijlage 6.

2.5 Versnelde afvoer regenwater door verhard oppervlak

De aanleg van het transformatorstation op het terrein van Tata Steel resulteert in een toename van de verharding in het beheergebied van het Hoogheemraadschap. In het geval het oppervlak van de daken van de gebouwen, de (toegangs)wegen, de verharding onder de installaties op het schakelveld en de oppervlaktes van de vloeistoffencontainers onder de transformatoren bij elkaar worden opgeteld, wordt een totaal verhard oppervlak van circa 5.000 m² voorzien. Indien de activiteit een toename in de verharding voorziet van meer dan 2.000 m², dienen compenserende maatregelen te worden getroffen. Echter, vanwege de ligging van het transformatorstation op hoger gelegen zandgronden, wordt het transformatorstation zodanig ingericht dat er in de directe omgeving maximale infiltratie van hemelwater plaatsvindt waardoor er geen compensatie benodigd is. In Figuur 2.13 is de hoogte van het terrein ten opzichte van NAP (op basis van het Actuele Hoogtebestand Nederland) en de directe omgeving weergegeven. In bijlage 7 is een bovenaanzicht van de locatie van het transformatorstation opgenomen. Uit figuur 2.13 blijkt dat de locatie op een – ten opzichte van de omgeving – hoger gelegen gebied is gesitueerd. Hierdoor is volledige infiltratie een reële mogelijkheid.



Figuur 2.13 Locatie transformatorstation Tata Steel en de verschillende hoogtes in en rondom de locatie. De indeling van het transformatorstation is tevens opgenomen in bijlage 7.

Er wordt gebruik gemaakt van een tweetal IBA-systemen (IBA staat voor 'Individuele Behandeling van Afvalwater') om afvalwater te zuiveren (max capaciteit 6 m³ per stuk). Het afvloeiend regenwater wordt geïnfiltreerd in de bodem in de directe omgeving. Het afvloeiend regenwater van daken wordt direct geïnfiltreerd, het afvloeiend regenwater uit de opvangcontainers onder de transformatoren en de parkeerplaatsen wordt eerst behandeld door een olie-waterafscheider alvorens dit wordt geïnfiltreerd. Dit is indicatief weergegeven in bijlage 7. De definitieve inrichting ten aanzien van het afvloeien regenwater wordt op een nader af te stemmen termijn voor start van de activiteiten ter goedkeuring aan het HHNK voorgelegd.

3 BESCHEIDEN EN GEGEVENS

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van onderhavige aanvraag.

Tabel 3.1 Overzicht bijlagen behorende bij de aanvraag.

Bijlage #	Titel / soort
2	Typical Installation Method (TIM)
3	Detailkaarten onshore tracé inclusief legger
4	Boorplannen inclusief kwelwegberekeningen
5	Dwarsprofielen
6	Kaartbeeld Watercompensatie
7	Kaartbeelden / tekening transformatorstation Tata Steel
8	Machtiging Arcadis Nederland B.V. door TenneT TSO B.V.

In de volgende tabel is aangegeven welke bescheiden en gegevens later, doch uiterlijk voor de start van de bouw zullen worden aangeboden aan het bevoegd gezag. Onderstaande lijst is ten minste conform hoofdstuk 6 van de waterregeling, maar wordt aangevuld met enkele overige bescheiden en bewijsstukken.

Tabel 3.2 Overzicht later (uiterlijk drie weken voor start van de werkzaamheden) te overhandigen bescheiden.

Gegevens / bescheiden
Planning van de activiteiten
Werkplan per activiteit

COLOFON

TOELICHTING OP DE AANVRAAG
NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN
HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA)

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Maarten Jaspers Faijjer

PROJECTNUMMER

C05057.000084.0700

ONZE REFERENTIE

079961428 A

DATUM

3 september 2018

STATUS

Definitief

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

PROJECT LEADER Jeroen van Haeren
 CLIENT Licensing team HKN & HKW Alpha
 AUTHOR Peter van Velzen; Jeroen Achterberg
 DEPARTMENT NLO - Offshore

DATE June 22, 2018
 VERSION 0.6
 VERSION DATE June 22, 2018
 STATUS Draft
 PAGE 1 of 59

Typical Installation Method HKN & HKW Alpha

Overview of the possible installation methods of the HKN & HKW Alpha offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
01	26-07-2017		EMO	-
02	11-08-2017		EMO	FT, MH, GDL, MKR, JEA
03	20-09-2017		EMO	JEA, PVV, FT, MH
04	25-09-2017		EMO	JEA, WSN, PVV
05	22-11-2017		EMO	
06	22-06-2018	Updated for licence purpose	PVV & JEA	WSN, EMO, MH, FT

1. Introduction	5
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method:	7
1.3 Reading guide	7
2. Offshore grid connection overview	8
2.1 Offshore grid connection	8
2.2 Offshore platform (A)	8
2.3 Transition joint (i)	9
2.4 Land station (B)	9
2.5 Onshore 380 kV substation (C)	9
2.6 HKN 220 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)	9
2.7 HKN & HKW Alpha 380 kV land cable (3)	10
3. Offshore grid components design	11
3.1 HVAC cables	11
3.1.1 HVAC 220 kV submarine export cable	11
3.1.1 HVAC 220 kV land export cable	11
3.1.2 HVAC 380 kV land cable	12
3.2 Platform design	12
3.3 Land station design	13
4. Burial depth at sea	14
4.1 Burial depth requirements	14
4.2 Long term seabed mobility	14
4.3 Short term seabed mobility	15
5. Installation preparations offshore	17
5.1 Initial route survey	17
5.2 UXO and archaeological survey	17
5.3 Route survey	17
5.4 Detailed route engineering	18
5.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	18
5.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	19
5.5.2 Non pre-detected cables	19
5.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds	20
5.6.1 Minimising dredging by route engineering	20
5.6.2 Pre sweep (dredge) profile design	20
5.6.3 Pre Sweeping mobile seabeds	20
5.7 Pre-trenching run	21
5.8 Pre cutting	21

6. Installation of onshore cables	22
6.1 Onshore cable routeing	22
6.2 Cable trench design	22
6.3 Open trench installation	23
6.4 Transition joint	24
6.5 Cross bonding Land Cable sections	25
6.6 Horizontal directional drilling	27
6.6.1 HDD installation tools	29
6.7 Fibre optic cable	31
7. Installation of cables offshore	32
7.1 Site description	32
7.2 Installation method	32
7.3 Trenching tools	34
7.3.1 Jet sledge	34
7.3.2 ROV jet trencher	35
7.3.3 Chain cutter	36
7.3.4 Cable plough	37
7.3.5 Mass flow excavation	38
7.4 Additional trenching tools	39
7.4.1 Vertical injector	40
7.4.2 Vibration plough	42
7.5 Dredging	42
8. Offshore cable crossings with 3rd party assets	44
8.1 Cable detection survey	44
8.2 In Service assets	44
8.2.1 Crossing structures	44
8.2.2 Outer rock layer	48
9. Post installation activities offshore cables	49
9.1 Remedial burial by jet trenching or MFE	49
9.2 Post lay protection of cable segments	49
9.3 As built survey	49
10. Operational phase offshore cables	50
11. Decommissioning offshore cables	51
11.1 Cables	51
11.2 Crossing structures	51
12. Offshore platform	52

12.1 Offshore platform design	52
12.1.1 Lay-out	52
12.1.2 Electrical installation	52
12.1.3 Safety and environment	52
12.1.4 Access	52
12.1.5 Approximate dimensions and weight	53
12.2 Installation of the offshore platform	53
12.2.1 Preparations before installation	53
12.2.2 Jacket installation and piling	54
12.2.3 Topside installation	55
12.2.4 Post installation works	56
12.3 Operational phase of the offshore platform	56
12.4 Decommissioning of the offshore platform	56
13. Land station	57
13.1 Design	57
13.1.1 Lay-out	57
13.1.2 Electrical Installation	57
13.1.3 Safety and environment	57
13.1.4 Access	58
13.1.5 Buildings	58
13.2 Construction phase	58
13.3 Operational phase	58
13.4 Decommissioning	59

1. Introduction

1.1 General project introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. To increase offshore wind energy capacity, the government has designated three zones in the North Sea for the development of new wind farms.

The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate.

One of the three wind farm zones lies offshore from the coast of the province of North-Holland and is referred to as the Hollandse Kust (noord) Wind Farm Site (from here on denoted as HKN). The wind farm site will be connected to the onshore grid either in substation Beverwijk or substation Vijfhuizen. The different route options from the wind farm site to the onshore grid as to be investigated in the Environmental Impact Assessment, are shown in Figure 1.



Figure 1 Chart of the different cable route options from the HKN windfarm to the onshore grid

Initially the project only consist of the HKN wind park project as described above and shown in Figure 1 as part of "Routekaart 2023". During the initiation phase of the HKN project, "Routekaart 2030" was launched including wind park Hollandse Kust West (HKW). As optimization (mainly in route of the cables), the northern part of HKW called Hollandse Kust West Alpha (HKW Alpha) will be developed together with the HKN project.

The final route option (VKA = Voorkeursalternatief) and cable route between HKW Alpha and HKN are shown in Figure 2 and consist of the following 5 elements:

1. Two offshore transformer platforms to receive the power generated by the wind turbines;
2. Four cable systems at sea, 2 per offshore platform;
3. Four transition joint constructions at the beach to connect the offshore cable and land cable sections;
4. One transformer station at Tata Steel.
5. Four land cable sections to connect to the high voltage land station Beverwijk;



Figure 2 "Voorkeursalternatief" and HKW Alpha cable routes

1.2 Purpose of the typical installation method:

The typical installation method outlines the possible installation methods, possible installation tools and possible characteristics focussing on the relevant items from spatial and environmental perspective. It shows a bandwidth of options and impacts, and can therefore be used as input for the Environmental Impact Assessment, Appropriate Assessment and permit applications.

For licensing purposes a 'reasonable worst case scenario' is considered with regards to the environmental impact of the installation. This typical installation method does describe some foreseeable installation options for the various sections of the cable. The worst case scenario considered is part of these installation options described. Both the offshore and onshore cable sections, the offshore platforms, the onshore transformer station and landstation are discussed.

1.3 Reading guide

This report outlines the typical installation method for the cable installation of the offshore grid connection of HKN and HKW Alpha.

The report is made up from the following chapters:

- Chapter two gives a description of the cable grid connection, its different sections & parts and used definitions;
- Chapter three gives a high-over description on the design of the different cable sections;
- Chapter four elaborates on the burial depth of the offshore cables;
- Chapter five describes the activities that take place prior to the installation of the offshore cables;
- Chapter six describes the onshore cable route and possible installation methods;
- Chapter seven elaborates on the offshore part of the cable route and the possible installation methods;
- Chapter eight describes the offshore crossing of 3rd party assets;
- Chapter nine describes the offshore post installation activities;
- Chapter ten elaborates on the operational phase;
- Chapter eleven elaborates on decommissioning;
- Chapter twelve described the offshore platform;
- Chapter thirteen gives an overview of the landstation.

The chapters mentioned above concern only the installation of the 220kV high voltage cables of which the sections are discussed in the next chapter.

2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connection and starts with a description of the different parts in paragraph 2.1. The paragraphs after that elaborate on the different cable sections and connection points.

2.1 Offshore grid connection

The HKN and HKW Alpha offshore grid connections consist of six main parts as shown in Figure 3. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'i' is the offshore section and from 'i' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the land station and the onshore 380 kV substation.

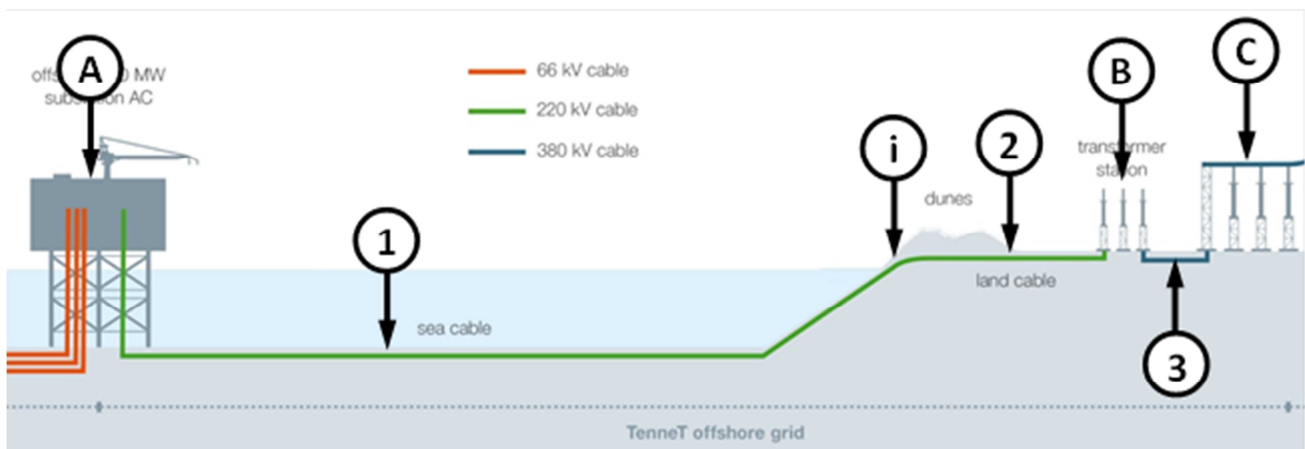


Figure 3 Offshore grid connection

Connection points

- A. Offshore platform
- I. Transition joint
- B. Land station
- C. Onshore 380 kV substation

Cables

- 1. HVAC 220 kV submarine export cables
- 2. HVAC 220 kV land export cables
- 3. HVAC 380 kV land cable

2.2 Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform has a transport capacity of 700 MW plus 8% overplanting. It contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

2.3 Transition joint (i)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV submarine export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV submarine export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made.

2.4 Land station (B)

The land station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the land station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the land station.

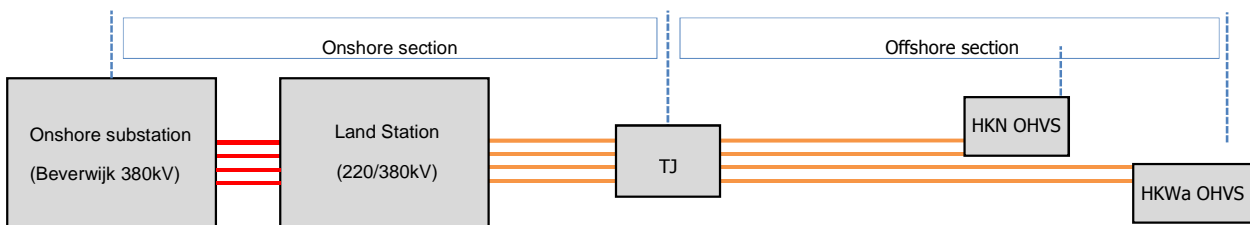
2.5 Onshore 380 kV substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid.

2.6 HKN 220 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the HKN platform to the land station and another two export cable systems are connecting the HKW Alpha platform to the same land station as HKN cable systems. The cable systems of the HKN & HKW Alpha export cables can be divided in two main sections, where the first section is the onshore section and the second the offshore section.

1. Onshore section: HVAC 220 kV land cables from the HKN & HKW Alpha land station (Beverwijk) up to the transition joint located on or near the beach.
2. Offshore section: HVAC 220 kV submarine cables from the transition joint to respectively the HKN and HKW Alpha platforms.



TJ: Transition Joint (land to sea cable), if applicable

Figure 4 Schematic presentation of the HKN & HKW Alpha export cable systems

2.7 HKN & HKW Alpha 380 kV land cable (3)

The land station will be connected to the 380 kV grid via Beverwijk 380 kV using four 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and optical fibre).

3. Offshore grid components design

In this chapter information is provided on the design of the different components / parts of the offshore grid connection.

3.1 HVAC cables

3.1.1 HVAC 220 kV submarine export cable

The HVAC 220 kV submarine export cable system consists of one 3-core combined cable per circuit. Therefore, both the HKN & HKW Alpha HVAC submarine cable system consists of two 3-core cables. These cables will have a rated voltage level of 225 kV (highest voltage for equipment U_m is 245 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter D_o is expected to be between 250 and 300 mm. The conductor cross section will approximately be between 800 and 1,600 mm² and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper) depending on the local soil conditions. Other important aspects of the cable is a lead screen for each core and spacers between the cores including two or three fibre optical cables and an outer armouring of the three cores consisting of galvanized or stainless steel armouring wires and layer(s) of black polypropylene yarns. A typical cross section of a HVAC 3-core submarine cable is shown in Figure 5.

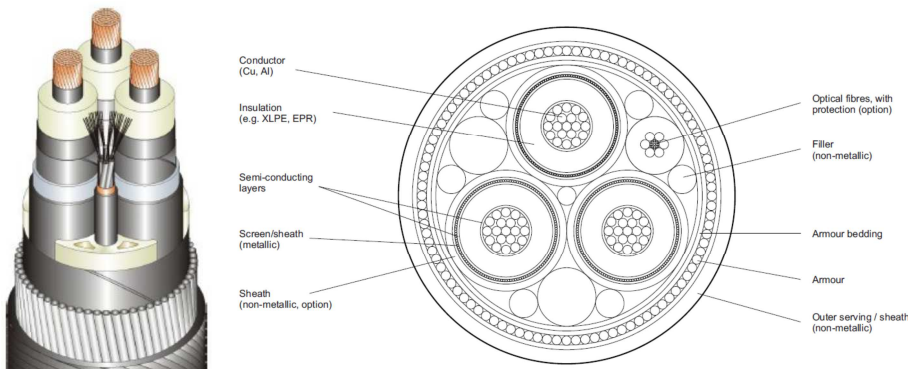


Figure 5 Typical 3-core HVAC 220 kV submarine export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)

3.1.1 HVAC 220 kV land export cable

The HVAC 220 kV land export cable system consist of three single core cables per circuit in a triangular position and thus the HVAC land cable system consists of a total of six single core cables. A separate fibre optical cable is part of this cable system, but for cable temperature monitoring, 2 or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one phase of the cable system. These cables will have a rated voltage level of 225 kV (highest voltage for equipment U_m is 245 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter D_o will be between 100 and 150 mm. The conductor cross section will approximately be between 1,000 and 1,600 mm² and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper). Other important aspects of the cable are a metallic sheath around the core. A typical cross section of a HVAC single core land cable is shown in Figure 6.



Figure 6 Typical HVAC 220 kV land export cable

3.1.2 HVAC 380 kV land cable

The HVAC land cable system consist of three single core cables per circuit in flat or a triangular position and a total of two circuits and are operated at 380 kV. The total HVAC land cable system consists thus of six single core cables. A separate fibre optical cable is part of this cable system, but for cable temperature monitoring, 2 or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one phase of the cable system. These cables will have a rated voltage level of 400 kV (highest voltage for equipment U_m is 420 kV) and have an extruded XLPE insulation. The outer diameter D_o is expected to be between 150 and 200 mm. The conductor cross section will approximately be between 1,000 and 2,500 mm² and made of either Al (Aluminium) or Cu (Copper). Other important aspects of the cable are a lead screen around the core. A typical construction of a HVAC single core land cable is shown in Figure 7.

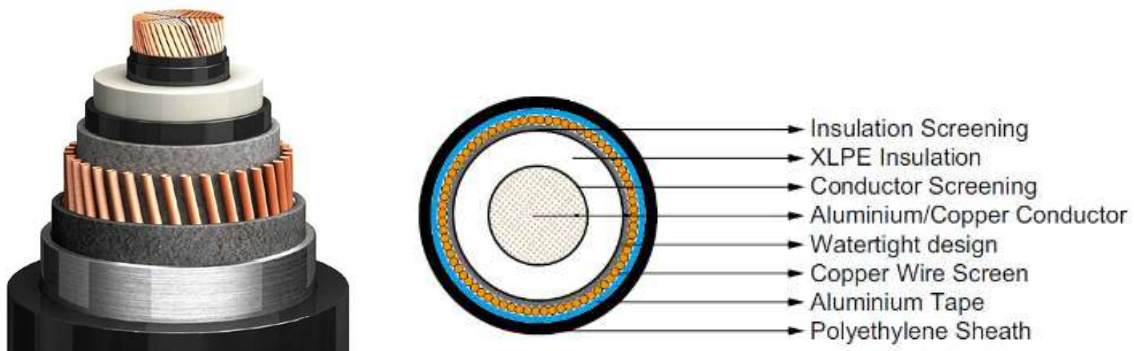


Figure 7 Typical HVAC land cable

3.2 Platform design

The offshore platform design is based on a standardized 700 MW AC offshore substation which will be applied for the Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) and Hollandse Kust (west) projects. This is described in a basic design which contains the design and functional requirements for the platform as well as the design philosophy. Main topics are: the platform will be unmanned, with no living quarters (only emergency supplies) and no helideck provided. The platform auxiliary systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible

during manned maintenance campaigns. Figure 8 shows the standardized 700 MW AC offshore substation concept. More information on the platform can be found in Chapter 12.

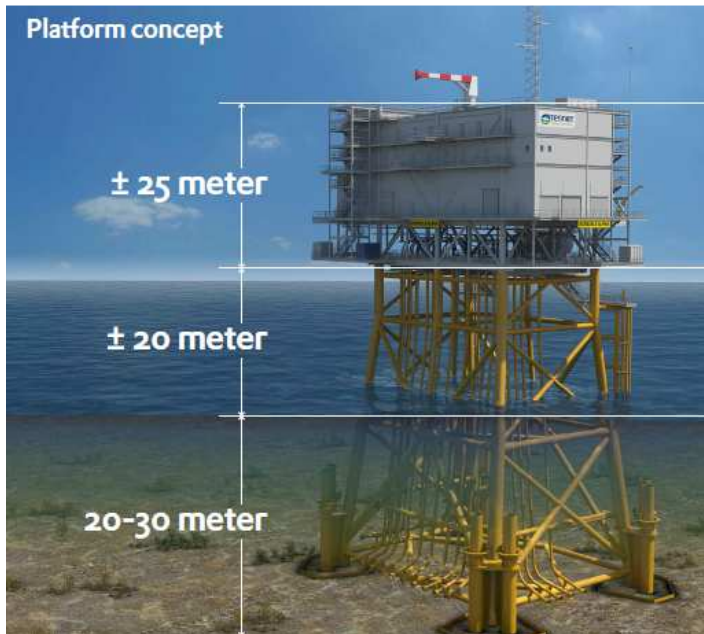


Figure 8 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)

Local metocean and soil conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure. A shallower water depth (for example for the Hollandse Kust (zuid) platforms in relation to the Borssele platforms) will result in deviating jacket dimensions. Soil conditions will determine the pile dimensions. Additionally, contractors can propose a different jacket design, for example with six legs instead of four as shown in Figure 8. The expected possible deviations are: 1. number of piles: between four and eight, 2. jacket design based on number of piles and water depth (expected range: 20-40 m), 3. J-tube lay-out at seabed level can slightly deviate based on field lay-out. Deviations to the topside will be limited. The jacket will be placed on a scour protection of placed rock. This scour protection will extend under the jacket, under the J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket. This scour protection is not depicted in the figure above.

3.3 Land station design

The design of the land station will be based on the design of the Borssele land station and tailored to site specific conditions. Design and functional requirements are according to regular TenneT standards and requirements. Further details can be found in Chapter 13.

4. Burial depth at sea

4.1 Burial depth requirements

The 220 kV subsea cables connecting the HKN & HKW Alpha Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats - in particular fishing, to protect other users of the seabed against hooking behind the cable and as well as to reduce the impact on the environment where needed.

There are several perspectives to determine the required Depth of Burial for the HKN & HKW Alpha submarine export cables:

1. The Depth of Burial as required by Dutch law and/or licenses, which is considered as an absolute minimum value. This requirement is 3m below seabed up to 3 km from the low water line and 1m below seabed beyond that line.
2. A Risk Based Burial Depth which will provide a rational minimum to the depth of burial for the various sections of the route based on (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types. This would be a rational minimum depth of burial in conjunction with the minimum depth of burial as per law and/or licence.
3. An economical optimal depth of burial derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance on the depth of burial over the lifetime of the offshore cable in order to maintain a safe minimum depth of burial.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cable in relation to the thermal resistivity of the surrounding soils.
5. A minimum depth of burial relating to a maximum allowable seabed heating and the electromagnetic field close to the surface of the seabed, in case such a limitations would be imposed on the offshore cable.

From these a minimum maintainable depth and an initial installation depth will be established.

The Depth of Burial will be defined relative to a reference level. This reference level will either be a threat level determined by assessment of slow seabed mobility (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the fast moving seabed features as sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level).

4.2 Long term seabed mobility

The cable route passes through areas with mobile seabed's. The changes in depth are part of a process which spans multiple years if not decades. This long term seabed mobility threatens the burial depth of the cable over its lifetime.

It is to be noted that long term seabed mobility cannot be predicted accurately. Any mitigating measure to reduce the risk on cable exposure over its lifetime can therefore never be a guarantee. A prediction will be made based on the observed seabed mobility over the last 30 - 40 years and on state of the art modelling

software. A regular route survey along the cable route is required to monitor the development of seabed mobility and its impact on the depth of burial over the cable over its lifetime. Maintenance on the burial depth in the mobile areas cannot be excluded during the lifetime of the cable. The measures to mitigate the impact of long term seabed mobility on the burial depth are therefore to be considered measures to reduce the risk on cable exposure and to minimize and/or postpone maintenance on the depth of burial.

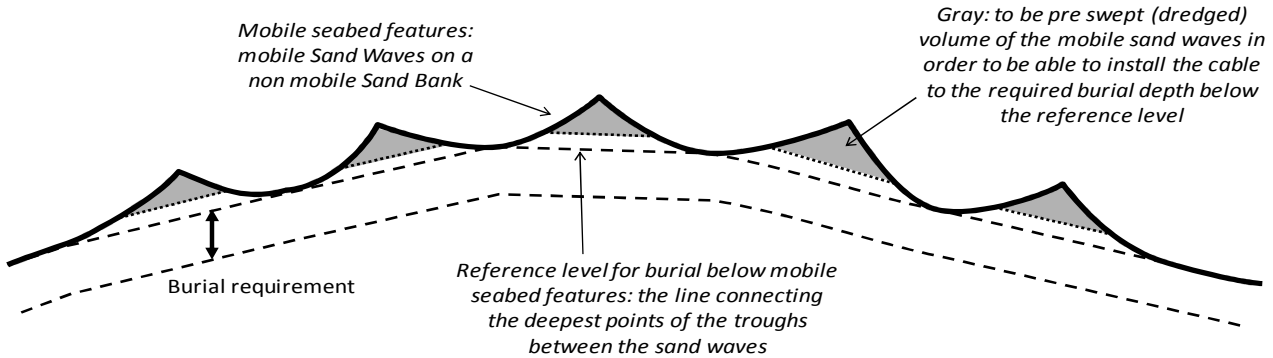


Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves

Pre sweeping of a cable installation corridor through areas with mobile sand waves is a proven method to reduce the risk on cable exposure over its lifetime as well as to significantly reduce the amount of maintenance required on the depth of burial of cables over their lifetime. Deeper initial installation into the seabed is a proven method to reduce the risk on cable exposure over its lifetime in the nearshore areas where the seabed is prone to near shore sand bank mobility (shifting riptides) and storm erosion.

4.3 Short term seabed mobility

Along the cable route fast moving mobile seabed undulations are encountered. Of these, the so called 'Mega Ripples', are relevant to the burial depth of subsea power cables. Mega Ripples are driven by wind induced surface waves. These ripples can be in the order of 0.5 m to 1.5 m in height. Mega Ripples move tens to hundreds of meters per year and come and go depending on the surface waves. Given the height of Mega Ripples, these undulations pose a threat to the burial depth of the HKN cables. To mitigate this threat, the required burial depth of the HKN & HKW Alpha submarine cables is defined relative to a level below these short term seabed undulations, see Figure 10.

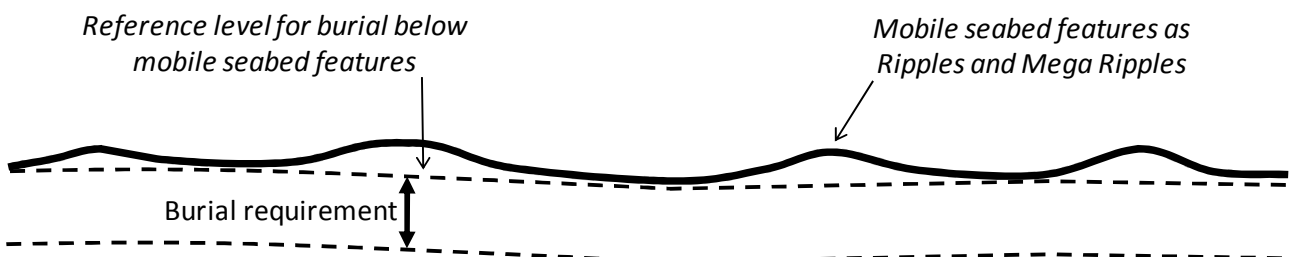


Figure 10 Reference level for cable burial below ripples and mega ripples

There are two options to bury the offshore cable to the required depth below these short term seabed

undulations:

1. Flatten the short term seabed undulations prior to offshore cable installation.
2. Install the cable deeper than the initial required burial depth under the short term seabed undulations (provided deeper installation is possible with the applied trencher).

Another reason to flatten higher Mega Ripples is to allow safe passing over of any trenchers which drive over, or are pulled over, the seabed. This as trenchers can struggle to pass over Mega Ripples either because they can be too steep or because the trencher digs into the Mega Ripple with its skids or other parts. This depends on the particular cable trencher size in relation to the size of the Mega Ripples.

5. Installation preparations offshore

This chapter describes the activities that take place prior to the installation of the offshore cables. These are to provide input for the offshore cable installation and to clear and prepare the offshore cable route.

5.1 Initial route survey

Several route options for the export cables for the HKN & HKW Alpha connections are studied and compared against each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected a survey of this route will take place. The bathymetry along the cable routes will be measured in detail and geotechnical and geophysical investigations will be performed to map the seabed in the light of cable engineering and cable burial. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and out-of-service subsea assets. This survey will also be used to identify possible archaeological objects.

5.2 UXO and archaeological survey

For clearance of potentially present unexploded ordnance along the routes of the offshore cables, the requirements of the WSCS-OCE (*Werkveldspecifieke certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven*) are being followed, see <http://www.explosievenopsporing.nl/dossiers/wscs-oce/>. Prior to the route preparation and cable installation operations a magneto metric survey will be executed, following the recommendations made in the previously executed UXO desk top study. Results of the offshore UXO survey will be interpreted by an UXO expert to advise on potential UXO's and or other objects/obstructions. Where possible the cables will be rerouted around these potential UXO's and/or objects encountered during this magneto metric survey. Typically 15 - 25m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and an UXO. Standoff distances depend amongst others on the types of UXO expected and for instance on the installation / burial equipment that will be used. These standoff distances are prescribed in the UXO desk top study.

Potential UXO's which cannot be avoided by rerouting will be investigated by either an ROV (remotely operated vehicle) or by a diver. In case the object is identified as being an UXO, clearance of the UXO, by removal or detonation, will be performed by specialists from the Royal Dutch Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil from above it with a dedicated dredge pump.

After the UXO survey and after clearance of potential UXO's which could not be avoided, an ALARP (As Low As Reasonably Possible) will be provided by the UXO responsible manager for each cable route.

5.3 Route survey

Before installation activities commence, a route survey will be conducted by the installation contractor. The goal of this pre installation survey is to update the bathymetry, to scan the cable route for obstacles and to update the understanding of the particulars of the cable route in relation to the selected installation methods. A particular focus will be on the mobile seabed's (mega ripples, sand waves, mobile banks), on the shallow

grounds and on soil types adverse to the selected trenching method(s) (for instance clay, peat, glacial till in case of jet trenching).

5.4 Detailed route engineering

The knowledge of the cable routes and possible obstacles along those various alternative cable routes, gathered during the surveys, will be used for detailed route engineering (or “micro rerouting”). Within the boundaries of the permitted corridor for the cables and within the surveyed corridor, a detailed routeing will be engineered for all cable routes. Objective for the route engineering is to reduce the installation risks as well as risks with regards to future maintenance of the cables by avoiding obstacles as for instance potential UXO's and wrecks as well as to reduce seabed preparation by for instance pre sweeping of mobile sand waves. Crossing angles with in-service subsea assets to cross, for instance telecom cables and pipelines, will be optimised for installation purposes as well as brought in line with the particulars of the crossing agreements for each crossing.

As part of the detailed route engineering the installation Depth of Burial of the offshore cables will be set for all route sections. The installation Depth of Burial will be determined by the largest required installation depth as following from the Depth of Burial criteria as described in the Chapter 4.

The maximum installation depth will be limited by:

1. Permitted maximum dredging volumes;
2. Technical possibilities available on the market with regards to cable burial depths;
3. Limitations with regards to cable installation techniques following from the permits and from the requirements from stakeholders such as Port Authorities.

5.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run

After the pre installation route survey, the route will be cleared of out-of-service cables and any significant debris encountered..

Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a thread for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train of grapnels will be dragged over the full length of the centre line of the intended cable routes with the exception of crossing locations with in service 3rd party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of obstruction during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-off in accordance with applicable regulations.

In case unknown wrecks (not present on current sea-charts) are discovered during the survey or other objects

with possible archaeological value, notice will be made and reported to the authorities. Where possible, these objects will be avoided by rerouting of the cable route(s) around the object.

5.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01

For the crossings with Out-Of-Service subsea telecom cables, the ICPC recommendation 01 “Management of Redundant and Out-Of-Service Cables” will be followed. The OOS cable will be dragged from the seabed to deck. A section will be cut out of the OOS cable long enough to clear the route for the HKN & HKW Alpha cables. The ends of the cut OOS cable will be placed back on the seabed attached to a clump weight to secure the end of the OOS cable to the seabed. Reference is made to Figure 11.

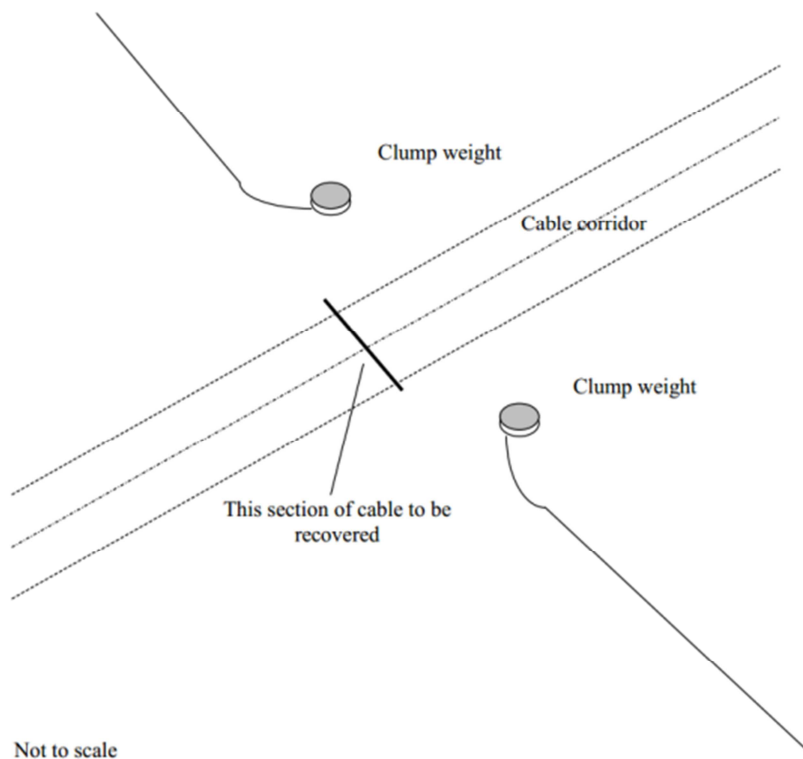


Figure 11 Partial removal of OOS cables of ICPC recommendation 01

5.5.2 Non pre-detected cables

It cannot be fully excluded that during the installation of the HKN & HKW Alpha cables, unknown and earlier non detected subsea cables/pipelines are encountered during the lay and burial operations. In case such a cable/pipeline would be found, it can be attempted to bury the encountered to a larger depth by jet trenching and to cross with the HKN and/or HKW Alpha cables at the required Depth of Burial. In case this appears not possible, a rock placement will be considered to protect the shallow buried HKN and/or HKW Alpha cables at that location.

5.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds

5.6.1 Minimising dredging by route engineering

As part of the detailed route engineering (see 5.4) the routes for the four individual cables (2 x HKN and 2 x HKW Alpha) will be assessed regarding sand wave mobility. By micro rerouting the individual cable routes in these sections, crests of sand waves will be avoided where possible, by rerouting through the troughs between the sand waves. In sections where the cable route is situated more or less parallel to the crests of the sand waves rerouting can reduce dredging volumes.

The objective of the route engineering in areas with mobile seabed features is to reduce the impact on the environment and as well to reduce the maintenance on the depth of burial of the cables over their lifetime and on other users of the sea during the operation and maintenance phase of the offshore cables.

As a part of the assessments a comparison between the additional installation costs associated with dealing with seabed mobility on the one hand (CAPEX) and the costs involved in the expected future maintenance as a result of seabed mobility on the other hand (OPEX) will be made. Based on earlier projects (NorNed, BritNed, COBRA, Borssele) it is expected that pre sweeping (dredging) mobile seabeds prior to cable installation does reduce the lifetime impact on the environment by the total of cable installation and maintenance as well as reduce the total costs of ownership (TOTEX). In particular with BritNed, TenneT has gained experience with the benefits pre-sweeping mobile sand waves prior to cable installation with regards minimising maintenance on the Depth of Burial of the cables over their lifetime.

5.6.2 Pre sweep (dredge) profile design

Where mobile sand waves are to be crossed, pre sweep (dredging) profiles can be designed through the individual sand waves on a “trough to trough” basis. A corridor will have to be dredged which is wide enough for a cable burial tool to pass through. Typically the pre sweep profiles have a bottom width of 14m. The side slopes of the pre swept profiles are to be stable in the period between and during dredging and cable installation.

Where sides of mobile banks are crosses which are retreating along the cable route, dredging profiles will be considered as well to postpone maintenance of the Depth of Burial.

5.6.3 Pre Sweeping mobile seabeds

Prior to cable installation the mobile seabeds can be pre swept in accordance with the design. The dredging operations will be scheduled as closely preceding the cable lay and trenching operations as practically possible to minimise the impact of natural backfilling of the pre swept profiles between dredging and cable installation. A Trailing Suction Hopper Dredger will be used to pre sweep the mobile seabeds. Only sand will be dredged as any encountered clays or other cohesive material is considered non mobile over the lifetime of the cable. If any cohesive material is encountered during dredging (which has not been detected during the route survey), the dredging in that section will be stopped at that level.

The dredged seabed material will be disposed of besides of the cable route in order to keep the dredged

material in the local mobile seabed system. Typically a distance of 200m will be kept to the outer most cable route on the downstream side.

The cables will be trenched in the bottom of the pre swept profiles and therefore the cables will be protected in the pre swept profiles closely after their installation. The pre swept profiles will be back filled by nature over time. The time required for sand waves to recover depends on the local seabed currents. It typically varies from weeks close to the coast line to years at deeper water where tidal currents are less.

5.7 Pre-trenching run

In case the burial assessment study, based on the soil information available from the initial cable route survey, indicates a relevant risk on not achieving the required Depth of Burial due to soil conditions, a pre-burial run will be considered. During the pre-burial run the same burial tool but without cable will be pulled along the cable route section selected as is intended to be used for the cable installation. As the cable is not present during that operation and as such is not pressing constraints during the pre-burial run, the possibilities of using the burial tool are slightly wider. Slower pulling and repeating sections becomes possible.

In sections where the pre-burial run appears not successful, pre-dredging, pre-cutting or a soil strength related reduction in the burial depth can be considered, depending on the local Depth of Burial requirements in relation to the permits and the risk based burial depths.

5.8 Pre cutting

Occasionally pre-cutting of the soil along the route can be applied, where soils, adverse to trenching, such as peat, clay or glacial till pockets, are being reckoned with. It is an operation comparable to trenching, which reduces failure to achieve the required burial depth in identified pockets of adverse soils. For pre-cutting either a cable plough or a chain cutter trencher can be used.

6. Installation of onshore cables

This chapter describes the installation of the 220 and 380 kV onshore cables.

6.1 Onshore cable routing

The onshore cable routing starts at the transition joint and ends on the land station for the 220 kV land cables. For the 380 kV land cables the routing starts at the land station and ends on the 380 kV substation Beverwijk. The routing itself can be executed using two installation methods: 1. by digging an open trench and laying the cable systems in the trench and 2. by horizontal directional drilling (HDD). This last installation method is only applicable if open trench is not an option (e.g. when crossing obstacles such as multiple cables/pipelines, railroads, bridges, highways, etc.). Open trench is thus always the preferred execution method. The length of individual cables onshore will be 1200 m, connected using joints. Each circuit of 3 phases can have about two fibre optic cables.

6.2 Cable trench design

For the open trenching two cable trench configurations are applicable. Figure 12 shows the preferred trench configuration. Figure 13 show the trench configuration which can be applied in case the available space for the cable route doesn't allow for the required space of the preferred trench configuration.

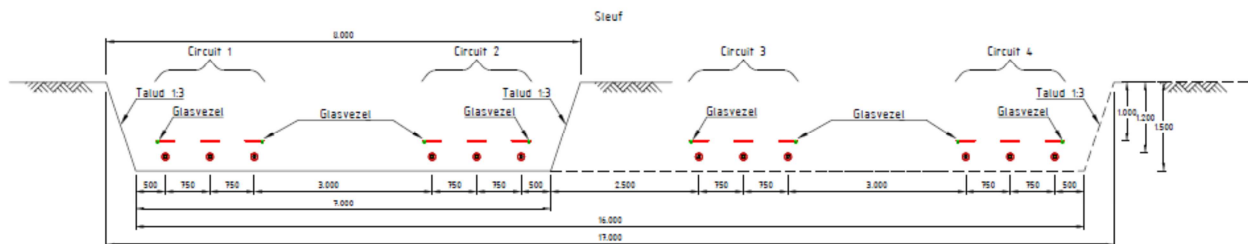


Figure 12 Preferred trench configuration

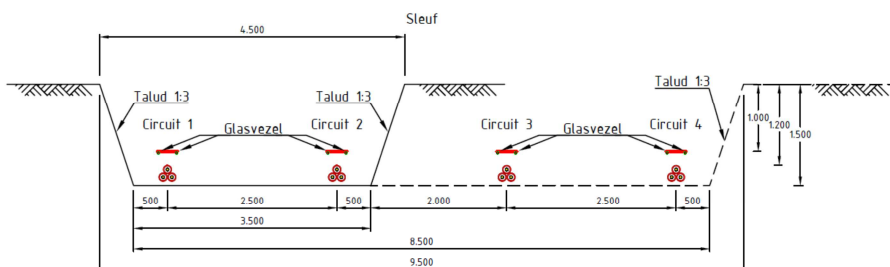


Figure 13 Trench configuration in case of limited space (triangular configuration)

The depth of the trench that is to be excavated depends on the location. This can be in either an agricultural area or a non-agricultural area. The depth to be excavated in the case of a non-agricultural area is approximately 1.50 m and the excavation depth in the case of agricultural area is 2.10 m. The width of the trench depends also on the depth of the trench, taking into account a ratio of 1:3 for the sides of the trench.



Figure 14 Example of a trench using the preferred trench configuration method

A trench of the required depth and width is dug and if necessary, rainwater and/or groundwater will be pumped out of the trench and discharged on surface water in the direct vicinity in compliance with permit requirements (if applicable). All soil types are stored separately next to the trench. The area on the other side of the trench is used to move heavy equipment, where necessary the soil and/or road is protected with protection mats. The required width of a working area for open excavation ranges from approximately 20 m (triangular configuration) to 50 m (preferred trench configuration)

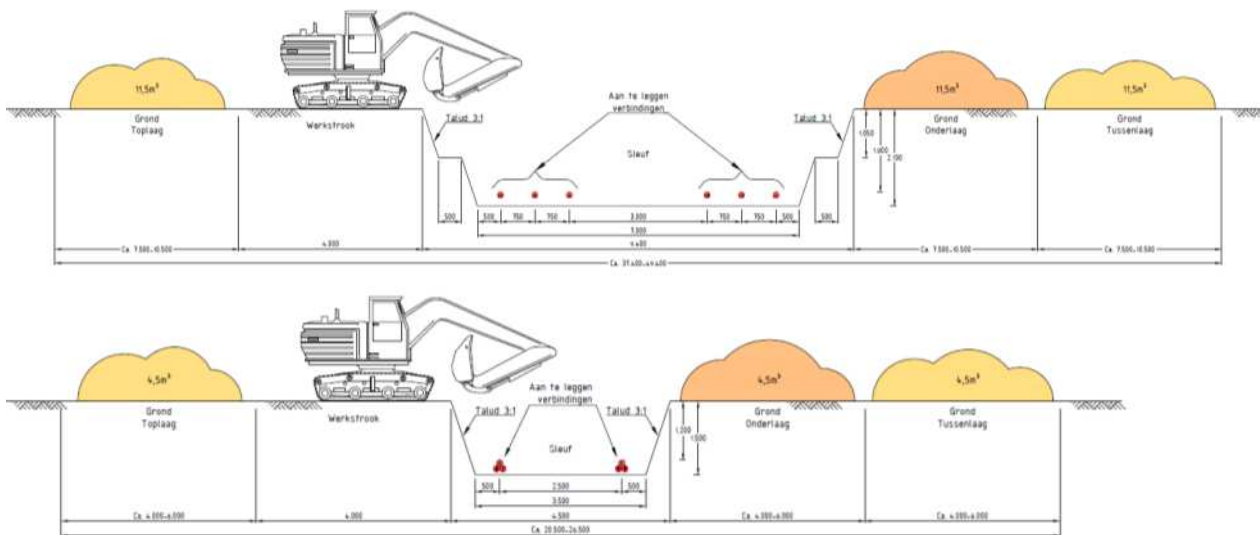


Figure 15 Working area for the two trench types (preferred solution in the upper figure, the triangular configuration in the lower figure).

6.3 Open trench installation

The cables are pulled in using rollers, cable tensioners and winches. The cables will be laid on a bed of stone

free backfill sand. The cables will have a further cover of approximately 200 mm of the same sand and a layer of protection tiles (often red with a warning text). The trench will be closed directly after the installation of the cables using the original soil stored in layers next to the trench. Any surplus soil will be spread evenly in the working area allowing for some future compacting of the soil. The compaction will ensure stable ground and to prevent any subsidence of the soil at ground level. During the backfilling a warning tape will be installed above the protection tiles.

The installation works can take about 10 weeks per km cable circuit (three single core cables).



Figure 16 Pull in wire and rollers (left), backfilling before cable pull in (middle), typical roller (right)



Figure 17 Typical cable tensioners (left) & cable winch (right)



Figure 18 Open cable trench, after the pull-in of the cables

6.4 Transition joint

For the transition between the HVAC 220 kV submarine export cable and the HVAC 220 kV land export cable a transition joint will be made. Each cable system will have 1 transition joint to be made, ie in total 4 transition

joints for the HKN and HKW Alpha 220 kV cable systems. The dimensions, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 10 x 5 m per transition joint. The burial depth of the transition joint depends on the expected seabed/sand mobility at the transition joint location. For example on a beach where large coastal erosion is present and nourishments are applied, the burial depth of the transition joint will be greater than on a beach where no mobility is expected over the lifetime of the cable system. In the case the transition joint is not made in a trench, a concrete base is used to secure the HVAC 220 kV submarine export cable and the HVAC 220 kV land export cable in order to be able to lift the joint.

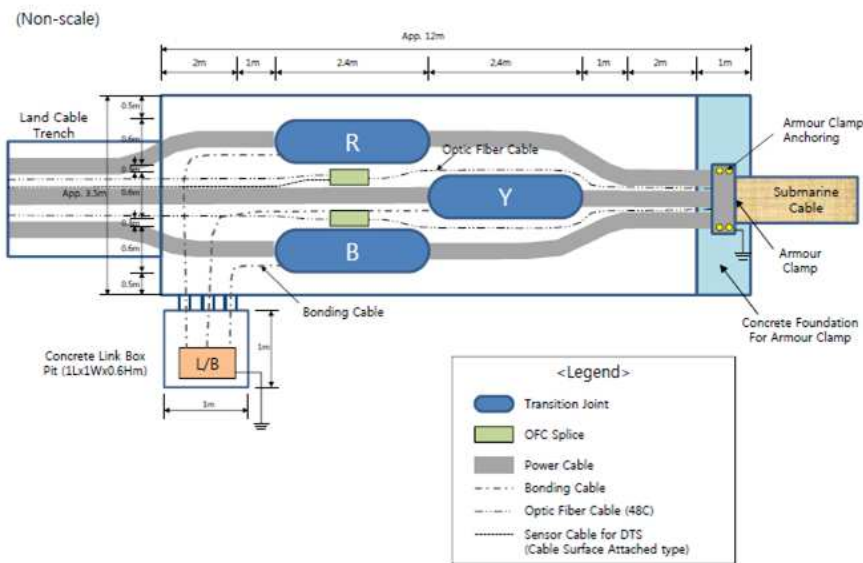


Figure 19 Typical transition joint bay lay-out

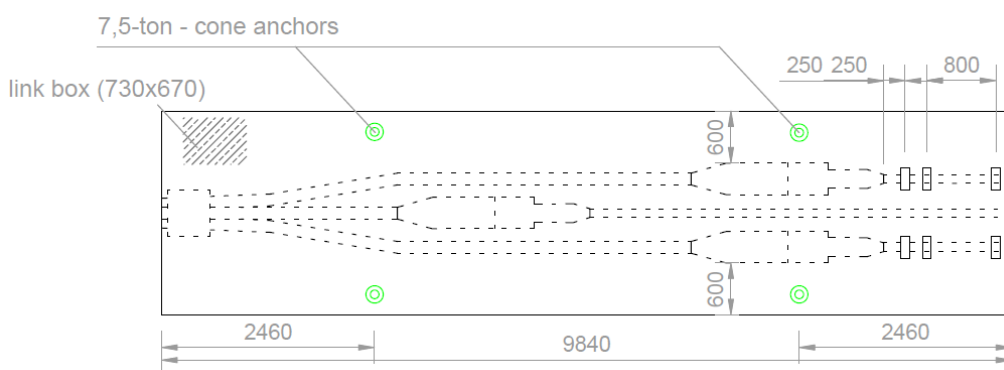


Figure 20 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

6.5 Cross bonding Land Cable sections

It is preferred, as far as possible, to carry out all land routes with cross bonding. Cross bonding is used to minimize the losses in the cable system and to increase the transport capacity. In order to achieve an optimum,

the route is to be split into three cable sections or a multiplication of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have the same length as much as possible. In order for the cross bond system to function properly, a maximum section length of 2,500 m (defined as 2 cable lengths) applies.

Just outside of the joints, the earthsheaths of the three single core cables are connected in an underground cross bonding box or an 'above ground' earthing box (see the figures below). The underground cross bonding box can also be called the minor section and the above ground earthing box 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections or a multiplication of three cable sections, thus only two underground cross bonding boxes. The same also applies to the total number of major sections within the cable system.

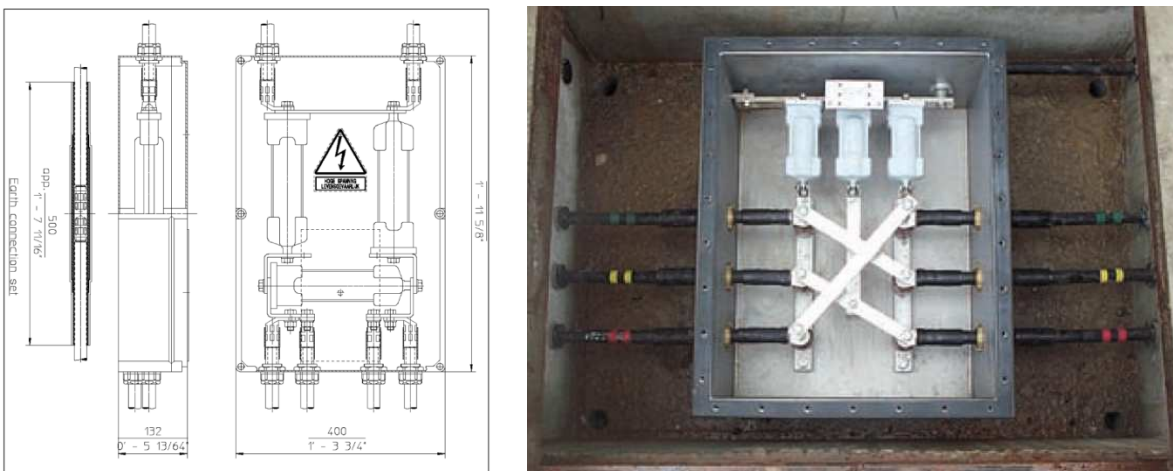


Figure 21 Typical cross bonding box (underground)

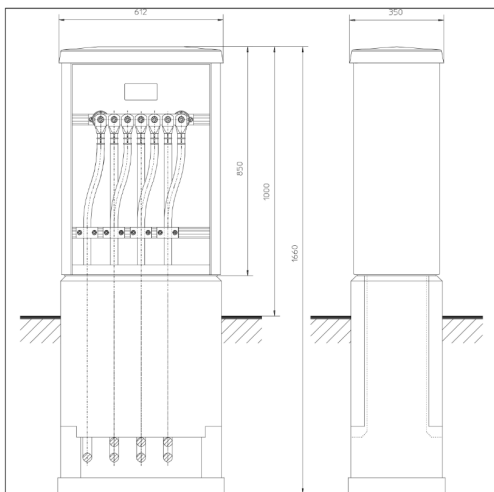


Figure 22 Typical Earthing box

6.6 Horizontal directional drilling

This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods like Direct Pipe[®], micro tunnelling etc. available on the market to realise a drilling. The Horizontal Directional Drilling is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.

A HDD generally consists of three installation stages:

1. First, a drill bit is pushed through the ground on a designed alignment from an entry point close to the drill rig to an exit point on the other side of the obstacle to be crossed. This is called the pilot drilling. Established surveying and steering techniques are used and proven drill tools are available for a wide range of soil and rock conditions.

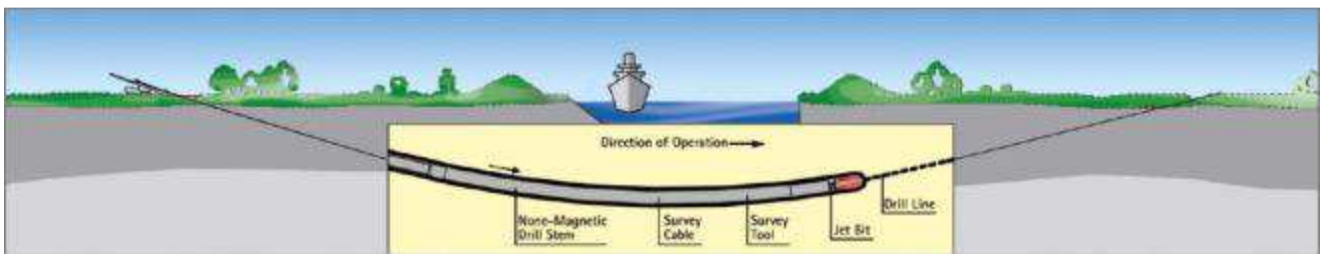


Figure 23 First stage of a HDD - pilot drill

2. The pilot drilling is then enlarged by one or more reaming passes until it has reached the desired diameter. For this purpose, suitable tools like barrel reamers, fly cutters or hole openers are used. During the process, drill pipes are continuously added behind the reamer to ensure that there is an entire drill string from the entry to the exit point at all times. Depending on the soil conditions, a mixture of water and bentonite or other additives can be used for hydraulic excavation. This both supports the bore hole and reduces frictional forces, while allowing the excavated material to be transported to a separation plant on the surface.

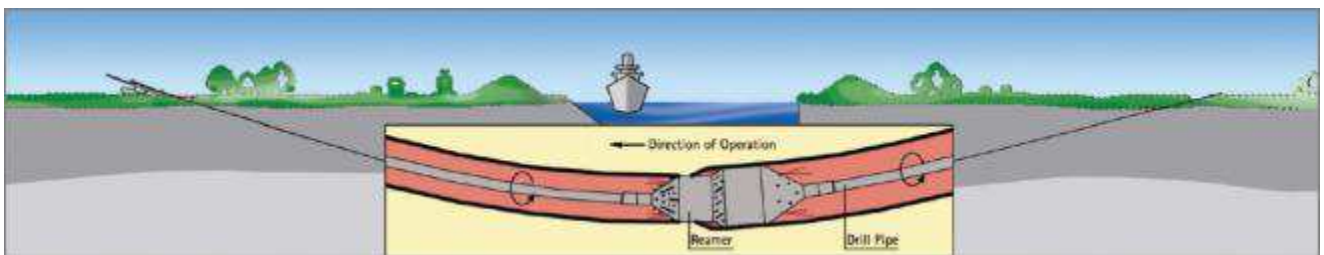


Figure 24 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill

3. In the final step of the operation the liner pipe is pulled into the reamed borehole starting at the exit point on the other side of the obstacle. The drill string in the borehole is connected to the pipe by a special pull head with a swivel. As soon as the drill rig has pulled the whole liner into the ground and the pull head arrives at the entry point, the liner has reached its final and safe position deep in the ground.

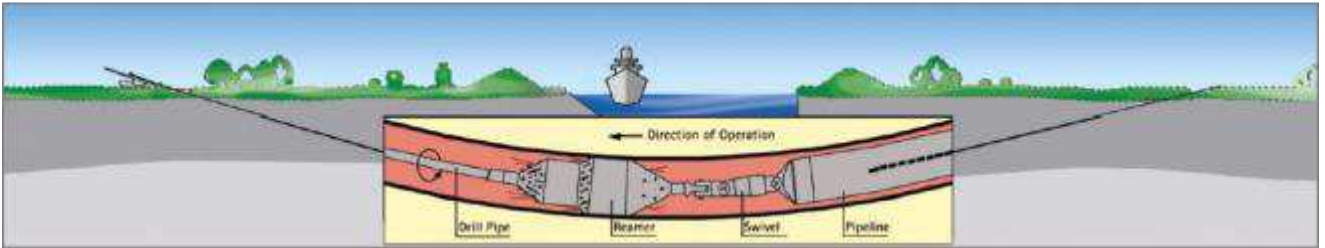


Figure 25 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline

Text and figures in this paragraph are courtesy of wiki.iploca.com

After the HDD itself is finalized the conduit of the HDD will first be cleaned of any debris or sediments by blowing a special pig through the HDD. A pull in wire will be blown through the HDD after which the pulling of the cables can commence. For this the cable is connected to the pull-in wire and then pulled through the HDD using a winch. The execution time of one HDD will be approximately 2 weeks. Maximum length is set on 1200 m due to restrictions of cable transport. Transport of longer cable lengths is possible, as seen on Gemini, however not preferred.



Figure 26 Example of HDD entry and exit point



Figure 27 Welding of HDPE ducts

The standard configuration of the HDDs in the soil is shown in Figure 28

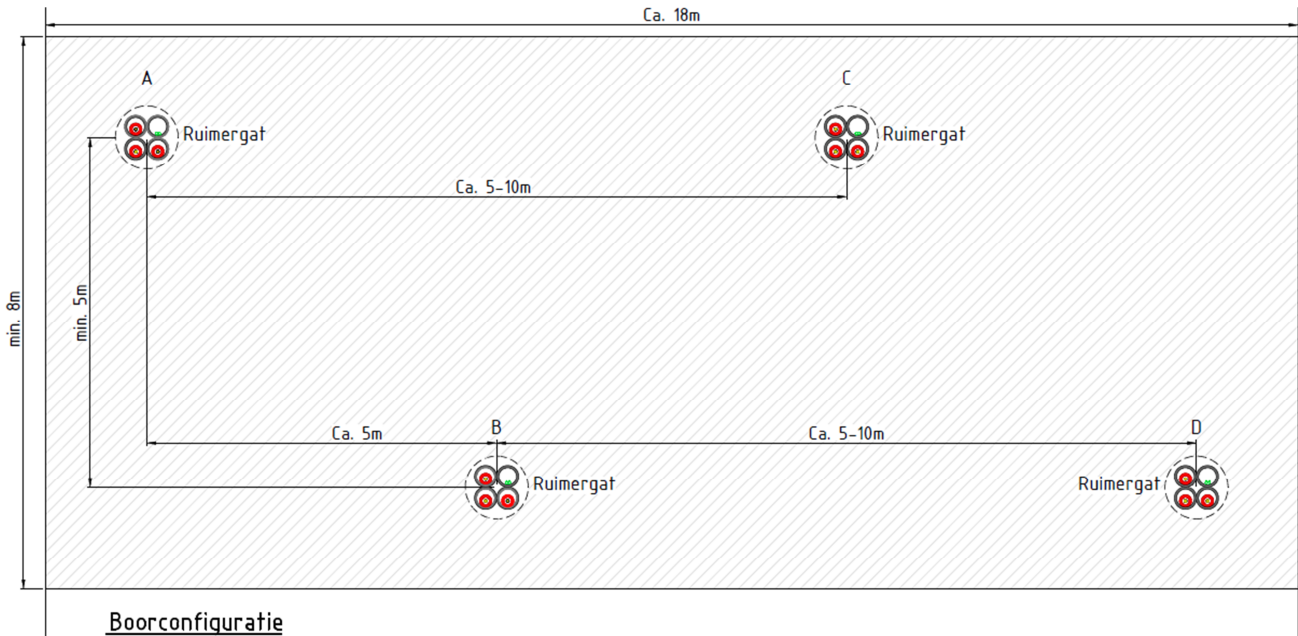


Figure 28 Standard HDD configuration

6.6.1 HDD installation tools

For the installation of a HDD various tools are required. Excavation machinery is required to dig the entry and exit pit from where the drilling starts and ends. The main tool is the drilling rig which drills and reams the drilling hole. Depending on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 29. A midi rig will generally be used for drill lengths from 200 to 400 m and pipe diameters of typically 300 mm. Maxi rigs will typically be used for drill lengths from 400 meter up to 1200 meters.



Figure 29 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. In general, the size of the required area on the rig side will depend upon the magnitude of the

operation, including length of bore and diameter of pipe to be placed. Typically, a temporary workspace at the entry point of approximately 400 m² will be sufficient for a midi (40 tons) rig, while a maxi (100 tons) rig will require approximately 600 m². In the immediate vicinity of the exit point, an area of typically 200 m² is required for a midi rig and 225 m² for a maxi rig.

An important part of the ancillary equipment is the mud (drill fluid) installation which consists of the mud tank, recycling unit (separation of cutting from the mud) and the mud pump. The drill fluid is essential for the HDD installation since it fulfils multiple functions such as hydraulic cutting fluid (in case of soft soils), transportation of the drilling cuttings, stabilisation of the bore hole and more. Filtering of the drilling cuttings takes place in the recycling unit. An example of the rig site (entry point) is shown in Figure 30, the exit point in Figure 31.

The pull-in of the HVAC cable in the HDPE duct is done using a guide wire that's installed in the HDPE duct. After connecting the cable to the guide wire, a winch is used to pull the cable through the HDPE duct. Guide rollers and tensioners as shown in Figure 16 and Figure 17 are used during the pull-in to guide the cable.

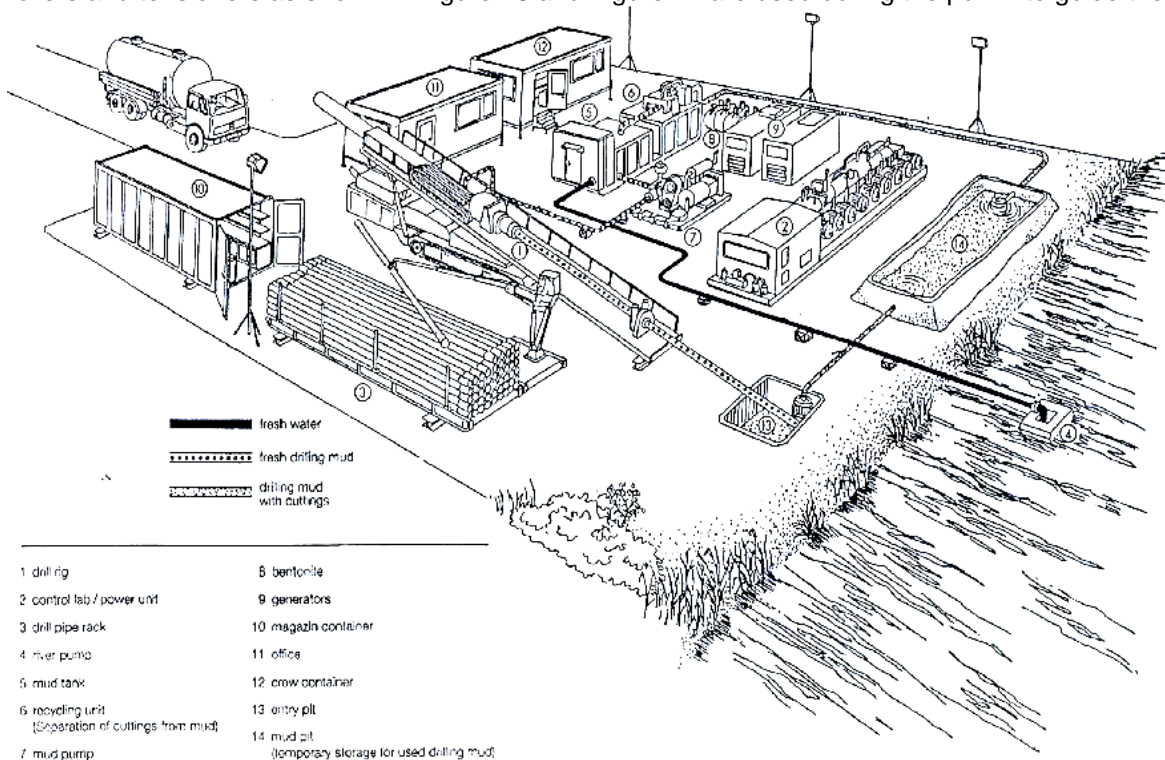


Figure 30 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

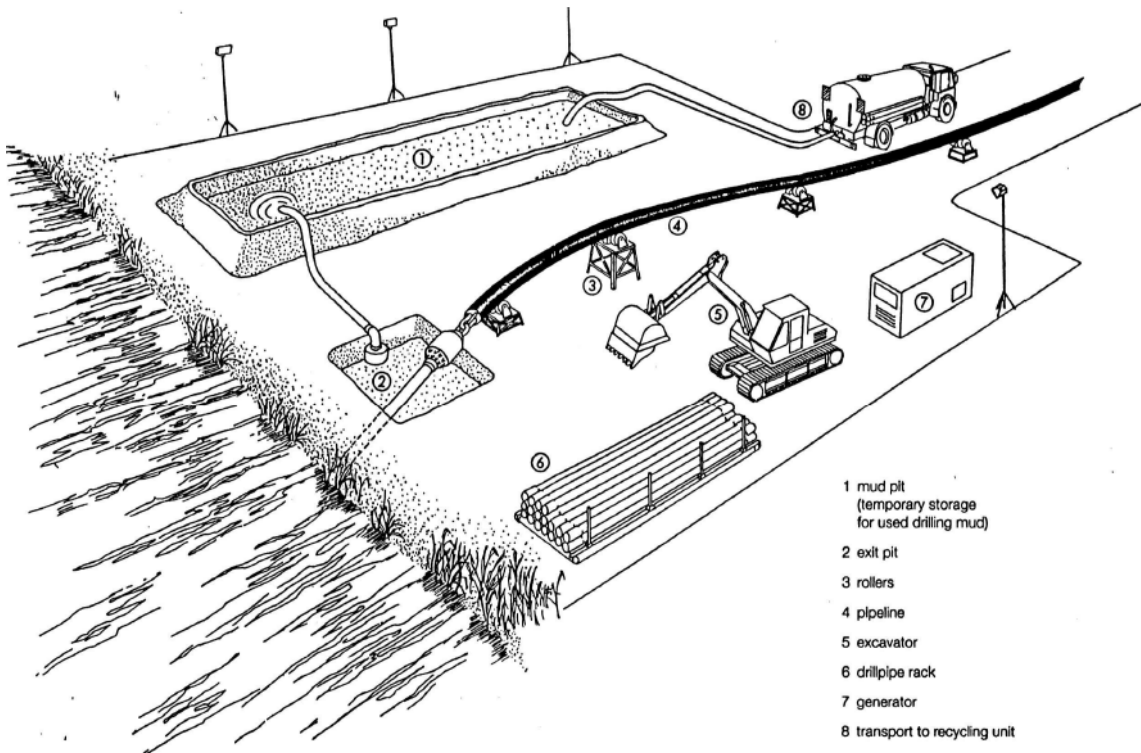


Figure 31 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

6.7 Fibre optic cable

The centre cable of each circuit regarding the 220 kV and 380 kV systems, will have a fibre optic cable constructed within a 1-phase cable. This fibre optic cable will be used for wind farm SCADA, communication, protection relays and cable monitoring purposes. Beside these fibre optic cables, two additional glass fibre cable tubes (per cable system) will be installed. The glass fibre cable tubes are meant to be used for safety, platform and wind turbine operations.

7. Installation of cables offshore

This chapter describes the installation of the 220 kV submarine cables at the offshore section of the route. There are several different installation methods and trenching tools available on the market to install the HKN offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods offered by the market which can meet the installation requirements.

7.1 Site description

The offshore section is the part of the cable route from the transition joint to the offshore substations HKN and HKW Alpha.

The individual cable system separation is 200 meter with a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 m (see Figure 32). For 2 cable systems the total corridor width is thus 1200 m and for 4 cable systems the total corridor width is 1600 m. See also the two figures below.

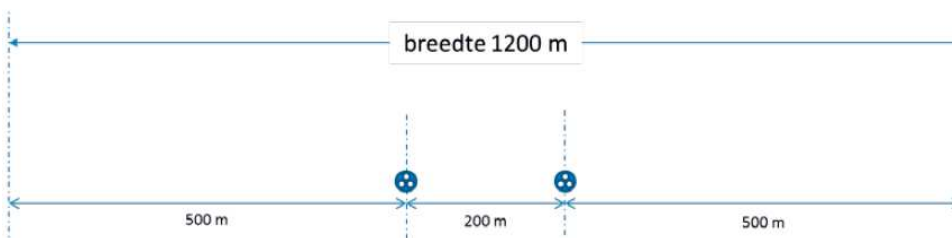


Figure 32 Cable corridor offshore section – 2 cable systems

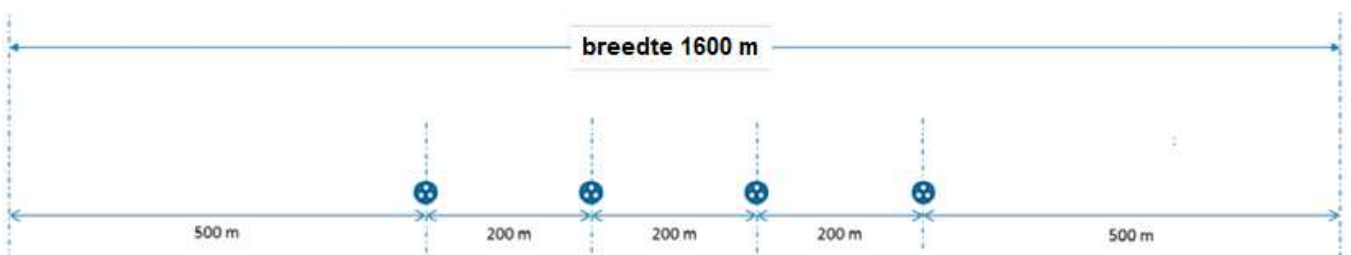


Figure 33 Cable corridor offshore section - 4 cable systems

7.2 Installation method

The installation sequence of the 220 kV submarine cables for the offshore route will be either of the following options:

1. First end pull-in at the offshore substation and working towards the beach / location of the transition joint
2. Starting at the beach / location of the transition joint and working towards the offshore substation where

a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options it is possible that there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. This however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel.

Installation methods can be divided in two main groups. Simultaneous Lay and Burial (SLB) is a method in which the cable is laid and buried in one operation. This is done using one vessel and a trenching tool mobilised on the same vessel. In contrast, Post Lay Burial (PLB) starts by laying the cable on the seabed with one vessel. Afterwards a second vessel will bury the cable with a burial tool attached to this second vessel. Cable lay operations commence at an approximate pace between 400-500 m/h, while burying the cable, which depends on the soil type and burial depth, will commence at an approximate pace between 50-200 m/h. Some installation tools can only be applied with SLB. Some installation tools that can be used with PLB can also be used with SLB. Obviously, SLB would only require one single passage of an installation spread over the route. The advantage of PLB is that the laying of the cable will proceed approximately twice as fast compared to SLB (400-500 m/h versus 50-200 m/h). This significantly reduces the risk on cable damage as the probability on adverse weather would be reduced. Furthermore, if necessary the burial operation can be postponed during bad weather.

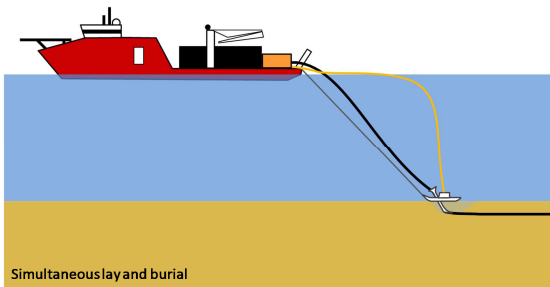


Figure 34 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

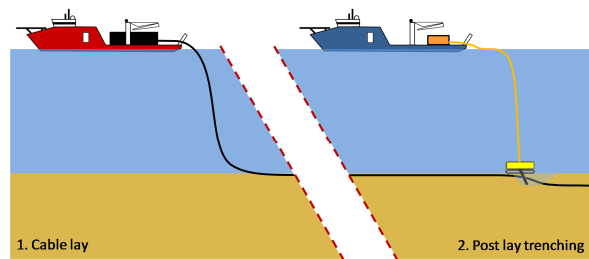


Figure 35 Post Lay Burial (PLB)

Any installation vessel for the offshore section of the submarine cable will be a vessel with considerable draft to cope with high seas and maximise the carrying capacity. The latter is needed to minimize the number of offshore cable joints. These vessels have a draft typically between 5 and 10 meters.





Figure 36 Typical deep water cable installation vessels

7.3 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury the cable into the seabed in order to provide protection to the cable against external threats. Each burial tool has its own advantages and drawbacks. Some tools are more suited to specific sea or soil conditions than others. Jetting trenchers for example operate well in non-cohesive sandy and soft clayey seabeds, while chain cutter trenchers are better fitted for tougher soil conditions like peat or stiffer clays. The benefits and disadvantages for each of the deployments of equipment and vessels span various features: speed, costs, weather dependability, risk to the integrity of the cable during trenching, likelihood of achieving the required depth of burial, draught, availability etcetera. A grasp of specific conditions: shallow and deeper waters, strong currents and quieter areas, high waves and calmer areas, soft and hard seabeds, smooth and coarse surfaces, seabed undulations etcetera. Various cable manufacturers operate different types of laying spreads and burial tools, each with their own specific track record relating to the specific cable types. At tendering stage the contractors will prepare a burial assessment study based on the provided soil information of the HKN and HKW Alpha cable routes and on the specifics of the burial tool which they could offer.

The following customary burial tools are available for the offshore section. It should be noted though that this is not a limitative list. If other viable burial tools emerge those can be deployed as well, provided that their effects on the environment are comparable with the described burial tools:

1. Jet sledge
2. ROV jet trencher
3. Chain cutter
4. Cable plough
5. Mass flow excavation

7.3.1 Jet sledge

The least complicated cable burial tools available on the market are the jet sledges. They are pulled by a barge or vessel for forward motion. The seabed is penetrated by water jets attached to the jet sledge and the cable is guided to the required depth through a cable duct.

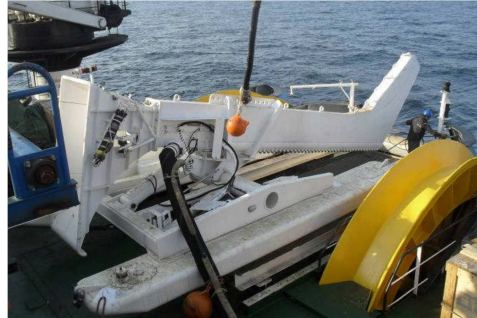


Figure 37 Typical Jet sledge

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 3.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 37) up to 8m with the BSS2 (see Figure 38).



Figure 38 BSS2 jet sledge

7.3.2 ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel. While moving over the before laid cable, a trench is made in the seabed by means of water jets attached to the ROV jet trencher. The cable is guided between the two jetting arms. The cable slides in the trench by its own gravity once the seabed under the cable is fluidised. Re-sedimentation and natural backfilling, fills the trench with suspended soils. With an open jet sword trencher the lowering of the cable depends on the flexing down (depending bending stiffness) of the cable into the fluidised soil behind the trencher as well as on the re-sedimentation velocity of the suspended soil particles in the trench. High voltage cables are bend-stiff and medium to coarse sand re-sediments quickly. This limits the effectiveness of open jet sword trenchers in sand. To improve the effectiveness of open jet sword trenchers, a so called backwash sword can be mounted at the rear end of the trencher, which injects a high flow of low pressure water in the trench, thus keeping the sediments suspended along a larger length of cable. This results in a larger depth of burial in medium to coarse

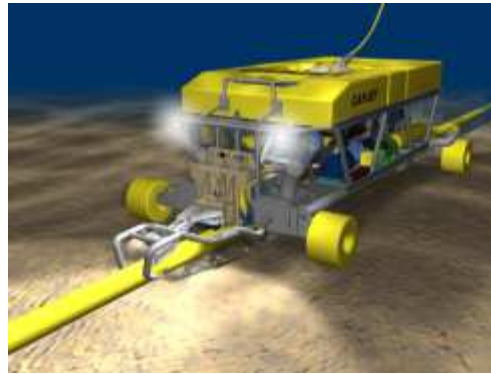
sands.

Some ROV jet trenchers are fitted with a so called “depressor” which presses the cable down into the trench. The effectiveness of a depressor on a bend stiff subsea power cable however is limited and there is a risk that a depressor damages the cable while pressing it down into the trench. This has resulted in some reluctance to apply depressors on high voltage power cables.

Jet trenchers can be self-propelled (tracks/skids and/or thrusters), or dragged.



Figure 39 Typical ROV Jet trencher



7.3.3 Chain cutter

To cut open cohesive and harder soil layers like clay, peat or glacial till, chain cutters use a driven belt with metal cutting teeth or plates. The cut soil is being transported upwards and out of the trench by the cutter belt or it is placed back in the trench behind the trencher. The cable is guided downwards into the cut trench through a blade or stinger, it is depressed by a depressor to the required depth or it is allowed to lower itself by its own gravity, depending on the type of cutter trencher.



Figure 40 Typical Chain cutter



For harder soil types such as cemented sands and soft rocks, wheel cutters are used. See for instance the TM04 depicted in Figure 41. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of cutter belt. Wheel cutters do not have that problem. Downside however is that the size of the cutter wheel is limited, which makes wheel cutters less suitable for the burial depths required in mobile seabed situations along the Dutch coast.



Figure 41 TM04 Wheel cutter cable trencher

7.3.4 Cable plough

The difference between a jet sledge and a cable plough lies in the fact that a cable plough can be pulled through cohesive soils by force, whereas a jet sledge only progresses through loosened sediments. Penetration in the seabed is achieved by a plough blade which digs itself into the soil. The cable is guided through the plough blade to the required burial depth, guided downwards by a cable guide. Optional jets on the plough blade facilitate soil penetration and reduction of pull forces, especially when ploughing in medium to dense sand. There are concerns with regards to the forces exerted on the cable when passing through a plough.



Figure 42 Sea Stallion cable plough

7.3.5 Mass flow excavation

A mass flow excavation tool creates a large, low pressure flow of water which is aimed at the cable. This fluidises soil around the cable which allows the cable to sink into the seabed. In medium to coarse sand as present in front of the Dutch coast the majority of the fluidised sand stays around the cable and re-sediments back into the trench after the MFE tool has passed over. In finer sand however, as present further offshore in the German Bight, MFE results in a more or less open trench with the cable at the bottom. The tide current and wave action will backfill the trench with surrounding soil material. This trenching tool has been used successfully for cable (re)burial on several high voltage power cable projects over the last years, amongst others BritNed and NorNed.



Figure 43 Mass flow excavation

Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 43, as used on BritNed, or by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger as shown in Figure 44. The latter has been used by TenneT to successfully rebury the NorNed cable in the Wadden Sea recently.



Figure 44 Mass flow excavation by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger

7.4 Additional trenching tools

The following burial tools can be used for nearshore sections in case the main lay vessel is not suitable for the nearshore section. These require a barge which can be used as cable storage, main operation platform, direct lay and burial methods or to operate other burial tools.



Figure 45 Typical nearshore cable lay barges

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 46 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main pull anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.

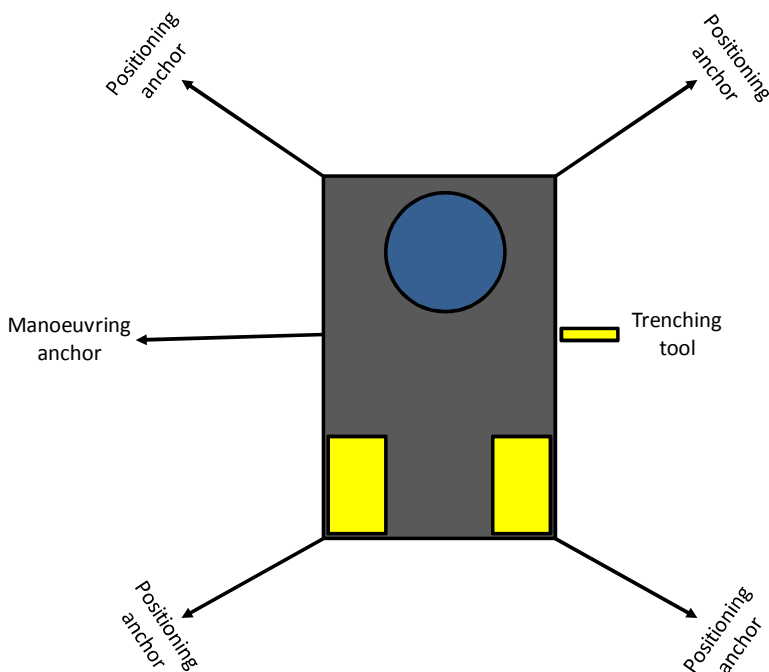


Figure 46 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge

7.4.1 Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet trencher. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through a vertical cable duct. It is deployed from a barge; its top end stays above the water line and is kept to the side of the barge or vessel. Vertical Injectors did prove themselves to be reliable cable trenching tools for XLPE cables, simple and robust and specially designed for nearshore operation. Burial depths up to 10 meter have been achieved. Vertical Injectors are typically deployed from a barge on anchors, but it can be deployed as well from a vessel on DP using just a pulling anchor.

Vertical Injector like trenchers have been used in the Zeeland in the Westerschelde to bury power cables.

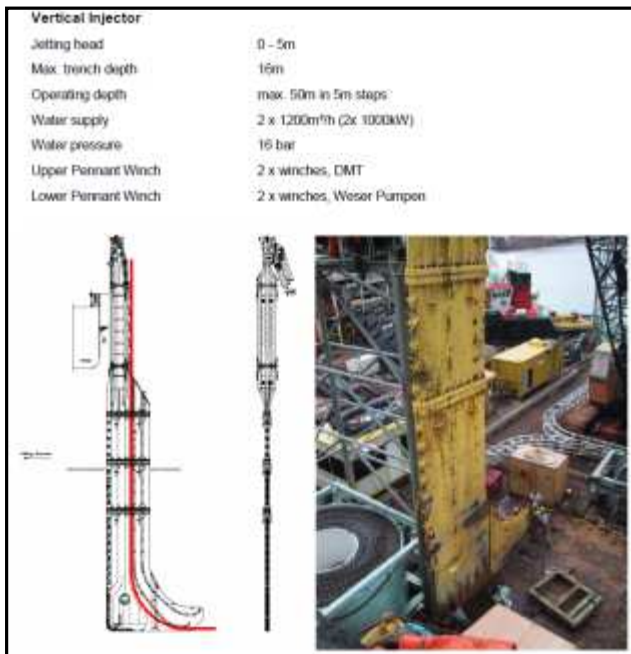


Figure 47 Vertical Injector



Figure 48 Cable installation by a vertical injector like trencher in Zeeland



Figure 49 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland

7.4.2 Vibration plough

Vibration has the capability of fluidising non cohesive soils like sand and of breaking open cohesive soils like clay or peat. A vibration plough fluidises or opens up soil by means of a vibro sword. The cable is guided to the required depth through a duct in the sword.



Figure 50 Vibration plough deployed from a barge



Figure 51 Vibration plough on tracks

The advantage of a vibration plough is that it requires less jetting water thus causing less turbidity. The downside however is the noise and the disturbance caused by the vibrations.

7.5 Dredging

Dredging preceding the installation of the cables might be required along the HKN cable routes with mobile sand waves, to create a non-mobile reference level as depicted in Figure 9 and as described in chapter 0.

The dredging operations preceding cable installation will be limited by the maximum dredging volume as per installation permit. After trenching of the cable into the bottom of the pre dredged trench, no active backfilling of the trench will be executed, backfilling of the dredged trench will be left to nature.

The dredging can be done by Trailing Suction Hopper Dredgers, or "hopper" in short. Hopper dredgers are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents in the nearshore section.



Figure 52 Trailing Suction Hopper Dredger

Once the hopper approaches the trench location, it lowers the drag head attached to the lower end of the suction pipe to the seabed. The soil is loosened by the cutting and jetting characteristics of the drag head teeth and jets. The dredge pump located in the vessel's hull sucks the loosened soil from the seabed to form the trench. The removed soil is raised via the suction pipe into the vessel's hopper. The dredged soil is kept in the hopper whilst the water leaves the hopper via an overflow.

The volumes to be dredged, the production of the dredging equipment and the time required for the dredging operations will be engineered during the preparation phase of the project.

8. Offshore cable crossings with 3rd party assets

The 220 kV submarine cable route crosses some in service 3rd party subsea assets. This chapter describes the different crossing methods for those in service assets.

8.1 Cable detection survey

Prior to cable installation operations a survey will be performed to locate the in-service, the out-of-service subsea assets and unknown subsea assets. The results of this survey will be used for the detailed design of the crossing structures. Information provided by the owners of the subsea assets will be used for this survey, for instance their last route inspection survey data.

8.2 In Service assets

8.2.1 Crossing structures

Four types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more a means of protecting the cable where it is laid over the 3rd party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by concrete block mattresses, outer protection by rock
3. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
4. Separation by lowering the 3rd party subsea asset into the soil, outer protection by rock

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations.

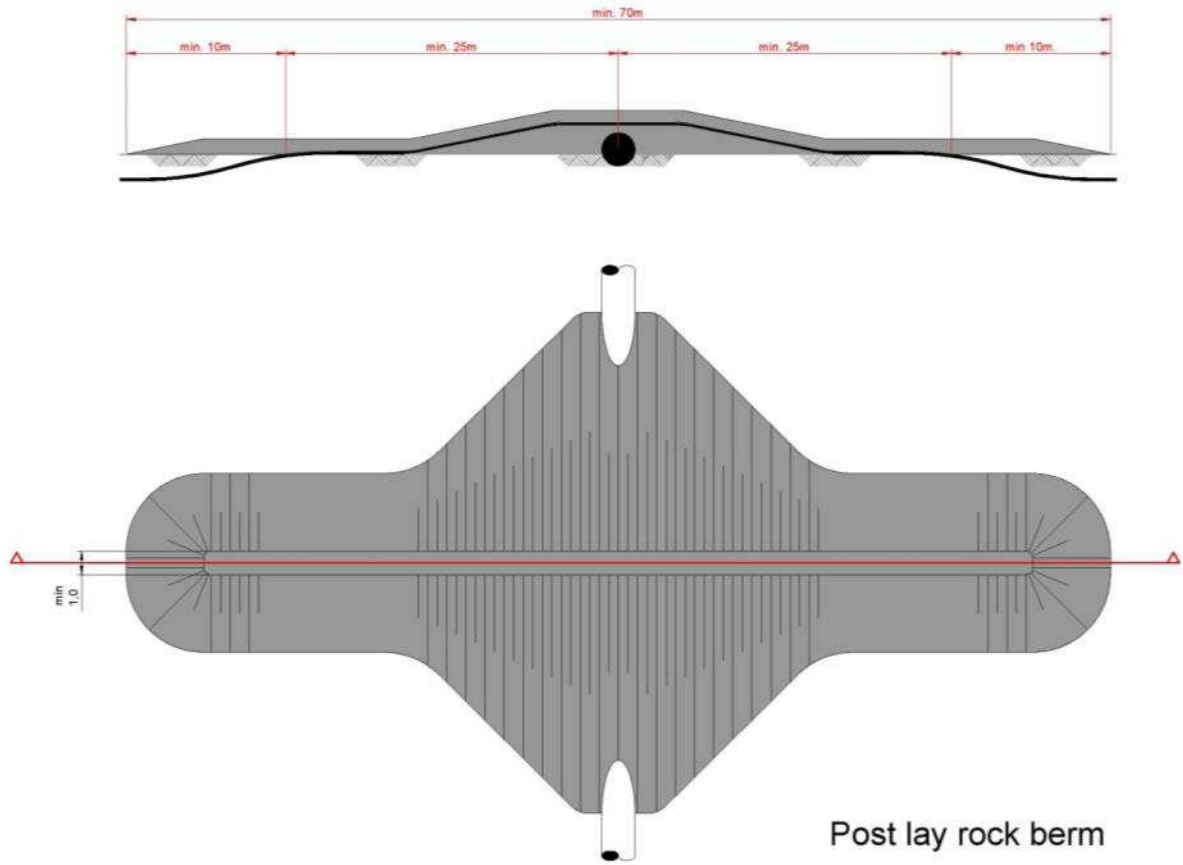


Figure 53 Typical rock - rock crossing structure

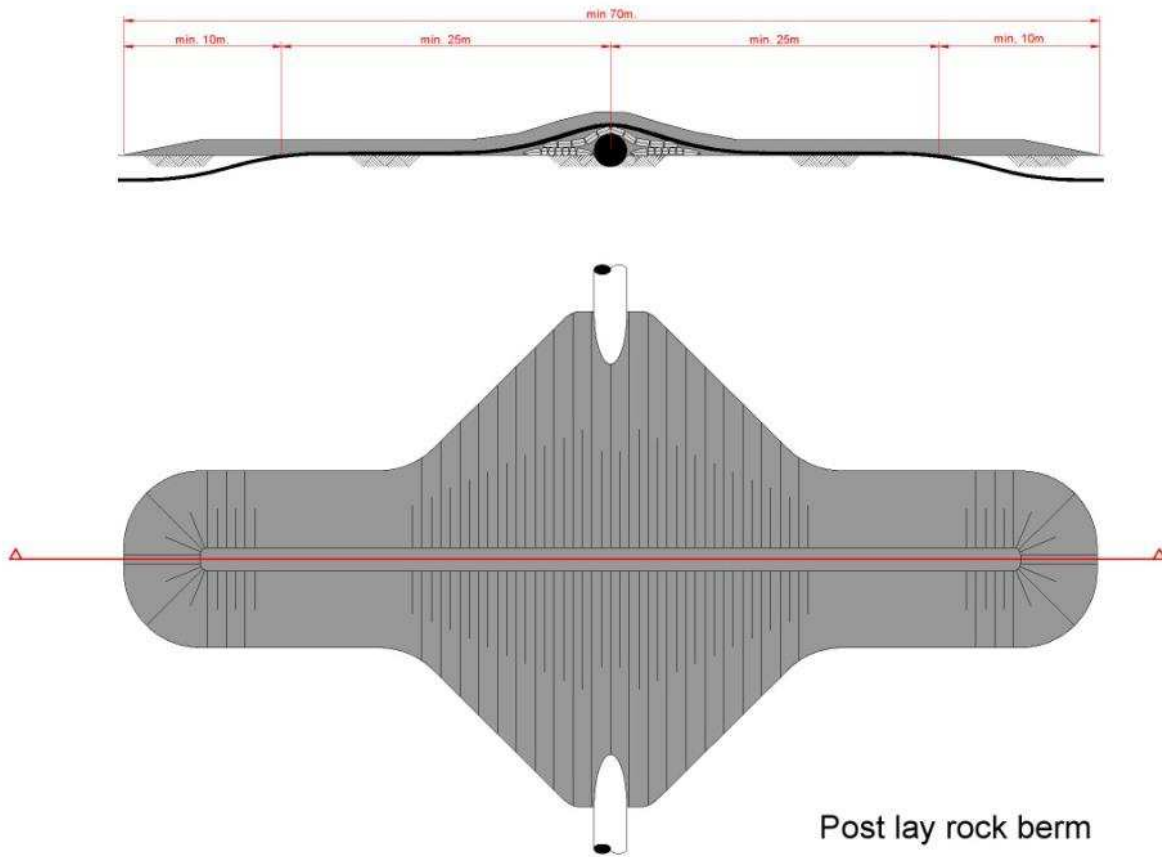


Figure 54 Typical mattress - rock crossing structure

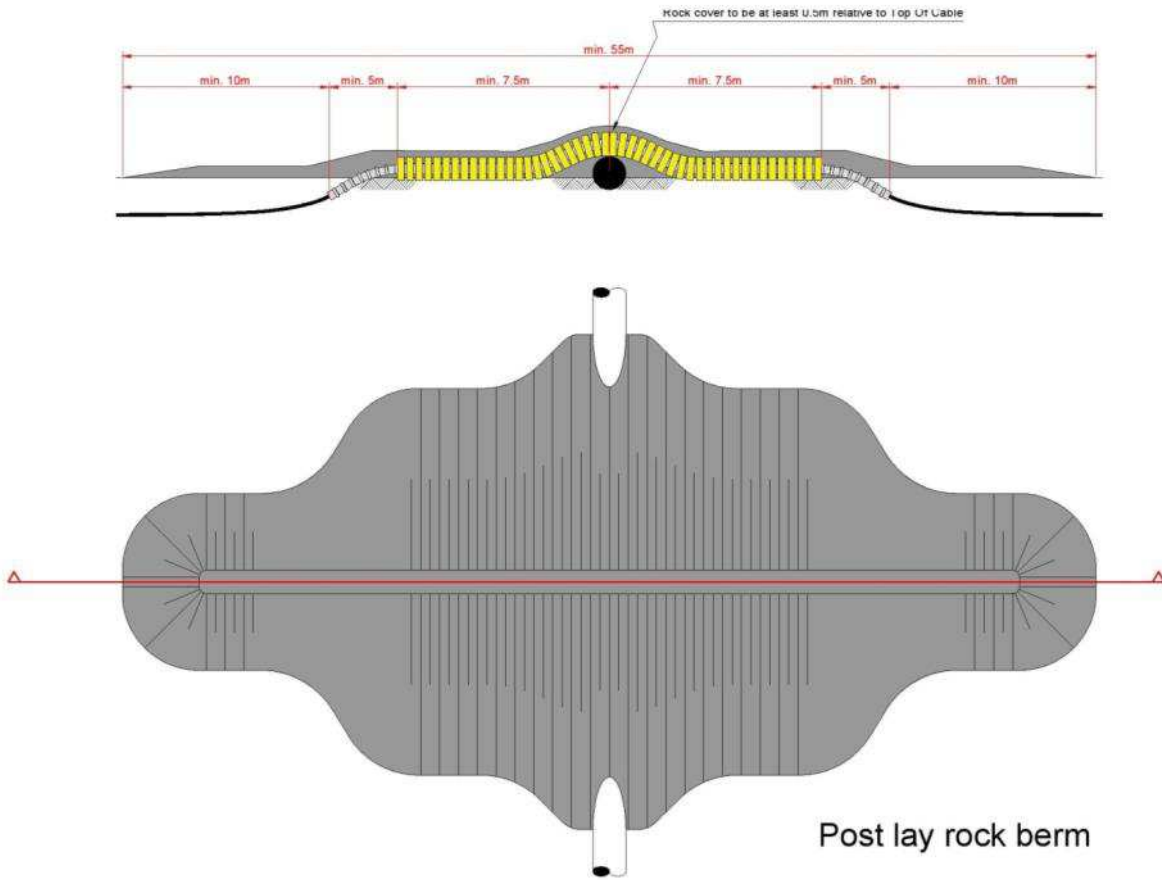


Figure 55 Typical separator - rock crossing structure

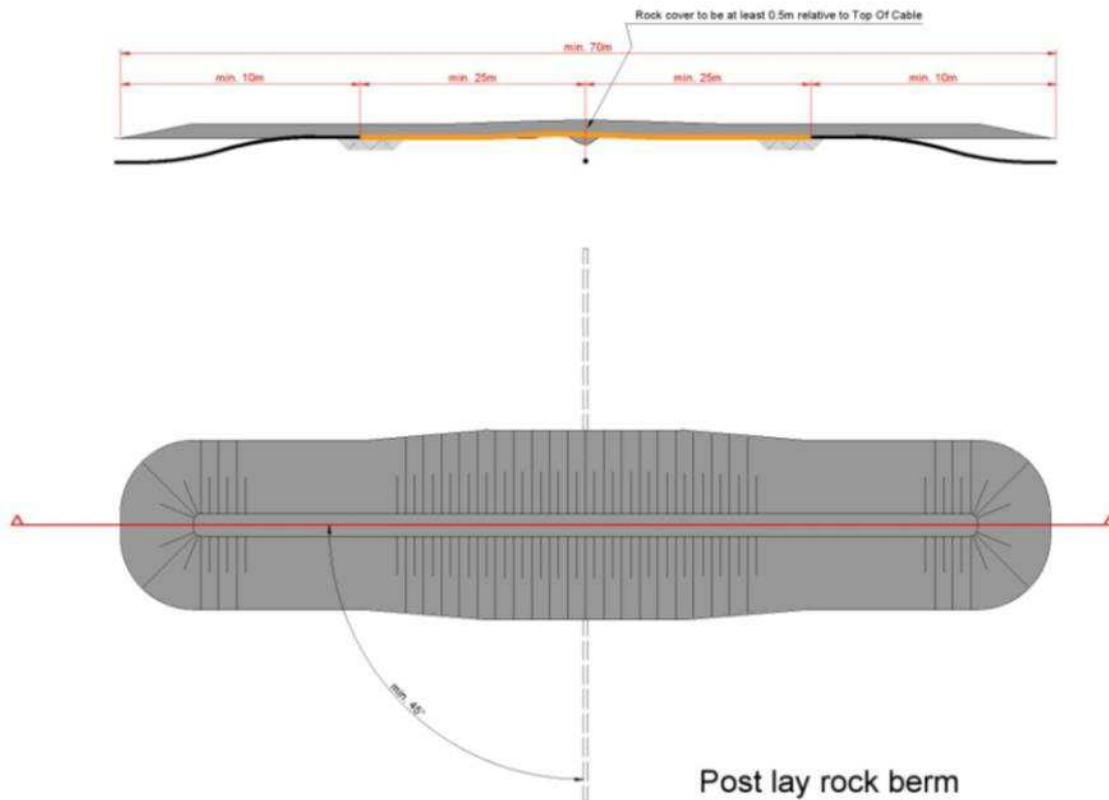


Figure 56 Typical lowering 3rd party asset - rock crossing structure

8.2.2 Outer rock layer

The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats. The movement of the rock under storm conditions results in less steep side slopes of the rock berm, which stabilises the rock berm. Therefore some displacement of rock increases the stability of the rock berm.

On top of the outer rock layer a sprinkle layer of gravel will have to be placed of 0.2 m to minimise the risk on hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen).

9. Post installation activities offshore cables

9.1 Remedial burial by jet trenching or MFE

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

9.2 Post lay protection of cable segments

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles were encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as good as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

9.3 As built survey

After the completion of the installation operations a dedicated as built survey will be conducted to measure the actual burial depth along the full cable routes

During the installation of the cables the penetration depth of the burial tool can be used as the as-buried survey, provided the cable depth is physically determined by the applied burial tool.

The dedicated as built survey will establish the bathymetry along the cable route after installation as well as the depth of burial of the cables. There are several methods to establish the depth of burial of subsea power cables, they can however be split in the following groups:

1. Passive electromagnetic methods which transmit a changing electromagnetic signal into the seabed and measure the response of the cable to this changing field. These methods have a limited penetration depth and are therefore only suitable for shallowly buried cables. Example: TSS440.
2. Active electromagnetic methods which use an electromagnetic tone put on the cable to measure the burial depth of the cable. A tone can only be put on a cable when it is not in use, therefore a subsea power cable has to be taken out of operation for such a survey. This survey method however is suitable to measure larger depth of burial of cables compared to the passive method. Example: TSS350, DoBStar and Orion.
3. Electromagnetic methods which use a signal transmitted by the cable system to measure its depth of burial. This method can for instance make use of higher harmonic ripples on direct current interconnectors. Example: DoBStar and Orion
4. Acoustic methods which use the reflections of acoustic signal on the cable to measure its depth of burial. This method however requires relative large instruments and is therefore more complicated and more costly. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial of the cables is to be established periodically over the lifetime of the cables, typically once a year over the first three years of its operational lifetime. If the cables have proven to be well buried, the permit allows for a request for relaxation in the interval of these surveys.

The depth of burial of a cable can change over its lifetime as a result of changes in the seabed. Seabed mobility changes the depth of burial of a cable over time. A subsea power cable does not move within in the seabed. If the changes of the seabed over time are accurately measured, the changes in the depth of burial of the cables can be established based on a comparison between the most recent survey and the as built survey, provided the as built survey has been a continuous and reliable survey. Bathymetrical surveys over a cable route can be performed at significantly lower costs than surveys measuring the depth of burial of the cable in the seabed. From a cost efficiency perspective therefore a continuous and dedicated as built survey of the installed cables will be performed such that the consecutive route surveys to check the burial depths of the cables can be performed by just bathymetrical surveys.

10. Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable two main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock dumping might be applied.

A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired.

11. Decommissioning offshore cables

11.1 Cables

At the end of their operational lifetime (20-40 years) the HKN cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

11.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3rd party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the HKN cables can be removed during decommissioning as well, provided the overall impact on the environment benefits from such a removal.

12. Offshore platform

The HKN export cables will connect the 700 MW offshore platform to the onshore grid. This chapter provides a brief overview of the platform and its installation. The information of the platform in this chapter is based on the basic design that TenneT prepared together with Ramboll Denmark. Site specifics (like water depth and metocean conditions) will cause minor alterations to the design of the platform.

12.1 Offshore platform design

The offshore platform has a transport capacity of 700 MW plus 10% overplanting. It contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

12.1.1 Lay-out

The platform consists out of three main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the equipment is based. It contains four decks which includes the roof where the platform crane is situated. The cable deck is however situated on the jacket to allow for cable pull-in activities before the topside is installed. All rooms are accessible via outside gangways.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which includes the cable deck and all the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside (in total 21).
3. Foundation piles: the eight skirt piles secure the jacket structure to the seabed.

12.1.2 Electrical installation

The OWF are connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 220 KV by the two 400 MVA 220/66/66 KV transformers and via the 220 kV GIS bays to the 220 kV export cables. The opportunity will be investigated that no 220kV shunt reactor (to compensate the conductive behaviour of the cables) is used on the platform.

12.1.3 Safety and environment

The platform is unmanned since all the systems are controlled from onshore. By reducing the amount of systems (LEAN design), the required maintenance campaigns are limited. In case of a fire, inert gas is used as extinguishing agent. This gas removes the oxygen from the air and is not harmful to the environment. In the transformer rooms foam is used as extinguishing agent since the transformers are filled with oil. Any leaking oil from the transformers is collected in a tank.

12.1.4 Access

The platform is designed without a helideck. Access to the platform is guaranteed via two boat landings plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. In case of an emergency, Heli hoisting from the roof deck is possible.

12.1.5 Approximate dimensions and weight

Jacket

Height:	50 meter (based on a water depth of 30 meter)
Length:	28 meter
Width:	20 meter
Weight:	2.900 metric tons

Topside

Height:	25 meter (including the cable deck)
Length:	45 meter
Width:	20 meter
Weight:	3.350 metric ton

Foundation piles

Number:	8
Penetration depth:	55 meter (depending on soil)
Weight :	180 ton per pile

12.2 Installation of the offshore platform

12.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magneto survey, sub bottom profiler, SSS. Based on the results a UXO identification and clearance campaign can be required to clear the area from potential UXOs. For the design of the jacket a geotechnical survey is executed that includes at least one boring to approximate 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per footing of the platform. The design of the foundation piles (dimensions and penetration depth) is based on these results. A scour assessment will be performed in order to determine if scour protection is required. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms it is expected that a scour protection around the HKN platform will be required,

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough. After level, the scour protection can be installed (15-20 meters outside of the jacket footprint). The reason for installing scour protection is to prevent sedimentation of the seabed under and around the jacket which would lead to scour holes. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 57. This will take approximately one week (excluding possible waiting on weather)

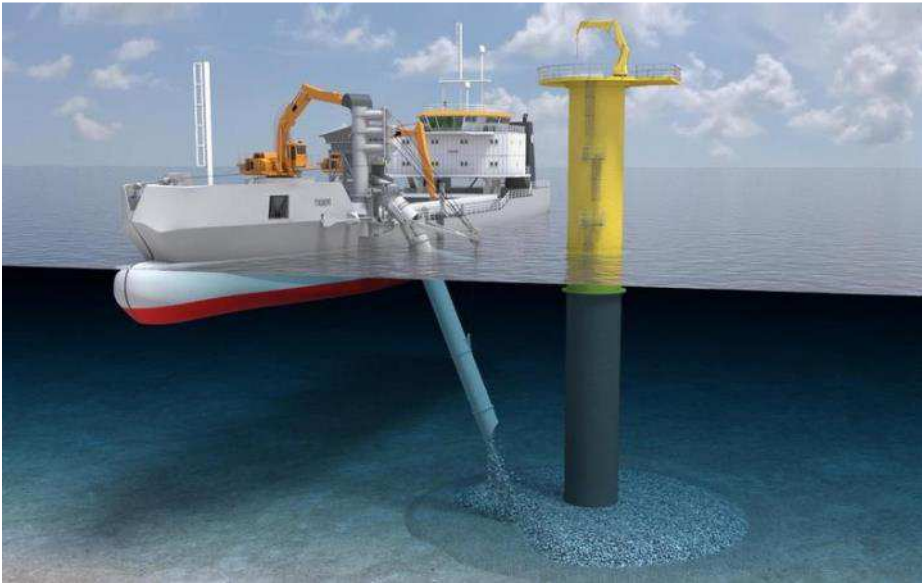


Figure 57 Rock installation vessel

12.2.2 Jacket installation and piling

The finished jacket will be loaded onto a barge which will be tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning (Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters) or by using anchors (if the water depth is limited). In case of the latter, tug boats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location. The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection.



Figure 58 Installation of jacket

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top the pile, see Figure 59. Driving of a pile can take about a day per pile. After the piles are driven

into the soil to their required depth, the connection between the pile and the pile sleeve is grouted to ensure a solid connection between the piles and the jacket. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting of weather.



Figure 59 Piling of jacket

12.2.3 Topside installation

After the jacket is installed, the installation of the topside can take place. Like the jacket, the topside is loaded onto a barge which is tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside of the barge and onto the jacket. The heavy lifting vessel operates either via DP or by using anchors (if the water depth is limited). In case of the latter, tug boats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location



Figure 60 Installation of topside

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded.

Installation of the topside takes approximately one week, this is excluding the time for welding as mentioned above and possible waiting on weather.

12.2.4 Post installation works

After the jacket and topside are installed, a jack-up barge will be positioned beside the platform to facilitate all required works for the commissioning of the platform and grid connection for an estimated time of three months.

12.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially depended on the condition of the platform (systems). Monitoring of the systems is performed onshore. Annually three visual inspections will be performed of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

12.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 30 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment, the piles and scour protection will remain on the seabed.

13. Land station

The land station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the land station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the land station.

13.1 Design

The design of the land station has briefly been mentioned in paragraph 3.3.

13.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment
- Transformer Buildings, containing Power Transformers and Reactors
- Medium Voltage Buildings, containing Medium Voltage equipment, reactors and capacitor banks
- Bay houses, containing high voltage bay related secondary systems
- Central Service Building, containing all central auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.

13.1.2 Electrical Installation

The 220 kV export cables from the platform are connected in the outdoor switch yard, where also 220 kV shunt reactors are connected. The voltage is increased by the power transformers to 380 kV to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

Also connected to these power transformers are 33 kV reactors, capacitor banks and earthing-/auxiliary transformers for controlling the reactive power balance in the offshore grid and for power supply of the land station. For the possible necessity of protection against harmonic distortion and/or overvoltages in the offshore grid, 220 kV filters are planned and connected to the 220 kV switch yard.

13.1.3 Safety and environment

The land station will be unmanned.

The transformer building are open buildings (no roof, and at one side no wall is present). Fluids as oil and rainwater are collected at the bottom of these buildings and drained through an oil/water separator to open water or infiltration system to prevent oil spillage in the environment.

Since several sound sources are installed at the land station, acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.

An additional item is the possibility that the ground level of the plot needs be elevated due to flooding risks, as seen at the Borssele land station. At this moment it's not yet know if ground level elevation is required. If it is the case, then the elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

13.1.4 Access

The land station will be accessible for normal transport and for heavy transport. For this purpose one or two access roads are foreseen (depending on the spatial situation of the land station).

Besides access by TenneT, also third parties (OWP operators) will have access to a specific part of the Central Service Building. For this an additional entrance gate and additional entrance of Central Service Building will be foreseen, to prevent access of third parties to the rest of the land station.

13.1.5 Buildings

At the land station area various buildings will be constructed. Te following buildings are anticipated:

- Central Service building;
- Transformer buildings;
- 33 kV buildings;
- Bay houses.

13.2 Construction phase

The land station construction consists out of two main parts:

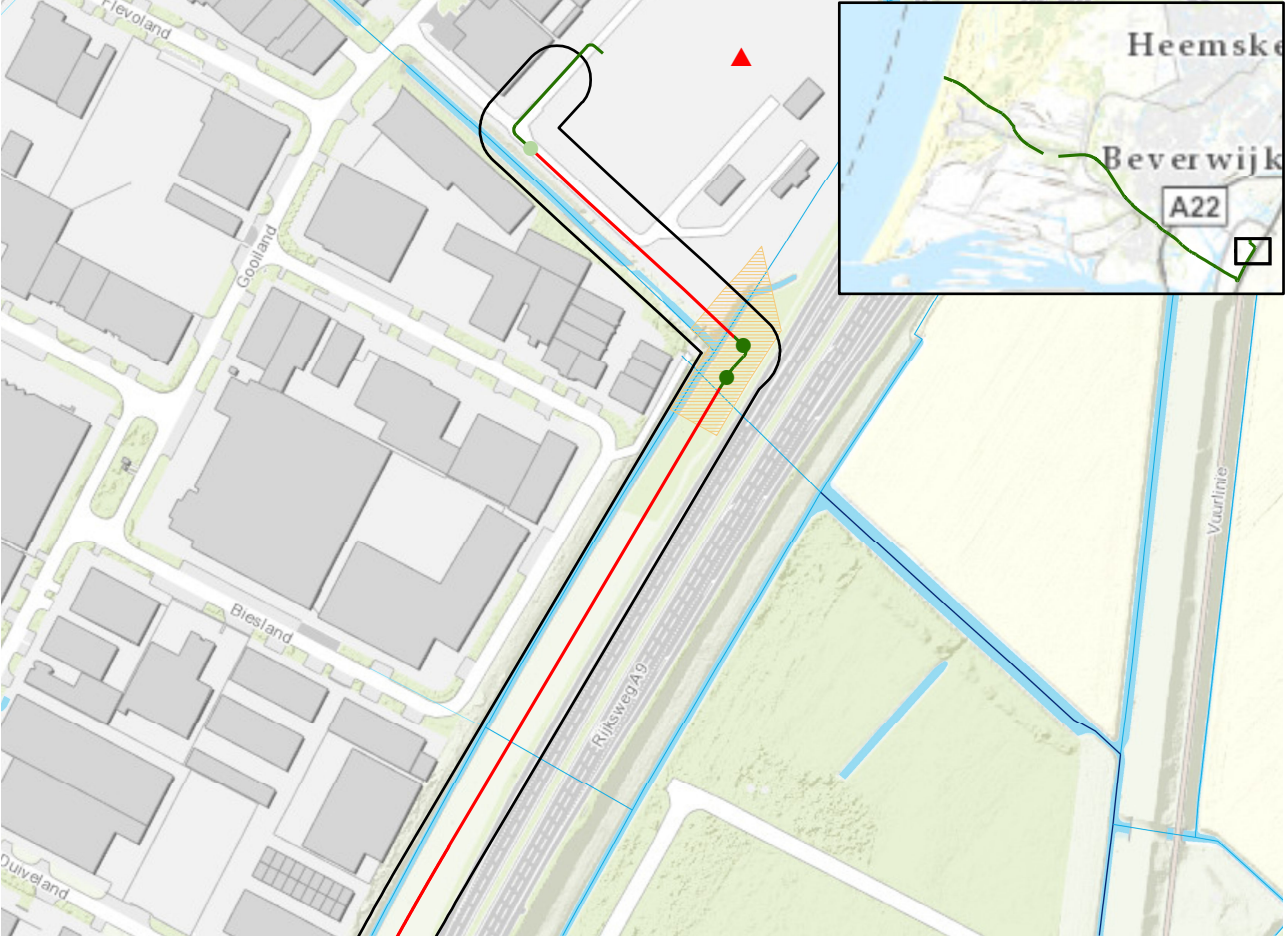
1. The civil part: this includes all ground works, such as elevating the ground level if required, levelling the plot and site preparations. After site preparations are finished, piling of the foundations can begin after which all necessary foundations are cast. The construction of all building is also executed in the civil part.
2. The electrical part: This includes installing and connecting all electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems.

13.3 Operational phase

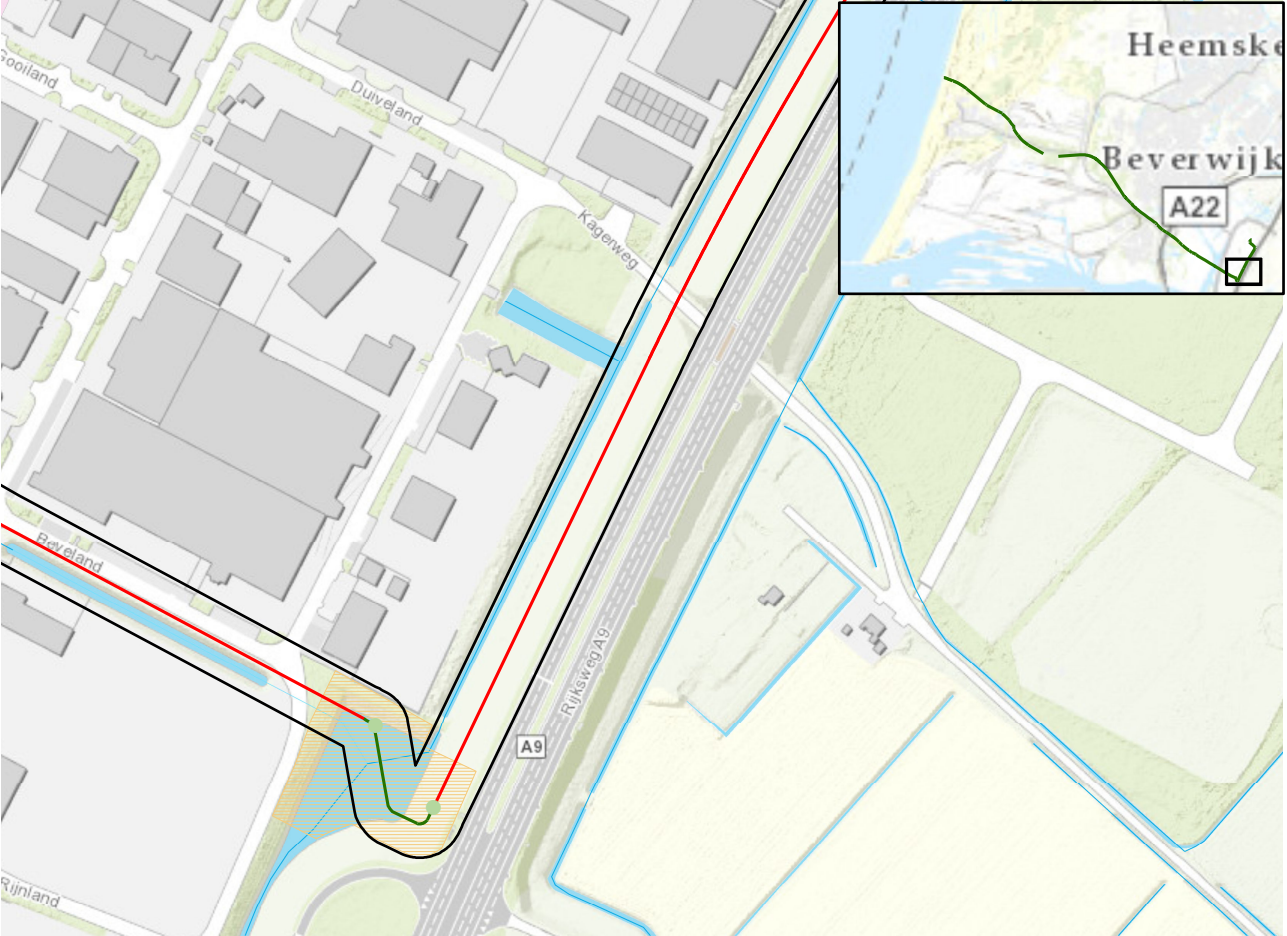
During the operational phase of the land station maintenance will be executed. The extend of the maintenance consists out of annually three visual inspections of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

13.4 Decommissioning

After the life span of 30-50 years of the land station the land station will be demolished if it's not being used for any other function.



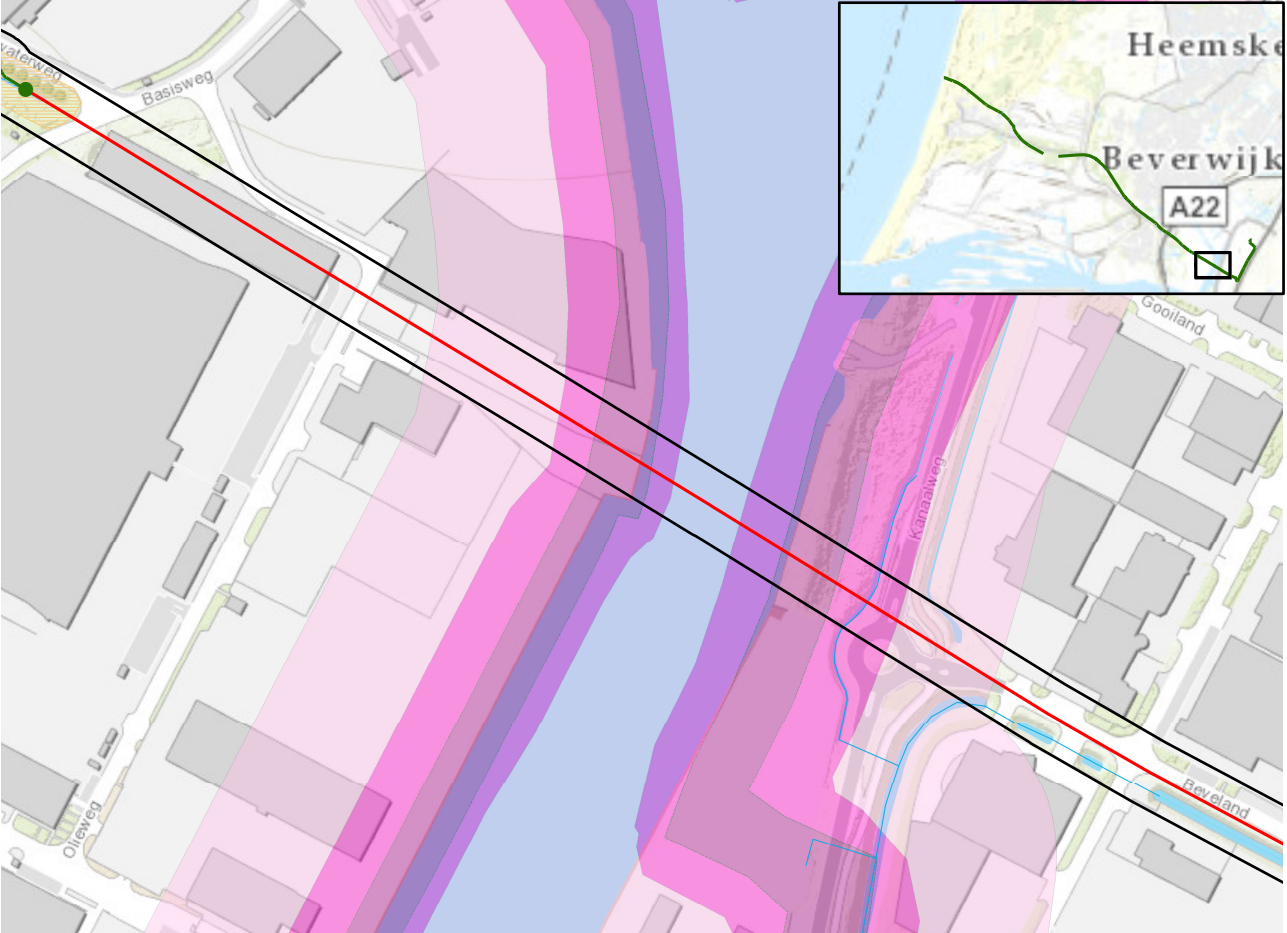
- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Intredepunt HDD
- Uittredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag
- ▲ 380 kV-station
- Oppervlaktewater
- Werkterrein
- Waterlopen naar categorie**
- primair
- secundair
- tertiair



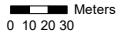
- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Uittredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag

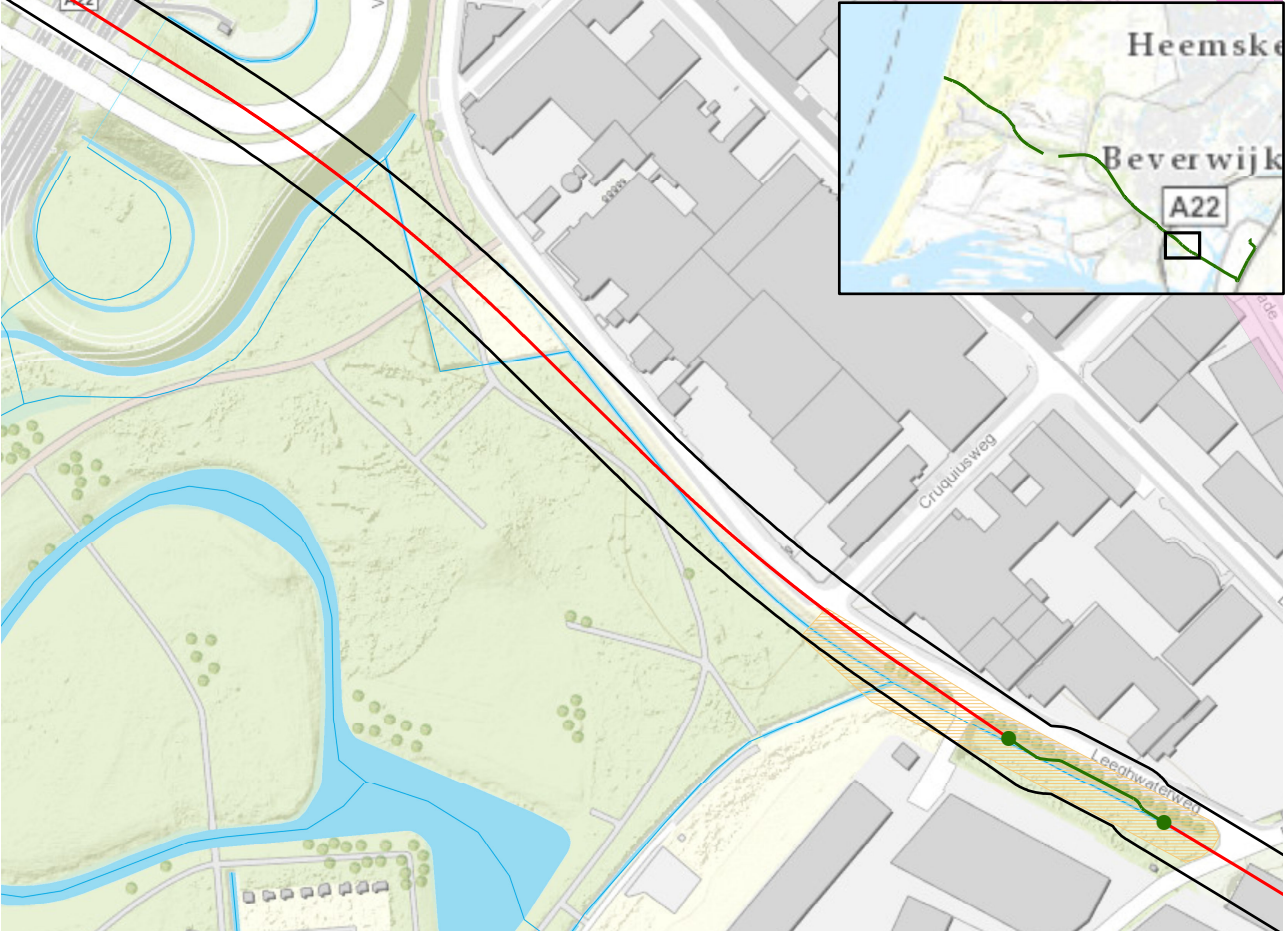
- Oppervlaktewater
- Beschermingszone B
- Werkterrein

- Waterlopen naar categorie
- primair
 - secundair
 - tertiair



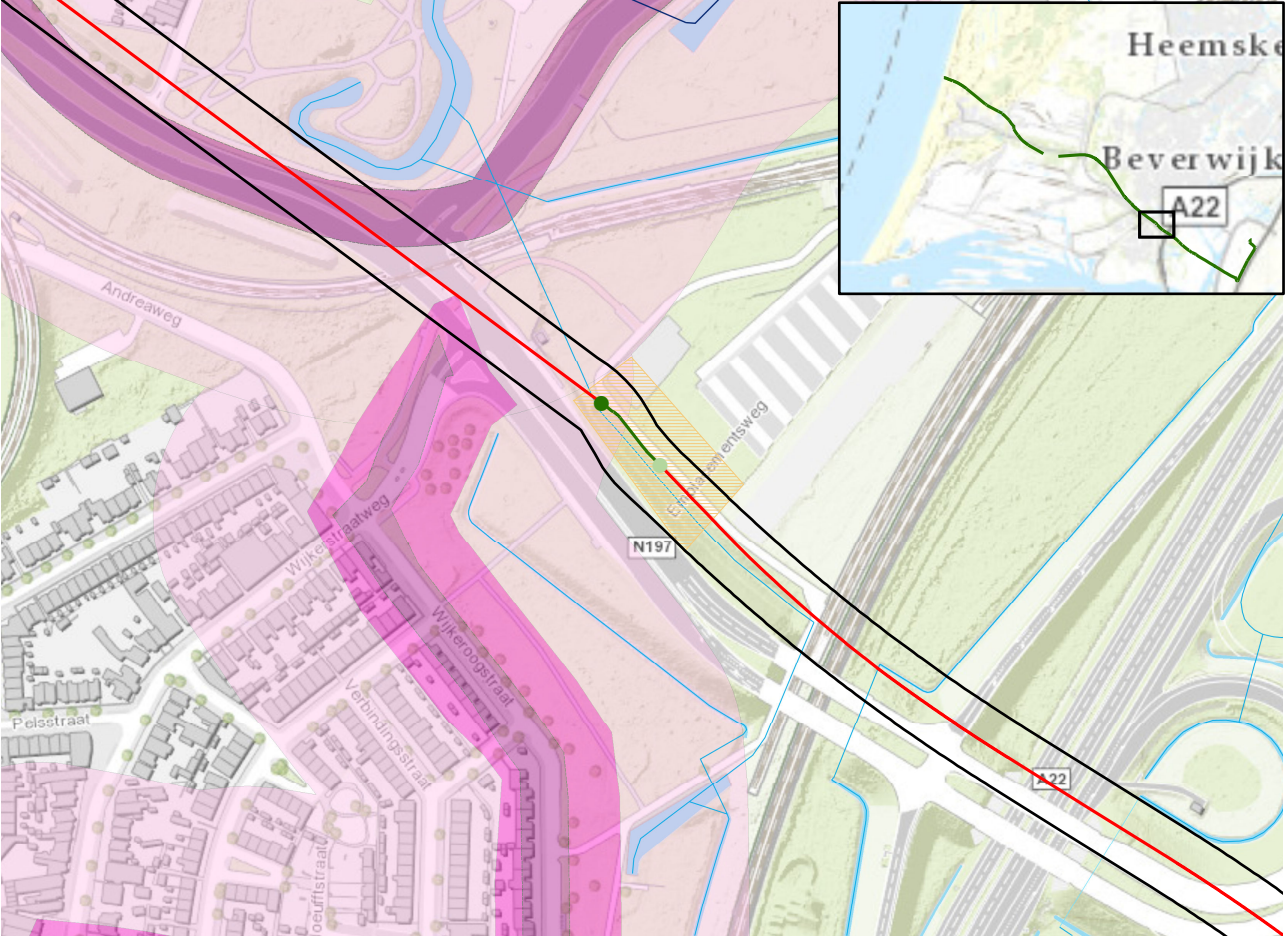
- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Intredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag
- Oppervlaktewater
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B
- Werkterrein
- Profiel van vrije ruimte
- Waterlopen naar categorie
 - primair
 - secundair
 - tertiair



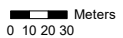


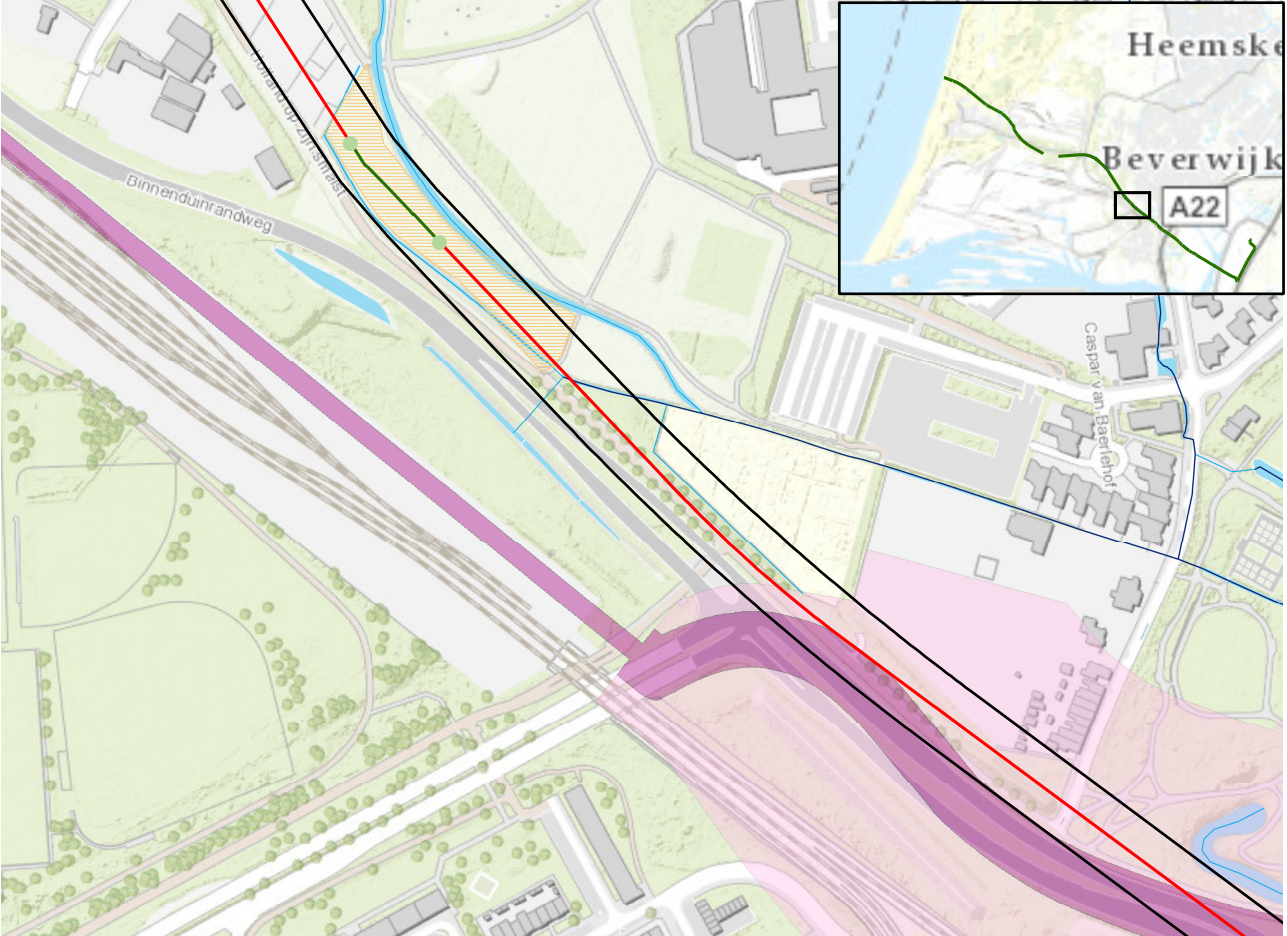
- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Intredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag
- Oppervlaktewater
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B
- Profiel van vrije ruimte
- Werkterrein
- Waterlopen naar categorie
 - primair
 - secundair
 - tertiair

0 10 20 30 Meters



- | | | | |
|--|--|--|---|
| — HDD boring tracé VKA | Zone vergunningsaanvraag | Beschermingszone B | Waterlopen naar categorie |
| — Open ontgraving tracé VKA | Oppervlaktewater | Profiel van vrije ruimte | — primair |
| ● Intredepunt HDD | Waterstaatswerk (waterkering/duinen) | Werkterrein | — secundair |
| ● Uitredepunt HDD | Beschermingszone A | | — tertiair |

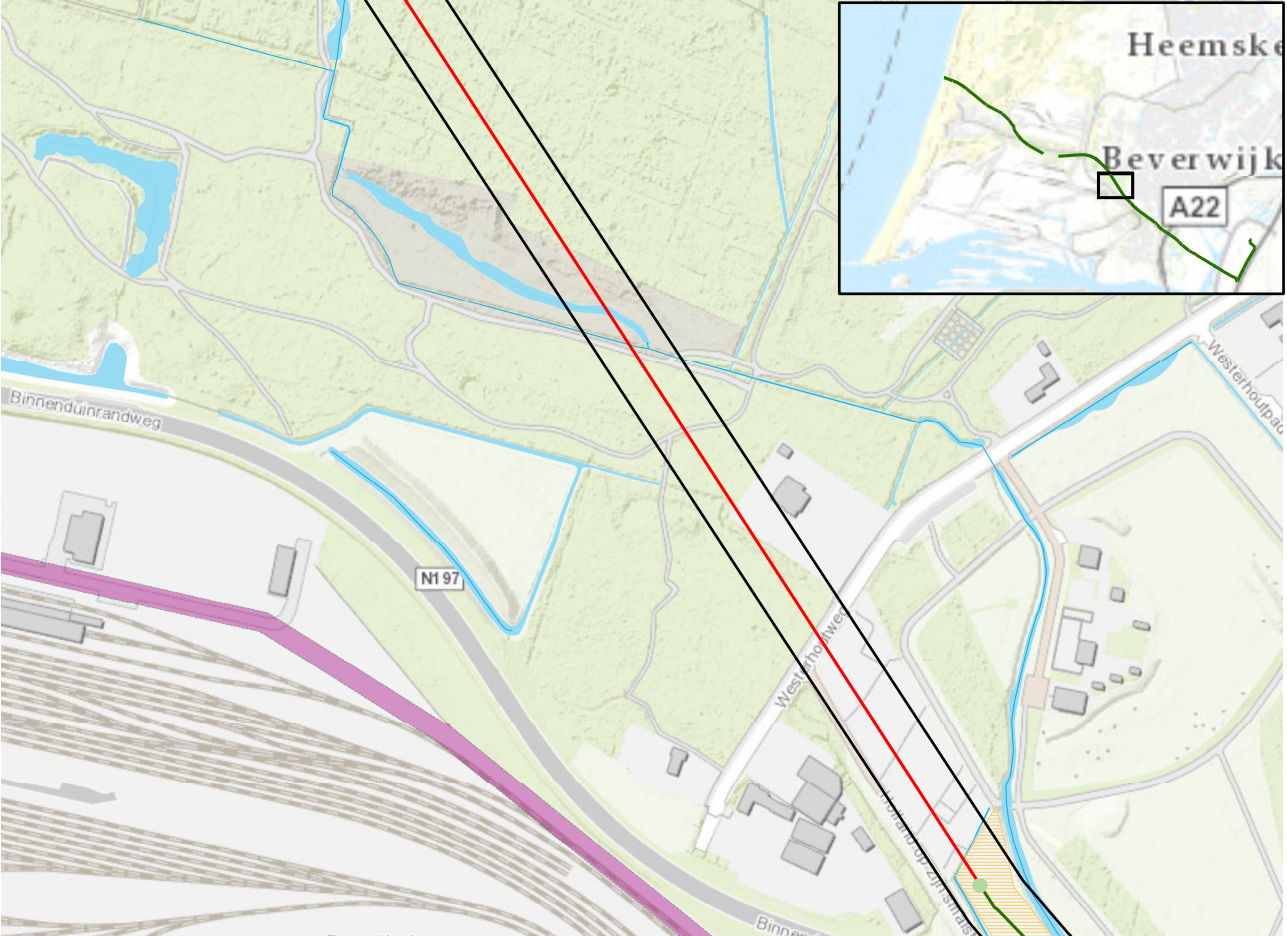




- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Uittredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag

- Oppervlaktewater
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone B
- Werkterrein

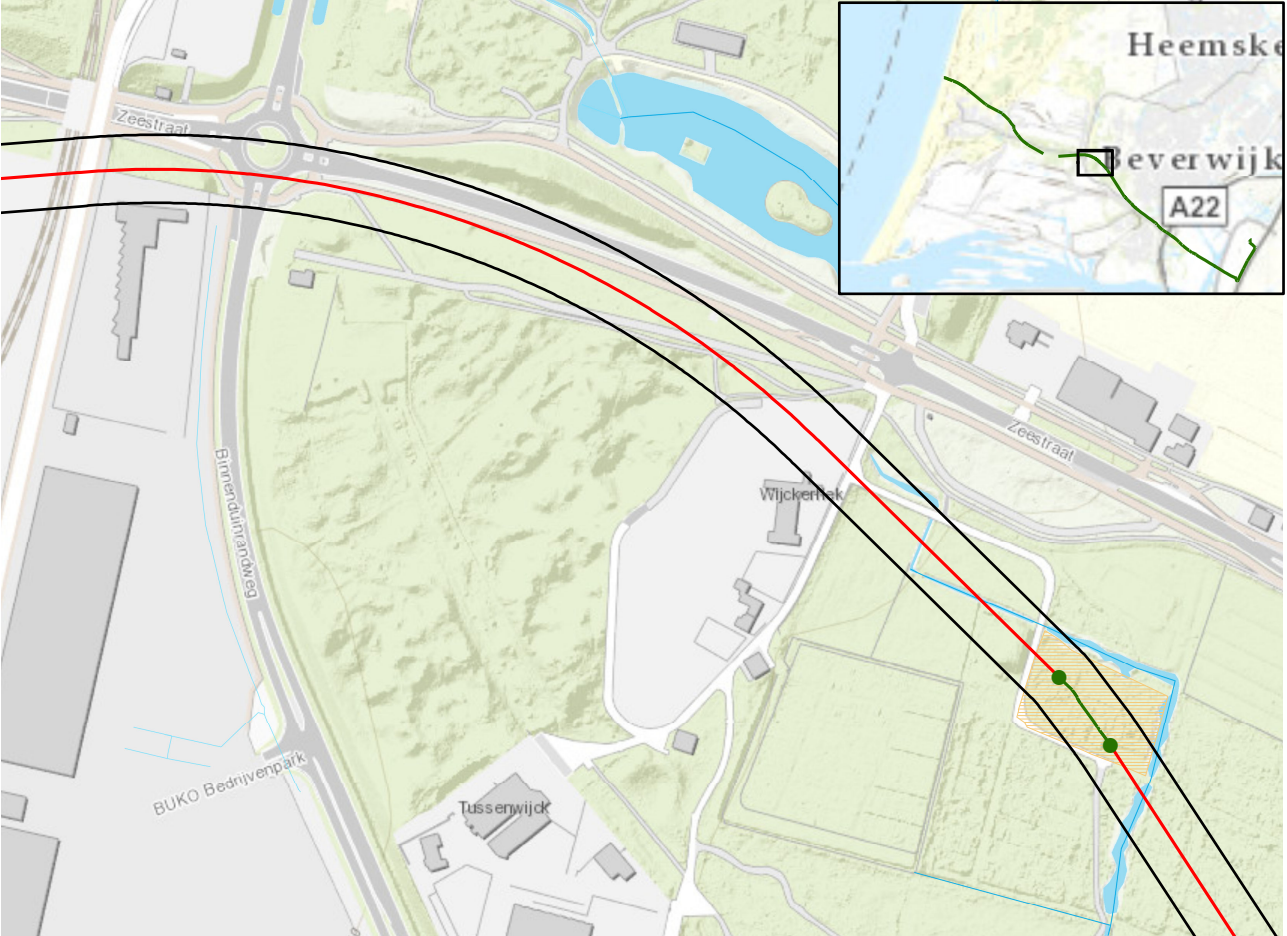
- Waterlopen naar categorie
- primair
 - secundair
 - tertiair



- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Uittredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag

- Oppervlaktewater
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- ▨ Werkterrein

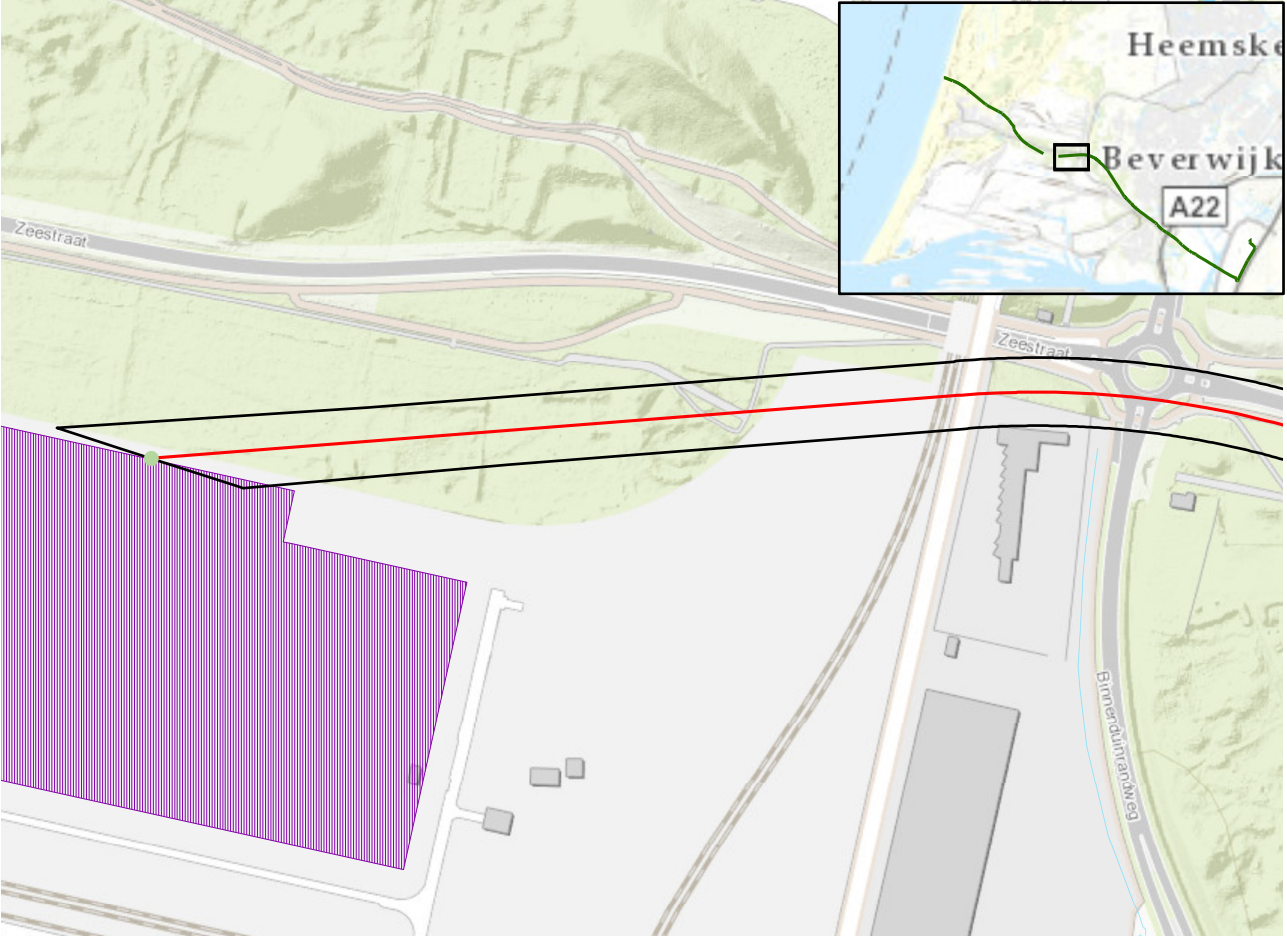
- Waterlopen naar categorie
- primair
 - secundair
 - tertiair



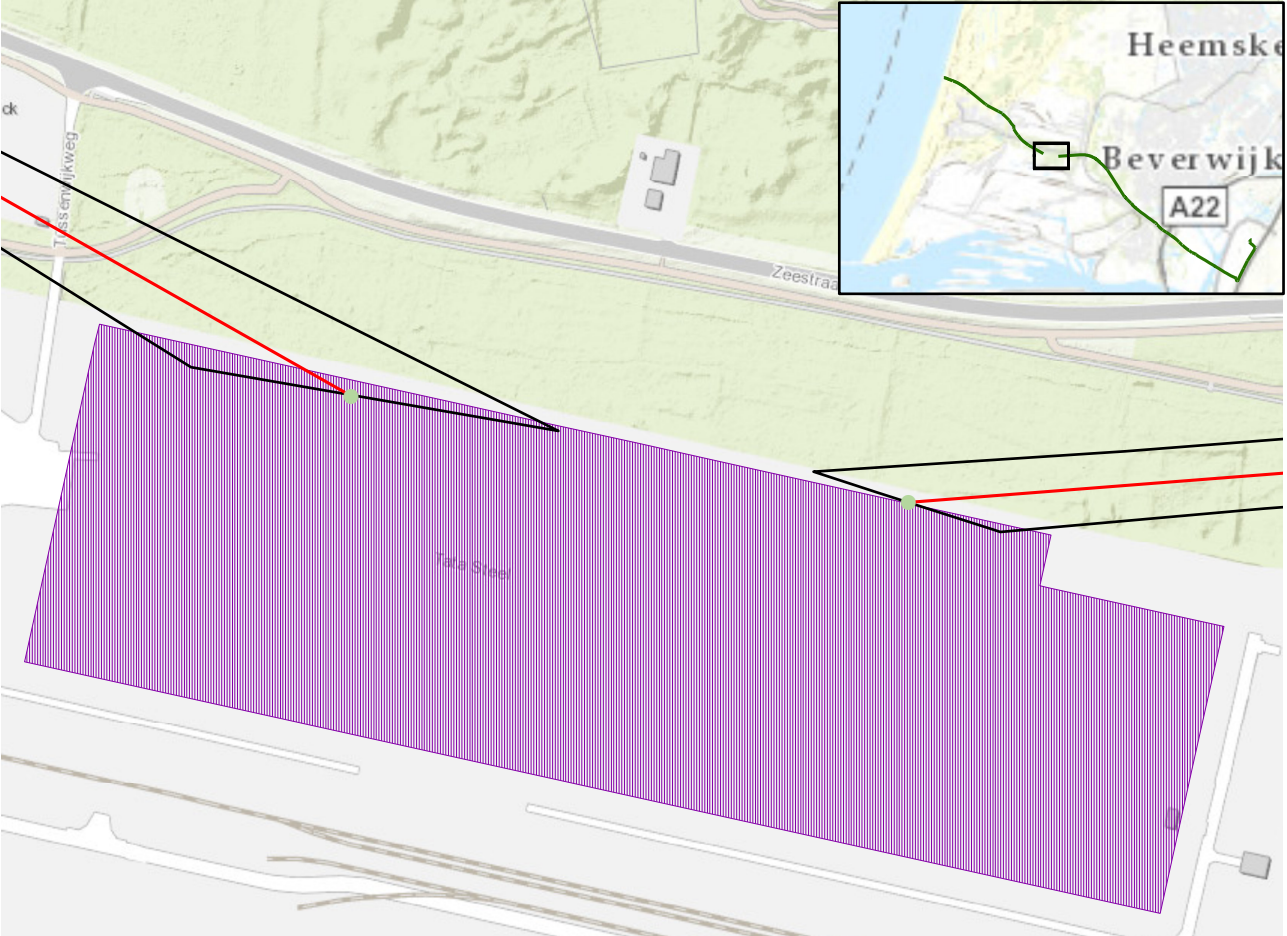
- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Intredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag

- Oppervlaktewater
- Werkterrein

- Waterlopen naar categorie
- primair
 - secundair
 - tertiair



- Oppervlaktewater
- Wateropen naar categorie
- primair
- secundair
- tertiair
- Transformatorstation HKN/HKW Alpha
- HDD boring tracé VKA
- Uittredepunt HDD
- Zone vergunningsaanvraag



Transformatorstation HKN/HKW Alpha

HDD boring tracé VKA

Uittredepunt HDD

Zone vergunningsaanvraag

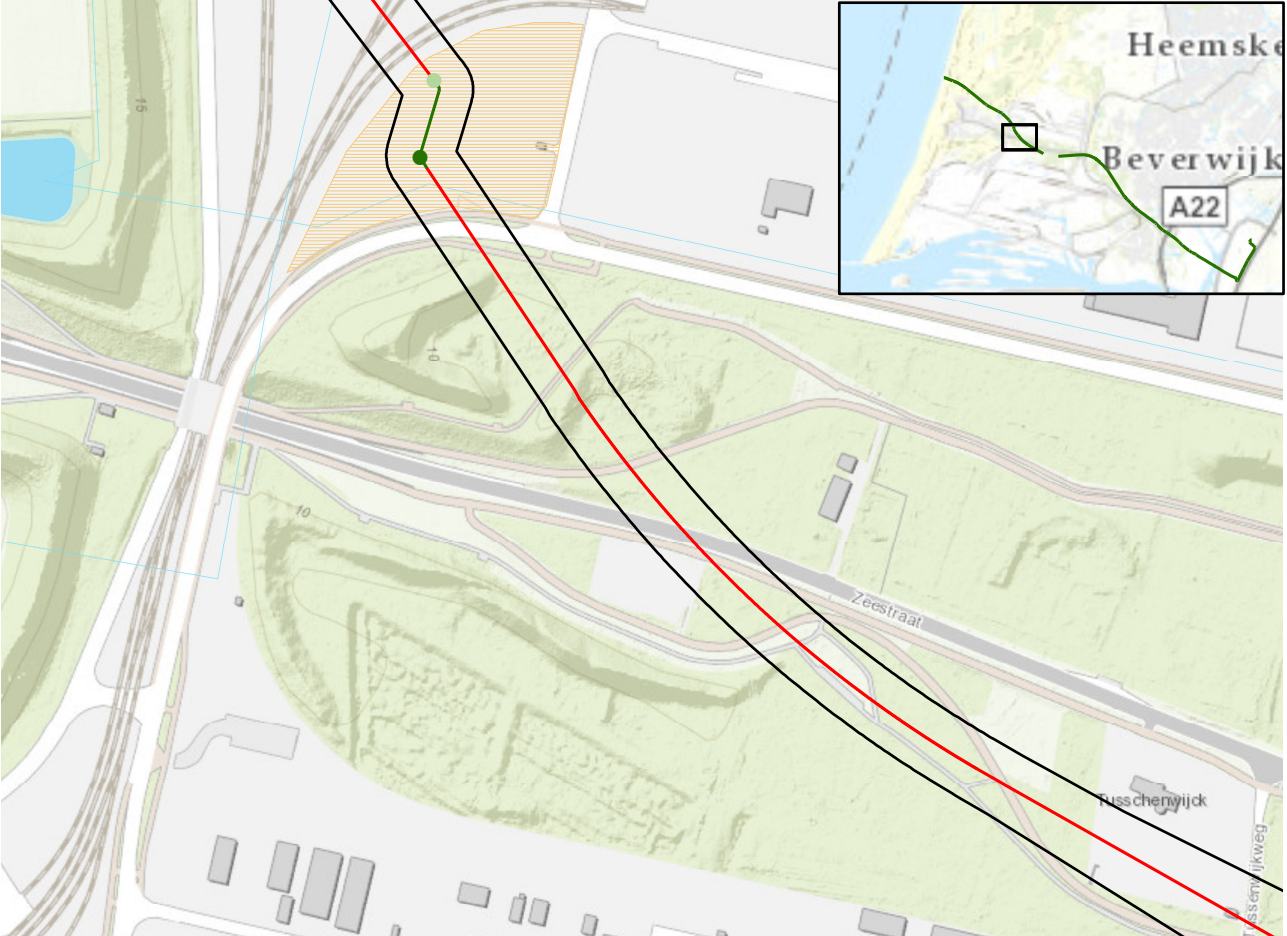
Waterlopen naar categorie

primair

secundair

tertiair

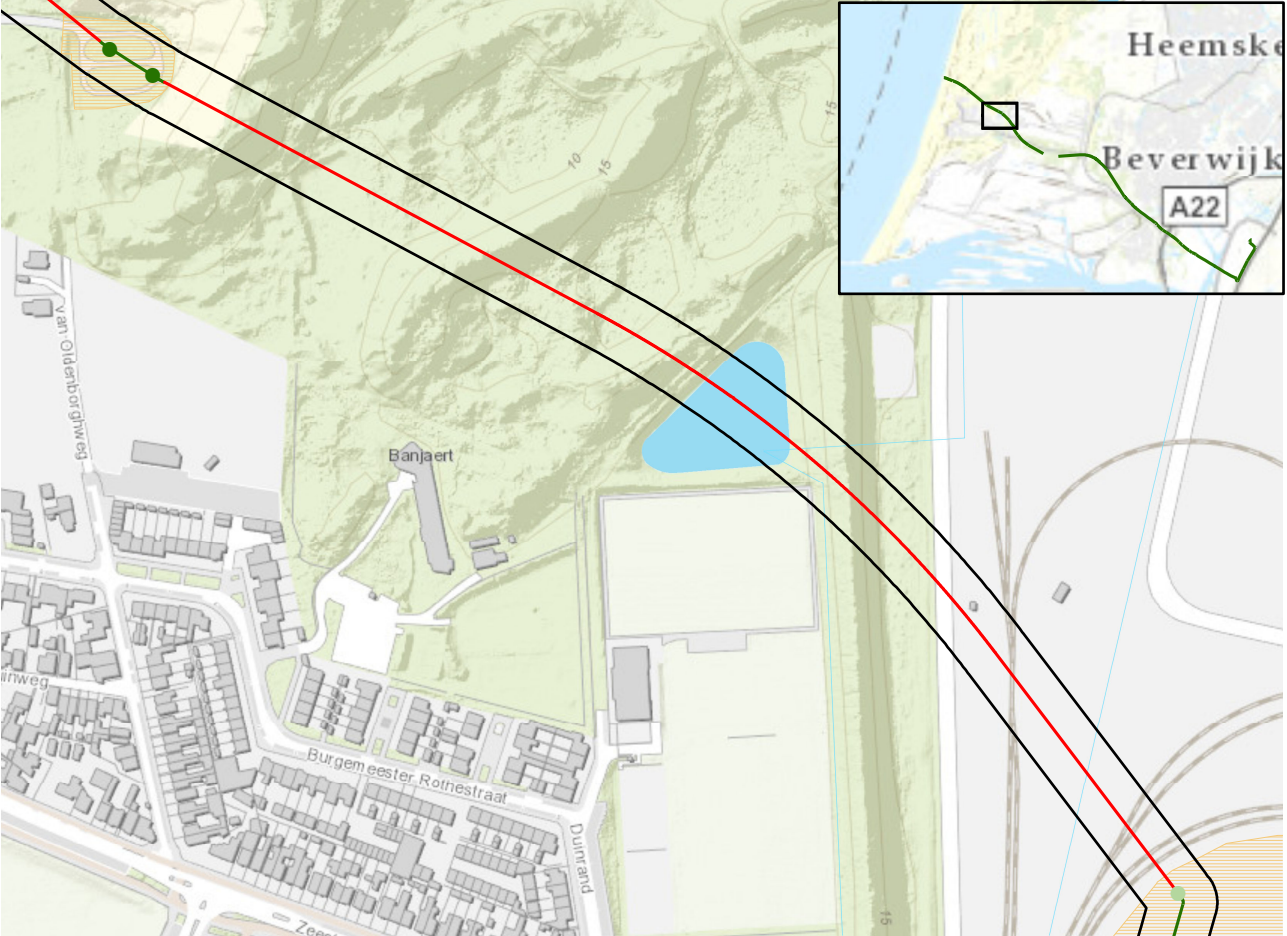
0 10 20 30 Meters



- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Intredepunt HDD
- Uittredepunt HDD

- Zone vergunningsaanvraag
- Oppervlaktewater
- Werkterrein

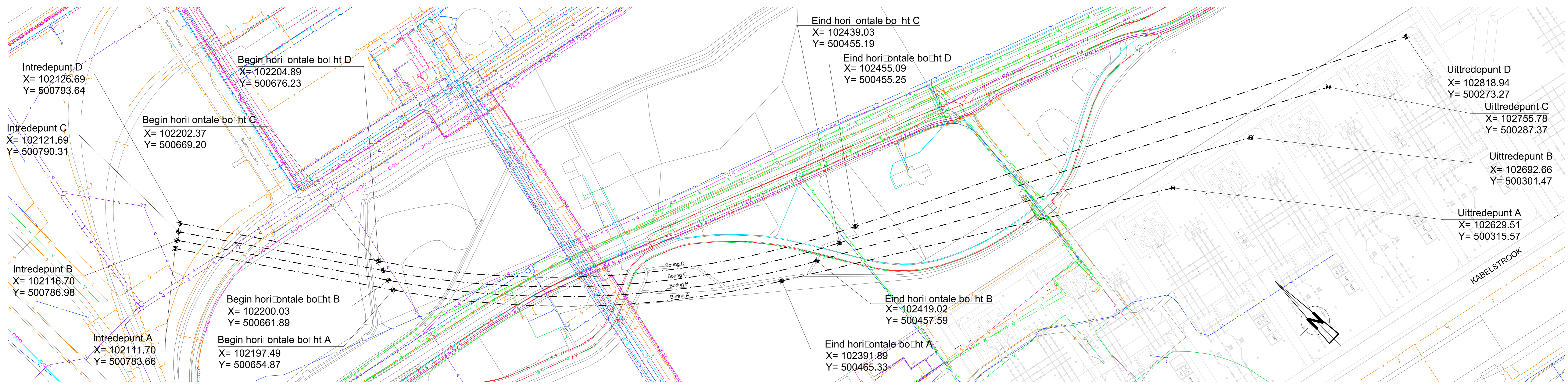
- Waterlopen naar categorie
- primair
 - secundair
 - tertiair



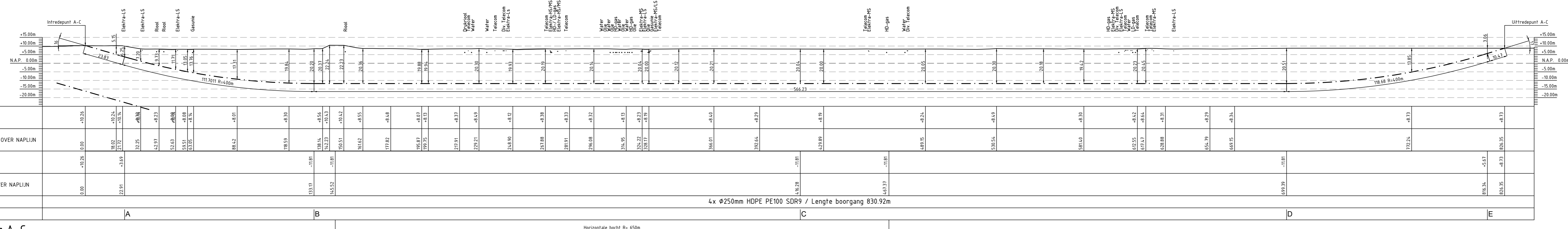
- HDD boring tracé VKA
- Open ontgraving tracé VKA
- Intredepunt HDD
- Uittredepunt HDD

- Zone vergunningsaanvraag
- Oppervlaktewater
- Werkterrein

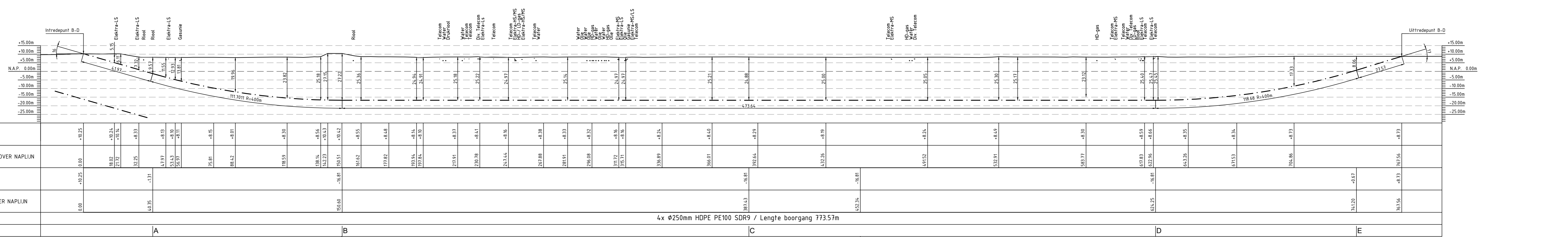
- Waterlopen naar categorie
- primair
 - secundair
 - tertiair



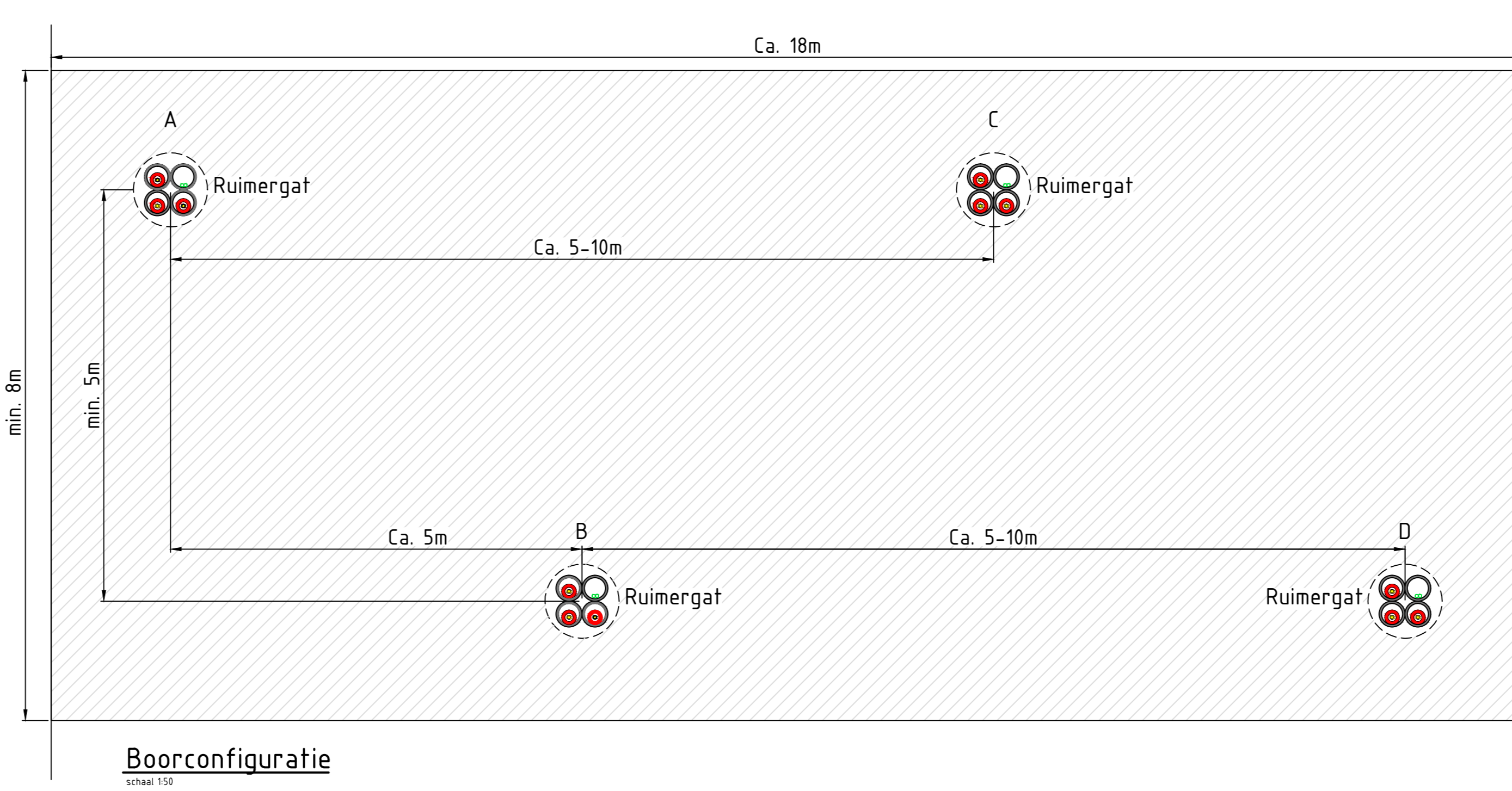
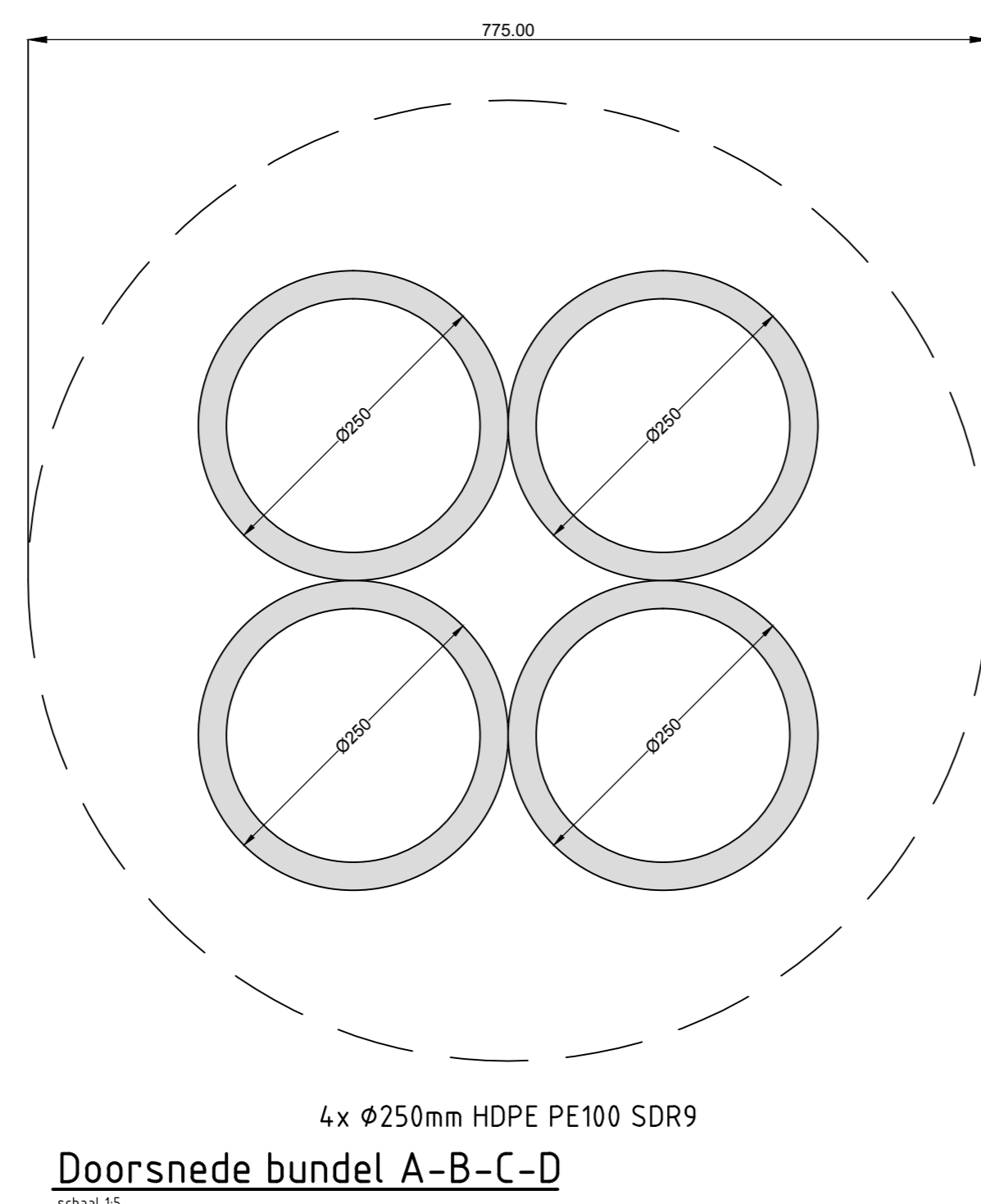
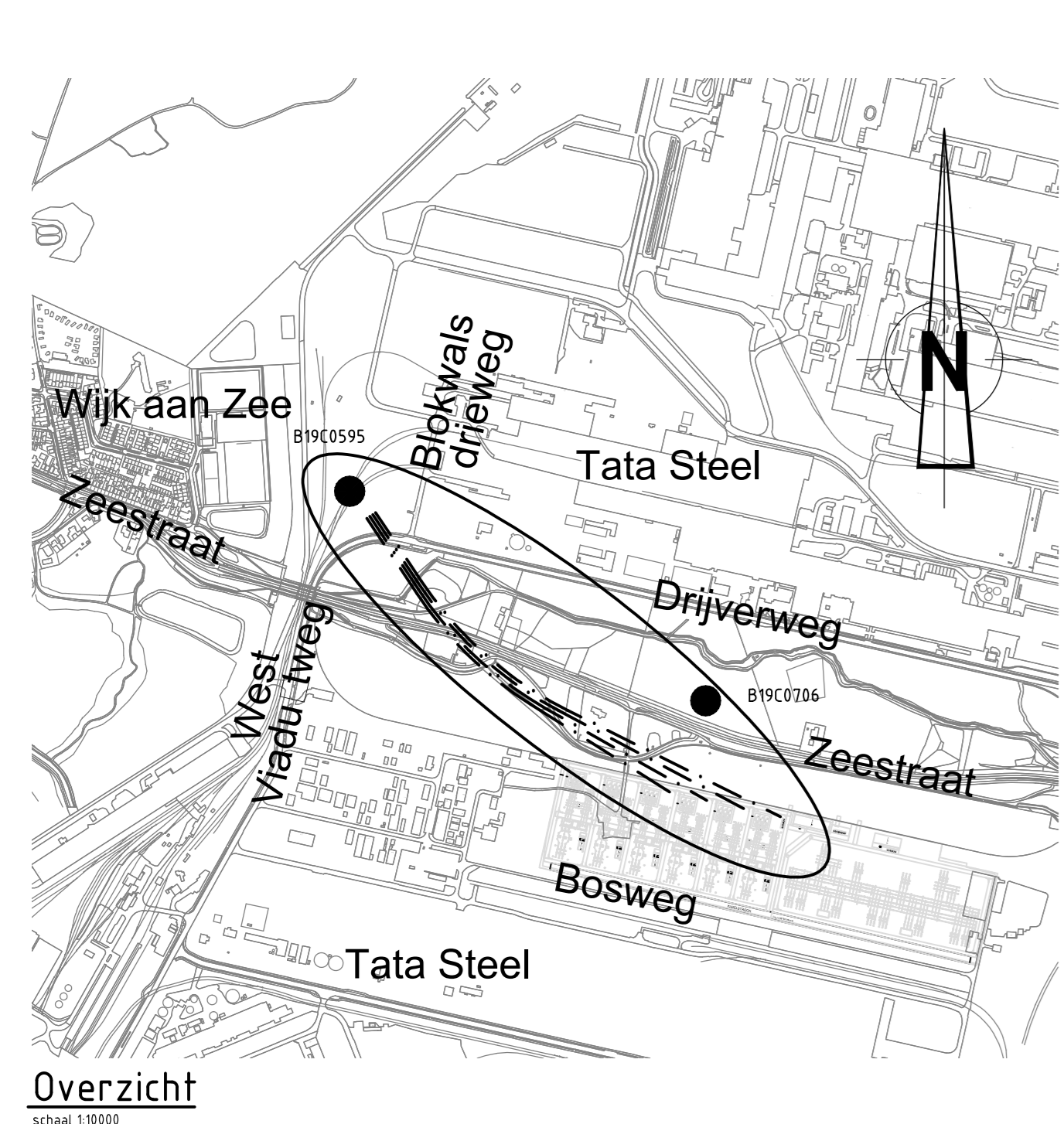
Overzicht
schaal 1:1000



Lengte profiel boring A-C
schaal 1:1000



Lengte profiel boring B-D
schaal 1:1000



Legenda bestaande K&L

Ca	Ca	Ca	Ca
CO2 leiding	Electric L.S.	Electric H.S.	Electric M.S.
HD gasleiding	HD gasleiding	LD gasleiding	Gasleiding
Ontleiding	Ontleiding	Ontleiding	Ontleiding
Rook	Rook	Rook	Rook
Drukreel	Drukreel	Drukreel	Drukreel
KPI	KPI	KPI	KPI
Diverse Telefoon IUP/Eurofiber, Telex, enz.	Diverse Telefoon IUP/Eurofiber, Telex, enz.	Diverse Telefoon IUP/Eurofiber, Telex, enz.	Diverse Telefoon IUP/Eurofiber, Telex, enz.
Waternetleiding	Waternetleiding	Waternetleiding	Waternetleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding	Transport waterleiding	Transport waterleiding
Waterleiding	Waterleiding	Waterleiding	Waterleiding
Sendring	Sendring	Sendring	Sendring
Grondboor	Grondboor	Grondboor	Grondboor

KLIC melding nr(s): 170008747

Opmerkingen:

- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen!
- Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsluven

OPDRACHTGEVER: ONTWERP: R. Berger PROJEKT: Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha) ONDERWERP: Te maken gestuurde boring 103-A-B-C-D, Blokwalddrieweg/Tussenrijweg	GETEKEND: A. Lamers SCHAAL: 1:5000 / 1:1000 / 1:500 / 1:5 FORAAT: A0	DATUM: 08-05-2018 PROJEKT: 482.18.1.006-103-A-D TEKENING NR.: 482.18.1.006-103-A-D	Joulz Joulz - Energ. Solutions BV Postbus 16010 3901 BE Heteren
--	--	--	--

Uittredepunt C
X= 102977.11
Y= 500246.40

Begin horizontale boort C
X= 103825.60
Y= 500134.64

Uittredepunt A
X= 103054.26
Y= 500229.17

Eind horizontale boort C
X= 103441.99
Y= 500277.11

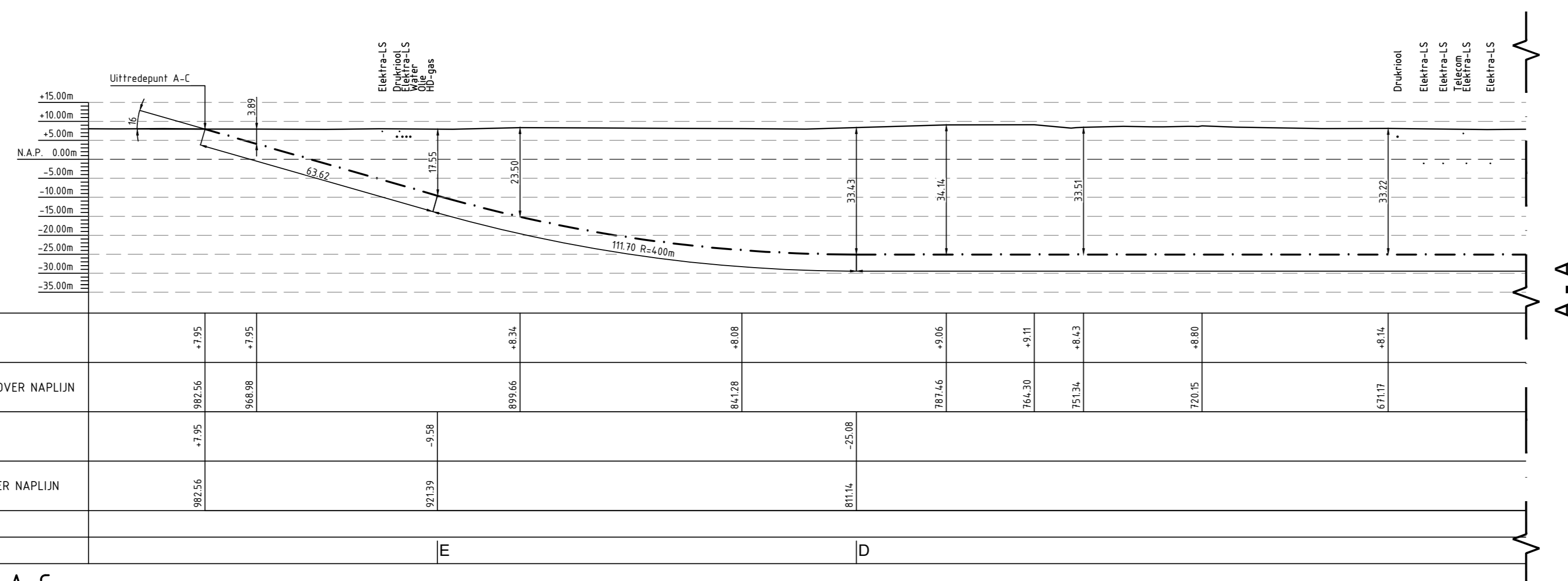
Eind horizontale boort A
X= 103424.90
Y= 500263.34

Begin horizontale boort A
X= 103821.45
Y= 500121.89

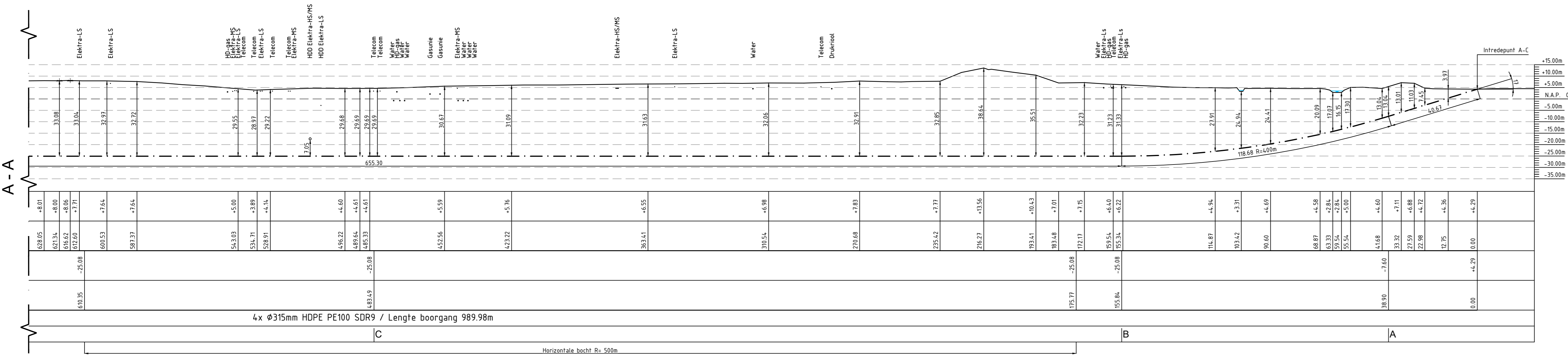
Intredepunt C
X= 103955.17
Y= 500007.17

Intredepunt A
X= 103946.75
Y= 499998.62

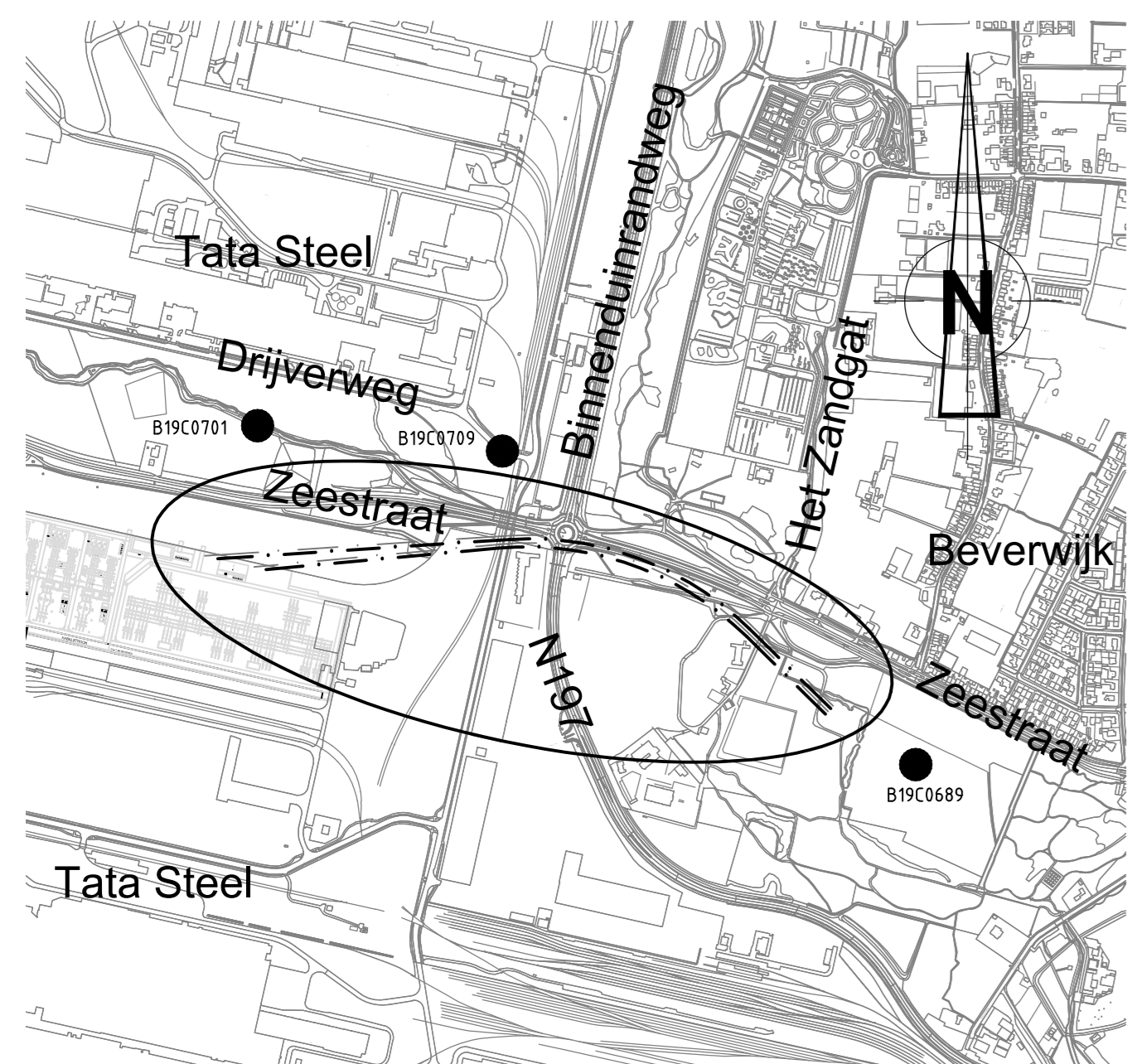
Overzicht
schaal 1:1000



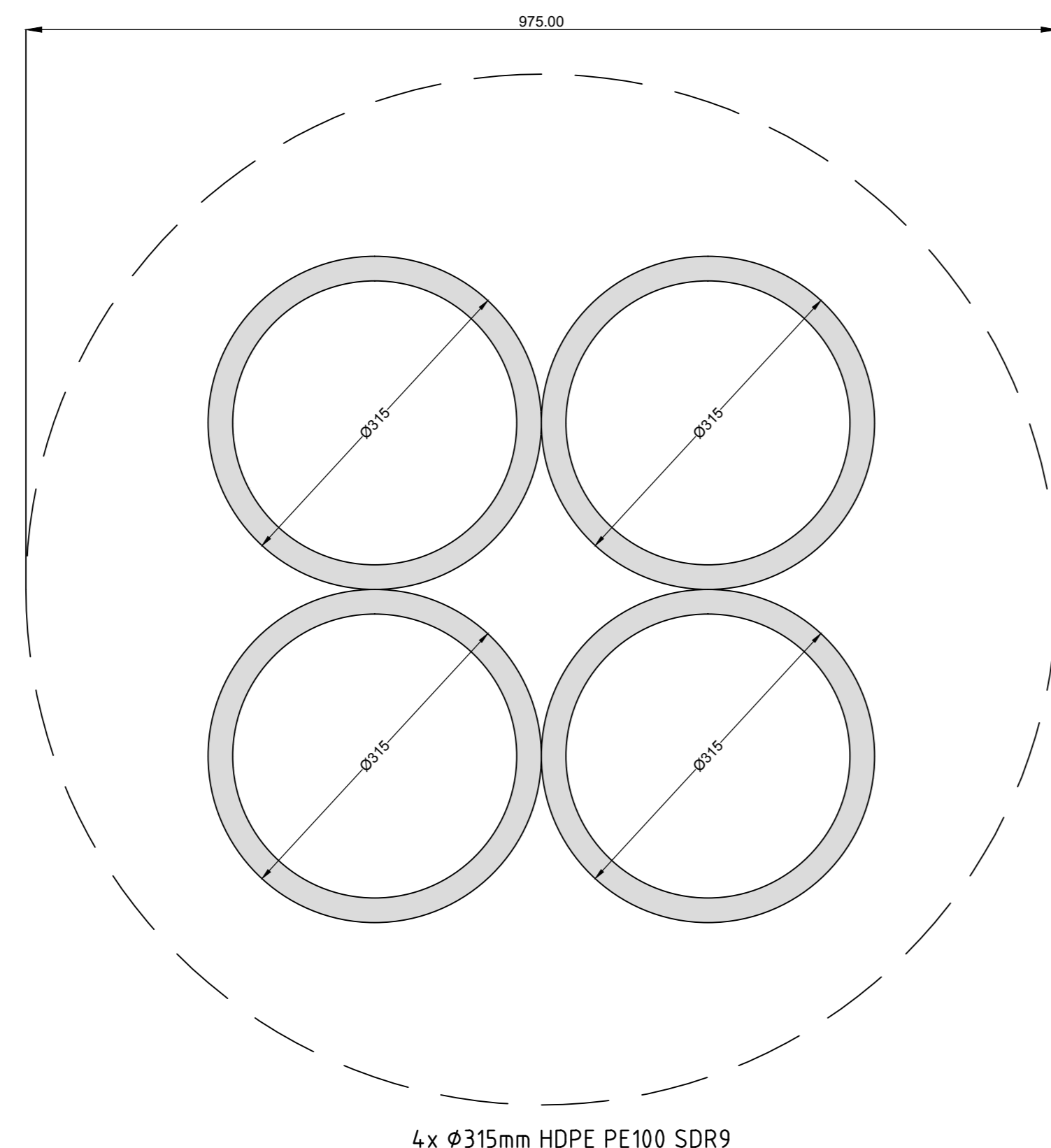
Lengte profiel boring A-C
schaal 1:1000



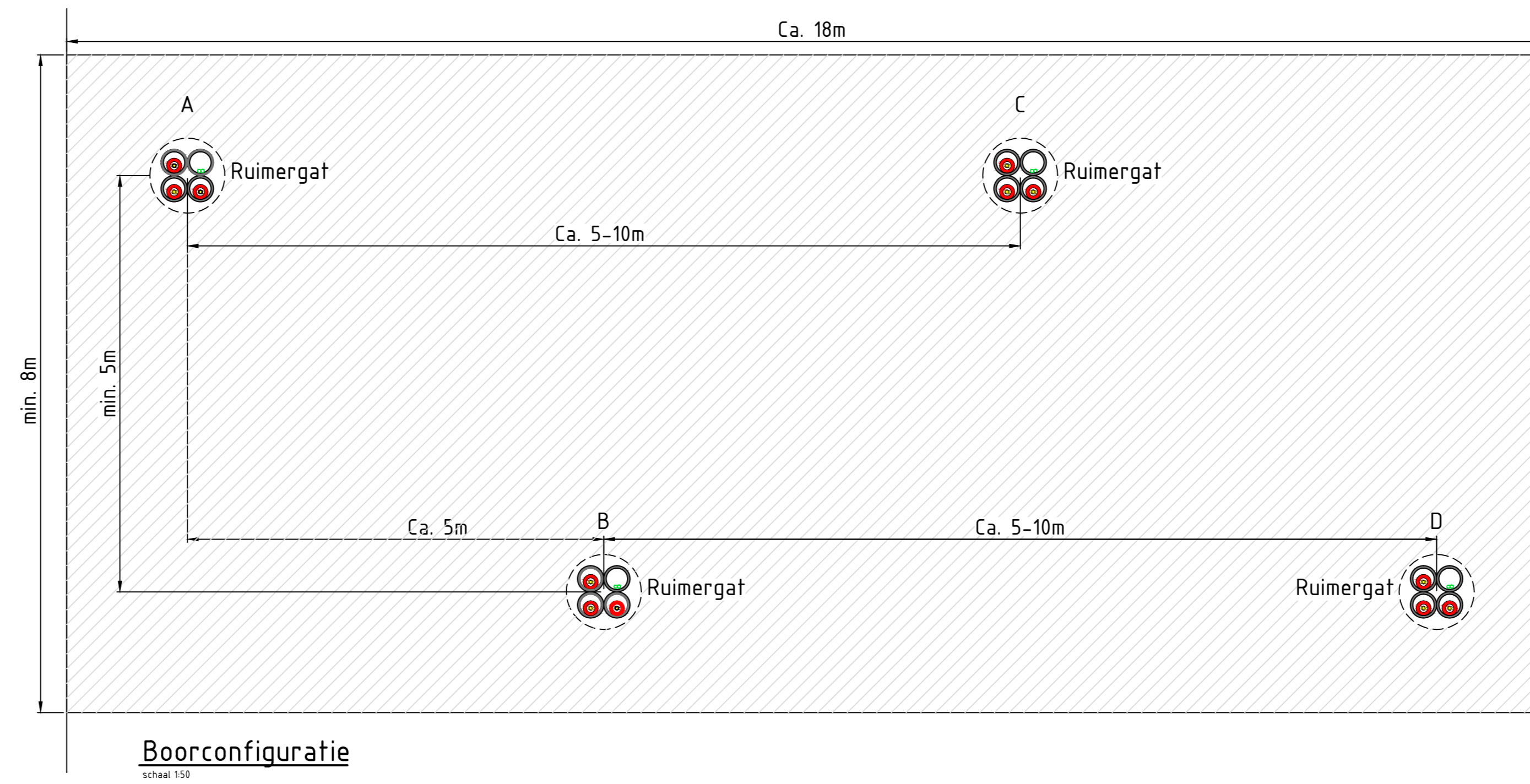
Lengte profiel boring A-C
schaal 1:1000



Overzicht
schaal 1:1000



Doorsnede bundel A-C
schaal 1:1



Boorconfiguratie
schaal 1:1

Legenda bestaande K&L

Ca	Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding	CO2 leiding
Electra LS	Electra LS	Electra LS
Electra MS	Electra MS	Electra MS
Electra HS	Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding	LD gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding	HD gasleiding
Gespanne leiding	Gespanne leiding	Gespanne leiding
Ongeleide	Ongeleide	Ongeleide
Risic	Risic	Risic
Drukreel	Drukreel	Drukreel
KPPI	KPPI	KPPI
Diverse Telefoon (TUP, Eurofiber, Teis, enz)	Diverse Telefoon (TUP, Eurofiber, Teis, enz)	Diverse Telefoon (TUP, Eurofiber, Teis, enz)
Waterleiding	Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding	Transport waterleiding
Waterlooi	Waterlooi	Waterlooi
Sendring	Sendring	Sendring
Grondbooring	Grondbooring	Grondbooring

Opmerkingen:
 • Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen
 • Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsluven

KLIC melding nr(s): 170008751

0	09-05-2018	AL	RB	Voor vergoedingaanvraag
1	09-05-2018	AL	RB	Wijziging

OPDRACHTGEVER: **Tennet**
 ONTWERP: R. Berger
 GETEKEND: A. Lanversen
 DATUM: 09-05-2018
 PROJECT: 482.N.1006
 SCHAAL: 15000 / 10000 / 150 / 15
 FORMAAT: A0
 WERK: Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha)
 Wijk aan Zee/ Beverwijk

Joulz
 Joulz - Energië Solutions BV
 Postbus 1010
 8000 BE Breda

TEKENING NR.: 482.18.1.006-104-S-A-C
 ONDERWERP: Te maken gestuurde boring 104-5-A-C, Zeestraat

Uittredepunt D
X= 102956.33
Y= 500251.04

Uittredepunt B
X= 103035.16
Y= 500233.43

Begin horizontale boort D
X= 103827.89
Y= 500140.80

Eind horizontale boort D
X= 103444.28
Y= 500283.28

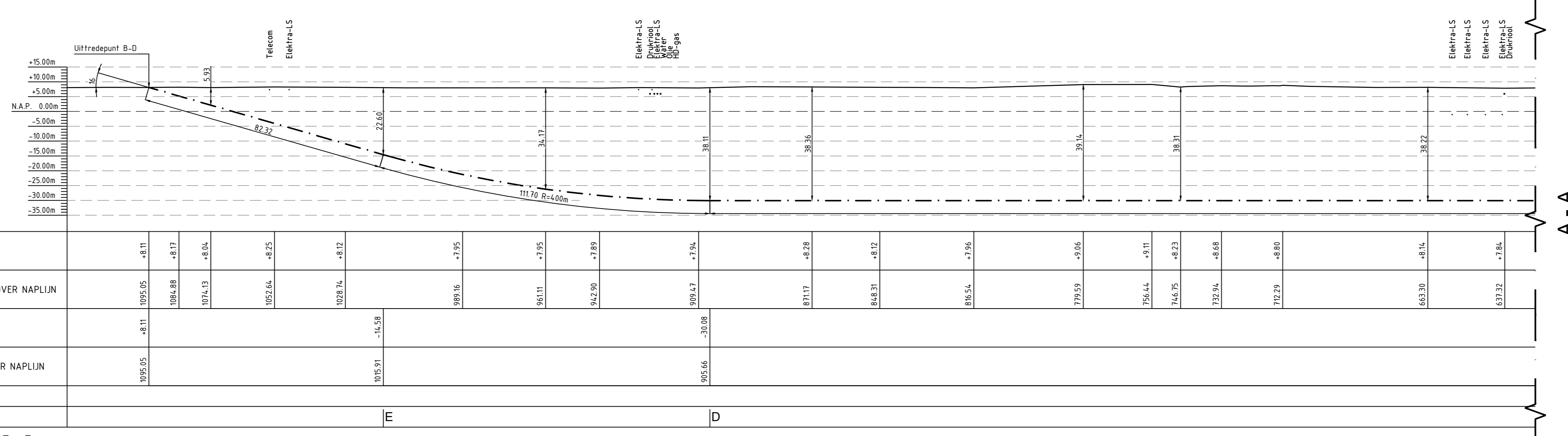
Eind horizontale boort B
X= 103426.98
Y= 500269.30

Begin horizontale boort B
X= 103823.67
Y= 500128.12

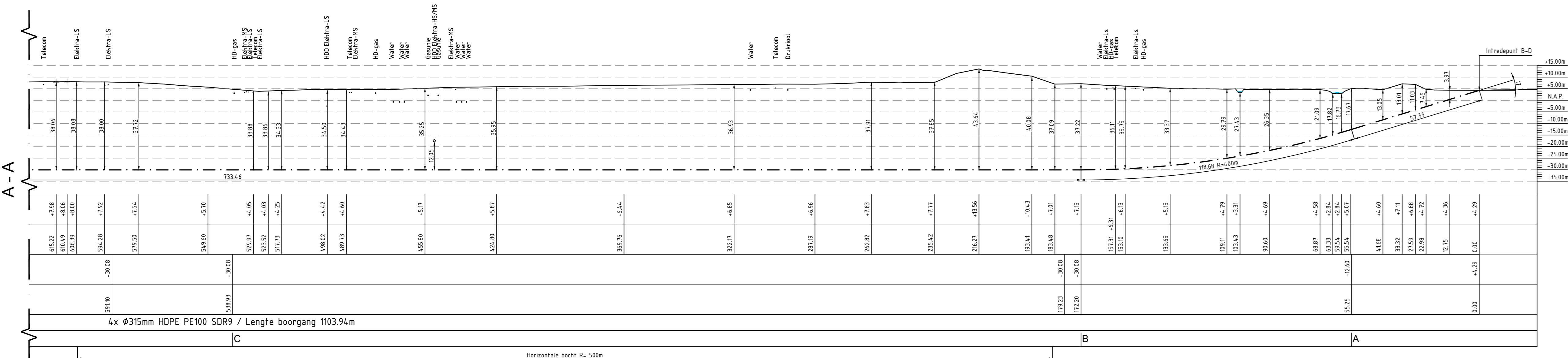
Intredepunt D
X= 103959.37
Y= 500011.45

Intredepunt B
X= 103950.96
Y= 500002.90

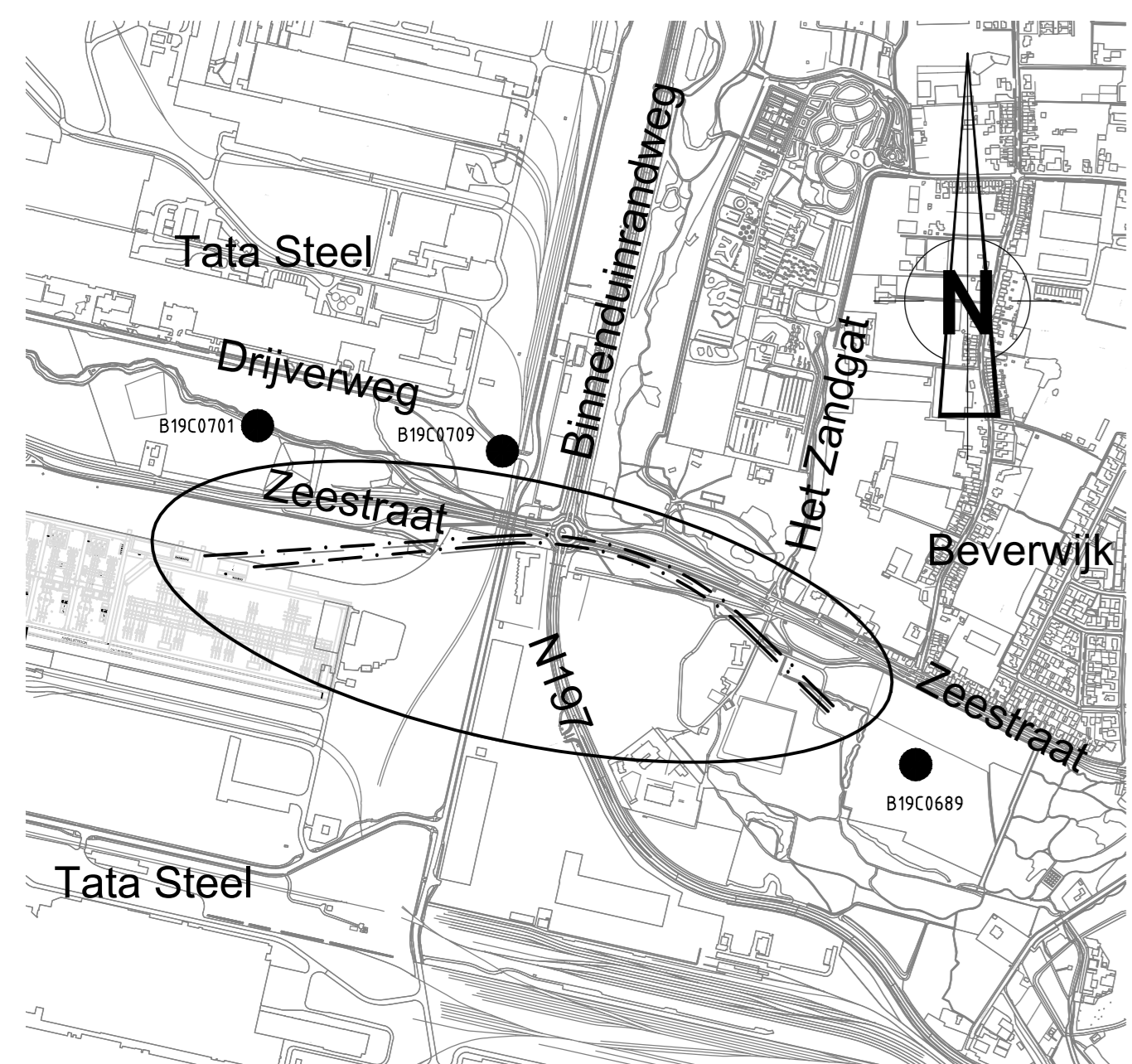
Overzicht
schaal 1:1000



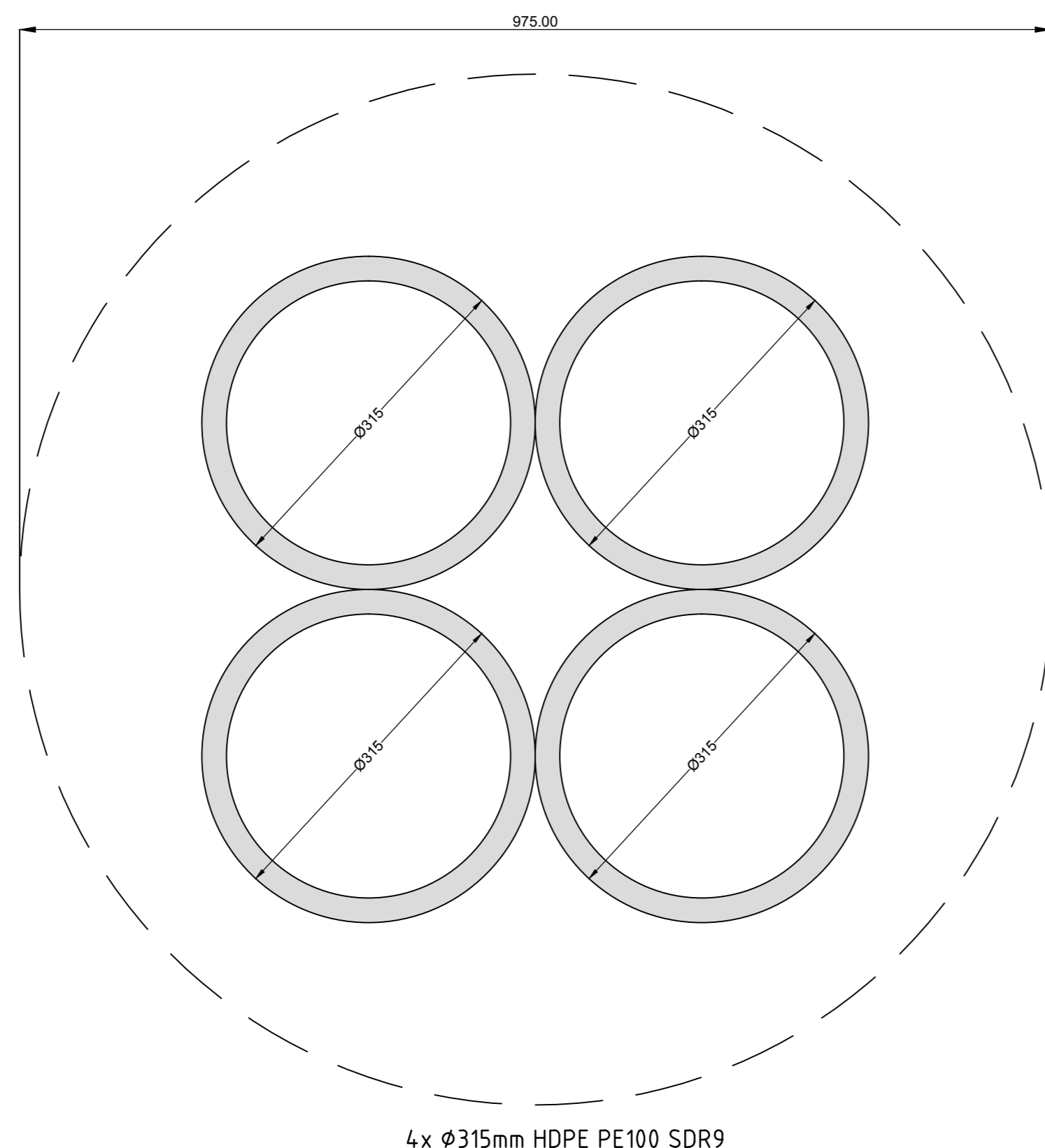
Lengte profiel boring B-D
schaal 1:1000



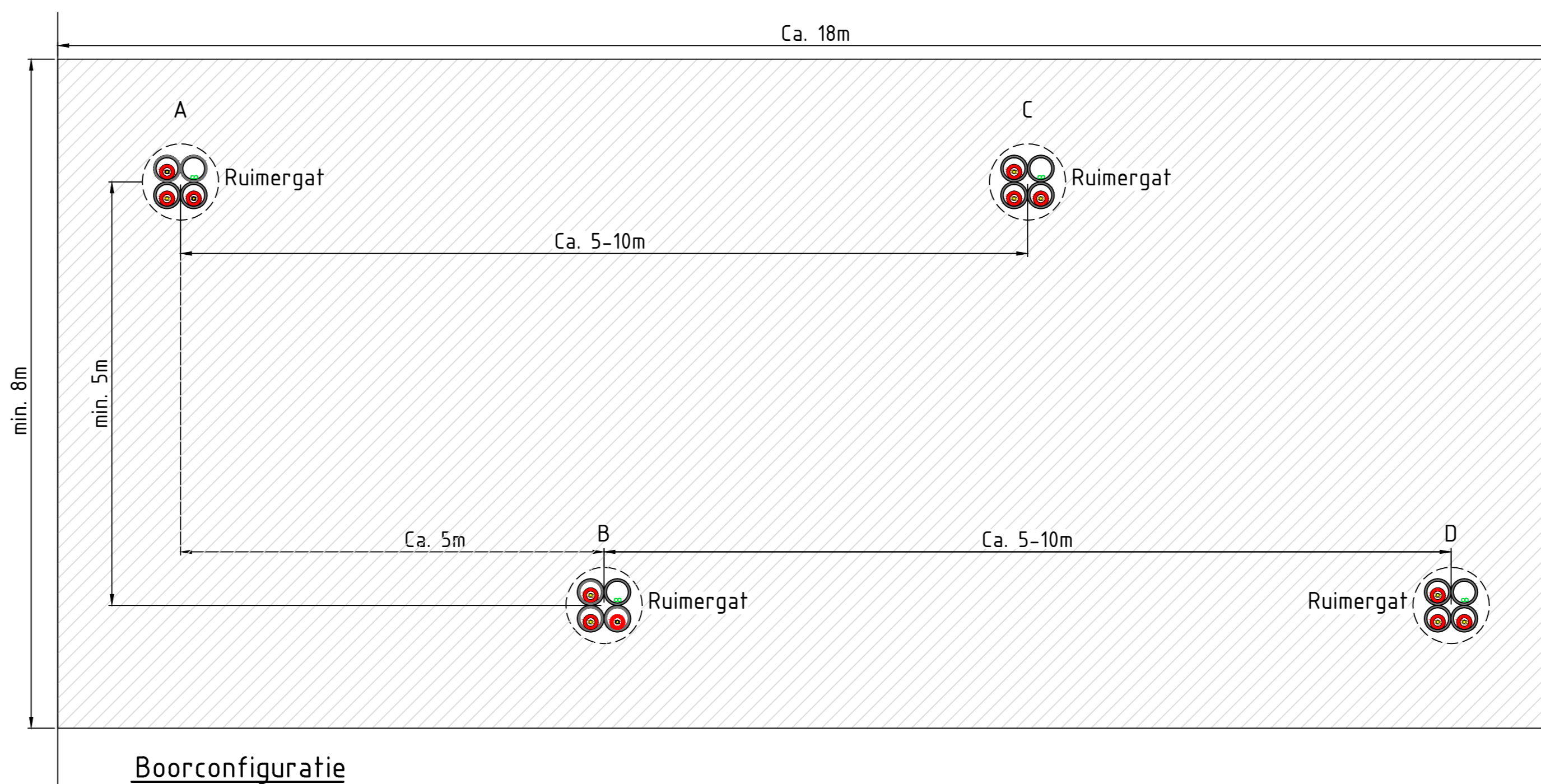
Lengte profiel boring B-D
schaal 1:1000



Overzicht
schaal 1:1000



Doorsnede bundel B-D
schaal 1:1



Boorconfiguratie
schaal 1:100

Legenda bestaande K&L

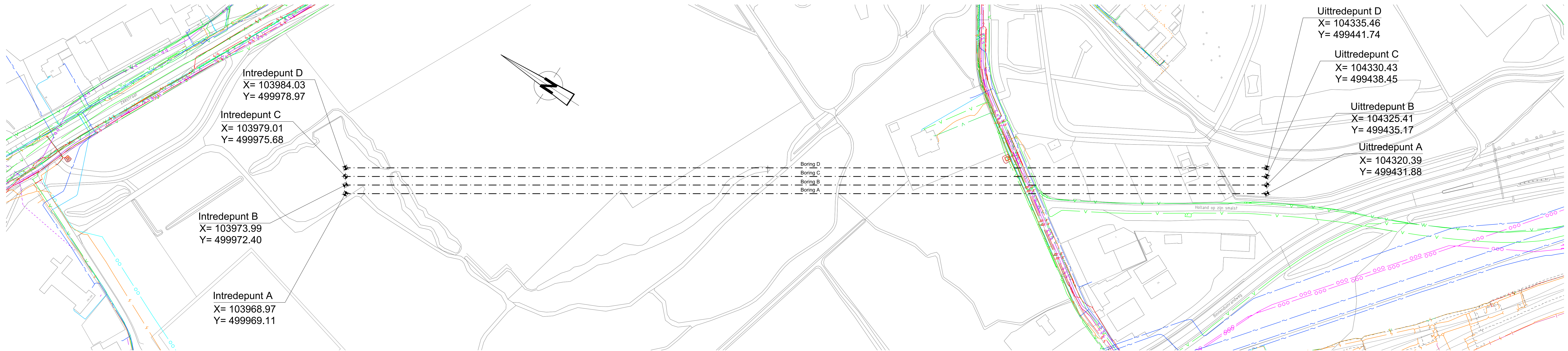
Ca	Ca
CO2 lading	CO2 lading
Electra LS	Electra LS
Electra MS	Electra MS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding
Gespanne leiding	Gespanne leiding
Onafgeleid	Onafgeleid
Risic	Risic
Drukreis	Drukreis
KPVL	KPVL
Diverse Telefoon IUP/Eurofiber: Teis2, end2	Diverse Telefoon IUP/Eurofiber: Teis2, end2
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Wasteleiding	Wasteleiding
Sendring	Sendring
Grondborring	Grondborring

KLIC melding nr(s): 170008751

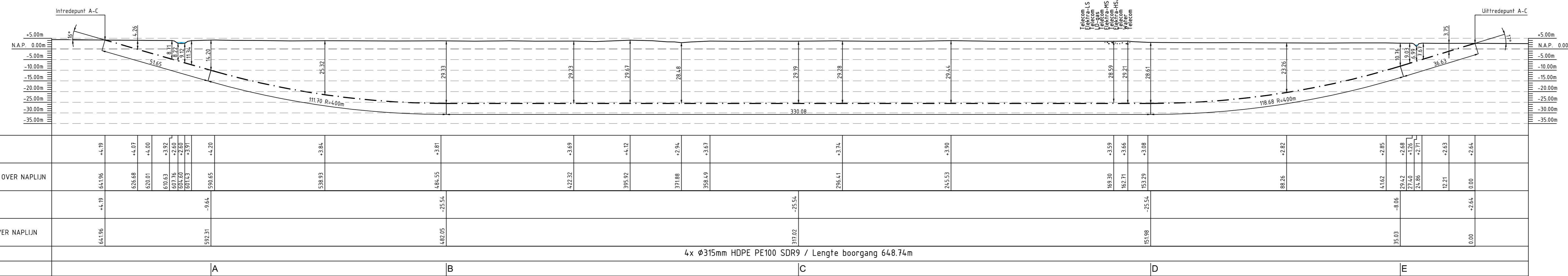
- Opmerkingen:
- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen
 - Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsluven

0	09-05-2018	AL	RB	Voor vergoedingsaanvraag	
1		Get	Gez	WIJZIGING	
OPDRACHTGEVER:		JETNET		Taking power further	
ONTWERP:	R. Berger	GETEKEND:	A. Lamersen	DATE:	09-05-2018
PROJECT:	482.N.1.006	SCHAAL:	1:5000 / 1:1000 / 1:500 / 1:5	FORMAAT:	A0
WINDPARK HOLLANDE KUST NOORD EN WEST (ALPHA)				Wijk aan Zee/ Beverwijk	
ONDERWERP:	Te maken gestuurde boring 104-5-B-D, Zeestraat				TEKENING NR:
482.18.1.006-104-5-B-D				TEKENING NR:	

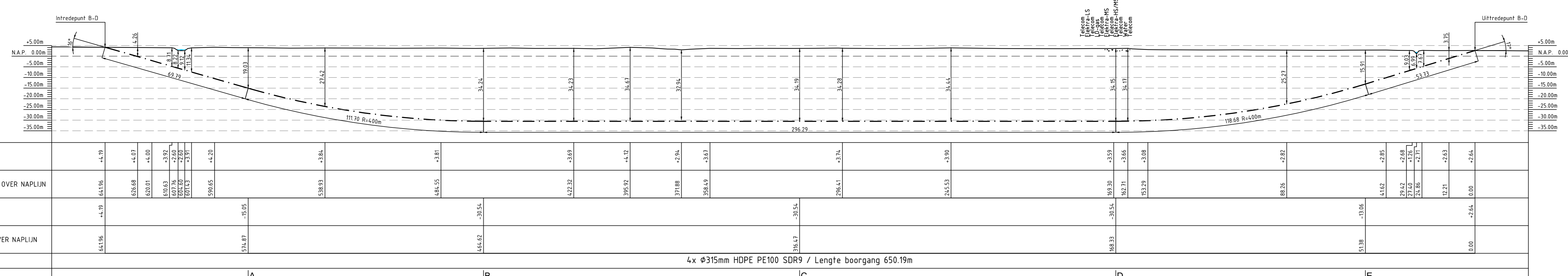
Projectlocatie: 482.18.1.006-104-5-B-D, Schaal: 1:5000, 1:1000, 1:500, 1:5, Datum: 09-05-2018, Pagina: 482.18.1.006-104-5-B-D-01



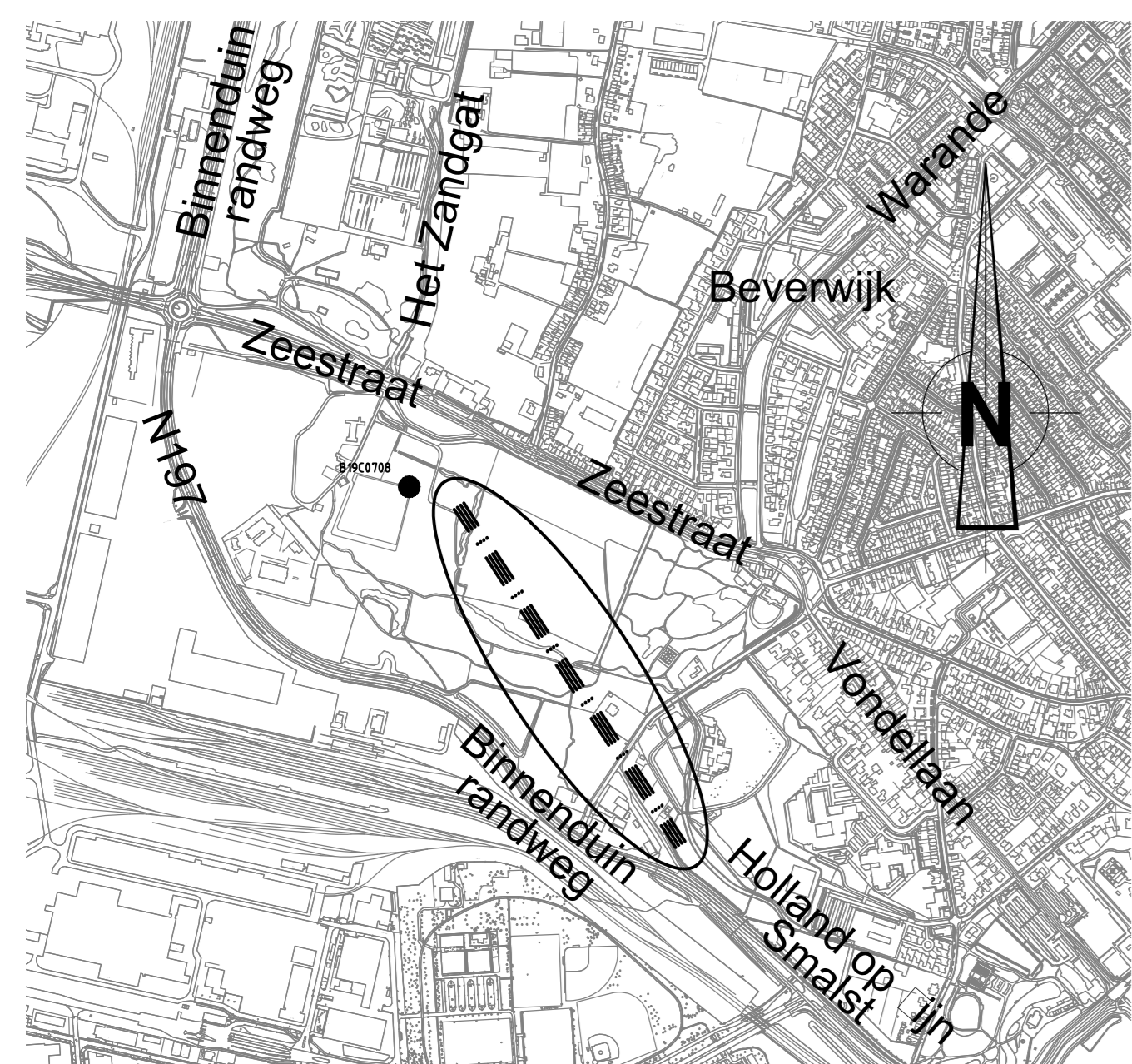
Overzicht
schaal 1:500



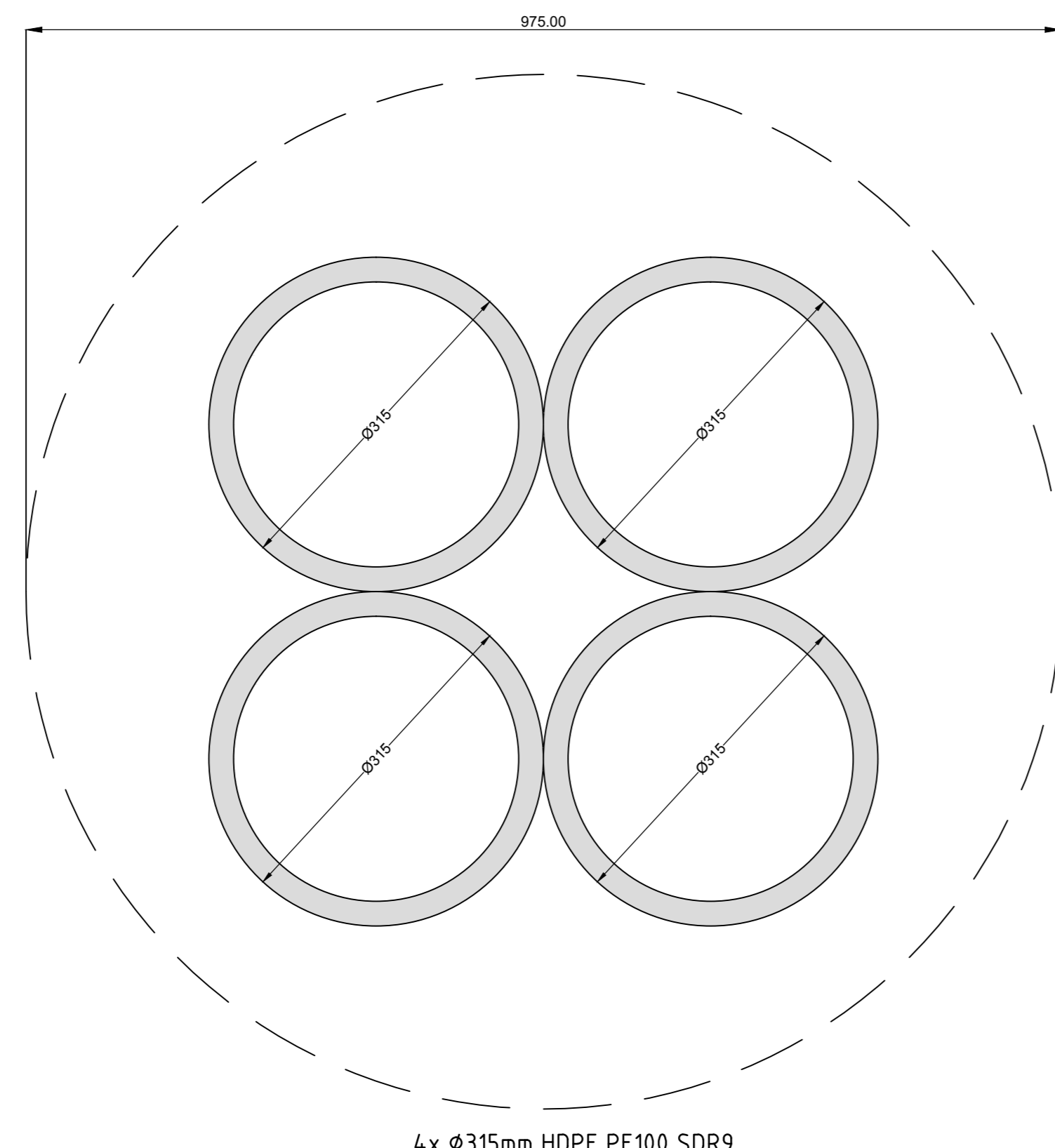
Lengte profiel boring A-C
schaal 1:100



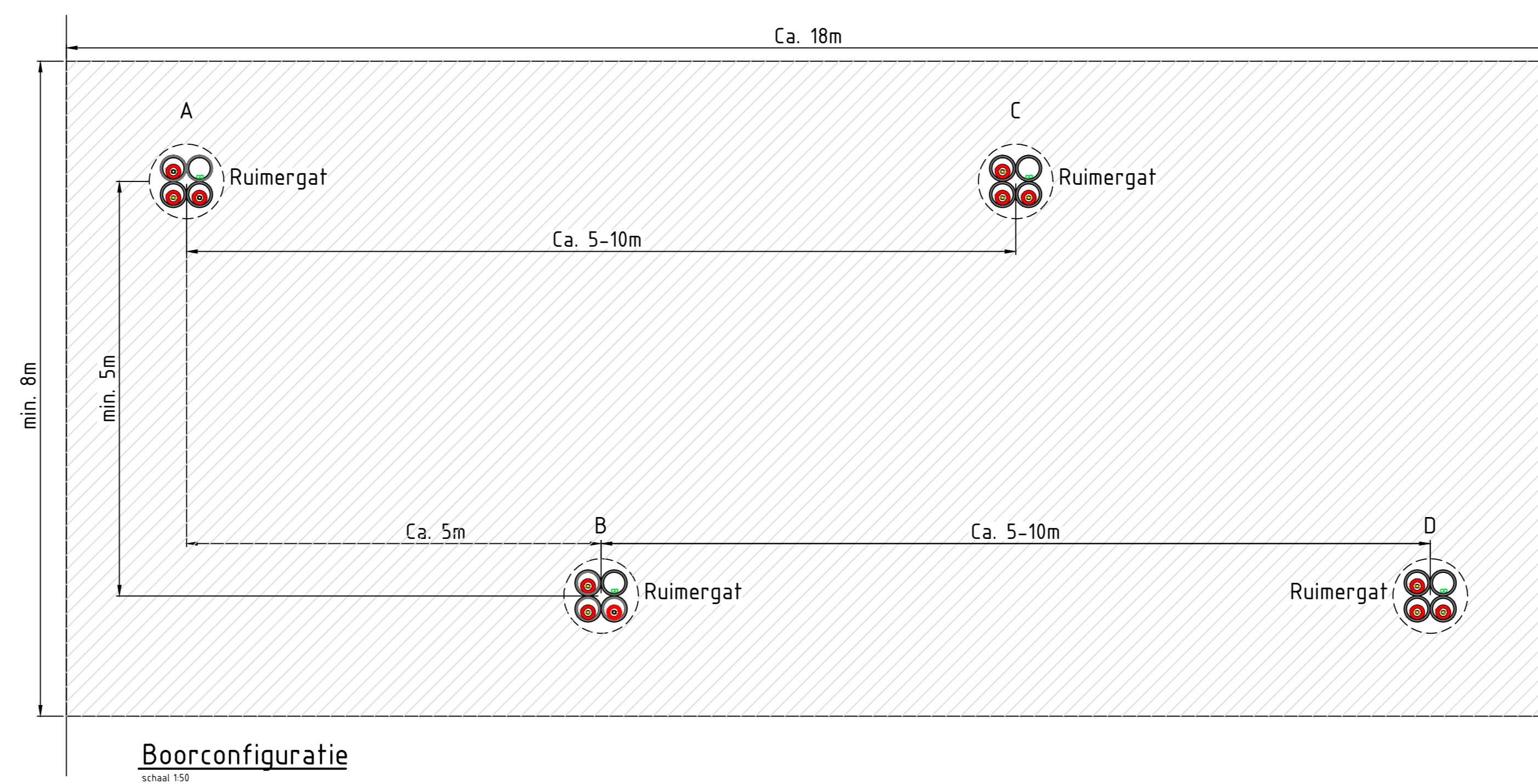
Lengte profiel boring B-D
schaal 1:100



Overzicht
schaal 1:500



Doorsnede bundel B-D
schaal 1:100



Boorconfiguratie
schaal 1:100

Legenda bestaande K&L

K&L	Bestand
Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding
Electra L&S	Electra L&S
Electra MS	Electra MS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding
Gesamen leiding	Gesamen leiding
Onleiding	Onleiding
Risic	Risic
Drukreel	Drukreel
RPE	RPE
Diverse Telecon (TPE, Eurofiber, Teis2, end)	Diverse Telecon (TPE, Eurofiber, Teis2, end)
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Waterre S1	Waterre S1
Sendring	Sendring
Grondborring	Grondborring

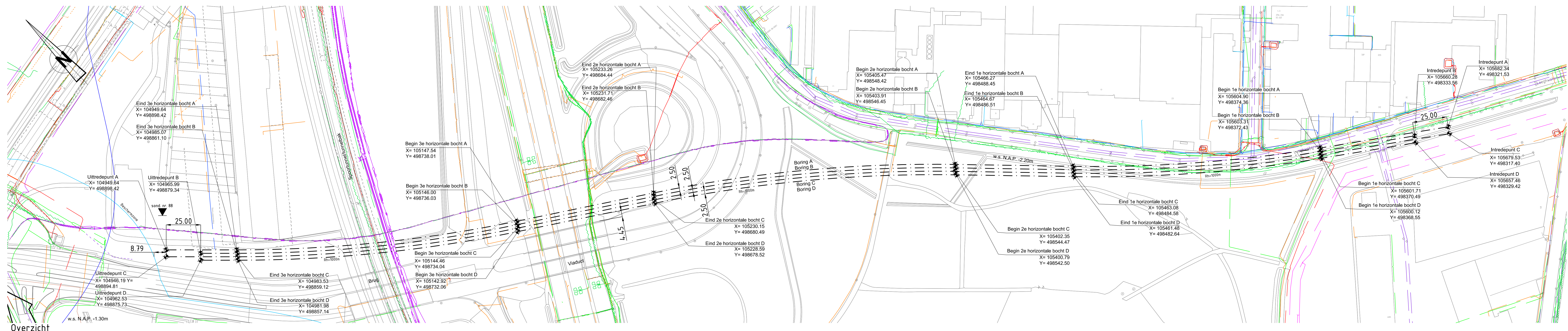
KLIC melding nr(s): 170008751

- Opmerkingen:**
- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen
 - Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsterven

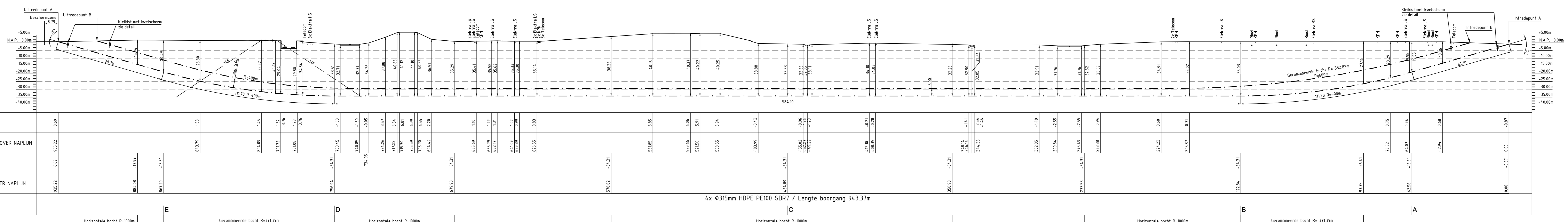
OPDRACHTGEVER	ONTWERP	GETEKEND	DATUM
AL	R.B.	A. Lamers	14-05-2018
Rev. Datum	Get. Gez.	WUZIGING	
PROJECT	SCHAAL	FORMAAT	
Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha)	1:5000 / 1:1000 / 1:500 / 1:250	A0	
ONDERWERP	TEKENING NR.		
Te maken gestuurde boring 106-A-B-C-D, Zeestraat / Holland op zijn Smalst	482.18.1.006-106-A-B-C-D		

Tennet
Taking power further

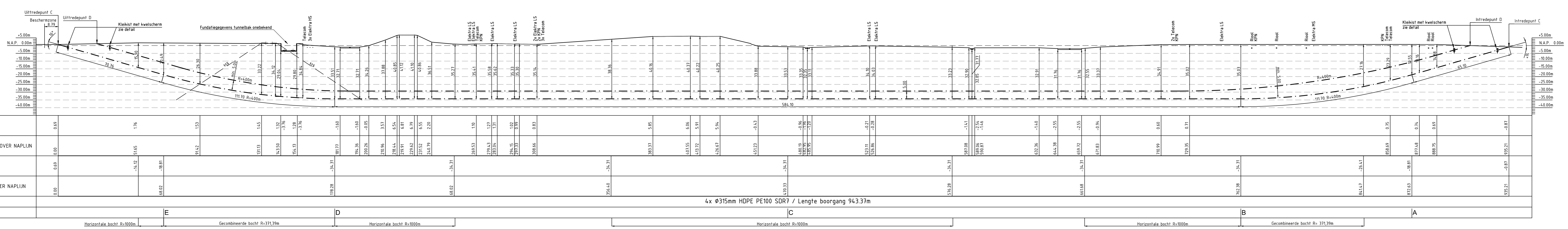
Joulez
Joulez Solutions BV
Postbus 1010
8900 BE Bevenwijk



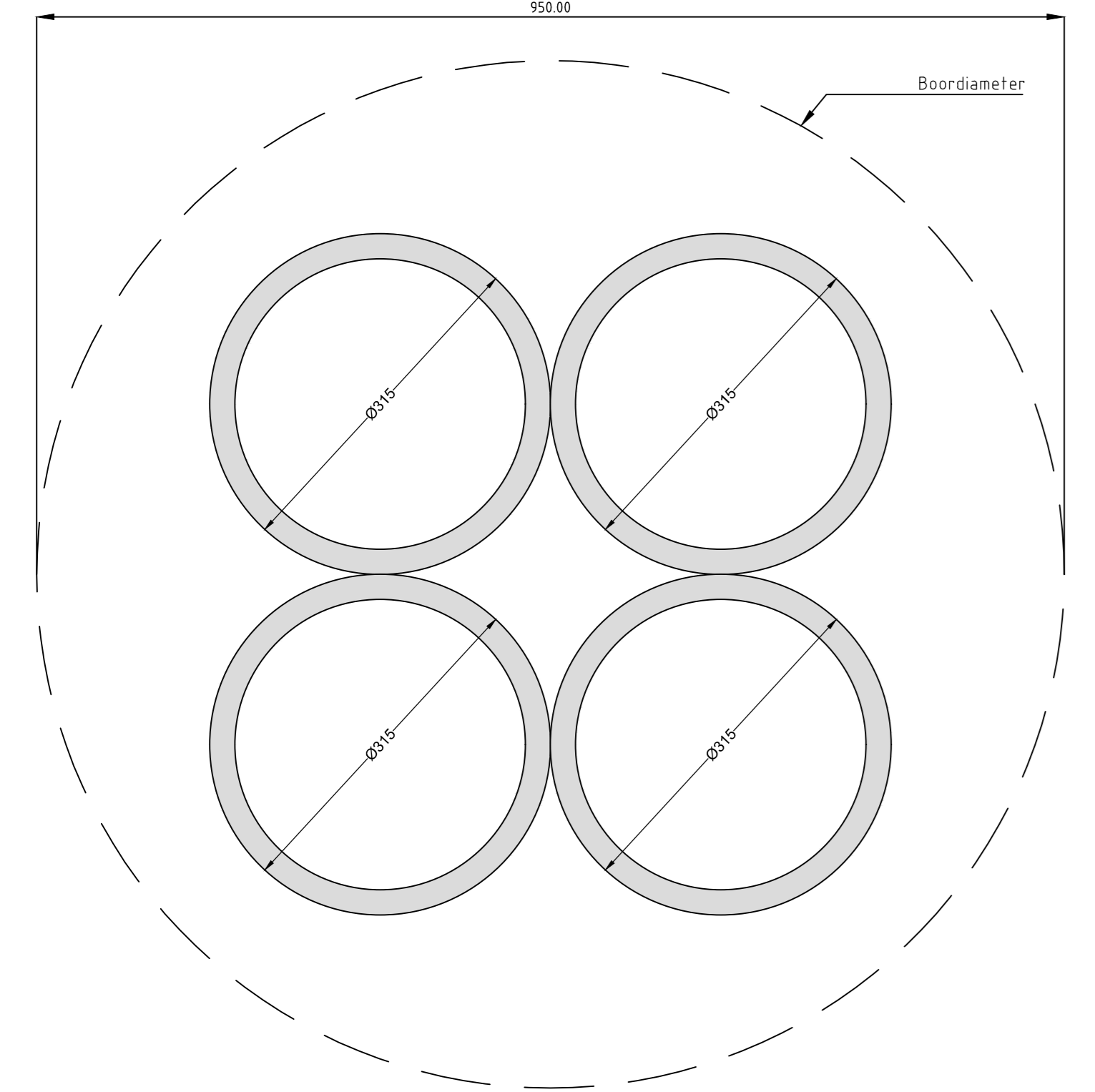
Overzicht
schaal 1:1000



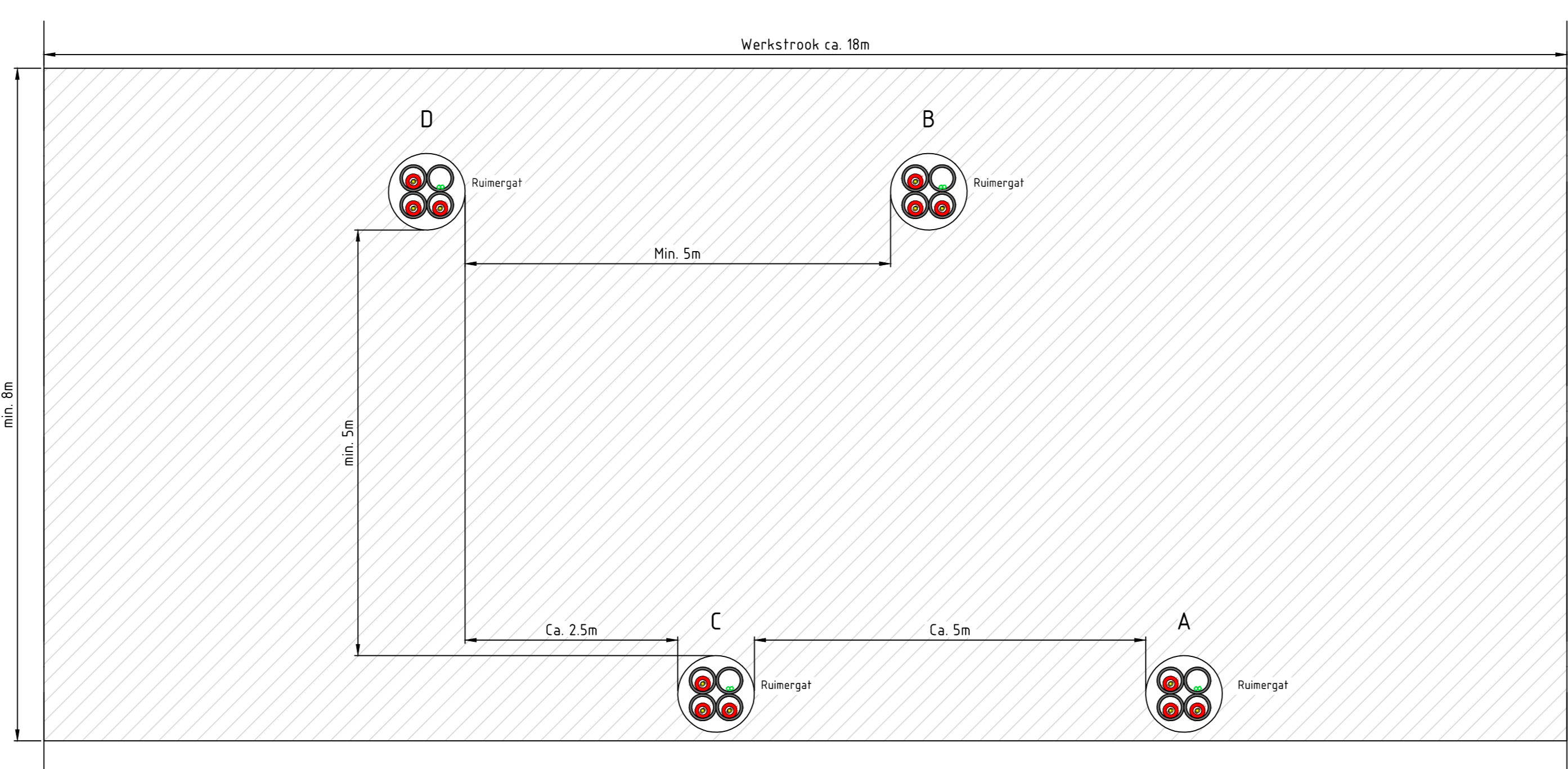
Lengte profiel A-B
schaal 1:1000



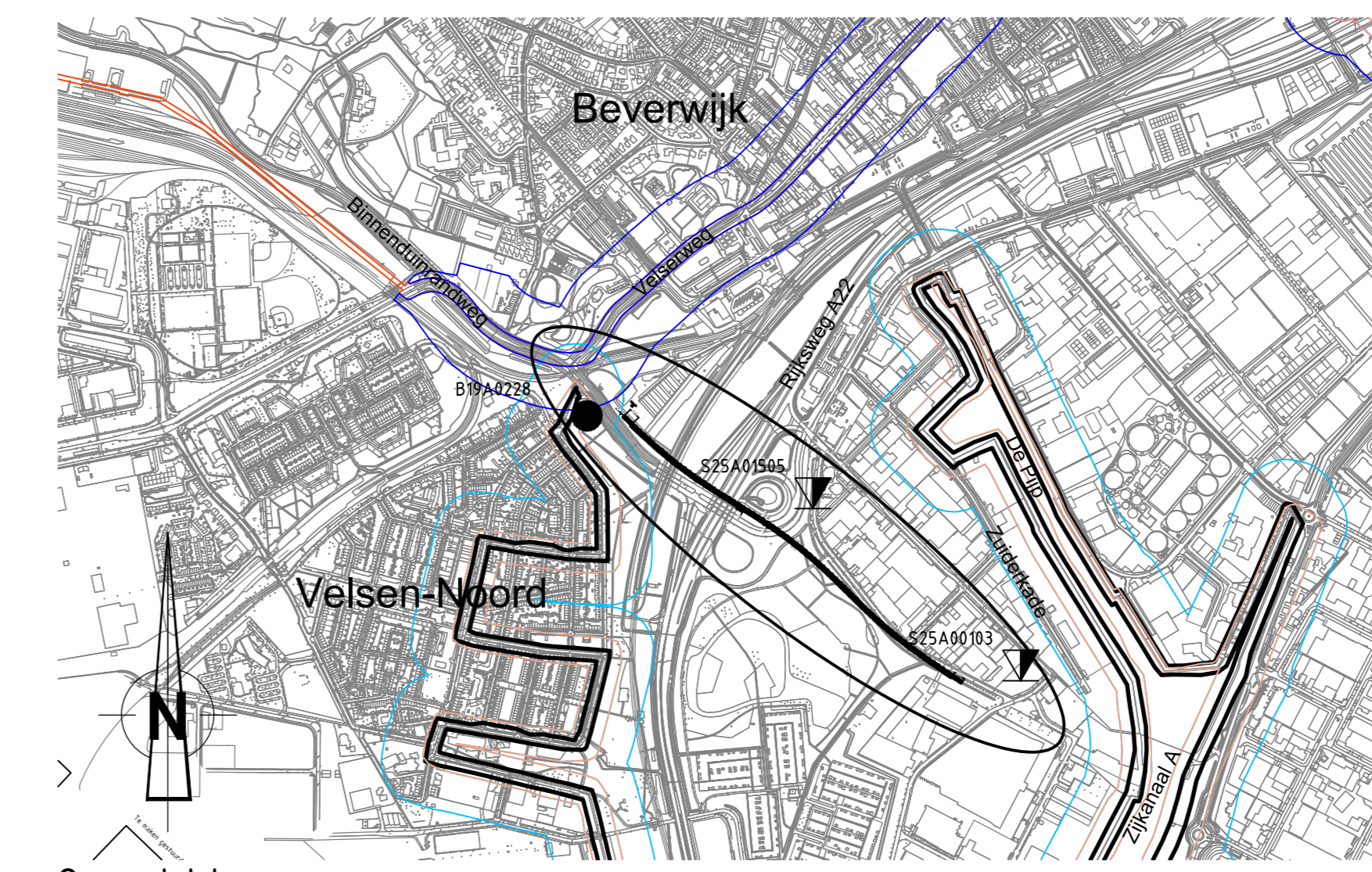
Lengte profiel C-D
schaal 1:1000



Doorsnede bundel A, B, C en D
schaal 1:1



Boorconfiguratie
schaal 1:50



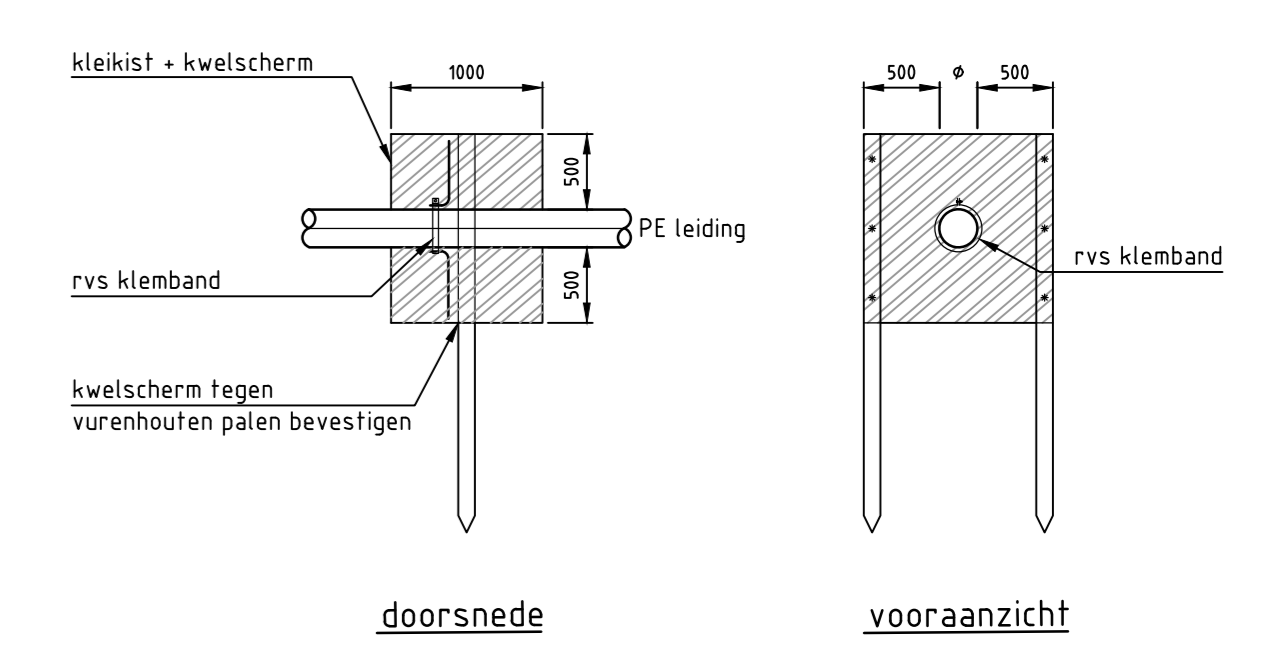
Overzicht
schaal 1:1000

Legenda bestaande K&L

Co	Co
Co2 leiding	Co2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra HS	Electra HS
Co gasleiding	Co gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding
Gasolie leiding	Gasolie leiding
Overstroom	Overstroom
Riist	Riist
KPN	KPN
Overse Telefoon (IPC, Eurofiber, Teled, end)	Overse Telefoon (IPC, Eurofiber, Teled, end)
Waterleiding	Waterleiding
Stroomgas waterleiding	Stroomgas waterleiding
Waste 5V	Waste 5V
Sondering ??	Sondering ??
Verandering ??	Verandering ??

KLIC melding nr(s): 170008760 en 170008777

- Opmerkingen:
- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen
 - Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen vrijdend uitvoering bepalen door middel van proefstlevens



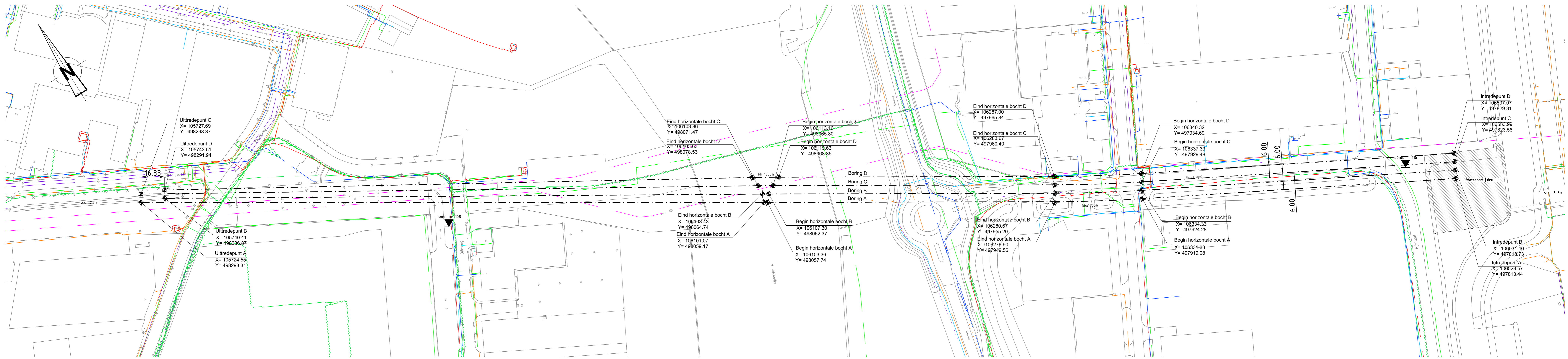
Principe detail
kleikist + kwelscherm
schaal 1:5

Opmerkingen:

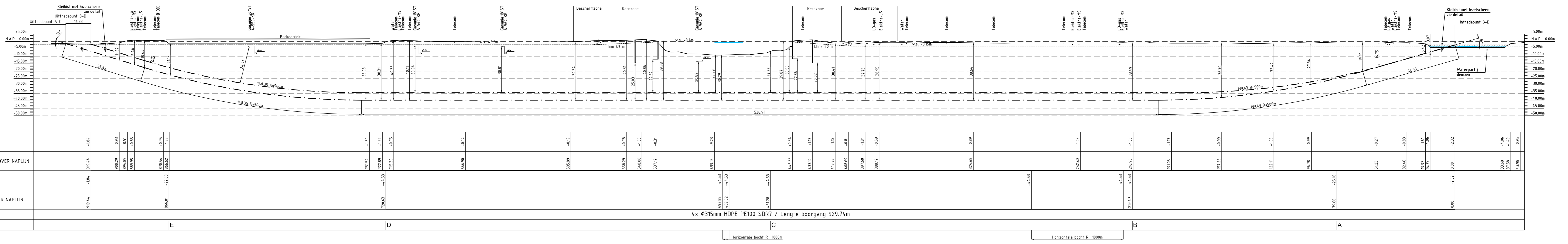
Maatvoering in mm, tenzij anders vermeld.



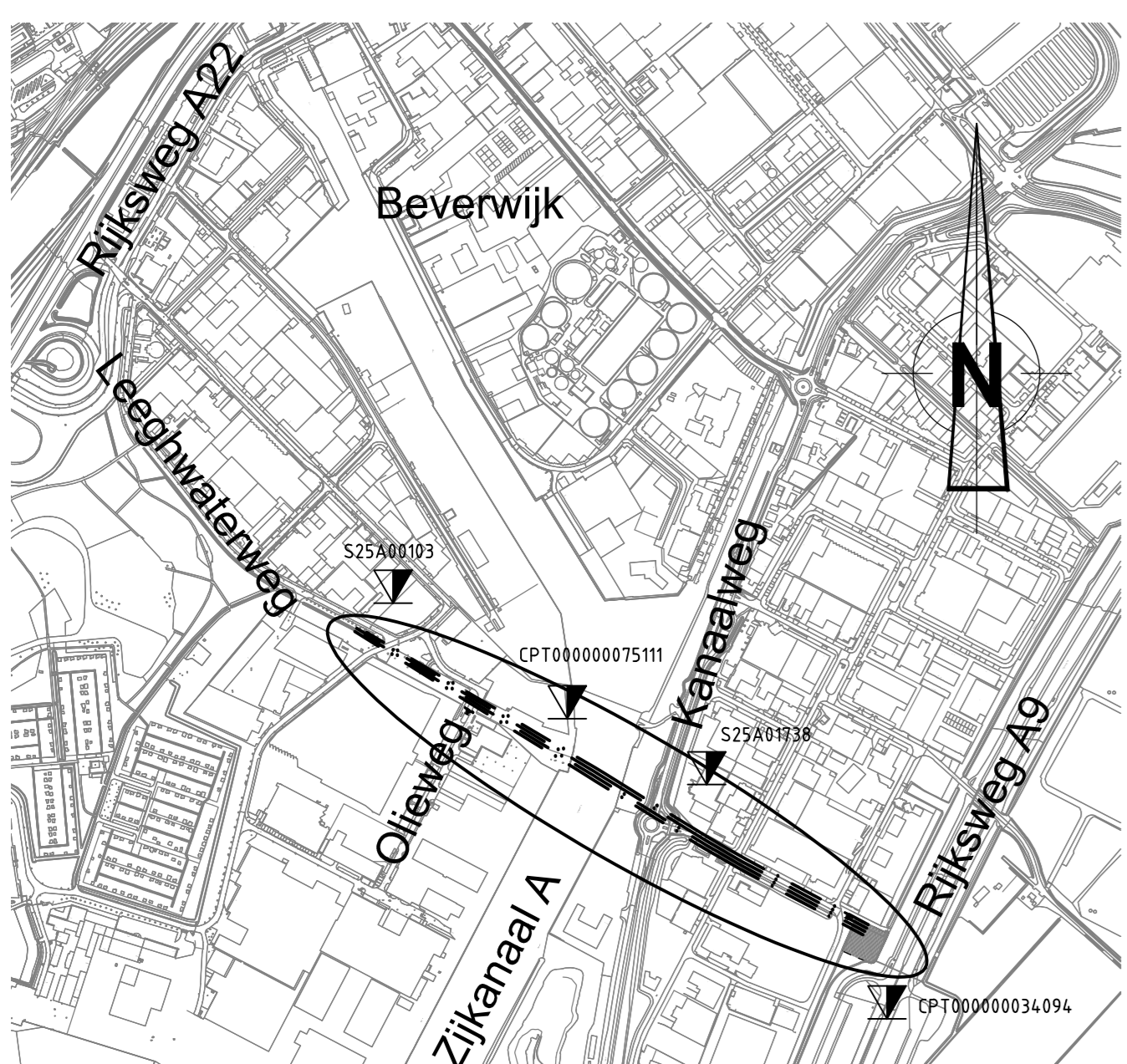
OPDRACHTGEVER	GETEKEND	DATUM
Tennet	D. Breed	17-07-2018
ONTWERP	SCHAAL	FORMAAT
concept	1:500 / 1:1000 / 1:50	A0
PROJEKT	Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha)	
Wijk aan Zee/ Beverwijk		
ONDERWERP	Vergunningstekening gestuurde boring 108-A, B, C en D A22 / Verkeersplein Noord	
TEKENING NR.	Vergunning-108-A-B-C-D	



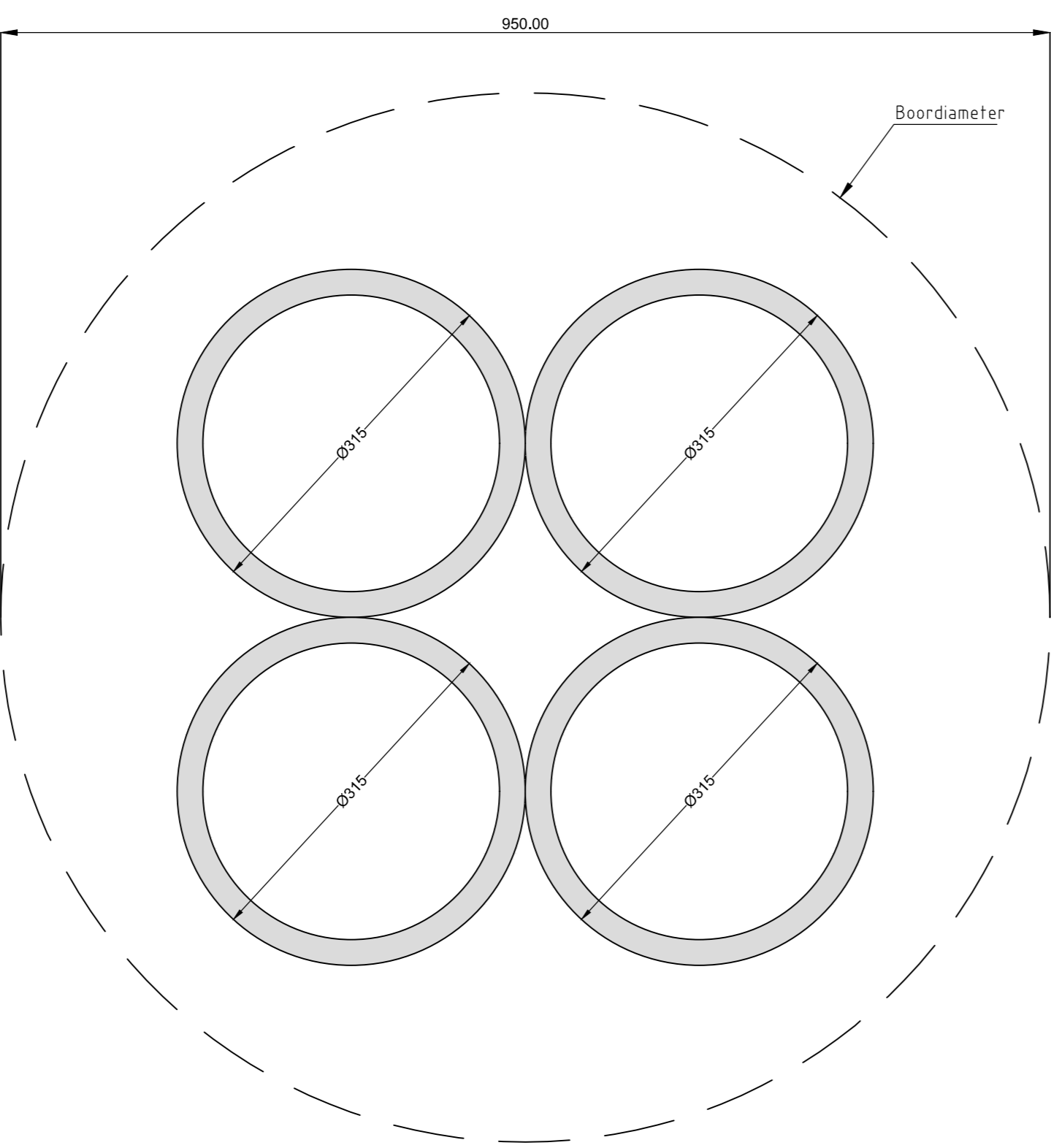
Overzicht
schaal 1:100



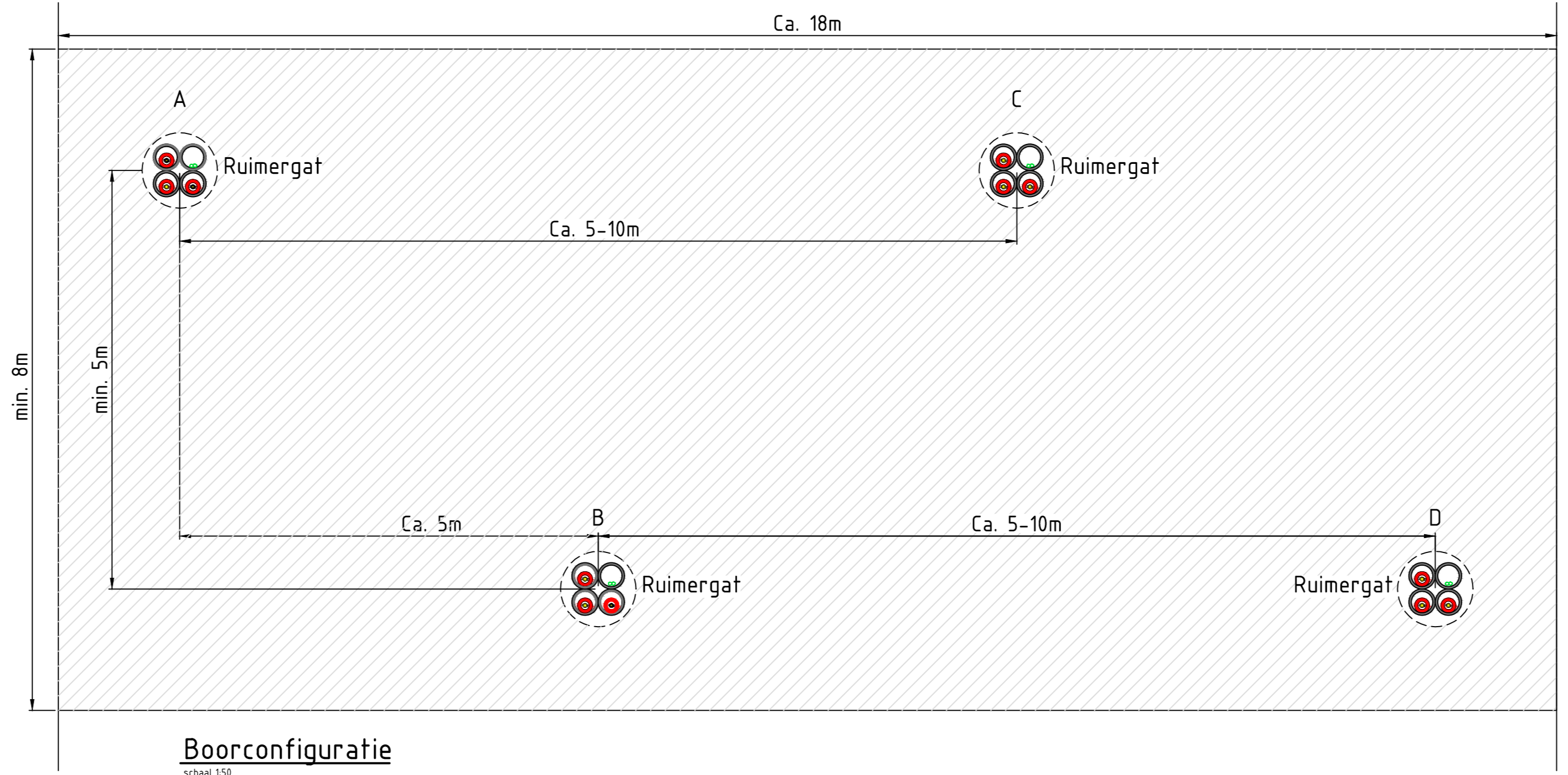
Lengte profiel boring A-C en B-D
schaal 1:100



Overzicht
schaal 1:1000



Doorsnede bundel A-B-C-D
schaal 1:50



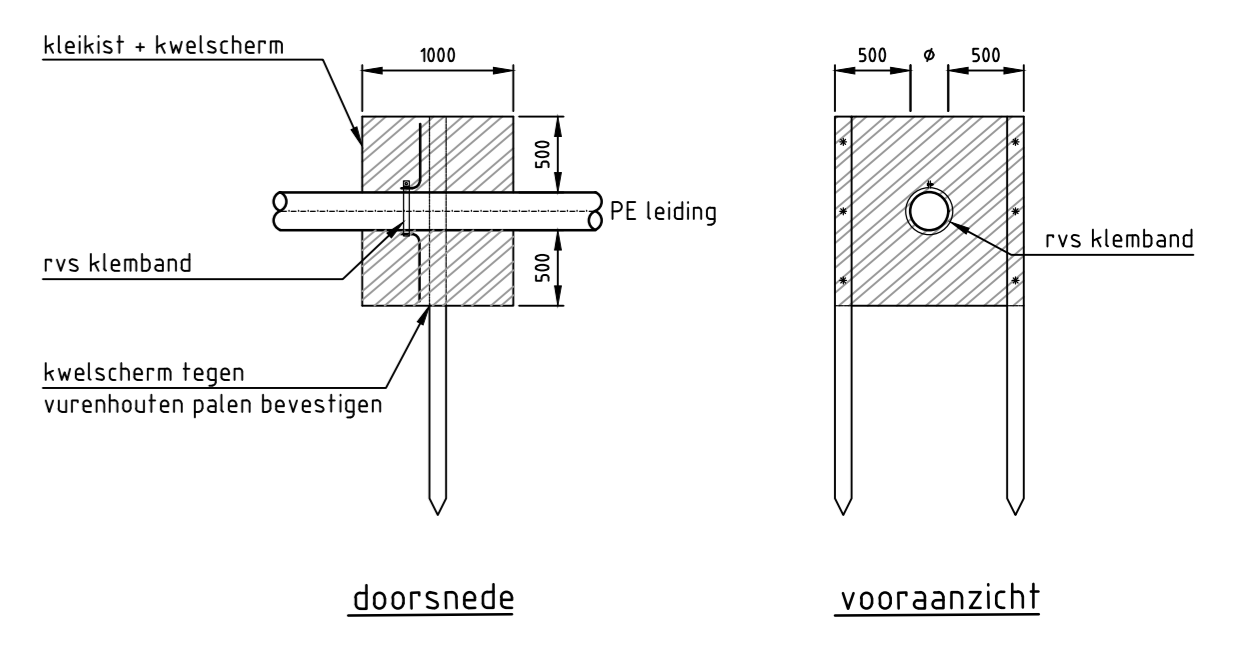
Opmerkingen:

- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen
- Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsteunen

Legenda bestaande K&L

- Ca
- CO₂ leiding
- Elektra LS
- Elektra HS
- Elektra MS
- LD gasleiding
- HD gasleiding
- Gasolie leiding
- Olieleiding
- Riol
- Drainroel
- KYH
- Diverse Telefoon (DPC, Eurofibar, T4x2, enz)
- Watersleiding
- Transport waterleiding
- Warmte SV
- Sondering
- Grondbooring

KLIC melding nr(s): 170008781



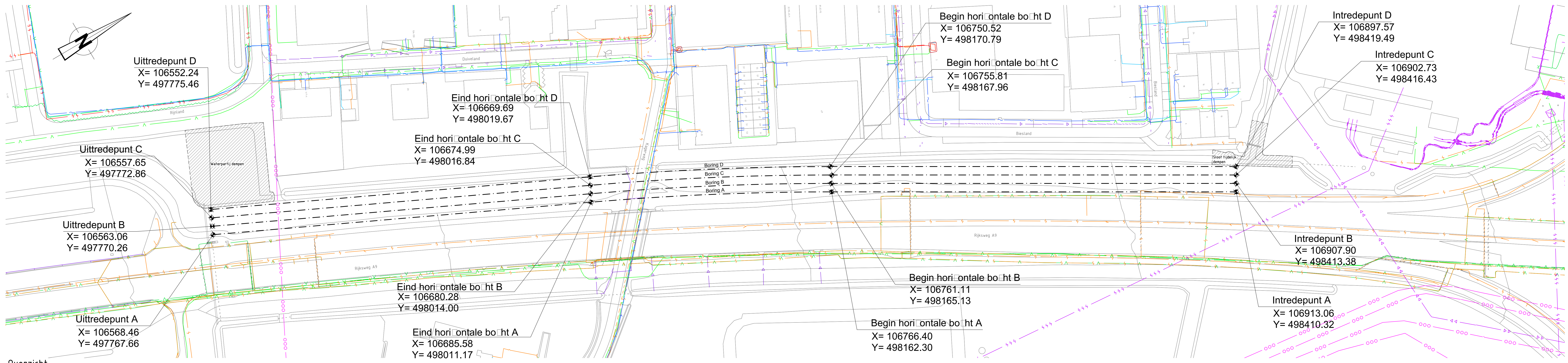
Principe detail
Kleikist + kwelscherm
schaal 1:50

Opmerkingen:
Maatvoering in mm, tenzij anders vermeld

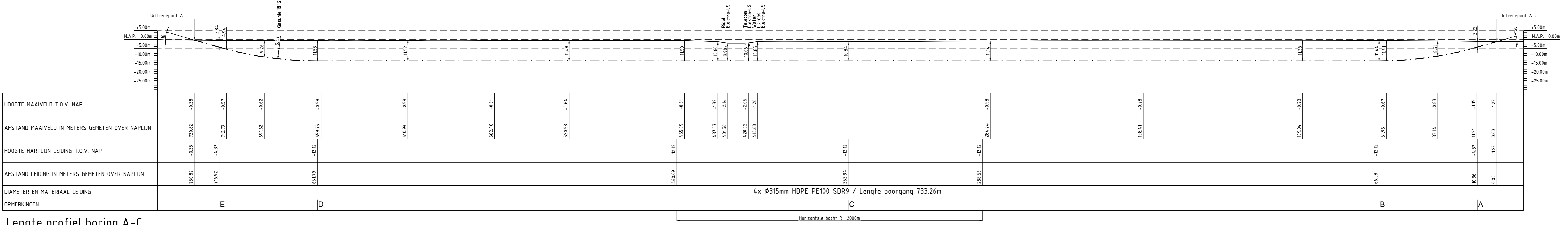


OPDRACHTGEVER:	GETEKEND :	D. Breed	DATEM :	05-05-2018
ONTWERP :	Tennet	SCHAAL :	15000 / 1000 / 150 / 15	FORMAAT :
PROJECT :	Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha)			
OPDRACHT :	Vergunningstekening			
TITEL :	Te maken gestuurde boring 109-A-B-C-D, Leeghwaterweg / Rijksweg A9			

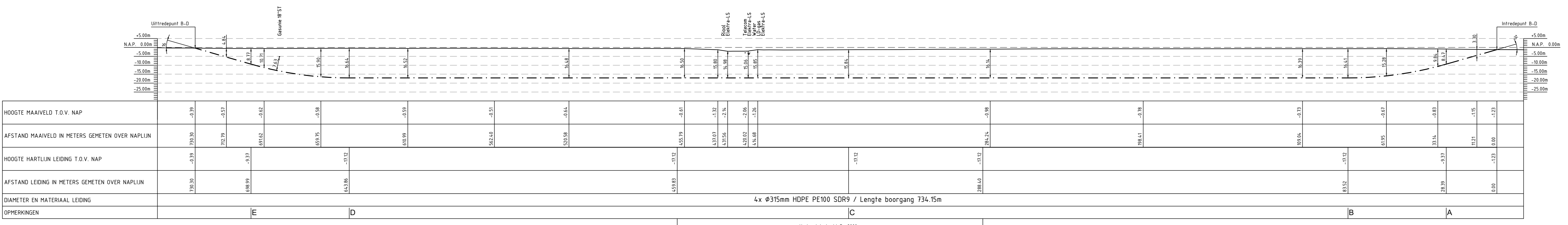
Aanpak: Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha) - Vergunningstekening 109-A-B-C-D, Leeghwaterweg / Rijksweg A9 - Arcadis



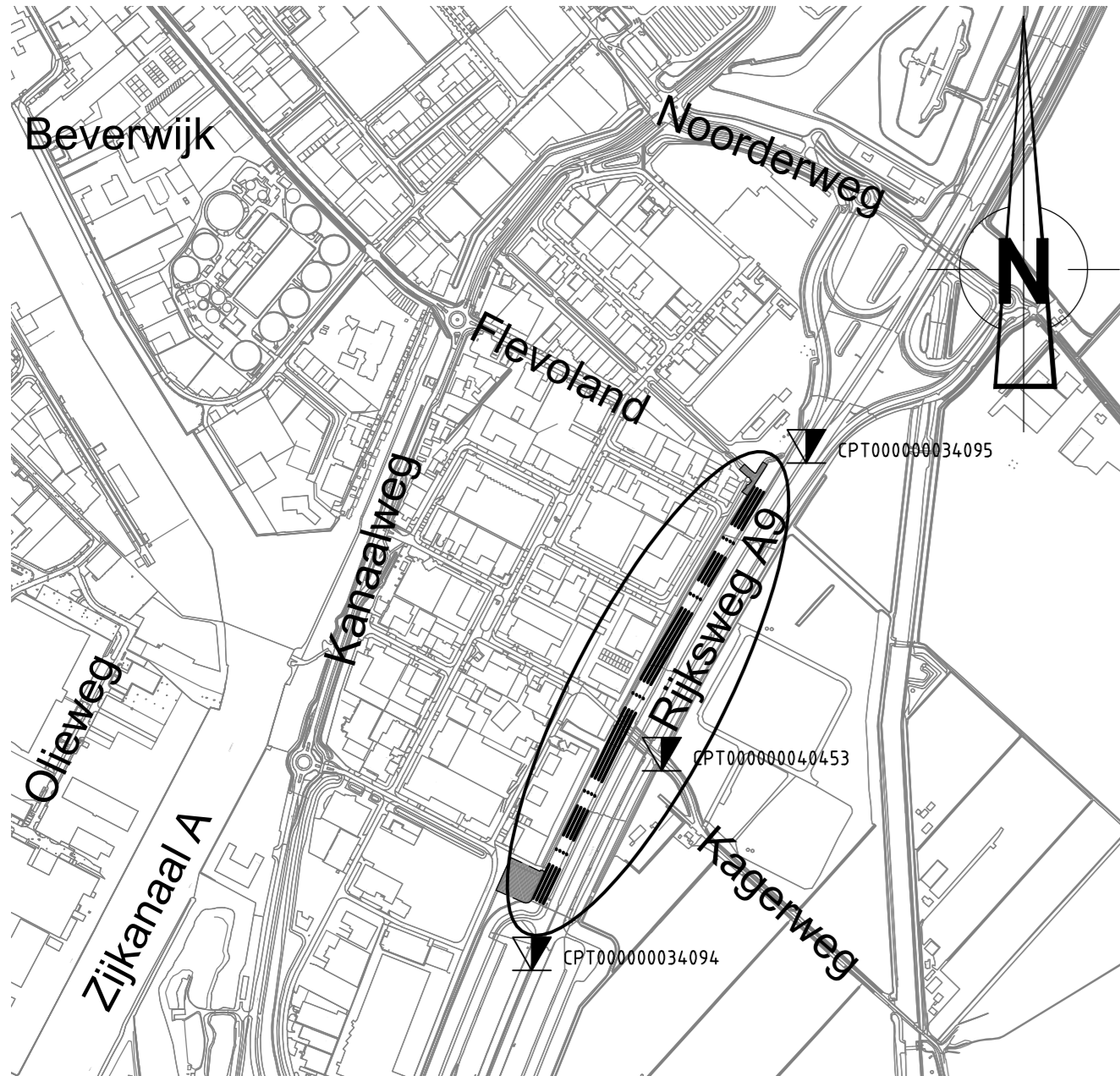
Overzicht
schaal 1:1000



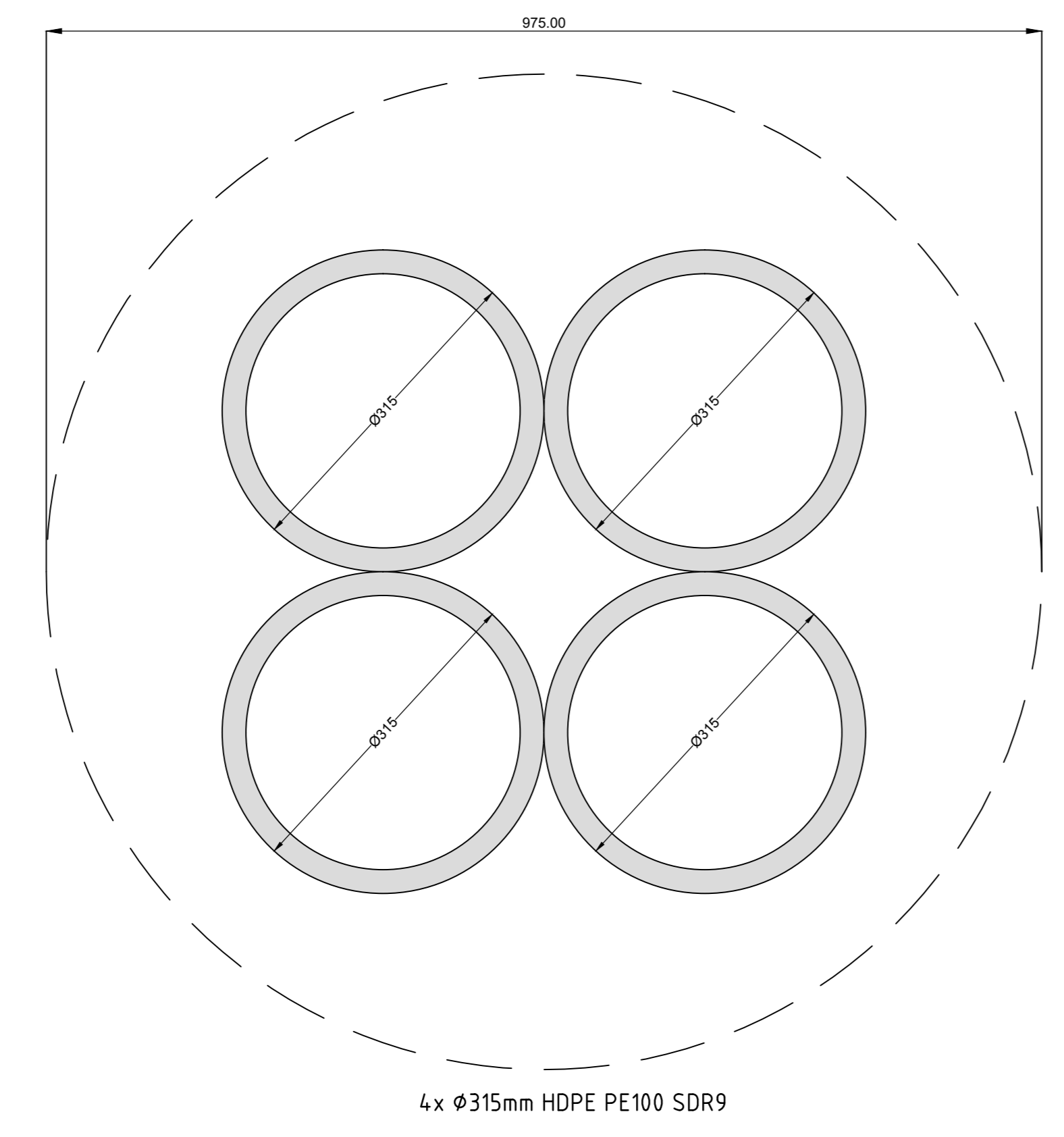
Lengte profiel boring A-C
schaal 1:1000



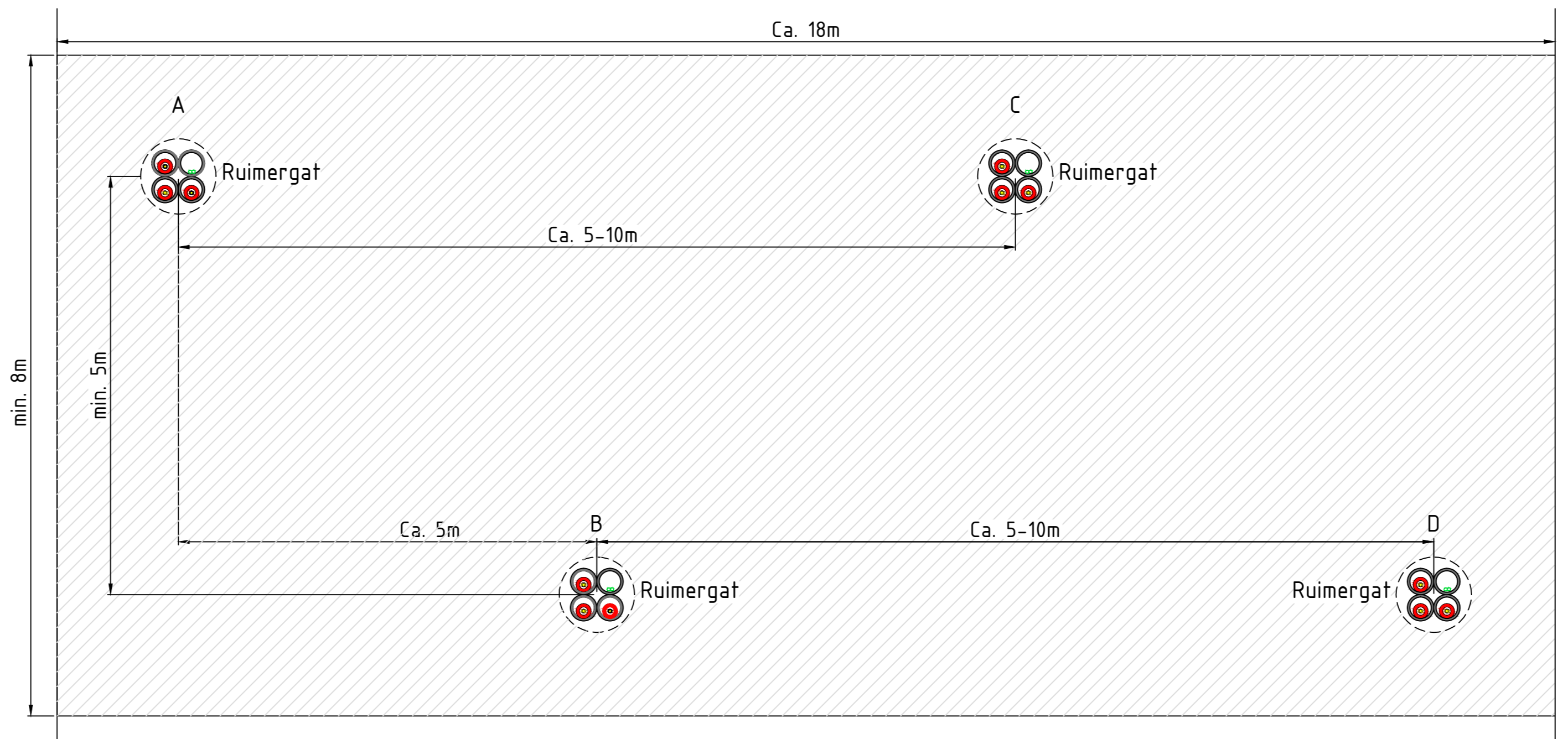
Lengte profiel boring B-D
schaal 1:1000



Overzicht
schaal 1:1000



Doorsnede bundel A-B-C-D
schaal 1:1



Boorconfiguratie
schaal 1:500

Legenda bestaande K&L

—•—•—•—	Ca
—•—•—•—	CO2 leiding
—•—•—•—	Electric LS
—•—•—•—	Electric MS
—•—•—•—	Electric HS
—•—•—•—	LD gasleiding
—•—•—•—	HD gasleiding
—•—•—•—	Geopane leiding
—•—•—•—	Ontleiding
—•—•—•—	Risic
—•—•—•—	Drukrooi
—•—•—•—	RPIE
—•—•—•—	Diverse Telefoon (TUPC, Eurofiber, Teis, enz)
—•—•—•—	Watersleiding
—•—•—•—	Transport waterleiding
—•—•—•—	Wastwater (W)
—•—•—•—	Sendering
—•—•—•—	Grondbooring

KLIC melding nr(s): 170008781

Opmerkingen:

- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC meldingen!
- Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsleuven

0	18-05-2018	AL	RB	Voor vergoedingsaanvraag
1		Gez		WIJZIGING

OPDRACHTGEVER: **Tenner**
Taking power further

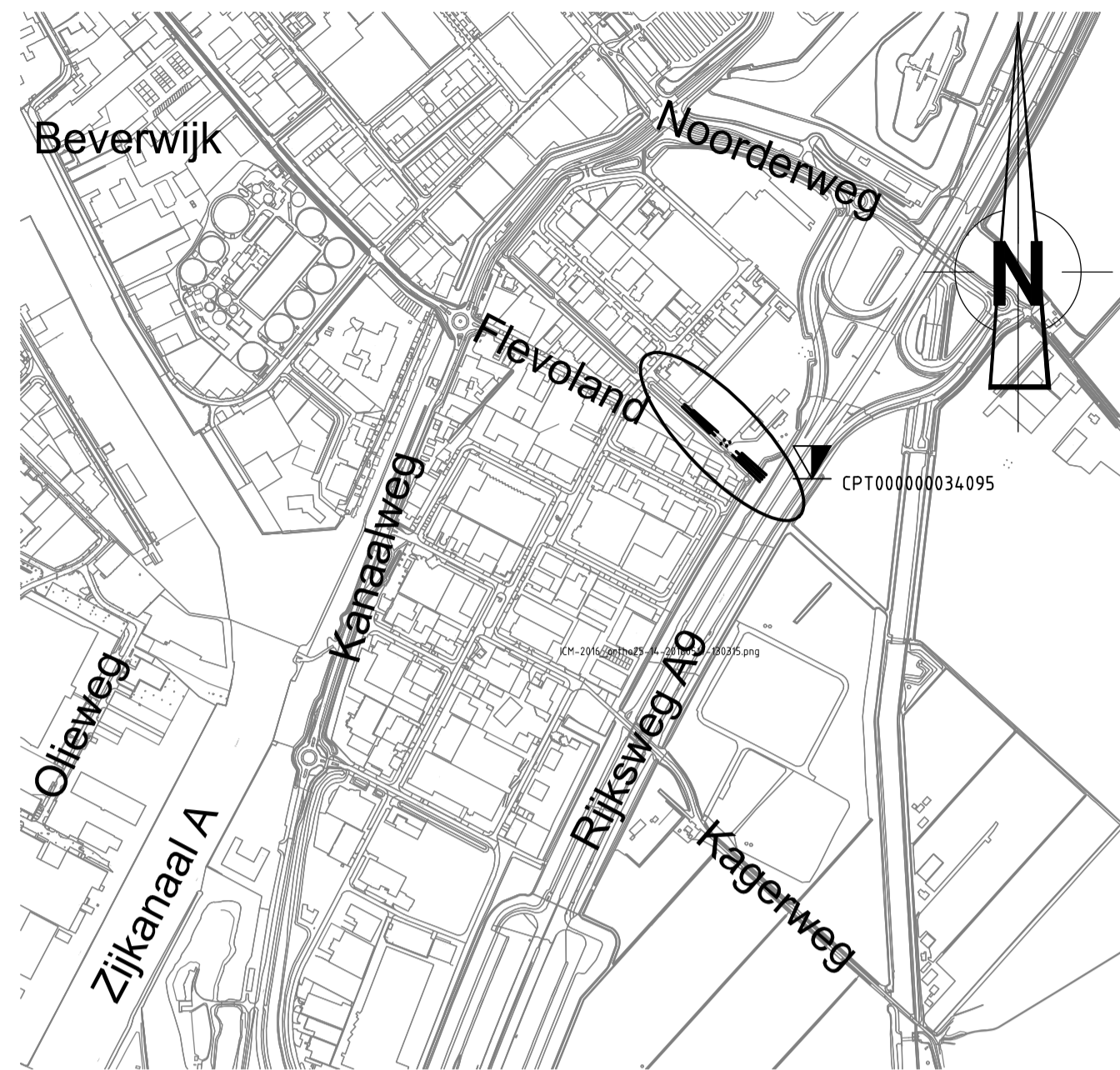
ONTWERP: R. Berger
PROEVEN: M. van der Vliet
PROJECT: Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha)
Wijk aan Zee/ Beverwijk

ONDERWERP: Te maken gestuurde boring 110-A-B-C-D, Rijksweg A9

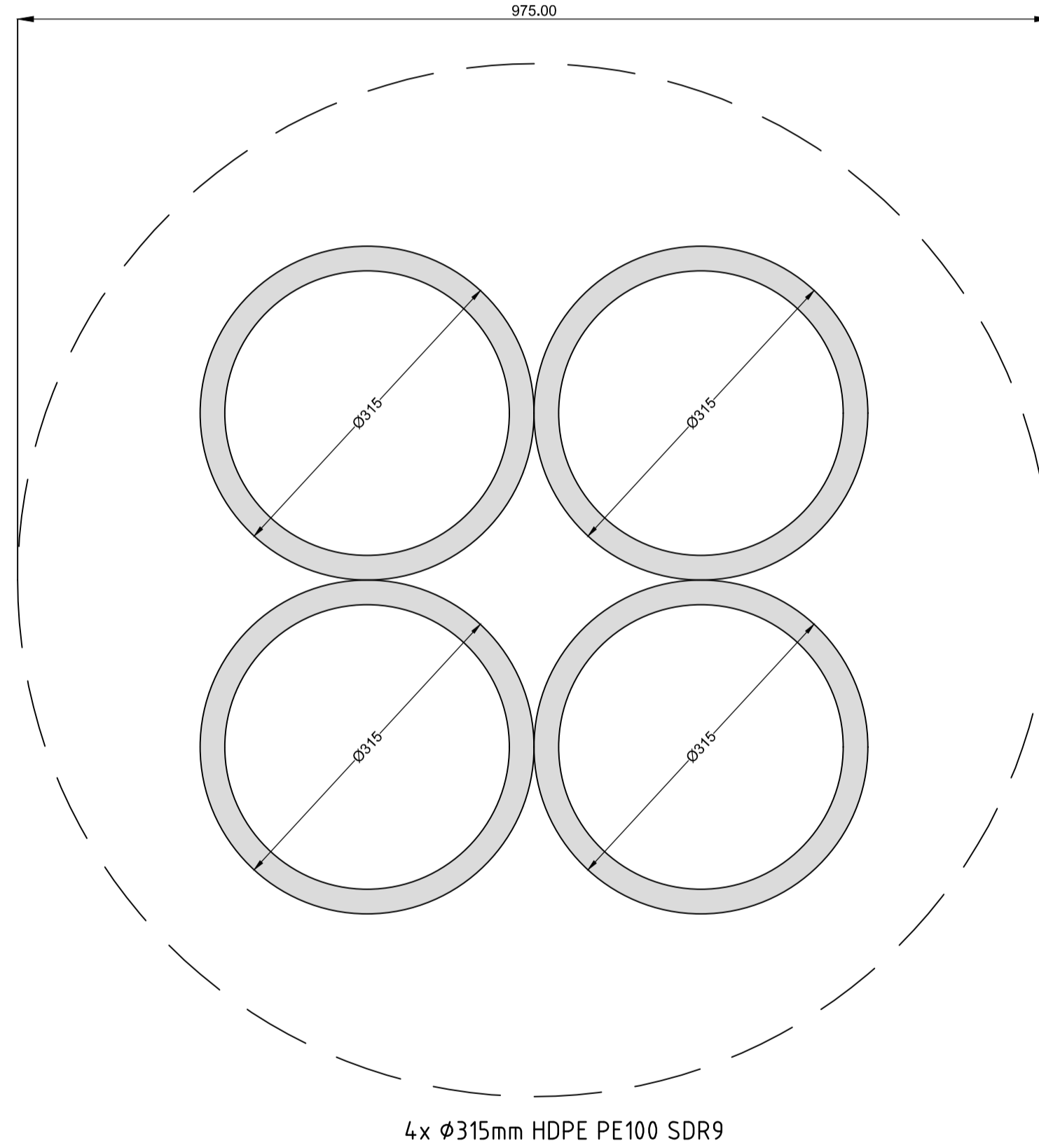
482.18.1.006-110-A-B-C-D

Joulez
Joulez Energy Solutions BV
Postbus 10100
4800 BE Breda

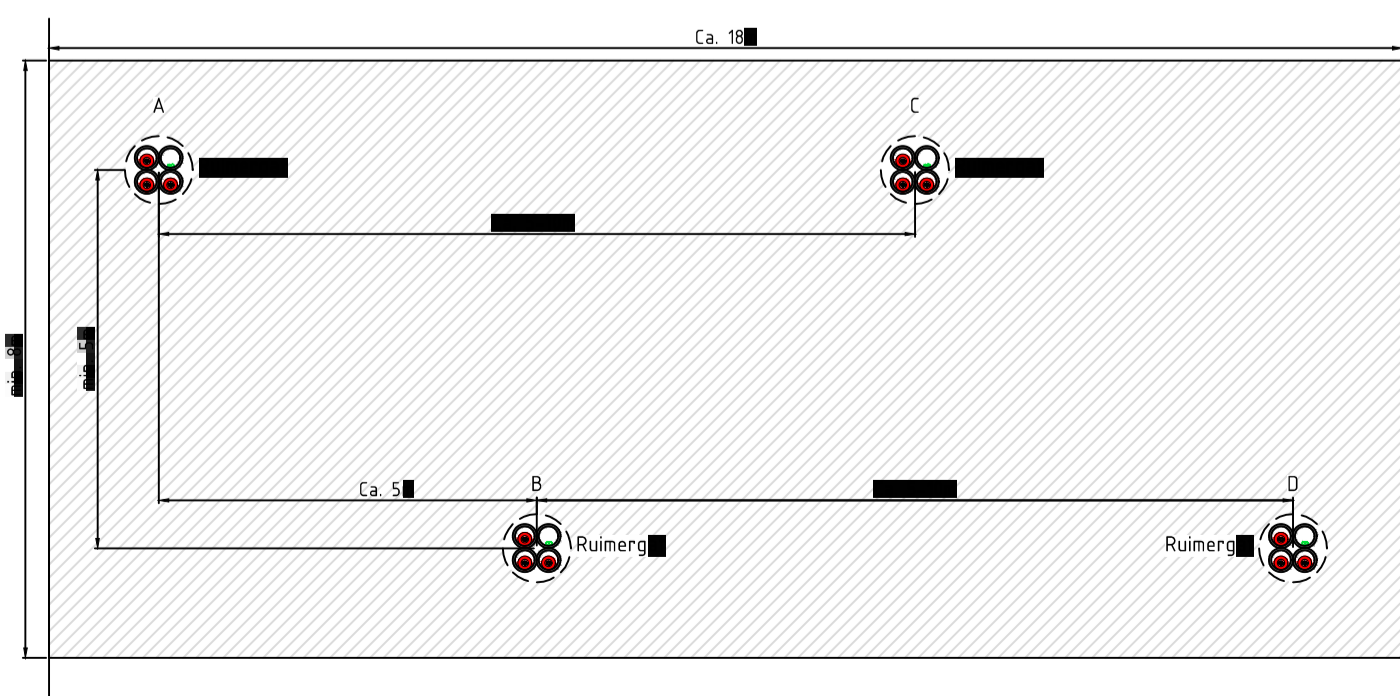
TEKENING NR.:
482.18.1.006-110-A-B-C-D



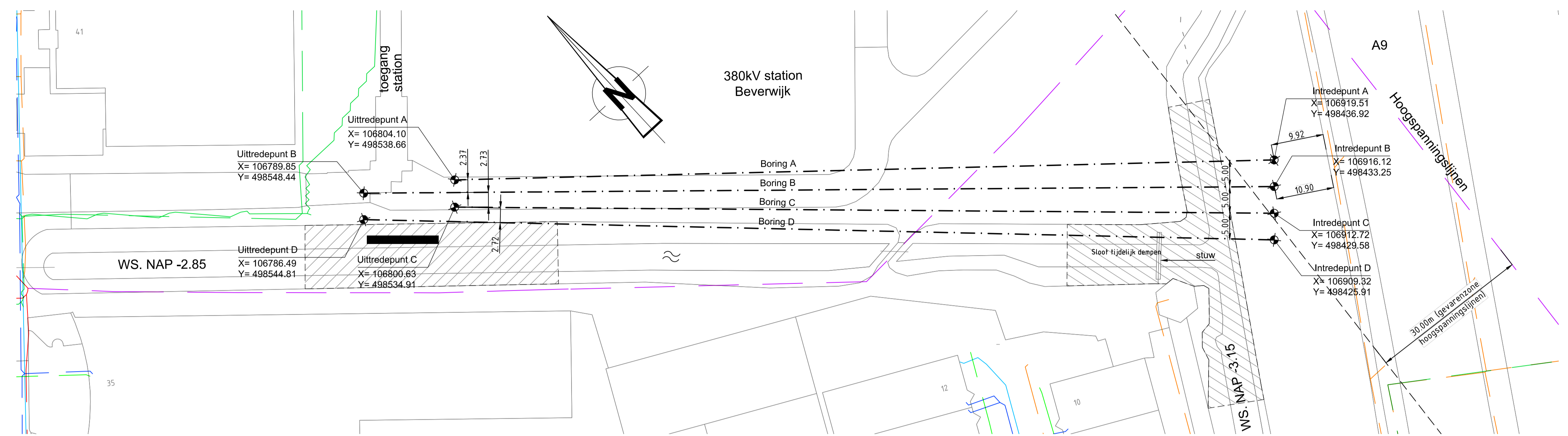
Overzicht
schaal 1:10000



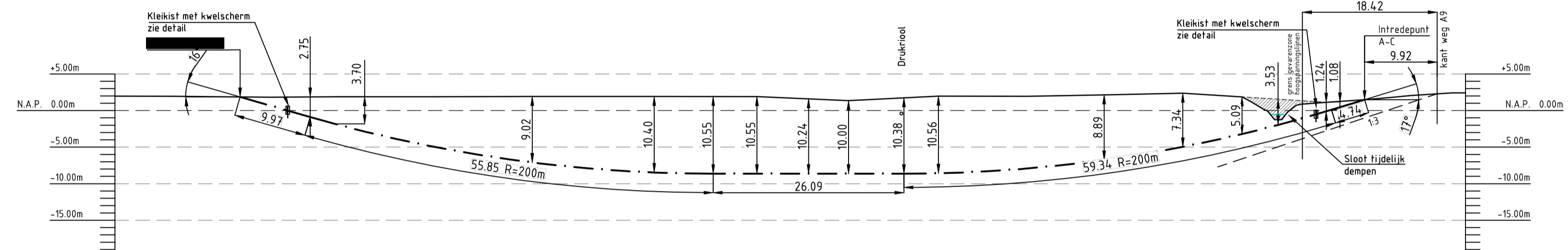
Doorsnede bundel A-B-C-D
schaal 1:5



Boorconfiguratie
schaal 1:100

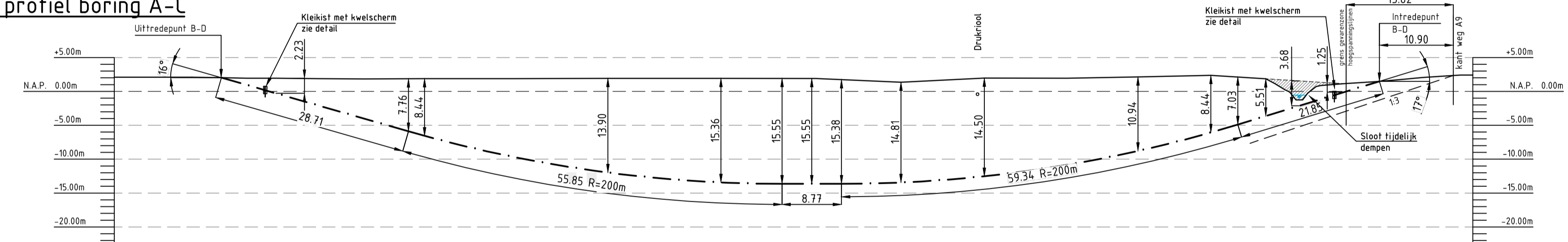


Overzicht
schaal 1:500



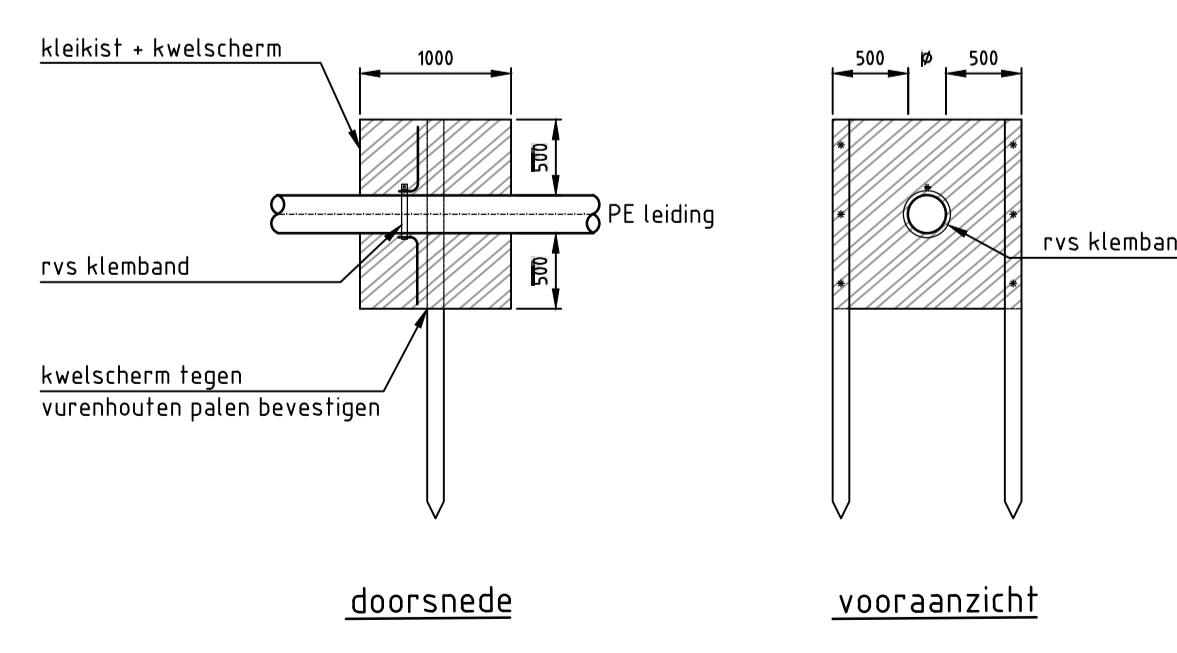
HOOGTE MAAVELD T.O.V. NAP	+1.94	+1.86	+1.88	+1.92	+1.93	+1.91	+1.96	+1.97	+2.14	+2.38	+1.87	+1.25	+0.88	+1.13	+1.19
AFSTAND MAAVELD IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	162.81	144.22	140.88	113.84	97.16	83.12	70.59	58.30	35.62	24.86	16.77	11.82	8.67	5.25	0.00
HOOGTE HARTLIJN LEIDING T.O.V. NAP	+1.86	-0.89	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64	-8.64
AFSTAND LEIDING IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	153.81	144.22	140.88	113.84	97.16	83.12	70.59	58.30	35.62	24.86	16.77	11.82	8.67	5.25	0.00
DIAMETER EN MATERIAAL LEIDING	4 x Ø315mm HDPE PE100 SDR9 / Lengte boorgang 155.99m														
OPMERKINGEN	E D C B A														

Lengte profiel boring A-C
schaal 1:500



HOOGTE MAAVELD T.O.V. NAP	+2.02	+1.94	+1.88	+1.92	+1.93	+1.91	+1.96	+1.97	+2.14	+2.38	+1.87	+1.25	+0.88	+1.13	+1.19
AFSTAND MAAVELD IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	170.91	162.81	140.88	113.84	97.16	83.12	70.59	58.30	35.62	24.86	16.77	11.82	8.67	5.25	0.00
HOOGTE HARTLIJN LEIDING T.O.V. NAP	+2.02	-5.89	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64	-13.64
AFSTAND LEIDING IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	170.91	162.81	140.88	113.84	97.16	83.12	70.59	58.30	35.62	24.86	16.77	11.82	8.67	5.25	0.00
DIAMETER EN MATERIAAL LEIDING	4 x Ø315mm HDPE PE100 SDR9 / Lengte boorgang 174.52m														
OPMERKINGEN	E D C B A														

Lengte profiel boring B-D
schaal 1:500



Principe detail
kleikist + kwelscherm
schaal 1:50

Legenda bestaande K&L

Ca2	CO2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra MS	Electra MS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding
Gasunie leiding	Gasunie leiding
Dieleiding	Dieleiding
Rooil	Rooil
Druktroet	Druktroet
KPN	KPN
Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)	Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Warmte SV	Warmte SV
Sanderling	Sanderling
Grondboring	Grondboring

KLIC melding nr(s): 170008781

- Opmerkingen:
- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC melding(en)
 - Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsleuven



ONTWERP : Tinet
 GEDURENDE : D. Breed
 DATUM : 14-09-2018

PROJ.NR. : 482.18.1006
 SCHAAL : 15000/ 1500/ 1100/ 15
 FORMAAT : A1

OPDRACHTGEVER : Tinet
 WINDPARK HOLLANDE KUST NOORD EN WEST (ALPHA)
 Wijk aan Zee/ Beverwijk

TEKENING NR. : Vergunning-111-A-B-C-D

Bier andrianaam Vergunning-111-A-B-C-D_R0.dwg Layer: Vergunning-111-A-B-C-D [Plot d.d. 14-09-2018] (Opgelagen als AutoCAD 2010)

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-STERKTEBEREKENING

Horizontaal gestuurde boring onder waterstaatswerken en
spoorvak Haarlem-Uitgeest (HDD 7)

TenneT TSO B.V.

31 AUGUSTUS 2018



Contactpersoon

LINDA BOUWMAN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	6
2.1	Diameter en SDR klasse algemeen	6
2.2	Leidinggegevens	6
2.3	Vooronderzoek	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Grondwaterstanden	7
3	ONTWERP VAN DE KRUISING	8
3.1	Configuratie van de kruisingen	8
3.2	Tracé en diepteligging	8
3.3	In- en uittredepunt	9
3.4	Kabels en leidingen	9
4	LEIDINGBEREKENING	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Sterkteberekening	10
5	GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES	11
5.1	Boorspoeldrukken	11
5.2	Kwelsituatie	11
5.3	Kwel uit het watervoerende pakket	11
5.4	Kwel van polder naar polder	12
6	UITVOERINGSASPECTEN	13
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	13
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	13
6.3	Keuring en inspectie	13
6.4	Uitvoeringseisen	13

7 CONCLUSIE EN ADVIES

14

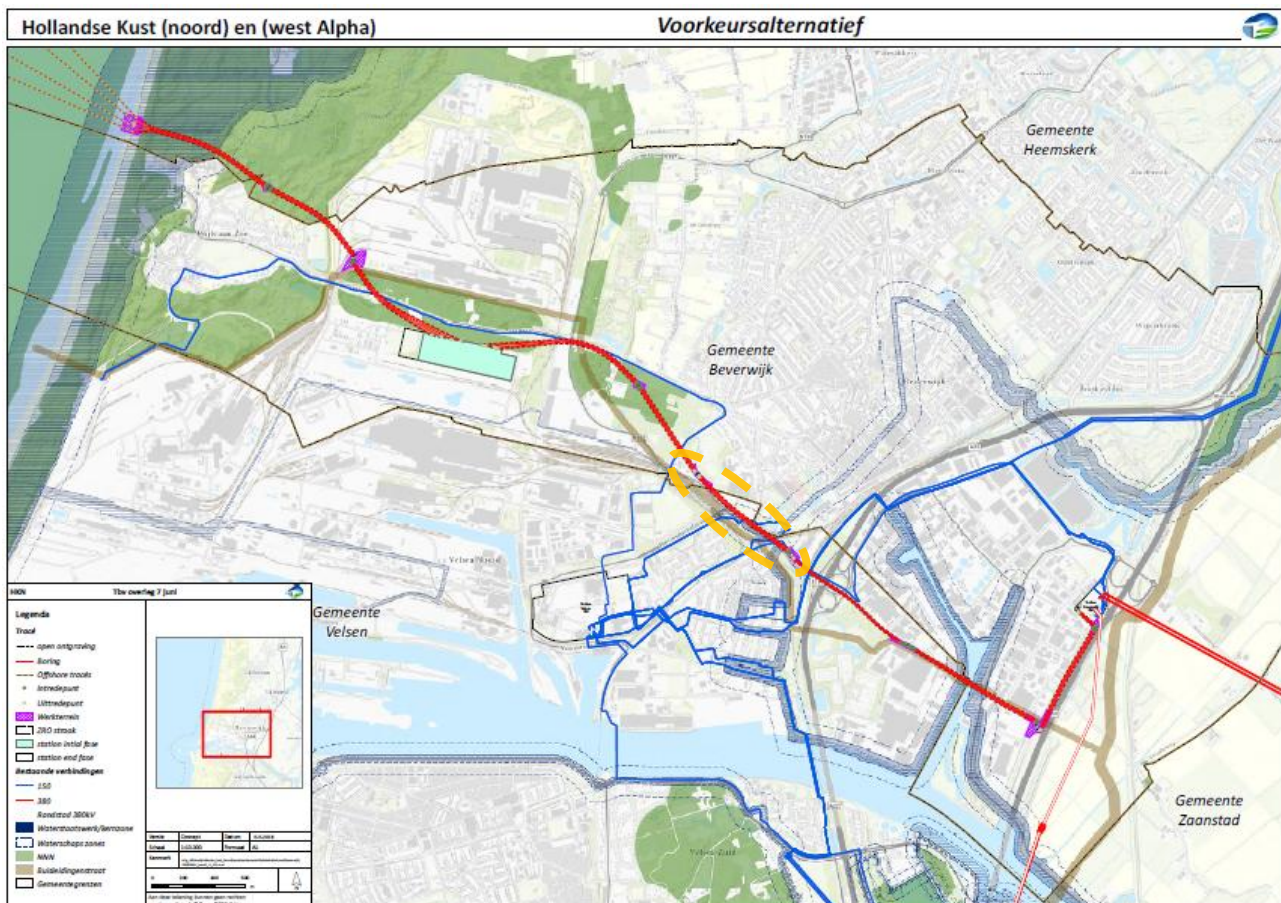
COLOFON

16

1 INLEIDING

In het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) worden horizontaal gestuurde boringen (HDD) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Het uitvoeren van de kruisingen op deze locaties in open ontgraving is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, waterstaatswerken, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Daarom is gekozen voor HDD's. Ten behoeve van, door TenneT, aan te vragen vergunningen worden voor de specifieke kruisingen een sterkte- en muddrukberkening en kwelwegberkening gemaakt. Tevens wordt het ontwerp toegelicht. Uitgangspunt voor de (vergunning)berkeningen van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde ontwerptekeningen, sonderingen en de toegewezen werkstrook.

Ten behoeve van vergunningsaanvraag bij de diverse betrokken instanties is van de maatgevende gestuurde boring een berekening volgens NEN 3650/3651:2012 gemaakt met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers te Hellevoetsluis. Dit rapport bevat de uitgangspunten, grond mechanische gegevens en berekeningsresultaten van de kruising met de waterstaatswerken en spoorvak Haarlem-Uitgeest (verder te noemen hoofdspoor). In onderstaande figuur is de locatie van HDD 7 weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé net op zee HKN (noord) en HKN (west Alpha), HDD 7 (omcirkeld in oranje)

Principe, langspiegelen en situering van de HDD zijn als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd.

De volgende voorschriften en normen zijn voor het ontwerp en de berekeningen toegepast:

- NEN 3650:2012, NEN 3651:2012 en NPR 3659:1996/A1:2003 (leidingen);
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7, geotechniek);
- NEN-EN 1991-2 (Eurocode 1, belastingen op constructies);
- Richtlijnen boortechnieken van Rijkswaterstaat 2004;
- "Witte boekje", uitgave 2002 van Rail infrabeheer;
- Standaard RAW 2015 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Diameter en SDR klasse algemeen

Volgens opgave van TenneT worden hoofdzakelijk 2500 Cu-kabels toegepast¹. De diameter van deze kabels inclusief isolatie en mantel zal tussen de 130 mm en 160 mm liggen. De afmeting van de trekkop om de kabel te trekken is circa 10 % van de kabeldiameter. Dit is voldoende om de kabel door de aangegeven mantelbuis (zie Tabel 1) te trekken.

Naast de diameter van de kabels wordt ook rekening gehouden met de ingebruikname van de kabels, waarin de temperatuur van de omgeving (inclusief de mantelbuis) ongeveer 20°C kan worden. Dit is de standaard temperatuur van de mantelbuis. Bij inbedrijfsname kan, afhankelijk van de g-waarde van de omgeving en de belastbaarheid van de kabel, de mantelbuis opwarmen tot 50° C of zelfs lokaal (daar waar de kabel de mantelbuis raakt) tot 70° C. Ten behoeve van de sterkteberekening wordt een temperatuur van 20° C gehanteerd¹.

Uit het ontwerp van de mantelbuizen blijkt dat maximale dekking op de leidingen circa 35 m. Dit kan betekenen dat dat een standaard SDR 11, PE 100 mantelbuis niet voldoet. Hiervoor wordt in de berekening uitgegaan van een PE 100 mantelbuis met een hogere buistype. Uit de berekeningen zal blijken of er een SDR 9 dan wel SDR 7 moet worden toegepast.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter (SDR 9) Diameter (SDR 7)	Ø 315 mm (inw. 245 mm) Ø 315 mm (inw. 225 mm)
Materiaal	PE 100 SDR 9 of SDR 7
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) voor HDD 7. Het betreffen hier drukloze leidingen.

2.3 Vooronderzoek

In het vooronderzoek zijn gegevens verzameld over het te kruisen waterstaatswerken, kabels en leidingen en obstakels¹. Het lengteprofiel over het tracé is ter beschikking gesteld door TenneT¹.

2.4 Grondmechanische gegevens

De grondmechanische parameters, ter plaatse van de kruising, zijn herleid uit het geotechnische gegevens verkregen uit bureauonderzoek van TenneT. Het betreffen gegevens uit het DINOloket en uit een hotspot onderzoek. De grondgegevens van HDD 7 zijn ingeschat aan de hand van de sondering 88 (hotspot onderzoek)². De sondering is opgenomen in Bijlage 2.

De bodemopbouw ten opzichte van het maaiveld bestaat voornamelijk uit:

- 0-5 m: siltige klei humeus;
- 5-15 m: klei, zandig tot zandig kleiig (gelaagd);
- 15-19 m: los zand siltig;
- 19-22 m: klei/leem (afsluitende laag);

¹ Zie Uitgangspuntdocument, Referentie 079895494 B, 9 juli 2018

² De gegevens uit het DINOloket zijn te ver ten opzichte van HDD 7.

- 22-42 m: matig tot vast zand.

Voor de berekening op leidingniveau zijn de volgende gegevens aangehouden:

- $\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$;
- $\phi = 32,5^\circ$;
- $c = 0 \text{ kN/m}^2$.

De mantelbuizen zijn gesitueerd in het vaste zand, hierdoor is er gerekend met horizontale steundruk.

Omdat er grondmechanische gegevens zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, aanvullende sonderingen en boringen worden uitgevoerd. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

2.5 Grondwaterstanden

Voor het geohydrologischsysteem kunnen bovengenoemde lagen worden getypeerd als een matig doorlatend holoceen pakket tot N.A.P. -16,00 m, een afsluitende laag tussen N.A.P. -16,00 m en N.A.P. -19,00 m en vervolgens een goed doorlatende zandlaag tot de verkende diepte.

De waterstanden die uit bureauonderzoek naar voren komen zijn:

- (Grond)waterstand aan de westzijde is N.A.P. +2,50 m volgens B25A1618001 (DINOloket);
- Waterstand van de watergang nabij de Wijkerstraatweg/Velsertraverse is N.A.P. -1,30 m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK));
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte in het gebied tussen N.A.P. -1,00 m en -2,00 m.

Tevens is er volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG brak tot zout grondwater aanwezig. Tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) maatregelen moeten worden genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

De peilbuisgegevens is opgenomen in Bijlage 2. De legger informatie en tekeningen van TNO/NITG zijn opgenomen in Bijlage 3.

Omdat er (grond)waterstanden, zijn gebruikt die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht. Hiermee dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en chloride gehalte in kaart te worden gebracht. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

3 ONTWERP VAN DE KRUISSING

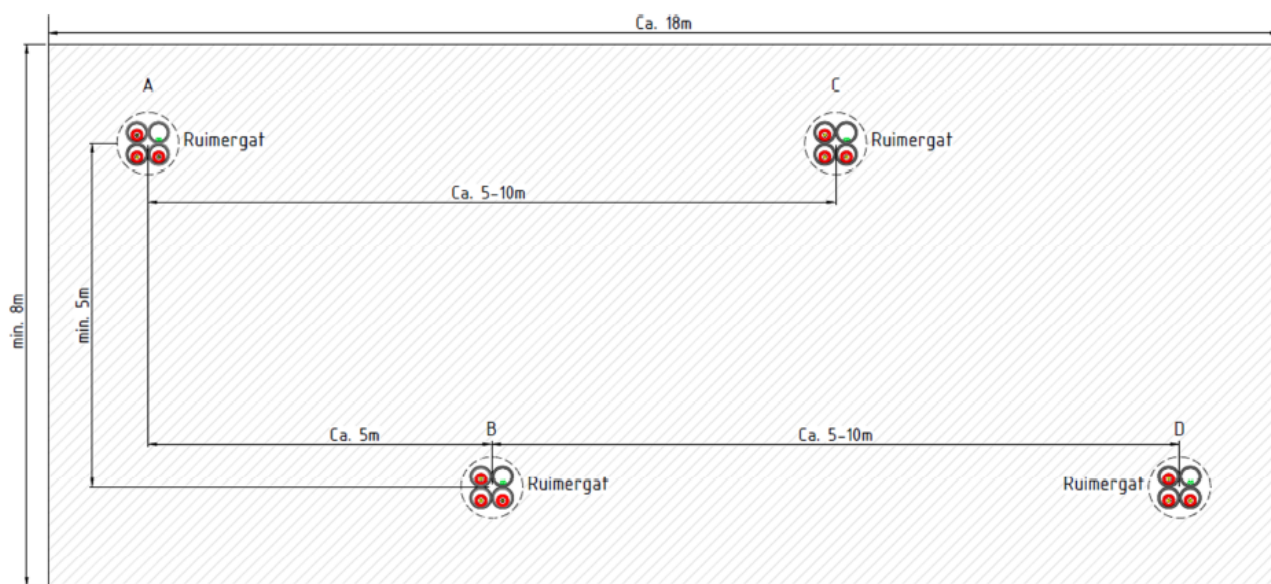
Om het tracé te kunnen realiseren is er voor gekozen de waterstaatswerken en het hoofdspoor middels een horizontaal gestuurde boring te kruisen. In de Legger van de Primaire Waterkeringen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) zijn de kernzones en beschermingszones weergegeven en zijn op de tekening verwerkt (zie Bijlage 1).

3.1 Configuratie van de kruisingen

Het betreft hier een kruising van 4 parallelle circuits met 1 kabel per fase. De kruising wordt uitgevoerd als 4 bundels van elk 4 mantelbuizen met h.o.h. circa 6,00 m.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter	ø 315 x 45 mm
Materiaal	PE100, SDR 7 ³
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 2: Gegevens HDD 1 mantelbuis



Figuur 2: Boorconfiguratie 4 bundels

3.2 Tracé en diepteligging

De intredepunten zijn aan de oostzijde en de uitredepunten zijn aan de westzijde van het hoofdspoor geprojecteerd. Hiervoor is gekozen, in verband met de beschikbare ruimte, voor een uitlegtracé in de richting van Park Westerhout. Het tracé kruist de N197 en ligt vervolgens voor een groot gedeelte parallel aan de Provincialeweg N197. De N197 gekruist, op gelijk niveau, het hoofdspoor. Daarnaast blijkt uit de leggergegevens van de 'Legger van de Primaire Waterkeringen' en de 'Legger van de Regionale Waterkeringen' van HHNK, dat het tracé gesitueerd is onder een primaire kering en de beschermingszone van een regionale kering. De diepte van het boortracé onder het Noordzeekanaal is op circa 29 m onder de kernzone van de primaire kering zodat voldaan wordt aan de diepteliggingseis volgens NEN 3651:2012 (minimaal 10 m onder de bodem van de watergang en de kruin van de waterkering).

³ Zie hoofdstuk 4.2.

Uit bureauonderzoek blijkt dat het tracé verschillende obstakels kruist. Het tracé van HDD 7A en HDD 7B kruist ter hoogte van de intredepunten een elektriciteitshuisje, daarna wordt ter hoogte van Beeckzanglaan huisnummer 16 een opstal gekruist. De N197 wordt op verschillende locaties gekruist door duikers, het tracé van HDD 7C en HDD 7D kruisen deze duikers op verschillende locaties. Van de obstakels zijn de funderingsgegevens niet bekend.

Er is gekozen voor een in- en uittredehoeken van 16°. De diepte van het boortracé onder de primaire kering is op minimaal 29,00 m onder de kernzone zodat voldaan wordt aan de diepteliggingseis volgens NEN 3651:2012 (minimaal 10,00 m onder de kruin van de waterkering). De minimale diepte van het boortracé, ter plaatse van het hoofdspoor, is circa N.A.P. -27,00 m, wat overeenkomt met een minimale diepte van minimaal 24,00 m onder Bovenkant Spoor (BS). Hiermee wordt voldaan aan de dekkingseis (>16,0 m) en de dekkingseis onder overgangen (>12,0 m) van het "Witte boekje".

Gezien de ontwerptekeningen, waar bij er onderlinge afstand van h.o.h. 6,00 m is aangehouden, is het advies om de aanlegdiepte van de HDD's op gelijke hoogte te brengen. Een hogere ligging komt ten gunste van de optredende spanningen in de mantelbuizen. Dit is een optimalisatie die door de booraannemer nader te bepalen is.

Om risico's van een blow-out te verkleinen dan wel te voorkomen dient, voor uitvoering, bij de betrokkende partijen te worden geïnformeerd of er funderingsgegevens bekend zijn van de verschillende objecten. Indien deze niet bekend is, is het verstandig een sondering nabij de kunstwerken uit te voeren om een inschatting te kunnen te maken van het paalpuntniveau van de huidige kunstwerken. Advies is een minimale afstand van 5 m aan te houden tot de funderingen. Dit is een advies die door de booraannemer nader te beoordelen is.

3.3 In- en uittredepunt

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat kan worden voldaan aan de diepte eis t.a.v. de te kruisen waterstaatswerken, het hoofdspoor en de leidingen. De boringen worden vanaf het maaiveld ingezet, alleen voor de opvang van de boorspoeling worden ter plaatse van het in- en uittredepunten werkputten gegraven met afmetingen van circa 3,00 x 3,00 x 1,50 m, e.e.a. door de booraannemer nader te bepalen. De ontgravingen t.b.v. de moflocaties aan weerszijde van de HDD zijn in deze rapportage niet meegenomen. De intredepunten zijn gesitueerd in de beschermingszone van de regionale kering.

In overleg met de beheerder van de waterkering en de vergunningverlener dient te worden gekeken of het acceptabel is dat het tracé (inclusief intredepunten) binnen de beschermingszone van de regionale kering zijn gesitueerd. De uittredepunten aan de westkant van de HDD's zijn ruim buiten de beschermingszone gesitueerd.

3.4 Kabels en leidingen

De relevante kabels en leidingen zijn op de situatie tekening aangegeven. Vlak voor uitvoering dient een KLIC-melding te worden gedaan en moet ter plaatse van de in- en uittredepunten een proefsleuf worden gegraven.

4 LEIDINGBEREKENING

4.1 Algemeen

De sterkteberekening van de maatgevende bundel in de kruising is uitgevoerd met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers BV. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 4 opgenomen.

4.2 Sterkteberekening

In de sterkteberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de importantiefactor (*voorheen schadefactor S*) is volgens artikel 6.5 en bijlage B van NEN 3651:2012 een waarde van 1 aangehouden;
- In verband met uitvoerbaarheid en beschikbare ruimte is gekozen voor verticale bochtstralen van 400 m en in- en uittredehoek van 16°;
- In de kruisingen is een horizontale bochtstralen van 1500 m toegepast;
- Tijdens het intrekken moeten de leidingen 100 % worden gevuld met water, dit om de spanningen in de leiding tijdens de uitvoeringsfase te verkleinen.

Uit een eerste berekening is gebleken dat de optredende spanningen van de mantelbuizen uitgevoerd in PE100, SDR 9 hoger zijn dan de toelaatbare spanningen van het materiaal. Hiervoor is er gekozen om voor de mantelbuizen SDR 7 toe te passen.

Samengevat zijn de berekende spanningen in de mantelbuizen:

- Kruising HDD 7, Ø 315 mm, PE 100, SDR 7, wanddikte = 45 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none">• Leiding 100% gevuld	$\sigma_x = 3,78$	10
2 gebruiksfase	$\sigma_x = 0,40$ $\sigma_y = 6,36$	8

Tabel 3: Spanning in de leidingen

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis (<8 % x D_{inw}). De optredende deflectie is circa 3,41 mm < 21,60 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 129 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. Indien meer dan 128,60 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van 1,00 m minus maaiveld is er maximaal circa 34,00 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De HDD mantelbuizen voldoen, indien 100 % gevuld, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt PE 100, Ø 315 mm, SDR 7 toegepast.

5 GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES

5.1 Boorspoeldrukken

Om bij het uitvoeren van de gestuurde boringen uitbraak van de boorvloeistof te voorkomen, mag de boorspoeldruk niet boven circa 90 % van de maximale druk c.q. limietdruk uitkomen. In de sterkteberekeningen (zie Bijlage 4), is voor een aantal punten in het boortracé de maximaal toelaatbare en minimaal benodigde muddruk bepaald tijdens het boorproces. Uit de grafische weergave van de berekening blijkt dat er risico op muduitbraak is nabij de in- en uittredepunten van de boring. Om het risico op muduitbraak te beperken, dienen de muddrukken en de voortgangssnelheid hierop te worden aangepast.

5.2 Kwelsituatie

Bij een HDD moet volgens NEN 3651:2012 onderzoek worden gedaan naar langloopsheid (kwel) op de (middel)lange termijn onder een waterkering.

In hoofdstuk 2.5 zijn de volgende (grond)waterstanden geïventariseerd:

- (Grond)waterstand aan de westzijde is N.A.P. +2,50 m volgens B25A1618001 (DINOloket);
- Waterstand van de watergang nabij de Wijkerstraatweg/Velsertraverse is N.A.P. -1,30 m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van HHNK);
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte in het gebied tussen N.A.P. -1,00 m en -2,00 m.

Er kunnen verschillende kwelsituaties voorkomen voordoen, die hierna zijn beschreven.

5.3 Kwel uit het watervoerende pakket

De boring ligt in het watervoerend pakket. Het diepste punt van de boring ligt op circa N.A.P. -33,00 m. Volgens het DINOloket is ter plaatse een stijghoogte te verwachten van circa N.A.P. -2,00 m.

De waterpeilen ter plaatse zijn:

- Ten westen van de boring 7 N.A.P. w.p. +2,50 m,
- Ten oosten van de boring 7 N.A.P. w.p. -1,30 m.

Uit bovenstaande blijkt dat er aan de oostkant van het hoofdspoor een geringe kans op kwel is.

Het diepste punt van de boring is circa N.A.P. -33,00 m en ligt daarmee circa 20,00 m in het eerste watervoerende pakket. De stijghoogte in het watervoerende pakket bedraagt volgens het DINOloket circa N.A.P. -1,00 m. Het laagste peil aan de oostzijde van het kanaal is circa N.A.P. -1,30 m, zodat er sprake is van een kwelsituatie.

De overdruk op N.A.P. -1,30 m bedraagt dus circa $0,30 \text{ mwk} = 3,0 \text{ kN/m}^2$. In de boorgang is, start vanaf circa N.A.P. -19,00 m (onderkant van het Holocene pakket) tot grondwaterstand, dus circa 17,70 m bentoniet aanwezig. Bij een volume gewicht van de boorvloeistof van $11,1 \text{ kN/m}^3$ kan een overdruk worden opgenomen van $3,0 \times (11,1 - 10) = 3,3 \text{ kN/m}^2$.

Minimaal benodigd is $3 / 1,1 = 2,75 \text{ m}$ boorvloeistof nodig om $0,2 \text{ m}$ overdruk op te kunnen nemen, aanwezig is circa 17,70 m boorvloeistof zodat voldoende veiligheid aanwezig is.

5.4 Kwel van polder naar polder

Ten gevolge van een peilverschil aan weerszijden van de waterstaatswerken kan kwel langs de leiding ontstaan.

Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping): $\sum L_v + \sum \alpha \cdot L_h \geq C_l \cdot h$ (absolute toetsing), waarin:

$C_l = 7$ (fijn zand);

$h =$ hier $2,50 - (-)1,30 = 3,80$ m (peilverschil t.p.v. in- en uitredepunten);

$\sum L_v = 0$ (totaal van de verticale kwelwegen);

$\alpha =$ (weegfactor tussen 0 en 1/3 voor de weerstand in de boorgang), voor de berekening houden we hier een minimale weerstand in de boorgang van $\alpha = 0,1$ aan;

$\sum L_h =$ lengte horizontale kwelweg = 930 m (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$0,1 \times 930 \geq 7 \times 3,80 \rightarrow 93,0 \geq 26,60$ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. het uiteinde dient deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.

6 UITVOERINGSASPECTEN

6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water

Volgens de grondwaterkaart van TNO is er sprake van brak tot zout grondwater. Voor uitvoering van de boring dient het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater te worden bepaald. De kwaliteit van het toegepaste bentoniet dient te worden afgestemd op het zoute grondwater. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de bentoniet tijdens de uitvoering en op de langere termijn.

6.2 Controle en registratie tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering wordt steeds per boorstang-lengte de boorkop gecontroleerd en indien nodig bijgestuurd. De toegepaste methode voor controle van richting en diepte wordt door de booraannemer bepaald en dient de goedkeuring van de directie te hebben. Hoofdmeetsysteem dient te bestaan uit een optische gyrotool. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de aard van de te kruisen objecten en de diepte van de boringen heeft een geavanceerd systeem hier de voorkeur.

Voor de maximale afwijkingen zijn we uit gegaan van:

- In het boortracé +0,50 m en -0,50 m horizontaal en verticaal;
- Bij de uittredepunten +1,00 m en -1,00 m in de lengterichting van de boring.

De registratie van meetgegevens tijdens de uitvoering dient te geschieden volgens artikel 9.2 (keuring en inspectie) en 10.2 (revisietekening) van NEN 3651:2012. Daarnaast dient door de booraannemer een monitoringsplan te worden opgesteld conform eisen van Rijkswaterstaat, ProRail en HHNK. Na gereedkomen van de boring moeten de revisiegegevens worden verwerkt en aan de vergunningverleners en opdrachtgever worden aangeleverd.

6.3 Keuring en inspectie

Voor het intrekken van de leidingen worden alle lassen van de mantelbuis gekeurd door een door de directie goedgekeurde instantie en volgens de voorschriften beoordeeld. Alle inwendige lasrillen dienen te worden verwijderd.

Zowel vóór het intrekken van de leidingen als na het intrekken (en voor ingebruikname) wordt de kruising op sterkte beproefd volgens artikel 9.7 van NEN 3651:2012.

De sterktebeproevingdruk bedraagt 0,4 MPa, of volgens de eisen die TenneT aan de beproeving van de leidingen stelt, een en ander in overleg met TenneT.

6.4 Uitvoeringseisen

Voor het uitvoeren van de boringen wordt verwezen naar de standaards van TenneT.

Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de booraannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van NEN 3650/3651:2012, Richtlijnen boortechnieken (januari 2004 van Rijkswaterstaat) en het "Witte boekje" (uitgave 2002 van Rail infrabeheer).

Voor de materiaal en uitvoeringseisen, aanvullingen en -verdichtingen en overige civieltechnische werkzaamheden dient een bestek te worden opgesteld en de Standaard RAW bepalingen (Standaard 2015) van toepassing dient te worden verklaard.

7 CONCLUSIE EN ADVIES

Geadviseerd wordt voor HDD7 de leidingen in de kruising uit te voeren in PE 100, SDR 7

Gezien de ontwerptekeningen, waar bij er onderlinge afstand van h.o.h. 6,00 m is aangehouden, is het advies om de aanlegdiepte van de HDD's op gelijke hoogte te brengen. Een hogere ligging komt ten gunste van de optredende spanningen in de mantelbuizen. Dit is een optimalisatie die door de booraannemer nader te bepalen is.

Voor de backfill moeten de aanbevelingen uit het g-waarden onderzoek worden overgenomen, de verdichtingsgraad van de backfill dient hetzelfde te zijn als de omringende grondslag.

De mantelbuizen dienen voor en na de uitvoering te worden gevuld met schoonwater (of door de opdrachtgever goed te keuren medium). Na installatie van de kabels dienen de mantelbuizen lucht en waterdicht te worden afgesloten. Dit ter voorkoming van kwelwater door de mantelbuizen. Aan beide zijden van de boringen dient volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012 een kleikist met kwelscherm aan te worden gebracht. Ten behoeve van de op te vullen ruimte buiten de mantelbuizen dient de booraannemer gebruik te maken van door de opdrachtgever goed te keuren medium.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Tekening vergunning-107-A-B-C-D

Bijlage 2: Sonderingen

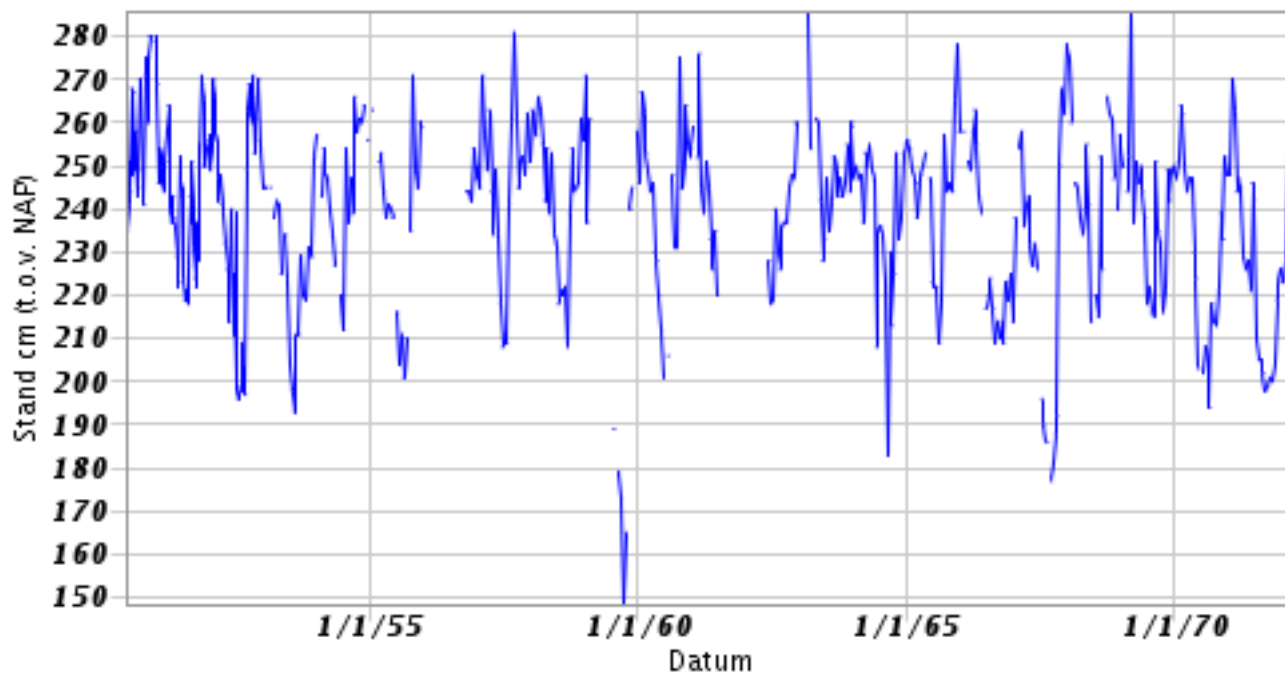
Bijlage 3: Gegevens grondwater

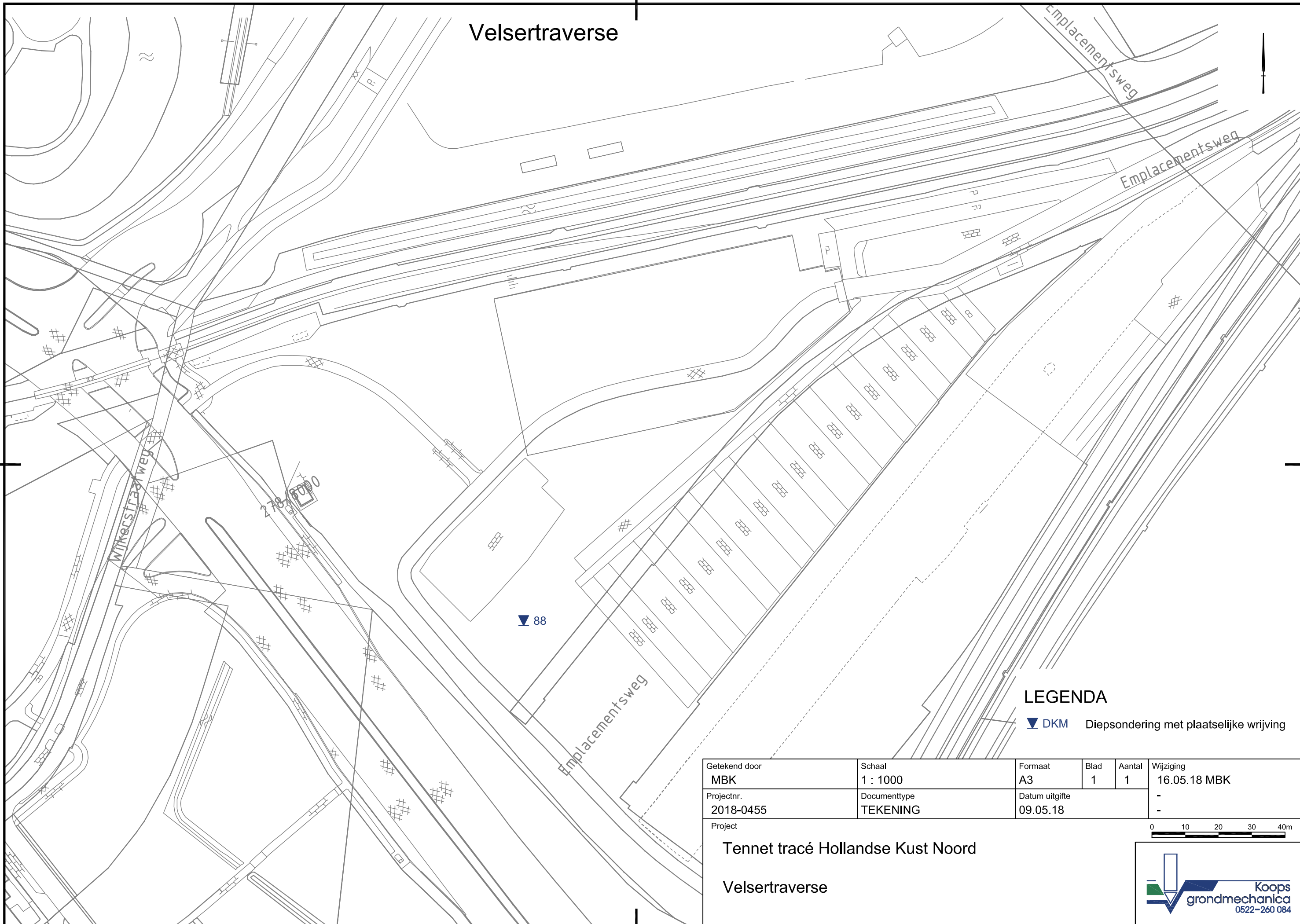
Bijlage 4: Sterkteberekening HDD 7

DINO/BRO-put met onderzoeksgegevens

Identificatie: B25A1618

Coördinaten: 104300, 499620





Velsertaverse

Emplacementsweg

Emplacementsweg

Wikerstraatweg

▼ 88

Emplacementsweg

LEGENDA

▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving

Getekend door MBK	Schaal 1 : 1000	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 16.05.18 MBK
Projectnr. 2018-0455	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 09.05.18	-		

Project

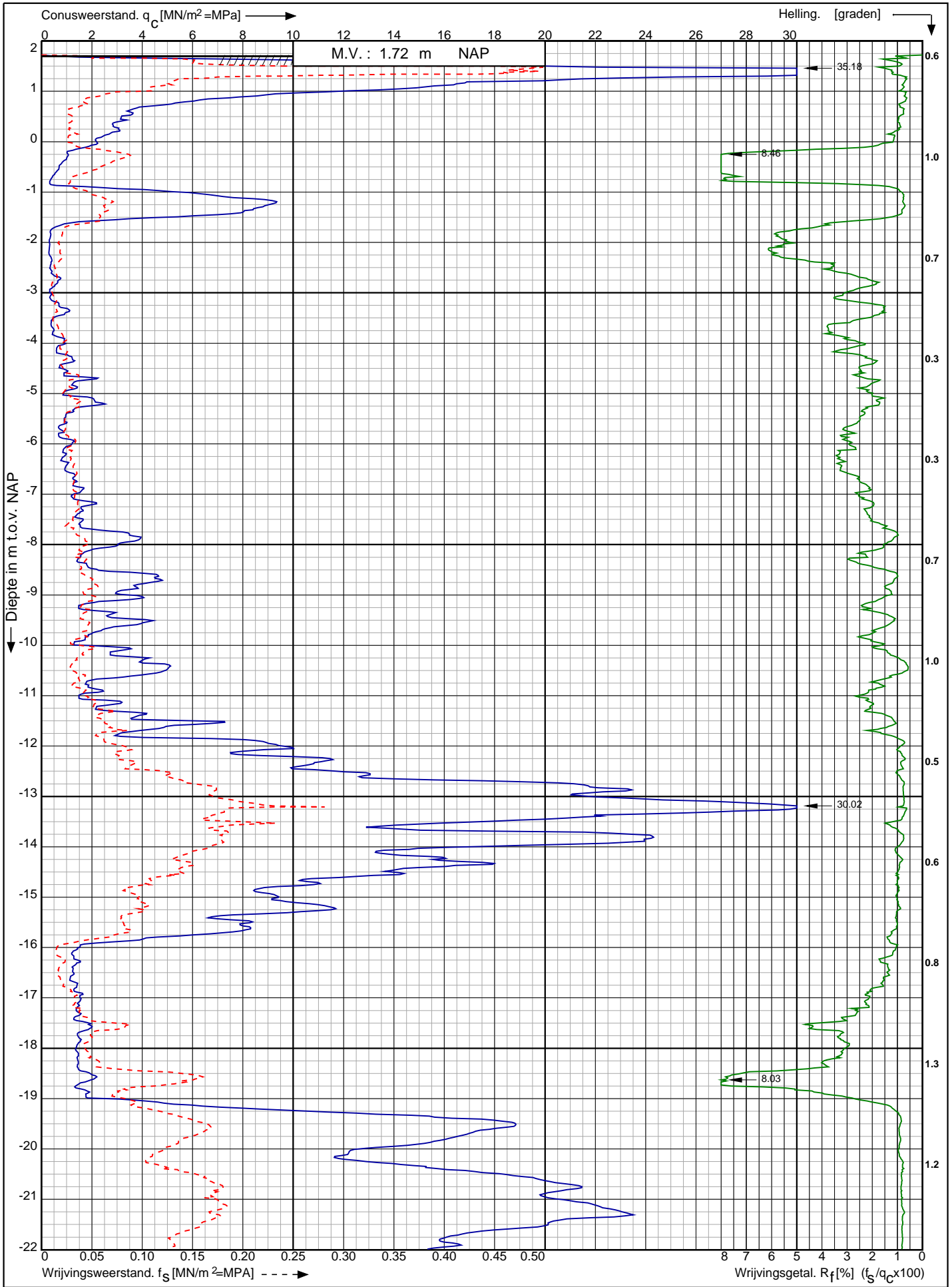
Tennet tracé Hollandse Kust Noord

Velsertaverse

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

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



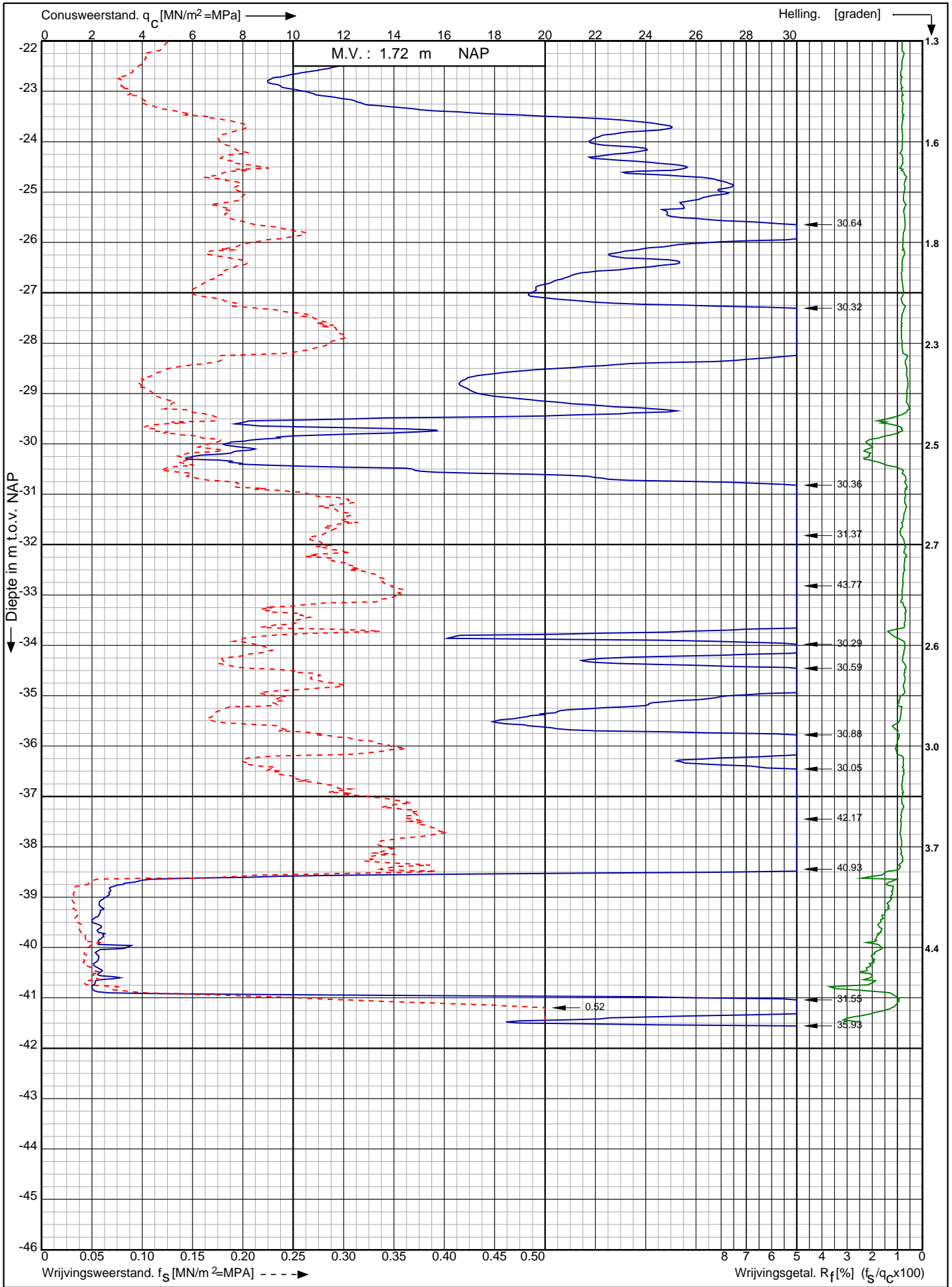
Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455
Datum uitv. : 15-5-2018
Sond. nr. : 88



RD-coördinaten : X = 104964.86 Y = 498918.24

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



Tennet trace Hollandse Kust Noord

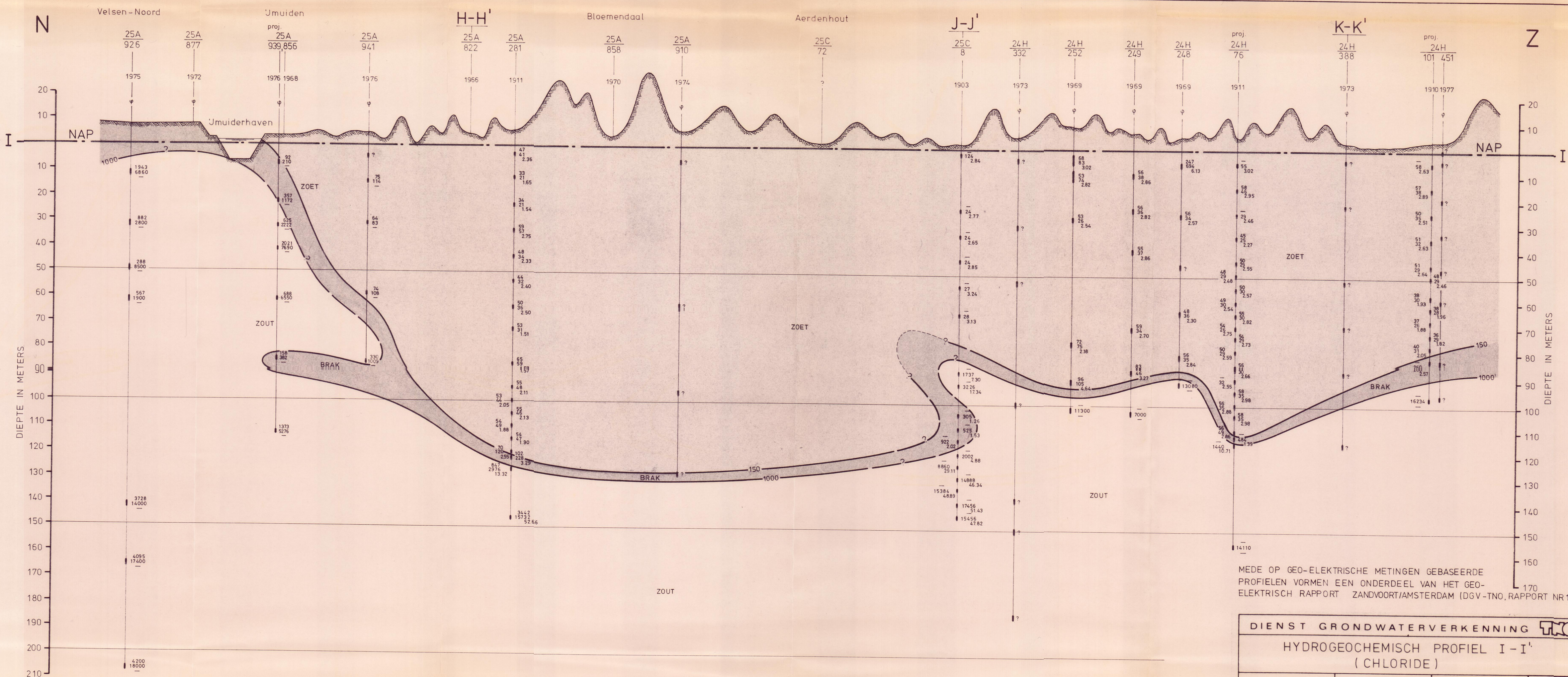
Opdr. nr. : 2018-0455

Datum uitv. : 15-5-2018

Sond. nr. : 88



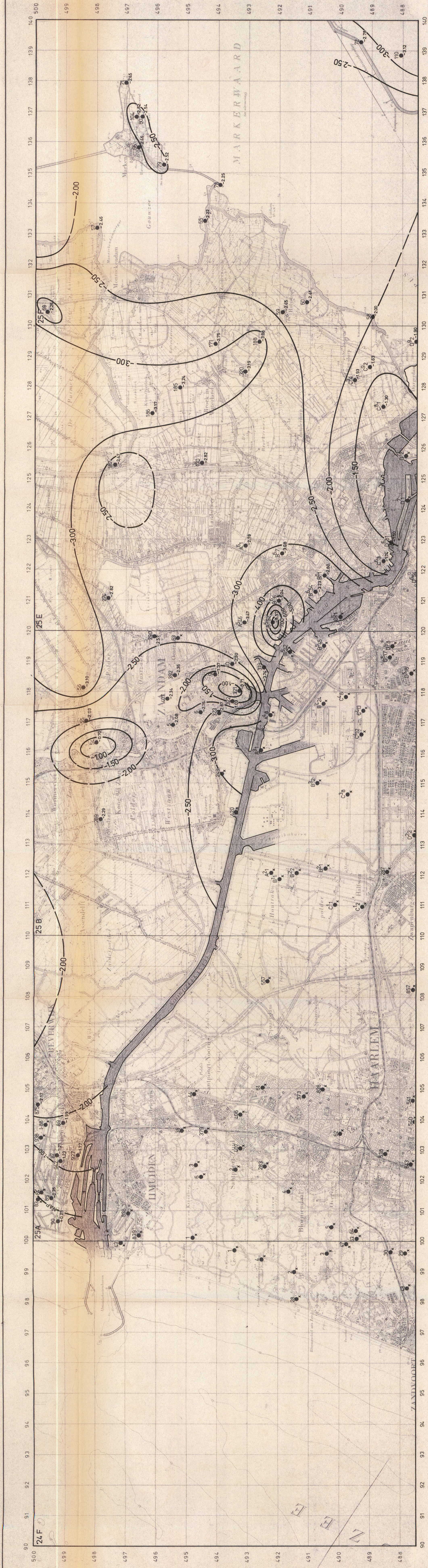
RD-coördinaten : X = 104964.86 Y = 498918.24



MEDE OP GEO-ELEKTRISCHE METINGEN GEBASEERDE
 PROFIELEN VORMEN EEN ONDERDEEL VAN HET GEO-
 ELEKTRISCH RAPPORT ZANDVOORT/AMSTERDAM (DGV-TNO, RAPPORT NR 119)

DIENST GRONDWATERVERKENNING TNO			
HYDROGEOCHEMISCH PROFIEL I-I'			
(CHLORIDE)			
1979	SCHAAL	KAARTBLAD	BULAGE
	H 1: 50000 - V 1:1000	24 oost, 25 west / oost	24

VOOR LEGENDA ZIE BIJLAGE 20



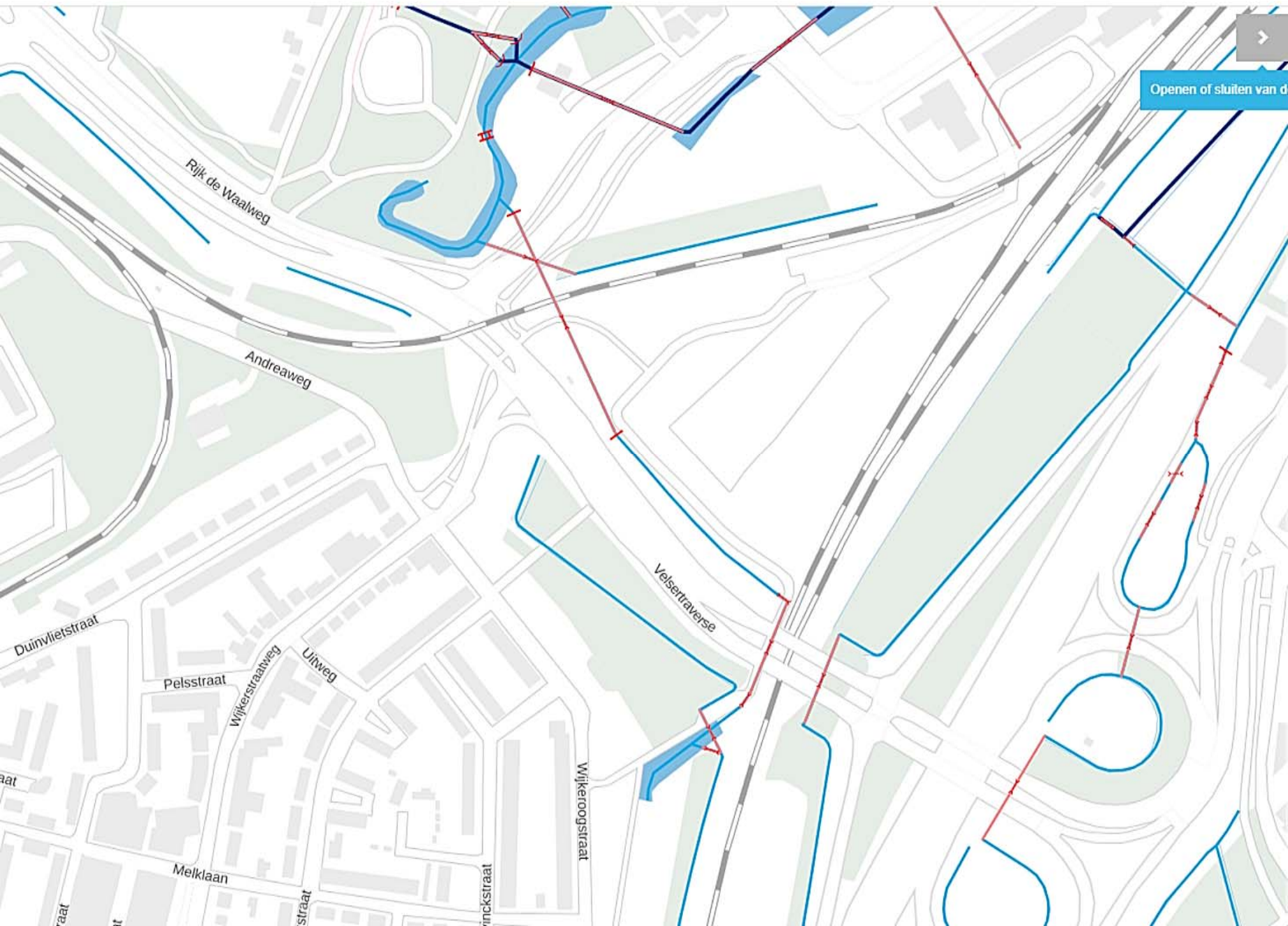
D I E N S T G R O N D W A T E R V E R K E N N I N G

ISOHYPSEN VAN HET GRONDWATER IN HET EERSTE WATERVOEREND
 PAKKET TEN NOORDEN VAN HET NOORDEKANAAL IN METERS
 T.O.V. NAP OMSTREEKS 14 NOVEMBER 1977

1979	SCHAAL 1 : 50 000	KAARTBLAD 24 oost, 25 west/oost	BULAGE 17
------	----------------------	------------------------------------	--------------

LEGENDA:

- 56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO
- A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam
- 3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP
(gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m³)
- Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP



FEATURE-INFO

Openen of sluiten van de rechterzijbalk

Leggerrappo

Oppervlaktewaterlic

Algemeen

- Code
- Categorie
- Peilgegevens*
- Vast peil
- Zomerpeil
- Winterpeil

Onderhoudsplicht

- Buitengewoon onder
- Baggeren
- Gewoon nat onderho
- Gewoon droog onder

Afmetingen vastges

- Bodembreedte
- Bodemhoogte
- Talud links
- Talud rechts
- Bodembreedte brede
- Bodemhoogte brede

Gemiddelde waterbre

* Peilgegevens worden nie
Er kunnen geen rechten w
peilgegevens
** Zie "Toelichting legger"

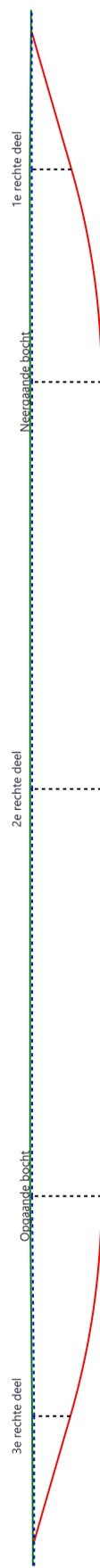
INFORMATIE

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)		
Projectonderdeel	: HDD 7, PE100 SDR7 Ø315 mm, horizontaal gestuurde boring diep		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 315,00	mm
Wanddikte	d _n	= 45	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitredelingshoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,398	N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,398	N/mm ¹
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 950	mm
Diameter boorstang	D _b	= 114	mm
Totale lengte	L	= 768,07	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 67,67	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 111,70	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 408,00	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 107,93	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 72,77	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 400,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 400,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 386,50	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uitrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 16,00 / 28,67	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
		28-08-2018 12:07:28	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
3e rechte deel	67,67	19,00	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Opgaande bocht	179,37	35,50	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50
2e rechte deel	383,37	35,50	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Neergaande bocht	587,37	35,50	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e rechte deel	695,30	20,70	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
3e rechte deel	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Opgaande bocht	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek I
2e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek I
1e rechte deel	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 225,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 270,00	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 315,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 157,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 112,50	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 135,00	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 357.489.191,16	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 2.269.772,64	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 7.593,75	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 337,50	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 38.170,35	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,3645	N/mm ¹

3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,3645 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,3645 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,398 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,398 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,7625 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,7625 \text{ N/mm}^1$

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds*4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld*

Trekkraft T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	768,07	105.421
Na 1 ^e deel intrekken	695,30	95.433
Na 2 ^e deel intrekken	587,37	80.619
Na 3 ^e deel intrekken	179,37	24.619
Na 4 ^e deel intrekken	67,67	9.288

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,7625 \cdot 0,1$$

4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	105.421	2,76
Na 1 ^e deel intrekken	95.433	2,50
Na 2 ^e deel intrekken	80.619	2,11
Na 3 ^e deel intrekken	24.619	0,64
Na 4 ^e deel intrekken	9.288	0,24

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{38.170,35}$$

4.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191}{400.000} = 958.517,89 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{958.517,89}{2.269.773} = \mathbf{0,42 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	2,76	3,04
Na 1 ^e deel intrekken	2,50	2,77
Na 2 ^e deel intrekken	2,11	2,39
Na 3 ^e deel intrekken	0,64	0,92
Na 4 ^e deel intrekken	0,24	0,52

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,42 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat*5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand*

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 989,60 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,763 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 315,00^2 \cdot \pi/4 = 0,896 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,134 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	72,77	9.983	-
2 ^e deel intrekken	180,70	-	24.790
3 ^e deel intrekken	588,70	80.763	-
4 ^e deel intrekken	700,40	-	96.087
Geheel ingetrokken	768,07	105.371	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,134 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,134 \cdot 0,2)$

*5.3 Berekening van de vereiste trekkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten*5.3.1 Neergaande bocht

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{315,00 \cdot 0,0180}{4 \cdot 975 \cdot 357.489.191,16}} = 0,0014 \text{ mm}^{-1}$$

$$Q_{r1} = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R}$$

$$Q_{r1} = \frac{0,322 \cdot 0,0014^2 \cdot 975 \cdot 357.489.191,16}{315,00 \cdot 0,9 \cdot 400.000} = 0,0020 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_{r1}}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3$$

$$T_{3b} = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{0,0020}{2} \cdot 315,00 \cdot \frac{\pi}{0,0014} \cdot 0,2 = \mathbf{1.001,42 \text{ N}}$$

5.3.2 Opgaande bocht

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{315,00 \cdot 0,0180}{4 \cdot 975 \cdot 357.489.191,16}} = 0,0014 \text{ mm}^{-1}$$

$$Q_{r2} = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R}$$

$$Q_{r2} = \frac{0,322 \cdot 0,0014^2 \cdot 975 \cdot 357.489.191,16}{315,00 \cdot 0,9 \cdot 386.500} = 0,0021 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_{r2}}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3$$

$$T_{3b} = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{0,0021}{2} \cdot 315,00 \cdot \frac{\pi}{0,0014} \cdot 0,2 = \mathbf{1.036,40 \text{ N}}$$

5.4 Berekening van de wrijving door bochtcracht T_{3c}

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	80.619	24.790	1.001	-	106.411
Opgaande bocht	9.288	96.087	1.001	1.036	107.413

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max} + T_{3a,op} + T_{3b,op,max}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,00	106.411	10.663
Opgaande bocht	8,00	107.413	10.763

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	95.433	9.983	-	-	-	-	105.417
2 ^e deel intrekken	80.619	24.790	1.001	10.663	-	-	117.074
3 ^e deel intrekken	24.619	80.763	1.001	10.663	-	-	117.047
4 ^e deel intrekken	9.288	96.087	1.001	10.663	1.036	10.763	128.839
Geheel intrekken	0	105.371	1.001	10.663	1.036	10.763	128.835

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b,neer,max} + T_{3c,neer} + T_{3b,op,max} + T_{3c,op}$$

5.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
1 ^e deel intrekken	105.417	2,76
2 ^e deel intrekken	117.074	3,07
3 ^e deel intrekken	117.047	3,07
4 ^e deel intrekken	128.839	3,38
Geheel intrekken	128.835	3,38

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{38.170,35}$$

5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat**5.7.1 Neergaande bocht**

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{l_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191,16}{0,9 \cdot 400.000} = 1.355.479,85 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.355.479,85}{2.269.772,64} = \mathbf{0,60 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{l_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191,16}{0,9 \cdot 386.500} = 1.402.825,20 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.402.825,20}{2.269.772,64} = \mathbf{0,62 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	105.417	2,76	-	2,76
Na 1 ^e deel intrekken	117.074	3,07	0,60	3,46
Na 2 ^e deel intrekken	117.047	3,07	-	3,07
Na 3 ^e deel intrekken	128.839	3,38	0,62	3,78
Na 4 ^e deel intrekken	128.835	3,38	-	3,38

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{38.170,35} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase*6.1 Berekening van de spanningen s_p en s_{pl} t.g.v. inwendige druk*

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
3e rechte deel	19,00	1,00	Zand	19,80	396,00	415,80	74,28
Opgaande bocht	35,50	1,00	Zand	19,80	759,00	778,80	136,65
2e rechte deel	35,50	1,00	Zand	19,80	759,00	778,80	136,65
Neergaande bocht	35,50	1,00	Zand	19,80	759,00	778,80	136,65
1e rechte deel	20,70	1,00	Zand	19,80	433,40	453,20	80,70

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
3e rechte deel	19,00	Grafiek ½ x II	0,31	0,10
Opgaande bocht	35,50	Grafiek I	0,44	0,14
2e rechte deel	35,50	Grafiek I	0,44	0,14
Neergaande bocht	35,50	Grafiek I	0,44	0,14
1e rechte deel	20,70	Grafiek ½ x II	0,27	0,08

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 315$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steun- druk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
3e rechte deel	-	74,28	0,10	74,38	2.359,56 ⁽¹⁾	6,99
Opgaande bocht	✓	136,65	0,14	136,79	3.281,40 ⁽²⁾	9,72
2e rechte deel	✓	136,65	0,14	136,79	3.281,40 ⁽²⁾	9,72
Neergaande bocht	✓	136,65	0,14	136,79	3.281,40 ⁽²⁾	9,72
1e rechte deel	-	80,70	0,08	80,79	2.563,00 ⁽¹⁾	7,59

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00 \quad (1)$$

$$\text{Indien horizontale steundruk: } M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g \quad (2)$$

$$M_q = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{337,50}$$

6.6 Optredende spanning s_{qr} t.g.v. grondreactie in de bochten

6.6.1 Neergaande bocht

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_{r1} \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w}$$

$$\sigma_{qr} = 0,179 \cdot 0,0020 \cdot 315,00 \cdot \frac{157,50}{337,50} = \mathbf{0,05 \text{ N/mm}^2}$$

6.6.2 Opgaande bocht

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_{r2} \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w}$$

$$\sigma_{qr} = 0,179 \cdot 0,0021 \cdot 315,00 \cdot \frac{157,50}{337,50} = \mathbf{0,05 \text{ N/mm}^2}$$

6.7 Berekening van de spanning s_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{7.593,75}{270^3} = 0,376 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{376,16 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m²

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 7.593,75}{270,00^3} = 7,16 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 7.593,75}{270,00^3} = 1,29 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **128,60** m grondwater boven de leiding

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
3e rechte deel	6,99	-	0,65	4,54
Opgaande bocht	9,72	0,053	0,65	6,35
2e rechte deel	9,72	-	0,65	6,32
Neergaande bocht	9,72	0,054	0,65	6,36
1e rechte deel	7,59	-	0,65	4,94

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,60	0,65	0,39
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,62	0,65	0,40
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
3e rechte deel	74,28	0,10	-	3,48	1,29
Opgaande bocht	136,65	0,14	0,0020	6,41	2,37
2e rechte deel	136,65	0,14	-	6,41	2,37
Neergaande bocht	136,65	0,14	0,0021	6,41	2,37
1e rechte deel	80,70	0,08	-	3,78	1,40

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 135,00^3}{350 \cdot 7.593,75}$$

Toelaatbare deflectie = $8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 270,00 = \mathbf{21,60}$ mm

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	G [MN/m ²]
3e rechte deel	19,00	163,64	75,71	119,68	183,98	28,85
Opgaande bocht	35,50	298,64	138,18	218,41	335,76	28,85
2e rechte deel	35,50	298,64	138,18	218,41	335,76	28,85
Neergaande bocht	35,50	298,64	138,18	218,41	335,76	28,85
1e rechte deel	20,70	177,55	82,15	129,85	199,62	28,85

$$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Locatie	Q [-]	$R_{p,max}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δ_p [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
3e rechte deel	0,0022	3,18	0,1800	0,2031	0,00	1,73
Opgaande bocht	0,0041	2,36	0,3450	0,3892	0,01	2,64
2e rechte deel	0,0041	2,36	0,3450	0,3892	0,03	2,64
Neergaande bocht	0,0041	2,36	0,3450	0,3892	0,04	2,64
1e rechte deel	0,0024	3,05	0,1970	0,2222	0,05	1,84

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

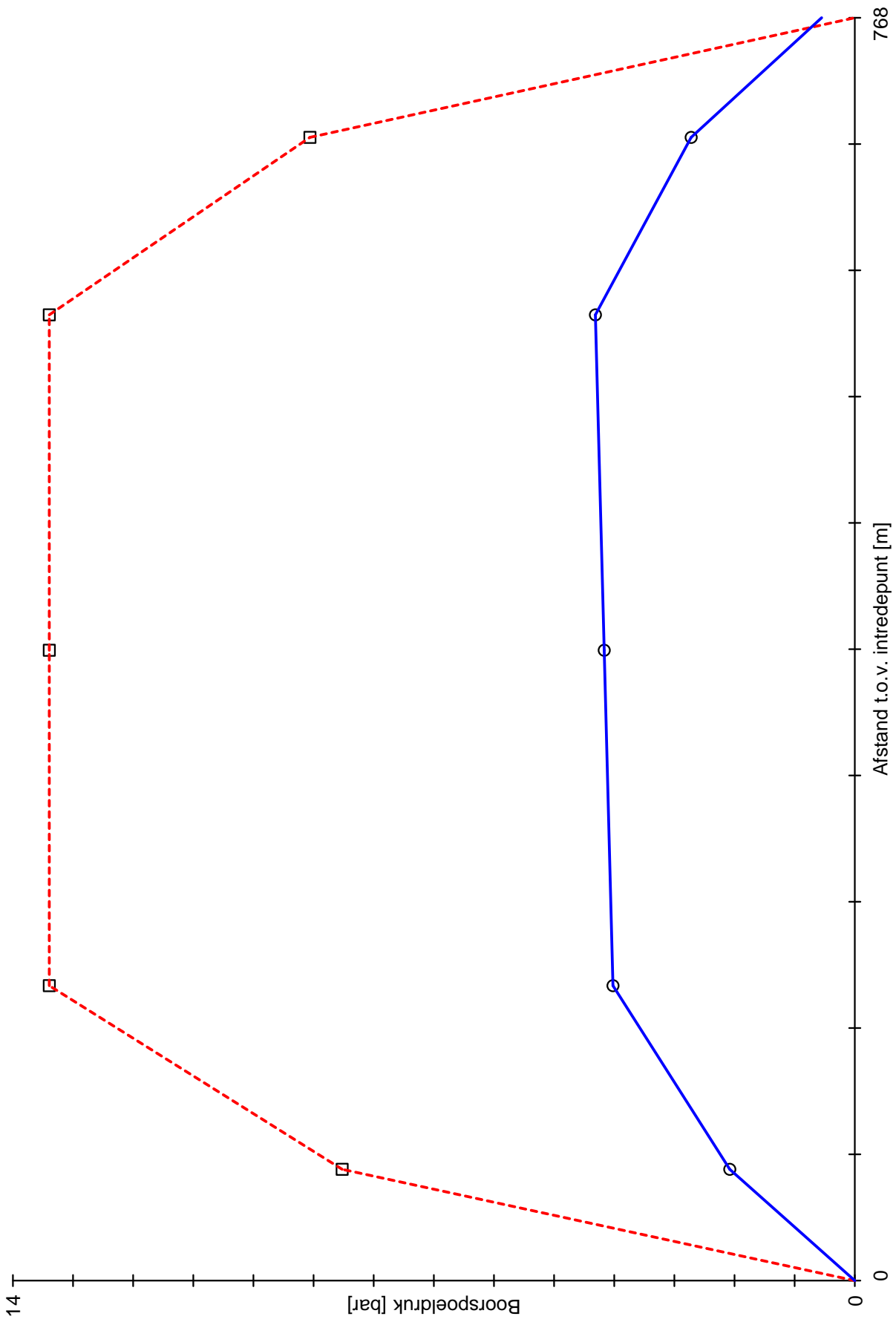
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

$$p_{lim} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

Locatie	p_{max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	p_{max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
3e rechte deel	852,42	1.561,13	207,92	8,52	15,61	2,08
Opgaande bocht	1.339,46	2.379,72	402,09	13,39	23,80	4,02
2e rechte deel	1.339,46	2.379,72	416,73	13,39	23,80	4,17
Neergaande bocht	1.339,46	2.379,72	431,37	13,39	23,80	4,31
1e rechte deel	906,06	1.652,68	272,15	9,06	16,53	2,72

$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta_p$$



Maximaal toelaatbare boorspoeldruk
Minimaal benodigde boorspoeldruk

1.5.0.0/07-2018/10-10243297

28-08-2018 12:07:29

COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-
STERKTEBEREKENING
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING ONDER WATERSTAATSWERKEN EN SPOORVAK HAARLEM-
UITGEEST (HDD 7)

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Linda Bouwman

ONZE REFERENTIE

079941076 C

DATUM

31 augustus 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Ben van Assema & Prerna van de Vall
Specialist

VRIJGEGEVEN DOOR

Gertjan Bloemberg
Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-STERKTEBEREKENING

Horizontaal gestuurde boring onder de A22 en spoorvak
Haarlem-Uitgeest (HDD 8)

TenneT TSO B.V.

31 AUGUSTUS 2018



Contactpersoon

GERTJAN BLOEMBERG
Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

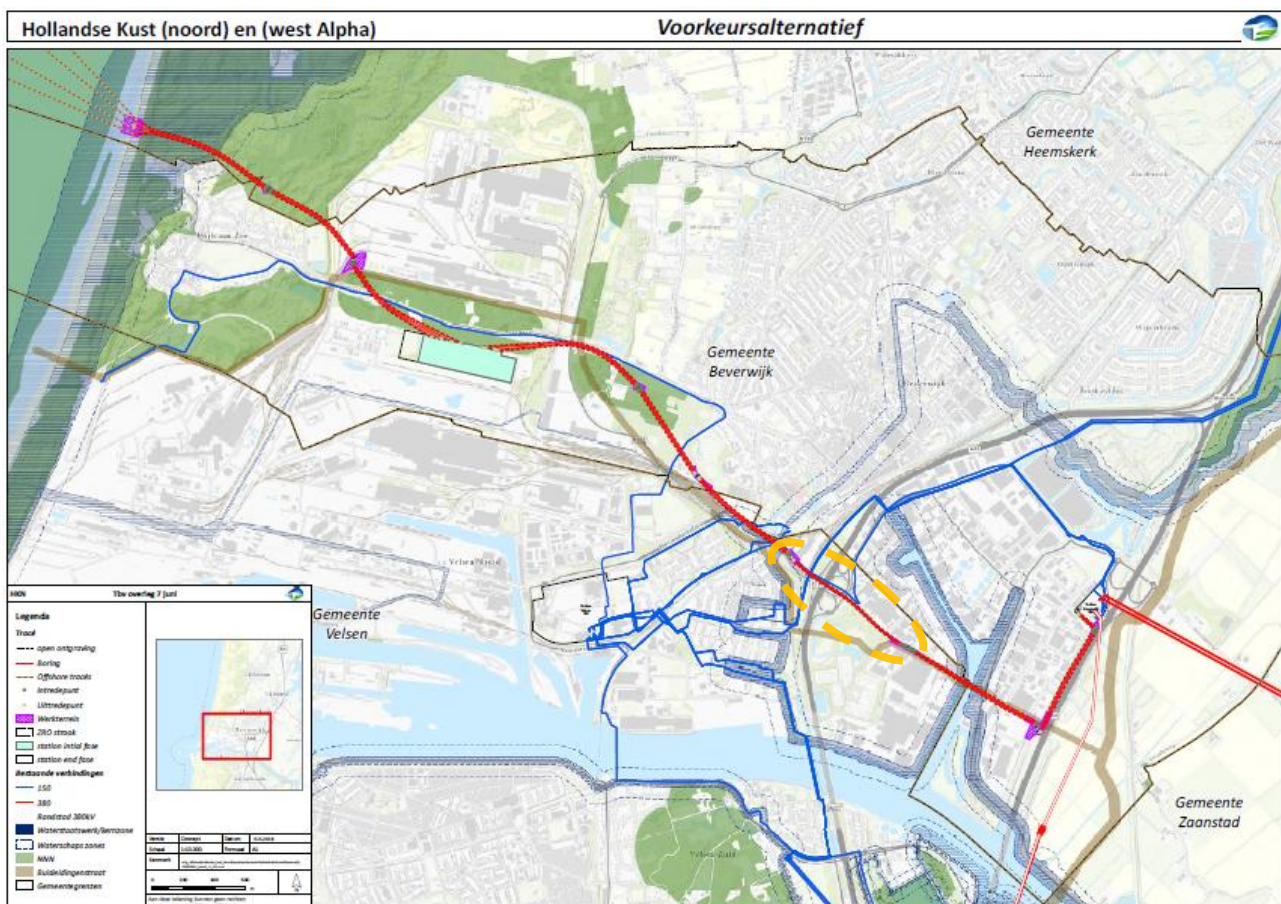
1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	6
2.1	Diameter en SDR klasse algemeen	6
2.2	Leidinggegevens	6
2.3	Vooronderzoek	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Grondwaterstanden	7
3	ONTWERP VAN DE KRUISING	8
3.1	Configuratie van de kruisingen	8
3.2	Tracé en diepteligging	8
3.3	In- en uittredepunt	9
3.4	Kabels en leidingen	9
4	LEIDINGBEREKENING	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Sterkteberekening	10
5	GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES	11
5.1	Boorspoeldrukken	11
5.2	Kwelsituatie	11
5.3	Kwel uit het watervoerende pakket	11
5.4	Kwel van polder naar polder	11
6	UITVOERINGSASPECTEN	13
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	13
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	13
6.3	Keuring en inspectie	13
6.4	Uitvoeringseisen	13
7	CONCLUSIE EN ADVIES	14

BIJLAGEN	15
Bijlage 1: Tekening vergunning-108-A-B-C-D	15
Bijlage 2: Sonderingen	15
Bijlage 3: Gegevens grondwater	15
Bijlage 4: Sterkteberekening HDD 8	15
COLOFON	16

1 INLEIDING

In het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) wordt horizontaal gestuurde boringen (HDD) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Het uitvoeren van de kruisingen op deze locaties in open ontgraving is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Daarom is gekozen voor HDD's. Ten behoeve van, door TenneT, aan te vragen vergunningen worden voor de specifieke kruisingen een sterkte- en muddrukberkening en kwelwegberkening gemaakt. Tevens wordt het ontwerp toegelicht. Uitgangspunt voor de (vergunnings)berkeningen van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde ontwerptekeningen, sonderingen en de toegewezen werkstrook.

Ten behoeve van vergunningsaanvraag bij de diverse betrokken instanties is van de maatgevende gestuurde boring een berekening volgens NEN 3650/3651:2012 gemaakt met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers te Hellevoetsluis. Dit rapport bevat de uitgangspunten, grond mechanische gegevens en berekeningsresultaten van de kruising met de A22 en spoorvak Haarlem-Uitgeest (verder te noemen hoofdspoor). In onderstaande figuur is de locatie van HDD8 weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé net op zee HKN (noord) en HKN (west Alpha), HDD8 (omcirkeld in oranje)

Principe langspromen en situering van de HDD zijn als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd.

De volgende voorschriften en normen zijn voor het ontwerp en de berekeningen toegepast:

- NEN 3650:2012, NEN 3651:2012 en NPR 3659:1996/A1:2003 (leidingen);
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7, geotechniek);
- NEN-EN 1991-2 (Eurocode 1, belastingen op constructies);
- Richtlijnen boortechnieken van Rijkswaterstaat 2004;
- "Witte boekje", uitgave 2002 van Rail infrabeheer;
- Standaard RAW 2015 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Diameter en SDR klasse algemeen

Volgens opgaaf van TenneT worden hoofdzakelijk 2500 Cu-kabels toegepast¹. De diameter van deze kabels inclusief isolatie en mantel zal tussen de 130 mm en 160 mm liggen. De afmeting van de trekkop om de kabel te trekken is circa 10 % van de kabeldiameter. Dit is voldoende om de kabel door de aangegeven mantelbuis (zie Tabel 1) te trekken.

Naast de diameter van de kabels wordt ook rekening gehouden met de ingebruikname van de kabels, waarin de temperatuur van de omgeving (inclusief de mantelbuis) ongeveer 20° C kan worden. Dit is de standaard temperatuur van de mantelbuis. Bij inbedrijfsname kan, afhankelijk van de g-waarde van de omgeving en de belastbaarheid van de kabel, de mantelbuis opwarmen tot 50° C of zelfs lokaal (daar waar de kabel de mantelbuis raakt) tot 70° C. Ten behoeve van de sterkteberekening wordt een temperatuur van 20° C gehanteerd¹.

Uit het ontwerp van de mantelbuizen blijkt dat maximale dekking op de leidingen circa 40 m bedraagt. Dit kan betekenen dat een standaard SDR 11, PE 100 mantelbuis niet voldoet. Hiervoor wordt in de berekening uitgegaan van een PE 100 mantelbuis met een hogere buistype. Uit de berekeningen zal blijken of er een SDR 9 dan wel of SDR 7 moet worden toegepast.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter (SDR 9) Diameter (SDR 7)	Ø 315 mm (inw. 245 mm) Ø 315 mm (inw. 225 mm)
Materiaal	PE 100 SDR 9 of SDR 7
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) voor HDD 8. Het betreffen hier drukloze leidingen

2.3 Vooronderzoek

In het vooronderzoek zijn gegevens verzameld over het te kruisen waterstaatswerk, kabels en leidingen en obstakels¹. Het lengteprofiel over het tracé is ter beschikking gesteld door TenneT¹.

2.4 Grondmechanische gegevens

De grondmechanische parameters, ter plaatse van de kruising, zijn herleid uit het geotechnische gegevens verkregen uit bureauonderzoek van TenneT. Het betreffen gegevens uit het DINOloket en uit een hotspot onderzoek. De grondgegevens van HDD 8 zijn ingeschat aan de hand van de sondering 88 (hotspot onderzoek), de sonderingen CPT000000081987A, CPT000000081990A en CPT000000081991A (DINOloket) en Eurocode 7 (voorheen NEN 6740, geotechniek). De sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2.

De bodemopbouw ten opzichte van het maaiveld bestaat voornamelijk uit:

- 0-5 m: siltige klei humeus;
- 5-14 m: klei, zandig tot zandig kleilig (gelaagd);
- 14-18 m: los zand siltig;
- 18-21 m: klei/leem (afsluitende laag);

¹ Zie Uitgangspuntdocument, Referentie 079895494 B, 9 juli 2018

- 21-42 m: matig tot vast zand.

Voor de berekening op leidingniveau zijn de volgende gegevens aangehouden:

- $\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$,
- $\phi = 32,5^\circ$,
- $c = 0 \text{ kN/m}^2$.

De mantelbuizen zijn gesitueerd in het vaste zand, hierdoor is gerekend met horizontale steundruk grondbelastingen. Uit NEN 3651:2012 (artikel 8.6.3.2 Bedrijfsfase) blijkt dat: 'Indien de afstand tussen twee parallelle bestuurbare horizontale boringen minder is dan tweemaal de dikte van de slappe grondlagen, er geen rekening mag worden gehouden met gewelfwerking'. Daarom is deze niet meegenomen in de sterkteberekening.

Omdat er grondmechanische gegevens zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, aanvullende sonderingen en boringen worden uitgevoerd. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

2.5 Grondwaterstanden

Voor het geohydrologischsysteem kunnen bovengenoemde lagen worden getypeerd als een matig doorlatend holoceen pakket tot N.A.P. -16,00 m, een afsluitende laag tussen N.A.P. -16,00 m en N.A.P. -19,00 m en vervolgens goed doorlatend zand tot de verkende diepte.

De waterstanden die uit bureauonderzoek naar voren komen zijn:

- Waterstand van de watergang naast de Leeghwaterweg is N.A.P. -2,20m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK));
- Waterstand van de watergang nabij de Wijkerstraatweg is N.A.P. -1,30m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK));
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte in het gebied tussen den N.A.P. - 1,00 m en -2,00 m.

Tevens is er volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG brak tot zout grondwater aanwezig. Tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) maatregelen moeten worden genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

De legger informatie en tekeningen van TNO/NITG zijn opgenomen in Bijlage 3.

Omdat er (grond)waterstanden zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht. Hiermee dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en chloride gehalte in kaart te worden gebracht. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

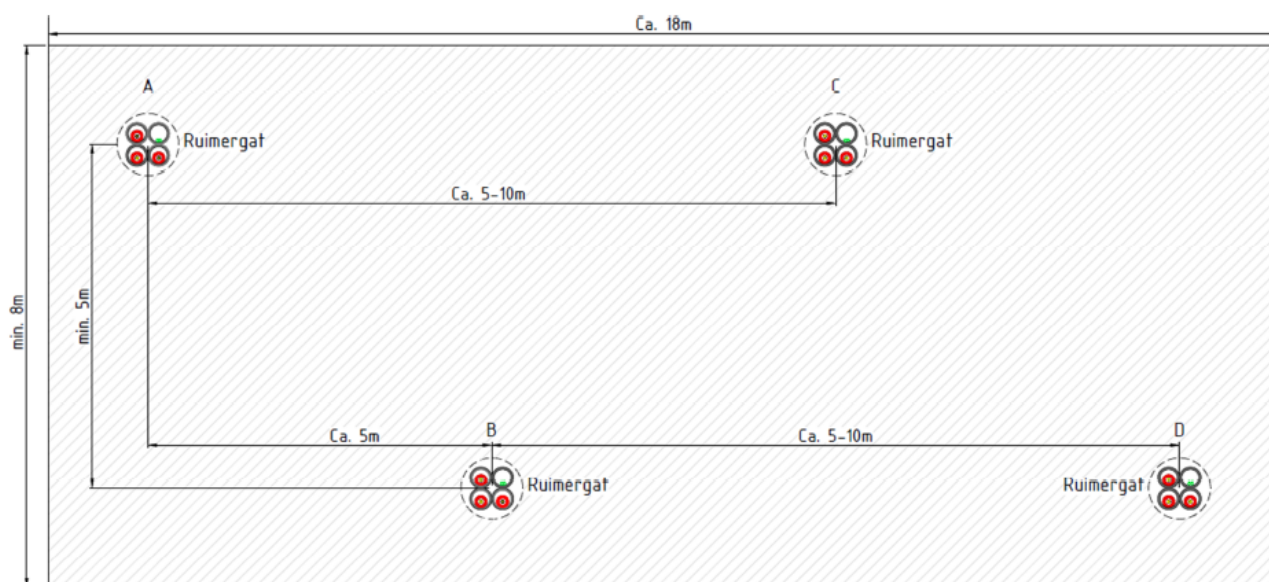
3 ONTWERP VAN DE KRUISSING

3.1 Configuratie van de kruisingen

Het betreft hier een kruising van 4 parallelle circuits met 1 kabel per fase. De kruising wordt uitgevoerd als 4 bundels h.o.h. circa 5 m van elk 4 mantelbuizen.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter	Ø 315 x 35/45 mm
Materiaal	PE 100, SDR 7 ²
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 2: Gegevens HDD 8 mantelbuis



Figuur 2: Boorconfiguratie 4 bundels

3.2 Tracé en diepteligging

De intredepunten zijn aan de oostzijde en de uitredepunten zijn aan de westzijde van de A22 en het spoor geprojecteerd. Hiervoor is gekozen, in verband met de beschikbare ruimte, voor een uitlegtracé in de richting van Park Westerhout. Het tracé ligt voor een groot gedeelte parallel aan de Provincialeweg N197.

De Provincialeweg N197 kruist de Rijksweg A22 en het hoofdspoor door middel van viaducten en een brug. Van deze viaducten zijn geen funderingsgegevens bekend. Voor de tracés van de HDD is minimale een afstand van circa 4,45 m (hemelsbreed gemeten van de aangeleverde ondergrond) tot aan het viaduct en een diepte van circa 30,60 m minus maaiveld aangehouden. Het hoofdspoor kruist het Noordzeekanaal doormiddel van een spoortunnel en is verdiept aangelegd. Hierdoor kruist de N197 het spoor doormiddel van een brug. Van zowel de tunnelbak als de brug zijn geen funderingsgegevens bekend. De minimale diepte van de boringen ter plaatse van de kruising met de tunnelpak is circa 23,60 m minus bodem tunnelbak.

Er is gekozen voor een in- en uitredehoeken van 16°. De minimale diepte van de as van het boortracé, onder de A22 en het Spoor, is circa N.A.P. -34,20 m, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 36,10

² Zie hoofdstuk 4.2.

m onder de Rijksweg A22 en een minimale diepte van minimaal 20,95 m onder Bovenkant Spoor (BS). Hiermee wordt voldaan aan de dekkingseis (>16 m) van het “Witte boekje”.

Om risico's van een blow-out te verkleinen dan wel te voorkomen dient, voor uitvoering, bij de betrokkende partijen te worden geïnformeerd of er funderingsgegevens bekend zijn van de kunstwerken. Indien deze niet bekend is, is het verstandig een sondering nabij de kunstwerken uit te voeren om een inschatting te kunnen maken van het paalpuntniveau van de huidige kunstwerken. Advies is een minimale afstand van 5 m aan te houden tot de funderingen.

3.3 In- en uittredepunt

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat deze buiten de veiligheidszone van de wegen en spoor liggen. Bovendien zijn in- en uittredepunt van de boring zo gekozen, dat kan worden voldaan aan de diepte eis t.a.v. de te kruisen wegen, sporen en leidingen. De boringen worden vanaf het maaiveld ingezet, alleen voor de opvang van de boorspoeling worden ter plaatse van het in- en uittredepunt werkputten gegraven met afmetingen van circa 3,0 x 3,0 x 1,5 m, e.e.a. door de booraannemer nader te bepalen. De ontgravingen t.b.v. de moflocaties aan weerszijde van de HDD zijn in deze rapportage niet meegenomen.

3.4 Kabels en leidingen

De relevante kabels en leidingen zijn op de situatie tekening aangegeven. Vlak voor uitvoering dient er een KLIC-melding te worden gedaan en moet er ter plaatse van de in- en uittredepunten een proefsleuf worden gegraven.

4 LEIDINGBEREKENING

4.1 Algemeen

De sterkteberekening van de maatgevende bundel in de kruising is uitgevoerd met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers B.V. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 4 opgenomen.

4.2 Sterkteberekening

In de sterkteberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de importantiefactor (*voorheen schadefactor S*) is volgens artikel 6.5 en bijlage B van NEN 3651:2012 een waarde van 1 aangehouden;
- In verband met uitvoerbaarheid en beschikbare ruimte is gekozen voor verticale bochtstralen van 400 m en 600 m (HDD 8C) met in- en uittredehoeken van 16°;
- In de kruisingen zijn drie horizontale bochtstralen van 1000 m toegepast;
- Tijdens het intrekken **moeten** de leidingen 100% worden gevuld met water, dit om de spanningen in de leiding tijdens de uitvoeringsfase te verkleinen.

Uit een eerste berekening is gebleken dat de optredende spanningen van de mantelbuizen uitgevoerd in PE 100, SDR 9 hoger zijn dan de toelaatbare spanningen van het materiaal. Hiervoor is er gekozen om voor de mantelbuizen SDR 7 toe te passen.

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen:

- Kruising HDD 8, Ø 315 mm, PE 100, SDR 7, wanddikte = 45 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie • leiding 100% gevuld	$\sigma_x = 3,70$	10
2 gebruiksfase	$\sigma_x = 0,42$ $\sigma_y = 7,36$	8

Tabel 3: Spanning in de leidingen

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ($< 8 \% \times D_{inw}$). De optredende deflectie is circa 7,51 mm $<$ 21,60 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 150 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. De maximale trekkracht van deze leiding bedraagt 309 kN. Indien meer dan 54,25 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van -2,0 meter minus maaiveld is er maximaal circa 40 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De HDD mantelbuizen voldoen, indien 100 % gevuld, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt PE 100, Ø 315 mm, SDR 7 toegepast.

5 GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES

5.1 Boorspoeldrukken

Om bij het uitvoeren van de gestuurde boringen uitbraak van de boorvloeistof te voorkomen, mag de boorspoeldruk niet boven circa 90 % van de maximale druk c.q. limietdruk uitkomen. In de sterkte berekeningen (zie Bijlage 4), is voor een aantal punten in het boortracé de maximaal toelaatbare en minimaal benodigde muddruk bepaald tijdens het boorproces. Uit de grafische weergave van de berekening blijkt dat er risico op muduitbraak is nabij de in- en uittredepunten van de boring. Om het risico op muduitbraak te beperken, dienen de muddrukken en de voortgangssnelheid hierop te worden aangepast.

5.2 Kwelsituatie

Bij een HDD moet volgens NEN 3651:2012 onderzoek worden gedaan naar langloopsheid (kwel) op de (middel)lange termijn onder een waterkering.

In hoofdstuk 2.5 zijn de volgende (grond)waterstanden geïventariseerd:

- De minimaal aangehouden(freatische) grondwaterstand van circa N.A.P. -1,30 m aan de westzijden.
- De minimaal aangehouden(freatische) grondwaterstand van circa N.A.P. -2,20 m aan de oostzijden.
- De stijghoogte in het watervoerend pakket varieert tussen circa N.A.P. -1,00 à -2,00 m.

Er kunnen twee kwelsituaties voorkomen voordoen, die hierna zijn beschreven.

5.3 Kwel uit het watervoerende pakket

De boring ligt in het watervoerend pakket. Het diepste punt van de boring ligt op circa N.A.P. -40,00 m. Volgens het DINOloket is ter plaatse een stijghoogte te verwachten van circa N.A.P. -1,00m /-2,00 m.

De waterpeilen ter plaatse zijn:

- Ten westen van de boring 8 N.A.P. w.p. -1,30 m,
- Ten oosten van de boring 8 N.A.P. wp. -2,20 m.

Uit bovenstaande blijkt dat er aan de oostkant van de A200 een geringe kans op kwel is.

Het diepste punt van de boring is circa N.A.P. -40,0 m en ligt daarmee circa 20 m in het 1^{ste} watervoerende pakket. De stijghoogte in het watervoerende pakket bedraagt volgens het DINOloket circa N.A.P. -2,00 m, het laagste peil aan de oostzijde van het kanaal is circa N.A.P. -2,20 m, zodat er sprake is van een kwelsituatie.

De overdruk op N.A.P. -2,20 m bedraagt dus circa $0,2 \text{ mwk} = 2 \text{ kN/m}^2$. In de boorgang start vanaf circa 19 m (onderkant van het Holocene pakket) dus circa 17,80 m bentoniet. Bij een volume gewicht van de boorvloeistof van $11,1 \text{ kN/m}^3$ kan een overdruk worden opgenomen van $17,80 \times (11,1-10) = 19,58 \text{ kN/m}^2$.

Minimaal benodigd is $2 / 1,1 = 1,80 \text{ m}$ boorvloeistof nodig om $0,2 \text{ m}$ overdruk op te kunnen nemen, aanwezig is circa $17,80 \text{ m}$ boorvloeistof zodat voldoende veiligheid aanwezig is.

5.4 Kwel van polder naar polder

Ten gevolge van een peilverschil aan weerszijden van de A22/hoofdspoor kan kwel langs de leiding ontstaan.

Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping): $\sum Lv + \sum \alpha \cdot Lh \geq Cl \cdot h$ (absolute toetsing), waarin:

$Cl = 7$ (fijn zand);

$h = \text{hier } 2,20-1,30 = 1,1 \text{ m}$ (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunt);

$\sum Lv = 0$ (totaal van de verticale kwelwegen);

α = (weegfactor tussen 0 en 1/3 voor de weerstand in de boorgang. Voor de berekening houden we hier een minimale weerstand in de boorgang van $\alpha = 0,1$ aan

ΣL_h = lengte horizontale kwelweg= 945 m (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$0,1 \times 945 \geq 7 \times 1,1 \rightarrow 94,5 \geq 7,7$ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang, een en ander zoals in principe is omschreven onder par. 5.3. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. de uiteinde deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.

6 UITVOERINGSASPECTEN

6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water

Volgens de grondwaterkaart van TNO is er sprake van brak tot zout grondwater. Voor uitvoering van de boring dient het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater te worden bepaald. De kwaliteit van het toegepaste bentoniet dient te worden afgestemd op het zoute grondwater. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de bentoniet tijdens de uitvoering en op de langere termijn.

6.2 Controle en registratie tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering wordt steeds per boorstang-lengte de boorkop gecontroleerd en indien nodig bijgestuurd. De toegepaste methode voor controle van richting en diepte wordt door de booraannemer bepaald en dient de goedkeuring van de directie te hebben. Hoofdmeetsysteem dient te bestaan uit een optische gyrotool. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de aard van de te kruisen objecten en de diepte van de boringen heeft een geavanceerd systeem hier de voorkeur.

Voor de maximale afwijkingen zijn we uit gegaan van:

- In het boortracé +0,5 m en -0,5 m horizontaal en verticaal;
- Bij het uittredepunt +1 m en -1 m in de lengterichting van de boring.

De registratie van meetgegevens tijdens de uitvoering dient te geschieden volgens artikel 9.2 (keuring en inspectie) en 10.2 (revisietekening) van NEN 3651:2012. Daarnaast dient door de booraannemer een monitoringsplan te worden opgesteld conform eisen van Rijkswaterstaat en ProRail. Na gereedkomen van de boring moeten de revisiegegevens worden verwerkt en aan de vergunningverleners en opdrachtgever worden aangeleverd.

6.3 Keuring en inspectie

Voor het intrekken van de leidingen worden alle lassen van de mantelbuis gekeurd door een door de directie goedgekeurde instantie en volgens de voorschriften beoordeeld. Alle inwendige lasrillen dienen te worden verwijderd.

Zowel vóór het intrekken van de leidingen als na het intrekken (en voor ingebruikname) wordt de kruising op sterkte beproefd volgens artikel 9.7 van NEN 3651:2012.

De sterktebeproevingdruk bedraagt 0,4 MPa, of volgens de eisen die TenneT aan de beproeving van de leidingen stelt, een en ander in overleg met TenneT.

6.4 Uitvoeringseisen

Voor het uitvoeren van de boringen wordt verwezen naar de standaards van TenneT.

Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de booraannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van NEN 3650/3651:2012, Richtlijnen boortechnieken (januari 2004 van Rijkswaterstaat) en het "Witte boekje" (uitgave 2002 van Rail infrabeheer).

Voor de materiaal en uitvoeringseisen, aanvullingen en -verdichtingen en overige civieltechnische werkzaamheden dient een bestek te worden opgesteld en de Standaard RAW bepalingen (Standaard 2015) van toepassing dient te worden verklaard.

7 CONCLUSIE EN ADVIES

Geadviseerd wordt voor HDD8 de leidingen in de kruising uit te voeren in PE 100, SDR 7.

Voor de backfill moeten de aanbevelingen uit het g-waarden onderzoek worden overgenomen, de verdichtingsgraad van de backfill dient hetzelfde te zijn als de omringend grondslag.

De mantelbuizen dienen voor en na de uitvoering te worden gevuld met schoonwater (of door de opdrachtgever goed te keuren medium). Na installatie van de kabels dienen de mantelbuizen lucht en waterdicht te worden afgesloten. Dit ter voorkoming van kwelwater door de mantelbuizen. Aan beide zijden van de boringen dient volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012 een kleikist met kwelscherm aan te worden gebracht. Ten behoeve van de op te vullen ruimte buiten de mantelbuizen dient de booraannemer gebruik te maken van door de opdrachtgever goed te keuren medium.

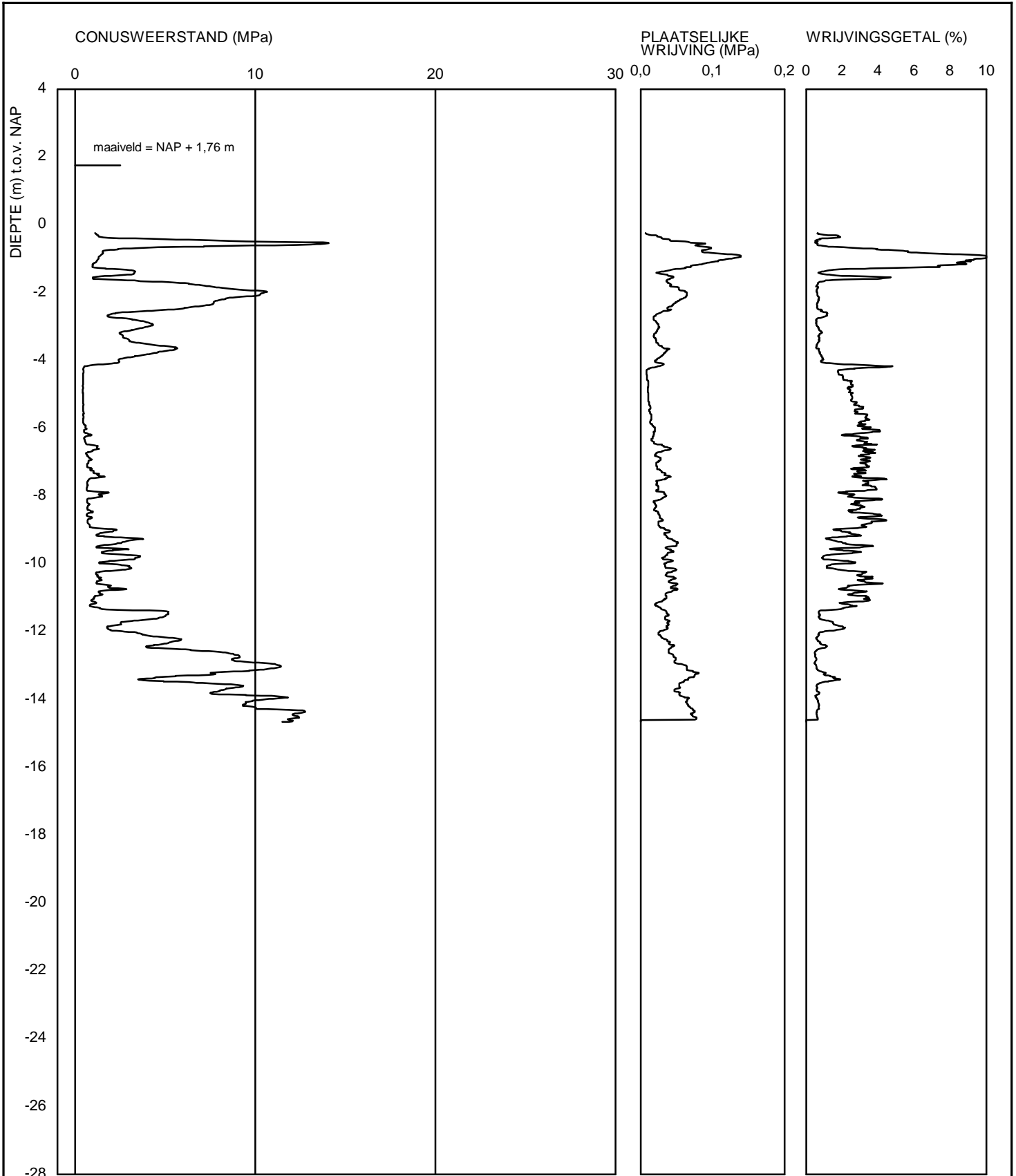
BIJLAGEN

Bijlage 1: Tekening vergunning-108-A-B-C-D

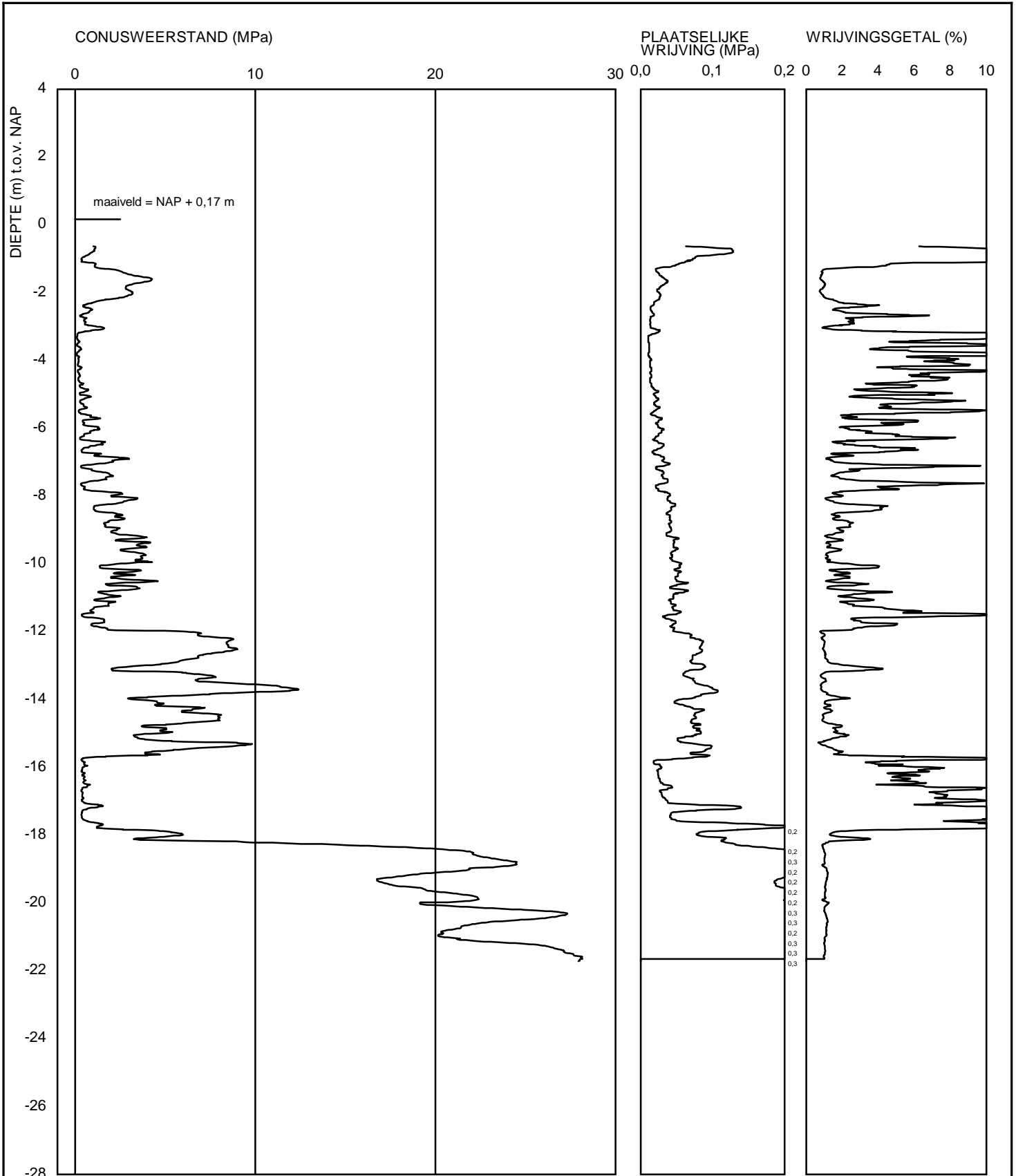
Bijlage 2: Sonderingen

Bijlage 3: Gegevens grondwater

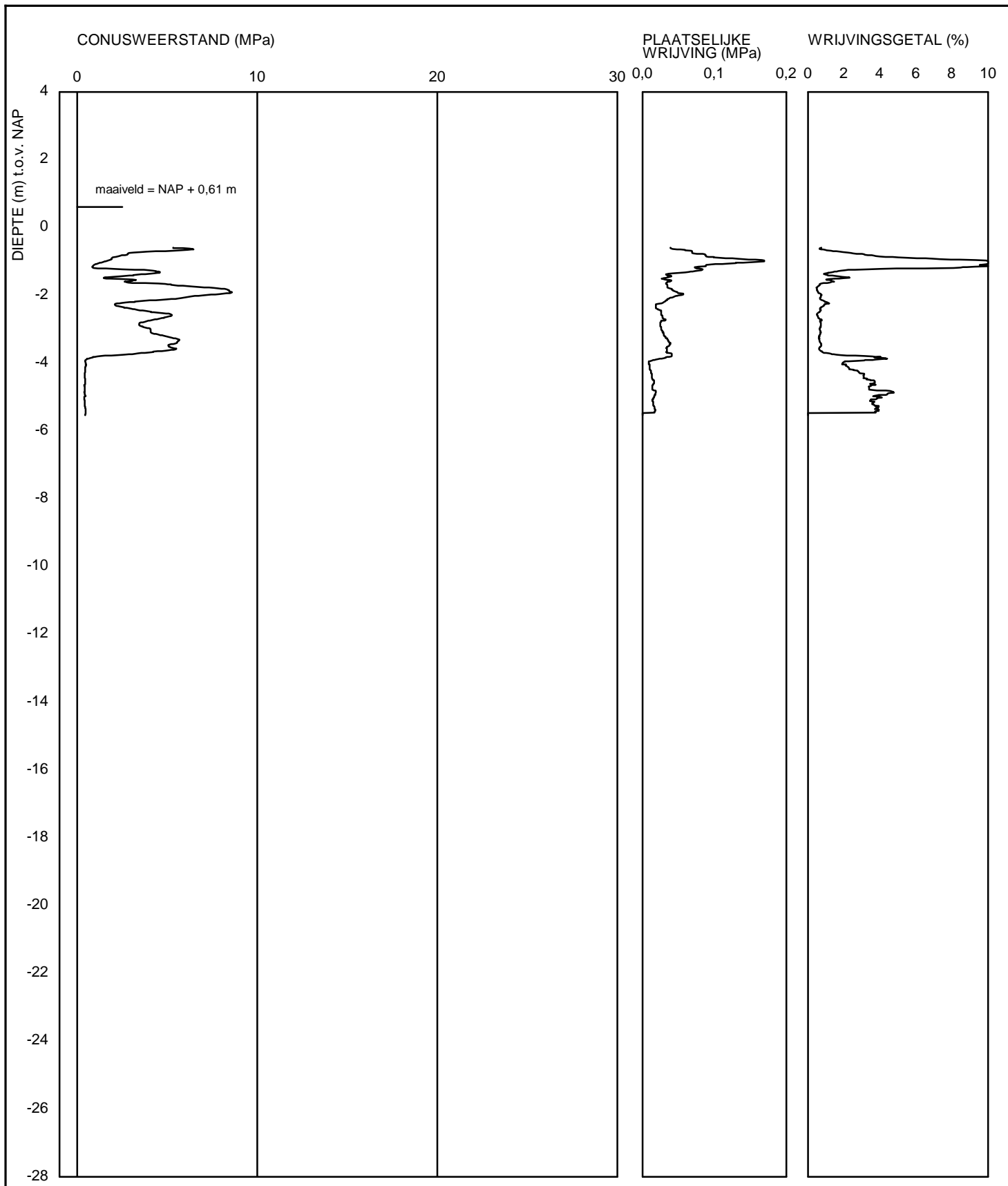
Bijlage 4: Sterkteberekening HDD 8



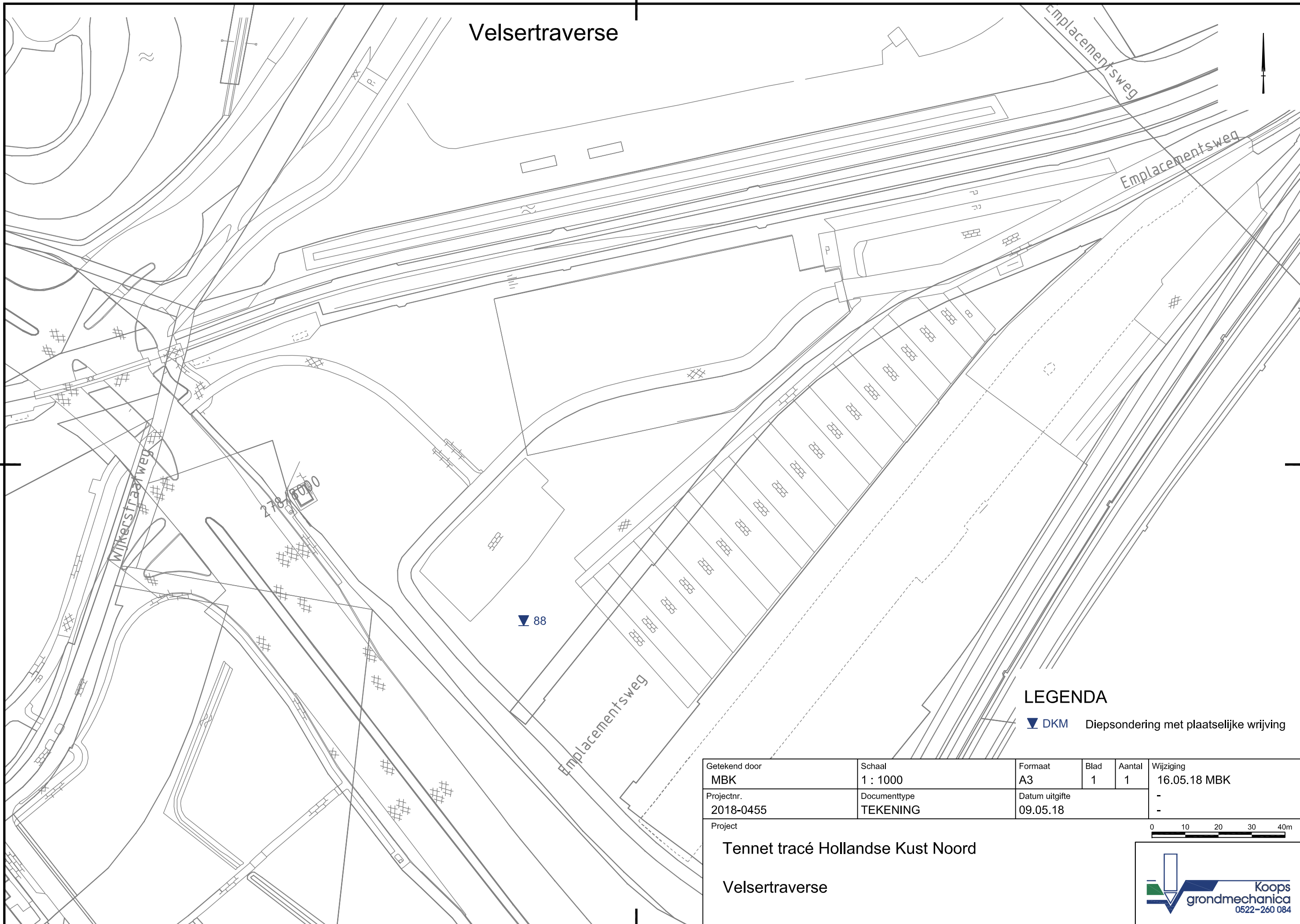
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 2015-09-08	get. -
-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4
Sondering CPT00000081987				



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum	get.
			2009-02-27	-
- -			BRO-/	gez.
			BIJL. -	form. A4
Sondering CPT00000081990				



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 2015-09-08	get. -
-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4
Sondering CPT00000081991				



Velsertraverse

Emplacementsweg

Emplacementsweg

Wikerstraatweg

▼ 88

Emplacementsweg

LEGENDA

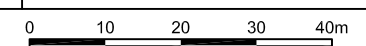
▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving

Getekend door MBK	Schaal 1 : 1000	Formaat A3	Blad 1	Aantal 1	Wijziging 16.05.18 MBK
Projectnr. 2018-0455	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 09.05.18	-		

Project

Tennet tracé Hollandse Kust Noord

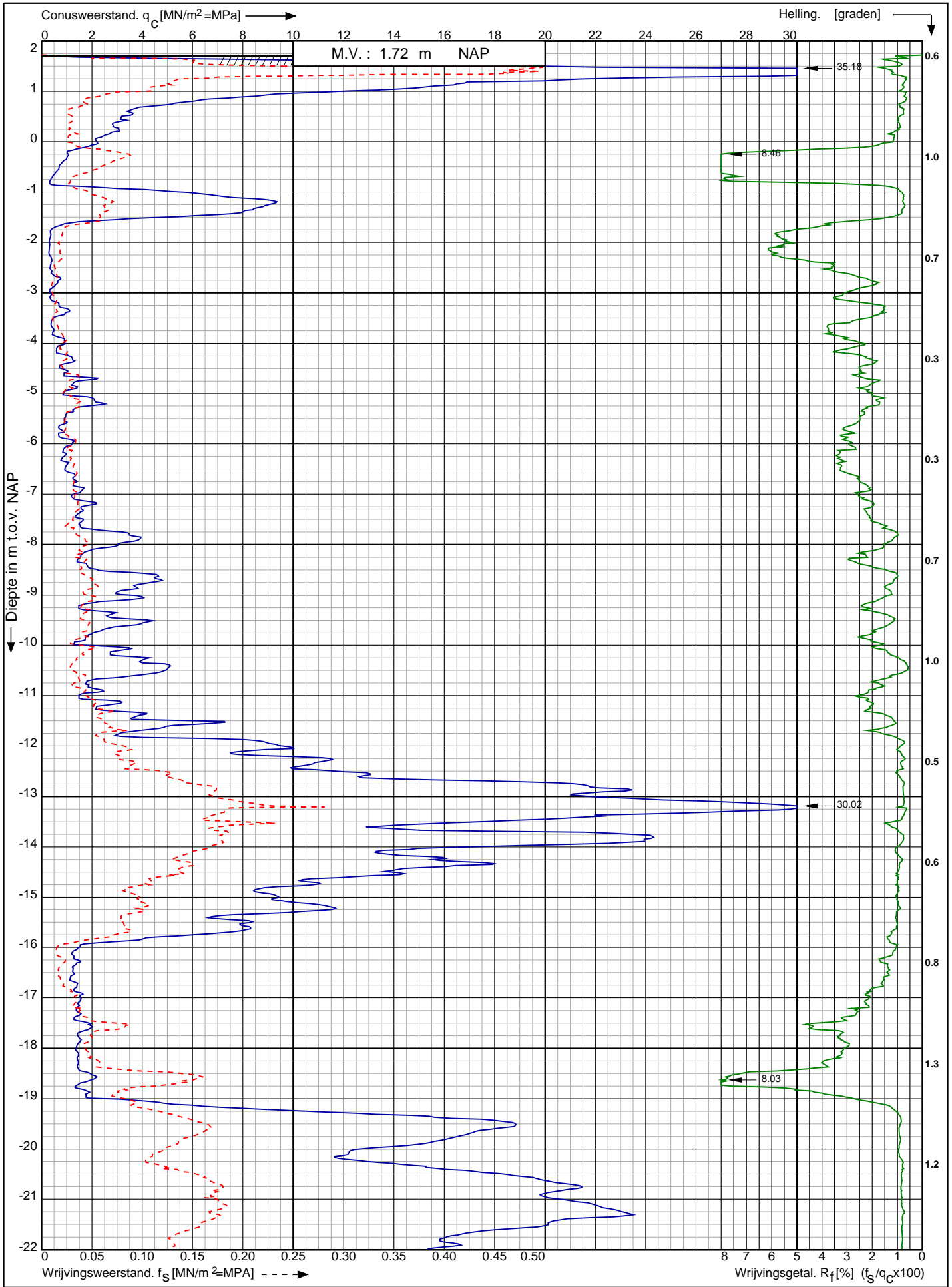
Velsertraverse



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

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



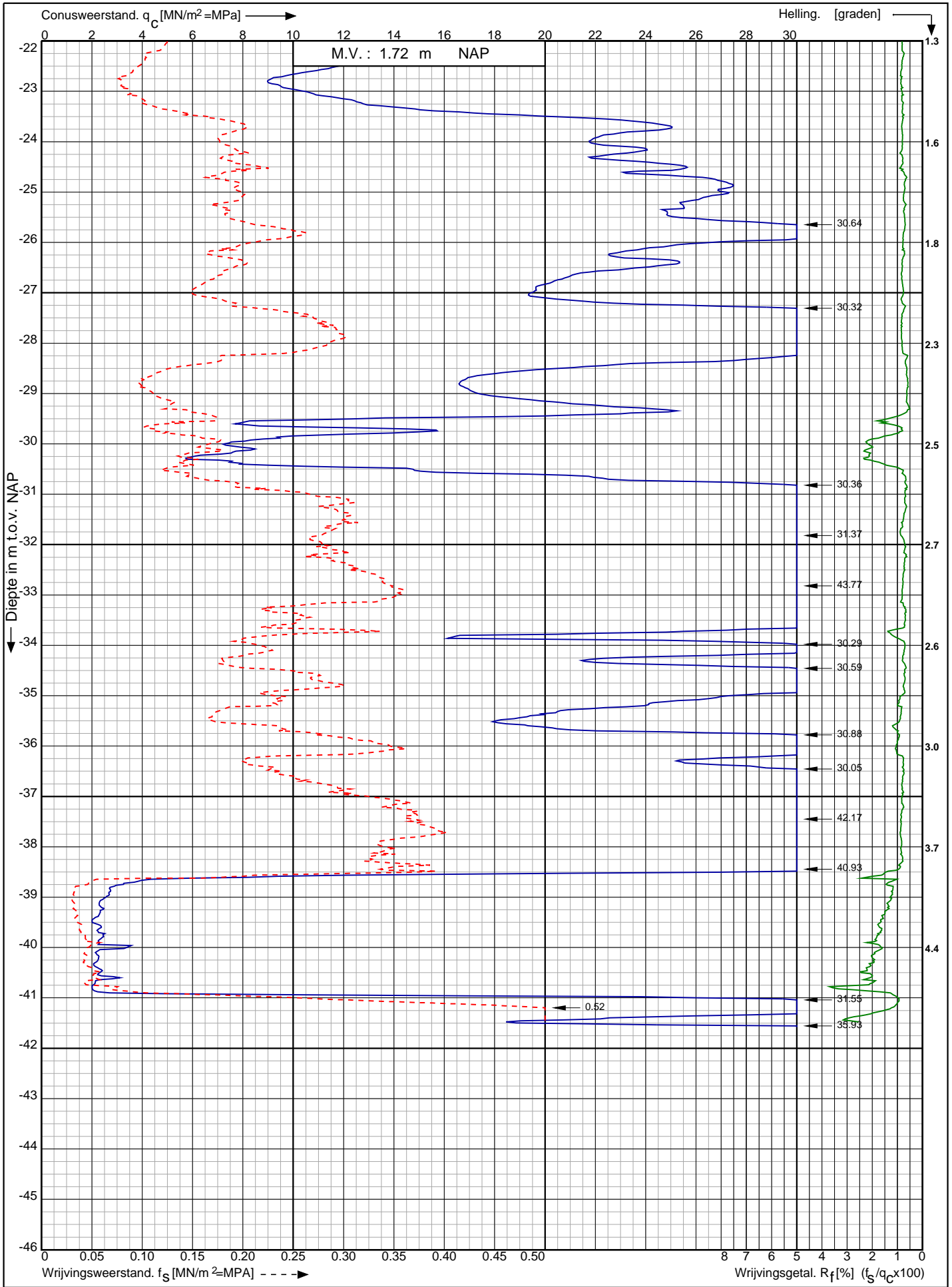
Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455
Datum uitv. : 15-5-2018
Sond. nr. : 88



RD-coördinaten : X = 104964.86 Y = 498918.24

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

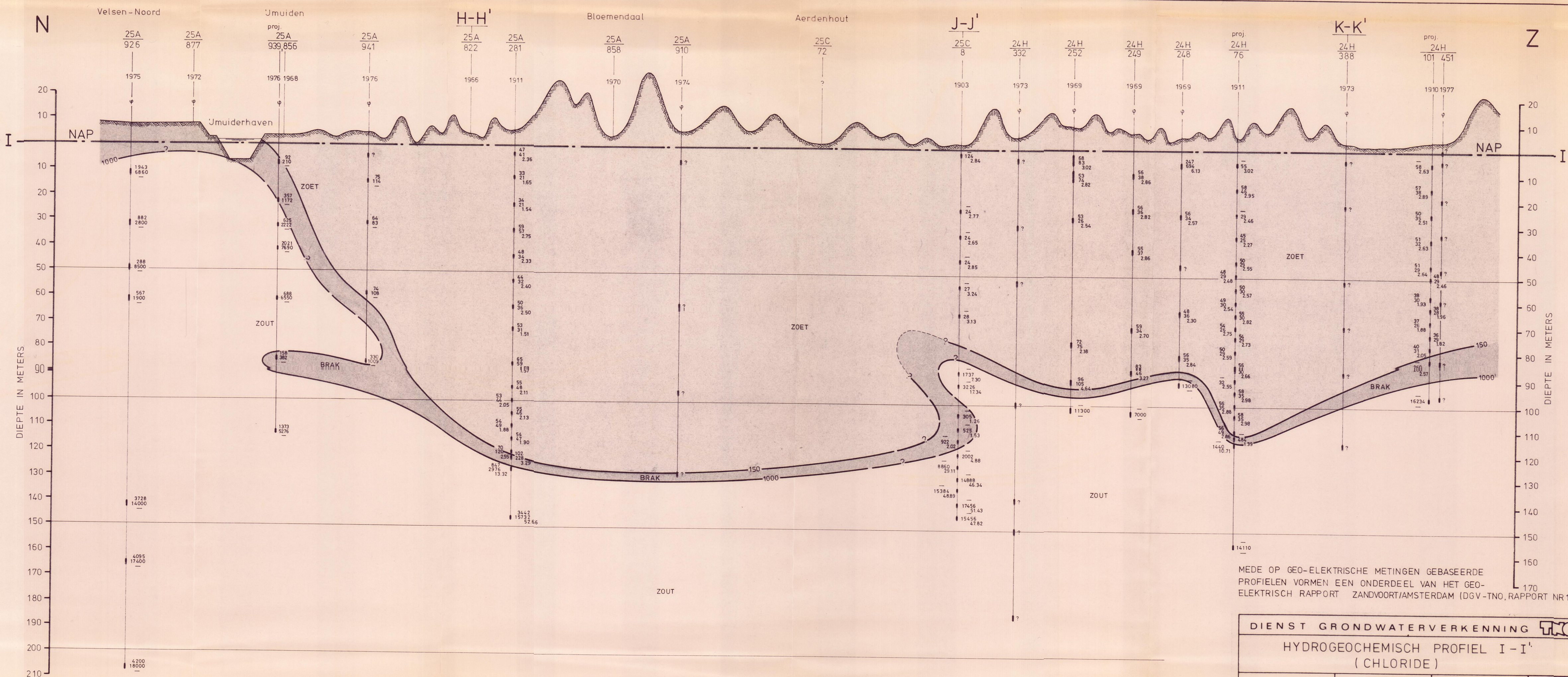


Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455
 Datum uitv. : 15-5-2018
 Sond. nr. : 88



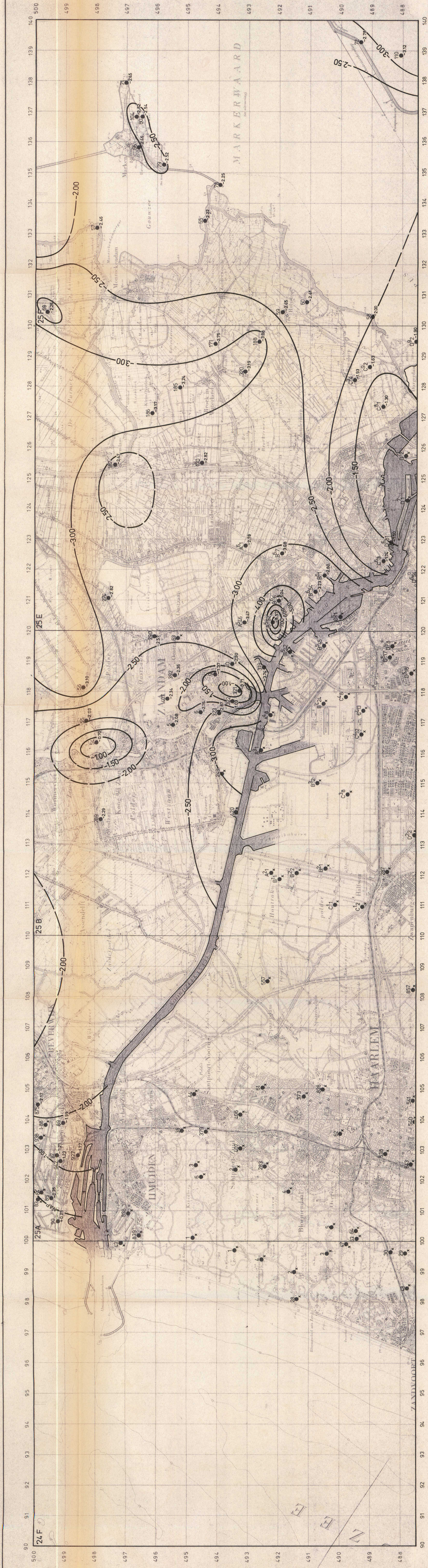
RD-coördinaten : X = 104964.86 Y = 498918.24



MEDE OP GEO-ELEKTRISCHE METINGEN GEBASEERDE
 PROFIELEN VORMEN EEN ONDERDEEL VAN HET GEO-
 ELEKTRISCH RAPPORT ZANDVOORT/AMSTERDAM (DGV-TNO, RAPPORT NR 119)

DIENST GRONDWATERVERKENNING TNO			
HYDROGEOCHEMISCH PROFIEL I-I' (CHLORIDE)			
1979	SCHAAL	KAARTBLAD	BULAGE
	H 1: 50000 - V 1:1000	24 oost, 25 west / oost	24

VOOR LEGENDA ZIE BIJLAGE 20



DIENT GRONDWATERVERKENNING

ISOHYPSEN VAN HET GRONDWATER IN HET EERSTE WATERVOEREND
 PAKKET TEN NOORDEN VAN HET NOORDEKANAAL IN METERS
 T.O.V. NAP OMSTREEKS 14 NOVEMBER 1977

1979

SCHAAL 1 : 50 000

KAARTBLAD 24 oost, 25 west / oost

BULAGE 17

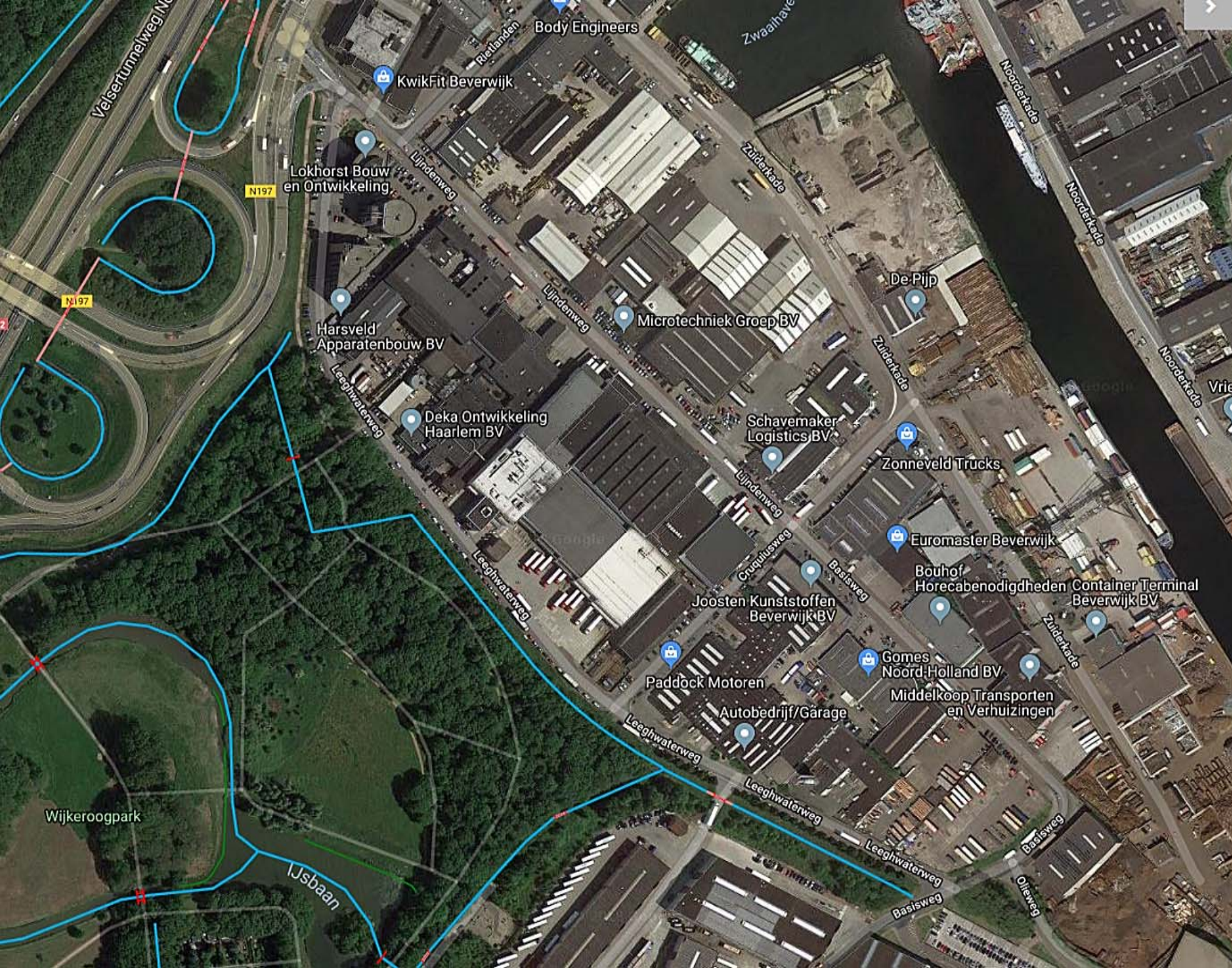
LEGENDA:

56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO

A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam

-3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP (gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m³)

— Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP



Leggerrapp

Oppervlaktewaterl

Algemeen

- Code
- Categorie
- Peilgegevens*
- Vast peil
- Zomerpeil
- Winterpeil
- Onderhoudsplicht
- Buitengewoon onder
- Baggeren
- Gewoon nat onderh
- Gewoon droog onder

Afmetingen vastge

- Bodembreedte
- Bodemhoogte
- Talud links
- Talud rechts
- Bodembreedte breed

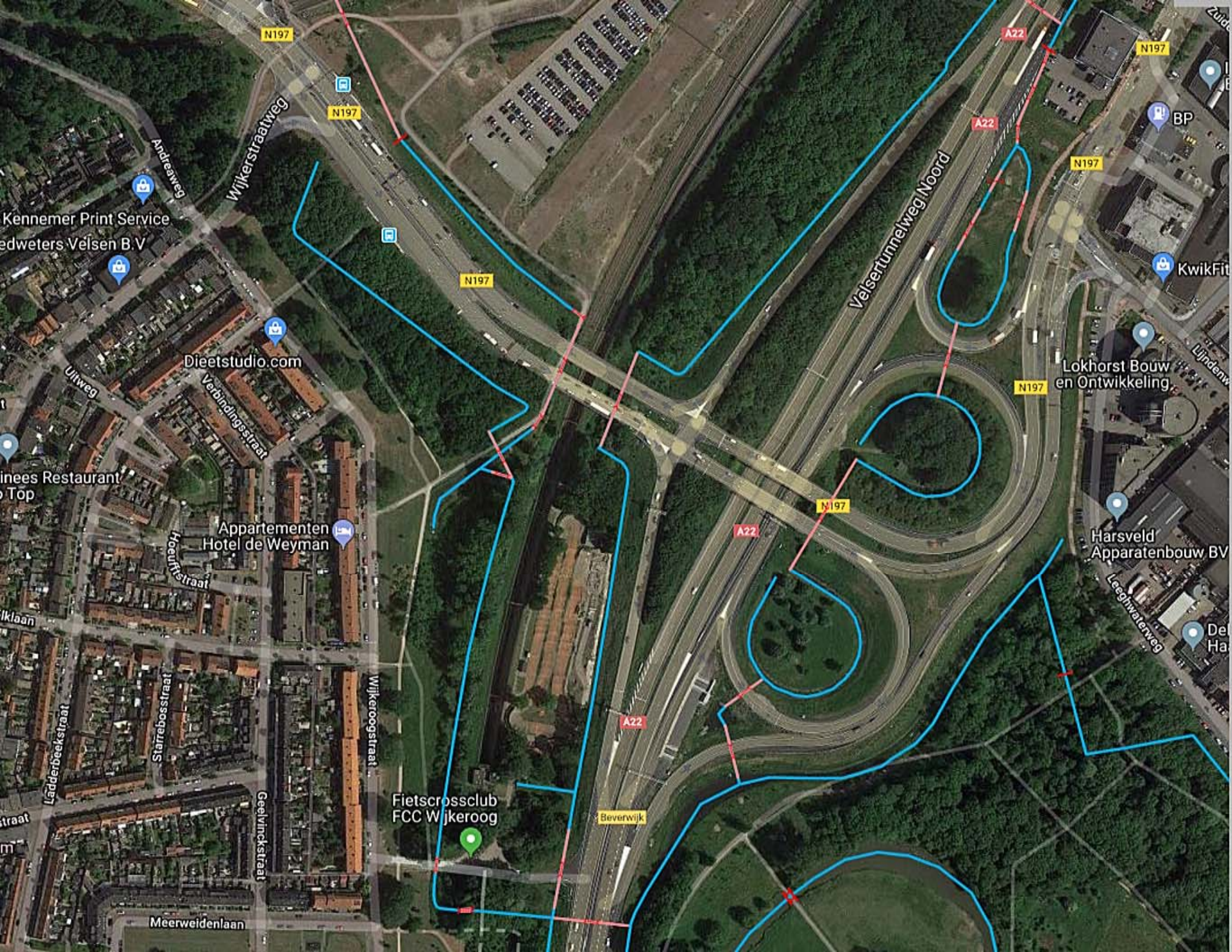
Bodemhoogte breed

Gemiddelde waterb

* Peilgegevens worden n

Er kunnen geen rechten
peilgegevens
** Zie "Toelichting legger

INFORMATIE



Leggerra

Oppervlakte

Algemeen

Code

Categorie

Peilgegevens*

Vast peil

Zomerpeil

Winterpeil

Onderhoudsplan

Buitengewoon

Baggeren

Gewoon nat on

Gewoon droog

Afmetingen va

Bodembreedte

Bodemhoogte

Talud links

Talud rechts

Bodembreedte

Bodemhoogte b

Gemiddelde wa

* Peilgegevens wor

Er kunnen geen rec

peilgegevens

** Zie "Toelichting

INFORMATIE

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)		
Projectonderdeel	: HDD 8, PE100 SDR7 Ø315 mm, HSD		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 315,00	mm
Wanddikte	d _n	= 45	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitredelingshoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,471	N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,471	N/mm ¹
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 950	mm
Diameter boorstang	D _b	= 114	mm
Totale lengte	L	= 943,46	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 69,04	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 103,88	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 591,97	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 103,88	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 74,69	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 400,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 372,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 372,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 16,00 / 28,67	° / %
Uitrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 16,00 / 28,67	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
		29-08-2018 11:20:54	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
3e rechte deel	69,04	20,65	2,00	Klei	18,00	20,00	32,00
Rv2	172,92	35,10	2,00	Klei	18,00	20,00	32,50
Ad4	488,00	33,88	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Ad3	512,53	40,25	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Ad2	555,83	40,16	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Ad1	630,63	35,14	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Sd4	683,43	35,27	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Sd3	709,63	41,10	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Sd2	720,73	40,85	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Sd1	744,83	33,31	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Rv	764,88	33,75	2,00	Klei	18,00	20,00	32,50
Tw4	785,58	34,85	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Tw3	785,63	29,80	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Tw2	795,71	29,30	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Tw1	795,76	34,15	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50
1e rechte deel	868,77	21,60	2,00	Zand	18,00	20,00	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
3e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
Rv2	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek I
Ad4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Ad3	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
Ad2	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
Ad1	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Sd4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Sd3	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
Sd2	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Sd1	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II
Rv	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II
Tw4	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Tw3	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek I
Tw2	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek I
Tw1	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 225,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 270,00	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 315,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 157,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 112,50	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 135,00	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 357.489.191,16	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 2.269.772,64	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 7.593,75	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 337,50	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 38.170,35	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,3645	N/mm ¹

3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,3645 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,3645 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,471 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,471 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,8355 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,8355 \text{ N/mm}^1$

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds*4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld*

Trekkraft T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	943,46	141.892
Na 1 ^e deel intrekken	868,77	130.659
Na 2 ^e deel intrekken	764,89	115.036
Na 3 ^e deel intrekken	172,92	26.006
Na 4 ^e deel intrekken	69,04	10.383

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,8355 \cdot 0,1$$

4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	141.892	3,72
Na 1 ^e deel intrekken	130.659	3,42
Na 2 ^e deel intrekken	115.036	3,01
Na 3 ^e deel intrekken	26.006	0,68
Na 4 ^e deel intrekken	10.383	0,27

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{38.170,35}$$

4.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191}{400.000} = 958.517,89 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{958.517,89}{2.269.773} = \mathbf{0,42 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	3,72	3,99
Na 1 ^e deel intrekken	3,42	3,70
Na 2 ^e deel intrekken	3,01	3,29
Na 3 ^e deel intrekken	0,68	0,96
Na 4 ^e deel intrekken	0,27	0,55

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,42 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat*5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand*

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 989,60 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,836 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 315,00^2 \cdot \pi/4 = 0,896 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,0607 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	74,69	8.284	-
2 ^e deel intrekken	178,57	-	19.805
3 ^e deel intrekken	770,54	85.460	-
4 ^e deel intrekken	874,42	-	96.981
Geheel ingetrokken	943,46	104.639	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,0607 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,0607 \cdot 0,2)$

5.3 Berekening van de vereiste trekkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Rv2	0,0014	372	0,0021	1.077
Tw4	0,0014	372,0	0,0021	1.077
Tw3	0,0014	372,0	0,0021	1.077
Tw2	0,0014	372,0	0,0021	1.077
Tw1	0,0014	372,0	0,0021	1.077

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$Q_r = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 315 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

5.4 Berekening van de wrijving door bochtcracht T_{3c}

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	115.036	19.805	1.077	-	135.917
Opgaande bocht	10.383	96.981	1.077	1.077	109.518

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max} + T_{3a,op} + T_{3b,op,max}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,00	135.917	13.620
Opgaande bocht	8,00	109.518	10.974

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	130.659	8.284	-	-	-	-	138.942
2 ^e deel intrekken	115.036	19.805	1.077	13.620	-	-	149.537
3 ^e deel intrekken	26.006	85.460	1.077	13.620	-	-	126.163
4 ^e deel intrekken	10.383	96.981	1.077	13.620	1.077	10.974	134.112
Geheel intrekken	0	104.639	1.077	13.620	1.077	10.974	131.386

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b,neer,max} + T_{3c,neer} + T_{3b,op,max} + T_{3c,op}$$

5.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkraften in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
1 ^e deel intrekken	138.942	3,64
2 ^e deel intrekken	149.537	3,92
3 ^e deel intrekken	126.163	3,31
4 ^e deel intrekken	134.112	3,51
Geheel intrekken	131.386	3,44

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{38.170,35}$$

5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat

5.7.1 Neergaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191,16}{0,9 \cdot 372.000} = 1.457.505,21 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.457.505,21}{2.269.772,64} = \mathbf{0,64 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191,16}{0,9 \cdot 372.000} = 1.457.505,21 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.457.505,21}{2.269.772,64} = \mathbf{0,64 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	138.942	3,64	-	3,64
Na 1 ^e deel intrekken	149.537	3,92	0,64	4,34
Na 2 ^e deel intrekken	126.163	3,31	-	3,31
Na 3 ^e deel intrekken	134.112	3,51	0,64	3,93
Na 4 ^e deel intrekken	131.386	3,44	-	3,44

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{38.170,35} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase*6.1 Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk*

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Q_{droog} [kN/m ²]	Q_{nat} [kN/m ²]	Q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
3e rechte deel	20,65	2,00	Klei	39,60	410,30	449,90	82,97
Rv2	35,10	2,00	Klei	39,60	728,20	767,80	137,59
Ad4	33,88	2,00	Zand	39,60	701,36	740,96	132,98
Ad3	40,25	2,00	Zand	39,60	841,50	881,10	157,06
Ad2	40,16	2,00	Zand	39,60	839,52	879,12	156,72
Ad1	35,14	2,00	Zand	39,60	729,08	768,68	137,74
Sd4	35,27	2,00	Zand	39,60	731,94	771,54	138,23
Sd3	41,10	2,00	Zand	39,60	860,20	899,80	160,27
Sd2	40,85	2,00	Zand	39,60	854,70	894,30	159,33
Sd1	33,31	2,00	Zand	39,60	688,82	728,42	130,83
Rv	33,75	2,00	Klei	39,60	698,50	738,10	132,49
Tw4	34,85	2,00	Zand	39,60	722,70	762,30	136,65
Tw3	29,80	2,00	Zand	39,60	611,60	651,20	117,56
Tw2	29,30	2,00	Zand	39,60	600,60	640,20	115,67
Tw1	34,15	2,00	Zand	39,60	707,30	746,90	134,00
1e rechte deel	21,60	2,00	Zand	39,60	431,20	470,80	86,56

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
3e rechte deel	20,65	Grafiek I	1,24	0,39
Rv2	35,10	Grafiek I	0,45	0,14
Ad4	33,88	Grafiek ½ x II	0,11	0,03
Ad3	40,25	Grafiek I	0,35	0,11
Ad2	40,16	Grafiek I	0,35	0,11
Ad1	35,14	Grafiek ½ x II	0,10	0,03
Sd4	35,27	Grafiek ½ x II	0,10	0,03
Sd3	41,10	Grafiek I	0,33	0,10
Sd2	40,85	Grafiek ½ x II	0,08	0,02
Sd1	33,31	Grafiek II	0,23	0,07
Rv	33,75	Grafiek II	0,22	0,07
Tw4	34,85	Grafiek ½ x II	0,10	0,03
Tw3	29,80	Grafiek I	0,62	0,20
Tw2	29,30	Grafiek I	0,64	0,20
Tw1	34,15	Grafiek ½ x II	0,11	0,03
1e rechte deel	21,60	Grafiek II	0,50	0,16

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 315$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
3e rechte deel	✓	82,97	0,39	83,36	1.989,49 ⁽¹⁾	5,89
Rv2	✓	137,59	0,14	137,73	3.304,15 ⁽¹⁾	9,79
Ad4	✓	132,98	0,03	133,02	3.190,94 ⁽¹⁾	9,45
Ad3	✓	157,06	0,11	157,17	3.770,35 ⁽¹⁾	11,17
Ad2	✓	156,72	0,11	156,83	3.762,20 ⁽¹⁾	11,15
Ad1	✓	137,74	0,03	137,78	3.305,14 ⁽¹⁾	9,79
Sd4	✓	138,23	0,03	138,27	3.316,92 ⁽¹⁾	9,83
Sd3	✓	160,27	0,10	160,38	3.847,32 ⁽¹⁾	11,40
Sd2	✓	159,33	0,02	159,35	3.822,72 ⁽¹⁾	11,33
Sd1	✓	130,83	0,07	130,90	3.140,13 ⁽¹⁾	9,30
Rv	✓	132,49	0,07	132,56	3.179,99 ⁽¹⁾	9,42
Tw4	✓	136,65	0,03	136,68	3.278,85 ⁽¹⁾	9,72
Tw3	✓	117,56	0,20	117,75	2.824,82 ⁽¹⁾	8,37
Tw2	✓	115,67	0,20	115,87	2.779,63 ⁽¹⁾	8,24
Tw1	✓	134,00	0,03	134,04	3.215,41 ⁽¹⁾	9,53
1e rechte deel	✓	86,56	0,16	86,72	2.080,34 ⁽¹⁾	6,16

Indien horizontale steundruk: $M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$ (1)

$$M_q = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{337,50}$$

6.6 Optredende spanning σ_{qr} t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Rv2	372	0,0021	0,056
Tw4	372,0	0,0021	0,056
Tw3	372,0	0,0021	0,056
Tw2	372,0	0,0021	0,056
Tw1	372,0	0,0021	0,056

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{337,50}$$

6.7 Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{7.593,75}{270^3} = 0,376 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{376,16 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²**

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 7.593,75}{270,00^3} = 7,16 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 7.593,75}{270,00^3} = 1,29 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **128,60 m** grondwater boven de leiding

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen*9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
3e rechte deel	5,89	-	0,65	3,83
Rv2	9,79	0,056	0,65	6,40
Ad4	9,45	-	0,65	6,15
Ad3	11,17	-	0,65	7,26
Ad2	11,15	-	0,65	7,25
Ad1	9,79	-	0,65	6,37
Sd4	9,83	-	0,65	6,39
Sd3	11,40	-	0,65	7,41
Sd2	11,33	-	0,65	7,36
Sd1	9,30	-	0,65	6,05
Rv	9,42	-	0,65	6,12
Tw4	9,72	0,056	0,65	6,35
Tw3	8,37	0,056	0,65	5,48
Tw2	8,24	0,056	0,65	5,39
Tw1	9,53	0,056	0,65	6,23
1e rechte deel	6,16	-	0,65	4,01

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_x [N/mm ²]
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Rv2	0,00	0,00	0,64	0,65	0,42
Ad4	0,00	0,00	-	-	0,00
Ad3	0,00	0,00	-	-	0,00
Ad2	0,00	0,00	-	-	0,00
Ad1	0,00	0,00	-	-	0,00
Sd4	0,00	0,00	-	-	0,00
Sd3	0,00	0,00	-	-	0,00
Sd2	0,00	0,00	-	-	0,00
Sd1	0,00	0,00	-	-	0,00
Rv	0,00	0,00	-	-	0,00
Tw4	0,00	0,00	0,64	0,65	0,42
Tw3	0,00	0,00	0,64	0,65	0,42
Tw2	0,00	0,00	0,64	0,65	0,42
Tw1	0,00	0,00	0,64	0,65	0,42
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q _n [N/mm ¹]	Q _v [N/mm ¹]	Q _r [N/mm ²]	δ _y [mm]	δ _y /D _g [%]
3e rechte deel	82,97	0,39	-	3,86	1,43
Rv2	137,59	0,14	0,0021	6,45	2,39
Ad4	132,98	0,03	-	6,23	2,31
Ad3	157,06	0,11	-	7,36	2,73
Ad2	156,72	0,11	-	7,35	2,72
Ad1	137,74	0,03	-	6,45	2,39
Sd4	138,23	0,03	-	6,48	2,40
Sd3	160,27	0,10	-	7,51	2,78
Sd2	159,33	0,02	-	7,46	2,76
Sd1	130,83	0,07	-	6,13	2,27
Rv	132,49	0,07	-	6,21	2,30
Tw4	136,65	0,03	0,0021	6,40	2,37
Tw3	117,56	0,20	0,0021	5,52	2,04
Tw2	115,67	0,20	0,0021	5,43	2,01
Tw1	134,00	0,03	0,0021	6,28	2,33
1e rechte deel	86,56	0,16	-	4,06	1,50

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 135,00^3}{350 \cdot 7.593,75}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 270,00 = **21,60 mm**

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	G [MN/m ²]
3e rechte deel	20,65	185,32	87,11	136,22	208,40	26,79
Rv2	35,10	303,55	140,45	222,00	341,28	26,79
Ad4	33,88	293,56	135,83	214,70	330,05	28,85
Ad3	40,25	345,68	159,95	252,81	388,65	28,85
Ad2	40,16	344,95	159,61	252,28	387,82	28,85
Ad1	35,14	303,87	140,60	222,24	341,65	28,85
Sd4	35,27	304,94	141,09	223,02	342,84	28,85
Sd3	41,10	352,64	163,16	257,90	396,47	28,85
Sd2	40,85	350,59	162,22	256,40	394,17	28,85
Sd1	33,31	288,90	133,67	211,29	324,81	28,85
Rv	33,75	292,50	135,34	213,92	328,86	26,79
Tw4	34,85	301,50	139,50	220,50	338,98	28,85
Tw3	29,80	260,18	120,39	190,28	292,52	28,85
Tw2	29,30	256,09	118,49	187,29	287,92	28,85
Tw1	34,15	295,77	136,85	216,31	332,54	28,85
1e rechte deel	21,60	193,09	89,34	141,22	217,09	28,85

$$\sigma_{\text{vert}} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{\text{hor}} = \sigma_{\text{vert}} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{\text{vert}} + \sigma_{\text{hor}}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Locatie	Q [-]	R _{p,max} [m]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	Δ _p [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]
3e rechte deel	0,0027	10,33	0,1865	0,2104	0,00	1,80
Rv2	0,0045	17,55	0,3310	0,3734	0,01	2,60
Ad4	0,0040	2,38	0,3188	0,3597	0,04	2,59
Ad3	0,0047	2,19	0,3825	0,4315	0,04	2,91
Ad2	0,0047	2,19	0,3816	0,4305	0,04	2,91
Ad1	0,0041	2,33	0,3314	0,3739	0,05	2,66
Sd4	0,0042	2,33	0,3327	0,3753	0,05	2,66
Sd3	0,0048	2,17	0,3910	0,4411	0,05	2,95
Sd2	0,0048	2,17	0,3885	0,4383	0,05	2,94
Sd1	0,0039	2,39	0,3131	0,3532	0,05	2,56
Rv	0,0043	16,88	0,3175	0,3582	0,05	2,53
Tw4	0,0041	2,34	0,3285	0,3706	0,06	2,64
Tw3	0,0035	2,52	0,2780	0,3136	0,06	2,38
Tw2	0,0035	2,54	0,2730	0,3080	0,06	2,35
Tw1	0,0040	2,37	0,3215	0,3627	0,06	2,61
1e rechte deel	0,0026	2,93	0,1960	0,2211	0,06	1,93

$$Q = \frac{\sigma'_o \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

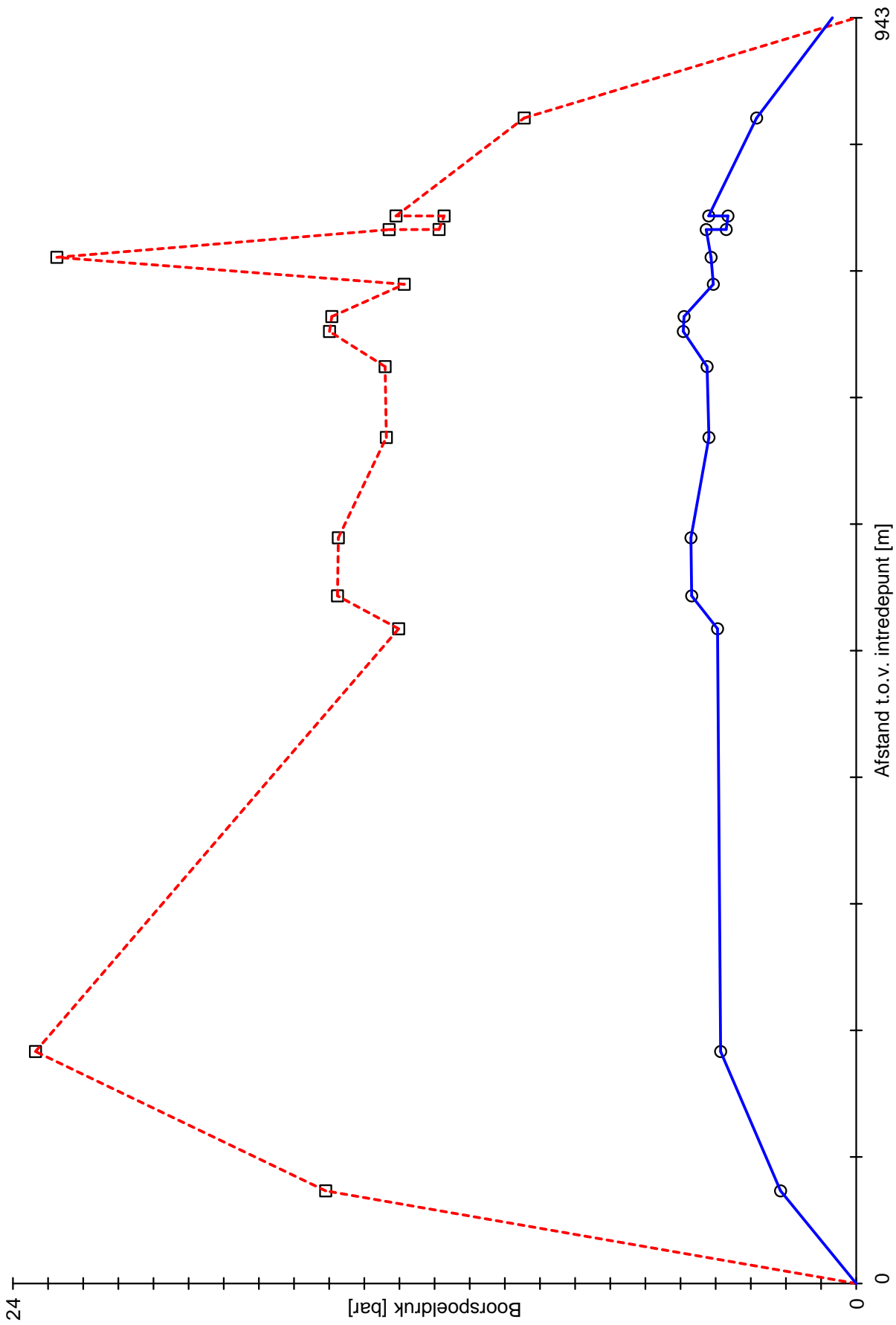
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

$$p_{lim} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q \cdot \frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

Locatie	p_{\max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{\min} [kPa]	p_{\max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{\min} [bar]
3e rechte deel	1.509,91	1.623,74	215,35	15,10	16,24	2,15
Rv2	2.477,86	2.335,71	385,83	24,78	23,36	3,86
Ad4	1.302,24	2.333,20	394,68	13,02	23,33	3,95
Ad3	1.476,24	2.620,05	468,30	14,76	26,20	4,68
Ad2	1.473,83	2.616,08	470,39	14,74	26,16	4,70
Ad1	1.337,17	2.391,01	419,13	13,37	23,91	4,19
Sd4	1.340,76	2.396,94	424,39	13,41	23,97	4,24
Sd3	1.499,01	2.657,38	492,04	14,99	26,57	4,92
Sd2	1.492,32	2.646,42	490,01	14,92	26,46	4,90
Sd1	1.286,35	2.306,87	406,68	12,86	23,07	4,07
Rv	2.400,69	2.275,01	413,08	24,01	22,75	4,13
Tw4	1.329,15	2.377,75	426,98	13,29	23,78	4,27
Tw3	1.187,17	2.141,95	370,01	11,87	21,42	3,70
Tw2	1.172,85	2.118,05	365,09	11,73	21,18	3,65
Tw1	1.309,75	2.345,64	419,81	13,10	23,46	4,20
1e rechte deel	944,85	1.734,57	283,47	9,45	17,35	2,83

$$p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o}{R_{p,\max}} \right)^2 + Q - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$$



Maximaal toelaatbare boorspoeldruk
 Minimaal benodigde boorspoeldruk

COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-
STERKTEBEREKENING
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING ONDER DE A22 EN SPOORVAK HAARLEM-UITGEEST (HDD 8)

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Linda Bouwman

ONZE REFERENTIE

079922648 D

DATUM

31 augustus 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Jeroen Hulzebos & Prerna van de Vall
Specialist

VRIJGEGEVEN DOOR

Gertjan Bloemberg
Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-STERKTEBEREKENING

Horizontaal gestuurde boring onder Zijkanaal A en de N246
(Provinciale weg) (HDD 9)

TenneT TSO B.V.

31 AUGUSTUS 2018



Contactpersoon

LINDA BOUWMAN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

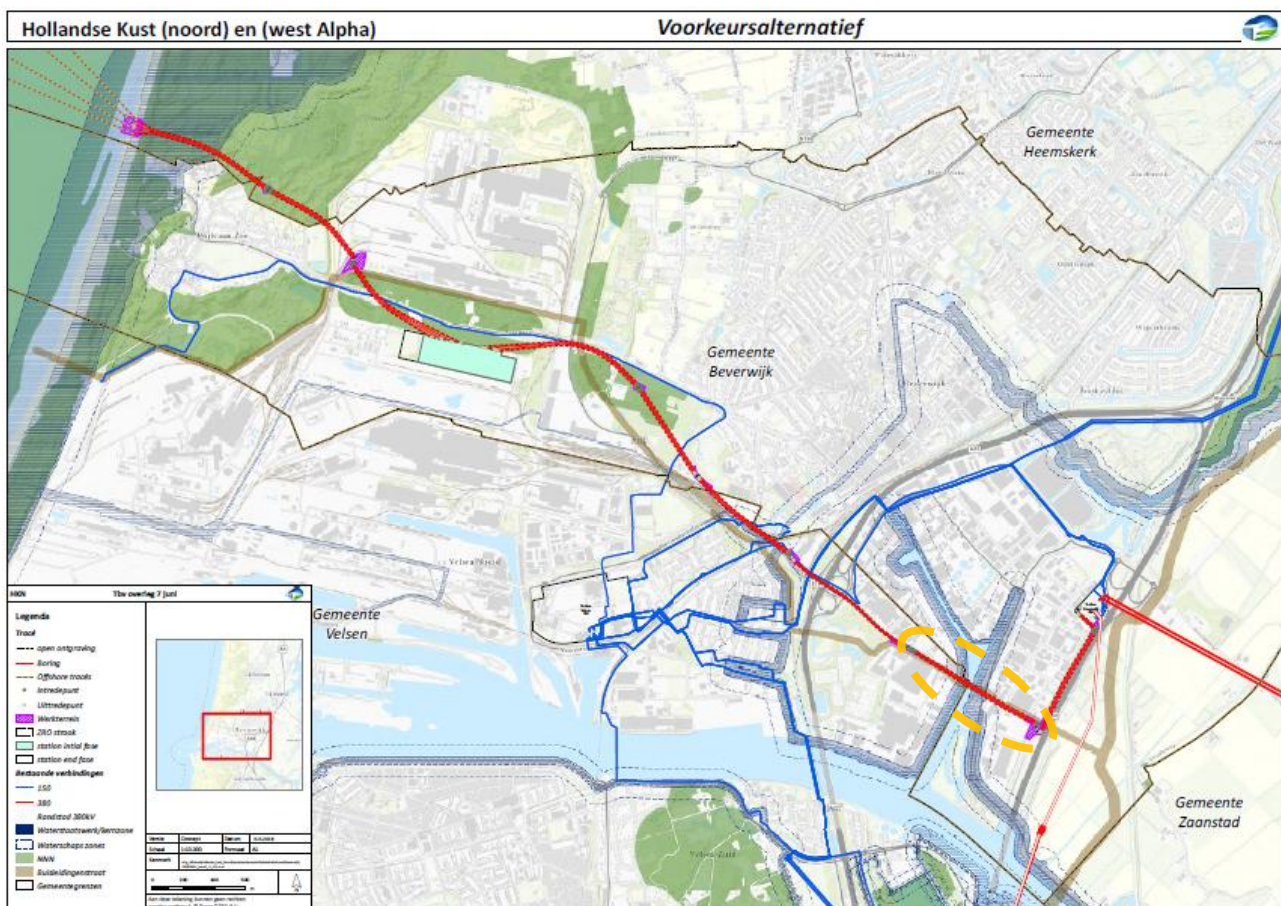
1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	6
2.1	Diameter en SDR klasse algemeen	6
2.2	Leidinggegevens	6
2.3	Vooronderzoek	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Grondwaterstanden	7
3	ONTWERP VAN DE KRUISING	8
3.1	Configuratie van de kruisingen	8
3.2	Tracé en diepteligging	8
3.3	In- en uittredepunt	9
3.4	Kabels en leidingen	9
4	LEIDINGBEREKENING	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Sterkteberekening	10
5	GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES	11
5.1	Boorspoeldrukken	11
5.2	Kwelsituatie	11
5.3	Kwel uit het watervoerende pakket	11
5.4	Kwel van polder naar polder	12
5.5	Kwel vanuit de boezem	12
6	UITVOERINGSASPECTEN	14
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	14
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	14
6.3	Keuring en inspectie	14
6.4	Uitvoeringseisen	14

7 CONCLUSIE EN ADVIES	15
BIJLAGEN	16
Bijlage 1: Tekening vergunning-109-A-B-C-D	16
Bijlage 2: Sonderingen	16
Bijlage 3: Gegevens grondwater	16
Bijlage 4: Sterkteberekening HDD 9	16
COLOFON	17

1 INLEIDING

In het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) worden horizontaal gestuurde boringen (HDD) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Het uitvoeren van de kruisingen op deze locaties in open ontgraving is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, waterkeringen, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Daarom is gekozen voor HDD's. Ten behoeve van, door TenneT, aan te vragen vergunningen worden voor de specifieke kruisingen een sterkte- en muddrukberkening en kwelwegberkeningen gemaakt. Tevens wordt het ontwerp toegelicht. Uitgangspunt voor de (vergunning)berkeningen van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde ontwerptekeningen, sonderingen en de toegewezen werkstrook.

Ten behoeve van vergunningsaanvraag bij de diverse betrokken instanties is van de maatgevende gestuurde boring een berekening volgens NEN 3650/3651:2012 gemaakt met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers te Hellevoetsluis. Dit rapport bevat de uitgangspunten, grond mechanische gegevens en berekeningsresultaten van de kruising de boezem Zijkanaal A en de N246 (provinciale weg). In onderstaande figuur is de locatie van HDD 9 weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé net op zee HKN (noord) en HKN (west Alpha), HDD 9 (omcirkeld in oranje)

Principe, langspiegelen en situering van de HDD zijn als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd.

De volgende voorschriften en normen zijn voor het ontwerp en de berekeningen toegepast:

- NEN 3650:2012, NEN 3651:2012 en NPR 3659:1996/A1:2003 (leidingen);
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7, geotechniek);
- NEN-EN 1991-2 (Eurocode 1, belastingen op constructies);
- Richtlijnen boortechnieken van Rijkswaterstaat 2004;
- Standaard RAW 2015 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Diameter en SDR klasse algemeen

Volgens opgaaf van TenneT worden hoofdzakelijk 2500 Cu-kabels toegepast¹. De diameter van deze kabels inclusief isolatie en mantel zal tussen de 130 mm en 160 mm liggen. De afmeting van de trekkop om de kabel te trekken is circa 10 % van de kabeldiameter. Dit is voldoende om de kabel door de aangegeven mantelbuis (zie Tabel 1) te trekken.

Naast de diameter van de kabels wordt ook rekening gehouden met de ingebruikname van de kabels, waarin de temperatuur van de omgeving (inclusief de mantelbuis) ongeveer 20°C kan worden. Dit is de standaard temperatuur van de mantelbuis. Bij inbedrijfsname kan, afhankelijk van de g-waarde van de omgeving en de belastbaarheid van de kabel, de mantelbuis opwarmen tot 50° C of zelfs lokaal (daar waar de kabel de mantelbuis raakt) tot 70° C. Ten behoeve van de sterkteberekening wordt een temperatuur van 20° C gehanteerd¹.

Uit het ontwerp van de mantelbuizen blijkt dat maximale dekking op de leidingen circa 45,00 m bedraagt. Dit kan betekenen dat dat een standaard SDR 11, PE 100 mantelbuis niet voldoet. Hiervoor wordt in de berekening uitgegaan van een PE 100 mantelbuis met een hogere buistype. Uit de berekeningen zal blijken of er een SDR 9 dan wel SDR 7 moet worden toegepast.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter (SDR 9) Diameter (SDR 7)	Ø 315 mm (inw. 245 mm) Ø 315 mm (inw. 225 mm)
Materiaal	PE 100 SDR 9 of SDR 7
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) voor HDD 9. Het betreft hier drukloze leidingen

2.3 Vooronderzoek

In het vooronderzoek zijn gegevens verzameld over het te kruisen waterstaatswerken, kabels en leidingen en obstakels¹. Het lengteprofiel over het tracé is ter beschikking gesteld door TenneT¹.

2.4 Grondmechanische gegevens

De grondmechanische parameters, ter plaatse van de kruising, zijn herleid uit het geotechnische gegevens verkregen uit bureauonderzoek van TenneT. Het betreffen gegevens uit het DINOloket en uit een hotspot onderzoek. De grondgegevens van HDD 9 zijn ingeschat aan de hand van de sondering 108 en de sondering 116 (hotspot onderzoek), en Eurocode 7 (voorheen NEN 6740, geotechniek). De sonderingen zijn opgenomen in Bijlage 2.

De bodemopbouw ten opzichte van het maaiveld bestaat voornamelijk uit:

- 0-16 m: klei, zandig tot zandig kleilig (gelaagd);
- 16-18 m: klei/leem (afsluitende laag);
- 18-24 m: los zand siltig;
- 21-47 m: matig tot vast zand.

¹ Zie Uitgangspuntdocument, Referentie 079895494 B, 9 juli 2018

Voor de berekening op leidingniveau zijn de volgende gegevens aangehouden:

- $\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$.
- $\phi = 32,5^\circ$.
- $c = 0 \text{ kN/m}^2$.

De mantelbuizen zijn gesitueerd in het vaste zand, hierdoor is gerekend met horizontale steundruk grondbelastingen. Uit NEN 3651:2012 (artikel 8.6.3.2 Bedrijfsfase) blijkt dat: 'Indien de afstand tussen twee parallelle bestuurbare horizontale boringen minder is dan tweemaal de dikte van de slappe grondlagen, er geen rekening mag worden gehouden met gewelfwerking'. Daarom is deze niet meegenomen in de sterkteberekening. Om spanningen in de leiding te kunnen reduceren zijn de boringen allemaal 5,0 m hoger gesitueerd ten opzichte van de toegeleverde ontwerptekeningen. De aangepaste tekeningen zijn opgenomen in Bijlage 1.

Omdat er grondmechanische gegevens zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, aanvullende sonderingen en boringen worden uitgevoerd. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

2.5 Grondwaterstanden

Voor het geohydrologischsysteem kunnen bovengenoemde lagen worden getypeerd als een matig doorlatend holoceen pakket tot N.A.P. -15,00 m, een afsluitende laag tussen N.A.P. -15,00 m en N.A.P. -17,00 m en vervolgens een goed doorlatende zandlaag tot de verkende diepte.

De waterstanden die uit bureauonderzoek naar voren komen zijn:

- Waterstand van de watergang naast de Leeghwaterweg is N.A.P. -2,20 m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK));
- Waterstand boezem Zijkanaal A is N.A.P. -0,40 m;
- Waterstand van de watergang nabij de A9 is N.A.P. -3,15 m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van HHNK);
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte in het gebied tussen N.A.P. -1,00 m en -2,00 m.

Tevens is er volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG brak tot zout grondwater aanwezig. Tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) maatregelen moeten worden genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

De legger informatie en tekeningen van TNO/NITG zijn opgenomen in Bijlage 3.

Omdat er (grond)waterstanden zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht. Hiermee dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en chloride gehalte in kaart te worden gebracht. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

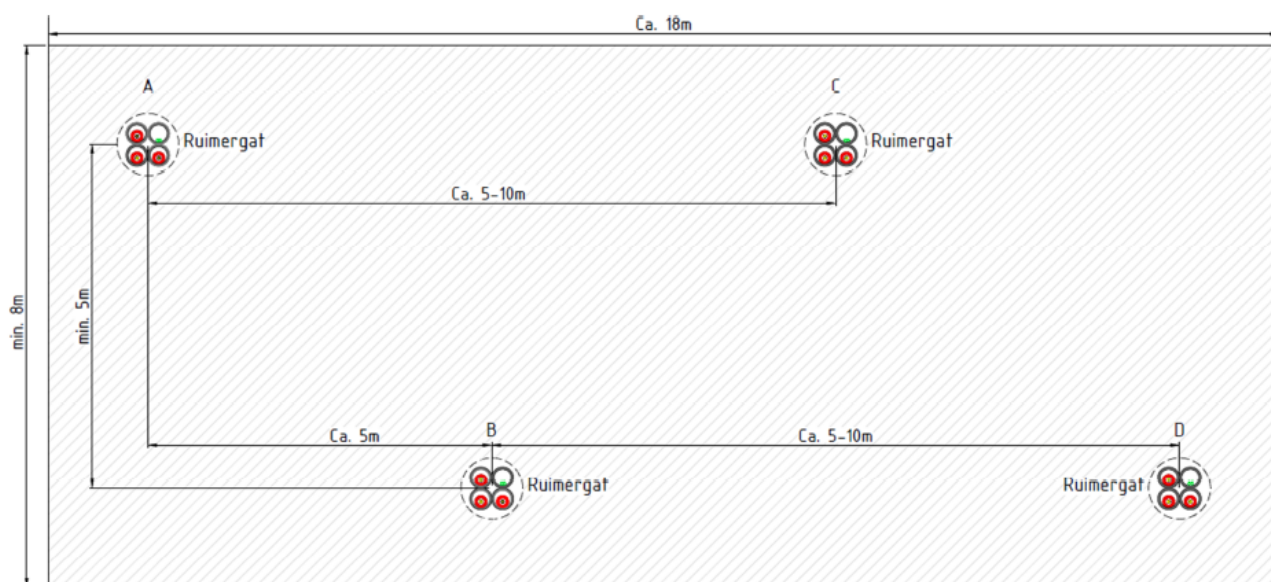
3 ONTWERP VAN DE KRUISSING

3.1 Configuratie van de kruisingen

Het betreft hier een kruising van 4 parallelle circuits met 1 kabel per fase. De kruising wordt uitgevoerd als 4 bundels van elk 4 mantelbuizen met h.o.h. circa 5,00 m.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter	ø 315 x 45 mm
Materiaal	PE100, SDR 7 ²
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 2: Gegevens HDD 9 mantelbuis



Figuur 2: Boorconfiguratie 4 bundels

3.2 Tracé en diepteligging

De intredepunten zijn aan de oostzijde en de uitredepunten zijn aan de westzijde van het Zijkanaal A geprojecteerd. Hiervoor is gekozen, in verband met de beschikbare ruimte, voor een uitlegtracé langs de Leeghwaterweg. Het tracé kruist nagenoeg de boezemkering en de N246 (provinciale weg) haaks.

Obstakels:

- Ter plaatse van de te kruisen waterstaatswerk Zijkanaal A is beschoeiing/kademuur aanwezig. Deze zijn op tekening weergegeven. Ter plaatse van de uitredepunten is een parkeerdek aanwezig. Het is niet bekend of deze is onderheid.
- Nabij de uitredepunten is een bestaande parkeergarage aanwezig. Onduidelijk is hoe deze gefundeerd is. Het blijkt dat op de huidige parkeergarage een tweetal etages worden bijgebouwd. Op dit moment is het niet duidelijk waar de extra heipalen voor de uitbreiding worden aangebracht. Het is mogelijk dat de bestaande fundatie en de nieuwe fundatie voor de verhoogde parkeergarage van invloed zijn op HDD 9.

Er is gekozen voor een intredehoeken van 17° en uitredehoeken van 16°. De minimale diepte van de as van het boortracé, onder Zijkanaal A, is circa N.A.P. -35,00 m, wat overeenkomt met een diepte van minimaal

² Zie hoofdstuk 4.2.

25,30 m onder de bodem en een minimale diepte van minimaal 20,00 m onder de kademuur. Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens NEN 3651:2012 (minimaal 10 m onder de bodem van de watergang en de kruin van de waterkering).

Om risico's van een blow-out te verkleinen dan wel te voorkomen dient, voor uitvoering, bij de betrokkende partijen te worden geïnformeerd of het bekend is hoe het parkeerdek is gefundeerd. Indien deze niet bekend is, is het verstandig een sondering nabij de kunstwerken uit te voeren om een inschatting te kunnen te maken van het paalpuntniveau van de huidige kunstwerken. Advies is een minimale afstand van 5 meter aan te houden tot de funderingen.

3.3 In- en uittredepunt

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat deze buiten de beschermingszone van regionale waterkeringen. Bovendien zijn in- en uittredepunten van de boring zo gekozen, dat kan worden voldaan aan de diepte eis t.a.v. de te kruisen wegen en leidingen. De boringen worden vanaf het maaiveld ingezet, alleen voor de opvang van de boorspoeling worden ter plaatse van het in- en uittredepunten werkputten gegraven met afmetingen van circa 3,00 x 3,00 x 1,50 m, e.e.a. door de booraannemer nader te bepalen. Om de boring te kunnen uitvoeren wordt ter plaatse van de in- en uittredepunten de waterpartij gedempt.

De kernzones en beschermingszones van de regionale keringen zijn weergegeven in de Legger van de Regionale Waterkeringen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en zijn op tekening verwerkt. De ontgravingen t.b.v. de moflocaties aan weerszijde van de HDD zijn in deze rapportage niet meegenomen.

3.4 Kabels en leidingen

De relevante kabels en leidingen zijn op de situatie tekening aangegeven. Vlak voor uitvoering dient een KLIC-melding te worden gedaan en moet ter plaatse van de in- en uittredepunten een proefsleuf worden gegraven.

4 LEIDINGBEREKENING

4.1 Algemeen

De sterkteberekening van de maatgevende bundel in de kruising is uitgevoerd met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers BV. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 4 opgenomen.

4.2 Sterkteberekening

In de sterkteberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de importantiefactor (*voorheen schadefactor S*) is volgens artikel 6.5 en bijlage B van NEN 3651:2012 een waarde van 1 aangehouden;
- In verband met uitvoerbaarheid en beschikbare ruimte is gekozen voor verticale bochtstralen van 500 m en intredehoek van 17° en een uittredehoek van 16°;
- In de kruisingen zijn twee horizontale bochtstralen van 1000 m toegepast;
- Tijdens het intrekken moeten de leidingen 100 % worden gevuld met water, dit om de spanningen in de leiding tijdens de uitvoeringsfase te verkleinen.

Uit een eerste berekening is gebleken dat de optredende spanningen van de mantelbuizen uitgevoerd in PE100, SDR 9 hoger zijn dan de toelaatbare spanningen van het materiaal. Hiervoor is er gekozen om voor de mantelbuizen SDR 7 toe te passen.

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen:

- Kruising HDD 9, Ø 315 mm, PE 100, SDR 7, wanddikte = 45 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie • leiding 100 % gevuld	$\sigma_x = 4,53$	10
2 gebruiksfase	$\sigma_x = 0,31$ $\sigma_y = 7,55$	8

Tabel 3: Spanning in de leidingen

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ($< 8 \% \times D_{inw}$). De optredende deflectie is circa 7,63 mm $<$ 21,60 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 160 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. De maximale trekkracht van deze leiding bedraagt 309 kN. Indien meer dan 128,60 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van -2,00 m minus maaiveld is er maximaal circa 32,00 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De HDD mantelbuizen voldoen, indien 100% gevuld, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt PE 100, Ø 315 mm, SDR 7 toegepast.

5 GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES

5.1 Boorspoeldrukken

Om bij het uitvoeren van de gestuurde boringen uitbraak van de boorvloeistof te voorkomen, mag de boorspoeldruk niet boven circa 90 % van de maximale druk c.q. limietdruk uitkomen. In de sterkteberekeningen (zie Bijlage 4), is voor een aantal punten in het boortracé de maximaal toelaatbare en minimaal benodigde muddruk bepaald tijdens het boorproces. Uit de grafische weergave van de berekening blijkt dat er risico op muduitbraak is nabij de in- en uittredepunten van de boring. Om het risico op muduitbraak te beperken, dienen de muddrukken en de voortgangssnelheid hierop te worden aangepast.

5.2 Kwelsituatie

Bij een HDD moet volgens NEN 3651:2012 onderzoek worden gedaan naar langloopsheid (kwel) op de (middel)lange termijn onder een waterkering.

In hoofdstuk 2.5 zijn de volgende (grond)waterstanden geïventariseerd:

- Waterstand van de watergang naast de Leeghwaterweg is N.A.P. -2,20 m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK));
- Waterstand boezem Zijkanaal A is N.A.P. -0,40 m;
- Waterstand van de watergang nabij de A9 is N.A.P. -3,15 m (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van HHNK);
- De stijghoogte in het watervoerend pakket varieert tussen circa N.A.P. -1,00 à -2,00 m.

Er kunnen meerdere kwelsituaties voordoen, die hierna zijn beschreven.

5.3 Kwel uit het watervoerende pakket

De boring ligt in het watervoerend pakket. Het diepste punt van de boring ligt op circa N.A.P. -44,00 m. Volgens het DINOloket is ter plaatse een stijghoogte te verwachten van circa N.A.P. -1,00 m /-2,00 m.

De waterpeilen ter plaatse zijn:

- Ten westen van de boring 9 N.A.P. w.p. -2,20 m,
- Ten oosten van de boring 9 N.A.P. w.p. -3,15 m.

Uit bovenstaande blijkt dat zowel aan de oostkant als aan de westkant er een geringe kans op kwel is. De oostkant is hierin de maatgevende situatie.

Het diepste punt van de boring is circa N.A.P. -44,00 m en ligt daarmee circa 20,00 m in het eerste watervoerende pakket. De stijghoogte in het watervoerende pakket bedraagt volgens het DINOloket circa N.A.P. -2,00 m, het laagste peil aan de oostzijde van het kanaal is circa N.A.P. -3,15 m, zodat er sprake is van een kwelsituatie.

De overdruk op N.A.P. -3,15 m bedraagt dus circa $2,15 \text{ mwk} = 21,5 \text{ kN/m}^2$. In de boorgang is, start vanaf circa N.A.P. -15,0 m (onderkant van het Holocene pakket) tot grondwaterstand, dus circa 11,85 m bentoniet aanwezig. Bij een volume gewicht van de boorvloeistof van $11,1 \text{ kN/m}^3$ kan een overdruk worden opgenomen van $11,85 \times (11,1-10) = 13,0 \text{ kN/m}^2$.

Minimaal benodigd is $21,5 / 1,1 = 19,50 \text{ m}$ boorvloeistof nodig om 2,15 m overdruk op te kunnen nemen, aanwezig is circa 11,85 m boorvloeistof.

Uit bovenstaande beschouwing blijkt dat er een kans is op kwel. Aan beide zijden moet een kleikist met kwelscherm toe gepast worden volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Tijdens de uitvoering dienen maatregelen te worden genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen volgens artikel 8.6.2 van NEN 3651:2012.

Geadviseerd wordt om tijdens het boorproces maatregelen te nemen om uitvlokken van de boorvloeistof te voorkomen (boorplan van de booraannemer) en na het gereedkomen van de boring, de boorgang ter plaatse

van het in- en uittredepunten vanaf de kleikist tot 2,50 m onder de onderkant Holocene pakket dicht te dämmen met een zoutbestendige bentoniet (of Drillmix). Een en ander in overleg met TenneT.

5.4 Kwel van polder naar polder

Ten gevolge van een peilverschil aan weerszijden van de Zijkanaal A kan kwel langs de leiding ontstaan.

Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping): $\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_l \cdot h$ (absolute toetsing), waarin:

$C_l = 7$ (fijn zand);

$h = \text{hier } 3,15 - 2,20 = 1,15 \text{ m}$ (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunten);

$\Sigma L_v = 0$ (totaal van de verticale kwelwegen);

$\alpha =$ (weefactor tussen 0 en 1/3 voor de weerstand in de boorgang), voor de berekening houden we hier een minimale weerstand in de boorgang van $\alpha = 0,1$ aan;

$\Sigma L_h =$ lengte horizontale kwelweg = 945 m (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$0,1 \times 945 \geq 7 \times 1,1 \rightarrow 94,5 \geq 7,7$ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang, een en ander zoals in principe is omschreven onder paragraaf 5.3. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. het uiteinde dient deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.

5.5 Kwel vanuit de boezem

Als er een peilverschil aanwezig is tussen een hoog gelegen boezem en lage polder kan er kwel ontstaan via de boorgang. Het peilverschil tussen de boezem en het polderpeil bedraagt aan de westzijde circa $2,20 - 0,40 = 1,80 \text{ m}$ en aan de oostzijde circa $3,15 - 0,40 = 2,75 \text{ m}$, het risico op kwel moet onderzocht worden. Waarbij de situatie aan de oostzijde maatgevend is.

ABSOLUTE TOETSING

Volgens Bligh-Lane kan de kortste weg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping): $\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_l \cdot h$ (absolute toetsing), waarin:

$C_l = 7$ (fijn zand);

$h =$ het peilbeverschil tussen de boezem en het polderpeil bedraagt aan de oostzijde (maatgevende situatie) 2,75 m.

$\Sigma L_v =$ totaal van de verticale kwelweg = 28 m;

$\alpha =$ (weefactor tussen 0 en 1/3 voor de weerstand in de boorgang), voor de berekening houden we hier een minimale weerstand in de boorgang van $\alpha = 0,1$ aan;

$\Sigma L_h =$ lengte horizontale kwelweg = 430 m (lengte langs de boring van watergang/beschoeiing tot kleikist).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$\alpha = 0,1 \rightarrow 40 + 0,1 \times 430 \geq 7 \times 2,75 = 19,25 \geq 12,60$ voldoet (ook als $\alpha = 0$, wordt aan de voorwaarde voldaan).

RELATIEVE TOETSING

Voor controle op interne erosie bij gestuurde boringen geldt de eis dat de minimale diepteligging van de boorgang onder de waterkering zo moet zijn, dat de kortste natuurlijke kwelweg korter is dan de alternatieve kwelwegen langs de boorgang.

$\Sigma L_v \geq 1/3 L_{hn}$ (relatieve toetsing), waarin:

Aan de oost- en westzijde: als theoretische waterkering wordt een denkbeeldige dijkprofiel gerekend van 1:3 van uit kernzone weergegeven in de Legger van de Regionale Waterkeringen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.

L_{hn} = lengte verhanglijn water hoogte boezemwater tot kruising polderpeil met theoretische dijkprofiel, maatgevend is hier de oostkant van de boring;

$\Sigma L_v = 30,30$ m;

$L_{hn} = 40$ m;

$1/3 L_{hn} < \Sigma L_v \rightarrow 1/3 \times 40 < 30,30 \rightarrow 13,33 < 30,3$ waarmee wordt voldaan aan de relatieve toets.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang, een en ander zoals in principe is omschreven onder paragraaf 5.3. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. het uiteinde dient deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.

6 UITVOERINGSASPECTEN

6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water

Volgens de grondwaterkaart van TNO is er sprake van brak tot zout grondwater. Voor uitvoering van de boring dient het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater te worden bepaald. De kwaliteit van het toegepaste bentoniet dient te worden afgestemd op het zoute grondwater. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de bentoniet tijdens de uitvoering en op de langere termijn.

6.2 Controle en registratie tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering wordt steeds per boorstang-lengte de boorkop gecontroleerd en indien nodig bijgestuurd. De toegepaste methode voor controle van richting en diepte wordt door de booraannemer bepaald en dient de goedkeuring van de directie te hebben. Hoofdmeetsysteem dient te bestaan uit een optische gyrotool. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de aard van de te kruisen objecten en de diepte van de boringen heeft een geavanceerd systeem hier de voorkeur.

Voor de maximale afwijkingen zijn we uit gegaan van:

- In het boortracé +0,50 m en -0,50 m horizontaal en verticaal;
- Bij de uittredepunten +1,00 m en -1,00 m in de lengterichting van de boring.

De registratie van meetgegevens tijdens de uitvoering dient te geschieden volgens artikel 9.2 (keuring en inspectie) en 10.2 (revisietekening) van NEN 3651:2012. Daarnaast dient door de booraannemer een monitoringsplan te worden opgesteld conform eisen van HHNK en Rijkswaterstaat. Na gereedkomen van de boring moeten de revisiegegevens worden verwerkt en aan de vergunningverleners en opdrachtgever worden aangeleverd.

6.3 Keuring en inspectie

Voor het intrekken van de leidingen worden alle lassen van de mantelbuis gekeurd door een door de directie goedgekeurde instantie en volgens de voorschriften beoordeeld. Alle inwendige lasrillen dienen te worden verwijderd.

Zowel vóór het intrekken van de leidingen als na het intrekken (en voor ingebruikname) wordt de kruising op sterkte beproefd volgens artikel 9.7 van NEN 3651:2012.

De sterktebeproevingdruk bedraagt 0,4 MPa, of volgens de eisen die TenneT aan de beproeving van de leidingen stelt, een en ander in overleg met TenneT.

6.4 Uitvoeringseisen

Voor het uitvoeren van de boringen wordt verwezen naar de standaards van TenneT.

Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de booraannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van NEN 3650/3651:2012 en Richtlijnen boortechnieken (januari 2004 van Rijkswaterstaat).

Voor de materiaal en uitvoeringseisen, aanvullingen en -verdichtingen en overige civieltechnische werkzaamheden dient een bestek te worden opgesteld en de Standaard RAW bepalingen (Standaard 2015) van toepassing dient te worden verklaard.

7 CONCLUSIE EN ADVIES

Geadviseerd wordt voor HDD 9 de leidingen in de kruising uit te voeren in PE 100, SDR 7 en minimaal 5,0 m minder diep aan te leggen. In deze rapportage en de berekening is deze meegenomen.

Het advies is de uittredepunten circa 30 m verder van de parkeergarage te verplaatsen. De breedte van de parkeergarage is circa 26 m, dus er is voldoende ruimte voor de voorgestelde HDD. De boorgangen zijn dan niet meer onder de gevel van de parkeergarage gelegen en zijn dan niet meer afhankelijk van de aanwezigheid van heipalen.

Voor de backfill moeten de aanbevelingen uit het g-waarden onderzoek worden overgenomen, de verdichtingsgraad van de backfill dient hetzelfde te zijn als de omringende grondslag.

De mantelbuizen dienen voor en na de uitvoering te worden gevuld met schoonwater (of door de opdrachtgever goed te keuren medium). Na installatie van de kabels dienen de mantelbuizen lucht en waterdicht te worden afgedicht. Dit ter voorkoming van kwelwater door de mantelbuizen. Aan beide zijden van de boringen dient volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012 een kleikist met kwelscherm aan te worden gebracht. Ten behoeve van de op te vullen ruimte buiten de mantelbuizen dient de booraannemer gebruik te maken van door de opdrachtgever goed te keuren medium.

BIJLAGEN

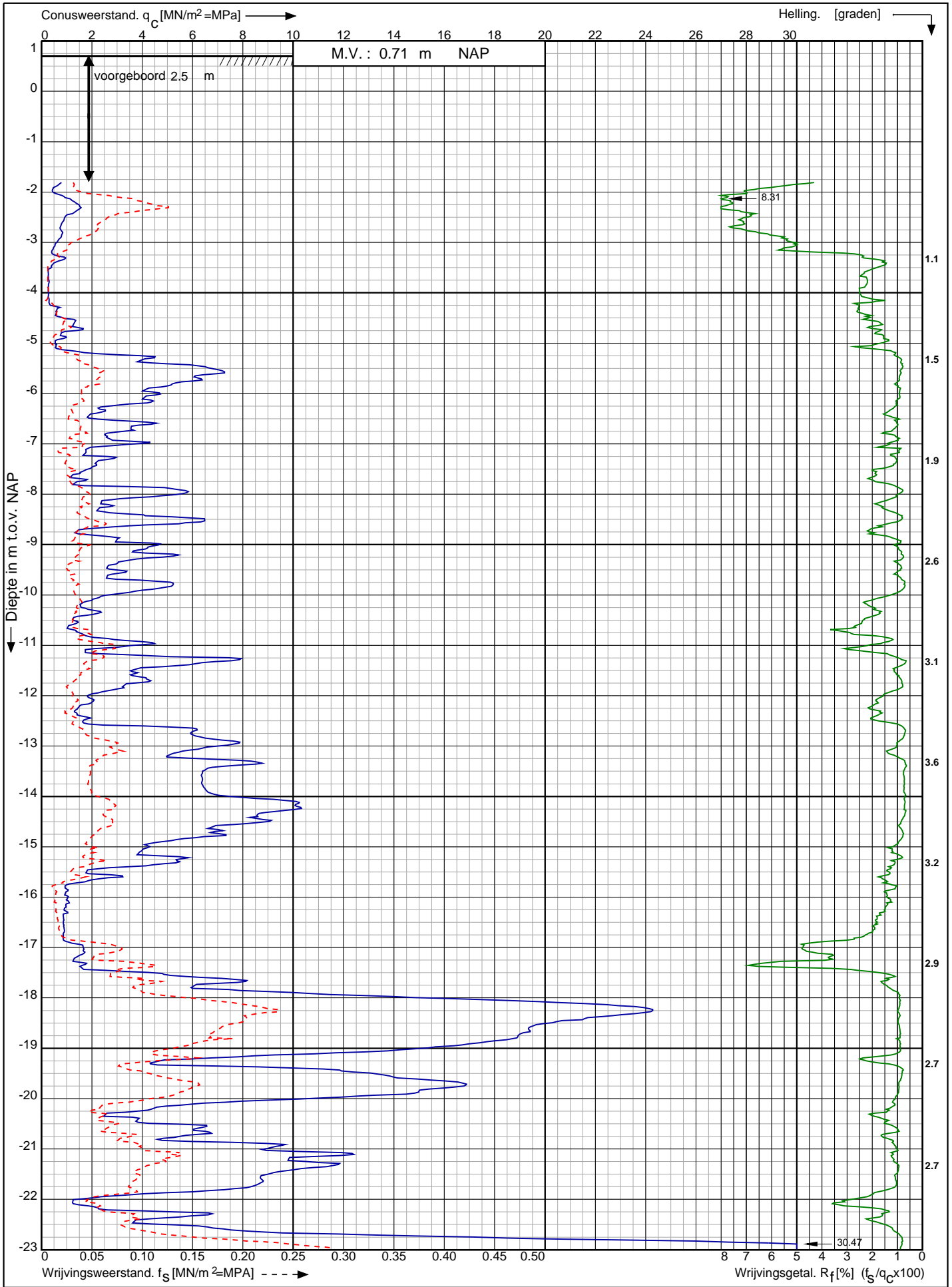
Bijlage 1: Tekening vergunning-109-A-B-C-D

Bijlage 2: Sonderingen

Bijlage 3: Gegevens grondwater

Bijlage 4: Sterkteberekening HDD 9

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



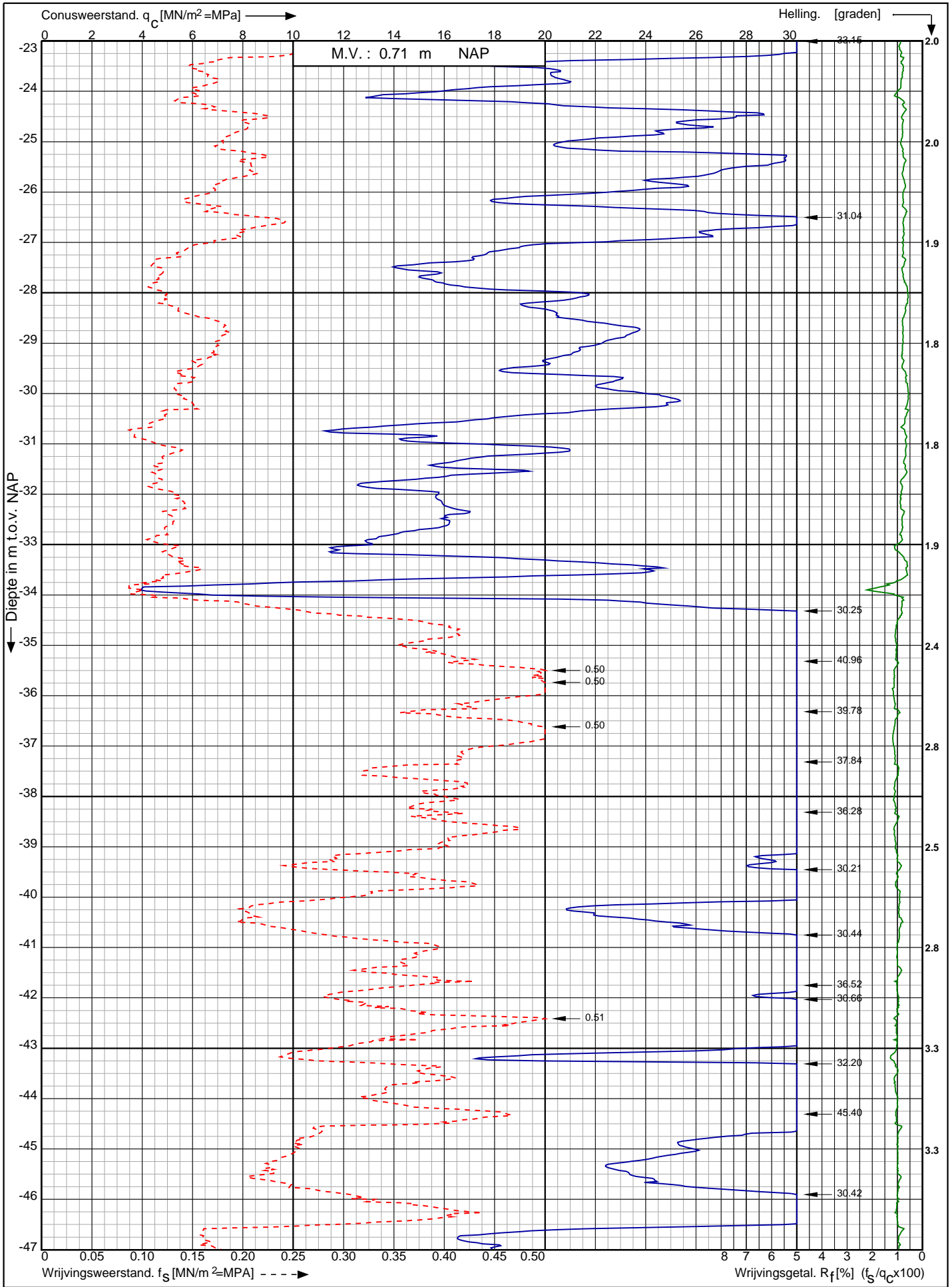
Tennet trace Hollandse Kust Noord


Opdr. nr. : 2018-0455
 Datum uitv. : 15-5-2018
 Sond. nr. : 108



RD-coördinaten : X = 105901.53 Y = 498162.80

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

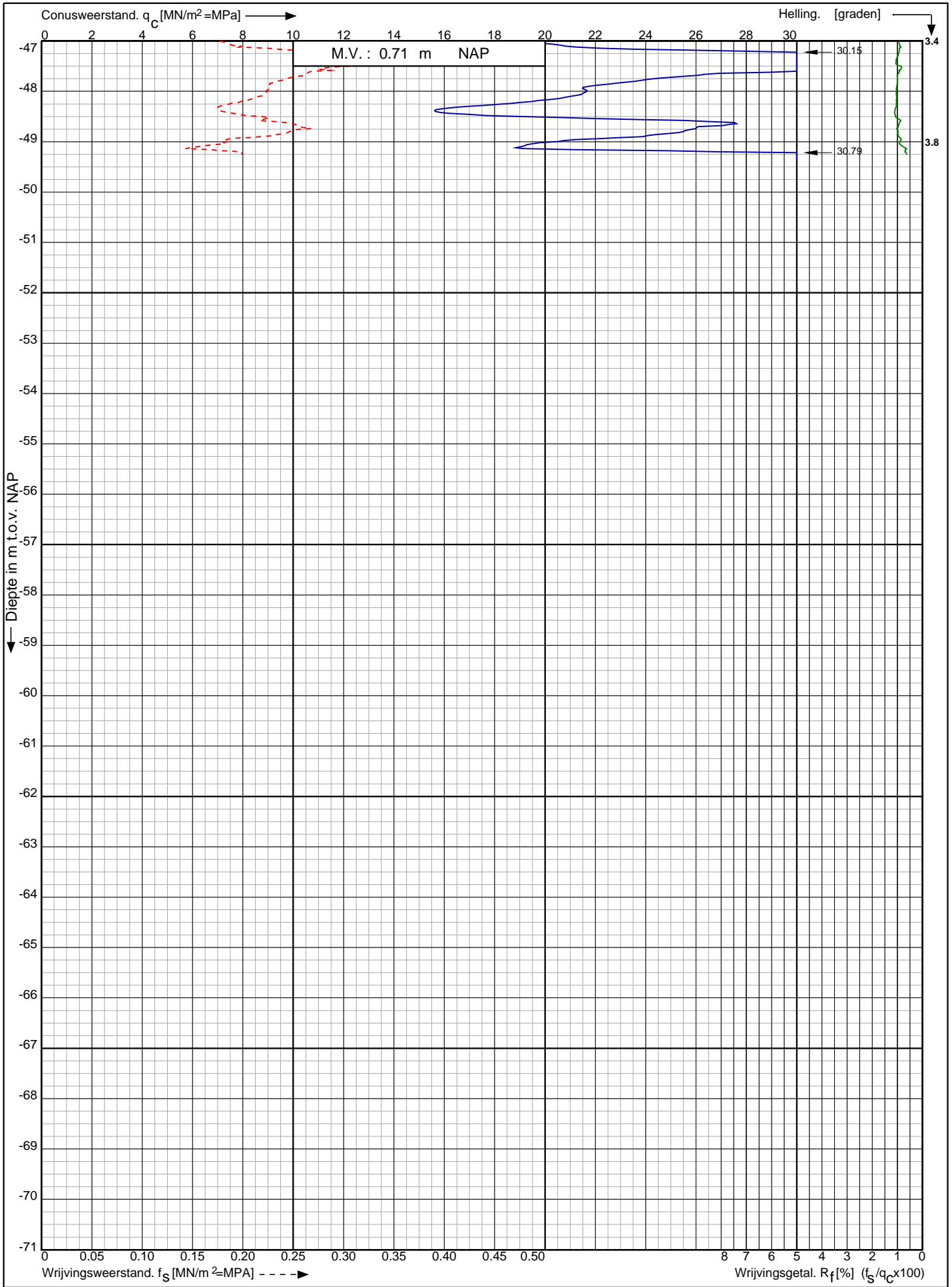


Tennet trace Hollandse Kust Noord RD-coördinaten : X = 105901.53 Y = 498162.80	Opdr. nr. : 2018-0455	
	Datum uitv. : 15-5-2018	
	Sond. nr. : 108	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

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



Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455

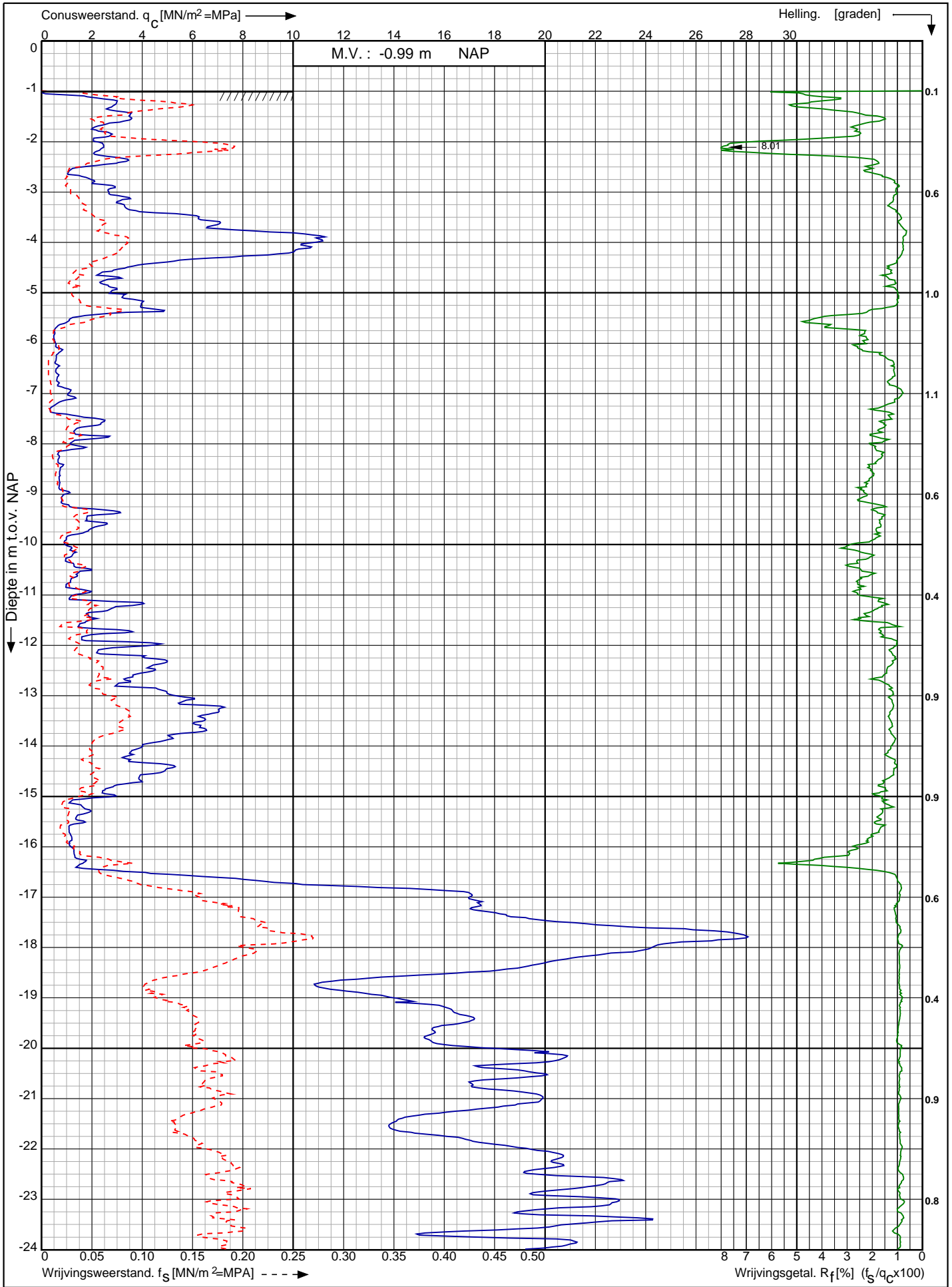
Datum uitv. : 15-5-2018

Sond. nr. : 108

RD-coördinaten : X = 105901.53 Y = 498162.80



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



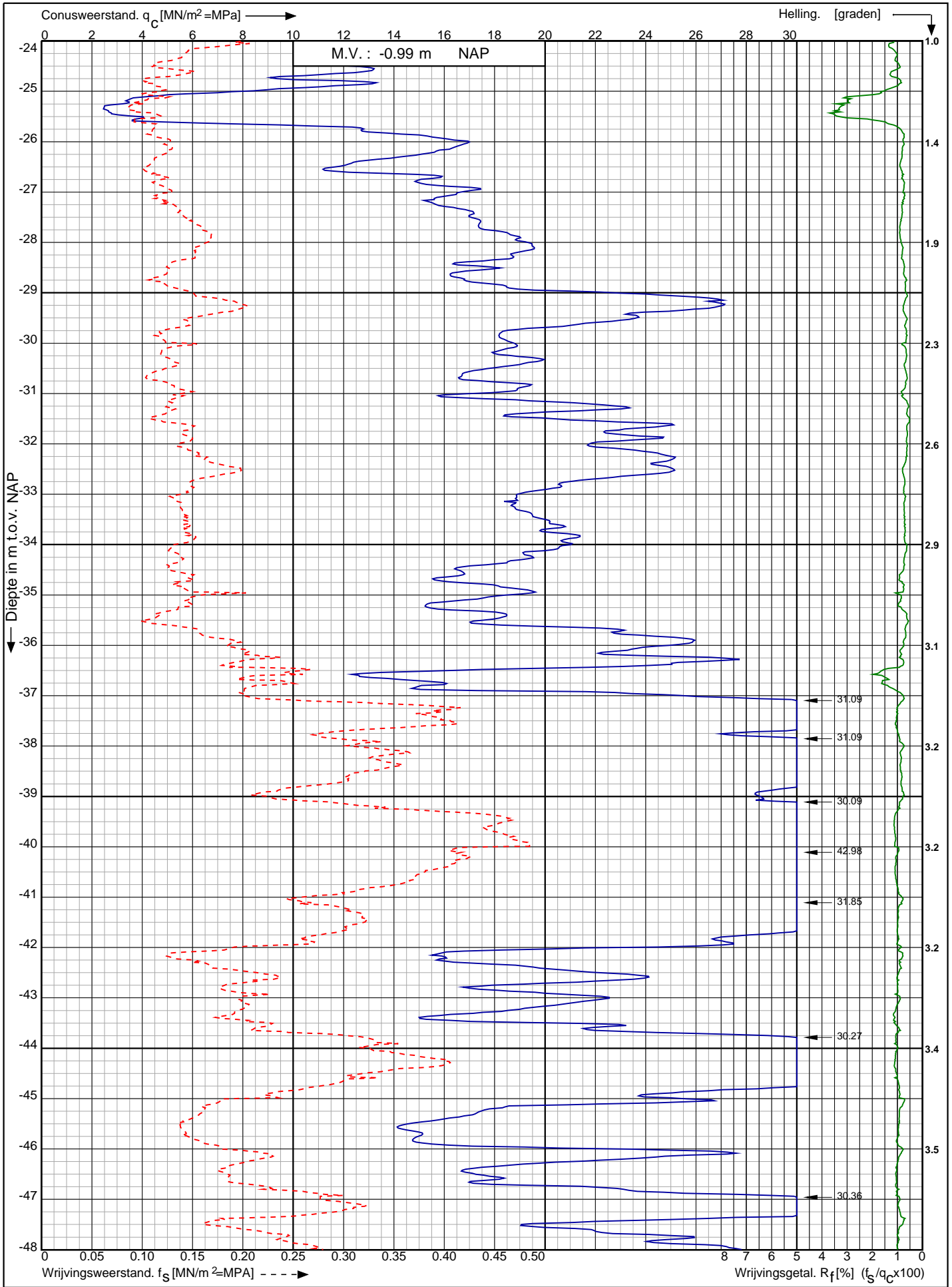
Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455
 Datum uitv. : 15-5-2018
 Sond. nr. : 116



RD-coördinaten : X = 106502.29 Y = 497838.98

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



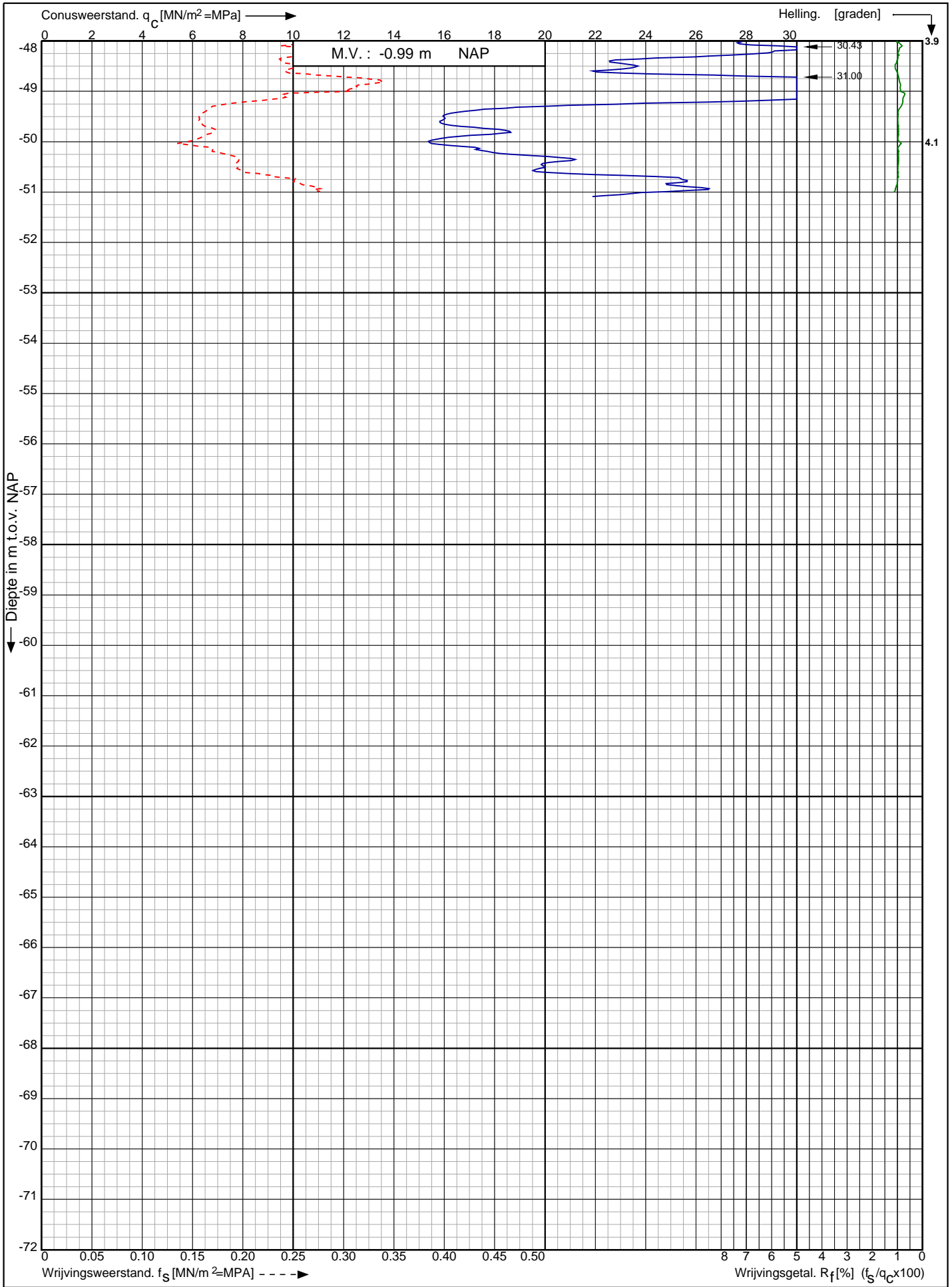
Tennet trace Hollandse Kust Noord

Opdr. nr. : 2018-0455
 Datum uitv. : 15-5-2018
 Sond. nr. : 116



RD-coördinaten : X = 106502.29 Y = 497838.98

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



Tennet trace Hollandse Kust Noord

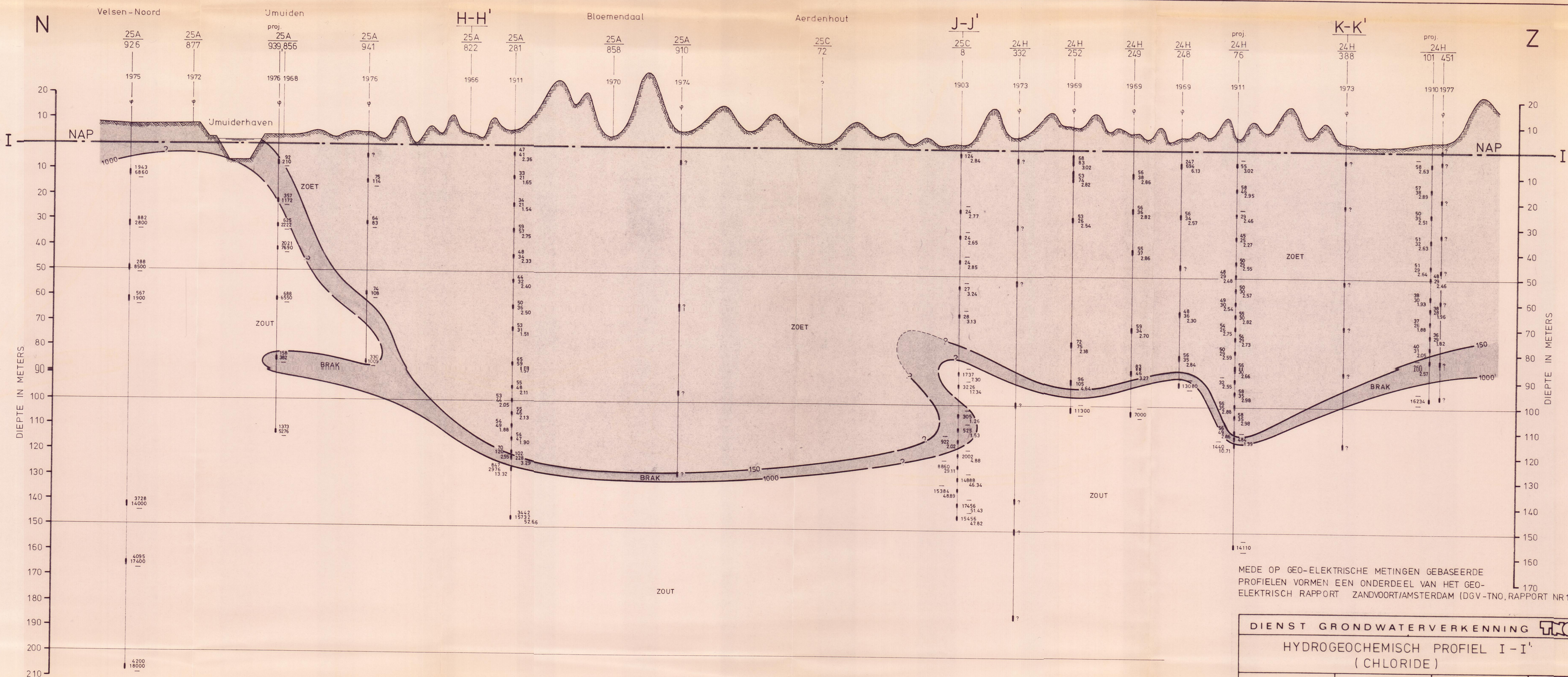
Opdr. nr. : 2018-0455

Datum uitv. : 15-5-2018

Sond. nr. : 116



RD-coördinaten : X = 106502.29 Y = 497838.98



MEDE OP GEO-ELEKTRISCHE METINGEN GEBASEERDE
 PROFIELEN VORMEN EEN ONDERDEEL VAN HET GEO-
 ELEKTRISCH RAPPORT ZANDVOORT/AMSTERDAM (DGV-TNO, RAPPORT NR 119)

DIENST GRONDWATERVERKENNING TNO			
HYDROGEOCHEMISCH PROFIEL I-I'			
(CHLORIDE)			
1979	SCHAAL	KAARTBLAD	BULAGE
	H 1: 50000 - V 1:1000	24 oost, 25 west / oost	24

VOOR LEGENDA ZIE BIJLAGE 20



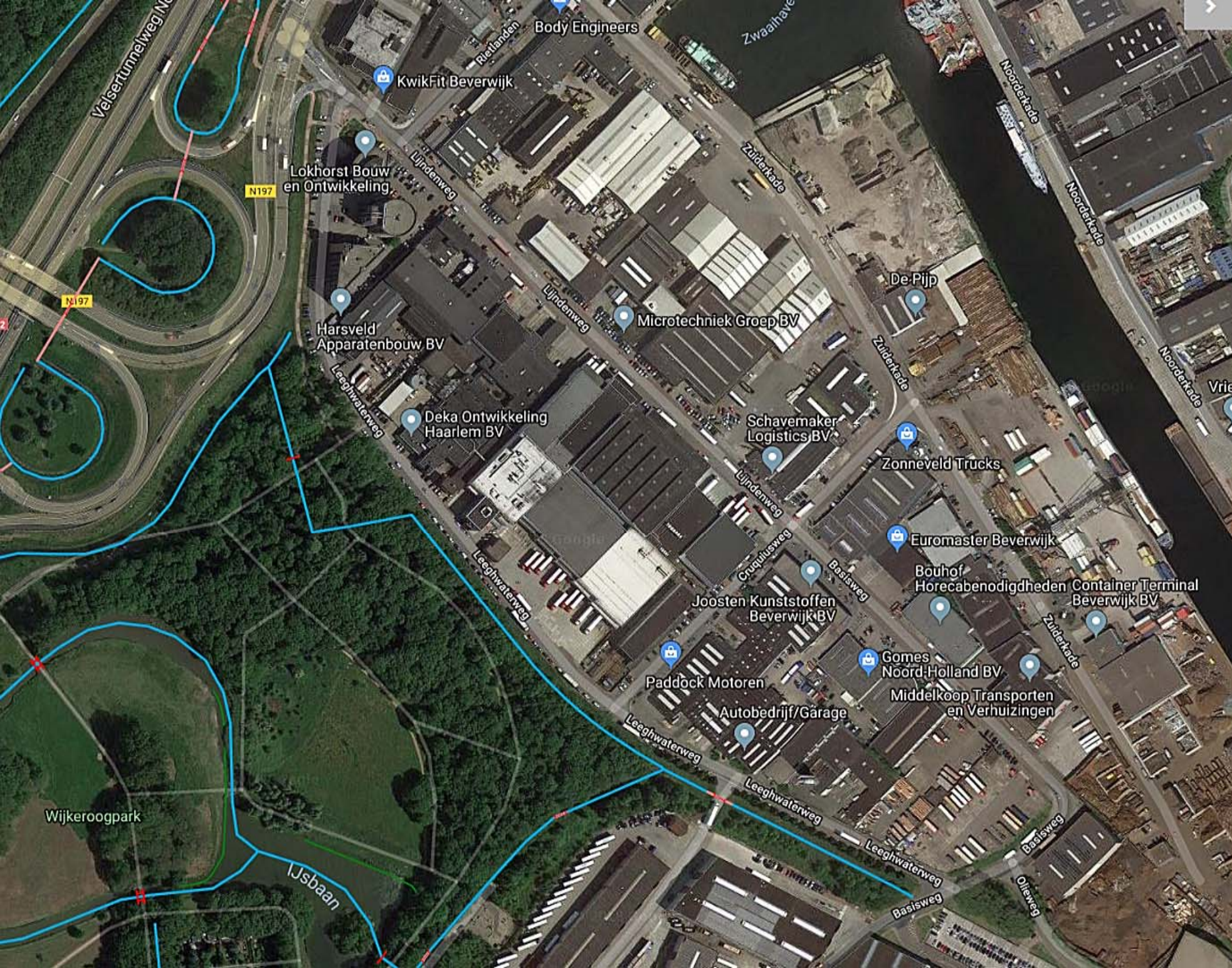
DIENST GRONDWATERVERKENNING

ISOHYPSEN VAN HET GRONDWATER IN HET EERSTE WATERVOEREND
PAKKET TEN NOORDEN VAN HET NOORDEKANAAL IN METERS
T.O.V. NAP OMSTREEKS 14 NOVEMBER 1977

1979	SCHAAAL 1 : 50 000	KAARTBLAD 24 oost, 25 west/oost	BULAGE 17
------	-----------------------	------------------------------------	---------------------

LEGENDA:

- 56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO
- A51 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam
- 3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP
(gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m³)
- Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters t.o.v. NAP



FEATURE-INFO

Waterlopen p

Leggerrapp

Oppervlaktewaterl

Algemeen

- Code
- Categorie
- Peilgegevens*
- Vast peil
- Zomerpeil
- Winterpeil
- Onderhoudsplicht
- Buitengewoon onder
- Baggeren
- Gewoon nat onderh
- Gewoon droog onder

Afmetingen vastge

- Bodembreedte
- Bodemhoogte
- Talud links
- Talud rechts
- Bodembreedte breed
- Bodemhoogte breed

Gemiddelde waterb

* Peilgegevens worden n

Er kunnen geen rechten
peilgegevens
** Zie "Toelichting legger

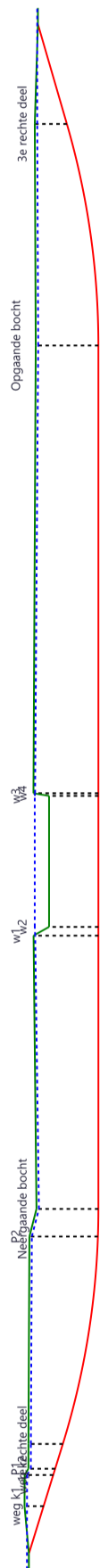
INFORMATIE

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)		
Projectonderdeel	: HDD 9, PE100 SDR7 Ø315 mm, ondiepere boring HSD		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 315,00	mm
Wanddikte	d _n	= 45	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitreidehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,398	N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,398	N/mm ¹
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 950	mm
Diameter boorstang	D _b	= 114	mm
Totale lengte	L	= 960,87	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 71,32	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 148,35	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 537,00	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 139,63	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 64,57	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 400,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 500,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 500,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 17,00 / 30,57	° / %
Uitrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 16,00 / 28,67	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
		28-08-2018 13:42:08	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
weg k1	30,85	11,70	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
weg k2	51,13	17,55	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
P1	55,24	16,44	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
1e rechte deel	71,34	21,13	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
P2	201,83	42,10	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
Neergaande bocht	219,68	38,03	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
w1	389,66	39,83	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50
w2	395,07	30,30	-8,80	Zand	18,00	20,00	32,50
w3	476,58	30,30	-8,80	Zand	18,00	20,00	32,50
w4	478,18	39,90	1,00	Zand	18,00	20,00	32,50
Opgaande bocht	756,67	38,49	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50
3e rechte deel	896,30	19,71	1,50	Zand	18,00	20,00	32,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
weg k1	Geen	-	-	0,00	75,00	Geen
weg k2	Geen	-	-	0,00	75,00	Geen
P1	Geen	-	-	0,00	75,00	Geen
1e rechte deel	Geen	-	0,0180	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
P2	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Geen
Neergaande bocht	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II
w1	Geen	✓	-	0,00	75,00	Geen
w2	Geen	✓	-	0,00	75,00	Geen
w3	Geen	✓	-	0,00	75,00	Geen
w4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Geen
Opgaande bocht	Geen	✓	0,0180	0,00	75,00	Grafiek II
3e rechte deel	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 225,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 270,00	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 315,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 157,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 112,50	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 135,00	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 357.489.191,16	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 2.269.772,64	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 7.593,75	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 337,50	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 38.170,35	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,3645	N/mm ¹

3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,3645 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,3645 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,398 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,398 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,7625 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,7625 \text{ N/mm}^1$

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds*4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld*

Trekkraft T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	960,87	131.884
Na 1 ^e deel intrekken	896,30	123.022
Na 2 ^e deel intrekken	756,67	103.857
Na 3 ^e deel intrekken	219,67	30.151
Na 4 ^e deel intrekken	71,32	9.789

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,7625 \cdot 0,1$$

4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	131.884	3,46
Na 1 ^e deel intrekken	123.022	3,22
Na 2 ^e deel intrekken	103.857	2,72
Na 3 ^e deel intrekken	30.151	0,79
Na 4 ^e deel intrekken	9.789	0,26

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{38.170,35}$$

4.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191}{400.000} = 958.517,89 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{958.517,89}{2.269.773} = \mathbf{0,42 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	3,46	3,73
Na 1 ^e deel intrekken	3,22	3,50
Na 2 ^e deel intrekken	2,72	3,00
Na 3 ^e deel intrekken	0,79	1,06
Na 4 ^e deel intrekken	0,26	0,53

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,42 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat**5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand**

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 989,60 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,763 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 315,00^2 \cdot \pi/4 = 0,896 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,134 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	64,57	8.858	-
2 ^e deel intrekken	204,20	-	28.014
3 ^e deel intrekken	741,20	101.685	-
4 ^e deel intrekken	889,55	-	122.037
Geheel ingetrokken	960,87	131.821	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,134 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,134 \cdot 0,2)$

5.3 Berekening van de vereiste trekkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
1e rechte deel	0,0014	500	0,0016	801
P2	0,0014	500	0,0016	801
Opgaande bocht	0,0014	500	0,0016	801

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$Q_r = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot 0,9 \cdot R}$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 315 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

5.4 Berekening van de wrijving door bochtkracht T_{3c}

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	103.857	28.014	801	-	132.672
Opgaande bocht	9.789	122.037	801	801	133.428

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max} + T_{3a,op} + T_{3b,op,max}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,50	132.672	14.119
Opgaande bocht	8,00	133.428	14.200

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	123.022	8.858	-	-	-	-	131.880
2 ^e deel intrekken	103.857	28.014	801	14.119	-	-	146.791
3 ^e deel intrekken	30.151	101.685	801	14.119	-	-	146.756
4 ^e deel intrekken	9.789	122.037	801	14.119	801	14.200	160.918
Geheel intrekken	0	131.821	801	14.119	801	14.200	160.913

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b,neer,max} + T_{3c,neer} + T_{3b,op,max} + T_{3c,op}$$

5.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkraften in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
1 ^e deel intrekken	131.880	3,46
2 ^e deel intrekken	146.791	3,85
3 ^e deel intrekken	146.756	3,84
4 ^e deel intrekken	160.918	4,22
Geheel intrekken	160.913	4,22

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{38.170,35}$$

5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat

5.7.1 Neergaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191,16}{0,9 \cdot 500.000} = 1.084.383,88 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.084.383,88}{2.269.772,64} = \mathbf{0,48 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{357.489.191,16}{0,9 \cdot 500.000} = 1.084.383,88 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.084.383,88}{2.269.772,64} = \mathbf{0,48 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	131.880	3,46	-	3,46
Na 1 ^e deel intrekken	146.791	3,85	0,48	4,16
Na 2 ^e deel intrekken	146.756	3,84	-	3,84
Na 3 ^e deel intrekken	160.918	4,22	0,48	4,53
Na 4 ^e deel intrekken	160.913	4,22	-	4,22

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{38.170,35} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = \text{MRS} = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase*6.1 Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk*

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
weg k1	11,70	1,50	Zand	29,70	224,40	254,10	47,91
weg k2	17,55	1,50	Zand	29,70	353,10	382,80	70,02
P1	16,44	1,50	Zand	29,70	328,68	358,38	65,83
1e rechte deel	21,13	1,50	Zand	29,70	431,86	461,56	83,56
P2	42,10	1,50	Zand	29,70	893,20	922,90	162,82
Neergaande bocht	38,03	1,50	Zand	29,70	803,66	833,36	147,44
w1	39,83	1,00	Zand	19,80	854,26	874,06	153,01
w2	30,30	-8,80	Zand	0,00	666,60	666,60	114,53
w3	30,30	-8,80	Zand	0,00	666,60	666,60	114,53
w4	39,90	1,00	Zand	19,80	855,80	875,60	153,28
Opgaande bocht	38,49	1,50	Zand	29,70	813,78	843,48	149,18
3e rechte deel	19,71	1,50	Zand	29,70	400,62	430,32	78,19

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
weg k1	11,70	Geen	0,00	0,00
weg k2	17,55	Geen	0,00	0,00
P1	16,44	Geen	0,00	0,00
1e rechte deel	21,13	Grafiek ½ x II	0,26	0,08
P2	42,10	Geen	0,00	0,00
Neergaande bocht	38,03	Grafiek II	0,18	0,06
w1	39,83	Geen	0,00	0,00
w2	30,30	Geen	0,00	0,00
w3	30,30	Geen	0,00	0,00
w4	39,90	Geen	0,00	0,00
Opgaande bocht	38,49	Grafiek II	0,17	0,05
3e rechte deel	19,71	Grafiek ½ x II	0,29	0,09

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 315$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
weg k1	-	47,91	0,00	47,91	1.519,99 ⁽¹⁾	4,50
weg k2	-	70,02	0,00	70,02	2.221,53 ⁽¹⁾	6,58
P1	-	65,83	0,00	65,83	2.088,42 ⁽¹⁾	6,19
1e rechte deel	-	83,56	0,08	83,64	2.653,44 ⁽¹⁾	7,86
P2	✓	162,82	0,00	162,82	3.906,02 ⁽²⁾	11,57
Neergaande bocht	✓	147,44	0,06	147,49	3.538,29 ⁽²⁾	10,48
w1	✓	153,01	0,00	153,01	3.670,71 ⁽²⁾	10,88
w2	✓	114,53	0,00	114,53	2.747,59 ⁽²⁾	8,14
w3	✓	114,53	0,00	114,53	2.747,59 ⁽²⁾	8,14
w4	✓	153,28	0,00	153,28	3.677,05 ⁽²⁾	10,89
Opgaande bocht	✓	149,18	0,05	149,23	3.579,97 ⁽²⁾	10,61
3e rechte deel	-	78,19	0,09	78,28	2.483,49 ⁽¹⁾	7,36

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00 \quad (1)$$

$$\text{Indien horizontale steundruk: } M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g \quad (2)$$

$$M_q = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 135,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{337,50}$$

6.6 Optredende spanning σ_{qr} t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
1e rechte deel	500	0,0016	0,042
P2	500	0,0016	0,042
Opgaande bocht	500	0,0016	0,042

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{337,50}$$

6.7 Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{7.593,75}{270^3} = 0,376 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{376,16 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²**

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$

Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$P_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$P_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 7.593,75}{270,00^3} = 7,16 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 7.593,75}{270,00^3} = 1,29 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **128,60** m grondwater boven de leiding

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen*9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
weg k1	4,50	-	0,65	2,93
weg k2	6,58	-	0,65	4,28
P1	6,19	-	0,65	4,02
1e rechte deel	7,86	0,042	0,65	5,14
P2	11,57	0,042	0,65	7,55
Neergaande bocht	10,48	-	0,65	6,81
w1	10,88	-	0,65	7,07
w2	8,14	-	0,65	5,29
w3	8,14	-	0,65	5,29
w4	10,89	-	0,65	7,08
Opgaande bocht	10,61	0,042	0,65	6,92
3e rechte deel	7,36	-	0,65	4,78

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$

Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
weg k1	0,00	0,00	-	-	0,00
weg k2	0,00	0,00	-	-	0,00
P1	0,00	0,00	-	-	0,00
1e rechte deel	0,00	0,00	0,48	0,65	0,31
P2	0,00	0,00	0,48	0,65	0,31
Neergaande bocht	0,00	0,00	-	-	0,00
w1	0,00	0,00	-	-	0,00
w2	0,00	0,00	-	-	0,00
w3	0,00	0,00	-	-	0,00
w4	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,48	0,65	0,31
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_y [mm]	δ_y/D_g [%]
weg k1	47,91	0,00	-	2,24	0,83
weg k2	70,02	0,00	-	3,28	1,21
P1	65,83	0,00	-	3,08	1,14
1e rechte deel	83,56	0,08	0,0016	3,92	1,45
P2	162,82	0,00	0,0016	7,63	2,82
Neergaande bocht	147,44	0,06	-	6,91	2,56
w1	153,01	0,00	-	7,17	2,65
w2	114,53	0,00	-	5,36	1,99
w3	114,53	0,00	-	5,36	1,99
w4	153,28	0,00	-	7,18	2,66
Opgaande bocht	149,18	0,05	0,0016	6,99	2,59
3e rechte deel	78,19	0,09	-	3,67	1,36

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 135,00^3}{350 \cdot 7.593,75}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 270,00 = \mathbf{21,60}$$
 mm

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	G [MN/m ²]
weg k1	11,70	108,00	49,97	78,99	121,42	28,85
weg k2	17,55	155,86	72,12	113,99	175,24	28,85
P1	16,44	146,78	67,92	107,35	165,03	28,85
1e rechte deel	21,13	185,15	85,67	135,41	208,17	28,85
P2	42,10	356,73	165,06	260,89	401,07	28,85
Neergaande bocht	38,03	323,43	149,65	236,54	363,63	28,85
w1	39,83	334,06	154,57	244,32	375,59	28,85
w2	30,30	247,91	114,71	181,31	278,73	28,85
w3	30,30	247,91	114,71	181,31	278,73	28,85
w4	39,90	334,64	154,84	244,74	376,23	28,85
Opgaande bocht	38,49	327,19	151,39	239,29	367,86	28,85
3e rechte deel	19,71	173,54	80,30	126,92	195,11	28,85

$$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$$

$$p'_f = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Locatie	Q [-]	$R_{p,max}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δ_p [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
weg k1	0,0015	3,92	0,1020	0,1151	0,00	1,29
weg k2	0,0021	3,26	0,1605	0,1811	0,00	1,67
P1	0,0020	3,36	0,1494	0,1685	0,00	1,60
1e rechte deel	0,0025	2,99	0,1963	0,2215	0,01	1,88
P2	0,0049	2,15	0,4060	0,4580	0,01	2,99
Neergaande bocht	0,0044	2,26	0,3653	0,4121	0,02	2,79
w1	0,0046	2,23	0,3883	0,4381	0,03	2,86
w2	0,0034	2,58	0,3910	0,4411	0,03	2,43
w3	0,0034	2,58	0,3910	0,4411	0,03	2,43
w4	0,0046	2,22	0,3890	0,4389	0,03	2,86
Opgaande bocht	0,0045	2,25	0,3699	0,4173	0,05	2,81
3e rechte deel	0,0024	3,09	0,1821	0,2054	0,06	1,80

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

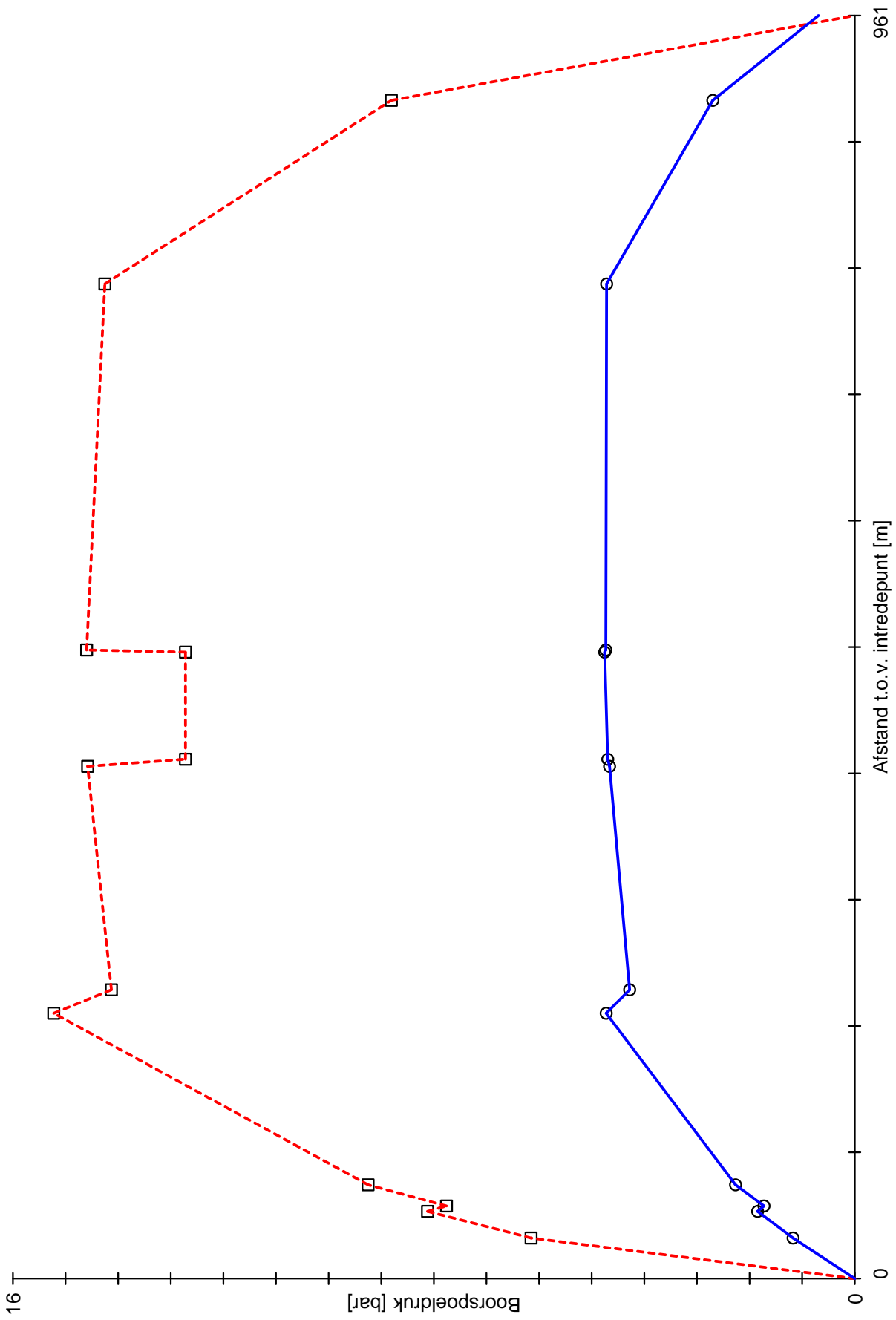
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

$$p_{lim} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q \cdot \frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

Locatie	p_{\max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{\min} [kPa]	p_{\max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{\min} [bar]
weg k1	615,16	1.159,55	117,29	6,15	11,60	1,17
weg k2	811,96	1.499,98	184,74	8,12	15,00	1,85
P1	775,91	1.438,07	172,51	7,76	14,38	1,73
1e rechte deel	924,99	1.692,88	226,58	9,25	16,93	2,27
P2	1.522,35	2.688,24	472,51	15,22	26,88	4,73
Neergaande bocht	1.412,71	2.508,16	427,88	14,13	25,08	4,28
w1	1.457,99	2.575,22	466,03	14,58	25,75	4,66
w2	1.272,04	2.185,12	469,46	12,72	21,85	4,69
w3	1.272,04	2.185,12	475,31	12,72	21,85	4,75
w4	1.459,88	2.578,33	473,17	14,60	25,78	4,73
Opgaande bocht	1.425,22	2.528,76	471,61	14,25	25,29	4,72
3e rechte deel	880,71	1.617,51	269,76	8,81	16,18	2,70

$$p_{\max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,\max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{\min} = p_{\text{st}} + \Delta p$$



Maximaal toelaatbare boorspoeldruk
 Minimaal benodigde boorspoeldruk

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)			
Projectonderdeel : Veiligheidszone boring 09 oostkant			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D _e	= 315	mm
Wanddikte	d _n	= 35	mm
Inwendige middellijn	D _i	= 245	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld		= 2,2	m
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater			
Breedte erosiekrater = 0 m			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater			
Lengte erosiekrater = 0 m			
Berekening van de veiligheidszone			
Veiligheidszone = 4 · H _{werk} = 4 · 2,20 = 8,80 m			
		20-07-2018 15:45:16	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)			
Projectonderdeel : Veiligheidszone boring 09 westkant			
Gegevens van de leiding			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	D _e	= 315	mm
Wanddikte	d _n	= 35	mm
Inwendige middellijn	D _i	= 245	mm
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Verheeld			
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater			
Breedte erosiekrater = 0 m			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater			
Lengte erosiekrater = 0 m			
Berekening van de veiligheidszone			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 0,00 = 0,00$ m			
		20-07-2018 15:45:57	

COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-
STERKTEBEREKENING
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING ONDER ZIJKANAAL A EN DE N246 (PROVINCIALE WEG) (HDD
9)

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Linda Bouwman

ONZE REFERENTIE

079941354 B

DATUM

31 augustus 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Ben van Assema & Prerna van de Vall
Specialist

VRIJGEGEVEN DOOR

Gertjan Bloemberg
Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-STABILITEITSBEREKENING

Horizontaal gestuurde boring langs rijksweg A9 (HDD 10)

TenneT TSO B.V.

31 AUGUSTUS 2018

A large orange triangle is positioned in the bottom right corner of the page, pointing upwards and to the right. A thin white horizontal line crosses the page, passing through the triangle.

Contactpersoon

MENNO KOSTELIJK

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

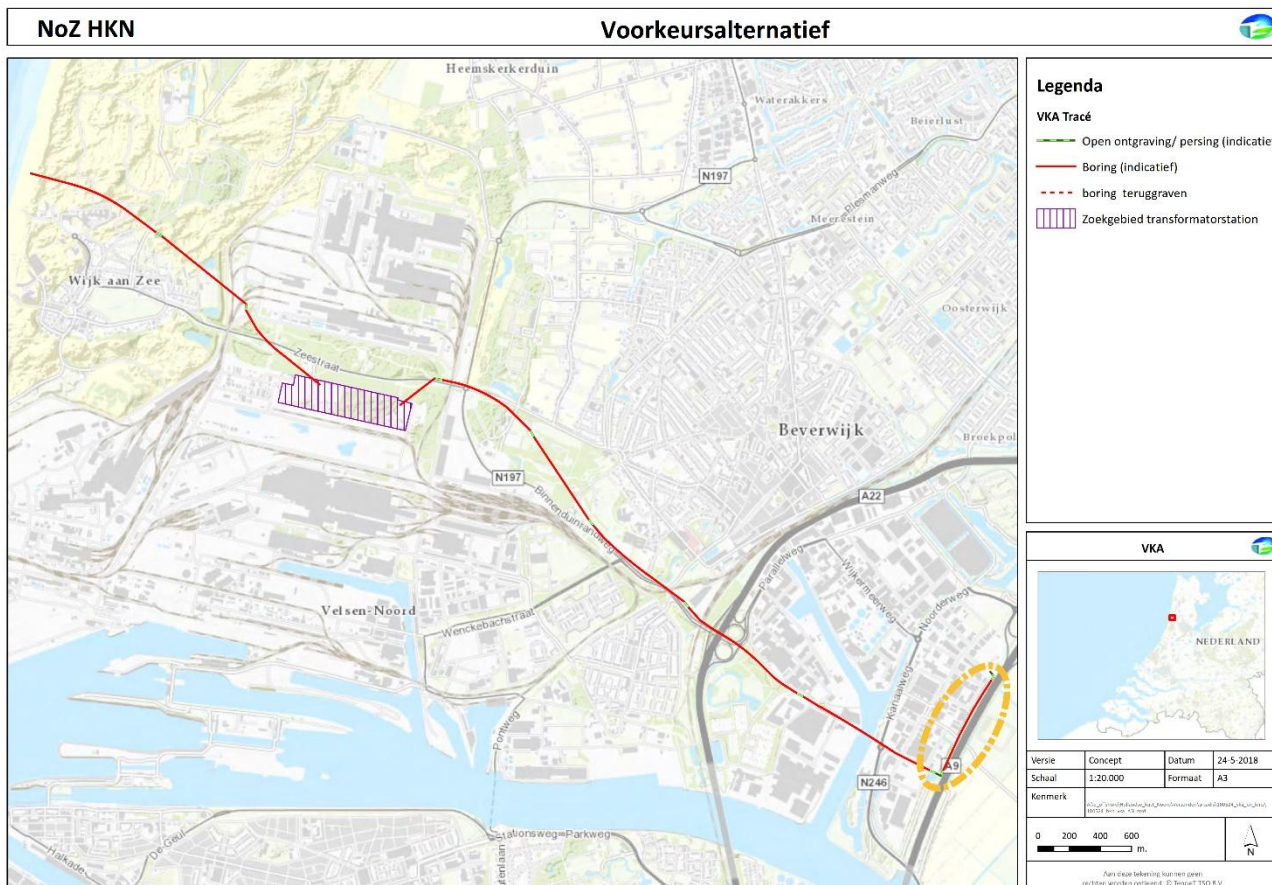
INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Algemeen	4
1.2	Doel van dit rapport	4
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	5
2.1	Geraadpleegde documenten	5
2.2	Gebruikte programma's	5
2.3	Specifieke eisen onderbouw (RWS)	5
2.4	Belastingen, belasting- en materiaalfactoren	5
2.5	Grondopbouw	6
2.6	Grondwater	7
2.7	Situatie en doorsnedeprofiel	8
2.7.1	Specifieke uitgangspunten voor de stabiliteitstoetsing	8
3	STABILITEITSTOETSING	9
3.1	Doorsnede t.p.v. Kagerweg	9
3.1.1	Algemeen	9
3.1.2	Stabiliteitstoetsing t.p.v. Kagerweg	10
3.1.3	Stabiliteitstoetsing t.p.v. uittredepunt (incl. ontgraving)	12
3.2	Kabeltracé	13
3.2.1	Gestuurde boring	13
3.2.2	Risico's	13
4	RESULTATEN EN ADVIES	14
	BIJLAGEN	15
	Bijlage 1: Tekening vergunning-110-A-B-C-D	15
	Bijlage 2: Sonderingen	15
	COLOFON	16

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

In het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) worden horizontaal gestuurde boringen (HDD) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Het uitvoeren op deze locaties in open ontgraving is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Daarom is gekozen voor om HDD's toe te passen. Voor het traject HDD10 is hier ook voor gekozen. Dit traject ligt in en langs het talud van de rijksweg A9. In onderstaande figuur is de locatie van HDD10 weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé net op zee HKN (noord) en HKN (west Alpha), HDD10 (omcirkeld in oranje)

Principe, langprofielen en situering van de HDD zijn als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd.

1.2 Doel van dit rapport

Ten behoeve van, door TenneT, aan te vragen vergunningen worden voor de locatie HDD10 een stabiliteitstoetsing gemaakt. Voorliggend rapport bevat de uitgangspunten en rekenresultaten van deze toetsing. Op basis van de uitkomsten wordt een advies gegeven over de HDD. Uitgangspunt voor de (vergunning)berekeningen van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde ontwerptekeningen, sonderingen en de toegewezen werkstrook.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Geraadpleegde documenten

De volgende informatie is gebruikt voor deze stabiliteitstoetsing:

1. 482.18.1.006-110-A-B-C-D Tekening Gestuurde boring 110-A-B-C-D, Rijksweg A9
2. NEN-EN 9997-1+NB:2017 Geotechnisch ontwerp, algemene regels
3. Sonderingen DINOloket CPT000000040453 en CPT000000040456
4. RWS Eisen onderbouw 12 oktober 2017

2.2 Gebruikte programma's

De stabiliteitstoetsing is uitgevoerd met het programma D-Geo Stability versie 17.1 (build 1.1).

2.3 Specifieke eisen onderbouw (RWS)

Conform RWS Eisen onderbouw wordt gerekend met:

- Ontwerpbenadering OB3,
- Betrouwbaarheidsklasse RC1,
- Variabele bovenbelasting 20 kN/m²,
- Aanpassingspercentage van de waterspanning maximaal 10% (t.g.v. variabele belasting).

2.4 Belastingen, belasting- en materiaalfactoren

Als bovenbelasting onderscheid wordt gemaakt in de wegconstructie (permanente belasting) en de verkeersbelasting (variabele belasting). De aangehouden belastingen zijn conform RWS Eisen onderbouw.

- Wegconstructie: $G_{\text{bovenbouw}} = 1,0 * 23 \text{ kN/m}^3 = 23 \text{ kN/m}^2$ over de breedte van de rijksweg,
- Variabele belasting: $Q_{\text{verkeer}} = 20 \text{ kN/m}^2$ over de breedte van de rijksweg.

De partiële belastingfactoren voor sterkte en stabiliteit zijn weergegeven in Tabel 1.

Belasting		Symbool	Combinatie		
			A1	A2	
				Overig	Damwand
Permanent	Ongunstig	γ_G	1,35 ^{a b c}	1,0	1,0
	Gunstig		0,9	1,0	1,0
Veranderlijk	Ongunstig	γ_Q	1,5 ^b	1,3 ^b	1,1 ^b
	Gunstig		0	0	0

^a Alleen bij kleine veranderlijke belastingen is deze waarde maatgevend, zie vergelijking (6.10a) in NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011. In de andere gevallen wordt gerekend met $\gamma_G \times \xi$, zie vergelijking (6.10b) in NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011, waarvoor, uitgaande van $\xi = 0,89$ geldt $\gamma_G \times \xi = 1,2$. Zie ook de nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011.

^b De hier gegeven waarden gelden voor RC2. Voor RC1 geldt een vermenigvuldigingsfactor van 0,9 en voor RC3 van 1,1. In de kolom damwand geldt dan voor RC1 $\gamma_Q = 1,0$ en voor RC3 $\gamma_Q = 1,25$.

^c Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met 1,2.

Tabel 1: Partiële belastingfactoren volgens NEN-EN 9997-1+NB:2017

De partiële belastingfactoren in klasse RC1 zijn:

- $\gamma_G = 1,0$,
- $\gamma_Q = 0,9 * 1,3 = 1,2$.

De partiële materiaalfactoren voor sterkte en stabiliteit zijn weergegeven in Tabel 2.

Grondparameter	Symbool	Combinatie						
		M1	M2				Algehele stabiliteit	
			Fundering op staal en op palen	Keermuur	Veiligheidsklasse			
					RC1	RC2	RC3	
Hoek van inwendige wrijving ^a	γ_{ϕ}	N.v.t.	1,15	1,2	1,2	1,25	1,3	
Effectieve cohesie	γ_c	N.v.t.	1,6	1,5	1,3	1,45	1,6	
Ongedraineerde schuifsterkte	γ_{bu}	N.v.t.	1,35	1,5	1,5	1,75	2,0	
Prismadruksterkte	γ_{qu}	N.v.t.	1,35	1,5	1,5	1,75	2,0	
Volumiek gewicht	γ_{γ}	N.v.t.	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	

^a Deze factor heeft betrekking op $\tan \phi$.

Tabel 2: Partiële materiaalfactoren volgens NEN-EN 9997-1+NB:2017

2.5 Grondopbouw

Op basis van AHN zijn de volgende hoogteliggingen aangehouden.

- Maaiveld: N.A.P. -1,6 m

De grondopbouw met representatieve en rekenwaarden grondparameters t.b.v. de stabiliteitstoetsing is weergegeven in Tabel 3. De grondparameters zijn conform tabel 2.b van NEN-EN 9997-1+NB:2017 en de sonderingen uit Bijlage 2.

b.k. laag	Materiaal	γ / γ_{sat} [kN/m ³]	c'_{rep} [kPa]	c'_d [kPa]	ϕ_{kar} [°]	ϕ_d [°]
+3,4	Zand, los	17 / 19	0	0,00	30,0	25,7
-1,6	Veen	11 / 11	1,5	1,15	15,0	12,6
-2,0	Zand, los	17 / 19	0,0	0,00	30,0	25,7
-4,4	Klei, slap	14 / 14	1,5	1,15	15,0	12,6
-9,0	Zand, zw siltig	17 / 19	0,0	0,00	27,0	23,0
-15,8	Klei, slap	14 / 14	1,5	1,15	15,0	12,6
-16,3	Zand, matig	18 / 20	0,0	0,00	32,5	28,0
-19	Zand, vast	18 / 20	0,0	0,00	32,5	28,0

Tabel 3: Grondopbouw met representatieve en rekenwaarden grondparameters t.b.v. stabiliteitstoetsing

2.6 Grondwater

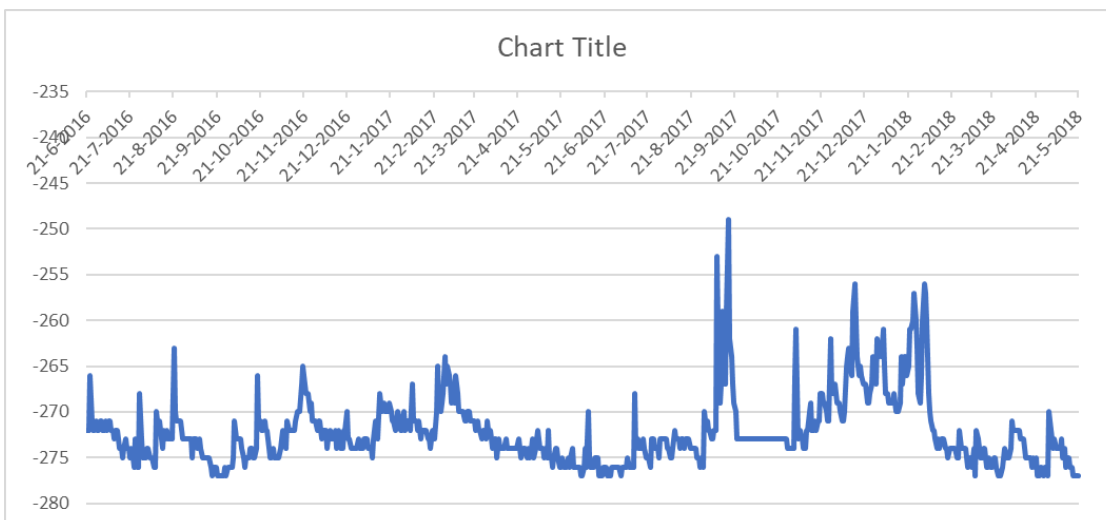
In het DINOloket zijn twee peilbuismetingen beschikbaar, B25A0957 en B25A3962. Deze zijn gemeten in respectievelijk 1978-1979 en 2016-2018. In onderstaande figuur is de locatie van beide meetpunten aangegeven.



Figuur 2: Meetpunten grondwater, afbeelding Google Earth

De filterniveaus van de meetpunten zijn als volgt:

- B25A0957 van N.A.P. -2284 cm tot N.A.P. -2384 cm,
- B25A3962 van N.A.P. -411 cm tot N.A.P. -511 cm.



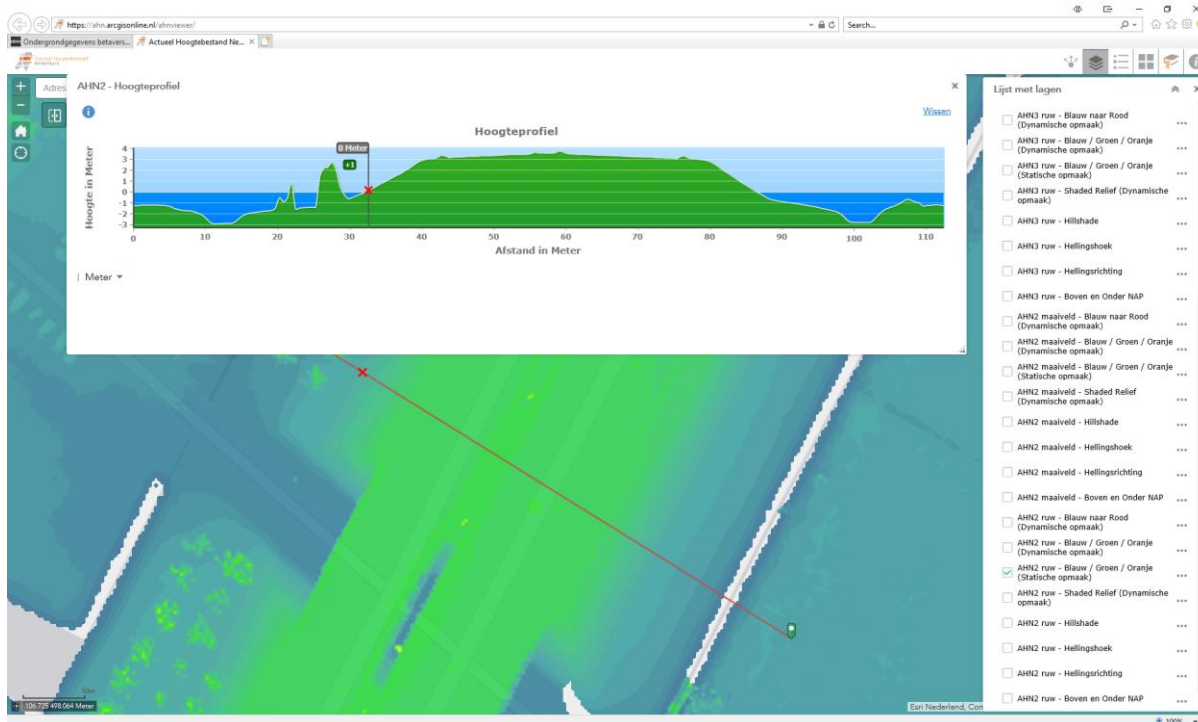
Figuur 3: Grondwatermetingen peilbuis B25A3962

Op basis van meetpunt B25A3962 wordt een grondwaterstand van N.A.P. -2,50 m aangehouden. In de aardebaan is gerekend met een opbolling van 0,8 meter.

2.7 Situatie en doorsnedeprofiel

Over een lengte van circa 720 meter wordt een gestuurde boring, HDD10, parallel aan de A9, zie onderstaande afbeelding voor het traject. De rijksweg A9 ligt circa 5,5 meter hoger dan het omliggende maaiveld. In Bijlage 1 is de tekening, met het voorgenumen kabeltracé te vinden.

In onderstaande figuur is op het doorsnedeprofiel uit de actuele hoogtebestand Nederland (AHN) opgenomen. De doorsnede is gemaakt naast het viaduct over de Kagerweg.



Figuur 4: Doorsnedeprofiel uit AHN

2.7.1 Specifieke uitgangspunten voor de stabiliteitstoetsing

De volgende specifieke uitgangspunten zijn gehanteerd:

- In deze berekening is alleen de globale stabiliteit van de aardebaan beschouwd,
- Microstabiliteit (voorzieningen voor de lokale ontgraving) is buiten beschouwing gelaten,
- Zettingen t.g.v. blow-out of bezwijken van de HDD zijn niet beschouwd,
- Bovenkant aardebaan: N.A.P. +3,4 m t.p.v. viaduct Kagerweg (op basis van AHN),
- Bovenkant aardebaan: N.A.P. +2,7 m t.p.v. uitredepunt (op basis van AHN).



Figuur 5: Talud rijksweg A9, bron: Google Maps

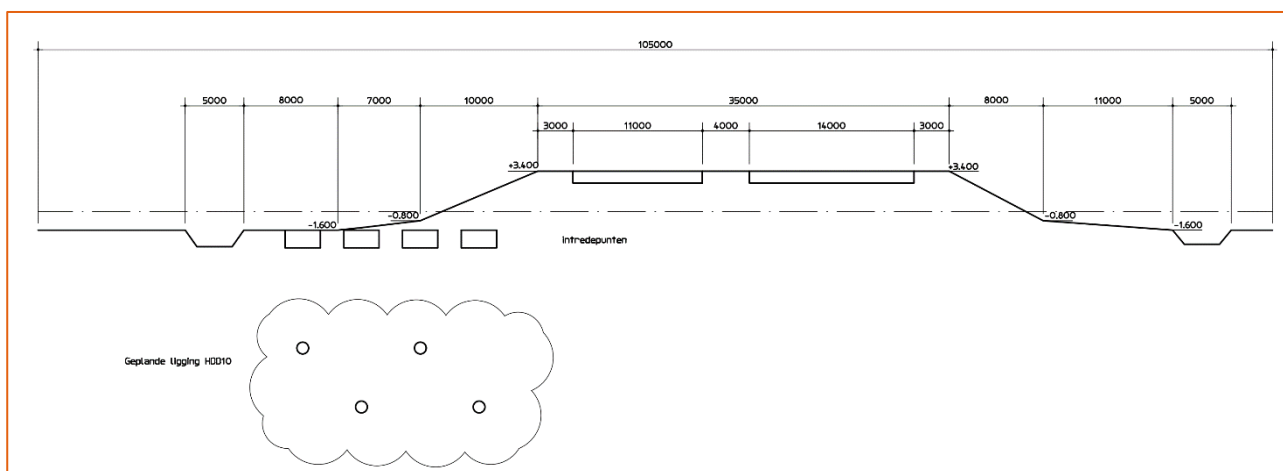
3 STABILITEITSTOETSING

3.1 Doorsnede t.p.v. Kagerweg

3.1.1 Algemeen

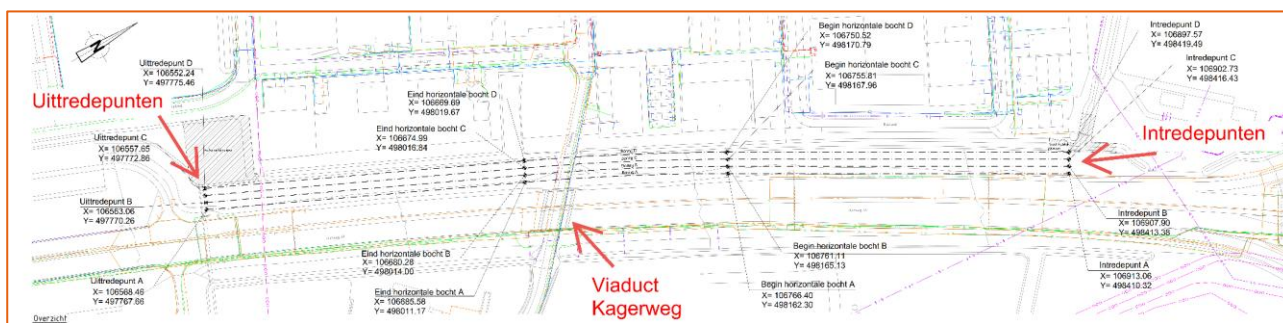
De boringen worden vanaf het maaiveld ingezet, alleen voor de opvang van de boorspoeling worden ter plaatse van de in- en uittredepunten werkputten gegraven met afmetingen van circa 3,0 x 3,0 x 1,5 meter per HDD, e.e.a. door de booraannemer nader te bepalen.

Voor de stabiliteitstoetsing wordt uitgegaan van onderstaand doorsnede-profiel. Deze is gemaakt op basis van de gegevens in paragraaf 2.7.



Figuur 6: Doorsnede-profiel Kagerweg t.b.v. invoer D-Stability, bij het uittredepunt is de bovenkant aardebaan op N.A.P. +2,7 m

Het doorsnede-profiel is gemaakt net na het viaduct over de Kagerweg. Dit is echter niet de locatie van de in- en uittredepunten. In onderstaande figuur zijn de locaties daarvan aangegeven.



Figuur 7: Locaties van de in- en uittredepunten

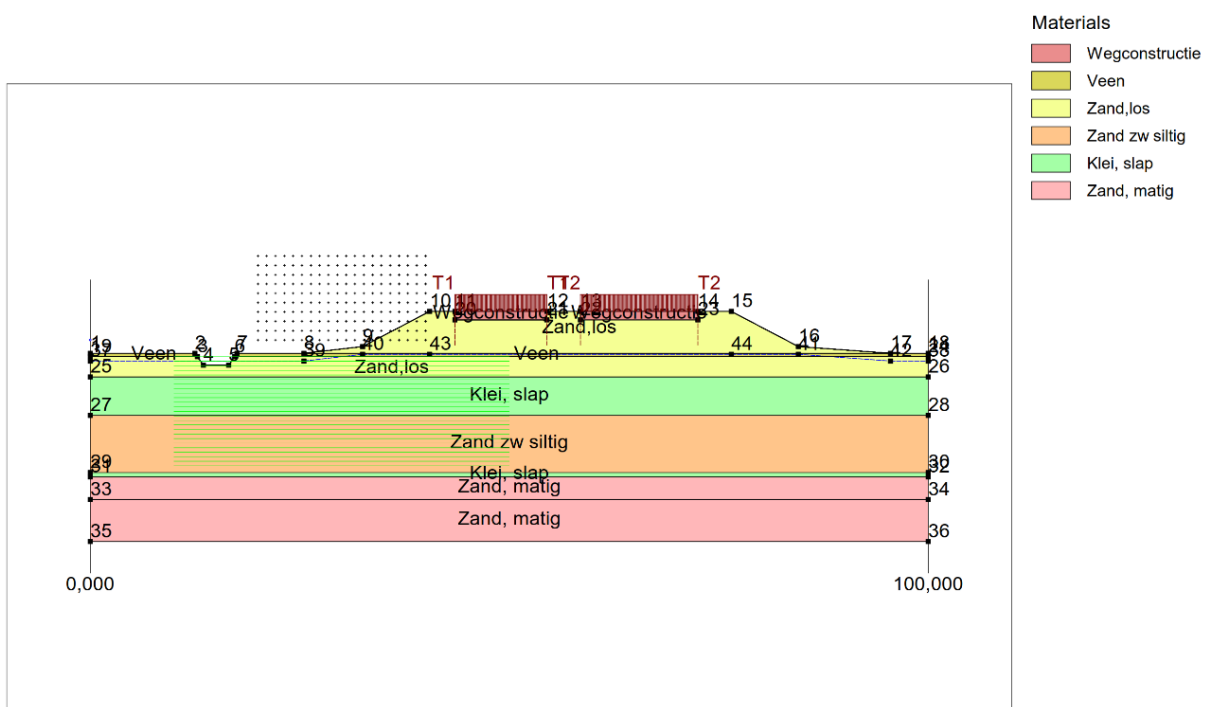
Bij het uittredepunt ligt de rijksweg circa 70 cm lager dan bij het viaduct. Om de stabiliteit van het talud te beoordelen wordt het hoogte-punt (bij het viaduct) doorgerekend. Bij het intredepunt ligt de rijksweg circa 2 meter lager dan bij het viaduct. Deze situatie is niet maatgevend t.o.v. het uittredepunt en wordt dan ook niet verder beschouwd.

3.1.2 Stabiliteitstoetsing t.p.v. Kagerweg

Er is geen grondonderzoek beschikbaar dat in de aardebaan van de A9 is uitgevoerd. Het deel A9 tussen knooppunt Beverwijk en knooppunt Velsersbroek is aangelegd midden jaren '90. De Wijkertunnel is geopend in 1996. Er wordt vanuit gegaan dat de aardebaan een zandophoging is, die met voorbelasting en/of zettingversnellende maatregel is aangelegd. Hierbij kan een deel van de ophoging in het slappe bovenpakket zijn gezakt. Dit kan een gunstige invloed hebben op de stabiliteit. Omdat hiervan geen gegevens zijn, wordt er voor de stabiliteitstoets van uitgegaan dat de zandopbouw begint op het oorspronkelijke maaiveld.

In onderstaande figuur is de input van D-Stability gegeven. Dit is de doorsnede ter plaatse van het viaduct over de Kagerweg in de huidige situatie (zonder ontgraving).

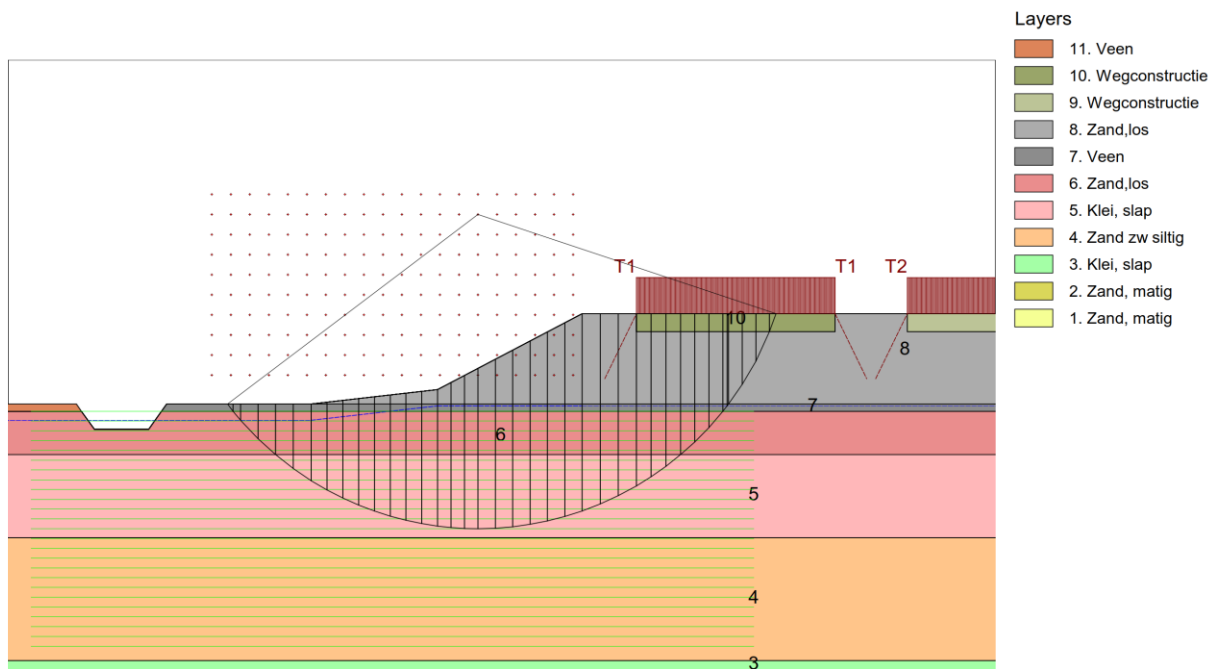
Input View



Figuur 8: Input D-Stability

De maatgevende glijcirkel heeft een safety-factor (SF) = 1,02. Dat betekent dat de stabiliteit van de huidige situatie (zonder ontgraving) voldoet. In onderstaande figuur is deze weergegeven.

Critical Circle Bishop



$X_m : 34,74 [m]$
 $Y_m : 8,89 [rh]$

Radius : 17,39 [m]
Safety : 1,02

Figuur 9: Resultaat van de toetsing van de huidige situatie (zonder ontgraving) waaruit volgt $SF = 1,02$

De opbolling van het freatisch water in de aardebaan is onbekend. In bovenstaande berekening is een opbolling aangenomen van 0,8 meter. Een hogere opbolling is nadelig voor de stabiliteit van de aardebaan. Daarom is onderzocht wat de invloed van een hogere opbolling is. De opbolling is in stapje van 0,5 meter verhoogd en in onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven.

Opbolling in meter t.o.v. N.A.P.	Niveau grondwater in meter t.o.v. N.A.P.	Opbolling in meter t.o.v. freatisch vlak	Safety-Factor maatgevende glijcirkel
-1,7	-2,5	+0,8	1,02 (situatie in Figuur 9)
-1,2	-2,5	+1,3	0,99*
-0,7	-2,5	+1,8	0,96*
-0,2	-2,5	+2,3	0,92*
+0,3	-2,5	+2,8	0,90*

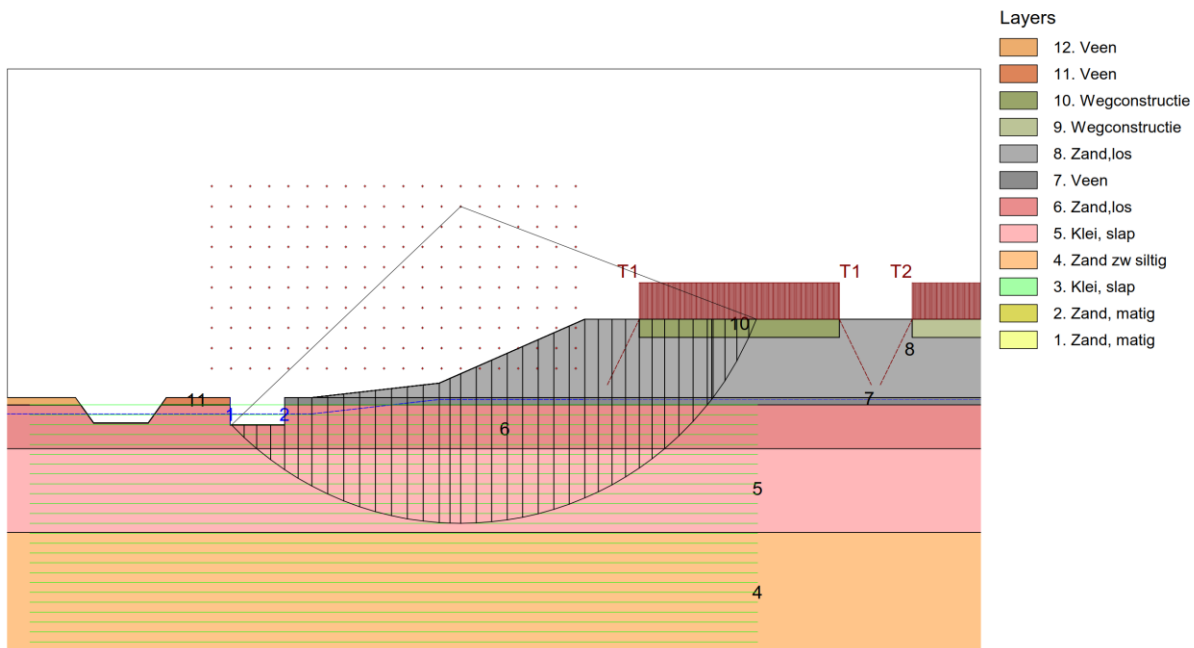
Tabel 4: Resultaten per verhoging opbolling, om gevoeligheid te bepalen

Te zien is dat de safety-factor per stapje van 0,5 meter weinig verandert. Geconcludeerd wordt dat de gevoeligheid van de stabiliteit voor waterstandsverhoging niet heel groot is. Wel is het zo dat bij een hogere opbolling dan in de berekening aangenomen, er niet meer voldaan wordt aan de stabiliteitseisen. Deze waarden zijn gemerkt een *. Dit vormt een risico.

3.1.3 Stabiliteitstoetsing t.p.v. uittredepunt (incl. ontgraving)

In het navolgende is de toetsing van de stabiliteit uitgevoerd ter plaatse van de uittredepunten. Hier is het niveau van de rijksweg A9, 0,7 meter lager. Verder is er van uitgegaan dat er per gestuurde boring een boorput van 3,0 x 3,0 x 1,5 meter wordt aangebracht.

Critical Circle Bishop



Xm : 33,68 [m]
 Ym : 8,89 [m]

Radius : 17,39 [m]
 Safety : 0,93

Figuur 10: Resultaat van de toetsing van de situatie met uittredepunt waaruit volgt met $SF = 0,93$

In bovenstaande figuur is de kritische cirkel te zien wanneer een uittredepunt wordt gemaakt naast het talud. De safety-factor is dan nog 0,93. De stabiliteitstoetsing voldoet bij het uittredepunt niet.

Het volgende wordt hierover opgemerkt:

- De doorsnede wordt getoetst per strekkende meter, de ontgraving is daarmee 'oneindig lang'. Het in- en uittredepunt is in werkelijkheid maar 3 meter lang. In langsrichting treden 'herverdelingseffecten' op die in deze berekening niet kunnen worden meegenomen.
- Getoetst is de verst weg gelegen uittredeput. Deze ligt op circa 24 meter van de rijksweg. Het dichtst bij gelegen uittredepunt ligt op circa 8 meter van de rijksweg. De toetsing hiervan levert een vergelijkbare safety-factor voor de algehele stabiliteit (macrostabiliteit). Belangrijker is dat deze put in het talud komt. De ontgraving is daar dieper en zorgt voor een lokale instabiliteit (microstabiliteit). Hiervoor moet een grondkering worden aanbracht. Dit vormt een risico voor de stabiliteit van het talud.

3.2 Kabeltracé

3.2.1 Gestuurde boring

Voor het kabeltracé (gestuurde boring) worden geen noemenswaardige effecten op de stabiliteit verwacht. Hier wordt dan ook geen stabiliteitstoetsing uitgevoerd. De volgende redenen worden genoemd:

- De mantelbuizen worden met water gevuld en het boorgat rond de buis wordt met grout gevuld. Bij een goede uitvoering zal dit niet leiden tot een verzwakking t.a.v. stabiliteit;
- De mantelbuizen liggen op 11 meter of 16 meter diepte. De maatgevende glijcirkel zit veel hoger. Glijcirkels over deze diepten zullen ruim voldoende weerstand geven bij een eventueel bezwijken van een mantelbuis.

3.2.2 Risico's

De volgende risico's worden genoemd:

- Het risico op een blow-out tijdens uitvoering. Hiervan is niet te voorspellen hoe groot de kans hierop is. Vanwege weinig marge in de taludstabiliteit is het gevolg van een eventuele blow-out groot. De taludstabiliteit kan in die situatie niet worden gewaarborgd en daar zullen dan ook maatregelen voor moeten worden getroffen.
- Het bezwijken van één mantelbuis tijdens uitvoering leiden tot zettingen. De boordiameter is circa 1 meter en elke mantelbuis circa 315 mm. Een gestuurde boring dicht langs of onder het talud kan dan leiden tot zettingen aan de wegconstructie. Het toetsen van zettingen ten gevolge van het bezwijken van een buis valt buiten het kader van dit rapport. Wel wordt gesteld dat een buis met een dergelijke diameter zettingen aan het oppervlak kan veroorzaken, waardoor schade aan het asfalt mogelijk is. Dit vormt een risico voor de rijksweg.

4 RESULTATEN EN ADVIES

Voor de doorsnede in de huidige situatie en wanneer een ontgraving wordt gemaakt is een stabiliteitsberekening gemaakt. De resultaten zijn als volgt:

- Huidige situatie Kagerweg geeft een safety-factor $SF = 1,02$ -> voldoet
- Uittredepunt incl. ontgraving op circa 24 meter van de rijksweg $SF = 0,93$ -> voldoet niet

Geconcludeerd wordt dat de huidige situatie stabiel is en voldoet aan het veiligheidsniveau RC1. Bij een ontgraving wordt niet meer voldaan aan de voorwaarden voor stabiliteit. Het aanbrengen van gewicht langs de ontgraving is een maatregel om de situatie te verbeteren. Opgemerkt wordt dat in bepaalde mate dit ook gebeurt door de uitgegraven grond naast de ontgraving aan te brengen. Hier is in deze toetsing geen rekening mee gehouden. Verder wordt als randvoorwaarde aangegeven dat na de werkzaamheden de situatie weer hersteld moet worden in de oorspronkelijke staat.

Verder wordt opgemerkt dat de ontgravingen lokaal zijn en dat met lokale effecten (microstabiliteit) geen rekening is gehouden in de toetsingen.

In het kabeltracé worden geen stabiliteitsproblemen verwacht. Wel worden de volgende risico's genoemd:

- Het risico op een blow-out tijdens uitvoering. Vanwege weinig marge in de taludstabiliteit is het gevolg van een eventuele blow-out groot. De taludstabiliteit kan in deze situatie niet worden gewaarborgd. Wellicht kunnen afdoende maatregelen worden genomen om de risico's te verkleinen.
- Het bezwijken van één mantelbuis tijdens uitvoering leiden tot zettingen. De boordiameter is circa 1 meter en elke mantelbuis circa 315 mm. Een gestuurde boring dicht langs of onder het talud kan dan leiden tot zettingen aan de wegconstructie. Het toetsen van zettingen ten gevolge van het bezwijken van een buis valt buiten het kader van dit rapport. Wel wordt gesteld dat een buis met een dergelijke diameter zettingen aan het oppervlak kan veroorzaken, waardoor schade aan het asfalt mogelijk is. Dit vormt een risico voor de rijksweg. De mantelbuizen dienen voor en na de uitvoering afgevuld te worden met schoonwater om dit risico te verkleinen.
- Voor het uitvoeren van gestuurde boring dicht langs de rijksweg is een in- en uittredepunt nodig in het talud. De afstand naar de rijksweg is hier circa 8 meter. Voor de ontgraving in het talud zijn grondkeringen nodig en dit vormt een risico voor de lokale taludstabiliteit. In dit rapport is dat verder niet beschouwd.
- Getoetst is de verst weg gelegen uittredeput. Deze ligt op circa 24 meter van de rijksweg. Het dichtst bij gelegen uittredepunt ligt op circa 8 meter van de rijksweg. De toetsing hiervan levert een vergelijkbare safety-factor voor de algehele stabiliteit (macrostabiliteit). Belangrijker is dat deze put in het talud komt. De ontgraving is daar dieper en zorgt voor een lokale instabiliteit (microstabiliteit). Hiervoor moet een grondkering worden aanbracht. Dit vormt een risico voor de stabiliteit van het talud.
- De opbolling van het grondwater in de aardebaan is onbekend. In de berekening is een opbolling aangenomen van 0,8 meter. Bij een grotere opbolling wordt echter niet voldaan aan de eisen voor stabiliteit.

Geadviseerd wordt om de boringen zover mogelijk van de rijksweg uit te voeren. Ontgravingen dicht langs de rijksweg geven weinig tot geen ruimte voor stabiliteit verbeterende maatregelen. Een maatregel om risico's te verkleinen kan dan worden gezocht in het tijdelijke (deels) afsluiten van de rijksweg. Geadviseerd wordt om naar een oplossing te gaan die niet onder het talud door gaat en waarvoor ook geen (tijdelijke) ontgraving in het talud benodigd is.

Verder wordt geadviseerd de afwatering en de opbolling van het grondwater in de aardebaan te controleren. Hoewel de stabiliteit hiervoor niet heel gevoelig lijkt, wordt bij een hogere grondwaterstand dan aangenomen in de berekening niet voldaan aan de eisen voor stabiliteit.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Tekening vergunning-110-A-B-C-D

Bijlage 2: Sonderingen

Zoeken

bijv.: Tokio, Japan

[Routebeschrijvingen ophalen](#) [Geschiedenis](#)

Plaatsen

- Mijn plaatsen
- Sightseeing Tour
Zorg ervoor dat de laag '3D-Gebouwen' is ingeschakeld
- Tijdelijke plaatsen
- Dino bestelling
 - GBBM
 - GBKG
 - GBMF
 - GBMP
 - B25A2726
 - B25A2646
 - B25A1423
 - GBSA
 - CPTBRO
 - CPT000000034094
 - CPT000000034093
 - CPT000000034092
 - CPT000000040455
 - CPT000000040454
 - CPT000000040453
 - CPT000000040458
 - CPT000000040457
 - CPT000000040456
 - CPT000000034096

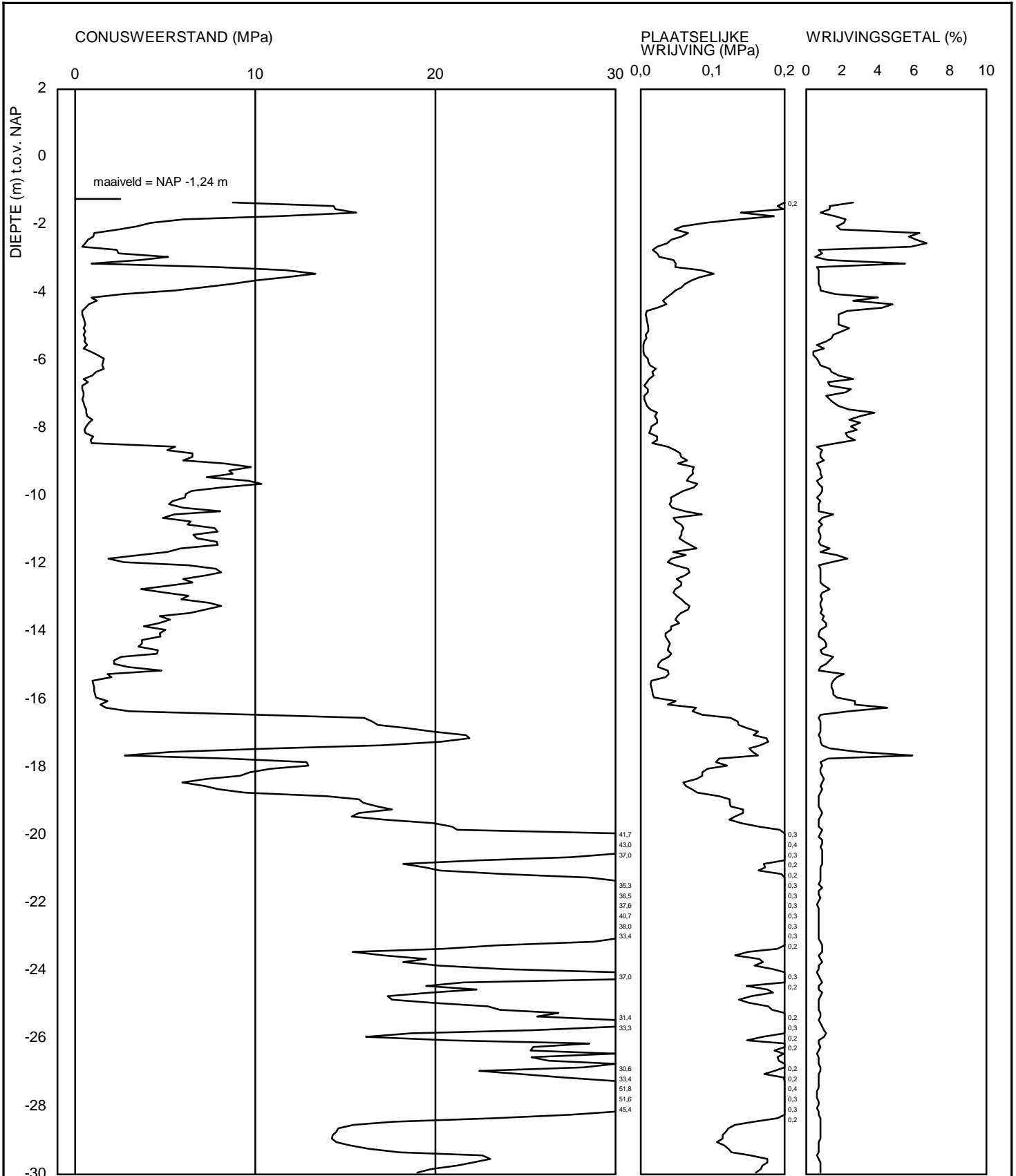


Laagen

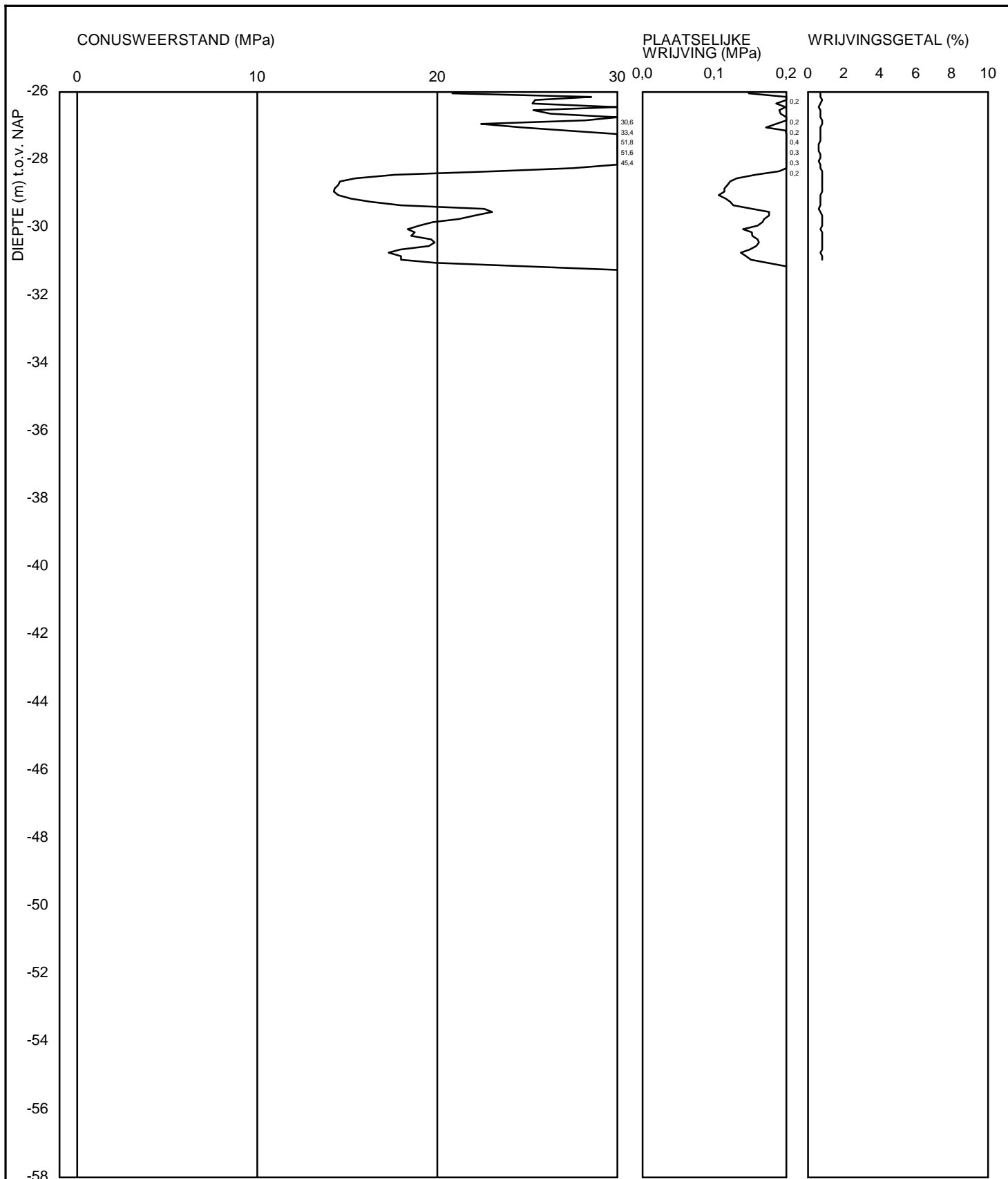
- Primaire database
 - Grenzen en labels
 - Plaatsen
 - Foto's
 - Wegen
 - 3D-gebouwen
 - Oceaan
 - Weer
 - Galerij
 - Maatschappelijke aandacht
 - Meer
 - Terrein

© 2018 Google

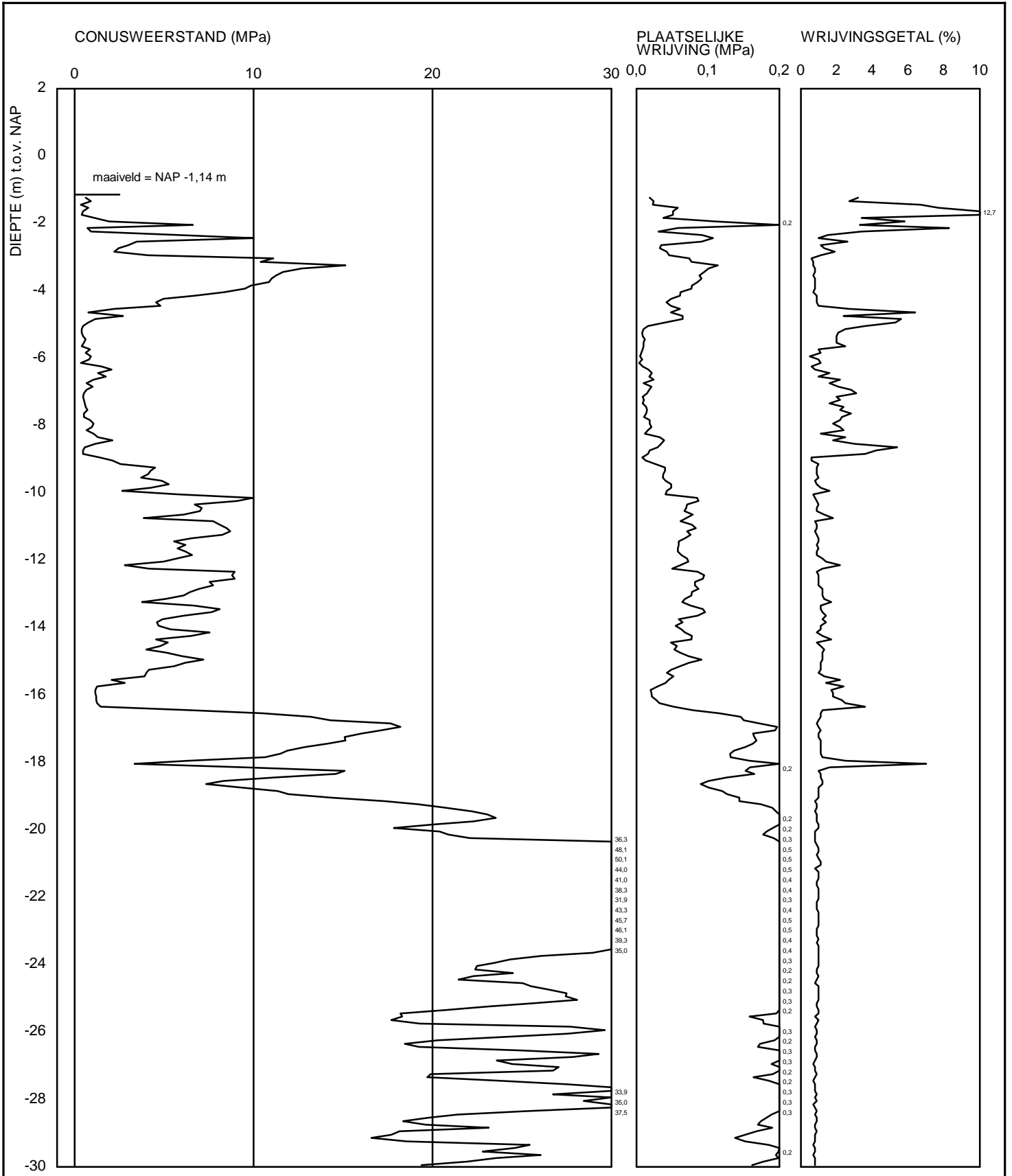
Google Earth



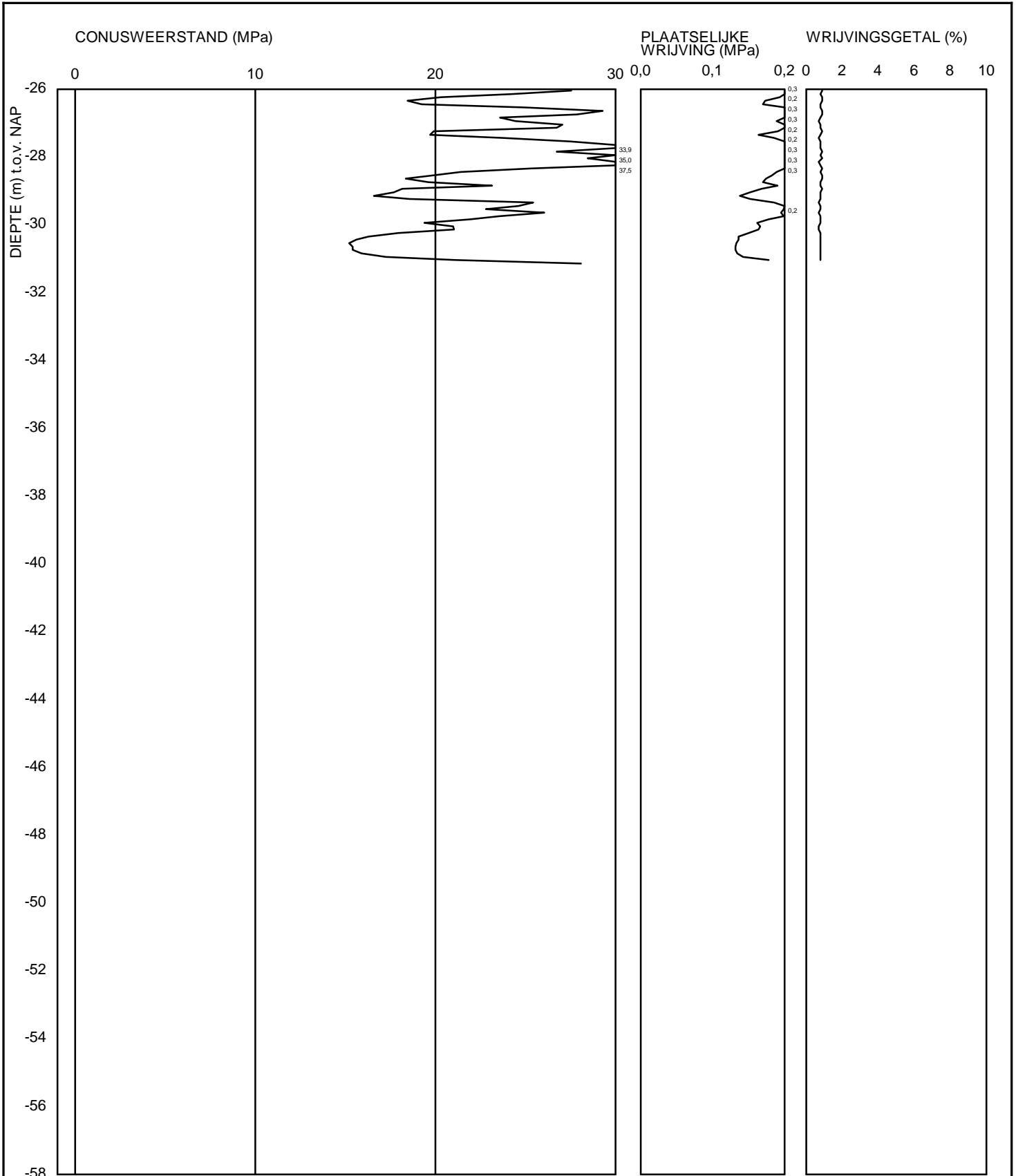
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 1987-09-08	get. -
-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 1987-09-08	get. -
-	BRO-/ -			gez.
Sondering CPT000000040453 [Blad 2 / 2]	BIJL. -			form. A4



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 1987-09-08	get. -
-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum	get.
			1987-09-08	-
- -			BRO-/ -	gez.
			BIJL. -	form. A4

COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-
STABILITEITSBEREKENING
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING LANGS RIJKSWEG A9 (HDD 10)

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Menno Kostelijk

ONZE REFERENTIE

079942343 C

DATUM

31 augustus 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Lelie Shemirani & Prerna van de Vall
Specialist

VRIJGEGEVEN DOOR

Gertjan Bloemberg
Senior projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland
+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-STERKTEBEREKENING

Horizontaal gestuurde boring ter hoogte
hoogspanningsstation Beverwijk 380 kV (HDD 11)

TenneT TSO B.V.

31 AUGUSTUS 2018



Contactpersoon

LINDA BOUWMAN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

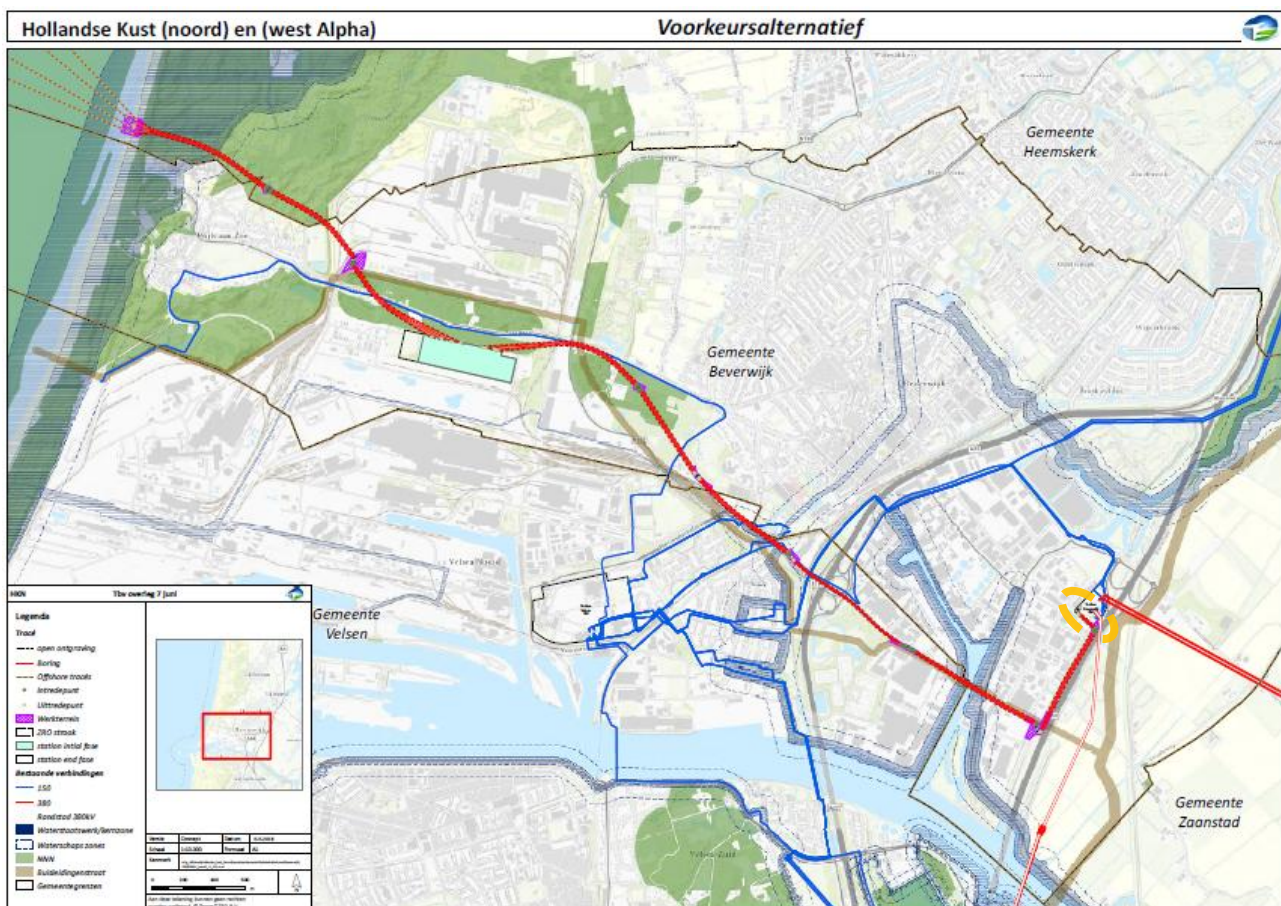
1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	6
2.1	Diameter en SDR klasse algemeen	6
2.2	Leidinggegevens	6
2.3	Vooronderzoek	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Grondwaterstanden	7
3	ONTWERP VAN DE KRUISING	8
3.1	Configuratie van de kruisingen	8
3.2	Tracé en diepteligging	8
3.3	In- en uittredepunt	9
3.4	Kabels en leidingen	9
4	LEIDINGBEREKENING	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Sterkteberekening	10
5	GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES	11
5.1	Boorspoeldrukken	11
5.2	Kwelsituatie	11
5.3	Kwel uit het watervoerende pakket	11
5.4	Kwel van polder naar polder	11
6	UITVOERINGSASPECTEN	13
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	13
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	13
6.3	Keuring en inspectie	13
6.4	Uitvoeringseisen	13
7	CONCLUSIE EN ADVIES	14

BIJLAGEN	15
Bijlage 1: Tekening vergunning-111-A-B-C-D	15
Bijlage 2: Sonderingen	15
Bijlage 3: Gegevens grondwater	15
Bijlage 4: Sterkte berekening HDD 11	15
COLOFON	16

1 INLEIDING

In het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) worden horizontaal gestuurde boringen (HDD) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Het uitvoeren van de kruisingen op deze locaties in open ontgraving is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, waterstaatswerken, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Daarom is gekozen voor HDD's. Ten behoeve van, door TenneT, aan te vragen vergunningen worden voor de specifieke kruising een sterkte- en muddrukberkening en kwelwegberkeningen gemaakt. Tevens wordt het ontwerp toegelicht. Uitgangspunt voor de (vergunning)berkeningen van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde ontwerptekeningen, sonderingen en de toegewezen werkstrook.

Ten behoeve van vergunningsaanvraag bij de diverse betrokken instanties is van de maatgevende gestuurde boring een berekening volgens NEN 3650/3651:2012 gemaakt met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers te Hellevoetsluis. Dit rapport bevat de uitgangspunten, grond mechanische gegevens en berekeningsresultaten van de kruising vanaf de berm van de A9 richting het hoogspanningsstation Beverwijk 380 kV. In onderstaande figuur is de locatie van HDD 11 weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé net op zee HKN (noord) en HKN (west Alpha), HDD 11 (omcirkeld in oranje)

Principe, langspiegelen en situering van de HDD zijn als Bijlage 1 bij dit rapport gevoegd.

De volgende voorschriften en normen zijn voor het ontwerp en de berekeningen toegepast:

- NEN 3650:2012, NEN 3651:2012 en NPR 3659:1996/A1:2003 (leidingen);
- NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7, geotechniek);
- NEN-EN 1991-2 (Eurocode 1, belastingen op constructies);
- Richtlijnen boortechnieken van Rijkswaterstaat 2004;
- Standaard RAW 2015 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Diameter en SDR klasse algemeen

Volgens opgaaf van TenneT worden hoofdzakelijk 2500 Cu-kabels toegepast¹. De diameter van deze kabels inclusief isolatie en mantel zal tussen de 130 mm en 160 mm liggen. De afmeting van de trekkop om de kabel te trekken is circa 10 % van de kabeldiameter. Dit is voldoende om de kabel door de aangegeven mantelbuis (zie Tabel 1) te trekken.

Naast de diameter van de kabels wordt ook rekening gehouden met de ingebruikname van de kabels, waarin de temperatuur van de omgeving (inclusief de mantelbuis) ongeveer 20°C kan worden. Dit is de standaard temperatuur van de mantelbuis. Bij inbedrijfsname kan, afhankelijk van de g-waarde van de omgeving en de belastbaarheid van de kabel, de mantelbuis opwarmen tot 50° C of zelfs lokaal (daar waar de kabel de mantelbuis raakt) tot 70° C. Ten behoeve van de sterkteberekening wordt een temperatuur van 20° C gehanteerd¹.

Voor de berekeningen wordt eerst uitgegaan van een standaard SDR 11, PE 100 mantelbuis. Uit de berekeningen zal blijken of deze voldoet of dat er een SDR 9 moet worden toegepast.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter (SDR 11) Diameter (SDR 9)	Ø 315 mm (inw. 257,7 mm) Ø 315 mm (inw. 245 mm)
Materiaal	PE 100 SDR 11 of SDR 9
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé net op zee Hollandse Kust (noord) en net op zee Hollandse Kust (west Alpha) voor HDD 11. Het betreffen hier drukloze leidingen.

2.3 Vooronderzoek

In het vooronderzoek zijn gegevens verzameld over het te kruisen waterstaatswerk, kabels en leidingen en obstakels¹. Het lengteprofiel over het tracé is ter beschikking gesteld door TenneT¹.

2.4 Grondmechanische gegevens

De grondmechanische parameters, ter plaatse van de kruising, zijn herleid uit het geotechnische gegevens verkregen uit bureauonderzoek van TenneT. Het betreffen gegevens uit het DINOloket en uit een hotspot onderzoek. De grondgegevens van HDD 11 zijn ingeschat aan de hand van de sondering CPT000000034095A (DINOloket onderzoek). De sondering is opgenomen in Bijlage 2.

De bodemopbouw ten opzichte van het maaiveld bestaat voornamelijk uit:

- 0-8 m: siltige klei humeus;
- 8-14 m: los zand siltig;
- 14-16 m: klei/leem (afsluitende laag);
- 16-30 m: matig tot vast zand.

De diverse parameters zijn bepaald door de sondering in te lezen in het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers.

¹ Zie Uitgangspuntdocument, Referentie 079895494 B, 9 juli 2018

Omdat er grondmechanische gegevens zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, aanvullende sonderingen en boringen worden uitgevoerd. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

2.5 Grondwaterstanden

Voor het geohydrologischsysteem kunnen bovengenoemde lagen worden getypeerd als een matig doorlatend holoceen pakket tot N.A.P. -16,00 m, een afsluitende laag tussen N.A.P. -16,00 m en N.A.P -18,00 m en vervolgens goed doorlatend zand tot de verkende diepte.

De waterstanden die uit bureauonderzoek naar voren komen zijn:

- Waterstanden van de watergang nabij het hoogspanningsstation Beverwijk 380 KV zijn respectievelijk N.A.P. -2,85 m en N.A.P. -3,15 m. (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK));
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte in het gebied op circa N.A.P. -2,00 m.

Tevens is er volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG brak tot zout grondwater aanwezig. Tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) maatregelen moeten worden genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

De waterstanden zijn opgenomen in Bijlage 2, de legger informatie en tekeningen van TNO/NITG zijn opgenomen in Bijlage 3.

Omdat er (grond)waterstanden zijn gebruikt, die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht. Hiermee dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en chloride gehalte in kaart worden gebracht. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de booraannemer en ter goedkeuring aan de vergunning verlenende partijen te worden voorgelegd.

3 ONTWERP VAN DE KRUISSING

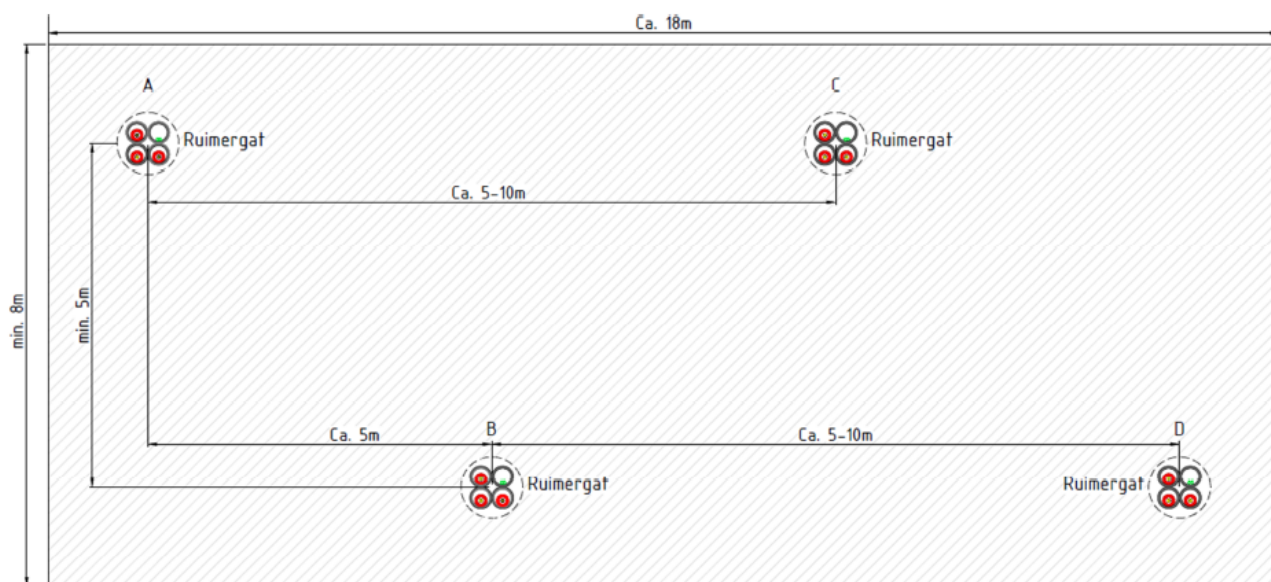
Om het tracé te kunnen realiseren is er voor gekozen het terrein van het hoogspanningsstation Beverwijk 380 kV middels een horizontaal gestuurde boring te kruisen.

3.1 Configuratie van de kruisingen

Het betreft hier een kruising van 4 parallelle circuits met 1 kabel per fase. De kruising wordt uitgevoerd als 4 bundels van elk 4 mantelbuizen h.o.h. circa 6,00 m.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter	∅ 315 x 45 mm
Materiaal	PE 100, SDR 9 ²
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 2: Gegevens HDD 11 mantelbuis



Figuur 2: Boorconfiguratie 4 bundels

3.2 Tracé en diepteligging

De intredepunten zijn aan de oostzijde en de uitredepunten zijn aan de westzijde van de horizontaal gestuurde boring geprojecteerd. Hiervoor is gekozen, in verband met de beschikbare ruimte, voor een uitlegtracé in de richting van de N246 (provinciale weg). Het tracé begint in de berm/talud van de A9 en kruist het terrein van het hoogspanningsstation Beverwijk 380 kV en komt er hoogte van de toegang van het station weer boven. De as van de diepste boring ligt op circa N.A.P. -13,64 m. Er is gekozen voor intredehoeken van 17° en uitredehoeken van 16°.

Uit bureauonderzoek blijkt dat ter plaatse van het tracé verschillende objecten aanwezig zijn. De intredepunten zijn gesitueerd onder de gevarenszone van de hoogspanningslijnen. Voor uitvoering dient in overleg met TenneT gekeken worden naar de (uitvoerings)risico's en de daarbij behorende maatregelen. Het tracé van HDD 11D kruist een stuw. Van de stuw zijn geen gegevens bekend.

² Zie hoofdstuk 4.2.

Om risico's van een blow-out te verkleinen dan wel te voorkomen dient, voor uitvoering, bij de betrokkende partijen te worden geïnformeerd of er gegevens bekend zijn van de stuw. Indien deze niet bekend is, is het verstandig een sondering nabij het kunstwerk uit te voeren om een inschatting te kunnen maken van het inheinniveau. Advies is een minimale afstand van 5 m aan te houden tot de stuw. Eventueel is een oplossing de stuw tijdelijk te verwijderen. Aandachtspunt hierin is wel dat de ontstane openingen op degelijke wijze worden afgedicht om uitspoeling van de bentoniet te voorkomen.

3.3 In- en uittredepunt

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat kan worden voldaan aan de diepte eis t.a.v. de te kruisen leidingen. De boringen worden vanaf het maaiveld ingezet, alleen voor de opvang van de boorspoeling worden ter plaatse van de in- en uittredepunten werkputten gegraven met afmetingen van circa 3,00 x 3,00 x 1,50 m, e.e.a. door de booraannemer nader te bepalen. De in- en uittredepunten zijn zo gesitueerd dat deze buiten de 'theoretische' stabiliteitszone van het waterstaatswerk A9 valt, volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Om de kans op een blow-out te verkleinen wordt ter plaatse van de in- en uittredepunten de waterpartijen gedempt. Na uitvoering dienen de watergangen weer te worden hersteld.

In overleg met de beheerder van het waterstaatswerk waterkering en de vergunningverlener dient te worden overlegd of het acceptabel is dat de in- en uittredepunten in de berm van de A9 zijn gesitueerd.

3.4 Kabels en leidingen

De relevante kabels en leidingen zijn op de situatie tekening aangegeven. Vlak voor uitvoering dient een KLIC-melding te worden gedaan en moet ter plaatse van de in- en uittredepunten een proefsleuf worden gegraven.

4 LEIDINGBEREKENING

4.1 Algemeen

De sterkteberekening van de maatgevende bundel in de kruising is uitgevoerd met het programma Sigma 2018 van Adviesbureau Schrijvers BV. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 4 opgenomen.

4.2 Sterkteberekening

In de sterkteberekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de importantiefactor (*voorheen schadefactor S*) is volgens artikel 6.5 en bijlage B van NEN 3651:2012 een waarde van 1 aangehouden;
- In verband met uitvoerbaarheid en beschikbare ruimte is gekozen voor verticale bochtstralen van 200 m en intredehoeken 17° en uittredehoeken van 16°;
- Tijdens het intrekken moeten de leidingen 50 % worden gevuld met water, dit om de spanningen in de leiding tijdens de uitvoeringsfase te verkleinen.

Uit een eerste berekening is gebleken dat de optredende spanningen van de mantelbuizen uitgevoerd in PE 100, SDR 11 hoger zijn dan de toelaatbare spanningen van het materiaal. Hiervoor is er gekozen om voor de mantelbuizen SDR 9 toe te passen.

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen:

- Kruising HDD 11, Ø 315 mm, PE 100, SDR 9, wanddikte = 35 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none">• leiding 50 % gevuld	$\sigma_x = 2,26$	10
2 gebruiksfase	$\sigma_x = 0,78$ $\sigma_y = 6,38$	8

Tabel 3: Spanning in de leidingen

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ($< 8 \% \times D_{inw}$). De optredende deflectie is circa 5,02 mm $< 22,40$ mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 33 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. Indien meer dan 54,25 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van 1,0 m minus maaiveld is er maximaal circa 14,0 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De HDD mantelbuizen voldoen, indien 50 % gevuld, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt PE 100, Ø 315 mm, SDR 9 toegepast.

5 GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES

5.1 Boorspoeldrukken

Om bij het uitvoeren van de gestuurde boringen uitbraak van de boorvloeistof te voorkomen, mag de boorspoeldruk niet boven circa 90% van de maximale druk c.q. limietdruk uitkomen. In de sterkteberekeningen (zie Bijlage 4), is voor een aantal punten in het boortracé de maximaal toelaatbare en minimaal benodigde muddruk bepaald tijdens het boorproces. Uit de grafische weergave van de berekening blijkt dat er risico op muduitbraak is nabij de in- en uittredepunten van de boring. Om het risico op muduitbraak te beperken, dienen de muddrukken en de voortgangssnelheid hierop te worden aangepast.

5.2 Kwelsituatie

Bij een HDD moet volgens NEN 3651:2012 onderzoek worden gedaan naar langloopsheid (kwel) op de (middel)lange termijn onder een waterkering.

In hoofdstuk 2.5 zijn de volgende (grond)waterstanden geïnventariseerd:

- Waterstanden van de watergang nabij het hoogspanningsstation Beverwijk 380 kV zijn respectievelijk N.A.P. -2,85 m en N.A.P. -3,15 m. (Leggerrapport Oppervlaktewaterlichaam van HHNK);
- Volgens de grondwaterkaarten van TNO/NITG liggen de stijghoogte in het gebied op circa N.A.P. -2,00 m.

Er kunnen verschillende kwelsituaties voorkomen voordoen, die hierna zijn beschreven.

5.3 Kwel uit het watervoerende pakket

Het diepste punt van de boring ligt op circa N.A.P. -14,00 m. Uit de gegevens van het DINOloket blijkt dat de afsluitende zich bevindt tussen N.A.P. -16,00 m en N.A.P. -18,00 m. Uit deze geven blijkt dat de diepste boring op circa 2,0 m boven de afsluitende laag is gesitueerd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van kwel vanuit het eerste watervoerende pakket.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. het uiteinde dient deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.

5.4 Kwel van polder naar polder

Ten gevolge van een peilverschil aan weerszijden van de boring ontstaan.

Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping): $\sum L_v + \sum \alpha \cdot L_h \geq C_l \cdot h$ (absolute toetsing), waarin:

$C_l = 7$ (fijn zand);

$h =$ hier $3,15 - 2,85 = 0,30$ m (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunten);

$\sum L_v = 0$ (totaal van de verticale kwelwegen);

$\alpha =$ (weegfactor tussen 0 en 1/3 voor de weerstand in de boorgang), voor de berekening houden we hier een minimale weerstand in de boorgang van $\alpha = 0,1$ aan;

$\sum L_h =$ lengte horizontale kwelweg = 175 m (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$0,1 \times 174 \geq 7 \times 0,30 \rightarrow 17,4 \geq 2,10$ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm toegepast volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen t.p.v. het uiteinde dient deze lucht en waterdicht te worden afgedicht.

6 UITVOERINGSASPECTEN

6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water

Volgens de grondwaterkaart van TNO is er sprake van brak tot zout grondwater. Voor uitvoering van de boring dient het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater te worden bepaald. De kwaliteit van het toegepaste bentoniet dient te worden afgestemd op het zoute grondwater. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de bentoniet tijdens de uitvoering en op de langere termijn.

6.2 Controle en registratie tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering wordt steeds per boorstang-lengte de boorkop gecontroleerd en indien nodig bijgestuurd. De toegepaste methode voor controle van richting en diepte wordt door de booraannemer bepaald en dient de goedkeuring van de directie te hebben. Hoofdmeetsysteem dient te bestaan uit een optische gyrotool. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de aard van de te kruisen objecten en de diepte van de boringen heeft een geavanceerd systeem hier de voorkeur.

Voor de maximale afwijkingen zijn we uit gegaan van:

- In het boortracé +0,5 m en -0,5 m horizontaal en verticaal;
- Bij de uittredepunten +1,0 m en -1,0 m in de lengterichting van de boring.

De registratie van meetgegevens tijdens de uitvoering dient te geschieden volgens artikel 9.2 (keuring en inspectie) en 10.2 (revisietekening) van NEN 3651:2012. Daarnaast dient door de booraannemer een monitoringsplan te worden opgesteld conform eisen van Rijkswaterstaat. Na gereedkomen van de boring moeten de revisiegegevens worden verwerkt en aan de vergunningverleners en opdrachtgever worden aangeleverd.

6.3 Keuring en inspectie

Voor het intrekken van de leidingen worden alle lassen van de mantelbuis gekeurd door een door de directie goedgekeurde instantie en volgens de voorschriften beoordeeld. Alle inwendige lasrillen dienen te worden verwijderd.

Zowel vóór het intrekken van de leidingen als na het intrekken (en voor ingebruikname) wordt de kruising op sterkte beproefd volgens artikel 9.7 van NEN 3651:2012.

De sterktebeproevingdruk bedraagt 0,4 MPa, of volgens de eisen die TenneT aan de beproeving van de leidingen stelt, een en ander in overleg met TenneT.

6.4 Uitvoeringseisen

Voor het uitvoeren van de boringen wordt verwezen naar de standaards van TenneT.

Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de booraannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van NEN 3650/3651:2012 en Richtlijnen boortechnieken (januari 2004 van Rijkswaterstaat).

Voor de materiaal en uitvoeringseisen, aanvullingen en -verdichtingen en overige civieltechnische werkzaamheden dient een bestek te worden opgesteld en de Standaard RAW bepalingen (Standaard 2015) van toepassing dient te worden verklaard.

7 CONCLUSIE EN ADVIES

Geadviseerd wordt voor HDD 11 de leidingen in de kruising uit te voeren in PE 100, SDR 9.

De omvang van het werkterrein is afhankelijk van de grootte van de uit te voeren boring en het benodigde materieel om deze uit te voeren. Dit kan oplopen tot een benodigde ruimte van 1000 m². Daarnaast dient voor de opstelplaats van de boring rekeningen te worden gehouden met een breedte van circa 5 m en een lengte tussen circa 12 m en circa 25 m. Tussen de intredepunten en kant weg is een minimale ruimte van circa 9,9 m aanwezig. Om veilig te werken dient er tijdens de uitvoering een deel van de A9 te worden dichtgezet voor verkeer. In overleg met de beheerder van Rijksweg A9 en de vergunningverlener dient te worden gekeken of het acceptabel is dat de intredepunten in de berm van de A9 is gesitueerd.

Voor de backfill moeten de aanbevelingen uit het g-waarden onderzoek worden overgenomen, de verdichtingsgraad van de backfill dient hetzelfde te zijn als de omringende grondslag.

De mantelbuizen dienen voor en na de uitvoering te worden gevuld met schoonwater (of door de opdrachtgever goed te keuren medium). Na installatie van de kabels dienen de mantelbuizen lucht en waterdicht te worden afgesloten. Dit ter voorkoming van kwelwater door de mantelbuizen. Aan beide zijden van de boringen dient volgens artikel 8.1.7.2 van NEN 3651:2012 een kleikist met kwelscherm aan te worden gebracht. Ten behoeve van de op te vullen ruimte buiten de mantelbuizen dient de booraannemer gebruik te maken van door de opdrachtgever goed te keuren medium.

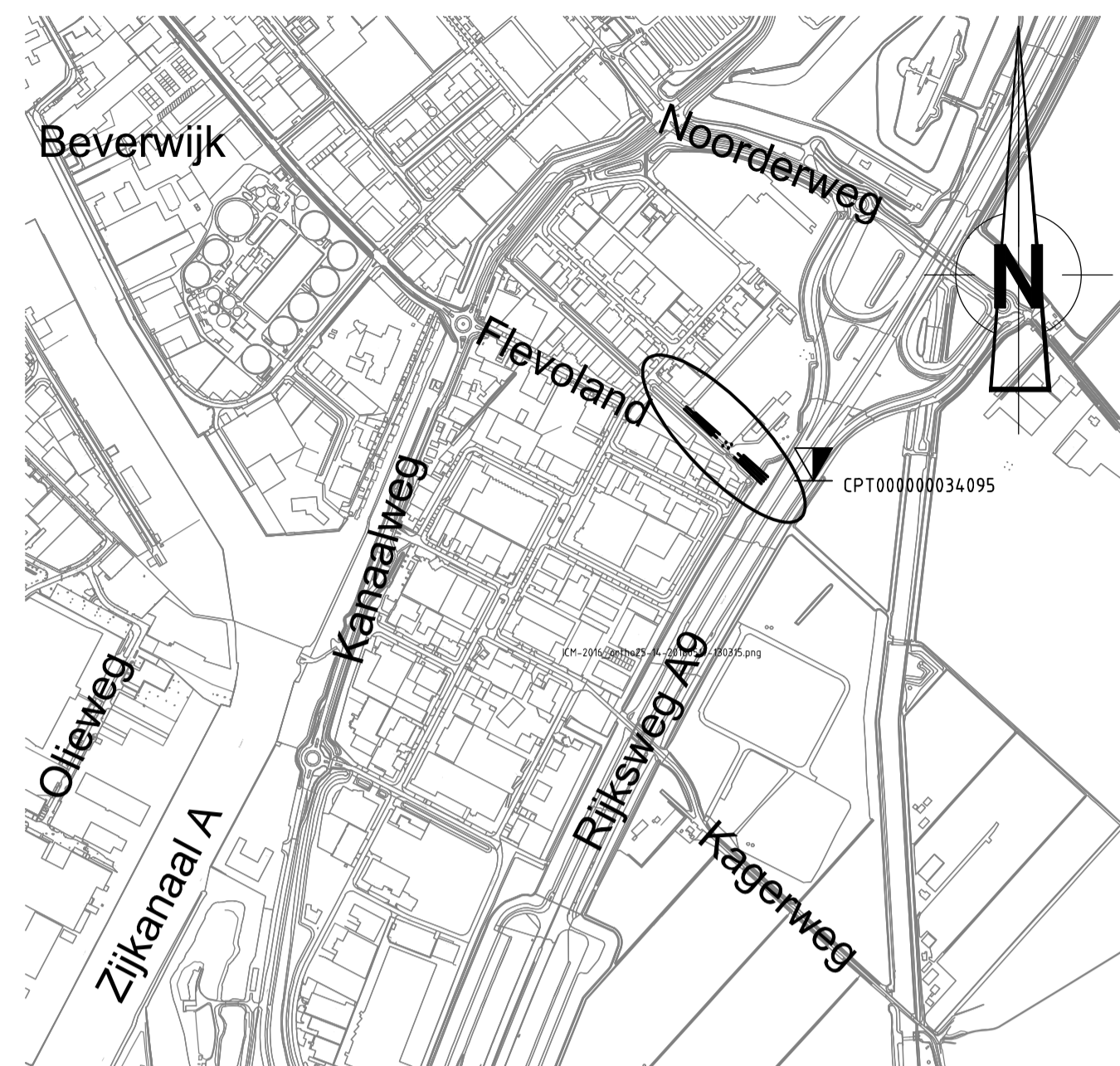
BIJLAGEN

Bijlage 1: Tekening vergunning-111-A-B-C-D

Bijlage 2: Sonderingen

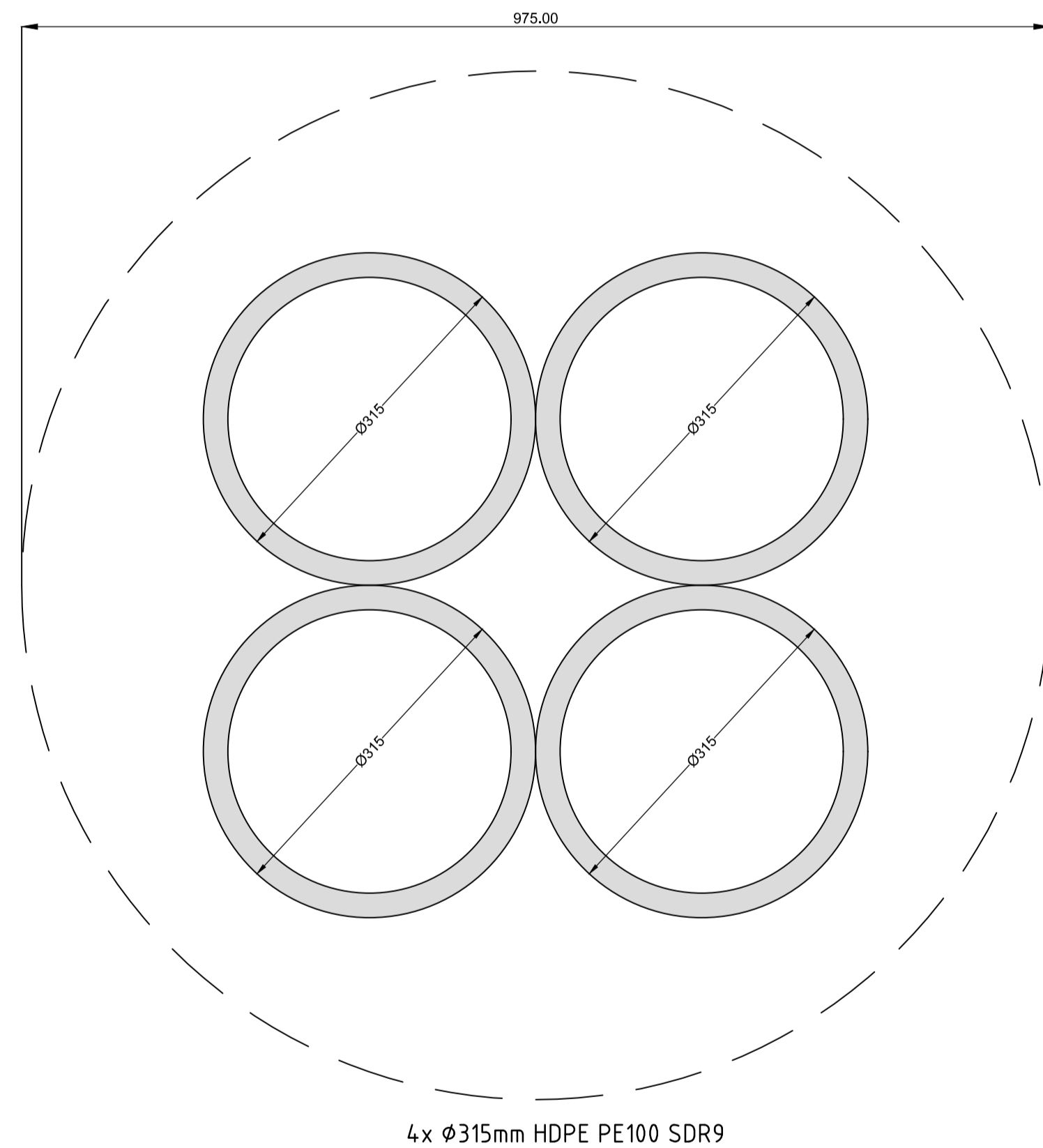
Bijlage 3: Gegevens grondwater

Bijlage 4: Sterkte berekening HDD 11



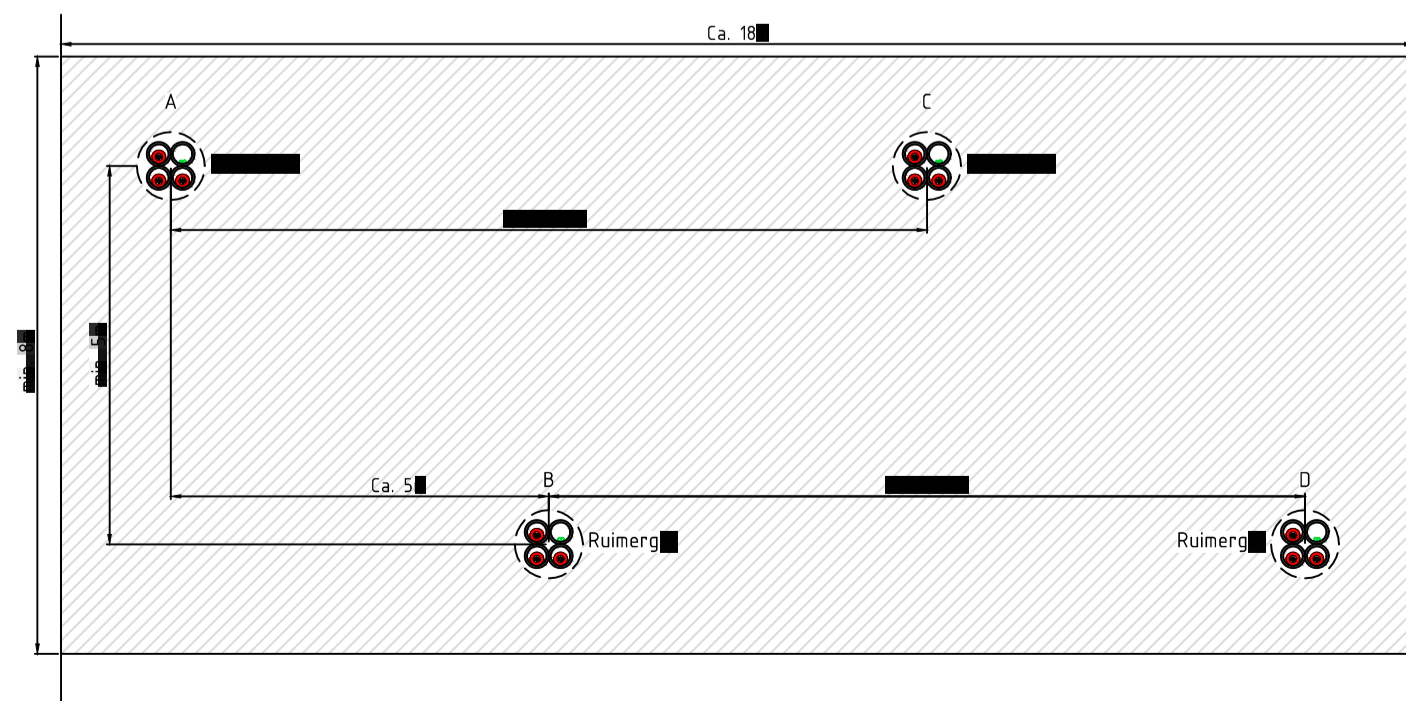
Overzicht

schaal 1:10000



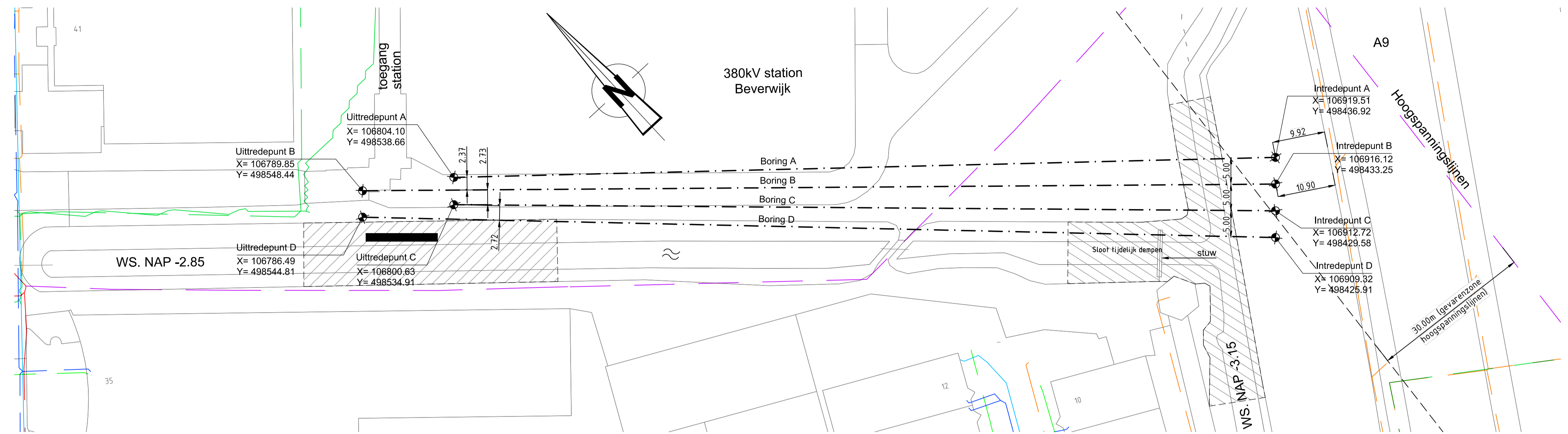
Doorsnede bundel A-B-C-D

schaal 1:5



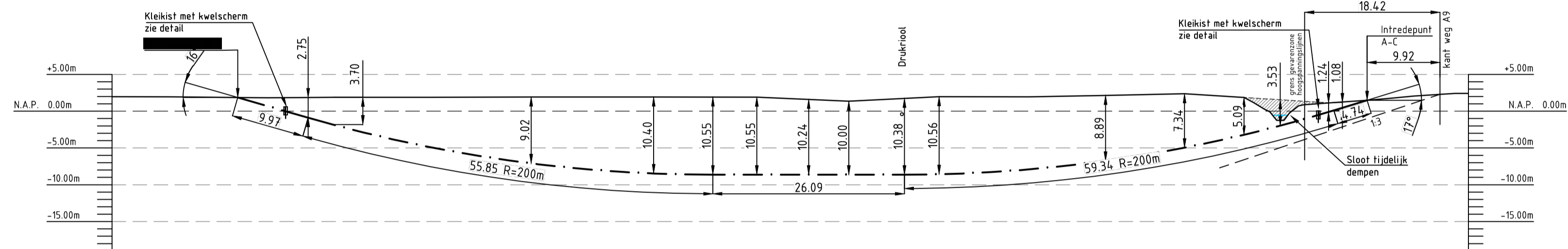
Boorconfiguratie

schaal 1:100



Overzicht

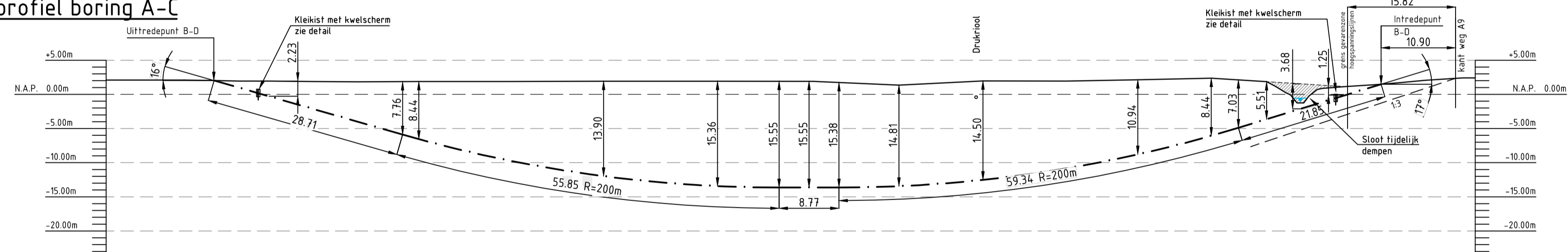
schaal 1:500



HOOGTE MAAVELD T.O.V. NAP	+1.94	+1.86	+1.88	+1.92	+1.93	+1.91	+1.96	+1.97	+2.14	+2.38	+1.87	+1.25	+0.88	+1.13	+1.19
AFSTAND MAAVELD IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	162.81		143.88	113.84	97.16	83.12	70.59	58.30	35.62	24.86	16.77	11.82	8.67	5.25	0.00
HOOGTE HARTLIJN LEIDING T.O.V. NAP		+1.86	-0.89			-8.64		-8.64						-0.10	+1.19
AFSTAND LEIDING IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	153.81		144.22			86.10		16.05	63.01					4.54	0.00
DIAMETER EN MATERIAAL LEIDING	4 x 315mm HDPE PE100 SDR9 / Lengte boorgang 155.99m														
OPMERKINGEN	E D C B A														

Lengte profiel boring A-C

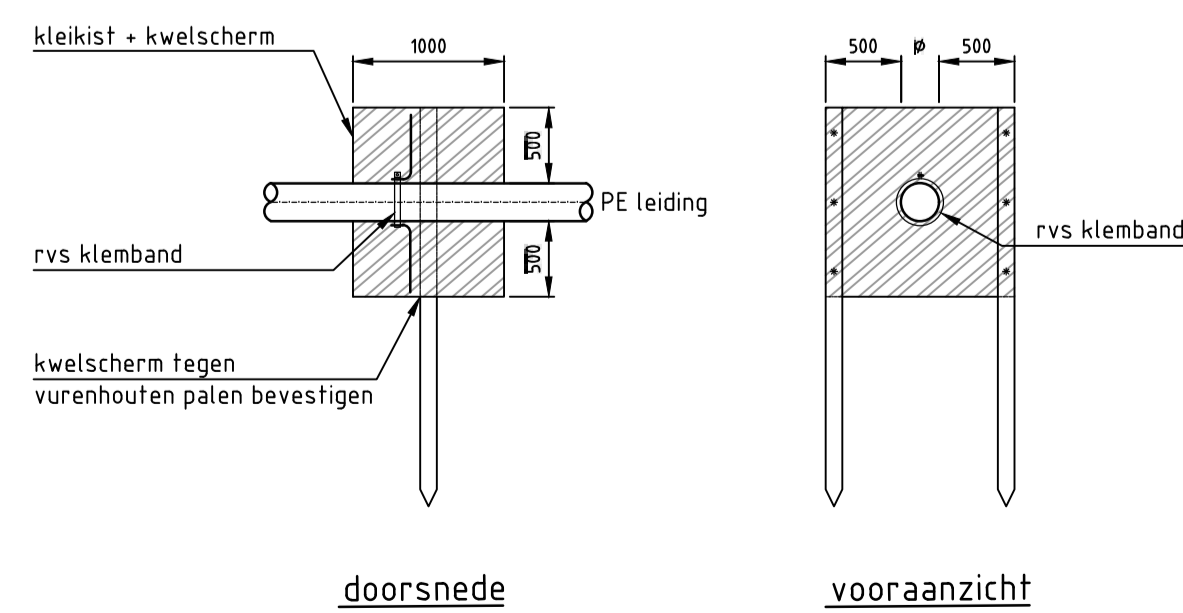
schaal 1:500



HOOGTE MAAVELD T.O.V. NAP	+2.02	+1.94	+1.88	+1.92	+1.93	+1.91	+1.96	+1.97	+2.14	+2.38	+1.87	+1.25	+0.88	+1.13	+1.19
AFSTAND MAAVELD IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	170.91	162.81	143.88	113.84	97.16	83.12	70.59	58.30	35.62	24.86	16.77	11.82	8.67	5.25	0.00
HOOGTE HARTLIJN LEIDING T.O.V. NAP	+2.02	+1.86	-0.89			-8.64		-8.64						-0.10	+1.19
AFSTAND LEIDING IN METERS GEMETEN OVER NAPLIJN	170.91	153.81	144.22			86.10		16.05	63.01					4.54	0.00
DIAMETER EN MATERIAAL LEIDING	4 x 315mm HDPE PE100 SDR9 / Lengte boorgang 174.52m														
OPMERKINGEN	E D C B A														

Lengte profiel boring B-D

schaal 1:500



Principe detail

kleikist + kwelscherm

schaal 1:50

Legenda bestaande K&L

Ca2	Ca2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra MS	Electra MS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding
Gasunie leiding	Gasunie leiding
Dieleiding	Dieleiding
Rooil	Rooil
Drukroep	Drukroep
KPN	KPN
Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)	Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Warmte SV	Warmte SV
Sondering	Sondering
Grondboring	Grondboring

KLIC melding nr(s): 170008781

Opmerkingen:

- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC melding(en)
- Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsleuven



1 18-08-2018 DB LB Vergunningontwerp

Rev. Datum Get. Gez. WIJZIGING

OPDRACHTGEVER: Tinet

ONTWERP: Tinet

PROJ.NR.: 482.18.1006

PROJECT: Windpark Hollandse Kust Noord en West (Alpha) Wijk aan Zee/ Beverwijk

ONDERWERP: Vergunningstekening Te maken gestuurde boring 111-A-B-C-D, Rijksweg A9 / 380kV station

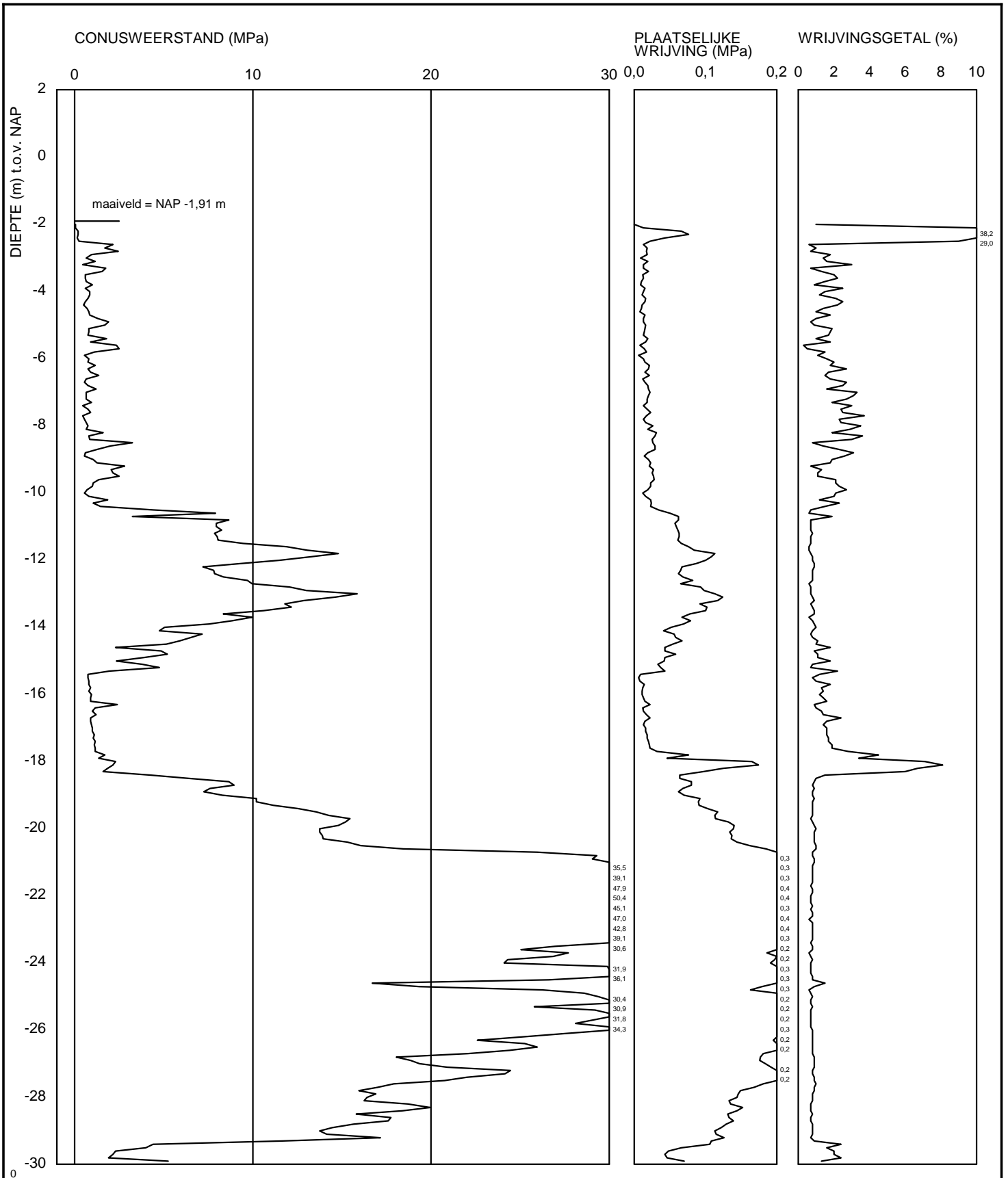
GETEKEND: D. Breed

DATUM: 14-08-2018

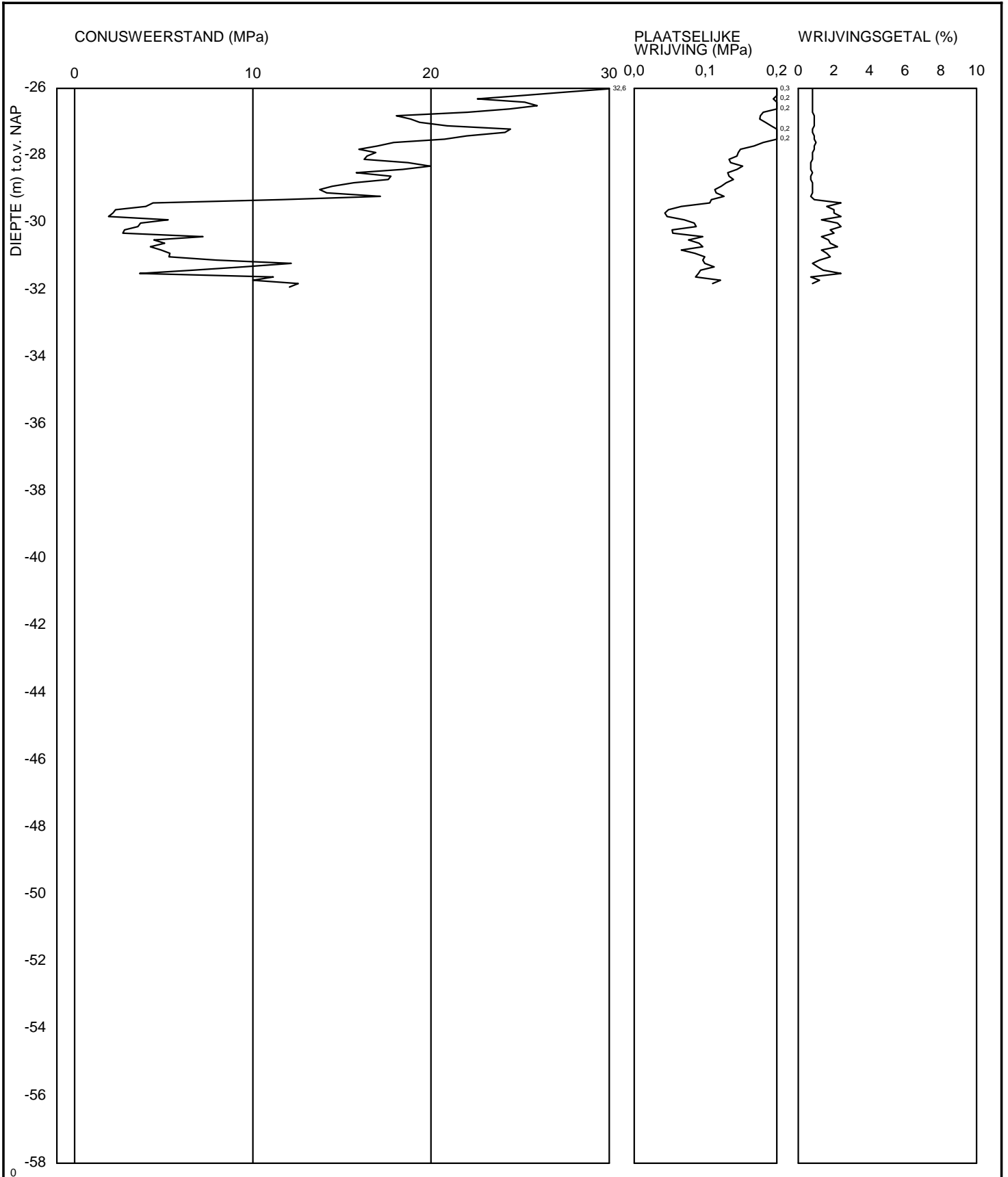
SCHAAL: 15000/ 1500/ 1100/ 15

FORMAAT: A1

TEKENING NR.: Vergunning-111-A-B-C-D



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 1987-09-08	get. -
-			BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4
Sondering CPT000000034095 [Blad 1 / 2]				



<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon <Not Registered> Telefax <Not Registered>	datum 1987-09-08	get. -
-	-		BRO-/ BIJL. -	gez. form. A4



Leggerrapport



Oppervlaktewaterlichaam

Algemeen

Code OAF-E-232
Categorie secundair
Peilgegevens*
Vast peil -3,15 m NAP

Zomerpeil

Winterpeil

Onderhoudsplicht

Buitengewoon onderhoud Rijkswaterstaat
Baggeren Rijkswaterstaat
Gewoon nat onderhoud Rijkswaterstaat
Gewoon droog onderhoud Aanliggend eigenaar

Afmetingen vastgesteld

Bodembreedte 1,5 m
Bodemhoogte -3,65 m NAP
Talud links 1 : 1,5
Talud rechts 1 : 1,5
Bodembreedte brede kijk** m

Bodemhoogte brede kijk** m NAP

Gemiddelde waterbreedte m

* Peilgegevens worden niet vastgesteld in deze legger

Er kunnen geen rechten worden ontleend aan de peilgegevens

** Zie "Toelichting legger"

INFORMATIE



 Waterlopen per categorie

Leggerrapport



Oppervlaktewaterlichaam

Algemeen

Code OAF-Q-111563

Categorie secundair

Peilgegevens*

Vast peil -2,85 m NAP

Zomerpeil

Winterpeil

Onderhoudsplicht

Buitengewoon onderhoud Waterschap

Baggeren Waterschap

Gewoon nat onderhoud Waterschap

Gewoon droog onderhoud Aanliggend eigenaar

Afmetingen vastgesteld

Bodembreedte ,8 m

Bodemhoogte -3,45 m NAP

Talud links 1:1

Talud rechts 1:1

Bodembreedte brede kijk** m

Bodemhoogte brede kijk** m NAP

Gemiddelde waterbreedte 5,1 m

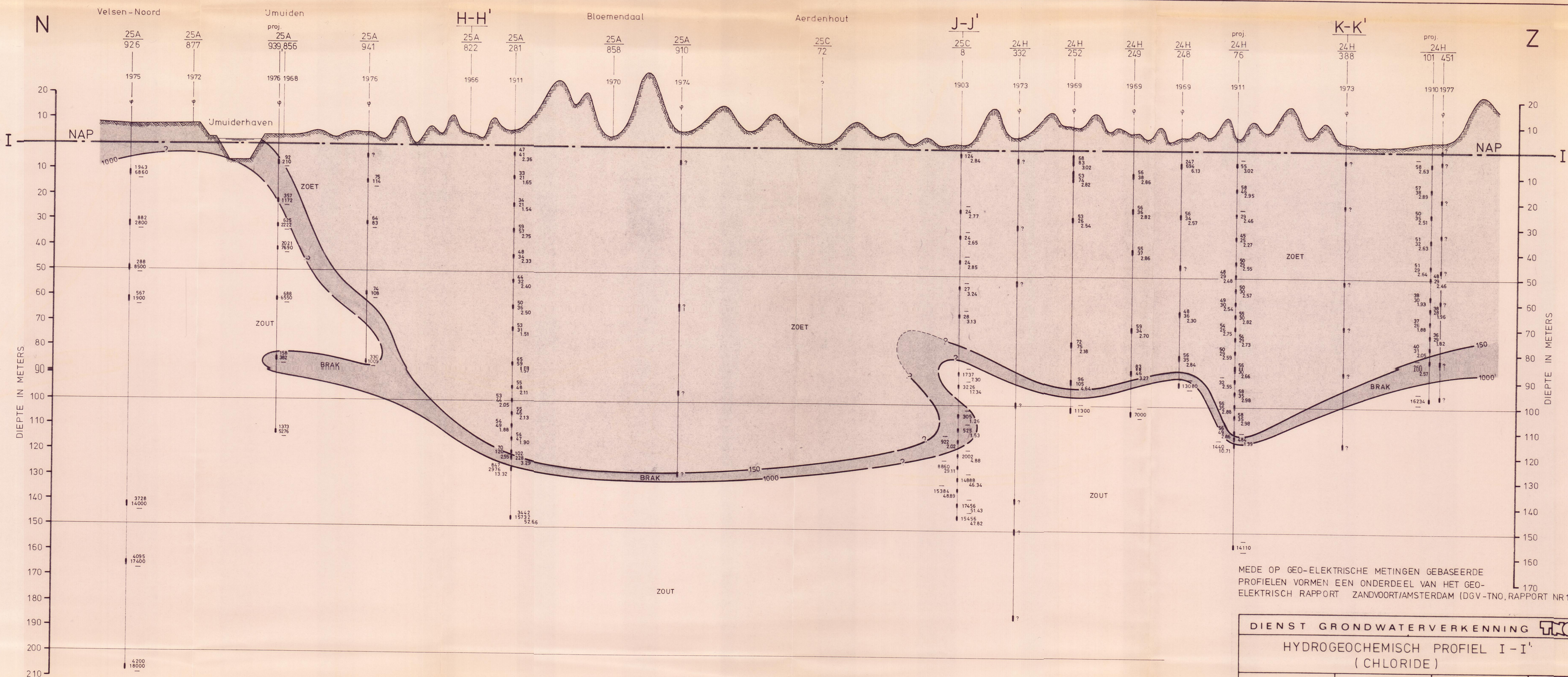
* Peilgegevens worden niet vastgesteld in deze legger

Er kunnen geen rechten worden ontleend aan de peilgegevens

** Zie "Toelichting legger"

INFORMATIE

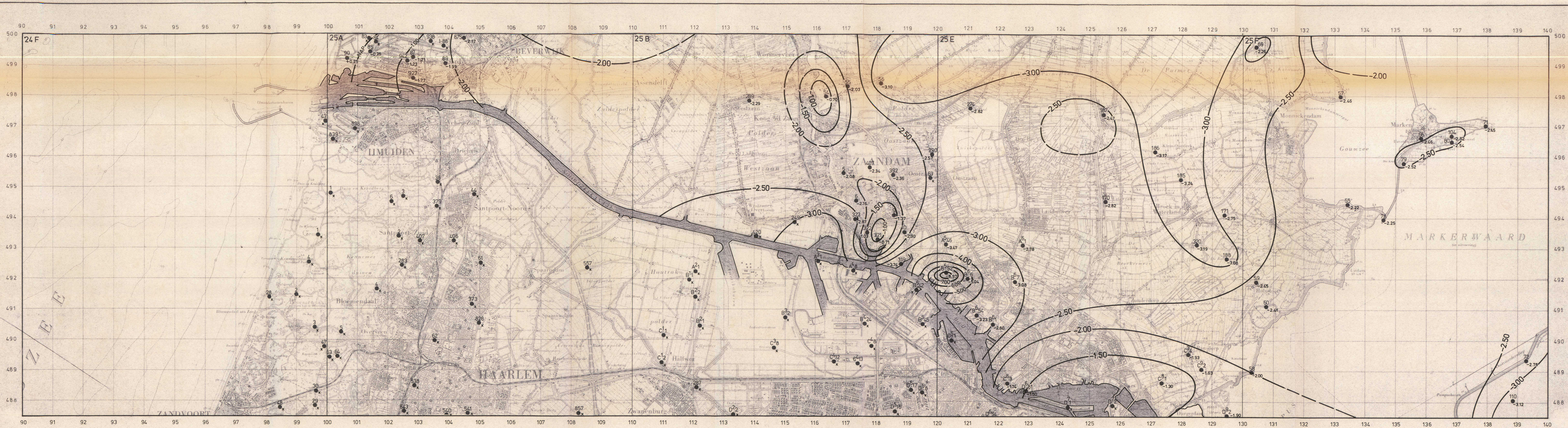




MEDE OP GEO-ELEKTRISCHE METINGEN GEBASEERDE
 PROFIELEN VORMEN EEN ONDERDEEL VAN HET GEO-
 ELEKTRISCH RAPPORT ZANDVOORT/AMSTERDAM (DGV-TNO, RAPPORT NR 119)

DIENST GRONDWATERVERKENNING TNO			
HYDROGEOCHEMISCH PROFIEL I-I'			
(CHLORIDE)			
1979	SCHAAL	KAARTBLAD	BULAGE
	H 1: 50000 - V 1:1000	24 oost, 25 west / oost	24

VOOR LEGENDA ZIE BIJLAGE 20



LEGENDA:

- 56 Lokatie peilput, nummer volgens Archief van Grondwaterstanden TNO
- A61 Lokatie en nummer waarnemingsput van de gemeente Amsterdam
- -3.10 Stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters tov. NAP
(gecorrigeerd naar een dichtheid van 1000 kg/m³)
- Lijn van gelijke stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in meters tov. NAP

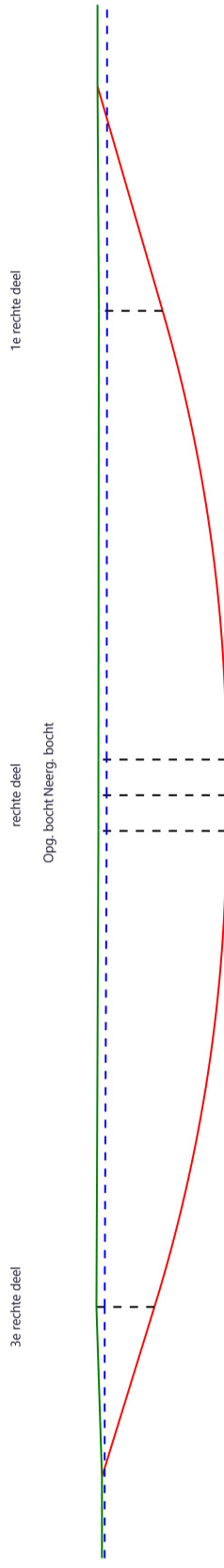
DIENST GRONDWATERVERKENNING TNO			
ISOHYPSEN VAN HET GRONDWATER IN HET EERSTE WATERVOEREND PAKKET TEN NOORDEN VAN HET NOORDZEEKANAAL IN METERS T.O.V. NAP OMSTREEKS 14 NOVEMBER 1977			
1979	SCHAAL 1 : 50 000	KAARTBLAD 24 oost, 25 west/oost	BULAGE 17

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2012		Sigma 2018 1.5 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)		
Projectonderdeel	: HDD 11, PE100 SDR 9 Ø315 mm, dieptste boring		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiëel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 315,00	mm
Wanddikte	d _n	= 35	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uitreidehoeken, onzekerheids- en wrijvingsfactoren			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,471	N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,471	N/mm ¹
Diameter ruimer ivm boorspoeldruk	D _g	= 760	mm
Diameter boorstang	D _b	= 114	mm
Totale lengte	L	= 174,47	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 21,81	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 59,34	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 8,77	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 55,85	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 28,70	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 200,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 200,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 200,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 17,00 / 30,57	° / %
Uitrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 16,00 / 28,67	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f ₁	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f ₃	= 0,2	
		14-08-2018 12:17:56	

Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting

Locatie	Afstand t.o.v. intredepoint [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvings- hoek grond [°]
3e rechte deel	21,81	7,05	1,00	Zand	16,14	19,13	35,00
Opg. bocht	81,15	15,55	1,00	Klei	16,14	19,87	22,50
rechte deel	85,535	15,55	1,00	Klei	16,14	19,87	22,50
Neerg. bocht	89,92	15,55	1,00	Klei	16,14	19,87	22,50
1e rechte deel	145,77	7,75	1,00	Klei	16,14	19,23	27,50

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
3e rechte deel	Geen	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Opg. bocht	Geen	0,0090	5,00	3,00	Grafiek II
rechte deel	Geen	-	5,00	3,00	Grafiek I
Neerg. bocht	Geen	0,0090	5,00	3,00	Grafiek II
1e rechte deel	Geen	-	1,00	5,00	Grafiek II



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 245,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 280,00	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 315,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 157,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 122,50	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 140,00	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 306.432.910,93	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.945.605,78	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 3.572,92	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 204,17	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 30.787,61	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2940	N/mm ¹

3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,2940 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,2940 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,471 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,471 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,7650 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,7650 \text{ N/mm}^1$

4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds*4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld*

Trekkraft T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	174,47	24.025
Na 1 ^e deel intrekken	145,77	20.073
Na 2 ^e deel intrekken	89,92	12.382
Na 3 ^e deel intrekken	81,15	11.175
Na 4 ^e deel intrekken	21,81	3.003

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,7650 \cdot 0,1$$

4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	24.025	0,78
Na 1 ^e deel intrekken	20.073	0,65
Na 2 ^e deel intrekken	12.382	0,40
Na 3 ^e deel intrekken	11.175	0,36
Na 4 ^e deel intrekken	3.003	0,10

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{30.787,61}$$

4.3 Berekening van de optredende spanning t.g.v. kromming van de leiding op rollenbaan/maaiveld

$$M_b = f_{k,b} \cdot E \cdot \frac{I_b}{R_r}$$

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.911}{200.000} = 1.643.246,48 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1.643.246,48}{1.945.606} = \mathbf{0,84 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	0,78	1,33
Na 1 ^e deel intrekken	0,65	1,20
Na 2 ^e deel intrekken	0,40	0,95
Na 3 ^e deel intrekken	0,36	0,91
Na 4 ^e deel intrekken	0,10	0,65

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,84 + \sigma_t$$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$

5. Berekening van de optredende spanningen tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat*5.1 Berekening van de vereiste trekkracht T_2 en T_{3a} in verband met wrijving tussen leiding en boorvloeistof/boorgangwand*

Tijdens het intrekken van de leiding in het boorgat treedt er wrijving op tussen de leiding en boorvloeistof.

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet. Hieruit volgt: $D_{e,omtrek} = 989,60 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat $g_{gat} = 0,765 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof: $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 315,00^2 \cdot \pi/4 = 0,896 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,131 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
1 ^e deel intrekken	28,70	3.912	-
2 ^e deel intrekken	84,55	-	11.523
3 ^e deel intrekken	93,32	12.719	-
4 ^e deel intrekken	152,66	-	20.806
Geheel ingetrokken	174,47	23.779	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,131 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,131 \cdot 0,2)$

*5.3 Berekening van de vereiste trekkracht T_{3b} in verband met wrijving door grondreactie in de bochten*5.3.1 Neergaande bocht

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{315,00 \cdot 0,0090}{4 \cdot 975 \cdot 306.432.910,93}} = 0,0012 \text{ mm}^{-1}$$

$$Q_{r1} = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R}$$

$$Q_{r1} = \frac{0,322 \cdot 0,0012^2 \cdot 975 \cdot 306.432.910,93}{315,00 \cdot 0,9 \cdot 200.000} = 0,0026 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_{r1}}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3$$

$$T_{3b} = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{0,0026}{2} \cdot 315,00 \cdot \frac{\pi}{0,0012} \cdot 0,2 = \mathbf{1.500,35 \text{ N}}$$

5.3.2 Opgaande bocht

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{D_o \cdot k_{v,gem}}{4 \cdot E \cdot I_b}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{315,00 \cdot 0,0090}{4 \cdot 975 \cdot 306.432.910,93}} = 0,0012 \text{ mm}^{-1}$$

$$Q_{r2} = \frac{0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I_b}{D_o \cdot f_{r,o} \cdot R}$$

$$Q_{r2} = \frac{0,322 \cdot 0,0012^2 \cdot 975 \cdot 306.432.910,93}{315,00 \cdot 0,9 \cdot 200.000} = 0,0026 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_{r2}}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3$$

$$T_{3b} = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{0,0026}{2} \cdot 315,00 \cdot \frac{\pi}{0,0012} \cdot 0,2 = \mathbf{1.500,35 \text{ N}}$$

5.4 Berekening van de wrijving door bochtcracht T_{3c}

Trekkraft T_{bocht} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	T_{bocht} [N]
Neergaande bocht	12.382	11.523	1.500	-	25.406
Opgaande bocht	3.003	20.806	1.500	1.500	26.810

Neergaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max}$

Opgaande bocht: $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max} + T_{3a,op} + T_{3b,op,max}$

Trekkraft T_{3c} tijdens verschillende stadia [N]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	8,50	25.406	2.704
Opgaande bocht	8,00	26.810	2.853

$$T_{3c} = f \cdot L_B \cdot g_t \cdot f_3$$

$$L_B = 2 \cdot R \cdot 2\pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

$$g_t = \frac{2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha)}{L_B}$$

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,8 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

5.5 Totalisatie van de trekkrachten in fase II

Trekkraft T_{tot} tijdens verschillende stadia [N]	T_1 [N]	T_2 / T_{3a} [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	T_{tot} [N]
1 ^e deel intrekken	20.073	3.912	-	-	-	-	23.985
2 ^e deel intrekken	12.382	11.523	1.500	2.704	-	-	28.110
3 ^e deel intrekken	11.175	12.719	1.500	2.704	-	-	28.098
4 ^e deel intrekken	3.003	20.806	1.500	2.704	1.500	2.853	32.201
Geheel intrekken	0	23.779	1.500	2.704	1.500	2.853	32.170

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_{3a} + T_{3b,neer,max} + T_{3c,neer} + T_{3b,op,max} + T_{3c,op}$$

5.6 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten in fase II

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
1 ^e deel intrekken	23.985	0,78
2 ^e deel intrekken	28.110	0,91
3 ^e deel intrekken	28.098	0,91
4 ^e deel intrekken	32.201	1,05
Geheel intrekken	32.170	1,04

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61}$$

5.7 Optredende spanningen t.g.v. kromming van de leiding in het boorgat**5.7.1 Neergaande bocht**

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{f_{r,o} \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 200.000} = 2.323.782,91 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{2.323.782,91}{1.945.605,78} = \mathbf{1,19 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

$$M_b = f_{k,o} \cdot E \cdot \frac{I_b}{0,9 \cdot R}$$

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 200.000} = 2.323.782,91 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{2.323.782,91}{1.945.605,78} = \mathbf{1,19 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	23.985	0,78	-	0,78
Na 1 ^e deel intrekken	28.110	0,91	1,19	1,69
Na 2 ^e deel intrekken	28.098	0,91	-	0,91
Na 3 ^e deel intrekken	32.201	1,05	1,19	1,82
Na 4 ^e deel intrekken	32.170	1,04	-	1,04

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61} = \sigma_t$$

$$\text{Gebogen delen: } \sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot \sigma_b + \sigma_t$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = MRS = \mathbf{10,00 \text{ N/mm}^2}$$

6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase*6.1 Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk*

Leiding is drukloos:

$$\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

$$f_{rr} = 1,00$$

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
3e rechte deel	7,05	1,00	Zand	17,75	127,31	145,06	26,64
Opg. bocht	15,55	1,00	Klei	17,75	318,02	335,77	59,94
rechte deel	15,55	1,00	Klei	17,75	318,02	335,77	59,94
Neerg. bocht	15,55	1,00	Klei	17,75	318,02	335,77	59,94
1e rechte deel	7,75	1,00	Klei	17,75	142,78	160,54	29,31

$$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
3e rechte deel	7,05	Grafiek ½ x II	1,32	0,42
Opg. bocht	15,55	Grafiek II	0,87	0,27
rechte deel	15,55	Grafiek I	2,06	0,65
Neerg. bocht	15,55	Grafiek II	0,87	0,27
1e rechte deel	7,75	Grafiek II	2,34	0,74

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 315$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
3e rechte deel	26,64	0,42	27,05	890,04	4,36
Opg. bocht	59,94	0,27	60,21	1.980,91	9,70
rechte deel	59,94	0,65	60,59	1.993,26	9,76
Neerg. bocht	59,94	0,27	60,21	1.980,91	9,70
1e rechte deel	29,31	0,74	30,04	988,44	4,84

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,235 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{204,17}$$

6.6 Optredende spanning σ_{qr} tgv. grondreactie in de bochten

6.6.1 Neergaande bocht

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_{r1} \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w}$$

$$\sigma_{qr} = 0,179 \cdot 0,0026 \cdot 315,00 \cdot \frac{157,50}{204,17} = \mathbf{0,11 \text{ N/mm}^2}$$

6.6.2 Opgaande bocht

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_{r2} \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w}$$

$$\sigma_{qr} = 0,179 \cdot 0,0026 \cdot 315,00 \cdot \frac{157,50}{204,17} = \mathbf{0,11 \text{ N/mm}^2}$$

6.7 Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

$$\sigma_{ax} = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$$

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

$$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$$

$$S_N = 975 \cdot \frac{3.572,92}{280^3} = 0,159 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{158,69 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m²

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

$$p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$$

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 3.572,92}{280,00^3} = 3,02 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 3.572,92}{280,00^3} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **54,25** m grondwater boven de leiding

9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen

9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_σ [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
3e rechte deel	4,36	-	0,65	2,83
Opg. bocht	9,70	0,11	0,65	6,38
rechte deel	9,76	-	0,65	6,35
Neerg. bocht	9,70	0,11	0,65	6,38
1e rechte deel	4,84	-	0,65	3,15

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Opg. bocht	0,00	0,00	1,19	0,65	0,78
rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Neerg. bocht	0,00	0,00	1,19	0,65	0,78
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$ Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
3e rechte deel	26,64	0,42	-	3,18	1,14
Opg. bocht	59,94	0,27	0,0026	4,99	1,78
rechte deel	59,94	0,65	-	5,02	1,79
Neerg. bocht	59,94	0,27	0,0026	4,99	1,78
1e rechte deel	29,31	0,74	-	2,92	1,04

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,083 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,083 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 140,00^3}{350 \cdot 3.572,92}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 280,00 = **22,40** mm

11. Berekening van de boorspoeldrukken tijdens de trekfase

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p_f' [kN/m ²]	G [MN/m ²]
3e rechte deel	7,05	59,39	25,32	42,36	66,65	28,85
Opg. bocht	15,55	132,00	81,48	106,74	152,21	1,07
rechte deel	15,55	132,00	81,48	106,74	152,21	1,07
Neerg. bocht	15,55	132,00	81,48	106,74	152,21	1,07
1e rechte deel	7,75	65,18	35,08	50,13	74,16	1,79

$$\sigma_{vert} = \frac{\gamma_d}{\gamma} \cdot H_d + \frac{\gamma_n}{\gamma} \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$\sigma_{hor} = \sigma_{vert} \cdot (1 - \sin(\varphi))$$

$$\sigma_o' = \frac{\sigma_{vert} + \sigma_{hor}}{2}$$

$$p_f' = \sigma_o' \cdot (1 + \sin(\varphi)) + c \cdot \cos(\varphi)$$

$$G = \frac{E_{100}}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Locatie	Q [-]	$R_{p,max}$ [m]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	Δ_p [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]
3e rechte deel	0,00084	3,53	0,0605	0,06825	0,00	0,94
Opg. bocht	0,042	7,78	0,1455	0,1641	0,01	0,53
rechte deel	0,042	7,78	0,1455	0,1641	0,01	0,53
Neerg. bocht	0,042	7,78	0,1455	0,1641	0,01	0,53
1e rechte deel	0,013	3,88	0,0675	0,07615	0,01	0,36

$$Q = \frac{\sigma_o' \cdot \sin(\varphi) + c \cdot \cos(\varphi)}{G}$$

$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$p_{st} = \rho_m \cdot g \cdot h_z$$

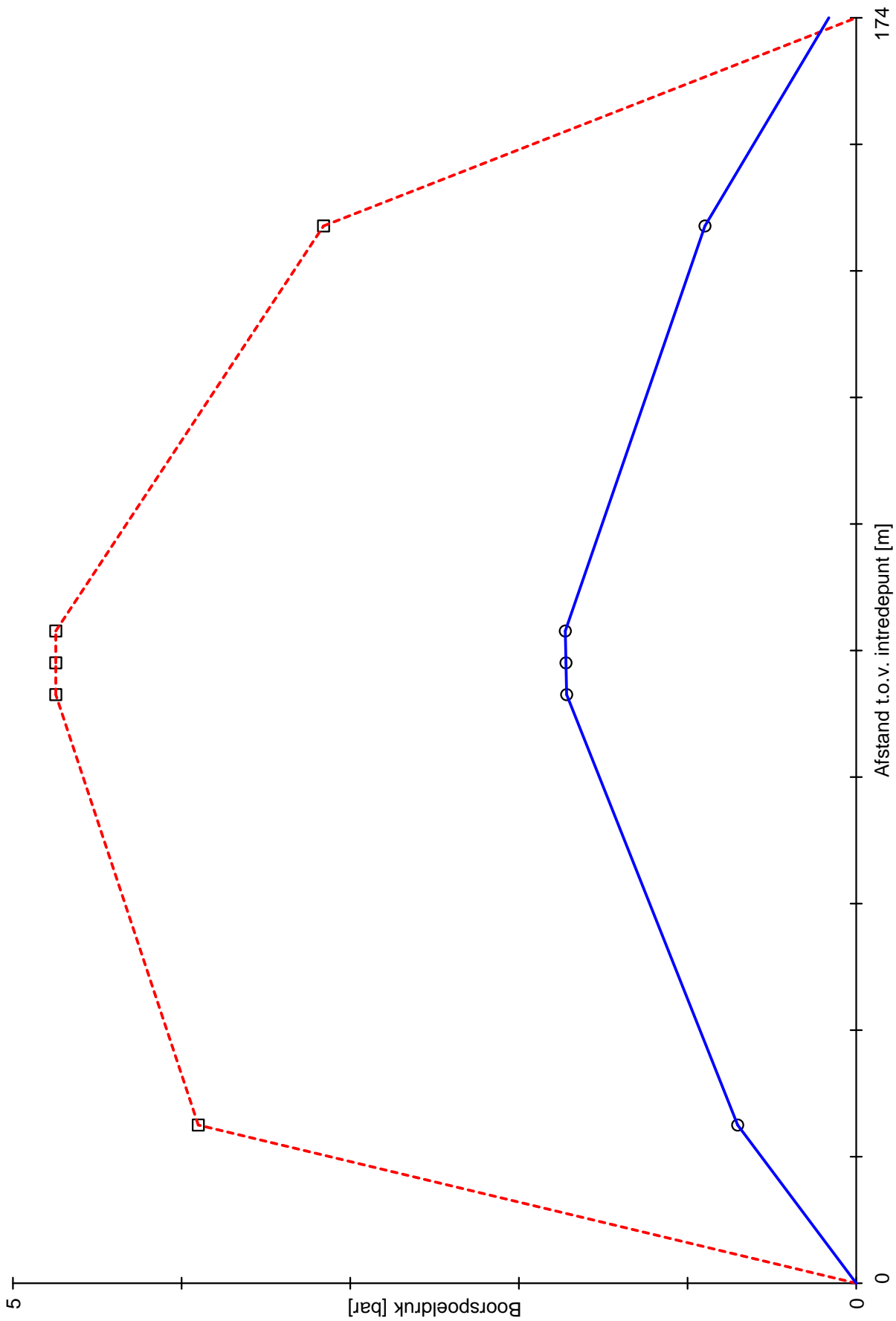
$$\Delta_p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_g - D_b} \cdot L$$

$$p_{lim} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot Q^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

Locatie	p_{max} [kPa]	90% p_{lim} [kPa]	p_{min} [kPa]	p_{max} [bar]	90% p_{lim} [bar]	p_{min} [bar]
3e rechte deel	390,07	846,49	70,28	3,90	8,46	0,70
Opg. bocht	521,40	474,60	171,68	5,21	4,75	1,72
rechte deel	521,40	474,60	172,09	5,21	4,75	1,72
Neerg. bocht	521,40	474,60	172,50	5,21	4,75	1,72
1e rechte deel	315,81	326,05	89,69	3,16	3,26	0,90

$$p_{max} = (p_f' + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta_p$$



Maximaal toelaatbare boorspoeldruk
Minimaal benodigde boorspoeldruk

1.5.0.0/07-2018/10-10243297

14-08-2018 12:17:57

COLOFON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (NOORD) EN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST ALPHA) HDD-
STERKTEBEREKENING
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING TER HOOGTE HOOGSPANNINGSSTATION BEVERWIJK 380 KV
(HDD 11)

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Linda Bouwman

ONZE REFERENTIE

079949695 C

DATUM

31 augustus 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Wijnand Rijnders & Prerna van de Vall
Specialist

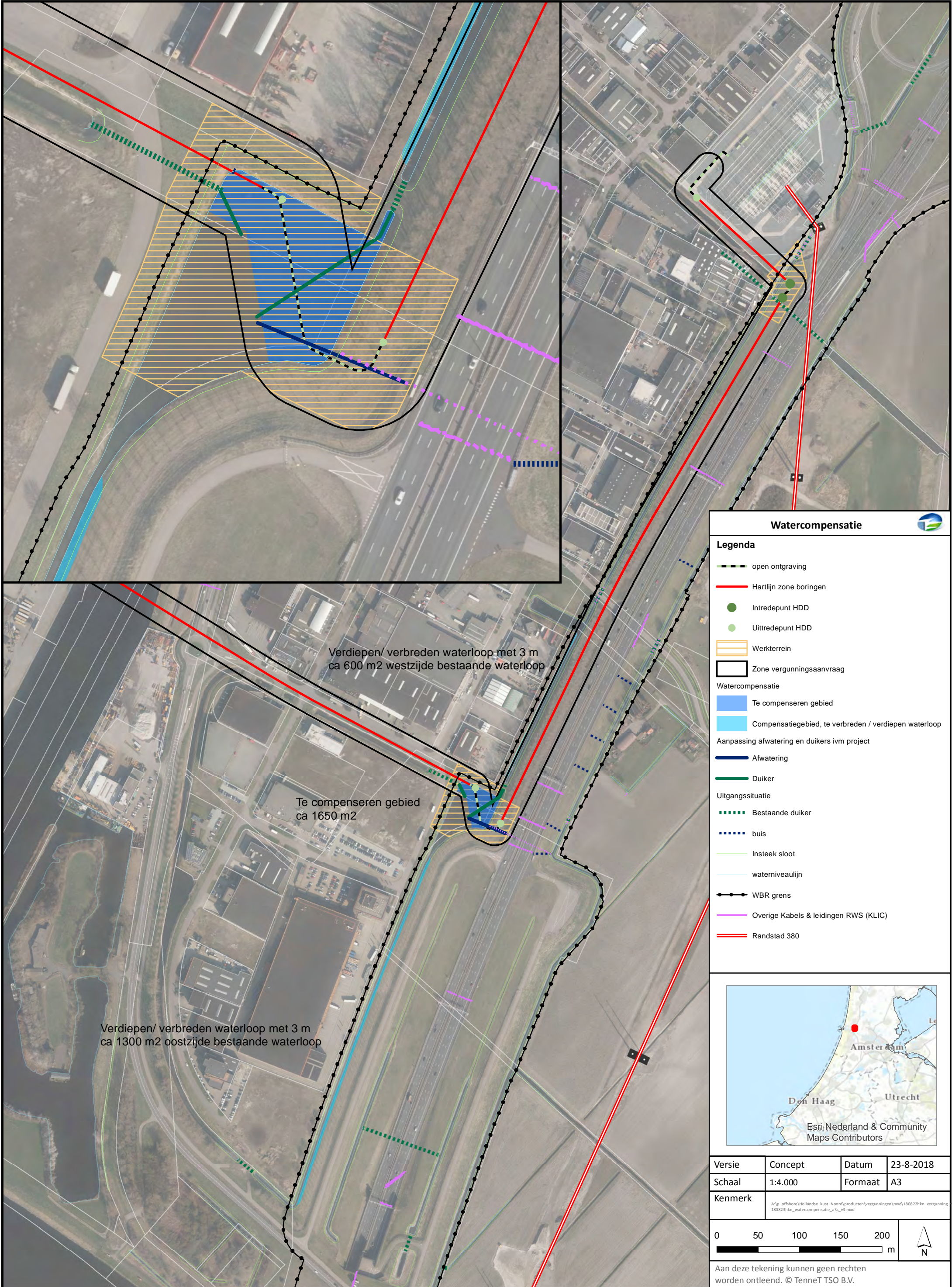
VRIJGEGEVEN DOOR

Gertjan Bloemberg
Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com



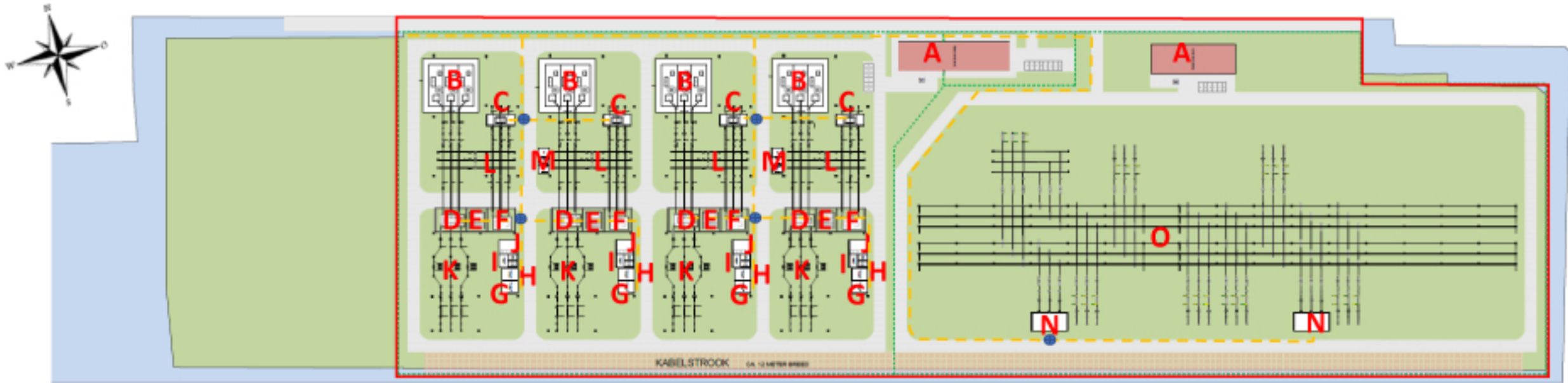
Watercompensatie

- Legenda**
- open ontgraving
 - Hartlijn zone boringen
 - Intredepunt HDD
 - Uittredepunt HDD
 - Werkterrein
 - Zone vergunningsaanvraag
 - Watercompensatie**
 - Te compenseren gebied
 - Compensatiegebied, te verbreden / verdiepen waterloop
 - Aanpassing afwatering en duikers ivm project**
 - Afwatering
 - Duiker
 - Uitgangssituatie**
 - Bestaande duiker
 - buis
 - Insteek sloot
 - waterniveaulijn
 - WBR grens
 - Overige Kabels & leidingen RWS (KLIC)
 - Randstad 380



Versie	Concept	Datum	23-8-2018
Schaal	1:4.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\Hollandse_kust_Noord\producten\vergunningen\msd\180822hkn_vergunning_180823hkn_watercompensatie_a3s_v3.mxd		
0 50 100 150 200		m	
		N	

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



A= Centraal dienstgebouw

B= 220 kV TOV en Harmonische filters

C= 220 kV Serie reactor

D= 380/220/33 kV Vermogenstransformator

E = Transformatorkoeler

F= 220 kV Reactor

G= 33 kV Condensatorbank

H = 33 kV Reactor

I = 33 kV Aardingstransformator

J= 33 kV Schakelinstallatie

K= 380 kV AIS Schakelinstallatie

L= 220 kV AIS Schakelinstallatie

M = Veldhuisje

N = 380 kV Reactoren

O = 380 kV AIS met dubbel railsysteem

- = Inrichtingsgrens
- = Afvoerleiding
- = Olie- waterscheider

CONCEPTUAL
DRAFT

SCALE: 0 50 m 100 m

Eapveld: Onshore substation Take Steel - End phase		1. DESIGN REVIEW T&E 15-08-2018 H. Franzen
Description:		2. DESIGN APPROVAL 20-04-2018 H. Franzen
Project:		3. VERIFY FEED 20-04-2018 H. Franzen
Tennet NL Offshore		Rev: Change Date: Name: Date: 16.04.17
		Drawing number: ONL-TTB-04791 sheet 1

Postbus 428, 6800 AK Arnhem
Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG ARNHEM

DATUM 21 augustus 2018
ONZE REFERENTIE ONL-TTB-05255
BEHANDELD DOOR
TELEFOON DIRECT
E-MAIL

BETREFT Machtiging aanvragen vergunningen

Geachte heer

Middels dit schrijven machtigen wij Arcadis Nederland B.V. om in 2018 namens TenneT TSO B.V. de benodigde vergunningen in het kader van diverse wetten en regelingen voor het project net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha) aan te aanvragen.

Hopende u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.