



Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Waterschap Scheldestromen

Postbus 1000  
4330 ZW Middelburg

CLASSIFICATIE C1 - Publieke Informatie

DATUM 27 augustus 2021

BEHANDELD DOOR

BETREFT: watervergunning realisatie en gebruik Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Geachte [REDACTED],

Voor het project *Net op zee IJmuiden Ver Alpha* ontvangt u bijgaand een aanvraag voor een watervergunning.

Onderdeel van het project is de aanleg en instandhouding van een ondergrondse hoogspanningsverbinding vanaf het Veerse Meer tot een te bouwen converterstation nabij Borssele en de ondergrondse kabelverbinding naar het bestaande 380 kV hoogspanningsstation Borssele.

De volgende vergunning- en ontheffingsplichtige activiteiten zijn onderdeel van de aanvraag.

Activiteit	Waterstaatswerk	Kader vergunning-/ontheffingplicht
Aanleggen en instandhouden kabels onder keringen	Kernzone en beschermingszones keringen in beheer bij het waterschap	Art. 4.1 lid 5 en 6 Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012
Verwijderen bestaande bovengrondse kabels boven keringen	Kernzone en beschermingszones keringen in beheer bij het waterschap	Art 4.1 lid 5 en 6 Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012
Aanleggen en instandhouding kabels onder en door oppervlaktewateren	Oppervlaktewateren aangewezen in de legger in beheer bij het waterschap	Art. 4.1 lid 1b en lid 3 a en b Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012
Tijdelijk dempen van watergangen	Oppervlaktewateren aangewezen in de legger in beheer bij het waterschap	Art. 4.1 lid 1a en 3a Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012
Verwijderen bestaande bovengrondse kabels boven	Oppervlaktewateren aangewezen in de legger in	Art. 4.1 lid 1b en lid 3a Keur watersysteem Waterschap

TenneT TSO B.V. **Bezoekadres** Utrechtseweg 310, Arnhem **Postadres** Postbus 718, 6800 AS Arnhem

**Factuuradres** Postbus 428, 6800 AK Arnhem **Handelsregister** Arnhem 09155985

**Telefoon** 0800 83 66 38 8 **Fax** 026 373 11 12 **Internet** www.tennet.eu



oppervlaktewateren	beheer bij het waterschap	Scheldestromen 2012
Aanleggen en instandhouden van kabels onder waterschapswegen	Wegen in beheer bij het waterschap	Art. 7 lid 1 Keur wegen Waterschap Scheldestromen 2011

Onderdeel van het project is een kabeltracé door het Veerse Meer, een kruising onder de Veerse Gatdam, een kabeltracé en platform op de Noordzee. Voor deze activiteiten wordt een watervergunning aangevraagd bij de minister van I&W/Rijkswaterstaat. De boring onder de Veerse Gatdam kruist ook ter plaatse gelegen weg (oost-westweg) die in beheer is bij het waterschap Scheldestromen. De benodigde ontheffing op grond van art. 7 lid 1 Keur wegen is onderdeel van de betreffende watervergunningaanvraag.

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

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

Deze watervergunning valt onder de rijkscoördinatierегeling voor energieprojecten (artikel 3.35 Wro). Daarom wordt op grond van art. 3.35 lid 4 van de Wet ruimtelijke ordening de uitgebreide voorbereidingsprocedure zoals beschreven in paragraaf 3.3 van de Wabo gevolgd. U bent hierover reeds geïnformeerd door de projectleider voor de rijkscoördinatierегeling bij EZK en/of Bureau Energieprojecten. U kunt bij hem of haar nadere informatie over de voorbereidingsprocedure verkrijgen.

De volgende onderdelen maken uit van de aanvraag:

- Bijlage 1 toelichting op de aanvraag
- Bijlage 2 Machtiging vergunningaanvragen
- Bijlage 3 Typical Installation Method
- Bijlage 4 Overzichtstekening tracé op land
- Bijlage 5 HDD boorplannen
- Bijlage 6 Technische tekeningen boringen
- Bijlage 7 Overzichtstekening verwijdering bovengrondse 150 kV verbinding
- Bijlage 8 Memo waterveiligheid waterkeringen Alpha
- Bijlage 9 Technische tekening boring Veerse Gatdam

In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij u contact met ons op te nemen. Voor procedurele vragen verzoeken wij u contact op te nemen met Bureau Energieprojecten, tel. 070 379 8979.

Met vriendelijke groet,

TenneT TSO B.V.

■■■■■■■■■■

Projectleider vergunningen en MER Net op zee IJmuiden ver Alpha

# Ingediende aanvraag/melding watervergunning

Formuliersversie  
2020.01

## Aanvraaggegevens

### Algemeen

Aanvraagnummer	5748671
Aanvraagnaam	IJV Alpha watervergunning onshore
Uw referentiecodel	C05057.000221

Ingediend op	27-08-2021
Soort procedure	Onbekend

Projectomschrijving	Voor het project Net op Zee IJmuiden Ver dient een watervergunning aangevraagd te worden.
Opmerking	-
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Ja
Persoonsgegevens openbaar maken	Nee
Bijlagen die later komen	-
Bijlagen n.v.t. of al bekend	-

### Bevoegd gezag

Naam:	WS Scheldestromen
Bezoekadres:	Kanaalweg 1 4337 PA Middelburg en/of Kennedylaan 1 4538 AE Terneuzen
Postadres:	Postbus 1000 4330 ZW Middelburg
Telefoonnummer:	088 2461000
Faxnummer:	088 2461990
E-mailadres:	info@Scheldestromen.nl
Website:	scheldestromen.nl

## Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Kabels of leidingen aanleggen

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Bijlagen



# Aanvrager bedrijf

## 1 Bedrijf

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

## 2 Contactpersoon

Geslacht	<input type="checkbox"/> Man <input checked="" type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	C.
Voorvoegsels	-
Achternaam	Smits
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	+31 (0)6 30927099
Faxnummer	-
E-mailadres	coco.smits@tennet.eu



# Gemachtigde bedrijf

## 1 Bedrijf

KvK-nummer	09036504
Vestigingsnummer	000017201675
(Statutaire) naam	ARCADIS Nederland B.V.
Handelsnaam	-

## 2 Contactpersoon

Geslacht	<input checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	S.
Voorvoegsels	-
Achternaam	Nijkrake
Functie	Vergunningenspecialist

## 3 Vestigingsadres bedrijf

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

## 4 Correspondentieadres

Postbus	264
Postcode	6800AG
Plaats	Arnhem

## 5 Contactgegevens

Telefoonnummer	+31 (0)6 51576467
Faxnummer	-
E-mailadres	sander.nijkrake@arcadis.com

## 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	Borsele
Kadastrale gemeente	Borsele
Kadastrale sectie	A
Kadastraal perceelnummer	1829
Bouwplannaam	-
Bouwnummer	-
Gelden de werkzaamheden in deze aanvraag/melding voor meerdere adressen of percelen?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee
Specificatie locatie	Dit is het perceel waar het converterstation is gelegen. Zie bijlagen voor specifieke locaties.

## 2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel	<input type="checkbox"/> U bent eigenaar van het perceel <input type="checkbox"/> U bent erfpachter van het perceel <input type="checkbox"/> U bent huurder van het perceel <input checked="" type="checkbox"/> Anders
Uw belang bij deze aanvraag	Kabeltracés moeten worden aangelegd om de stroom uit windpark IJmuiden Ver via het converterstation op het landelijke spanningsnet aan te sluiten.

## 3 Toelichting

Eventuele toelichting op locatie	zie bijlagen
----------------------------------	--------------





# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Kabels of leidingen aanleggen

### 1 Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

- |  |  |
|--|--|
| Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?          | <input type="checkbox"/> Ja<br><input checked="" type="checkbox"/> Nee |
| Wat is de geplande begindatum van deze activiteit? | 01-01-2023   |
| Geef eventueel een toelichting op de begindatum.   | -  |
| Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?  | 01-01-2069   |
| Geef eventueel een toelichting op de einddatum.    | -  |
| Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.      | Zie bijlagen.  |
| Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?             | Zie bijlagen.  |



# 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

### 2 Waterschapspecifieke vragen

Betreft het een gestuurde boring?

- Ja
- Nee

Betreft het een persing?

- Ja
- Nee

Wat is de diameter van de kabel of leiding en/of gestuurde boring of persing?

Zie bijlagen.



# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

## 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?	01-01-2023
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	01-01-2029
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	-
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Zie bijlagen.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Zie bijlagen.



# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

## 1 Overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren

Welke overige activiteit(en) wilt u uitvoeren in of nabij oppervlaktewaterlichamen?

- Plaatsen van hekwerken en afrasteringen
- Oprichten van een gebouw, zoals een woning of bedrijfspand
- Plaatsen van nutsvoorzieningen (meet- en regelstations e.d.)
- (Ver)bouwen van een boothuis
- Plaatsen van afmeerpalen
- Plaatsen van remmingwerken
- Aanbrengen van lozingswerken
- Plaatsen van mosselzaadinvanginstallaties
- Plaatsen van meetpalen
- Aanbrengen van visfuisen of ander vistuig
- Oprichten van een windturbine(park)
- Oprichten van een zendmast
- Anders

Welke andere activiteit voert u uit in of nabij oppervlaktewaterlichamen?

het verwijderen van de bovengrondse 150 kV verbinding



# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Overige activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

## 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?	01-01-2023
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	01-01-2029
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	-
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Zie bijlagen.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Zie bijlagen.



# Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

## Overige activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

### 1 Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

Welke activiteit(en) wilt u uitvoeren in, op of nabij een waterkering?

- Oprichten van een gebouw, zoals een woning, bedrijfspand, strandpaviljoen of strandhuisje
- Aanbrengen van een waterinlaat- of wateruitlaatconstructie
- Plaatsen van een windturbine(park)
- Aanleggen van een oprit of grondlichaam
- Aanbrengen van een baggerdepot of gronddepot
- Ontgraven van grond
- Beweiden met vee
- Organiseren van een wedstrijd of evenement
- Aanbrengen van beplanting/bomen
- Verwijderen van beplanting/bomen
- Uitvoeren van boringen of sonderingen
- Oprichten van zandbanketten op het strand ten behoeve van niet permanente bebouwing
- Verplaatsen van zand op het strand (anders dan zandbanket)
- Andere werkzaamheden

Welke andere werkzaamheden voert u uit in, op of nabij een waterkering?

het verwijderen van de bovengrondse 150 kV verbinding

### 2 Waterschapspecifieke vragen

Wilt u (ver)bouwen? Indien Ja, vul alle vragen in.

- Ja
- Nee

Betreft het nieuwbouw, herbouw of verbouw?

-

Wat is de huidige oppervlakte en inhoud van het gebouw?

-

Wat is de toekomstige oppervlakte en inhoud van het gebouw?

-

Wat is de bouwsom (exl. BTW) van de geplande bouwactiviteiten?

-

# Bijlagen

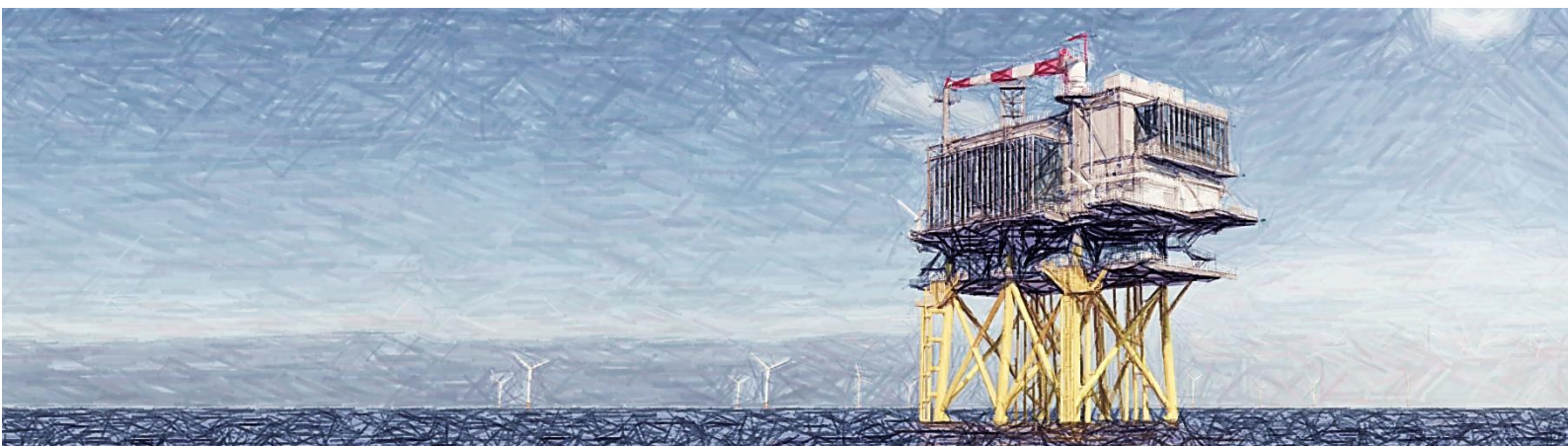
## Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
ingsbrief_waterwet_onshore_IJV_Alpha_pdf	Aanbiedingsbrief waterwet onshore IJV Alpha.pdf	Anders	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_2_Machtigingsformulier_pdf	Bijlage 2 Machtigingsformulier.pdf	Anders	27-08-2021	In behandeling
ge_3_Typical_Installation_Method_TIM_pdf	Bijlage 3 Typical Installation Method TIM.pdf	Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_4_Overzichtstekening_op_land_pdf	Bijlage 4 Overzichtstekening op land.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_5_Boorplannen_incl_bijlagen_pdf	Bijlage 5 Boorplannen incl. bijlagen.pdf	Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
idenweg_Werktekening_Alpha_def2HDDA9_pdf	Bijlage 6a Muidenweg Werktekening Alpha def2HDDA9.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
andweg_Werktekening_Alpha_def2HDDA10_pdf	Bijlage 6b Calandweg Werktekening Alpha def2HDDA10.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
erweg_Werktekening_Alpha_def2HDDA13a_pdf	Bijlage 6c Oude Veerweg Werktekening Alpha def2HDDA13a.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
dzijde_Werktekening_Alpha_def2HDDA14_pdf	Bijlage 6d Sloekreek noordzijde Werktekening Alpha def2HDDA14.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
dweg_Werktekening_Alpha_def2HHDA22_a_pdf	Bijlage 6e Europaweg Noord Estlandweg Werktekening Alpha def2HHDA22 a.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
kerweg_Werktekening_Alpha_def2HDDA23_pdf	Bijlage 6f Akkerweg Werktekening Alpha def2HDDA23.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
gerweg_Werktekening_Alpha_def2HDDA26_pdf	Bijlage 6g Assenbugerweg Werktekening Alpha def2HDDA26.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
aaiweg_Werktekening_Alpha_def2HDDA29_pdf	Bijlage 6h Kaaiweg Werktekening Alpha def2HDDA29.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
ering_bovengrondse_150_kV_verbinding_pdf	Bijlage 7 Overzichtstekening verwijdering bovengrondse 150 kV verbinding.pdf	Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
iligheid_waterkeringen_Alpha_onshore_pdf	Bijlage 8 Memo waterveiligheid waterkeringen Alpha onshore.pdf	Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
nische_tekening_boring_veerse_gatdam_pdf	bijlage 9 technische tekening boring veerse gatdam.pdf	Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
terwetvergunning_onshore_IJver_Alpha_pdf	Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag waterwetvergunning onshore IJver Alpha.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens overige activiteiten in of nabij een oppervlaktewaterlichaam uitvoeren Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Anders	27-08-2021	In behandeling



# Toelichting op de aanvraag waterwetvergunning Net op zee IJmuiden Ver Alpha (op land)



Datum: 27 augustus 2021  
Versienummer: 1.0  
Status: definitief

In opdracht van:



## INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
1 Inleiding.....	4
1.1 Aanleiding en achtergrond .....	4
1.1.1 Windenergie op zee.....	4
1.1.2 Nut en noodzaak Net op zee IJmuiden Ver Alpha .....	4
1.2 Hoofdonderdelen Net op zee IJmuiden Ver Alpha .....	5
1.3 Beschrijving voorgenomen activiteit .....	6
1.3.1 Inleiding .....	6
1.3.2 Voorgenomen activiteit .....	7
1.3.3 Aanlegmethoden en afmetingen kabeltracé.....	10
1.4 Planning .....	13
1.5 Leeswijzer .....	13
2 Vergunningplichtige activiteiten en wettelijke grondslag .....	14
2.1 Inleiding .....	14
2.2 Waterkeringen .....	14
2.3 Oppervlaktewateren.....	15
2.4 Wegen in beheer bij het waterschap.....	15
2.5 Verwijdering bestaande bovengrondse 150 kV verbinding.....	15
2.6 Overig.....	16
2.7 Conclusie.....	17
3 Toelichting watervergunningplichtige activiteiten .....	19
3.1 Kruisingen primaire & regionale waterkeringen .....	19
3.2 Parallelligging in beschermingszones primaire en regionale waterkeringen .....	20
3.3 Kruisingen oppervlaktewaterlichamen en parallelligging beschermingszones.....	21
3.4 Kruisingen wegen in beheer bij het waterschap .....	23
3.5 Verwijdering bestaande bovengrondse 150 kV verbinding.....	23
3.6 Effecten voorgenomen activiteit op de waterstaatswerken .....	24

3.6.1	Waterkeringen .....	24
3.6.2	Watergangen .....	26
3.6.3	Wegen.....	27
4	Gegevens en bescheiden .....	28
	Colofon.....	29

## Contactpersoon

**MARTIJN TEN KLOOSTER**  
Vergunningenmanager

Pondera Consult B.V.  
Postbus 919  
6800 AX Arnhem  
Nederland

---

# 1 Inleiding

Voor u ligt de toelichting op de aanvraag vergunning Waterwet voor het onshore (op land) gedeelte van het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor het gedeelte in de Noordzee en in het Veerse Meer van het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt een separate vergunning aangevraagd. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Alpha is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet. Dit wordt verder in voorliggend document 'Net op zee IJmuiden Ver Alpha', genoemd. De watervergunning wordt aangevraagd in het kader van de Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012 (hierna: de Keur). In hoofdstuk 2 en 3 worden de verschillende watervergunningplichtige activiteiten en het wettelijke kader beschreven.

## 1.1 Aanleiding en achtergrond

### 1.1.1 Windenergie op zee

De Nederlandse Noordzee speelt een grote rol in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs (2016) en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Op 28 juni 2019 is het klimaatakkoord verschenen.<sup>1</sup> Hierin is een omvangrijk samenhangend pakket gepresenteerd waarmee Nederland in 2030 de uitstoot van CO<sub>2</sub> met ten minste 49% kan terugdringen. Het klimaatakkoord ziet een groot potentieel voor windenergie op zee.

#### Routekaart 2030

Op 27 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor de verdere ontwikkeling van windenergie op zee tot 2030 uiteengezet. Deze kamerbrief heet de 'routekaart 2030'.<sup>2</sup> Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de routekaart 2030. De routekaart 2030 gaat uit van een windpark met een totaal vermogen circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver. Dit gebied bestaat uit twee deelgebieden:

- IJmuiden Ver Alpha (2 GW); en
- IJmuiden Ver Beta (2 GW).

### 1.1.2 Nut en noodzaak Net op zee IJmuiden Ver Alpha

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

In de routekaart 2030 is aangegeven dat er gebruik wordt gemaakt van een platform waarop circa 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. De omvang van het windenergiegebied (kavel) en de aansluiting van TenneT zijn op elkaar afgestemd. Het Net op zee IJmuiden Ver Alpha levert een bijdrage aan de energietransitie in Nederland door op doelmatige wijze de in het windenergiegebied

---

<sup>1</sup> Zie: <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>

<sup>2</sup> Ministerie Economische Zaken en Klimaat, routekaart windenergie op zee 2030, brief d.d. 27 maart 2018, Kamerstuk 33561, nr. 42.

opgewekte duurzame elektriciteit naar het Nederlandse hoogspanningsnet te transporteren. Om aan de duurzame energiedoelstellingen te voldoen en een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het Net op zee IJmuiden Ver Alpha uiterlijk in 2028 in bedrijf te zijn. In het ontwikkelkader windenergie op zee is als indicatieve opleverdatum het vierde kwartaal 2028 opgenomen.<sup>3</sup>

## 1.2 Hoofdonderdelen Net op zee IJmuiden Ver Alpha

### Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

In totaal wordt 4 GW vanuit het windenergiegebied IJmuiden Ver aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Met het project Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt 2 GW aangesloten op hoogspanningsstation Maasvlakte. Het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha zal aansluiten op hoogspanningsstation Borssele. Voor beide projecten wordt een zelfstandige RCR (Rijkscoördinatieprocedure) doorlopen en vergunningaanvragen opgesteld.

De windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver worden direct aangesloten op een converterplatform (hierna 'platform').<sup>4</sup> Het platform ligt in het windenergiegebied. Het platform wordt met 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels aangesloten op een converterstation op land. In dit converterstation wordt de gelijkstroom omgezet in wisselstroom. Vervolgens gaat de elektriciteit via wisselstroomkabels van het converterstation naar het landelijke hoogspanningsnet. Figuur 1.1 geeft een schematische weergave van de onderdelen van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha.



*Figuur 1.1 Onderdelen project Net op zee IJmuiden Ver Alpha loopt van het platform op zee tot de aansluiting op het landelijk hoogspanningsnet*

Het Net op zee IJmuiden Ver Alpha bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds kabelsysteem op zee en Veerse Meer voor transport van 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation.

<sup>3</sup> Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ontwikkelkader windenergie op zee, versie 20 mei 2020

<sup>4</sup> In windenergiegebied IJmuiden Ver komen twee platforms: een platform voor Alpha en een platform voor Beta.

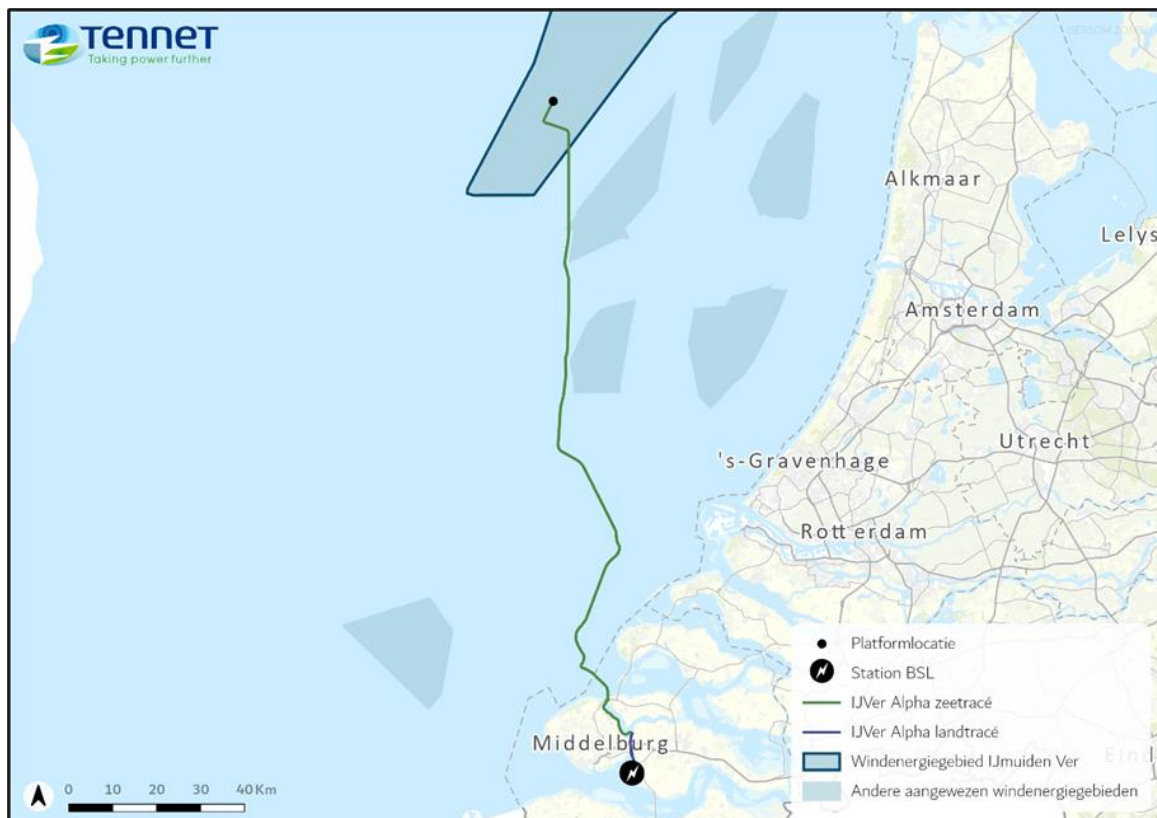
- Een converterstation op land ter plaatse van Belgiëweg Oost voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom.
- Twee ondergrondse 380kV-kabelsystemen op land (wisselstroom) tussen het converterstation en een bestaand 380kV-station voor aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet.
- Aansluiting op het bestaande 380kV-station bij Borssele door het plaatsen van twee kabelvelden.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha.<sup>5</sup>

## 1.3 Beschrijving voorgenomen activiteit

### 1.3.1 Inleiding

Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha loopt vanaf het platform op zee in zuidelijke richting naar de Veerse Gatdam. Vanaf de oostelijke zijde van de Veerse Gatdam zal het kabeltracé door het Veerse Meer lopen en komt aan land aan de oever van het Veerse Meer ten westen van haven de Piet. Vanaf de oever van het Veerse Meer loopt het kabeltracé richting het converterstation om vervolgens aangesloten te worden op het bestaand 380kV-station Borssele (zie Figuur 1.2)



Figuur 1.2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha

<sup>5</sup> Informatie over de procedure van de kavels voor wind op zee is hier te vinden: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/windparken/wind-op-zee-kavels-2024-2030>

Onderhavige aanvraag heeft alleen betrekking op het landdeel van het kabeltracé, beginnend bij de oever van het Veerse Meer (ten westen van haven de Piet) tot aan het 380kV-station bij Borssele. Daarnaast is de kruising van de weg in het beheer bij waterschap Scheldestromen ter hoogte van de Veerse Gatdam opgenomen in onderhavige aanvraag, omdat dit een waterschapsweg betreft. Tot slot maakt het verwijderen van de bestaande bovengrondse 150kV-hoogspanningsverbinding van het 380kV-station Borssele tot de Akkerweg ook onderdeel uit van onderhavige aanvraag (zie paragraaf 2.5).

Vanaf hier wordt gerefereerd naar ‘de activiteit’, ‘het initiatief’ of ‘het project’. In de volgende paragraaf is de route van het kabeltracé op land in detail beschreven. Voor het kabeltracé geldt dat een vergunningszone wordt aangevraagd, waarbinnen de bekabeling in de praktijk wordt aangelegd. In de volgende paragraaf wordt voor elk deel van het kabeltracé de vergunningszone aangeven.

Voor de onderdelen van het project in het Veerse Meer, de kruising met de Veerse Gatdam<sup>6</sup> en op de Noordzee wordt een watervergunning aangevraagd bij de minister van I&W/ Rijkswaterstaat.

### 1.3.2 Voorgenomen activiteit

#### Route

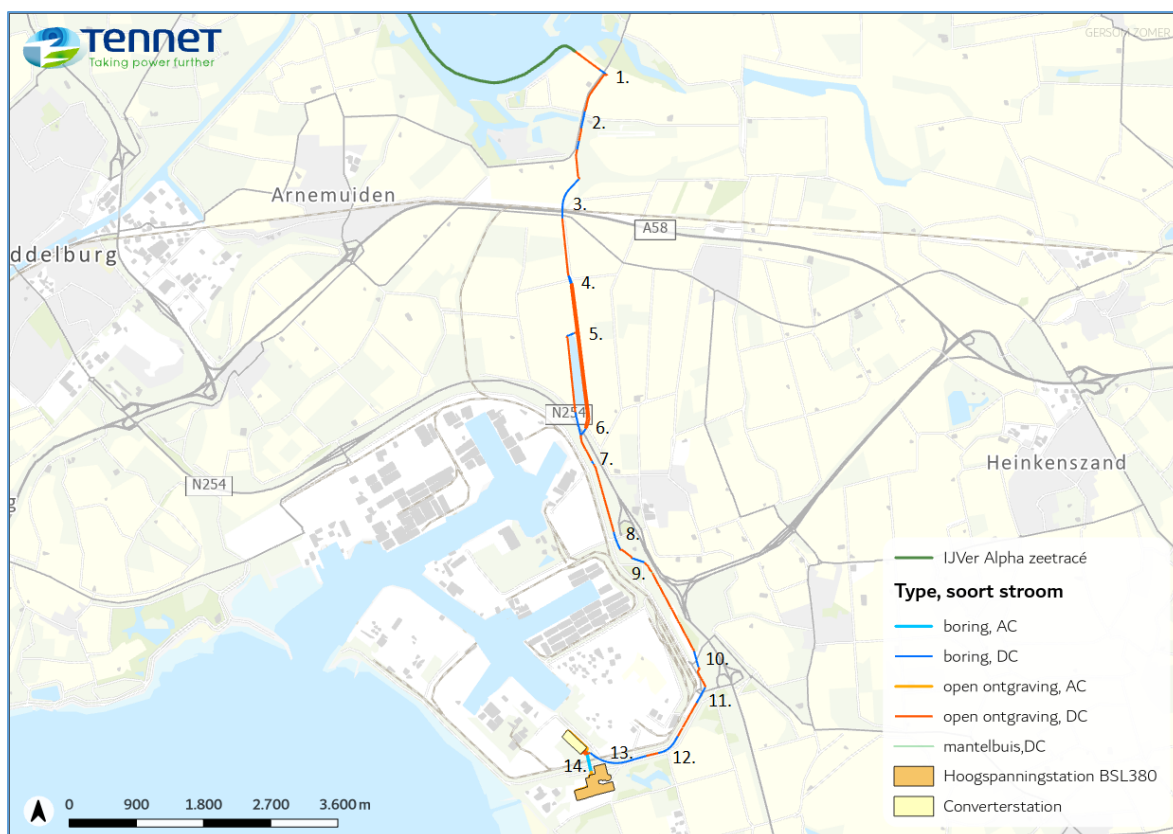
Figuur 1.3 geeft de voorgenomen activiteit weer vanaf de oever van het Veerse Meer tot aan het 380kV-station Borssele (zie ook bijlage 4). De vergunningplichtige boringen zijn ook op genummerd weergegeven in figuur 1.3 en bijlage 4 en komen terug in de tabellen van hoofdstuk 3. Het kabeltracé (525kV-gelijkstroom) landt aan ten westen van haven De Piet aan de oever van het Veerse Meer middels een open ontgraving<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> De kruising van de weg in het beheer bij waterschap Scheldestromen ter hoogte van de Veerse Gatdam is wel opgenomen in onderhavige aanvraag.

<sup>7</sup> Hierbij wordt het stortsteen aan de oever bij de aanleg verwijderd en een mantelbuis geplaatst waarna de kabel ingetrokken wordt. Na het plaatsen van de mantelbuis en het intrekken van de kabel wordt het stortsteen aan de rand van de oever weer teruggeplaatst.



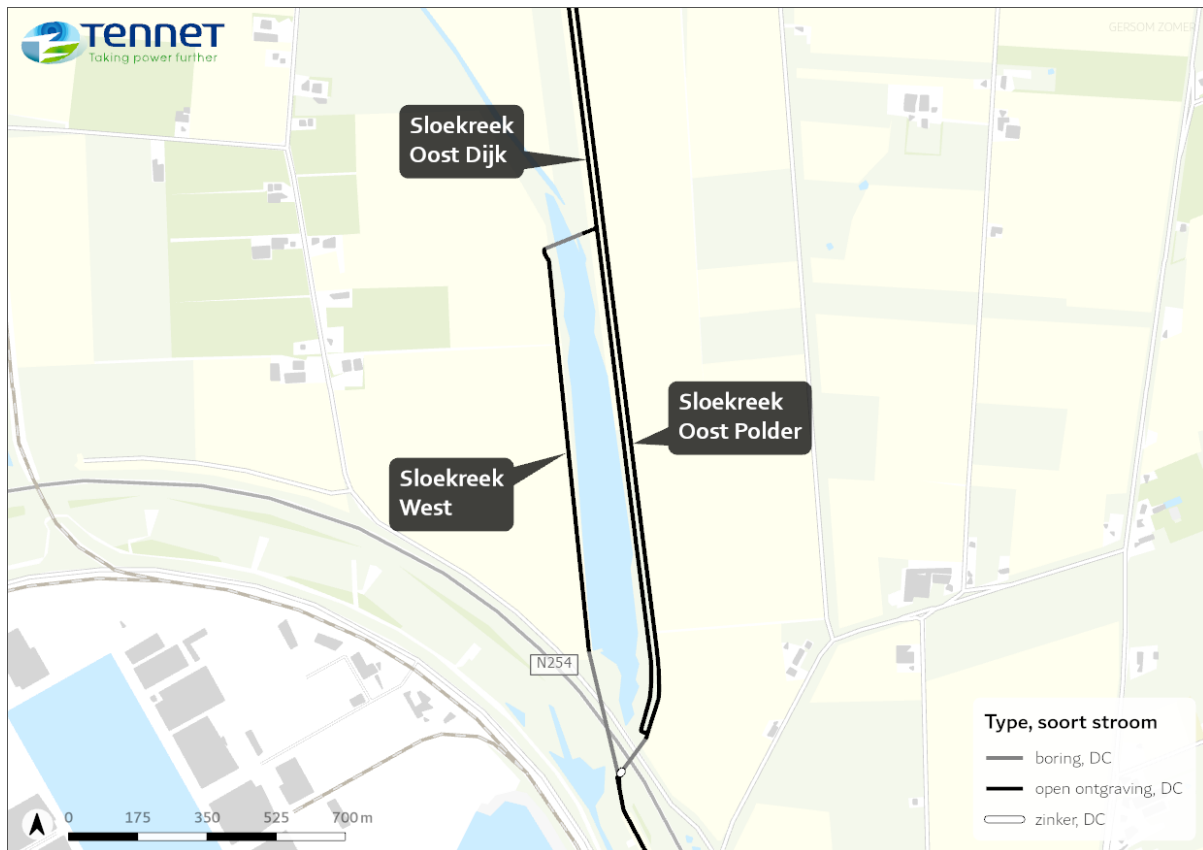


Figuur 1.3 Voorgenomen activiteit (landgedeelte Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

Daarna loopt het kabeltracé parallel aan de Muidenweg langs toekomstig Waterpark Veerse Meer en Vliegveld Midden Zeeland (westzijde). Het tracé kruist vervolgens de Veerse Meerdijk (regionale waterkering), de A58 en spoorlijn Goes-Middelburg. Langs de Zeedijk van de Jacobpolder en de Sloekreek loopt het tracé richting de Sloehaven. Voor het kabeltracé langs de Sloekreek zijn er een drietal opties (zie Figuur 1.4):

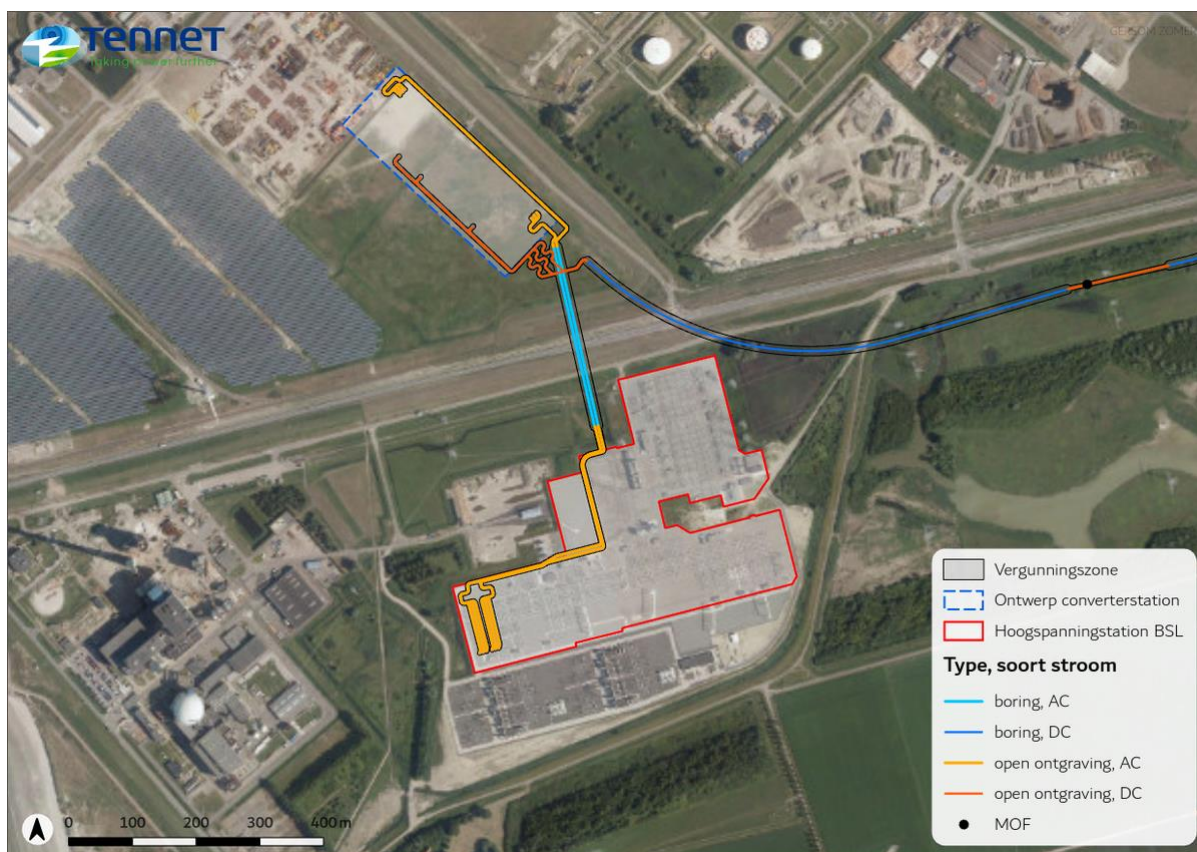
- Sloekreek West
- Sloekreek Oost Dijk
- Sloekreek Oost Polder

De verschillende opties kruisen verschillende (delen van) watergangen en waterkeringen. Voor alle kruisingen met watergangen en waterkeringen van deze drie opties wordt een watervergunning aangevraagd. Voorafgaand aan de uitvoering wordt een keuze gemaakt. De vergunning voor het aanleggen en instandhouding van het kabeltracé voor de andere twee opties kan na uitvoering komen te vervallen.



Figuur 1.4 drie opties kabeltracé Sloekreek

Het tracé kruist de regionale waterkering (scheidingsdijk tussen dijkkring 29 en dijkkring 30) en vervolgt zijn route tussen de Bernhardweg West en de Europaweg Noord (tussen twee waterkeringen in). Langs de Europaweg Oost en middels een aantal kruisingen met waterkeringen komt het kabeltracé aan op het terrein van het converterstation aan de Belgiëweg Oost. De boring richting het converterstation wordt ingezet vanaf het Sloebos. De lengte van het kabeltracé (gelijkstroom) vanaf de oever van het Veerse Meer tot het converterstation is circa 12 kilometer. Het converterstation zet de 525kV-gelijkstroom om naar 380kV-wisselstroom. Vanaf het converterstation wordt de Europaweg Zuid gekruist richting het bestaande 380kV-station Borssele. De lengte van het kabeltracé (wisselstroom) vanaf het converterstation tot het 380kV-station Borssele is circa 1.300 meter. Op het bestaande 380kV-station worden twee aansluitvelden in de bestaande schakeltuin gerealiseerd waarmee het Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet.



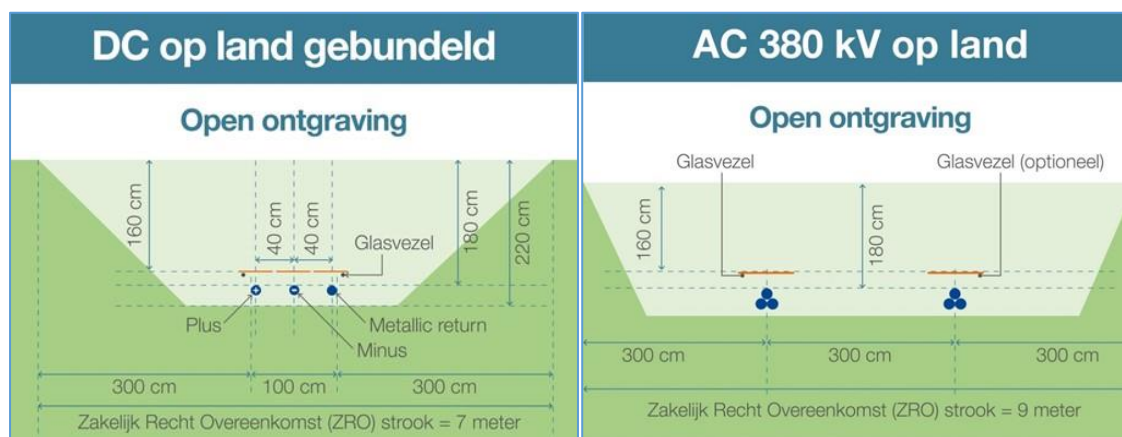
Figuur 1.5 Converterstation en 380kV-station Borssele

Het bovengenoemd beschreven kabeltracé kruist verschillende waterkeringen, oppervlaktewateren en wegen in beheer bij het waterschap Scheldestromen. Bovendien ligt het tracé op bepaalde plekken parallel in de beschermingszones van waterkeringen. Voor het laatste deel van het tracé naar het converterstation bevindt zich een buiten gebruik zijnde bovengrondse hoogspanningsverbinding. Deze verbinding wordt verwijderd om de aanleg van de ondergrondse 150kV-kabelverbinding eenvoudiger te maken (zie paragraaf 2.5). De locatie, aard en omvang van deze watervergunningplichtige activiteiten worden in hoofdstuk 3 nader toegelicht.

### 1.3.3 Aanlegmethoden en afmetingen kabeltracé

#### *Open ontgraving*

Het grootste gedeelte van het kabeltracé wordt gerealiseerd door middel van open ontgraving. De open ontgraving van de gelijkstroomkabels heeft een breedte van 7 meter en een ontgravingdiepte van circa 2,2 meter (zie Figuur 1.6). De gelijkstroomkabels, de plus pool, de min pool en de metallic return liggen naast elkaar in een plat vlak met een tussenafstand van 40 cm. De wisselstroomkabels (vanaf het converterstation tot het 380kV-station) bestaan uit 2 gebundelde kabelsystemen met een tussenliggende afstand van circa 3 meter. De open ontgraving van de wisselstroomkabels heeft een breedte van 9 meter en een ontgravingdiepte van circa 2,2 meter. Naast de open ontgraving bevindt zich een werkstrook voor werkvoertuigen en tijdelijke uitgeplaatste grond. In onderhavige aanvraag vragen wij een vergunningszone aan waarbinnen de kabel in ieder geval komt te liggen. Op deze manier heeft de aannemer in de uitvoering ruimte om mogelijke obstakels of ongunstige grondcondities te ontwijken. De vergunningszone voor open ontgravingen is in principe maximaal 15 meter breed, tenzij dat in verband met ruimtelijke functies of overige kabels en leiding niet haalbaar is. De vergunningszones zijn weergegeven in bijlage 4.



Figuur 1.6 Kabelconfiguraties open ontgraving gelijkstroom (links) en wisselstroom (rechts).

### Horizontaal gestuurde boringen

Voor het kruisen van waterkeringen, wegen en watergangen wordt gebruik gemaakt van horizontaal gestuurde boringen (HDD). De boringen worden voor zover mogelijk uitgevoerd en ontworpen conform Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen van Rijkswaterstaat<sup>8</sup> en de 'NEN 3650 serie – Eisen voor buisleidingsystemen' en de 'NEN 3651 – Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken'.

De boringen vinden plaats vanaf een intredepunt naar een uitredepunt. Bij een in- en uitredepunt wordt een tijdelijke put van 5 x 10 x 2 meter gegraven. De maximale diepte van de boring zal verschillend per boring zijn, maar tussen de -10 meter en -40 meter onder maaiveld liggen. In onderhavige aanvraag vragen wij een vergunningszone aan waarbinnen de boring in ieder geval komt te liggen. Op deze manier heeft de aannemer in de uitvoering ruimte om mogelijke obstakels of ongunstige grondcondities te ontwijken. De breedte van de vergunningszone voor het boortracé is 15 meter voor de gelijkstroomkabels en 20 meter voor de wisselstroomkabels (zie Figuur 1.7 en bijlage 4). Na de aanlegfase zal de zone van de boorlijnen worden gereduceerd tot 10 meter voor de gelijkstroomkabels en 15 meter voor de wisselstroomkabels. Om enige flexibiliteit in de uitvoering van de boringen te waarborgen met betrekking tot de diepteligging vragen we een zone aan van 5 meter omhoog en 5 meter naar beneden vanaf de hartlijn zoals nu is weergegeven in de dwarsprofielen in de boorplannen (bijlage 5). De boringen zullen in ieder geval binnen deze verticale zone van 10 meter plaatsvinden en voldoen aan de minimale afstand tot overige assets in de ondergrond.

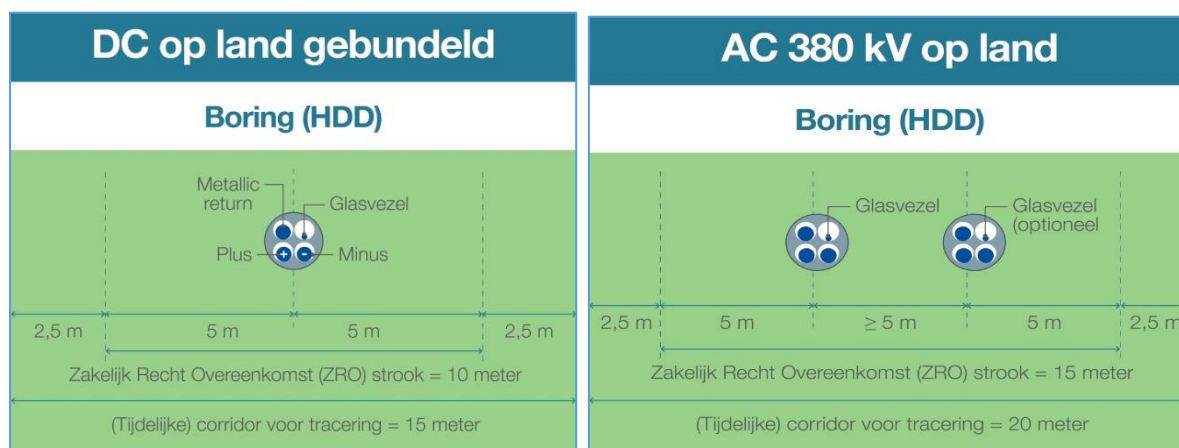
Rondom de in- en uitredepunten komt een werkterrein voor de booropstelling, uitlegruimte voor de mantelbuizen en opslag van materiaal. De werkterreinen hebben een grote van circa 1.000 m<sup>2</sup>. De afmetingen van de werkterreinen zijn afhankelijk van de te plaatsen boringen en zullen nader worden gespecificeerd in de definitieve boorplannen.

Vanaf de uitredepunten van de boring worden mantelbuizen het boorgat ingetrokken, waarna vervolgens de kabels worden ingetrokken. Tijdens de aanlegfase wordt de mantelbuis gevuld met water en verstevigd met een uithardende boorvloeistof in de boorgang rondom de mantelbuis. Dit om implosie te voorkomen. Tijdens de gebruiksfase blijven de mantelbuizen gevuld met water en

<sup>8</sup> versienummer: Juni 2019 v1.0.



wordt deze lucht- en waterdicht afgesloten zodat een kwelweg door de mantelbuizen wordt voorkomen. In overleg met Waterschap Scheldendestroom dient te worden gekeken of deze maatregelen afdoende zijn om kwel te voorkomen of dat na intrekken van de kabels, (volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020) aan beide zijden een kleikist met kwelscherm dient te worden aangebracht. De uitkomsten hiervan moeten worden opgenomen in het werkplan van de aannemer.



Figuur 1.7 Kabelconfiguraties HDD boringen gelijkstroom (links) en wisselstroom (rechts).

### Moffen

Vanaf de oever van het Veerse Meer is er om de circa 800 tot 1.200 meter een verbindingsmof nodig. Dat is een soort kroonsteen om verschillende delen van de landkabels te verbinden. De breedte van de mofput is circa 5 meter. De moffen liggen ondergronds op circa 2 meter op een betonnen plaat (permanent). Zie bijlage 4 voor de indicatieve locaties van de mofputten.

### Converterstation

Voor het converterstation is ongeveer 4,5 ha oppervlak nodig en tijdelijk 2 hectare extra als werkterrein tijdens de aanlegfase. Het converterstation bestaat onder andere uit converters (omvormers), reactoren, koelers, transformatoren en 380 kV-kabelvelden. De converters, transformatoren en reactoren staan in pandig, de koelinstallaties en de kabelvelden buiten. De hoogte van de gebouwen (hallen) is maximaal 25 meter vanaf het (op te hogen) maaiveld. Voorafgaand aan de bouwwerkzaamheden van het converterstation wordt het maaiveld van het terrein in zijn geheel circa 2 meter opgehoogd, vanwege de buitendijkse ligging en overstromingsrisico's. Rekening houdend met de te verwachten inklinking van de grond zal het terrein in de eindfase circa 1,5 meter hoger liggen. Bij de aanleg vinden ook heiwerkzaamheden plaats, waarbij de heipalen tot circa 25 meter diepte de bodem in worden gebracht.

### 380kV-station Borssele

Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt op het bestaande 380 kV-station in Borssele aangesloten. Hiervoor is ruimte beschikbaar in de schakeltuin van het station. Op het terrein worden kabelvelden en kabelcircuits aangelegd. Er worden geen transformatoren bijgeplaatst. Voor de realisatie van de twee kabelvelden voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha is sprake van een verwaarloosbare toename aan verhard oppervlak en treedt geen versnelde afvoer van regenwater op.

## 1.4 Planning

De uitvoering van de werkzaamheden voor het project is globaal voorzien tussen 2023 en 2028. Voor de uitvoering verzoeken wij u uit te gaan van minimaal een periode tot en met 2029.

Een aantal bijzonderheden geldt daarbij:

- HDD boringen bij waterkeringen worden in principe buiten het stormseizoen uitgevoerd, tenzij in overleg met het bevoegd gezag anders wordt overeengekomen.
- Indien aanleg van kabels parallel aan watergangen plaatsvinden in de maaiperiode (augustus-november) vindt overleg plaats met bevoegd gezag over planning en uitvoering zodat beheer en onderhoud van de watergangen verzekerd blijft.

In het werkplan dat door de toekomstig aannemer van TenneT bij u wordt ingediend, wordt de exacte planning gespecificeerd.

## 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de vergunningplichtige activiteiten en de wettelijke grondslag. Hoofdstuk 3 geeft een toelichting op de vergunningplichtige activiteiten en welke effecten hierbij horen. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de bijlagen behorende bij onderhavige aanvraag en behandelt de nader in te dienen stukken.

## 2 Vergunningplichtige activiteiten en wettelijke grondslag

### 2.1 Inleiding

Zoals aangegeven, bestaat het Net op zee IJmuiden Ver Alpha uit een kabeltracé dat vanaf het offshore platform tot aan de 380 kV-station te Borssele wordt aangelegd. Onderhavige aanvraag heeft betrekking op het landdeel van het kabeltracé, beginnend bij de zuidelijke oever van het Veerse Meer tot aan het 380kV-station bij Borssele. Dit kabeltracé kruist en ligt parallel met enkele waterkeringen, oppervlaktewateren en wegen binnen het Keurgebied van het waterschap Scheldestromen. Bovendien wordt de bestaande bovengrondse 150kV-hoogspanningsverbinding van het 150kV-station Borssele tot de Akkerweg verwijderd. Onderhavige aanvraag betreft een watervergunningaanvraag op basis van:

- Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012, en;
- Keur wegen waterschap Scheldestromen 2011.

Indien voor werkzaamheden bemaling is vereist wordt hiervoor separaat vergunning aangevraagd.

### 2.2 Waterkeringen

De Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012 geeft aan dat op grond van artikel 4.1 lid 5 het verboden is zonder vergunning van het bestuur gebruik te maken van een waterstaatswerk, niet zijnde een oppervlaktewaterlichaam, door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder werken te plaatsen of te behouden, dan wel te verwijderen. Hieronder is begrepen het aanbrengen, behouden en verwijderen van een kabel onder een waterkering (primair en regionaal).

Daarnaast is het op grond van artikel 4.1 lid 6 niet toegestaan om zonder een vergunning een kabel te plaatsen, behouden en verwijderen binnen de beschermingszone A van een waterkering (primair en regionaal). Voor het plaatsen, behouden en verwijderen van kabels binnen beschermingszone B van een waterkering (primair en regionaal) is het niet toegestaan om zonder een vergunning boringen of afgravingen met een diepte van meer dan 5 meter te verrichten. Zoals aangegeven in paragraaf 1.3.2 zal de afgraving ter hoogte van de delen van het kabeltracé met een open ontgraving niet dieper zijn dan 5 meter, hiervoor is derhalve geen vergunning vereist voor werkzaamheden in beschermingszone B van een waterkering.

Er wordt voor het kruisen en de parallelligging niet voldaan aan de algemene regels voor regionale waterkeringen, omdat de diameter van de kabel groter is dan 100 millimeter<sup>9</sup>. Daarom is de vrijstelling voor een kruising en parallelligging (binnen beschermingszones) van het kabeltracé met de regionale waterkeringen niet van toepassing en wordt hiervoor vergunning aangevraagd.

Eventuele werkwegen voor de aanlegwerkzaamheden maken geen onderdeel uit van onderhavige aanvraag.

---

<sup>9</sup> Zie algemene regels waterschap Scheldestromen:

<https://scheldestromen.nl/sites/scheldestromen.nl/files/Algemene%20Regels.pdf>

## 2.3 Oppervlaktewateren

Op grond van artikel 4.1, lid 1, sub b van de Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012 is het verboden om zonder vergunning van het bestuur werken (kabels) over, in of onder een leggerwater te hebben, te leggen, aan te brengen, te veranderen of op te ruimen. Artikel 4.1 lid 3, sub a en b geeft aan dat het verboden is om zonder vergunning werken (kabels) te plaatsen of behouden binnen de beschermingszones van leggerwateren. De beschermingszones liggen tot 7 meter uit de insteek van leggerwateren. Tot slot is het op grond van artikel 4.1, lid 1 sub a verboden om zonder vergunning van het bestuur een oppervlaktewaterlichaam tijdelijk te dempen.

Eventuele werkwegen voor de aanlegwerkzaamheden maken geen onderdeel uit van onderhavige aanvraag.

## 2.4 Wegen in beheer bij het waterschap

Op grond van de Keur wegen waterschap Scheldestromen 2011 (artikel 7, lid 1 sub b) is het verboden om kabels en leidingen te leggen of te hebben op, in en boven wegen in het beheer bij waterschap Scheldestromen. Voor het kruisen van de kabels met de wegen in het beheer bij het waterschap dient een ontheffing te worden aangevraagd. Onderhavige aanvraag dient tevens als ontheffingsaanvraag voor de verbodsbepaling uit artikel 7, lid 1 sub b van de Keur wegen waterschap Scheldestromen 2011 voor het leggen van kabels onder wegen. Eventuele in- en uitritten van aan te leggen werkwegen op bestaande waterschapswegen zijn geen onderdeel van onderhavige aanvraag.

## 2.5 Verwijdering bestaande bovengrondse 150 kV verbinding

Van het bestaande 150 kV-station bij Borssele loopt een bovengrondse 150 kV hoogspanningsverbinding langs het bedrijventerrein. Deze verbinding is al buiten gebruik gesteld. De verbinding bevindt zich deels boven het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Deze verbinding wordt derhalve verwijderd om de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha eenvoudiger te maken, in verband met minder belemmeringen. Bovendien is de verwijdering van de bovengrondse verbinding lastiger in het geval Net op zee IJmuiden Ver Alpha er al ligt. Ook zorgt de verwijdering voor een afname in de hoeveelheid zichtbare hoogspanningsmasten vanuit de omgeving.

Deze bestaande hoogspanningsverbinding loopt boven een tweetal regionale waterkeringen, enkele oppervlaktewaterlichamen en bijbehorende beschermingszones (zie bijlage 7). In dit kader wordt er een watervergunning aangevraagd voor:

- Werkzaamheden verrichten en werken verwijderen boven regionale waterkeringen en bijbehorende beschermingszones (Keur watersysteem artikel 4.1 lid 5ab & 6ab).
- Werken verwijderen boven oppervlaktewaterlichamen (Keur watersysteem artikel 4.1 lid 1b).
- Werkzaamheden verrichten binnen de beschermingszone van oppervlaktewaterlichamen die de gebruikelijke wijze van uitvoering van het onderhoud aan een oppervlaktewaterlichaam tijdelijk belemmert (Keur watersysteem artikel 4.1 lid 3a).

Geen van de masten behorende bij de bovengrondse hoogspanningsverbinding liggen binnen de beschermingszone A van de waterkeringen. Wel zijn enkele masten binnen de beschermingszone B



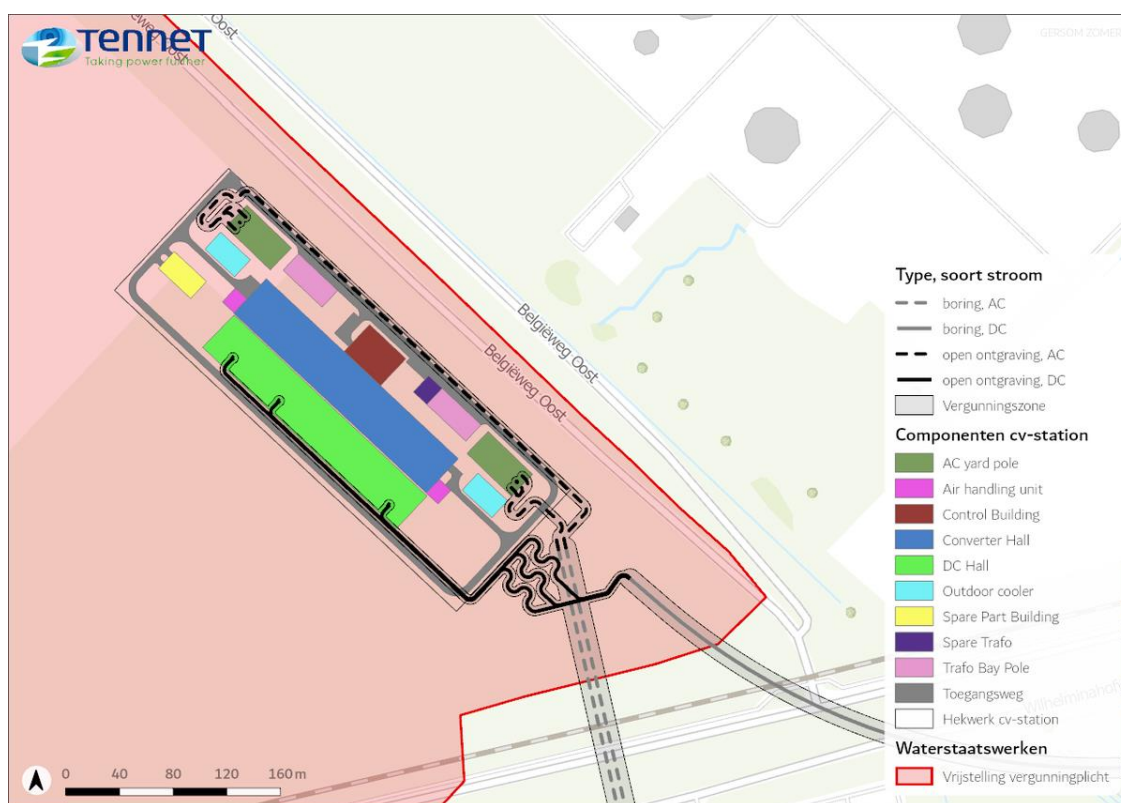
van de waterkeringen gepositioneerd. Graafwerkzaamheden voor het verwijderen van de fundaties van de masten zullen niet dieper gaan dan 5 meter. Daarom geldt er op basis van artikel 4.1 lid 7a van de Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012 geen watervergunningplicht.

Eventuele werkwegen voor de werkzaamheden maken geen onderdeel uit van onderhavige aanvraag.

## 2.6 Overig

### Geen watervergunningplicht converterstation

Het converterstation valt buiten het beheersgebied van Waterschap Scheldestromen (buitendijkse ligging). Het bouwwerk valt binnen het vrijstellingsgebied van vergunningplicht volgens de legger Rijkswaterstaatswerken (zie Figuur 2.1). Een watervergunning voor het ophogen van het terrein van het converterstation is daarmee vrijgesteld van een watervergunningplicht.



Figuur 2.1 Locatie converterstation en de legger Rijkswaterstaatswerken (bron: Rijkswaterstaat)

Beschermingszone B van een primaire waterkering in het beheer bij het waterschap Scheldestromen ligt deels over het terrein van het converterstation. Het aanleggen van funderingen en bouwwerken van het converterstation binnen beschermingszone B van deze primaire waterkering is niet vergunningplichtig (artikel 4.1, lid 7 Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen). Er is tevens geen sprake van explosiegevaarlijk materiaal of explosiegevaarlijke inrichtingen. De funderingen, verschillende bouwwerken en kabelsleuven worden buiten beschermingszone A van de primaire waterkering gerealiseerd. Binnen de beschermingszone B zullen geen afgravingen met een diepte van meer dan 5 meter worden verricht.

Tevens liggen de 380kV-wisselstroomkabels aan de noordzijde van het converterstation binnen beschermingszone B. Deze kabels worden middels een open ontgraving niet dieper dan 5 meter aangelegd. Hiervoor geldt eveneens geen vergunningplicht conform artikel 4.1, lid 7 Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen. De boring vanaf het converterstation naar het 380kV-station onder de primaire waterkering door is wel watervergunningplichtig en wordt behandeld in paragraaf 3.1.



Figuur 2.2 Converterstation Net op Zee IJmuiden Ver en de primaire waterkeringen en bijbehorende beschermingszones (bron: waterschap Scheldestromen)

### Geen watervergunningplicht voor de uitbreiding van het bestaande 380kV-station bij Borssele

Het 380kV-station Borssele valt binnen het beheersgebied van waterschap Scheldestromen. Voor de uitbreiding van dit station worden geen activiteiten uitgevoerd die vergunningplichtig zijn op grond van de Keur. Op het terrein worden extra kabelvelden en kabelcircuits aangelegd. Voor de uitbreiding van het 380kV-station voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha is sprake van een verwaarloosbare toename aan verhard oppervlak en treedt geen versnelde afvoer van regenwater op.

## 2.7 Conclusie

Voor de realisatie van het project dient een watervergunning en ontheffing van de keur wegen aangevraagd te worden op basis van de bovengenoemde wetsartikelen zoals genoemd in de Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012 en de Keur wegen waterschap Scheldestromen 2011.

Het onderhavige document is een bijlage dat hoort bij het 'OLO formulier met aanvraagnummer 5748671. In het aanvraagformulier wordt op verschillende plaatsen verwezen naar deze bijlage (Bijlage 1).

### 3 Toelichting watervergunningplichtige activiteiten

In dit hoofdstuk worden de vergunningplichtige activiteiten nader toegelicht. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de vergunningplichtige onderdelen van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha voor zover zij vallen onder de Keur watersysteem Waterschap Scheldestromen 2012 en de Keur wegen waterschap Scheldestromen 2011. In Figuur 1.3 is het tracé waarvoor vergunning wordt aangevraagd weergegeven. Bijlage 4 geeft een kaartoverzicht van het hele kabeltracé inclusief de legger van het waterschap Scheldestromen weergegeven. In bijlage 4 zijn de kruisingen en parallelleggingen met waterkeringen, oppervlaktewateren en wegen weergegeven. De verschillende boringen zijn tevens op volgorde genummerd in bijlage 4. In de volgende paragrafen wordt per vergunningplichtige activiteit een nadere toelichting gegeven.

#### 3.1 Kruisingen primaire & regionale waterkeringen

In de legger Waterkeringen van waterschap Scheldestromen zijn de primaire en regionale waterkeringen en de bijbehorende beschermingszones A & B weergegeven. Echter, de onderverdeling tussen regionale en primaire keringen in de beschikbare legger is recent gewijzigd. Relevante wijziging voor de voorgenomen activiteit betreft een afwaardering van primaire waterkeringen naar regionale waterkering van de Veerse Meerdijken en de scheidingsdijk tussen dijkkring 29 (Walcheren) en dijkkring 30 (Zuid-Beveland-West)<sup>10</sup>. In bijlage 4 is deze afwaardering reeds weergegeven.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 1 wordt voor het kruisen van waterkeringen gebruik gemaakt van horizontaal gestuurde boringen (HDD). De boringen vinden plaats vanaf een intredepunt naar een uittredepunt. Bij een in- en uittredepunt wordt een tijdelijke put gegraven van circa 5 x 10 x 2 meter. Het intredepunt heeft een werkterrein nodig voor de booropstelling en uitlegruimte voor de mantelbuizen. De tijdelijke werkterreinen hebben afhankelijk van de boring een grote van circa 1.000 m<sup>2</sup> (variatie van 750-1.500 m<sup>2</sup>). De in- en uittredpunten worden aangelegd buiten beschermingszone A van alle waterkeringen. Voor enkele boringen is het in- en/of uittredepunt gelegen binnen de beschermingszone B, gezien de beperkte ruimte en/of complexiteit door aanwezige ondergrondse infrastructuur die middels deze boringen worden gekruist.

In totaal kruist het kabeltracé op 8 locaties een waterkering, waarvan twee maal een primaire waterkering in beheer bij het waterschap Scheldestromen (zie Tabel 3.1). Tevens zijn deze kruisingen op volgorde weergegeven in bijlage 4 (zie Tabel 3.1 voor de paginanummers en boornummers). De indicatieve diepteligging van de boringen ter hoogte van de kruising van de waterkering is weergegeven in onderstaande tabel. Nadere specificaties van de boringen zijn te vinden in bijlage 5 (boorplannen). De bijgevoegde tekeningen in de boorplannen betreffen voorontwerpen. Voorafgaand aan de uitvoering zullen definitieve boorplannen worden opgesteld.

---

<sup>10</sup> Zie ontwerp-besluit wijziging legger waterkeringen (regionale waterkeringen)  
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/wsb-2020-6752.html>

Tabel 3.1 Boorkruisingen kabeltracé met waterkeringen

Type stroom	Locatiebeschrijving	Soort waterkering	Diepteligging t.h.v. kruising indicatief (in meters onder NAP)	Paginanummer Bijlage 4	Boornummer in bijlage 4
Gelijkstroom	Noord Kraaijertsedijk (naast A58)	Regionaal*	15,30	6	3
Gelijkstroom	Quarlespolderweg**	Regionaal*	Sloekreek West 14,45 Sloekreek Oost 7,00	13	6
Gelijkstroom	Frankrijkweg	Regionaal*	14,45	17	8
Gelijkstroom	Borssesedijk	Regionaal	15,35	21	10
Gelijkstroom	Weelhoekweg	Regionaal	14,30	25	13
Gelijkstroom	Wilhelminahofweg	Regionaal	14,30	25	13
Gelijkstroom	Kruising Belgiëweg Oost en Europaweg Zuid	Primair	14,30	26	13
Wisselstroom	Europaweg Zuid (van converterstation richting 380kV-station)	Primair	17,00	27	14

\* deze waterkeringen zijn onlangs afgewaardeerd van primaire waterkeringen naar regionale waterkering.

\*\* deze waterkering wordt op twee plekken gekruist vanwege de verschillende opties voor het kabeltracé langs de beide weerszijden van de Sloekreek.

### 3.2 Parallelligging in beschermingszones primaire en regionale waterkeringen

Naast de bovengenoemde boringen onder de waterkeringen door liggen er ook delen van het kabeltracé parallel langs de waterkeringen en binnen de beschermingszone B van primaire en regionale waterkeringen. Het gehele kabeltracé ligt niet parallel binnen de beschermingszone A van de betreffende waterkeringen. Een vergunningplicht hiervoor geldt alleen in het geval van boringen. Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 zullen de er voor delen van het kabeltracé die worden aangelegd middels open ontgraving niet dieper worden afgegraven dan 5 meter, waardoor hier geen vergunningplicht voor geldt.

Op 3 plekken wordt er een boring geplaatst, niet zijnde een kruising van een waterkering, in een deel van het kabeltracé dat binnen beschermingszone B van een primaire of regionale waterkering ligt (zie Tabel 3.2). Tevens zijn deze boringen op volgorde weergegeven in bijlage 4 (zie Tabel 3.2 voor de paginanummers). De indicatieve diepteligging van de boring zal verschillend per boring zijn en is weergegeven in onderstaande tabel. Nadere specificaties van deze boring zijn te vinden in de bijlage 6e, bijlage 6g en bijlage 6h (technische tekeningen boorkruisingen met dwarsprofiel). De bijgevoegde tekeningen betreffen voorontwerpen. Voorafgaand aan de uitvoering zullen definitieve boorplannen worden opgesteld.

Tabel 3.2 Boringen binnen beschermingszone B van waterkeringen

Type stroom	Locatiebeschrijving	Soort waterkering	Indicatieve diepteligging boring (in meters onder NAP)	Paginanummer Bijlage 4	Boornummer in bijlage 4	Tekening in bijlage
Gelijkstroom	Europaweg Noord (ter hoogte van de Estlandweg)	Primair	7,15	14	7	6e
Gelijkstroom	Europaweg Oost (ter hoogte van de Assenburgweg)	Regionaal	12,00	22	11	6g
Gelijkstroom	Europaweg Oost (ter hoogte van de Kaaiweg)	Regionaal	15,00	24	12	6h

### 3.3 Kruisingen oppervlaktewaterlichamen en parallelligging beschermingszones

In de legger oppervlaktewaterlichamen van waterschap Scheldestromen zijn de oppervlaktewateren en de bijbehorende beschermingszones weergegeven. De meeste kruisingen met watergangen zullen plaatsvinden met behulp van horizontaal gestuurde boringen (HDD). De boringen vinden plaats vanaf een intredepunt naar een uittredepunt. Bij een in- en uittredepunt wordt een tijdelijke put gegraven van 5 x 10 x 2 meter. Het intredepunt heeft een werkterrein nodig voor de booropstelling en uitlegruimte voor de mantelbuizen. De werkterreinen hebben een grote van circa 1.000 m<sup>2</sup> (variatie van 750-1.500 m<sup>2</sup>). De in- en uittredepunten worden zoveel mogelijk buiten de beschermingszones van de oppervlaktewaterlichamen aangelegd. Eén kruising van beperkte omvang met een watergang zal niet plaatsvinden middels een boring, maar zal onder een watergang worden geplaatst middels een gegraven zinker en een mantelbuis. Ter plekke zal een tijdelijke dam met duiker worden geplaatst.

Tabel 3.3 geeft het overzicht van de kruisingen van het kabeltracé met oppervlaktewaterlichamen (inclusief duikers). Deze kruisingen zijn op volgorde weergegeven in bijlage 4 (zie paginanummers in Tabel 3.3 en de boornummers). De diepte van de boring zal per locatie verschillend zijn. De kruisingen zullen zoveel als mogelijk haaks op de oppervlaktewaterlichamen worden uitgevoerd. Alle kabels worden op minimaal 2 meter onder de vaste bodem van de primaire leggerwateren aangelegd en op 1 meter van de secundaire en tertiaire leggerwateren<sup>11</sup>. Nadere specificaties van de kruisingen met oppervlaktewaterlichamen zijn te vinden in bijlagen 6 (technische tekeningen boorkruisingen met dwarsprofiel) en bijlage 5 (boorplan). De bijgevoegde tekeningen en boorplan betreffen voorontwerpen. Voorafgaand aan de uitvoering zullen definitieve tekeningen van de boorkruisingen worden opgesteld.

<sup>11</sup> Vereisten Nota vergunningenbeleid Scheldestromen 2012

Tabel 3.3 *Kruisingen kabeltracé onder oppervlaktewaterlichamen*

Type stroom	Boring of zinker	Locatiebeschrijving	Hoeveel watergangen	Pagina bijlage 4	Boornummer in bijlage 4	Tekening in bijlage
Gelijkstroom	Boring	Muidenweg (ter hoogte van haven de Piet)	2	1	1	6a
Gelijkstroom	Boring	Calandweg (ter hoogte van vliegveld Midden Zeeland)	4	3	2	6b
Gelijkstroom	Boring	Noord Kraaijertsedijk (naast A58)	4	6	3	5
Gelijkstroom	Boring	Oude Veerweg	2*	8	4	6c
Gelijkstroom	Boring	Sloekreek	1**	10	5	6d
Gelijkstroom	Boring	Quarlespolderweg	2*	13	6	5
Gelijkstroom	Boring	Frankrijkweg	2	17	8	5
Gelijkstroom	Boring	Akkerweg	2	18	9	6f
Gelijkstroom	Boring	Borssesedijk	2	21	10	5
Gelijkstroom	Boring	Assenburgweg	4	22	11	6g
Gelijkstroom	Zinker	Tussen Weelhoekweg en Jurjaneweg	1	23	n.v.t.	n.v.t.
Gelijkstroom	Boring	Kaaiweg	2	24	12	6h
Gelijkstroom	Boring	Wilheminahofweg	3	25	13	5
Wisselstroom	Boring	Europaweg Zuid (van converterstation richting 380kV-station)	1	27	14	5

\* deze sloten worden op 2 verschillende plekken gekruist vanwege de verschillende opties voor de Sloekreek

\*\* De sloten worden alleen gekruist door de variant Sloekreek West aan de westzijde van de Sloekreek

Daarnaast kruist het kabeltracé op enkele locaties duikers waar geen HDD-boring zal plaatsvinden (zie bijlage 4, dit is niet weergegeven in Tabel 3.3). De volgende opties zijn er voor het passeren van de duiker, hierin is op dit moment nog geen keuze gemaakt:

- Bovenlangs met open ontgraving in een mantelbuis (mits goedkeuring van het waterschap, afhankelijk of hier voldoende ruimte voor is);
- Onderlangs op 0,5 m in een mantelbuis;
- Onderlangs op 2 m zonder mantelbuis.

In het werkplan dat door de toekomstig aannemer van TenneT bij u wordt ingediend, wordt de exacte aanlegmethode van deze kruisingen gespecificeerd.

Tot slot loopt het kabeltracé op enkele plekken parallel aan een watergang binnen de beschermingszone (zie bijlage 4). De vergunningszones rondom het kabeltracé overlapt niet met de insteek van de watergangen. Als uitgangspunt geldt dat het hart van het kabeltracé op minimaal 5 meter van de insteek van primaire watergangen wordt aangelegd en op minimaal 3,5 meter van secundaire tertiaire watergangen. Op enkele locaties is de afstand tot de insteek van watergangen kleiner. Voor deze locaties met kleinere afstanden tot de watergangen zal overleg plaatsvinden met het waterschap. De open ontgraving is maximaal 3 meter breed aan weerszijden van de buitenste kabel (zie Figuur 1.6).

Op een aantal locaties zal ten behoeve van de aanleg van een kabel een tijdelijke demping lokaal plaatsvinden van een watergang.



### 3.4 Kruisingen wegen in beheer bij het waterschap

In de legger Waterschapswegen van waterschap Scheldestromen zijn de wegen in beheer bij het waterschap weergegeven. De waterschapswegen worden ondergronds gekruist door middel van gestuurde (HDD-)boringen. De boringen vinden plaats vanaf een intredepunt naar een uittredepunt. Bij een in- en uittredepunt wordt een tijdelijke put gegraven van circa 5 x 10 x 2 meter. De werkerreinen hebben een grootte van circa 1.000 m<sup>2</sup> (variatie van 750-1.500 m<sup>2</sup>).

Tabel 3.4 geeft het overzicht van de kruisingen van het kabeltracé met wegen in beheer bij het waterschap. Tevens zijn deze kruisingen op volgorde weergegeven in bijlage 4 (zie paginanummers in Tabel 3.4). De maximale diepte van de boring zal per locatie verschillend zijn en is weergegeven in onderstaande tabel. Nadere specificaties van de boringen zijn te vinden in bijlagen 6 (technische tekeningen boorkruisingen met dwarsprofiel) en bijlage 5 (boorplan) (zie laatste kolom in Tabel 3.4).

De kruising van de waterschapsweg ter hoogte van de Veerse Gatdam maakt onderdeel uit van onderhavige aanvraag, deze is niet weergegeven in bijlage 4. Zie bijlage 9 voor de technische tekening van de kruising Veerse Gatdam.

Tabel 3.4 Boringen kabeltracé onder wegen in het beheer bij het waterschap

Type stroom	Locatiebeschrijving	Indicatieve diepteligging boring (in meters onder NAP)	Paginanummer bijlage 4	Boornummer in bijlage 4	Tekening in bijlage
Gelijkstroom	Muidenweg	6,00	1	1	6a
Gelijkstroom	Calandweg	10,00	3	2	6b
Gelijkstroom	Oude Veerweg	5,9	8	4	6c
Gelijkstroom	Quarlespolderweg*	Sloekreek West 14,45 Sloekreek Oost 7,00	13	6	5
Gelijkstroom	Weelhoekweg (naast Assenburgweg)	12,00	22	11	6g
Gelijkstroom	Weelhoekweg (fietspad)	14,30	25	13	5
Gelijkstroom	Veerse Gatdam	16,00	n.v.t.	n.v.t.	9

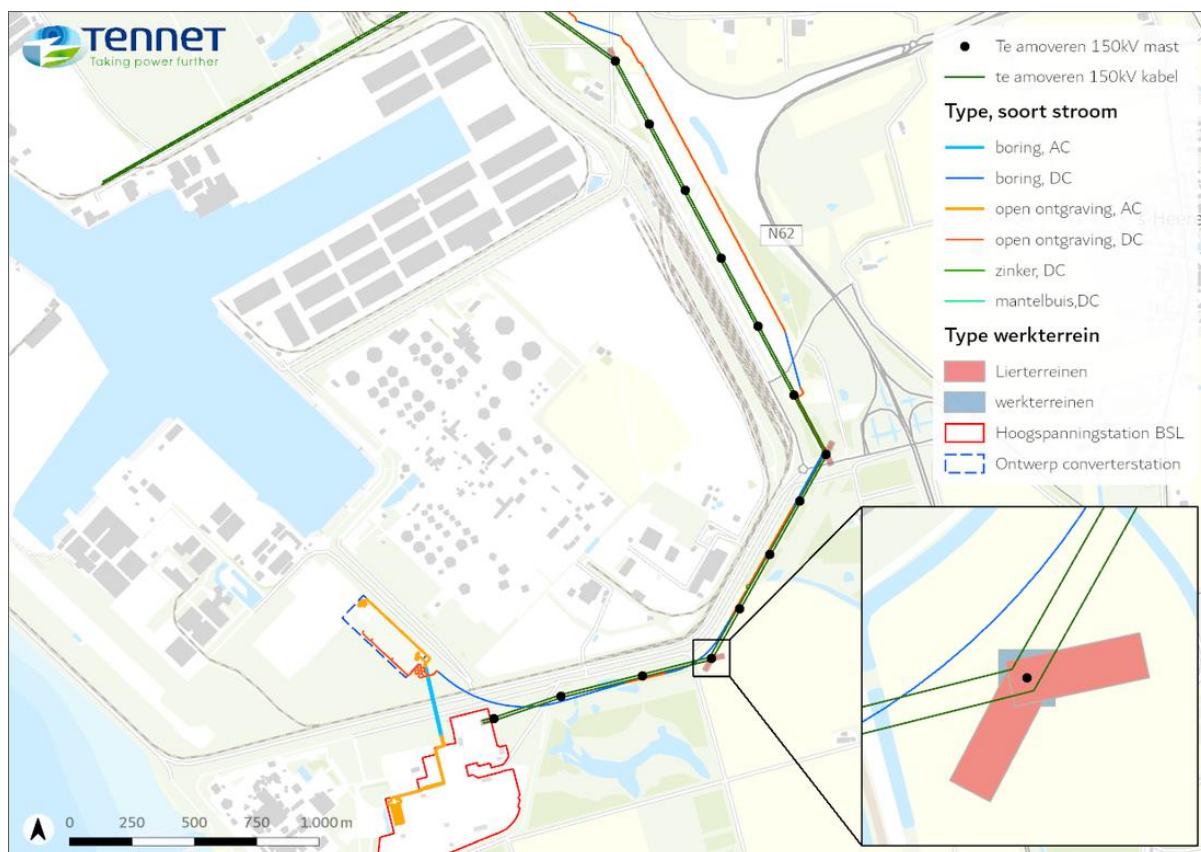
\* de Quarlespolderweg wordt op twee verschillende locaties gekruist vanwege de verschillende opties voor het kabeltracé aan beide weerszijden van de Sloekreek.

### 3.5 Verwijdering bestaande bovengrondse 150 kV verbinding

De verwijdering bestaat uit het uitlieren (verwijderen) van de bovengrondse geleiders in 3 segmenten (trekvakken) en het verwijderen van de masten inclusief fundaties tot circa 3 meter onder maaiveld. In totaal gaat het om circa 4,5 km verbinding en 14 masten (zie Figuur 3.1). Ten behoeve van de verwijdering worden werkwegen, werkerreinen (circa 600 m<sup>2</sup>) en een lierterrein per trekvak (circa 1.200 m<sup>2</sup>) gerealiseerd. Dit kan een tijdelijke verharding of toepassing van stalen platen zijn.

Bijlage 7 geeft een kaartoverzicht van de te verwijderen bovengrondse hoogspanningsverbinding in relatie tot de waterkeringen en bijbehorende beschermingszones, oppervlaktewaterlichamen en bijbehorende beschermingszones en de wegen in het beheer bij het waterschap.





Figuur 3.1 De ligging van de te verwijderen hoogspanningsverbinding

### 3.6 Effecten voorgenomen activiteit op de waterstaatswerken

De vorige paragrafen gaven een overzicht van de activiteiten waarvoor vergunning wordt aangevraagd. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de potentiële effecten voor de waterstaatswerken.

#### 3.6.1 Waterkeringen

Bij de waterkeringen is sprake van boringen en graafwerkzaamheden. De kabels hebben op zichzelf geen invloed op de waterkering aangezien deze niet gevuld zijn met vloeistof of gas maar elektriciteit transporteren.

##### Boringen

Door middel van horizontaal gestuurde boringen worden waterkeringen gekruist. Bovendien worden er op enkele plekken boringen uitgevoerd parallel aan waterkeringen. Ten behoeve van de boring vinden onder meer graafwerkzaamheden plaats en treden trillingen op door de boorkop. De werkzaamheden kunnen gevolgen hebben voor de stabiliteit van de kering. Beoordeeld is daarom of sprake kan zijn van één van de potentiële faalmechanismen. In bijlage 8 is tevens een beoordeling naar de waterveiligheid opgenomen voor alle boringen van het kabeltracé onder de waterkeringen door. In deze beoordeling zijn de verschillende potentiële faalmechanismen beschouwd. Geconcludeerd wordt dat er tijdens de aanlegfase en gebruiksfase geen effecten zijn te verwachten op de waterveiligheid door de boringen in en nabij de waterkeringen.

Tabel 3.5 Potentiële faalmechanisme HDD-boring

Faalmechanisme	Potentieel effect		Verwachting
	Aanlegfase	Exploitatiefase	
<b>1. Macrostabieliteit buitenwaarts</b>	Trillingen boorkop, boorvloeistofdruk, ontgraving bij in- en uittredepunt	Niet van toepassing	Geen effect door boorontwerp op basis van Richtlijn Boortechnieken, NEN 3651 en 3650 en boring buiten beschermingszone A
<b>2. Macrostabieliteit binnenwaarts</b>	Trillingen boorkop, boorvloeistofdruk, ontgraving bij in- en uittredepunt	Niet van toepassing	Geen effect door boorontwerp op basis van Richtlijn Boortechnieken, NEN 3651 en 3650 en boring buiten beschermingszone A
<b>3. Piping</b>	Niet van toepassing	Kwel- waterstroom met zandtransport	Beoordeling in boorplan en waar nodig afsluiten boorgangen
<b>4. Hoogte en erosie</b>	Niet van toepassing bij een boring	Nazakking	Niet verwacht door voldoende diepte en toepassing mantelbuis
<b>5. Afschuiving/zettingsvloeiing voorland</b>	Trillingen boorkop	Niet van toepassing	Geen effect verwacht door boorontwerp op basis van Richtlijn Boortechnieken, NEN 3651 en 3650
<b>6. Afschuiving/zettingsvloeiing achterland</b>	Trillingen boorkop	Niet van toepassing	Geen effect verwacht door boorontwerp op basis van Richtlijn Boortechnieken, NEN 3651 en 3650

### Ontgraving kabeltracé bij paralleligging met waterkeringen

Een deel van het kabeltracé is gelegen parallel aan waterkeringen in beheer bij het waterschap. De aanleg vindt plaats middels een open ontgraving met een diepte van circa 2,2 m. De graafwerkzaamheden vinden buiten beschermingszone A plaats en deels binnen beschermingszone B. Op zichzelf is een vergunningplicht derhalve niet aan de orde.

Eventuele beheer- en onderhoudswerkzaamheden in of vanuit beschermingszone B worden tijdens de aanlegfase belemmerd maar blijven uitvoerbaar.

Ten behoeve van de ontgraving zal naar verwachting bemaling vereist zijn. Hiervoor wordt separaat en in een later stadium een vergunning aangevraagd zodra de aannemer is geselecteerd. Bij deze aanvraag kan beoordeeld worden of de tijdelijke bemaling van invloed kan zijn op de waterkering. De grondwatermodelleringstudie in het MER wijst uit dat de keringen in het beïnvloedingsgebied zijn gelegen van de bemaling. Aangezien de bemaling tijdelijk is, is vooralsnog geen aanleiding een negatief effect te verwachten voor de kering.

De ligging in beschermingszone B leidt in de gebruiksfase niet tot invloed op de kering en leidt niet tot beperkingen ten behoeve van beheer en onderhoud.

In bijlage 8 is tevens een beoordeling naar de waterveiligheid opgenomen voor alle delen van het kabeltracé dat binnen de beschermingszone B van waterkeringen zijn gelegen. In deze beoordeling zijn de verschillende potentiële faalmechanismen beschouwd. Geconcludeerd wordt dat er tijdens de aanlegfase en gebruiksfase geen negatieve effecten zijn te verwachten op de waterveiligheid door de paralleligging met waterkeringen.

## Converterstation

Nabij de primaire kering op het haventerrein ten noorden van Borssele wordt het converterstation gerealiseerd. De werkzaamheden vinden plaats buiten de kernzone en beschermingszone A. Ten behoeve van het de realisatie van het converterstation vindt eerst ophoging van het maaiveld plaats en vervolgens lokaal ontgraving van een kabelkelder (minder dan 5 m diep) en het plaatsen van heipalen. Gezien de aangebrachte ophoging en situering op afstand van de kernzone is er geen aanleiding te verwachten dat er sprake is van één van de eerder genoemde faalmechanismen tijdens de aanlegfase. In de gebruiksfase treden er geen effecten op.

### 3.6.2 Watergangen

Bij de aanleg van kabels is het van belang dat de doorstroming en het onderhoud van een watergang niet negatief worden beïnvloed en dat de stabiliteit van de oevers wordt gewaarborgd.

#### *Doorstroming*

De doorstroming van watergangen mag niet worden gehinderd. Daarom worden de kabels niet door het profiel van de watergang aangelegd. De kabels worden in het geval van boringen minimaal 2 meter onder de bodem van primaire leggerwateren geboord en 1 meter in het geval secundaire en tertiaire leggerwateren. Bovendien zal het horizontale deel van de boring aan beide zijden van de watergang minimaal 1 meter meer bedragen dan de breedte van de slootbodembodem en het talud. In het geval van het kruisen van een watergang met een gegraven zinker wordt er 1 meter aangehouden onder de waterbodembodem. Hooguit zal er tijdens de aanleg van de zinker of werkwegen een tijdelijke dam met duiker worden aangelegd, waardoor de doorstroming tijdelijk beperkt zal worden gehinderd tijdens de aanlegfase. Tijdens de gebruiksfase wordt de doorstroming van watergangen niet gehinderd.

#### *Onderhoud*

Tijdens de aanlegfase kan toegang voor beheer en onderhoud van de watergang worden beperkt over langere lengtes. In veel gevallen is de watergang vanaf het water of de andere zijde bereikbaar. De werkzaamheden zijn tijdelijk en lokaal van aard waardoor door middel van afstemming over de planning onaanvaardbare beperkingen kunnen worden voorkomen.

De aanwezigheid van het kabeltracé heeft tijdens de gebruiksfase geen effect op de doelmatigheid van het onderhoud. Aan het profiel van de watergang en de beschermingszones verandert immers niets. Wat met betrekking tot het onderhoud wel van belang is, is dat kabels en leidingen niet beschadigd mogen worden als er onderhoudswerkzaamheden aan de watergang worden uitgevoerd. Daarom worden de kabels op de genoemde minimale dieptes (zie ook de dwarsprofielen in bijlage 5 en 6) onder de watergangen aangelegd middels boringen en op circa 2,2 meter onder de beschermingszones aangelegd middels open ontgraving.

#### *Stabiliteit van de oever*

Bij het leggen van de kabels wordt gebruik gemaakt van open ontgravingen en/of boringen. Het kabeltracé zal doorgaans op minimaal 5 meter van de insteek van de primaire watergangen en 3,5 meter van secundaire en tertiaire watergangen worden aangelegd (zie paragraaf 3.3). Bovendien is er geen sprake van uitspoeling of explosiegevaar in het geval van beschadiging van elektriciteitskabels. Voor het maken van de gestuurde boringen wordt tevens zoveel als mogelijk voldaan aan de veiligheidseisen van NEN 3650 en 3651.

Geconcludeerd wordt dat de doorstroming, onderhoud van de watergang en de stabiliteit van de oever niet negatief wordt beïnvloed door de voorgenomen activiteiten.

### **3.6.3 Wegen**

Voor de kruisingen met de wegen in het beheer van het waterschap is het van belang dat de functie van de weg en de stabiliteit van de weg niet negatief mag worden beïnvloed. De kruisingen vinden plaats middels het maken van gestuurde boringen en zullen op minimaal 5 meter onder maaiveld worden aangebracht. Als gevolg van de diepte waarop de kabel de weg kruist is een negatief effect op de stabiliteit van de weg uitgesloten. De weg wordt niet opengebroken en heeft daarmee geen effect op de functie van de weg. Bovendien is er geen sprake van uitspoeling of explosiegevaar in het geval van beschadiging van elektriciteitskabels. De boringen zullen zoveel als mogelijk voldoen aan de veiligheidseisen van NEN 3650 en 3651.

## 4 Gegevens en bescheiden

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van onderhavige aanvraag.

*Tabel 4.1 Overzicht bijlagen behorende bij de aanvraag*

Bijlage #	Titel / soort
	<b>Algemeen</b>
1	Toelichting op de aanvraag Waterwetvergunning
2	Machtiging vergunningaanvragen
3	Typical Installation Methods (TIM)
4	Overzichtstekening tracé op land
5	HDD Boorplannen
6	Technische tekeningen boringen
7	Overzichtstekening verwijdering bovengrondse 150 kV verbinding
8	Memo waterveiligheid waterkeringen Alpha
9	Technische tekening boring Veerse Gatdam

In de volgende tabel is aangegeven welke gegevens en bescheiden later, doch uiterlijk drie weken voor de start van de werkzaamheden 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 4.2 Overzicht later (uiterlijk drie weken voor start van de werkzaamheden) te overhandigen bescheiden*

Gegevens / bescheiden
Planning van de activiteiten
Definitieve boorplannen en dwarsdoorsnedes van kruisingen
Werkplan per vergunningplichtige activiteit

## COLOFON

### **Toelichting op de aanvraag watervergunning (op land)**

#### **Net op zee IJmuiden Ver Alpha**

**Auteur**

Joost Sissingh

**Projectnummer**

C05057.000220

**Datum**

27 augustus 2021

**Status**

Definitief

**Pondera Consult B.V.**

Postbus 919

6800 AX Arnhem

Nederland

+31 (0)88 7663 372

**[www.ponderaconsult.com](http://www.ponderaconsult.com)**

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

**[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)**

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland  
Arcadis Nederland B.V.  
T.a.v. mevrouw T. Hempenius  
Postbus 264  
6800 AG ARNHEM

CLASSIFICATIE	C1 - Publieke Informatie
DATUM	25 juni 2021
BEHANDELD DOOR	Dekkers, Johan
TELEFOON DIRECT	06-29360328
E-MAIL	Johan.Dekkers@tennet.eu

**BETREFT** machtiging voor het aanvragen van publiekrechtelijke toestemmingen (vergunningen, ontheffingen en meldingen)

Geachte mevrouw Hempenius,

Ondergetekenden:

Mevrouw C. Smits, in haar hoedanigheid als Project Lead Spatial Planning & Licensing Net op zee IJmuiden Ver Alpha van TenneT TSO B.V., gevestigd te Arnhem

als zodanig gezamenlijk met

De heer J. Dekkers, in zijn hoedanigheid als Project Lead Spatial Planning & Licensing Net op zee IJmuiden Ver Beta van TenneT TSO B.V., gevestigd te Arnhem,

bevoegd TenneT TSO B.V. te vertegenwoordigen, verklaren door ondertekening dezes machtiging te verlenen aan:

**Arcadis Nederland B.V.** (KvK 09036504), statutair gevestigd te Arnhem en kantoorhoudende aan de Beaulieustraat 22, (6814 DV) te Arnhem,

om alle uit hoofde van de toepasselijke wet- en regelgeving benodigde vergunningen, ontheffingen en meldingen ten behoeve van de projecten Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta aan te vragen bij de bevoegde gezagen.

Deze machtiging is geldig tot en met 31-12-2022 of zoveel eerder als voornoemde vergunningen, ontheffingen en meldingen zijn aangevraagd.

Aldus opgemaakt en ondertekend te Arnhem,

Datum:

Handtekening:

Datum: 25-6-2021

Handtekening:



Mevrouw C. Smits  
Project Lead Spatial Planning & Licensing  
TenneT TSO B.V.

De heer J. Dekkers  
Project Lead Spatial Planning & Licensing  
TenneT TSO B.V.



# Typische Installatie Methodes (TIM)

## IJmuiden Ver Alpha en Beta netaansluitingen op zee

NEDERLANDSTALIGE SAMENVATTING

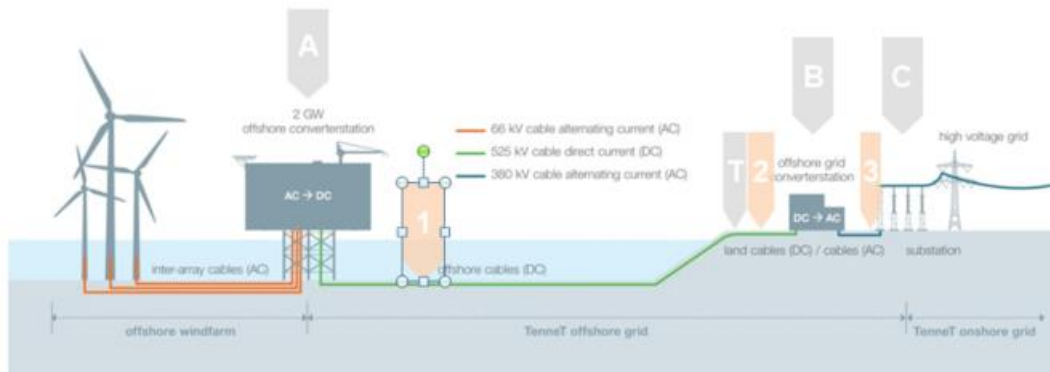
**Overzicht van mogelijke installatiemethodes voor de platforms, kabels en het landstation in de IJV offshore netaansluitingen**

### **Inleiding:**

Het document Typical Installation Methods beschrijft de voorgenomen aanpak voor het installeren van de platforms, leggen en begraven van de hoogspanningskabels (zowel op zee als op het land) en de realisatie van het converterstation. Het dient als onderbouwing voor de EIA en de vergunningaanvragen. Deze samenvatting tracht de belangrijkste aspecten samen te vatten van in het originele (Engelstalige) TIM. Dit document dient derhalve samen met het originele document te worden gelezen.

De vier belangrijkste onderdelen van de offshore netverbinding zijn weergegeven in figuur 1:

- A. Het offshore converter station (platform)
- B. Het onshore converter station (landstation)
- C. Het onshore 380kV station
- D. De HVDC en HVAC kabelverbinding, bestaande uit:
  - 1. 525kV HVDC export zeekabels
  - 2. 525kV HVDC export landkabels
  - 3. 380kV HVAC landkabels



*Figuur 1: Netconcept IJmuiden Ver*

### A. PLATFORMS

Figuur 2 geeft een beeld van hoe de platforms voor de betreffende netverbindingen er uit zullen komen te zien. Ze bestaan uit:

- een bovenbouw (topside) waarin worden gehuisvest de hoogspanningsapparatuur (schakelunits, transformatoren en omvormers) alsmede ondersteunende systemen zoals koeling, noodstroomvoorzieningen en dergelijke.
- Een onderbouw (jacket), zijnde de draagconstructie die op de zeebodem rust en daarin middels stalen buispalen is verankerd.

Deze beide onderdelen worden afzonderlijk gebouwd en op zee geplaatst.



*Figuur 2: Impressie van een 2 GW HVDC offshore platform*

Het jacket is opgebouwd uit hoofdzakelijk stalen buiselementen, en heeft verder geen functionele systemen.

Het jacket bestaat uit twee torens die de bovenbouw zullen dragen. Daartussen is een ruimte vrij gelaten om toegang te geven voor een ponton waarmee de bovenbouw geplaatst zou kunnen worden. Daarover hieronder meer. In de torens zijn geleidebuizen (J-tubes) opgenomen waardoor later de zeekabels van de zeebodem tot in de bovenbouw kunnen worden getrokken.

Voor de bouw van dit soort constructies bestaan meerdere werven, zowel in Europa als in het Midden of Verre Oosten. Ongeacht waar de jackets gebouwd zullen gaan worden zal de installatiemethode er als volgt uitzien.

Allereerst zal de zeebodem op de plaatsing van het jacket worden voorbereid. De exacte waterdiepte en het bodemprofiel worden ingemeten. Obstakels (waaronder niet geëxplodeerde munitie, UXO) worden in kaart gebracht en zo nodig verwijderd, en de zeebodem wordt voorzien van een laag stortsteen om uitschuring en ontgronding van de bodem onder en rondom het jacket te voorkomen. Middels deze laag stortsteen kan tevens de zeebodem worden gevlakt, zodat het jacket bij plaatsing zoveel mogelijk waterpas komt te staan.

Als het jacket gereed is wordt het op een ponton gereden en daarop bevestigd voor transport over zee. Dit ponton wordt met een sleepboot naar de locatie getrokken. Daar zal een kraanschip het ponton langs zij en het Jacket optillen en op de zeebodem plaatsen.

Rond de omtrek van het jacket zijn onder water 12 tot 16 verticale buizen (pile sleeves) voorzien waar de stalen heipalen in worden gestoken, die vervolgens met een hamer (ca 50m, nader te bepalen) de zeebodem worden ingehaald. Tijdens dit heien wordt een scherm van luchtbellen rondom het jacket geactiveerd dat dient om verspreiding van het heigeluid onder water te verminderen. Om zeezoogdieren de kans te geven het resterende geluidsgebied te verlaten wordt begonnen met een aantal zachte (waarschuwings-) klappen op de palen. Pas na een aantal minuten wordt het heien werkelijk gestart. Voor het beperken van het heigeluid kan gebruik gemaakt worden van gedetailleerde procedures.

Nadat de palen op diepte zijn gebracht wordt een laatste controle op de stand van het jacket gedaan. Indien nodig en uitvoerbaar wordt middels vijzels een laatste correctie uitgevoerd. Vervolgens worden de palen met een cementmengsel (grout) in de pile sleeves gefixeerd waarmee het jacket zijn definitieve draagkracht bereikt. Als laatste worden de acht poten waarop de bovenbouw zal komen te staan in een exact horizontaal vlak afgesneden. Daarvoor is een overlengte in die buizen voorzien.

De kraanschepen die zijn voorzien voor het installeren van de jackets beschikken over een dynamisch positioneringssysteem (met behulp van sloopsschroeven) zodat geen ankers nodig zijn om deze schepen op hun plaats te houden. In sommige gevallen is echter door de beperkte waterdiepte toch ankers nodig. Dit zal in een later stadium bepaald worden en is afhankelijk van het kraanschip.

Gezien de marktsituatie wordt er rekening mee gehouden dat de bovenbouw in het Verre Oosten al worden gebouwd en dus over zee naar Nederlandse wateren dient te komen. Voor dit transport zijn speciale vaartuigen beschikbaar, de zogenaamde Heavy Transport Vessels (HTVs). Deze hebben eigen

voortstuwing en een gunstig gedrag in zegang waardoor ze de meest veilige schepen zijn voor dit doel.

Voor het installeren van de bovenbouw op het reeds geplaatste jacket zijn drie soorten schepen aangewezen.

- De Pioneering Spirit, een catamaran uitgerust met een hydraulisch hefsysteem om de bovenbouw op de juiste hoogte te brengen en op het jacket te plaatsen, zie figuur 3. Dit schip heeft twee rompen, en het jacket is zo gedimensioneerd dat het daar tussen past zodat het schip de bovenbouw boven het jacket kan brengen. Om de bovenbouw over te dragen aan de Pioneering Spirit dient deze eerst te worden (over)geladen op een speciaal ponton. De Pioneering Spirit beschikt over een dynamisch positioneringssysteem.
- Een HLV. Dit zou hetzelfde schip kunnen zijn als dat waarmee de bovenbouw uit het Verre Oosten wordt aangevoerd. Evenwel dient dan (ergens in een beschutte haven in de nabije omgeving van de platformlocatie, bijvoorbeeld Vlissingen, Rotterdam of Eemshaven, de bovenbouw eerst omhoog gevijzeld te worden en op een stoelconstructie aan boord van dit schip te worden geplaatst op voldoende hoogte voor plaatsing op het jacket dat 22m boven water uitsteekt. Transport vanuit het Verre Oosten direct op zo'n stoelconstructie is niet wenselijk. De beoogde HLVs beschikken over een dynamisch positioneringssysteem. Op locatie vaart de HLV in de opening tussen de twee jackettorens en laat de bovenbouw op het jacket zakken door het schip omlaag te ballasten.
- Een ponton zoals de H-851. Met dit ponton wordt dezelfde installatieprocedure toegepast als met de HLV, echter, de H-851 heeft geen dynamisch positioneringssysteem en zal dus gebruik moeten maken van ankers om te manoeuvreren.

Na plaatsing van de bovenbouw op het jacket volstaat een eenvoudige las om de verbinding tot stand te brengen.



*Figuur 3: De Pioneering Spirit*

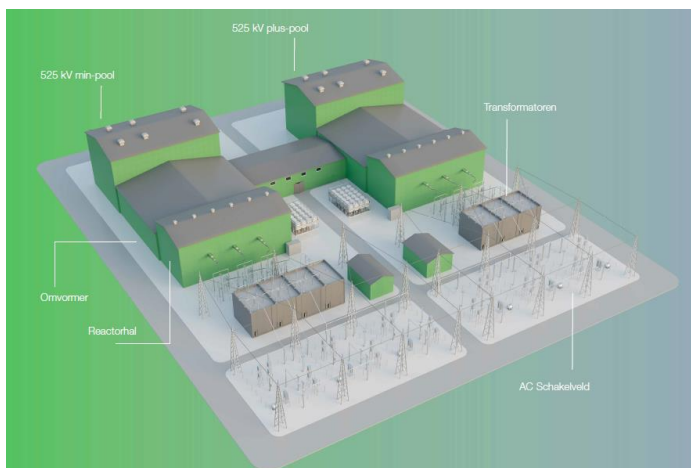
## B. CONVERTERSTATION OP LAND

Het converterstation verbindt de 525kV HVDC landkabel met de 380kV HVAC landkabel. De belangrijkste functie van het converterstation is het omzetten van gelijkspanning naar wisselspanning (van HVDC naar HVAC) en het transformeren van het spanningsniveau van 525kV naar 380kV. Het bevat de elektrische apparatuur, hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen om deze functies te ondersteunen en de veiligheid op het converterstation te waarborgen.

### Ontwerp van het converterstation

Het ontwerp van het converterstation is voor een groot deel afhankelijk van de keuze van de leverancier van de hoogspanningsapparatuur. Omdat deze leverancier op dit moment nog niet bekend is, is er nog weinig te zeggen over het exacte ontwerp van het converterstation. Wel zijn de belangrijkste onderdelen bekend, welke hieronder zijn weergegeven:

- Converter hal met daarin o.a.:
  - o Aansluiting HVDC kabel
  - o DC schakeltuin
  - o Reactoren
  - o Converters
- Transformator gebouwen met daarin de transformatoren
- AC schakeltuin
- Centraal dienstengebouw
- Koelers voor het koelen van de converters
- Opslag voor reserveonderdelen



*Figuur 4: Impressie van het converterstation op land*

### Veiligheid en milieu

Het converterstation kan op afstand bediend worden, waardoor er geen bemensing op het station nodig is tijdens de operatiefase.

De transformatoren worden binnen geplaatst. Vloeistoffen als olie en regenwater worden opgevangen en gefilterd om te voorkomen dat verontreinigende vloeistoffen in de bodem terecht komen.

Een akoestische studie zal worden uitgevoerd om er zeker van te zijn dat het converterstation voldoet aan de lokaal geldende regels.

Om te voorkomen dat het station tijdens hoogwater onder water komt te staan, wordt de grond opgehoogd. Hierbij wordt rekening gehouden met klimaatveranderingen en de hogere waterstand die daarmee gepaard gaat. Voor de locatie van Borssele moet hiervoor meer worden opgehoogd dan op de Maasvlakte.

### **Toegang tot het converterstation**

Het converterstation moet voor zowel normaal als zwaar transport toegankelijk zijn. Afhankelijk van de ruimtelijke planning van het converterstation, zullen hiervoor 1 of 2 toegangswegen worden aangelegd.

Er zullen ook derden toegang moeten hebben tot het converterstation, zoals de eigenaren van het windpark en Rijkswaterstaat. Hiervoor zal een aparte ingang gemaakt worden met toegang tot het centrale dienstgebouw (of eventueel een apart gebouw), zonder toegang tot de rest van het converterstation.

### **Constructiefase**

De constructiefase bestaat uit 2 delen:

1. Civiel: inclusief bouwrijp maken van de grond, fundatie (indien van toepassing) en de bouw van de gebouwen.
2. Installatie van elektrische componenten

### **Uitvoeringsfase**

Tijdens de uitvoeringsfase zal het converterstation regelmatig onderhouden worden. Onderhoud bestaat uit visuele inspecties en uitgebreidere onderhoudswerkzaamheden. Buiten deze werkzaamheden is het station in principe onbemenst.

### **Ontmanteling**

Na een verwachte levensduur van 30 tot 50 jaar zal het converterstation ontmanteld worden, tenzij er een andere bestemming voor gevonden wordt.

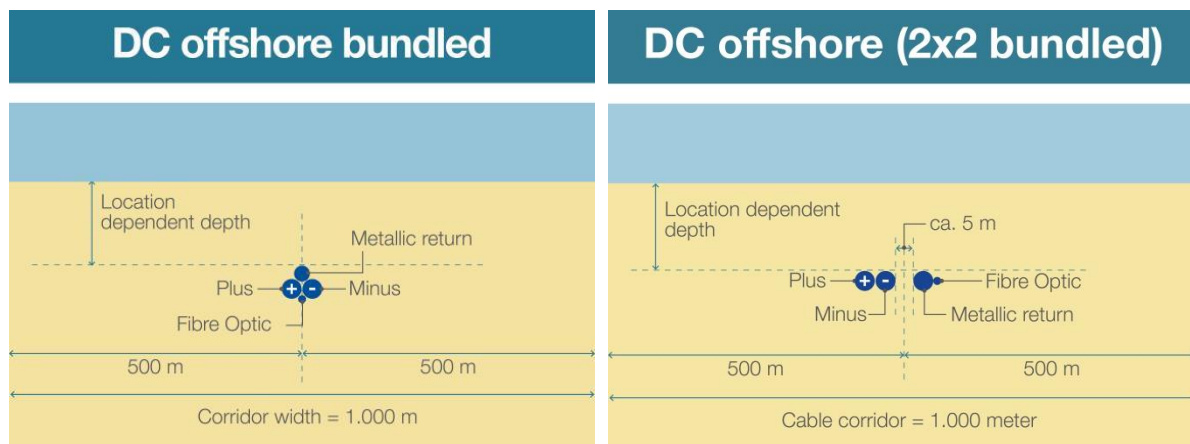
## **C. HET ONSHORE 380 kV STATION**

Het 380 kV station is onderdeel van het Nederlandse 380 kV hoogspanningsnet. Op dit station worden er twee velden ingericht van ieder 1 GW om de 2 GW verbinding aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Hiervoor moet het station worden uitgebreid.

## **D. KABELS**

In figuur 5 is een beschrijving gegeven van de vier kabels die worden geïnstalleerd tussen de offshore en onshore omvormerstations. Dit zijn twee kabels voor de positieve en negatieve pool (Hoogspanning Gelijkstroomkabels (HVDC)), een kabel voor de zogenaamde "Metallic Return" (die dient als "nul"-kabel voor het geval een van de beide polen niet beschikbaar is) en een glasvezelkabel (op land 2 glasvezelkabels). Deze vier kabels zullen in het offshore gedeelte naar alle

waarschijnlijkheid als bundel worden gelegd en in een enkele sleuf worden begraven in de bodem. Er zijn twee bundeling configuraties denkbaar, standaard bundeling of de 2\*2 configuratie (zie figuur 5).



*Figuur 5: Gebundelde HVDC 52 kV offshore kabelconfiguratie (standaard en 2\*2 bundel)*

### 1. Offshore kabels

De kabels die onder water worden aangelegd (in de bodem) tussen het offshore converter station en de aanlanding worden zoveel mogelijk beschermd door ze op voldoende diepte te begraven, d.i. zodanig dat ze voor de geplande levensduur beschermd zullen zijn tegen externe bedreigingen zoals ankers of visnetten. Bij de minimale begraafdiepte wordt aan de bepalingen in de wet en de vergunningen voldaan.

Waar begraven niet mogelijk is (bijvoorbeeld bij kruisingen met kabels en leidingen), worden de kabels beschermd door het storten van steen op de kabels in de kruising.

Bij de gekozen begraafdiepte zoekt TenneT naar het optimum tussen de bepalingen van wet- en regelgeving, mitigatie van de risico's en minimale kosten over de levensduur. Hierbij wordt de gekozen begraafdiepte in het algemeen vastgelegd ten opzichte van het zogenaamde niet-mobiele referentievlak, dat is het vlak onder de (mobiele) zandgolven en andere tijdelijke bodemstructuren (zie figuren 9 en 10).

Het leggen en begraven van de kabels wordt voorafgegaan door een aantal activiteiten:

- Route survey  
Geologisch en geotechnisch onderzoek om de zeebodem en de zeebodemgesteldheid in kaart te brengen.
- UXO en archeologische survey  
De bodem op en langs de route wordt onderzocht op UXO of NGE (niet-geëxplodeerde explosieven) en andere obstakels die de kabelinstallatie kunnen hinderen. Gevonden explosieven en andere obstakels worden vermeden (door verleggen van de route) of verwijderd.
- Pre-installatie route survey  
Vlak vóór de installatie brengt de aannemer de zeebodem in kaart, voor de exacte ligging van de zandgolven en eventueel modder of klei die de installatie van de kabels of de passage van de trencher (de ingraafmachine) kunnen bemoeilijken.



- Gedetailleerde route engineering  
De obstakels langs de route worden in kaart gebracht, het niet-mobiele referentievlak wordt bepaald (op basis waarvan de definitieve begraafdiepte kan worden vastgesteld), en de route wordt zodanig gekozen dat de omvang van eventueel baggerwerk (met name het verwijderen van zandgolven boven het niet-mobiele referentievlak) wordt geoptimaliseerd..
- Route Clearance (RC) en Pre-Lay Grapnel Run (PLGR)  
Bij RC worden niet in gebruik zijnde kabels en pijpleidingen verwijderd over voldoende lengte zodat ze geen obstakel meer vormen. Hierbij worden "grapnels" (dreggen) tot een diepte van 1.80m door de zee bodem getrokken op de plaats waar oude kabels (of pijpleidingen) zich bevinden. Deze worden dan boven water gebracht en wordt er een lengte kabel tussenuit gesneden.  
Bij de PLGR wordt de zeebodem gereinigd van oppervlakkige obstakels die de kabelinstallatie zouden kunnen hinderen en die nog niet eerder gedetecteerd en verwijderd waren, bijvoorbeeld oude touwen, staalkabels of visnetten. Hierbij wordt een set van verschillende soorten dreggen over de zeebodem getrokken.
- Effenen van de mobiele zeebodem (pre-sweeping)  
Op het gedeelte van de route waar zich zandgolven bevinden, worden deze weggebaggerd tot (ongeveer) het niveau van het niet-mobiele referentievlak. Een andere reden voor baggeren kan zijn om de passage van de trencher mogelijk te maken: de breedte van het gebaggerde profiel moet ruimschoots breder zijn dan de trencher en de hellingen van de zandgolven mogen niet te steil zijn voor de trencher. Het gebaggerde zand wordt langs en op korte afstand van de kabelroute gedeponeed.  
Baggeren kan ook toegepast worden in secties waar een laag slib de tractie van de trencher zou verminderen of waar de trencher zelfs in wegzakt.

Op basis van de laatste surveys maakt de aannemer een zogenaamde Burial Assessment Studie (BAS). Hierin worden voor de volledige route de begraafmethoden beschreven en worden de kansen en risico's beschouwd voor het begraven van de kabels op de gewenste diepte. Als de burial assessment hiertoe aanleiding geeft, bijvoorbeeld als deze aangeeft dat er op bepaalde delen van de route een verhoogd risico is dat de kabels niet in één run op de juiste diepte zouden kunnen komen, kan besloten worden tot het uitvoeren van een "pre-trenching run" of een "pre-cutting run". In beide gevallen bereidt de trencher de route voor door een sleuf te maken tot de juiste diepte, maar zonder kabel. Zo kunnen meerdere pogingen gedaan worden om de sleuf "op diepte" te brengen. Bij een "pre-trenching run" gebeurt dit door enkel jetting (waterinjectie), bij een "pre-cutting run" wordt dit nog ondersteund door een cutter-zwaard (een grondfrees) of ploeg, in geval van bijvoorbeeld kleipakketten op de kabelroute.

Installatie van de kabelbundel in zee gebeurt middels Simultaneous Lay and Burial (SLB) of Post Lay Burial (PLB). Bij SLB worden de kabels direct achter het kabellegschip in de trencher gevoerd en op de bodem van de sleuf geïnstalleerd. Bij PLB worden de kabels eerst door het kabellegschip op de zeebodem gelegd, om vervolgens in een tweede run door de trencher te worden begraven. In het algemeen zal de bundel in het nearshore gedeelte (in water minder dan 10 meter diep) middels SLB worden begraven, omdat daar een grotere begraafdiepte is vereist. In de diepere delen van de route zal in het algemeen een PLB methode worden gekozen. SLB gaat in het algemeen langzamer dan PLB. Het document (8.3 en 8.4) beschrijft de verschillende tools die ingezet zouden kunnen worden.



Kruisingen van de kabelbundel met kabels en leidingen van derden dient een verticale afstand tussen de bundel en die kabels of leidingen te worden gehandhaafd. Dit kan worden bewerkstelligd middels:

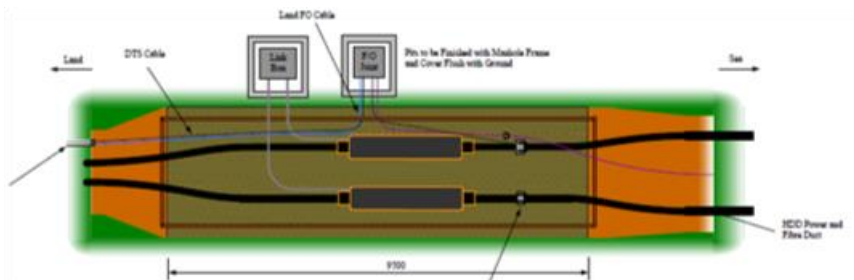
1. Steen stortingen op de bestaande kabel of leiding
2. Afstand-ringen rond de te installeren bundel
3. Betonmatrassen geplaatst op de bestaande kabel of leiding

In alle gevallen wordt de kruising naderhand beschermd door er stenen op te storten. Het ontwerp van de kruising en de uitvoeringsmethode worden afgestemd met de eigenaren van de kabel of leiding.

Na het leggen en begraven wordt met een Begraafdiepte survey vastgesteld of de kabel op de vereiste diepte is geïnstalleerd. Eventuele tekortkomingen worden zoveel mogelijk verholpen door aanvullende maatregelen.

## 2. Onshore kabels

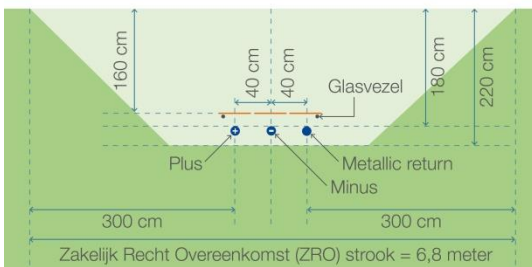
De aanlanding van de zee-kabels kan worden gerealiseerd middels een horizontaal gestuurde boring (HDD) van land naar zee of in een open ontgraving in dijk of strand, door welke de kabels aan land getrokken worden tot in de Transition Joint Bay (zie figuur 6). Hier vindt de overgang plaats naar de HVDC landkabels. Deze realiseren de aansluiting naar het onshore converterstation. Installatie van de kabels in dit deel van de route gebeurt in open ontgraving in een vlakke configuratie (zie figuur 7 en 8) of in een HDD als een open ontgraving niet mogelijk is.



Figuur 6: Voorbeeld Transitie Joint Bay (Zonder Metallic Return)

## DC op land gebundeld

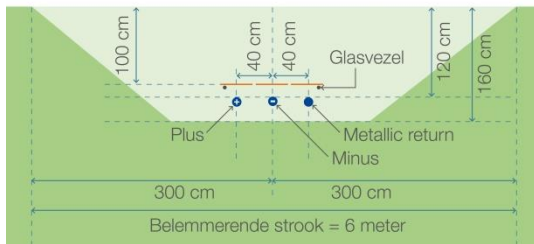
### Open ontgraving



Figuur 7: Kabelconfiguratie open ontgraving IJmuiden Ver Alpha

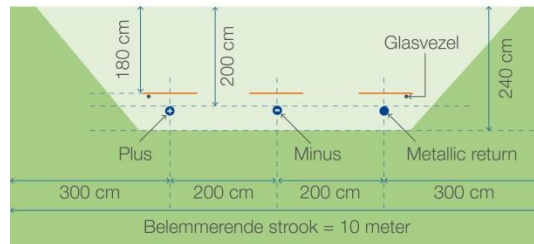
## DC op land gebundeld

### Open ontgraving



## DC op land wegkruising

### Open ontgraving



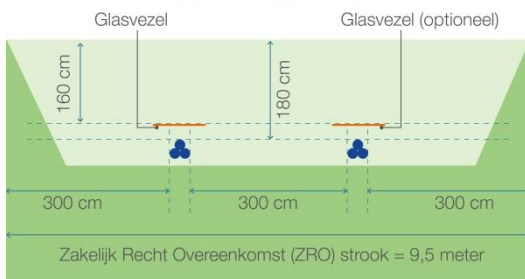
Figuur 8: Kabelconfiguratie open ontgraving IJmuiden Ver Beta

### 3. 380kV HVAC landkabels

De aansluiting van het omvormerstation op land naar het 380kV station gebeurt met (twee sets van) 380kV landkabel en glasvezelkabel. Deze kabels worden gebundeld geïnstalleerd in een open ontgraving (zie figuur 9) of opnieuw in een HDD als een open ontgraving niet mogelijk is.

## AC 380 kV op land

### Open ontgraving



Figuur 9: Kabelconfiguratie open ontgraving AC 380 kV-kabels IJmuiden Ver Beta

**PROJECT LEADER** Ron van den Thillart  
**CLIENT** Licensing team IJV  
**AUTHOR** Evert Mom, Wino Snip  
**DEPARTMENT** LPO-PR-IJV

**CLASSIFICATION** C1 - Public Information  
**DATE** September 29, 2020  
**VERSION** 0.2  
**VERSION DATE** March 17, 2021  
**STATUS** Draft  
**PAGE** 1 of 69

## Typical Installation Methods IJmuiden Ver Alpha and Beta

Overview of possible installation methods of the IJV offshore grid

<b>Rev</b>	<b>Date</b>	<b>Change history</b>	<b>Author</b>	<b>Reviewers</b>
01	28-09-2020	Initial version for permit	EMO / WSN	-
02	29-09-2020	Final version for permit	EMO / WSN	RvdT
03	24-08-2021	Final version for permit	EMO/WSN	RvdT

<b>1. Introduction</b>	<b>5</b>
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method	6
<b>2. Offshore grid connection overview</b>	<b>7</b>
2.1 Offshore grid connection	7
2.2 Offshore converter station (Platform) (A)	7
2.3 Onshore converter station (B)	8
2.4 Onshore 380 kV substation (C)	8
2.5 HVDC 525 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)	8
2.6 Transition joint (T)	8
2.7 380 kV land cable (3)	8
<b>3. Offshore platform</b>	<b>9</b>
3.1 Design	9
3.1.1 <i>Design philosophy</i>	9
3.1.2 <i>Safety and environment</i>	10
3.1.3 <i>Access</i>	10
3.1.4 <i>Scour protection</i>	11
3.2 Installation of the offshore platform	11
3.2.1 <i>Preparations before installation</i>	11
3.2.2 <i>Jacket installation and piling</i>	12
3.2.3 <i>Topside installation</i>	13
3.3 Operational phase of the offshore platform	15
3.4 Decommissioning of the offshore platform	15
<b>4. HVDC and HVAC cable design</b>	<b>17</b>
4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables	17
4.2 Design HVDC 525 kV land export cables	18
4.3 Design HVAC 380 kV land cables	19
<b>5. Protection of the cables at sea</b>	<b>20</b>
5.1 Protection design philosophy	20
5.2 Burial depth requirements	20
5.3 Long term seabed mobility	21
5.4 Short term seabed mobility	21
<b>6. Installation preparations HVDC 525 kV submarine cable system</b>	<b>23</b>
6.1 Initial route survey	23
6.2 UXO and archaeological survey	23
6.3 Pre installation route survey	24

6.4 Detailed route engineering	24
6.5 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	24
6.5.1 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	25
6.5.2 Non pre-detected cables and steel wire ropes	25
6.5.3 Out of Service pipelines and unknown pipelines	26
6.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds	26
6.6.1 Minimising dredging by route engineering	26
6.6.2 Pre-sweep (dredge) profile design	27
6.6.3 Pre-Sweeping mobile seabeds	27
6.7 Pre-trenching run	27
6.8 Pre-cutting run	28
<b>7. Installation of onshore cables</b>	<b>29</b>
7.1 Onshore cable routing	29
7.2 Cable trench configuration	29
7.3 Open trench installation	33
7.4 Transition joint	34
7.5 Cross bonding Land Cable sections	34
7.6 Horizontal Directional Drilling	35
7.6.1 Outfall drilling	38
7.6.2 HDD configuration	39
7.6.3 HDD installation tools	40
<b>8. Installation of cables offshore</b>	<b>43</b>
8.1 Site description	43
8.2 Offshore cable route configuration, bundled or unbundled	43
8.3 Installation method	45
8.4 Trenching tools	46
8.4.1 Jet sledge	47
8.4.2 ROV jet trencher	49
8.4.3 For the burial of bundled cables, or of pairs of cables closely together, the cables or pairs of cables would be jet trenched in multiple passes, where each pass would trench one cable or one pair of cables. Chain cutter	50
8.4.4 Cable plough	51
8.4.5 Mass flow excavation	52
8.5 Additional trenching tools	53
8.5.1 Vertical injector	54
8.5.2 Vibration plough	57
8.6 Dredging	57
<b>9. Offshore cable crossings with 3<sup>rd</sup> party assets</b>	<b>59</b>
9.1 Cable and pipeline detection survey	59
9.2 In Service cables, pipes and out of service pipelines	59

9.2.1	<i>Crossing structures</i>	59
9.2.2	<i>Outer rock layer</i>	62
<b>10.</b>	<b>Post installation activities offshore cables</b>	<b>63</b>
10.1	Remedial burial by jet trenching or MFE	63
10.2	Post lay protection of cable segments	63
10.3	As built survey	63
<b>11.</b>	<b>Operational phase offshore cables</b>	<b>65</b>
<b>12.</b>	<b>Decommissioning offshore cables</b>	<b>65</b>
12.1	Cables	65
12.2	Crossing structures	65
<b>13.</b>	<b>Onshore converter station</b>	<b>66</b>
13.1	Design	66
13.1.1	<i>Lay-out</i>	66
13.1.2	<i>Electrical Installation</i>	67
13.1.3	<i>Safety and environment</i>	67
13.1.4	<i>Access</i>	67
13.1.5	<i>Buildings</i>	67
13.2	Construction phase	68
13.3	Operational phase	68
13.4	Decommissioning	68

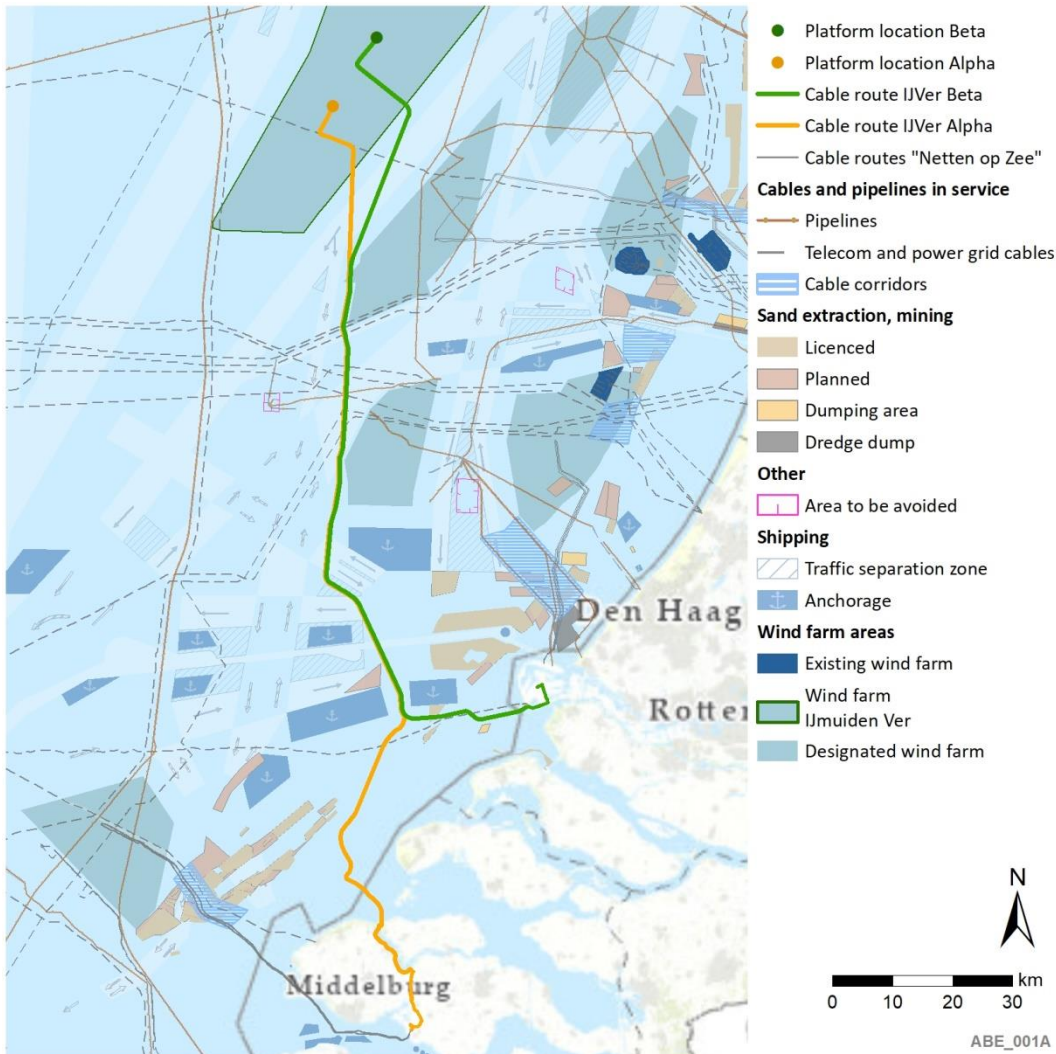
## 1. Introduction

### 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 wind farm zones lies approximately 70 km offshore from the coast of the province of North-Holland and is referred to as the IJmuiden Ver Wind Farm Site (from here on denoted as IJV). With two connections of 2GW each the windfarm is connected to the onshore grid. IJmuiden-Ver Beta will be connected to the onshore grid at the new substation Maasvlakte Amaliahaven (MAH). IJmuiden Ver Alpha will be connected to the onshore grid at the 380 kV substation Borssele. The selected routes for Alpha and Beta from the wind farm site to the onshore grid which are being investigated in the Environmental Impact Assessments are shown in Figure 1.



**Figure 1 Chart of the two cable routes from the IJV windfarm to the onshore grid**

## 1.2 Purpose of the typical installation method

This Typical Installation Method (TIM) describes the design philosophy of the different components of the offshore grid connection and outlines corresponding possible installation methods, focussing on relevant items from spatial and environmental perspective. It is intended to be used as input for the Environmental Impact Assessment and permit applications.

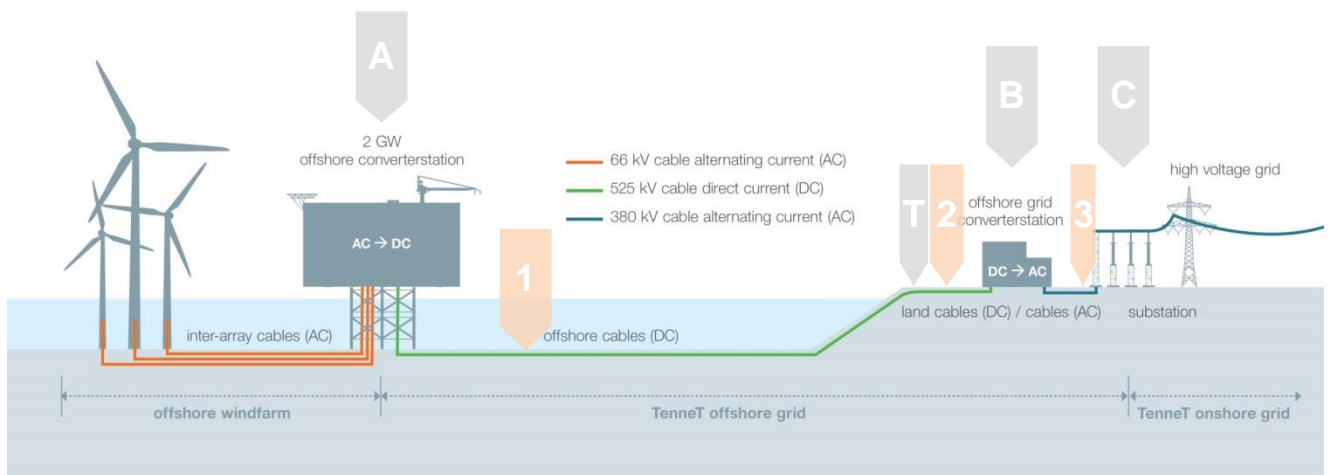


## 2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connection. It starts with a description of the different parts in paragraph 2.1. The next paragraphs elaborate on the different cable sections and connection points. The offshore grid connection is described for 2 GW. The 4 GW IJV program therefore comprises two offshore grid connections, one for IJV Alpha and one for IJV Beta.

### 2.1 Offshore grid connection

The IJV offshore grid connection consists of six main parts as is shown in Figure 2. The items 'A' to 'C' are the connection points in the grid, the items '1', '2' and '3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the onshore converter station and the onshore 380 kV substation.



**Figure 2 Offshore grid connection**

#### Connection points

- A. Offshore converter station or Platform (AC → DC)
- T. Transition joint
- B. Onshore converter station (DC → AC)
- C. Onshore 380 kV substation

#### Cables

- 1. HVDC 525 kV submarine export cables (DC)
- 2. HVDC 525 kV land export cables (DC)
- 3. HVAC 380 kV land cable (AC)

### 2.2 Offshore converter station (Platform) (A)

The offshore converter station is the interface between the offshore wind park AC cables and the HVDC 525 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to 525 kV AC and then converts it to 525 kV DC for transport to shore. The converter station has a transport capacity of 2000

MW. It contains the electrical equipment required to convert and transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on and of the offshore converter station.

## 2.3 Onshore converter station (B)

The onshore converter station is the interface between the HVDC 525 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the onshore converter station are to convert the DC power to AC and transform the voltage from 525 kV to 380 kV. The onshore converter station contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on and of the onshore converter station.

## 2.4 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.

## 2.5 HVDC 525 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

The export cable system is connecting the IJV offshore converter station to the onshore converter station. The cable system of the IJV 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: HVDC 525 kV land cables from the onshore converter station up to the transition joint.
2. Offshore section: HVDC 525 kV submarine cables from the transition joint to the offshore platform.

## 2.6 Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVDC 525 kV submarine export cables and the HVDC 525 kV land export cables.

## 2.7 380 kV land cable (3)

The onshore converter station will be connected to the 380 kV grid using four 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and a fibre optic cable).

### 3. Offshore platform

This chapter describes the highlights of the design, installation and decommissioning of the offshore platform.

#### 3.1 Design

The offshore converter station will consist of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. The converter station is part of the topside.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the piles secure the jacket structure to the seabed. Other foundation options like suction buckets might be considered as well.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform, that the free spans in the cables between the J-tube bell mouths and the seabed do not increase to unacceptable lengths and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.

##### 3.1.1 Design philosophy

TenneT is currently working on a 2 GW HVDC converter station design for the offshore platform. At this moment not all details of the offshore platform are known. Key elements of the design of the offshore platform are:

1. The offshore platform contains all necessary systems, (high voltage, auxiliary, secondary- and safety) required to transport the required 2 GW
2. It contains systems to ensure the safety on and of the platform.
3. The platform will be temporarily manned, with modular living quarters (used for commissioning or maintenance works)
4. The platform auxiliary systems will be fully automated
5. Remote monitoring and control will be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible during manned maintenance campaigns
6. Access to the platform will be via helicopter and boat
7. A rock placement around the base of the jacket to avoid erosion around the legs and to safeguard the cables against longer free spans and as such against the impact of vortex induced vibrations.

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at the project location will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can deviate based on field lay-out.
- The composition and the extents of the erosion protection by rock placement depends on the local design current and wave conditions.

- Number of legs and foundation piles



**Figure 3 Artist impression of 2 GW HVDC offshore platform concept**

The Offshore Wind Farm is connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends will be connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 525 kV AC after which it is converted to 525 kV DC.

### 3.1.2 Safety and environment

The platform is temporarily manned, but all the systems are typically 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. The gas pushes the air out (dilutes the air), thus lowering the oxygen content, 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. For other rooms with oil filled equipment, foam will be used as well.

### 3.1.3 Access

The platform will be designed with a helideck and boat landings, plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. Additionally heli-hoisting from the roof deck is possible.

### 3.1.4 Scour protection

The scour protection around the jacket will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform do not increase in length. That way the vortex induced vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage and lateral movement for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection. The outer edge of the scour protection will be designed in accordance with the "falling apron" principle, which entails that the rocks on the edge of the scour protection are designed to follow the edge scour around the scour protection downwards and stop the negative impact of the edge scour. This approach minimises the maintenance required over the lifetime.

## 3.2 Installation of the offshore platform

### 3.2.1 Preparations before installation

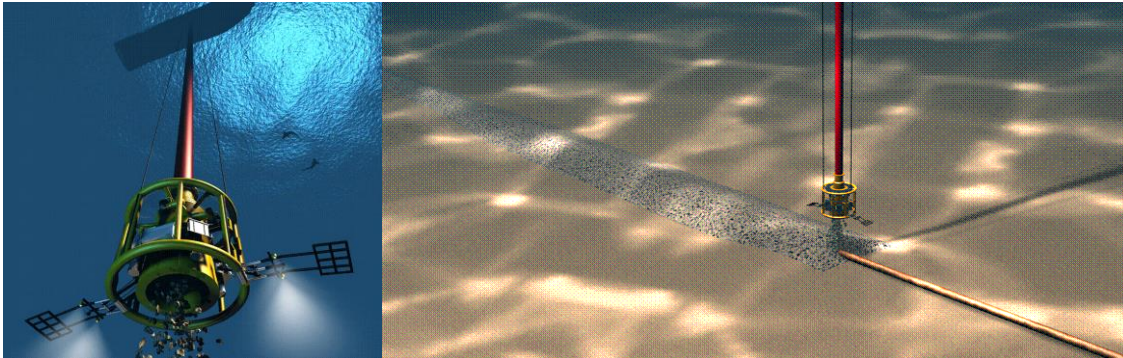
Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magnetometer survey, sub bottom profiler. Based on the results a UXO identification and clearance campaign can be required to clear the area from potential UXOs. For the design of the foundation (dimensions and penetration depth) a geotechnical survey is executed that includes at least one drill to approximately 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per pile location of the platform.

A scour assessment will be performed in order to determine the extent of the scour holes which are to be anticipated as a result of the waves and currents around the jacket. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms as well as based on the common practice in the North Sea and the German Bight, it is expected that a scour protection around the IJV platforms will be required. 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.

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough or suction hopper dredger. After levelling, the scour protection can be installed. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 4. This will take approximately two/three weeks (excluding possible waiting on weather). The scour protection will have a filter layer which keeps the seabed sediments contained under the scour protection and an armour layer which will be designed to be stable under the design wave and current conditions. The filter layer will extend beyond the armour layer on the outer edge of the scour protection and serve as a 'falling apron'.

In the direct vicinity of the scour protection for the platform, some additional scour protection berms can be placed to create a stable location for the legs of jack-up barges, which can be used to place or exchange components on the platform.



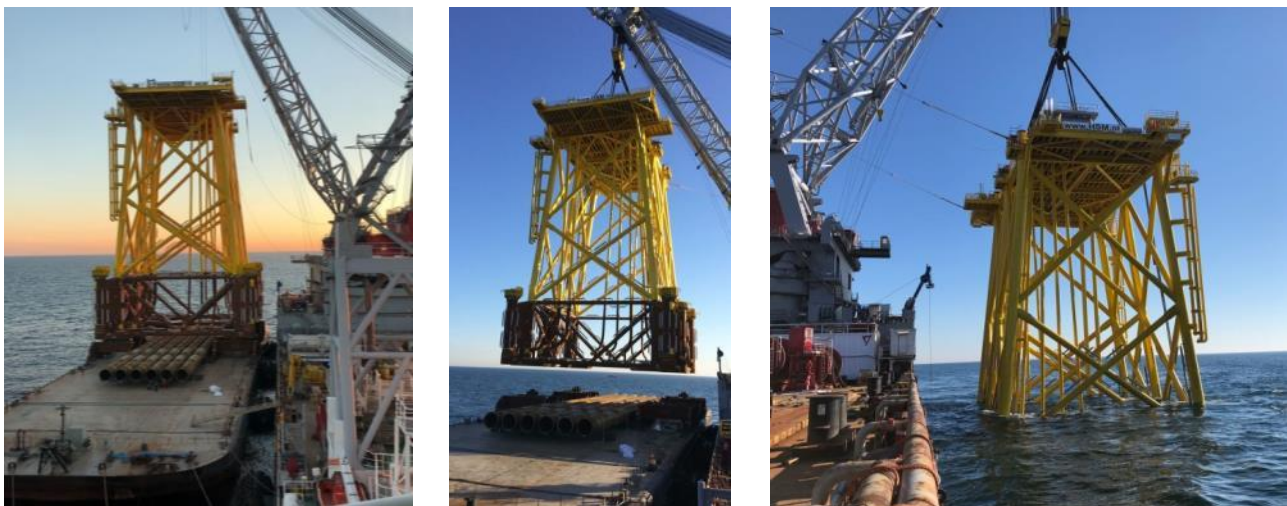


**Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle**

### 3.2.2 Jacket installation and piling

The jacket will be manufactured at a yard and after completion be loaded onto a barge which will be towed 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<sup>1</sup> or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends on the 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. The “mud mats”, which are plates at the base of the legs of the jacket, provide stability to the jacket during this intermediate installation phase.



**Figure 5 Installation of Borssele Alpha jacket**

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is

---

<sup>1</sup> Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters

set on the top the pile. Driving of a pile into the seabed to the required depth can take about a day per pile. During the hammering of the piles mitigating measures will be taken to reduce the impact of the underwater noise on the environment, for instance by using a bubble screen. 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. From that moment the piles can support the jacket and the mud mats lose their function. As soon as the jacket is supported by the piles instead of by the mud mats, the jacket is well protected against the influence of storms and high currents. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting on weather.

### 3.2.3 Topside installation

The topside is realised at a yard as well. After its completion the topside will be loaded onto a barge which is towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside off the barge and place it onto the jacket, see Figure 7a.



Figure 6 Pile driving at Borssele Alpha



Figure 7a Installation of Borssele Alpha topside



An alternative method is to float the topside over the jacket (see figure 7b). With that approach the barge carrying the topside will sail in between the legs of the jacket. Once precisely in-between, the barge will be lowered, thus placing the topside on the jacket. The jacket will have to be designed specifically to facilitate this installation method.



**Figure 7b Float over installation of the BorWin3 topside in the German Bight**

A third option is a catamaran installation with the Pioneering Spirit (see Figure7c). In this option the vessel carrying the topside will sail to the jacket until the jacket is 'in between' the two hulls of the vessel. Once precisely in-between, the topside will be lowered, thus placing the topside on the jacket. The jacket will have to be designed specifically to facilitate this installation method.





**Figure 7c Catamaran installation with the Pioneering Spirit [source: allseas.com]**

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.

During the 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. This jack-up barge will place its legs on the earlier mentioned dedicated rock berms, to avoid destabilisation by erosion around its legs.

### 3.3 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 dependent on the condition of the platform and its systems. Monitoring of the systems is performed onshore. At this moment the exact number of maintenance campaigns is not yet known.

During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

### 3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 40 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

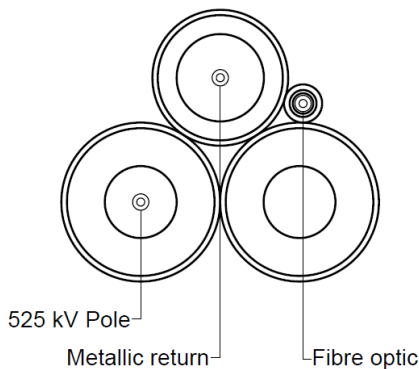
paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

## 4. HVDC and HVAC cable design

This chapter describes the highlights of the design of the HVDC 525 kV submarine and land export cables, as well as the HVAC 380 kV land cables.

### 4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables

The HVDC 525 kV submarine cable system consists of four cables in a bundled configuration, as shown in Figure 8. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.



**Figure 8 Bundled HVDC 525 kV submarine cable configuration**

HVDC 525 kV submarine cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	150 - 190 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

**Table 1 Key elements of the 525 kV + or - pole submarine cable.**

Metallic return 5 kV submarine cable	
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

**Table 2 Key elements of the metallic return submarine cable**

Fibre optic submarine cable	
Outer diameter	50 - 70 mm
Number of fibres	48 – 144 fibres

**Table 3 Key elements of the fibre optic submarine cable**

The exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

## 4.2 Design HVDC 525 kV land export cables

The HVDC 525 kV land cable system consists of five cables in a configuration, as shown in Figure 8. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

HVDC 525 kV land cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	120 - 160 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE.

**Table 4 Key elements of the 525 kV + or - pole cable.**

Metallic return 5 kV land cable	
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE

**Table 5 Key elements of the metallic return cable**

Fibre optic land cables	
Outer diameter	10 - 20 mm (in duct 40-50mm)
Number of fibres	48 – 96 fibres

**Table 6 Key elements of the fibre optic land cables**

### 4.3 Design HVAC 380 kV land cables

The HVAC 380 kV land cable system consists of two circuits consisting of three single phase cables per circuit (also see Figure 14). In the table below the key elements of the cables are provided.

HVAC 380 kV land cable	
Nominal voltage	380 kV
Outer diameter	140 - 180 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE.

**Table 7 Key elements of the 380kV land cable, single phase.**

## 5. Protection of the cables at sea

### 5.1 Protection design philosophy

The subsea cables will be protected against external threats and the environment will be protected against unacceptable negative influences of the cables in such a way that the costs to society over the lifetime can be minimised. The costs to society comprise amongst others the impact on the environment, the impact on other users of the sea and the financial costs to the society. The protection will be designed to be safe as well as expedient. To be expedient, the protection will not be designed more than rationally justifiable to meet the lowest lifecycle costs to society objective as well as to meet the permit requirements. To meet this objective state of the art knowledge and experience will be mobilised and applied for the protection of the cables and for the protection of all others against the cables.

The experience gained on the NorNed, BritNed, Borssele, Hollandse Kust and on the German Bight subsea cable projects will be of good use to the IJmuiden Ver project.

### 5.2 Burial depth requirements

The HVDC 525 kV subsea cables connecting the IJV Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats - in particular dragged fishing gear, dragged non holding anchors, lost cargo and to some extent to foundering vessels, 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 IJV 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 has typically been 3m below seabed up to 3 km from the low water line, 1m below seabed beyond that line and sometimes 1,5m below the seabed in traffic separation systems at sea. For future projects it is expected that the requirement will be 1m soil cover at all times, taking into account the local seabed mobility.
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. This leads to the *"bury and would like to forget"* approach which TenneT has applied on the projects so far.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cables in relation to the burial depth and the thermal resistivity of the surrounding soils.

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

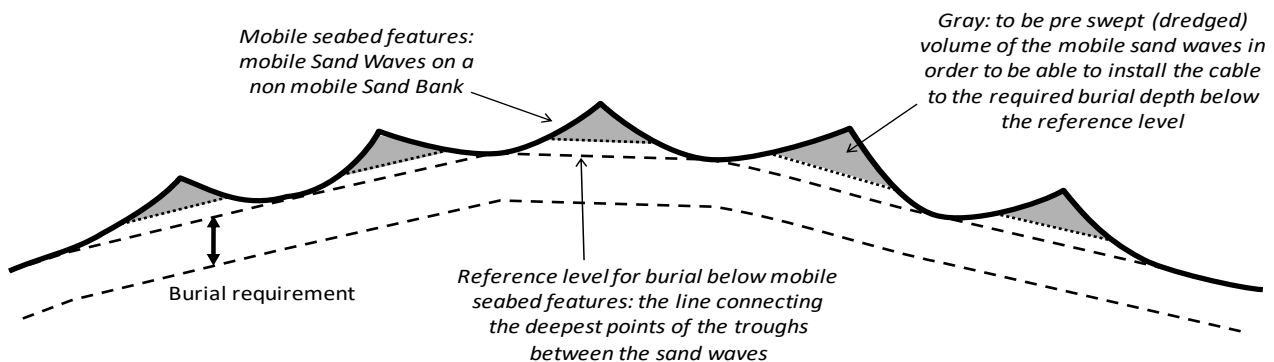
The Depth of Burial will be defined relative to a reference level. This reference level will either be a threat level

determined by assessment of slow seabed mobility (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the fast moving seabed features like sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level).

### 5.3 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 as well as on an assessment of historical bathymetrical data. 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 of the cable over its lifetime. Maintenance on the burial depth in the mobile areas will be avoided by the design, but cannot be fully 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. This is all contained in the "bury and would like to forget" approach of TenneT with regard to the installation of the cables.



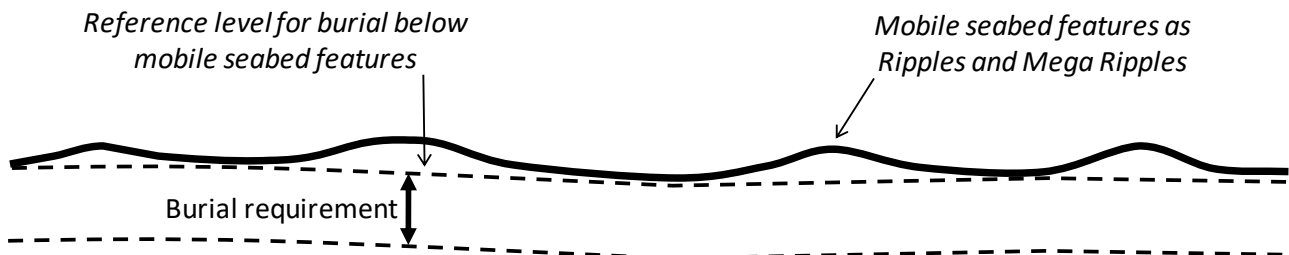
**Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves**

Pre-sweeping of a cable installation corridor through areas with mobile sand waves is a proven method to reduce the risk of 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 of 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.

### 5.4 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 IJV cables. To mitigate this threat, the required burial depth of the IJV 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 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 design in relation to the size of the Mega Ripples.



## 6. Installation preparations HVDC 525 kV submarine cable system

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

### 6.1 Initial route survey

Several route options for the export cables for the IJV connections are studied and compared with each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected, a geophysical and a geotechnical 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 design engineering and cable protection engineering. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and out-of-service subsea assets. These surveys will also be used to identify possible archaeological objects.

### 6.2 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 magnetometer 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 a 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 magnetometer survey. Typically 10 - 20m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and a potential 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 to be UXO, clearance of the UXO, by removal and/or detonation, will be performed by specialists from the Royal Netherlands Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil above it with a dedicated dredge pump or other excavation means.

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

During the UXO clearance operations encountered debris and other obstacles which could hamper cable installation will also be removed from the seabed.

### 6.3 Pre installation 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 sand 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).

### 6.4 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 routing will be engineered for the cable routes. Objective for the route engineering is to reduce the installation risks as well as risks with regard to future maintenance of the cables by avoiding obstacles like 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 chapter 5.

The maximum installation depth will be limited by:

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

### 6.5 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 as far as not already recovered during the UXO clearance operations.

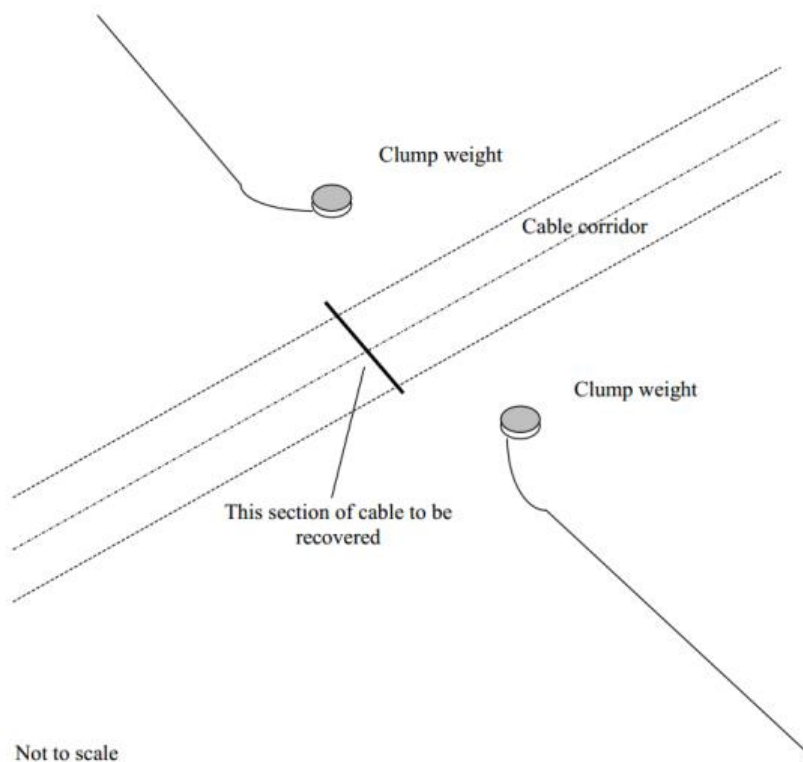
Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre-lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a threat for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train 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 3<sup>rd</sup> 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 obstructions during a possible

trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-of in accordance with applicable regulations.

In case unknown wrecks (not present on current sea-charts or in the available databases) 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.

### 6.5.1 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 IJV 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**

### 6.5.2 Non pre-detected cables and steel wire ropes

On all the TenneT Net op Zee projects executed so far, unknown and earlier undetected subsea cables and steel wire ropes have been encountered during the survey, route clearance or even as late as during the lay and burial operations. That is likely to happen in IJV as well. These cables and steel wire ropes are being dealt with as debris. Attempts have been made in the past to trace back owners of unidentified cables and TenneT has contacted the Royal Netherland Navy to check whether secret military cables at sea are to be taken into

account, as is done on land. In case such an unidentified cable or a steel wire rope would be found, the first mitigation is to remove the cable or steel wire rope from the cable route, as is done with known out of service cables. If the cable or steel wire rope is encountered at a very late stage however, too late to remove it from the seabed, it can be attempted to bury the encountered to a larger depth by jet trenching or mass flow excavation prior to the burial of the cable or together with the IJmuiden Ver cable. That has been done before, for instance during the installation of the BritNed cables as well as on some projects of Energinet in Denmark. If that burial is successful, the IJV cables can be installed at the required Depth of Burial over the deeper buried cable or steel wire rope or together with it. In case this appears not possible, a rock placement will be considered to protect the shallow buried IJV cables at that location.

### 6.5.3 Out of Service pipelines and unknown pipelines

The IJmuiden Ver cable routes cross Out of Service pipelines, which locations and owners are known. Those pipelines will not be removed but crossed as if it were In Service pipelines. Removal of (parts or) Out of Service pipelines would introduce risks with regard to the environment which are deemed not acceptable.

Unknown pipelines have not been encountered so far on the TenneT Net op Zee projects. It is not likely to encounter Out of Service pipelines as pipelines have only been installed relatively recent, compared to the installation of cables which have been installed since the middle of the 19<sup>th</sup> century. Installed pipelines are considered all to be known. Pipelines do have a large ferro-magnetic mass compared to buried cables or steel wire ropes and are therefore very likely to be detected during the route surveys.

## 6.6 Preparing for burial in areas with mobile seabeds

### 6.6.1 Minimising dredging by route engineering

As part of the detailed route engineering (see 6.4) the route for the cables will be assessed regarding sand wave mobility. By rerouting the individual cable routes in sections of sand waves, 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, Hollandse Kust) 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 of pre-sweeping mobile sand waves prior to cable installation with regard to minimising maintenance on the Depth of Burial of the cables over their lifetime. On NorNed on the other hand

experience has been gained with the reburial of a power cable of which the cover was reduced too far as a result of seabed mobility as well as because of changed permit requirements.

### 6.6.2 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. Another approach can be to predict the lowest seabed over the lifetime of the cable and apply that level as the reference level for cable burial, as has been applied on BritNed.

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

### 6.6.3 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 beside 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 backfilled 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.

In case storms pass over the cable route between the completion of the pre sweeping operations and the lay and burial of the cable, maintenance of the pre swept profiles is likely to be required.

## 6.7 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 of not achieving the required Depth of Burial due to soil conditions, a pre-trenching run will be considered. During the pre-trenching run the same burial tool as is intended to be used for the cable installation will be pulled or driven along the selected cable route section, but without the cable. As the cable is not present, it is not constraining the pre-trenching operation, making the possibilities of using the burial tool

slightly wider, e.g. slower pulling and repeating sections become possible.

In sections where the pre-trenching 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.

## 6.8 Pre-cutting run

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.

## 7. Installation of onshore cables

This chapter describes the installation of the HVDC 525 kV and HVAC 380 kV onshore cables. Not all items described are relevant for each cable type. Once the general route for the cable system has been established, similar as in the offshore section, there will be a route survey, suitable to provide the required input for the cable design engineering and cable installation engineering.

### 7.1 Onshore cable routing

The onshore cable routing starts at the transition joint and ends on the land station for the HVDC 525 kV land cables. For the HVAC 380 kV land cables the routing starts at the converter station and ends on the 380 kV substation. The routing itself can be executed using two installation methods:

1. by excavation of 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, canals, railroads, bridges, highways, etc.). Open trench is thus always the preferred execution method. The length of individual cables onshore will be 800 to 1200 m, connected using joints. This length will be used for both HVDC as HVAC cables.

### 7.2 Cable trench configuration

**For the open trenching two cable trench configurations are applicable for the HVDC cables and two cable trench configurations for the HVAC cables. Figure 12 shows the cable trench configuration for IJmuiden Ver Alpha.**

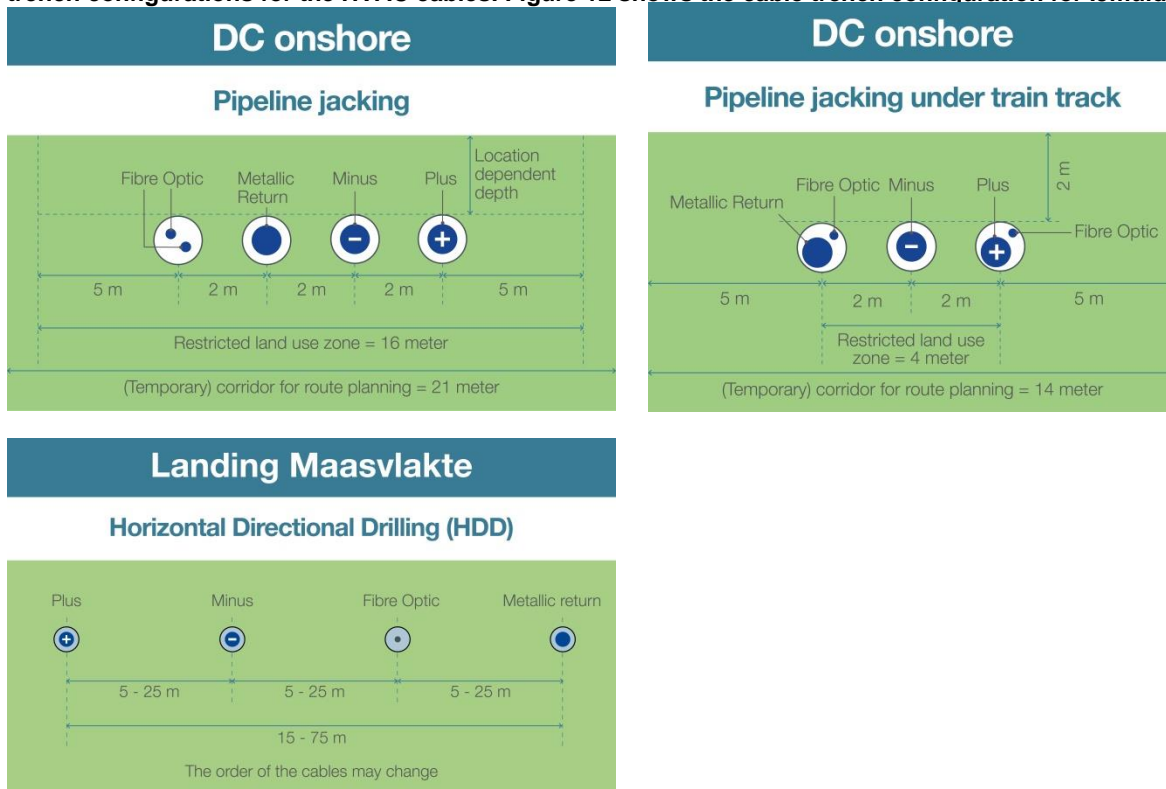




Figure 13 show the cable trench configuration for IJmuiden Ver Beta. Figure 14 shows the cable trenches for the 380 kV HVAC connections.

## DC onshore bundled

### Open trench excavation

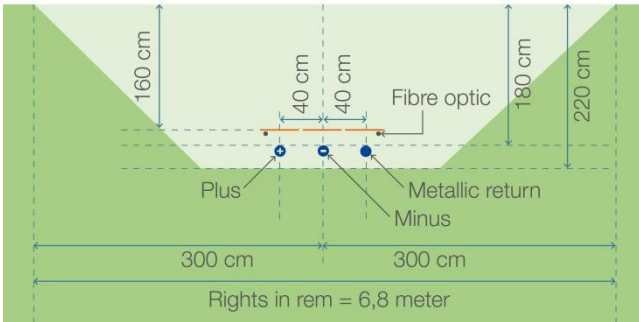
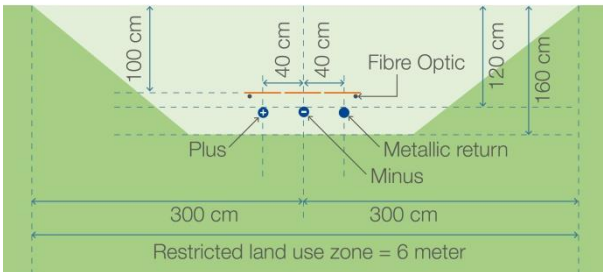


Figure 12 Cable trench configuration IJmuiden Ver Alpha

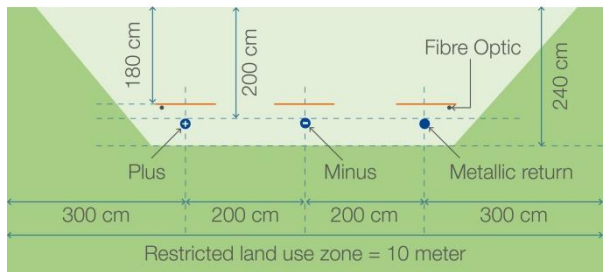
## DC onshore bundled

### Open trench excavation



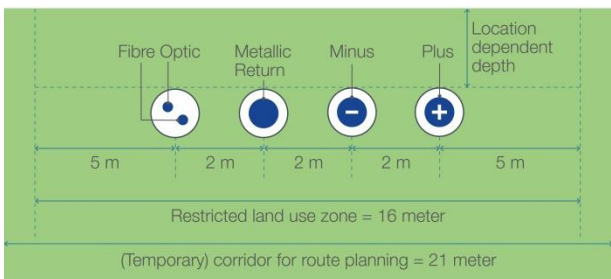
## DC onshore crossroad

### Open trench excavation



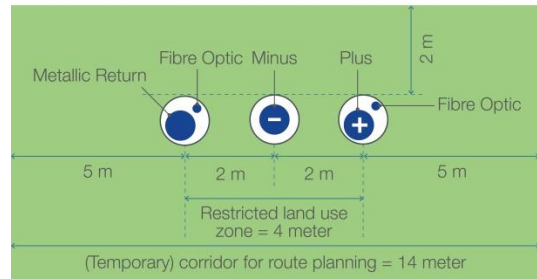
## DC onshore

### Pipeline jacking



## DC onshore

### Pipeline jacking under train track





## Landing Maasvlakte

### Horizontal Directional Drilling (HDD)

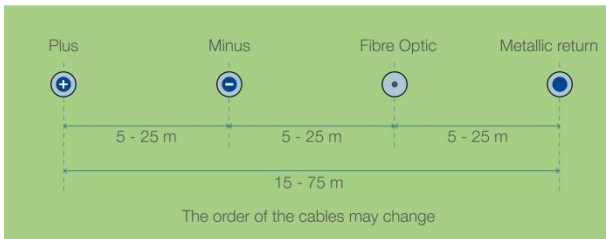


Figure 13 Cable trench configuration IJmuiden Ver Beta

## AC 380 kV onshore

### Open trench excavation

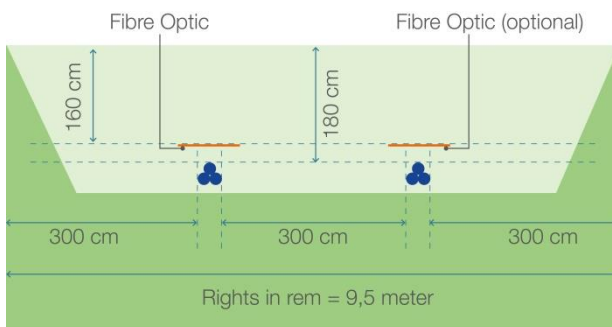


Figure 14 Cable trench configuration 380 kV HVAC connection IJmuiden Ver Alpha

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 2.50 m. The width of the trench depends also on the depth of the trench and soil conditions, taking into account a ratio of 1:3 for the sides of the trench.

Included in the trench configuration for both HVDC and HVAC cables will be 2 fibre optic (FO) cables, installed as ground cables (without a duct) or installed inside a protective duct, size 40-50mm. The FO cables or cable ducts will be installed directly under the cable protection plates, as shown in the respective figures.

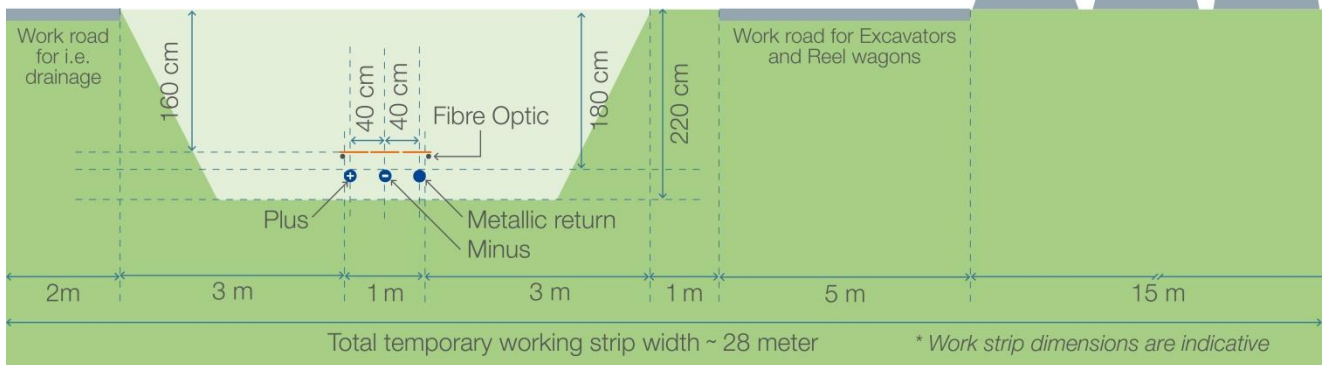


**Figure 15 Example of a trench**

A trench of the required depth and width is excavated and if necessary, rainwater and/or groundwater will be pumped out of the trench and discharged on surface water in the direct vicinity of the project location. This will be done in compliance with permit requirements (if applicable). Different soil types in the trench are stored separately next to it. Next to the trench a temporary working road is installed which 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 to 30 m for the 525 kV HVDC cable configurations and 30 to 35 m for the 380 kV HVAC cable configuration.

## DC onshore bundled

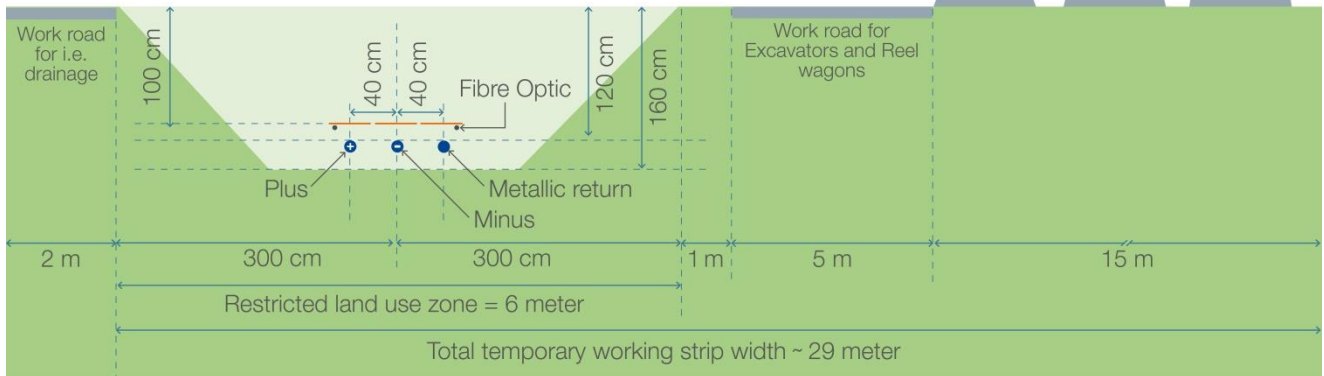
### Open trench excavation – working strip width\*



Alpha

## DC onshore bundled

### Open trench excavation – working strip width



Beta

## AC onshore bundled

### Open trench excavation

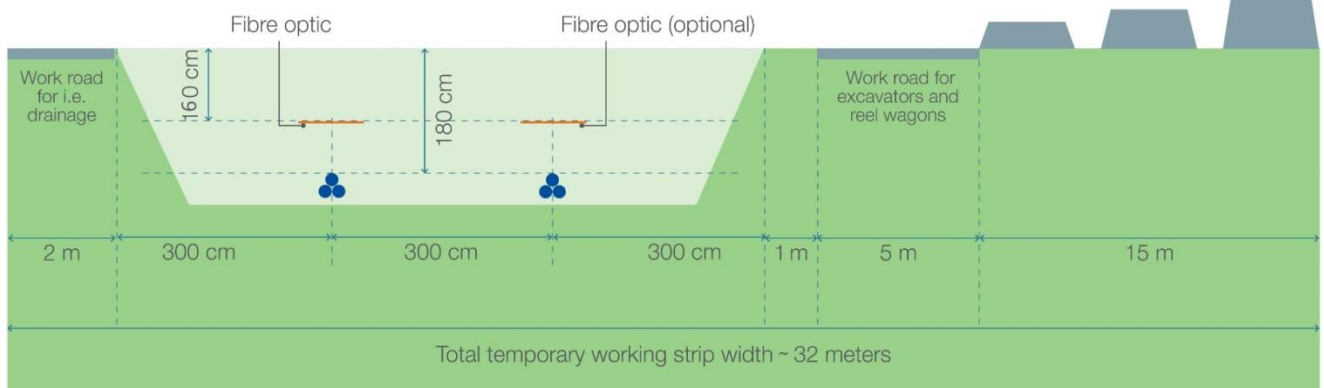


Figure 16 Typical example working area for the two different kind of trench types (525 kV HVDC and 380 kV HVAC connection)

### 7.3 Open trench installation

The cables are pulled in using rollers, cable tensioners and winches. The cables will be laid on a bed of 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, unless thermally stabilised sand is required instead of the original soil. This would be required if the thermal conductivity of the soil need to be improved for the cable design. 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 6-10 weeks per km DC cable and also 6-10 weeks per circuit AC (three single core cables).



Figure 17 Pull in wire and rollers (left), backfilling before cable pull in (middle), typical roller (right)



Figure 18 Typical cable tensioners (left) & cable winch (right)

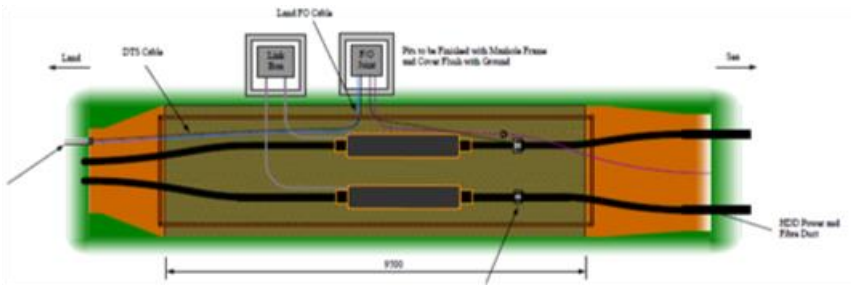


Figure 19 Open cable trench, after the pull-in of the cables

## 7.4 Transition joint

For the transition between the HVDC 525 kV submarine export cable and the HVDC 525 kV land export cable a transition joint will be made. The dimensions of the working area, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 10 x 5 m per transition joint. A concrete base or steel frame is used to secure the HVDC 525 kV submarine export cable and the HVDC 525 kV land export cable in order to be able to lift the joint and to clamp the armour wires of the submarine cable.





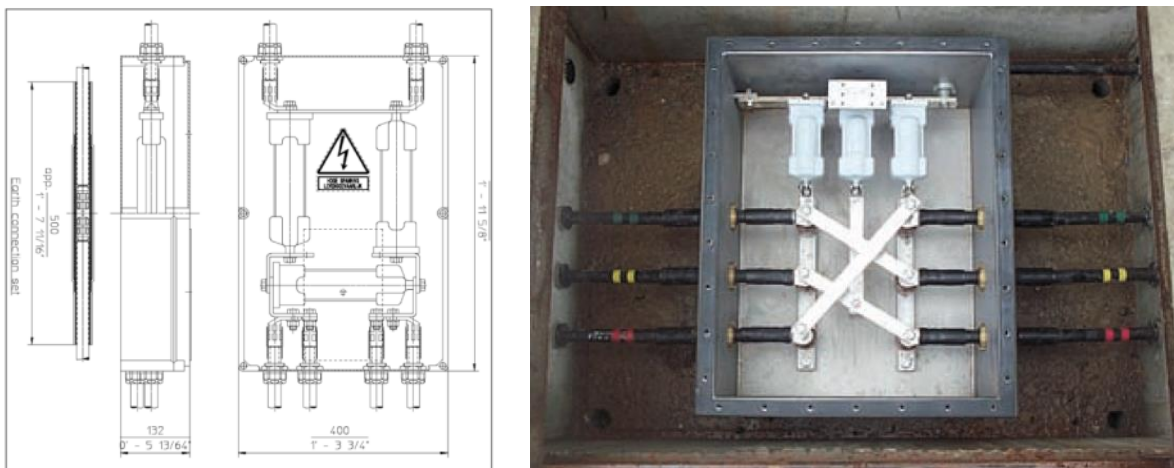
**Figure 20 Typical transition joint bay lay-out for HVDC cable system comprising of 2 DC cables and a Fibre Optic (without MR cable)**

### 7.5 Cross bonding Land Cable sections

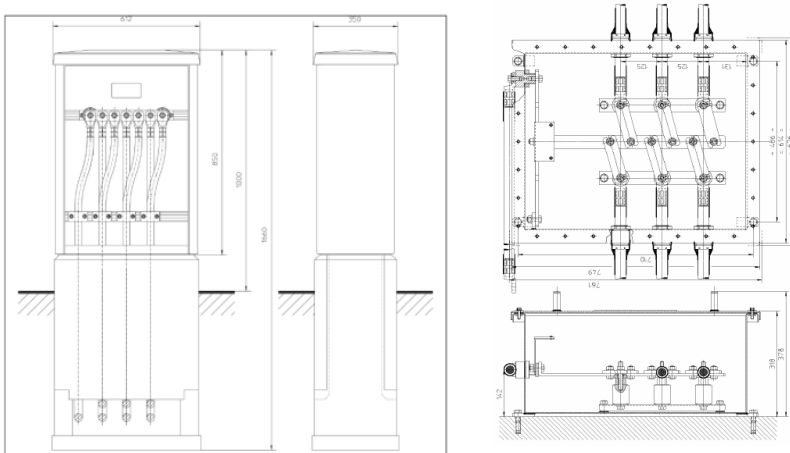
This paragraph is only applicable for the HVAC 380 KV land cable system.

Cross bonding is a preferred solution for the metal sheath earthing of these cable. Cross bonding minimizes the losses in the cable system and increases the transport capacity. In order to achieve an optimum, the route is to be split into three cable sections or a multiple of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have, approximately, the same length.

Just outside of the joints, the earthing sheaths 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 cable lengths between the underground cross bonding boxes is called the minor section and the cable length between two earthing points is called a 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor 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 for AC only (underground)**



**Figure 22 Typical Earthing box (can be both above ground and underground)**

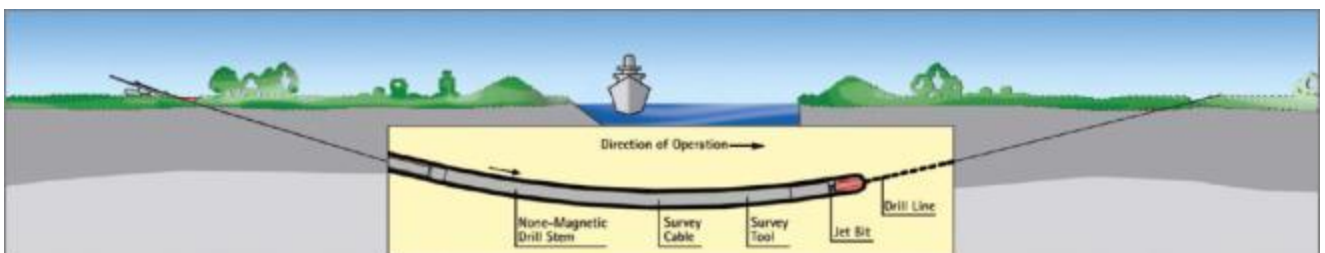
## 7.6 Horizontal Directional Drilling

*This paragraph describes the installation method of a Horizontal Directional Drilling. Alternative drilling methods are available on the market. The HDD is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.*

An 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.

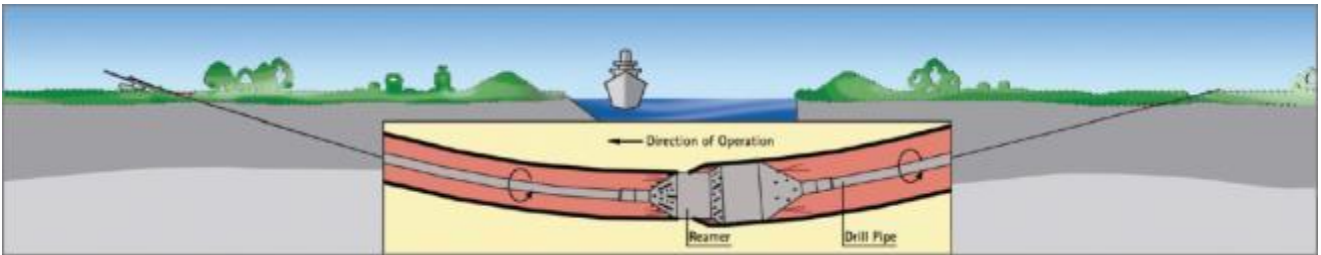
The borehole will be filled with drill mud during all stages. This is a mix of water and special clay (Bentonite). The mud particles prevent the drill mud to infiltrate into the bottom, secondly the drill mud has a larger specific weight than water. These two aspects make that the mud pressure in the borehole is (almost) always higher than the surrounding pressure created by the ground water level. The mud pressure therefore creates extra pressure on the wall from the borehole and keeps it stable and open.



**Figure 23 First stage of an 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 borehole and reduces frictional forces, while allowing the excavated material to be transported to a separation plant on the surface.

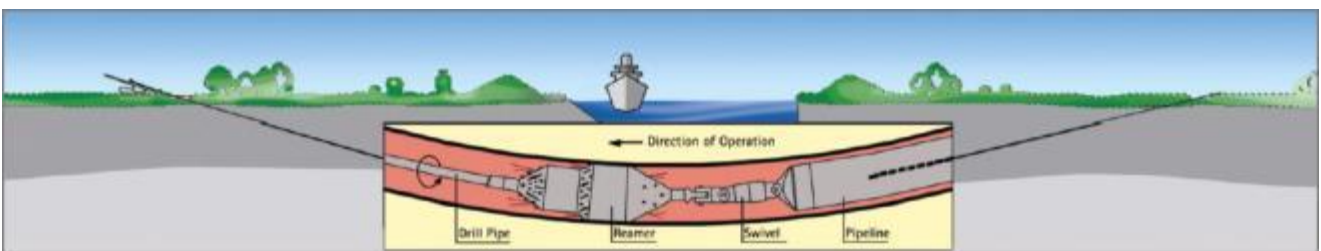


**Figure 24 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill**



**Figure 25 - Examples of reamer in HDDs**

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. A second technique is to push the liner through the reamed borehole.



**Figure 26 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline**

Before the pipe can be pulled into the reamed drilling the full pipe string length will be assembled in the area



close to the point from which the pipe will be pulled into the borehole. The assembly consists of welding pieces of approximately 20m HDPE pipe together. Alternatively steel could be used as well instead of HDPE.



**Figure 27 Pipe string assembly and mirror welding technique in container.**



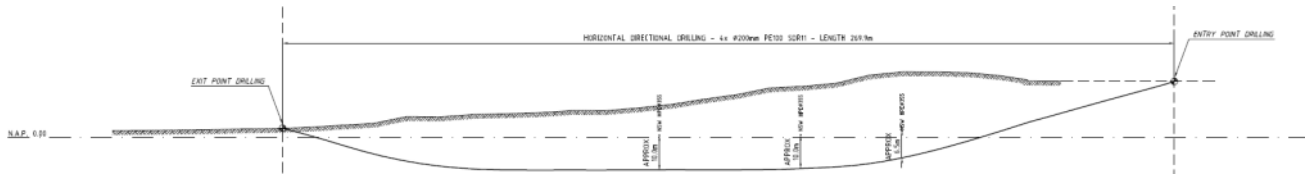
**Figure 28 Pipe string supply into pipe pusher**

After the HDD itself is finalized the pipe 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.

### 7.6.1 Outfall drilling

For cable pulling and ampacity purposes the cable pipes will be filled with water. Therefore it is important that the difference in ground levels at the entrance and exit location are as low as possible. This is an important aspect in selecting optimal locations for the outfall drilling (drilling towards or from a higher or lower point than the other end). This is especially applicable for the outfall drilling from shore to the beach, see Figure 29.





**Figure 29 longitudinal profile of a typical outfall drilling**

In cases where there is a significant height difference between the entrance and exit point, for example when drilling towards the beach, it is impossible to maintain a mud-filled borehole. Gravitational forces will make the mud level drop until the lowest open point and flow out until it reaches the lowest exit location (beach location in this case).

Two problems occur:

1. The first section of the tunnel (+/-20m length) is no longer filled with mud and loses inner pressure with a larger risk of collapsing in this area.
2. The total pressure over the total length of the drilling will drop causing a risk of groundwater entering the borehole over a large section causing the walls to collapse.

Both stability problems can result in a HDPE pipe being impossible to pull through the bore hole failing to be installed over the desired route. A prevention measure would be to temporarily increase the beach level until it equalizes the entrance location on land (e.g. by creating a mound (terp)). Hence the present ground water level is of influence determining the exact needed height. Ground water research therefore is needed.

### 7.6.2 HDD configuration

The standard configuration of the HDD's in the soil is shown in Figure 30.

The following sizes for the HDPE pipes can be taken into account for the landfall HDD and all other HDD's in the route.

- Landfall HDD → HDPE 450 SDR09 (450mm outer diameter and wall thickness of +/-50mm)
- Other HDD's → HDPE 250 SDR11 (250mm outer diameter and wall thickness of 22,7mm)

The class of the HDPE (SDR11) depends on the design of the drilling and the calculation for the pull-in of the pipe through the borehole.

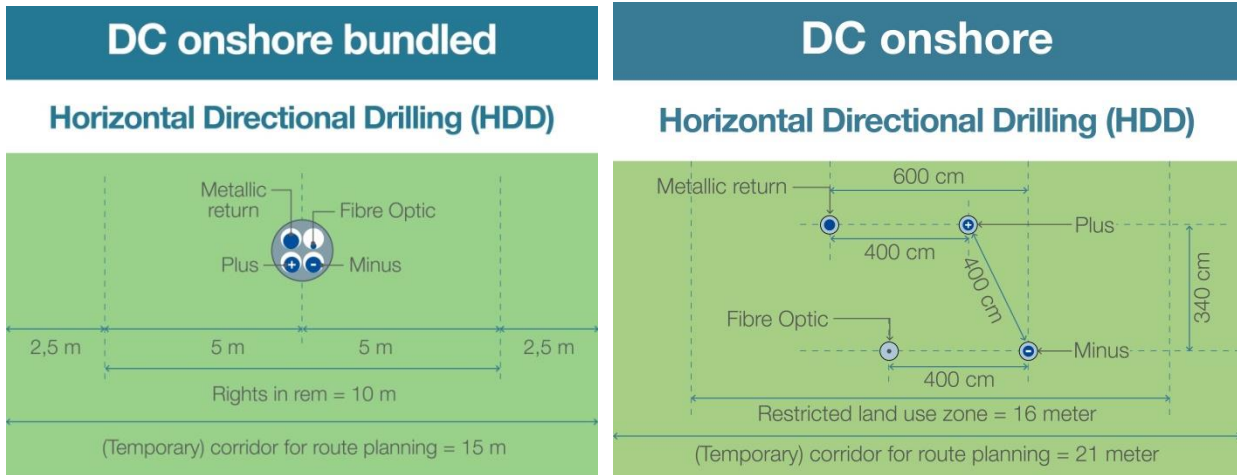


Figure 30a/30b Standard HDD configuration HVDC connection (left) and separate HDDs (right; used in Beta only).

## AC 380 kV onshore

### Horizontal Directional Drilling (HDD)

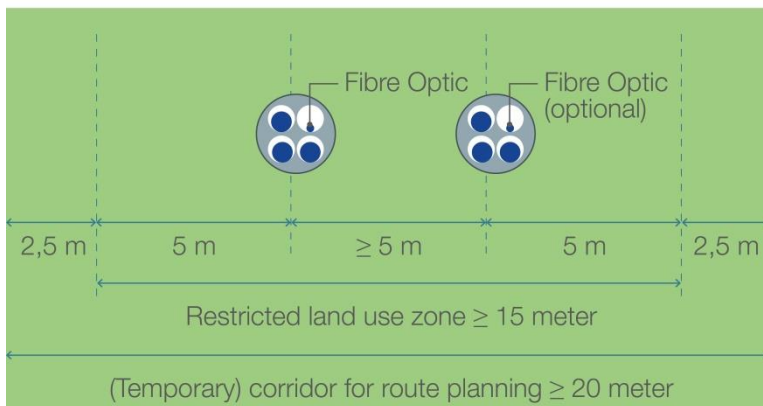


Figure 31 Standard HDD configuration HVAC connection

#### 7.6.3 HDD installation tools

For the installation of an 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. Dependent on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 32. 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 32 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. Temporary area working for both entry and exit point for HDD equipment and conduit pull in arrangements depends on the length and type of drilling equipment. Some typical dimensions are stated below.

HDD length	Area for HDD equipment	Equipment
>1000 m	50 x 50 m = 2500 m <sup>2</sup>	250T and more
500-1000 m	30 x 50 m = 1500 m <sup>2</sup>	100-150T
<500 m	25 x 30 m = 750 m <sup>2</sup>	100T

For temporary storage of conduit sections, including space for welding, approximately the drill length (i.e. 1000m x 20 m = 20.000 m<sup>2</sup>) is needed. Also space for cranes and rollers are to be taken into account.

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 33, the exit point in Figure 34.

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 17 and Figure 18 are used during the pull-in to guide the cable.

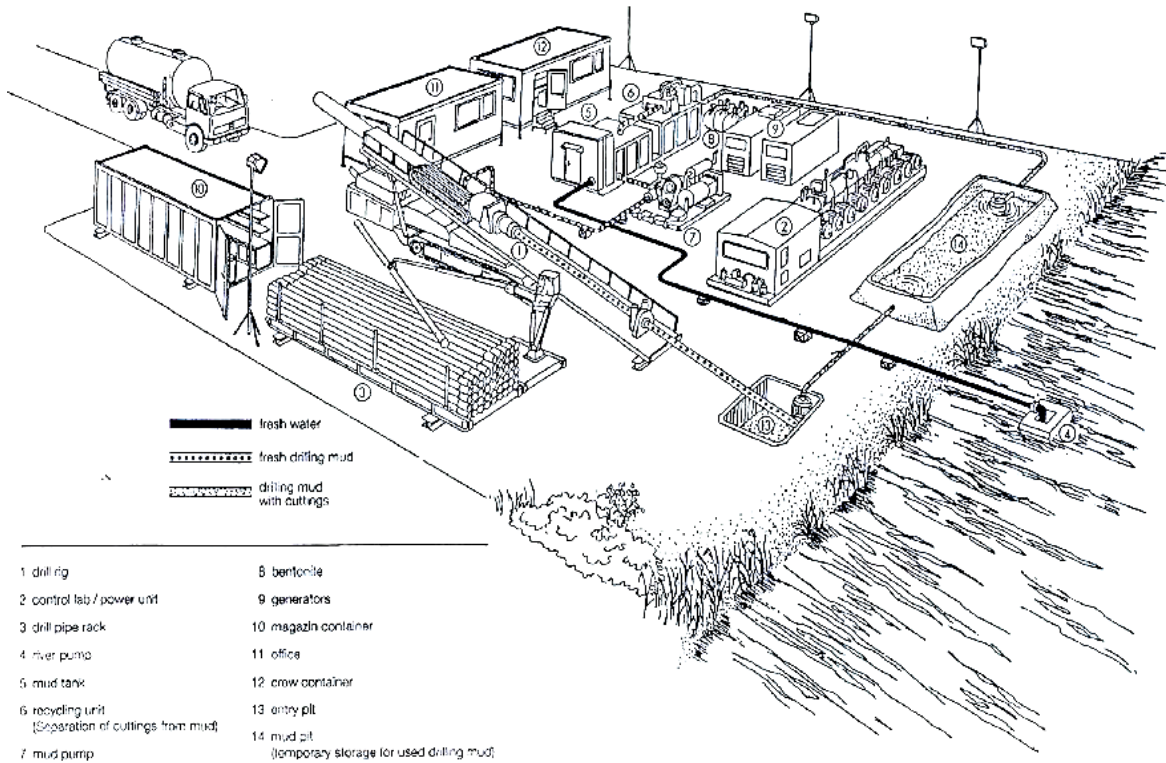


Figure 33 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

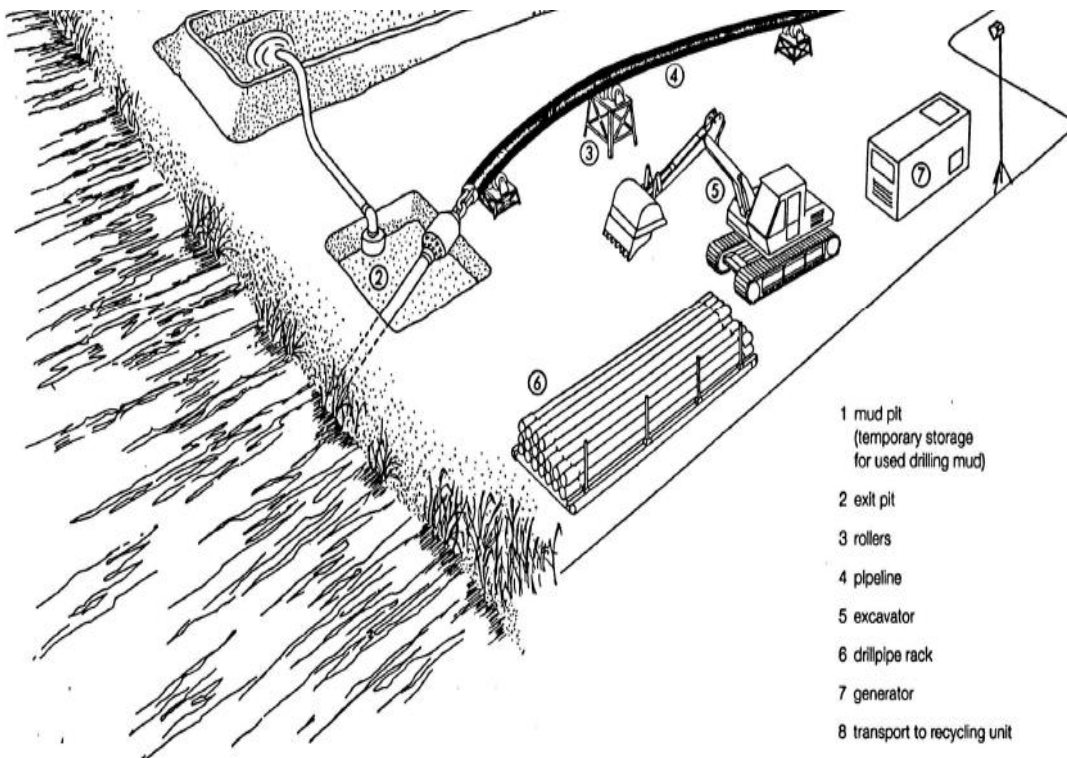


Figure 34 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side





## 8. Installation of cables offshore

This chapter describes the installation of the HVDC 525 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 IJV offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods offered by the market which can meet the installation requirements.

### 8.1 Site description

The offshore section is the part of the cable route from the transition joint to the offshore substations IJV.

The individual cable system has a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 m (see **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

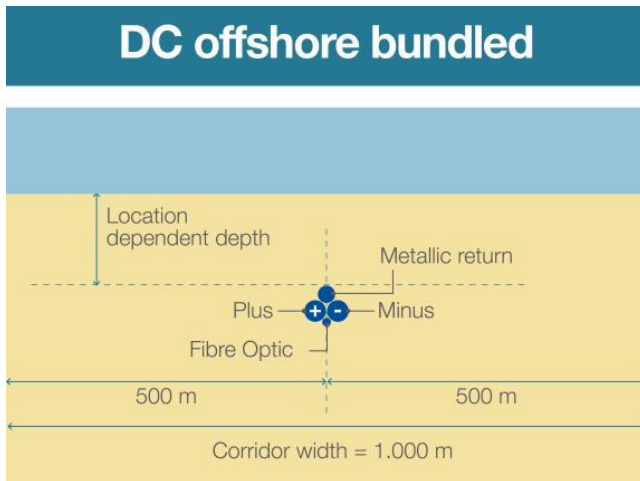
### 8.2 Offshore cable route configuration, bundled or unbundled

The HVDC cables of one HVDC system, the plus pole, the minus pole, the metallic return and the fibre optic, are manufactured as individual cables and not, as AC cables, as one cable with multiple cores. The cables can be installed at sea in an unbundled or in a bundled configuration. The individual HVDC cables are brought together on the installation vessel during the installation process, in case the cables are installed in a bundled configuration, In an unbundled configuration, the cables can be installed completely individually from each other using different ships and burial tools.

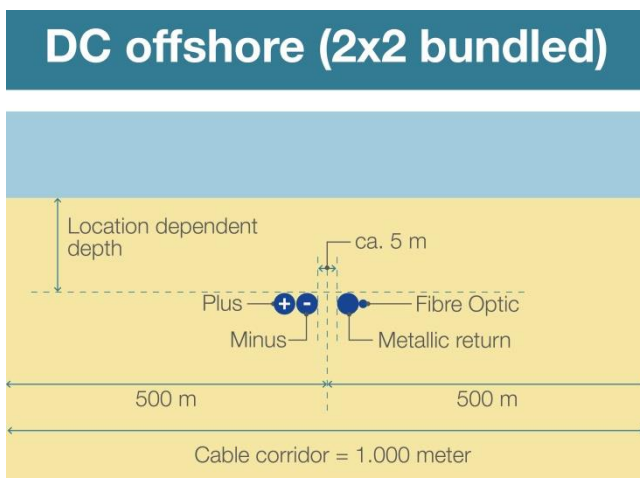
In the unbundled configuration the individual cables of the HVDC system, i.e. the plus pole cable, the minus pole cable, the metallic return and the fibre optic cable, are installed at a significant distance from each other, with for instance 100 or 200 meter between the poles. The NorNed interconnector between The Netherlands and Norway has for instance been installed unbundled in Norwegian waters. An unbundled installation makes it possible to install the cables as individual cables and to maintain and repair the cables as individual cables. The downsides of an unbundled installation are the significantly larger space (corridor width) required for the system at sea and the stronger electromagnetic field in the surrounding of the individual poles, because the individual electromagnetic fields of the poles do not neutralise each other at a short distance when installed unbundled.

In the bundled configuration, the individual cables of the HVDC system are installed closely together, such that the electromagnetic fields of the positive and the negative pole neutralise each other at a short distance. In the bundled configuration the distance between the individual cables, or between pairs of individual cables, is limited to some meters. In the bundled configuration the cables lay close together, within some meters from each other, but not necessarily all touching each other. The reason behind this is that the installation of all four cables in one bundle of the plus pole, minus pole, metallic return and the fibre optic touching each other, results in forces in individual cables during the installation which complicates the installation and which ultimately can compromise the integrity of the cables. If such a bundle is bent for instance, the forces on the outer cable are larger than on the inner cable, which results in a complicated mechanical behaviour. This behaviour has been modelled and studied in preparation of the IJmuiden Ver project. Installation of these HVDC cables toughing

each other introduces many unknown new aspects and risks to the cable installation. In the IJmuiden Ver project two configurations are considered: configuration of two pairs of cables, one pair consisting of the + and – pole and other pair consisting of the MR and FO cables (figure 35b) and a configuration of all 4 cables paired together (figure 35a).



**Figure 35a Cable corridor offshore section with bundled and touching cables**



**Figure 35b: DC offshore 2\*2 bundled**

If the cables are installed closely together, but not necessarily touching, in the bundled configuration, the cables, or pairs of cables, can be installed using existing cable installation techniques and tools, reducing the risks posed to the cables during the installation. If the cables are installed in two pairs, the plus and the minus pole can be installed touching each which minimises the electromagnetic field between those two. The metallic return and the fibre optic cable would in that case be installed as a second pair at some meters distance. This configuration of installation reduces the time to repair a cable during the operation and maintenance phase, as instead of four cables, only a pair of cables will have to be cut and brought to the surface of the sea for a repair. A new aspect to this lay and bury configuration will be, that the cables, or cable pairs, will have to be installed at

a close distance from each other (within some meters from each other). The most likely option to install cables closely together is to use parallel simultaneously operated burial tools, which install all cables in one operation directly adjacent to each other. This technique has for instance been used in the past by TenneT for the installation of multiple parallel cables across the Eastern Scheldt in The Netherlands, see Figure 52 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland. With the use of modern remotely operated tracked cable trenchers, it could potentially be possible as well, nowadays, to lay and bury a cable, or a pair of cables, within a few meters from an already installed cable or pair of cables. The installation method and the handling of the cable, or pair of cables, would be the same as used on other cable installation projects, with a difference being the higher demands on positioning accuracy.

### 8.3 Installation method

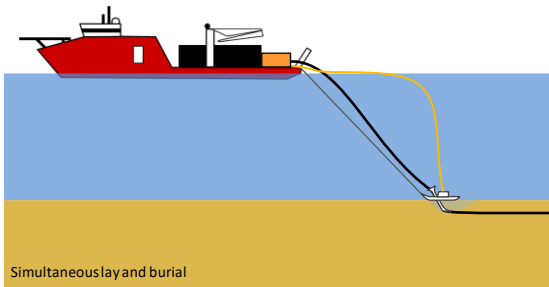
The installation sequence of the 525 kV submarine cables for the offshore route will be either of the following options:

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.

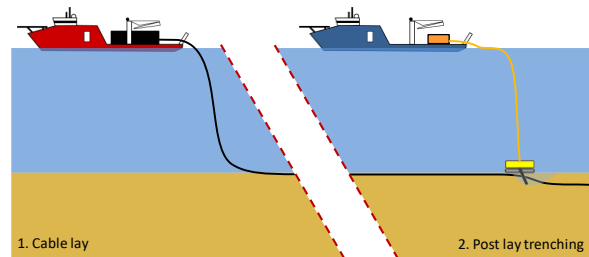
In either of the options there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. The amount of offshore joints is however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel. If joints are required, it is possible as well to execute a first end pull-in at both the platform and the landfall side of the route, in combination with an offshore omega-joint. An omega joint is a joint between the ends of two cables which are laid towards each other. The joint is deployed on the seabed in the shape of the Greek letter Omega:  $\Omega$ .

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 or by an cable lay vessel closely followed by a trenching support 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. An advantage of SLB is the active control over the mechanical tension in the cable during the trenching operations, which is required in particular where the cable is buried to larger burial depths.



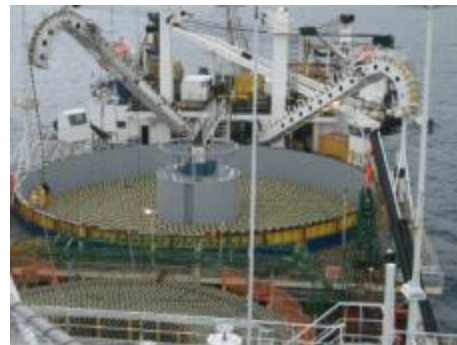


**Figure 36 Simultaneous Lay and Burial (SLB)**



**Figure 37 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 38 Typical deep water cable installation vessels**

For the installation of the HVDC 525 kV cable system adaptations to the vessels are required to be able to transport the four cables that are part of the bundle. Until now the installation vessels are equipped to carry up to two separate cables plus a fibre optic cable. Adjustments to the vessel is therefore required for carrying the additional cable for the HVDC 525 kV cable system. This is however considered to be a feasible option.

## 8.4 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury a power 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 dependency, risk to the integrity of the cable during trenching, likelihood of achieving the required depth of burial, draught, availability etcetera. A selection 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 IJV cable routes and on the specifics of the burial tool which they could offer.

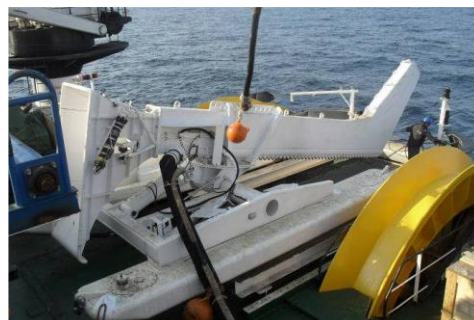
The IJV cables will be buried into the seabed as a bundle of 3 power cables + 1 fibre optic cable. That has not been done at this scale before. Existing cable trenchers will have to be modified to cater for the installation of such a bundle. The width and the bending stiffness of the bundle on the other hand is expected to be comparable to the width and bending stiffness of the 220 kV AC cables, used on the AC offshore projects of TenneT. That reduces the complexity to some extent. Nevertheless, the handling and burial of the IJV cable bundle is considered one of the larger technical challenges of the IJV project.

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 and new tools might have to be developed to install the IJV cable bundle, based on the existing tools:

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

#### 8.4.1 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, the so-called stinger.



**Figure 39 Typical Jet sledge**

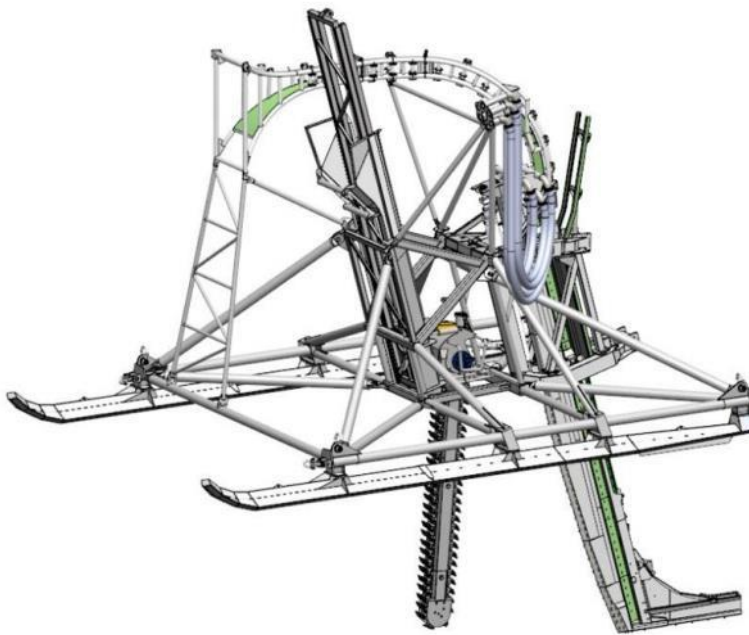
Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 6.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 39) up to 8m with the BSS2 (see Figure 40).



**Figure 40 BSS2 jet sledge**

These trenchers are very suitable for non-cohesive soils and for soft clays. In stiffer cohesive soils as clay and peat however, these trenchers struggle to penetrate the ground.

By adding a chain cutter in front of the cable stinger, jet sledge trenchers can be made suitable for harder and more cohesive soils as well. The BSS3 trencher is an example of a jet sledge trencher with a chain cutter mounted.



**Figure 41 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger**

Larger jetting sledges as the BSS2 and BSS3 are in the essence Vertical Injectors on a sledge, which makes this type of trencher more suitable in areas with swell.

For a bundled installation of cables, or of pairs of cables, a jet trencher can be fitted with either multiple swords or with a wider sword with multiple cable channels in that sword. The cables installed by TenneT across the Eastern Scheldt for instance were installed using multiple parallel swords.

#### 8.4.2 ROV jet trencher

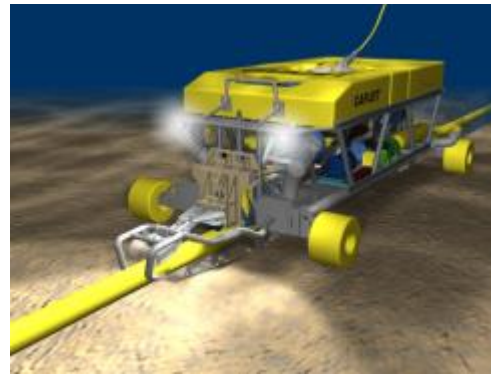
A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel. While moving over the pre-laid cable, a trench is made in the seabed by means of water jets attached to the ROV jet trencher. The cable is guided between the two jetting arms. The cable slides in the trench by its own gravity once the seabed under the cable is fluidised. Re-sedimentation and natural backfilling fill the trench with suspended soils. With an open jet sword trencher the lowering of the cable depends on the flexing down (depending on the 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, in combination with the fluidised soil at and around it. 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 42 Typical ROV Jet trencher**

8.4.3 For the burial of bundled cables, or of pairs of cables closely together, the cables or pairs of cables would be jet trenched in multiple passes, where each pass would trench one cable or one pair of cables. 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 43 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 44. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of the 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 44 TM04 Wheel cutter cable trencher**

If the cables are installed bundled, but not toughing, then the individual cables or pairs of cables, will have to be laid and buried after each other as parallel and simultaneous burial of cables using multiple mechanical cutters on one trencher will likely result in a very complicated trencher with a very high power demand.

#### 8.4.4 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 45 Sea Stallion cable plough**

If cables are to be installed bundled by a cable plough, then the plough will have to be fitted with a special blade, which guides the individual cables, or the pairs of cables, to the required depth, without being hampered by forces between the cables or between the cable pairs.

#### 8.4.5 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 tidal 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 46 Mass flow excavation**

Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 46, as used on BritNed, or by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger as shown in Figure 47. The latter has been used by TenneT to successfully rebury the NorNed cable in the Wadden Sea recently. Mass flow excavation is sometimes addressed as "controlled flow excavation" as well. The difference however lies mainly in the marketing.



**Figure 47 Mass flow excavation by a converted Suction Dredger or Hopper Dredger**

Mass Flow Excavation would be suitable to bury bundled cables, as individual cables or as pairs of cables. As a result of the Mass Flow of water directed at the cables, the cables are likely to be pulled together during the installation, as a result of the lower pressure in the large flow of water, compared to the pressure in the surrounding.

## 8.5 Additional trenching tools

The following burial tools can be used for nearshore sections in case the main lay vessel is not suitable for the

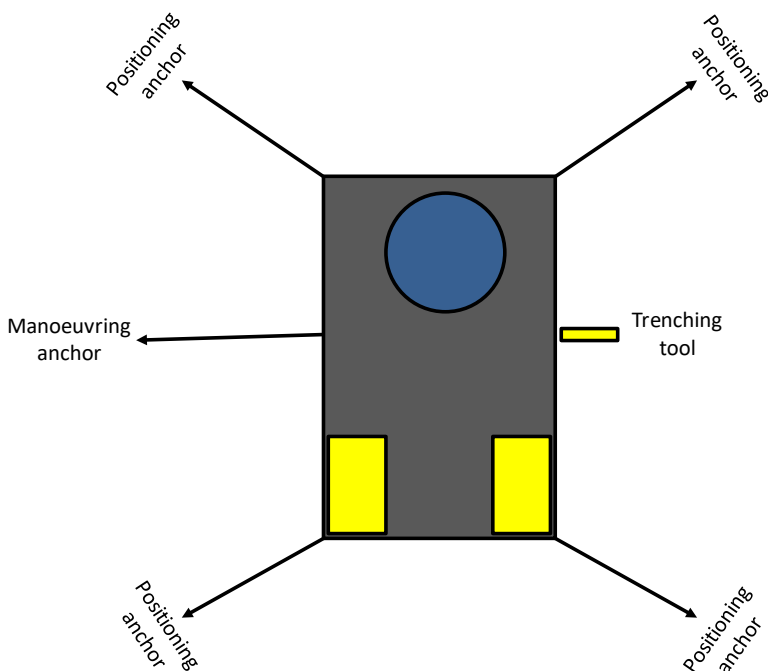


nearshore section. These require a barge which can be used as cable storage, main operation platform, direct lay and burial methods or to operate other burial tools.



**Figure 48 Typical nearshore cable lay barges**

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 49 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main manoeuvring anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.



**Figure 49 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge**

### 8.5.1 Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet -stinger. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through the stinger, which acts as 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 14 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. Downside of Vertical Injectors is their susceptibility to swell and waves.

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

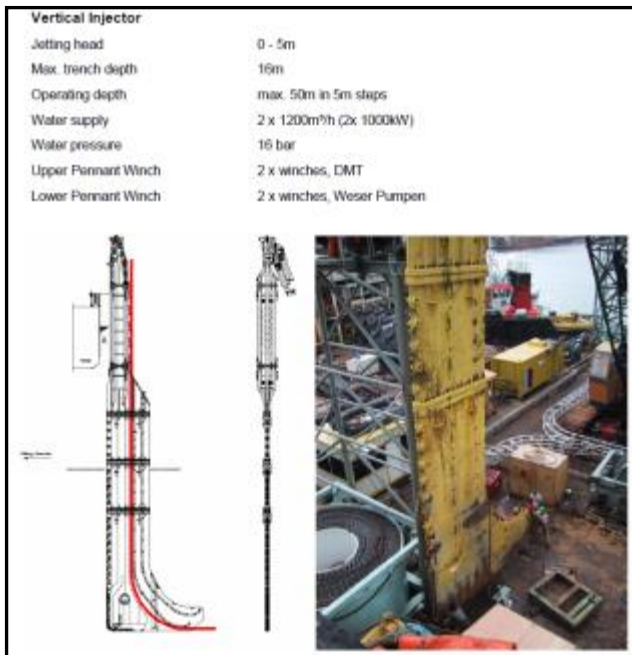


Figure 50 Vertical Injector



Figure 51 Cable installation by a vertical injector like trencher in Zeeland, location indicated in red



Figure 52 Detail of the barge mounted Vertical Injector like trencher in Zeeland

In the figure above multiple cables are being installed in one go, closely together. This is an example of how cables can be installed bundled but not toughing.

### 8.5.2 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, similar to a Vertical Injector.



**Figure 53 Vibration plough deployed from a barge**



**Figure 54 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.

If a vibration trencher would be fitted with parallel vibro swords, multiple cables or pairs of cables can be installed closely together. Or the individual cables or pair of cables are installed in multiple passes closely together.

## 8.6 Dredging

Dredging preceding the installation of the cables might be required along the IJV cable routes with mobile sand



waves, to create a non-mobile reference level as depicted in Figure 9 and as described in chapter 5. Dredging can be required as well to provide the cable installation vessels access to specific route sections, for instance across sand banks or to approach the land fall location close enough to execute a shore pull-in operation from a safe distance to shore.

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, except at locations where artificial backfilling will be required to meet specific permit requirements.

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 55 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. In case the cables are installed bundled with some meters between the cables or between the pairs of cables, then the dredging profiles will have to be slightly wider to facilitate passing of a wider trencher or of multiple parallel passes of a trencher.

The dredged soil is disposed of in the direct vicinity of the area where the soil is dredged, in order to keep the dredged soils in the local mobile seabed system. Where disposal is not allowed in the direct vicinity, the

dredged soil will be disposed of along nearby route sections with mobile seabeds. If however the soil conditions would not allow those soils to be dispersed at sea, for instance if the dredged soil is contaminated or if the soils contain too many fine particles, then that soil will be dispersed of at dedicated soil dispersal locations on land or where available at sea. The contaminations could comprise of human industrial waste or of contaminations of natural sources, such as high arsenic peats. Soils containing contamination with PFAS will be dispersed of downstream or in dedicated storage areas, in accordance with the applicable legal requirements.

The same approach will be used where artificial backfilling is required to meet specific permit requirements. For the backfilling mobile seabed material from adjacent route sections will be used, in a same manner as for instance used on the Hollandse Kust (zuid) project, where the HDD exit pit near the Maasvlakte had to be backfilled.

## **9. Offshore cable crossings with 3<sup>rd</sup> party assets**

The 525 kV submarine cable route crosses some in service 3<sup>rd</sup> party subsea assets as well as some out of service pipelines. This chapter describes the different crossing methods for those in service assets and out of service pipelines.

### **9.1 Cable and pipeline 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 as well as information from the competent authorities will be used for this survey, for instance their last route inspection survey data.

### **9.2 In Service cables, pipes and out of service pipelines**

#### **9.2.1 Crossing structures**

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

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
3. Separation by concrete mattresses

Those crossing structures have proven to be suitable and sustainable in the Dutch waters.

If however the owner of the 3<sup>rd</sup> party subsea asset would require another type of crossing structure and rejects the standard TenneT crossing structures, then the following will be considered as well: separation by sand- or

grout bags or rock nets placed at the crossing location, outer protection by rock. This has the downside that placement of these bags or nets is quite labour intensive.

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

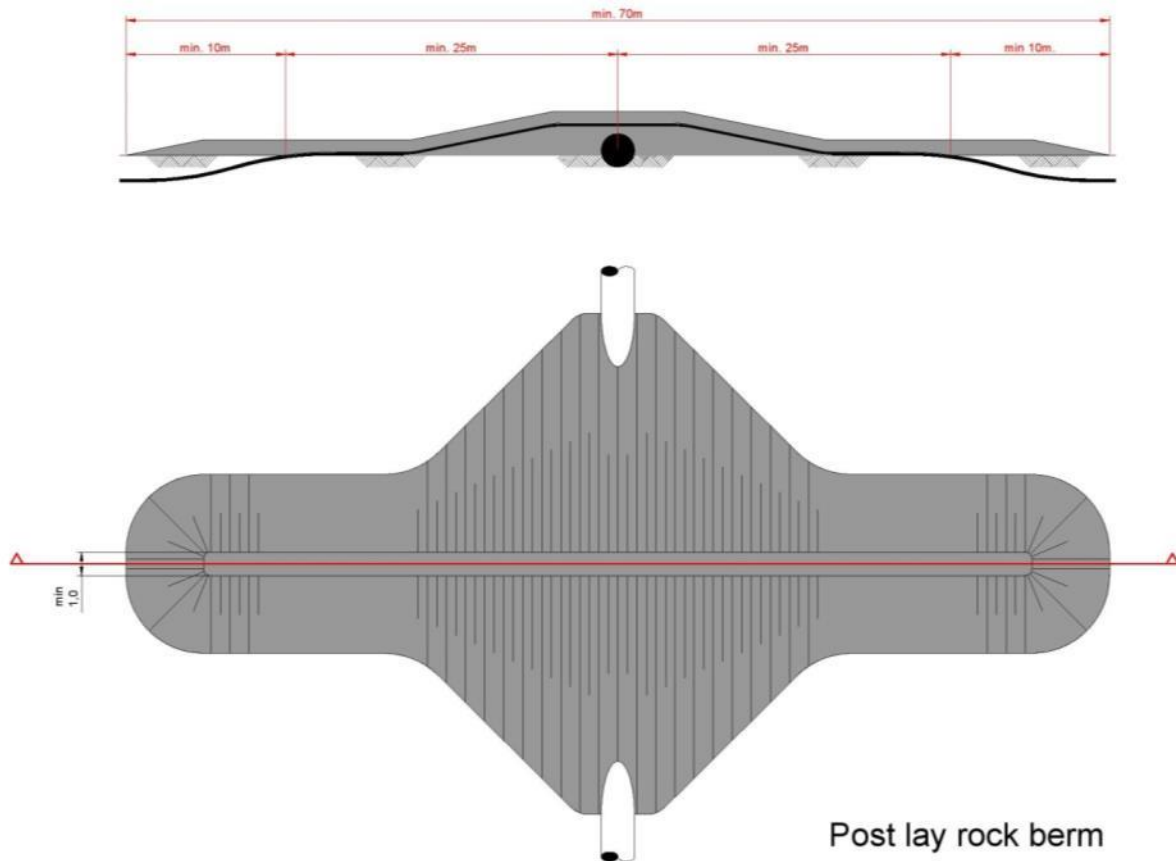


Figure 56 Typical rock - rock crossing structure



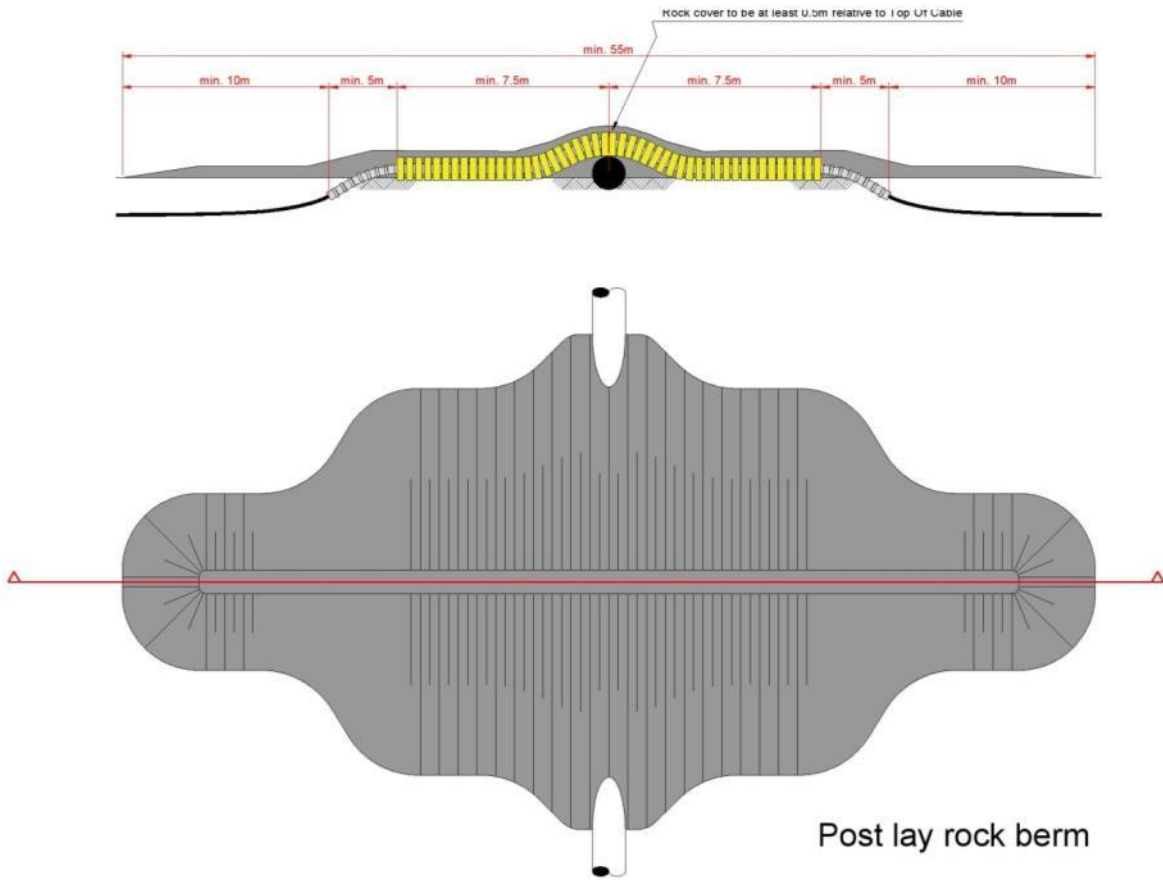
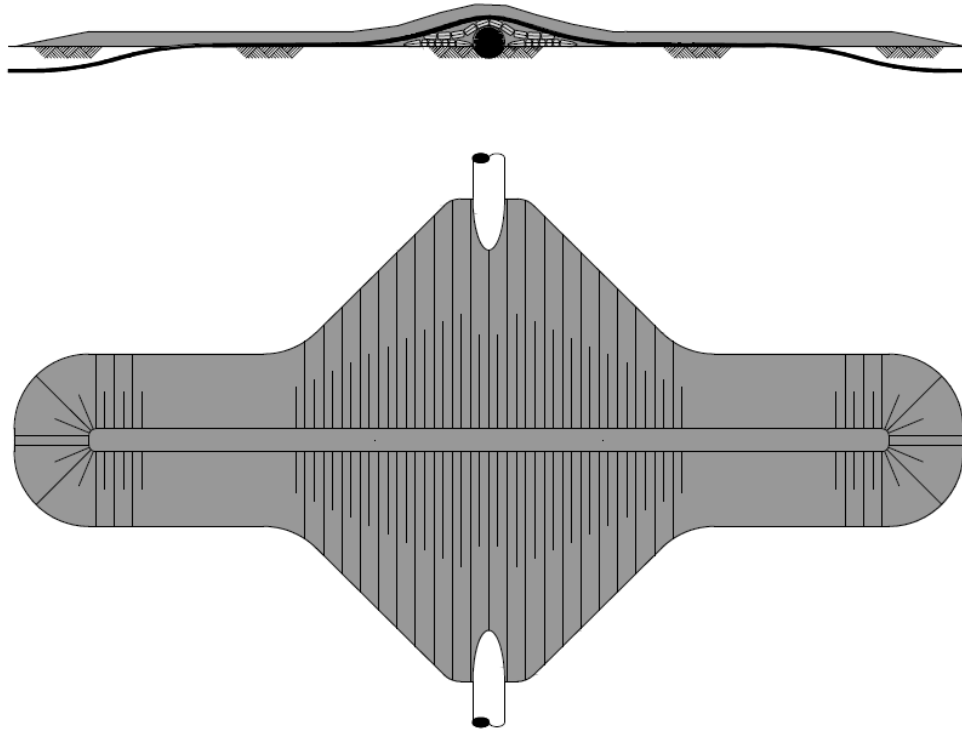


Figure 57 Typical separator - rock crossing structure



**Figure 58 - Typical concrete mattresses - rock crossing structure**

### 9.2.2 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 with a D90 of less than 80 mm will have to be placed with a minimum thickness at installation of 0.2 m, aimed at minimising the risk of hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen). The effectiveness of this so-called sprinkler layer in avoiding hooking of fishing gear behind rocks is not supported by studies and experiments; even with a sprinkler layer installed quite some rocks are fished away. It is considered to be a compromise with the fishery liaisons. On the Hollandse Kust (zuid) project this sprinkler layer has been made of marble (remains of a marble quarry in Norway), which provides chalk to bottom life. That way the required sprinkler layer has been given another useful function.

## 10. Post installation activities offshore cables

### 10.1 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 an ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

### 10.2 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 much 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.

### 10.3 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 relatively large instruments and is therefore more complicated and more costly. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial, in terms of cover by soil on the cable ("gronddekking"). This depth of burial 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. By surveying the bathymetry over the cable route, the cover by soil on the cable will be derived, using the As Built survey data.

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 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.

## 11. Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable tree 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. Additional survey can be executed as well after a storm passed over the cable route which exceeded the design conditions.
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 or gravel dumping might be applied.
3. 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. Depending on the lay configuration of the cables, one cable, a pair of cables or all of the cables will have to be cut and lifted above water for a repair.

## 12. Decommissioning offshore cables

### 12.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the IJV 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.

### 12.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3<sup>rd</sup> 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 IJV cables can be removed during decommissioning as well, provided the environment benefits from such a removal.

## 13. Onshore converter station

The onshore converter station forms the interface between the HVDC 525 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the onshore converter station are to convert from DC to AC and transform the voltage from 525 kV to 380 kV. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on and of the onshore converter station.

### 13.1 Design

The design of the onshore converter station is not yet known.

#### 13.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment (AC Yard Grid Side, AC Yard Converter Side, DC Yard(s), Neutral Yard)
- Converter Hall buildings, containing HVDC Converter towers and DBS
- Transformer Buildings/Yards, containing HVDC Transformer units
- Service Building(s), containing all auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.
- Outdoor cooler banks for converter cooling
- Storage facilities, for spare parts



Figure 59 - Artist impression onshore converter station



### 13.1.2 Electrical Installation

The 525 kV export cables from the platform are connected in the outdoor DC and Neutral yards, where also converter reactors may be connected (depending on HVDC supplier). The power is converted from DC back to AC by the HVDC Converter, then the voltage of the transmitted power is adjusted by the HVDC transformers to the voltage level of the Onshore AC Grid (380 kV or 400kV, depending on national grid code) to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

### 13.1.3 Safety and environment

The onshore converter station will be unmanned when the HVDC system is in operation, since it can be remotely operated. The transformers are placed indoors. Fluids like 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 onshore converter station, an acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.

The ground level of the plot needs to be partly elevated due to flooding risks. The elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks. This is depended per location. At the Borssele location a larger elevation is required compared to the Maasvlakte location.

### 13.1.4 Access

The onshore converter 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 onshore converter station).

Beside access by TenneT, also third parties (such as the OWF 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 onshore converter station.

### 13.1.5 Buildings

At the onshore converter station area various buildings will be constructed. The following buildings are anticipated:

- Service building;
- Transformer buildings;
- Converter Hall;
- Spare parts building.

## 13.2 Construction phase

The onshore converter station construction consists of two main parts:

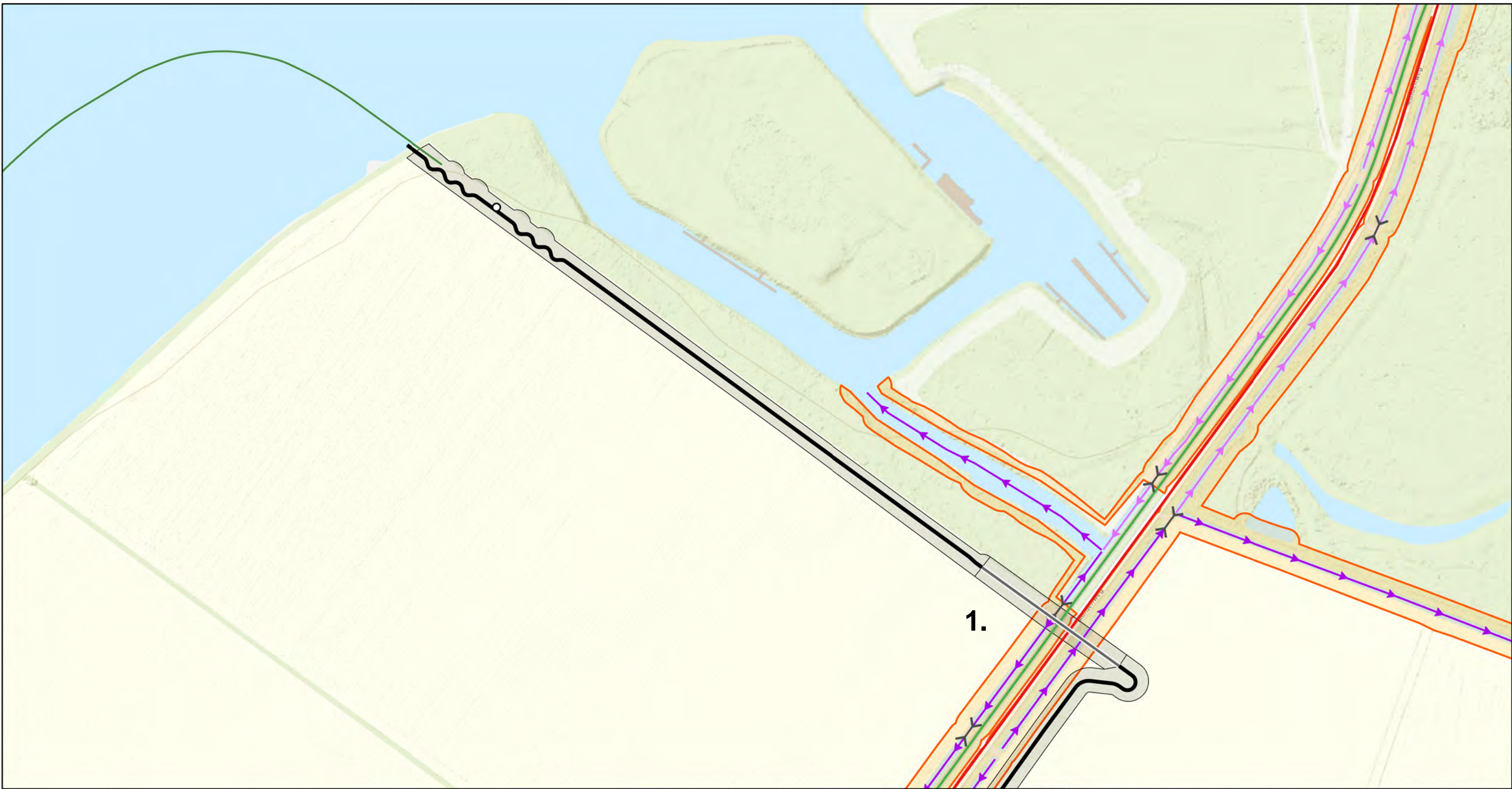
1. The civil part: this includes all ground works, such as elevating the ground level if required, levelling the plot and site preparations. After site preparations are finished, piling of the foundations can begin after which all necessary foundations are cast. For the Borssele location piling is expected to be necessary, while at the Maasvlakte location piling might not be required. The construction of all buildings 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

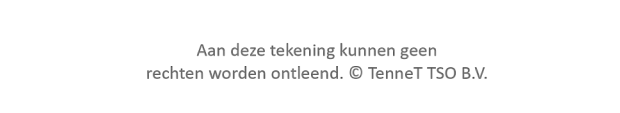
During the operational phase of the onshore converter station maintenance will be executed. The extent of the maintenance consists of visual inspections and maintenance campaigns.

## 13.4 Decommissioning

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



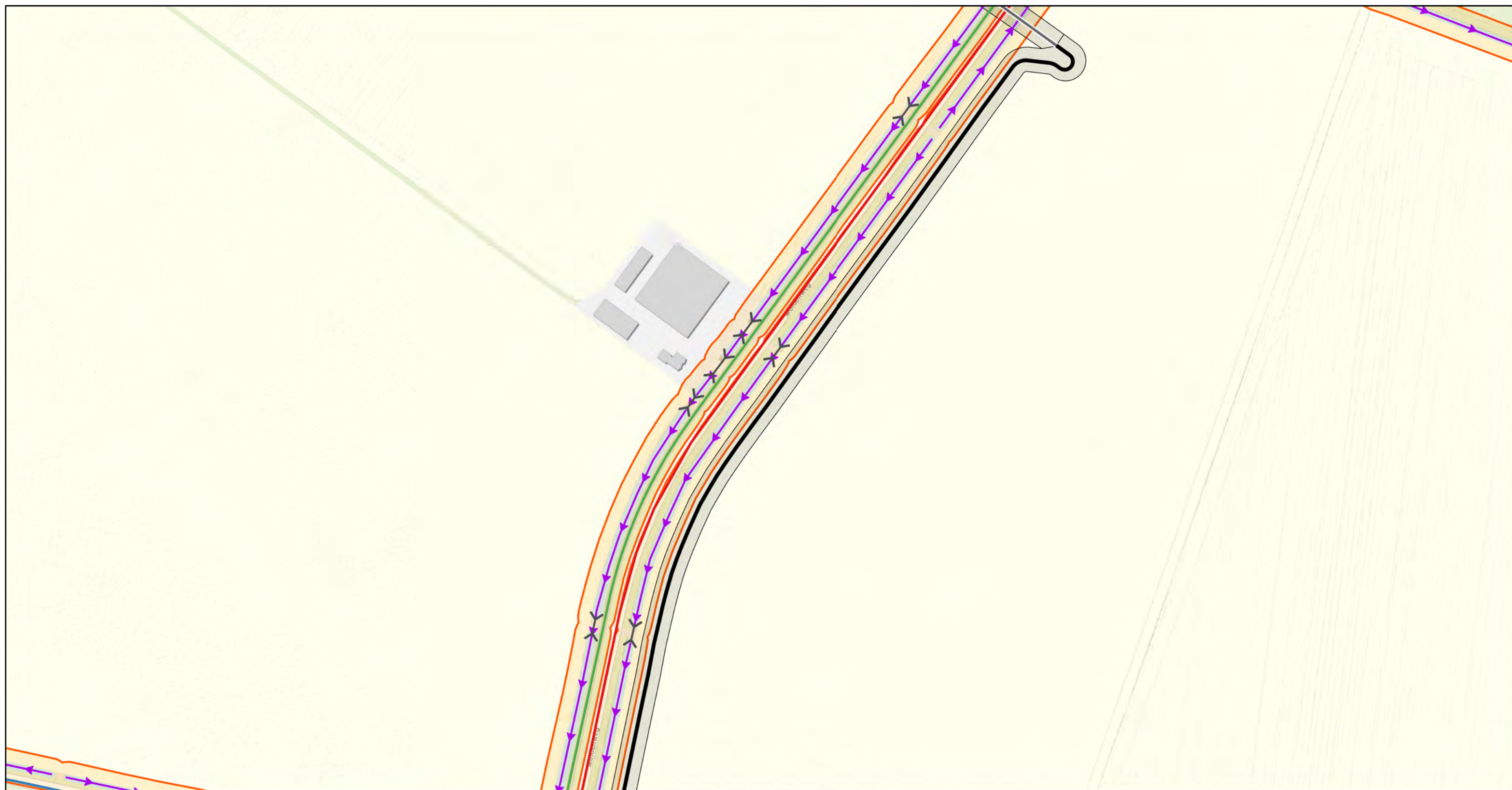
Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 1 van 28		



- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - IJVer Alpha zeetracé
  - Vergunningszone
- Oppervlaktewaterlichaam**
- secundair
  - tertiair
  - duiker
- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-A
  - Fietspad
  - Topo
- Other symbols:**
- MOF
  - Beschermingszone

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





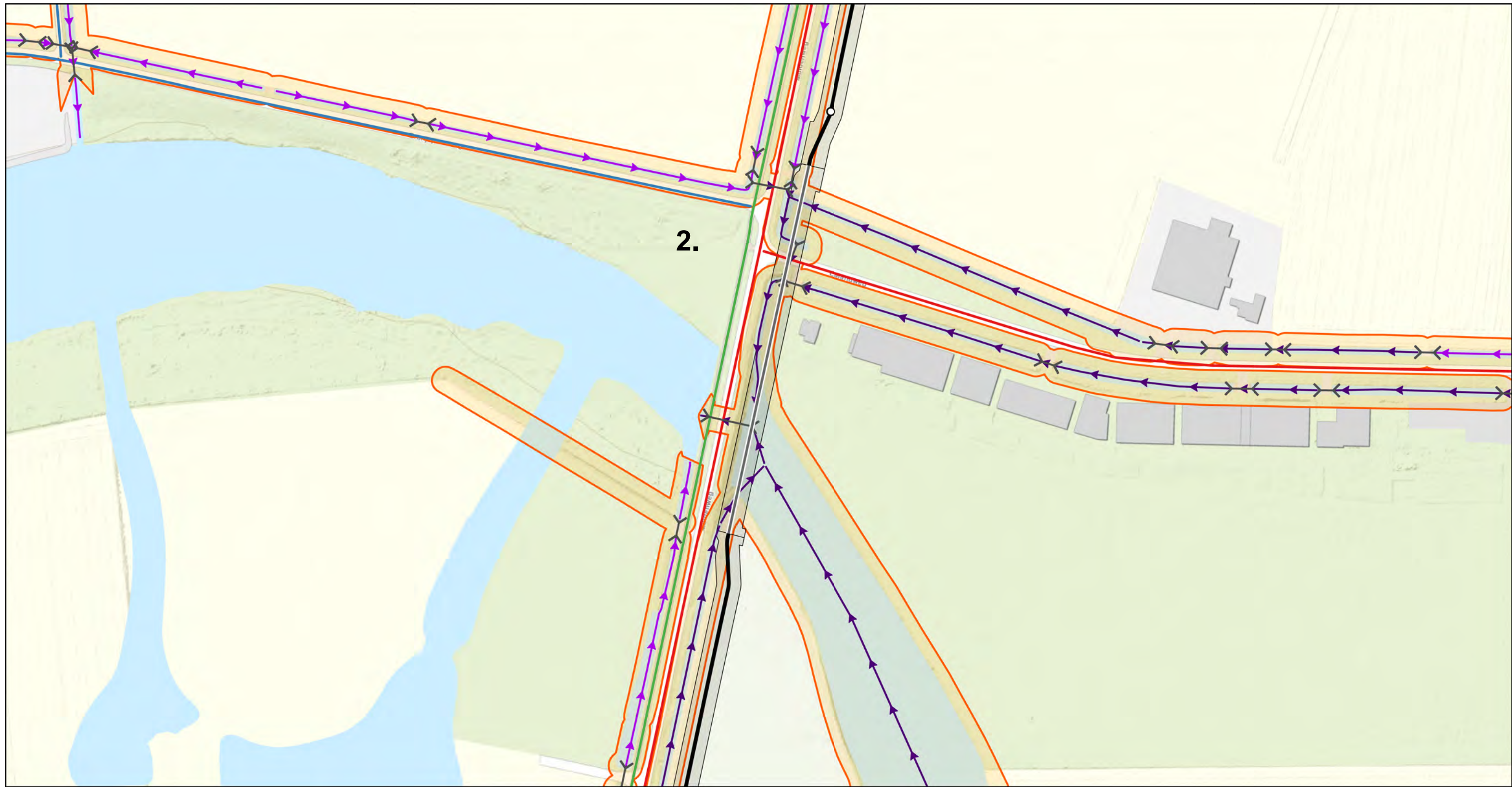
Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 2 van 28		



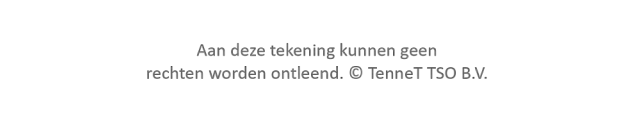
- |   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Type, soort stroom</b><br>boring, DC<br>open ontgraving, DC<br>Vergunningszone | <b>Oppervlaktewaterlichaam</b><br>secundair<br>duiker<br>Beschermingszone | <b>Waterschapswegen</b><br>Erftoegangsweg-A<br>Erftoegangsweg-B<br>Fietspad<br>Topo |
|---|---|---|

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





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 3 van 28		

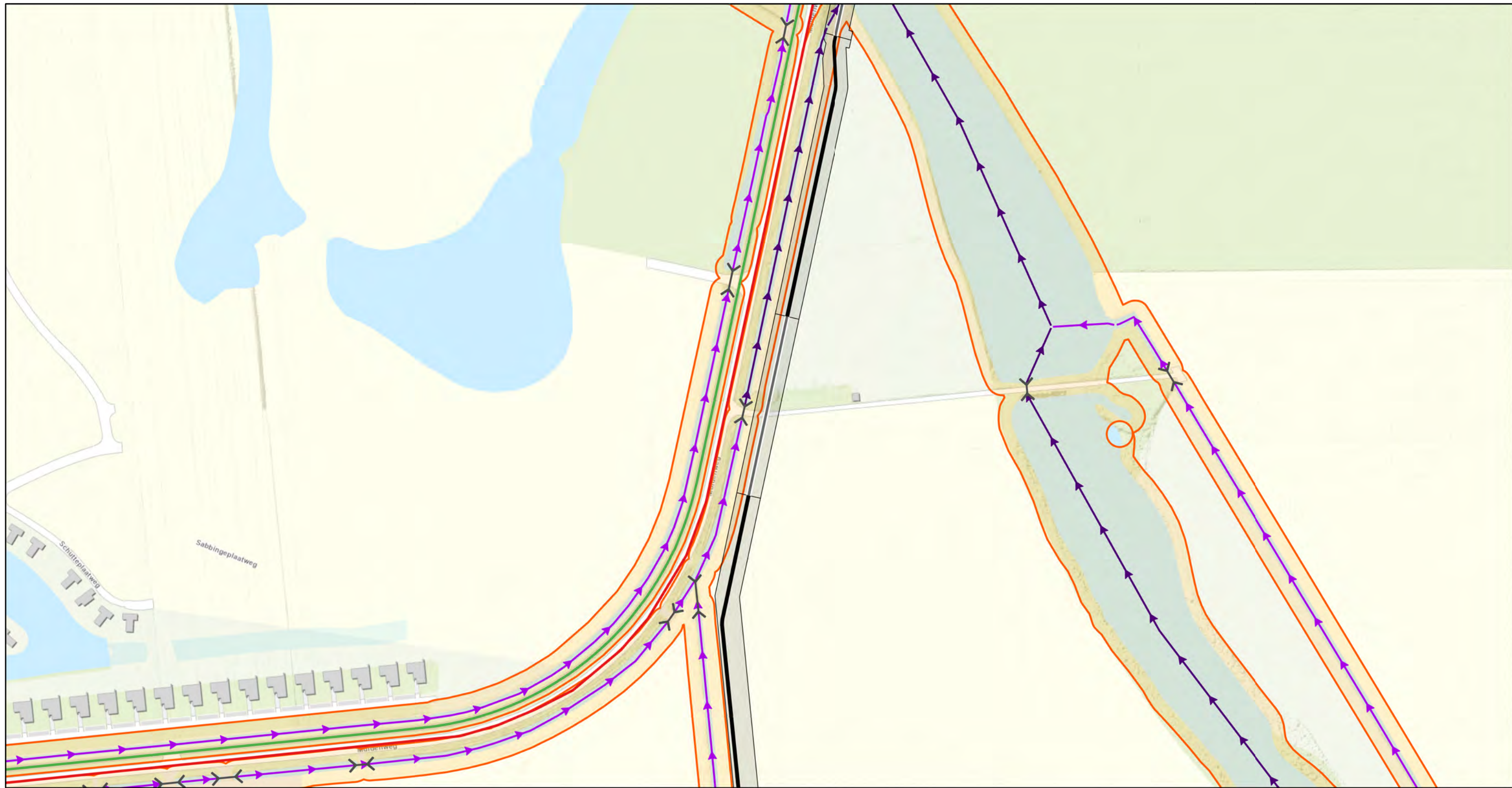


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

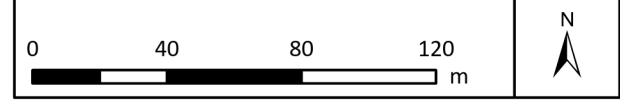


- | Type, soort stroom  | Oppervlaktewaterlichaam | Waterschapswegen |
|---------------------|-------------------------|------------------|
| boring, DC          | primair                 | Erftoegangsweg-A |
| open ontgraving, DC | secundair               | Erftoegangsweg-B |
| Vergunningszone     | duiker                  | Fietspad         |
| MOF                 | Beschermingszone        | Topo             |

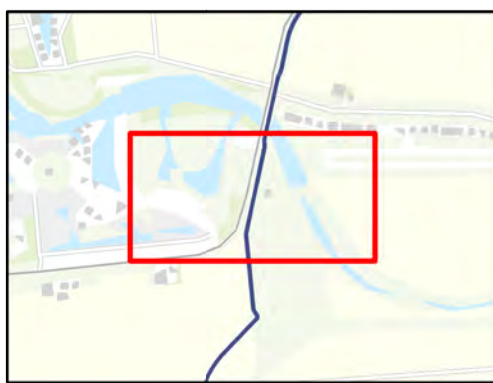




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 4 van 28		

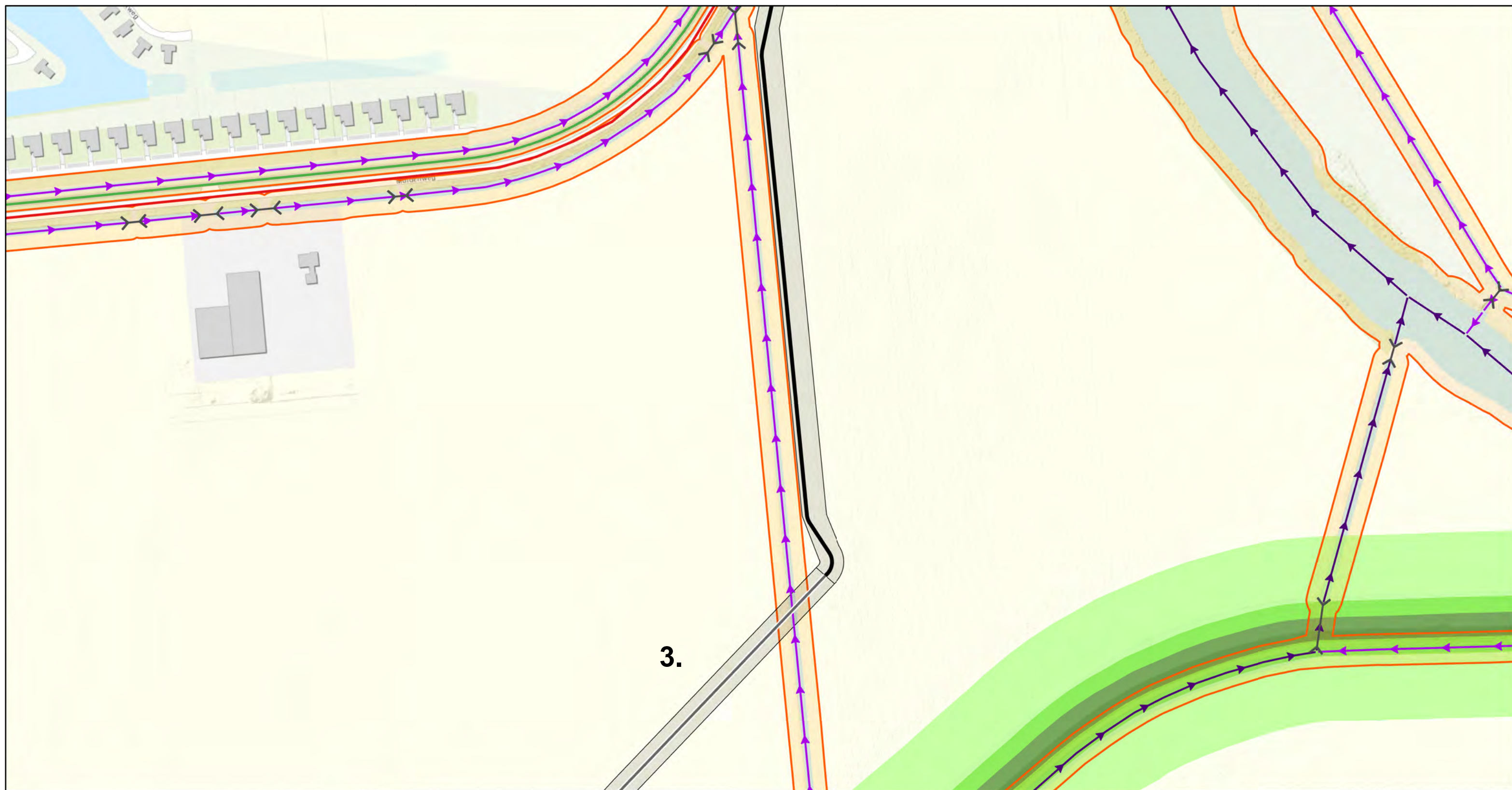


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

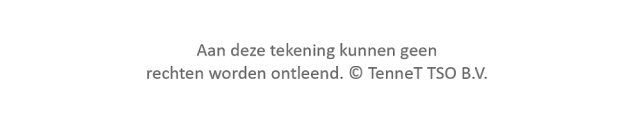


- | Type, soort stroom  | Oppervlaktewaterlichaam | Waterschapswegen |
|---------------------|-------------------------|------------------|
| boring, DC          | primair                 | Erftoegangsweg-A |
| open ontgraving, DC | secundair               | Fietspad         |
| Vergunningszone     | duiker                  | Topo             |
|                     | Beschermingszone        |                  |





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 5 van 28		



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



**Type, soort stroom**

- boring, DC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone

**Oppervlaktewaterlichaam**

- primair
- secundair
- duiker
- Beschermingszone

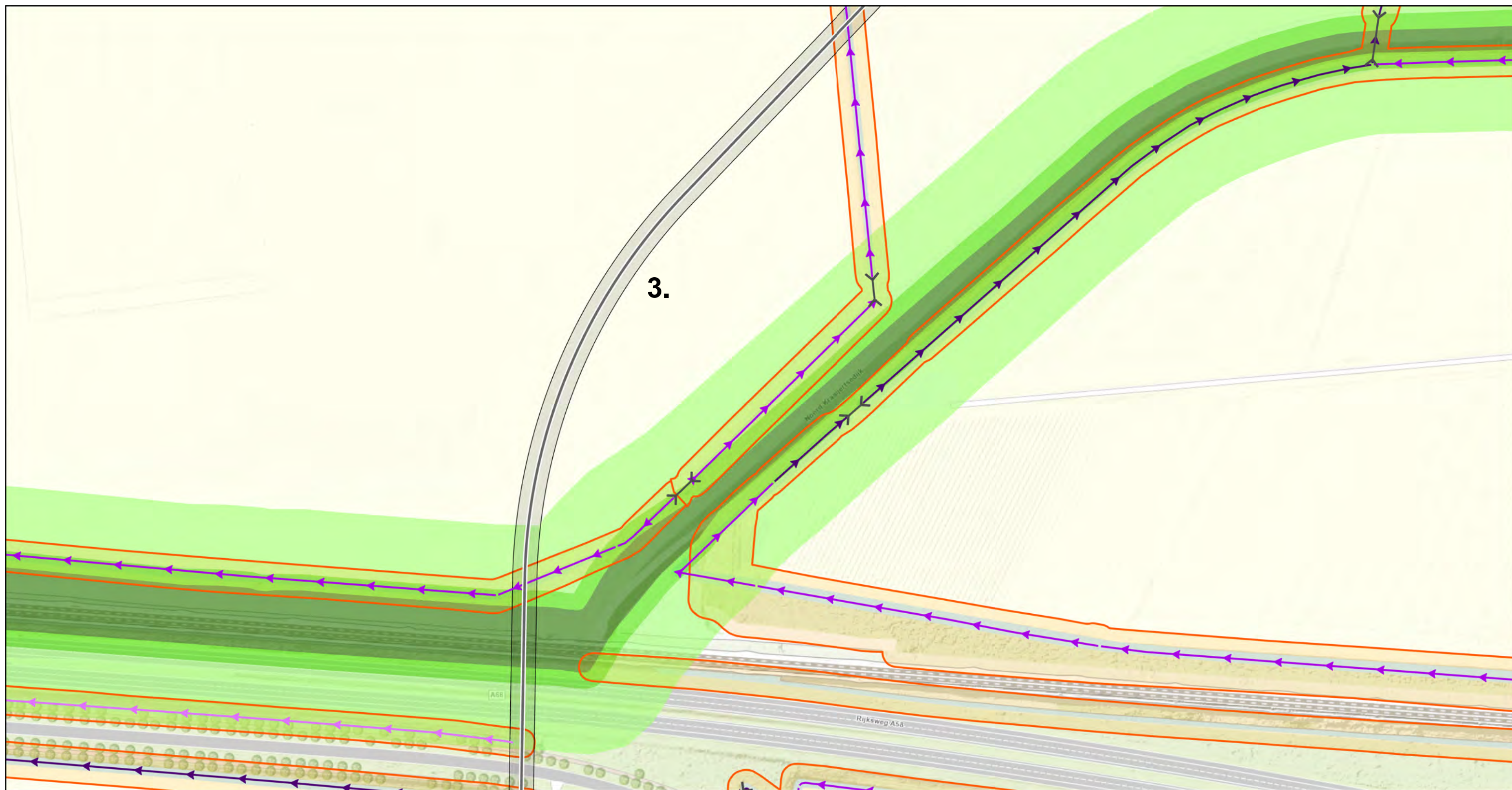
**Keringen**

- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B

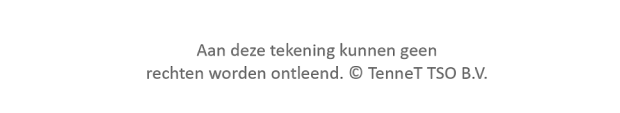
**Waterschapswegen**

- Erftoegangsweg-A
- Fietspad





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 6 van 28		



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



**Type, soort stroom**

- boring, DC
- Vergunningszone

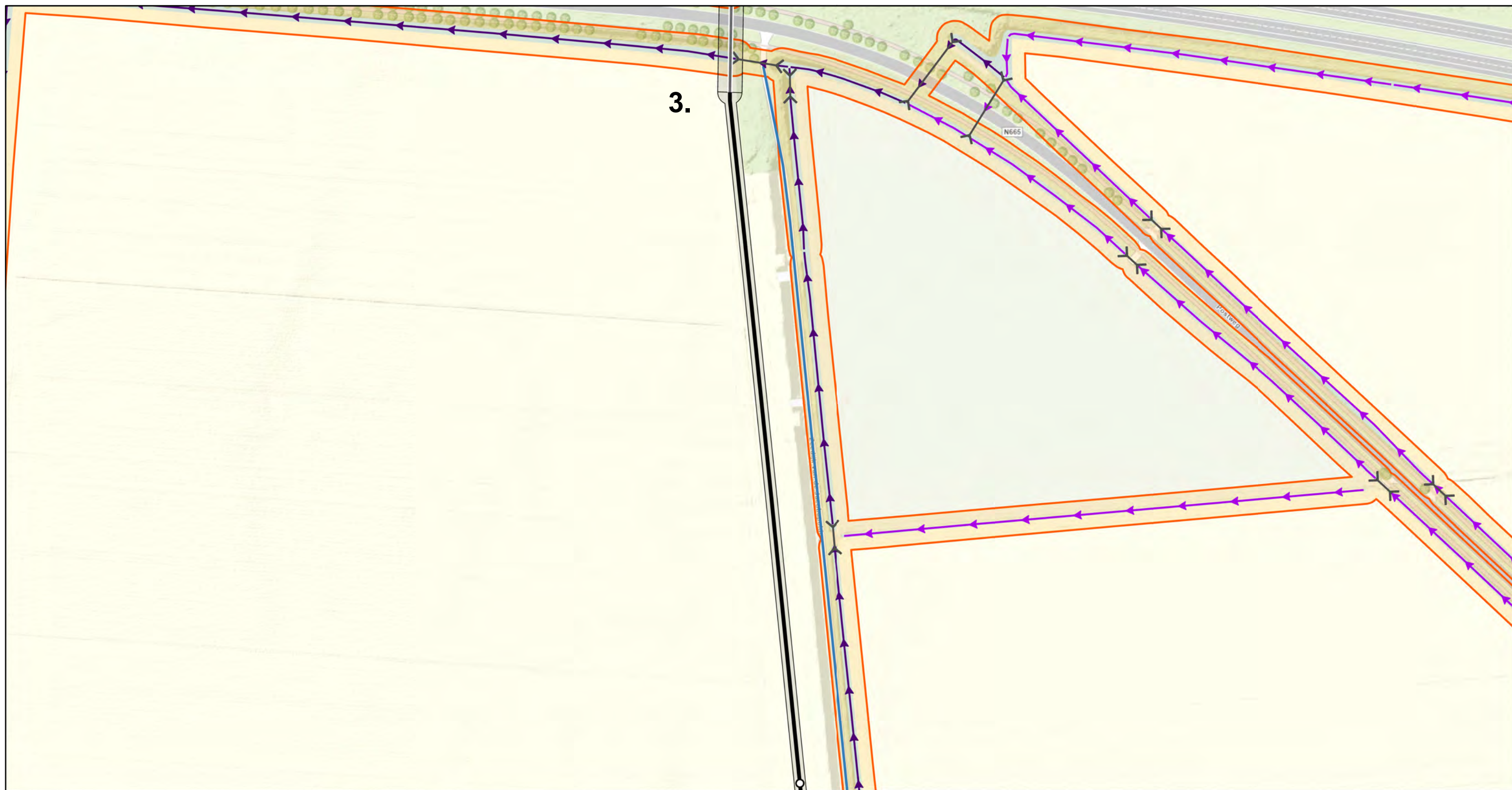
**Oppervlaktewaterlichaam**

- primair
- secundair
- tertiair
- duiker
- Beschermingszone

**Keringen**

- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B
- Topo





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 7 van 28		



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



### Type, soort stroom

- boring, DC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone
- MOF

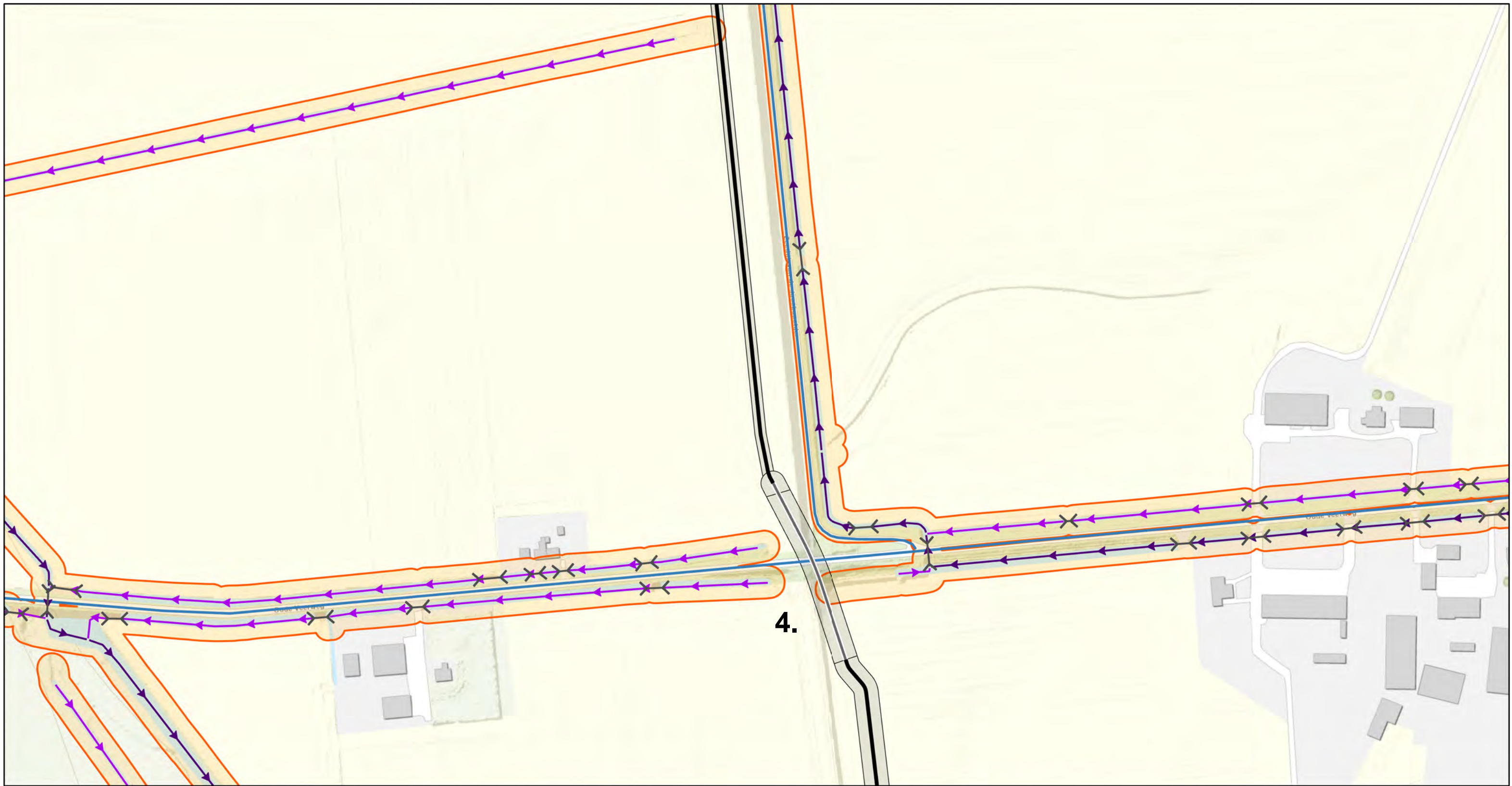
### Oppervlaktewaterlichaam

- primair
- secundair
- duiker
- Beschermingszone

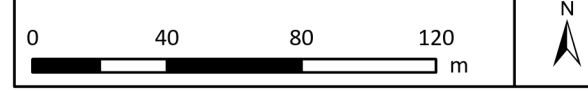
### Waterschapswegen

- Erftoegangsweg-B
- Topo





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 8 van 28		

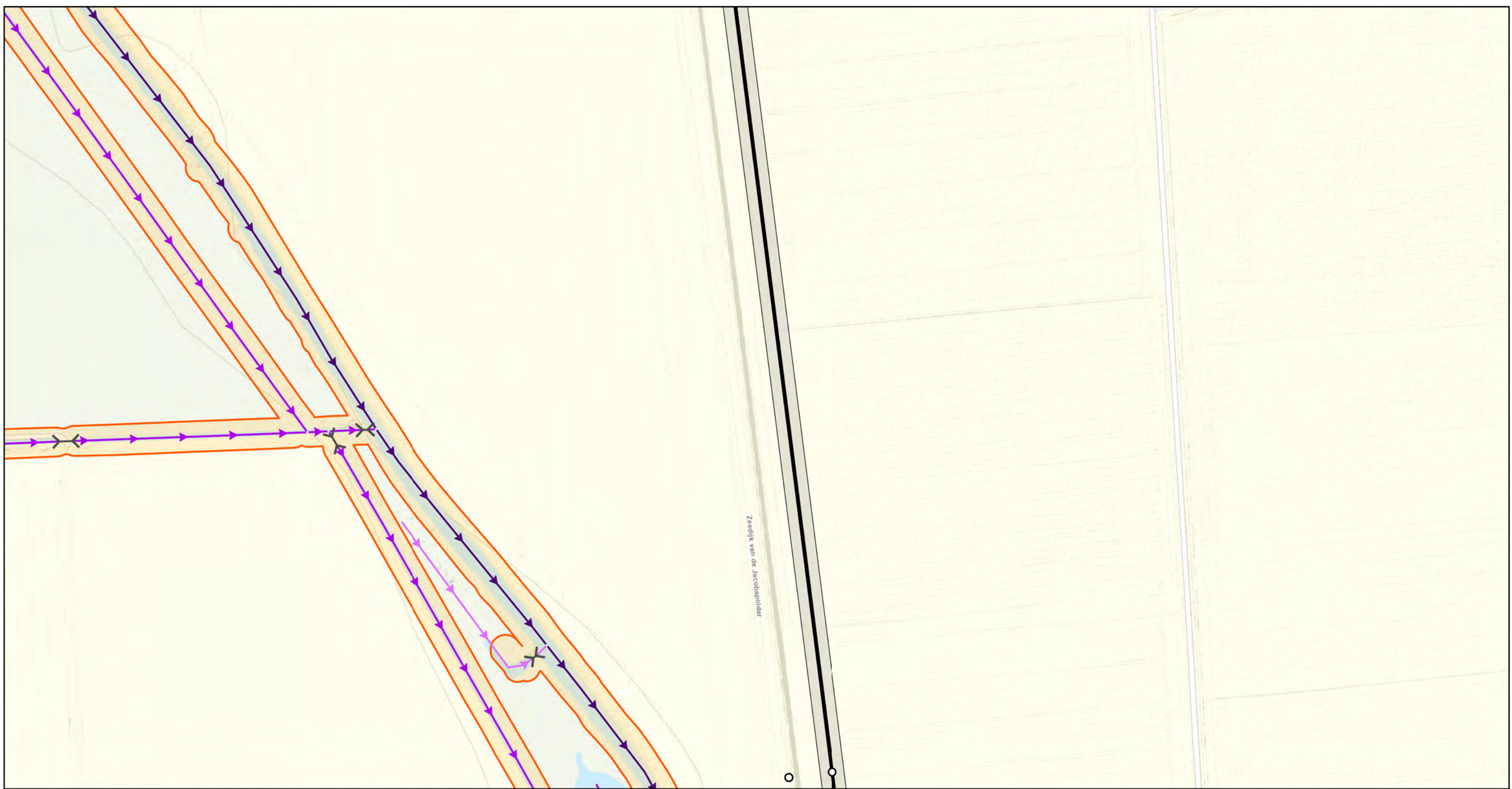


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



- |                           |                                |                         |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| <b>Type, soort stroom</b> | <b>Oppervlaktewaterlichaam</b> | <b>Beschermingszone</b> |
| — boring, DC              | — primair                      | — Beschermingszone      |
| — open ontgraving, DC     | — secundair                    | <b>Waterschapswegen</b> |
| — Vergunningszone         | — duiker                       | — Erftoegangsweg-B      |
|                           |                                | — Topo                  |

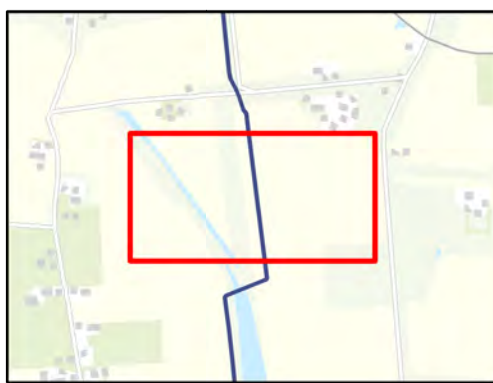




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 9 van 28		



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

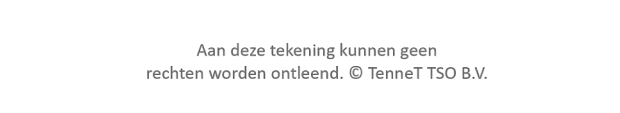


- Type, soort stroom**
- open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
  - MOF
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
- duiker**
- Beschermingszone
  - Topo

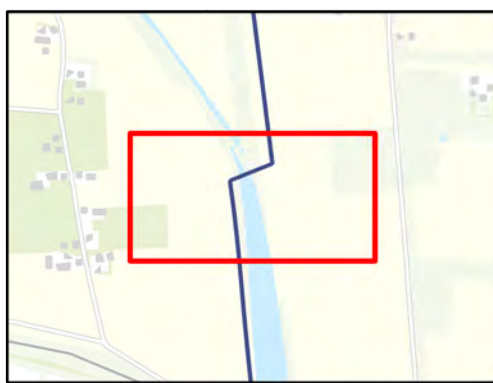




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 10 van 28		



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

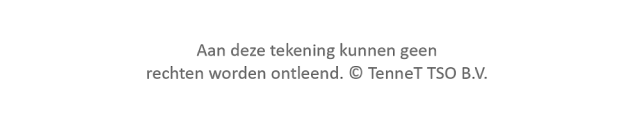


- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
- MOF**
- MOF
- duiker**
- duiker
- Bescherminingszone**
- Bescherminingszone
  - Topo

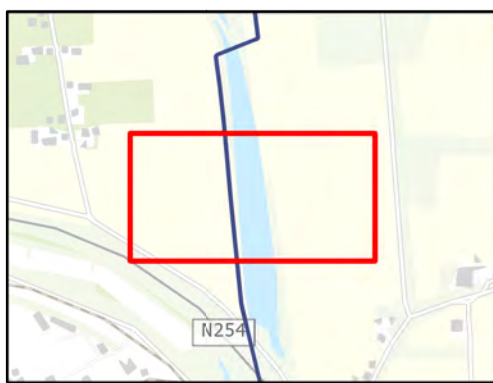




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 11 van 28		



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



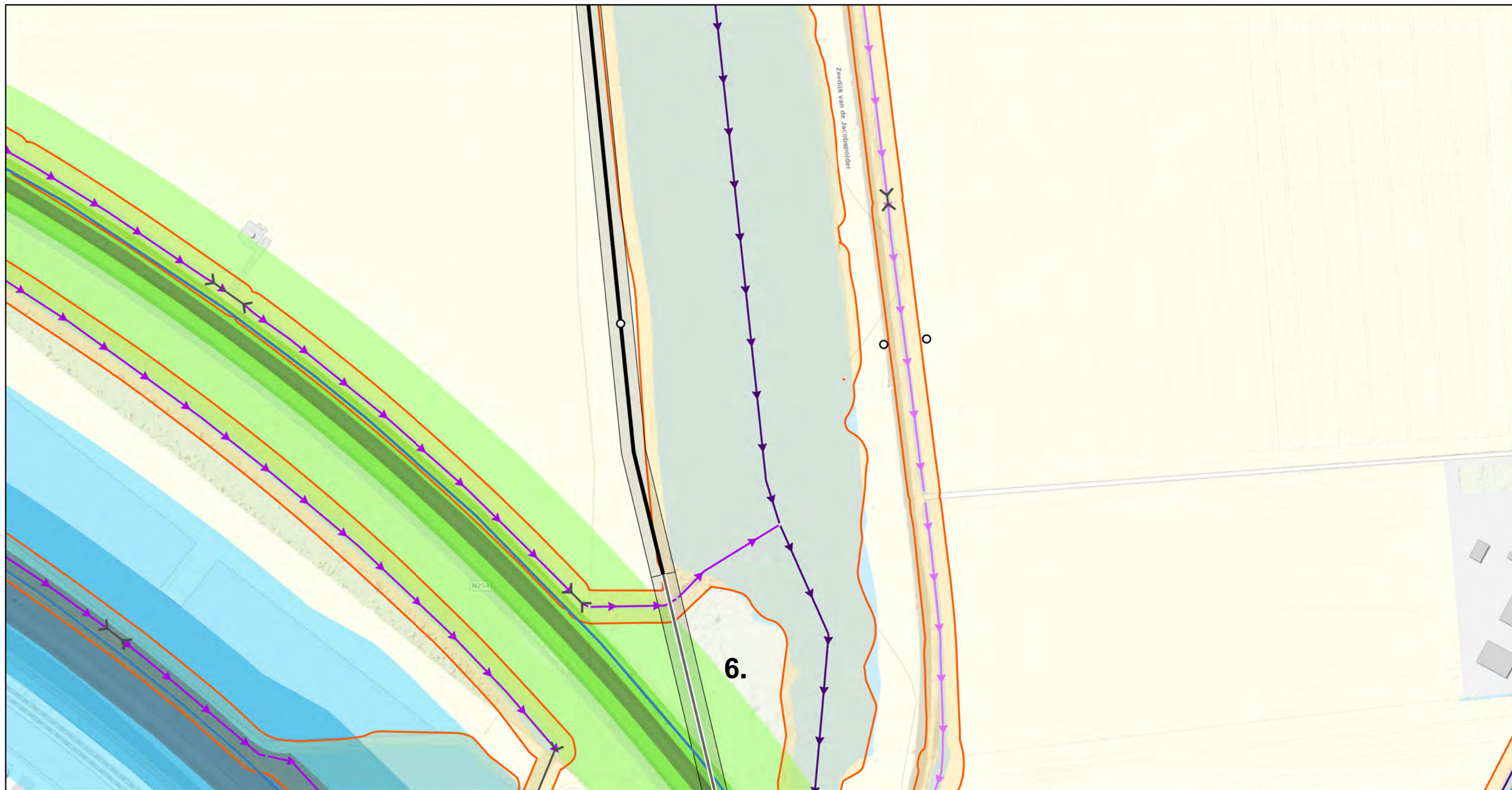
**Type, soort stroom**  
 — open ontgraving, DC  
 [Grey box] Vergunningszone

**Oppervlaktewaterlichaam**  
 —> primair  
 —> secundair  
 —> tertiair  
 <-> duiker  
 [Orange box] Beschermingszone

**Keringen**  
 [Dark Green box] Regionaal waterstaatswerk  
 [Light Green box] Regionaal beschermingszone A  
 [Lighter Green box] Regionaal beschermingszone B

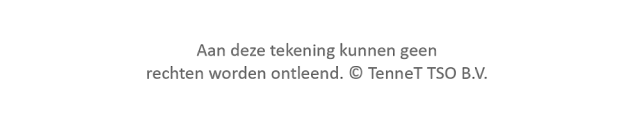
**Waterschapswegen**  
 — Erftogangsweg-B



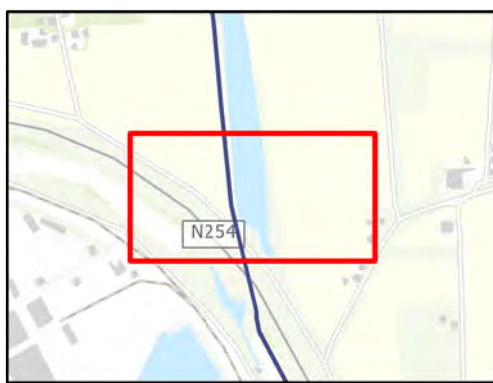


6.

Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 12 van 28		



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



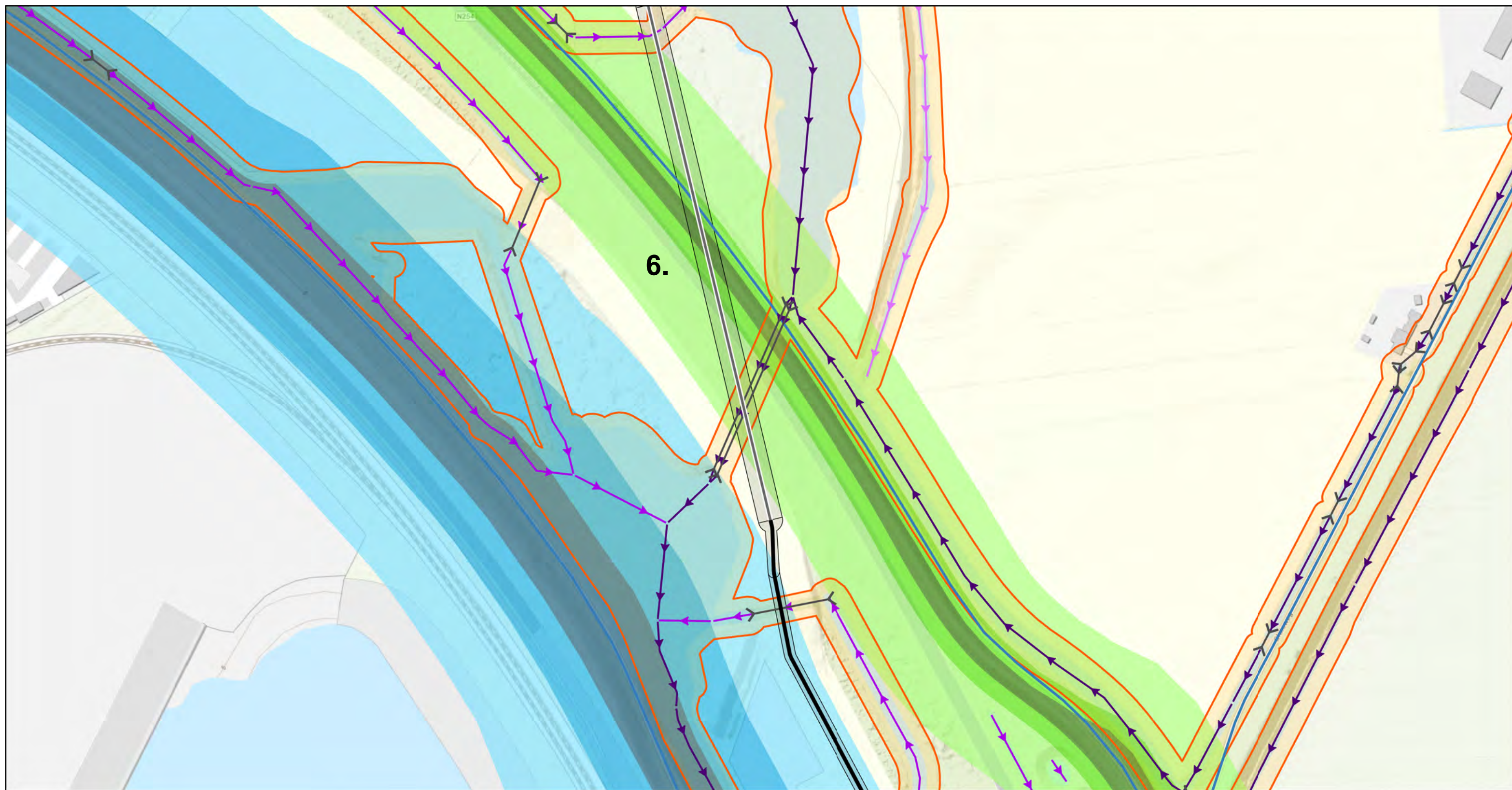
- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
  - MOF

- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker
  - Beschermingszone

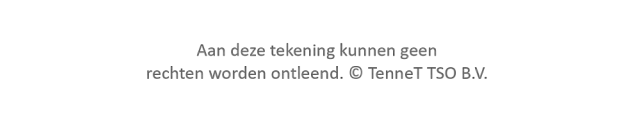
- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-B
  - Topo

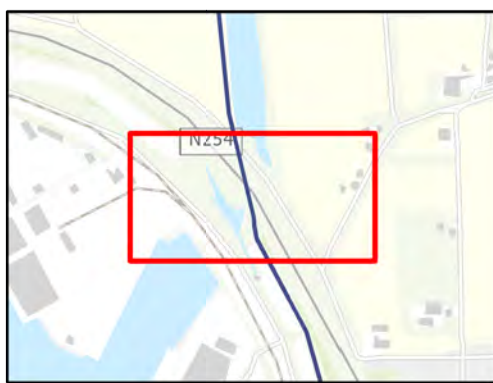




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 13 van 28		



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



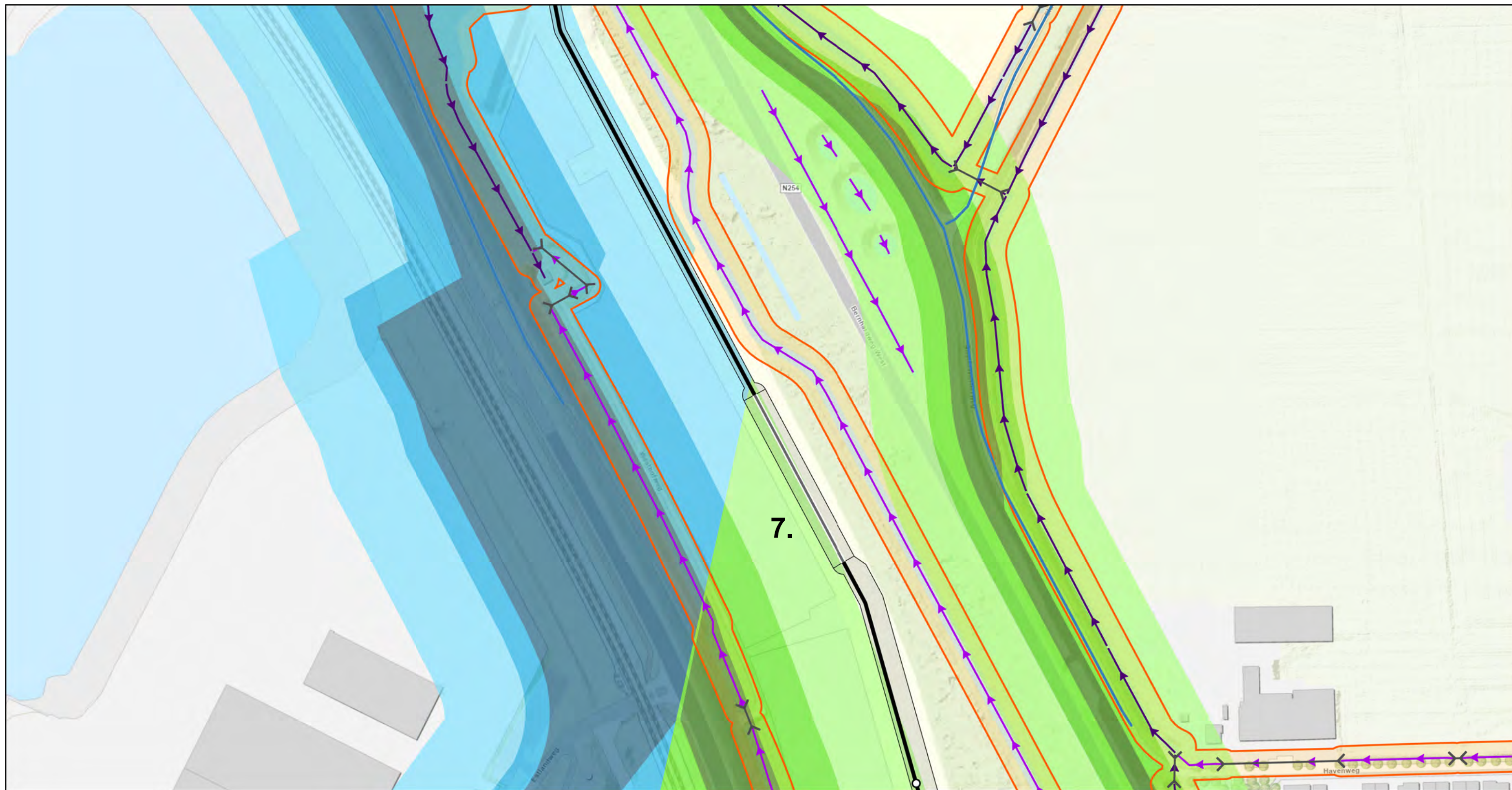
- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - Vergunningszone

- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker
  - Beschermingszone

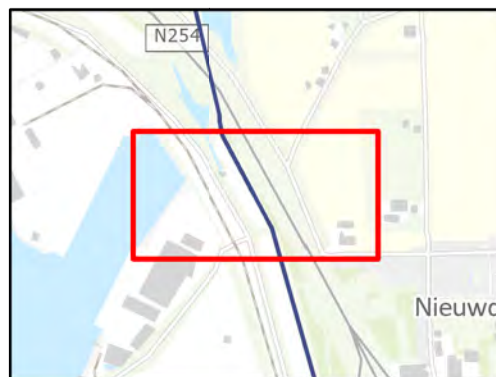
- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-B
  - Topo





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 14 van 28		
0 40 80 120 m		N	



### Type, soort stroom

- boring, DC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone
- MOF

### Oppervlaktewaterlichaam

- primair
- secundair
- duiker
- Beschermingszone

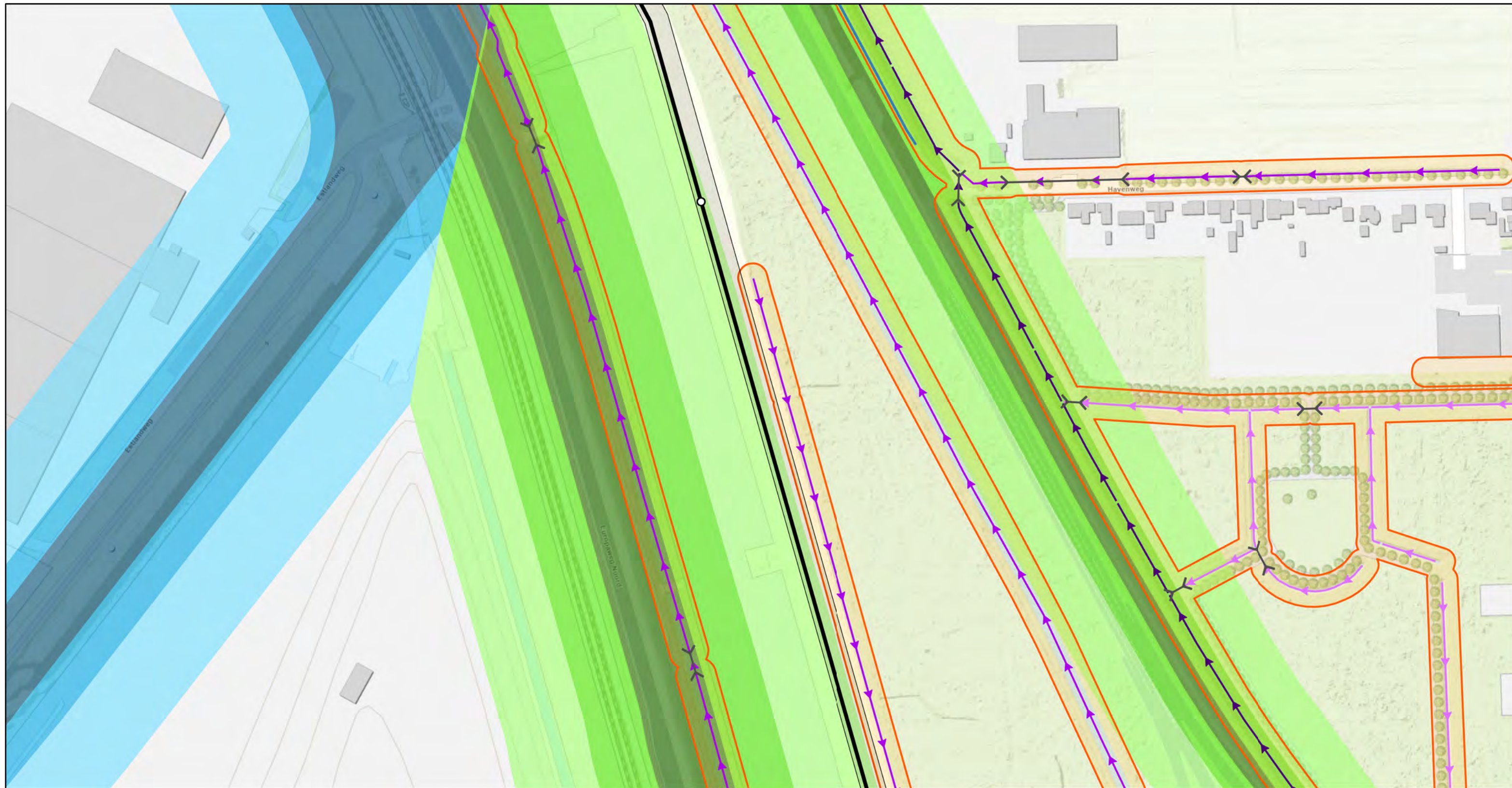
### Keringen

- Primair waterstaatswerk
- Primair beschermingszone B
- Primair beschermingszone A
- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B

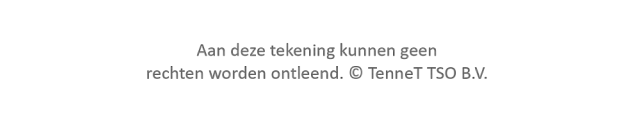
### Waterschapswegen

- Erftoegangsweg-B
- Topo

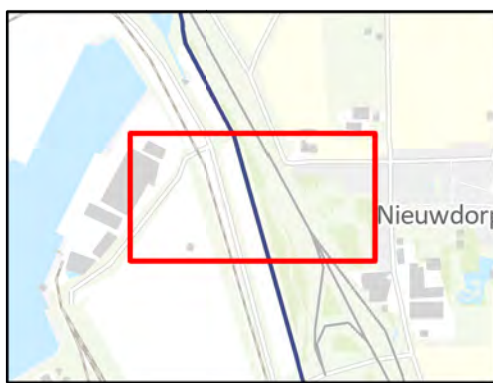




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 15 van 28		



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



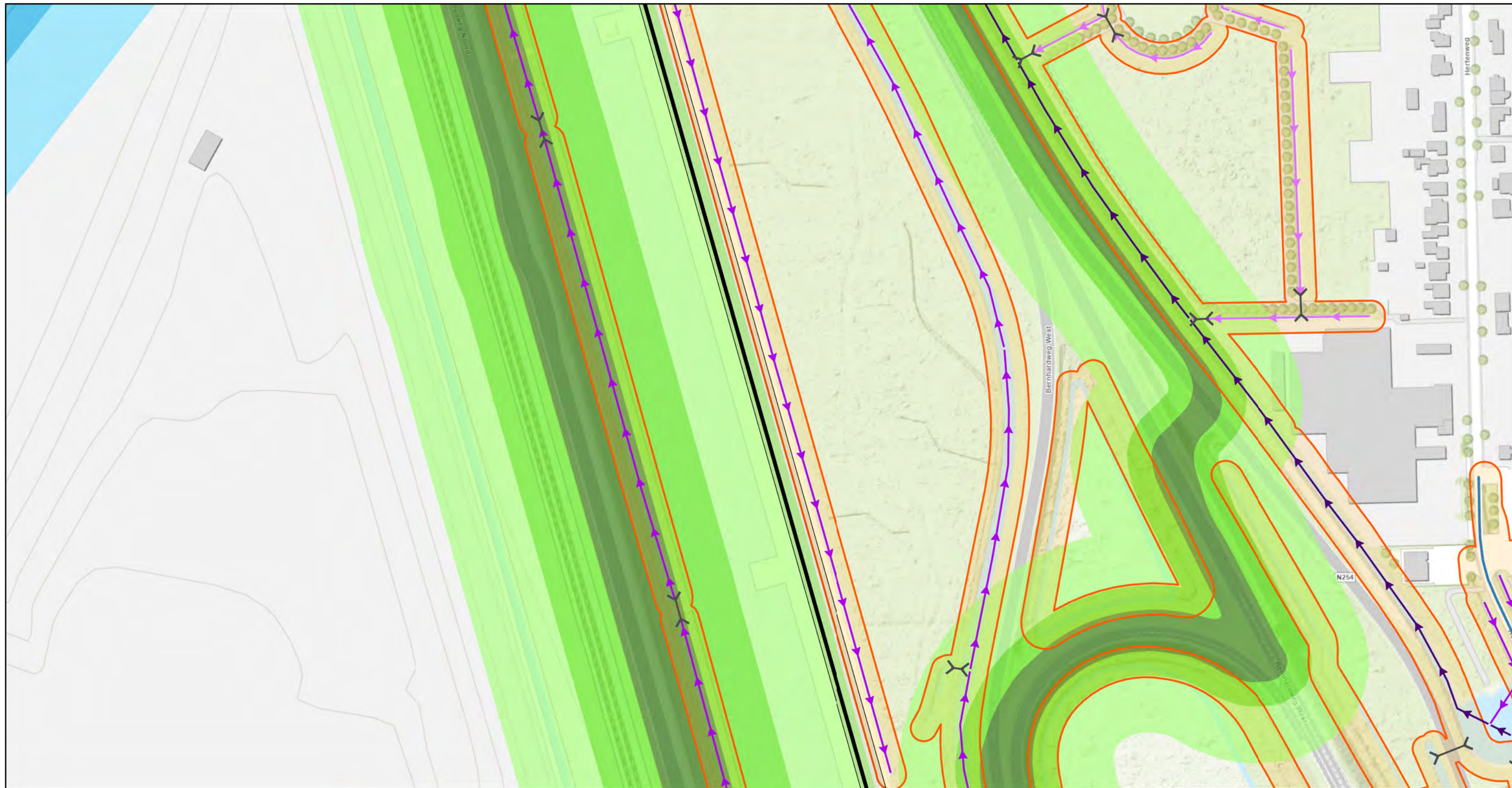
- Type, soort stroom**
- open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
  - MOF

- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker
  - Bescheringszone

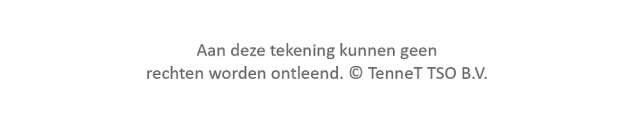
- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erfttoegangsweg-B
  - Topo

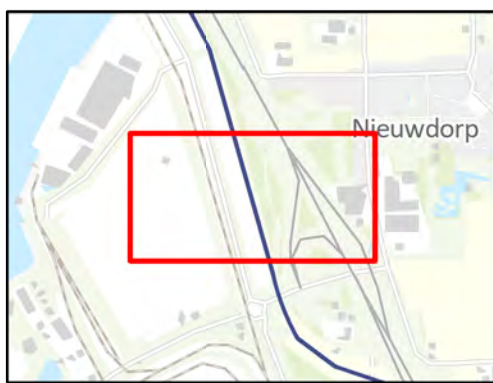




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 16 van 28		



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



**Type, soort stroom**

- open ontgraving, DC
- Vergunningszone

**Oppervlaktewaterlichaam**

- primair
- secundair
- tertiair
- ⌘ duiker
- Beschermingszone

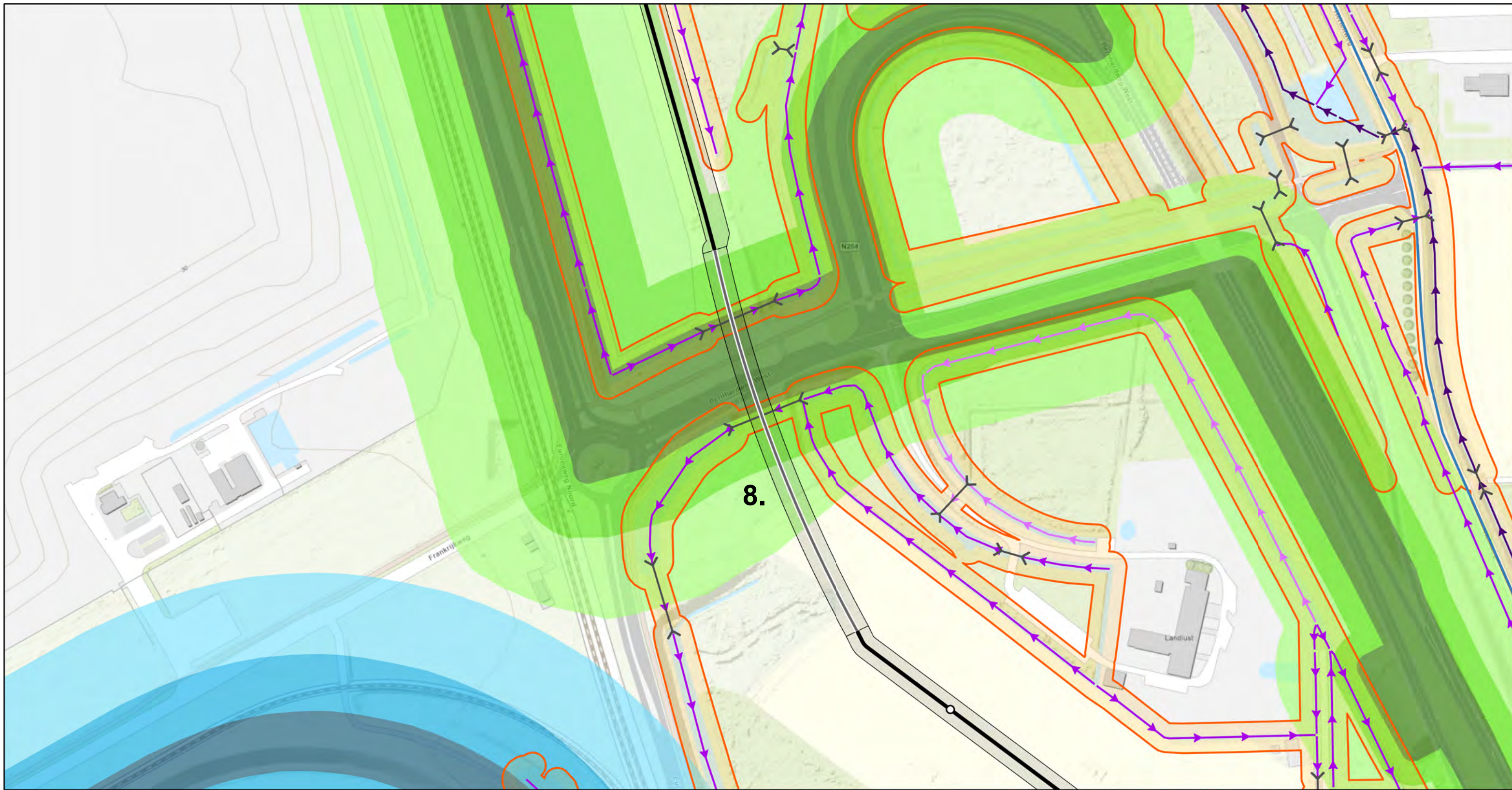
**Keringen**

- Primair beschermingszone B
- Primair beschermingszone A
- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B

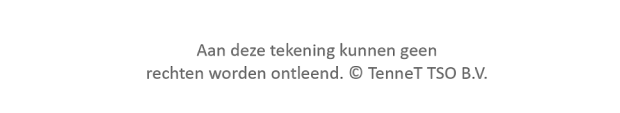
**Waterschapswegen**

- Erfttoegangsweg-B
- Topo

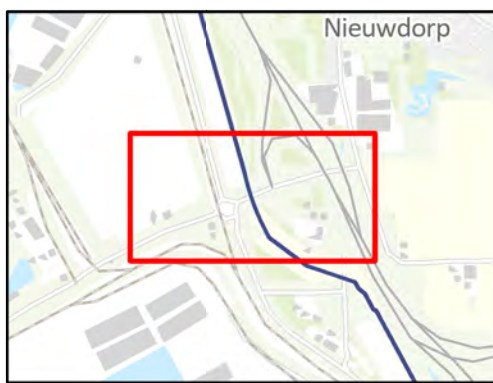




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 17 van 28		



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



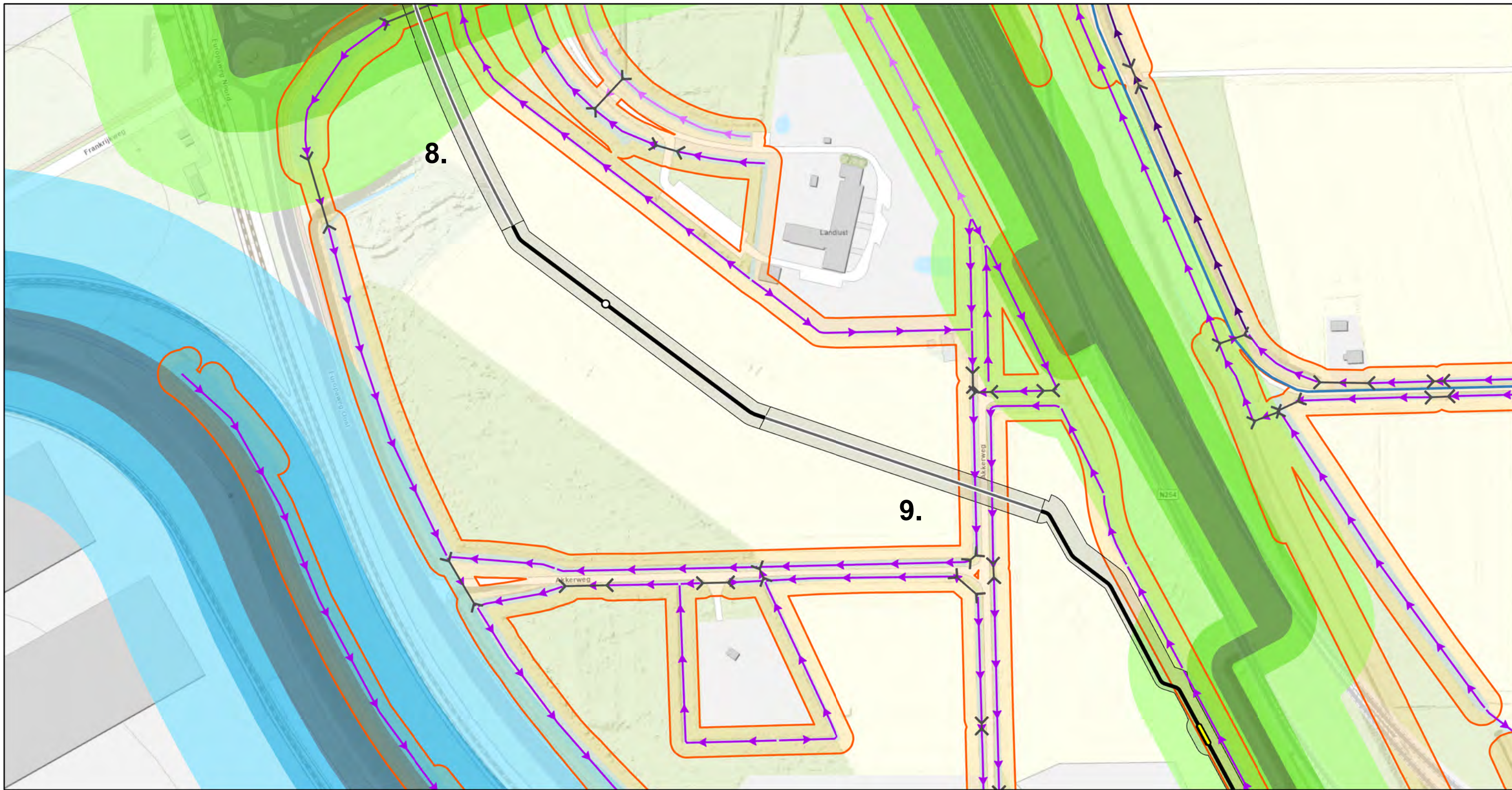
- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
  - MOF

- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker
  - Beschermingszone

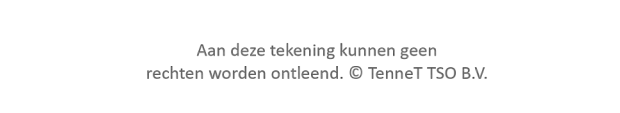
- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-B
  - Topo

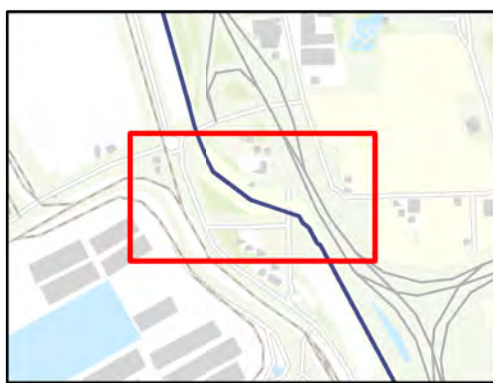




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 18 van 28		



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

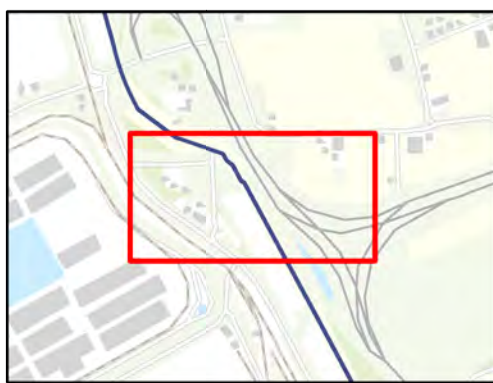
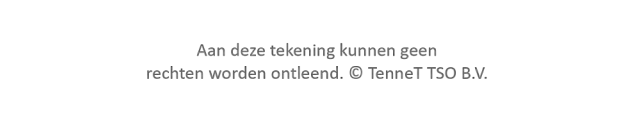


Type, soort stroom	Oppervlaktewaterlichaam	Keringen	Waterschapswegen
boring, DC	primair	Primair waterstaatswerk	Erftoegangsweg-B
open ontgraving, DC	secundair	Primair beschermingszone B	Topo
mantelbuis, DC	tertiair	Primair beschermingszone A	
Vergunningszone	duiker	Regionaal waterstaatswerk	
MOF	Beschermingszone	Regionaal beschermingszone A	
		Regionaal beschermingszone B	





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 19 van 28		



- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - mantelbuis, DC
  - Vergunningszone

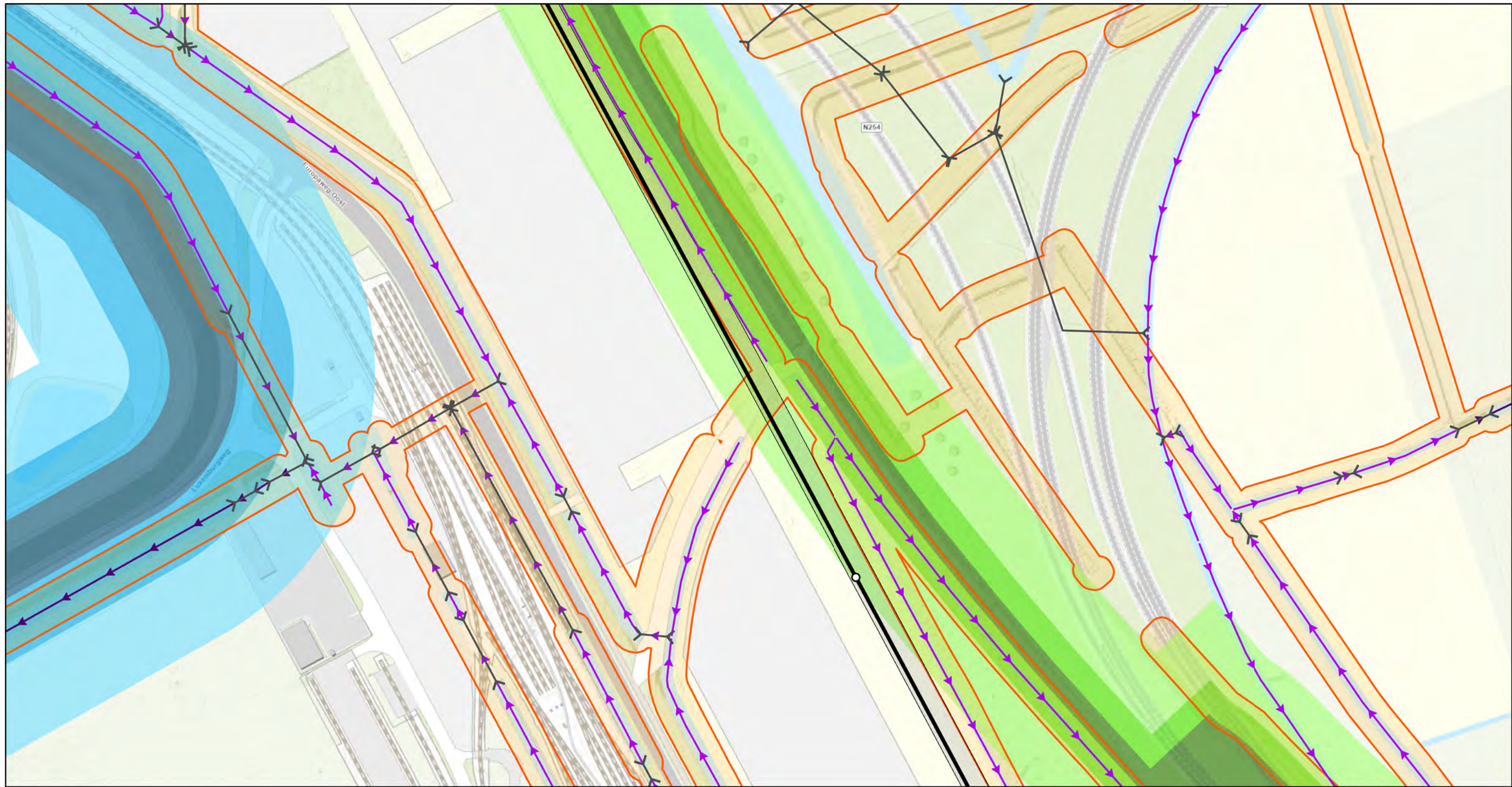
- Oppervlaktewaterlichaam**
- secundair
  - duiker
  - Beschermingszone

- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-B
  - Topo

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





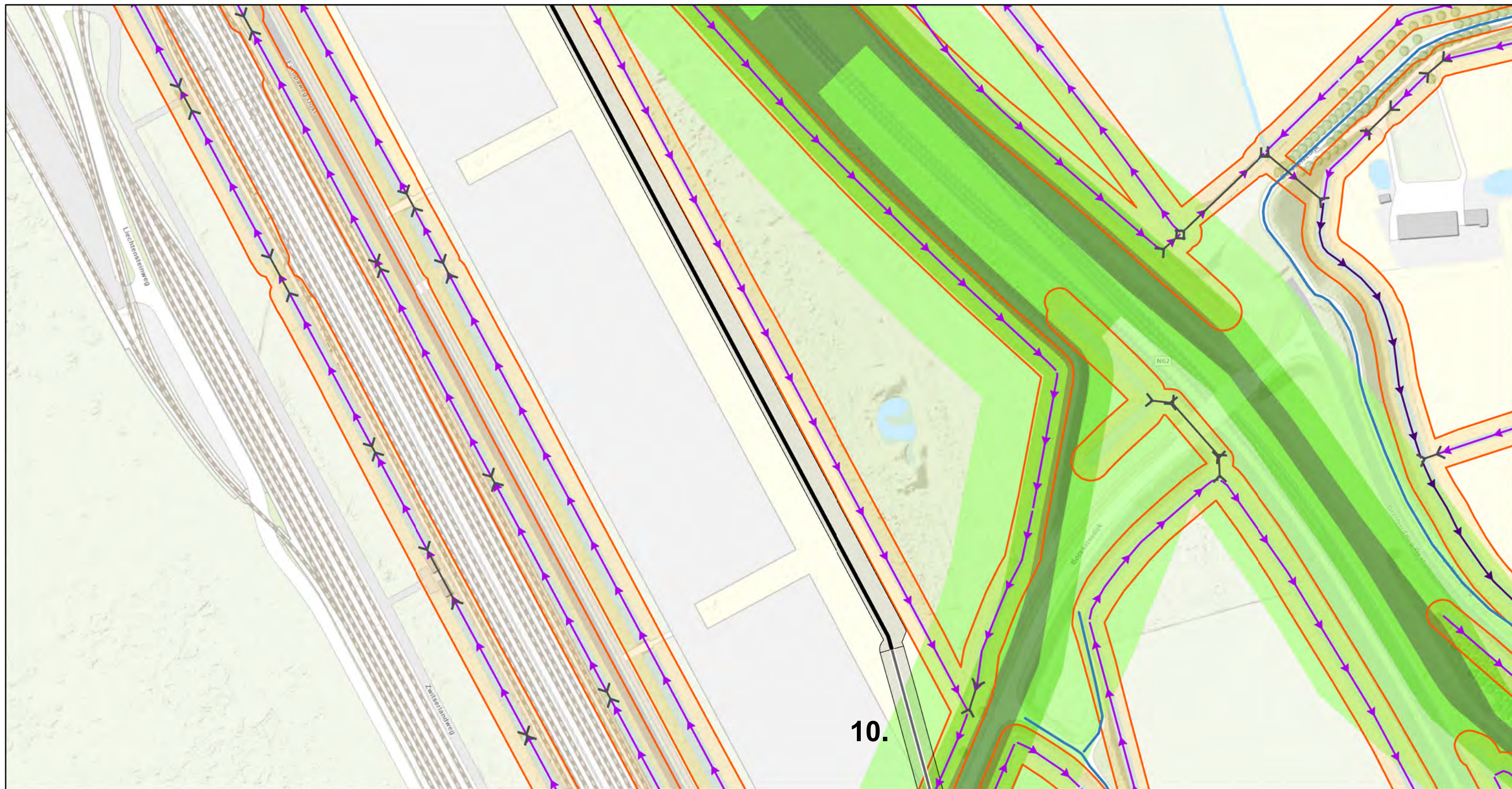
- Type, soort stroom**
- open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
  - MOF

- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - duiker
  - Beschermingszone

- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

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





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 21 van 28		
0 40 80 120 m		N	



### Type, soort stroom

- boring, DC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone

### Oppervlaktewaterlichaam

- primair
- secundair
- duiker
- Beschermingszone

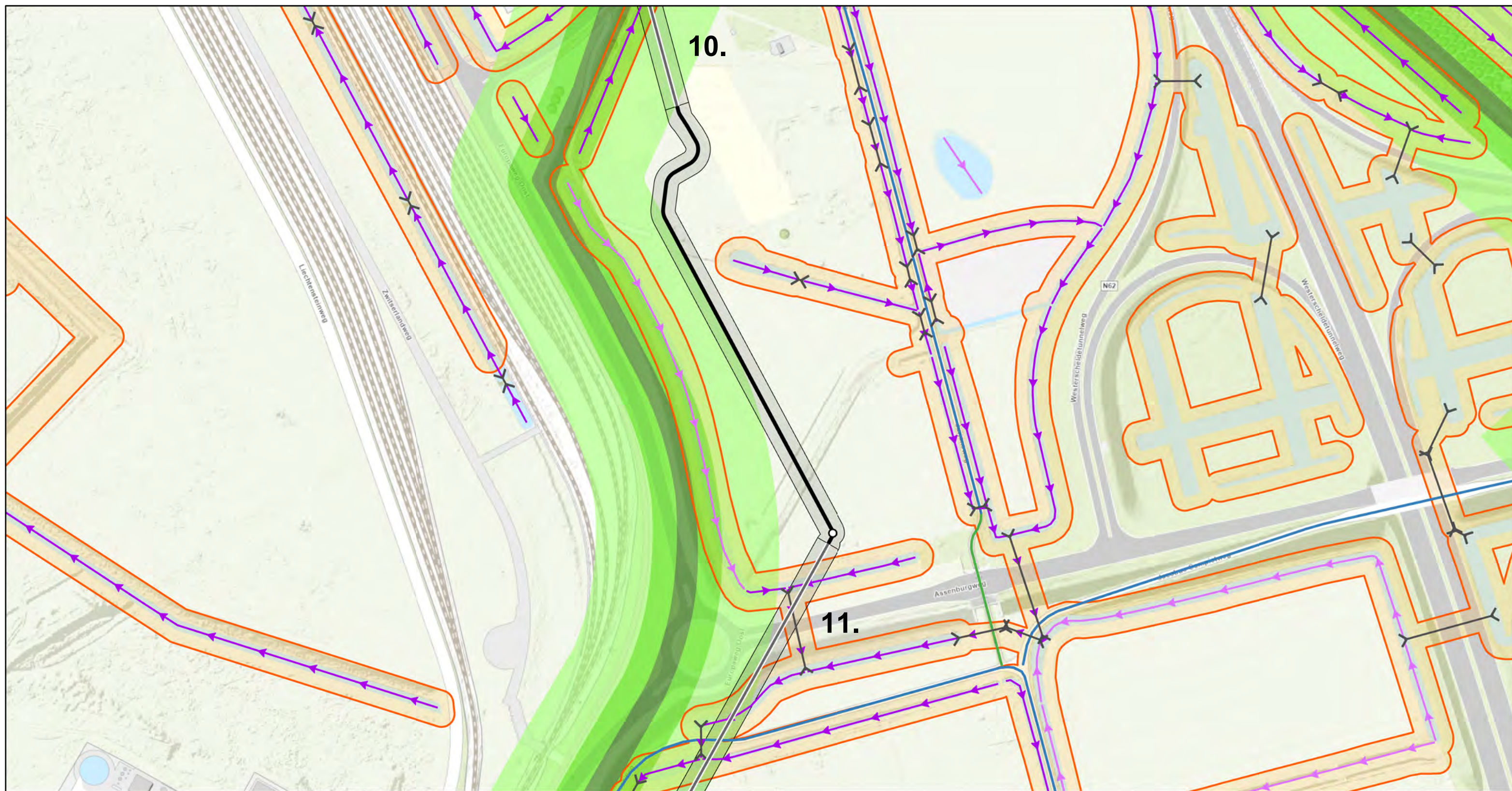
### Keringen

- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B

### Waterschapswegen

- Erftoegangsweg-B





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 22 van 28		



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



### Type, soort stroom

- boring, DC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone
- MOF

### Oppervlaktewaterlichaam

- secundair
- tertiair
- duiker
- Beschermingszone

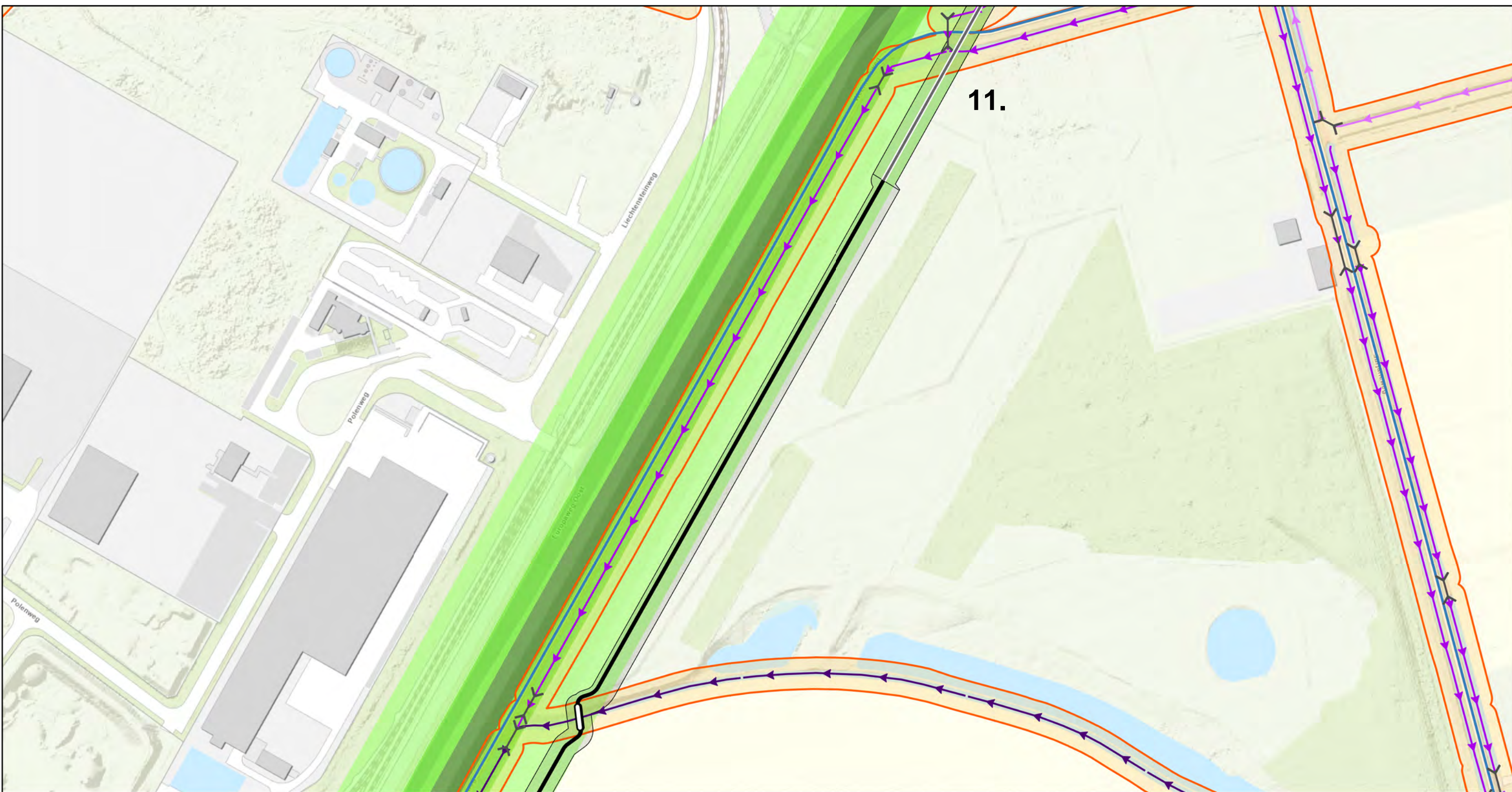
### Keringen

- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B

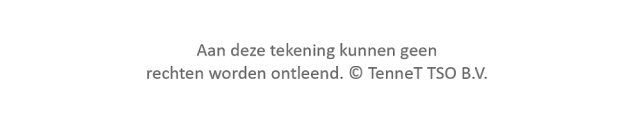
### Waterschapswegen

- Erftoegangsweg-B
- Fietspad
- Topo





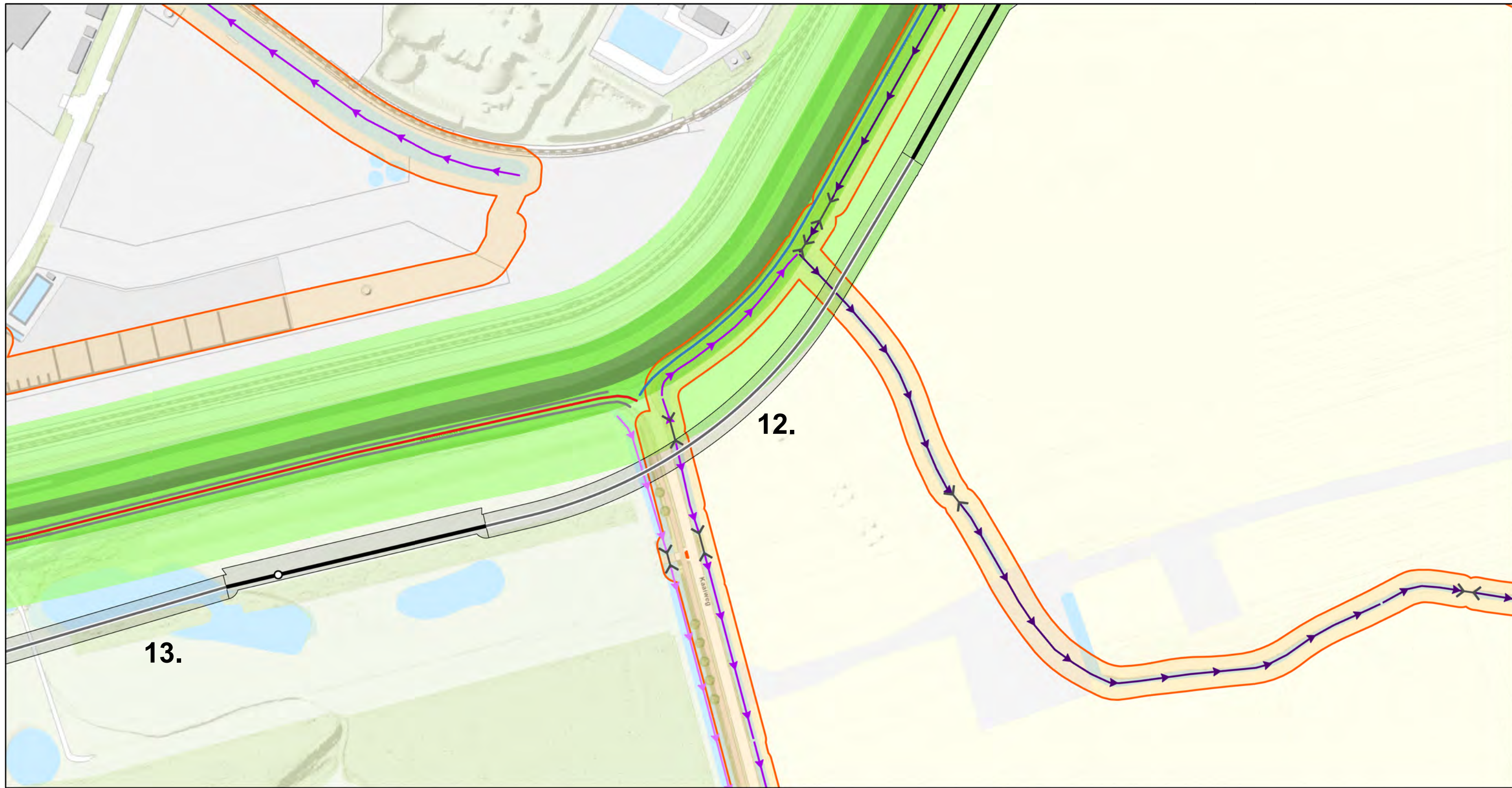
Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 23 van 28		



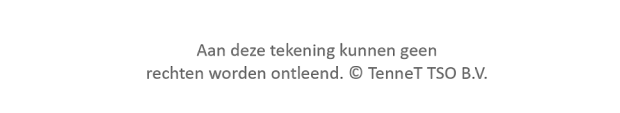
<p><b>Type, soort stroom</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> boring, DC</li> <li> open ontgraving, DC</li> <li> zinker, DC</li> <li> Vergunningszone</li> </ul>	<p><b>Oppervlaktewaterlichaam</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> primair</li> <li> secundair</li> <li> tertiair</li> <li> duiker</li> </ul>	<p><b>Keringen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Regionaal waterstaatswerk</li> <li> Regionaal beschermingszone A</li> <li> Regionaal beschermingszone B</li> </ul>	<p><b>Beschermingszone</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Beschermingszone</li> </ul>	<p><b>Waterschapswegen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Erftoegangsweg-B</li> <li>Topo</li> </ul>
---	--	---	--	--

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

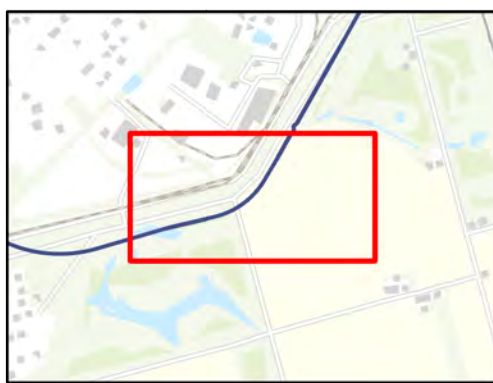




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 24 van 28		



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



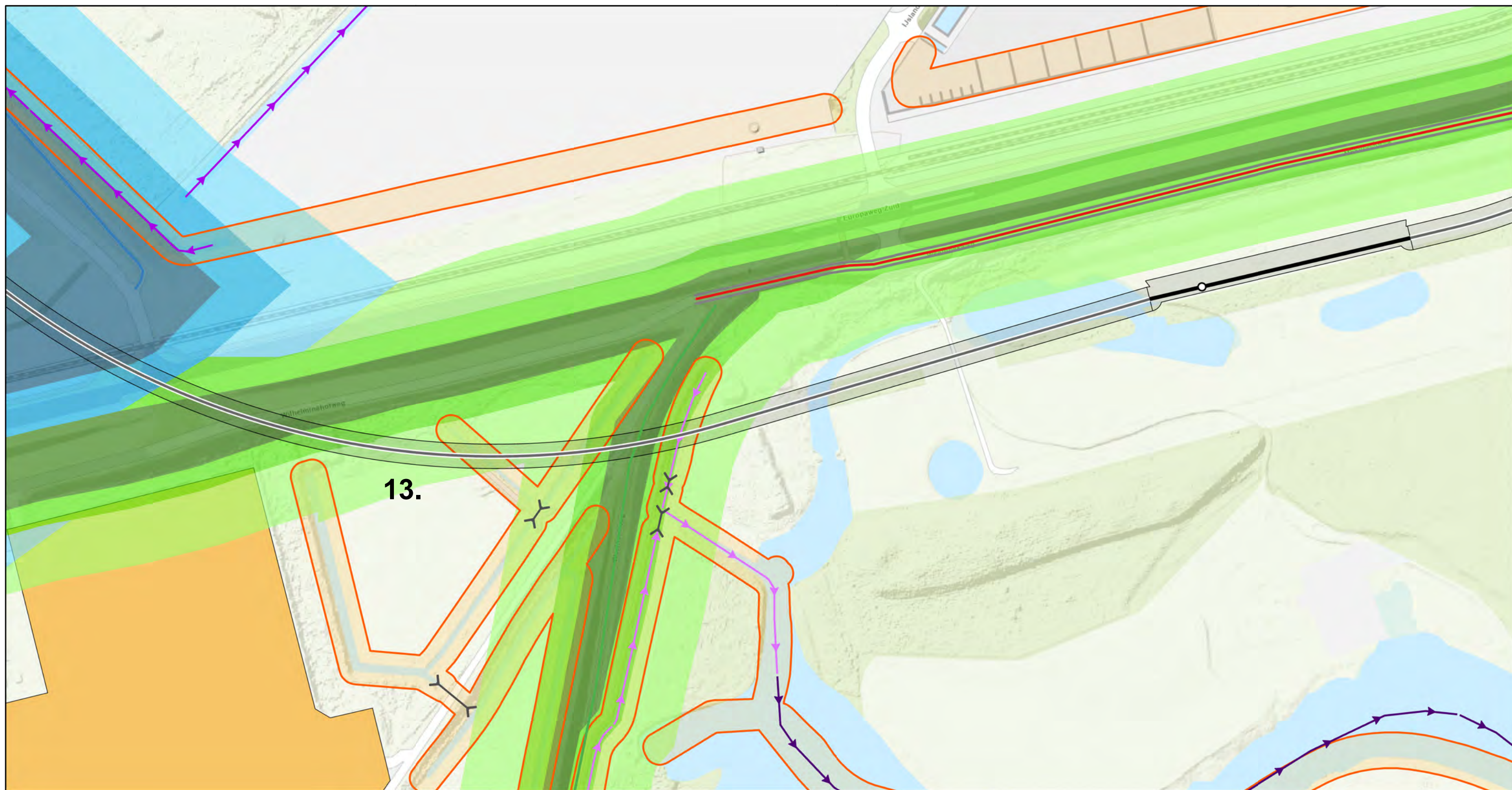
- Type, soort stroom**
- boring, DC
  - open ontgraving, DC
  - Vergunningszone
  - MOF

- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker

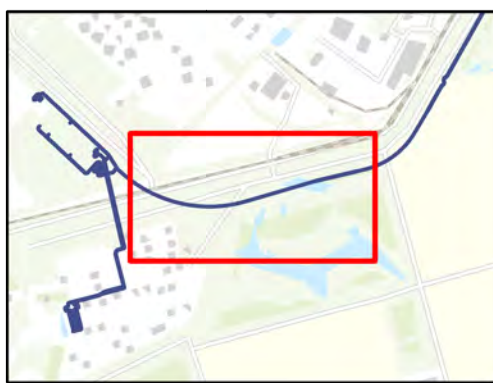
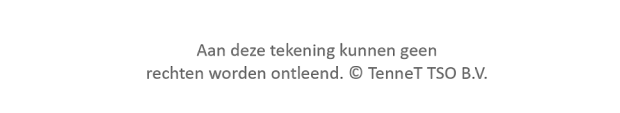
- Keringen**
- Beschermingszone
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-A
  - Erftoegangsweg-B
  - Overige
  - Topo





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 25 van 28		



### Type, soort stroom

- boring, DC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone
- MOF
- Hoogspanningstation BSL

### Oppervlaktewaterlichaam

- primair
- secundair
- tertiair
- duiker
- Beschermingszone

### Keringen

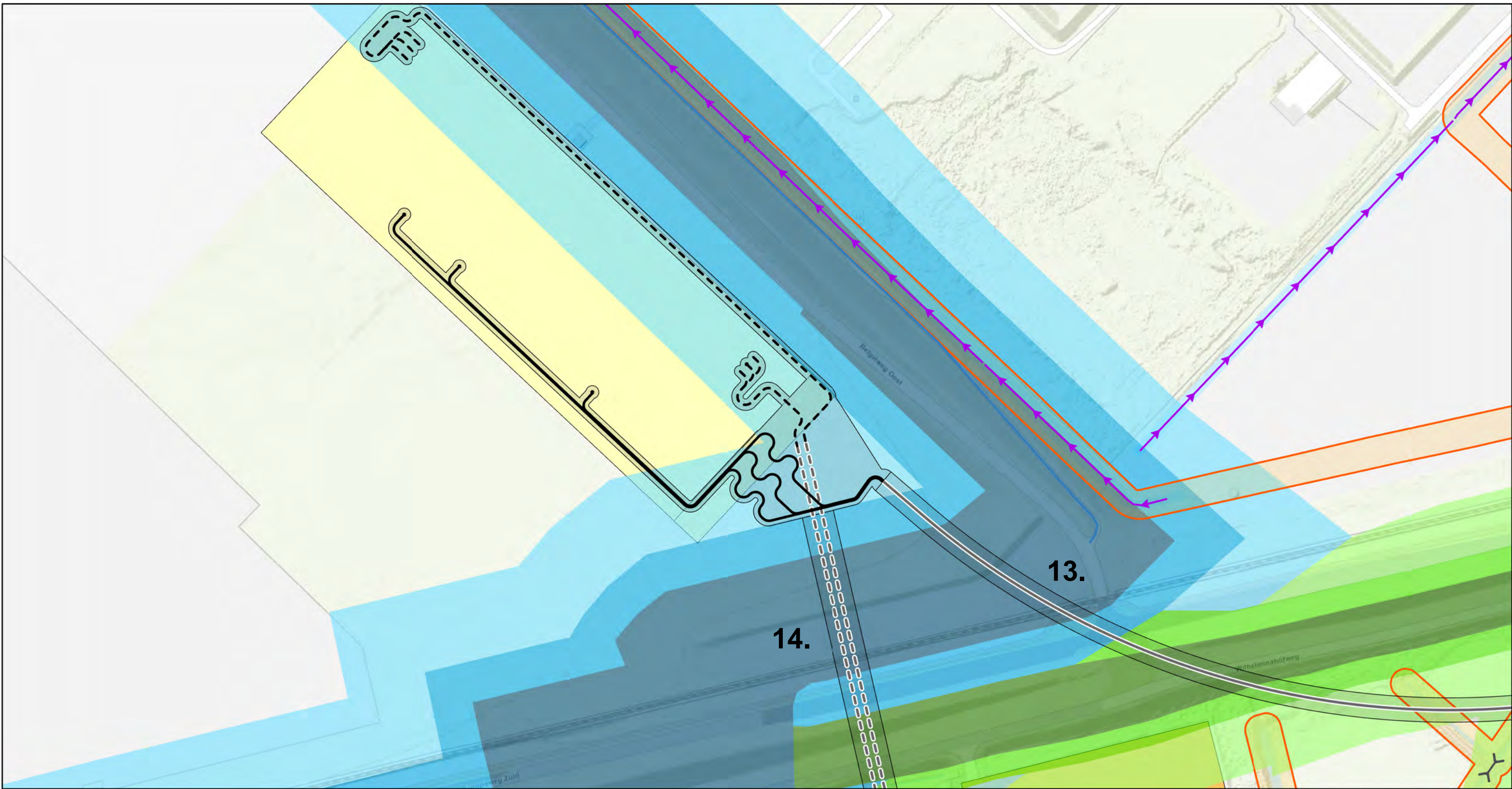
- Primair waterstaatswerk
- Primair beschermingszone B
- Primair beschermingszone A
- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B

### Waterschapswegen

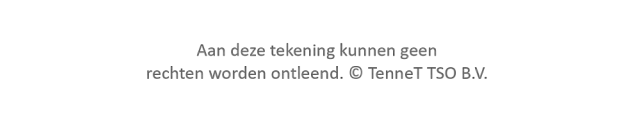
- Erftoegangsweg-A
- Erftoegangsweg-B
- Fietspad
- Overige
- Topo

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





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 26 van 28		



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



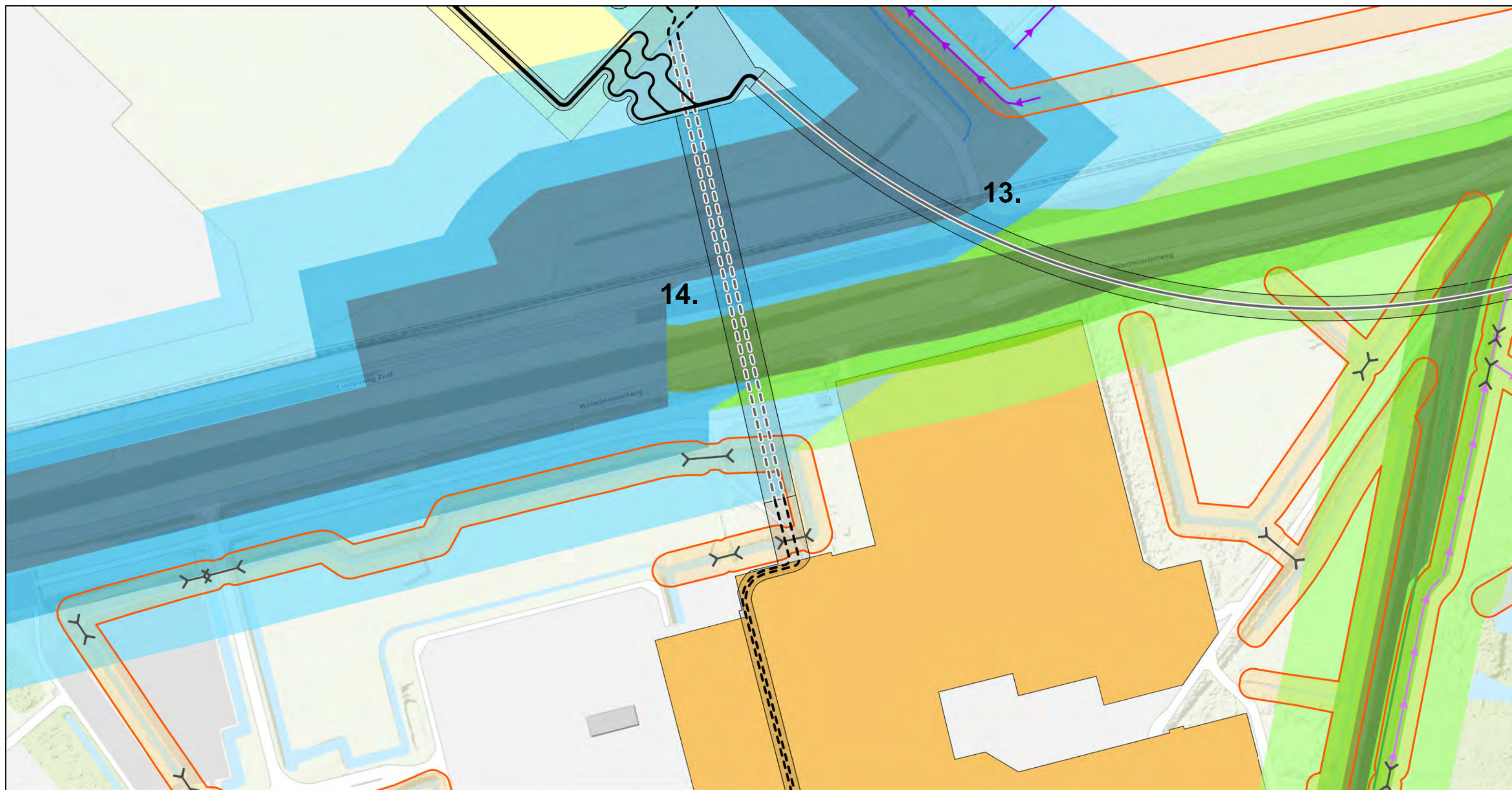
- Type, soort stroom**
- boring, AC
  - boring, DC
  - open ontgraving, AC
  - open ontgraving, DC
  - Vergunningszone

- Oppervlaktewaterlichaam**
- Gepland Converterstation
  - Hoogspanningstation BSL
  - secundair
  - duiker
  - Beschermingszone

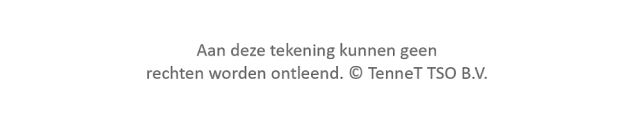
- Keringen**
- Primair waterstaatswerk
  - Primair beschermingszone B
  - Primair beschermingszone A
  - Regionaal waterstaatswerk
  - Regionaal beschermingszone A
  - Regionaal beschermingszone B

- Waterschapswegen**
- Erftoegangsweg-B
  - Topo

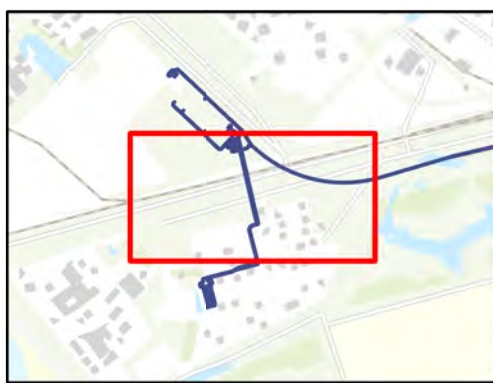




Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 27 van 28		



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



### Type, soort stroom

- boring, AC
- boring, DC
- open ontgraving, AC
- open ontgraving, DC
- Vergunningszone

### Oppervlaktewaterlichaam

- Gepland Converterstation
- Hoogspanningstation BSL
- secundair
- tertiair
- duiker

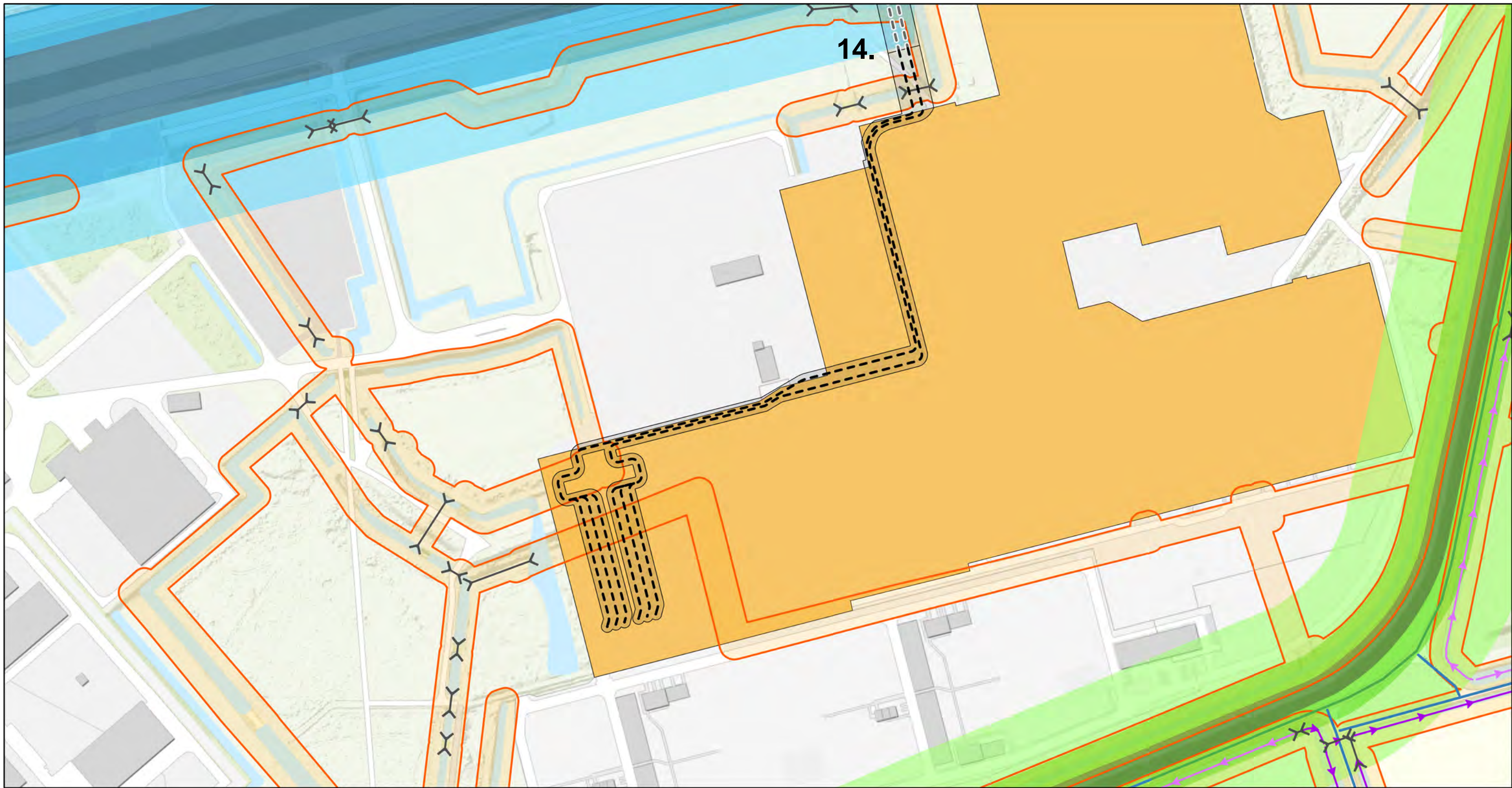
### Beschermingszone

- Beschermingszone

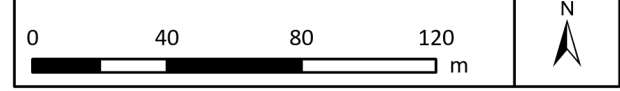
### Keringen

- Primair waterstaatswerk
- Primair beschermingszone B
- Primair beschermingszone A
- Regionaal waterstaatswerk
- Regionaal beschermingszone A
- Regionaal beschermingszone B





Versie	1.0	Datum	8-12-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2109_alpha_onshore_water_boring kaartbeeld 28 van 28		



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



<p><b>Type, soort stroom</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> boring, AC</li> <li> open ontgraving, AC</li> <li> Vergunningszone</li> <li> Hoogspanningstation BSL</li> </ul>	<p><b>Oppervlaktewaterlichaam</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> secundair</li> <li> tertiair</li> <li> duiker</li> <li> Beschermingszone</li> </ul>	<p><b>Keringen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Primair waterstaatswerk</li> <li> Primair beschermingszone B</li> <li> Primair beschermingszone A</li> <li> Regionaal waterstaatswerk</li> <li> Regionaal beschermingszone A</li> <li> Regionaal beschermingszone B</li> </ul>	<p><b>Waterschapswegen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Erftoegangsweg-B</li> <li> Fietspad</li> <li>Topo</li> </ul>
--	---	---	---



# Net op zee IJmuiden ver Alpha

**Horizontaal gestuurde boringen onder waterkeringen**  
**Waterschap Scheldendstroom**  
**TenneT TSO B.V.**

29 juli 2021



## Contactpersoon

**LINDA BOUWMAN**  
Specialist

T +31627062235  
M +31627062235  
E [linda.bouwman@arcadis.com](mailto:linda.bouwman@arcadis.com)

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

---

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten en randvoorwaarden</b>	<b>7</b>
2.1	Diameter en SDR-klasse algemeen	7
2.2	Leidinggegevens	7
2.3	Vooronderzoek	7
2.4	Grondmechanische gegevens	7
2.5	Grondwaterstanden	8
<b>3</b>	<b>Ontwerp van de kruisingen</b>	<b>9</b>
3.1	Configuratie van de kruisingen	9
3.2	Tracé en Diepteligging	9
3.2.1	Kruising A58	9
3.2.2	Kruising Quarlepolderweg	10
3.2.2.1	Kruising Quarlepolderweg (alternatief 1)	10
3.2.2.2	Kruising Quarlepolder (alternatief 2)	10
3.2.3	Kruising Frankrijkweg	10
3.2.4	Kruising Borssesdijk	10
3.2.5	Kruising Europaweg Zuid	11
3.2.6	Kruising Station Borssele	11
3.3	In- en uittredepunt	11
3.4	Kabels en leidingen	11
<b>4</b>	<b>Leidingberekening</b>	<b>12</b>
4.1	Algemeen	12
4.2	Sterkteberekening	12
4.2.1	Kruising A58	12
4.2.2	Kruising Quarlepolderweg	13
4.2.2.1	Alternatief 1	13
4.2.2.2	Alternatief 2	13
4.2.3	Kruising Frankrijkweg	13
4.2.4	Kruising Borssesdijk	14
4.2.5	Kruising Europaweg Zuid	15
4.2.6	Kruising Station Borssele	15
<b>5</b>	<b>Grond mechanisch en hydrologisch advies</b>	<b>16</b>

5.1	Boorspoeldrukken	16
5.2	Kwelsituatie	16
5.2.1	Kwelsituatie watervoerende pakket	16
5.2.1.1	Kwel uit het watervoerende pakket	16
5.2.2	Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising A58	16
5.2.3	Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Quarlepolderweg	17
5.2.3.1	Alternatief 1	17
5.2.3.2	Alternatief 2	17
5.2.4	Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Frankrijkweg	17
5.2.5	Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Borssesedijk	18
5.2.6	Kwel van buitendijks naar buitendijks kruising Europaweg Zuid	18
5.2.7	Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Station Borssele	19
<b>6</b>	<b>Uitvoeringsaspecten</b>	<b>20</b>
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	20
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	20
6.3	Keuring en inspectie	20
6.4	Uitvoeringseisen	20
<b>7</b>	<b>Conclusie en advies</b>	<b>21</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>22</b>
	Bijlage 1: Tekening kruising A58	22
	Bijlage 2: Tekening kruising Quarlepolderweg alternatief 1 en 2	22
	Bijlage 3: Tekening kruising Borssesedijk	22
	Bijlage 4: Tekening kruising Frankrijkweg	22
	Bijlage 5: Tekening kruising Europaweg Zuid	22
	Bijlage 6: Tekening kruising Station Borssele	22
	Bijlage 7: Sonderingen en boringen	22
	Bijlage 8: Veiligheidszone waterkering A58	22
	Bijlage 9: Beschermzones van Waterschap Scheldenstromen	22
	Bijlage 10: Gegevens Geothermisch onderzoek (grondwaterstanden)	22
	Bijlage 11: Grondwaterkaarten TNO 1977	22
	Bijlage 12: Sterkteberekening HDD A58	22
	Bijlage 13: Sterkteberekening HDD Quarlepolderweg alternatief 1 en 2	22
	Bijlage 14: Sterkteberekening HDD Borssesedijk	22
	Bijlage 15: Sterkteberekening HDD Frankrijkweg	22
	Bijlage 16: Sterkteberekening HDD Europaweg Zuid	22
	Bijlage 17: Sterkteberekening HDD Station Borssele	22

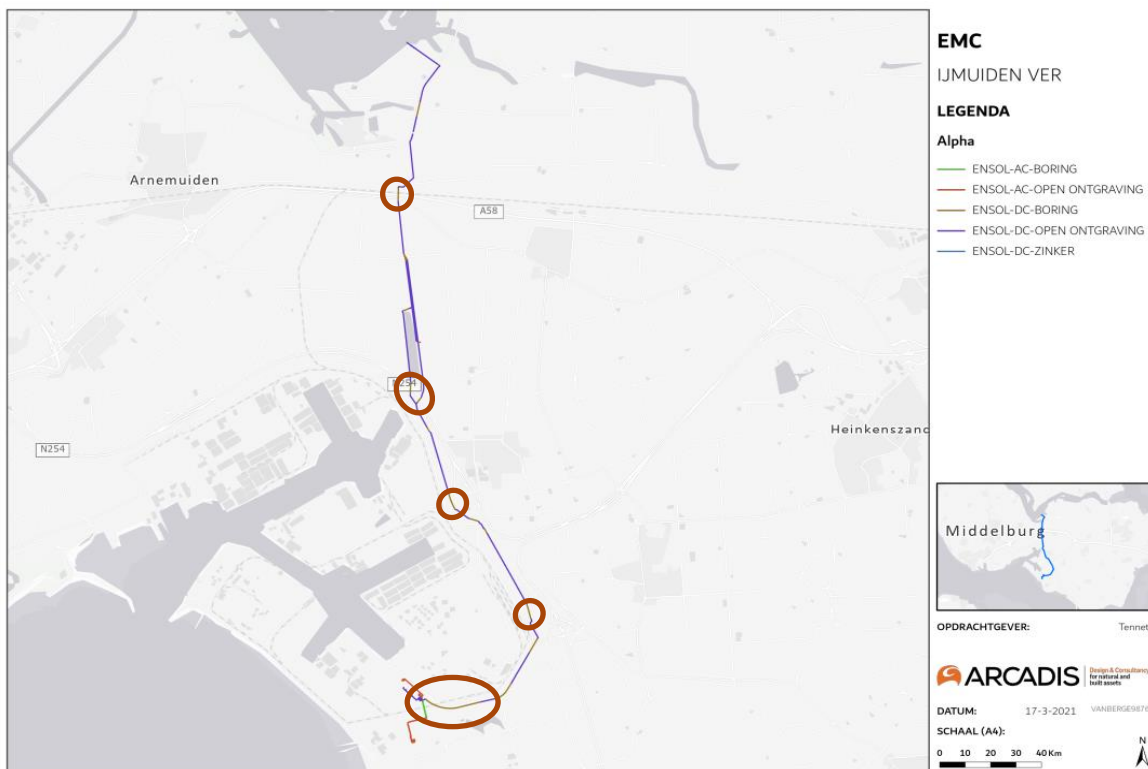




# 1 Inleiding

In het kader van het project IJmuiden Ver worden DC-kabelverbindingen gelegd om de windmolenparken IJmuiden Ver Alpha en Beta aan te sluiten via een converterstation op het hoogspanningsnet op land. In het kabeltracé op land worden horizontaal gestuurde boringen (HDD's) toegepast om verschillende knelpunten in het kabeltracé te kruisen. Open ontgravingen van deze knelpunten is door de aanwezigheid van verschillende bestaande leidingen, waterstaatswerken, watergangen en (spoor)wegen niet mogelijk. Voor de door TenneT aan te vragen vergunningen worden per specifieke kruising een sterkteberekening en een kwelweg berekening gemaakt. Daarnaast wordt het ontwerp toegelicht. Uitgangspunt van de berekening van de HDD's zijn de door TenneT toegeleverde tracé en sonderingen.

Voor de vergunningsaanvraag bij de diverse betrokken instanties zijn voor de HDD's berekeningen uitgevoerd volgens NEN 3650/3651 met het programma Sigma 2020 van Adviesbureau Schrijvers te Hellevoetsluis. Dit rapport bevat de uitgangspunten, grondmechanische gegevens en de berekeningsresultaten van de kruisingen met de waterkeringen (7x). Deze kruisingen kruisen ook de A58 (1x) en het (industrie)spoor (3x). In onderstaande figuur zijn de locaties van HDD's weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé Net op Zee IJV Alpha

De situering en het langspoorprofiel is als Bijlagen 1 t/m 6 bij dit rapport gevoegd. De volgende voorschriften en normen zijn voor het ontwerp en de berekeningen toegepast:

- NEN 3650:2020, NEN 3651:2020 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 2019;
- Standaard RAW 2020 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk;
- RLN00427-2 V001, (sleuf loze techniek) van ProRail.

## 2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

### 2.1 Diameter en SDR-klasse algemeen

TenneT zit momenteel in een pre-kwalificatie proces met kabelleveranciers om een kabel te ontwikkelen die het vermogen van 2000 MW kan transporteren. Dit kunnen uiteindelijk kabels worden met een koperen of aluminium geleider. Hierdoor is de uiteindelijke diameter van de kabel nog niet definitief bepaald. Uitgangspunt momenteel is dat de diameter per kabel inclusief isolatie en mantel, tussen de 150 en 160 mm komt te liggen. Gezien de diameter van de kabel in relatie tot de afmeting van de trekkop om de kabel, welke ruimte innemen, is een binnendiameter van de mantelbuis van minimaal 200 mm gewenst.

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 in bedrijfsnamen 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 sterkteberekeningen wordt een temperatuur van 20 °C gehanteerd.

Uit het ontwerp van de mantelbuizen blijkt dat dekking op de buizen variabel is. Hieronder staan samengevat de SDR-klassen die in het project worden toegepast. Uit de berekeningen zal blijken welke SDR-klasse toegepast dient te worden.

Mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Materiaal	PE 100 SDR 11 of SDR 9
Diameter Ø250 mm	SDR 11, inw. Ø 204,5 mm
Diameter Ø315 mm	SDR 11, inw. Ø 257,7 mm
Diameter Ø315 mm	SDR 9, inw. Ø 245 mm
Diameter Ø355 mm	SDR 9, inw. Ø 272,5 mm
Inwendige druk	0 N/mm <sup>2</sup>
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

### 2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé en betreffen drukloze buizen.

### 2.3 Vooronderzoek

In het vooronderzoek zijn gegevens verzameld over het te kruisen spoor, waterstaatswerk, kabels en leidingen en andere obstakels. Het lengteprofiel over het tracé is gegenereerd uit de AHN (Algemene Hoogtekaart Nederland).

### 2.4 Grondmechanische gegevens

De grondmechanische parameters, ter plaatse van de kruisingen, zijn herleid uit de geotechnische gegevens verkregen uit door TenneT aangeleverde grondonderzoek. Het betreffen sondering en boring uitgevoerd door Koops Grondmechanica BV te Roden. De sonderingen en boringen en boringen zijn opgenomen in Bijlage 7. De diverse parameters zijn bepaald door de sondering(en) in te lezen in het programma Sigma 2020 van Adviesbureau Schrijvers.

De mantelbuizen ter plaatse van de kruising A58 zijn gesitueerd in een homogeen zandpakket, hierdoor is er ook gerekend met gereduceerde grondbelastingen. De mantelbuizen ter plaatse van de overige kruisingen zijn gesitueerd in een heterogeen pakket, hierdoor is alleen gerekend met horizontale steundruk op de het diepste punt van de horizontaal gestuurde boringen (ter plaatse van het zand pakket).

Ter plaatse van de meeste kruisingen is in het voortraject één sondering en één mechanische boring geplaatst. Naast de grondmechanische gegevens is voor de globale bodemopbouw, grondwaterstanden en polderpeilen is ook gebruik gemaakt van het DINOloket en de interactieve kaarten van Waterschap Scheldestromen. Ter controle van deze gegevens dient voorafgaand aan de uitvoering, aanvullende sonderingen en boringen worden uitgevoerd. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de aannemer en ter goedkeuring aan de vergunningverlenende partijen te worden voorgelegd.



## 2.5 Grondwaterstanden

In opdracht van TenneT is door Antea Group een Geothermisch onderzoek uitgevoerd. In dit onderzoek zijn de deklaag, de grondwaterstanden van de geplaatste peilbuizen in het gebied weergegeven. Het onderzoek is in Bijlage 10 opgenomen.

De relevant gemeten (AG) (grond)waterstanden en GLG (gemeten laag grondwater) uit het onderzoek zijn voor:

Kruising	AG	GLG	Peilbuis
A58	N.A.P.+0,25 m	N.A.P. -0,80 m	MB31
Quarlepolderweg alternatief (1 en 2)	N.A.P.-0,42 m	N.A.P. -0,65 m	MB03 en MB04
Frankrijkweg	N.A.P. +0,43 m	N.A.P. -0,55 m	MB06
Borssesedijk	Niet gemeten	N.A.P. -0,68 m	MB09
Europaweg Zuid noordwestkant	Niet gemeten	N.A.P. 0,00 m	MB 14
Europaweg Zuid zuidoostkant	N.A.P. -0,20 m	N.A.P. -0,20 m	MB16
Station Borssele	Niet gemeten	N.A.P. 0,00 m	MB14

Uit bureauonderzoek (interactieve kaarten van Waterschap Scheldendstroom en het Dinoloket) zijn bij de in- en uittredepunten de volgende (grond)waterpeilen vastgesteld:

Kruising	Intredepunt	Uittredepunt
A58	N.A.P. 0,00 /-0,30 m (zp/wp)	N.A.P. -1,20 /-1,30 m (zp/wp)
Quarlepolderweg, alternatief 1	N.A.P. -1,20 /-1,30 m (zp/wp)	N.A.P. -1,20 /-1,30 m (zp/wp)
Quarlepolderweg, alternatief 2	N.A.P. -0,20/-0,50 m (zp/wp)	N.A.P. -1,20 /-1,30 m (zp/wp)
Frankrijkweg	N.A.P. 0,05/0,05 m (zp/wp)	N.A.P. -1,20 /-1,30 m (zp/wp)
Borssesedijk	N.A.P. 0,05/0,05 m (zp/wp)	N.A.P. -0,45/-0,65 m (zp/wp)
Europaweg Zuid	N.A.P. 0,05/0,05 m (zp/wp)	N.A.P. 0,15 /0,30 m (zp/wp)
Station Borssele	N.A.P. 0,05/0,05 m (zp/wp)	N.A.P. +0,25 m/ -0,10 meter, (DINOloket peilbuis B48G0012)

De interactieve kaarten van Waterschap Scheldstroom geven weer dat er brak tot zout water aanwezig kan zijn. Tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) moeten maatregelen genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

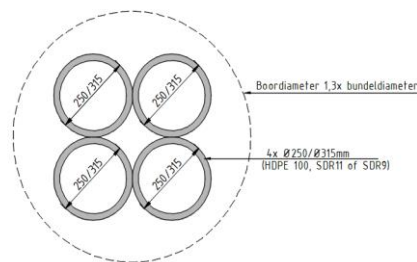
Omdat er bij de meeste kruisingen maar 1 peilbuis is aangebracht en verder de (grond)waterstanden, zijn gebruikt die verkregen zijn uit het bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht. Hiermee dienen de grondwaterstanden, stijghoogten en chloride gehalte in kaart worden gebracht. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de aannemer en ter goedkeuring aan de vergunningverlenende partijen te worden voorgelegd.

### 3 Ontwerp van de kruisingen

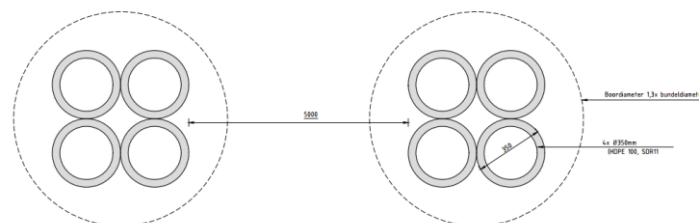
Om het tracé te kunnen realiseren is ervoor gekozen de waterkeringen, Rijksweg en het spoor door middel van een horizontaal gestuurde boring te kruisen.

#### 3.1 Configuratie van de kruisingen

Voor Waterschap betreft het 6 kruisingen, die worden uitgevoerd als 1 bundel met 4 mantelbuizen (figuur 2). En 1 kruising die uitgevoerd wordt als 2 bundels met 4 mantelbuizen (figuur 3).



Figuur 2: Boorconfiguratie 1 bundel met 4 mantelbuizen



Figuur 3: Boorconfiguratie 2 bundels met 4 mantelbuizen (Station Borssele)

#### 3.2 Tracé en Diepteligging

##### 3.2.1 Kruising A58

Kruising A58 betreft een kruising met een primaire waterkering, de A58, de N665 en het spoor. Voor de berekening is ervoor gekozen om het intredepunt aan de noordzijde te situeren en het uitredepunt aan de zuidzijde. Hiervoor is gekozen i.v.m. de ruimte voor een uitlegtracé. Om de HDD te kunnen, te realiseren, wordt, voor de beschermzone A (noordkant) een horizontale bocht ( $R_h=350$ ) aangebracht. Hiermee kan worden voldaan aan het loodrecht kruisen van het Waterstaatswerk (primaire waterkering en de Rijksweg) en het spoor.

Er is gekozen voor een intredehoek van  $17^\circ$  en een uitredehoek van  $15^\circ$ . De minimale diepte van de as van het boortracé, onder de A58 is circa N.A.P. -15,30 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 18,5 meter onder de A58, 20,5 meter onder de kruin waterkering en het spoor en 13,5 meter onder de teen van de primaire waterkering. Hiermee wordt voldaan aan de NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder de kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering) en de diepteliggingseis volgens ProRail (minimaal 16 meter onder het laagstegelegen maaiveld naast het spoor).

Naast de dekkingseis van de NEN en ProRail dient ook te worden voldaan aan de dekkingseis van RWS. Dekkingseis voor de A58 en N665 volgens paragraaf 2.4.1. Richtlijnen Boortechniek en NEN 3650 (1) artikel F.4.2.: In niet-cohesieve grond: 6x de buitendiameter van de aan te brengen leiding met een minimum van 1,5 meter. ( $6 \times 0,780$  meter = 4,68 meter)

De maatgevende diepte van het boortracé onder de Provincialeweg N665 is ca. N.A.P. -15,30 meter, wat overeenkomt met een dekking van ca. 17 meter (inclusief verharding laag) en onder de Provincialeweg N665 is de maatgevende diepte ca. N.A.P. -10,0 meter, wat overeenkomt met een dekking van ca. 13 meter (inclusief verharding laag):  $13 \text{ meter} > 4,68 \text{ meter} \rightarrow$  voldoet

## 3.2.2 Kruising Quarlepolderweg

In het voortraject is door TenneT nog geen keuze gemaakt over het tracé nabij de Quarlepolderweg. Hiervoor zijn ter plaatse 2 alternatieven uitgewerkt.

### 3.2.2.1 Kruising Quarlepolderweg (alternatief 1)

Kruising Quarlepolderweg (alternatief 1) betreft een (schuine) kruising met een regionale keringen. De kruising is gesitueerd aan westkant van de Sloekreek. Voor de berekening is gekozen om het intredepunt aan de noordzijde te situeren en het en het uitredepunt aan de zuidzijde. Hiervoor is gekozen in verband met aanwezigheid van hoogspanningskabels en de ruimte van het uitlegtracé in de groenstrook parallel aan de Bernardweg West.

In het tracé is een vierkante duiker gesitueerd. Deze duiker is op staal gefundeerd en wordt op een diepte van ca. 10 m gekruist. Aan de zuidkant zijn drie waterleidingen en een gasleiding aanwezig. Om de duiker en de waterleidingen te kunnen kruisen, en voldoende afstand te houden tot de gasleiding is ervoor gekozen de regionale kering schuin te kruisen.

Voor de intredehoek is een hoek van 17° aangehouden en een uitredehoek een hoek van 14°. De minimale diepte van de as het boortracé, het waterstaatswerk ligt op ongeveer N.A.P. -10.0 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 14,0 meter onder de kruin en 11,0 meter onder de teen van de regionale kering. Hiermee wordt voldaan aan de NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder de kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering).

### 3.2.2.2 Kruising Quarlepolder (alternatief 2)

Kruising Quarlepolderweg (alternatief 2) betreft een kruising met een regionale keringen. De kruising is gesitueerd aan oostkant van de Sloekreek. Voor de berekening is gekozen om het intredepunt aan de noordzijde te situeren en het en het uitredepunt aan de zuidzijde. Hiervoor is gekozen in verband met de ruimte van het uitlegtracé in de groenstrook parallel aan de Bernardweg West.

Aan de zuidkant ter hoogte van het uitredepunt zijn waterleidingen en een gasleiding aanwezig. Tijdens de uitvoering dienen deze beschermd dan wel overkluist te worden. Een en ander in overleg met de betreffende leiding beheerders. Er is gekozen voor een intredehoek van 14° en uitredehoek van 15°. De minimale diepte van de as het boortracé, het waterstaatswerk ligt op ongeveer N.A.P. -17.0 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 11,50 meter onder de kruin en 8,50 meter onder de teen van de regionale kering. Hiermee wordt voldaan aan de NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder de kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering).

## 3.2.3 Kruising Frankrijkweg

Kruising Frankrijkweg betreft een kruising met het spoor en een regionale keringen. Voor de berekening is ervoor gekozen om het intredepunt aan de noordwestzijde te situeren en het uitredepunt aan de zuidoostzijde. Hiervoor is gekozen in verband met de ruimte van het uitlegtracé in de groenstrook parallel aan de hoogspanningsmasten.

Er is gekozen voor een in- en uitredehoek van 15°. De minimale diepte van de as het boortracé, het waterstaatswerk ligt op ongeveer N.A.P. -9.0 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 19,0 meter onder de kruin en 12,0 meter onder de teen van de regionale kering. Hiermee wordt voldaan aan de NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering).



### 3.2.4 Kruising Borsselsedijk

Kruising met de Borsselsedijk betreft een kruising met een regionale kering. Voor de berekening is ervoor gekozen om het intredepunt aan de noordwestzijde te situeren en het uittredepunt aan de zuidoostzijde. Hiervoor is gekozen in verband met de ruimte van het uitlegtracé tussen de hoogspanningsmasten.

Er is gekozen voor een in- en uittredehoek van 14°. De minimale diepte van de as het boortracé, het waterstaatswerk ligt op ongeveer N.A.P. -14,0 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 19,0 meter onder de kruin en 14,0 meter onder de teen van de regionale kering. Hiermee wordt voldaan aan de NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering).

### 3.2.5 Kruising Europaweg Zuid

Kruising Europaweg Zuid betreft een kruising met het spoor en 2 regionale keringen. Voor de berekening is ervoor gekozen om het intredepunt aan de noordwestzijde te situeren en het uittredepunt aan de zuidoostzijde. Hiervoor is gekozen in verband met de ruimte van het uitlegtracé in de groenstrook parallel aan de Europaweg Oost.

Er is gekozen voor een in- en uittredehoek van 15°. De minimale diepte van de as het boortracé, het waterstaatswerk ligt op ongeveer N.A.P. -14,3 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 21 meter onder het spoor, 19,0 meter onder de kruin en 15,5 meter onder de teen van de regionale kering. Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens ProRail (minimaal 16 meter onder het laagstgelegen maaiveld naast het spoor) en van NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder de bodem van de watergang en de kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering).

In het vooroverleg is met ProRail afstemming en goedkeuring verkregen over de afwijking van het loodrecht kruisen van het spoor, mits aan de diepteligging van 16 meter wordt voldaan.

### 3.2.6 Kruising Station Borssele

Kruising Station Borssele betreft twee kruisingen met het spoor en een regionale kering. De leidingen liggen parallel met een hart op hart afstand van 5,70 m (minimale tussen afstand 5,0 m). Voor de berekening is er voor gekozen om het intredepunt aan de noordzijde te situeren en het uittredepunt aan de zuidzijde. Hiervoor is gekozen in verband met de ruimte van het uitlegtracé op het station Borssele.

Er is gekozen voor een in- en uittredehoek van 15°. De minimale diepte van de as het boortracé, het waterstaatswerk ligt op ongeveer N.A.P. -14,35 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 21,5 meter onder het spoor en de kruin en 14,5 meter onder de teen van de regionale kering. Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens ProRail (minimaal 16 meter onder het spoor) en van NEN 3651:2020 (minimaal 10 meter onder de bodem van de watergang en de kruin van de waterkering en 3 meter onder de teen van de waterkering).

## 3.3 In- en uittredepunt

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat deze buiten de aangegeven beschermzones (A) van Waterschap Scheldendstroom (Bijlage 9) en het profiel van vrije ruimte van het spoor liggen. Naast het vaststellen van deze beschermzones is voor de A58 ook een controle uitgevoerd op de veiligheidszone (Bijlage 8) van wegen en waterkeringen volgens art. 6.2.2.1 en 8.6.1 van NEN3651. Dit is op de betreffende tekening aangegeven.

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, spoor, watergangen en leidingen.

## 3.4 Kabels en leidingen

De relevante kabels en leidingen zijn op de situatietekening 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 sterkteberekeningen van de bundels in de kruising zijn uitgevoerd met het programma Sigma 2020 van de Adviesbureau Schrijvers BV. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 12 t/m 17 opgenomen en hieronder kort samengevat.

### 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 3651:2020 een waarde van 1 aangehouden;
- De verticale bochtstralen zijn respectievelijk 275, 300 en 350 meter.
- De gekozen in- en uittredehoeken variëren tussen de 14° en 17°;
- In de kruising A58 is een horizontale bochtstraal van 350 m toegepast;
- In de kruising Europaweg Zuid is een horizontale bochtstralen van 500 meter toegepast;
- Tijdens het intrekken moeten de leidingen 50% worden gevuld met water, dit om de spanningen in de leiding tijdens de uitvoeringsfase te verkleinen.

#### 4.2.1 Kruising A58

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, met gereduceerde grondbelastingen (homogeen, zand):

- Ø250 mm, PE100, SDR11, wanddikte = 22,7 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>1 Tijdens de trekoperatie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Leiding 50% gevuld</b></li> </ul>	$\sigma_x = 7,23$	10
<b>2 Gebruiksfase</b>	$\sigma_x = 0,45$ $\sigma_y = 4,60$	8

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  $<$  18,18 mm, dus voldoet

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfgevolle leidingen bedraagt circa 112 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. Indien er meer dan 27,67 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE-leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van 2 meter minus maaiveld is er maximaal 18,5 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fasen aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt PE100, ø250 mm, SDR11 toegepast.

## 4.2.2 Kruising Quarlepolderweg

### 4.2.2.1 Alternatief 1

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, met (horizontale steundruk):

- Ø315 mm, PE100, SDR9, wanddikte = 35 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leiding 50% gevuld</li> </ul>	$\sigma_x = 3,73$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 2,57$ $\sigma_y = 7,44$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ( $<8\% \times D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 8,68 mm  $<$  22,4 mm, dus voldoet

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfgevolle leidingen bedraagt circa 98 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 2,5 meter minus maaiveld is er maximaal 11,50 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fasen aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt **PE100, ø315 mm, SDR9** toegepast.

### 4.2.2.2 Alternatief 2

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, met gereduceerde grondbelastingen (homogeen, zand):

- Ø250 mm, PE100, SDR11, wanddikte = 22,7 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leiding 50% gevuld</li> </ul>	$\sigma_x = 2,04$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,62$ $\sigma_y = 7,21$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ( $<8\% \times D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 8,37 mm  $<$  18,18 mm, dus voldoet

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfgevolle leidingen bedraagt circa 24 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. Indien meer dan 27,67 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 9,0 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fasen aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt **PE100, ø250 mm, SDR11** toegepast.



### 4.2.3 Kruising Frankrijkweg

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, met (horizontale steundruk):

- Ø315 mm, PE100, SDR9, wanddikte = 35 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leiding 50% gevuld</li> </ul>	$\sigma_x = 2,83$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,52$ $\sigma_y = 7,52$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ( $<8\% \times D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 8,67 mm  $<$  22,4 mm, dus voldoet

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfge vulde leidingen bedraagt circa 75 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 1,65 meter minus maaiveld is er maximaal 19,5 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fasen aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt **PE100, ø315 mm, SDR 9** toegepast.

### 4.2.4 Kruising Borsselsedijk

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, met (horizontale steundruk):

- Ø315 mm, PE100, SDR9, wanddikte = 35 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm <sup>2</sup> ]	Toelaatbare spanning [N/mm <sup>2</sup> ]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leiding 50% gevuld</li> </ul>	$\sigma_x = 2,40$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,52$ $\sigma_y = 7,22$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ( $<8\% \times D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 8,31 mm  $<$  22,4 mm, dus voldoet

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfge vulde leidingen bedraagt circa 62 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 1,22 meter minus maaiveld is er maximaal 14,8 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fasen aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt **PE100, ø315 mm, SDR9** toegepast.

#### 4.2.5 Kruising Europaweg Zuid

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, met (horizontale steundruk):

- Kruising HDD Europaweg Zuid, Ø315 mm, PE100, SDR9, wanddikte = 35 mm

Fase	Optredende spanning N/mm <sup>2</sup>	Toelaatbare spanning N/mm <sup>2</sup>
1 Tijdens de trekoperatie • leiding 50% gevuld	$\sigma_x = 6,24$	10
2 gebruiksfase	$\sigma_x = 0,52$ $\sigma_y = 7,91$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ( $<8\% \times D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 9,13 mm  $<$  22,4 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 178 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 meter minus maaiveld is er maximaal circa 34 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt **PE100, ø315 mm, SDR 9** toegepast.

#### 4.2.6 Kruising Station Borssele

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen:

- Kruising HDD, Ø355 mm, PE100, SDR9, wanddikte = 39,4 mm

Fase	Optredende spanning N/mm <sup>2</sup>	Toelaatbare spanning N/mm <sup>2</sup>
1 Tijdens de trekoperatie • leiding 50% gevuld	$\sigma_x = 3,35$	10
2 gebruiksfase	$\sigma_x = 0,58$ $\sigma_y = 7,56$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ( $<8\% \times D_{inw}$ ). De optredende deflectie is circa 9,8 mm  $<$  25,25 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de niet gevulde leidingen bedraagt circa 108 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,8. Indien meer dan 54,05 m grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE- leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van 4,0 meter minus maaiveld is er maximaal circa 17 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

De mantelbuizen voldoen, in alle fase aan de gestelde eisen. Voor alle mantelbuizen wordt **PE100, ø350 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 sterkte berekeningen (zie Bijlage 12 t/m 17), 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 in- en uittredepunt van de boring. Om het risico op muduitbraak te beperken, dienen de muddrukken en de voortgangssnelheid hier te worden aangepast.

### 5.2 Kwelsituatie

Bij een horizontaal gestuurde boring onder een waterkering moet volgens NEN3651 onderzoek worden gedaan naar langsluipsheid (kwel) op de (middel)lange termijn. In hoofdstuk 2.5 zijn de verschillende (grond)waterpeilen geïnventariseerd.

Er kunnen verschillende kwelsituaties voorkomen, die hierna zijn beschreven. De maatgevende voorkomende waterpeilen zijn in de berekeningen aangehouden.

#### 5.2.1 Kwelsituatie watervoerende pakket

##### 5.2.1.1 Kwel uit het watervoerende pakket

Het diepste punt van de boringen ligt tussen N.A.P. -7,00 m en N.A.P. -15,35 m. Uit de gegevens het Geothermische onderzoek blijkt dat de bodem ter plaatse van het tracé bestaat uit een holocene deklaag. Op de eerste helft van het tracé is de deklaag aanwezig tot NAP -25,0 à NAP -30,0 m. Uit deze gegevens blijkt dat de boringen op de eerste helft van het tracé boven de afsluitende laag zijn gesitueerd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen kans is op kwel uit het 1<sup>ste</sup> watervoerende pakket

Op de twee helft van het tracé is de holocene deklaag aanmerkelijk dunner, en is deze aanwezig tot NAP -6,0 m. De stijghoogte van het twee deel van het tracé ligt volgens de grondwaterkaarten van TNO rond de N.A.P. 0.00 m, deze zijn nagenoeg gelijk aan de polderpeilen, hieruit kan worden geconcludeerd dat er een kleine tot geen kans is op kwel uit het 1<sup>ste</sup> watervoerende pakket.

Omdat er maar bij de meeste kruisingen maar 1 peilbuis is aangebracht en de stijghoogte zijn verkregen uit bureauonderzoek, moeten voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, peilbuizen worden aangebracht in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket om de stijghoogten in kaart te brengen. De resultaten dienen te worden verwerkt in de boorplannen van de aannemer en ter goedkeuring aan de vergunningverlenende partijen te worden voorgelegd.

#### 5.2.2 Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising A58

Ten gevolge van een (grond)watersverschil ter plaatse van de in- en uittredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):

$$\sum L_v + \sum \alpha \cdot L_h \geq C_l \cdot h \text{ (absolute toetsing)}$$

Waarin:

$C_l = 7$  (fijn zand);

$h =$  hier N.A.P. +0,25 m (gemeten grondwaterstand) – N.A.P. – 1,30 m (polderpeil noordkant) = 1,55 m. (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunt);

$\sum L_v = 0$  (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 = 600 m. (lengte boring).

Inulling van bovenstaande gegevens levert:

$$0,1 \times 600 \geq 7 \times 1,55 \rightarrow 60 \geq 10,85 \text{ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.}$$



Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen, door de mantelbuizen ter plaatse van het uiteinde, dienen deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.

## 5.2.3 Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Quarlepolderweg

### 5.2.3.1 Alternatief 1

Ter plaatse van deze kruising zijn de polderpeilen aan weerszijde van de boringen zijn gelijk. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van kwel van buitendijks naar binnendijks.

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen ter plaatse van het uiteinde dienen deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht

### 5.2.3.2 Alternatief 2

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de in- en uittredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):

$$\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_I \cdot h \text{ (absolute toetsing)}$$

Waarin:

$C_I = 7$  (fijn zand);

$h =$  hier N.A.P. -0,20 m (intredepunt) – N.A.P. -1,30 m (uitredepunt) = 1,1 m. (peilverschil t.p.v. in- en uitredepunt);

$\Sigma L_v = 0$  (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 = 113 m. (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$$0,1 \times 113 \geq 7 \times 1,10 \rightarrow 11,3 \geq 7,7 \text{ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.}$$

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen ter plaatse van het uiteinde dienen deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.

## 5.2.4 Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Frankrijkweg

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de in- en uittredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):

$$\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_I \cdot h \text{ (absolute toetsing)}$$

Waarin:

$C_I = 7$  (fijn zand);

$h =$  hier N.A.P. 0,43 m (gemeten grondwaterstand) – N.A.P. -1,30 m (intredepunt) = 1,73 m. (peilverschil t.p.v. in- en uitredepunt);

$\Sigma L_v = 0$  (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 = 274,5 m. (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$$0,1 \times 274 \geq 7 \times 1,73 \rightarrow 27,4 \geq 12,11 \text{ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.}$$

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen ter plaatse van het dienen deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.

### 5.2.5 Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Borsseledijk

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de in- en uittredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):

$$\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_I \cdot h \text{ (absolute toetsing)}$$

Waarin:

$C_I = 7$  (fijn zand);

$h =$  hier N.A.P. 0,05 m – N.A.P. -0,65 m (intredepunt) = 0,70 m. (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunt);

$\Sigma L_v = 0$  (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 = 274,5 m. (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$$0,1 \times 274 \geq 7 \times 0,70 \rightarrow 27,4 \geq 4,90 \text{ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.}$$

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen ter plaatse van het uiteinde dienen deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.

### 5.2.6 Kwel van buitendijks naar buitendijks kruising Europaweg Zuid

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de in- en uittredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):

$$\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_I \cdot h \text{ (absolute toetsing)}$$

Waarin:

$C_I = 7$  (fijn zand) → maatgevend;

$C_I = 5$  (zachte klei);

$C_I = 6$  (veen)

$h =$  hier N.A.P. +0,00 m (gemeten grondwaterstand) – N.A.P. -0,30 m (uittredepunt) = 0,30 m. (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunt);

$\Sigma L_v = 0$  (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 = 800 m. (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$$0,1 \times 800 \geq 7 \times 0,30 \rightarrow 80 \geq 2,10 \text{ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.}$$

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. Bovendien levert de boorvloeistof in de boorgang, ten gevolge van het hogere volumegegewicht, weerstand tegen waterstroming via de boorgang. Om een kwelweg te voorkomen door de mantelbuizen ter plaatse van het uiteinde deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.

## 5.2.7 Kwel van buitendijks naar binnendijks kruising Station Borssele

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de in- en uittredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Volgens Bligh-Lane kan de kortste kwelweg als volgt worden berekend en gecontroleerd op interne erosie (piping):

$$\Sigma L_v + \Sigma \alpha \cdot L_h \geq C_I \cdot h \text{ (absolute toetsing)}$$

Waarin:

$C_I = 7$  (fijn zand) → maatgevend;

$h =$  hier N.A.P. +0,00 m (gemeten grondwaterstand) – N.A.P. +0,25 m (polderpeil noordkant) = 0,25 m. (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunt);

$\Sigma L_v = 0$  (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

$\Sigma L_h =$  lengte horizontale kwelweg = 289 m. (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$$0,1 \times 289 \geq 7 \times 0,25 \rightarrow 20,7 \geq 1,75 \text{ waarmee wordt voldaan aan de absolute toets.}$$

Zekerheidshalve wordt aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel toegepast volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020. 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 ter plaatse van het uiteinde deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.



## 6 Uitvoeringsaspecten

### 6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water

Uit de interactieve kaarten van Waterschap Scheldstroom is er sprake van brak tot zout water. 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 het 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 bijgesteld. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de hart-op-hart afstand (kruising Borssele), en de aard van de te kruisen objecten dienen de HDD's uitgevoerd te worden met gyro-steeringtool, (ProRail, eis 3.25 van RLN00427-2).

Voor de maximale afwijkingen zijn we uitgegaan van:

- In het boortracé +0,5 meter en -0,5 meter horizontaal en verticaal;
- Bij het uittredepunt +1 meter en -1 meter 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 3651:2020. Daarnaast dient door de aannemer 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 mantelbuizen worden alle lassen van de mantelbuis gekeurd door een door de opdrachtgever goedgekeurde instantie en volgens de voorschriften beoordeeld. Alle inwendige lasrillen dienen te worden verwijderd.

Zowel vóór het intrekken van de mantelbuizen als na het intrekken (en voor ingebruikname) wordt de kruising op sterkte beproefd volgens artikel 9.7 van NEN 3651:2020. 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

#### ***Uitvoeringseisen:***

Voor het uitvoeren van de boringen wordt verwezen naar de standards van TenneT. Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de aannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van NEN 3650/3651:2020, RLN00427-2 V001, (sleuf loze techniek) van ProRail en Richtlijnen boortechnieken 2019 van Rijkswaterstaat.

In de voorfase is door ProRail aangegeven dat de aannemer de HDD-bundels dient in te trekken met een plastische blijvende en afsluitende boorvloeistof (bv. Drill Grout of gelijkwaardig). Eén en ander in overleg met ProRail.

Voor de materiaal- en uitvoeringseisen, aanvullingen en verdichtingen en overige civieltechnische werkzaamheden dient een bestek te worden opgesteld en de Standaard RAW bepalingen (Standaard 2020) van toepassing dient te worden verklaard.

#### ***Uitvoeringseisen (ondiepe <5,0 m) kruising watergangen:***

Ter plaatse van het uittredepunten van de kruising A58 en station Borssele zijn watergangen aanwezig. Tijdens het boorproces is sprake van een geringe dekking met de waterbodem (dekkingen tussen de 1,50 á 3,00 m). Om een blow-outs te voorkomen dient, voor de start van pilotboring van de horizontaal gestuurde boring, de watergang respectievelijk over 10 en 15 meter (ca. 5 meter aan weerszijde van het boortracé) te worden gedempt. Om de stroming te handhaven dient een duiker te worden aangebracht. De diameter van de duiker dient in overleg met het waterschap te worden bepaald.

## 7 Conclusie en advies

Geadviseerd wordt om de kruising A58 en de kruising Quarlepolderweg alternatief 2 de mantelbuizen uit te voeren in PE 100, SDR 11 en de overige kruisingen de mantelbuizen uit te voeren in PE100, SDR 9.

De mantelbuizen dienen voor 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 om een kwelweg door de mantelbuizen te voorkomen.

De aannemer dient de HDD-bundel in te trekken met een plastische blijvende en afsluitende boorvloeistof (bv. Drill Grout of gelijkwaardig). In overleg met Waterschap Scheldendstroom dient te worden gekeken of deze maatregel afdoende is om kwel te voorkomen of dat na intrekken van de leiding, (volgens artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020, aan beide zijden een kleikist met kwelscherm dient te worden aangebracht. De uitkomsten hiervan moet te worden opgenomen in het werkplan van de aannemer.

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.

## **Bijlagen**

**Bijlage 1: Tekening kruising A58**

**Bijlage 2: Tekening kruising Quarlepolderweg alternatief 1 en 2**

**Bijlage 3: Tekening kruising Borssesdijk**

**Bijlage 4: Tekening kruising Frankrijkweg**

**Bijlage 5: Tekening kruising Europaweg Zuid**

**Bijlage 6: Tekening kruising Station Borssele**

**Bijlage 7: Sonderingen en boringen**

**Bijlage 8: Veiligheidszone waterkering A58**

**Bijlage 9: Beschermzones van Waterschap Scheldenstromen**

**Bijlage 10: Gegevens Geothermisch onderzoek (grondwaterstanden)**

**Bijlage 11: Grondwaterkaarten TNO 1977**

**Bijlage 12: Sterkteberekening HDD A58**

**Bijlage 13: Sterkteberekening HDD Quarlepolderweg alternatief 1 en 2**

**Bijlage 14: Sterkteberekening HDD Borssesdijk**

**Bijlage 15: Sterkteberekening HDD Frankrijkweg**

**Bijlage 16: Sterkteberekening HDD Europaweg Zuid**

**Bijlage 17: Sterkteberekening HDD Station Borssele**



## Colofon

NET OP ZEE IJMUIDEN VER ALPHA  
HORIZONTAAL GESTUURDE BORINGEN ONDER WATERKERINGEN  
WATERSCHAP SCHELDENSTROMEN

### KLANT

TenneT TSO B.V.

### AUTEUR

Linda Bouwman

### ONZE REFERENTIE

D10031024:54

### DATUM

29 juli 2021

### STATUS

Definitief

### GECONTROLEERD DOOR

Jeroen Hulzebos  
Senior Adviseur Watertechnologie

### VRIJGEGEVEN DOOR

Tom Bogaert  
Senior Adviseur/Projectmanager

## Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825  
1040 AV Amsterdam  
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

**Arcadis.** Improving quality of life

Volg ons op



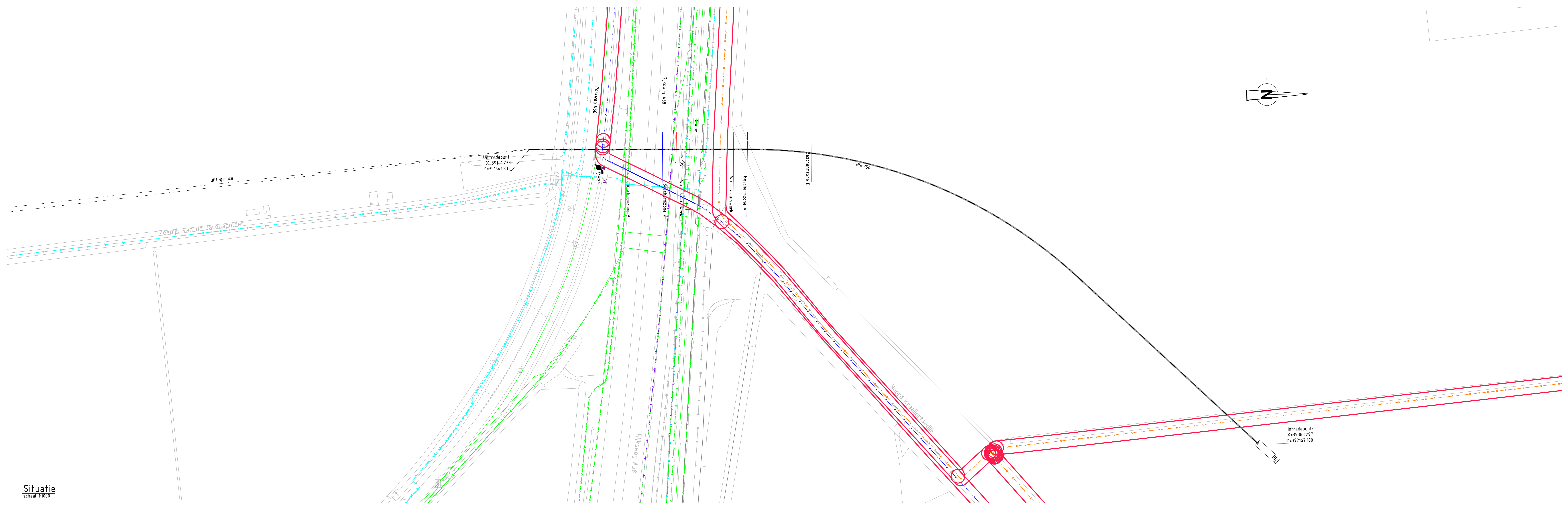
[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



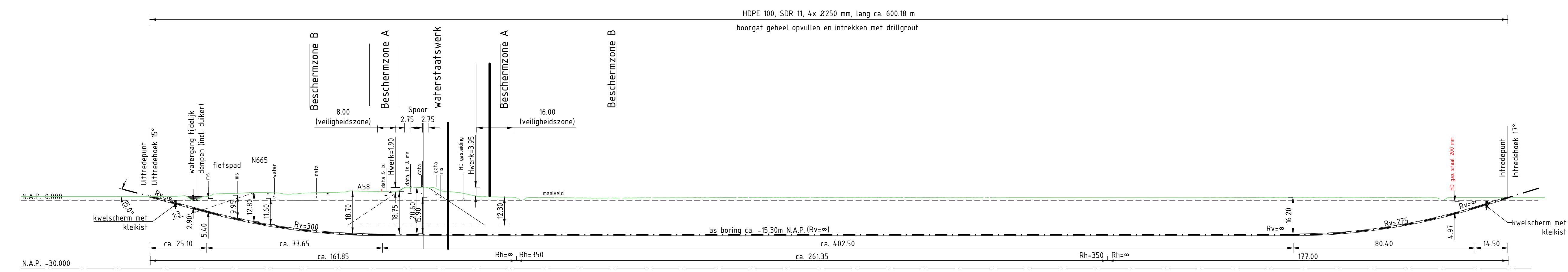
[arcadis\\_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



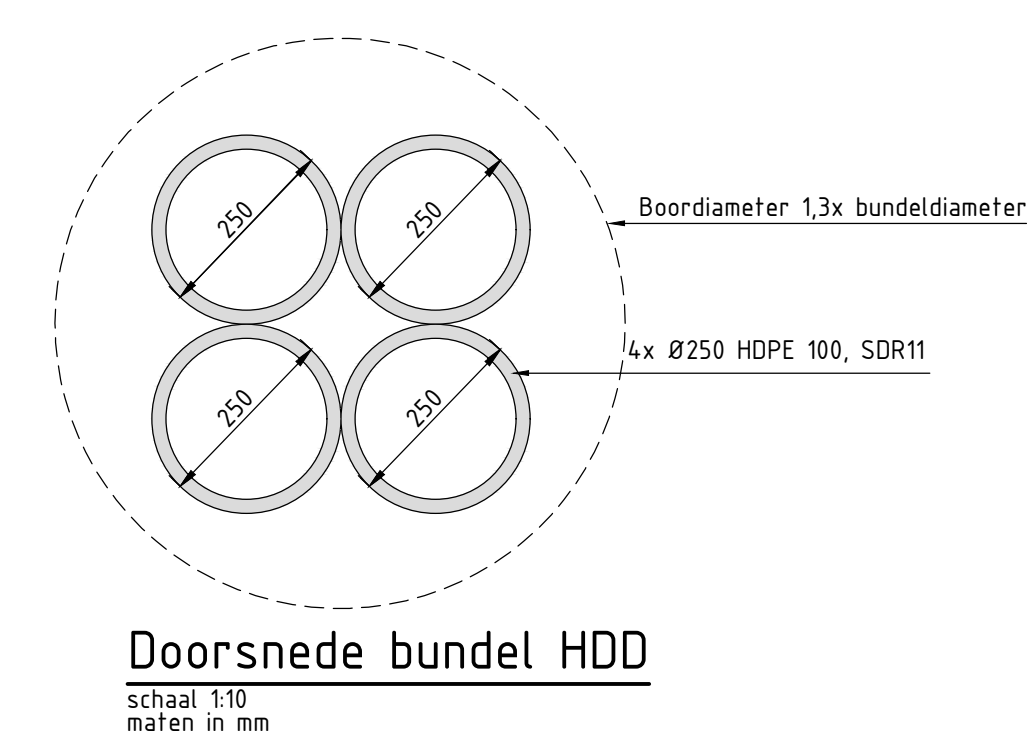
[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)



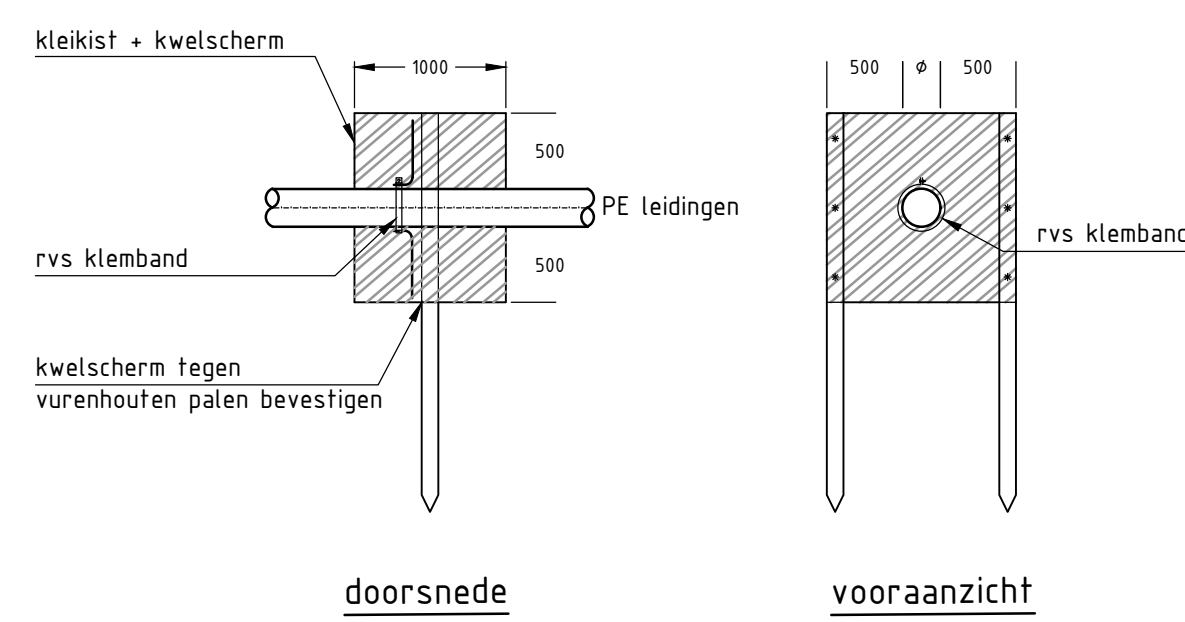
Situatie  
schaal 1:1000



Lengte profiel boring Rijksweg A58 (alternatief) (12)  
(Lengte profiel gegeneerd uit de AHN)  
schaal 1:1000



Doorsnede bundel HDD  
schaal 1:10  
maten in mm



Principe detail  
kleikist + kwelscherm  
schaal 1:50  
maten in mm

Legenda bestaande K&L

Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra HS	Electra HS
Electra MS	Electra MS
LD gasleiding	LD gasleiding
HD gasleiding	HD gasleiding
Gasolie leiding	Gasolie leiding
Olieleiding	Olieleiding
Risic	Risic
Draaislot	Draaislot
KPN	KPN
Diverse Telefoon UPC/Eurofiber, Telez, enz	Diverse Telefoon UPC/Eurofiber, Telez, enz
Waterleiding	Waterleiding
Wantsen SV	Wantsen SV
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Sondering	Sondering
Groenbering	Groenbering

KLIC melding nr(s): 20011918

- 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

Opmerkingen:  
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, tenzij anders vermeld van N.A.P.

J	29-07-2021	LB	TB	Da/Re/Hv
J	29-07-2021	AK	LB	Concept definitief
J	29-07-2021	LB	TB	Concept
Rev	Datum	Get	Gez	WUZIGANG

OPDRACHTGEVER: **Tennet**  
Taking power further

ONTWERP : Tennef  
GETEKEND : J. Anijl  
DATUM : 29-07-2021

PROJECT : **Net op Zee IJmuiden Ver**  
Alpha

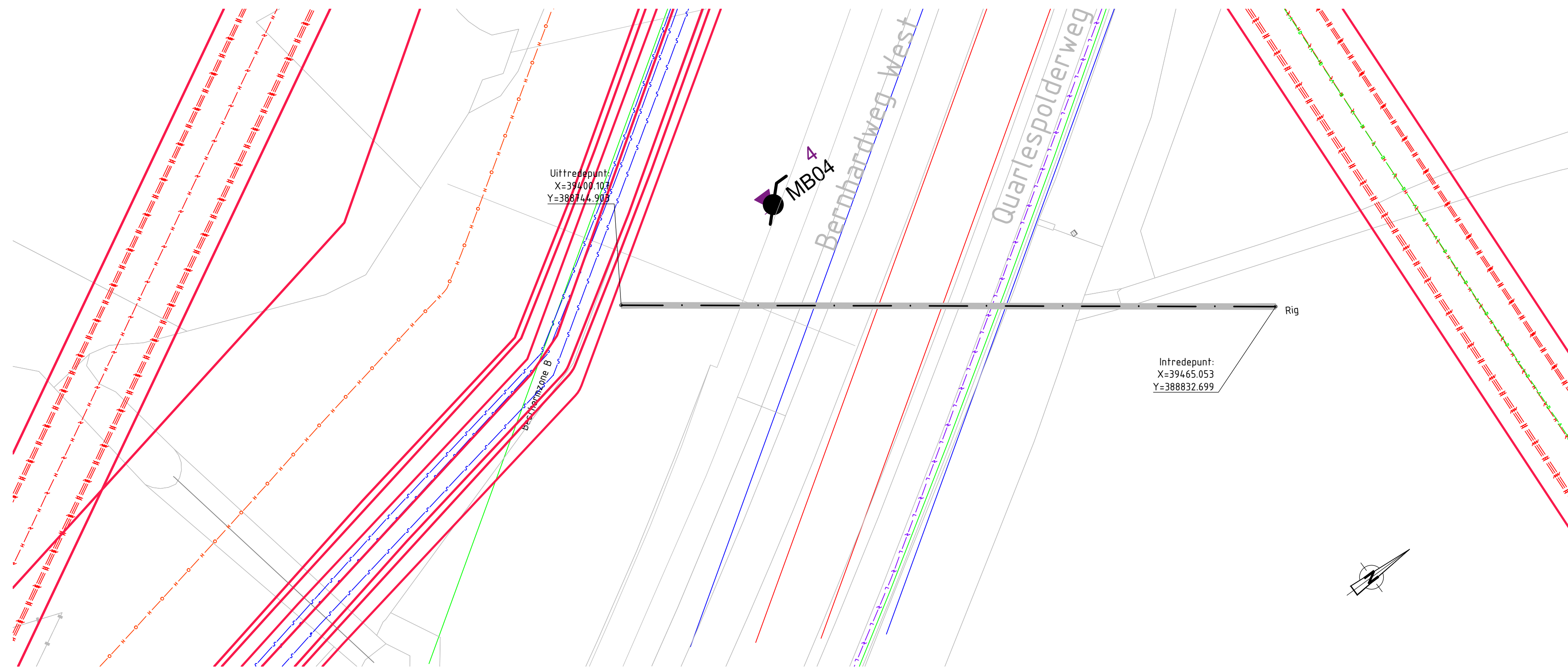
ONDERWERP : Vergunningstekening  
horizontaal gestuurde boring kruising A58



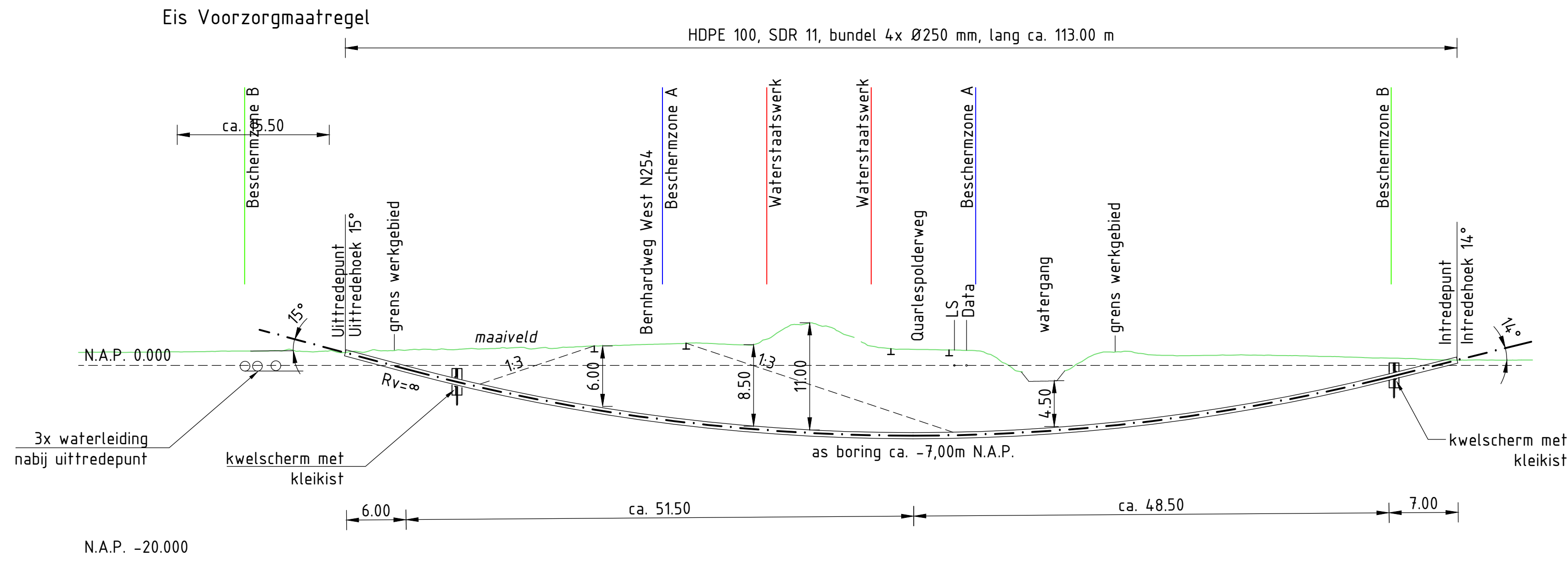








Overzicht  
schaal 1500



Lengte profiel boring Quarlespolderweg alternatief 2  
schaal 1500

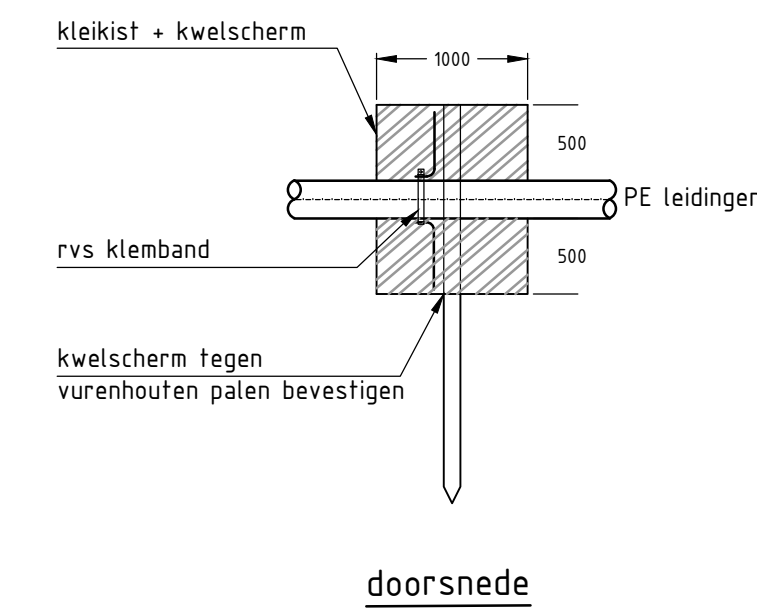
Legenda bestaande K&L

	Caï
	CO2 leiding
	Electra LS
	Electra HS
	Electra MS
	LD gasleiding
	HD gasleiding
	Gasunie leiding
	Olieleiding
	Riool
	Drukriool
	KPN
	Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)
	Waterleiding
	Transport waterleiding
	Warme SV
	Sondering
	Grondboring

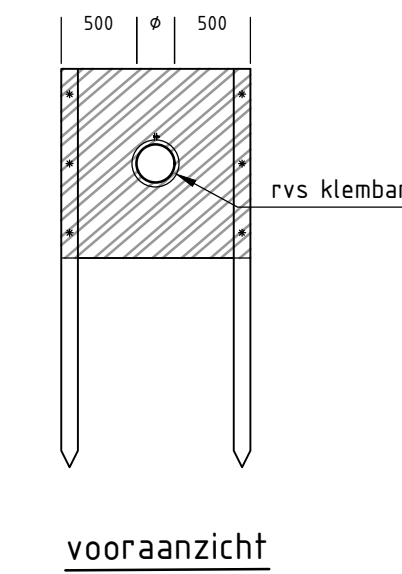
KLIC melding nr(s): 170008747

Opmerkingen:

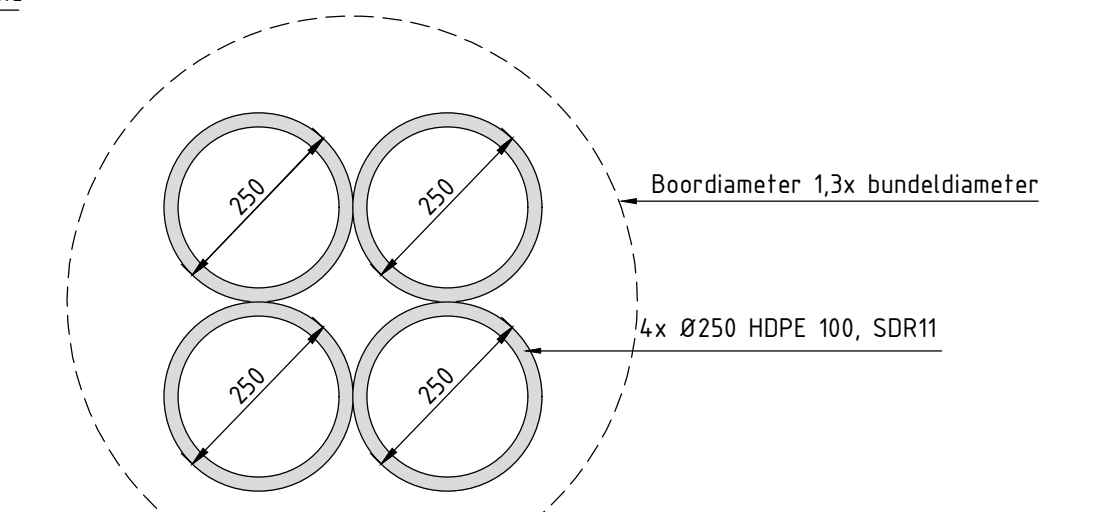
- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC melding(en)
- Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsleuven



Principe detail  
kleikist + kwelscherm  
schaal 1:50  
maten in mm



vooraanzicht



Doorsnede bundel HDD  
schaal 1:10  
maten in mm

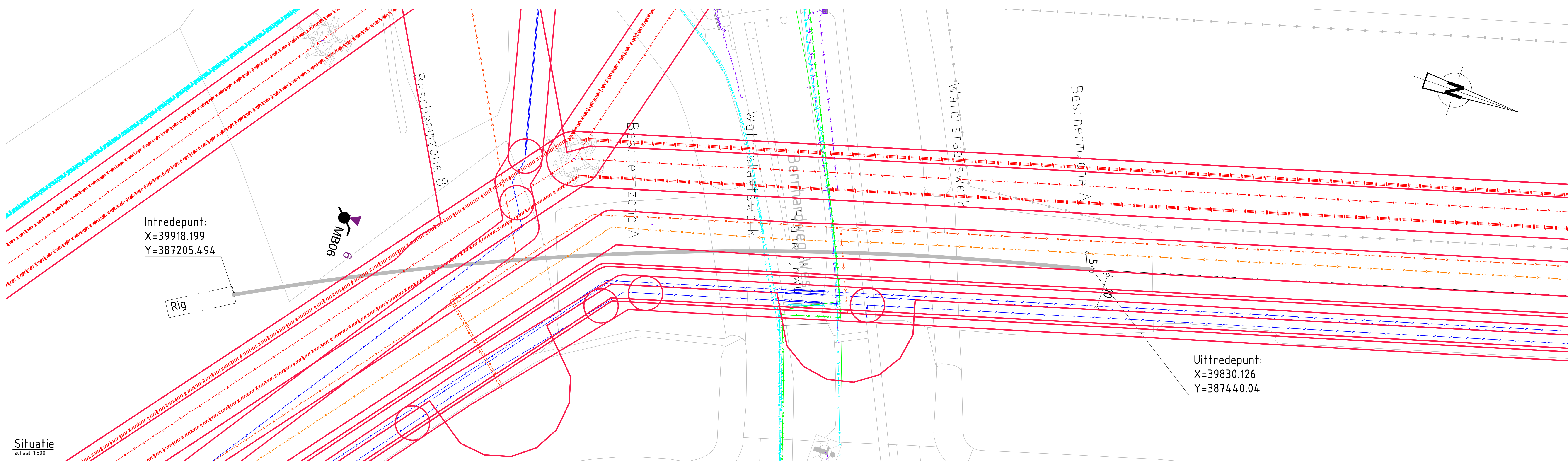
Opmerkingen:

Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.

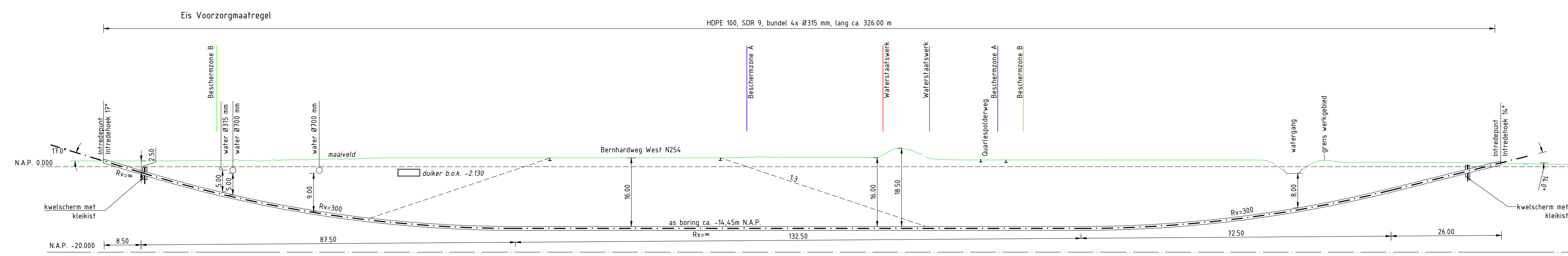


3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	11-03-2021	JK	LB	Concept
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING
OPDRACHTGEVER:		GETEKEND: J. Krijt		DATUM: 29-07-2021
ONTWERP: Tennet		SCHAAL: zie tek.		FORMAAT: A0
PROJECT:				
<b>Net op Zee IJmuiden Ver Alpha</b>				
ONDERWERP: Vergunningstekening gestuurde boring Quarlespolderweg alternatief 2 (21)				
TEKENING NR:				1

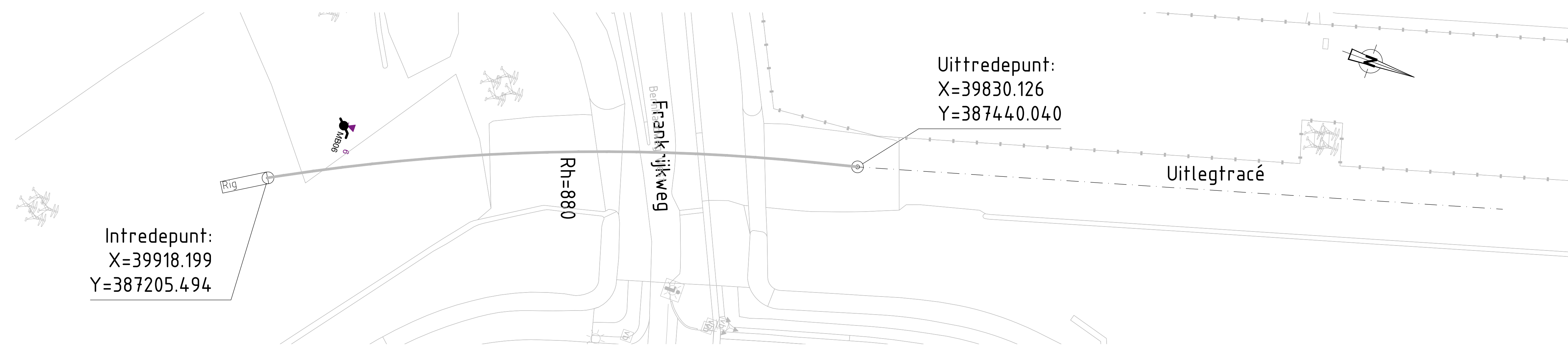




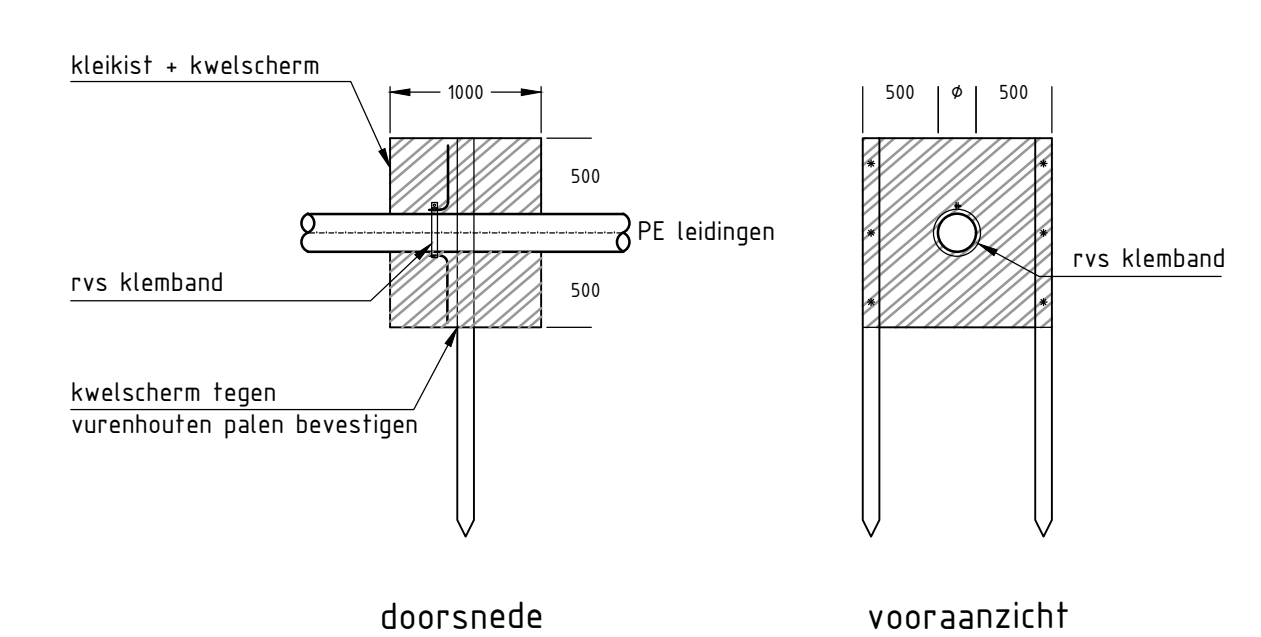
Situatie  
schaal 1:500



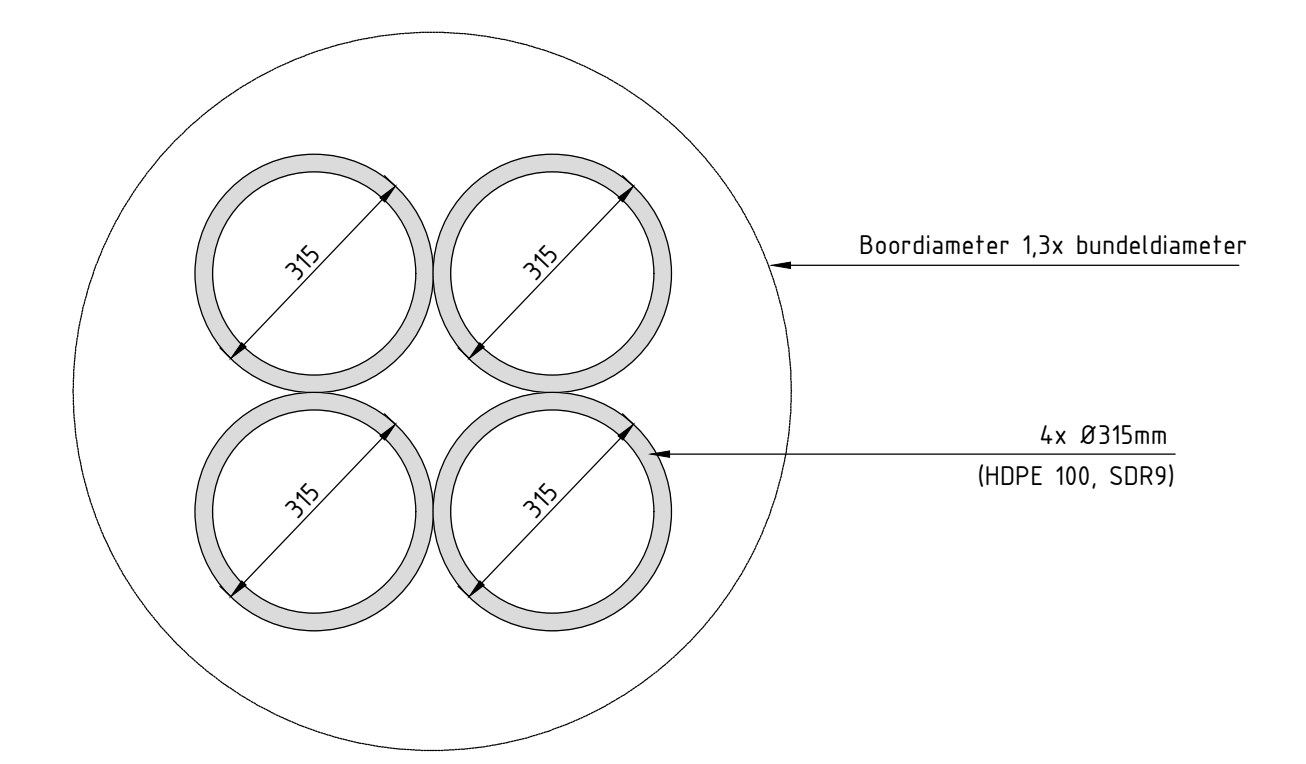
Lengte profiel boring Frankrijkweg (22)  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



Overzicht  
schaal 1:1000



Principe detail  
Kleikist + kwelischerm  
schaal 1:50  
maten in mm



Doorsnede bundel HDD  
schaal 1:10  
in mm

Legenda bestaande K&L

Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra MS	Electra MS
LD gasleiding	LD gasleiding
LD gasleiding	LD gasleiding
Gasolie leiding	Gasolie leiding
Gasleiding	Gasleiding
Rook	Rook
Drainage	Drainage
RPN	RPN
Diverse Telecom (VPE, Eurofiber, Tele2, end)	Diverse Telecom (VPE, Eurofiber, Tele2, end)
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Straat SV	Straat SV
Sondering	Sondering
Grondbooring	Grondbooring

KLIC melding nr(s): 200111922

- 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

Opmerkingen:  
Alle maten in m. Tenzij anders vermeld.  
Alle hoogten in m. Ten opzichte van N.A.P.



J	29-07-2021	LB	TB	Da/Inhrv
J	29-07-2021	JK	LB	Concept definitief
J	28-05-2021	JK	LB	Concept
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WUZJGNG

OPDRACHTGEVER: **Tennet**  
Taking power further

ONTWERP : Tennef  
GETEKEND : J. Anijl  
DATUM : 29-07-2021

PROJ.NR. :  
SCHAAAL : 200 Tek  
FORMAAT : A0

PROJECT :  
**Net op Zee IJmuiden Ver**  
Alpha

ONDERWERP : Vergunningstekening  
horizontaal gestuurde boring Frankrijkweg (22)

TEKENING NR. :  
1

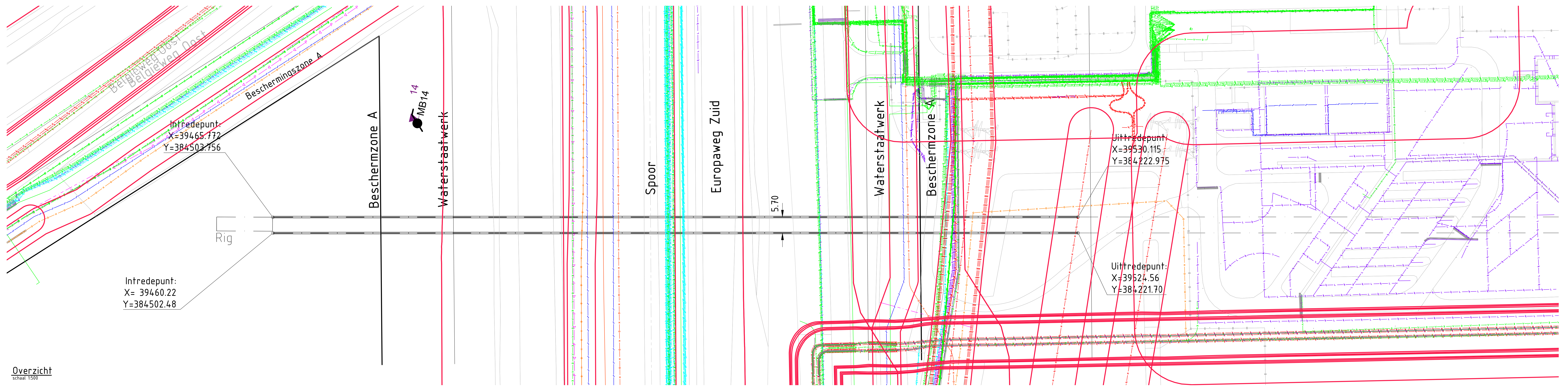




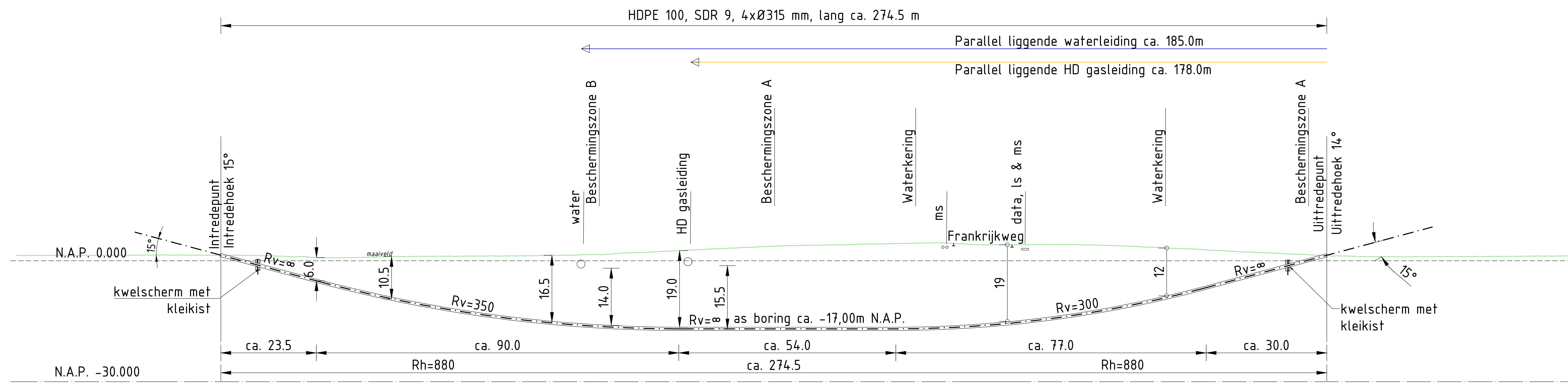




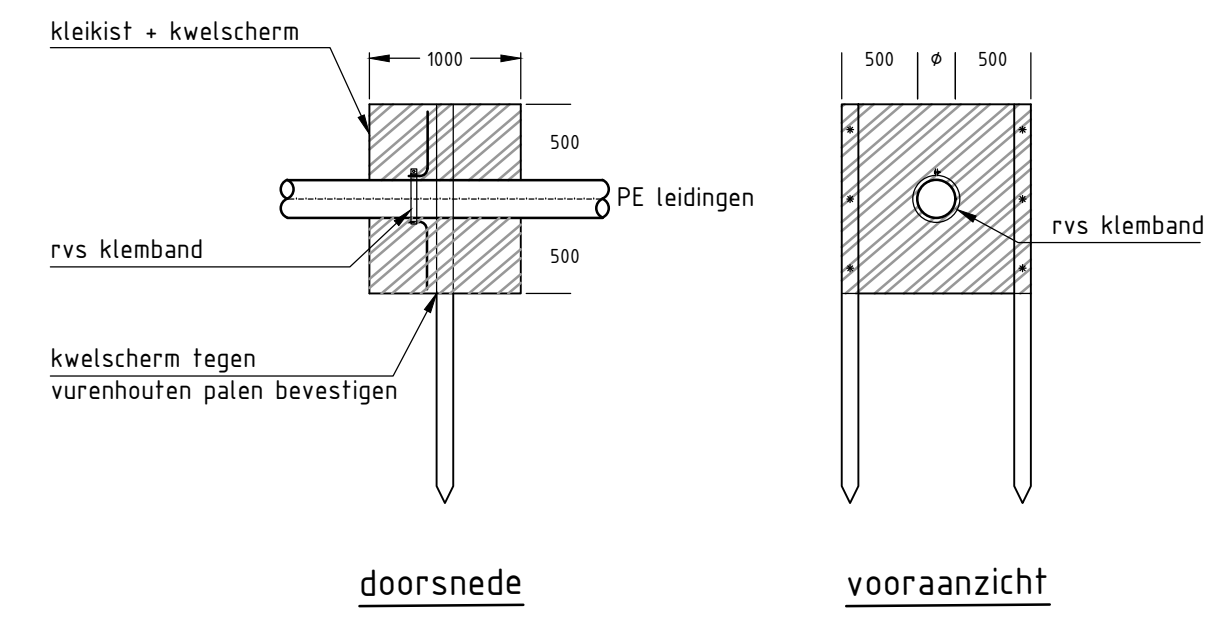




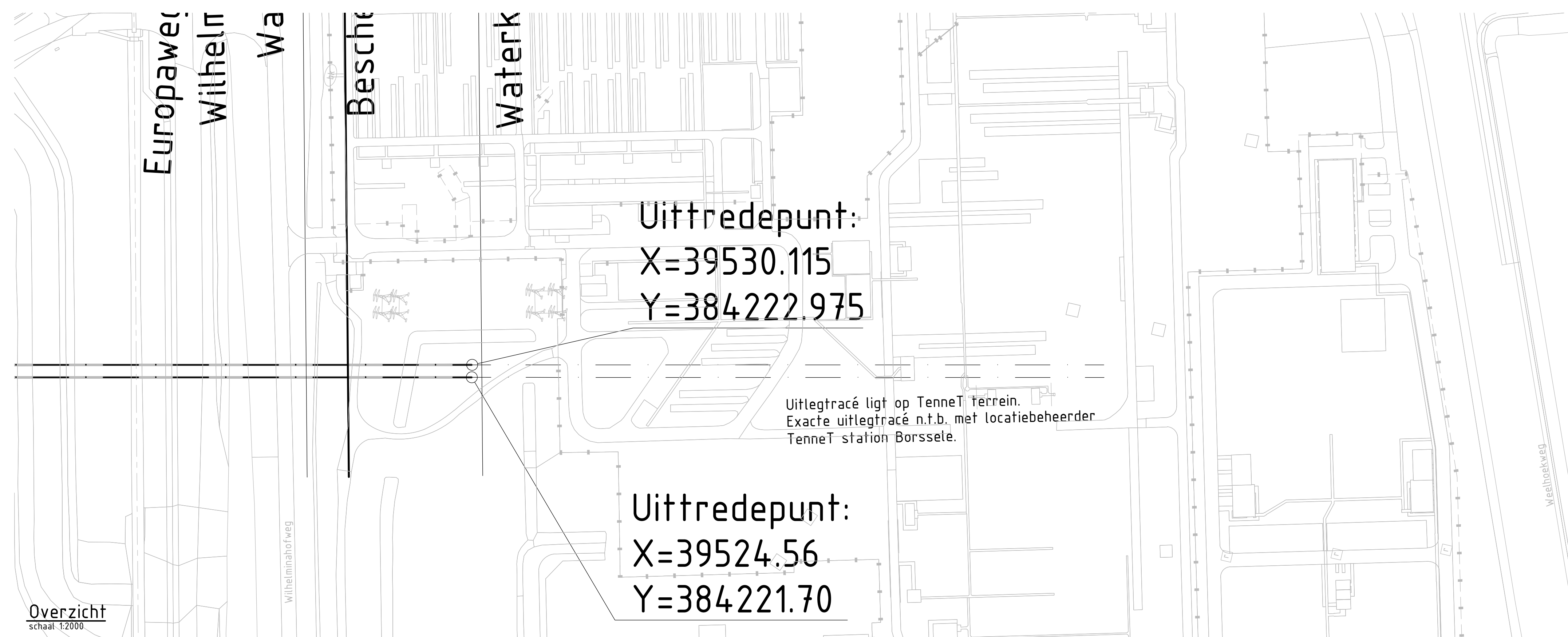
Overzicht  
schaal 1:500



Lengte profiel boring Station Borssele (32)  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



Principe detail  
Kleikist + kwelscherm  
schaal 1:50  
maten in mm



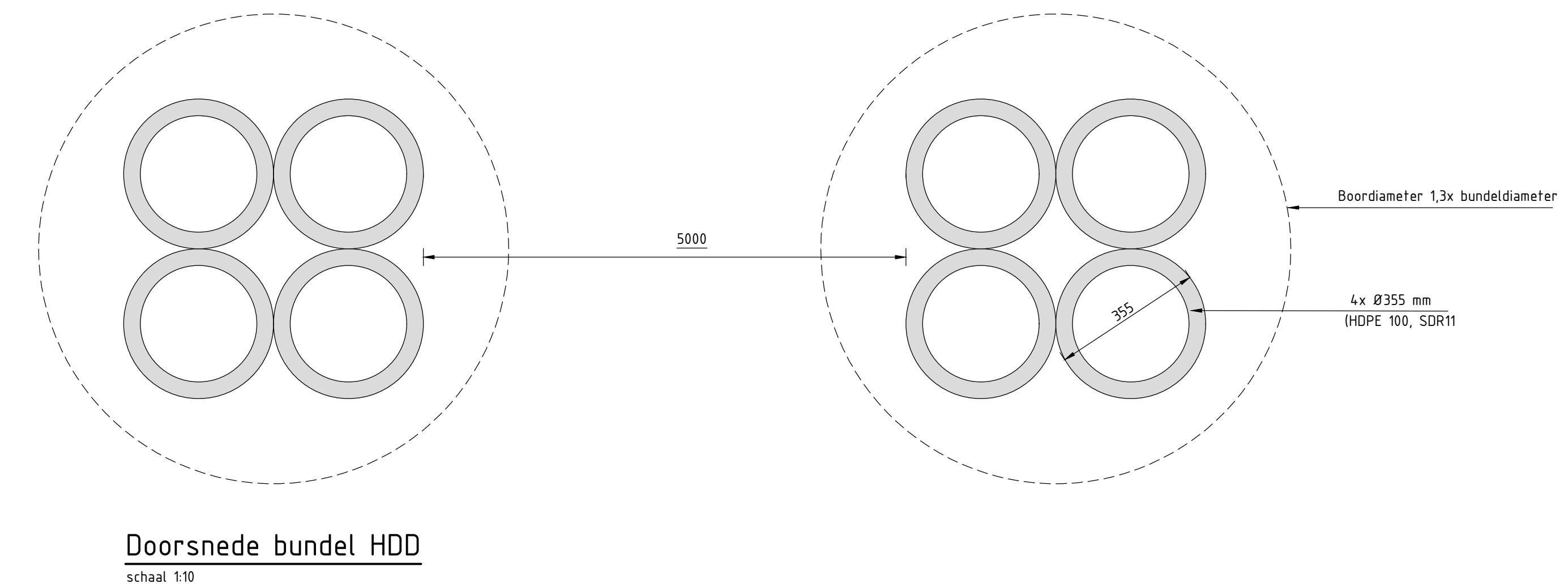
Overzicht  
schaal 1:2500

Legenda bestaande K&L

---	Ca
---	CO2 leiding
---	Electra LS
---	Electra MS
---	Electra HS
---	LD gasleiding
---	HD gasleiding
---	Gesamen leiding
---	Staal
---	Stramstok
---	KPN
---	Diverse Telecom (DUP, fiber, Tele2, enz)
---	Waterleiding
---	Transport waterleiding
---	Waters IV
---	Sondering
●	Groevboring

KLIC melding nr(s): 200111935

- 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 proefsluizen



Opmerkingen:  
 Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
 Alle hoogten afen in N, ten opzichte van N.A.P.

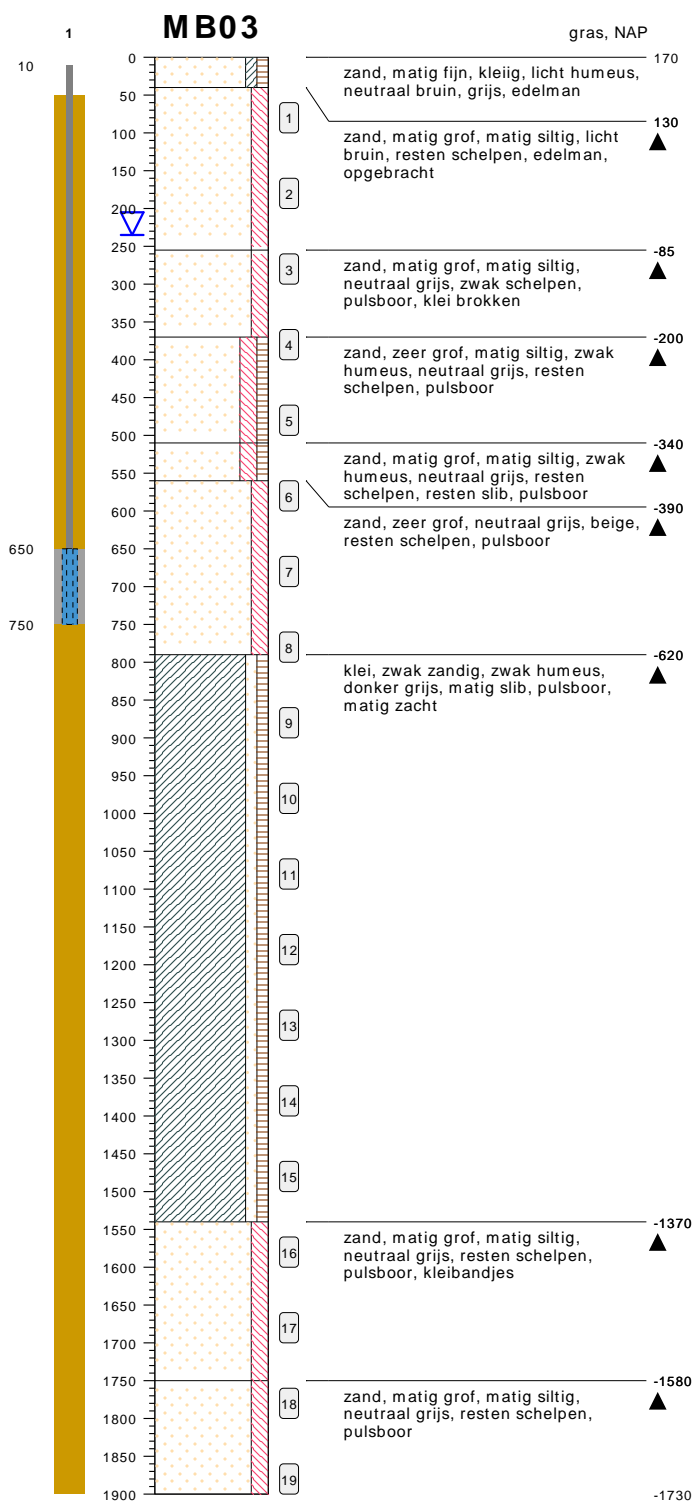
J	29-07-2021	LB	TB	Darwin
J	29-03-2021	JK	LB	Concept definitief
J	28-05-2021	JK	LB	Concept

Rev. Datum Get. Gez. WJZIGING

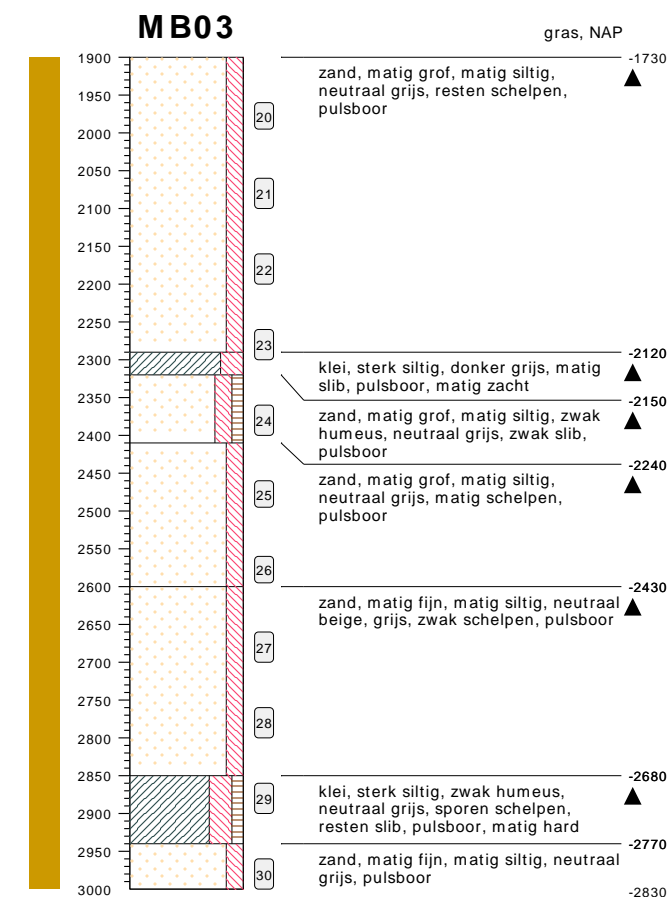
OORZACHTGEVER:  
 ONTWERP : TenneT  
 GETEKEND : J. Anijl  
 DATUM : 29-07-2021  
 PROJECT : Net op Zee IJmuiden Ver  
 Alpha  
 ONDERWERP : Vergunningstekening  
 Horizontaal gestuurde boring Station Borssele







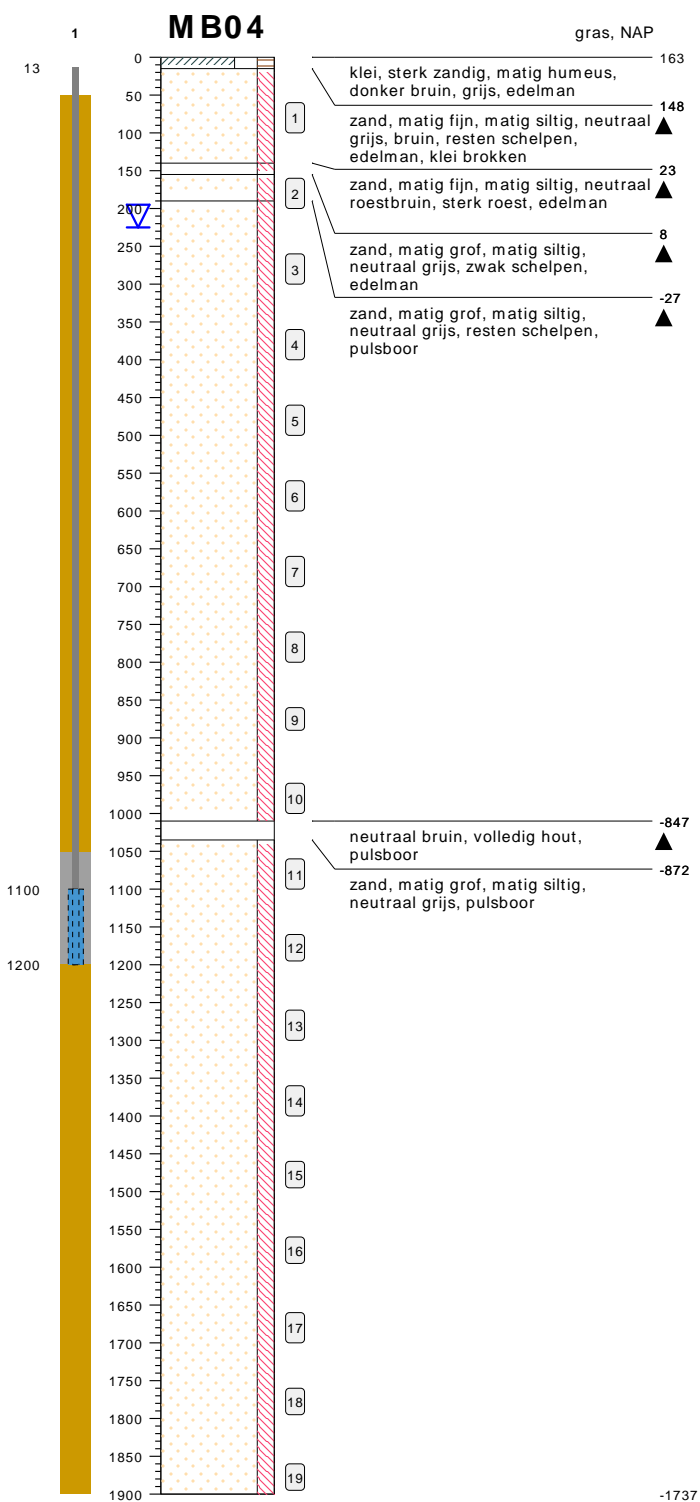
type **grondboring**  
 datum **07-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **39322.12**  
 y **388887.63**



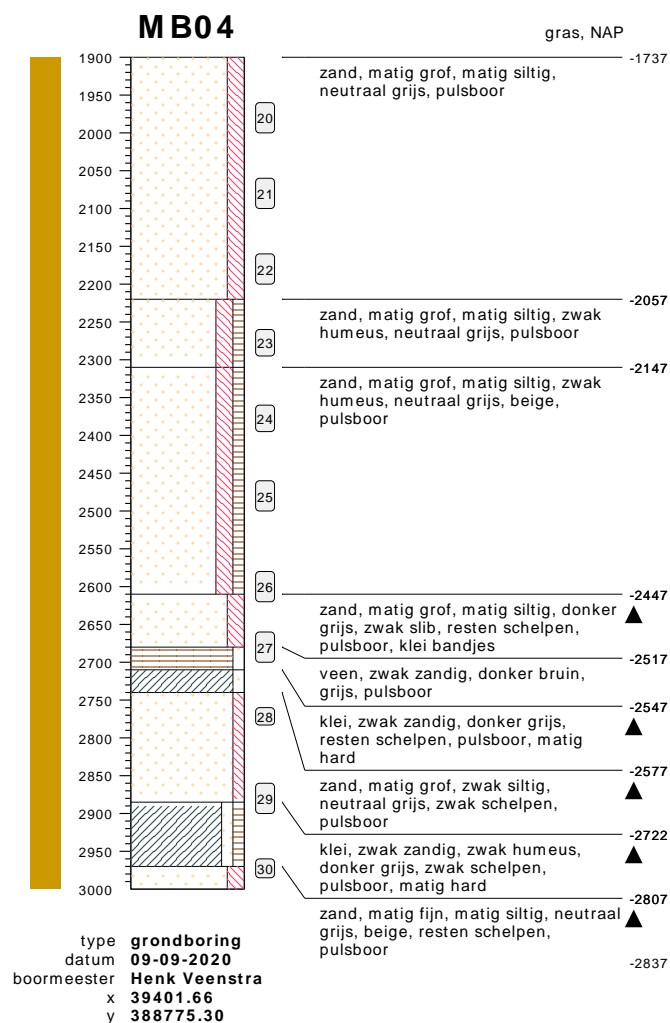
type **grondboring**  
 datum **07-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **39322.12**  
 y **388887.63**

**bodemprofielen schaal 1:100**

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

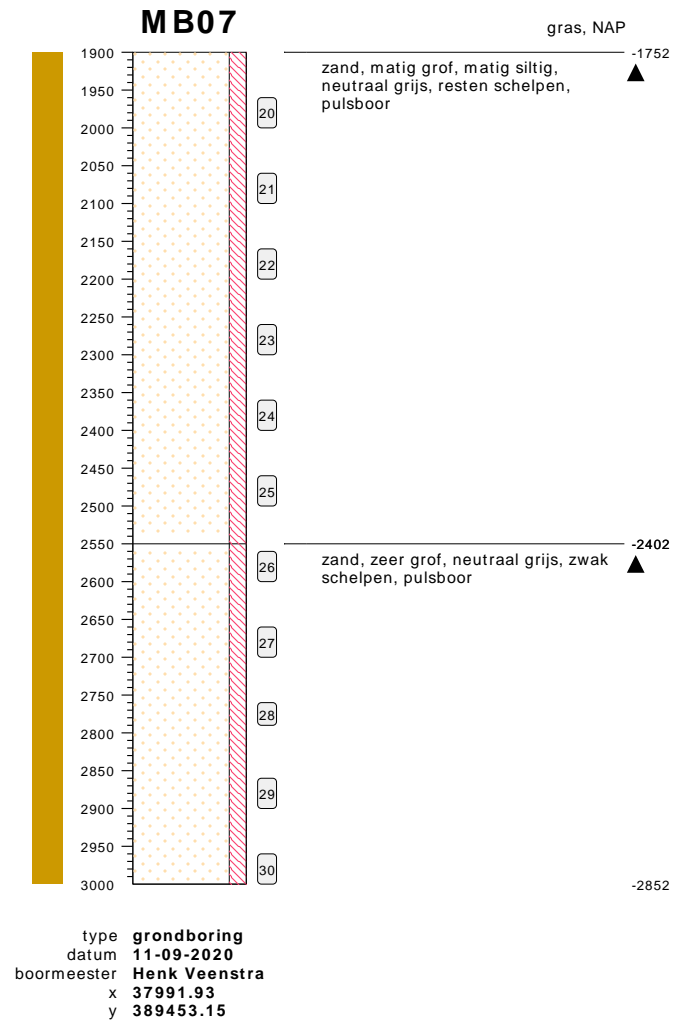
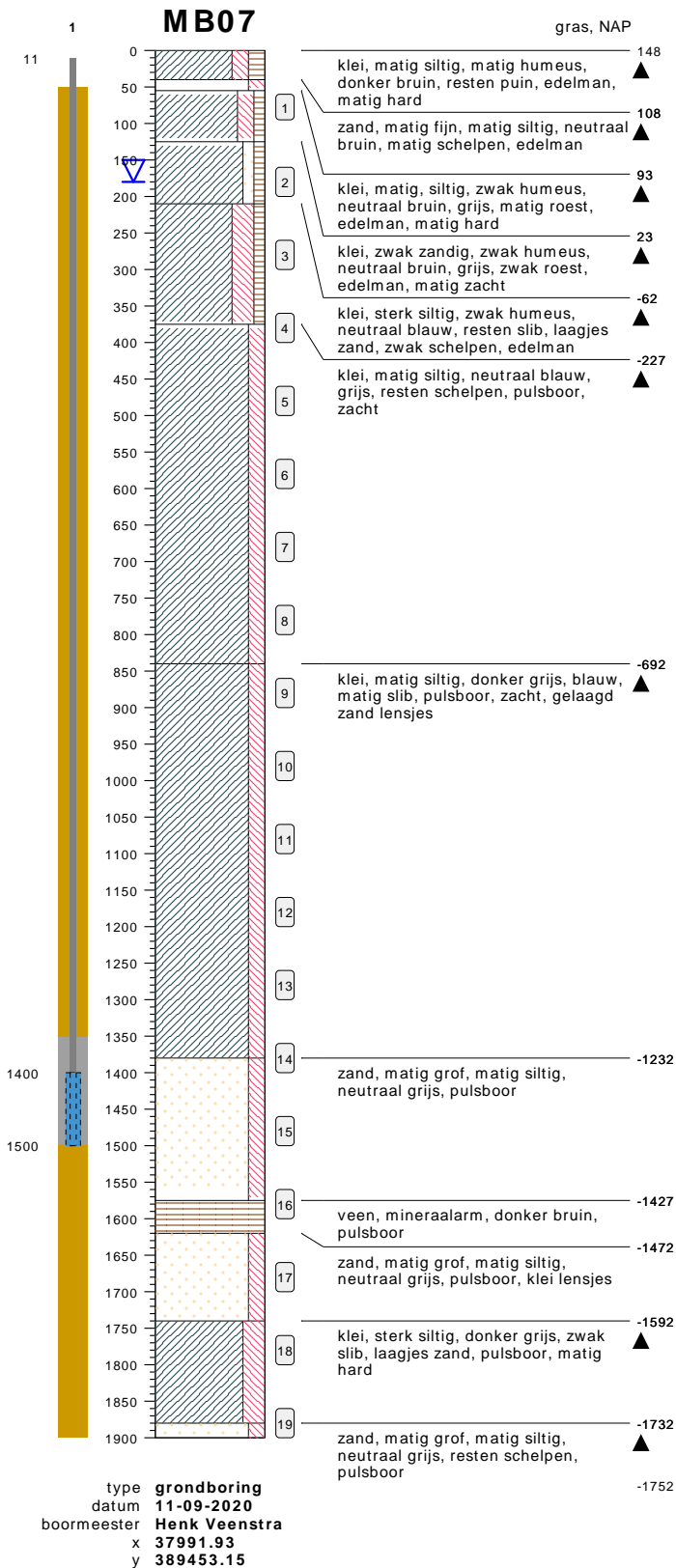


type **grondboring**  
 datum **09-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **39401.66**  
 y **388775.30**



**bodemprofielen schaal 1:100**

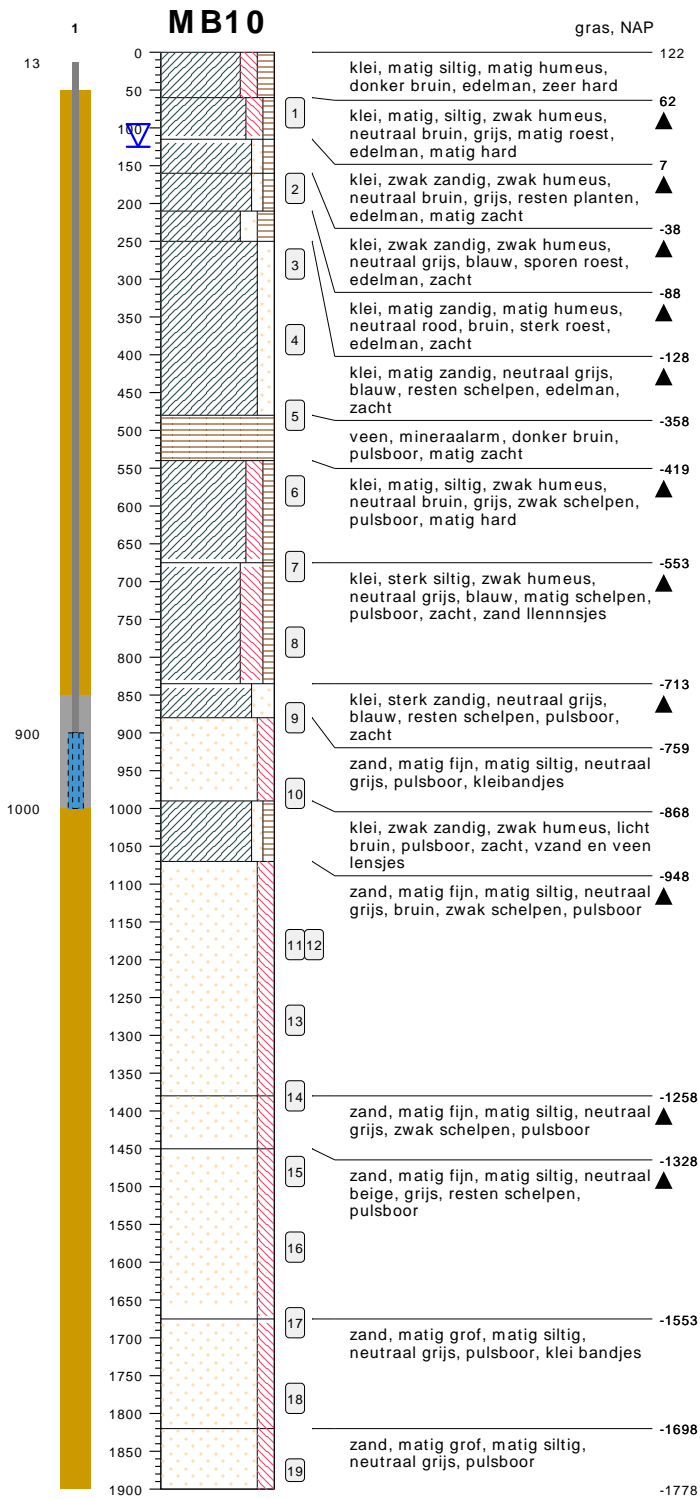
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**  
 opmerking **concept lab**



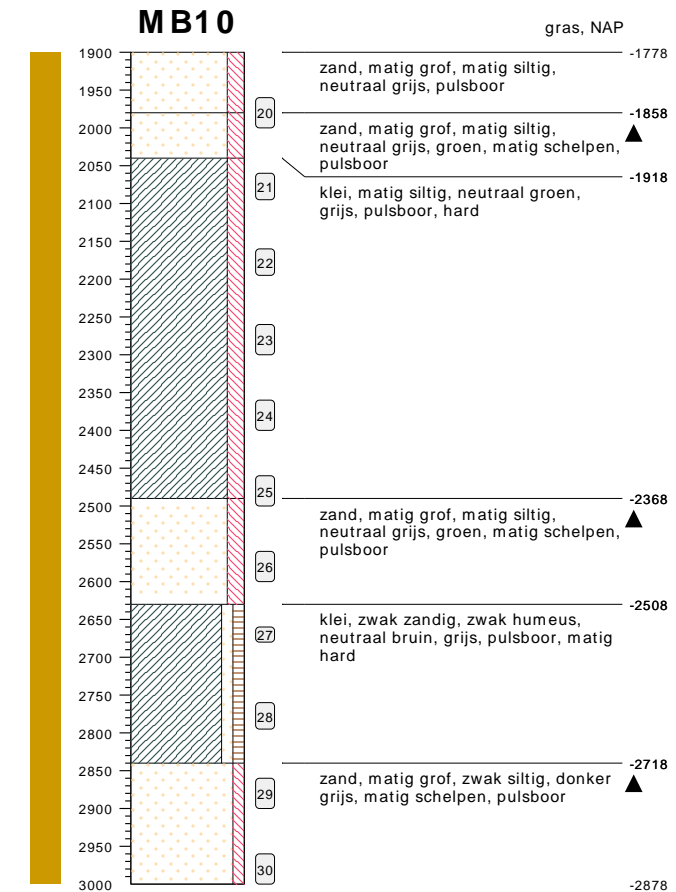
**bodemprofielen schaal 1:100**

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





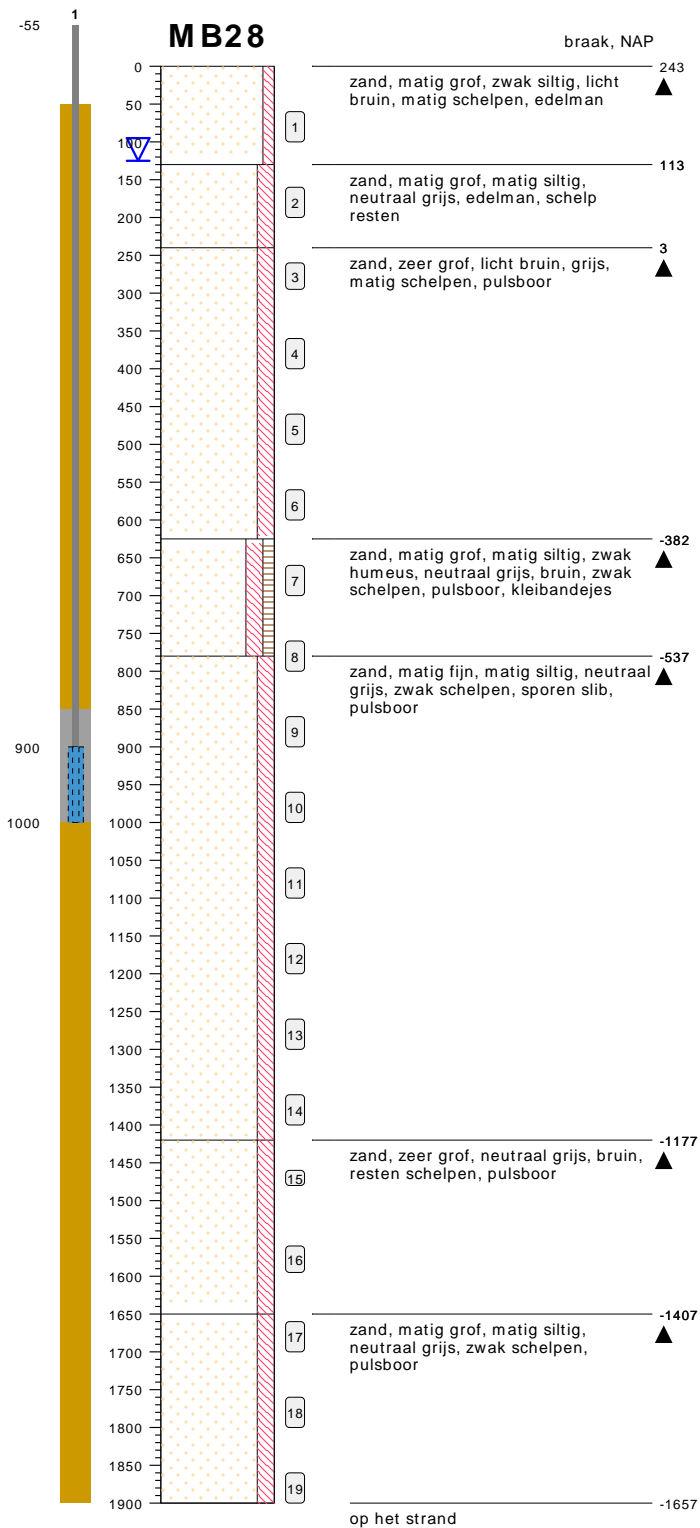
type **grondboring**  
 datum **03-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **41098.81**  
 y **385339.29**



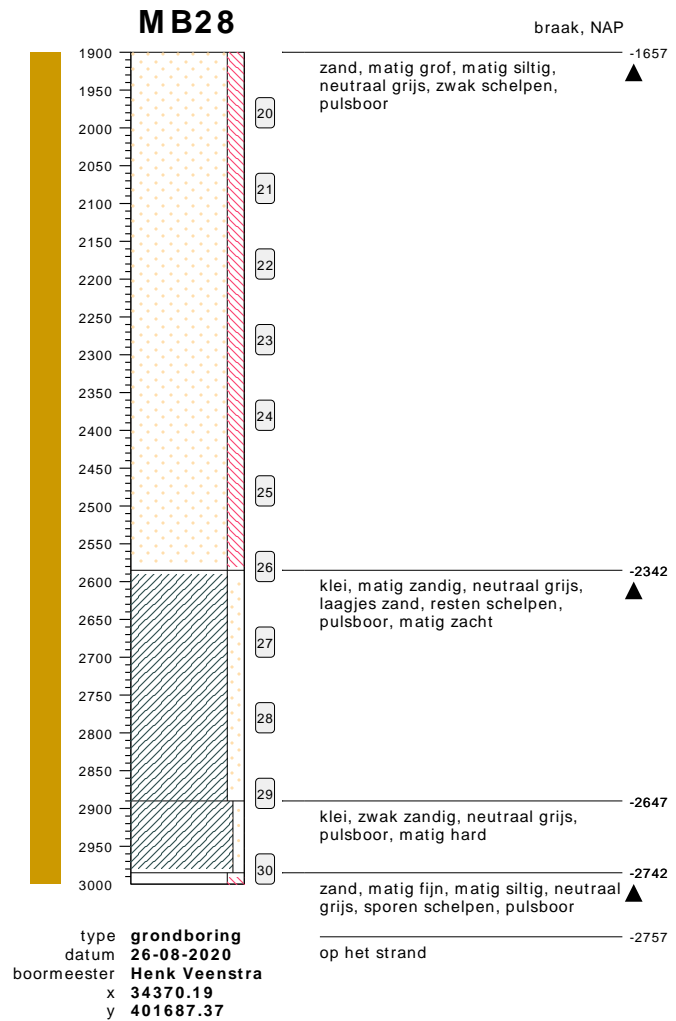
type **grondboring**  
 datum **03-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **41098.81**  
 y **385339.29**

## bodemprofielen schaal 1:100

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

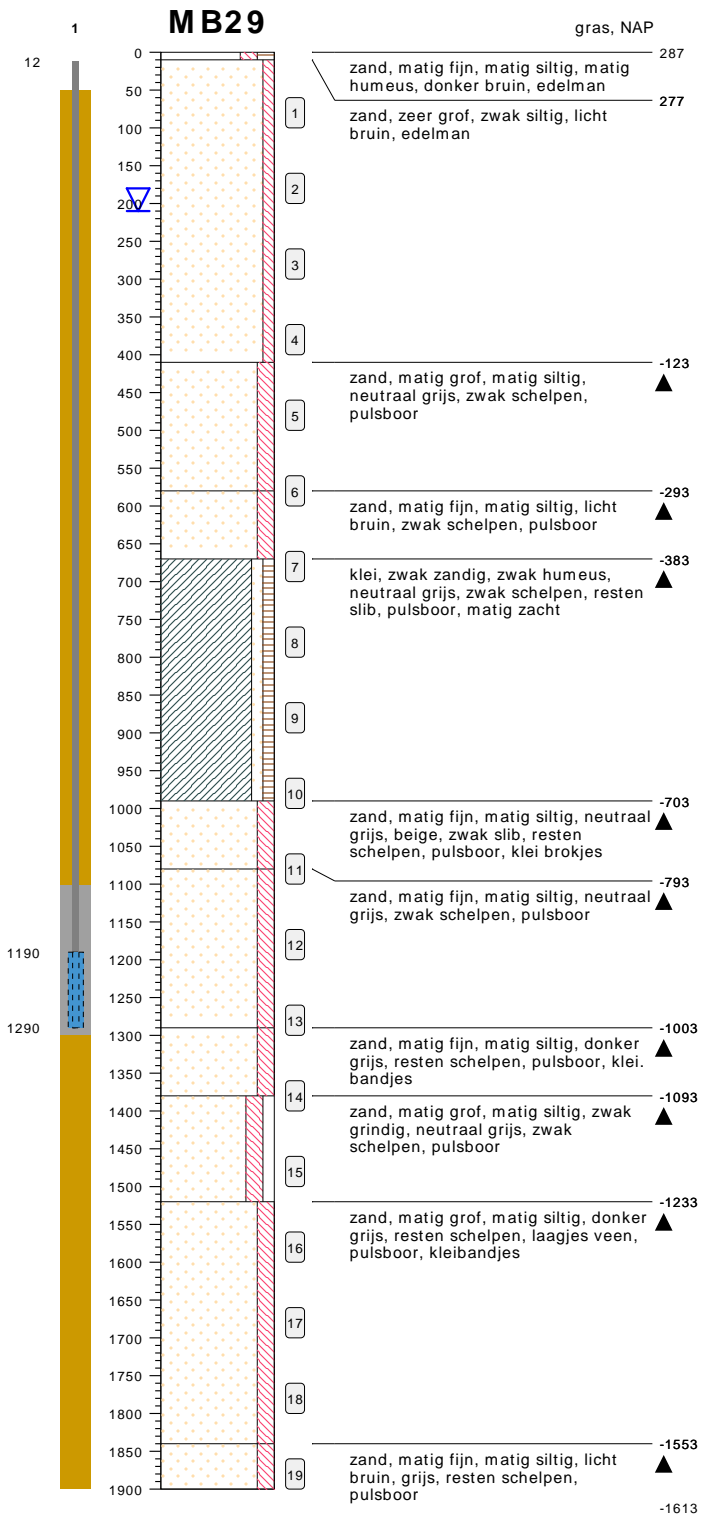


type **grondboring**  
 datum **26-08-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **34370.19**  
 y **401687.37**

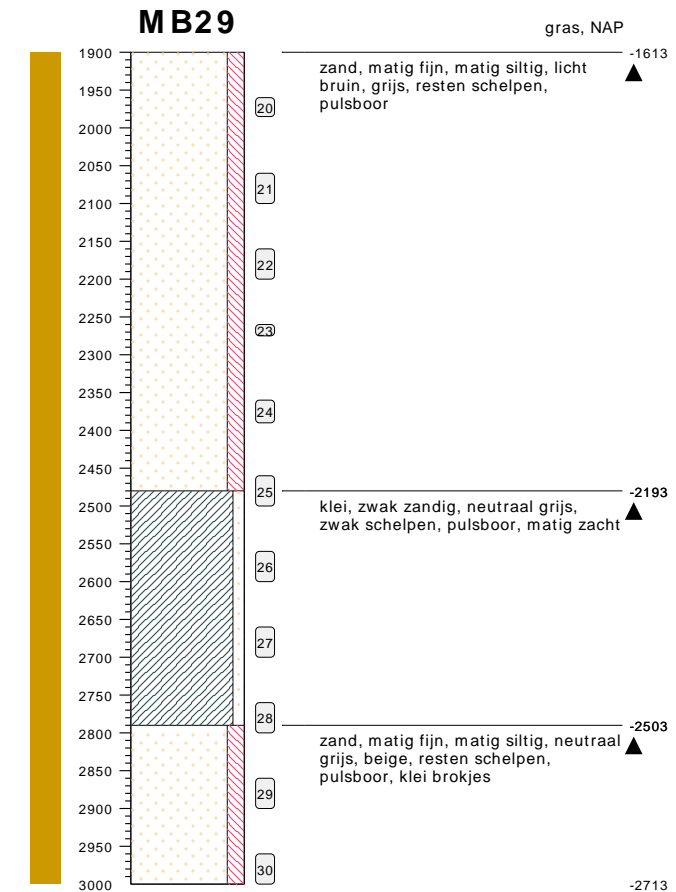


## bodemprofielen schaal 1:100

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



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

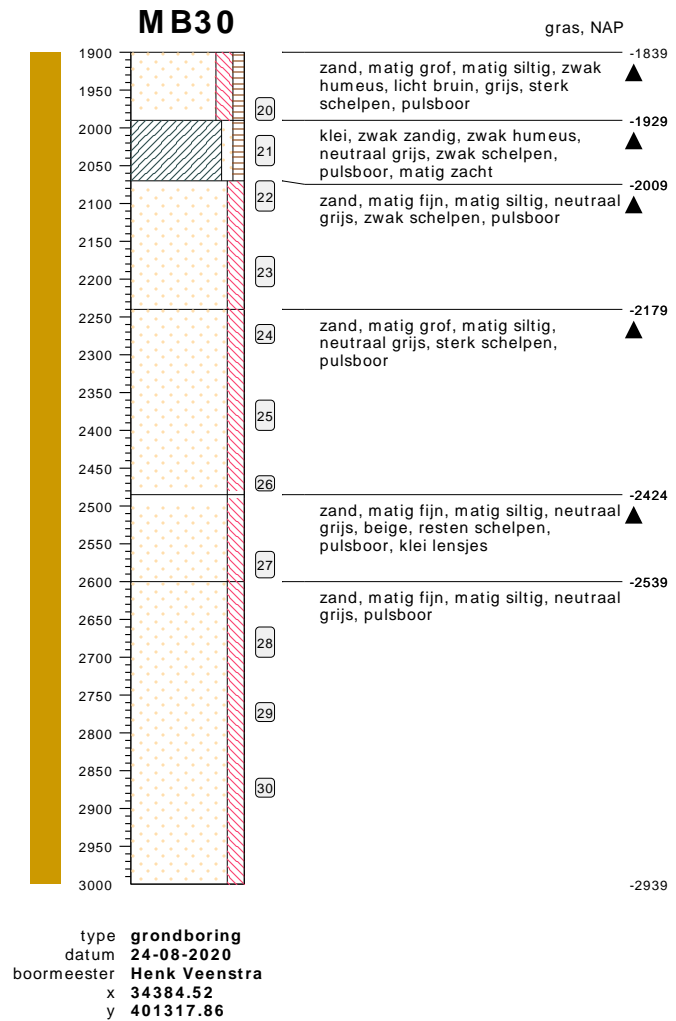
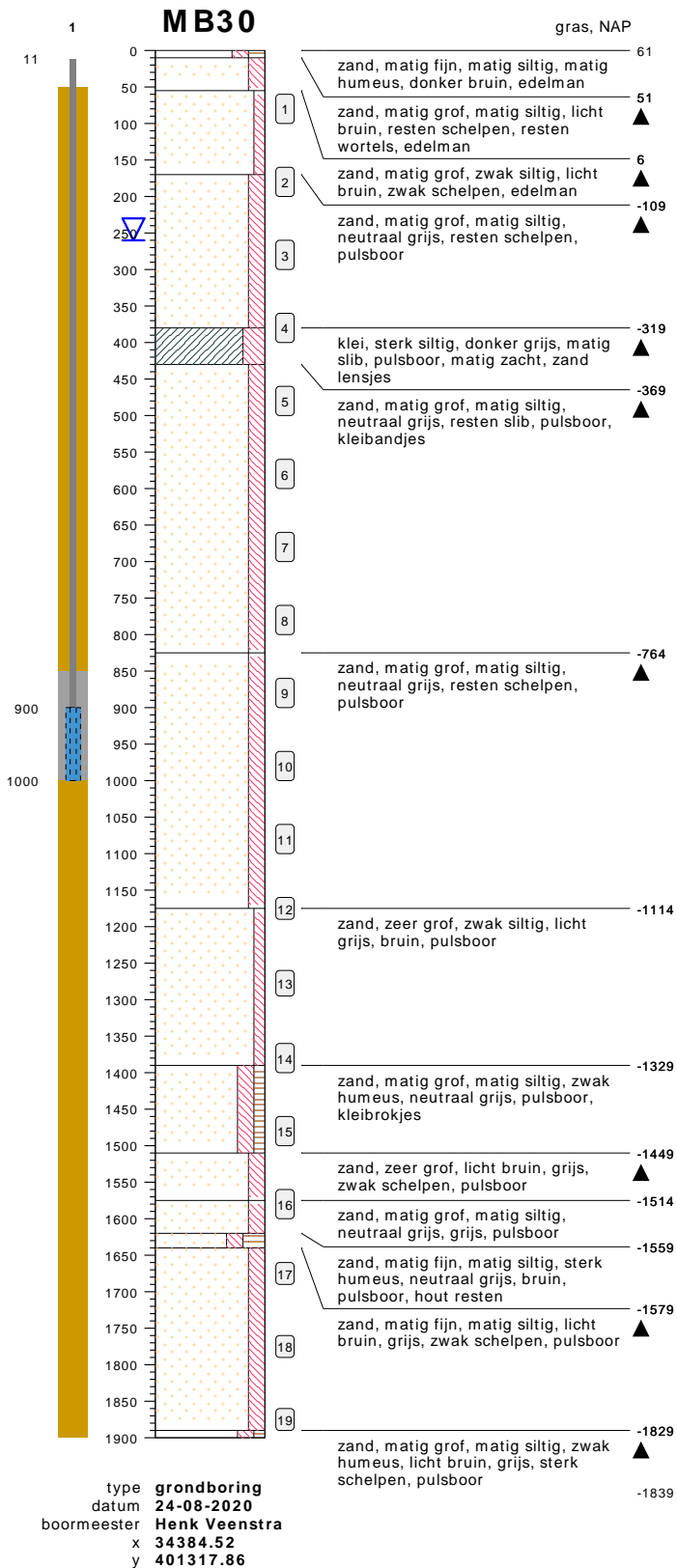


type **grondboring**  
 datum **01-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **34411.69**  
 y **401525.38**

**bodemprofielen schaal 1:100**

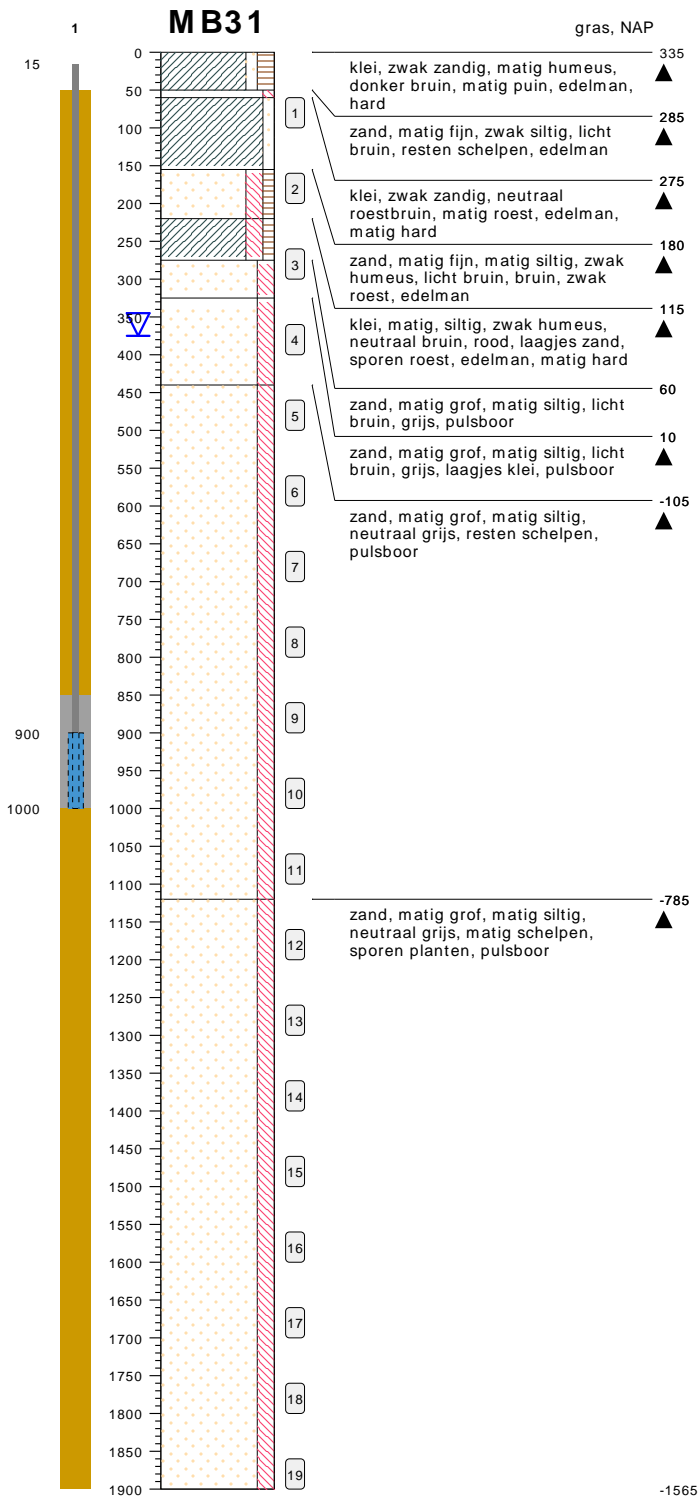
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**  
 opmerking **concept lab**



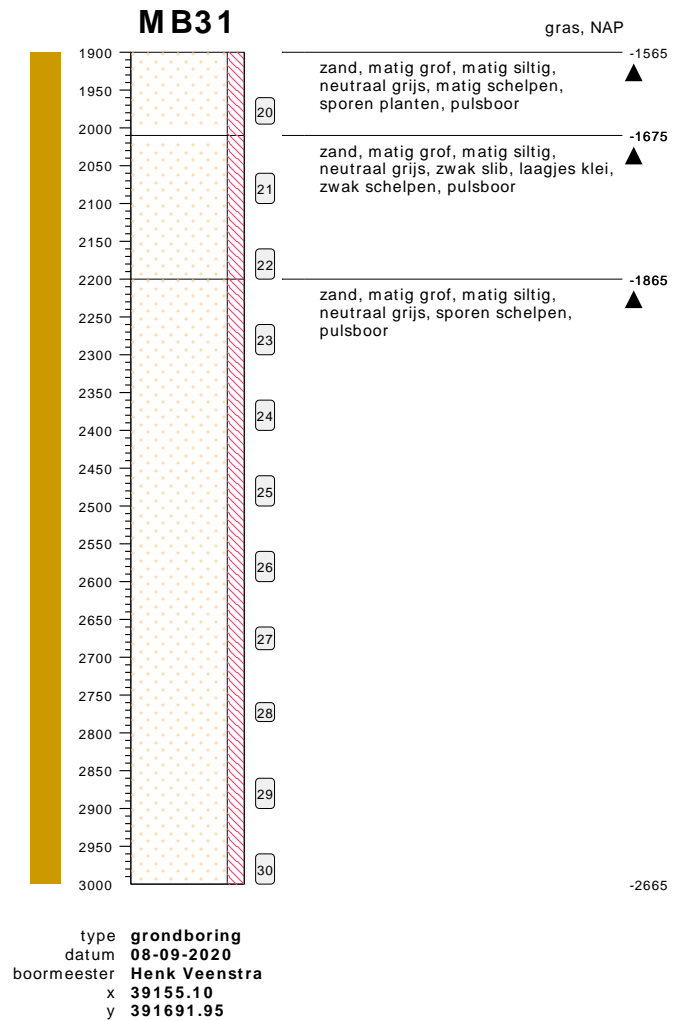


**bodemprofielen schaal 1:100**

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



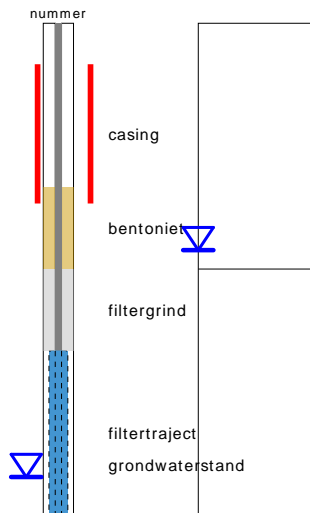
type **grondboring**  
 datum **08-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **39155.10**  
 y **391691.95**



**bodemprofielen schaal 1:100**

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

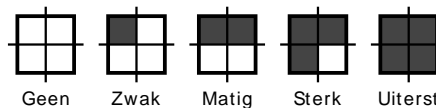
## PEILBUIJS



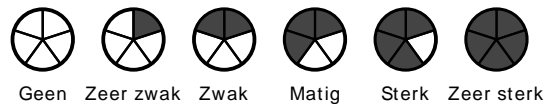
links= cm-maaiveld  
rechts= cm+ NAP

## BORING

## OLIE OP WATER REACTIE



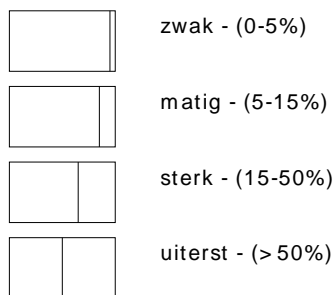
## GEUR INTENISTEIT



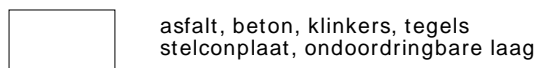
## GRONDSOORTEN



## MATE VAN BIJMENGING



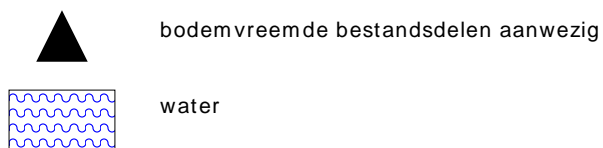
## VERHARDINGEN



## GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)  
zf = zeer fijn (105-150 um)  
mf = matig fijn (150-210 um)  
mg = matig grof (210-300 um)  
zg = zeer grof (300-420 um)  
ug = uiterst grof (420-2000 um)

## OVERIG



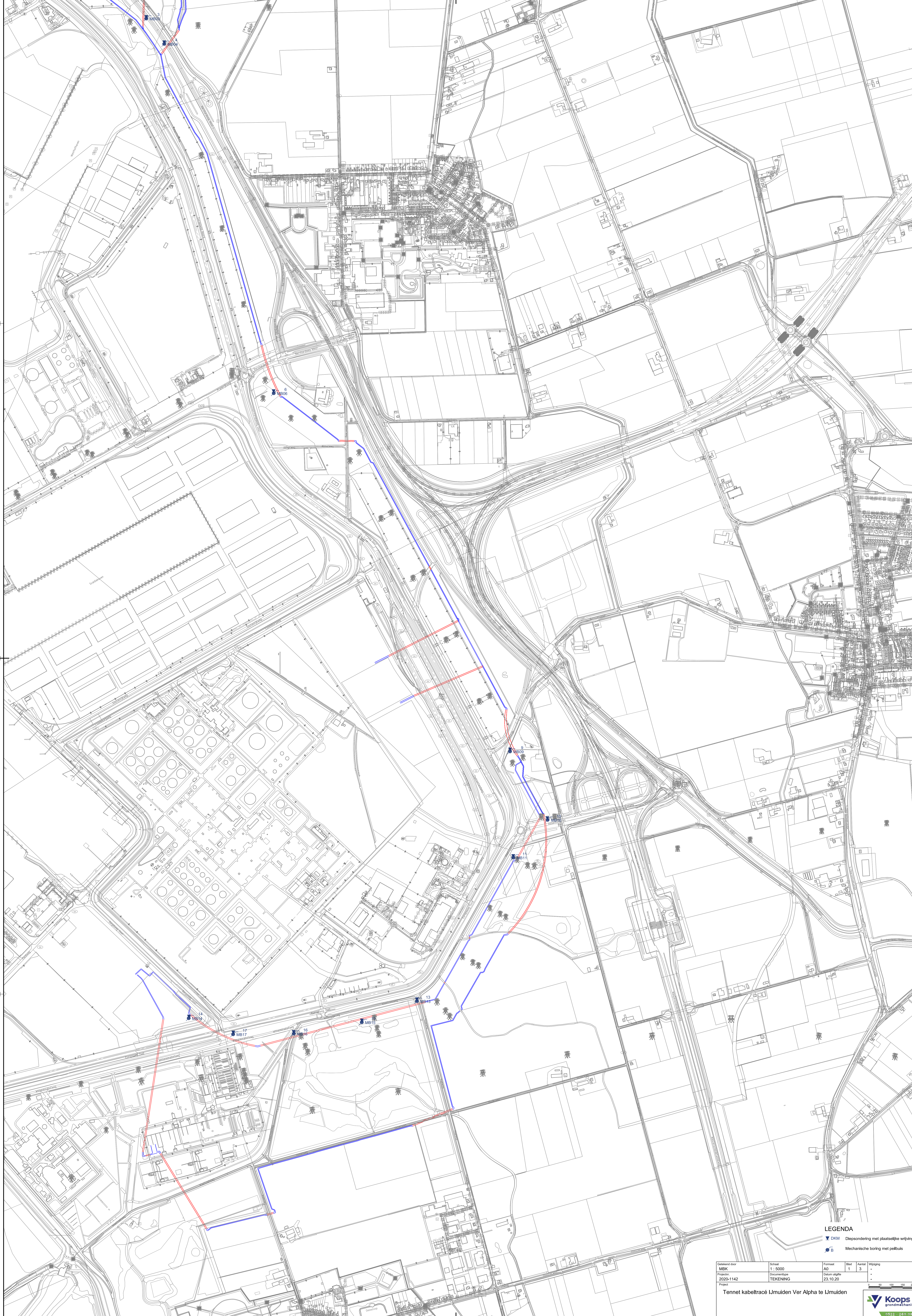
## GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)  
mg = matig grof (5.6-16 mm)  
zg = zeer grof (16-63 mm)

## BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector  
bv = bodemvocht  
ow = olie op water





**LEGENDA**  
 ▼ DKM Diepsondering met plaatselijke wrijving  
 ● B Mechanische boring met peilbuis

Ontkend door	Schaal	Formaat	Blad	Aantal	Wijziging
MBK	1 : 5000	A0	1	3	-
Projectnr	Documenttype	Datum uitgifte	-		
2302-1142	TEKENING	23.10.20	-		
Project	-				





**LEGENDA**

- ▼ DKM Diepspondering met plaatselijke wrijving
- B Mechanische boring met peilbuis

Ontkand door MBK	Schaal 1: 5000	Formaat A0	Blad 2	Aantal 3	Wijziging -
Project 2020-1142	Documenttype TEKENING	Datum uitgifte 23.10.20	-		
Project	-				





**LEGENDA**  
 ▼ DKM Diepspondering met plaatselijke wrijving  
 ● B Mechanische boring met peilbuis

Ontkand door	Schaal	Formaat	Blad	Aantal	Wijziging
MBK	1 : 5000	A0	3	3	-
Projectnr	Documenttype	Datum uitgifte	-		
2002-1142	TEKENING	23.10.20	-		
Project	-				

Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

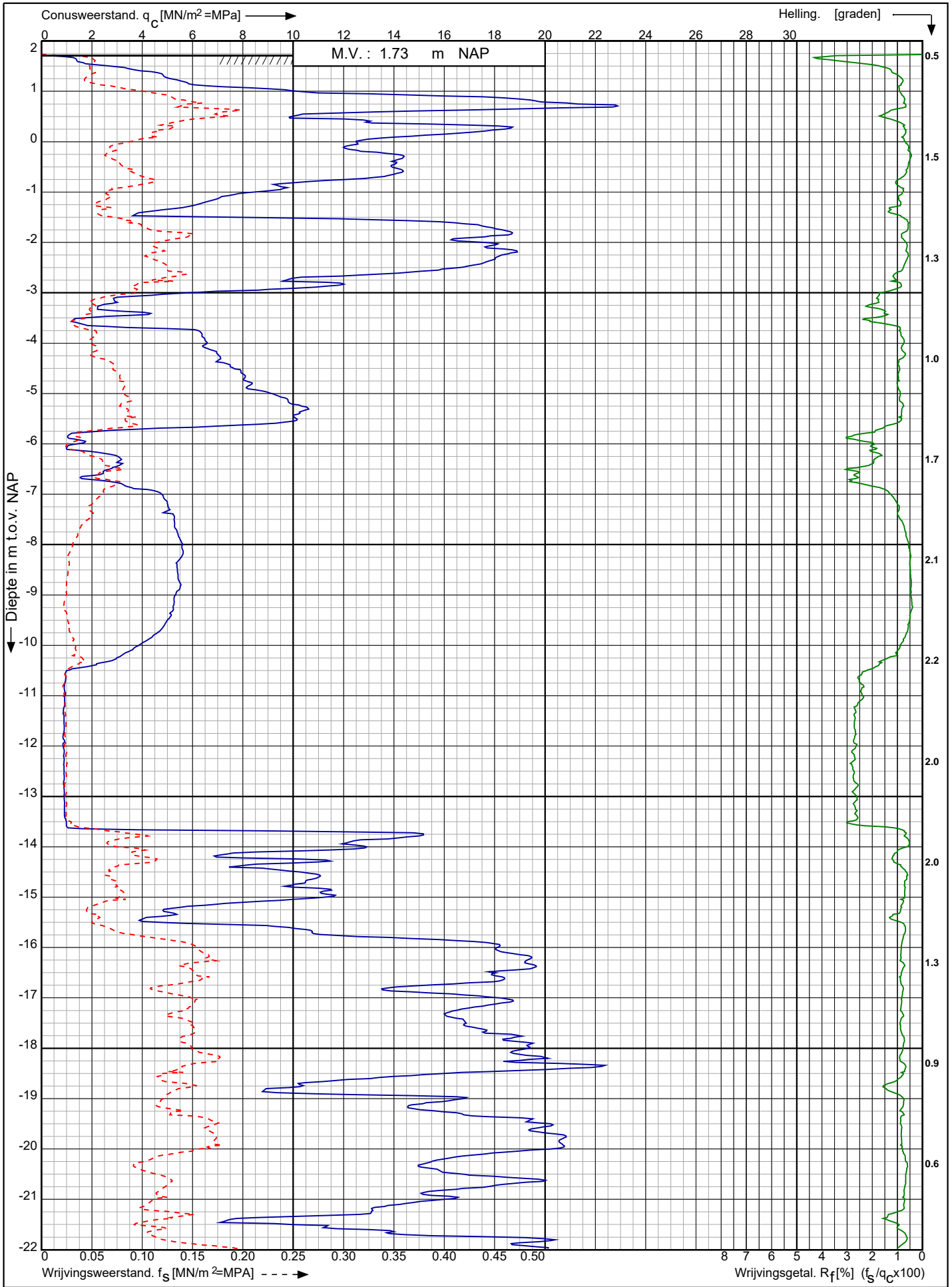




Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 1-9-2020

Sond. nr. : 3

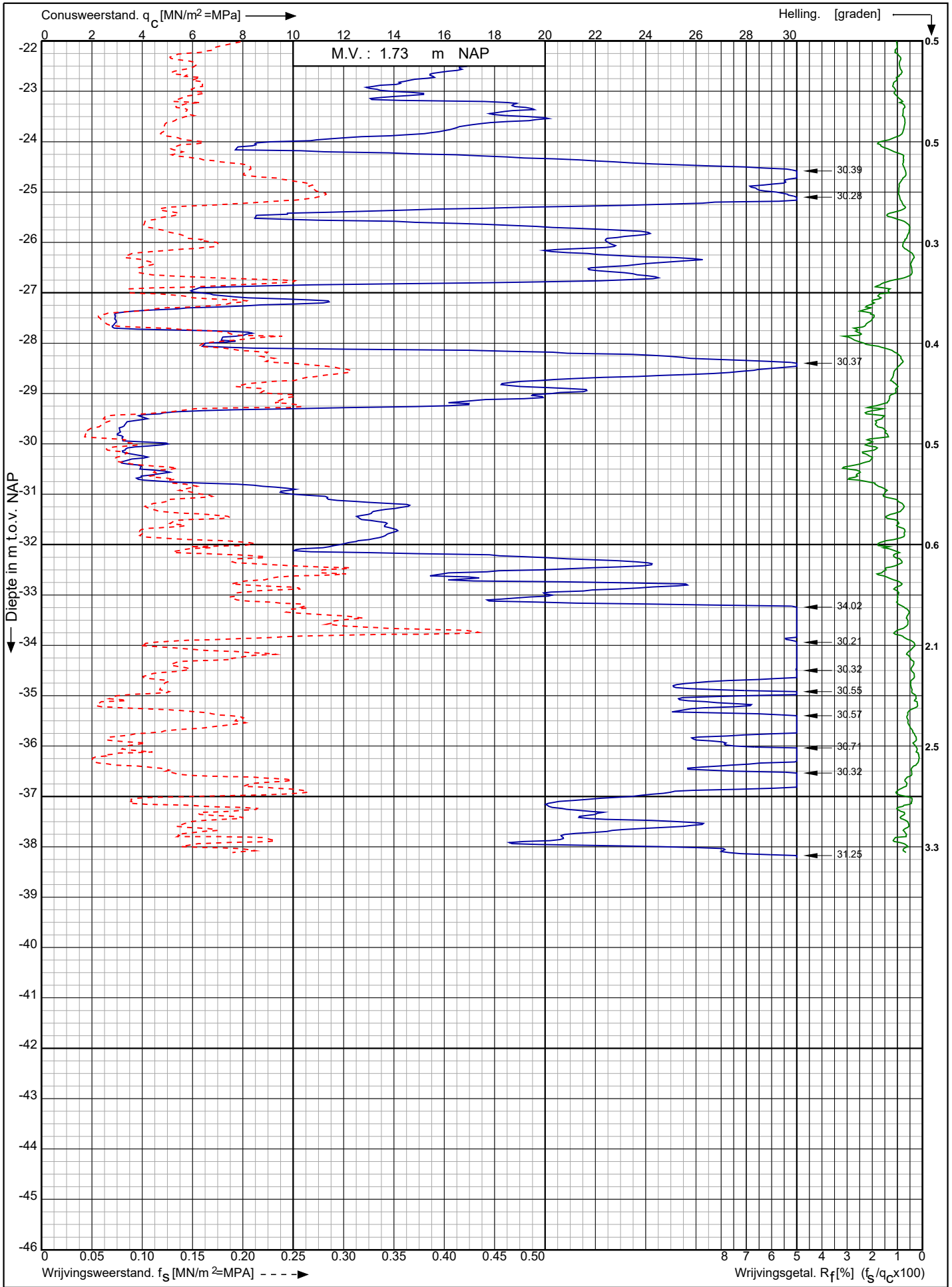


RD-coördinaten : X = 39322.51 Y = 388886.91

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 1-9-2020

Sond. nr. : 3



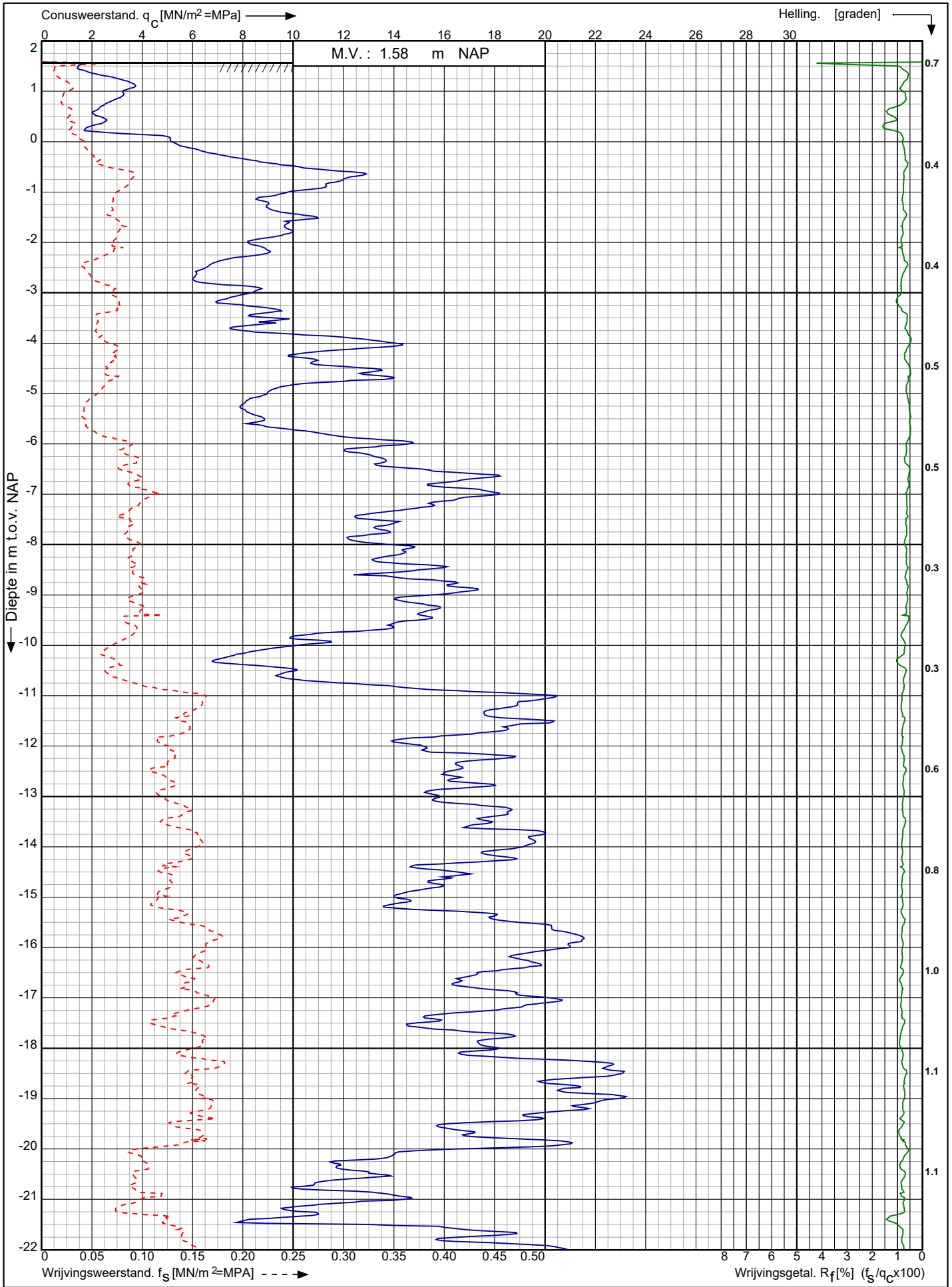
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 39322.51 Y = 388886.91

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 1-9-2020

Sond. nr. : 4



0522 - 260 084

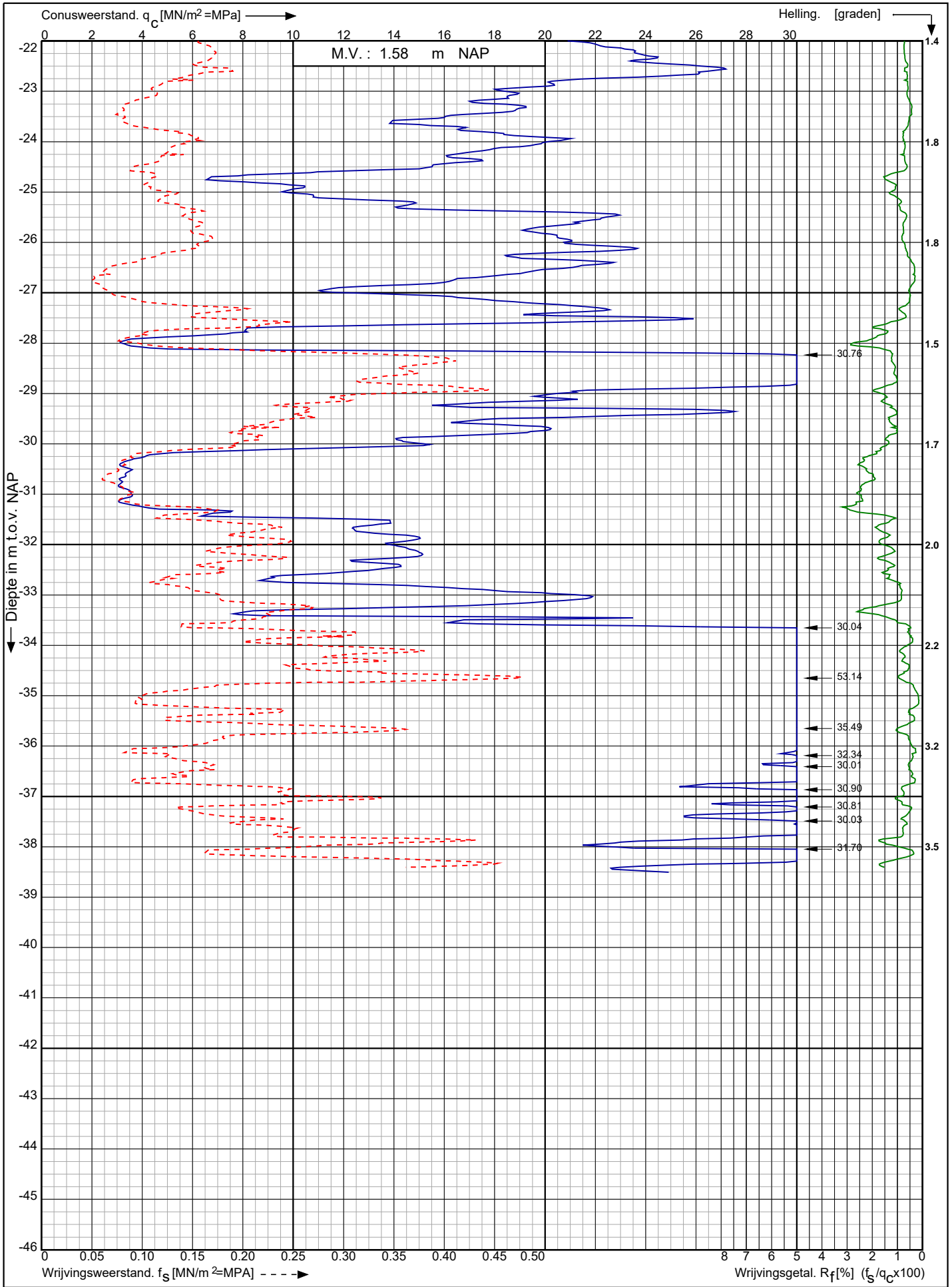
RD-coördinaten : X = 39402.14 Y = 388774.74



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 1-9-2020

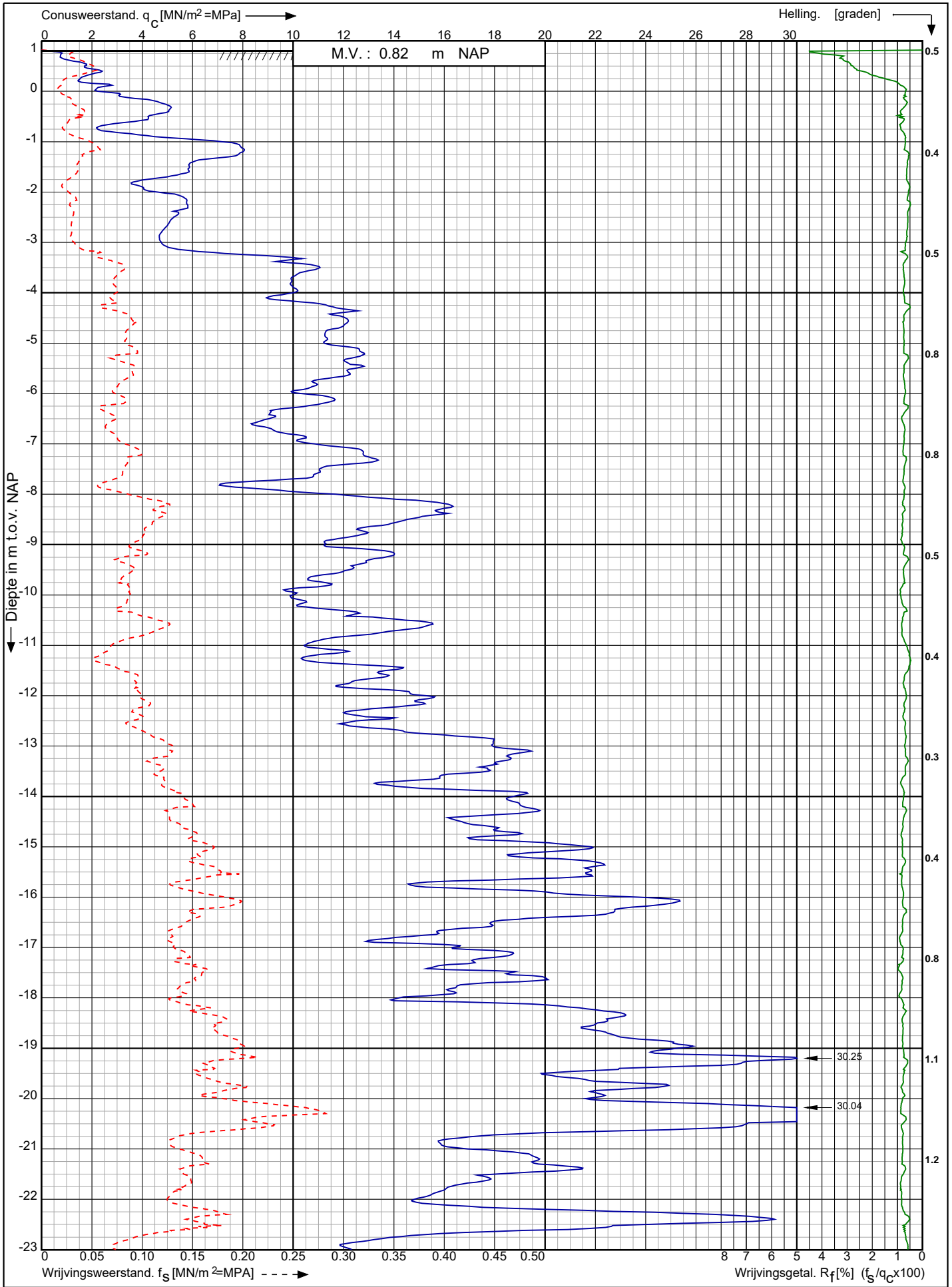
Sond. nr. : 4




0522 - 260 084

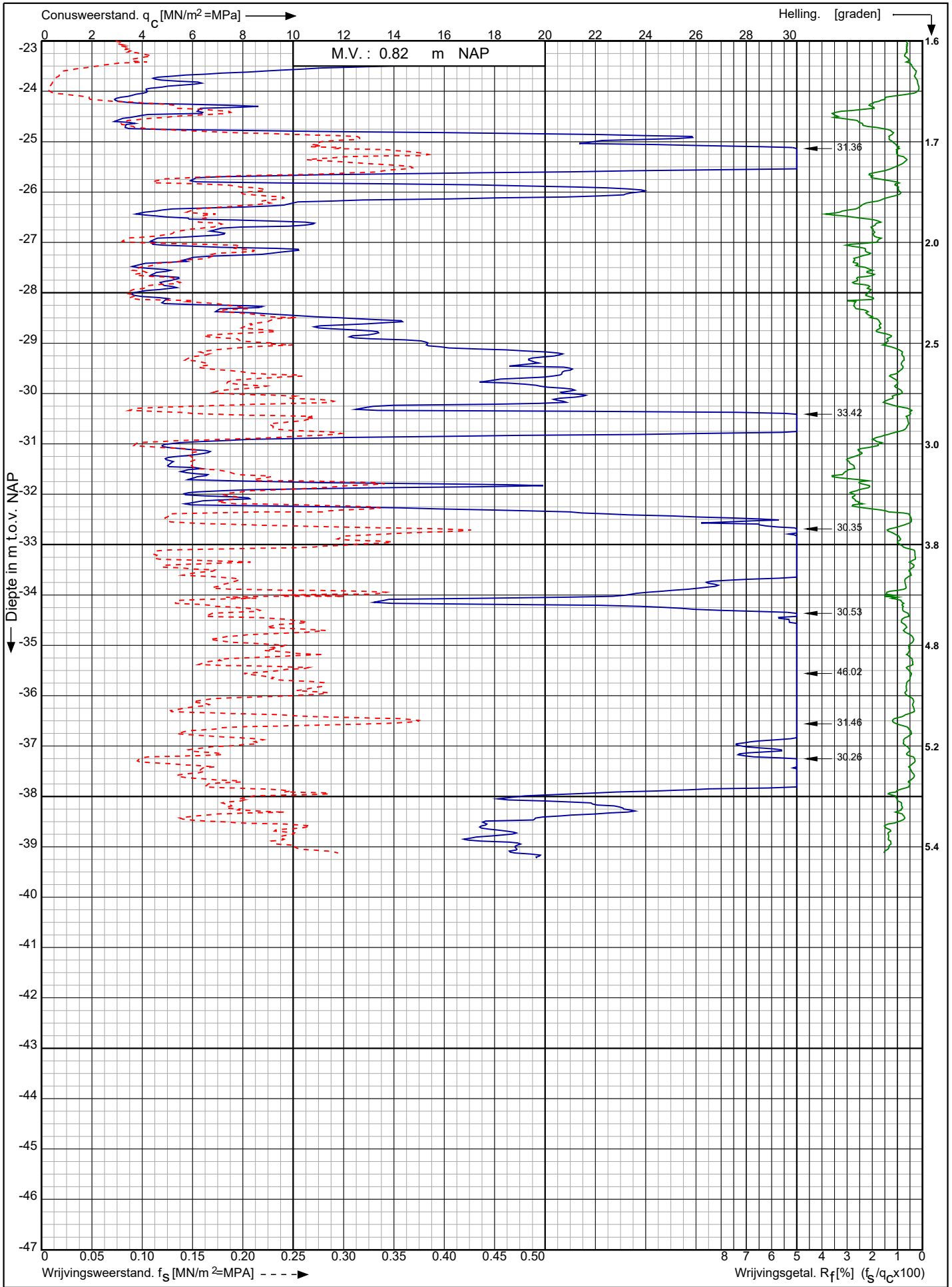
RD-coördinaten : X = 39402.14 Y = 388774.74


Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Conusserienummer: 001692



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 20-10-2020	
	Sond. nr. : 6	
RD-coördinaten : X = 39886.09 Y = 387230.14		

Conusserienummer: 001692  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



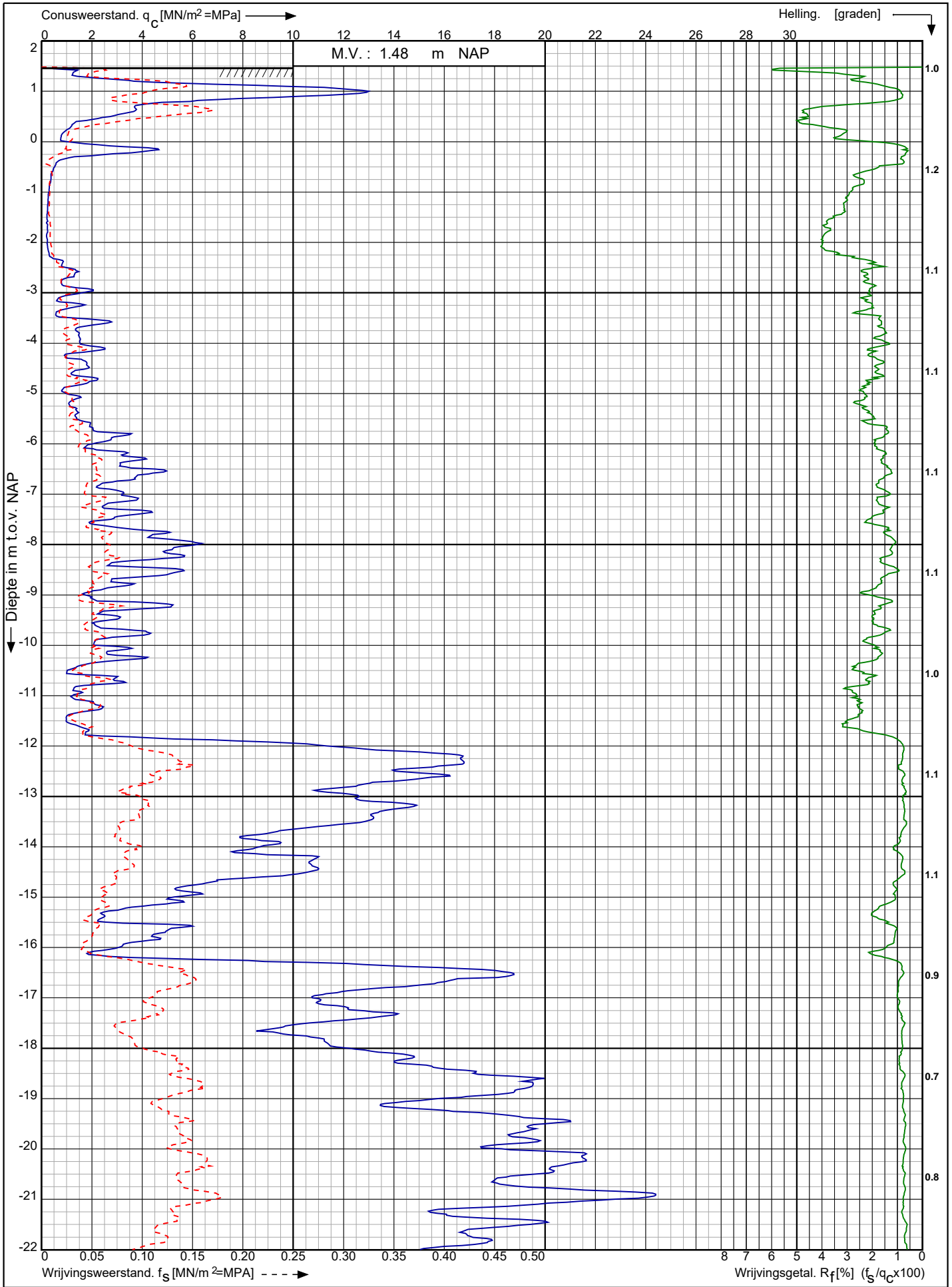
Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 39886.09 Y = 387230.14	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 20-10-2020	
	Sond. nr. : 6	



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 1-9-2020

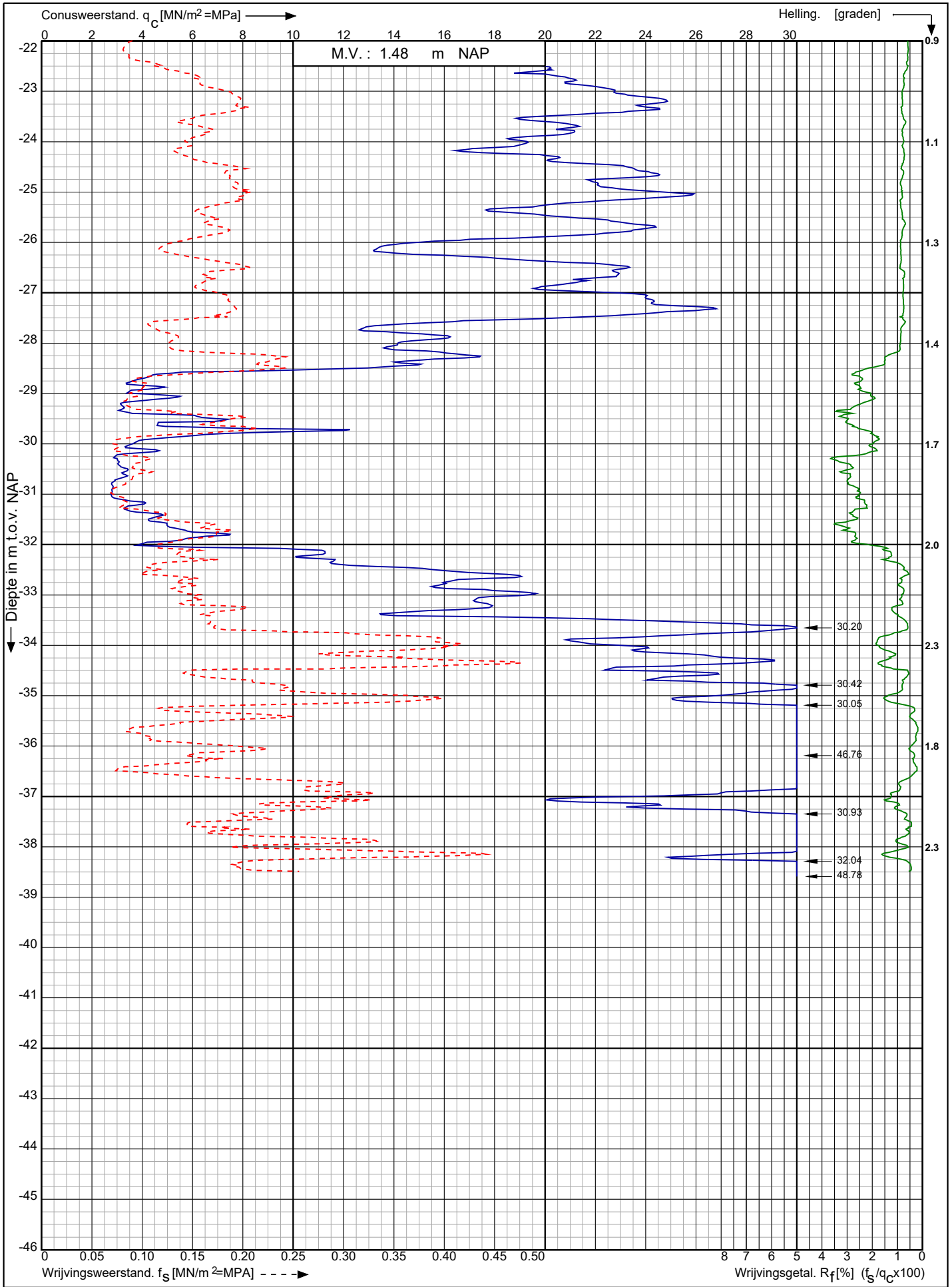
Sond. nr. : 7


RD-coördinaten : X = 37991.01 Y = 389452.99



0522 - 260 084

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Conusserienummer: 001692

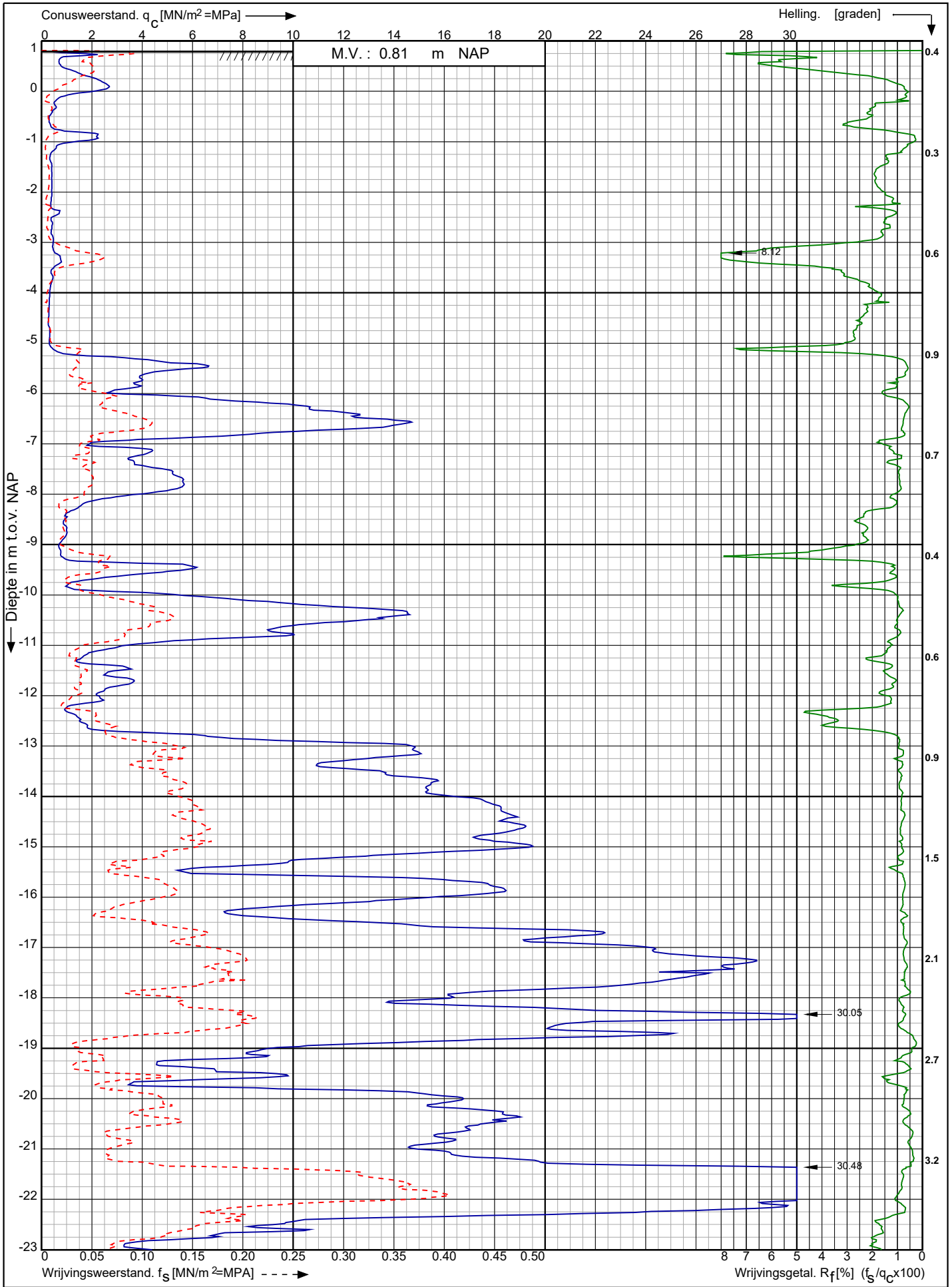


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 37991.01 Y = 389452.99	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 1-9-2020	
	Sond. nr. : 7	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142  
Datum uitv. : 20-10-2020  
Sond. nr. : 9



0522 - 260 084

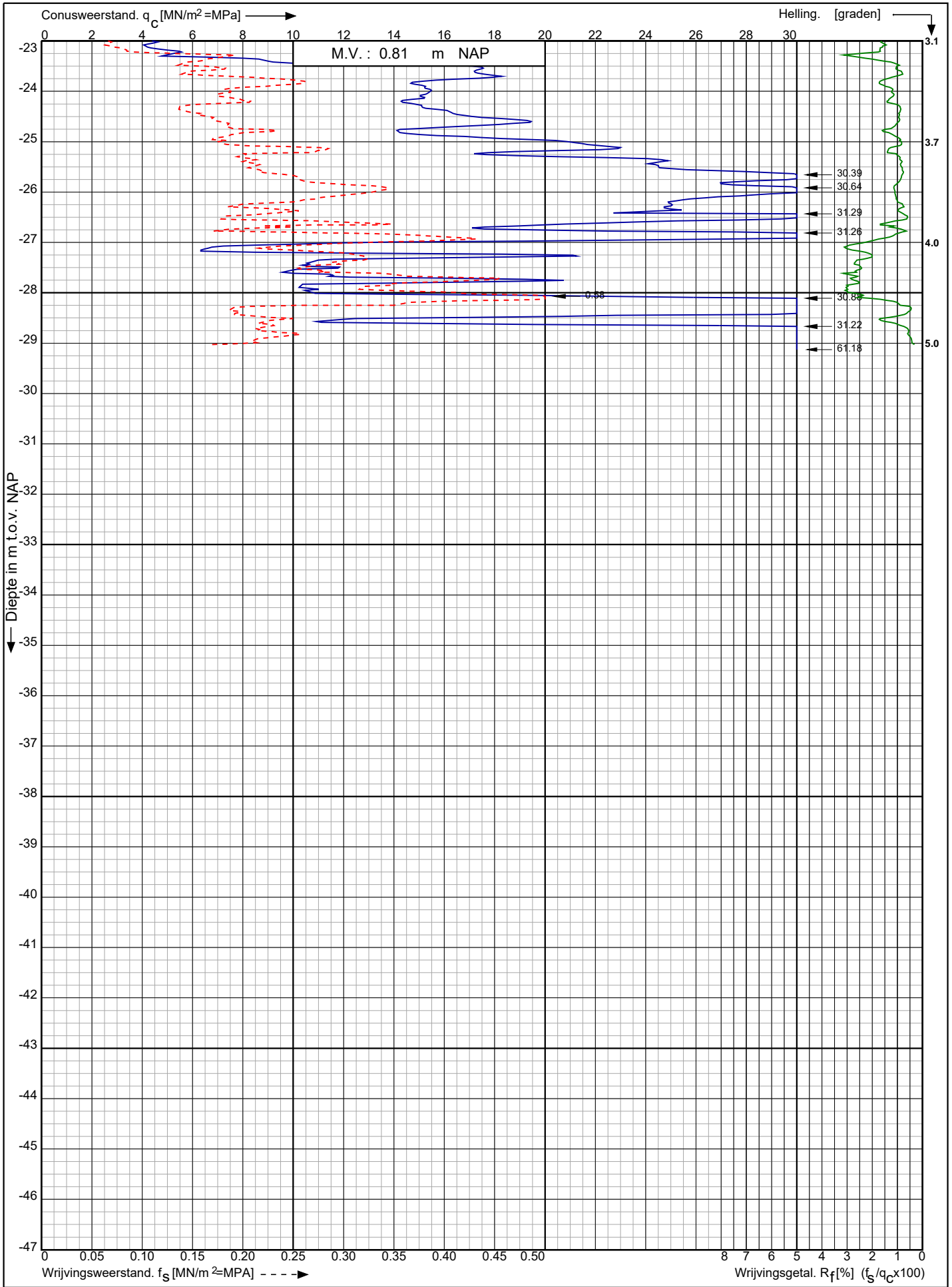
RD-coördinaten : X = 40932.70 Y = 385643.57



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

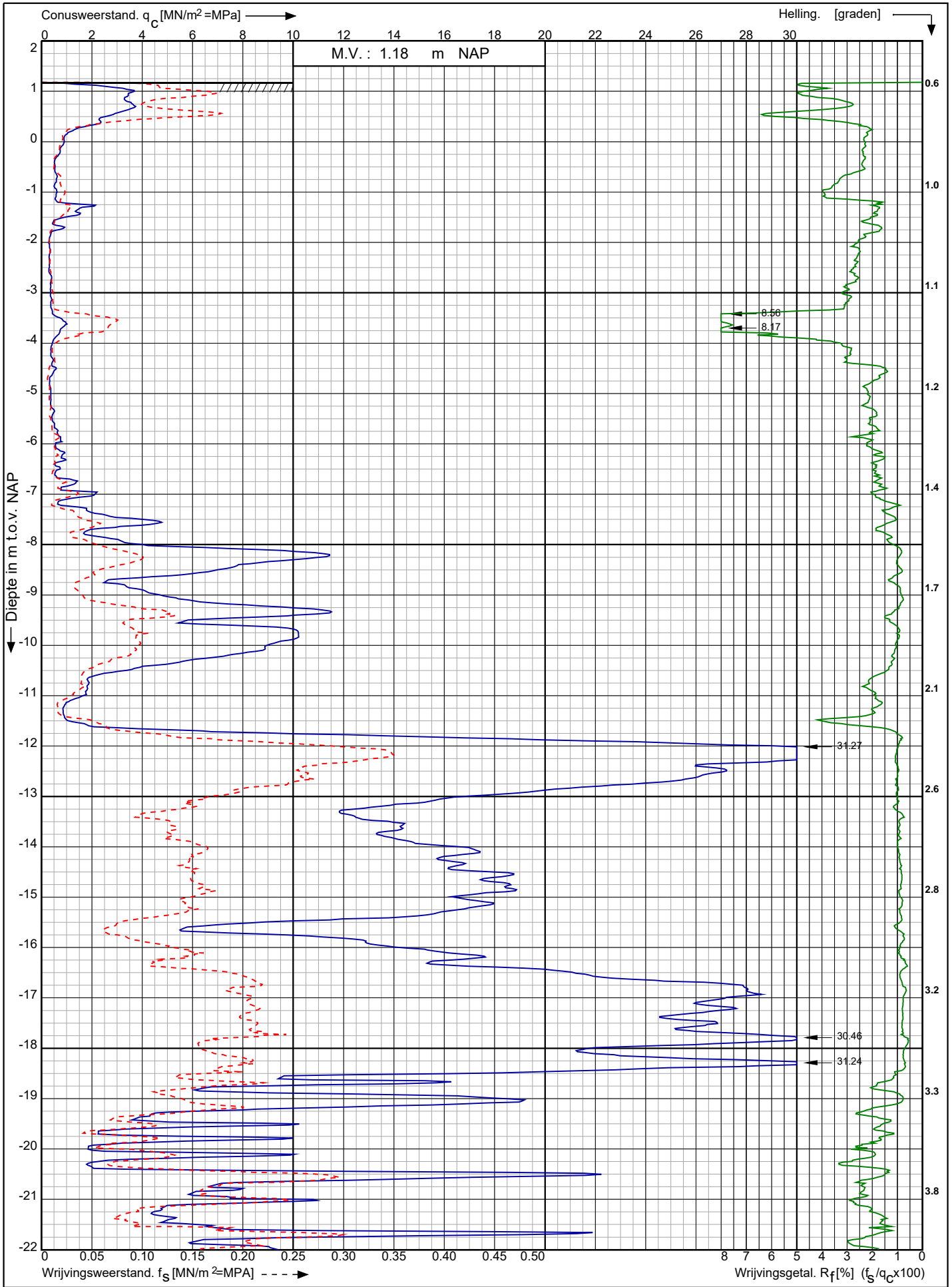
Sond. nr. : 9




0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 40932.70 Y = 385643.57

Conusserienummer: 001692  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

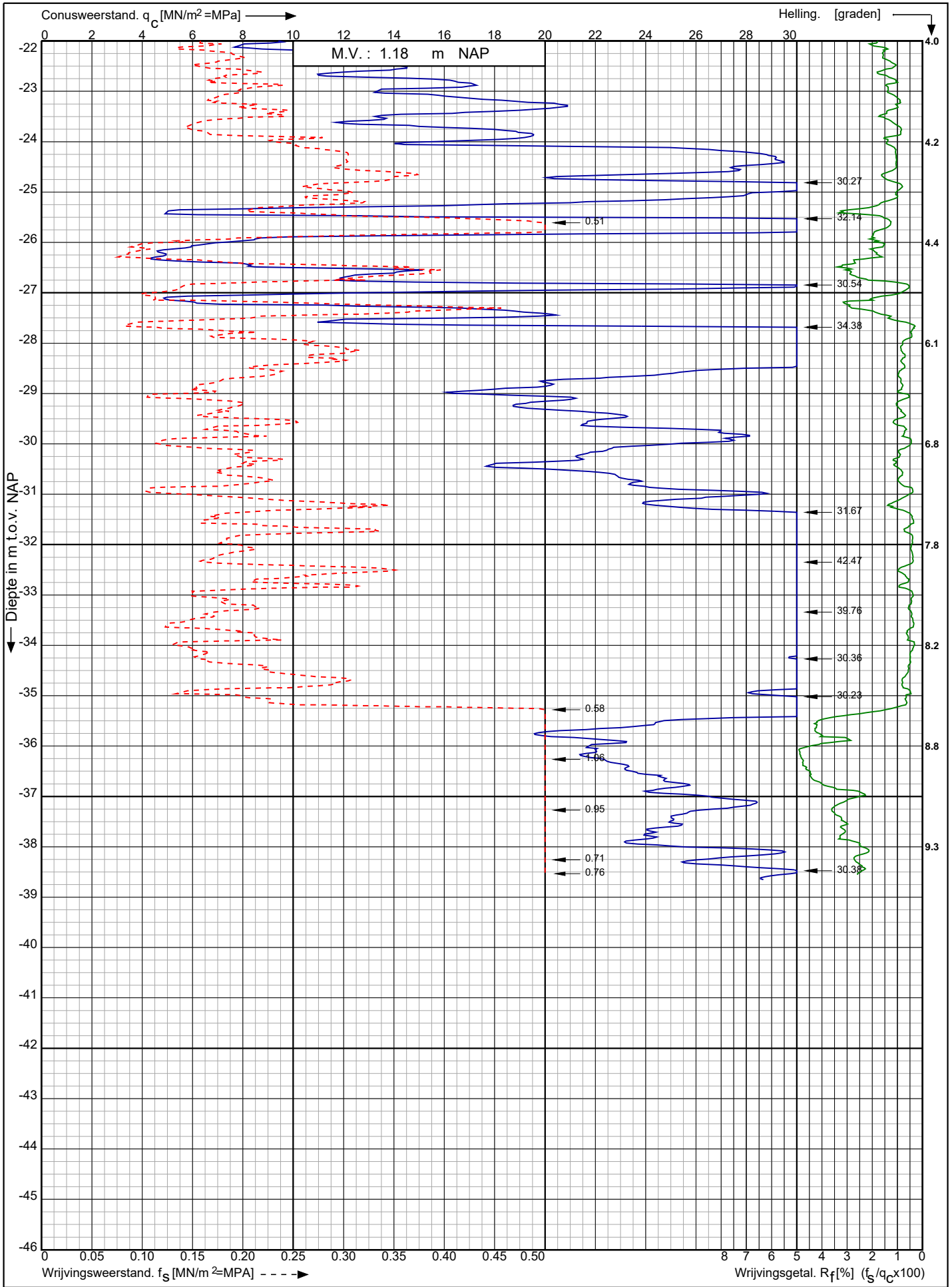


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 41098.11 Y = 385339.22	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 1-9-2020	
	Sond. nr. : 10	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 1-9-2020

Sond. nr. : 10

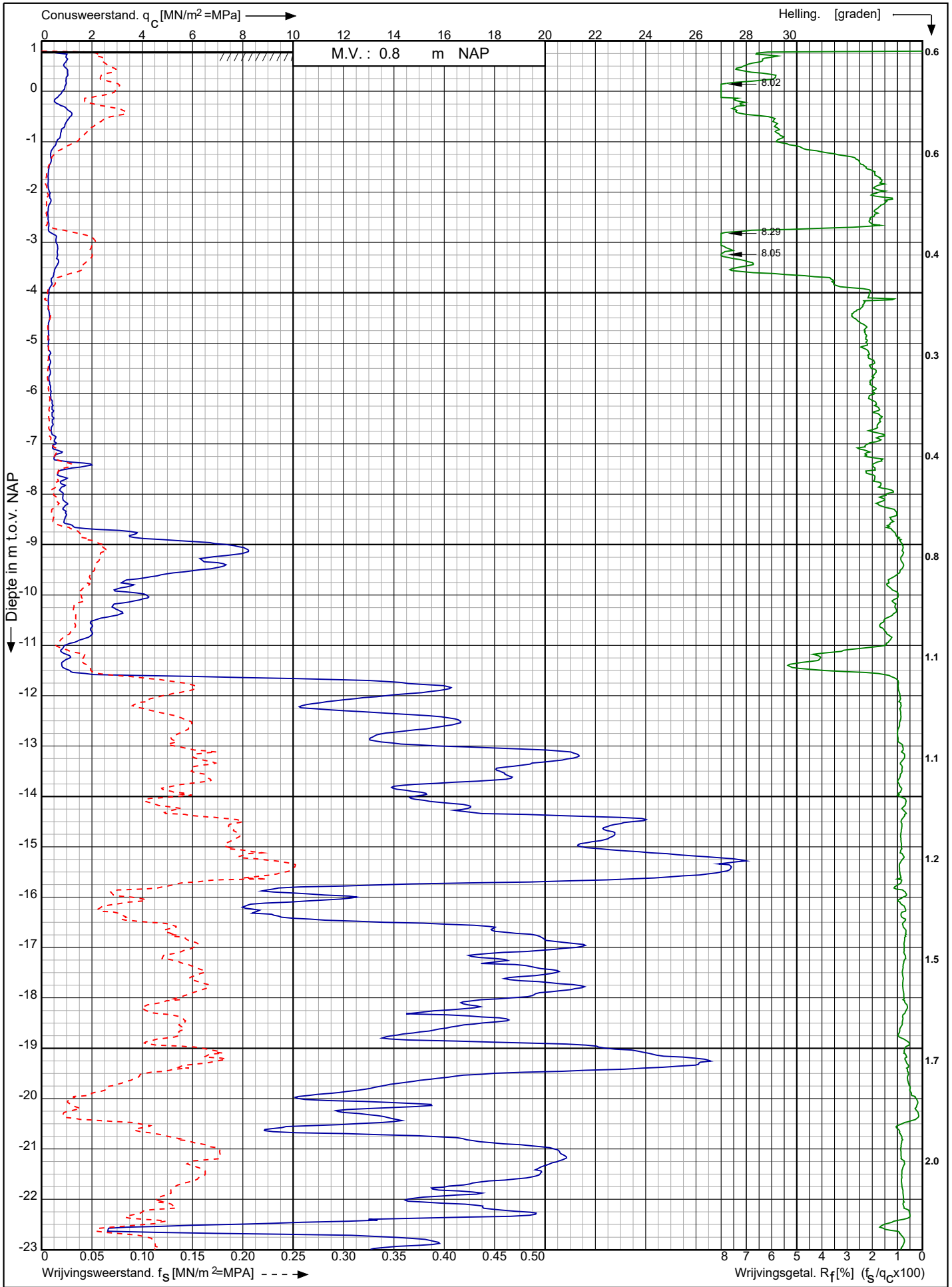



0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 41098.11 Y = 385339.22



Conusserienummer: 001692  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Sonderring volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2

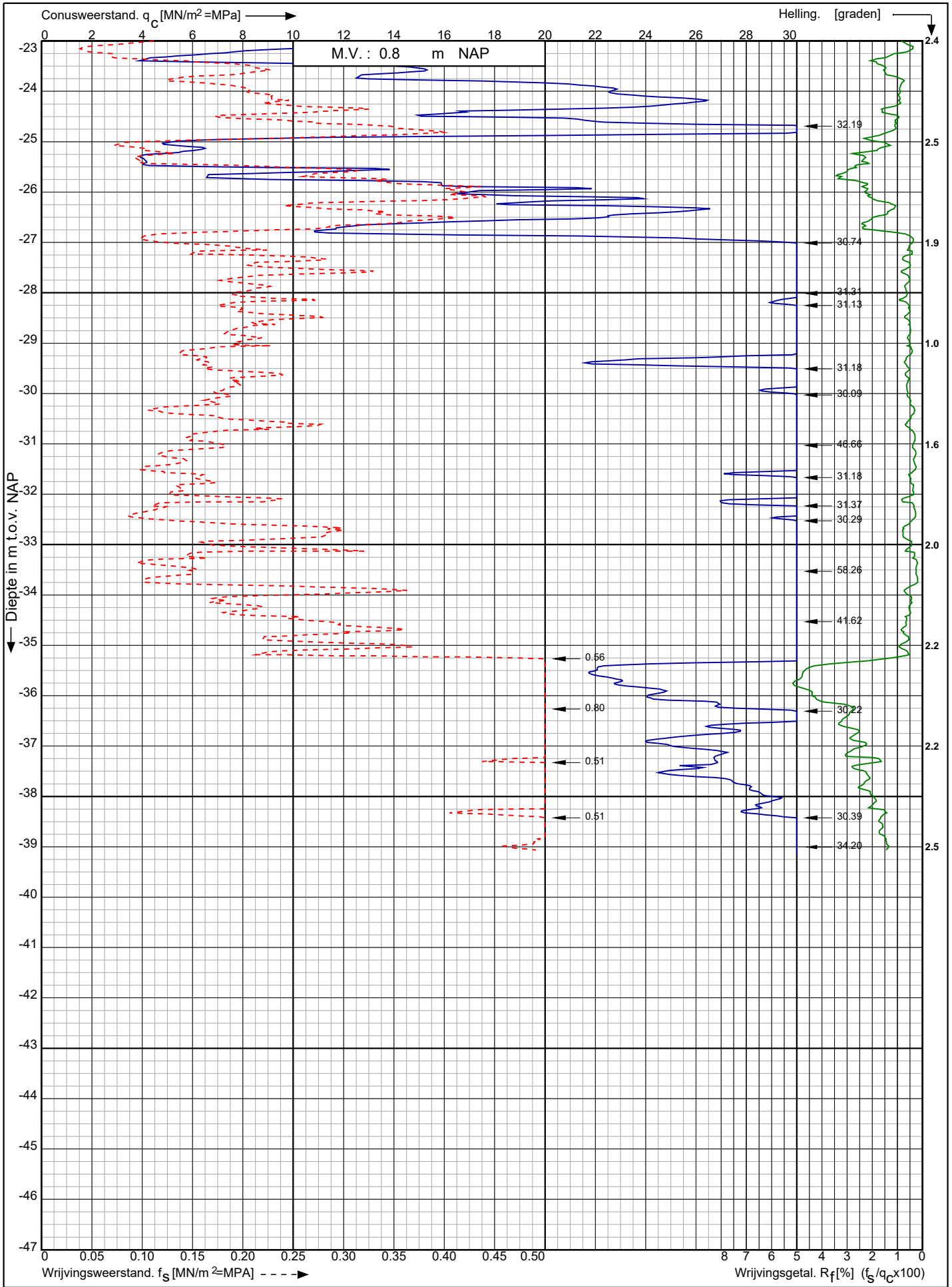


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 20-10-2020	
	Sond. nr. : 11	
RD-coördinaten : X = 40946.82 Y = 385171.63		

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142  
Datum uitv. : 20-10-2020  
Sond. nr. : 11

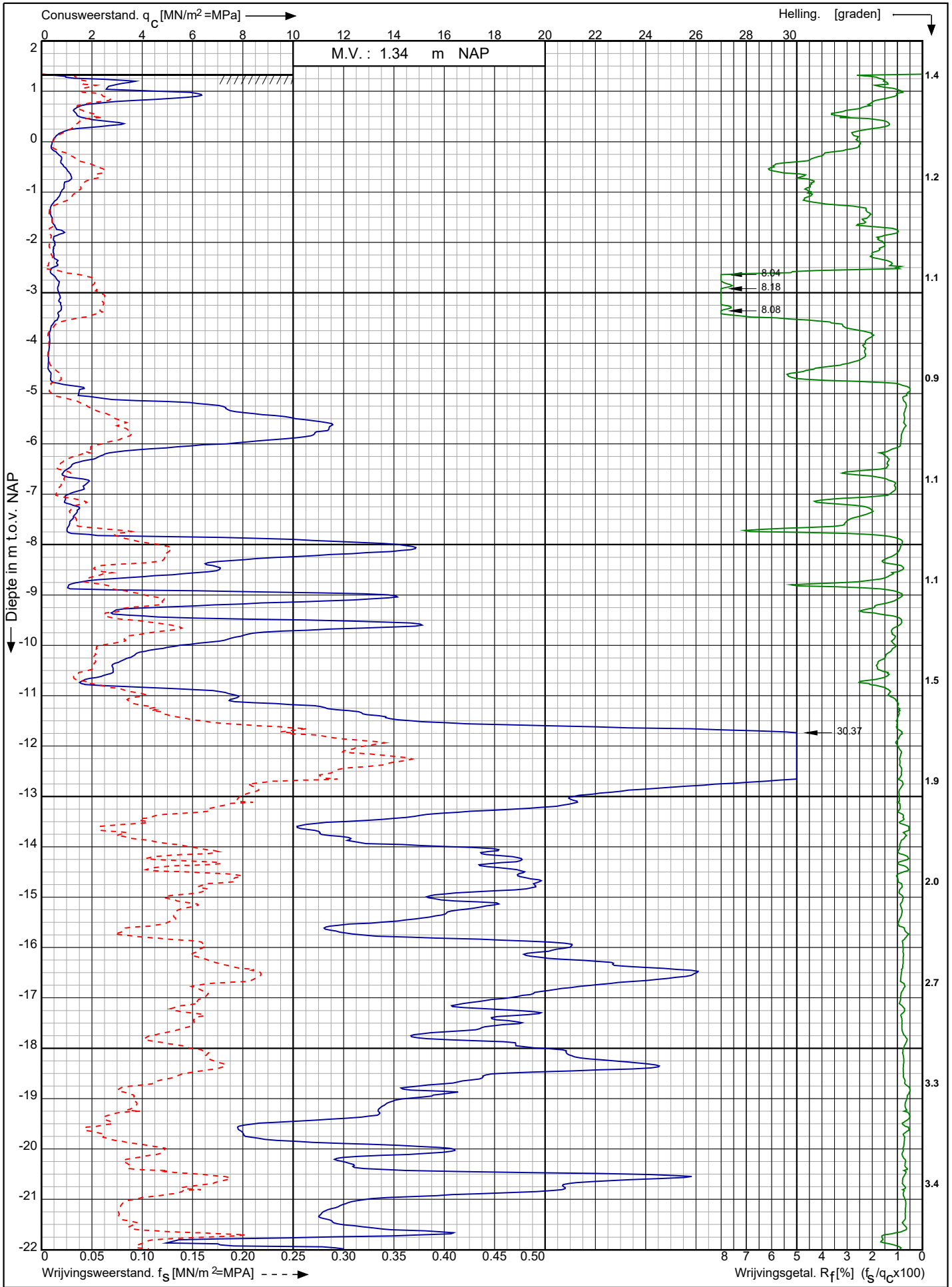


RD-coördinaten : X = 40946.82 Y = 385171.63

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

Sond. nr. : 13



0522 - 260 084

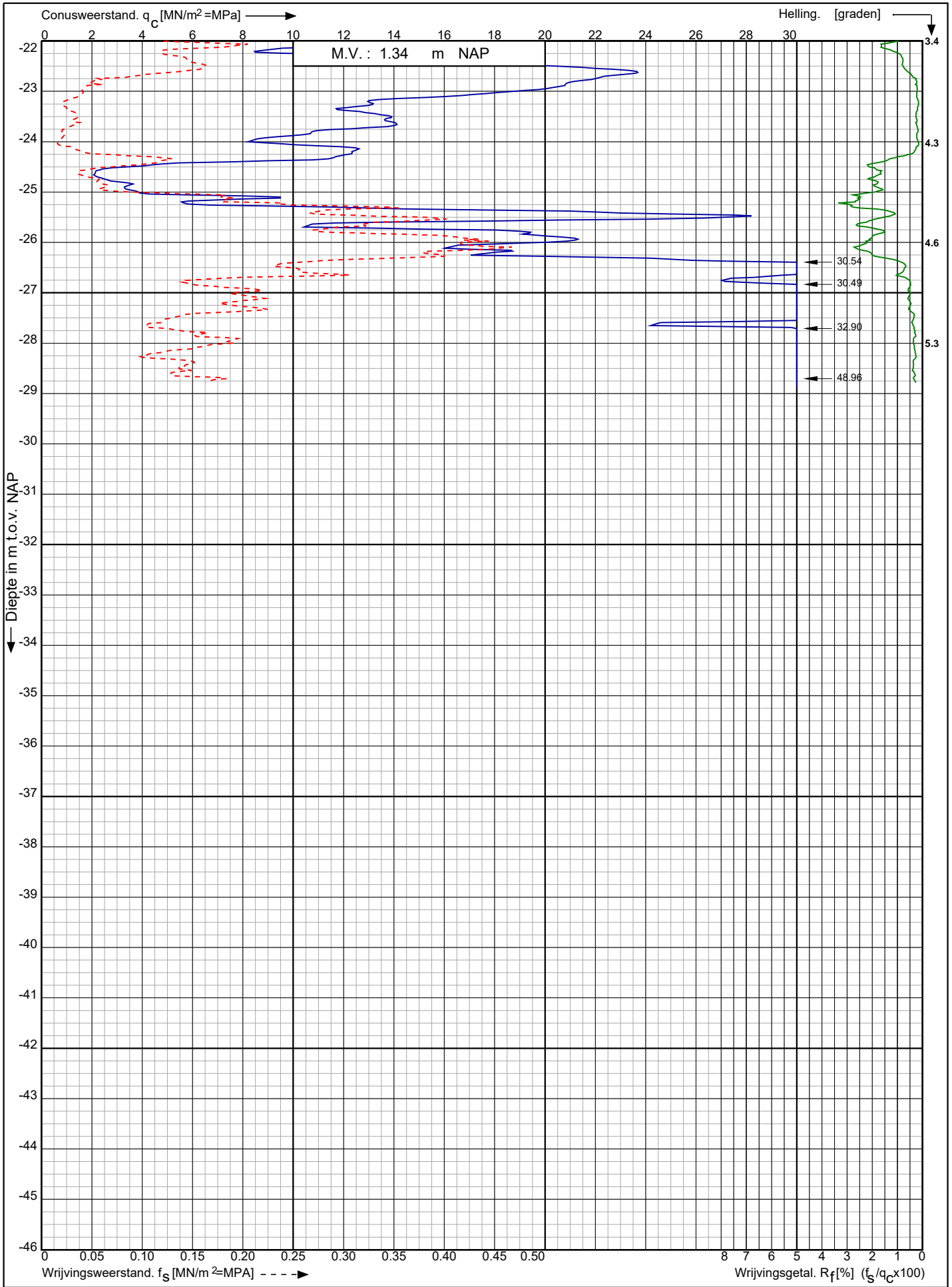
RD-coördinaten : X = 40520.53 Y = 384537.47



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



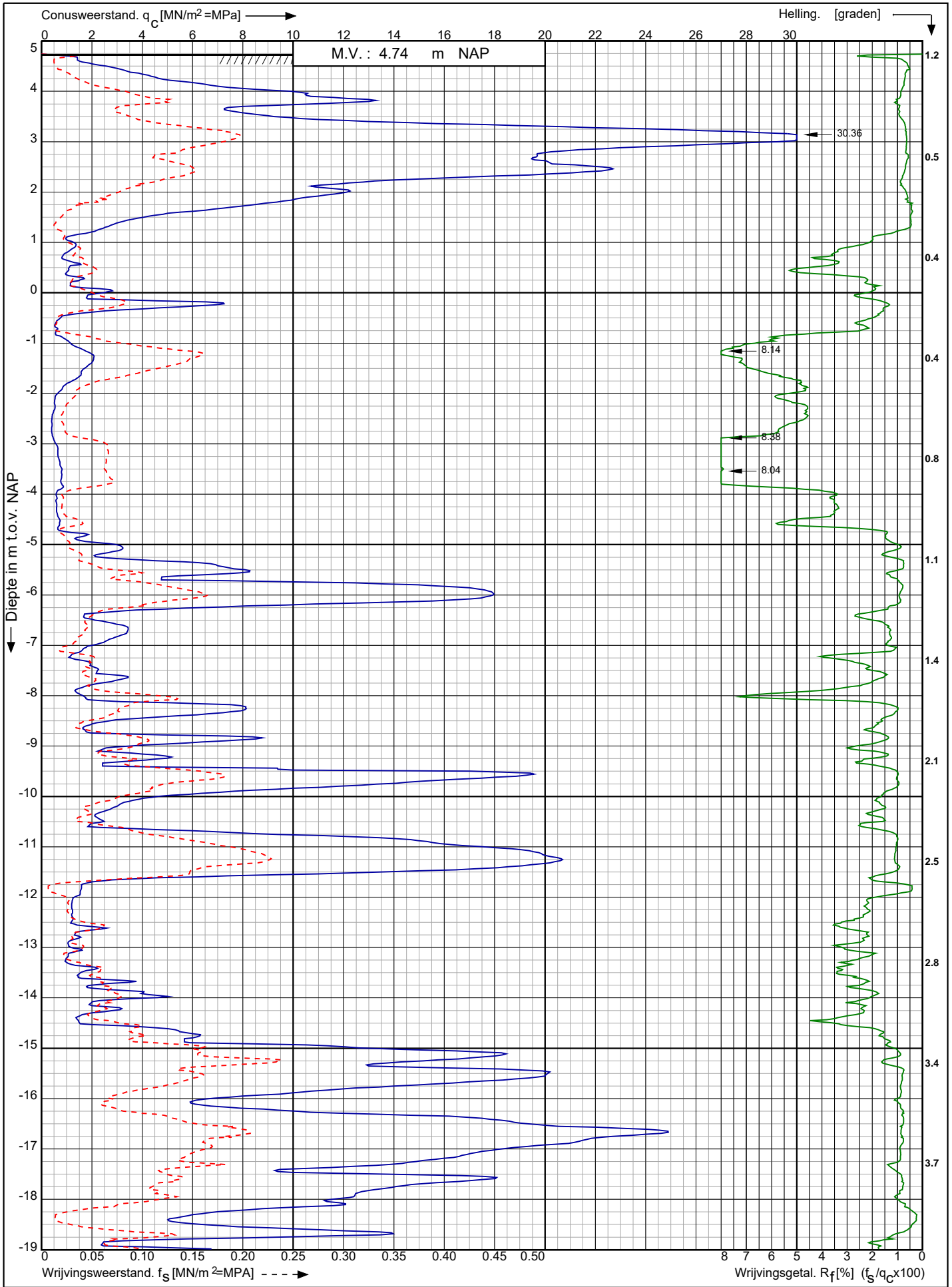
Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden


Opdr. nr. : 2020-1142  
Datum uitv. : 20-10-2020  
Sond. nr. : 13



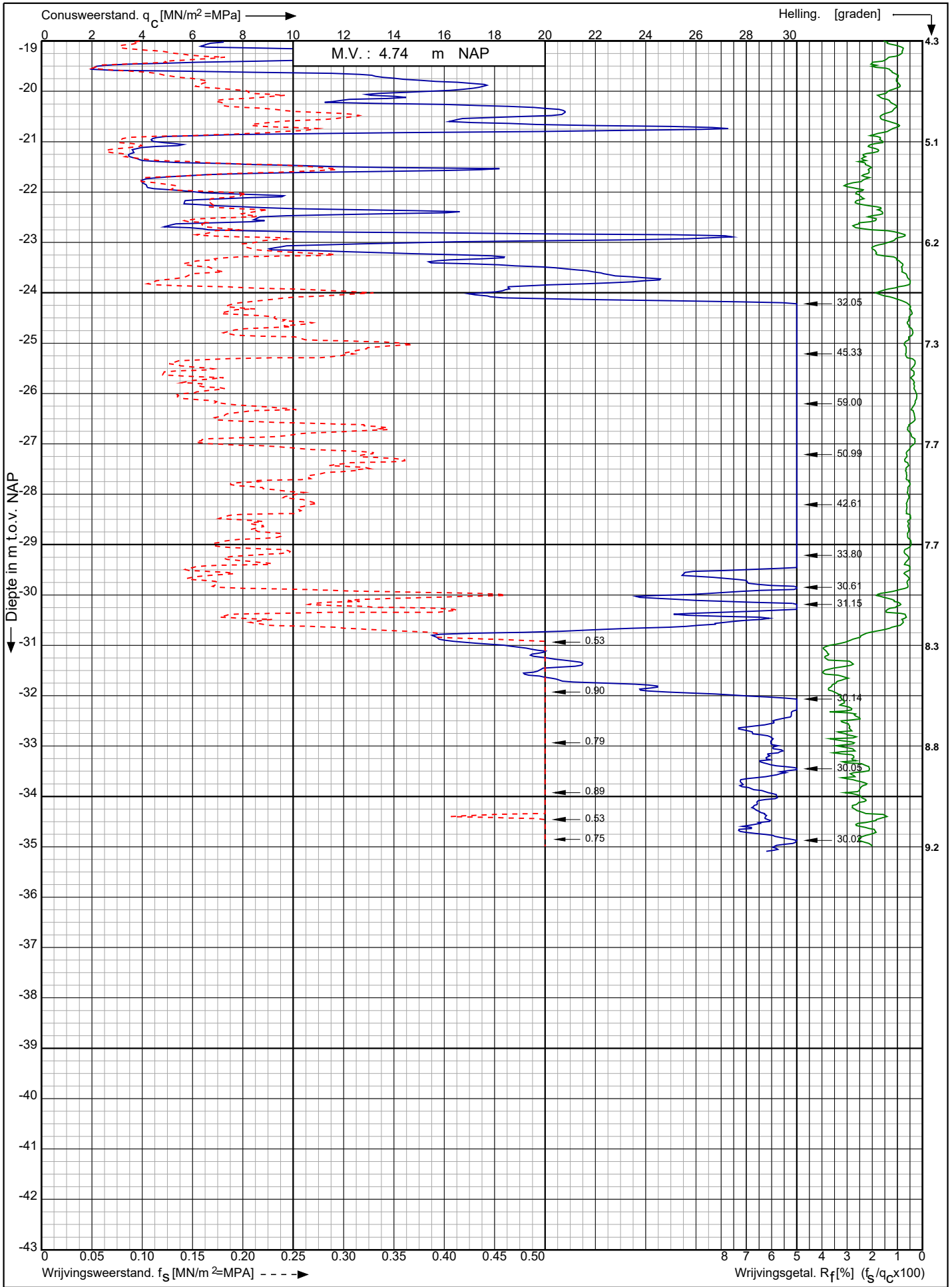
RD-coördinaten : X = 40520.53 Y = 384537.47


Conusserienummer: 001692  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 39511.40 Y = 384460.88	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 20-10-2020	
	Sond. nr. : 14	

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Conusserienummer: 001692



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 39511.40 Y = 384460.88	Opdr. nr. : 2020-1142	
	Datum uitv. : 20-10-2020	
	Sond. nr. : 14	

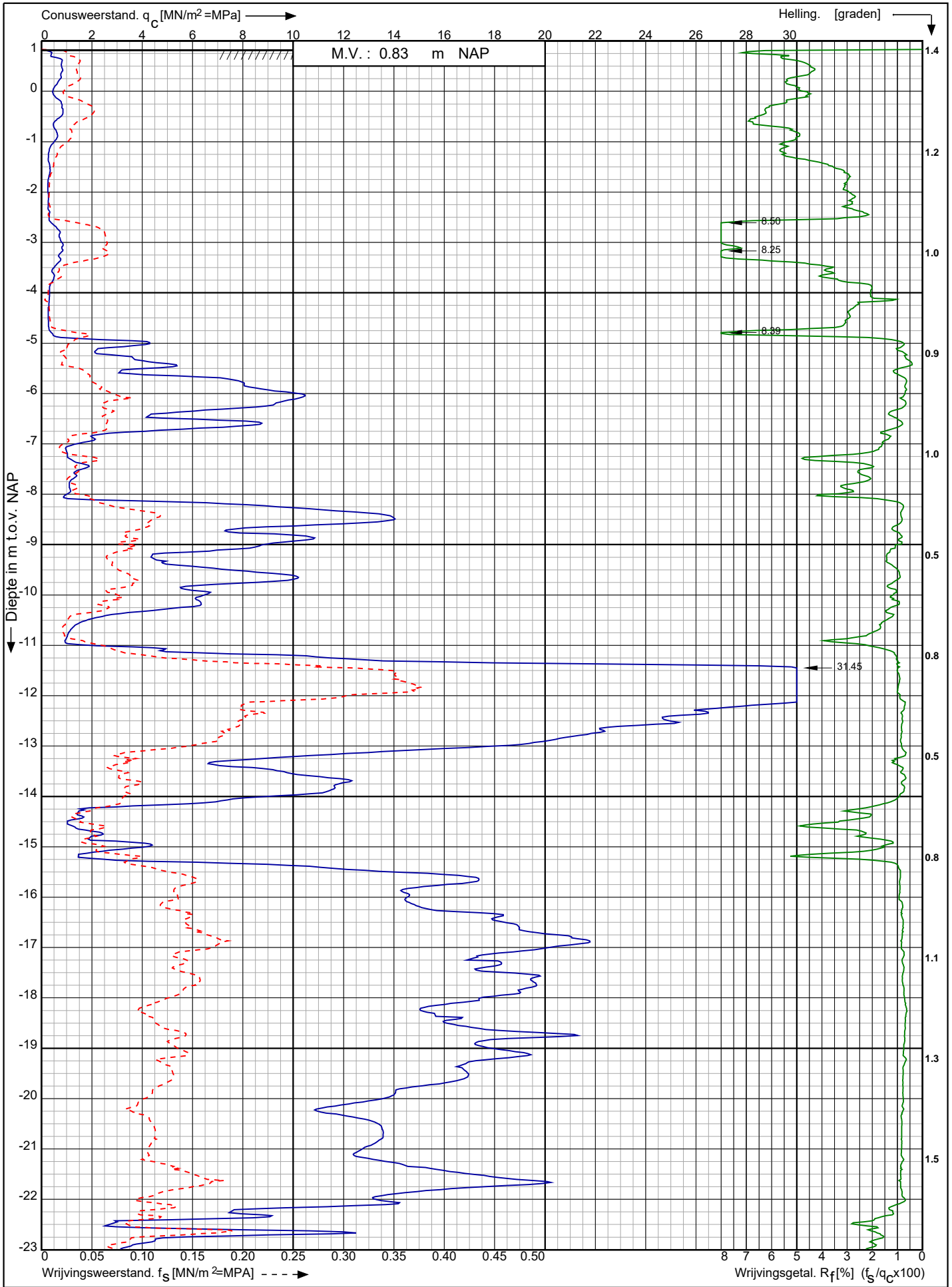
0522 - 260 084



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

Sond. nr. : 15



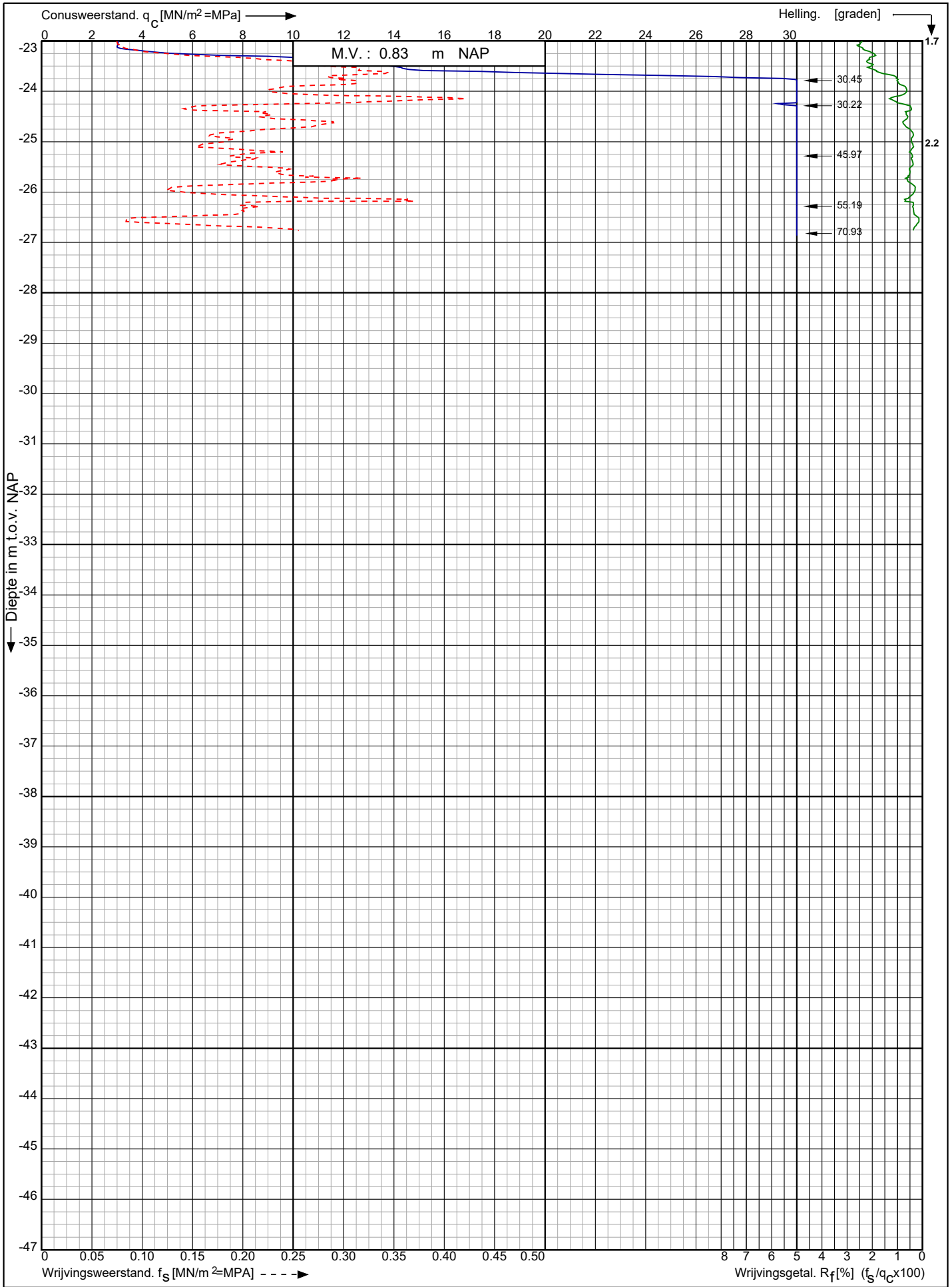
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 40276.87 Y = 384443.51

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

Sond. nr. : 15

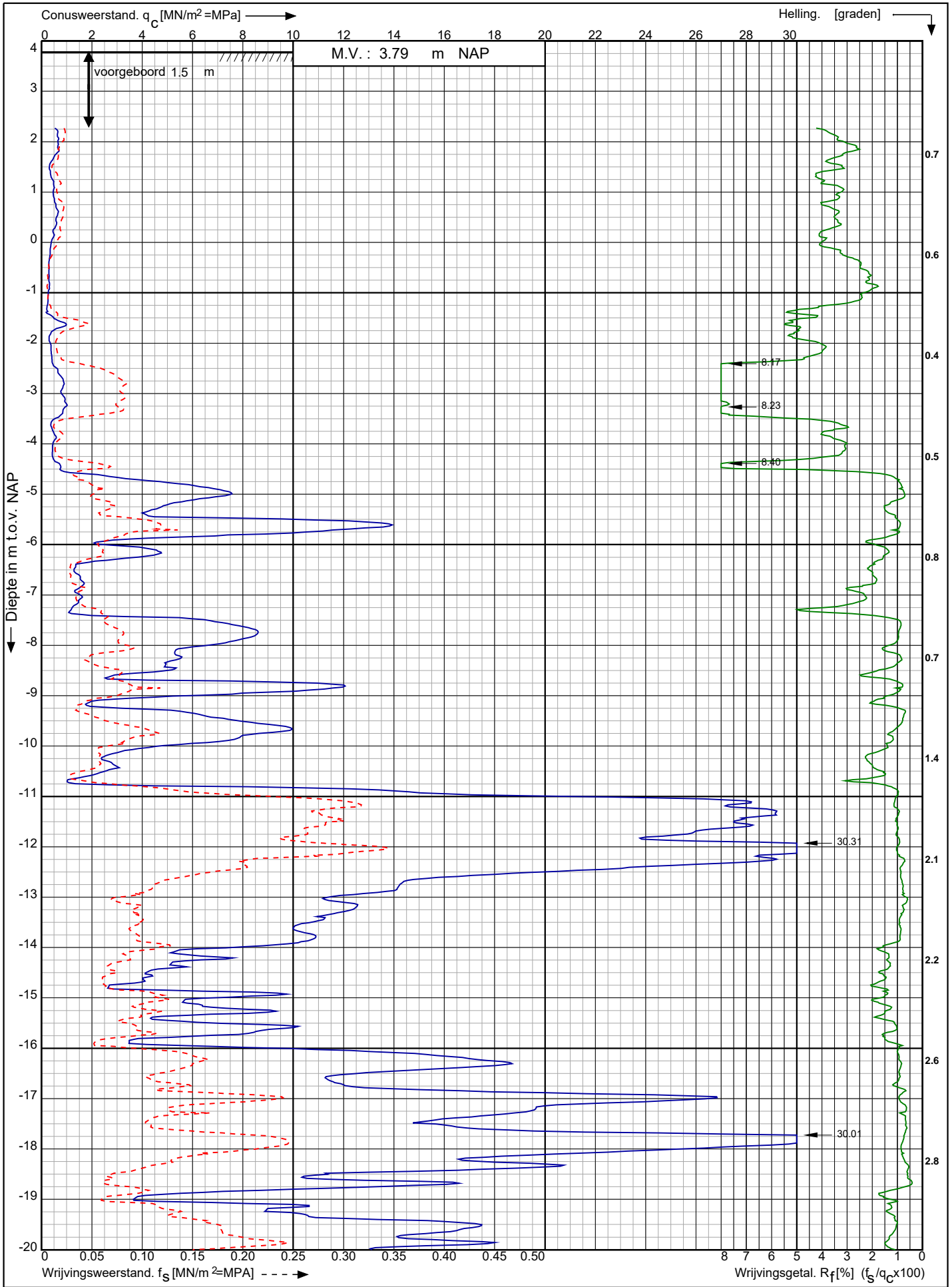


RD-coördinaten : X = 40276.87 Y = 384443.51

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

Sond. nr. : 16



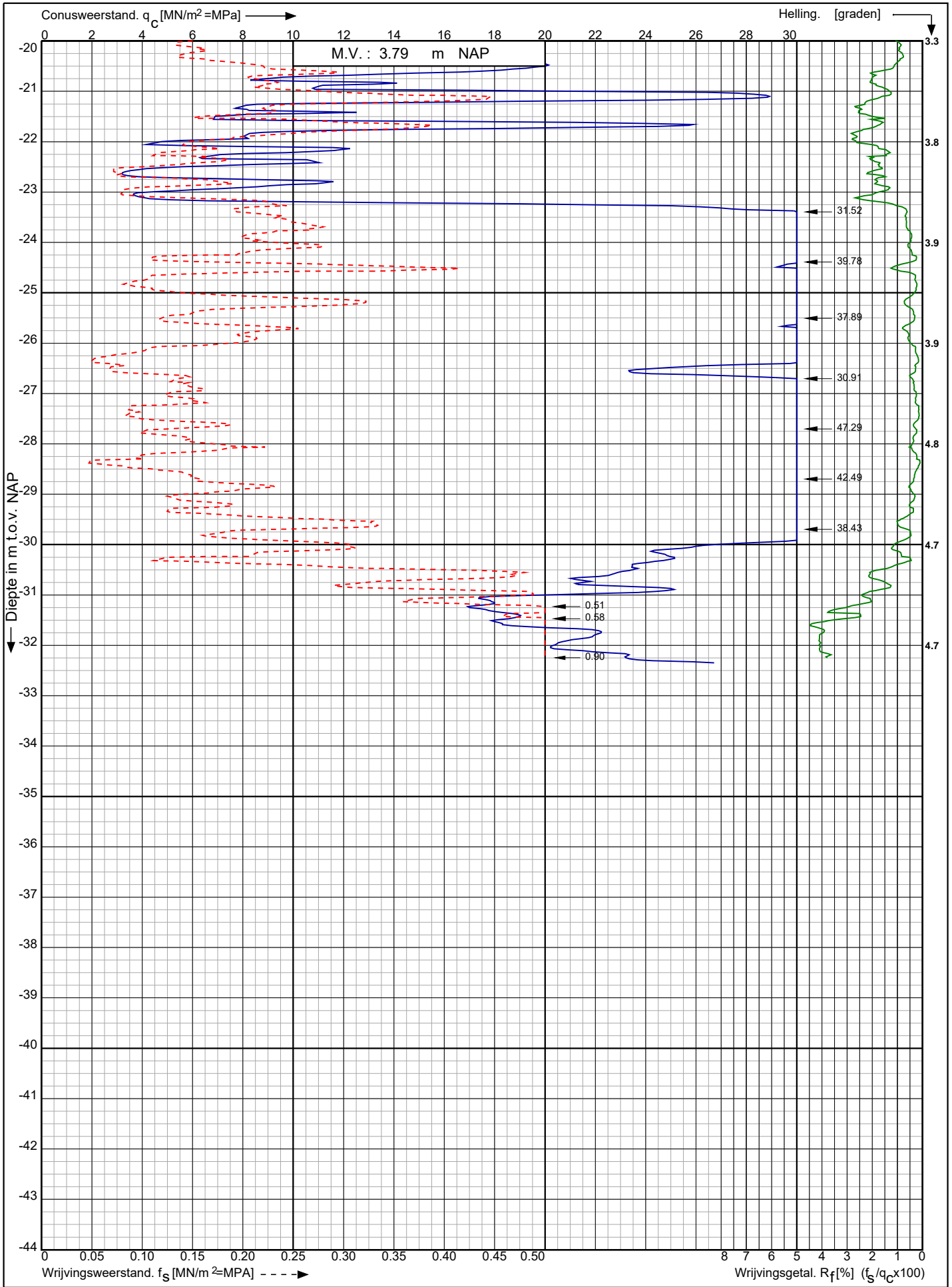
RD-coördinaten : X = 39974.98 Y = 384392.83



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

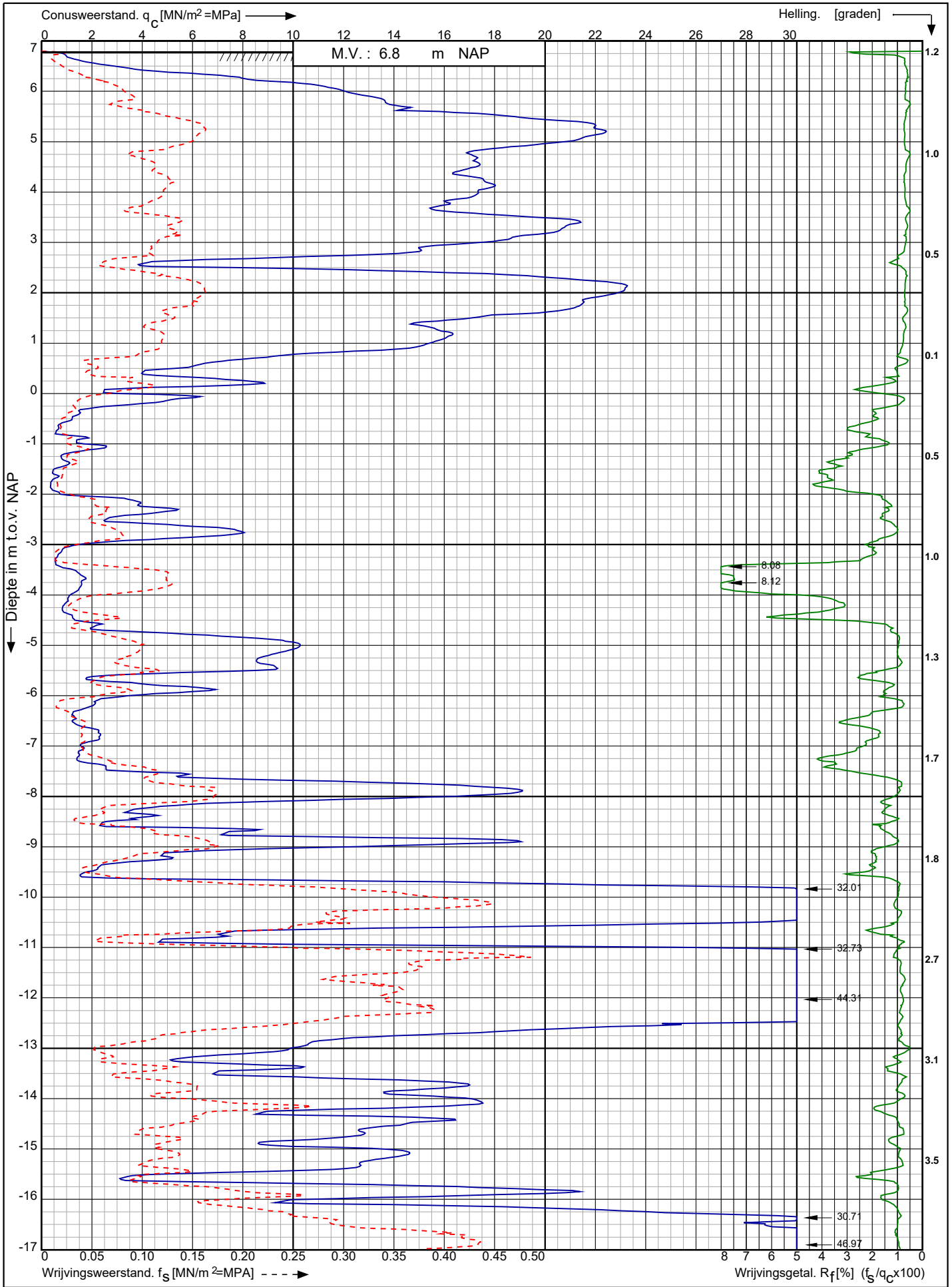
Sond. nr. : 16




0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 39974.98 Y = 384392.83

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Conusserienummer: 001692

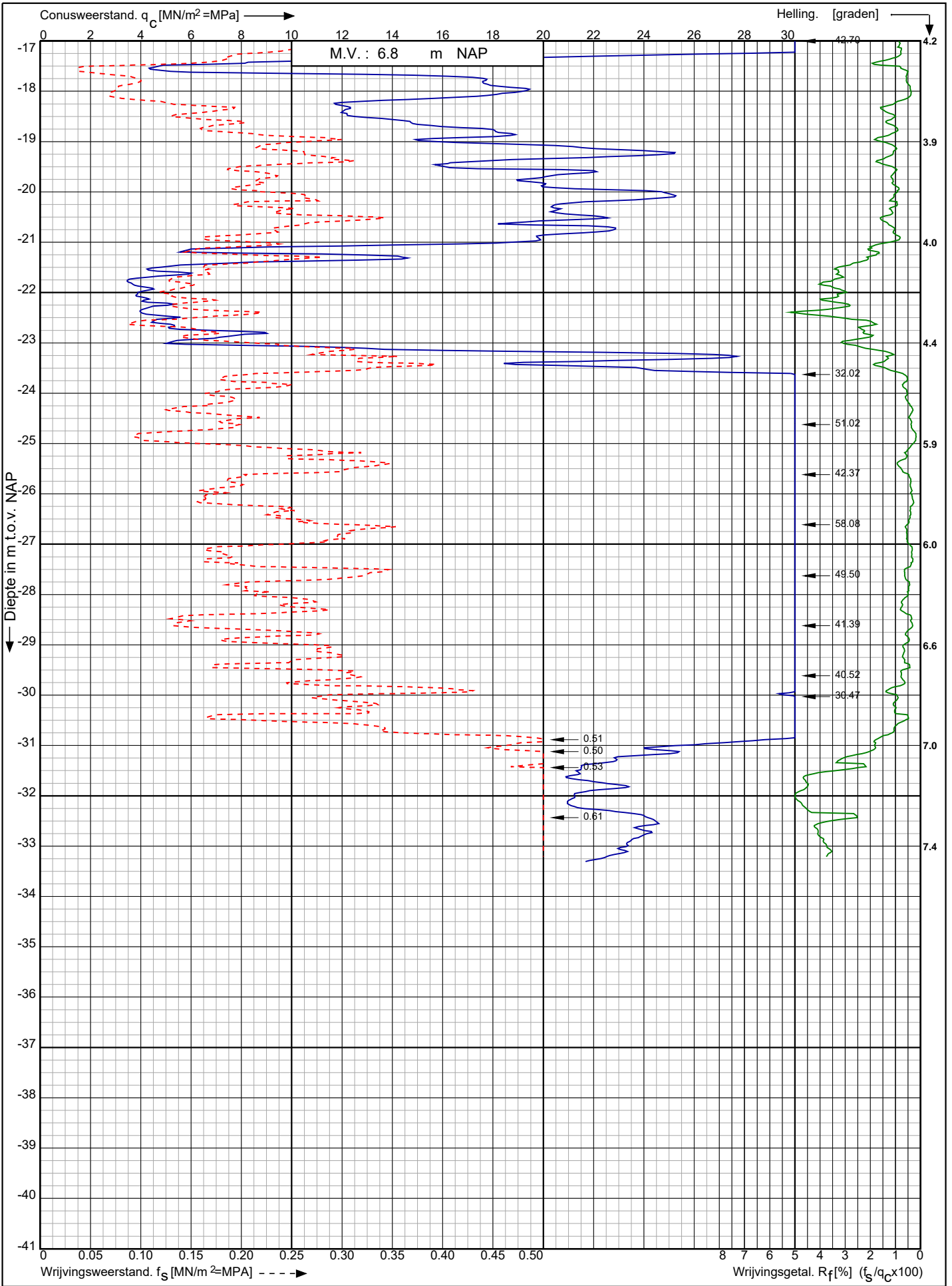


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142	 <b>Koops</b> grondmechanica 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 20-10-2020	
	Sond. nr. : 17	
RD-coördinaten : X = 39707.51 Y = 384390.08		

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 20-10-2020

Sond. nr. : 17

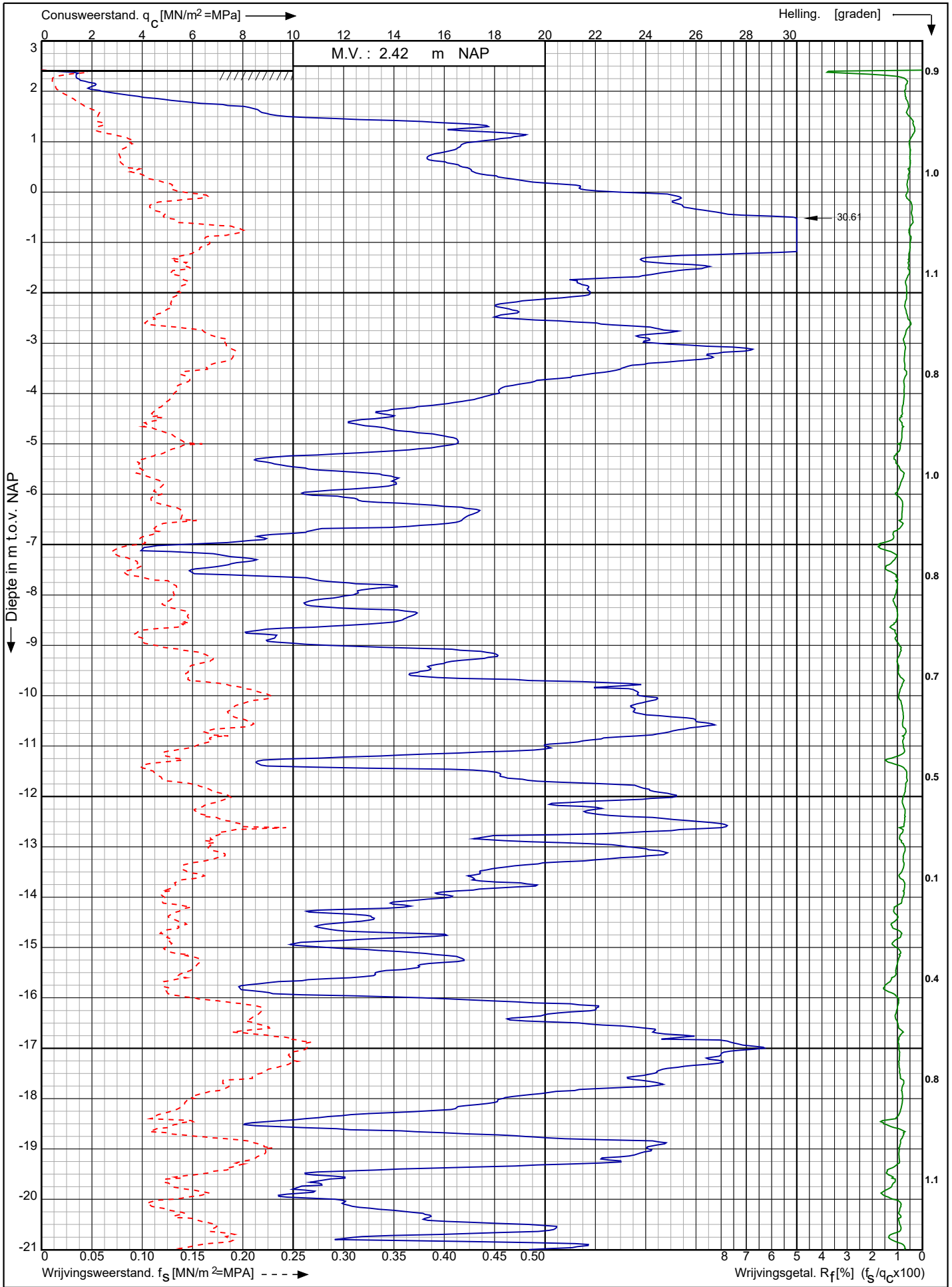



0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 39707.51 Y = 384390.08



Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Conusserienummer: 001692

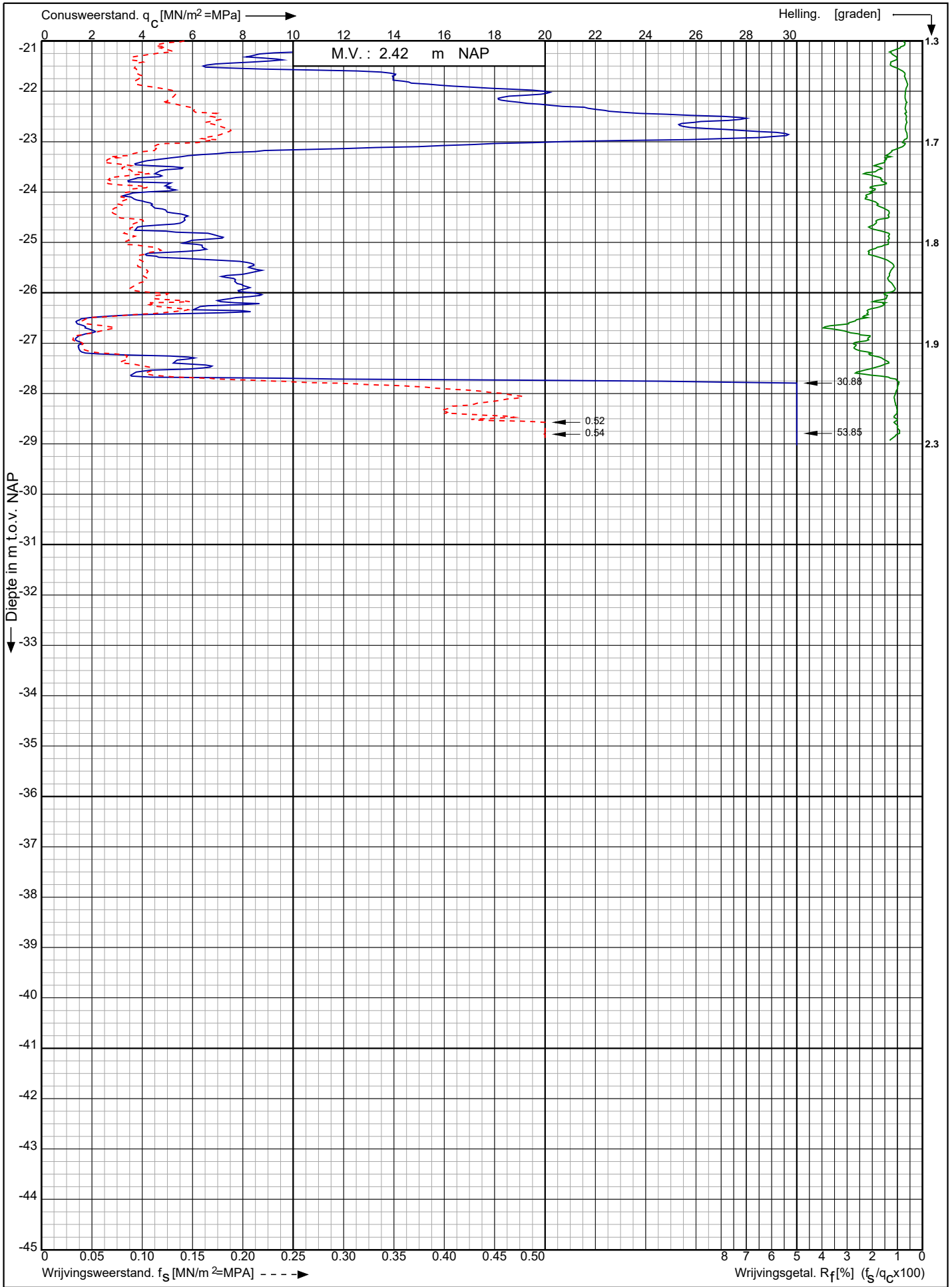


Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 34369.47 Y = 401687.25	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 24-8-2020	
	Sond. nr. : 28	

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 24-8-2020

Sond. nr. : 28



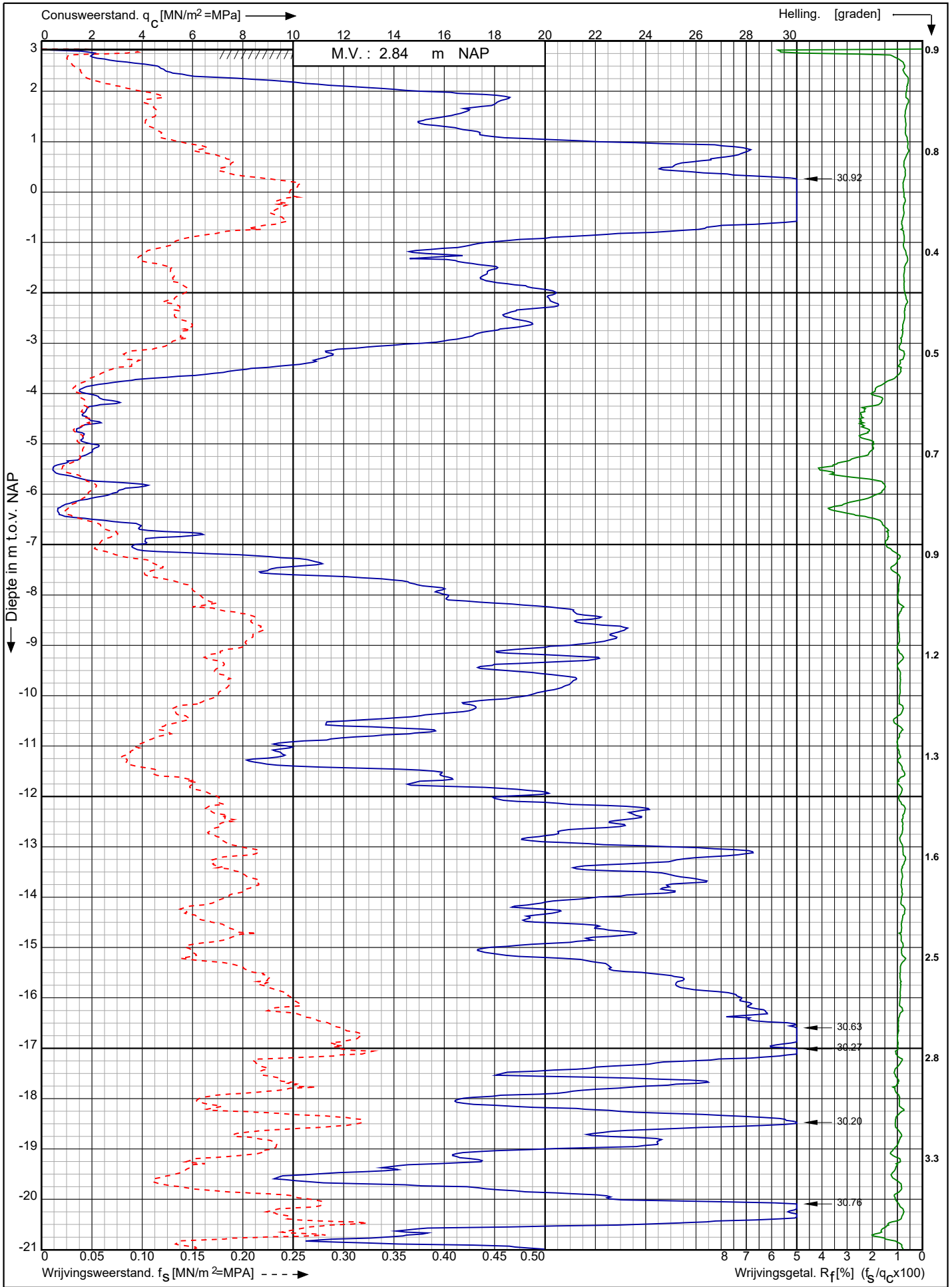
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 34369.47 Y = 401687.25

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 24-8-2020

Sond. nr. : 29



0522 - 260 084

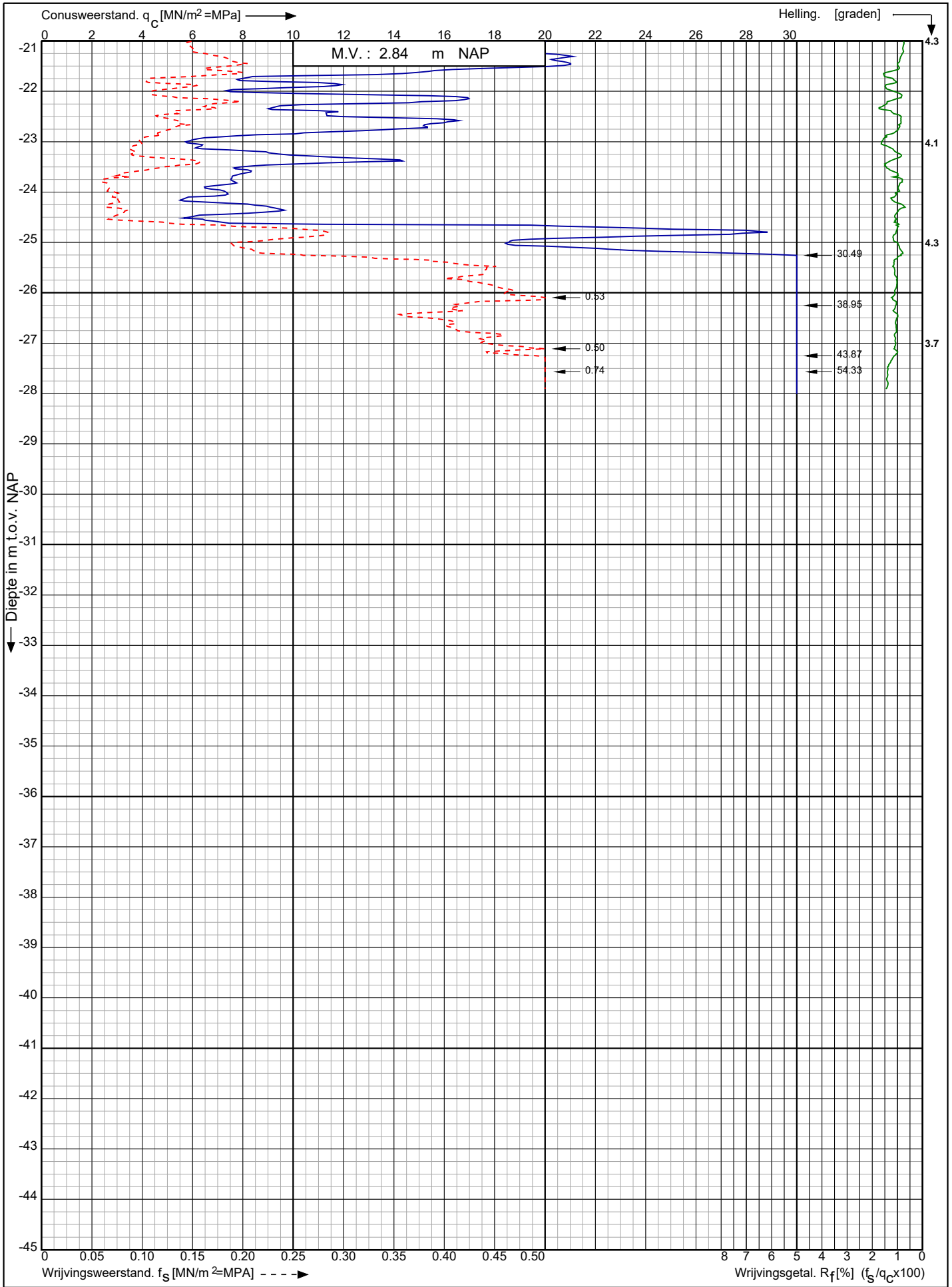
RD-coördinaten : X = 34410.61 Y = 401525.32



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 24-8-2020

Sond. nr. : 29



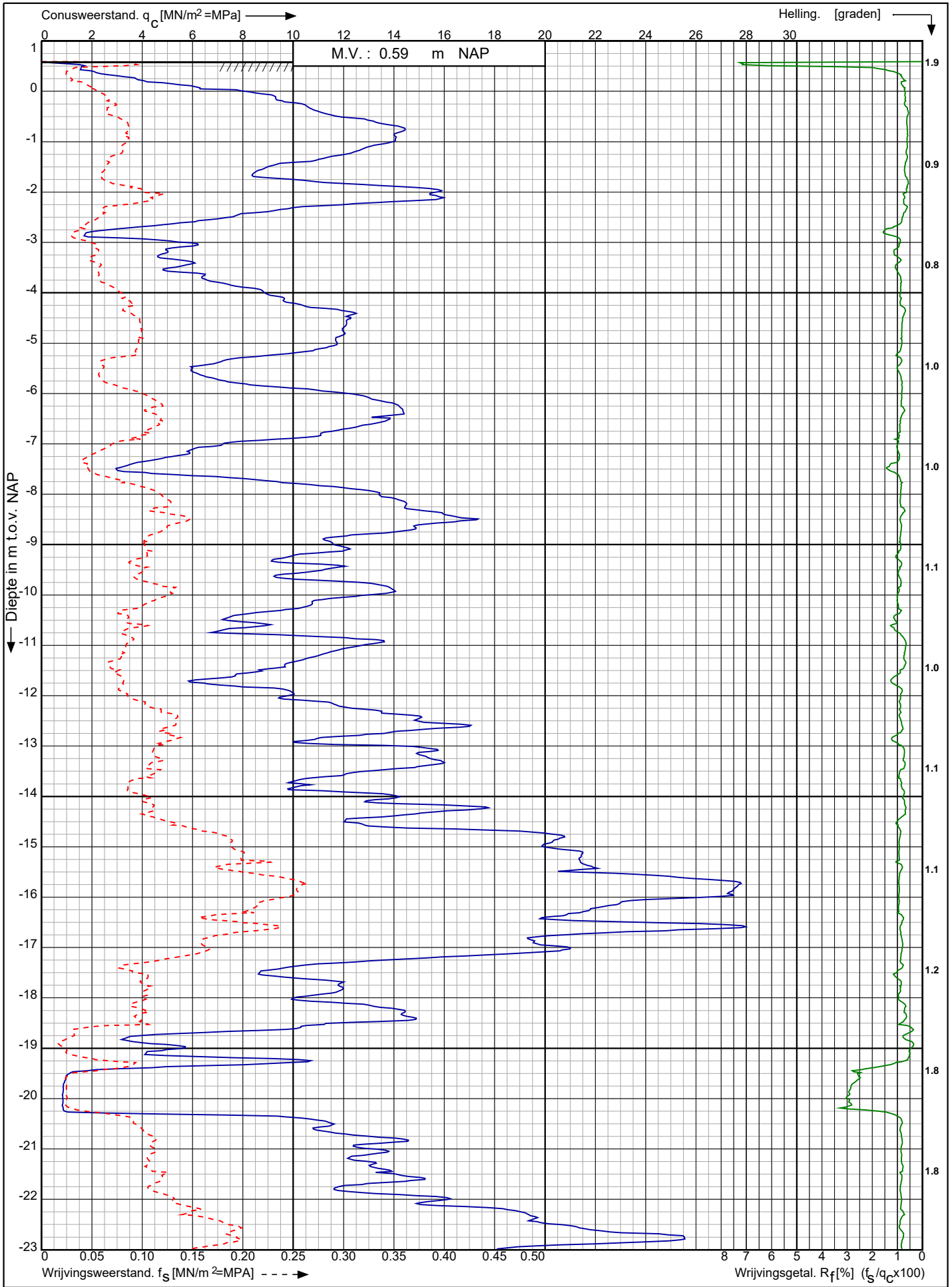
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 34410.61 Y = 401525.32

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

Datum uitv. : 24-8-2020

Sond. nr. : 30



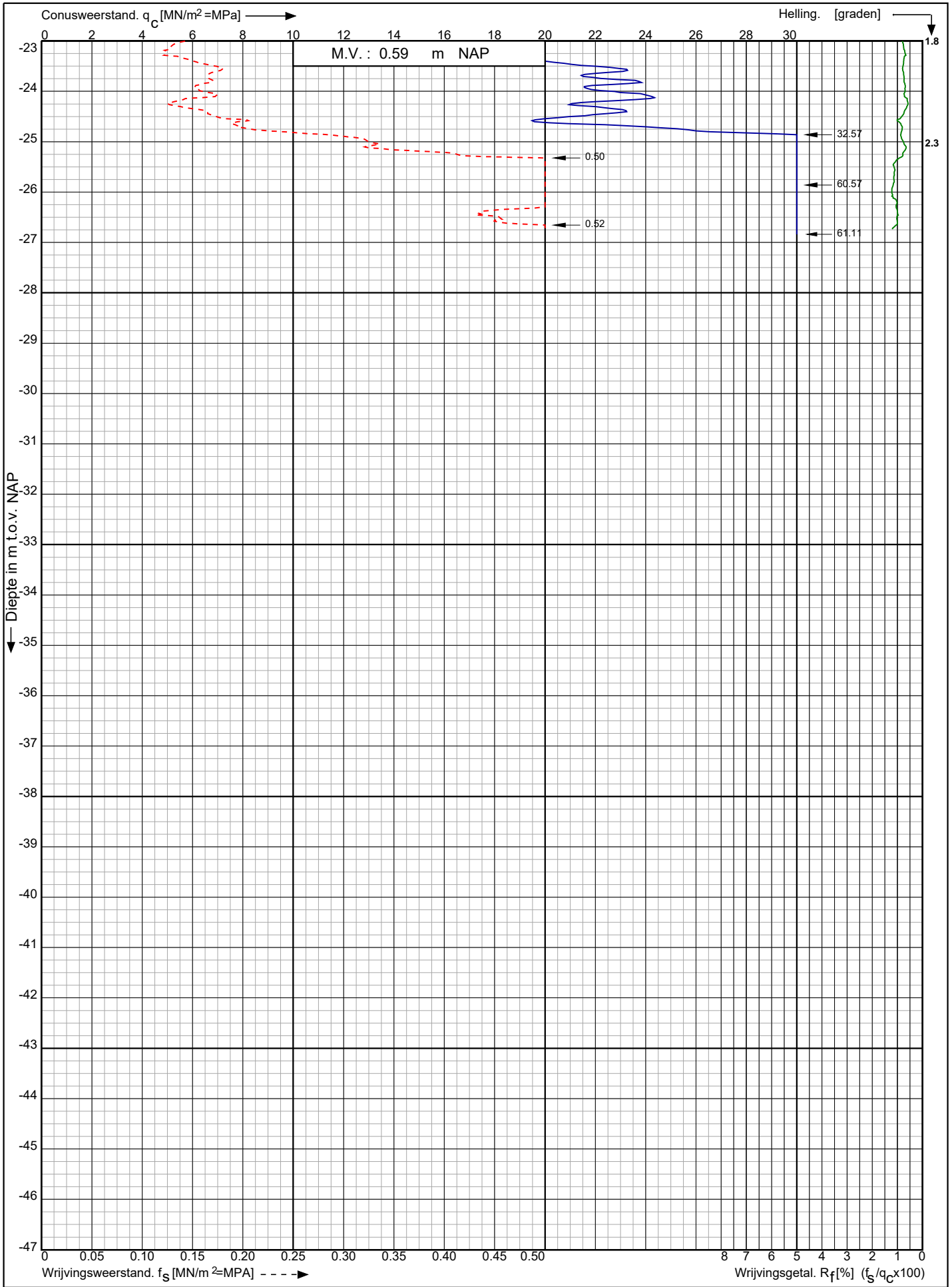
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 34384.22 Y = 401318.81

Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142  
Datum uitv. : 24-8-2020  
Sond. nr. : 30



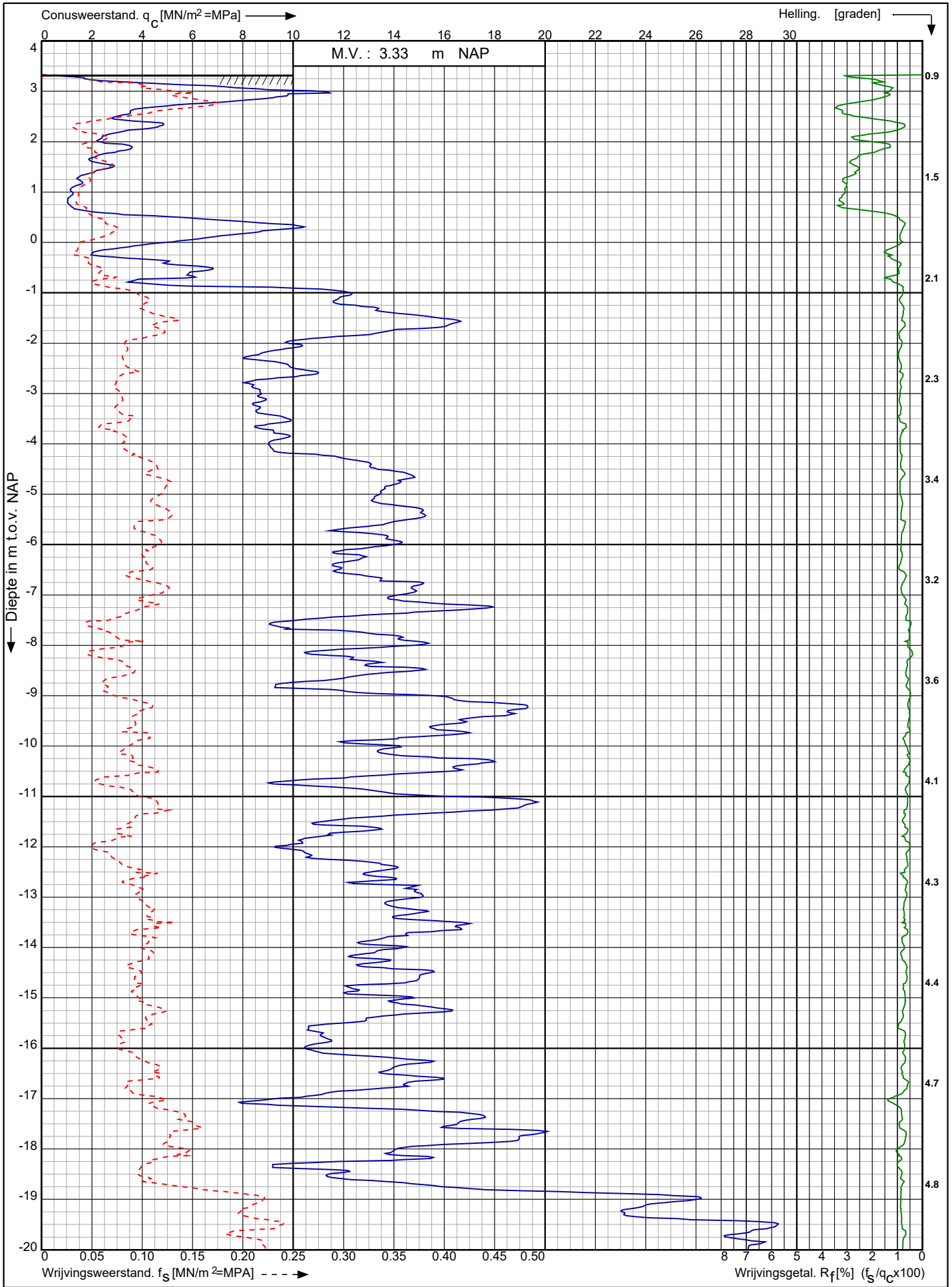
RD-coördinaten : X = 34384.22 Y = 401318.81



Conusserienummer: 001692

Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142

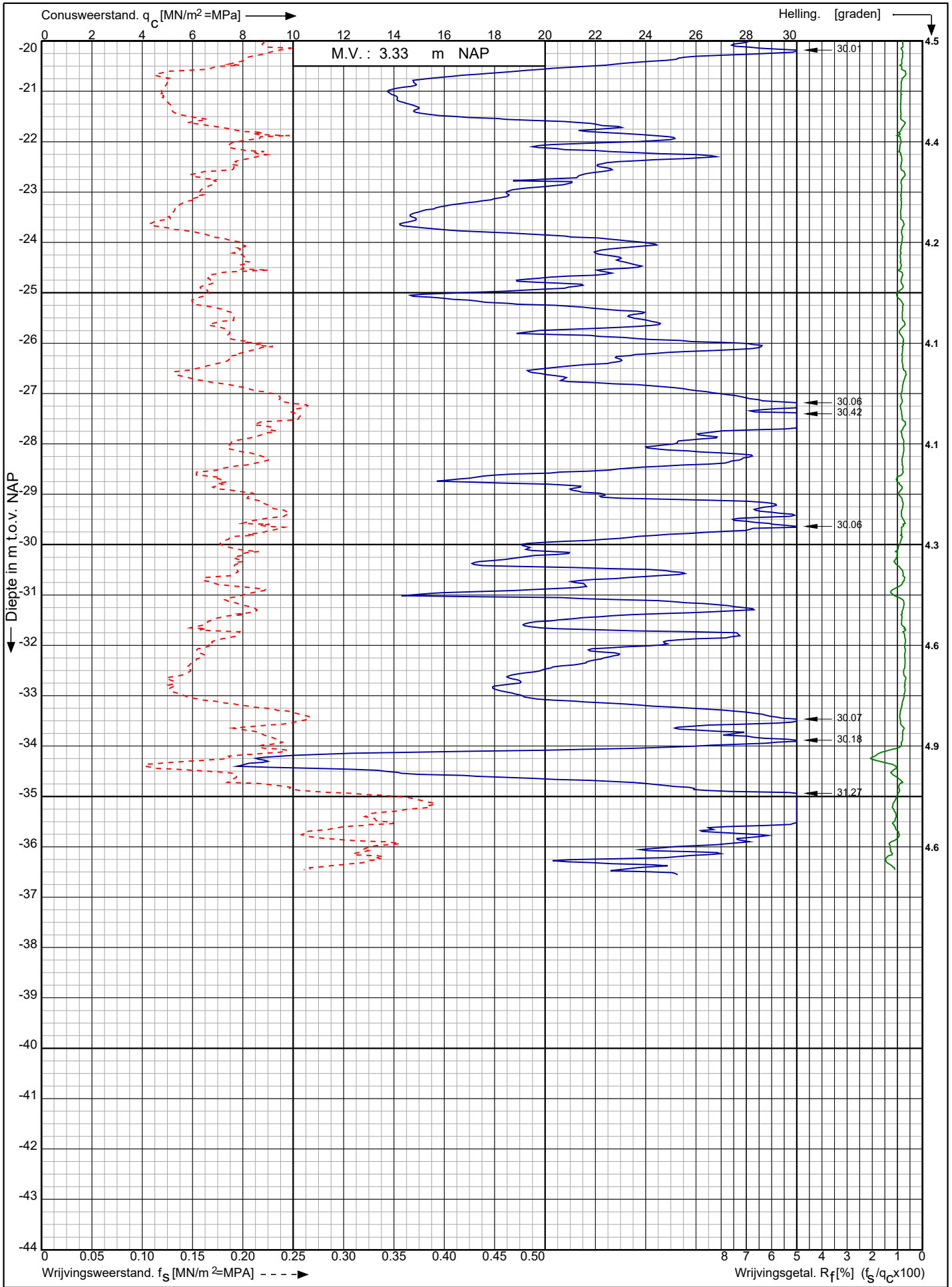
Datum uitv. : 1-9-2020


Sond. nr. : 31



RD-coördinaten : X = 39155.47 Y = 391693.49

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2  
 Conustype: cilindrisch elektrisch SUB-15  
 Conusserienummer: 001692



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha te IJmuiden RD-coördinaten : X = 39155.47 Y = 391693.49	Opdr. nr. : 2020-1142	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 1-9-2020	
	Sond. nr. : 31	

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Alpha			
Projectonderdeel : VZ noord Alpha HDD A58 4xØ250 mm, SDR11			
<b>Gegevens van de leiding</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	$D_e$	= 780	mm
Wanddikte	$d_n$	= 22,7	mm
Inwendige middellijn	$D_i$	= 734,6	mm
<b>Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone</b>			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	$H_{werk}$	= 4	m
<b>Berekening van de halve breedte van de erosiekrater</b>			
Breedte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de halve lengte van de erosiekrater</b>			
Lengte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de veiligheidszone</b>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} = 4 \cdot 4,00 = 16,00$ m			
		23-03-2021 15:44:13	



Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Alpha			
Projectonderdeel : VZ zuid Alpha HDD A58 4xØ250 mm, SDR11			
<b>Gegevens van de leiding</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Drukloos	
Afmetingen van de leiding			
Uitwendige middellijn	$D_e$	= 250	mm
Wanddikte	$d_n$	= 22,7	mm
Inwendige middellijn	$D_i$	= 204,6	mm
<b>Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone</b>			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	$H_{werk}$	= 2	m
<b>Berekening van de halve breedte van de erosiekrater</b>			
Breedte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de halve lengte van de erosiekrater</b>			
Lengte erosiekrater = 0 m			
<b>Berekening van de veiligheidszone</b>			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{werk} = 4 \cdot 2,00 = 8,00$ m			
		23-03-2021 15:45:10	

**Legenda**

- Coupure
- Duiker
- Gemaal
- Sluis

**Zonerings per type waterkering**

**Primair**

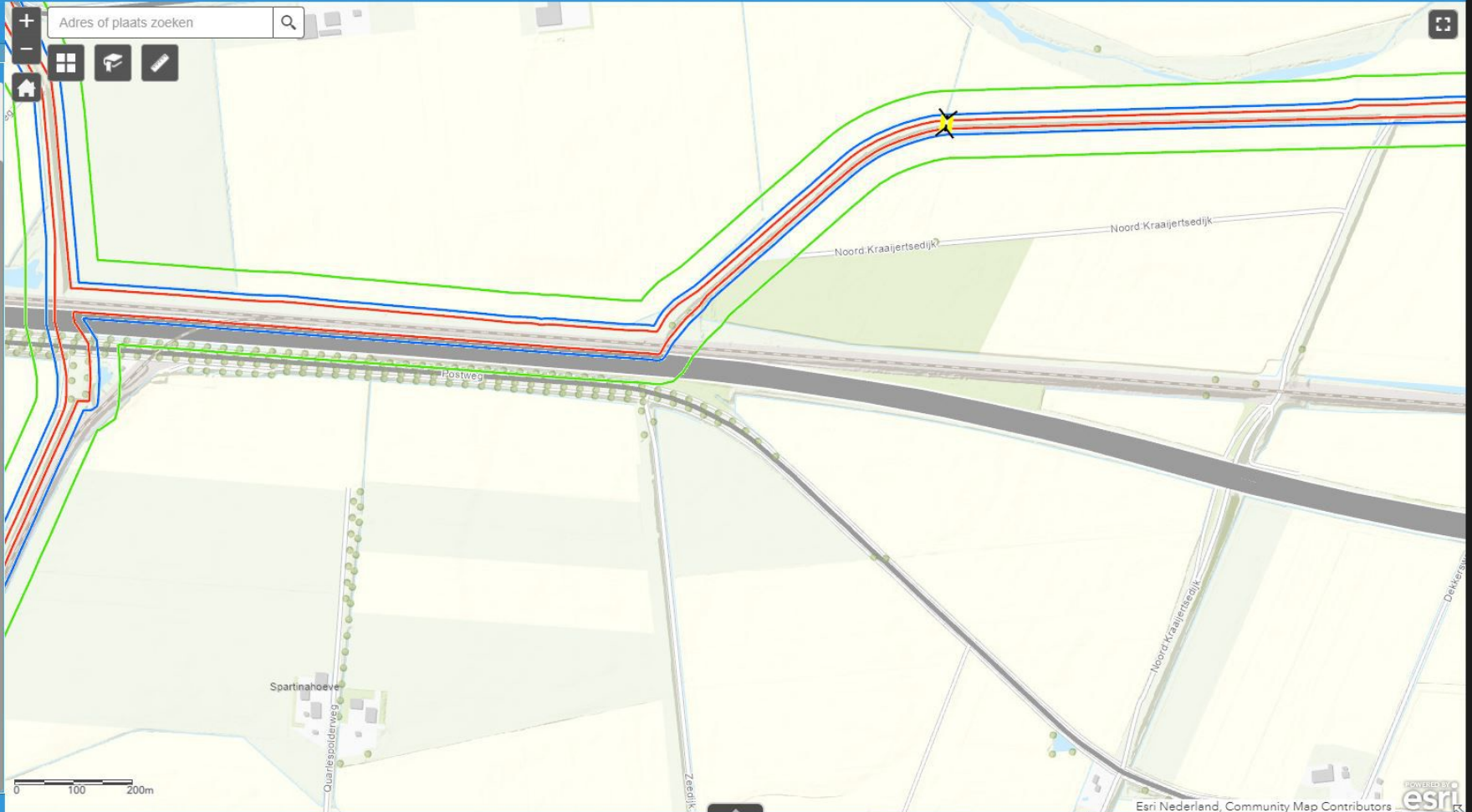
- Waterstaatswerk
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

**Regionaal**

- Waterstaatswerk
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

**Soort bekleding van de waterkering**

- Asfalt
- Breuksteen
- Gras
- Steenzetting
- Beton
- Overige vastgoedelementen



De Algemene Vergadering heeft op 6 december 2012 vastgesteld de Keur watersysteem waterschap Scheldestromen, de partiële herziening legger Waterkeringen en de Legger oppervlaktewaterlichamen waterschap Scheldestromen. Deze treden in werking op 22 december 2012. De kaartlagen in deze kaart behoren bij de Legger oppervlaktewaterlichamen.

Mocht u over de kaart vragen of opmerkingen hebben, dan horen wij dit graag. Ziet u dat er bepaalde gegevens niet correct zijn, vragen wij u dit te melden.  
E-mail: [info@Scheldestromen.nl](mailto:info@Scheldestromen.nl)

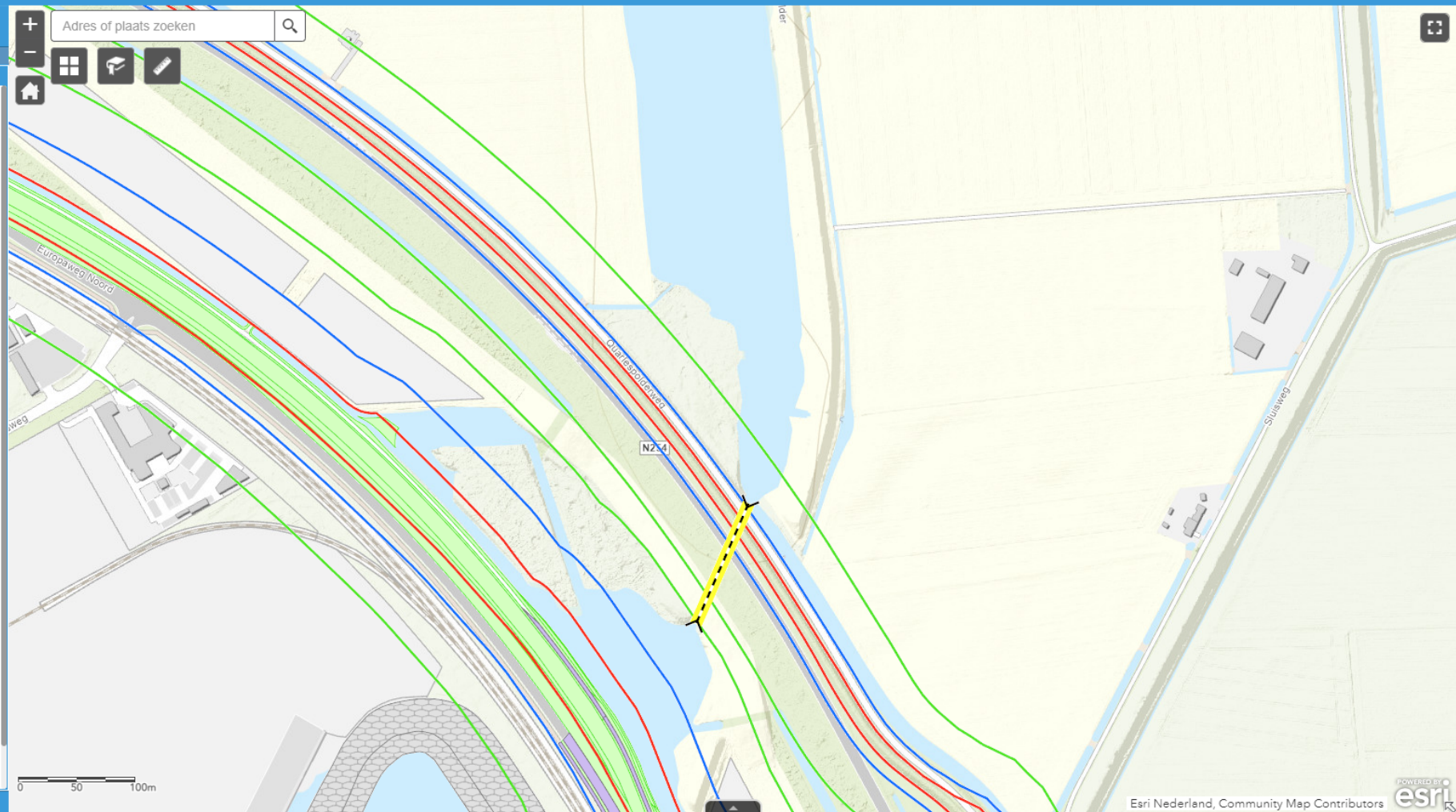
In de "Lijst met lagen" kunnen kaartlagen aan/uit gezet worden door het vinkje te plaatsen of weg te halen.

Door hier op een kaartlaag te klikken kan de legenda zichtbaar gemaakt worden.

Het is ook mogelijk dat deze kaartlaag uitgeklaapt wordt zodat er ook andere sub-kaartlagen zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Door in de kaart te klikken zal de relevante informatie van waar geklikt wordt getoond worden.

Door verder in te zoomen kan er, afhankelijk van het schaalniveau, meer informatie worden getoond.





Over

De Algemene Vergadering heeft op 6 december 2012 vastgesteld de Keur watersysteem waterschap Scheldestromen, de partiële herziening legger Waterkeringen en de Legger oppervlaktewaterlichamen waterschap Scheldestromen. Deze treden in werking op 22 december 2012. De kaartlagen in deze kaart behoren bij de Legger oppervlaktewaterlichamen.

Mocht u over de kaart vragen of opmerkingen hebben, dan horen wij dit graag. Ziet u dat er bepaalde gegevens niet correct zijn, vragen wij u dit te melden.  
E-mail: [info@Scheldestromen.nl](mailto:info@Scheldestromen.nl)

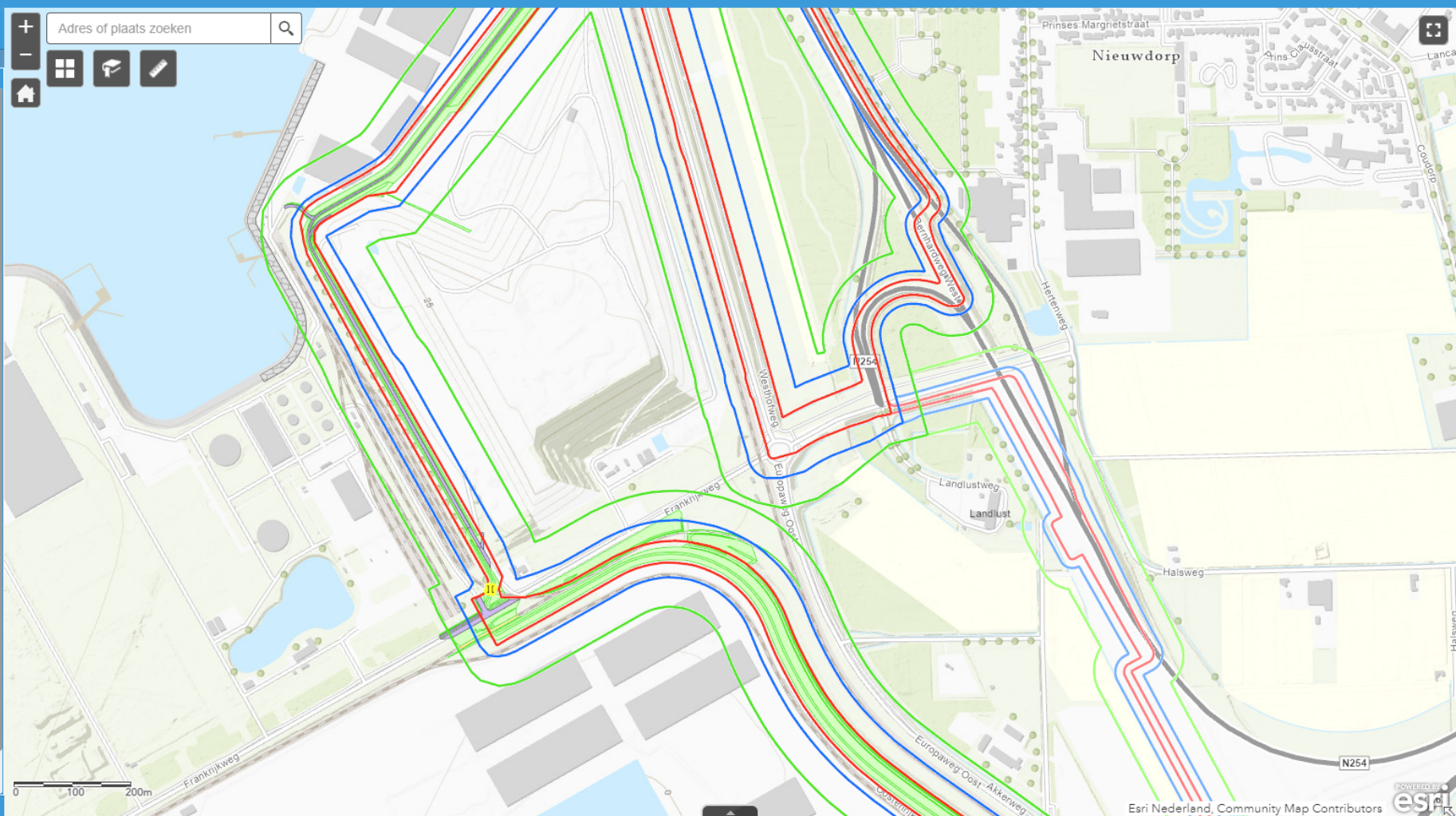
In de "Lijst met lagen" kunnen kaartlagen aan/uit gezet worden door het vinkje te plaatsen of weg te halen.

Door hier op een kaartlaag te klikken kan de legenda zichtbaar gemaakt worden.

Het is ook mogelijk dat deze kaartlaag uitgeklaapt wordt zodat er ook andere sub-kaartlagen zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Door in de kaart te klikken zal de relevante informatie van waar geklikt wordt getoond worden.

Door verder in te zoomen kan er...



Over

De Algemene Vergadering heeft op 6 december 2012 vastgesteld de Keur watersysteem waterschap Scheldestromen, de partiële herziening legger Waterkeringen en de Legger oppervlaktewaterlichamen waterschap Scheldestromen. Deze treden in werking op 22 december 2012. De kaartlagen in deze kaart behoren bij de Legger oppervlaktewaterlichamen.

Mocht u over de kaart vragen of opmerkingen hebben, dan horen wij dit graag. Ziet u dat er bepaalde gegevens niet correct zijn, vragen wij u dit te melden.  
 E-mail: [info@Scheldestromen.nl](mailto:info@Scheldestromen.nl)

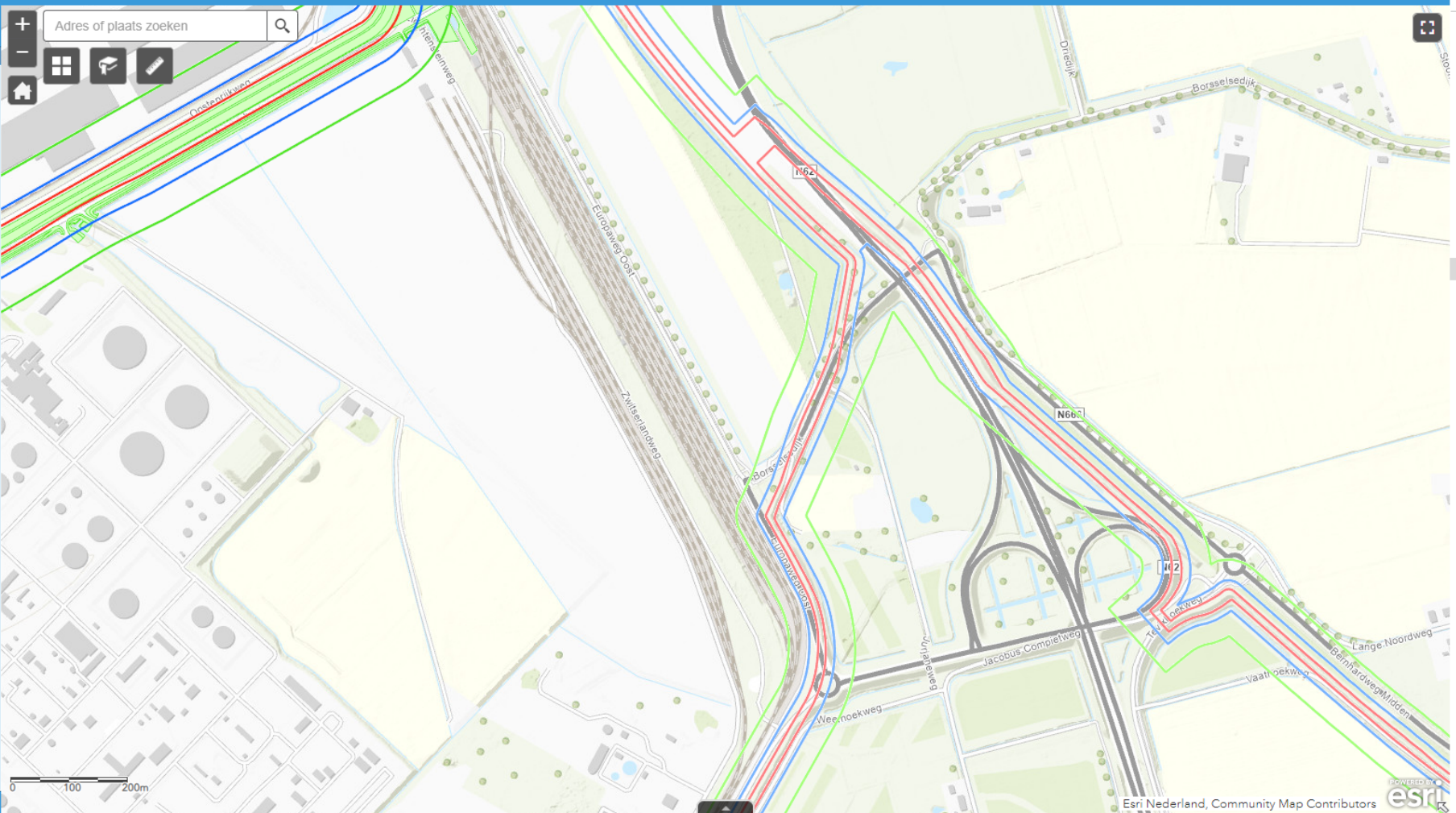
In de "Lijst met lagen" kunnen kaartlagen aan/uit gezet worden door het vinkje te plaatsen of weg te halen.

Door hier op een kaartlaag te klikken kan de legenda zichtbaar gemaakt worden.

Het is ook mogelijk dat deze kaartlaag uitgeklaapt wordt zodat er ook andere sub-kaartlagen zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Door in de kaart te klikken zal de relevante informatie van waar geklikt wordt getoond worden.

Door verder in te zoomen kan er...





**Legenda**

- Coupure
- Duiker
- Gemaal
- Sluis

**Zoneringen per type waterkering**

**Primeir**

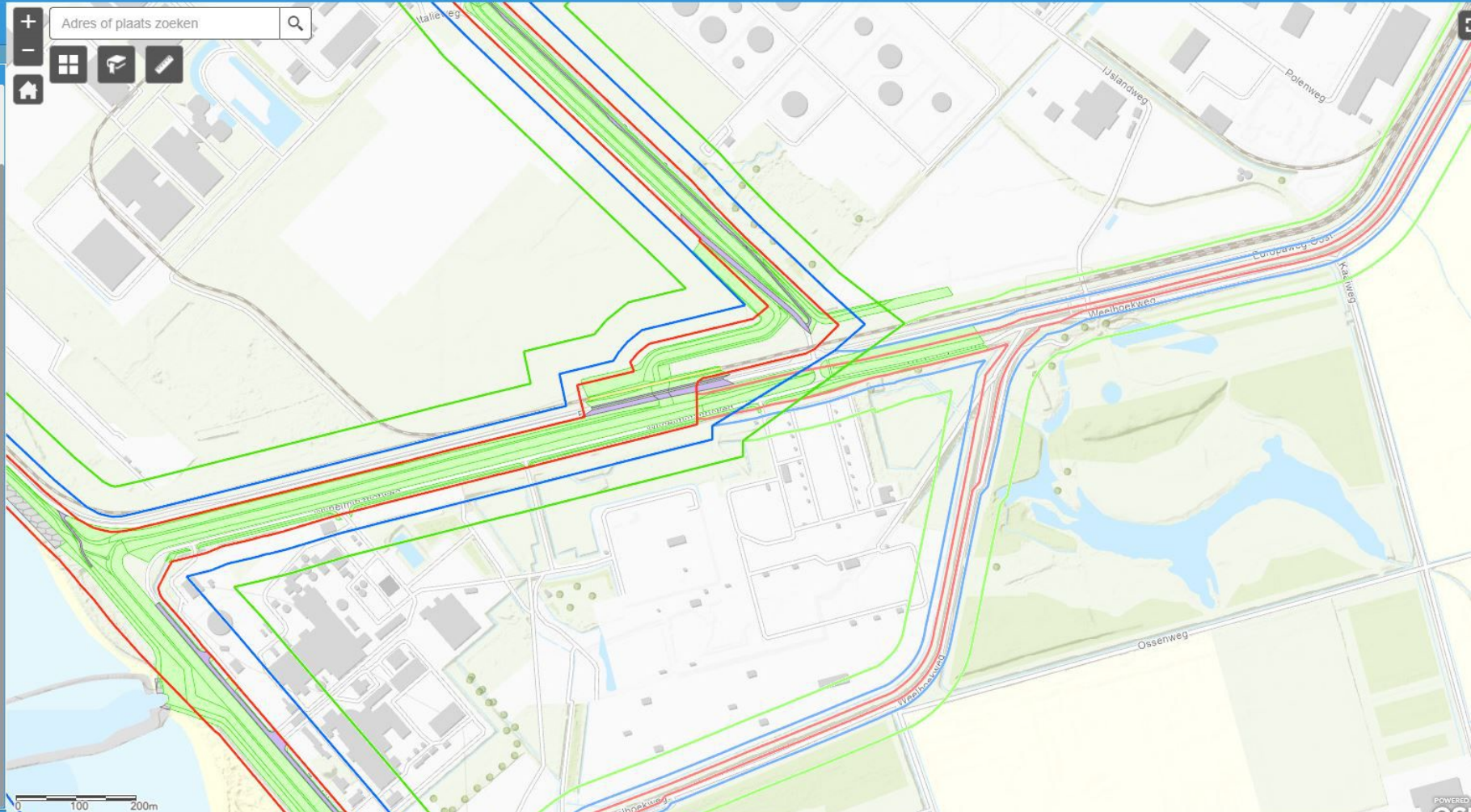
- Waterstaatswerk
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

**Regionaal**

- Waterstaatswerk
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

**Soort bekleding van de waterkering**

- Asfalt
- Breuksteen
- Gras
- Steenzetting
- Beton
- Overige vastgoedelementen







# Geothermisch onderzoek

Net op Zee IJmuiden Ver  
Verbinding Borssele (Alpha)

projectnummer 0464270.100  
tweede concept revisie 0B  
15 maart 2021

# Geothermisch onderzoek

## Net op Zee IJmuiden Ver

### Verbinding Borssele (Alpha)

projectnummer 0464270.100  
documentnummer 464270-GMO-02  
tweede concept revisie 0B  
15 maart 2021

### Auteurs

H. Koopmans

### Opdrachtgever

TenneT TSO B.V.  
Postbus 718  
6800 AS Arnhem

Datum	Revisie AG	Beschrijving revisie (reden van uitgifte)
26-01-2021	concept 0A	Concept ter goedkeuring aangeboden
15-03-2021	concept 0B	Tweede concept na aanpassen opmerkingen TenneT

datum vrijgave  
15-03-2021

beschrijving revisie 0B  
tweede concept

goedkeuring  
B. van Meekeren

vrijgave  
R.S. Raap

# Inhoudsopgave

Blz.

<b>1</b>	<b>Projectomschrijving</b>	<b>1</b>
1.1	Algemeen	1
1.2	Doel en status rapport	1
1.3	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Onderzoeksopzet</b>	<b>3</b>
2.1	Inleiding	3
2.2	Veldonderzoek	3
2.3	Laboratoriumonderzoek	3
2.4	Berekeningen en advies	3
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>6</b>
3.1	Algemeen	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.3	Freatische grondwaterstanden	8
3.4	Berekening g-waarde en thermische diffusiviteit per grondmonster	10
3.5	G-waarde middels naaldmethode	11
3.6	Minimale verzadigingsgraad veldstrekkingen	11
<b>4</b>	<b>Conclusies</b>	<b>12</b>
4.1	Conclusies	12
4.2	Disclaimer	12
	<b>Bronnenlijst</b>	<b>13</b>
	<b>Bijlagen</b>	
	1. Berekende G-waarde	
	2. Grondonderzoek en labanalyses	



# 1 Projectomschrijving

## 1.1 Algemeen

In opdracht van TenneT TSO B.V. heeft Antea Group een geothermisch rapport opgesteld ten behoeve van het project 'Net op Zee IJmuiden Ver, verbinding Borssele (Alpha)'. De verbinding is benodigd om het 4GW-windenergiegebied "IJmuiden Ver" aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet van TenneT. Voor de aanlanding zijn de geothermische eigenschappen zijnde de G-waarde van de ondergrond onderzocht. Het projectgebied is in figuur 1.1 weergegeven.



Figuur 1.1: Ligging verbinding Borssele (Alpha) (bron achtergrond: Esri Nederland, Community Map Contributors)

## 1.2 Doel en status rapport

Het onderzoek heeft tot doel om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw, in het verloop van de grondwaterstand en om de g-waarde en thermische diffusiviteit van de bodem te bepalen in het kabeltracé. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de richtlijnen van het onderzoeksprotocol van TenneT. Er zijn in afwijking op het onderzoeksprotocol nog geen handmatige boringen geplaatst, er is uitsluitend mechanisch booronderzoek tot grote diepte verricht.

Dit betekent dat per boring en per grondlaag de maatgevende g-waarde wordt bepaald, gebaseerd op de laagste grondwaterstand en laboratoriumonderzoeken ter plaatse van de betreffende boring. Tevens is de equivalente g-waarde bepaald per 0,5 m van de bodem van de mechanische boringen.

Van enkele monsters is in het laboratorium eveneens de g-waarde met de naaldmethode bepaald. Dit ter controle van de berekende g-waardes middels volumieke gewichten en correlaties.

*De geplande veldwerkzaamheden zijn tijdens het schrijven van onderhavige rapportage nog niet volledig uitgevoerd. Zodra de aanvullende veldgegevens uitgevoerd zijn zullen deze resultaten worden toegevoegd aan de rapportage. Dit betreft een eerste deelrapport.*

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 volgt een beschrijving van de onderzoeksopzet. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten van het veld- en laboratoriumonderzoek beschreven en wordt ingegaan op de thermische eigenschappen van de ondergrond. Tot slot worden in hoofdstuk 4 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

## 2 Onderzoeksopzet

### 2.1 Inleiding

Voor het verkrijgen van inzicht in de bodemopbouw en de grondwaterstand is een veldonderzoek uitgevoerd, bestaande uit boringen en grondwaterstandsmetingen. Uit de boringen zijn ongeroerde grondmonsters genomen ten behoeve van laboratoriumonderzoek, bestaande uit analyses van het volumegewicht en watergehalte.

Op basis van de geanalyseerde volumegewichten en watergehalten wordt in voorliggend rapport een indicatie gegeven van de g-waarde en de thermische diffusiviteit van de grondmonsters in verzadigde toestand en bij een maatgevend (laagste) vochtgehalte. Op basis van de verkregen maatgevende g-waarde is voor de mechanische boringen de equivalente g-waarde per 50 cm diepte bepaald. Van enkele monsters is in het laboratorium eveneens de g-waarde met de naaldmethode bepaald, ter controle van de berekende g-waardes middels volumieke gewichten en correlaties. Onderstaand wordt een beknopte toelichting gegeven op de verrichte werkzaamheden.

### 2.2 Veldonderzoek

Verspreid over het tracé zijn in totaal 15 machinale pulsborings uitgevoerd (inclusief peilbuizen). De diepte van de machinale boringen bedraagt 30 tot 40 m –mv. De bij de boringen vrijkomende grond is laagsgewijs geclassificeerd volgens NEN5104. Uit de boorgaten zijn ongeroerde grondmonsters verzameld ten behoeve van laboratoriumonderzoek.

### 2.3 Laboratoriumonderzoek

In het geotechnisch laboratorium is van alle grondmonsters de verzadigde, veldvochtige en droge volumieke massa geanalyseerd en het daaruit af te leiden watergehalte. Van enkele monsters is in het laboratorium de g-waarde met de naaldmethode bepaald, dit ter controle van de berekende g-waardes middels volumieke gewichten en correlaties.

### 2.4 Berekeningen en advies

Op basis van de geanalyseerde volumieke massa en het watergehalte is van alle individuele grondmonsters de thermische weerstand ofwel g-waarde berekend, zijnde de reciproke van de thermische geleidbaarheid. Daarbij is gebruik gemaakt van uit de literatuur bekende correlaties tussen de g-waarde, de volumieke massa en het watergehalte voor verschillende grondsoorten.

#### Zand

Voor zand is de g-waarde berekend met de volgende door KEMA vastgestelde correlatie [lit. 1], geldig voor zanden met een droge dichtheid van 1.375 tot 1.835 kg/m<sup>3</sup>:

$$\log g = 1,35 - 0,00115 \times \rho_d + \frac{0,017}{w_f + 0,0179}$$

waarin:  $g$  = g-waarde in m K W<sup>-1</sup>  
 $\rho_d$  = droge dichtheid in kg m<sup>-3</sup>  
 $w_f$  = watergehalte als massafractie van de droge grond



## Klei

Voor klei is de g-waarde berekend met een door Horton beschreven model [lit.2] dat naast de dichtheid en het vochtgehalte, ook rekening houdt met de fysische samenstelling:

$$g = \frac{1}{(\lambda_{sat} - \lambda_{dry}) \times K_e + \lambda_{dry}}$$

$$K_e = \exp[\alpha \times (1 - S_r^{(\alpha-1,33)})]$$

$$\lambda_{sat} = \lambda_s^{(1-n)} \times \lambda_w^n$$

$$\lambda_s = \lambda_q^q \times \lambda_o^{(1-q)}$$

$$\lambda_{dry} = -0,56 \times n + 0,51$$

waarin:

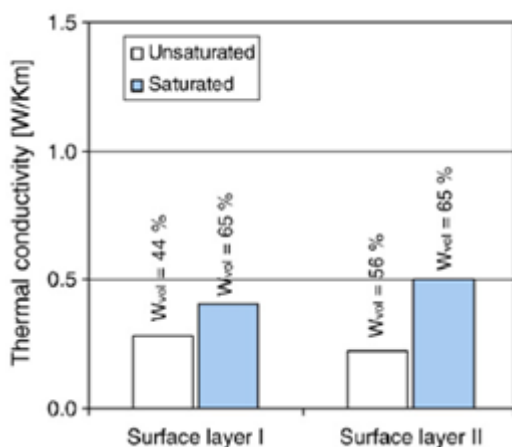
g	= g-waarde in $\text{m K W}^{-1}$
$\lambda_{sat}$	= thermische geleidbaarheid verzadigde grond in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$
$\lambda_{dry}$	= thermische geleidbaarheid droge grond in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$
$K_e$	= Kerstengetal (-)
$\alpha$	= grondspecifieke factor (0,27 voor klei)
$S_r$	= verzadiginggraad in %
$\lambda_s$	= thermische geleidbaarheid vaste gronddelen in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$
n	= porositeit (-)
$\lambda_w$	= thermische geleidbaarheid water ( $0,594 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ )
$\lambda_q$	= thermische geleidbaarheid kwartsfractie ( $7,7 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ )
q	= kwartsfractie, als massapercentage van de droge grond (hier geschat op 30%)
$\lambda_o$	= thermische geleidbaarheid overige mineralen ( $2,0 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ )

## Leem

Voor leem is de berekeningswijze van klei aangehouden.

## Veen

Voor het bepalen van de g-waarde van veenlagen zijn ervaringscijfers gehanteerd. Deze zijn onder andere bepaald aan de hand van laboratoriumgegevens van Kujalaa et al., 2008 en andere door Antea Group (voorheen Oranjewoud) uitgevoerde g-waarde onderzoeken en onderzoeken naar warmteafdracht van (gas)leidingen. De waarden voor de verzadigde zone worden voor onderhavig rapport als leidend beschouwd. In onderstaande figuur zijn de resultaten van het onderzoek van Kujalaa et al. weergegeven.



**Figuur 2-1: Thermische geleidbaarheid (Kujalaa et al., 2008), g-waarde = 1/thermische geleidbaarheid, bij verschillende watergehalten**

Op basis van Figuur 2-1 blijkt dat de g-waarde voor veen groter is dan 1.

#### Thermische diffusiviteit

De thermische diffusiviteit is voor alle grondsoorten berekend met de algemeen gebruikte formule uit NEN-IEC 60853-1 [lit. 3]:

$$\delta = \frac{10^{-3}}{g \times \rho_d \times (0,82 + 0,042 \times w)}$$

waarin:

- $\delta$  = thermische diffusiviteit in  $m^2 s^{-1}$
- $g$  = g-waarde in  $m K W^{-1}$
- $\rho_d$  = droge dichtheid in  $kg m^{-3}$
- $w$  = watergehalte als massapercentage van de droge grond

Met de bovenstaande formules is de g-waarde van de verschillende grondmonsters berekend. Vervolgens is een inschatting gemaakt van het laagst mogelijke vochtgehalte van ieder grondmonster op basis van de gemiddeld laagste grondwaterstand en waterretentiekarakteristieken [lit. 4]. Aldus is de maatgevende (hoogste) g-waarde per grondmonster berekend en de bijbehorende thermische diffusiviteit ( $\delta$ ).

#### Equivalent g-waarde

Op basis van de berekende maatgevende g-waarde is middels de conformal mapping methode de equivalente G-waarde berekend. De equivalente g-waarde is een gewogen gemiddelde g-waarde waarbij onderlinge invloeden tussen verschillende g-waarde van de bodemlagen zijn verdisconteerd tot één g-waarde. Er is per 50 cm boordiepte een equivalente g-waarde per mechanische boring bepaald. De werkwijze is beschreven in "The calculation of the effective external thermal resistance of cables laid in materials having different thermal resistivities" [lit. 4].

Er is bij het berekenen van de equivalente g-waarde uitgegaan van:

- Diepteligging HDD tot 1 meter boven mechanische boordiepte;
- Boorgatdiameter van 75 cm;
- Equivalente g-waarde wordt berekend per mechanische boring waarbij de g-waarde wordt weergegeven per 50 cm diepte.

## 3 Resultaten

### 3.1 Algemeen

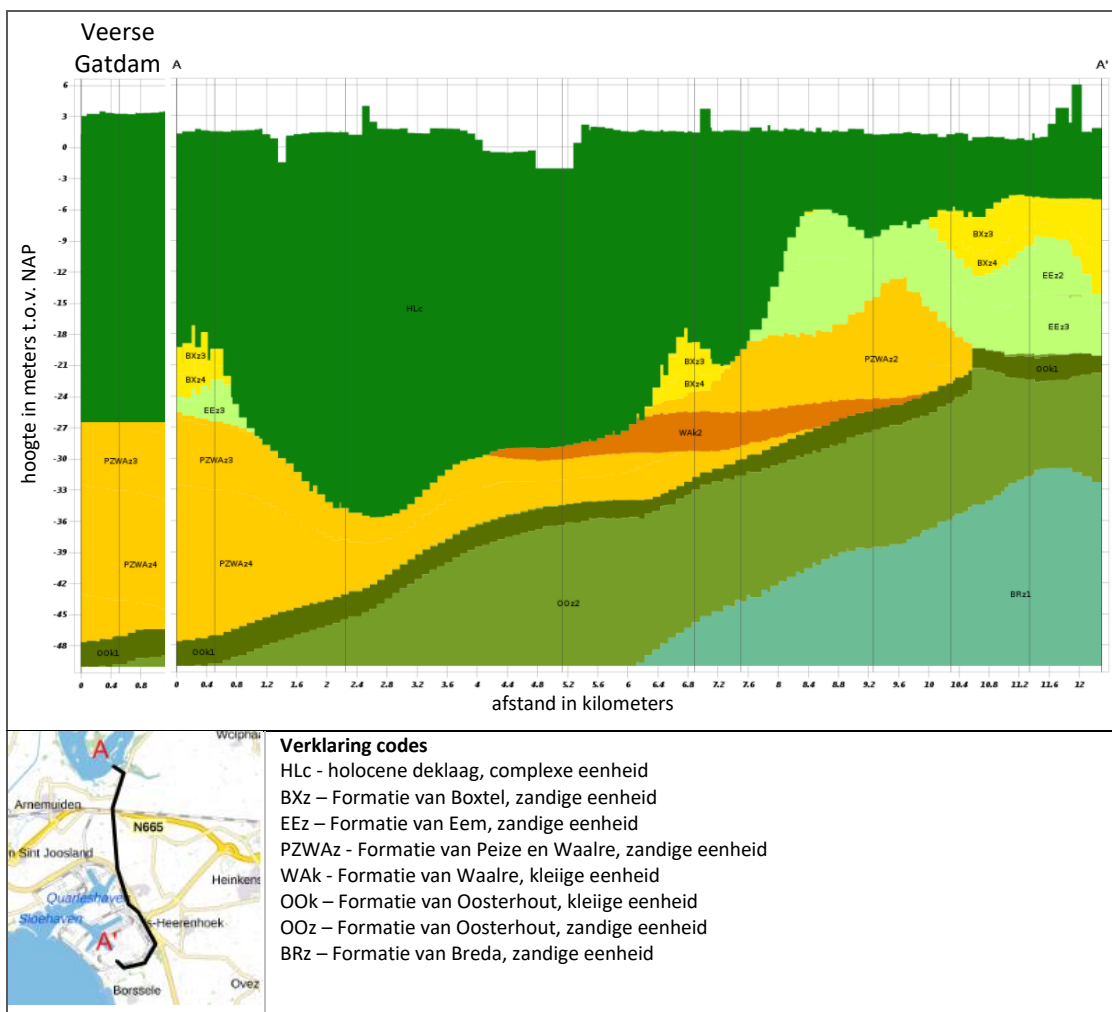
De resultaten van het veld- en laboratoriumonderzoek zijn opgenomen in bijlage 3 van dit rapport. De nummering van de boringen zijn weergegeven op de situatietekeningen in bijlage 3. Er zijn 15 mechanische boringen gebruikt om de g-waarde te bepalen voor de HDD trajecten.

Aan de hand van de resultaten van het veldonderzoek en DINOloket wordt onderstaand een beknopte beschrijving gegeven van de bodemopbouw. Aansluitend wordt ingegaan op de grondwaterstand en volgt een berekening van de thermische eigenschappen.

### 3.2 Bodemopbouw

#### REGIS

De diepere bodemopbouw is in figuur 3.1 weergegeven als hydrogeologisch profiel volgens REGIS II v2.2 [lit. 5]. In dit profiel worden de lagen aangeduid als de stratigrafische eenheid waartoe zij behoren en de aard van de afzettingen waaruit zij bestaan.



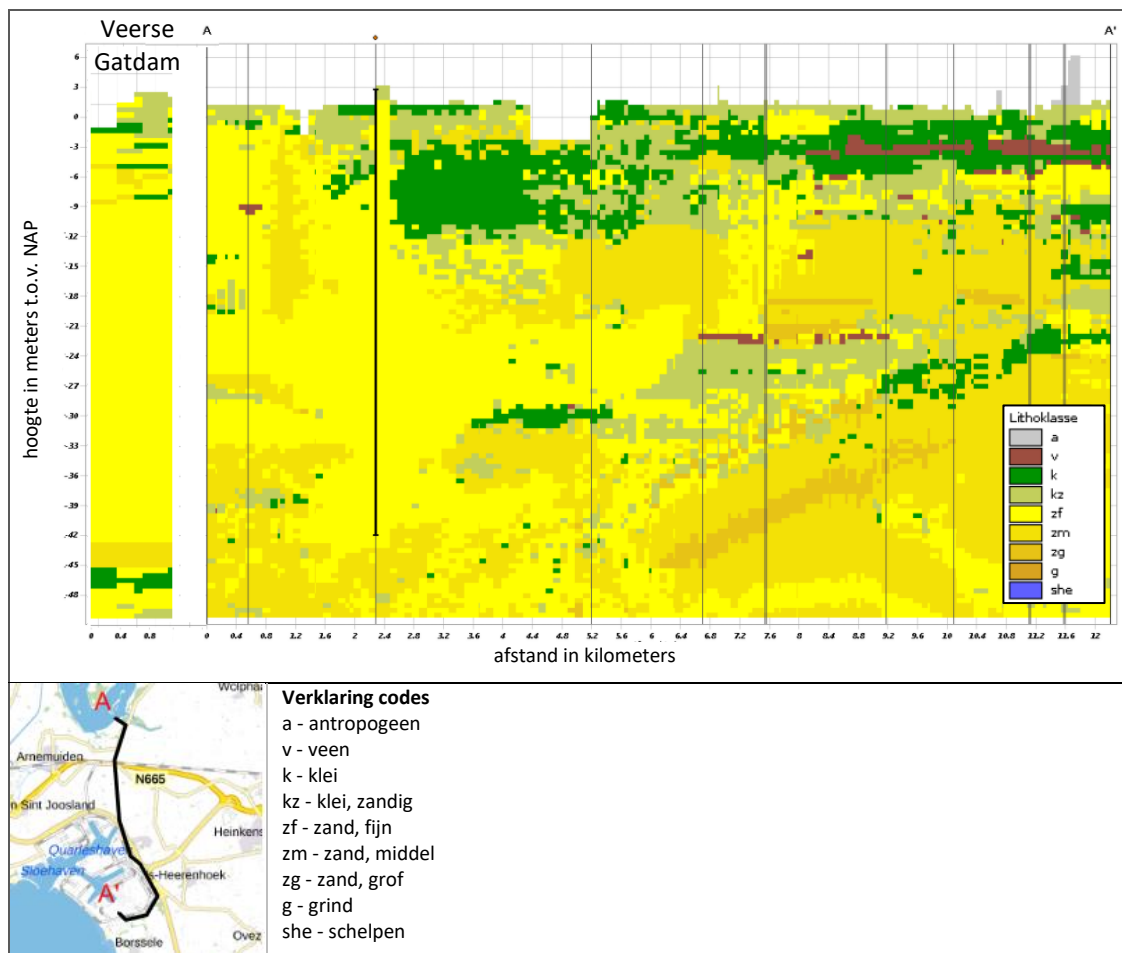
Figuur 3.1: Geohydrologische bodemopbouw



Volgens het REGIS model bestaat de bodem ter plaatse van het tracé uit een holocene deklaag. Op de eerste helft van het tracé is de deklaag aanwezig tot NAP -25,0 à NAP -30,0 m. Hieronder wordt een goed doorlatend pakket van de Formatie van Peize – Waalre aangetroffen tot NAP -45,0 m. Vervolgens wordt een scheidende en goed doorlatende laag van de Formatie van Oosterhout aangetroffen.

Op de twee helft van het tracé is de holocene deklaag beduidend dunner, en is deze aanwezig tot NAP -6,0 m. Hieronder worden de goed doorlatende Formaties van Boxtel, Eem en Peize – Waalre aangetroffen tot NAP -25,0 m. Vervolgens wordt een scheidende laag van de Formatie van Oosterhout aangetroffen tot ca. NAP -27,0 m met hieronder goed doorlatende lagen van de Formaties van Oosterhout en Breda.

Om inzicht te krijgen in de samenstelling van de holocene deklaag is in REGIS het GeoTOP model beschikbaar. De meest waarschijnlijke samenstelling is weergegeven in figuur 3.2.



**Figuur 3.2: Geohydrologische bodemopbouw**

Volgens het GeoTOP model bestaat de holocene deklaag nabij het Veerse Meer uit een dun kleidek (ca. 2,0 m) met hieronder fijn zand. Op de rest van het tracé wordt tot ongeveer 10 m -mv. klei (met veenlagen) aangetroffen met hieronder zand. Rond 30 m -mv. kunnen nog enkele klei- of veenlagen voorkomen.

### Veldonderzoek

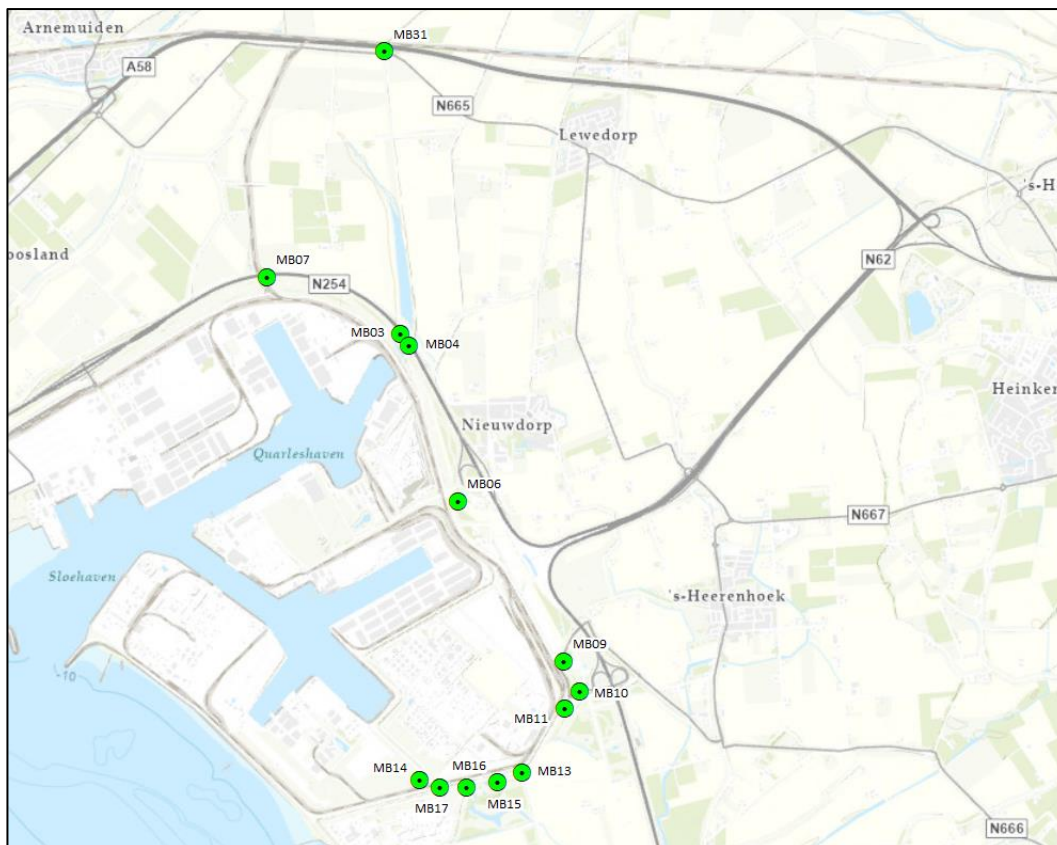
Uit het veldonderzoek blijkt dat de bodemopbouw plaatselijk sterk varieert. Er op het gehele tracé afwisselend klei en fijn zand in de bovengrond aanwezig, dit komt niet geheel overeen met het DINOloket. Verder is veelal rond NAP -26,0 m een kleilaag van enkele meters dikte aanwezig.

## 3.3 Freatische grondwaterstanden

In het veld zijn in de mechanische boringen peilbuizen geplaatst. Enkele hiervan hebben een filter die waarschijnlijk de freatische grondwaterstand weergeeft. In tabel 3.1 zijn de gemeten grondwaterstanden (AG) vermeld. De gemiddeld laagste grondwaterstanden zijn per locatie ook opgevraagd vanaf de GLG kaart van Zeeland. Deze zijn eveneens in tabel 3.1 weergegeven.

De gehanteerde laagste grondwaterstand per locatie is tevens in onderstaande tabel opgenomen waarbij eveneens is vermeld hoe deze tot stand zijn gekomen. De GLG is als NAP hoogte vermeld waarvan vervolgens per boring de grondwaterstand in meters minus maaiveld is bepaald.

De locaties van de boringen zijn in figuur 3.3 en 3.4 en bijlage 2 weergegeven.



Figuur 3.3: Locaties mechanische boringen



Figuur 3.4: Locaties mechanische boringen

Tabel 3.1: Gemeten grondwaterstanden op tracé

Boring- nummer	Maaiveldniveau	datum meting AG	AG	GLG conform kaart Zeeland	Aangehouden GLG		Bron
	(m NAP)		(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)	(m -mv.)	
MB03	+1,70	08-01-2020	-0,42	-0,55	-0,65	2,35	Boring ligt naast grote oppervlaktewateren, fluctuatie wordt minimaal verwacht.
MB04	+1,63	08-01-2020	-0,44	-0,62	-0,65	2,28	Boring ligt naast grote oppervlaktewateren, fluctuatie wordt minimaal verwacht.
MB06	+0,75	08-01-2020	+0,43	-0,55	-0,55	1,30	GLG kaart waterschap, ook DINOloket peilbuis B48G0060 geeft dit ongeveer als GLG.
MB07	+1,48	n.v.t.	n.v.t.	-0,22	-0,25	1,73	GLG kaart waterschap
MB09	+0,82	n.v.t.	n.v.t.	-0,68	-0,60	1,42	GLG kaart waterschap
MB10	+1,22	n.v.t.	n.v.t.	-0,48	-0,50	1,72	GLG kaart waterschap
MB11	+0,85	n.v.t.	n.v.t.	-0,65	-0,60	1,45	GLG kaart waterschap
MB13	+1,35	n.v.t.	n.v.t.	-0,20	-0,20	1,55	Gebaseerd op GLG kaart waterschap, ligt naast een nat gebied. Vrij hoge GLG verwacht.
MB14	+4,76	n.v.t.	n.v.t.	Niet te bepalen	0,00	4,76	GLG is vrijwel niet te bepalen, ingeschat op basis van grondwaterstand die tijdens boren is gemeten
MB16	+3,78	n.v.t.	n.v.t.	-0,20	-0,20	3,98	Gebaseerd op GLG kaart waterschap, ligt naast een nat gebied.



Boring- nummer	Maaiveldniveau	datum meting AG	AG	GLG conform kaart Zeeland	Aangehouden GLG		Bron
	(m NAP)		(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)	(m -mv.)	
							gebied. Vrij hoge GLG verwacht.
MB17	+6,88	n.v.t.	n.v.t.	Niet te bepalen	0,00	6,88	GLG is vrijwel niet te bepalen, ingeschat op basis van grondwaterstand die tijdens boren is gemeten
MB28	+2,43	08-01-2020	+0,43	Niet te bepalen	-1,00	3,43	Betreft vrijwel de laagste waterstand in de Noordzee (die is ca. NAP-1,35 m, lichtelijk hoger aangehouden i.v.m. snelle opkomen tij)
MB29	+2,87	n.v.t.	n.v.t.	Niet te bepalen	-0,40	3,27	GLG is onbekend en vrijwel niet in te schatten. Gelijk gehouden met MB30 doordat ook deze vlakbij zelfde oppervlaktewater ligt en aan de zuidzijde van de waterkering staat, dus minder invloed Noordzee verwacht.
MB30	+0,61	08-01-2020	+0,31	-0,39	-0,40	1,01	GLG kaart waterschap
MB31	+3,35	08-01-2020	+0,24	Niet te bepalen	-0,80	4,15	De boorstaat geeft vanaf 4,4 m -mv. een neutraal grijze kleur, dit wordt ongeveer als GLG gezien. Iets hoger aangehouden o.b.v. DINOloket en gemeten waterstand

Opgemerkt wordt dat op het tracé zeer weinig gegevens bekend zijn over de grondwaterstand. Aanbevolen wordt om van de HDD-boringen de grondwaterstanden in de peilbuizen van diverse mechanische boringen (bijv. MB04, MB06, MB10, MB14, MB15, MB28, MB30 en MB31) te monitoren zodat de GLG niveaus beter inzichtelijk worden.

### 3.4 Berekening g-waarde en thermische diffusiviteit per grondmonster

Op basis van de geanalyseerde volumegewichten en watergehalten is per grondmonster de g-waarde in de verzadigde toestand berekend. De GLG is soms lager dan het grondmonster, daarom is aansluitend ook een schatting gemaakt van het minimale vochtgehalte per monster en de daaruit volgende maatgevende g-waarde. Dit is gedaan door gebruik te maken op basis van de vocht karakteristieken conform Staringreeks en is verder uitgewerkt in paragraaf 3.6. Voor de HDD boringen welke op diepte liggen, is de bodem op kabeldiepte permanent verzadigd. Aanvullend op de berekende maatgevende g-waarde is de equivalente g-waarde berekend middels de conformal mapping methode. Hierbij is voor de toplaag een achtergrond G-waarde aangehouden van 1,0.

Tenslotte is per grondmonster de thermische diffusiviteit ( $\delta$ ) berekend met de formule uit NEN-IEC 60853-1 [lit. 3], gebaseerd op de maatgevende g-waarde, de maatgevende verzadigingsgraad en de droge dichtheid.

De geanalyseerde volumegewichten en watergehalten, alsmede de daaruit afgeleide verzadigde g-waarden, maatgevende verzadigingsgraad, maatgevende g-waarde, equivalente g-waarde en thermische diffusiviteit zijn vermeld in bijlage 1.

### 3.5 G-waarde middels naaldmethode

Van diverse grondmonsters in de mechanische boringen is de G-waarde tevens bepaald met de naaldmethode. De resultaten hiervan zijn vergeleken met de berekende G-waarde op basis van de volumieke gewichten. De resultaten zijn in bijlage 1 weergegeven.

Wat opvalt is dat de g-waarden middels volumieke gewichten overwegend hoger zijn dan die gemeten met de naaldmethode. Een mogelijke verklaring moet gezocht worden in de lage volumieke gewichten waardoor het watergehalte sterk toeneemt. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van kleiige laagjes en schelpen. Bij de naaldmethode kan de naald zowel in als naast een klei- of schelplaag worden gestoken waardoor niet altijd bekend is of de gemeten G-waarden representatief zijn. Aanbevolen wordt de “worst case” berekende G-waarden met volumieke gewichten aan te houden.

### 3.6 Minimale verzadigingsgraad veldstrekkingen

De g-waarde is onder andere afhankelijk van de verzadigingsgraad van de grond. Hoe hoger de verzadigingsgraad hoe lager de g-waarde. In een onverzadigde situatie is verzadigingsgraad lager dan in een verzadigde situatie. In tabel 3.4 staat een overzicht van vocht karakteristieken of verzadigingsgraden voor de voor dit project relevante gronden [lit. 6]. Voor enkele grondmonsters geldt dat deze plaatselijk (periodiek) boven het grondwaterniveau liggen. Voor deze monsters is op basis van de vocht karakteristieken de minimale verzadigingsgraad geschat in de GLG-situatie. Op basis van deze minimale verzadigingsgraad is de maatgevende g-waarde in een GLG-situatie bepaald voor deze monsters. De minimale verzadigingsgraad is bepaald door de volumefractie vocht bij een bepaalde pF-waarde te delen door de volumefractie aan poriën. Omdat de minimale verzadigingsgraad afhankelijk is van diepte van de GLG is deze per locatie weergegeven in bijlage 1.

Tabel 3.2: Overzicht vocht karakteristieken conform Staringsreeks, volumefractie vocht en poriën in procenten [lit. 6]

Grondsoort	Volumefractie vocht								Vol. Fractie poriën (%)
	pF = 0	pF = 1	pF = 1.3	pF = 1,5	pF = 1,7	pF = 2	pF = 2,4	pF = 2,7	
	-1 cm	-10 cm	-20 cm	-31 cm	-50 cm	-100 cm	-250 cm	-500 cm	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
O1, leemarm, zeer fijn tot matig fijn zand	35,4	31,6	30,3	28,6	24,2	12,1	5,6	3,7	35,4
O2, zwak lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	38,1	35,4	34,0	32,7	30,4	19,7	9,9	7,3	38,1
O3, sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	34,7	32,1	30,8	29,5	27,2	19,4	11,1	7,5	34,7
O9, matig lichte zavel	41,4	38,2	37,2	36,4	35,3	31,8	22,8	18,7	41,4
O10, zware zavel	43,9	42,5	41,7	40,9	40,0	38,1	32,0	26,7	43,9
O13, zeer zware klei	41,9	40,0	39,3	38,7	38,1	36,5	33,1	29,6	41,9

## 4 Conclusies

### 4.1 Conclusies

Op basis van het uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoek wordt geconcludeerd dat de bodem ter plaatse van het kabeltracé bestaat uit een afwisseling van klei- en (fijne) zandlagen. Het gemiddeld laagste grondwaterstands niveau varieert naar schatting van ongeveer NAP 0,00 m tot NAP -1,00 m. Opgemerkt wordt dat op het tracé zeer weinig gegevens bekend zijn over de GLG stand. Aanbevolen wordt om van de HDD-boringen de grondwaterstanden in de peilbuizen van diverse mechanische boringen (bijv. MB05, MB06, MB10, MB14, MB15, MB28, MB30 en MB31) te monitoren zodat de GLG niveaus beter inzichtelijk worden.

Aan de hand van de in het laboratorium geanalyseerde volumegewichten en watergehalten is op basis van literatuurrelaties een berekening gemaakt van de maatgevende g-waarden en equivalente g-waarden voor het kabelontwerp. Van enkele monsters is in het laboratorium eveneens de g-waarde met de naaldmethode bepaald. Dit ter controle van de berekende g-waardes middels volumieke gewichten en correlaties. Wat opvalt is dat de g-waarden middels volumieke gewichten overwegend hoger zijn dan die gemeten met de naaldmethode. Een mogelijke verklaring moet gezocht worden in de lage volumieke gewichten waardoor het watergehalte sterk toeneemt. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van kleiige laagjes en schelpen. Bij de naaldmethode kan de naald zowel in als naast een klei- of schelplaag worden gestoken waardoor niet altijd bekend is of de gemeten G-waarden representatief zijn. Aanbevolen wordt de "worst case" berekende G-waarden met volumieke gewichten aan te houden.

De berekende g-waarde en thermische diffusiviteit is per grondmonster gepresenteerd in bijlage 1.

### 4.2 Disclaimer

Opgemerkt wordt dat alle g-waarden in dit rapport met een (schijn)-nauwkeurigheid van twee decimalen zijn gepresenteerd. Hiervoor is gekozen om de onderlinge verschillen in de berekende g-waarden inzichtelijk te maken. Echter, bij de gevolgde methodiek, waarbij de g-waarden zijn berekend op basis van volumegewichten en literatuurrelaties, is de g-waarde praktisch gezien met een nauwkeurigheid van ten hoogste 0,1 m.K/W te voorspellen. Hiermee dient terdege rekening te worden gehouden bij de interpretatie van de gepresenteerde berekeningen.

Antea Group  
Heerenveen, maart 2021



## Bronnenlijst

1. Groeneveld G.J., A.L. Snijders, G. Koopmans en J. Vermeer. Improved method to calculate the critical conditions for drying out sandy soils around power cables. IEE Proceedings, Vol. 131, Pt. C, No. 2, March 1984.
2. Horton R., S. Lu, T. Ren en Y. Gong, An improved model for predicting soil thermal conductivity from water content at room temperature. Soil Science Society of America Journal vol. 71, p. 8-14, 2007.
3. NEN-IEC 60853-1:2002.Sterkstroombekabels – Berekening van de toelaatbare stroom bij cyclische belasting en bij incidentele tijdelijke belasting – Deel 1: Cyclische belasting van kabels tot en met 18/30 (36) kV (IEC 60853-1:1985,IDT). Nederlands Normalisatie Instituut, 2002.
4. Cigré, The Calculation of the effective external thermal resistance of cables laid in materials having different thermal resistivities, Electra No. 98, 1985
5. [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl); TNO
6. Cultuurtechnisch Vademecum, Elsevier bedrijfsinformatie B.V., bijlage A, tabellen van de Staringsreeks, Tabel 4, pagina 963, 2000

## **Bijlage 1 Berekende G-waarde**

Boring	Monster	Locatie	Gemiddeld laagste grondwaterstand	Diepte	Type grond	Droge dichtheid	Watergehalte in gewichts %	Porieën volume	Verzadigings graad	Verzadigd watergehalte in gewichts%	Grondsoort stringreeks	G-waarde (verzadigd)	Verwachte minimale verzadigingsgraad	Minimaal watergehalte in gewichts %	G-waarde (maatgevend)	Thermische diffusiviteit δ (maatgevend)	G-waarde naald
(-)	(-)		(m-mv)	(m-mv)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(-)	(-)	(Km/W)	(%)	(-)	(Km/W)	(m <sup>2</sup> /s)	(Km/W)
MB03	1	MB03	2,35	0,7	zand	1400,7	7,4	48,1	21,6	34	1	0,61	25,6	9	0,79	7,56E-07	-
MB03	2	MB03	2,35	1,7	zand	1427,2	17,9	47,2	54,1	33	1	0,57	54,7	18	0,62	7,13E-07	0,38
MB03	3	MB03	2,35	2,7	zand	1415,7	24,4	47,6	72,4	34	-	0,59	100,0	34	0,59	5,38E-07	0,42
MB03	4	MB03	2,35	3,7	zand	1467,8	22,5	45,7	72,2	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,19E-07	0,40
MB03	5	MB03	2,35	4,7	zand	1439,9	23,5	46,7	72,4	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,74E-07	0,45
MB03	6	MB03	2,35	5,7	zand	1485,6	21,7	45,0	71,5	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,50E-07	0,35
MB03	7	MB03	2,35	6,7	zand	1495,1	20,7	44,7	69,2	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,67E-07	
MB03	8A	MB03	2,35	7,7	zand	1503,6	21,0	44,3	71,1	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,82E-07	
MB03	8B	MB03	2,35	7,8	klei	850,4	63,7	68,5	79,0	81	-	1,01	100,0	81	1,01	2,77E-07	
MB03	9	MB03	2,35	8,7	klei	887,8	64,1	67,1	84,7	76	-	0,99	100,0	76	0,99	2,85E-07	
MB03	10	MB03	2,35	9,7	klei	846,8	69,6	68,7	85,9	81	-	1,01	100,0	81	1,01	2,76E-07	
MB03	11	MB03	2,35	10,7	klei	912,8	60,4	66,2	83,2	73	-	0,97	100,0	73	0,97	2,91E-07	0,70
MB03	12	MB03	2,35	11,7	klei	999,0	52,5	63,0	83,2	63	-	0,93	100,0	63	0,93	3,12E-07	
MB03	13	MB03	2,35	12,7	klei	938,0	59,3	65,3	85,2	70	-	0,96	100,0	70	0,96	2,97E-07	
MB03	14	MB03	2,35	13,7	klei	961,1	57,0	64,4	85,0	67	-	0,95	100,0	67	0,95	3,02E-07	
MB03	15	MB03	2,35	14,7	klei	989,6	54,2	63,4	84,6	64	-	0,93	100,0	64	0,93	3,09E-07	
MB03	16	MB03	2,35	15,7	zand	1385,3	22,7	48,7	64,4	35	-	0,64	100,0	35	0,64	4,95E-07	
MB03	17	MB03	2,35	16,7	zand	1477,5	21,8	45,3	71,0	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,36E-07	0,31
MB03	18	MB03	2,35	17,7	zand	1478,4	22,1	45,3	72,0	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,37E-07	
MB03	19	MB03	2,35	18,7	zand	1506,8	20,8	44,2	70,9	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,89E-07	
MB03	20	MB03	2,35	19,7	zand	1499,6	20,6	44,5	69,4	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,75E-07	0,30
MB03	21	MB03	2,35	20,7	zand	1479,6	21,9	45,2	71,7	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,39E-07	
MB03	22	MB03	2,35	21,7	zand	1476,0	21,2	45,4	69,1	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,33E-07	
MB03	23	MB03	2,35	22,7	zand	1515,4	19,7	43,9	68,0	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,05E-07	
MB03	24	MB03	2,35	23,7	zand	1443,6	23,0	46,6	71,4	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,80E-07	0,35
MB03	25	MB03	2,35	24,7	zand	1471,4	19,8	45,5	64,1	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,25E-07	
MB03	26	MB03	2,35	25,7	zand	1484,1	21,6	45,1	71,1	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,47E-07	
MB03	27	MB03	2,35	26,7	zand	1391,0	22,1	48,5	63,5	35	-	0,63	100,0	35	0,63	5,02E-07	0,31
MB03	28	MB03	2,35	27,7	zand	1465,6	22,5	45,7	72,2	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,16E-07	
MB03	29	MB03	2,35	28,7	klei	1409,7	26,5	47,8	78,1	34	-	0,72	100,0	34	0,72	4,37E-07	0,61
MB03	30	MB03	2,35	29,7	zand	1515,5	20,0	43,9	69,1	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,05E-07	
MB04	1	MB04	2,28	0,7	zand	1374,57'	4,1	49,1	11,3	36	1	0,65	26,8	10	0,83	7,18E-07	
MB04	2	MB04	2,28	1,7	zand	1445,0	14,9	46,5	46,1	32	1	0,55	61,5	20	0,58	7,17E-07	0,43
MB04	3	MB04	2,28	2,7	zand	1437,0	24,0	46,8	73,5	33	-	0,56	100,0	33	0,56	5,70E-07	0,42
MB04	4	MB04	2,28	3,7	zand	1439,5	23,3	46,7	71,8	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,73E-07	0,35
MB04	5	MB04	2,28	4,7	zand	1461,9	22,7	45,9	72,3	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,09E-07	0,35
MB04	6	MB04	2,28	5,7	zand	1421,5	22,9	47,4	68,8	33	-	0,58	100,0	33	0,58	5,46E-07	0,39
MB04	7	MB04	2,28	6,7	zand	1493,1	20,4	44,7	68,1	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,63E-07	
MB04	8	MB04	2,28	7,7	zand	1471,8	21,2	45,5	68,7	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,26E-07	
MB04	9	MB04	2,28	8,7	zand	1488,8	19,6	44,9	65,1	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,56E-07	
MB04	10	MB04	2,28	9,7	zand	1431,7	20,3	47,0	61,9	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,61E-07	
MB04	11	MB04	2,28	10,7	zand	1472,0	22,2	45,5	72,0	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,26E-07	0,34
MB04	12	MB04	2,28	11,7	zand	1491,1	21,7	44,8	72,3	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,60E-07	
MB04	13	MB04	2,28	12,7	zand	1482,0	21,7	45,1	71,1	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,44E-07	
MB04	14	MB04	2,28	13,7	zand	1482,9	21,9	45,1	72,0	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,45E-07	
MB04	15	MB04	2,28	14,7	zand	1468,7	21,9	45,6	70,5	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,21E-07	
MB04	16	MB04	2,28	15,7	zand	1494,2	21,6	44,7	72,2	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,65E-07	
MB04	17	MB04	2,28	16,7	zand	1460,5	22,1	45,9	70,3	31	-	0,53	100,0	31	0,53	6,07E-07	0,32
MB04	18	MB04	2,28	17,7	zand	1471,3	22,7	45,5	73,4	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,25E-07	
MB04	19	MB04	2,28	18,7	zand	1481,2	21,9	45,2	71,8	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,42E-07	
MB04	20	MB04	2,28	19,7	zand	1450,6	23,0	46,3	71,9	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,91E-07	
MB04	21	MB04	2,28	20,7	zand	1479,1	21,8	45,2	71,3	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,39E-07	
MB04	22	MB04	2,28	21,7	zand	1500,9	21,0	44,4	71,1	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,78E-07	
MB04	23	MB04	2,28	22,7	zand	1524,0	19,9	43,6	69,6	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,21E-07	0,27
MB04	24	MB04	2,28	23,7	zand	1533,9	19,6	43,2	69,4	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,41E-07	
MB04	25	MB04	2,28	24,7	zand	1505,5	18,8	44,3	64,1	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,86E-07	0,25
MB04	26	MB04	2,28	25,7	zand	1466,2	22,2	45,7	71,2	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,17E-07	
MB04	27A	MB04	2,28	26,7	zand	1503,7	17,3	44,3	58,6	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,83E-07	
MB04	27B	MB04	2,28	26,9	veen	214,8	364,0	92,0	84,9	429	-	groter dan 1,0	100,0	429	groter dan 1,0	kleiner dan 2,47E-07	0,73
MB04	28	MB04	2,28	27,7	zand	1454,7	17,0	46,2	53,5	32	-	0,53	100,0	32	0,53	5,98E-07	0,47
MB04	29A	MB04	2,28	28,7	zand	1538,9	19,0	43,0	68,0	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,51E-07	
MB04	29B	MB04	2,28	28,9	klei	1420,4	25,9	47,4	77,6	33	-	0,72	100,0	33	0,72	4,41E-07	
MB04	30A	MB04	2,28	29,6	klei	1344,2	29,1	50,2	78,0	37	-	0,75	100,0	37	0,75	4,14E-07	
MB04	30B	MB04	2,28	29,7	zand	1468,6	22,4	45,6	72,1	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,21E-07	
MB06	1	MB06	1,3	0,8	zand	1371,84'	29,5	49,2	82,2	36	1	0,66	61,5	22	0,70	5,98E-07	
MB06	2	MB06	1,3	1,8	zand	1347,41'	28,1	50,1	75,6	37	-	0,70	100,0	37	0,70	4,46E-07	0,36
MB06	3	MB06	1,3	2,8	zand	1520,9	21,8	43,7	75,9	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,15E-07	0,21
MB06	4	MB06	1,3	3,8	zand	1515,7	22,7	43,9	78,3	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,05E-07	0,29
MB06	5	MB06	1,3	4,8	zand	1526,1	22,2	43,5	77,8	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,25E-07	0,29
MB06	6	MB06	1,3	5,8	zand	1521,8	22,1	43,7	77,0	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,17E-07	0,28
MB06	7	MB06	1,3	6,8	zand	1530,8	22,8	43,3	80,7	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,35E-07	
MB06	8	MB06	1,3	7,8	zand	1524,4	22,3	43,6	78,1	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,22E-07	
MB06	9	MB06	1,3	8,8	zand	1461,9	20,8	45,9	66,2	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,09E-07	
MB06	10	MB06	1,3	9,8	zand	1504,2	23,5	44,3	79,7	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,84E-07	0,31
MB06	11	MB06	1,3	10,8	zand	1506,4	22,8	44,2	77,7	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,88E-07	
MB06	12	MB06	1,3	11,8	zand	1521,0	22,7	43,7	79,2	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,15E-07	
MB06	13	MB06	1,3	12,8	zand	1571,2	20,8	41,8	77,9	27	-	0,4					



Boring	Monster	Locatie	Gemiddeld laagste grondwaterstand	Diepte	Type grond	Droge dichtheid	Watergehalte in gewichts %	Porieën volume	Verzadigings graad	Verzadigd watergehalte in gewichts%	Grondsoort stringreeks	G-waarde (verzadigd)	Verwachte minimale verzadigingsgraad	Minimaal watergehalte in gewichts %	G-waarde (maatgevend)	Thermische diffusiviteit δ (maatgevend)	G-waarde naald
(-)	(-)		(m-mv)	(m-mv)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(-)	(-)	(Km/W)	(%)	(-)	(Km/W)	(m <sup>2</sup> /s)	(Km/W)
MB07	10	MB07	1,73	9,7	zand	1276,03'	32,3	52,8	78,2	41	-	0,84	100,0	41	0,84	3,67E-07	0,37
MB07	11	MB07	1,73	10,7	zand	1076,9'	45,9	60,1	82,2	56	-	1,38	100,0	56	1,38	2,12E-07	
MB07	12	MB07	1,73	11,7	klei	933,1	58,2	65,5	82,9	70	-	0,96	100,0	70	0,96	2,96E-07	
MB07	13	MB07	1,73	12,7	klei	1007,7	51,2	62,7	82,2	62	-	0,92	100,0	62	0,92	3,14E-07	0,50
MB07	14	MB07	1,73	13,7	zand	1469,4	22,1	45,6	71,2	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,22E-07	
MB07	15	MB07	1,73	14,7	zand	1493,9	21,7	44,7	72,7	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,65E-07	0,34
MB07	16	MB07	1,73	15,7	zand	1454,8	23,0	46,1	72,6	32	-	0,53	100,0	32	0,53	5,98E-07	
MB07	17	MB07	1,73	16,7	zand	1446,0	23,9	46,5	74,5	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,84E-07	0,43
MB07	18	MB07	1,73	17,7	zand	1493,3	21,8	44,7	72,8	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,64E-07	0,30
MB07	19	MB07	1,73	18,7	zand	1482,1	21,6	45,1	70,8	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,44E-07	
MB07	20	MB07	1,73	19,7	zand	1494,7	20,3	44,7	68,0	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,66E-07	0,32
MB07	21	MB07	1,73	20,7	zand	1520,5	19,5	43,7	67,8	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,14E-07	0,32
MB07	22	MB07	1,73	21,7	zand	1413,4	19,7	47,7	58,3	34	-	0,59	100,0	34	0,59	5,34E-07	
MB07	23	MB07	1,73	22,7	zand	1457,8	20,6	46,0	65,3	32	-	0,53	100,0	32	0,53	6,03E-07	
MB07	24	MB07	1,73	23,7	zand	1526,9	19,5	43,5	68,5	28	-	0,45	100,0	28	0,45	7,27E-07	0,32
MB07	25	MB07	1,73	24,7	zand	1507,8	18,7	44,2	63,8	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,90E-07	
MB07	26	MB07	1,73	25,7	zand	1504,1	18,2	44,3	61,7	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,83E-07	
MB07	27	MB07	1,73	26,7	zand	1468,1	20,6	45,7	66,1	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,20E-07	
MB07	28	MB07	1,73	27,7	zand	1512,4	21,0	44,0	72,1	29	-	0,46	100,0	29	0,46	6,99E-07	0,31
MB07	29	MB07	1,73	28,7	zand	1509,4	20,1	44,1	68,9	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,93E-07	
MB07	30A	MB07	1,73	29,65	zand	1504,6	19,7	44,3	66,8	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,84E-07	
MB07	30B	MB07	1,73	29,7	veen	283,0	229,8	89,5	72,6	316	-	groter dan 1,0	100,0	316	groter dan 1,0	kleiner dan 2,50E-07	
MB09	1	MB09	1,42	0,8	klei	1484,3	21,8	45,1	71,8	30	9	0,69	81,9	25	0,73	4,96E-07	
MB09	2	MB09	1,42	1,8	klei	1415,5	25,8	47,6	76,6	34	-	0,72	100,0	34	0,72	4,39E-07	0,36
MB09	3	MB09	1,42	2,8	klei	899,0	62,8	66,7	84,7	74	-	0,98	100,0	74	0,98	2,88E-07	0,75
MB09	4	MB09	1,42	3,8	klei	938,0	56,2	65,3	80,8	70	-	0,96	100,0	70	0,96	2,97E-07	0,71
MB09	5	MB09	1,42	4,8	veen	162,2	472,9	94,0	81,6	579	-	groter dan 1,0	100,0	579	groter dan 1,0	kleiner dan 2,45E-07	1,41
MB09	6	MB09	1,42	5,8	klei	1059,1	47,4	60,8	82,5	57	-	0,89	100,0	57	0,89	3,27E-07	0,60
MB09	7A	MB09	1,42	6,7	klei	971,7	55,3	64,0	84,0	66	-	0,94	100,0	66	0,94	3,05E-07	
MB09	7B	MB09	1,42	6,8	veen	348,2	209,3	87,1	83,6	250	-	groter dan 1,0	100,0	250	groter dan 1,0	kleiner dan 2,54E-07	
MB09	7C	MB09	1,42	6,9	zand	1622,0	18,5	40,0	74,9	25	-	0,35	100,0	25	0,35	9,39E-07	
MB09	8	MB09	1,42	7,8	zand	1626,5	17,6	39,8	72,0	24	-	0,35	100,0	24	0,35	9,50E-07	
MB09	9	MB09	1,42	8,8	leem <sup>2</sup>	1611,4	17,8	40,3	71,1	25	-	0,64	100,0	25	0,64	5,17E-07	
MB09	10	MB09	1,42	9,8	klei	1343,8	29,2	50,3	78,1	37	-	0,75	100,0	37	0,75	4,14E-07	
MB09	11	MB09	1,42	10,8	zand	1629,0	17,2	39,7	70,6	24	-	0,35	100,0	24	0,35	9,57E-07	
MB09	12	MB09	1,42	11,8	zand	1629,1	17,2	39,7	70,5	24	-	0,35	100,0	24	0,35	9,57E-07	0,31
MB09	13	MB09	1,42	12,8	klei	1361,6	29,2	49,6	80,1	36	-	0,74	100,0	36	0,74	4,20E-07	
MB09	14	MB09	1,42	13,8	klei	1083,1	43,7	59,9	79,1	55	-	0,88	100,0	55	0,88	3,34E-07	
MB09	15	MB09	1,42	14,8	zand	1596,1	21,0	40,9	82,1	26	-	0,38	100,0	26	0,38	8,76E-07	
MB09	16	MB09	1,42	15,8	zand	1584,3	20,1	41,4	76,9	26	-	0,39	100,0	26	0,39	8,49E-07	0,23
MB09	17A	MB09	1,42	16,8	zand	1486,3	26,2	45,0	86,6	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,51E-07	
MB09	17B	MB09	1,42	16,9	zand	1508,2	22,4	44,2	76,3	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,91E-07	
MB09	18A	MB09	1,42	17,7	zand	1500,0	25,0	44,5	84,4	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,76E-07	
MB09	18B	MB09	1,42	17,8	zand	1561,4	21,2	42,2	78,5	27	-	0,41	100,0	27	0,41	7,98E-07	
MB09	19	MB09	1,42	18,8	zand	1550,2	20,8	42,6	75,5	27	-	0,42	100,0	27	0,42	7,74E-07	
MB09	20	MB09	1,42	19,8	zand	1532,7	21,5	43,3	76,1	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,38E-07	0,23
MB09	21	MB09	1,42	20,8	zand	1467,3	25,1	45,7	80,5	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,19E-07	
MB09	22	MB09	1,42	21,8	zand	1578,8	19,5	41,6	74,2	26	-	0,39	100,0	26	0,39	8,36E-07	
MB09	23A	MB09	1,42	22,7	zand	1430,1	9,3	47,1	28,3	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,59E-07	
MB09	23B	MB09	1,42	22,8	zand	1551,6	21,2	42,6	77,4	27	-	0,42	100,0	27	0,42	7,77E-07	
MB09	24	MB09	1,42	23,8	klei	1457,4	23,4	46,0	74,1	32	-	0,70	100,0	32	0,70	4,55E-07	
MB09	25	MB09	1,42	24,8	klei	1530,6	21,0	43,3	74,0	28	-	0,67	100,0	28	0,67	4,83E-07	0,48
MB09	26	MB09	1,42	25,8	zand	1505,5	23,8	44,3	80,8	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,86E-07	
MB09	27	MB09	1,42	26,8	zand	1483,8	23,7	45,1	77,9	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,47E-07	0,31
MB09	28	MB09	1,42	27,8	zand	1516,3	24,5	43,9	84,7	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,06E-07	
MB09	29	MB09	1,42	28,8	klei	1508,2	17,0	44,2	57,9	29	-	0,68	100,0	29	0,68	4,74E-07	
MB09	30	MB09	1,42	29,8	klei	1504,9	19,7	44,3	67,1	29	-	0,68	100,0	29	0,68	4,73E-07	
MB10	1	MB10	1,72	0,7	klei	1459,4	11,7	46,0	37,1	32	10	0,70	85,9	27	0,73	4,80E-07	
MB10	2	MB10	1,72	1,7	klei	1234,4	31,7	54,3	72,1	44	10	0,80	96,8	43	0,81	3,83E-07	0,61
MB10	3	MB10	1,72	2,7	klei	1155,4	39,3	57,2	79,3	50	-	0,84	100,0	50	0,84	3,54E-07	0,55
MB10	4	MB10	1,72	3,7	klei	1164,6	37,7	56,9	77,2	49	-	0,84	100,0	49	0,84	3,57E-07	0,60
MB10	5A	MB10	1,72	4,7	klei	985,0	51,9	63,5	80,5	65	-	0,93	100,0	65	0,93	3,08E-07	
MB10	5B	MB10	1,72	4,9	veen	158,2	468,0	88,9	83,3	562	-	groter dan 1,0	100,0	562	groter dan 1,0	kleiner dan 2,59E-07	1,47
MB10	6	MB10	1,72	5,7	klei	1466,3	16,0	45,7	51,2	31	-	0,70	100,0	31	0,70	4,58E-07	0,50
MB10	7	MB10	1,72	6,7	klei	1270,2	33,1	53,0	79,4	42	-	0,79	100,0	42	0,79	3,89E-07	
MB10	8	MB10	1,72	7,7	klei	1331,3	29,7	50,7	77,8	38	-	0,76	100,0	38	0,76	4,09E-07	
MB10	9	MB10	1,72	8,7	zand	1398,2	25,7	48,2	74,4	35	-	0,62	100,0	35	0,62	5,12E-07	
MB10	10	MB10	1,72	9,7	zand	1511,5	19,7	44,0	67,6	29	-	0,46	100,0	29	0,46	6,97E-07	0,42
MB10	11	MB10	1,72	10,7	zand	1579,6	18,5	41,5	70,3	26	-	0,39	100,0	26	0,39	8,38E-07	
MB10	12	MB10	1,72	11,7	leem <sup>2</sup>	1325,4	29,8	50,9	77,6	38	-	0,76	100,0	38	0,76	4,07E-07	
MB10	13	MB10	1,72	12,7	leem <sup>2</sup>	1261,2	31,6	53,3	74,8	42	-	0,79	100,0	42	0,79	3,86E-07	0,71
MB10	14	MB10	1,72	13,7	zand	1565,4	17,8	42,1	66,3	27	-	0,41	100,0	27	0,41	8,06E-07	
MB10	15	MB10	1,72	14,7	zand	1553,9	19,3	42,5	70,6	27	-	0,42	100,0	27	0,42	7,82E-07	
MB10	16	MB10	1,72	15,7	zand	1533,9	20,1	43,2	71,2	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,41E-07	0,30
MB10	17	MB10	1,72	16,7	zand	1557,7	19,1	42,3	70,2	27	-	0,41	100,0	27	0,41	7,90E-07	
MB10	18	MB10	1,72	17,7	zand	1555,3	19,0	42,4	69,8	27	-	0,42	100,0	27	0,42	7,85E-07	0,32
MB10	19																

Boring	Monster	Locatie	Gemiddeld laagste grondwaterstand	Diepte	Type grond	Droge dichtheid	Watergehalte in gewichts %	Porieën volume	Verzadigings graad	Verzadigd watergehalte in gewichts%	Grondsoort stringreeks	G-waarde (verzadigd)	Verwachte minimale verzadigingsgraad	Minimaal watergehalte in gewichts %	G-waarde (maatgevend)	Thermische diffusiviteit δ (maatgevend)	G-waarde naald
(-)	(-)		(m-mv)	(m-mv)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(-)	(-)	(Km/W)	(%)	(-)	(Km/W)	(m <sup>2</sup> /s)	(Km/W)
MB11	13A	MB11	1,45	12,65	leem <sup>2</sup>	916,3	56,8	66,1	78,8	72	-	0,97	100,0	72	0,97	2,92E-07	
MB11	13B	MB11	1,45	12,8	zand	1581,3	22,8	41,5	87,1	26	-	0,39	100,0	26	0,39	8,42E-07	
MB11	14	MB11	1,45	13,8	zand	1538,9	23,0	43,0	82,3	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,51E-07	
MB11	15	MB11	1,45	14,8	zand	1539,8	22,3	43,0	80,0	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,53E-07	
MB11	16	MB11	1,45	15,8	zand	1520,2	22,0	43,7	76,3	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,14E-07	0,22
MB11	17	MB11	1,45	16,8	zand	1429,1	27,6	47,1	83,6	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,57E-07	
MB11	18	MB11	1,45	17,8	zand	1681,6	18,3	37,7	81,6	22	-	0,31	100,0	22	0,31	1,10E-06	
MB11	19	MB11	1,45	18,8	zand	1606,9	19,9	40,5	78,9	25	-	0,37	100,0	25	0,37	9,02E-07	
MB11	20	MB11	1,45	19,8	zand	1603,5	20,7	40,6	81,9	25	-	0,37	100,0	25	0,37	8,94E-07	
MB11	21	MB11	1,45	20,8	zand	1590,3	19,8	41,1	76,6	26	-	0,38	100,0	26	0,38	8,62E-07	0,23
MB11	22	MB11	1,45	21,8	zand	1575,3	20,4	41,7	77,1	26	-	0,40	100,0	26	0,40	8,28E-07	
MB11	23	MB11	1,45	22,8	klei	1304,3	32,8	51,7	82,7	40	-	0,77	100,0	40	0,77	4,00E-07	
MB11	24	MB11	1,45	23,8	zand	1568,8	18,5	41,9	69,2	27	-	0,40	100,0	27	0,40	8,14E-07	
MB11	25	MB11	1,45	24,8	zand	1615,5	17,4	40,2	70,0	25	-	0,36	100,0	25	0,36	9,23E-07	0,26
MB11	26	MB11	1,45	25,8	zand	1637,2	18,3	39,4	76,1	24	-	0,34	100,0	24	0,34	9,78E-07	
MB11	27	MB11	1,45	26,8	klei	1410,0	25,3	47,8	74,8	34	-	0,72	100,0	34	0,72	4,37E-07	
MB11	28	MB11	1,45	27,8	klei	1379,7	28,3	48,9	79,7	35	-	0,74	100,0	35	0,74	4,26E-07	
MB11	29	MB11	1,45	28,8	klei	1601,9	19,3	40,7	76,1	25	-	0,64	100,0	25	0,64	5,13E-07	
MB11	30	MB11	1,45	29,8	zand	1599,3	15,8	40,8	62,0	26	-	0,37	100,0	26	0,37	8,83E-07	
MB13	1	MB13	1,55	0,8	klei	1388,1	23,6	48,6	67,3	35	9	0,73	80,2	28	0,78	4,64E-07	
MB13	2	MB13	1,55	1,8	klei	1290,8	31,9	52,2	78,8	40	-	0,78	100,0	40	0,78	3,96E-07	0,50
MB13	3	MB13	1,55	2,8	klei	940,9	55,0	65,2	79,5	69	-	0,96	100,0	69	0,96	2,97E-07	0,63
MB13	4	MB13	1,55	3,8	klei	1218,7	34,9	54,9	77,4	45	-	0,81	100,0	45	0,81	3,73E-07	0,44
MB13	5	MB13	1,55	4,8	veen	135,4	536,2	95,0	76,5	701	-	groter dan 1,0	100,0	701	groter dan 1,0	kleiner dan 2,44E-07	1,46
MB13	6	MB13	1,55	5,8	veen	125,0	592,9	95,4	77,7	763	-	groter dan 1,0	100,0	763	groter dan 1,0	kleiner dan 2,43E-07	1,52
MB13	7	MB13	1,55	6,8	zand	1543,5	19,6	42,9	70,7	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,60E-07	0,31
MB13	8	MB13	1,55	7,8	zand	1598,3	17,6	40,8	69,0	26	-	0,38	100,0	26	0,38	8,81E-07	
MB13	9A	MB13	1,55	8,7	leem <sup>2</sup>	1346,8	30,0	50,1	80,6	37	-	0,75	100,0	37	0,75	4,15E-07	0,46
MB13	9B	MB13	1,55	8,8	veen	664,9	91,1	75,4	80,4	113	-	groter dan 1,0	100,0	113	groter dan 1,0	kleiner dan 2,69E-07	
MB13	10	MB13	1,55	9,8	zand	1679,5	15,2	37,8	67,4	23	-	0,31	100,0	23	0,31	1,09E-06	
MB13	11A	MB13	1,55	10,7	zand	1558,3	18,6	42,3	68,4	27	-	0,41	100,0	27	0,41	7,91E-07	
MB13	11B	MB13	1,55	10,9	zand	1289,62'	26,6	52,3	65,8	41	-	0,81	100,0	41	0,81	3,81E-07	
MB13	12	MB13	1,55	11,8	zand	1411,4	25,8	47,8	76,4	34	-	0,60	100,0	34	0,60	5,31E-07	
MB13	13	MB13	1,55	12,8	leem <sup>2</sup>	1164,5	34,3	56,9	70,1	49	-	0,84	100,0	49	0,84	3,57E-07	0,79
MB13	14	MB13	1,55	13,8	zand	1585,0	17,7	41,3	67,8	26	-	0,39	100,0	26	0,39	8,50E-07	
MB13	15	MB13	1,55	14,8	zand	1503,3	21,1	44,4	71,4	30	-	0,47	100,0	30	0,47	6,82E-07	
MB13	16	MB13	1,55	15,8	zand	1491,3	21,6	44,8	71,8	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,60E-07	0,22
MB13	17	MB13	1,55	16,8	zand	1463,7	22,2	45,8	70,8	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,12E-07	
MB13	18	MB13	1,55	17,8	zand	1531,1	20,4	43,3	72,0	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,35E-07	
MB13	19	MB13	1,55	18,8	zand	1524,6	20,3	43,6	70,9	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,22E-07	
MB13	20	MB13	1,55	19,8	zand	1533,6	19,5	43,2	69,1	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,40E-07	
MB13	21	MB13	1,55	20,8	zand	1549,5	18,8	42,6	68,4	28	-	0,42	100,0	28	0,42	7,73E-07	0,23
MB13	22	MB13	1,55	21,8	zand	1510,0	19,1	44,1	65,4	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,94E-07	
MB13	23	MB13	1,55	22,8	zand	1502,2	19,6	44,4	66,3	30	-	0,47	100,0	30	0,47	6,80E-07	
MB13	24	MB13	1,55	23,8	zand	1539,9	17,1	43,0	61,3	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,53E-07	
MB13	25	MB13	1,55	24,8	zand	1634,5	13,3	39,5	55,1	24	-	0,34	100,0	24	0,34	9,71E-07	0,49
MB13	26	MB13	1,55	25,8	zand	1573,3	17,3	41,8	65,2	27	-	0,40	100,0	27	0,40	8,24E-07	
MB13	27	MB13	1,55	26,8	klei	1560,5	20,0	42,2	73,8	27	-	0,66	100,0	27	0,66	4,96E-07	
MB13	29	MB13	1,55	28,8	zand	1611,4	18,1	40,3	72,2	25	-	0,36	100,0	25	0,36	9,13E-07	
MB13	30	MB13	1,55	29,8	zand	1570,6	19,3	41,9	72,3	27	-	0,40	100,0	27	0,40	8,18E-07	
MB14	1	MB14	4,76	0,8	zand	1377,1	10,6	49,0	29,9	36	1	0,65	12,6	4	1,09	6,61E-07	
MB14	2	MB14	4,76	1,8	zand	1389,7	28,0	48,6	80,3	35	1	0,63	14,7	5	0,99	6,99E-07	0,29
MB14	3	MB14	4,76	2,8	zand	1460,0	17,6	46,0	55,8	31	1	0,53	21,9	7	0,74	8,39E-07	0,28
MB14	4	MB14	4,76	3,8	zand	1428,8	16,4	47,1	49,8	33	1	0,57	34,2	11	0,69	7,87E-07	0,32
MB14	5	MB14	4,76	4,8	klei	1130,8	36,5	58,1	71,0	51	-	0,86	100,0	51	0,86	3,47E-07	0,51
MB14	6	MB14	4,76	5,8	klei	1428,0	22,0	47,1	66,7	33	-	0,72	100,0	33	0,72	4,44E-07	0,27
MB14	7	MB14	4,76	6,8	klei	1416,4	25,7	47,6	76,7	34	-	0,72	100,0	34	0,72	4,39E-07	
MB14	8	MB14	4,76	7,8	klei	1305,9	31,1	51,7	78,7	40	-	0,77	100,0	40	0,77	4,01E-07	
MB14	9	MB14	4,76	8,8	veen	197,8	329,6	92,7	70,4	468	-	groter dan 1,0	100,0	468	groter dan 1,0	kleiner dan 2,47E-07	1,53
MB14	10	MB14	4,76	9,8	zand	1620,4	16,9	40,0	68,5	25	-	0,36	100,0	25	0,36	9,35E-07	
MB14	11	MB14	4,76	10,8	zand	1596,1	17,4	40,9	67,7	26	-	0,38	100,0	26	0,38	8,76E-07	
MB14	12A	MB14	4,76	11,65	klei	753,3	79,8	72,1	83,3	96	-	1,07	100,0	96	1,07	2,56E-07	
MB14	12B	MB14	4,76	11,8	klei	893,4	61,7	66,9	82,3	75	-	0,99	100,0	75	0,99	2,86E-07	0,71
MB14	13	MB14	4,76	12,8	klei	1344,1	28,4	50,2	76,0	37	-	0,75	100,0	37	0,75	4,14E-07	
MB14	14	MB14	4,76	13,8	zand	1592,3	16,8	41,1	65,0	26	-	0,38	100,0	26	0,38	8,67E-07	0,26
MB14	15A	MB14	4,76	14,65	klei	1340,3	28,1	50,4	74,8	38	-	0,75	100,0	38	0,75	4,12E-07	
MB14	15B	MB14	4,76	14,8	zand	1617,4	18,7	40,1	75,2	25	-	0,36	100,0	25	0,36	9,27E-07	
MB14	16	MB14	4,76	15,8	klei	1291,9	31,4	52,2	77,7	40	-	0,78	100,0	40	0,78	3,96E-07	0,47
MB14	17	MB14	4,76	16,8	zand	1586,1	18,0	41,3	69,1	26	-	0,39	100,0	26	0,39	8,53E-07	
MB14	18	MB14	4,76	17,8	klei	1278,4	32,7	52,7	79,4	41	-	0,78	100,0	41	0,78	3,92E-07	
MB14	19	MB14	4,76	18,8	klei	1315,7	29,6	51,3	75,9	39	-	0,77	100,0	39	0,77	4,04E-07	0,48
MB14	20	MB14	4,76	19,8	klei	1394,6	25,9	48,4	74,8	35	-	0,73	100,0	35	0,73	4,31E-07	
MB14	21	MB14	4,76	20,8	zand	1485,4	21,4	45,0	70,6	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,50E-07	
MB14	22	MB14	4,76	21,8	zand	1505,6	22,1	44,3	75,3	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,86E-07	0,34
MB14	23	MB14	4,76	22,8	zand	1495,1	23,3	44,7	77,9	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,67E-07	
MB14	24	MB14	4,76	23,8	zand	1563,1	21,4	42,1	79,3	27	-	0,41	100,0	27	0,41	8,01E-07	
MB14	25A	MB14	4,76														

Boring	Monster	Locatie	Gemiddeld laagste grondwaterstand	Diepte	Type grond	Droge dichtheid	Watergehalte in gewichts %	Porieën volume	Verzadigings graad	Verzadigd watergehalte in gewichts%	Grondsoort stringreeks	G-waarde (verzadigd)	Verwachte minimale verzadigingsgraad	Minimaal watergehalte in gewichts %	G-waarde (maatgevend)	Thermische diffusiviteit δ (maatgevend)	G-waarde naald
(-)	(-)		(m-mv)	(m-mv)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(-)	(-)	(Km/W)	(%)	(-)	(Km/W)	(m <sup>2</sup> /s)	(Km/W)
MB16	12A	MB16	3,98	11,7	zand	1611,4	17,0	40,3	67,8	25	-	0,36	100,0	25	0,36	9,13E-07	
MB16	12B	MB16	3,98	11,8	klei	1311,2	29,2	51,5	74,5	39	-	0,77	100,0	39	0,77	4,03E-07	
MB16	13	MB16	3,98	12,8	zand	1547,9	18,7	42,7	67,7	28	-	0,42	100,0	28	0,42	7,69E-07	0,27
MB16	14A	MB16	3,98	13,7	zand	1622,1	16,4	40,0	66,5	25	-	0,35	100,0	25	0,35	9,39E-07	
MB16	14B	MB16	3,98	13,8	klei	1380,7	26,5	48,9	74,8	35	-	0,74	100,0	35	0,74	4,26E-07	
MB16	15	MB16	3,98	14,8	zand	1392,6	13,7	48,4	39,3	35	-	0,62	100,0	35	0,62	5,05E-07	
MB16	16	MB16	3,98	15,8	zand	1533,3	19,9	43,2	70,7	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,40E-07	
MB16	17	MB16	3,98	16,8	zand	1476,2	22,1	45,4	72,0	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,34E-07	0,28
MB16	18A	MB16	3,98	17,7	zand	1500,7	21,2	44,4	71,6	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,77E-07	
MB16	18B	MB16	3,98	17,8	klei	1398,4	20,7	48,2	59,9	34	-	0,73	100,0	34	0,73	4,33E-07	
MB16	19A	MB16	3,98	18,8	zand	1333,68'	29,4	50,6	77,5	38	-	0,72	100,0	38	0,72	4,30E-07	
MB16	19B	MB16	3,98	18,9	klei	1219,3	35,9	54,9	79,9	45	-	0,81	100,0	45	0,81	3,73E-07	
MB16	20A	MB16	3,98	19,7	klei	1254,3	35,1	53,6	82,2	43	-	0,79	100,0	43	0,79	3,84E-07	
MB16	20B	MB16	3,98	19,8	zand	1464,4	22,2	45,8	70,9	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,14E-07	
MB16	21A	MB16	3,98	20,64	klei	1324,4	30,5	51,0	79,2	38	-	0,76	100,0	38	0,76	4,07E-07	
MB16	21B	MB16	3,98	20,8	zand	1466,6	22,3	45,7	71,6	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,17E-07	0,25
MB16	22	MB16	3,98	21,8	zand	1450,0	23,9	46,3	74,8	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,90E-07	
MB16	23	MB16	3,98	22,8	zand	1561,8	19,4	42,2	71,8	27	-	0,41	100,0	27	0,41	7,99E-07	
MB16	24	MB16	3,98	23,8	zand	1602,3	19,0	40,7	74,7	25	-	0,37	100,0	25	0,37	8,91E-07	
MB16	25	MB16	3,98	24,8	zand	1473,7	25,0	45,4	81,0	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,29E-07	
MB16	26A	MB16	3,98	25,7	zand	1516,6	20,5	43,9	71,0	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,07E-07	
MB16	26B	MB16	3,98	25,85	klei	1408,6	26,5	47,9	78,1	34	-	0,72	100,0	34	0,72	4,36E-07	
MB16	27	MB16	3,98	26,7	klei	1505,5	19,8	44,3	67,4	29	-	0,68	100,0	29	0,68	4,73E-07	0,33
MB16	29	MB16	3,98	28,8	zand	1479,7	21,2	45,2	69,5	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,40E-07	
MB16	30	MB16	3,98	29,8	zand	1464,5	20,4	45,8	65,3	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,14E-07	
MB16	31	MB16	3,98	30,8	zand	1464,0	23,8	45,8	76,2	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,13E-07	0,34
MB16	32	MB16	3,98	31,8	zand	1415,9	25,1	47,6	74,8	34	-	0,59	100,0	34	0,59	5,38E-07	
MB16	33	MB16	3,98	38,8	zand	1466,4	26,1	47,4	68,8	38	-	0,51	100,0	38	0,51	5,55E-07	
MB16	34	MB16	3,98	39,8	zand	1470,6	25,7	47,4	71,9	36	-	0,51	100,0	36	0,51	5,79E-07	
MB16	35	MB16	3,98	34,8	zand	1444,0	24,0	46,5	74,4	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,81E-07	
MB16	36	MB16	3,98	35,8	zand	1488,3	24,4	44,9	80,8	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,55E-07	
MB16	37	MB16	3,98	36,8	zand	1482,3	24,6	45,1	80,9	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,44E-07	0,41
MB16	38	MB16	3,98	37,8	zand	1468,7	26,1	45,6	83,9	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,21E-07	
MB16	39	MB16	3,98	38,8	zand	1466,4	26,1	45,7	83,8	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,17E-07	
MB16	40	MB16	3,98	39,8	zand	1470,6	25,7	45,6	83,1	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,24E-07	
MB17	1	MB17	6,88	0,8	zand	1380,5	5,8	48,9	16,4	35	2	0,64	18,2	6	0,93	7,14E-07	
MB17	2	MB17	6,88	1,8	zand	1371,84'	3,3	49,2	9,2	36	1	0,66	10,4	4	1,20	6,20E-07	0,55
MB17	3	MB17	6,88	2,8	zand	1428,2	21,7	47,1	65,8	33	1	0,57	12,4	4	0,99	7,11E-07	0,35
MB17	4	MB17	6,88	3,8	zand	1538,0	21,6	43,1	77,1	28	1	0,43	14,5	4	0,74	8,82E-07	0,35
MB17	5	MB17	6,88	4,8	zand	1498,3	23,0	44,5	77,5	30	1	0,48	20,7	6	0,69	8,93E-07	0,27
MB17	6	MB17	6,88	5,8	zand	1515,2	22,4	43,9	77,2	29	1	0,46	33,0	10	0,57	9,45E-07	0,30
MB17	7A	MB17	6,88	6,75	zand	1555,1	20,9	42,4	76,6	27	1	0,42	85,6	23	0,43	8,38E-07	
MB17	7B	MB17	6,88	6,9	klei	1492,2	21,9	44,8	73,0	30	-	0,69	100,0	30	0,69	4,68E-07	
MB17	8	MB17	6,88	7,8	zand	1355,2'	30,0	49,8	81,6	37	-	0,68	100,0	37	0,68	4,56E-07	
MB17	9	MB17	6,88	8,8	zand	1457,3	25,0	46,1	79,0	32	-	0,53	100,0	32	0,53	6,02E-07	0,31
MB17	10	MB17	6,88	9,8	klei	1210,1	35,4	55,2	77,6	46	-	0,82	100,0	46	0,82	3,70E-07	
MB17	11	MB17	6,88	10,8	veen	251,6	267,2	90,7	74,1	360	-	groter dan 1,0	100,0	360	groter dan 1,0	kleiner dan 2,49E-07	1,43
MB17	12	MB17	6,88	11,8	zand	1544,4	18,4	42,8	66,5	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,62E-07	
MB17	13	MB17	6,88	12,8	klei	1199,7	37,7	55,6	81,4	46	-	0,82	100,0	46	0,82	3,67E-07	0,46
MB17	14	MB17	6,88	13,8	klei	1221,4	33,9	54,8	75,7	45	-	0,81	100,0	45	0,81	3,74E-07	
MB17	15	MB17	6,88	14,75	klei	1244,6	33,5	53,9	77,4	43	-	0,80	100,0	43	0,80	3,81E-07	0,45
MB17	16	MB17	6,88	15,8	zand	1459,4	22,1	46,0	70,0	32	-	0,53	100,0	32	0,53	6,05E-07	
MB17	17	MB17	6,88	16,8	zand	1574,9	19,0	41,7	71,6	26	-	0,40	100,0	26	0,40	8,27E-07	
MB17	18	MB17	6,88	17,7	klei	1190,5	34,7	55,9	73,8	47	-	0,82	100,0	47	0,82	3,65E-07	
MB17	19	MB17	6,88	18,8	zand	1532,3	19,9	43,3	70,4	28	-	0,44	100,0	28	0,44	7,38E-07	0,86
MB17	20	MB17	6,88	19,8	zand	1563,3	18,7	42,1	69,3	27	-	0,41	100,0	27	0,41	8,02E-07	0,39
MB17	21	MB17	6,88	20,8	zand	1427,7	24,8	47,1	75,1	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,55E-07	
MB17	22	MB17	6,88	21,8	zand	1421,6	24,0	47,4	71,9	33	-	0,58	100,0	33	0,58	5,46E-07	
MB17	23	MB17	6,88	22,7	zand	1435,8	24,0	46,8	73,6	33	-	0,56	100,0	33	0,56	5,68E-07	0,33
MB17	24	MB17	6,88	23,8	zand	1470,6	23,3	45,6	75,3	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,24E-07	
MB17	25	MB17	6,88	24,7	zand	1451,5	17,3	46,3	54,3	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,93E-07	
MB17	26	MB17	6,88	25,7	zand	1466,1	23,9	45,7	76,7	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,17E-07	0,31
MB17	27	MB17	6,88	26,8	zand	1458,1	24,5	46,0	77,5	32	-	0,53	100,0	32	0,53	6,03E-07	
MB17	28	MB17	6,88	27,65	zand	1419,6	26,0	47,4	77,7	33	-	0,58	100,0	33	0,58	5,43E-07	
MB17	29	MB17	6,88	28,7	klei	1372,0	27,8	49,2	77,5	36	-	0,74	100,0	36	0,74	4,23E-07	0,36
MB17	30	MB17	6,88	29,7	klei	1427,5	25,2	47,2	76,4	33	-	0,72	100,0	33	0,72	4,43E-07	
MB28	1	MB28	3,43	0,8	zand	1380,2	5,9	48,9	16,6	35	1	0,64	15,4	5	0,99	6,95E-07	
MB28	2	MB28	3,43	1,8	zand	1329,61'	11,4	50,8	29,9	38	2	0,73	39,7	15	0,83	6,19E-07	0,30
MB28	3	MB28	3,43	2,8	zand	1515,8	19,8	43,9	68,5	29	1	0,46	54,7	16	0,50	8,80E-07	0,41
MB28	4	MB28	3,43	3,8	zand	1496,0	18,0	44,6	60,3	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,69E-07	0,39
MB28	5	MB28	3,43	4,8	zand	1408,4	20,2	47,9	59,4	34	-	0,60	100,0	34	0,60	5,27E-07	0,36
MB28	6	MB28	3,43	5,8	zand	1511,9	19,7	44,0	67,5	29	-	0,46	100,0	29	0,46	6,98E-07	0,33
MB28	7	MB28	3,43	6,8	zand	1457,8	21,0	46,0	66,5	32	-	0,53	100,0	32	0,53	6,03E-07	0,30
MB28	8	MB28	3,43	7,8	zand	1484,5	20,8	45,0	68,6	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,48E-07	
MB28	9	MB28	3,43	8,8	zand	1513,3	19,8	44,0	68,2	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,01E-07	
MB28	10	MB28	3,43	9,8	zand	1493,9	20,3	44,7	67,9	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,65E-07	
MB28	11	MB28	3,43	10,8	zand	1456,4	22,3										



Boring	Monster	Locatie	Gemiddeld laagste grondwaterstand	Diepte	Type grond	Droge dichtheid	Watergehalte in gewichts %	Porieën volume	Verzadigings graad	Verzadigd watergehalte in gewichts%	Grondsoort stringreeks	G-waarde (verzadigd)	Verwachte minimale verzadigingsgraad	Minimaal watergehalte in gewichts %	G-waarde (maatgevend)	Thermische diffusiviteit δ (maatgevend)	G-waarde naald
(-)	(-)		(m-mv)	(m-mv)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(-)	(-)	(Km/W)	(%)	(-)	(Km/W)	(m <sup>2</sup> /s)	(Km/W)
MB29	10	MB29	3,27	9,7	zand	1316,69'	30,5	51,3	78,4	39	-	0,75	100,0	39	0,75	4,10E-07	
MB29	11	MB29	3,27	10,7	zand	1459,0	22,7	46,0	72,1	32	-	0,53	100,0	32	0,53	6,05E-07	
MB29	12	MB29	3,27	11,7	zand	1485,9	20,9	45,0	69,1	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,51E-07	0,39
MB29	13	MB29	3,27	12,7	zand	1482,5	21,3	45,1	69,9	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,45E-07	
MB29	14	MB29	3,27	13,7	zand	1136,47'	41,3	57,9	80,9	51	-	1,19	100,0	51	1,19	2,50E-07	
MB29	15	MB29	3,27	14,7	zand	1538,1	19,7	43,1	70,3	28	-	0,43	100,0	28	0,43	7,49E-07	
MB29	16	MB29	3,27	15,7	zand	1524,9	19,3	43,5	67,8	29	-	0,45	100,0	29	0,45	7,23E-07	0,32
MB29	17	MB29	3,27	16,7	zand	1507,8	20,5	44,2	70,0	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,90E-07	
MB29	18	MB29	3,27	17,7	zand	1438,6	20,3	46,7	62,6	32	-	0,56	100,0	32	0,56	5,72E-07	
MB29	19	MB29	3,27	18,7	zand	1475,9	21,7	45,4	70,5	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,33E-07	
MB29	20	MB29	3,27	19,7	zand	1445,1	22,4	46,5	69,8	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,82E-07	
MB29	21	MB29	3,27	20,7	zand	1475,6	21,3	45,4	69,3	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,33E-07	
MB29	22	MB29	3,27	21,7	zand	1493,5	20,6	44,7	68,7	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,64E-07	0,38
MB29	23	MB29	3,27	22,7	zand	1438,3	22,6	46,8	69,6	33	-	0,56	100,0	33	0,56	5,72E-07	
MB29	24	MB29	3,27	23,7	zand	1472,1	19,8	45,5	63,9	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,27E-07	
MB29	25	MB29	3,27	24,7	zand	1489,2	19,8	44,9	65,7	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,56E-07	
MB29	26	MB29	3,27	25,7	zand	1449,0	19,6	46,4	61,3	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,89E-07	
MB29	27	MB29	3,27	26,7	klei	1447,7	24,4	46,4	76,0	32	-	0,71	100,0	32	0,71	4,51E-07	0,41
MB29	28	MB29	3,27	27,7	zand	1446,1	24,0	46,5	74,7	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,84E-07	
MB29	29	MB29	3,27	28,7	zand	1446,9	20,1	46,4	62,6	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,85E-07	0,30
MB29	30	MB29	3,27	29,7	zand	1441,7	18,9	46,6	58,4	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,77E-07	
MB30	1	MB30	1,01	0,7	zand	1484,0	21,3	45,1	70,3	30	1	0,50	74,6	23	0,52	7,37E-07	
MB30	2	MB30	1,01	1,7	zand	1485,8	19,6	45,0	64,8	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,50E-07	0,35
MB30	3	MB30	1,01	2,7	zand	1482,8	20,5	45,1	67,3	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,45E-07	0,33
MB30	4	MB30	1,01	3,7	zand	1429,0	24,1	47,1	73,1	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,57E-07	0,42
MB30	5	MB30	1,01	4,7	zand	1446,7	23,3	46,4	72,7	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,85E-07	0,39
MB30	6	MB30	1,01	5,7	zand	1472,6	21,6	45,5	69,8	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,28E-07	0,32
MB30	7	MB30	1,01	6,7	zand	1463,9	21,7	45,8	69,4	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,13E-07	
MB30	8	MB30	1,01	7,7	zand	1471,0	21,7	45,5	70,0	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,25E-07	
MB30	9	MB30	1,01	8,7	zand	1448,0	21,7	46,4	67,6	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,87E-07	
MB30	10	MB30	1,01	9,7	zand	1441,0	23,4	46,7	72,2	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,76E-07	0,35
MB30	11	MB30	1,01	10,7	zand	1415,6	25,1	47,6	74,5	34	-	0,59	100,0	34	0,59	5,37E-07	
MB30	12	MB30	1,01	11,7	zand	1486,1	20,7	45,0	68,4	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,51E-07	
MB30	13	MB30	1,01	12,7	zand	1474,0	21,1	45,4	68,6	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,30E-07	0,31
MB30	14	MB30	1,01	13,7	zand	1490,5	20,0	44,8	66,4	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,59E-07	
MB30	15	MB30	1,01	14,7	zand	1484,5	19,9	45,0	65,6	30	-	0,50	100,0	30	0,50	6,48E-07	0,26
MB30	16	MB30	1,01	15,7	zand	1491,7	20,6	44,8	68,6	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,61E-07	
MB30	17	MB30	1,01	16,7	zand	1476,6	21,2	45,3	69,2	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,34E-07	
MB30	18	MB30	1,01	17,7	zand	1478,9	21,2	45,3	69,4	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,38E-07	0,32
MB30	19	MB30	1,01	18,7	zand	1475,7	20,6	45,4	66,9	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,33E-07	
MB30	20	MB30	1,01	19,7	zand	1424,7	21,6	47,3	65,2	33	-	0,58	100,0	33	0,58	5,51E-07	
MB30	21	MB30	1,01	20,3	klei	951,9	57,8	64,8	84,9	68	-	0,95	100,0	68	0,95	3,00E-07	0,62
MB30	22	MB30	1,01	20,9	zand	1504,2	19,8	44,3	67,0	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,84E-07	
MB30	23	MB30	1,01	21,9	zand	1494,9	20,6	44,7	68,8	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,67E-07	
MB30	24	MB30	1,01	22,7	zand	1515,3	20,0	43,9	68,9	29	-	0,46	100,0	29	0,46	7,04E-07	0,29
MB30	25	MB30	1,01	23,7	zand	1502,1	20,3	44,4	68,7	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,80E-07	
MB30	26	MB30	1,01	24,7	zand	1491,8	21,3	44,8	71,0	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,61E-07	
MB30	27	MB30	1,01	25,7	zand	1490,5	21,6	44,8	71,8	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,59E-07	0,33
MB30	28	MB30	1,01	26,7	zand	1466,7	22,4	45,7	71,7	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,18E-07	0,31
MB30	29	MB30	1,01	27,7	zand	1464,2	22,3	45,8	71,3	31	-	0,52	100,0	31	0,52	6,13E-07	
MB30	30	MB30	1,01	28,7	zand	1439,8	23,1	46,7	71,2	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,74E-07	
MB30	31	MB30	1,01	29,8	zand	1441,5	22,5	46,6	69,4	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,77E-07	
MB31	1	MB31	4,15	0,7	klei	1471,6	12,0	45,5	38,7	31	9	0,70	51,1	16	0,87	5,25E-07	
MB31	2	MB31	4,15	1,7	klei	1295,8	24,6	52,0	61,3	40	9	0,77	55,1	22	0,94	4,69E-07	0,48
MB31	3	MB31	4,15	2,7	zand	1363,33'	11,6	49,5	31,8	36	3	0,67	47,9	17	0,74	6,37E-07	0,67
MB31	4	MB31	4,15	3,7	zand	1446,3	22,8	46,5	71,0	32	1	0,55	68,4	22	0,57	6,92E-07	0,37
MB31	5	MB31	4,15	4,7	zand	1452,6	22,6	46,2	71,0	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,94E-07	0,33
MB31	6	MB31	4,15	5,7	zand	1493,1	21,6	44,7	72,1	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,63E-07	0,35
MB31	7	MB31	4,15	6,7	zand	1430,8	23,2	47,0	70,5	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,60E-07	
MB31	8	MB31	4,15	7,7	zand	1472,7	21,9	45,5	70,9	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,28E-07	
MB31	9	MB31	4,15	8,7	zand	1488,1	21,4	44,9	70,8	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,54E-07	
MB31	10	MB31	4,15	9,7	zand	1497,0	20,5	44,6	68,9	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,70E-07	0,34
MB31	11	MB31	4,15	10,7	zand	1493,1	21,4	44,7	71,3	30	-	0,49	100,0	30	0,49	6,63E-07	
MB31	12	MB31	4,15	11,7	zand	1509,1	20,1	44,1	68,9	29	-	0,47	100,0	29	0,47	6,93E-07	
MB31	13	MB31	4,15	12,7	zand	1371,2'	17,1	49,2	47,7	36	-	0,66	100,0	36	0,66	4,76E-07	
MB31	14	MB31	4,15	13,7	zand	1429,2	19,1	47,1	57,9	33	-	0,57	100,0	33	0,57	5,58E-07	0,39
MB31	15	MB31	4,15	14,7	zand	1444,5	20,3	46,5	63,0	32	-	0,55	100,0	32	0,55	5,81E-07	
MB31	16	MB31	4,15	15,7	zand	1418,0	19,2	47,5	57,3	34	-	0,59	100,0	34	0,59	5,41E-07	
MB31	17	MB31	4,15	16,7	zand	1449,8	21,3	46,3	66,6	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,90E-07	
MB31	18	MB31	4,15	17,7	zand	1439,2	21,3	46,7	65,6	32	-	0,56	100,0	32	0,56	5,73E-07	0,38
MB31	19	MB31	4,15	18,7	zand	1478,5	20,1	45,3	65,7	31	-	0,50	100,0	31	0,50	6,38E-07	
MB31	20	MB31	4,15	19,7	zand	1446,8	22,2	46,4	69,3	32	-	0,54	100,0	32	0,54	5,85E-07	0,35
MB31	21	MB31	4,15	20,7	zand	1474,7	21,1	45,4	68,4	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,31E-07	0,34
MB31	22	MB31	4,15	21,7	zand	1497,5	20,7	44,6	69,5	30	-	0,48	100,0	30	0,48	6,71E-07	
MB31	23	MB31	4,15	22,7	zand	1473,2	21,9	45,5	70,9	31	-	0,51	100,0	31	0,51	6,29E-07	0,33
MB31	24	MB31	4,15	23,7	zand	1460,9	21,9	45,9	69,5	31	-	0,53	100,0	31	0,53	6,08E-07	
MB31	25	MB31	4,15	24,7	zand	1479,5	21,3	45,2									

# G-waarde equivalent

Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
(-)	(m -mv.)	(Km/W)
MB03	-0,5	0,84
MB03	-1	0,72
MB03	-1,5	0,66
MB03	-2	0,63
MB03	-2,5	0,61
MB03	-3	0,59
MB03	-3,5	0,58
MB03	-4	0,58
MB03	-4,5	0,57
MB03	-5	0,57
MB03	-5,5	0,57
MB03	-6	0,57
MB03	-6,5	0,57
MB03	-7	0,59
MB03	-7,5	0,63
MB03	-8	0,69
MB03	-8,5	0,77
MB03	-9	0,80
MB03	-9,5	0,82
MB03	-10	0,83
MB03	-10,5	0,83
MB03	-11	0,83
MB03	-11,5	0,82
MB03	-12	0,82
MB03	-12,5	0,82
MB03	-13	0,81
MB03	-13,5	0,79
MB03	-14	0,76
MB03	-14,5	0,72
MB03	-15	0,68
MB03	-15,5	0,64
MB03	-16	0,62
MB03	-16,5	0,60
MB03	-17	0,59
MB03	-17,5	0,58
MB03	-18	0,57
MB03	-18,5	0,56
MB03	-19	0,56
MB03	-19,5	0,56
MB03	-20	0,56
MB03	-20,5	0,56
MB03	-21	0,55
MB03	-21,5	0,55
MB03	-22	0,55
MB03	-22,5	0,55
MB03	-23	0,55
MB03	-23,5	0,56
MB03	-24	0,55
MB03	-24,5	0,55
MB03	-25	0,56
MB03	-25,5	0,56
MB03	-26	0,57
MB03	-26,5	0,57
MB03	-27	0,57
MB03	-27,5	0,57
MB03	-28	0,57
MB03	-28,5	0,56
MB04	-0,5	0,84
MB04	-1	0,71
MB04	-1,5	0,64
MB04	-2	0,61
MB04	-2,5	0,59
MB04	-3	0,58
MB04	-3,5	0,57
MB04	-4	0,57
MB04	-4,5	0,56
MB04	-5	0,56
MB04	-5,5	0,55
MB04	-6	0,54
MB04	-6,5	0,54
MB04	-7	0,53
MB04	-7,5	0,53
MB04	-8	0,53
MB04	-8,5	0,53
MB04	-9	0,53
MB04	-9,5	0,53
MB04	-10	0,53
MB04	-10,5	0,52
MB04	-11	0,52
MB04	-11,5	0,52
MB04	-12	0,52
MB04	-12,5	0,52
MB04	-13	0,52
MB04	-13,5	0,52
MB04	-14	0,52
MB04	-14,5	0,52
MB04	-15	0,52
MB04	-15,5	0,52
MB04	-16	0,52
MB04	-16,5	0,52
MB04	-17	0,52
MB04	-17,5	0,52
MB04	-18	0,52
MB04	-18,5	0,52
MB04	-19	0,52
MB04	-19,5	0,52
MB04	-20	0,51
MB04	-20,5	0,51
MB04	-21	0,50
MB04	-21,5	0,50
MB04	-22	0,50
MB04	-22,5	0,49
MB04	-23	0,49
MB04	-23,5	0,50
MB04	-24	0,50
MB04	-24,5	0,51
MB04	-25	0,51
MB04	-25,5	0,51
MB04	-26	0,52
MB04	-26,5	0,53
MB04	-27	0,53
MB04	-27,5	0,53
MB04	-28	0,53
MB04	-28,5	0,53

Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
(-)	(m -mv.)	(Km/W)
MB06	-0,5	0,80
MB06	-1	0,69
MB06	-1,5	0,63
MB06	-2	0,59
MB06	-2,5	0,54
MB06	-3	0,52
MB06	-3,5	0,51
MB06	-4	0,50
MB06	-4,5	0,49
MB06	-5	0,49
MB06	-5,5	0,48
MB06	-6	0,48
MB06	-6,5	0,48
MB06	-7	0,48
MB06	-7,5	0,48
MB06	-8	0,49
MB06	-8,5	0,49
MB06	-9	0,49
MB06	-9,5	0,48
MB06	-10	0,48
MB06	-10,5	0,48
MB06	-11	0,47
MB06	-11,5	0,46
MB06	-12	0,46
MB06	-12,5	0,46
MB06	-13	0,45
MB06	-13,5	0,46
MB06	-14	0,46
MB06	-14,5	0,45
MB06	-15	0,45
MB06	-15,5	0,45
MB06	-16	0,45
MB06	-16,5	0,45
MB06	-17	0,45
MB06	-17,5	0,45
MB06	-18	0,45
MB06	-18,5	0,45
MB06	-19	0,45
MB06	-19,5	0,45
MB06	-20	0,45
MB06	-20,5	0,45
MB06	-21	0,45
MB06	-21,5	0,45
MB06	-22	0,45
MB06	-22,5	0,45
MB06	-23	0,45
MB06	-23,5	0,45
MB06	-24	0,46
MB06	-24,5	0,47
MB06	-25	0,48
MB06	-25,5	0,50
MB06	-26	0,53
MB06	-26,5	0,57
MB06	-27	0,59
MB06	-27,5	0,61
MB06	-28	0,61
MB06	-28,5	0,62
MB07	-0,5	0,83
MB07	-1	0,79
MB07	-1,5	0,84
MB07	-2	0,87
MB07	-2,5	0,88
MB07	-3	0,88
MB07	-3,5	0,87
MB07	-4	0,88
MB07	-4,5	0,90
MB07	-5	0,90
MB07	-5,5	0,89
MB07	-6	0,87
MB07	-6,5	0,83
MB07	-7	0,81
MB07	-7,5	0,80
MB07	-8	0,80
MB07	-8,5	0,82
MB07	-9	0,84
MB07	-9,5	0,89
MB07	-10	0,92
MB07	-10,5	0,92
MB07	-11	0,90
MB07	-11,5	0,86
MB07	-12	0,81
MB07	-12,5	0,74
MB07	-13	0,71
MB07	-13,5	0,67
MB07	-14	0,66
MB07	-14,5	0,65
MB07	-15	0,64
MB07	-15,5	0,64
MB07	-16	0,63
MB07	-16,5	0,62
MB07	-17	0,61
MB07	-17,5	0,61
MB07	-18	0,60
MB07	-18,5	0,60
MB07	-19	0,60
MB07	-19,5	0,59
MB07	-20	0,59
MB07	-20,5	0,60
MB07	-21	0,61
MB07	-21,5	0,61
MB07	-22	0,61
MB07	-22,5	0,60
MB07	-23	0,59
MB07	-23,5	0,59
MB07	-24	0,59
MB07	-24,5	0,59
MB07	-25	0,59
MB07	-25,5	0,60
MB07	-26	0,60
MB07	-26,5	0,61
MB07	-27	0,61
MB07	-27,5	0,61
MB07	-28	0,62
MB07	-28,5	0,63

Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
(-)	(m -mv.)	(Km/W)
MB09	-0,5	0,83
MB09	-1	0,76
MB09	-1,5	0,78
MB09	-2	0,82
MB09	-2,5	0,87
MB09	-3	0,89
MB09	-3,5	0,90
MB09	-4	0,90
MB09	-4,5	0,88
MB09	-5	0,87
MB09	-5,5	0,84
MB09	-6	0,81
MB09	-6,5	0,72
MB09	-7	0,68
MB09	-7,5	0,66
MB09	-8	0,66
MB09	-8,5	0,67
MB09	-9	0,66
MB09	-9,5	0,62
MB09	-10	0,59
MB09	-10,5	0,57
MB09	-11	0,56
MB09	-11,5	0,58
MB09	-12	0,61
MB09	-12,5	0,65
MB09	-13	0,65
MB09	-13,5	0,61
MB09	-14	0,58
MB09	-14,5	0,55
MB09	-15	0,54
MB09	-15,5	0,54
MB09	-16	0,54
MB09	-16,5	0,54
MB09	-17	0,54
MB09	-17,5	0,53
MB09	-18	0,53
MB09	-18,5	0,53
MB09	-19	0,53
MB09	-19,5	0,54
MB09	-20	0,54
MB09	-20,5	0,54
MB09	-21	0,54
MB09	-21,5	0,54
MB09	-22	0,56
MB09	-22,5	0,58
MB09	-23	0,60
MB09	-23,5	0,61
MB09	-24	0,61
MB09	-24,5	0,60
MB09	-25	0,59
MB09	-25,5	0,58
MB09	-26	0,57
MB09	-26,5	0,57
MB09	-27	0,58
MB09	-27,5	0,59
MB09	-28	0,60
MB09	-28,5	0,63
MB10	-0,5	0,84
MB10	-1	0,79
MB10	-1,5	0,81
MB10	-2	0,82
MB10	-2,5	0,82
MB10	-3	0,83
MB10	-3,5	0,83
MB10	-4	0,83
MB10	-4,5	0,82
MB10	-5	0,80
MB10	-5,5	0,78
MB10	-6	0,76
MB10	-6,5	0,75
MB10	-7	0,73
MB10	-7,5	0,70
MB10	-8	0,67
MB10	-8,5	0,63
MB10	-9	0,61
MB10	-9,5	0,59
MB10	-10	0,59
MB10	-10,5	0,61
MB10	-11	0,63
MB10	-11,5	0,65
MB10	-12	0,64
MB10	-12,5	0,60
MB10	-13	0,57
MB10	-13,5	0,55
MB10	-14	0,54
MB10	-14,5	0,53
MB10	-15	0,53
MB10	-15,5	0,53
MB10	-16	0,52
MB10	-16,5	0,52
MB10	-17	0,52
MB10	-17,5	0,53
MB10	-18	0,53
MB10	-18,5	0,54
MB10	-19	0,54
MB10	-19,5	0,55
MB10	-20	0,56
MB10	-20,5	0,57
MB10	-21	0,60
MB10	-21,5	0,62
MB10	-22	0,62
MB10	-22,5	0,61
MB10	-23	0,60
MB10	-23,5	0,60
MB10	-24	0,60
MB10	-24,5	0,61
MB10	-25	0,63
MB10	-25,5	0,64
MB10	-26	0,65
MB10	-26,5	0,66
MB10	-27	0,66
MB10	-27,5	0,65
MB10	-28	0,66
MB10	-28,5	0,66

Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
(-)	(m -mv.)	(Km/W)
MB11	-0,5	0,88
MB11	-1	0,85
MB11	-1,5	0,89
MB11	-2	0,89
MB11	-2,5	0,88
MB11	-3	0,88
MB11	-3,5	0,89
MB11	-4	0,90
MB11	-4,5	0,90
MB11	-5	0,89
MB11	-5,5	0,86
MB11	-6	0,83
MB11	-6,5	0,80
MB11	-7	0,79
MB11	-7,5	0,77
MB11	-8	0,74
MB11	-8,5	0,70
MB11	-9	0,68
MB11	-9,5	0,66
MB11	-10	0,65
MB11	-10,5	0,66
MB11	-11	0,68
MB11	-11,5	0,70
MB11	-12	0,68
MB11	-12,5	0,62
MB11	-13	0,59
MB11	-13,5	0,56
MB11	-14	0,55
MB11	-14,5	0,54
MB11	-15	0,54
MB11	-15,5	0,54
MB11	-16	0,53
MB11	-16,5	0,51
MB11	-17	0,49
MB11	-17,5	0,48
MB11	-18	0,48
MB11	-18,5	0,47
MB11	-19	0,48
MB11	-19,5	0,48
MB11	-20	0,48
MB11	-20,5	0,48
MB11	-21	0,49
MB11	-21,5	0,52
MB11	-22	0,53
MB11	-22,5	0,53
MB11	-23	0,51
MB11	-23,5	0,49
MB11	-24	0,48
MB11	-24,5	0,48
MB11	-25	0,49
MB11	-25,5	0,51
MB11	-26	0,53
MB11	-26,5	0,56
MB11	-27	0,57
MB11	-27,5	0,56
MB11	-28	0,54
MB11	-28,5	0,50
MB13	-0,5	0,

# G-waarde equivalent

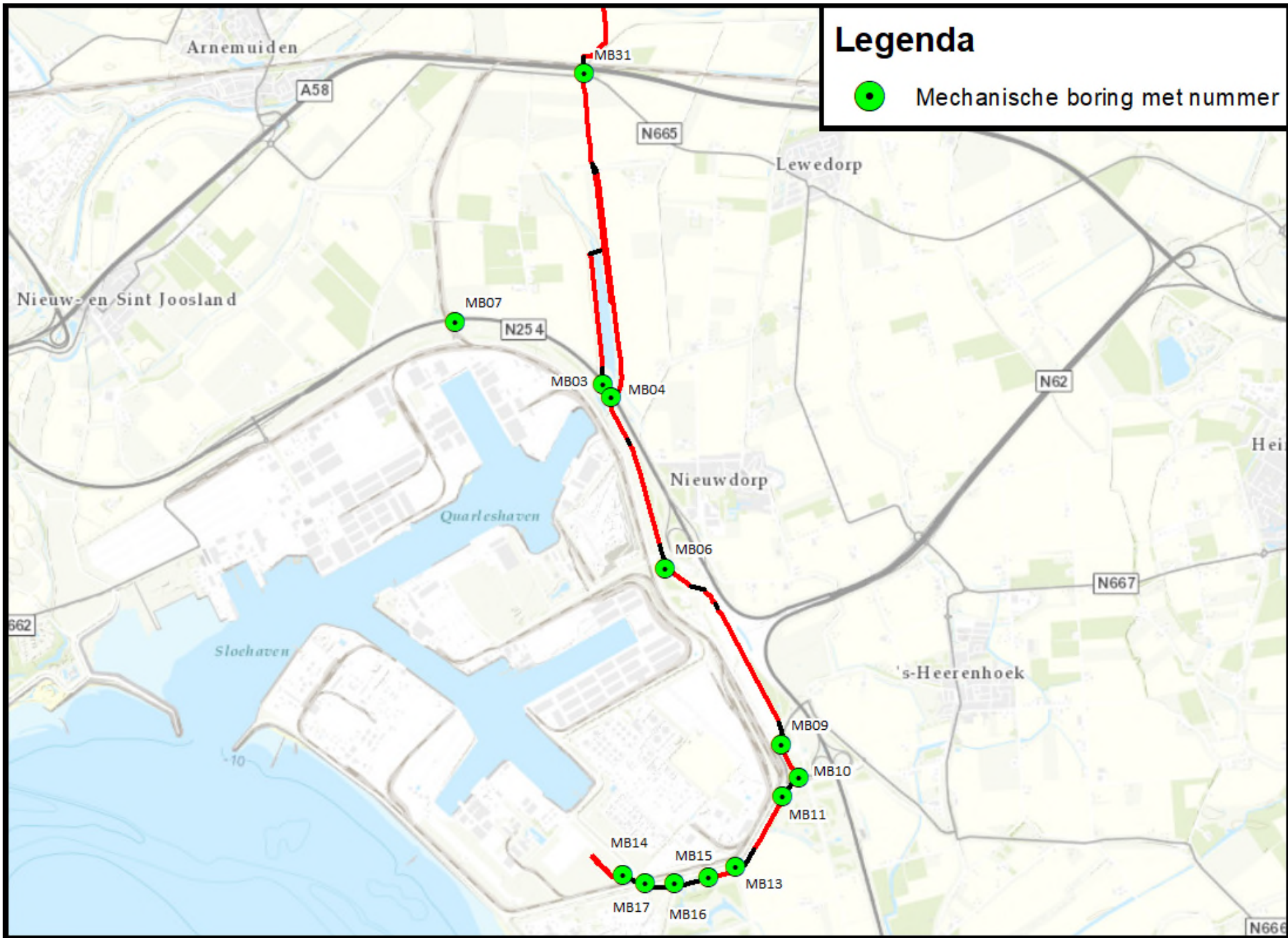
Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
( )	(m -mv.)	(Km/W)
MB14	-0,5	1,03
MB14	-1	1,01
MB14	-1,5	0,94
MB14	-2	0,88
MB14	-2,5	0,83
MB14	-3	0,80
MB14	-3,5	0,79
MB14	-4	0,79
MB14	-4,5	0,79
MB14	-5	0,78
MB14	-5,5	0,77
MB14	-6	0,76
MB14	-6,5	0,76
MB14	-7	0,76
MB14	-7,5	0,77
MB14	-8	0,76
MB14	-8,5	0,70
MB14	-9	0,66
MB14	-9,5	0,63
MB14	-10	0,62
MB14	-10,5	0,65
MB14	-11	0,69
MB14	-11,5	0,73
MB14	-12	0,72
MB14	-12,5	0,67
MB14	-13	0,64
MB14	-13,5	0,64
MB14	-14	0,65
MB14	-14,5	0,67
MB14	-15	0,67
MB14	-15,5	0,64
MB14	-16	0,63
MB14	-16,5	0,63
MB14	-17	0,65
MB14	-17,5	0,67
MB14	-18	0,67
MB14	-18,5	0,67
MB14	-19	0,65
MB14	-19,5	0,62
MB14	-20	0,60
MB14	-20,5	0,58
MB14	-21	0,57
MB14	-21,5	0,56
MB14	-22	0,56
MB14	-22,5	0,55
MB14	-23	0,55
MB14	-23,5	0,55
MB14	-24	0,55
MB14	-24,5	0,57
MB14	-25	0,58
MB14	-25,5	0,60
MB14	-26	0,61
MB14	-26,5	0,62
MB14	-27	0,61
MB14	-27,5	0,60
MB14	-28	0,59
MB14	-28,5	0,59
MB14	-29	0,59
MB14	-29,5	0,60
MB14	-30	0,60
MB14	-30,5	0,59
MB14	-31	0,58
MB14	-31,5	0,57
MB14	-32	0,57
MB14	-32,5	0,57
MB14	-33	0,57
MB14	-33,5	0,57
MB14	-34	0,56
MB14	-34,5	0,54
MB14	-35	0,53
MB14	-35,5	0,52
MB14	-36	0,52
MB14	-36,5	0,51
MB14	-37	0,50
MB14	-37,5	0,50
MB14	-38	0,49
MB14	-38,5	0,49
MB16	-0,5	0,96
MB16	-1	0,94
MB16	-1,5	0,93
MB16	-2	0,91
MB16	-2,5	0,89
MB16	-3	0,87
MB16	-3,5	0,86
MB16	-4	0,85
MB16	-4,5	0,86
MB16	-5	0,87
MB16	-5,5	0,90
MB16	-6	0,91
MB16	-6,5	0,91
MB16	-7	0,89
MB16	-7,5	0,77
MB16	-8	0,70
MB16	-8,5	0,65
MB16	-9	0,62
MB16	-9,5	0,63
MB16	-10	0,63
MB16	-10,5	0,61
MB16	-11	0,59
MB16	-11,5	0,57
MB16	-12	0,56
MB16	-12,5	0,55
MB16	-13	0,55
MB16	-13,5	0,56
MB16	-14	0,57
MB16	-14,5	0,58
MB16	-15	0,57
MB16	-15,5	0,57
MB16	-16	0,57
MB16	-16,5	0,57
MB16	-17	0,58
MB16	-17,5	0,60
MB16	-18	0,62
MB16	-18,5	0,64
MB16	-19	0,65
MB16	-19,5	0,65
MB16	-20	0,63
MB16	-20,5	0,61
MB16	-21	0,59
MB16	-21,5	0,56
MB16	-22	0,54
MB16	-22,5	0,53
MB16	-23	0,52
MB16	-23,5	0,53
MB16	-24	0,53
MB16	-24,5	0,54
MB16	-25	0,55
MB16	-25,5	0,56
MB16	-26	0,57
MB16	-26,5	0,57
MB16	-27	0,56
MB16	-27,5	0,55
MB16	-28	0,55
MB16	-28,5	0,55
MB16	-29	0,55
MB16	-29,5	0,55
MB16	-30	0,55
MB16	-30,5	0,55
MB16	-31	0,56
MB16	-31,5	0,55
MB16	-32	0,55
MB16	-32,5	0,54
MB16	-33	0,54
MB16	-33,5	0,54
MB16	-34	0,54
MB16	-34,5	0,54
MB16	-35	0,54
MB16	-35,5	0,54
MB16	-36	0,54
MB16	-36,5	0,54
MB16	-37	0,53
MB16	-37,5	0,53
MB16	-38	0,53
MB16	-38,5	0,53

Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
( )	(m -mv.)	(Km/W)
MB17	-0,5	0,98
MB17	-1	1,00
MB17	-1,5	1,04
MB17	-2	1,01
MB17	-2,5	0,92
MB17	-3	0,87
MB17	-3,5	0,81
MB17	-4	0,77
MB17	-4,5	0,73
MB17	-5	0,70
MB17	-5,5	0,67
MB17	-6	0,65
MB17	-6,5	0,65
MB17	-7	0,66
MB17	-7,5	0,67
MB17	-8	0,68
MB17	-8,5	0,69
MB17	-9	0,71
MB17	-9,5	0,75
MB17	-10	0,76
MB17	-10,5	0,73
MB17	-11	0,70
MB17	-11,5	0,69
MB17	-12	0,70
MB17	-12,5	0,72
MB17	-13	0,73
MB17	-13,5	0,72
MB17	-14	0,71
MB17	-14,5	0,67
MB17	-15	0,65
MB17	-15,5	0,62
MB17	-16	0,61
MB17	-16,5	0,62
MB17	-17	0,63
MB17	-17,5	0,62
MB17	-18	0,60
MB17	-18,5	0,58
MB17	-19	0,57
MB17	-19,5	0,58
MB17	-20	0,59
MB17	-20,5	0,60
MB17	-21	0,60
MB17	-21,5	0,60
MB17	-22	0,60
MB17	-22,5	0,60
MB17	-23	0,59
MB17	-23,5	0,59
MB17	-24	0,59
MB17	-24,5	0,60
MB17	-25	0,60
MB17	-25,5	0,60
MB17	-26	0,60
MB17	-26,5	0,61
MB17	-27	0,62
MB17	-27,5	0,64
MB17	-28	0,66
MB17	-28,5	0,67
MB28	-0,5	0,96
MB28	-1	0,88
MB28	-1,5	0,76
MB28	-2	0,69
MB28	-2,5	0,63
MB28	-3	0,60
MB28	-3,5	0,59
MB28	-4	0,58
MB28	-4,5	0,57
MB28	-5	0,56
MB28	-5,5	0,55
MB28	-6	0,54
MB28	-6,5	0,54
MB28	-7	0,53
MB28	-7,5	0,53
MB28	-8	0,52
MB28	-8,5	0,52
MB28	-9	0,52
MB28	-9,5	0,52
MB28	-10	0,52
MB28	-10,5	0,52
MB28	-11	0,51
MB28	-11,5	0,51
MB28	-12	0,51
MB28	-12,5	0,50
MB28	-13	0,50
MB28	-13,5	0,51
MB28	-14	0,51
MB28	-14,5	0,52
MB28	-15	0,52
MB28	-15,5	0,53
MB28	-16	0,53
MB28	-16,5	0,53
MB28	-17	0,53
MB28	-17,5	0,52
MB28	-18	0,52
MB28	-18,5	0,52
MB28	-19	0,52
MB28	-19,5	0,53
MB28	-20	0,53
MB28	-20,5	0,54
MB28	-21	0,54
MB28	-21,5	0,55
MB28	-22	0,55
MB28	-22,5	0,55
MB28	-23	0,56
MB28	-23,5	0,57
MB28	-24	0,58
MB28	-24,5	0,60
MB28	-25	0,63
MB28	-25,5	0,67
MB28	-26	0,68
MB28	-26,5	0,66
MB28	-27	0,64
MB28	-27,5	0,63
MB28	-28	0,61
MB28	-28,5	0,59
MB29	-0,5	0,95
MB29	-1	0,84
MB29	-1,5	0,73
MB29	-2	0,67
MB29	-2,5	0,62
MB29	-3	0,60
MB29	-3,5	0,59
MB29	-4	0,58
MB29	-4,5	0,57
MB29	-5	0,58
MB29	-5,5	0,60
MB29	-6	0,62
MB29	-6,5	0,67
MB29	-7	0,72
MB29	-7,5	0,75
MB29	-8	0,74
MB29	-8,5	0,71
MB29	-9	0,69
MB29	-9,5	0,66
MB29	-10	0,64
MB29	-10,5	0,61
MB29	-11	0,61
MB29	-11,5	0,61
MB29	-12	0,62
MB29	-12,5	0,65
MB29	-13	0,67
MB29	-13,5	0,65
MB29	-14	0,62
MB29	-14,5	0,58
MB29	-15	0,56
MB29	-15,5	0,56
MB29	-16	0,56
MB29	-16,5	0,56
MB29	-17	0,56
MB29	-17,5	0,56
MB29	-18	0,56
MB29	-18,5	0,56
MB29	-19	0,56
MB29	-19,5	0,56
MB29	-20	0,55
MB29	-20,5	0,55
MB29	-21	0,55
MB29	-21,5	0,55
MB29	-22	0,55
MB29	-22,5	0,56
MB29	-23	0,55
MB29	-23,5	0,55
MB29	-24	0,55
MB29	-24,5	0,56
MB29	-25	0,56
MB29	-25,5	0,58
MB29	-26	0,58
MB29	-26,5	0,59
MB29	-27	0,58
MB29	-27,5	0,57
MB29	-28	0,57
MB29	-28,5	0,57

Boring	Kabeldiepte	G-waarde (equivalent)
( )	(m -mv.)	(Km/W)
MB30	-0,5	0,68
MB30	-1	0,54
MB30	-1,5	0,52
MB30	-2	0,52
MB30	-2,5	0,53
MB30	-3	0,53
MB30	-3,5	0,54
MB30	-4	0,54
MB30	-4,5	0,54
MB30	-5	0,53
MB30	-5,5	0,53
MB30	-6	0,53
MB30	-6,5	0,53
MB30	-7	0,53
MB30	-7,5	0,53
MB30	-8	0,53
MB30	-8,5	0,54
MB30	-9	0,54
MB30	-9,5	0,54
MB30	-10	0,54
MB30	-10,5	0,54
MB30	-11	0,53
MB30	-11,5	0,53
MB30	-12	0,52
MB30	-12,5	0,52
MB30	-13	0,52
MB30	-13,5	0,52
MB30	-14	0,52
MB30	-14,5	0,52
MB30	-15	0,52
MB30	-15,5	0,52
MB30	-16	0,52
MB30	-16,5	0,52
MB30	-17	0,52
MB30	-17,5	0,53
MB30	-18	0,53
MB30	-18,5	0,54
MB30	-19	0,55
MB30	-19,5	0,57
MB30	-20	0,56
MB30	-20,5	0,56
MB30	-21	0,54
MB30	-21,5	0,53
MB30	-22	0,52
MB30	-22,5	0,52
MB30	-23	0,51
MB30	-23,5	0,52
MB30	-24	0,52
MB30	-24,5	0,52
MB30	-25	0,52
MB30	-25,5	0,52
MB30	-26	0,53
MB30	-26,5	0,53
MB30	-27	0,53
MB30	-27,5	0,54
MB30	-28	0,54
MB30	-28,5	0,54
MB31	-0,5	0,92
MB31	-1	0,88
MB31	-1,5	0,84
MB31	-2	0,79
MB31	-2,5	0,72
MB31	-3	0,68
MB31	-3,5	0,64
MB31	-4	0,62
MB31	-4,5	0,60
MB31	-5	0,59
MB31	-5,5	0,58
MB31	-6	0,58
MB31	-6,5	0,57
MB31	-7	0,57
MB31	-7,5	0,56
MB31	-8	0,55
MB31	-8,5	0,55
MB31	-9	0,54
MB31	-9,5	0,54
MB31	-10	0,54
MB31	-10,5	0,54
MB31	-11	0,55



## **Bijlage 2 Grondonderzoek en labanalyses**



## Legenda

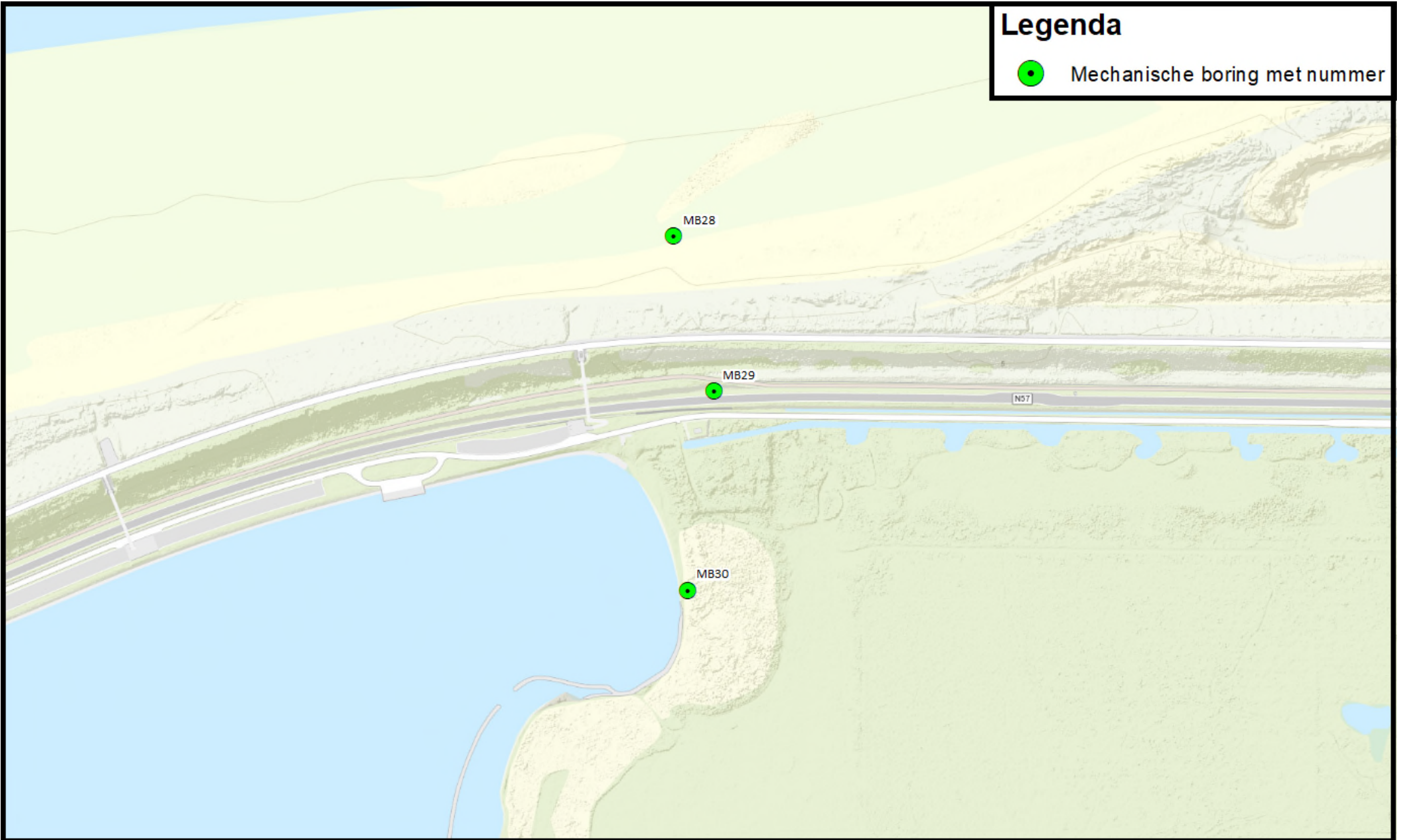
- Mechanische boring met nummer

MB28

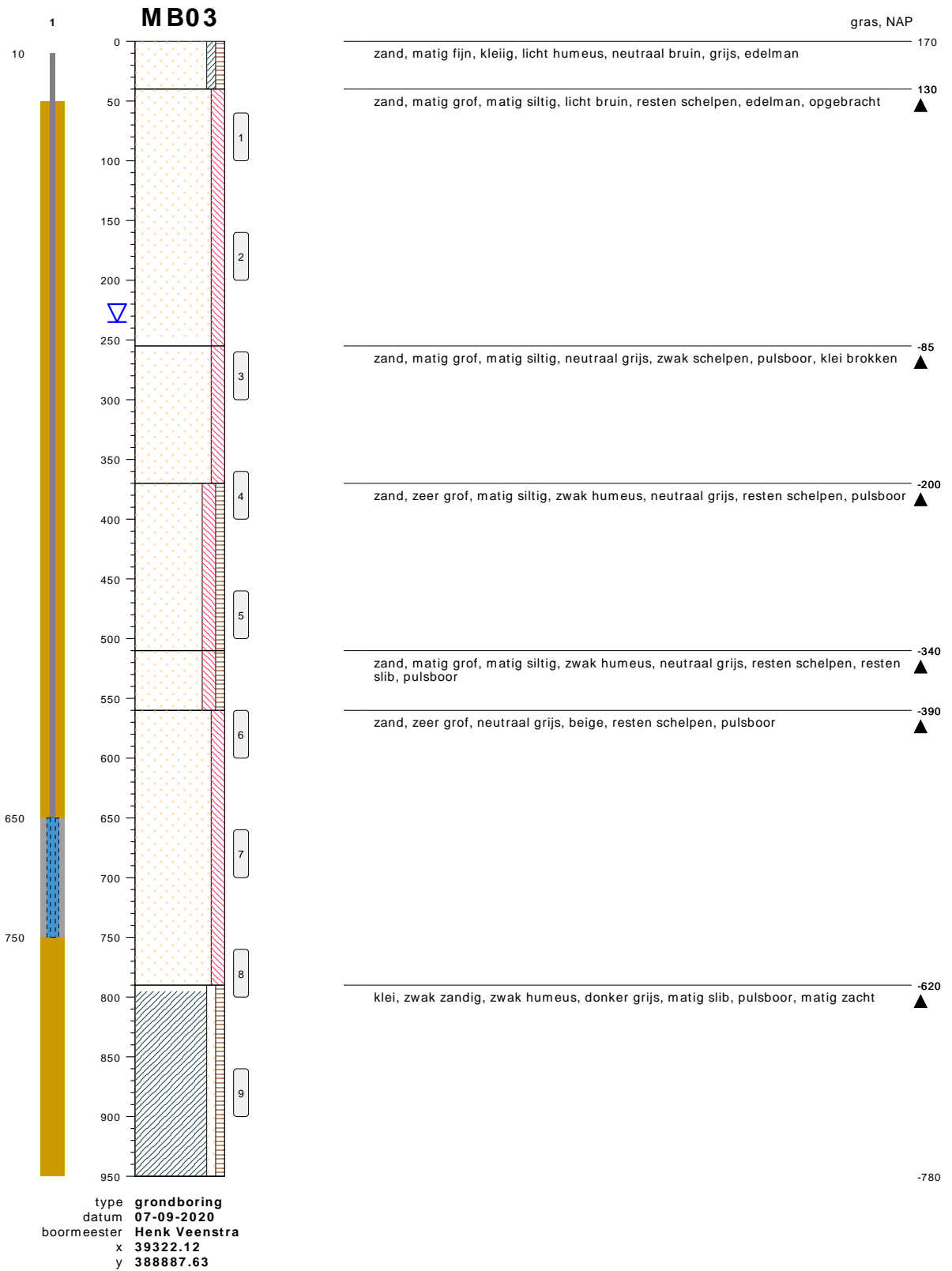
MB29

N57

MB30

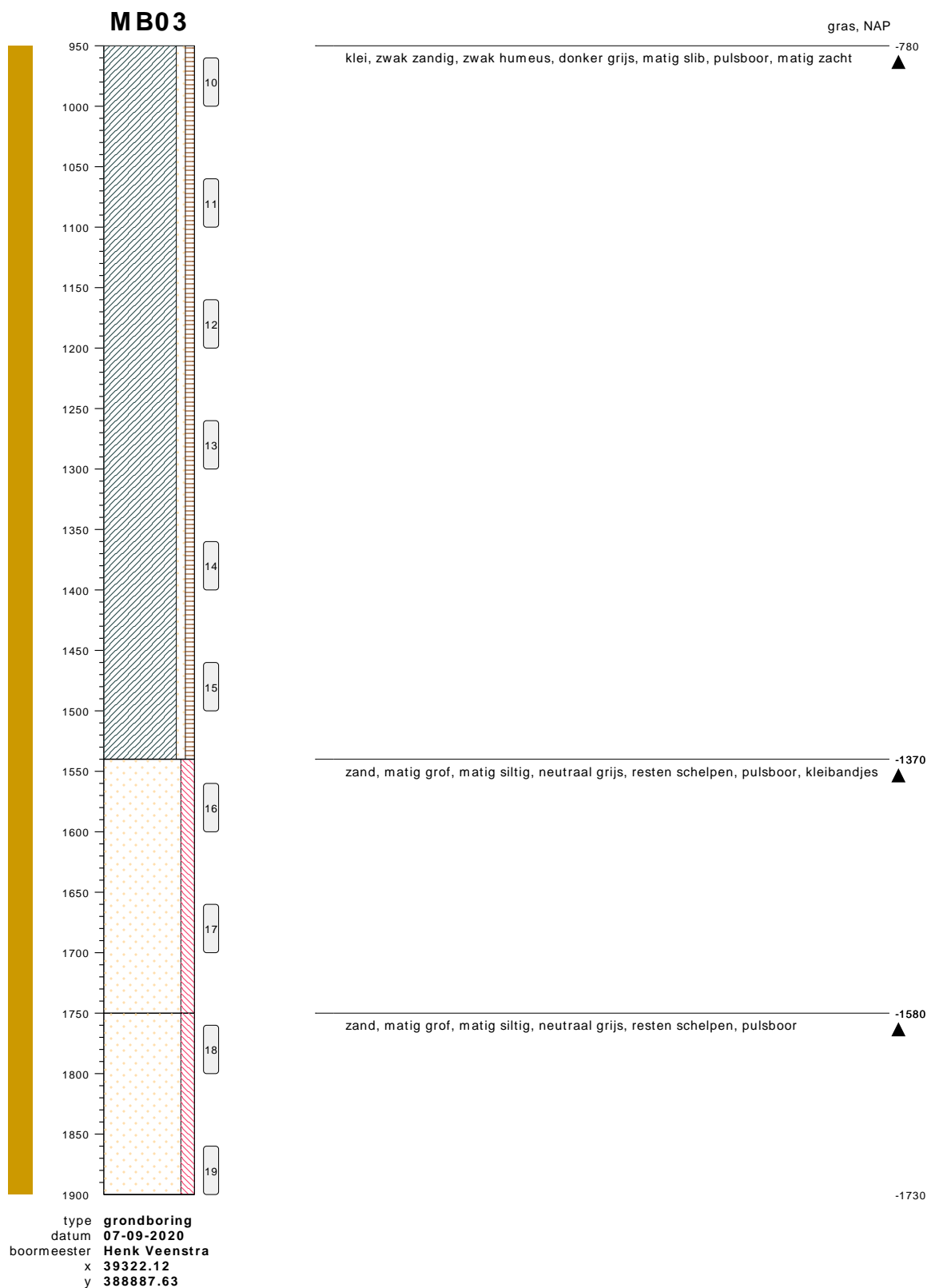






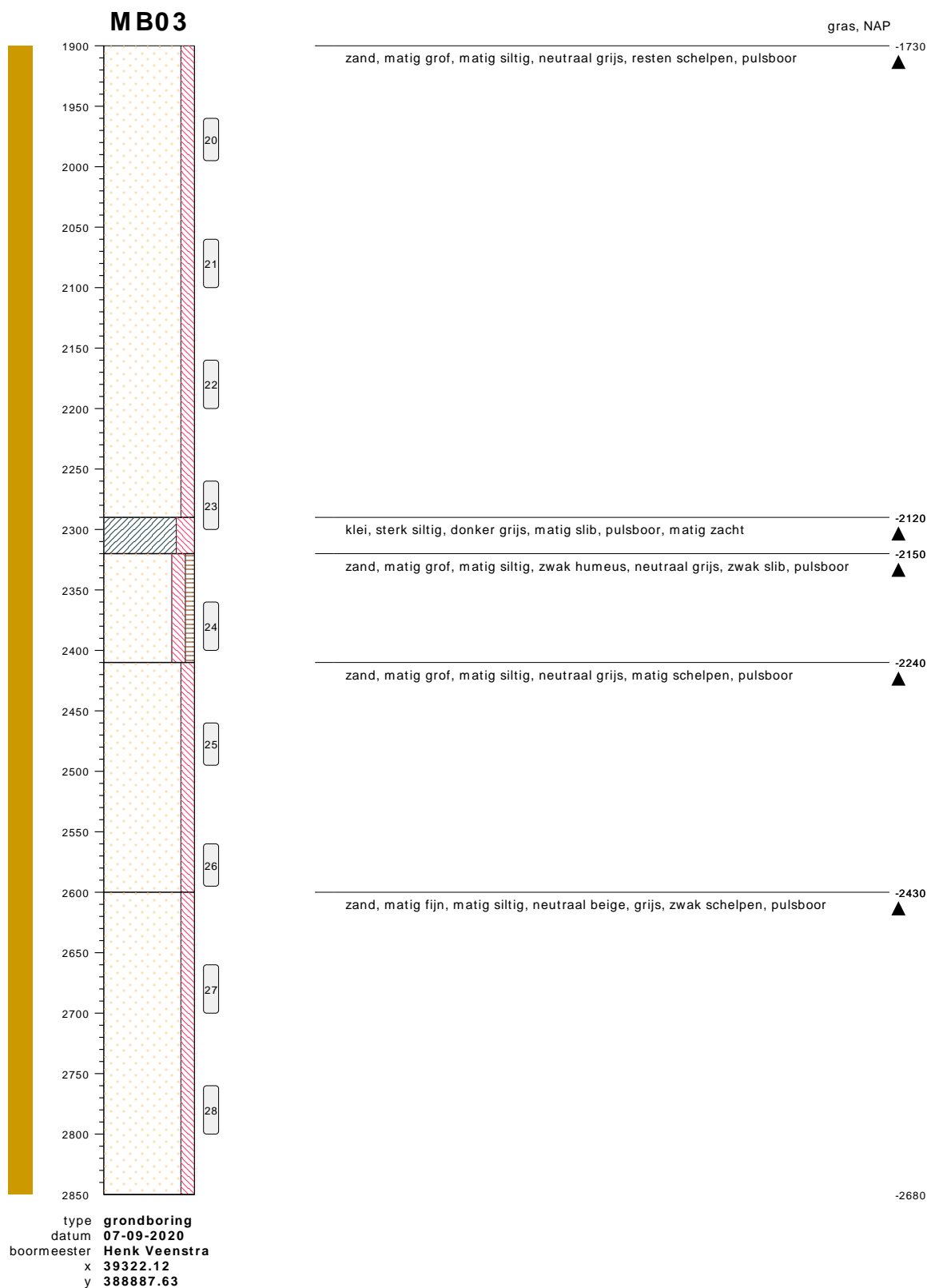
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

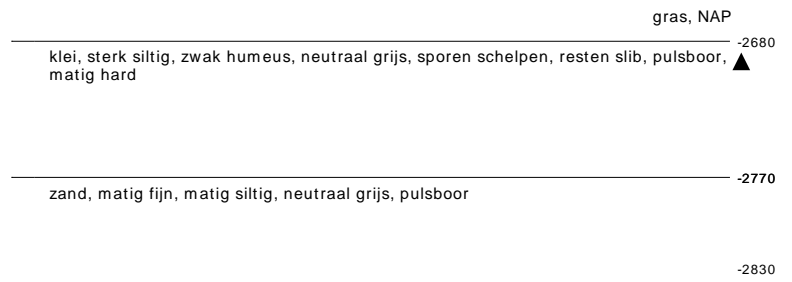
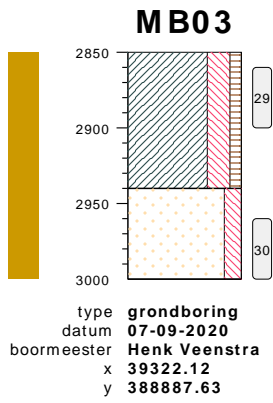
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



**bodemprofielen schaal 1:50**

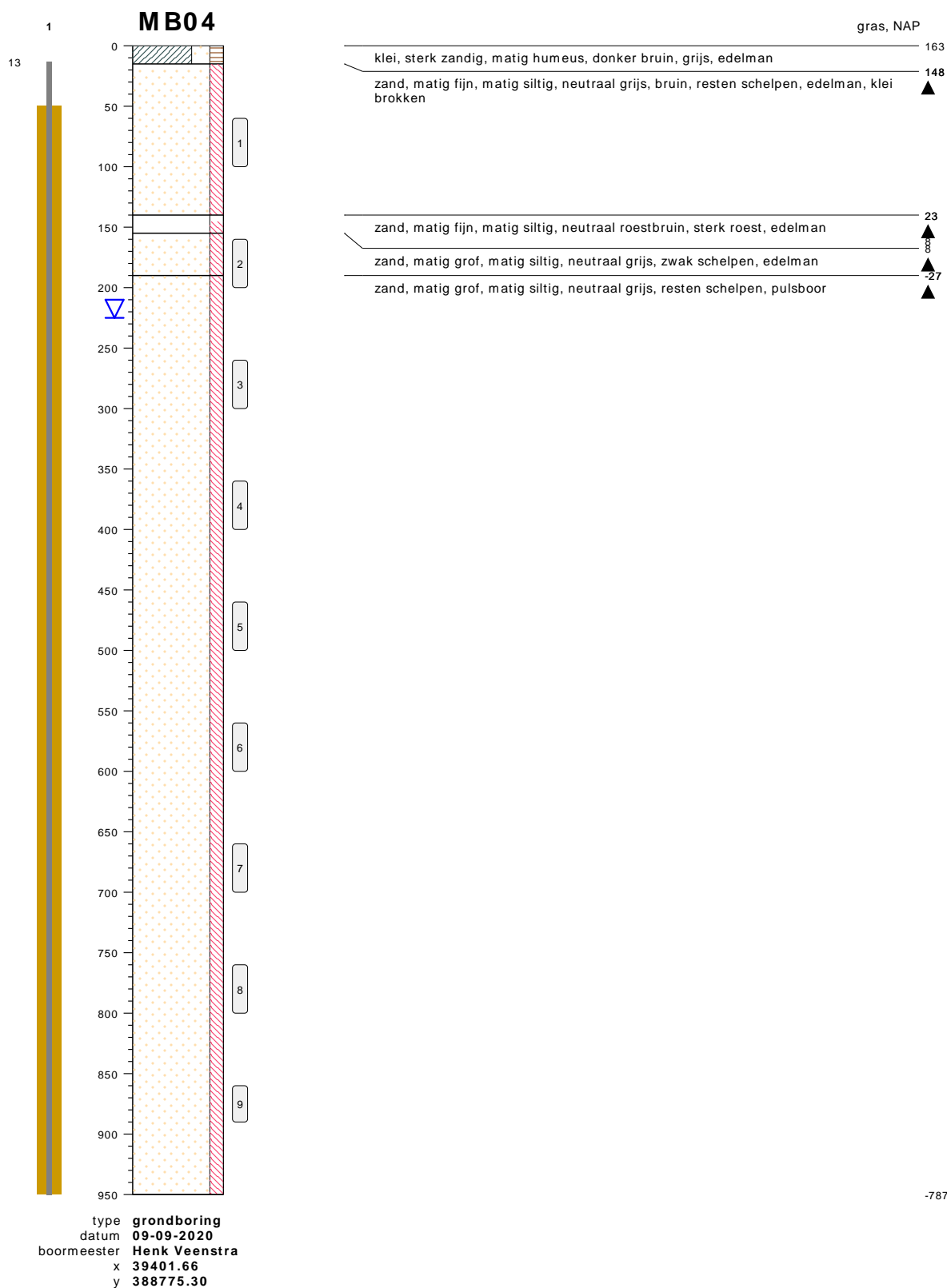
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





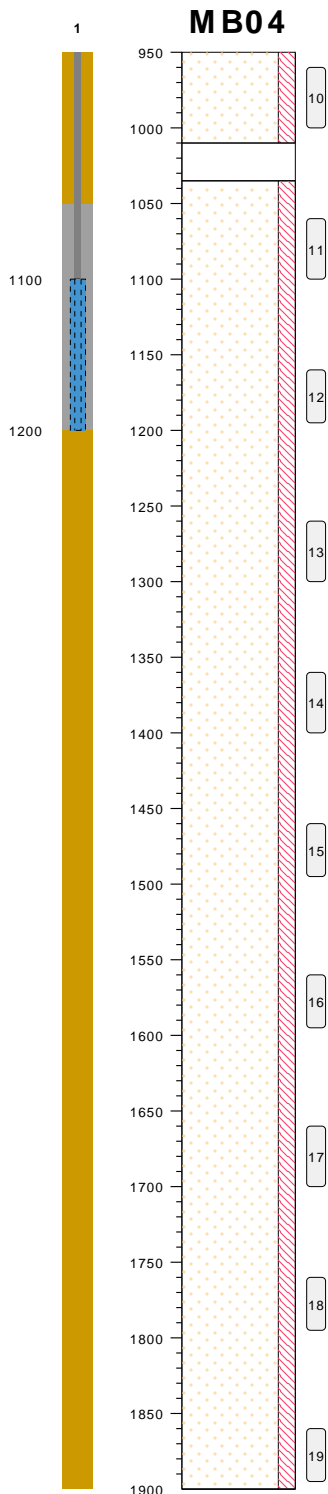
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



bodemprofielen **schaal 1:50**

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



type **grondboring**  
 datum **09-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **39401.66**  
 y **388775.30**

	gras, NAP
zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, resten schelpen, pulsboor	-787 ▲
neutraal bruin, volledig hout, pulsboor	-847 ▲
zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, pulsboor	-872 ▲

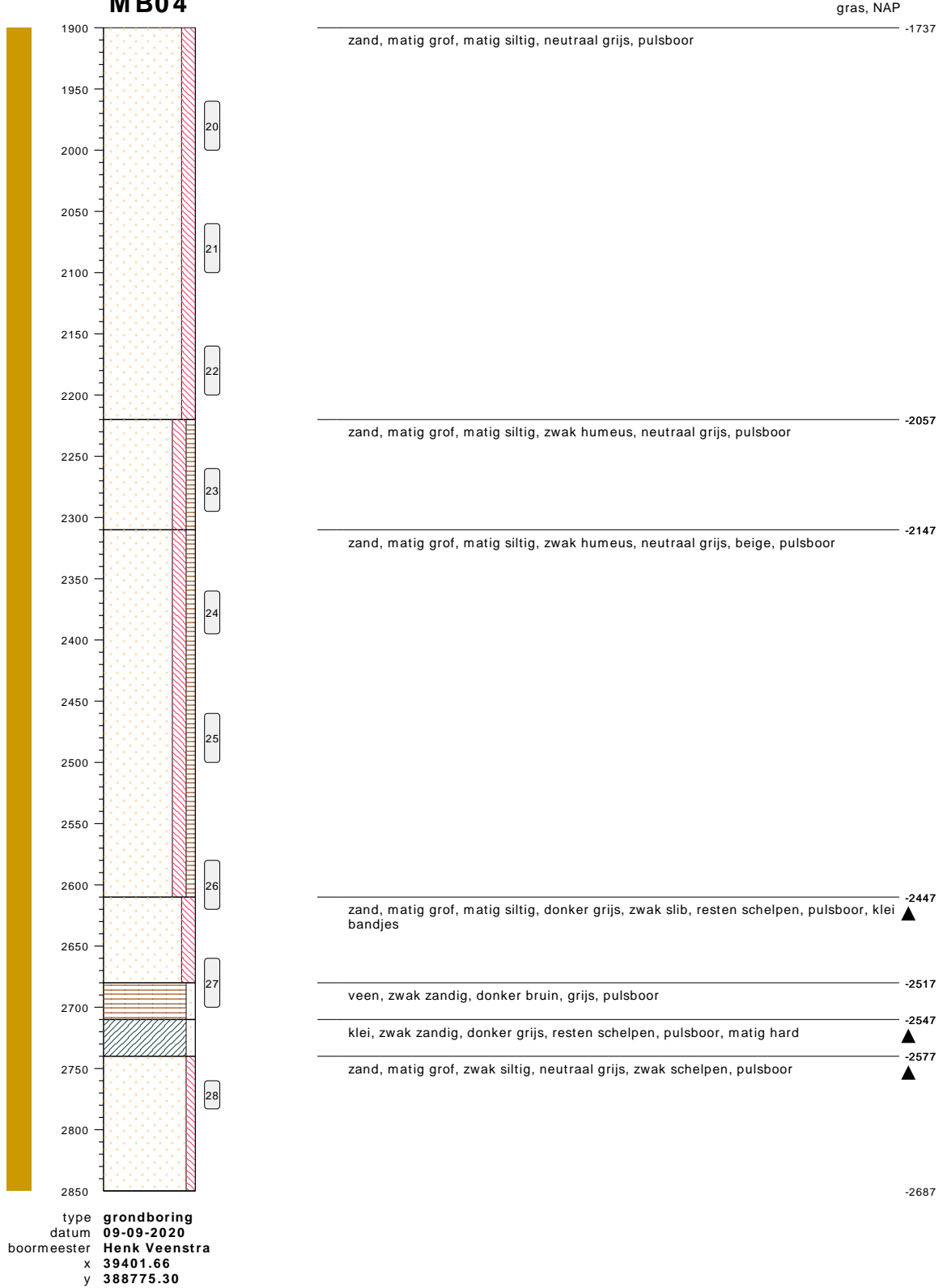
-1737

## bodemprofielen **schaal 1:50**

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

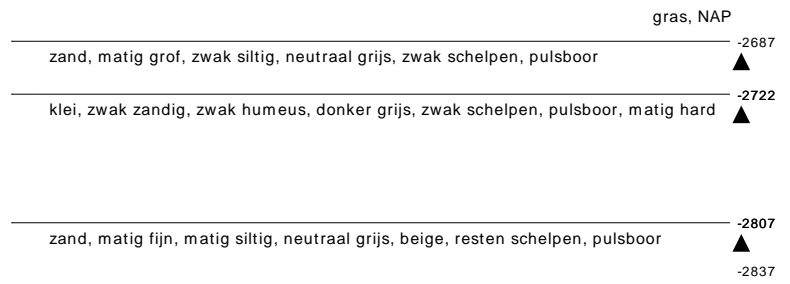
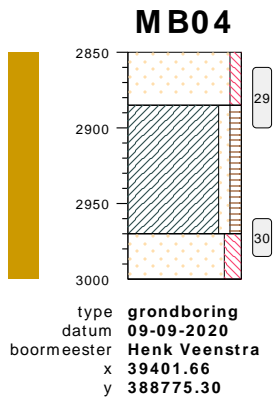


# MB04



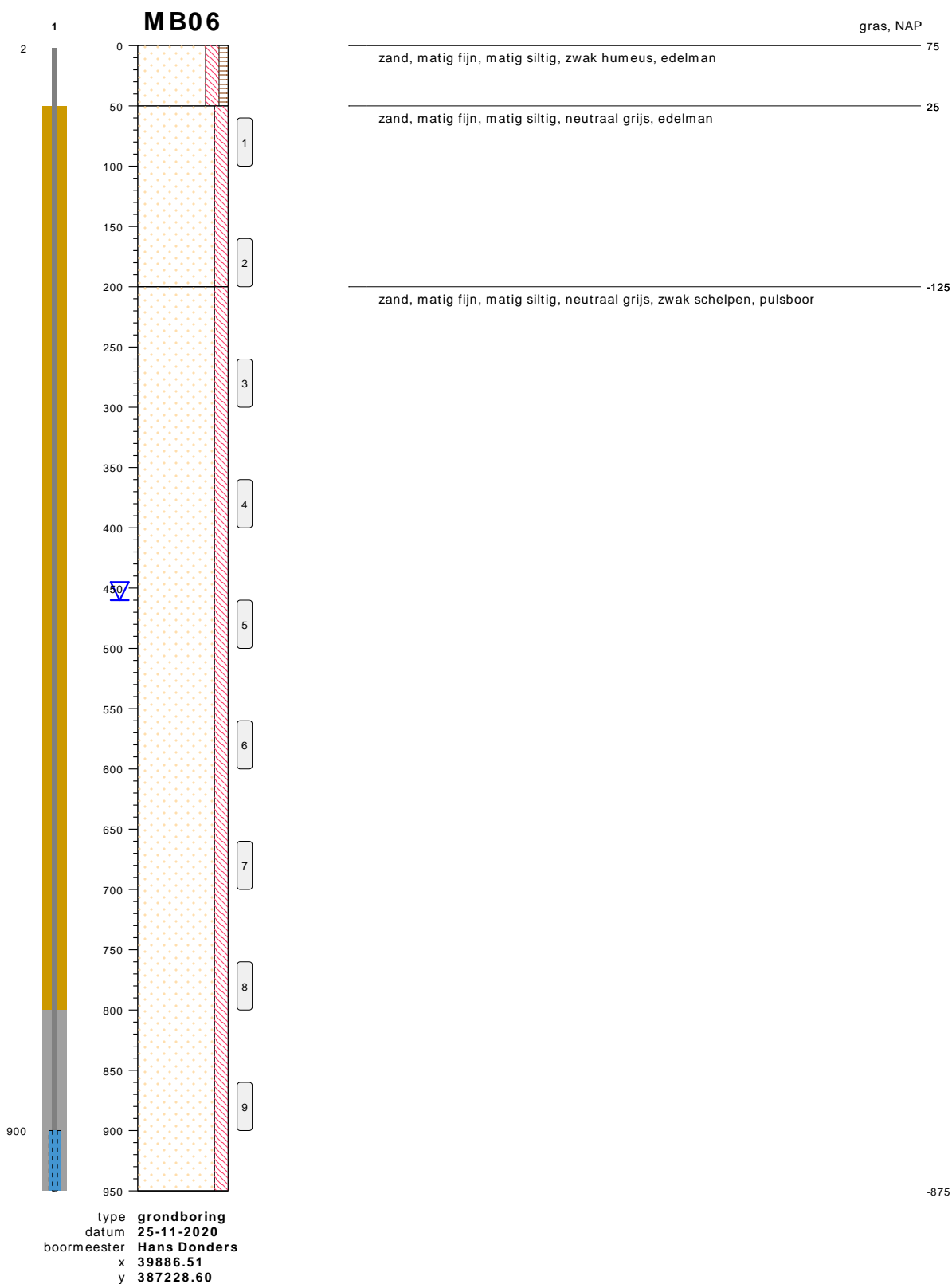
## bodemprofielen **schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

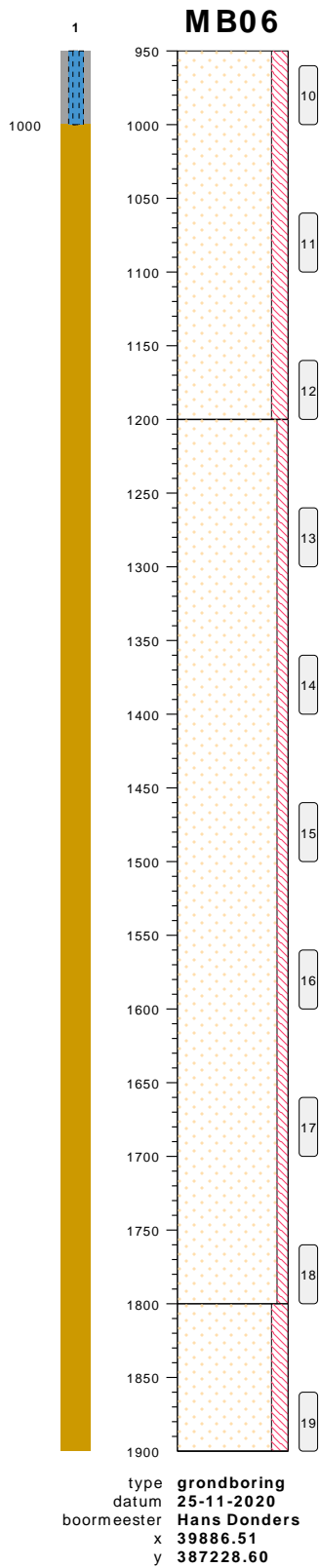
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



**bodemprofielen schaal 1:50**

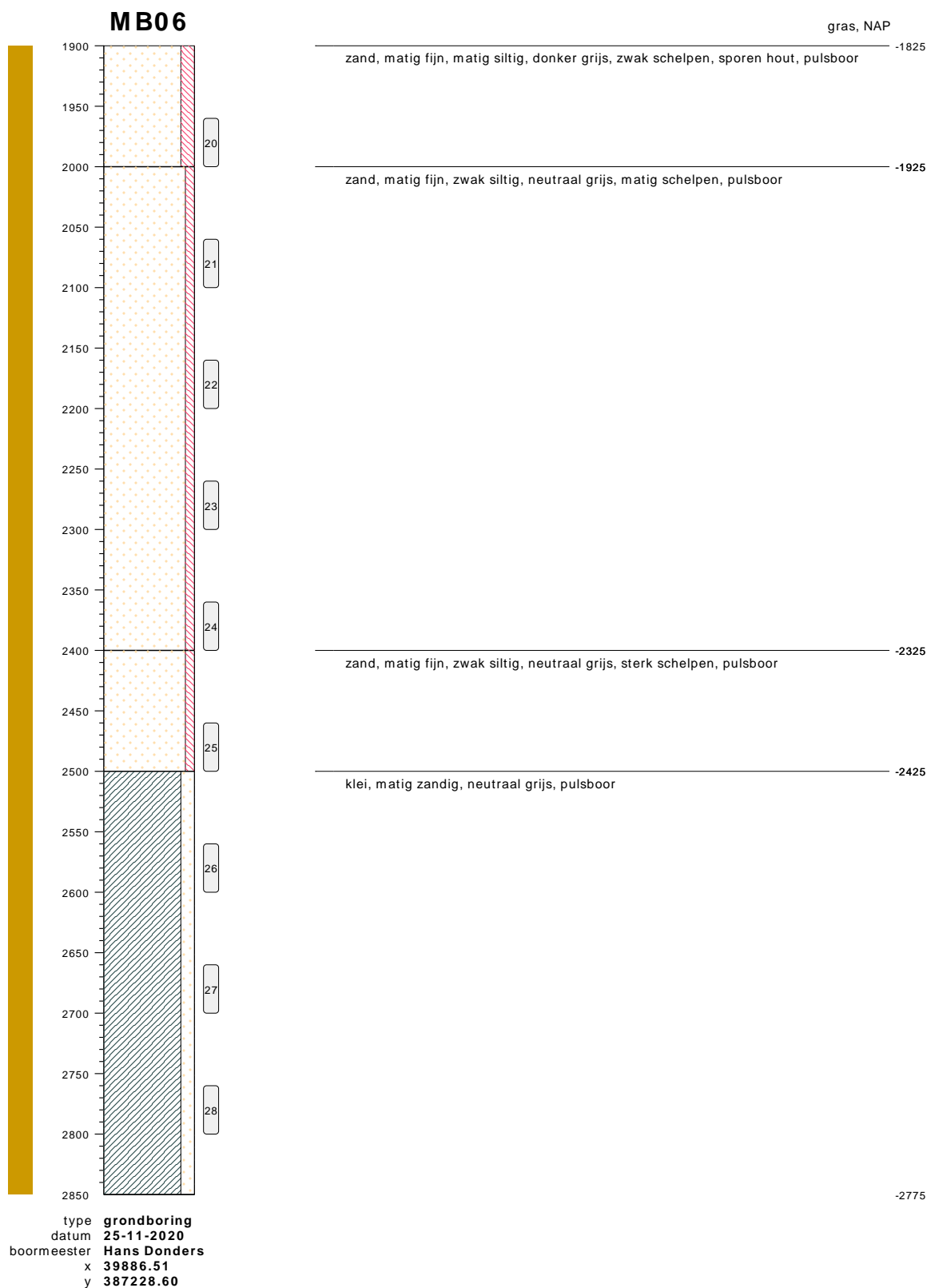
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





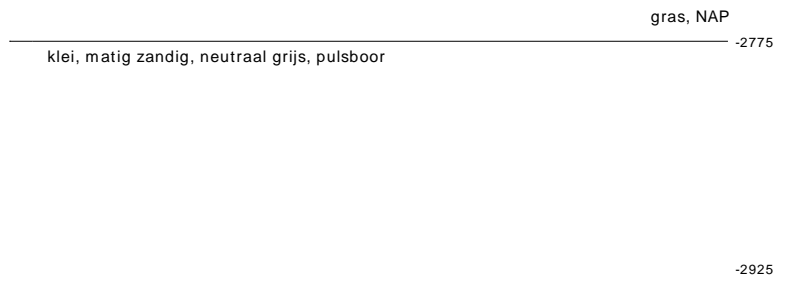
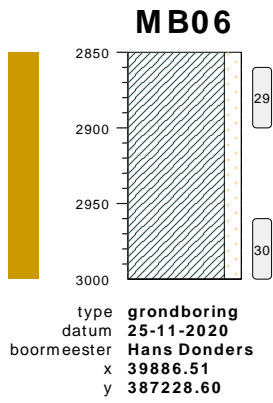
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

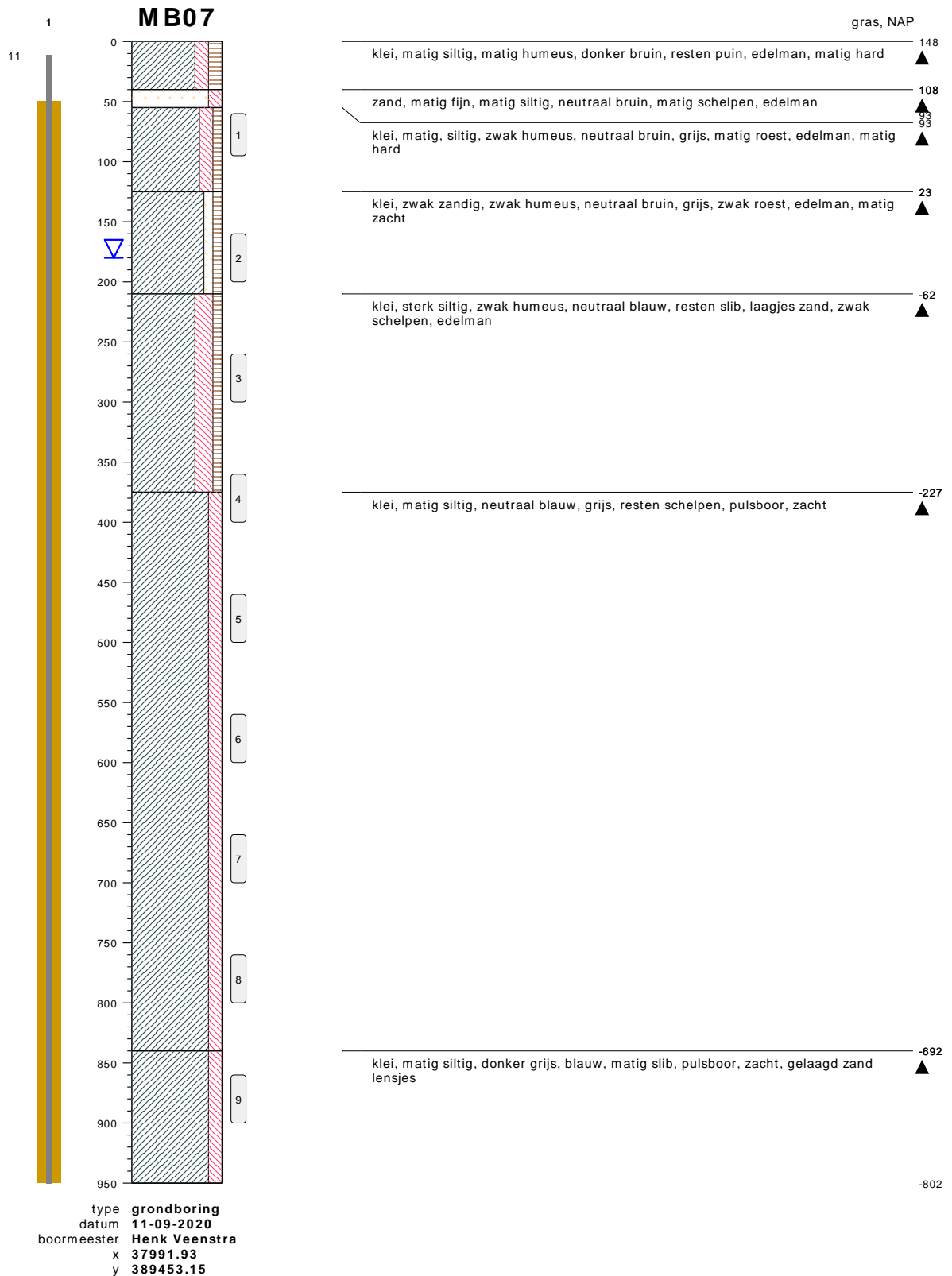
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



**bodemprofielen schaal 1:50**

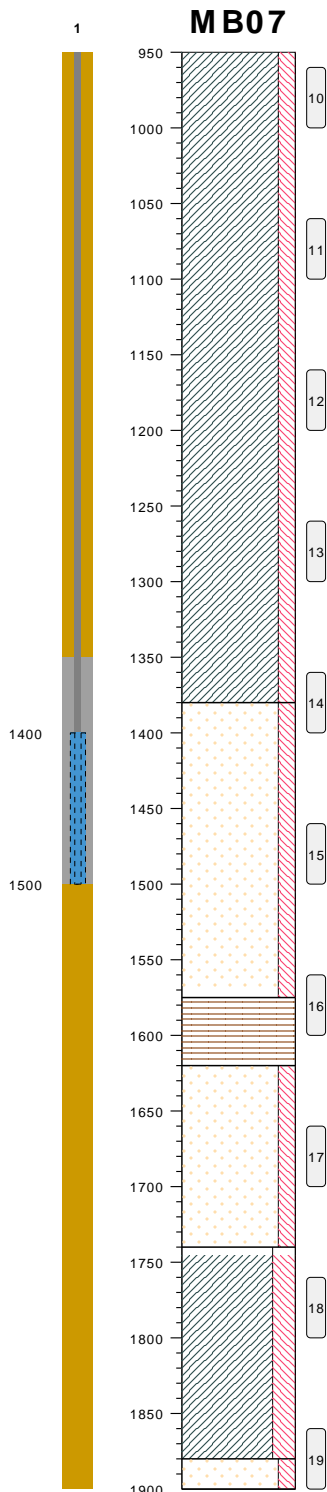
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





**bodemprofielen schaal 1:50**

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

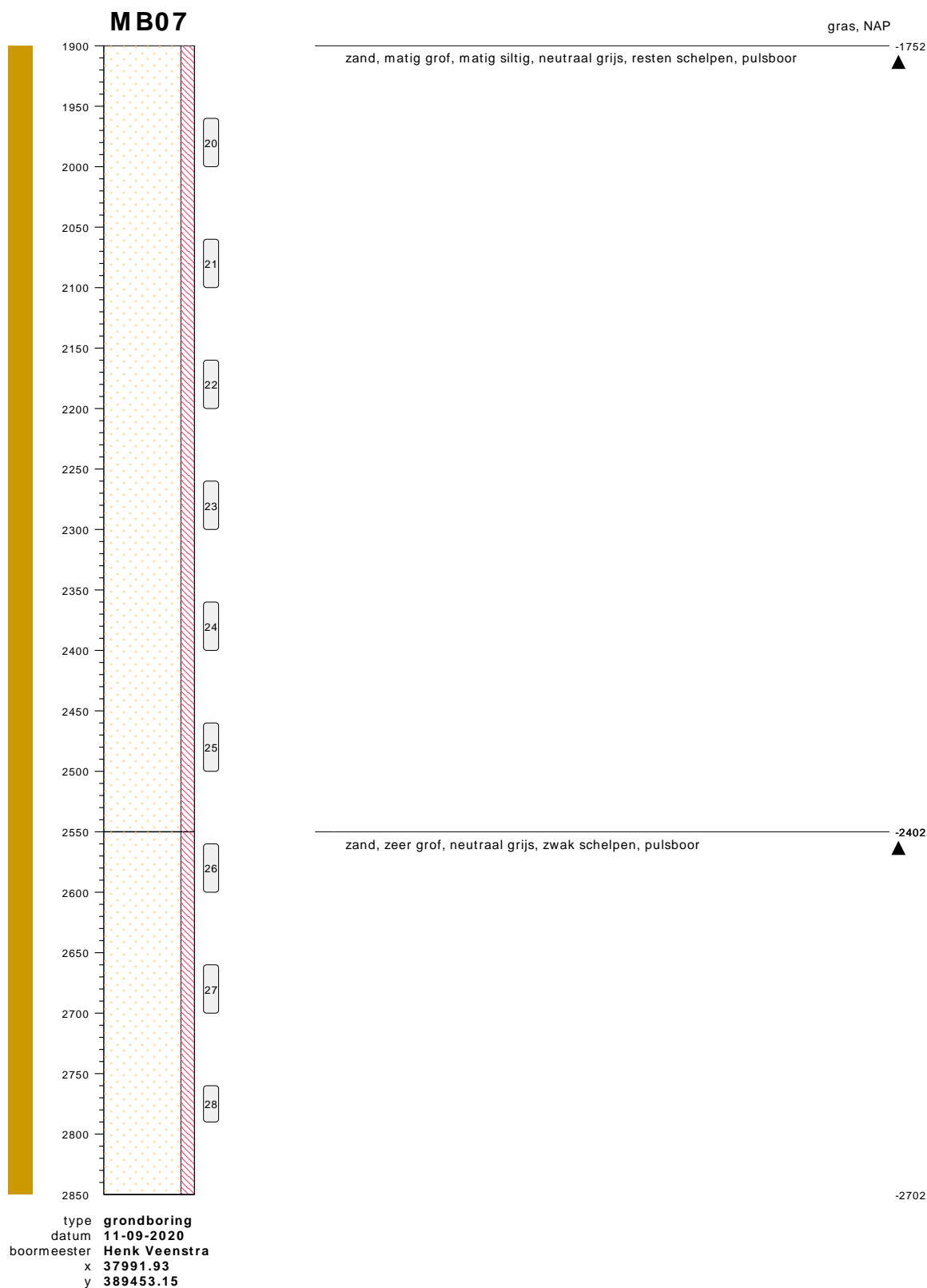


type **grondboring**  
 datum **11-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **37991.93**  
 y **389453.15**



## bodemprofielen **schaal 1:50**

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



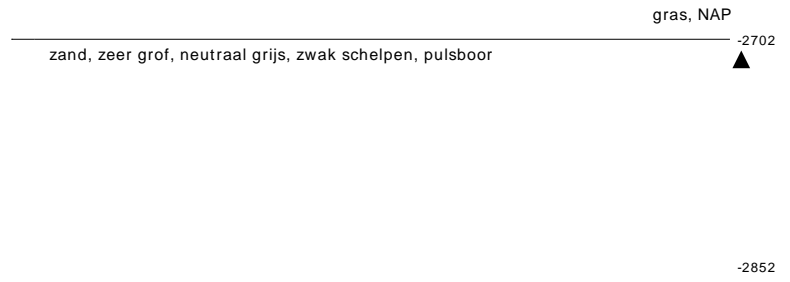
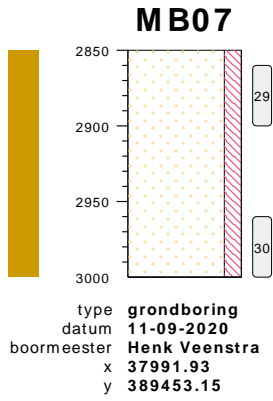
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



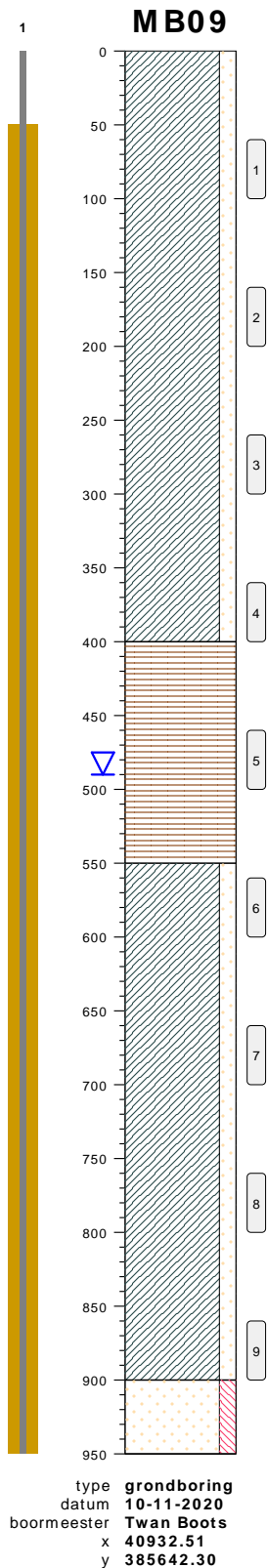
0522 - 260 084





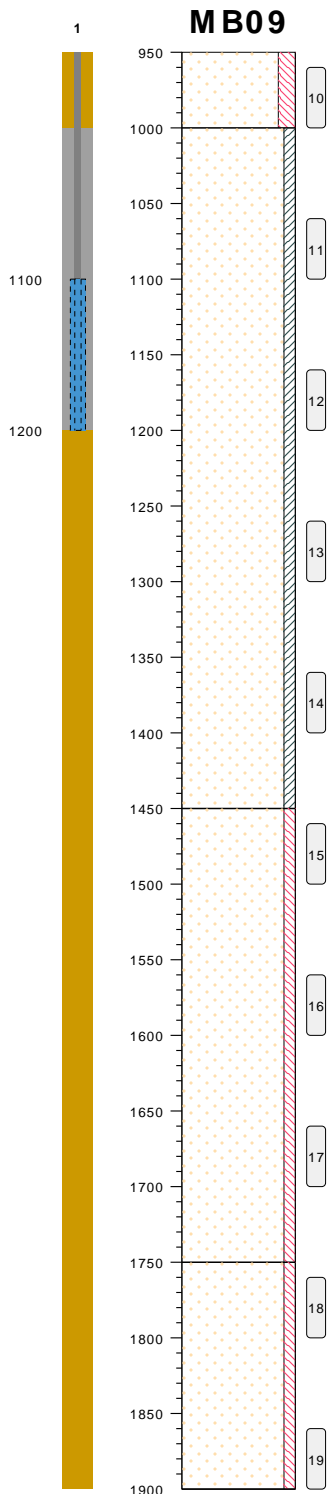
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

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



type **grondboring**  
 datum **10-11-2020**  
 boormeester **Twan Boots**  
 x **40932.51**  
 y **385642.30**



## bodemprofielen **schaal 1:50**

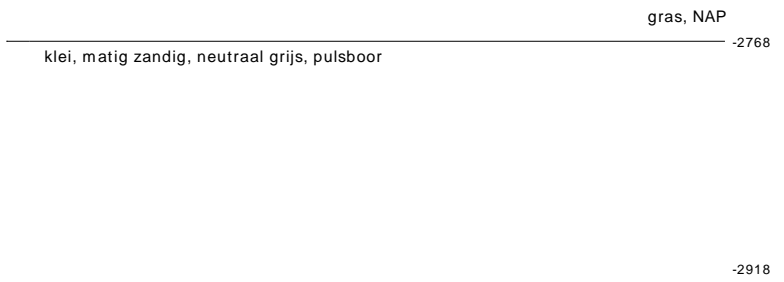
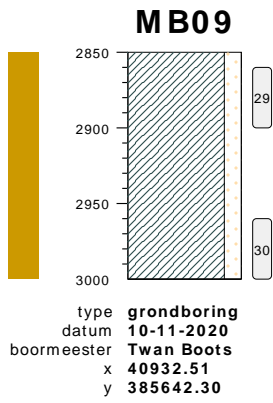
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





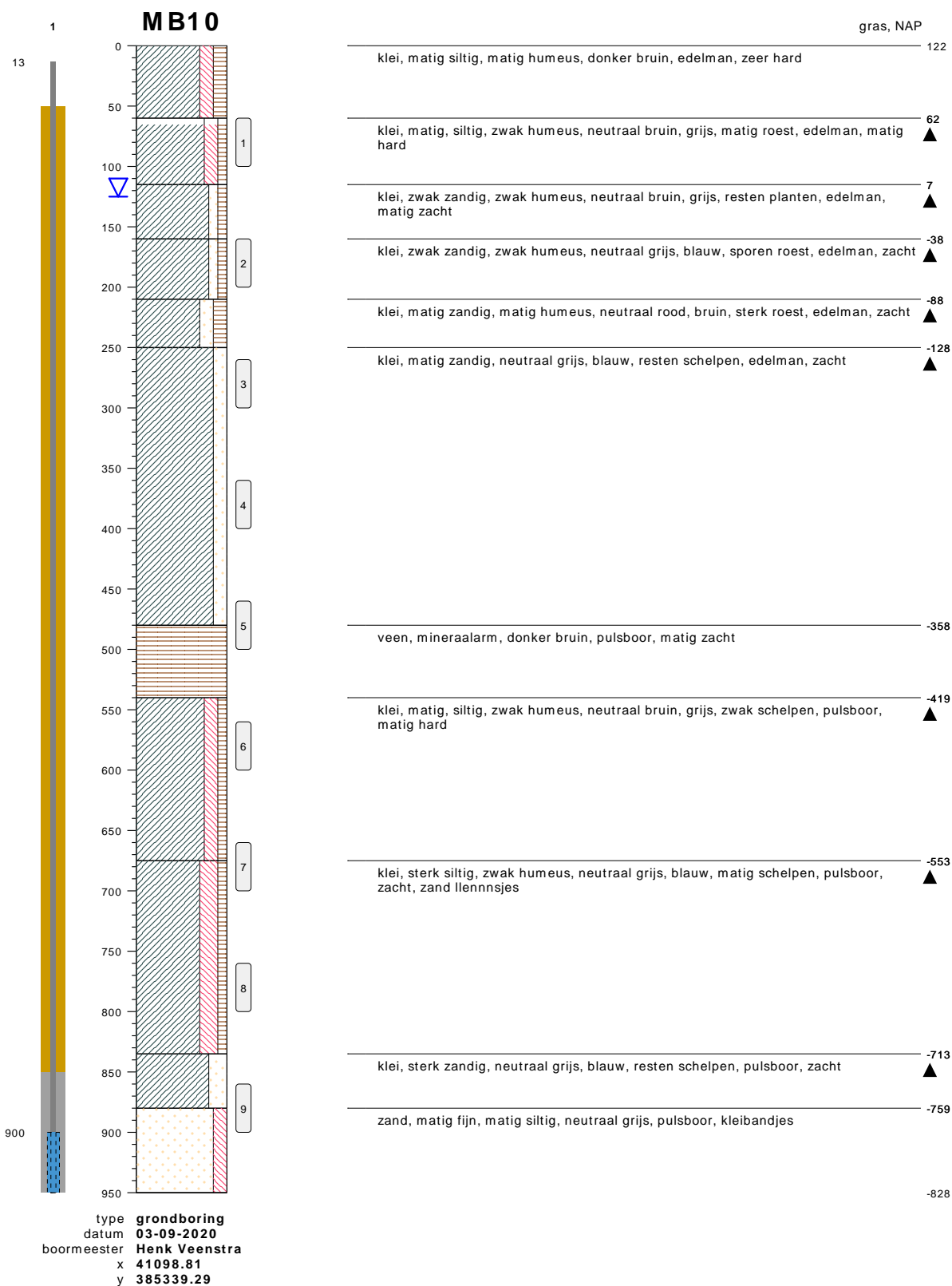
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

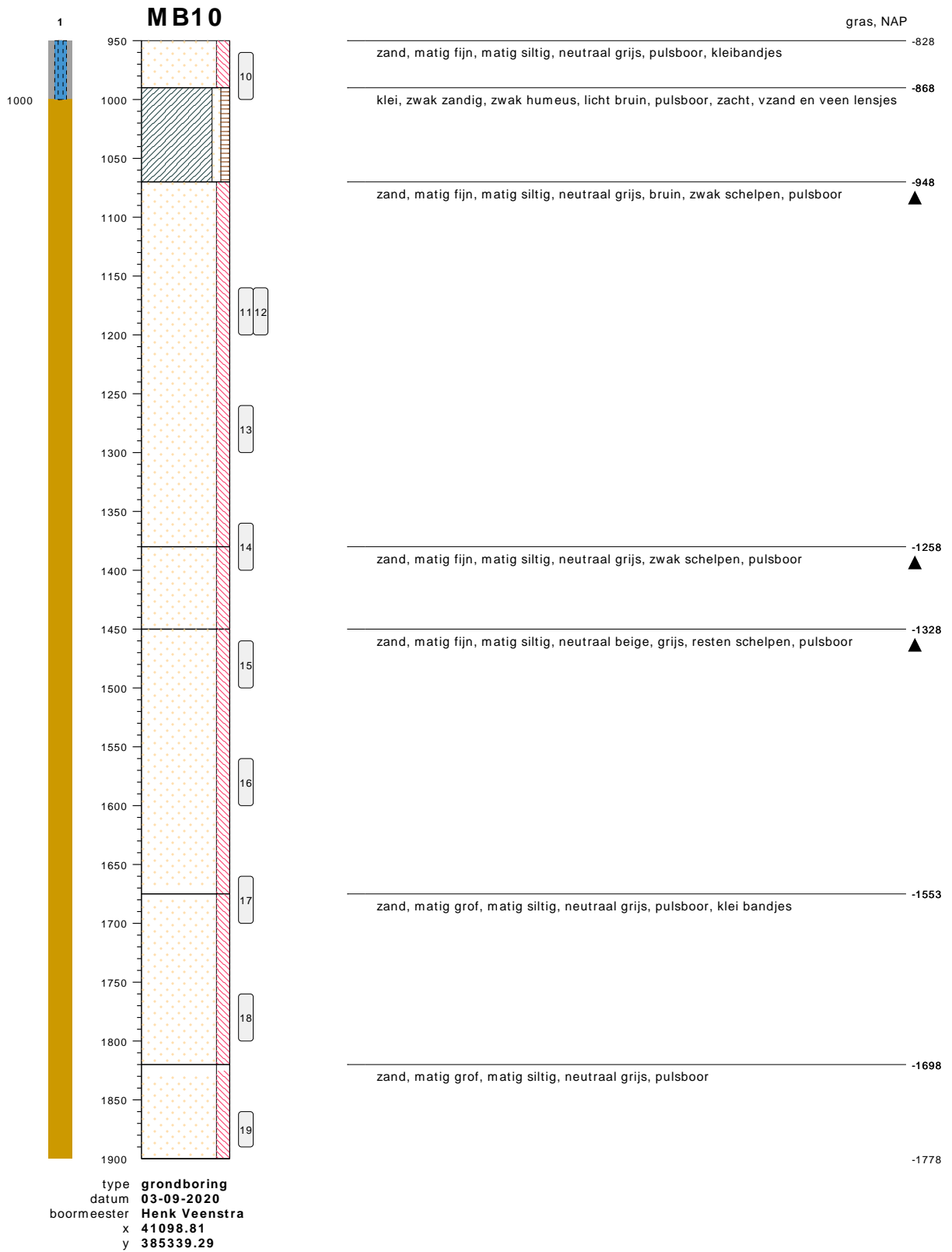
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



**bodemprofielen schaal 1:50**

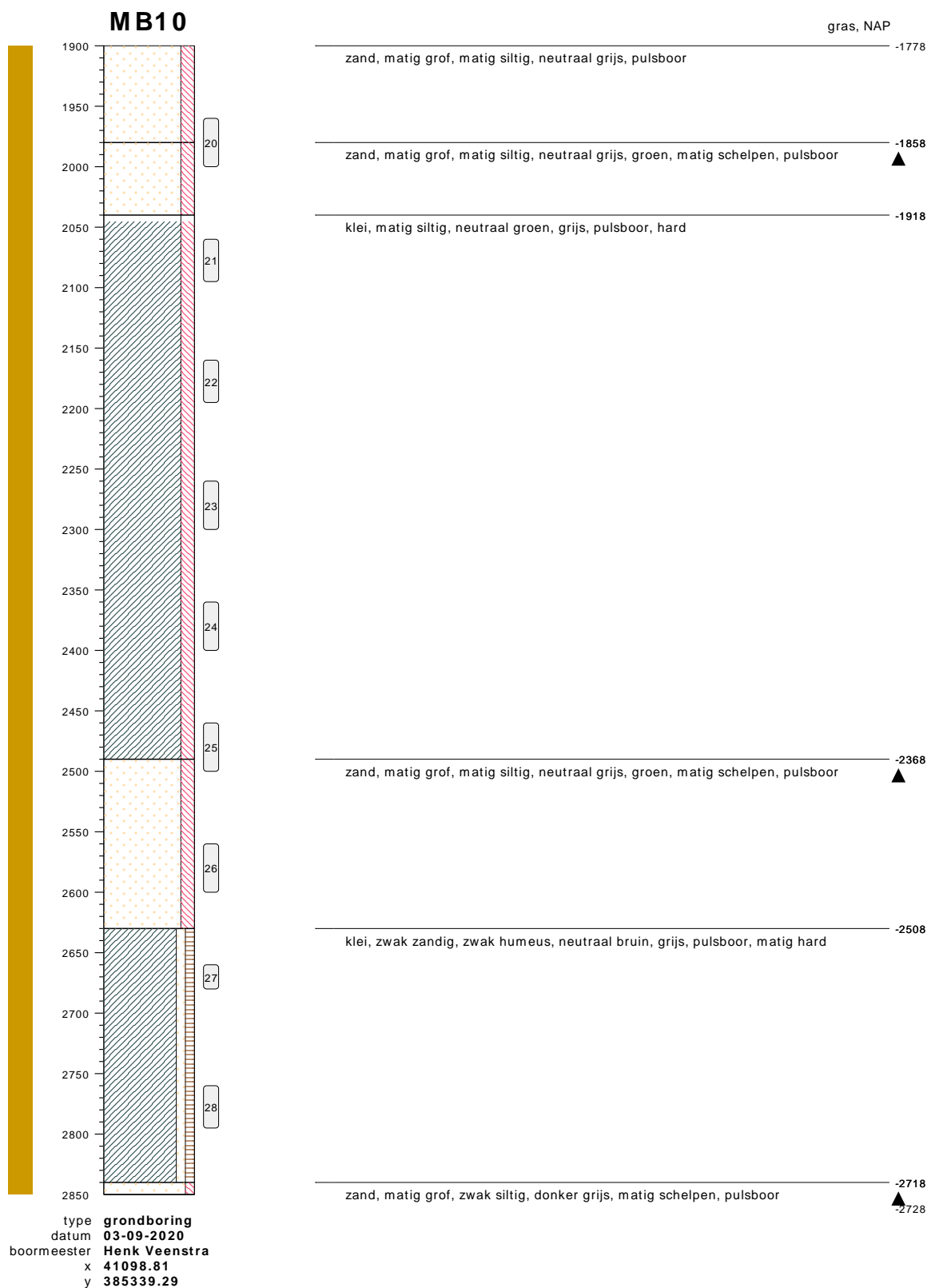
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





**bodemprofielen schaal 1:50**

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

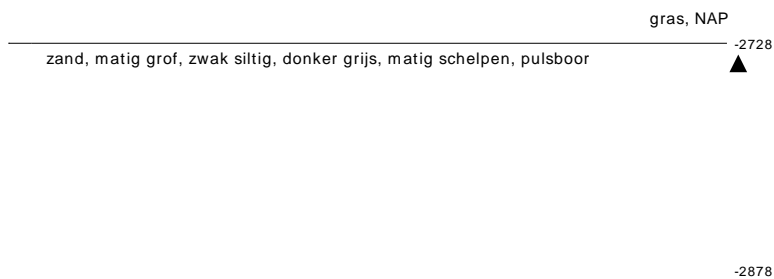
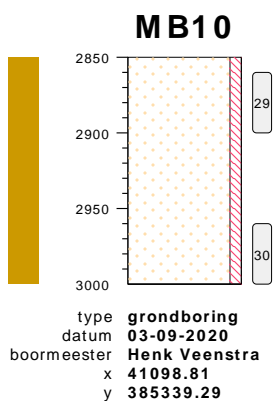


**bodemprofielen schaal 1:50**

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



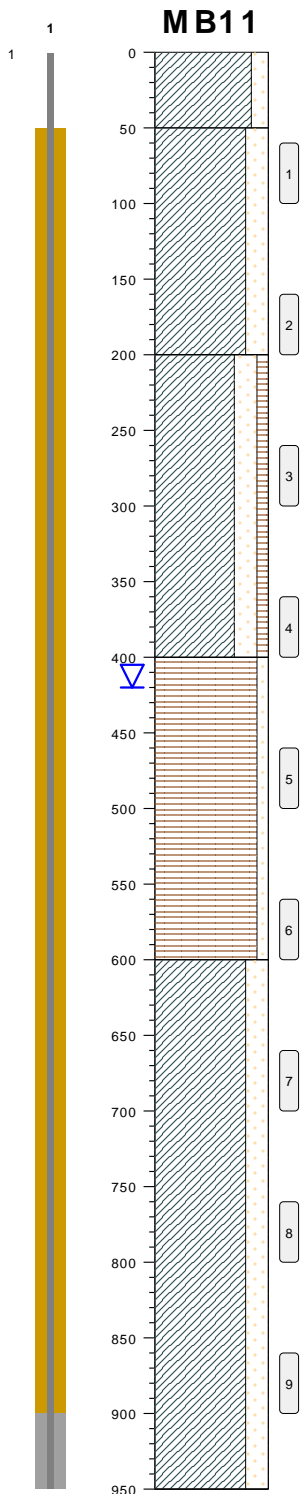
0522 - 260 084



bodemprofielen **schaal 1:50**

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



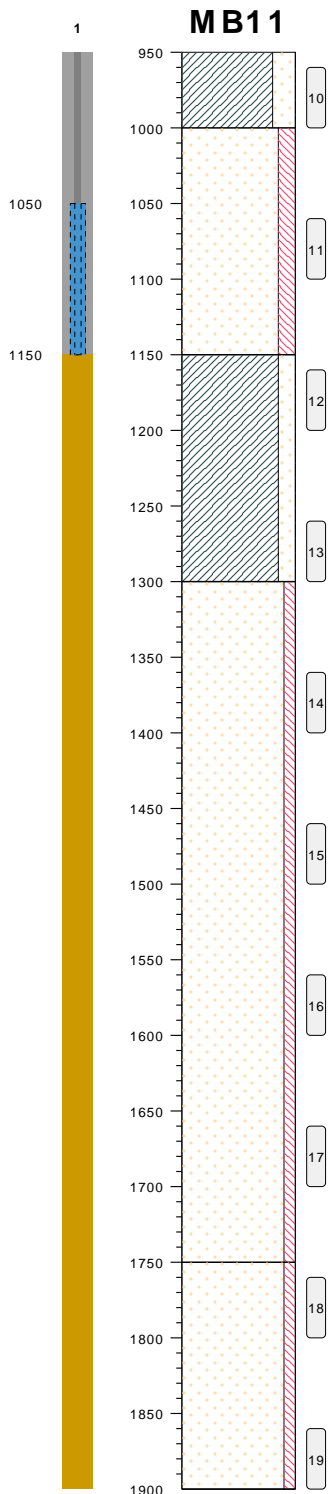


Soil Description	Depth (cm)
gras, NAP	0
klei, matig zandig, neutraal bruin, edelman	85
klei, sterk zandig, neutraal grijs, zwak schelpen, edelman	35
klei, sterk zandig, zwak humeus, neutraal grijs, zwak schelpen, pulsboor	-115
veen, zwak zandig, neutraal bruin, pulsboor	-315
klei, sterk zandig, neutraal grijs, pulsboor	-515
	-865

type **grondboring**  
 datum **30-11-2020**  
 boormeester **Hans Donders**  
 x **40947.18**  
 y **385172.34**

**bodemprofielen schaal 1:50**

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



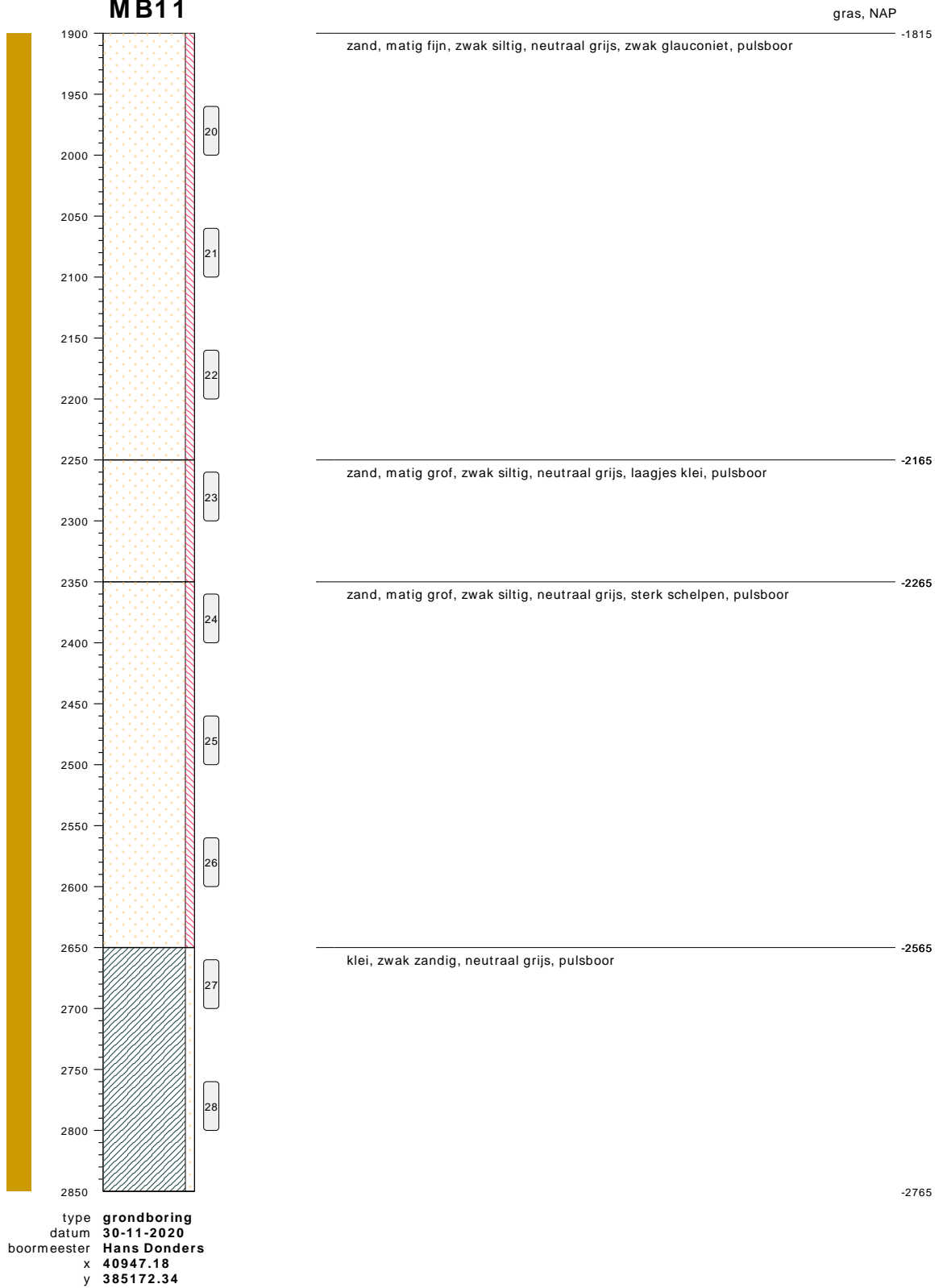
Soil Description	Depth (m)
gras, NAP	-865
klei, sterk zandig, neutraal grijs, pulsboor	-915
zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, matig schelpen, pulsboor	-1065
klei, matig zandig, neutraal grijs, pulsboor	-1215
zand, matig grof, zwak siltig, neutraal grijs, pulsboor	-1665
zand, matig grof, zwak siltig, neutraal grijs, zwak glauconiet, zwak schelpen, pulsboor	-1815

type **grondboring**  
 datum **30-11-2020**  
 boormeester **Hans Donders**  
 x **40947.18**  
 y **385172.34**

**bodemprofielen schaal 1:50**

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

# MB11



## bodemprofielen **schaal 1:50**

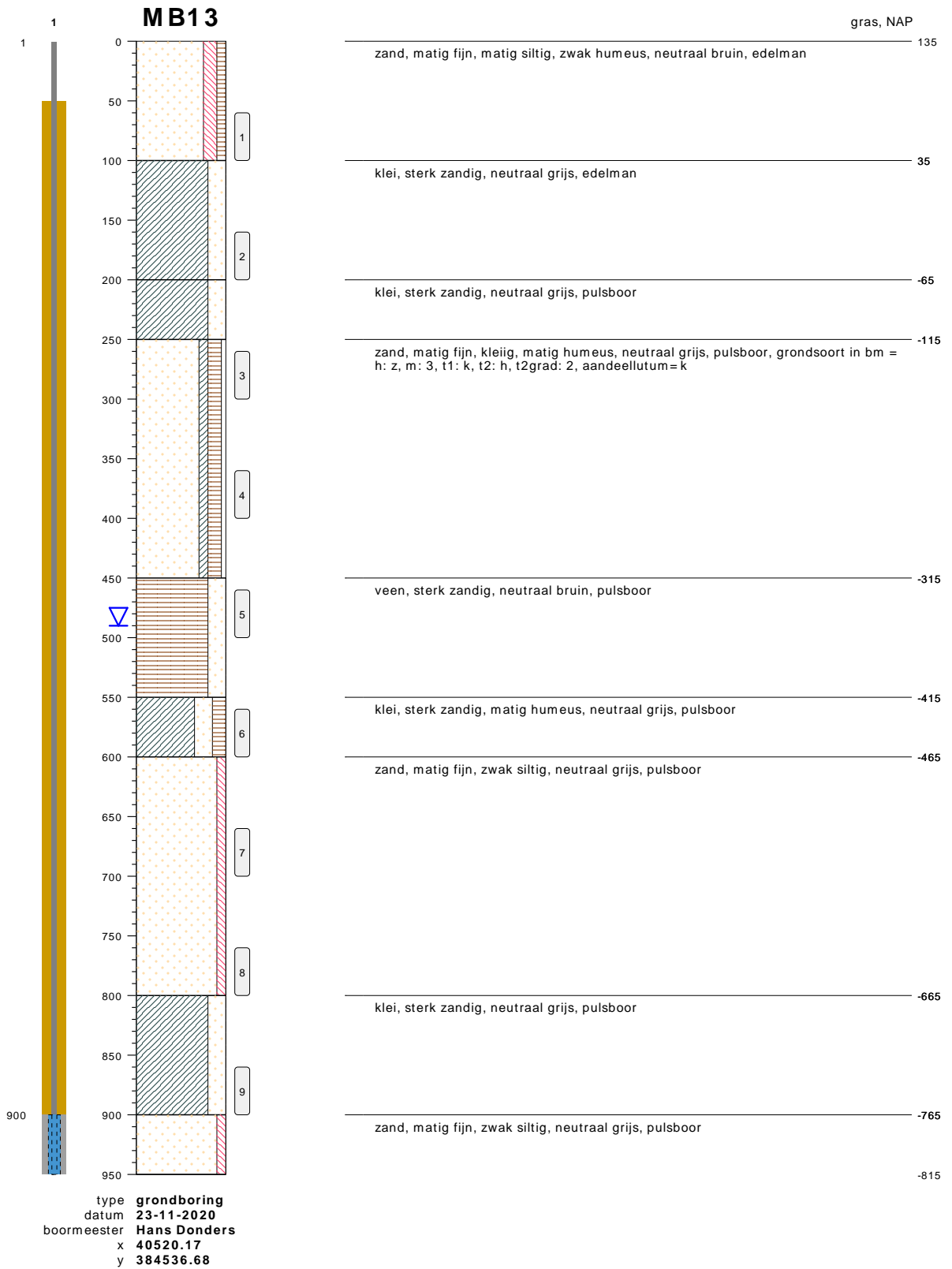
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
projectcode **2020-1142**  
getekend conform **NEN 5104**





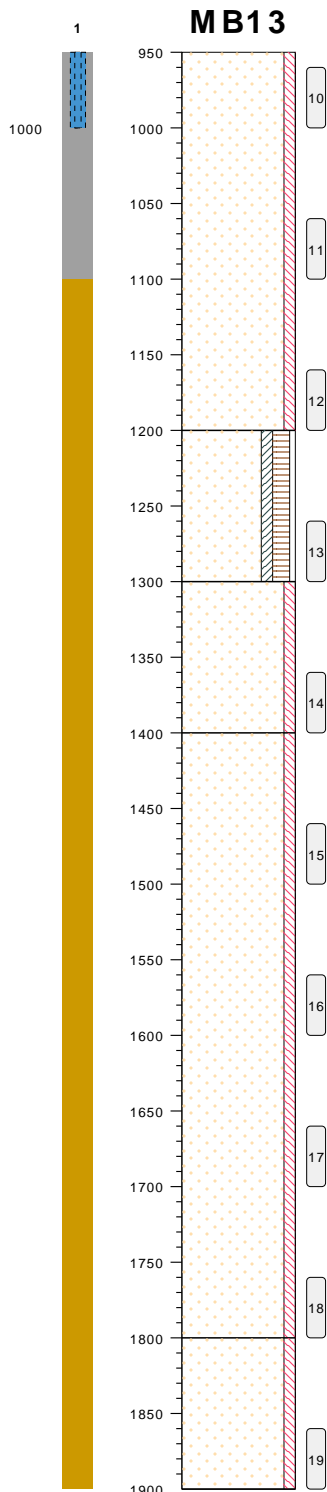
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

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



Depth (cm)	Soil Description
950	gras, NAP
-815	zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijs, pulsboor
-1065	zand, matig fijn, kleilig, matig humeus, neutraal bruin, pulsboor, grondsoort in bm = h: z, m: 3, t1: k, t2: h, t2grad: 2, aandeellutum = k
-1165	zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijs, pulsboor
-1265	zand, matig fijn, zwak siltig, groen, grijs, zwak glauconiet, pulsboor
-1665	zand, matig fijn, zwak siltig, groen, grijs, zwak glauconiet, zwak hout, pulsboor
-1765	

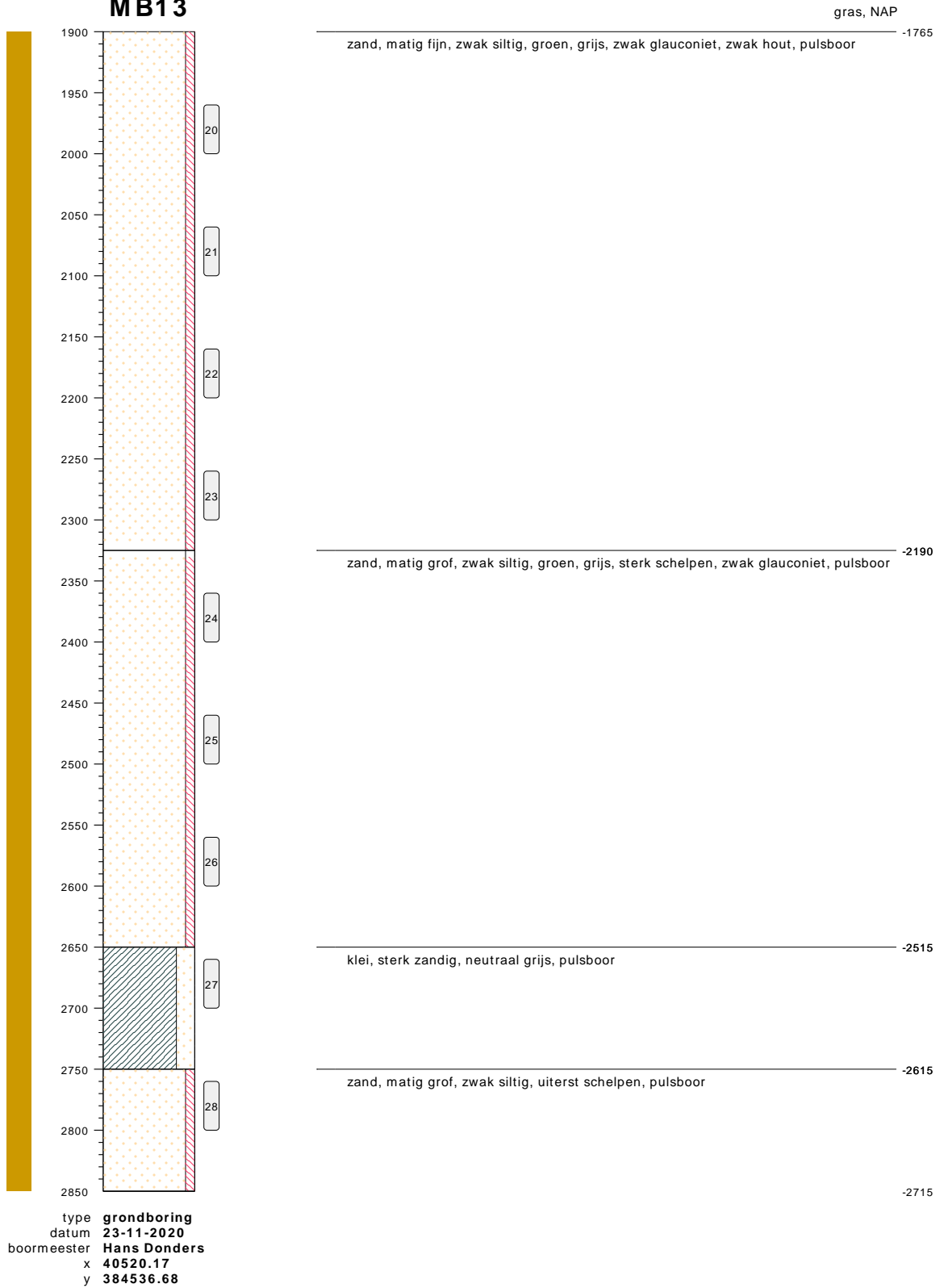
type **grondboring**  
 datum **23-11-2020**  
 boormeester **Hans Donders**  
 x **40520.17**  
 y **384536.68**

## bodemprofielen **schaal 1:50**

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

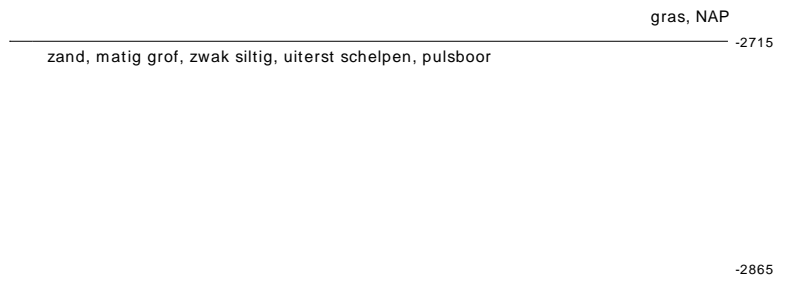
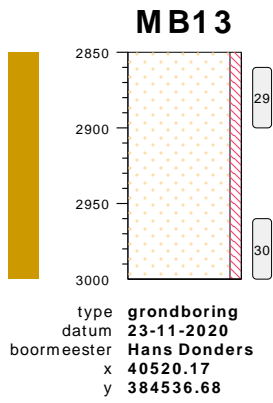


# MB13



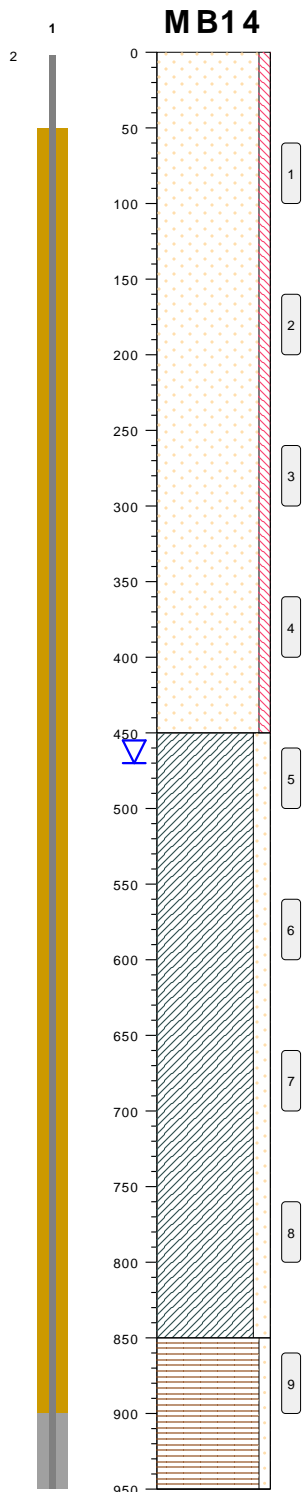
## bodemprofielen **schaal 1:50**

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



bodemprofielen **schaal 1:50**

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



Soil Type	
zand, matig fijn, zwak siltig, zwak schelpen, pulsboor	476
klei, matig zandig, pulsboor	26
veen, zwak zandig, pulsboor	-374
	-474

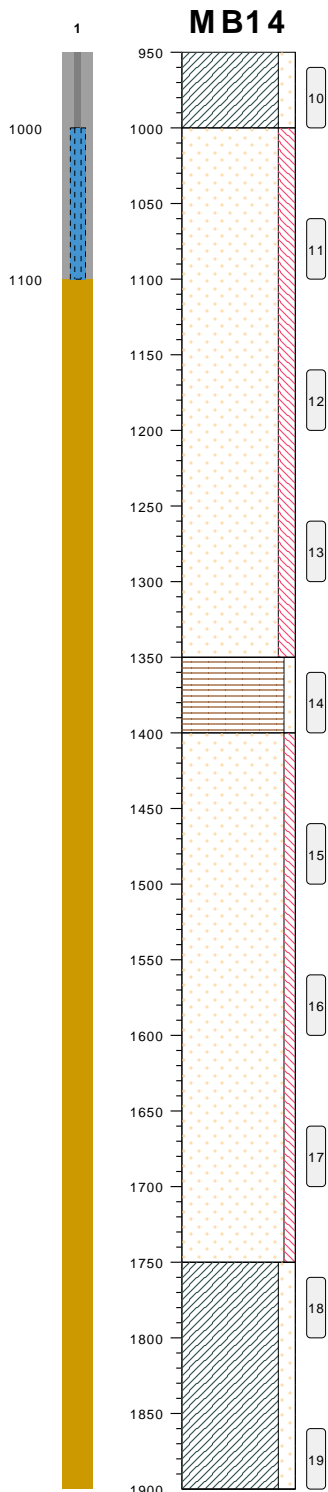
gras, NAP

type **grondboring**  
 datum **11-11-2020**  
 boormeester **Twan Boots**  
 x **39510.01**  
 y **384460.89**

**bodemprofielen schaal 1:50**

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



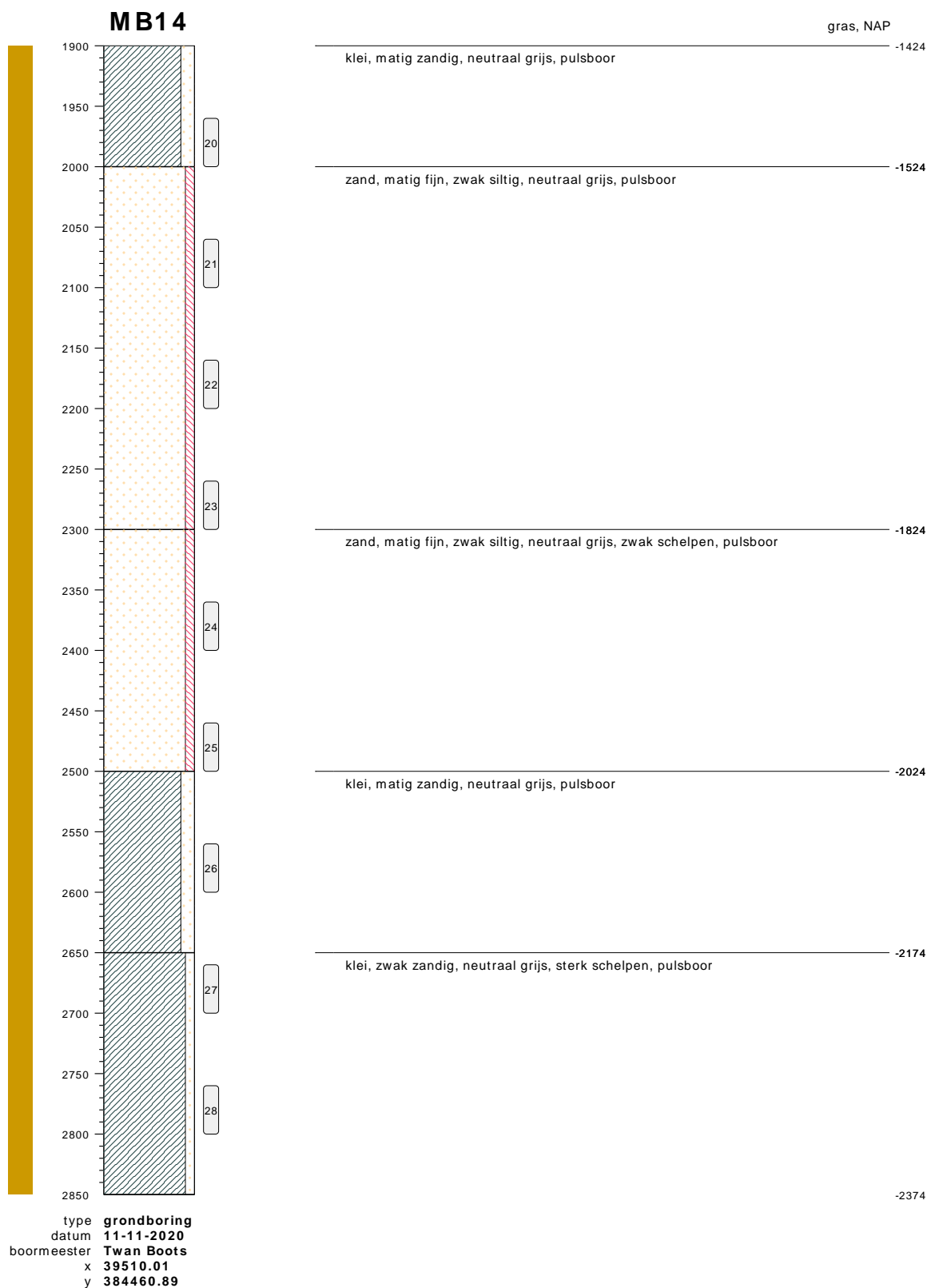


type **grondboring**  
 datum **11-11-2020**  
 boormeester **Twan Boots**  
 x **39510.01**  
 y **384460.89**



## bodemprofielen **schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

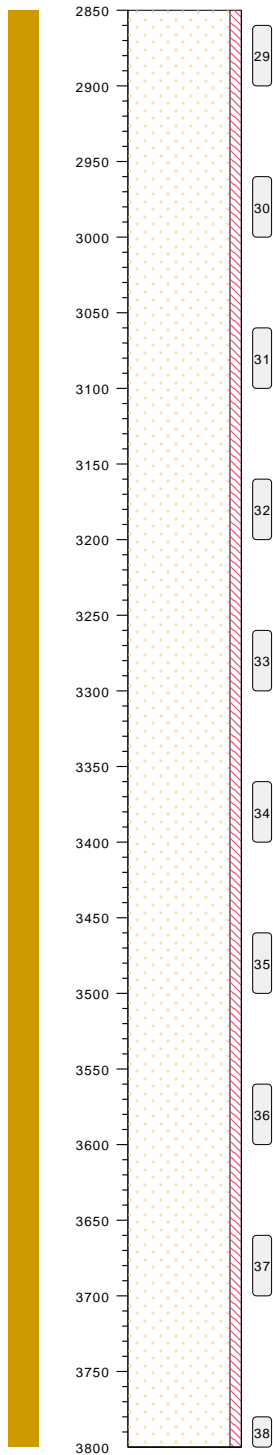
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**

# MB14

gras, NAP

zand, matig grof, zwak siltig, neutraal grijs, sterk schelpen, pulsboor

-2374



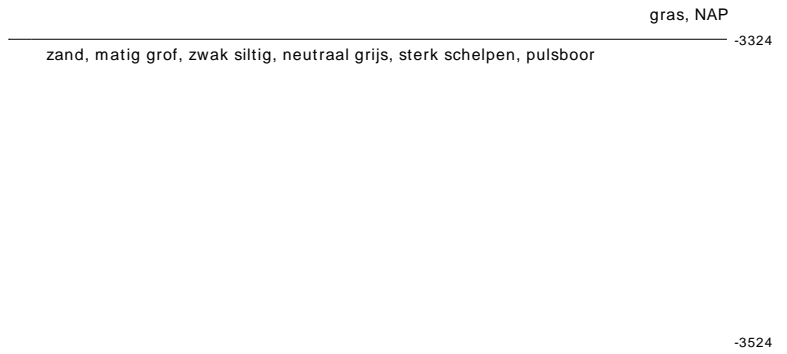
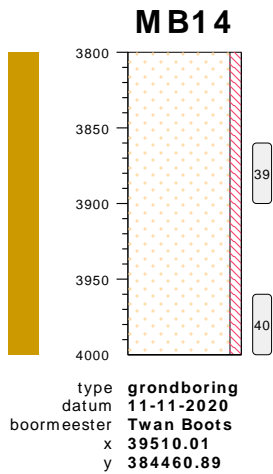
type **grondboring**  
datum **11-11-2020**  
boormeester **Twan Boots**  
x **39510.01**  
y **384460.89**

-3324

## bodemprofielen **schaal 1:50**

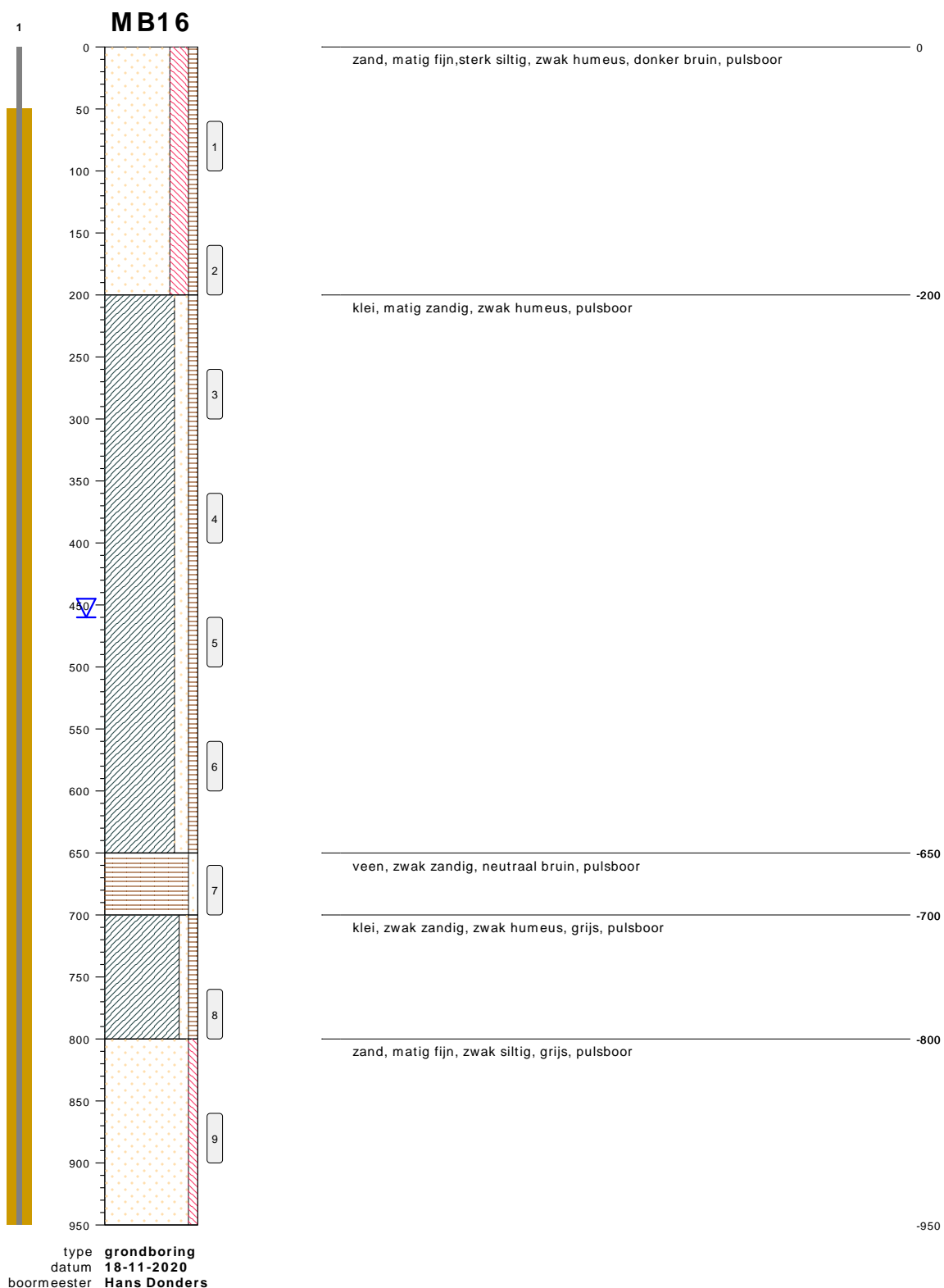
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
projectcode **2020-1142**  
getekend conform **NEN 5104**





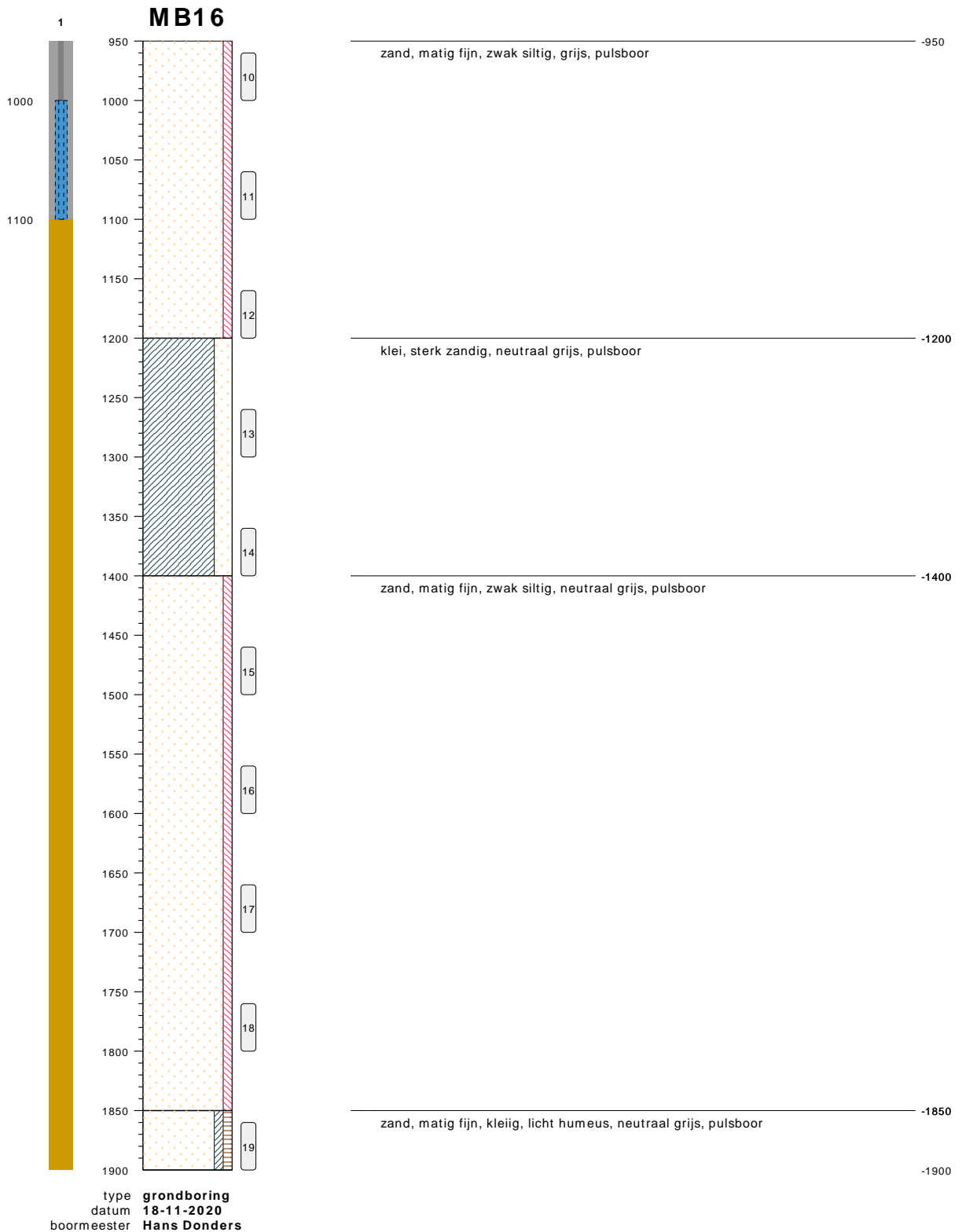
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

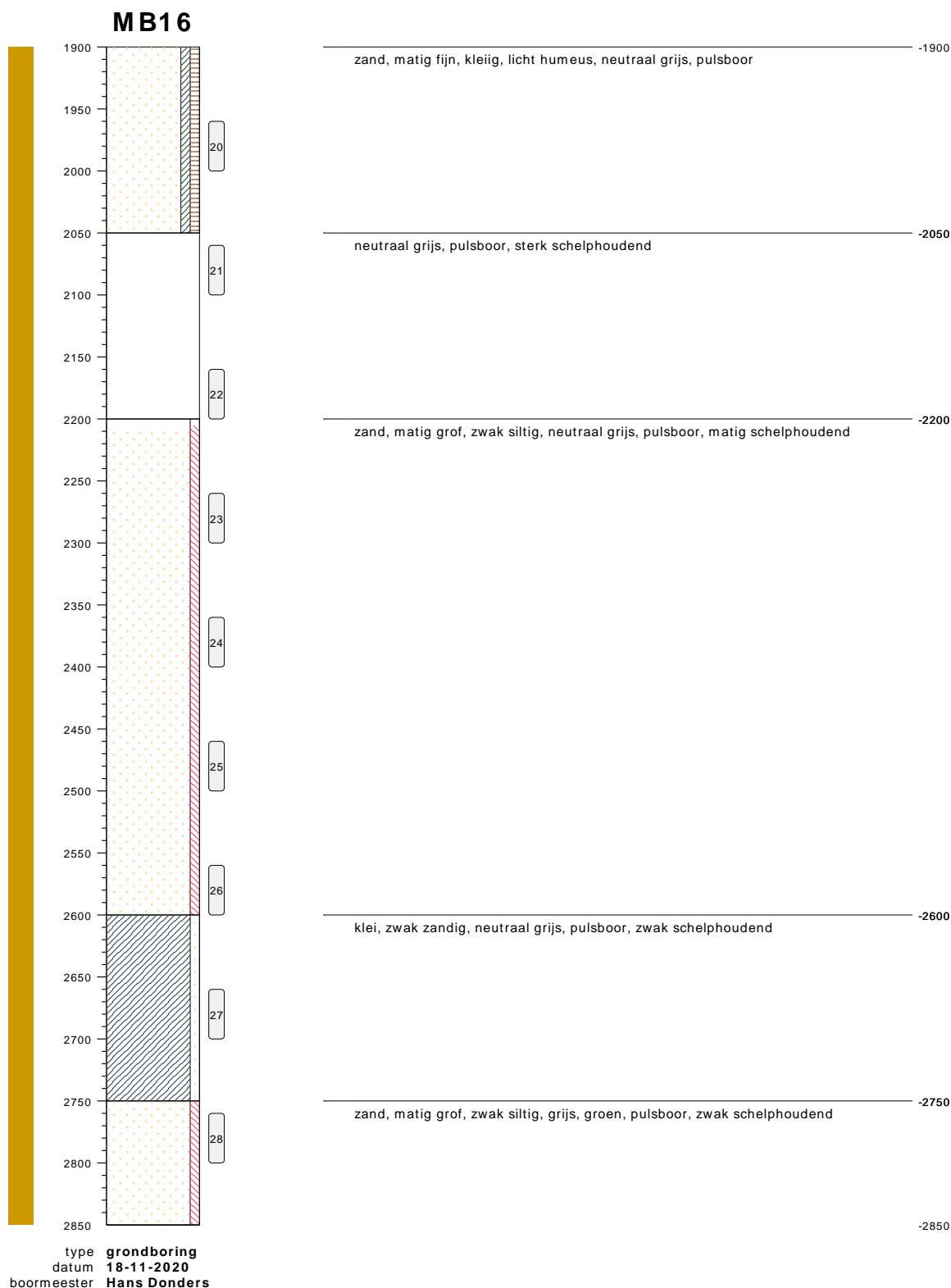
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



bodemprofielen **schaal 1:50**

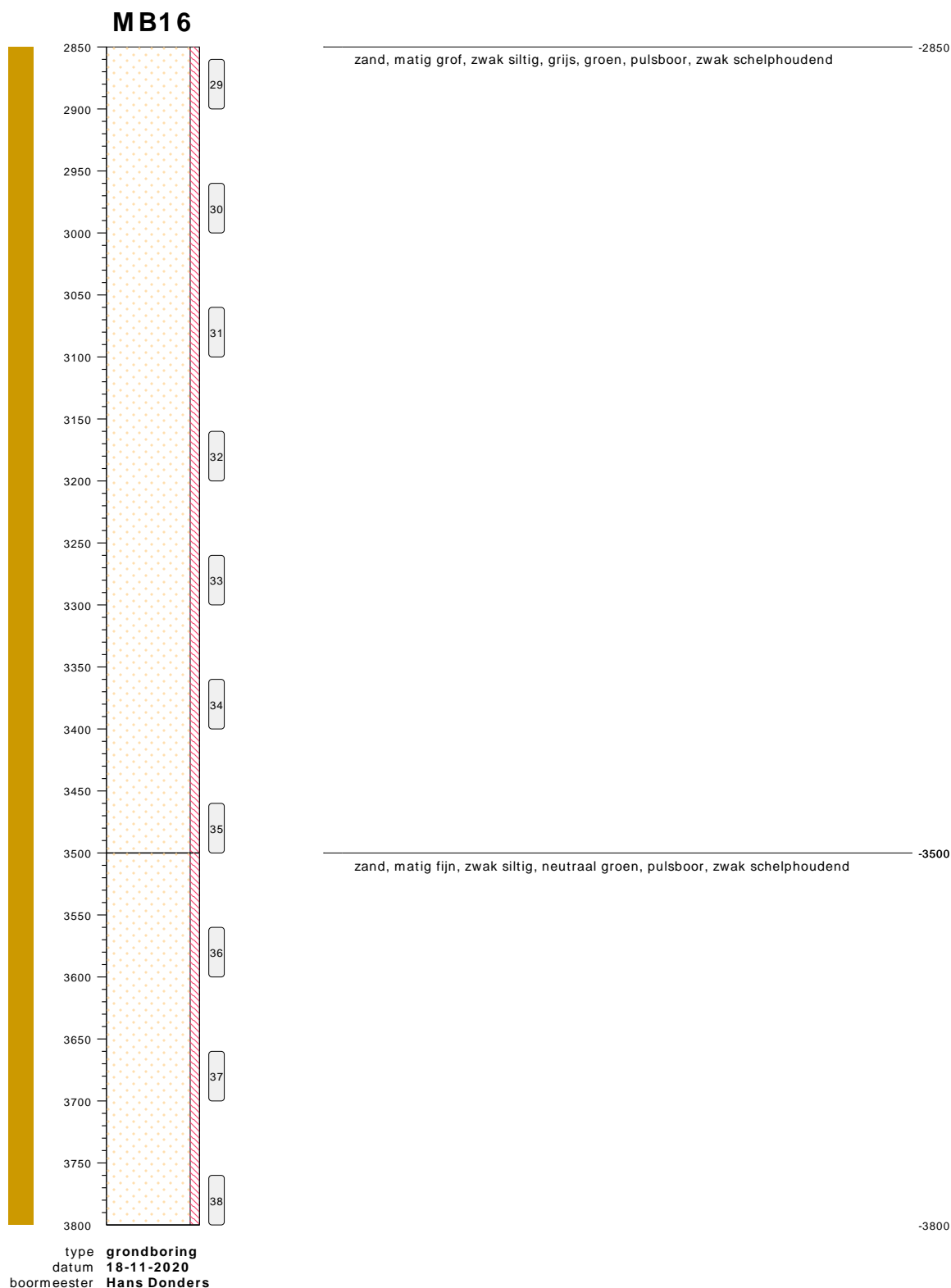
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
projectcode **2020-1142**  
getekend conform **NEN 5104**





## bodemprofielen **schaal 1:50**

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

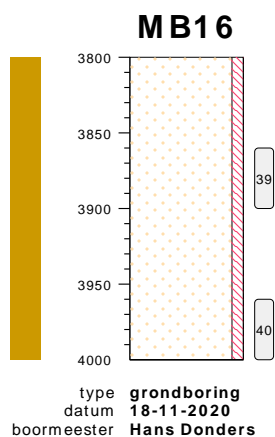


**bodemprofielen schaal 1:50**

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



0522 - 260 084



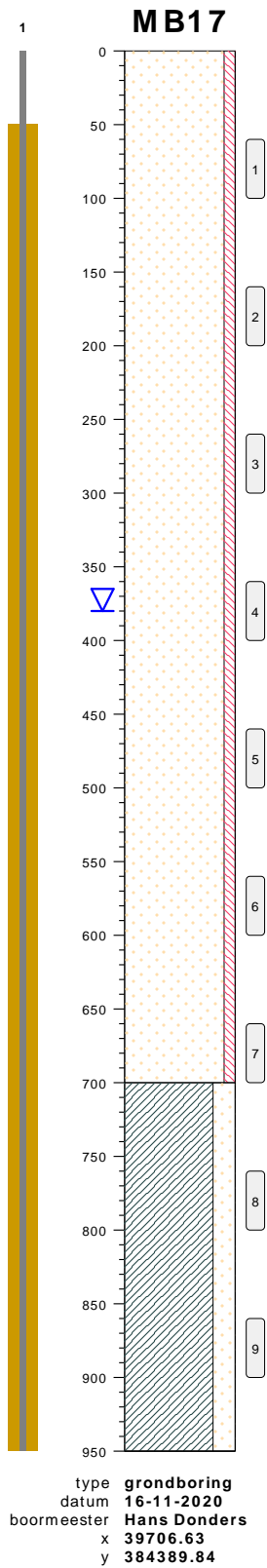
zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal groen, pulsboor, zwak schelphoudend -3800

-4000

bodemprofielen **schaal 1:50**

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





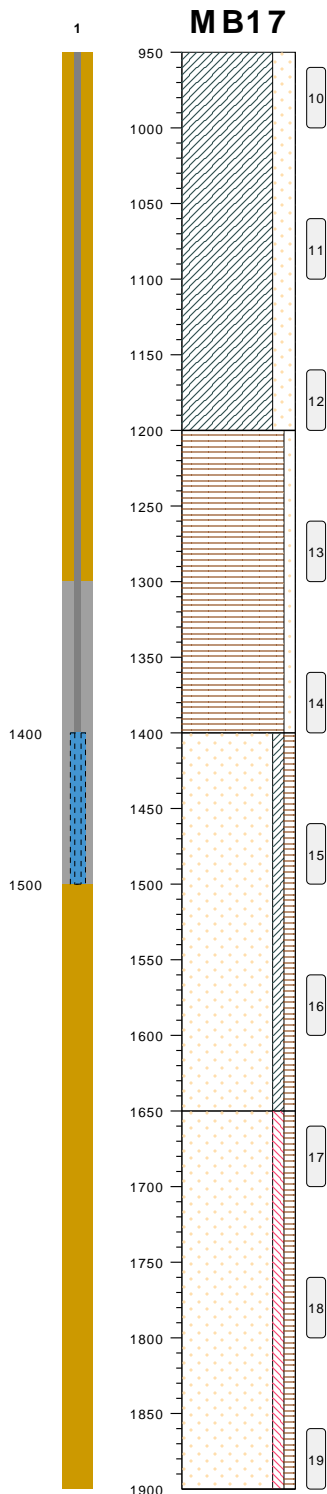
gras, NAP 688  
zand, matig grof, zwak siltig, neutraal grijs, matig schelpen, pulsboor

-12  
klei, sterk zandig, neutraal grijs, pulsboor

-262

bodemprofielen **schaal 1:50**

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



gras, NAP

klei, sterk zandig, neutraal grijs, pulsboor -262

veen, zwak zandig, neutraal bruin, pulsboor -512

zand, matig fijn, kleilig, licht humeus, neutraal grijs, pulsboor, -712

zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraal grijs, pulsboor -962

-1212

type **grondboring**  
 datum **16-11-2020**  
 boormeester **Hans Donders**  
 x **39706.63**  
 y **384389.84**

**bodemprofielen schaal 1:50**

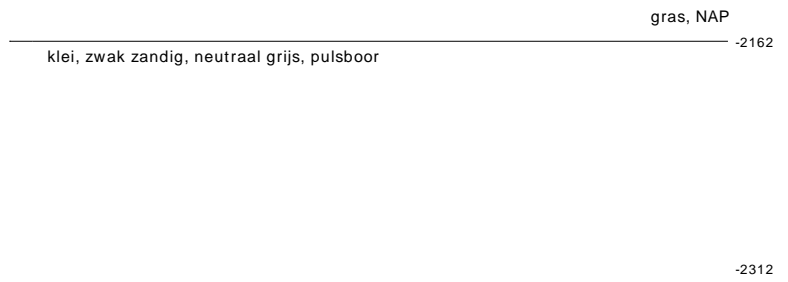
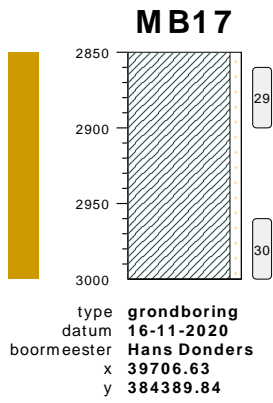
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



## bodemprofielen **schaal 1:50**

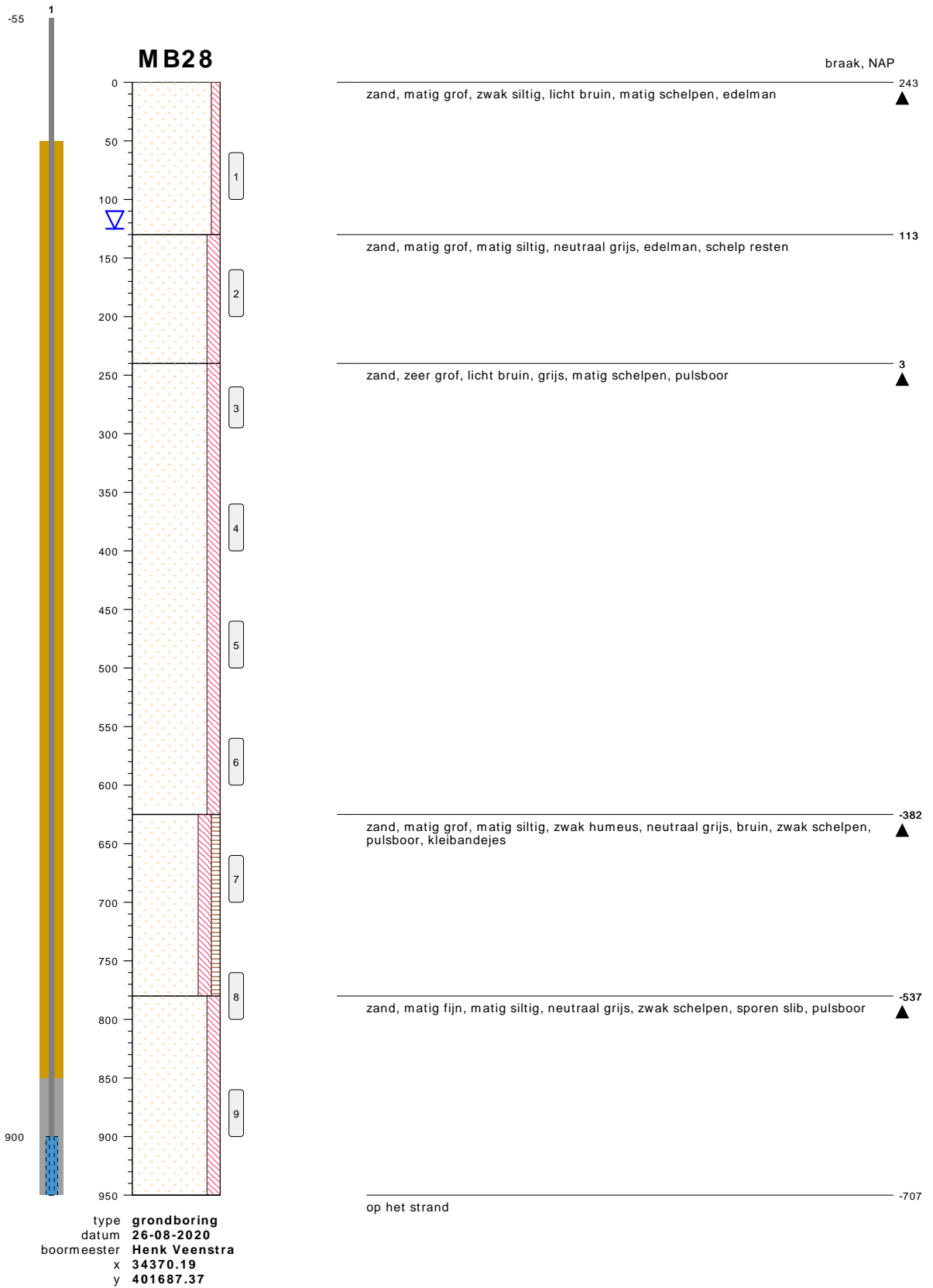
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
projectcode **2020-1142**  
getekend conform **NEN 5104**





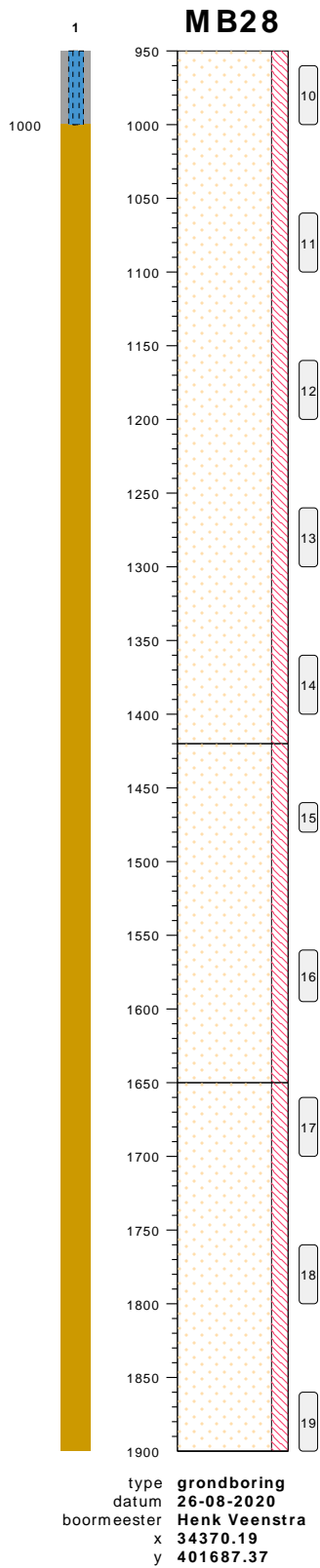
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



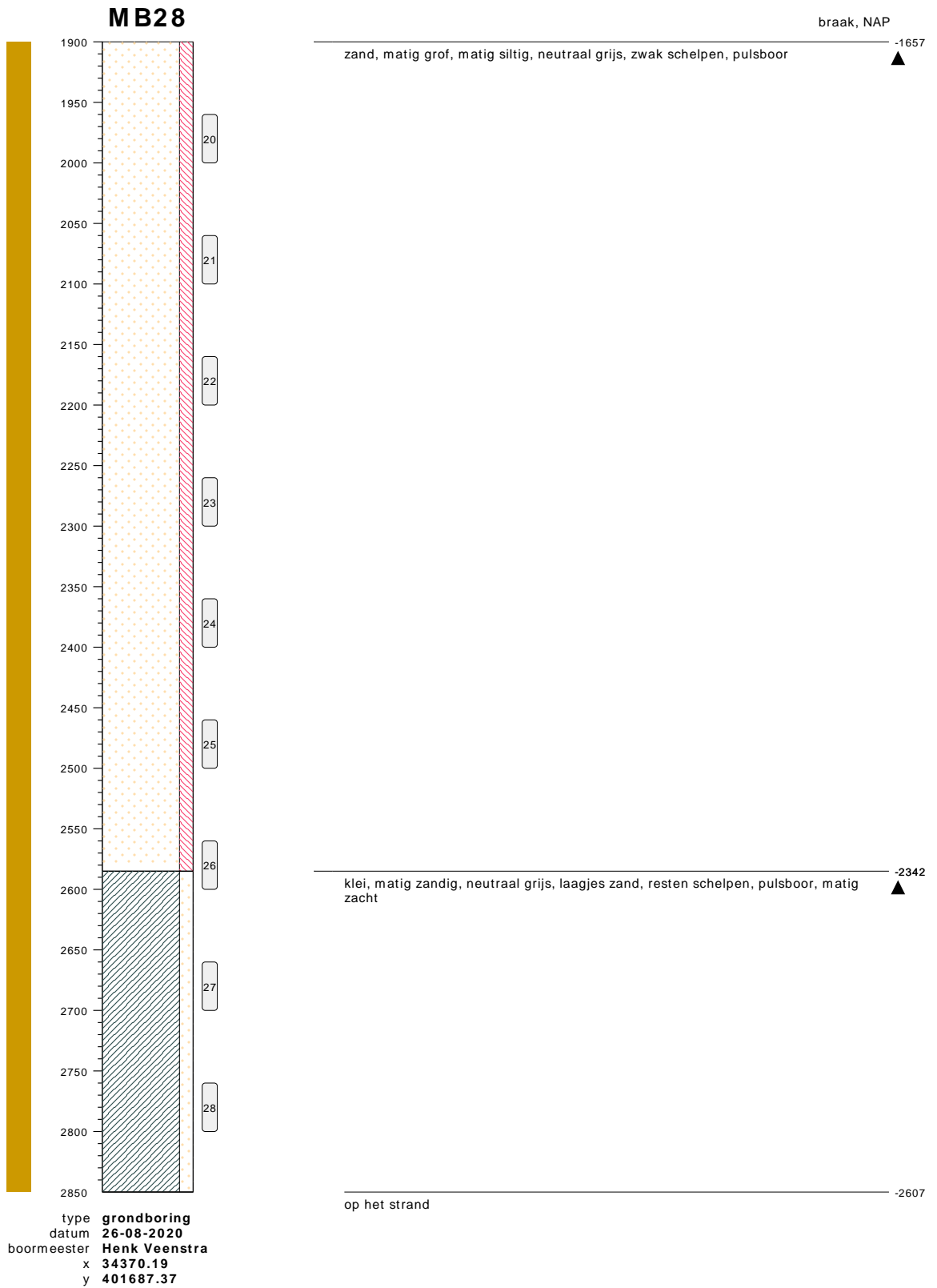
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

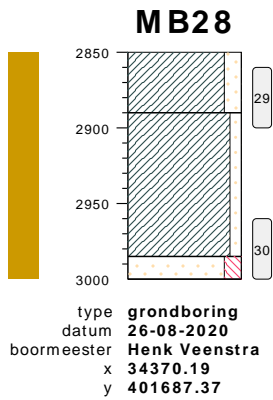
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



**bodemprofielen schaal 1:50**

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

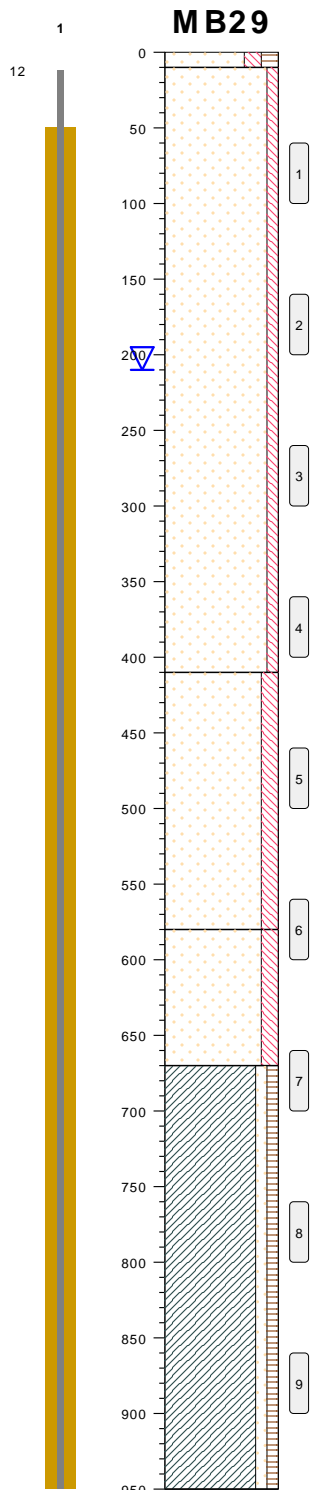




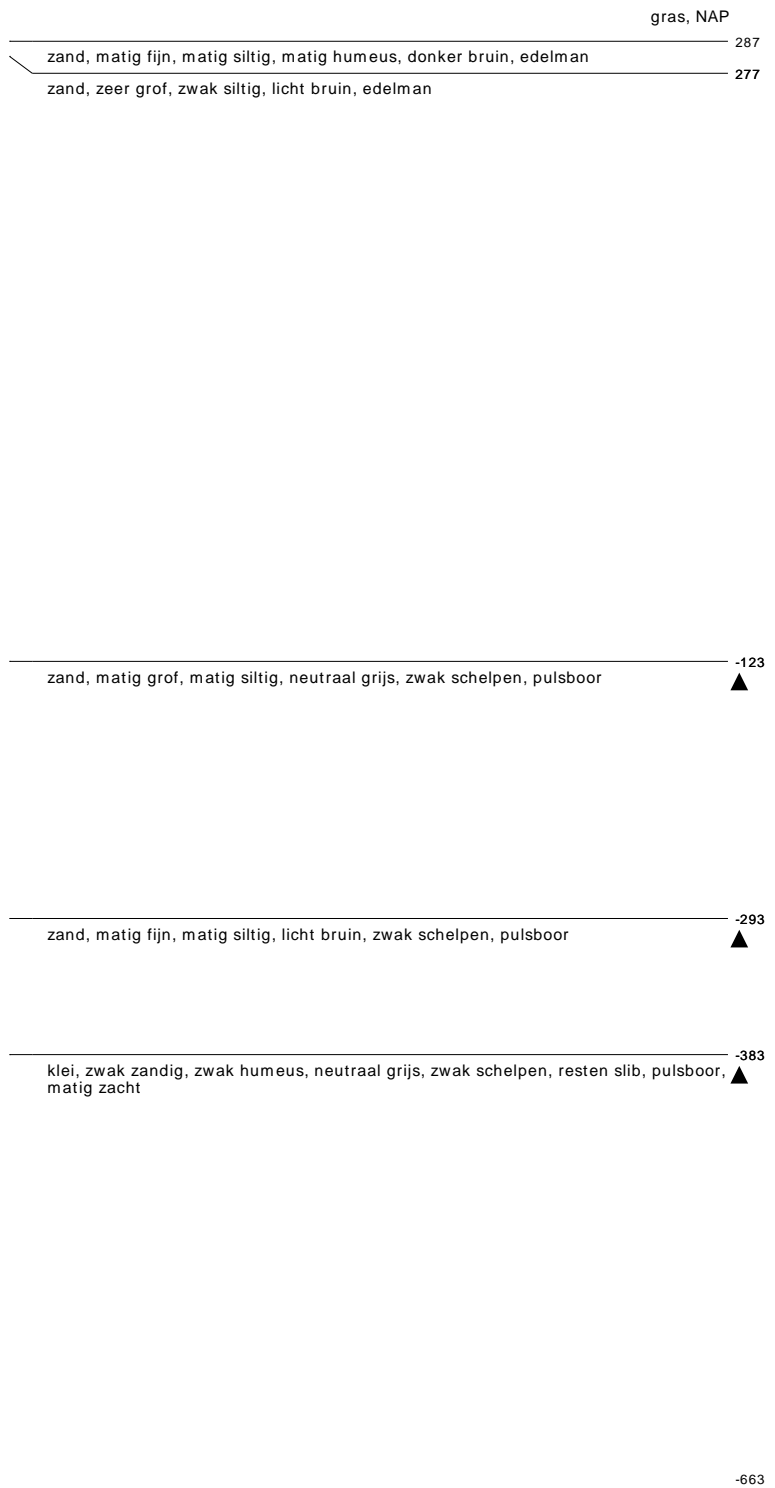
	braak, NAP
klei, matig zandig, neutraal grijs, laagjes zand, resten schelpen, pulsboor, matig zacht	-2607 ▲
klei, zwak zandig, neutraal grijs, pulsboor, matig hard	-2647
zand, matig fijn, matig siltig, neutraal grijs, sporen schelpen, pulsboor	-2742 ▲
op het strand	-2757

**bodemprofielen schaal 1:50**

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

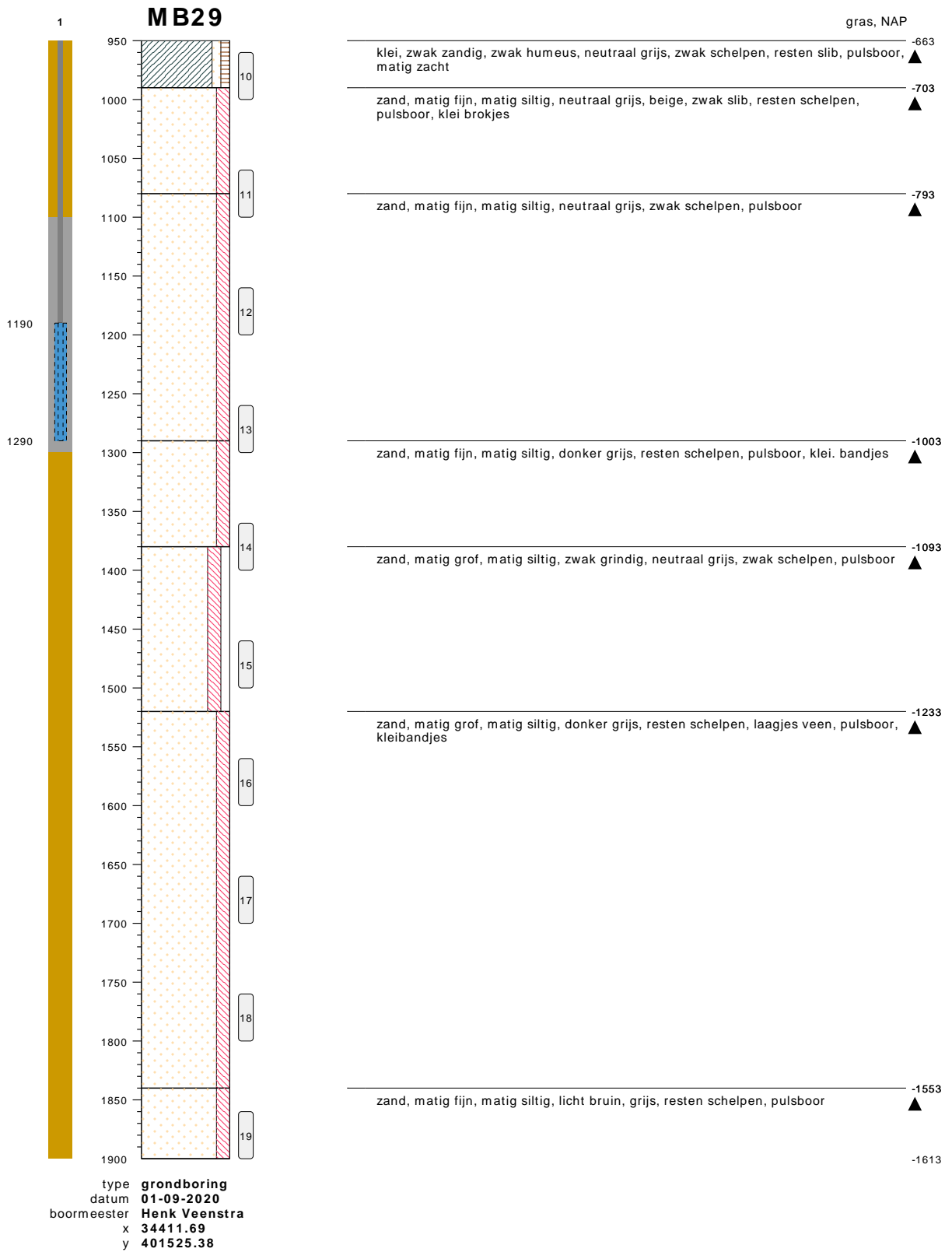


type **grondboring**  
 datum **01-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **34411.69**  
 y **401525.38**



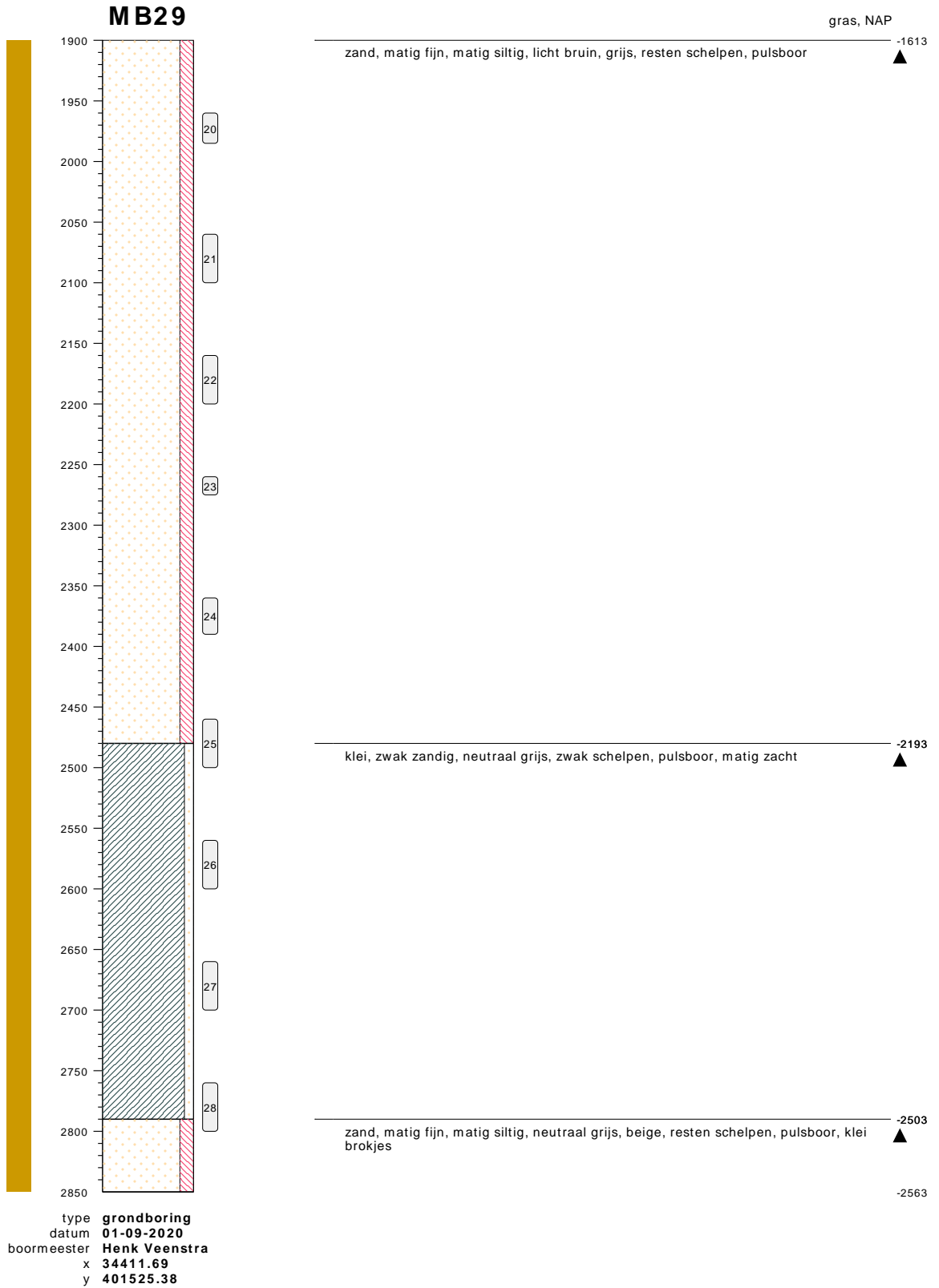
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

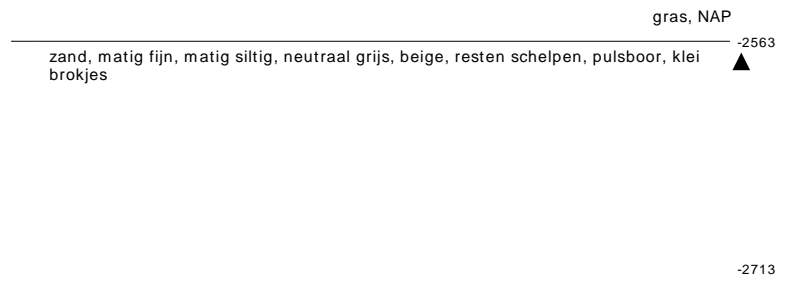
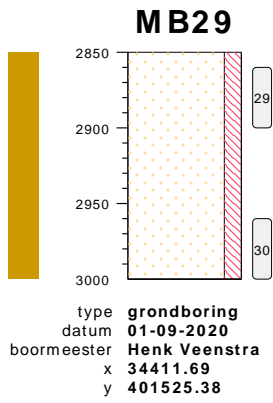
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



**bodemprofielen schaal 1:50**

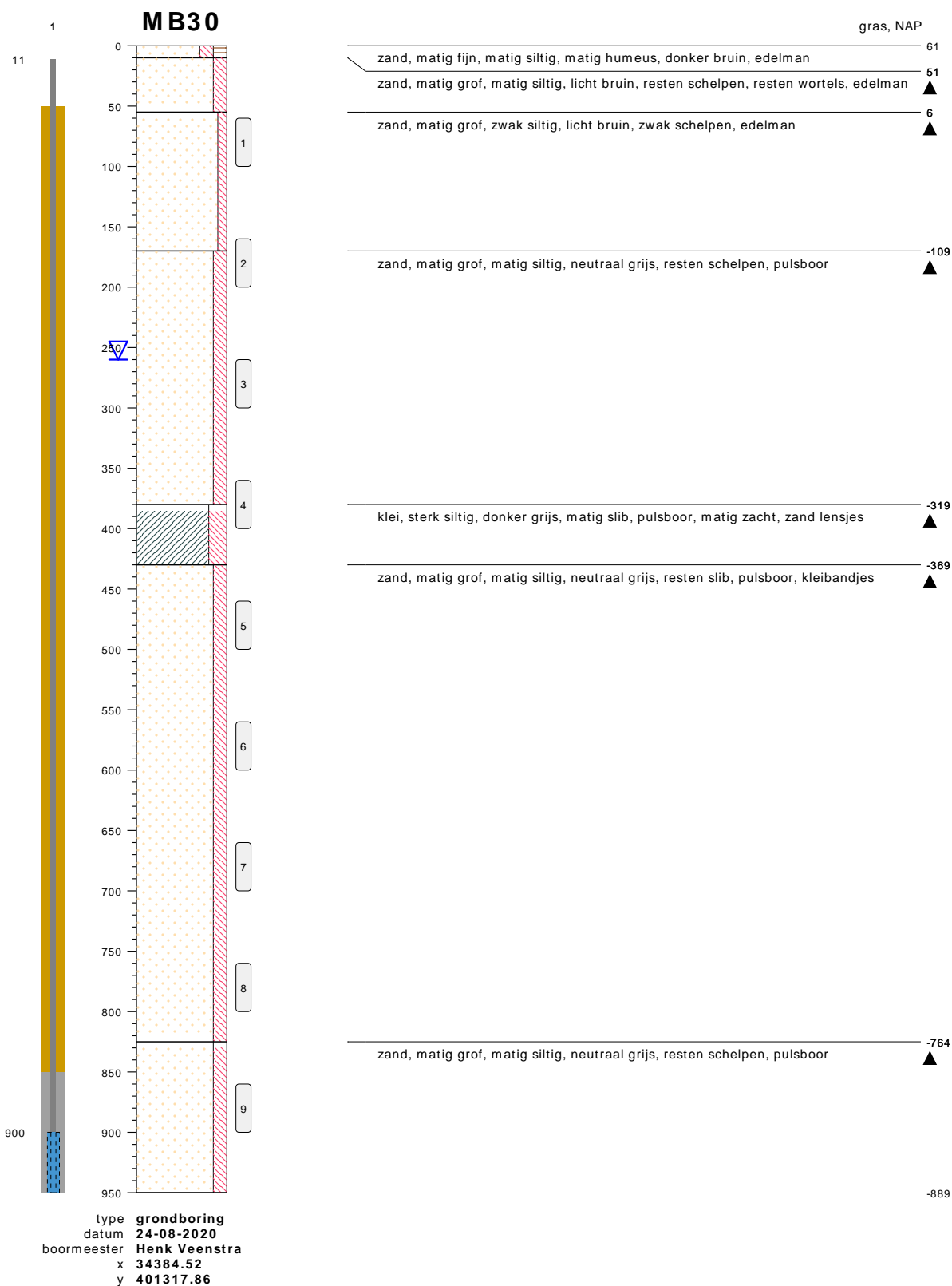
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





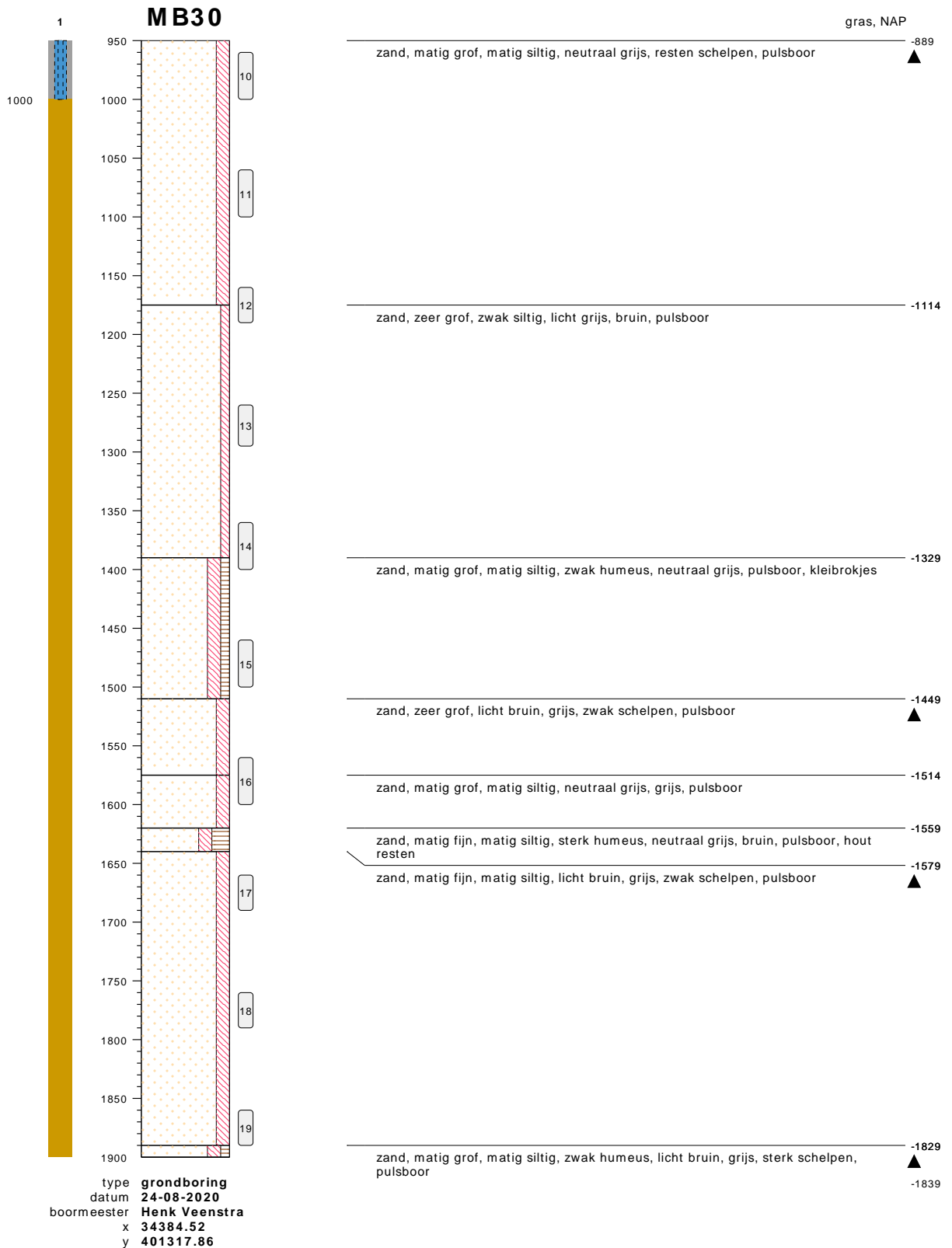
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



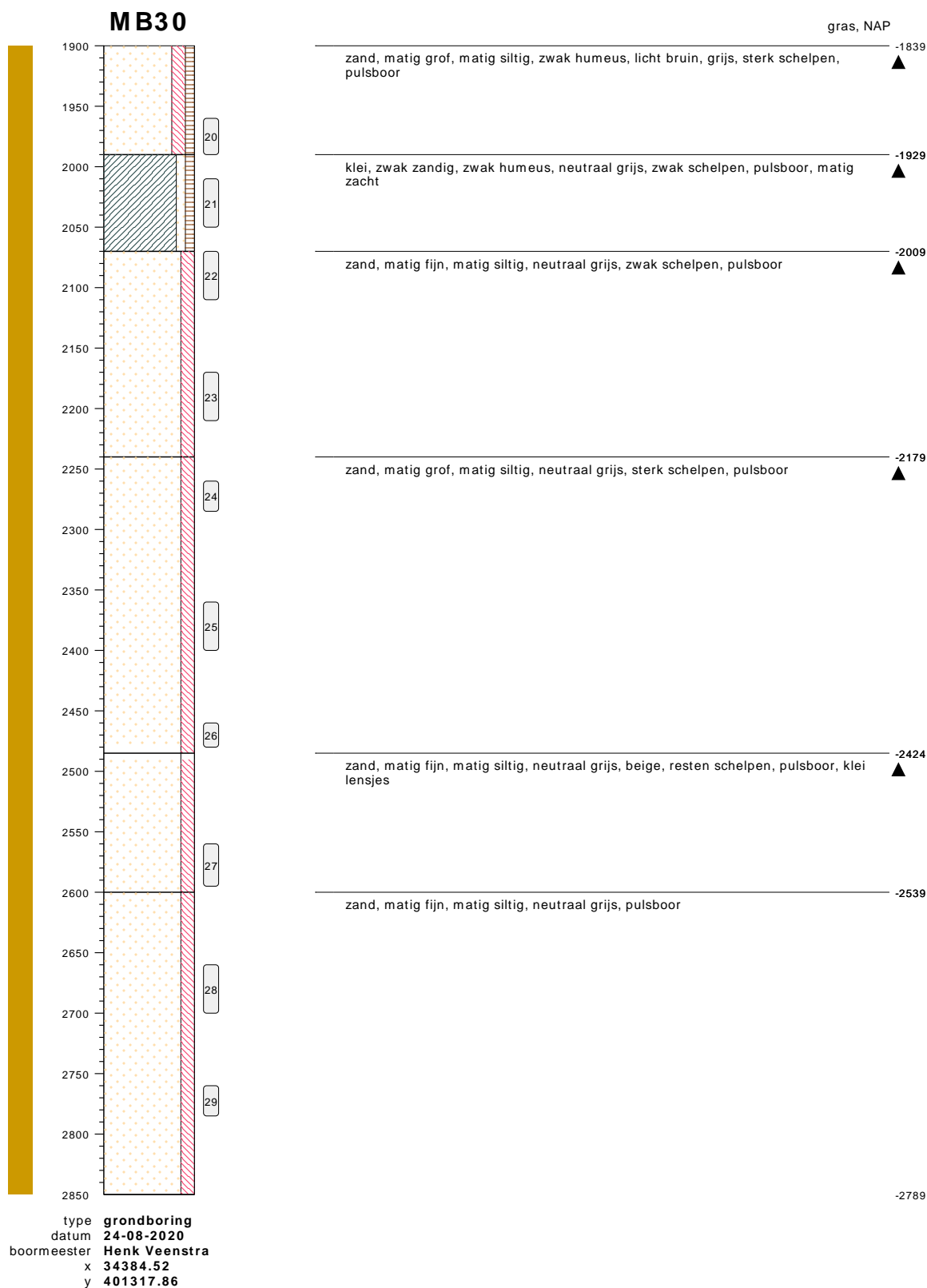
**bodemprofielen schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

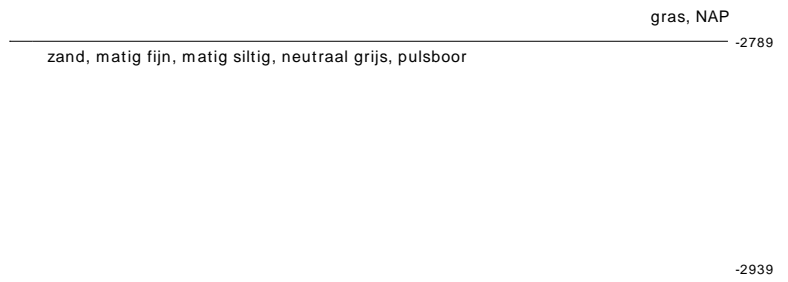
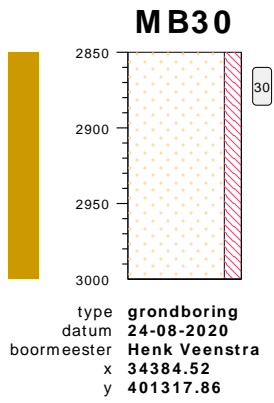
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



## bodemprofielen **schaal 1:50**

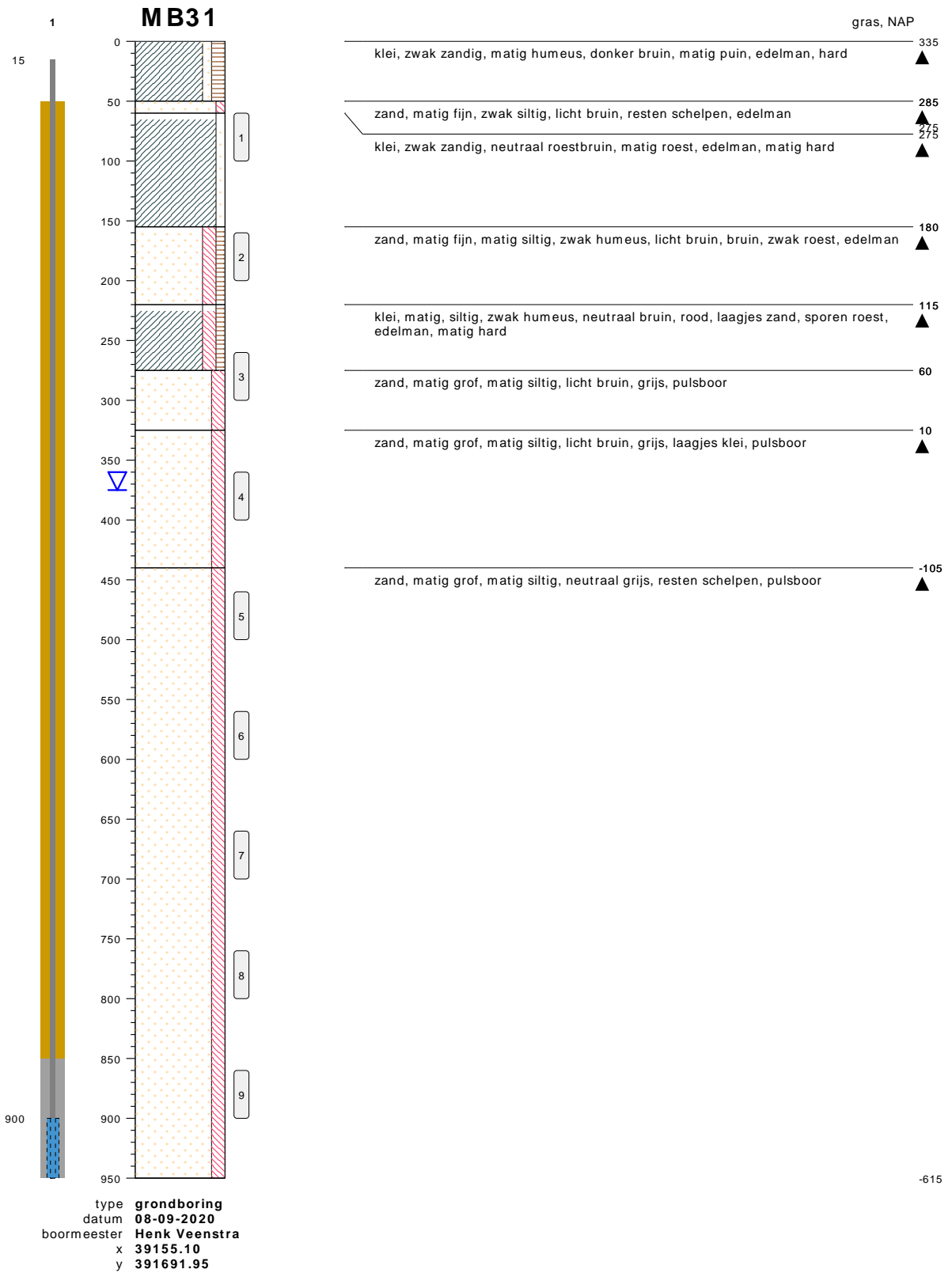
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**





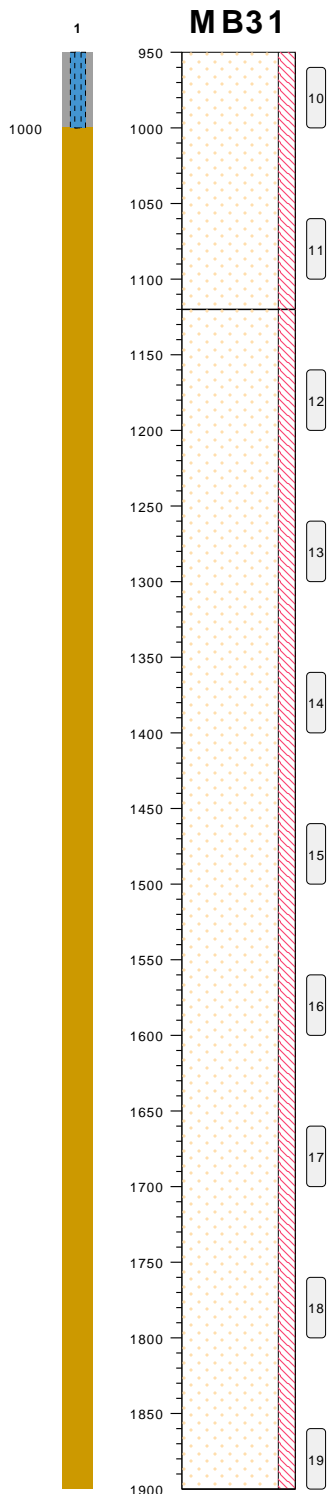
bodemprofielen **schaal 1:50**

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



**bodemprofielen schaal 1:50**

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



type **grondboring**  
 datum **08-09-2020**  
 boormeester **Henk Veenstra**  
 x **39155.10**  
 y **391691.95**

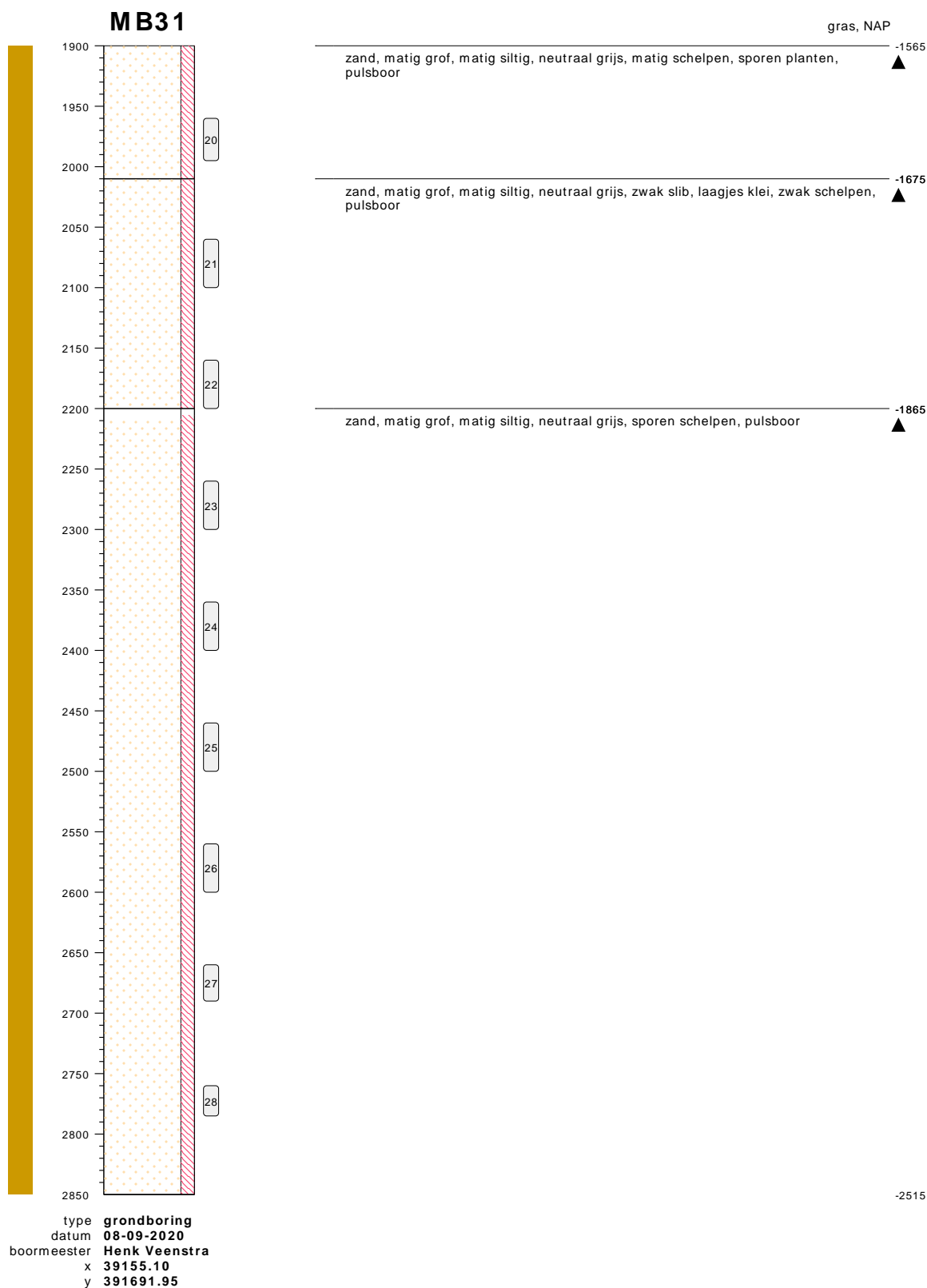
gras, NAP  
 zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, resten schelpen, pulsboor ▲ -615

zand, matig grof, matig siltig, neutraal grijs, matig schelpen, sporen planten, pulsboor ▲ -785

-1565

**bodemprofielen schaal 1:50**

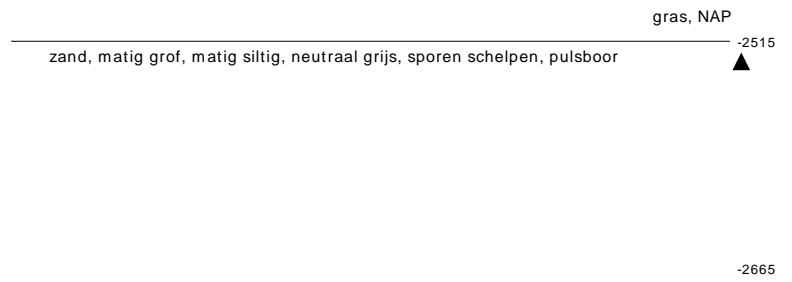
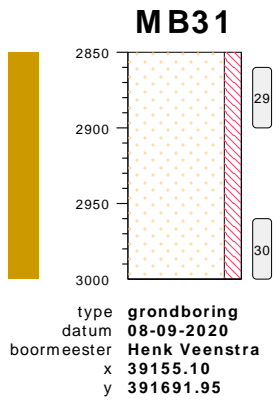
onderzoek **Borssele Ver Alpha**  
 projectcode **2020-1142**  
 getekend conform **NEN 5104**



## bodemprofielen **schaal 1:50**

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

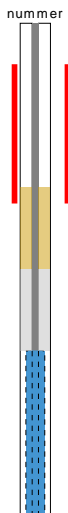




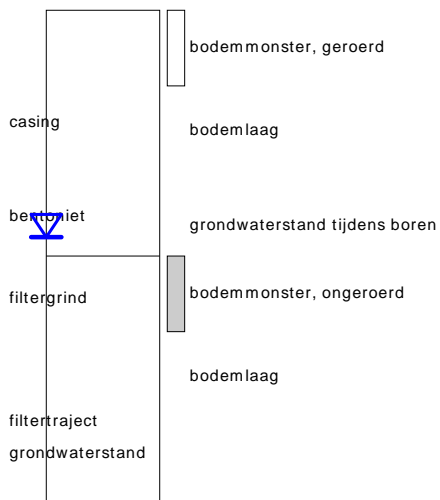
bodemprofielen **schaal 1:50**

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

## PEILBUIJS

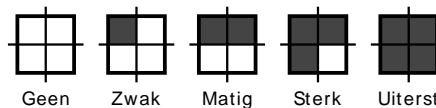


## BORING

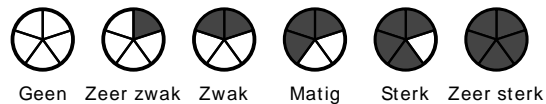


links= cm-maaiveld  
rechts= cm + NAP

## OLIE OP WATER REACTIE



## GEUR INTENISTEIT



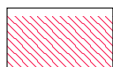
## GRONDSOORTEN



GRIND, grindig (G,g)



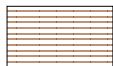
ZAND, zandig (Z,z)



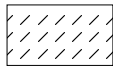
LEEM, siltig (L,s)



KLEI, kleilig (K,k)



VEEN, humeus (V,h)



slib

## VERHARDINGEN

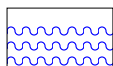


asfalt, beton, klinkers, tegels  
stelconplaat, ondoordringbare laag

## OVERIG



bodemvreemde bestanddelen aanwezig



water

## MATE VAN BIJMENGING



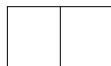
zwak - (0-5%)



matig - (5-15%)



sterk - (15-50%)



uiterst - (> 50%)

## GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)  
zf = zeer fijn (105-150 um)  
mf = matig fijn (150-210 um)  
mg = matig grof (210-300 um)  
zg = zeer grof (300-420 um)  
ug = uiterst grof (420-2000 um)

## GRADATIE GRIND

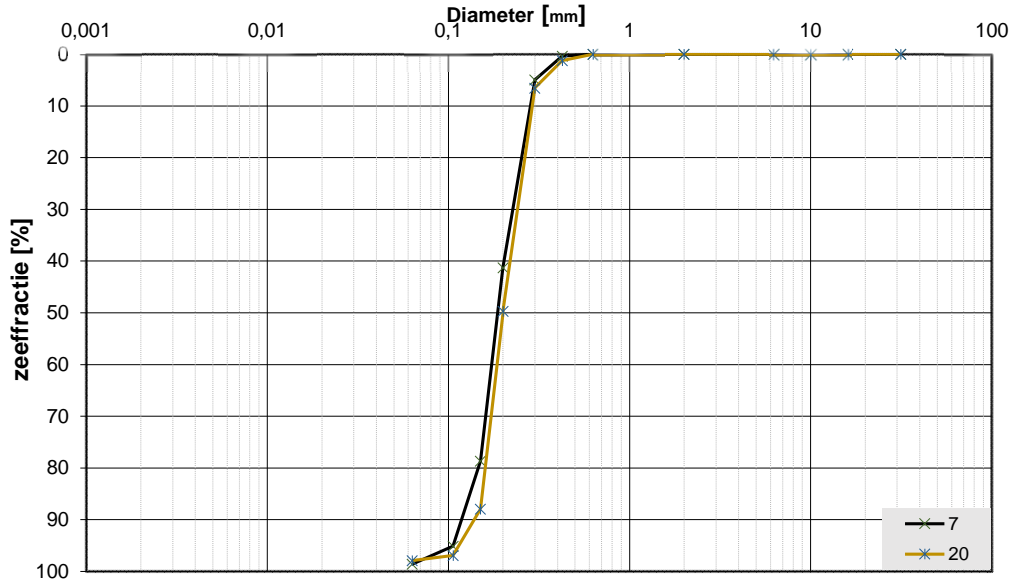
f = fijn (2-5.6 mm)  
mg = matig grof (5.6-16 mm)  
zg = zeer grof (16-63 mm)

## BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector  
bv = bodemvocht  
ow = olie op water

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB03 MB03  
**Monsternummer:** 7 20  
**Diepte m-mv:** 6,60-7,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
7			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	4,9	41,2	78,6	95,1	98,6
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	6,5	49,7	87,9	96,9	97,9

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
7	0,19	2,20	0,12	0,19	0,20	1,66	
20	0,20	2,42	0,15	0,20	0,22	1,51	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

7	Z(mf)s1, resten schelpen, gr
20	Z(mf)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>(na NEN 1093:2004)</small>	Torvane-test		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage		Porriën totaal	Porriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]			$W_g$ %	$e$ %				
MB03	1	0,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr		15,3	14,3	7,4	0,86	46,13	10,82	23,46		
MB03	2	1,70	Z(mf)s1, sporen schelpen, lbr		17,1	14,5	17,9	0,82	45,11	26,49	58,72		
MB03	3	2,70	Z(mf)s1		17,9	14,4	24,4	0,84	45,55	35,82	78,64		
MB03	4	3,70	Z(mf)s1		18,3	15,0	22,5	0,77	43,55	34,24	78,63		
MB03	5	4,70	Z(mf)s1		18,1	14,7	23,5	0,81	44,62	35,13	78,73		
MB03	6	5,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,4	15,1	21,7	0,75	42,87	33,42	77,96		
MB03	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,4	15,2	20,7	0,74	42,50	32,10	75,54		
MB03	8A	7,70	Z(mf)s1		18,5	15,3	21,0	0,73	42,17	32,77	77,69		
MB03	8B	7,80	Ks2h1, slibhoudend, dgr	75	13,7	8,3	63,7	2,18	68,52	54,13	79,00		
MB03	9	8,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	38	14,3	8,7	64,1	2,04	67,14	56,87	84,70		
MB03	10	9,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	48	14,1	8,3	69,6	2,19	68,65	58,97	85,90		
MB03	11	10,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	53	14,4	9,0	60,4	1,96	66,21	55,10	83,21		
MB03	12	11,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	63	14,9	9,8	52,5	1,70	63,02	52,41	83,16		
MB03	13	12,70	Ks2h1, resten zand, dgr	53	14,7	9,2	59,3	1,88	65,28	55,63	85,22		
MB03	14	13,70	Kz1h1, dgr	50	14,8	9,4	57,0	1,81	64,42	54,79	85,05		
MB03	15	14,70	Ks2h1, resten zand, dgr	58	15,0	9,7	54,2	1,73	63,37	53,59	84,57		
MB03	16	15,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		16,8	13,7	22,7	0,93	48,23	31,68	65,67		
MB03	17	16,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,8	14,6	21,8	0,81	44,79	32,45	72,46		
MB03	18	17,70	Z(mf)s1, gr		17,9	14,6	22,1	0,81	44,76	32,92	73,56		
MB03	19	18,70	Z(mf)s1, gr		18,0	14,9	20,8	0,78	43,69	31,65	72,43		
MB03	20	19,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,9	14,9	20,6	0,78	43,96	31,16	70,89		
MB03	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,9	14,7	21,9	0,81	44,71	32,75	73,26		
MB03	22	21,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,7	14,6	21,2	0,81	44,84	31,62	70,51		
MB03	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,0	15,0	19,7	0,77	43,37	30,13	69,48		
MB03	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,6	14,3	23,0	0,85	46,05	33,54	72,82		
MB03	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,5	14,6	19,8	0,82	45,01	29,44	65,41		
MB03	26	25,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,9	14,7	21,6	0,80	44,54	32,33	72,58		
MB03	27	26,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		16,8	13,8	22,1	0,92	48,02	31,09	64,74		
MB03	28	27,70	Z(mf)s1, gr		17,8	14,5	22,5	0,83	45,23	33,33	73,69		
MB03	29	28,70	Kz3, gr	65	17,5	13,8	26,5	0,92	47,81	37,33	78,07		
MB03	30	29,70	Z(mf)s1, gr		18,0	15,0	20,0	0,77	43,37	30,64	70,64		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzendgr)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>(naar NEN-ISO-14801)</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_{10}$	$\gamma_e$							
				$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{kN/m}^3]$	%	%	%	%	%	%
MB03	1	0,70	Z(mf)1, resten schelpen, lbr	18,7	14,3	31,0	0,86	46,13	45,16	97,91		
MB03	2	1,70	Z(mf)1, sporen schelpen, lbr	18,9	14,5	29,8	0,82	45,11	44,23	98,05		
MB03	3	2,70	Z(mf)1	18,8	14,4	30,5	0,84	45,55	44,90	98,57		
MB03	4	3,70	Z(mf)1	19,1	15,0	27,9	0,77	43,55	42,50	97,58		
MB03	5	4,70	Z(mf)1	19,0	14,7	29,3	0,81	44,62	43,77	98,09		
MB03	6	5,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,2	15,1	27,0	0,75	42,87	41,66	97,19		
MB03	7	6,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,6	0,74	42,50	41,39	97,39		
MB03	8A	7,70	Z(mf)1	19,4	15,3	26,6	0,73	42,17	41,49	98,39		
MB03	8B	7,80	Ks2h1, slibhoudend, dgr	75	14,9	8,3	78,6	2,18	68,52	66,83	97,54	
MB03	9	8,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	38	15,2	8,7	74,4	2,04	67,14	66,02	98,33	
MB03	10	9,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	48	14,9	8,3	79,3	2,19	68,65	67,18	97,86	
MB03	11	10,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	53	15,3	9,0	71,4	1,96	66,21	65,15	98,39	
MB03	12	11,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	63	15,9	9,8	62,2	1,70	63,02	62,18	98,66	
MB03	13	12,70	Ks2h1, resten zand, dgr	53	15,5	9,2	68,9	1,88	65,28	64,58	98,94	
MB03	14	13,70	Kz1h1, dgr	50	15,6	9,4	65,5	1,81	64,42	63,00	97,80	
MB03	15	14,70	Ks2h1, resten zand, dgr	58	15,8	9,7	62,4	1,73	63,37	61,74	97,43	
MB03	16	15,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,4	13,7	33,8	0,93	48,23	47,23	97,92		
MB03	17	16,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,0	14,6	29,5	0,81	44,79	44,02	98,30		
MB03	18	17,70	Z(mf)1, gr	18,9	14,6	29,4	0,81	44,76	43,84	97,94		
MB03	19	18,70	Z(mf)1, gr	19,1	14,9	28,0	0,78	43,69	42,64	97,60		
MB03	20	19,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,5	0,78	43,96	43,18	98,23		
MB03	21	20,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,0	14,7	29,4	0,81	44,71	43,97	98,34		
MB03	22	21,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,3	0,81	44,84	43,64	97,31		
MB03	23	22,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,8	0,77	43,37	42,53	98,06		
MB03	24	23,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,7	14,3	31,0	0,85	46,05	45,14	98,02		
MB03	25	24,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,01	44,34	98,49		
MB03	26	25,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,9	14,7	28,9	0,80	44,54	43,30	97,20		
MB03	27	26,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,4	13,8	33,7	0,92	48,02	47,28	98,45		
MB03	28	27,70	Z(mf)1, gr	18,9	14,5	30,0	0,83	45,23	44,42	98,21		
MB03	29	28,70	Kz3, gr	65	18,4	13,8	33,3	0,92	47,81	47,00	98,30	
MB03	30	29,70	Z(mf)1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,37	42,66	98,38		







Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torraneleest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porieën getal		Porieën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad	
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_s$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %									
MB04	1	0,70	Z(mf)s1, resten klei en schelpen, lgr	14,6	14,0	4,1	0,89	47,13	5,79	12,28									
MB04	2	1,70	Z(mf)	16,9	14,7	14,9	0,80	44,42	22,29	50,19									
MB04	3	2,70	Z(mg), gr	18,2	14,6	24,0	0,81	44,73	36,76	79,94									
MB04	4	3,70	Z(mg), gr	18,1	14,7	23,3	0,81	44,64	34,85	78,07									
MB04	5	4,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,3	14,9	22,7	0,78	43,78	34,45	78,69									
MB04	6	5,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,5	22,9	0,83	45,33	33,86	74,69									
MB04	7	6,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,3	15,2	20,4	0,74	42,58	31,63	74,28									
MB04	8	7,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,2	0,77	43,39	32,49	74,88									
MB04	9	8,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,2	15,2	19,6	0,75	42,74	30,35	71,02									
MB04	10	9,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,1	14,2	20,3	0,87	46,50	29,36	63,14									
MB04	11	10,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,6	22,2	0,82	44,99	33,06	73,47									
MB04	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,0	14,8	21,7	0,79	44,28	32,72	73,88									
MB04	13	12,70	Z(mg), gr	17,9	14,7	21,7	0,81	44,62	32,39	72,60									
MB04	14	13,70	Z(mg), gr	17,9	14,7	21,9	0,80	44,58	32,78	73,53									
MB04	15	14,70	Z(mg), gr	17,7	14,5	21,9	0,82	45,12	32,47	71,97									
MB04	16	15,70	Z(mg), gr	18,0	14,8	21,6	0,79	44,16	32,56	73,74									
MB04	17	16,70	Z(mg), gr	17,7	14,5	22,1	0,83	45,42	32,62	71,81									
MB04	18	17,70	Z(mg), gr	17,9	14,6	22,7	0,82	45,02	33,73	74,92									
MB04	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,9	14,7	21,9	0,81	44,65	32,73	73,29									
MB04	20	19,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,4	23,0	0,84	45,79	33,62	73,43									
MB04	21	20,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,6	21,8	0,81	44,73	32,56	72,81									
MB04	22	21,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,9	21,0	0,78	43,91	31,88	72,61									
MB04	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,1	15,1	19,9	0,76	43,05	30,64	71,16									
MB04	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,2	15,2	19,6	0,74	42,68	30,29	70,96									
MB04	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,9	18,8	0,78	43,74	28,64	65,48									
MB04	26	25,70	Z(mf)s1h1, resten schelpen en hout, gr	17,7	14,5	22,2	0,83	45,21	32,87	72,70									
MB04	27A	26,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	17,5	14,9	17,3	0,78	43,81	26,23	59,87									
MB04	27B	26,90	Vm, zw	30	9,8	2,1	364,0	5,64	92,05	78,18	84,94								
MB04	28	27,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	16,8	14,4	17,0	0,84	45,64	24,91	54,57									
MB04	29A	28,70	Z(zf)s1, gr	18,1	15,2	19,0	0,74	42,49	29,54	69,51									
MB04	29B	28,90	Kz1, laagjes zand, gr	17,5	13,9	25,9	0,90	47,42	36,82	77,65									
MB04	30A	29,60	Kz1, laagjes zand, gr	17,0	13,2	29,1	1,01	50,24	39,17	77,97									
MB04	30B	29,70	Z(zf)s1, gr	17,8	14,5	22,4	0,82	45,12	33,21	73,60									

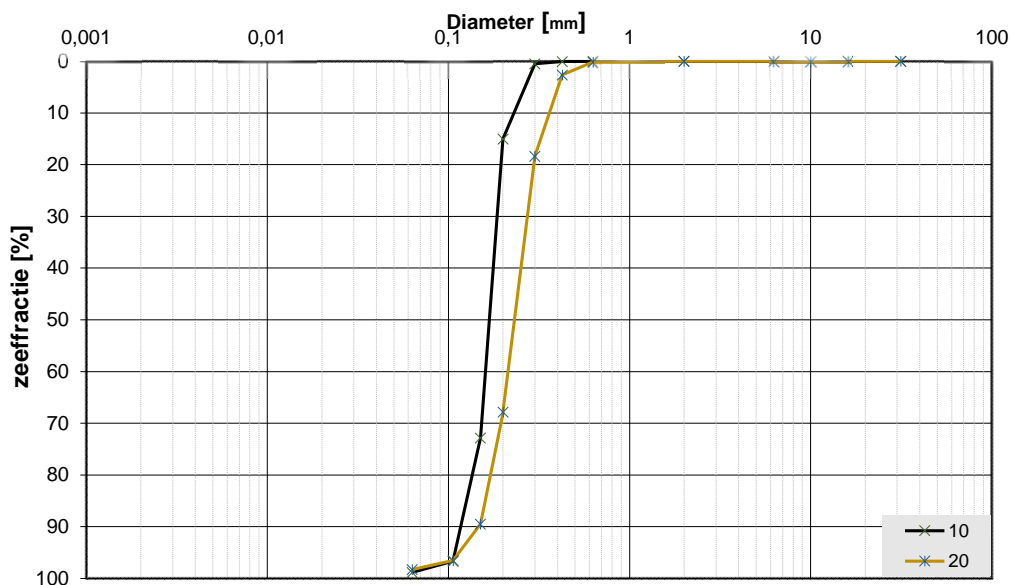
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzendgr)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-rmv	Grondsoort <small>naam: MB0-S100</small>	Torvaneest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porieën getal		Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_d$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %						
MB04	1	0,70	Z(mf)s1, resten klei en schelpen, igr	18,5	14,0	32,4	0,89	47,13	46,24	98,11						
MB04	2	1,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,2	0,80	44,42	43,88	98,77						
MB04	3	2,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,6	29,6	0,81	44,73	44,14	98,67						
MB04	4	3,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,64	43,85	98,24						
MB04	5	4,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,2	0,78	43,78	42,83	97,83						
MB04	6	5,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,5	30,2	0,83	45,33	44,58	98,35						
MB04	7	6,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,7	0,74	42,58	41,46	97,37						
MB04	8	7,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,7	0,77	43,39	42,39	97,69						
MB04	9	8,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,3	15,2	27,1	0,75	42,74	41,93	98,11						
MB04	10	9,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,6	14,2	31,4	0,87	46,50	45,40	97,65						
MB04	11	10,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,5	0,82	44,99	43,90	97,57						
MB04	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,28	43,25	97,67						
MB04	13	12,70	Z(mg), gr	18,9	14,7	29,0	0,81	44,62	43,34	97,14						
MB04	14	13,70	Z(mg), gr	18,9	14,7	29,0	0,80	44,58	43,37	97,28						
MB04	15	14,70	Z(mg), gr	18,9	14,5	29,9	0,82	45,12	44,31	98,21						
MB04	16	15,70	Z(mg), gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,16	43,32	98,08						
MB04	17	16,70	Z(mg), gr	18,8	14,5	30,2	0,83	45,42	44,49	97,94						
MB04	18	17,70	Z(mg), gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,02	44,24	98,28						
MB04	19	18,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,65	43,80	98,09						
MB04	20	19,70	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,7	0,84	45,79	44,94	98,14						
MB04	21	20,70	Z(mf)s1, gr	18,9	14,6	29,3	0,81	44,73	43,73	97,77						
MB04	22	21,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,91	42,95	97,80						
MB04	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,1	27,5	0,76	43,05	42,25	98,13						
MB04	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,9	0,74	42,68	41,70	97,70						
MB04	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,0	0,78	43,74	42,50	97,17						
MB04	26	25,70	Z(mf)s1h1, resten schelpen en hout, gr	18,9	14,5	29,9	0,83	45,21	44,27	97,92						
MB04	27A	26,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,1	14,9	28,1	0,78	43,81	42,65	97,37						
MB04	27B	26,90	Vm, zw	30	11,0	2,1	421,5	5,64	92,05	90,52	98,34					
MB04	28	27,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,8	14,4	30,5	0,84	45,64	44,81	98,18						
MB04	29A	28,70	Z(zf)s1, gr	19,4	15,2	27,0	0,74	42,49	41,92	98,64						
MB04	29B	28,90	Kz1, laagjes zand, gr	18,5	13,9	32,7	0,90	47,42	46,39	97,84						
MB04	30A	29,60	Kz1, laagjes zand, gr	18,0	13,2	36,6	1,01	50,24	49,18	97,90						
MB04	30B	29,70	Z(zf)s1, gr	18,9	14,5	29,7	0,82	45,12	44,01	97,55						

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB6 MB6  
**Monsternummer:** 10 20  
**Diepte m-mv:** 9,60-10,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
10			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	15,0	72,8	96,7	98,8
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,6	18,3	67,8	89,5	96,5	98,3

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
10	0,17	1,85	0,12	0,17	0,18	1,49	
20	0,24	2,75	0,15	0,24	0,26	1,69	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

10	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr
20	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tv	Grondsoort <small>conform MBN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droop volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_0$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{cr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$W_g$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %				
MB06	1	0,80	Z(mf)sh2, resten wortels, dgr	17,4	13,5	29,5	0,97	49,22	40,43	82,16		
MB06	2	1,80	Z(mf)sh2, brokjes klei, sporen roest, gr/lbr	16,9	13,2	28,1	1,00	50,12	37,90	75,63		
MB06	3	2,80	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	21,8	0,78	43,70	33,18	75,94		
MB06	4	3,80	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,7	0,78	43,89	34,36	78,29		
MB06	5	4,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	22,2	0,77	43,51	33,84	77,77		
MB06	6	5,80	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,1	0,78	43,66	33,64	77,04		
MB06	7	6,80	Z(mf)s1, gr	18,4	15,0	22,8	0,76	43,33	34,97	80,71		
MB06	8	7,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	22,3	0,77	43,57	34,03	78,11		
MB06	9	8,80	Z(mf)s1, gr	17,3	14,3	20,8	0,85	45,88	30,38	66,21		
MB06	10	9,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,2	14,8	23,5	0,80	44,32	35,33	79,73		
MB06	11	10,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,2	14,8	22,8	0,79	44,23	34,39	77,75		
MB06	12	11,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,3	14,9	22,7	0,78	43,69	34,59	79,15		
MB06	13	12,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,6	15,4	20,8	0,72	41,83	32,61	77,95		
MB06	14	13,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,3	15,1	21,2	0,75	42,87	32,70	76,27		
MB06	15	14,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,0	15,0	20,1	0,76	43,29	30,73	71,00		
MB06	16	15,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,3	20,6	0,73	42,27	32,15	76,07		
MB06	17	16,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,4	20,1	0,72	42,00	31,43	74,83		
MB06	18	17,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,3	20,8	0,73	42,11	32,52	77,23		
MB06	19	18,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,4	20,4	0,72	41,95	32,02	76,33		
MB06	20	19,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,3	21,0	0,73	42,22	32,76	77,58		
MB06	21	20,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,4	15,2	21,3	0,75	42,79	32,92	76,94		
MB06	22	21,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,3	15,3	19,6	0,73	42,29	30,61	72,37		
MB06	23	22,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,7	19,7	0,69	40,66	31,61	77,74		
MB06	24	23,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,7	19,8	0,69	40,90	31,56	77,16		
MB06	25	24,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,3	15,4	18,6	0,72	41,75	29,19	69,93		
MB06	26A	25,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,5	15,6	18,9	0,70	41,22	30,08	72,98		
MB06	26B	25,90	Kz3, gr	17,5	13,2	32,6	1,01	50,30	43,77	87,02		
MB06	27	26,80	Kz3, gr	18,2	15,0	21,5	0,77	43,38	32,91	75,85		
MB06	28	27,80	Kz3, gr	17,3	13,3	30,0	0,99	49,69	40,81	82,12		
MB06	29	28,80	Kz3, gr	17,4	13,9	24,8	0,90	47,47	35,22	74,18		
MB06	30	29,80	Kz3, gr	18,3	15,2	20,4	0,74	42,69	31,62	74,08		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

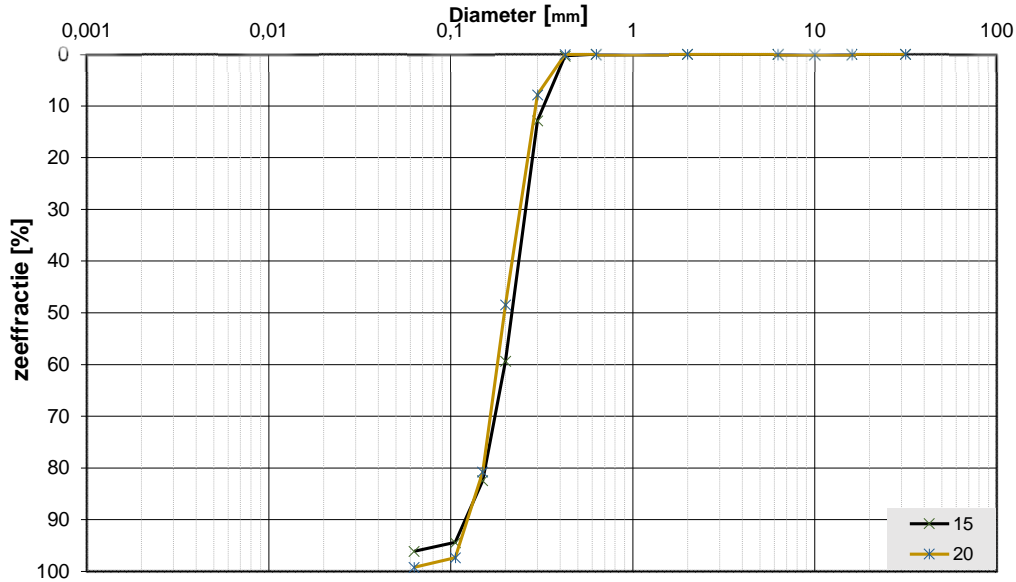
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Booring	Monster nummer	Diepte in m-tmv	Grondsoort <small>volgens NEN 5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_0$	$\gamma_{sat}$							
				$\gamma_0$	$\gamma_{sat}$	$W_g$	$e$	$n$	$W_v$	$S_r$		
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	%	%	%		
MB06	1	0,80	Z(mf)sh2, resten wortels, dgr	18,2	13,5	35,1	0,97	49,22	48,21	97,95		
MB06	2	1,80	Z(mf)sh2, brokjes klei, sporen roest, gr/lbr	18,0	13,2	36,2	1,00	50,12	48,75	97,27		
MB06	3	2,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,2	0,78	43,70	42,86	98,08		
MB06	4	3,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,2	0,78	43,89	42,75	97,40		
MB06	5	4,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	28,0	0,77	43,51	42,71	98,17		
MB06	6	5,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,66	42,99	98,46		
MB06	7	6,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,8	0,76	43,33	42,60	98,32		
MB06	8	7,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	28,2	0,77	43,57	42,96	98,62		
MB06	9	8,80	Z(mf)s1, gr	18,7	14,3	30,5	0,85	45,88	44,64	97,28		
MB06	10	9,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,0	14,8	29,0	0,80	44,32	43,57	98,31		
MB06	11	10,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,23	43,24	97,75		
MB06	12	11,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,69	43,06	98,55		
MB06	13	12,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,4	26,0	0,72	41,83	40,78	97,49		
MB06	14	13,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,1	27,3	0,75	42,87	42,06	98,11		
MB06	15	14,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,29	42,20	97,48		
MB06	16	15,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,3	26,5	0,73	42,27	41,37	97,87		
MB06	17	16,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,4	26,3	0,72	42,00	41,17	98,02		
MB06	18	17,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,3	26,5	0,73	42,11	41,38	98,27		
MB06	19	18,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,4	26,4	0,72	41,95	41,37	98,62		
MB06	20	19,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,3	26,7	0,73	42,22	41,69	98,74		
MB06	21	20,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,2	27,1	0,75	42,79	41,95	98,04		
MB06	22	21,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,3	26,4	0,73	42,29	41,19	97,41		
MB06	23	22,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,6	15,7	24,8	0,69	40,66	39,80	97,89		
MB06	24	23,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,6	15,7	25,0	0,69	40,90	39,91	97,58		
MB06	25	24,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,4	15,4	25,9	0,72	41,75	40,70	97,48		
MB06	26A	25,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,6	15,6	25,5	0,70	41,22	40,54	98,36		
MB06	26B	25,90	Kz3, gr	18,0	13,2	36,7	1,01	50,30	49,23	97,87		
MB06	27	26,80	Kz3, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,38	42,60	98,20		
MB06	28	27,80	Kz3, gr	18,1	13,3	36,0	0,99	49,69	48,99	98,58		
MB06	29	28,80	Kz3, gr	18,5	13,9	32,9	0,90	47,47	46,68	98,33		
MB06	30	29,80	Kz3, gr	19,3	15,2	26,9	0,74	42,69	41,72	97,73		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB07 MB07  
**Monsternummer:** 15 20  
**Diepte m-mv:** 14,60-14,95 19,60-19,95

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
15			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	12,8	59,3	82,4	94,4	96,1
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	48,5	80,7	97,3	99,2

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
15	0,22	2,49	0,14	0,22	0,24	1,81
20	0,20	2,34	0,13	0,20	0,22	1,74

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

15	Z(mf)s1, gr
20	Z(mf), sporen schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN 5740</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$	$\gamma_{gr}$							
				$\text{[kN/m}^3\text{]}$	$\text{[kN/m}^3\text{]}$	$\text{[kN/m}^3\text{]}$	%	%	%	%	%	
MB07	1	0,70	Ks1h1, sporen roest, dgr	225	18,1	15,0	21,2	0,77	43,56	32,34	74,25	
MB07	2	1,70	Kz3h1, sporen roest, dgr	35	16,1	11,7	37,5	1,27	55,92	44,63	79,82	
MB07	3	2,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	25	14,4	8,7	65,4	2,03	67,05	58,22	86,84	
MB07	4	3,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	17,4	13,1	32,6	1,02	50,39	43,73	86,78		
MB07	5	4,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	17,2	12,7	35,4	1,09	52,20	45,71	87,57		
MB07	6	5,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	16,7	12,0	38,6	1,20	54,55	47,39	86,88		
MB07	7	6,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	17,2	12,9	32,8	1,05	51,20	43,27	84,50		
MB07	8A	7,70	Z(mf)s1h1, gr	17,9	14,2	25,8	0,87	46,41	37,29	80,35		
MB07	8B	7,80	Z(mf)s2h1, resten klei, dgr	15,8	10,7	48,3	1,49	59,77	52,45	87,76		
MB07	9	8,70	Z(mf)s2h1, resten klei, dgr	17,8	13,9	28,1	0,91	47,54	39,82	83,76		
MB07	10	9,70	Z(zf)s2, resten klei, gr	17,2	13,0	32,3	1,04	50,92	42,85	84,14		
MB07	11	10,70	Z(zf)s2, resten klei, gr	16,0	11,0	45,9	1,41	58,58	51,37	87,69		
MB07	12	11,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	14,5	9,2	58,2	1,89	65,46	54,29	82,94		
MB07	13	12,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	38	14,9	9,9	51,2	1,68	62,70	51,55	82,23	
MB07	14	13,70	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	17,8	14,6	22,1	0,82	45,09	32,77	72,68		
MB07	15	14,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	21,7	0,79	44,17	32,78	74,21		
MB07	16	15,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,4	23,0	0,84	45,63	33,81	74,10		
MB07	17	16,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,3	23,9	0,85	45,96	34,95	76,03		
MB07	18	17,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	21,8	0,79	44,20	32,86	74,34		
MB07	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,7	21,6	0,81	44,62	32,25	72,29		
MB07	20	19,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,8	20,3	0,79	44,15	30,68	69,50		
MB07	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,0	15,1	19,5	0,76	43,18	29,91	69,26		
MB07	22	21,70	Z(mf)s1, gr	16,8	14,0	19,7	0,89	47,18	28,07	59,50		
MB07	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,4	14,4	20,6	0,84	45,53	30,35	66,67		
MB07	24	23,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,1	19,5	0,75	42,94	30,07	70,02		
MB07	25	24,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,7	14,9	18,7	0,77	43,66	28,47	65,21		
MB07	26	25,70	Z(zg), resten schelpen, lgr	17,6	14,9	18,2	0,78	43,79	27,59	63,00		
MB07	27	26,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,5	14,5	20,6	0,82	45,14	30,48	67,53		
MB07	28	27,70	Z(mg), gr	18,1	15,0	21,0	0,77	43,48	32,04	73,69		
MB07	29	28,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,9	20,1	0,77	43,60	30,67	70,36		
MB07	30A	29,65	Z(mf)s1, gr	17,8	14,9	19,7	0,78	43,78	29,89	68,28		
MB07	30B	29,70-29,75	Vm, zw (laagje)	9,2	2,8	229,8	4,04	89,52	65,01	72,62		

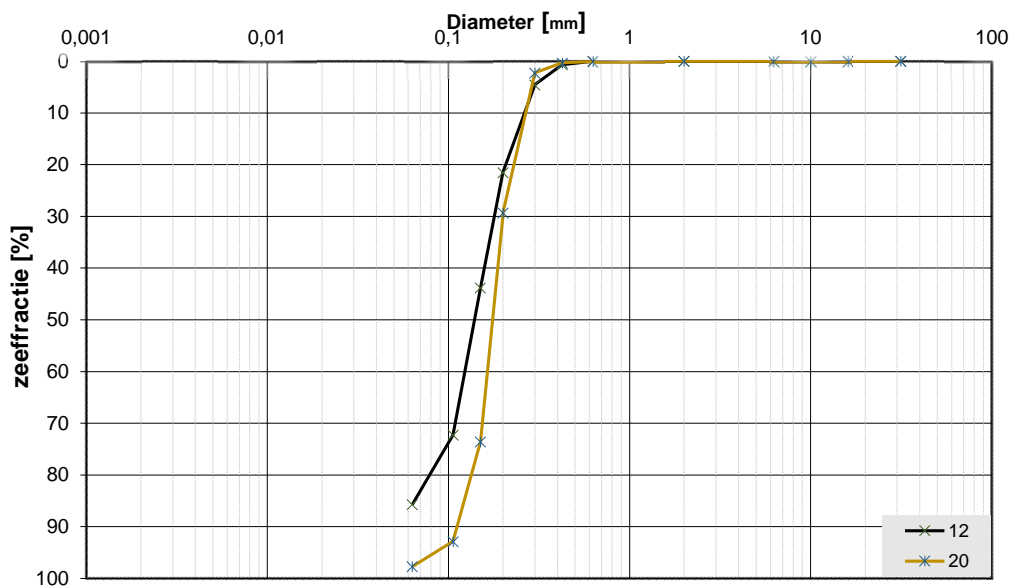
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>code: 01-100-100</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porien graad		Porien volume		Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_c$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_r$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %								
MB07	1	0,70	Ks1h1, sporen roest, dgr	225	19,1	15,0	27,9	0,77	43,56	42,49	97,54							
MB07	2	1,70	Kz2h1, sporen roest, dgr	35	17,1	11,7	46,2	1,27	55,92	55,05	98,44							
MB07	3	2,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	25	15,2	8,7	74,0	2,03	67,05	65,89	98,27							
MB07	4	3,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	18,0	13,1	36,6	1,02	50,39	48,99	97,21								
MB07	5	4,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	17,7	12,7	39,4	1,09	52,20	50,84	97,40								
MB07	6	5,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	17,3	12,0	43,4	1,20	54,55	53,32	97,75								
MB07	7	6,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	17,8	12,9	38,0	1,05	51,20	50,11	97,86								
MB07	8A	7,70	Z(mf)1h1, gr	18,7	14,2	31,4	0,87	46,41	45,52	98,09								
MB07	8B	7,80	Z(mfs)2h1, resten klei, dgr	16,4	10,7	54,0	1,49	59,77	58,64	98,12								
MB07	9	8,70	Z(mf)2h1, resten klei, dgr	18,5	13,9	32,9	0,91	47,54	46,62	98,07								
MB07	10	9,70	Z(zf)2, resten klei, gr	17,9	13,0	37,6	1,04	50,92	49,84	97,88								
MB07	11	10,70	Z(zf)2, resten klei, gr	16,6	11,0	51,1	1,41	58,58	57,19	97,63								
MB07	12	11,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	15,4	9,2	68,4	1,89	65,46	63,81	97,48								
MB07	13	12,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	38	15,9	9,9	60,6	1,68	62,70	61,07	97,41							
MB07	14	13,70	Z(mf)1, sporen schelpen, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,09	44,16	97,93								
MB07	15	14,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,17	43,29	97,99								
MB07	16	15,70	Z(mf)1, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,63	44,57	97,67								
MB07	17	16,70	Z(mf)1, gr	18,7	14,3	30,6	0,85	45,96	44,72	97,30								
MB07	18	17,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,20	43,08	97,47								
MB07	19	18,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,62	43,80	98,17								
MB07	20	19,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,15	43,16	97,77								
MB07	21	20,70	Z(mfs)1, resten schelpen, gr	19,2	15,1	27,7	0,76	43,18	42,50	98,43								
MB07	22	21,70	Z(mf)1, gr	18,5	14,0	32,4	0,89	47,18	46,22	97,96								
MB07	23	22,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,8	14,4	30,3	0,84	45,53	44,57	97,91								
MB07	24	23,70	Z(mf)1, gr	19,2	15,1	27,2	0,75	42,94	41,88	97,52								
MB07	25	24,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	19,1	14,9	28,1	0,77	43,66	42,73	97,88								
MB07	26	25,70	Z(zg), resten schelpen, lgr	19,1	14,9	28,1	0,78	43,79	42,71	97,53								
MB07	27	26,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,9	14,5	30,0	0,82	45,14	44,43	98,43								
MB07	28	27,70	Z(mg), gr	19,1	15,0	27,8	0,77	43,48	42,42	97,54								
MB07	29	28,70	Z(mf)1, gr	19,1	14,9	28,0	0,77	43,60	42,64	97,81								
MB07	30A	29,65	Z(mf)1, gr	19,1	14,9	28,5	0,78	43,78	43,32	98,97								
MB07	30B	29,70-29,75	Vm, zw (laagje)	11,4	2,8	310,6	4,04	89,52	87,89	98,17								

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB09 MB09  
**Monsternummer:** 12 20  
**Diepte m-mv:** 11,60-12,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
12			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,5	21,5	43,8	72,3	85,7
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,3	29,3	73,6	92,9	97,7

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
	[mm]					
12	0,15	1,43	0,09	0,15	0,17	1,90
20	0,18	1,98	0,12	0,18	0,19	1,61

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

12	Z(mf)s1, sporen schelpen, lgn
20	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven



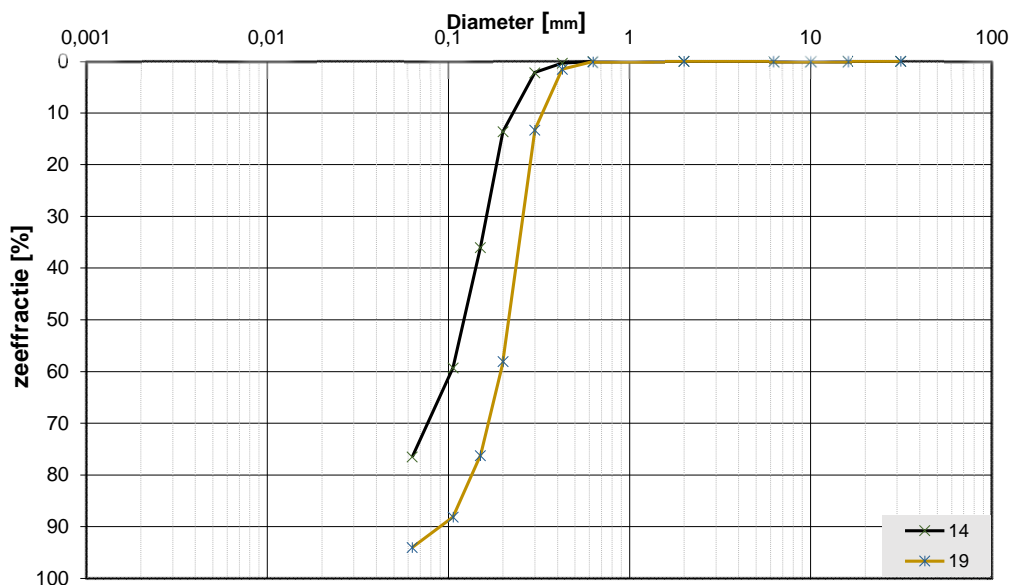






**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB10 MB10  
**Monsternummer:** 14 19  
**Diepte m-mv:** 13,60-13,90 18,60-18,90

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
14			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,2	13,6	36,0	59,3	76,5
19			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	13,3	58,0	76,2	88,1	94,0

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
	[mm]					
14	0,15	1,11	0,08	0,15	0,16	1,97
19	0,22	2,37	0,12	0,22	0,25	2,06

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

14	Z(mf)s3, lgr
19	Z(mf)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-rv	Grondsoort <small>code: 100001004</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$	$\gamma_{ar}$							
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	n	W <sub>v</sub>	S <sub>v</sub>	
				%	%	%	%	%	%	%	%	
MB10	1	0.70	Kz3, resten schelpen, sporen roest, lbr	70	16,0	14,3	11,7	0,85	45,97	17,08	37,14	
MB10	2	1.70	Kz1, sporen roest, lbr	43	15,9	12,1	31,7	1,19	54,31	39,13	72,06	
MB10	3	2.70	Kz1 h1, dgr		15,8	11,3	39,3	1,34	57,23	45,39	79,32	
MB10	4	3.70	Kz1 h1, dgr	20	15,7	11,4	37,7	1,32	56,89	43,91	77,19	
MB10	5A	4.70	Kz1 h1, resten schelpen, dgr	25	14,7	9,7	51,9	1,74	63,54	51,14	80,49	
MB10	5B	4.90	Vm, dbr	26	8,8	1,6	468,0	8,02	88,91	74,04	83,28	
MB10	6	5.70	Kz1, resten planten, dgr	19	16,7	14,4	16,0	0,84	45,72	23,39	51,16	
MB10	7	6.70	Kz1, dgr	25	16,6	12,5	33,1	1,13	52,98	42,05	79,37	
MB10	8	7.70	Ks2 met zand lensjes, dgr	25	16,9	13,1	29,7	1,03	50,72	39,48	77,85	
MB10	9	8.70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		17,4	13,8	25,7	0,91	47,75	36,25	75,92	
MB10	10	9.70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		17,9	15,0	19,7	0,77	43,52	30,06	69,07	
MB10	11	10.70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		18,5	15,6	18,5	0,69	40,97	29,48	71,96	
MB10	12	11.70	Lz1 h1, dgr	19	16,9	13,0	29,8	1,04	50,94	39,53	77,60	
MB10	13	12.70	Lz3 h2, dgr	27	16,3	12,4	31,6	1,14	53,31	39,87	74,80	
MB10	14	13.70	Z(mf)s3, lgr		18,3	15,5	17,8	0,71	41,50	28,16	67,85	
MB10	15	14.70	Z(mf)s3, lgr		18,4	15,4	19,3	0,72	41,93	30,26	72,16	
MB10	16	15.70	Z(mf)s3, lgr		18,2	15,2	20,1	0,74	42,68	31,08	72,82	
MB10	17	16.70	Z(mf)s3, lgr		18,4	15,4	19,1	0,72	41,79	30,02	71,84	
MB10	18	17.70	Z(mf), resten schelpen, gr		18,3	15,4	19,0	0,72	41,88	29,88	71,34	
MB10	19	18.70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,4	14,8	17,9	0,79	44,16	27,03	61,22	
MB10	20A	19.70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr		18,1	15,4	18,1	0,73	42,06	28,27	67,21	
MB10	20B	19.90	Ks2 h1, resten zand, dgr	36	17,0	12,8	32,4	1,07	51,60	42,34	82,05	
MB10	21A	20.60	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,6	15,8	17,9	0,68	40,44	28,88	71,40	
MB10	21B	20.75	Ks2, resten zand, dgr	65	16,7	12,6	32,6	1,10	52,36	41,90	80,02	
MB10	22A	21.70	Ks1, resten zand, dgr		17,6	14,4	22,4	0,84	45,71	32,79	71,74	
MB10	22B	21.85	Z(zf)s1, gr		17,6	14,2	23,7	0,86	46,30	34,38	74,26	
MB10	23	22.70	Kz3, dgr		17,1	13,9	23,8	0,91	47,72	33,56	70,32	
MB10	24	23.70	Z(zf)s1, resten klei, groen		18,2	14,9	22,2	0,78	43,93	33,70	76,71	
MB10	25	24.70	Z(zf)s1, resten schelpen, groen		17,7	14,2	24,3	0,86	46,38	35,24	75,98	
MB10	26	25.70	Z(zf)s1, groen		17,2	13,7	25,7	0,93	48,23	35,97	74,57	
MB10	27	26.70	Ks1, resten zand, dgr	185	17,4	13,5	28,4	0,96	48,94	39,22	80,13	
MB10	28	27.70	Kz1, gr	158	19,1	15,9	20,1	0,67	39,96	32,60	81,58	
MB10	29	28.70	Kz3, veel schelpen, dgr		18,8	15,9	18,3	0,67	40,19	29,59	73,63	
MB10	30	29.70	Kz3, veel schelpen, dgr		16,7	13,9	20,3	0,90	47,46	28,76	60,59	

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN5124</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in	Poriën getal	Poriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_g$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_r$ %		
MB10	1	0,70	Kz1, resten schelpen, sporen roest, lbr	70	18,7	14,3	30,8	0,85	45,97	44,95	97,78	
MB10	2	1,70	Kz1, sporen roest, lbr	43	17,3	12,1	43,1	1,19	54,31	53,18	97,94	
MB10	3	2,70	Kz1 h1, dgr		16,8	11,3	48,3	1,34	57,23	55,82	97,53	
MB10	4	3,70	Kz1 h1, dgr	20	16,9	11,4	47,9	1,32	56,89	55,84	98,15	
MB10	5A	4,70	Kz1 h1, resten schelpen, dgr	25	15,8	9,7	63,0	1,74	63,54	62,08	97,71	
MB10	5B	4,90	Vm, dbr	26	10,1	1,6	548,4	8,02	88,91	86,76	97,58	
MB10	6	5,70	Kz1, resten planten, dgr	19	18,8	14,4	30,4	0,84	45,72	44,60	97,56	
MB10	7	6,70	Kz1, dgr	25	17,6	12,5	40,9	1,13	52,98	51,93	98,02	
MB10	8	7,70	Ks2 met zand lensjes, dgr	25	17,9	13,1	37,0	1,03	50,72	49,30	97,20	
MB10	9	8,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		18,5	13,8	33,3	0,91	47,75	46,96	98,35	
MB10	10	9,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		19,1	15,0	27,9	0,77	43,52	42,59	97,86	
MB10	11	10,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		19,6	15,6	25,1	0,69	40,97	39,96	97,53	
MB10	12	11,70	Lz1 h1, dgr	19	17,9	13,0	37,9	1,04	50,94	50,20	98,55	
MB10	13	12,70	Lz3 h2, dgr	27	17,5	12,4	41,4	1,14	53,31	52,20	97,92	
MB10	14	13,70	Z(mf)s3, lgr		19,6	15,5	26,2	0,71	41,50	41,44	99,85	
MB10	15	14,70	Z(mf)s3, lgr		19,4	15,4	26,3	0,72	41,93	41,27	98,43	
MB10	16	15,70	Z(mf)s3, gr		19,3	15,2	27,0	0,74	42,68	41,78	97,90	
MB10	17	16,70	Z(mf)s3, gr		19,5	15,4	26,1	0,72	41,79	41,09	98,33	
MB10	18	17,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,5	15,4	26,3	0,72	41,88	41,27	98,55	
MB10	19	18,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,1	14,8	28,8	0,79	44,16	43,38	98,24	
MB10	20A	19,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr		19,4	15,4	26,5	0,73	42,06	41,42	98,48	
MB10	20B	19,90	Ks2 h1, resten zand, dgr	36	17,8	12,8	38,4	1,07	51,60	50,19	97,27	
MB10	21A	20,60	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,7	15,8	24,6	0,68	40,44	39,64	98,01	
MB10	21B	20,75	Ks2, resten zand, dgr	65	17,6	12,6	39,7	1,10	52,36	51,12	97,64	
MB10	22A	21,70	Ks1, resten zand, dgr		18,8	14,4	30,4	0,84	45,71	44,61	97,60	
MB10	22B	21,85	Z(zf)s1, gr		18,8	14,2	31,8	0,86	46,30	46,20	99,79	
MB10	23	22,70	Kz3, dgr		18,5	13,9	33,2	0,91	47,72	46,92	98,31	
MB10	24	23,70	Z(zf)s1, resten klei, groen		19,1	14,9	28,4	0,78	43,93	43,07	98,03	
MB10	25	24,70	Z(zf)s1, resten schelpen, groen		18,7	14,2	31,3	0,86	46,38	45,33	97,74	
MB10	26	25,70	Z(zf)s1, groen		18,4	13,7	33,9	0,93	48,23	47,42	98,32	
MB10	27	26,70	Ks1, resten zand, dgr	185	18,3	13,5	35,0	0,96	48,94	48,24	98,56	
MB10	28	27,70	Kz1, gr	158	19,7	15,9	24,1	0,67	39,96	39,12	97,92	
MB10	29	28,70	Kz3, veel schelpen, dgr		19,7	15,9	24,4	0,67	40,19	39,37	97,97	
MB10	30	29,70	Kz3, veel schelpen, dgr		18,5	13,9	32,9	0,90	47,46	46,72	98,45	







Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>comform NEN-5760</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$	$\gamma_{pr}$	$W_p$	e	n	$W_w$	$S_v$		
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	%	%	%	%
MB11	1	0,80	Kz1, resten schelpen, lgn	16,8	13,1	27,9	1,02	50,57	37,26	73,68		
MB11	2	1,80	Ks1, lgn	14,2	9,0	57,9	1,94	66,02	53,10	80,43		
MB11	3	2,80	Kz1, gr	15,8	11,3	39,7	1,35	57,42	45,64	79,49		
MB11	4A	3,70	Kz1h1, gr	15,6	11,0	42,6	1,42	58,61	47,59	81,21		
MB11	4B	3,85	Vm, dbr	9,1	1,7	445,7	7,39	93,70	75,85	80,95		
MB11	5A	4,70	Vm, dbr	9,0	1,6	477,0	7,94	94,09	76,18	80,97		
MB11	5B	4,85	Vk3, lbr	10,9	4,0	171,3	5,61	84,87	70,00	82,48		
MB11	6	5,80	Ks1h3, dgr	14,1	8,6	63,7	2,08	67,53	55,86	82,73		
MB11	7	6,80	Kz3, gr	16,9	13,0	29,5	1,03	50,85	39,20	77,09		
MB11	8	7,80	Kz3, gr	16,6	12,5	33,0	1,13	52,98	41,93	79,13		
MB11	9	8,80	Kz3, gr	16,9	12,9	31,3	1,06	51,48	41,00	79,65		
MB11	10	9,80	Z(zf)s1, brokjes klei, gr	18,0	14,5	24,2	0,83	45,38	35,76	78,80		
MB11	11	10,80	Z(zf)s1, resten schelpen en hout, gr	17,6	14,4	22,3	0,84	45,63	32,68	71,61		
MB11	12	11,80	Lz3, gr	16,8	12,9	30,8	1,06	51,46	40,42	78,54		
MB11	13A	12,65	Lz3h1, lbr/gr	14,1	9,0	56,8	1,95	66,08	52,06	78,78		
MB11	13B	12,80	Z(zf)s1, lgr	19,1	15,5	22,8	0,71	41,46	36,10	87,07		
MB11	14	13,80	Z(zf)s1, lgr	18,6	15,1	23,0	0,76	43,03	35,39	82,25		
MB11	15	14,80	Z(uf)s4, lgr	18,5	15,1	22,3	0,75	43,00	34,40	80,00		
MB11	16	15,80	Z(zf)s1, lgr	18,2	14,9	22,0	0,78	43,72	33,38	76,34		
MB11	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	17,9	14,0	27,6	0,89	47,10	39,37	83,60		
MB11	18	17,80	Z(mg)s1, gr	19,5	16,5	18,3	0,61	37,75	30,79	81,56		
MB11	19	18,80	Z(mg)s1, gr	18,9	15,8	19,9	0,68	40,52	31,99	78,95		
MB11	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,0	15,7	20,7	0,68	40,64	33,27	81,87		
MB11	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,7	15,6	19,8	0,70	41,13	31,50	76,59		
MB11	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,6	15,5	20,4	0,71	41,68	32,13	77,09		
MB11	23	22,80	Kz1, gr	17,0	12,8	32,8	1,07	51,72	42,76	82,68		
MB11	24	23,80	Z(zg)s1, weinig schelpen, gr	18,2	15,4	18,5	0,72	41,92	29,03	69,24		
MB11	25	24,80	Z(mg)s1, weinig schelpen, gr	18,6	15,8	17,4	0,67	40,20	28,12	69,95		
MB11	26	25,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,0	16,1	18,3	0,65	39,39	29,99	76,14		
MB11	27	26,80	Kz3, resten schelpen, gr	17,3	13,8	25,3	0,92	47,80	35,73	74,75		
MB11	28	27,80	Ks1, zeer vast, gr	17,4	13,5	28,3	0,96	48,92	39,01	79,74		
MB11	29	28,80	Kz1, zeer vast, gr	18,8	15,7	19,3	0,69	40,70	30,96	76,06		
MB11	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,2	15,7	15,8	0,69	40,80	25,31	62,04		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

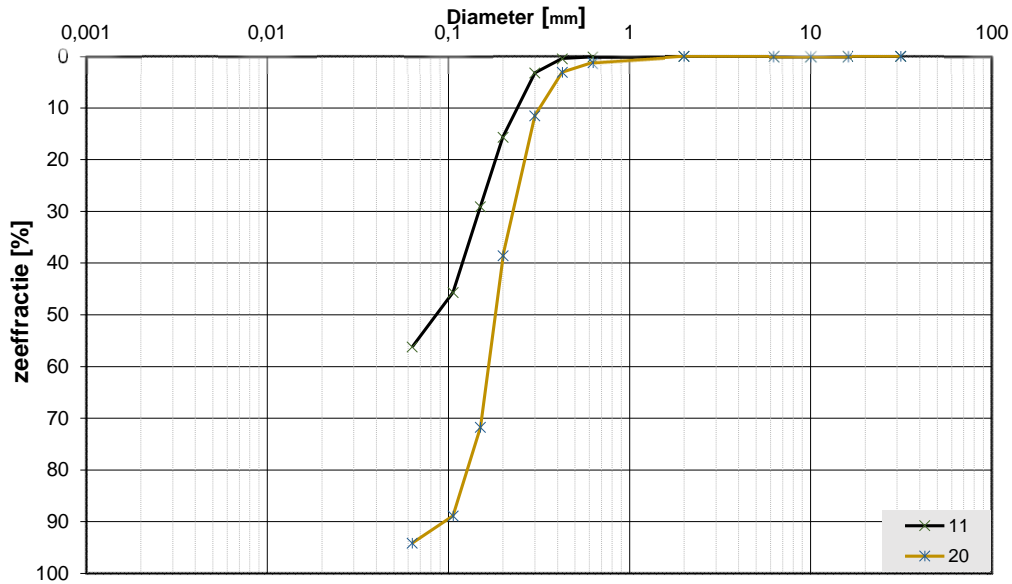
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>norm. NBS-3/04</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{gr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$W_p$ %	$e$	$n$ %	$W_w$ %	$S_v$ %				
MB11	1	0,80	Kz1, resten schelpen, lgn	18,0	13,1	37,2	1,02	50,57	49,64	98,16		
MB11	2	1,80	Ks1, lgn	15,4	9,0	70,6	1,94	66,02	64,80	98,15		
MB11	3	2,80	Kz1, gr	16,8	11,3	49,0	1,35	57,42	56,36	98,15		
MB11	4A	3,70	Kz1h1, gr	16,6	11,0	51,5	1,42	58,61	57,56	98,21		
MB11	4B	3,85	Vm, dbr	10,7	1,7	541,0	7,39	93,70	92,08	98,27		
MB11	5A	4,70	Vm, dbr	10,7	1,6	583,4	7,94	94,09	93,17	99,03		
MB11	5B	4,85	Vk3, lbr	12,2	4,0	203,7	5,61	84,87	83,25	98,09		
MB11	6	5,80	Ks1h3, dgr	15,1	8,6	75,5	2,08	67,53	66,22	98,07		
MB11	7	6,80	Kz3, gr	18,0	13,0	37,9	1,03	50,85	50,26	98,85		
MB11	8	7,80	Kz3, gr	17,6	12,5	41,1	1,13	52,98	52,17	98,47		
MB11	9	8,80	Kz3, gr	17,8	12,9	38,8	1,06	51,48	50,82	98,73		
MB11	10	9,80	Z(zf)s1, brokjes klei, gr	18,9	14,5	30,3	0,83	45,38	44,73	98,57		
MB11	11	10,80	Z(zf)s1, resten schelpen en hout, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,63	44,64	97,82		
MB11	12	11,80	Lz3, gr	17,8	12,9	38,7	1,06	51,46	50,76	98,64		
MB11	13A	12,65	Lz3h1, lbr/gr	15,4	9,0	70,8	1,95	66,08	64,86	98,15		
MB11	13B	12,80	Z(zf)s1, lgr	19,5	15,5	25,8	0,71	41,46	40,77	98,34		
MB11	14	13,80	Z(zf)s1, lgr	19,2	15,1	27,4	0,76	43,03	42,17	97,99		
MB11	15	14,80	Z(uf)s4, lgr	19,3	15,1	27,5	0,75	43,00	42,39	98,59		
MB11	16	15,80	Z(zf)s1, lgr	19,2	14,9	28,4	0,78	43,72	43,22	98,84		
MB11	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	18,6	14,0	32,6	0,89	47,10	46,59	98,93		
MB11	18	17,80	Z(mg)s1, gr	20,1	16,5	22,0	0,61	37,75	36,96	97,91		
MB11	19	18,80	Z(mg)s1, gr	19,6	15,8	24,6	0,68	40,52	39,61	97,76		
MB11	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,7	15,7	25,0	0,68	40,64	40,08	98,63		
MB11	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,5	15,6	25,3	0,70	41,13	40,25	97,86		
MB11	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,5	15,5	26,0	0,71	41,68	41,00	98,36		
MB11	23	22,80	Kz1, gr	17,8	12,8	39,0	1,07	51,72	50,83	98,29		
MB11	24	23,80	Z(zg)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,4	26,1	0,72	41,92	40,98	97,75		
MB11	25	24,80	Z(mg)s1, weinig schelpen, gr	19,7	15,8	24,3	0,67	40,20	39,19	97,50		
MB11	26	25,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,8	16,1	23,6	0,65	39,39	38,61	98,00		
MB11	27	26,80	Kz3, resten schelpen, gr	18,5	13,8	33,4	0,92	47,80	47,08	98,48		
MB11	28	27,80	Ks1, zeer vast, gr	18,3	13,5	34,9	0,96	48,92	48,19	98,50		
MB11	29	28,80	Kz1, zeer vast, gr	19,7	15,7	25,0	0,69	40,70	40,12	98,57		
MB11	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,6	15,7	25,2	0,69	40,80	40,22	98,59		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB13 MB13  
**Monsternummer:** 11 20  
**Diepte m-mv:** 10,60-11,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
11			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	3,2	15,6	29,0	45,7	56,2
20			0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	3,1	11,5	38,5	71,7	88,9	94,1

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
11	0,15	0,94	0,09	0,15	0,17	2,03
20	0,19	2,15	0,12	0,19	0,20	1,74

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

11	Z(uf)s4, gr
20	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN 5-104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB13	1	0,80	Kz3h1, sporen roest, resten wortels, lbr	16,8	13,6	23,6	0,95	48,62	32,72	67,30		
MB13	2	1,80	Kz3h1, sporen roest, lbr	16,7	12,7	31,9	1,09	52,21	41,15	78,81		
MB13	3	2,80	Kz1h2, dgr	14,3	9,2	55,0	1,87	65,17	51,78	79,45		
MB13	4	3,80	Kz3, gr	16,1	12,0	34,9	1,22	54,88	42,49	77,41		
MB13	5	4,80	Vm, resten hout, zw	8,5	1,3	536,2	9,54	94,99	72,62	76,45		
MB13	6	5,80	Vm, resten hout, zw	8,5	1,2	592,9	10,41	95,37	74,14	77,74		
MB13	7	6,80	Z(zf)s1, gr	18,1	15,1	19,6	0,75	42,86	30,30	70,69		
MB13	8	7,80	Z(mf)s1, gr	18,4	15,7	17,6	0,69	40,83	28,18	69,00		
MB13	9A	8,70	Lz3, gr	17,2	13,2	30,0	1,01	50,14	40,40	80,56		
MB13	9B	8,80	Vk3, br	12,5	6,5	91,1	1,76	75,39	60,57	80,35		
MB13	9C	8,90	Lz3, gr (9A)									
MB13	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,0	16,5	15,2	0,61	37,83	25,51	67,43		
MB13	11A	10,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,3	18,6	0,73	42,32	28,95	68,42		
MB13	11B	10,90	Z(uf)s4, gr	16,0	12,7	26,6	1,09	52,26	34,37	65,76		
MB13	12	11,80	Z(uf)s4, gr	17,4	13,8	25,8	0,91	47,75	36,48	76,40		
MB13	13	12,80	Lz1h3, br/dgr	15,3	11,4	34,3	1,32	56,89	39,90	70,14		
MB13	14	13,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,5	17,7	0,70	41,33	28,02	67,79		
MB13	15	14,80	Z(mf)s1, gr	17,9	14,7	21,1	0,80	44,35	31,69	71,45		
MB13	16	15,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,6	21,6	0,81	44,79	32,17	71,81		
MB13	17	16,80	Z(mf)s1, gr	17,5	14,4	22,2	0,85	45,82	32,44	70,80		
MB13	18	17,80	Z(mf)s1, gr	18,1	15,0	20,4	0,76	43,32	31,21	72,04		
MB13	19	18,80	Z(mf)s1, lgn	18,0	15,0	20,3	0,77	43,56	30,89	70,92		
MB13	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	18,0	15,0	19,5	0,76	43,23	29,89	69,14		
MB13	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	18,1	15,2	18,8	0,74	42,64	29,16	68,38		
MB13	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	17,6	14,8	19,1	0,79	44,10	28,83	65,37		
MB13	23	22,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	17,6	14,7	19,6	0,80	44,39	29,43	66,30		
MB13	24	23,80	Z(zg)s1, veel schelpen, lgn	17,7	15,1	17,1	0,75	42,99	26,38	61,35		
MB13	25	24,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	18,2	16,0	13,3	0,65	39,49	21,76	55,10		
MB13	26	25,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	18,1	15,4	17,3	0,72	41,76	27,24	65,23		
MB13	27	26,80	Kz3, weinig schelpen, gr	18,4	15,3	20,0	0,73	42,23	31,16	73,79		
MB13	28	27,80	Schelpen met zand									
MB13	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,7	15,8	18,1	0,68	40,35	29,13	72,20		
MB13	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,4	15,4	19,3	0,72	41,86	30,28	72,35		









Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvaanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen gestal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB14	1	0,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	14,9	13,5	10,6	0,96	49,02	14,66	29,90		
MB14	2	1,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	17,5	13,6	28,0	0,94	48,55	38,96	80,25		
MB14	3	2,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	16,8	14,3	17,6	0,85	45,95	25,66	55,84		
MB14	4	3,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	16,3	14,0	16,4	0,89	47,11	23,48	49,85		
MB14	5	4,80	Kz1h2, dgr	15,1	11,1	36,5	1,39	58,14	41,26	70,97		
MB14	5	4,80	Kz3h2, dgr	17,1	11,1	36,5	1,39	58,14	41,26	70,97		
MB14	6	5,80	Kz3h2, dgr	17,1	14,0	22,0	0,89	47,14	31,43	66,69		
MB14	7	6,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	17,5	13,9	25,7	0,91	47,56	36,46	76,66		
MB14	8	7,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	16,8	12,8	31,1	1,07	51,66	40,63	78,66		
MB14	9	8,80	Vm, dbr	8,3	1,9	329,6	6,21	92,68	65,20	70,35		
MB14	10	9,80	Z(mf)s1, gr	18,6	15,9	16,9	0,67	40,02	27,43	68,55		
MB14	11	10,80	Z(mf)s1, gr	18,4	15,7	17,4	0,69	40,92	27,69	67,69		
MB14	12A	11,60-11,69	Ks1h3, dgr	13,3	7,4	79,8	2,59	72,11	60,11	83,35		
MB14	12B	11,80	Ks1h1, gr	14,2	8,8	61,7	2,02	66,93	55,10	82,32		
MB14	13	12,80	Ks4, gr	16,9	13,2	28,4	1,01	50,24	38,17	75,97		
MB14	14	13,80	Z(mf)s1, gr	18,2	15,6	16,8	0,70	41,06	26,70	65,02		
MB14	15A	14,60-14,70	Ks4h1, resten zand, lbr	16,8	13,1	28,1	1,02	50,38	37,70	74,83		
MB14	15B	14,80	Z(mf)s1, gr	18,8	15,9	18,7	0,67	40,13	30,19	75,23		
MB14	16	15,80	Ks4, gr	16,7	12,7	31,4	1,09	52,18	40,56	77,73		
MB14	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	18,4	15,6	18,0	0,70	41,28	28,54	69,12		
MB14	18	17,80	Ks3, resten zand, lgn	16,6	12,5	32,7	1,11	52,68	41,85	79,45		
MB14	19	18,80	Kz3, lgn	16,7	12,9	29,6	1,05	51,29	38,95	75,93		
MB14	20	19,80	Kz3, lgn	17,2	13,7	25,9	0,94	48,37	36,16	74,80		
MB14	21	20,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	17,7	14,6	21,4	0,82	45,01	31,79	70,63		
MB14	22	21,80	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	22,1	0,79	44,26	33,32	75,28		
MB14	23	22,80	Z(mf)s1, lgn	18,1	14,7	23,3	0,81	44,65	34,78	77,89		
MB14	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	18,6	15,3	21,4	0,73	42,14	33,43	79,33		
MB14	25A	24,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	22,0	0,77	43,49	33,53	77,11		
MB14	25B	24,92-25,00	Ks3, resten zand, gr	16,8	12,6	32,7	1,10	52,30	42,19	80,67		
MB14	26	25,80	Z(mf)s1, lgn	17,7	14,1	25,4	0,88	46,78	36,47	77,97		
MB14	27	26,80	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	17,4	13,5	28,6	0,96	48,90	39,49	80,76		
MB14	28	27,80	Kz3, veel schelpen, gr	17,8	15,0	18,8	0,76	43,31	28,80	66,50		
MB14	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,0	14,5	23,8	0,82	45,12	35,33	78,31		
MB14	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	17,5	13,5	29,4	0,96	48,95	40,48	82,70		
MB14	31	30,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	17,1	13,5	26,7	0,96	48,91	36,78	75,21		
MB14	32	31,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	17,6	13,9	26,2	0,90	47,37	37,27	78,68		
MB14	33	32,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	18,1	14,4	25,5	0,83	45,49	37,49	82,40		
MB14	34	33,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	17,5	13,7	27,6	0,93	48,24	38,61	80,04		
MB14	35	34,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	17,2	13,7	26,1	0,94	48,47	36,35	74,99		
MB14	36	35,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,3	15,0	21,4	0,76	43,25	32,75	75,71		
MB14	37	36,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, dgr	18,2	14,6	25,1	0,82	45,05	37,23	82,65		
MB14	38	37,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,1	24,0	0,75	42,88	37,00	86,29		
MB14	39	38,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,9	15,2	23,8	0,74	42,53	37,00	86,99		
MB14	40	39,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,1	24,4	0,76	43,14	37,54	87,03		

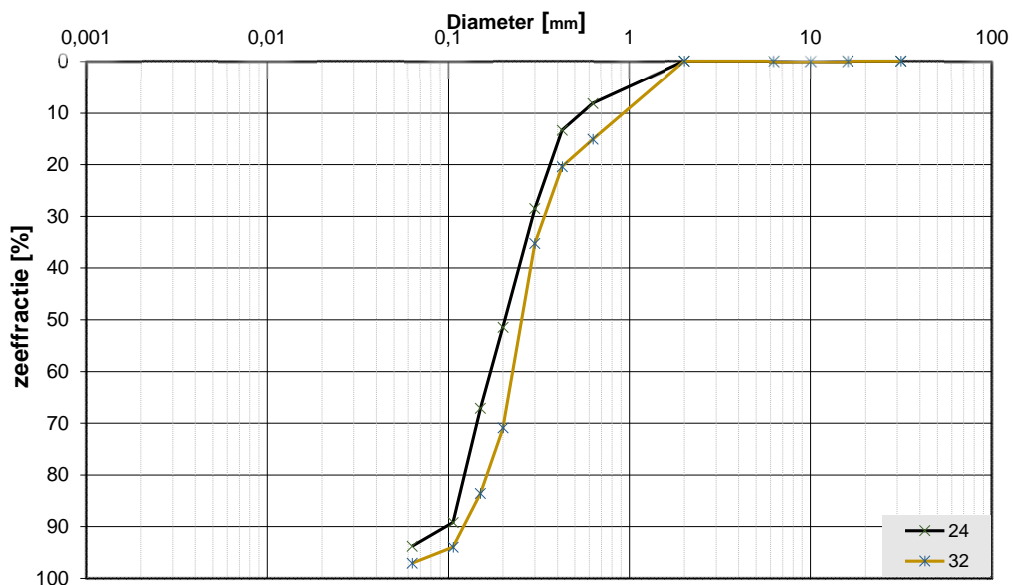
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen gestal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB14	1	0,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	18,2	13,5	34,8	0,96	49,02	47,87	97,65		
MB14	2	1,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,3	13,6	34,2	0,94	48,55	47,58	97,99		
MB14	3	2,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,7	14,3	30,8	0,85	45,95	45,02	97,97		
MB14	4	3,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	18,5	14,0	32,2	0,89	47,11	45,96	97,56		
MB14	5	4,80	Kz1h2, dgr	16,7	11,1	50,7	1,39	58,14	57,28	98,52		
MB14	5	4,80	Kz3h2, dgr	18,6	11,1	50,7	1,39	58,14	57,28	98,52		
MB14	6	5,80	Kz3h2, dgr	18,6	14,0	32,5	0,89	47,14	46,47	98,58		
MB14	7	6,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	18,5	13,9	32,9	0,91	47,56	46,64	98,05		
MB14	8	7,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	17,8	12,8	38,9	1,07	51,66	50,84	98,42		
MB14	9	8,80	Vm, dbr	10,8	1,9	457,8	6,21	92,68	90,56	97,71		
MB14	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,8	15,9	24,3	0,67	40,02	39,35	98,34		
MB14	11	10,80	Z(mf)s1, gr	19,6	15,7	25,2	0,69	40,92	40,26	98,40		
MB14	12A	11,60-11,69	Ks1h3, dgr	14,3	7,4	93,5	2,59	72,11	70,42	97,65		
MB14	12B	11,80	Ks1h1, gr	15,2	8,8	73,1	2,02	66,93	65,31	97,58		
MB14	13	12,80	Ks4, gr	18,0	13,2	36,7	1,01	50,24	49,28	98,08		
MB14	14	13,80	Z(mf)s1, gr	19,6	15,6	25,4	0,70	41,06	40,47	98,58		
MB14	15A	14,60-14,70	Ks4h1, resten zand, lbr	18,0	13,1	36,7	1,02	50,38	49,22	97,69		
MB14	15B	14,80	Z(mf)s1, gr	19,7	15,9	24,4	0,67	40,13	39,53	98,51		
MB14	16	15,80	Ks4, gr	17,7	12,7	39,7	1,09	52,18	51,35	98,41		
MB14	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	19,5	15,6	25,5	0,70	41,28	40,42	97,91		
MB14	18	17,80	Ks3, resten zand, lgn	17,6	12,5	40,6	1,11	52,68	51,94	98,60		
MB14	19	18,80	Kz3, lgn	17,8	12,9	38,1	1,05	51,29	50,18	97,83		
MB14	20	19,80	Kz3, lgn	18,3	13,7	34,1	0,94	48,37	47,49	98,17		
MB14	21	20,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,9	14,6	29,6	0,82	45,01	44,01	97,76		
MB14	22	21,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,8	28,8	0,79	44,26	43,34	97,92		
MB14	23	22,80	Z(mf)s1, lgn	19,0	14,7	29,3	0,81	44,65	43,77	98,03		
MB14	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	19,4	15,3	26,5	0,73	42,14	41,38	98,20		
MB14	25A	24,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	28,1	0,77	43,49	42,87	98,56		
MB14	25B	24,92-25,00	Ks3, resten zand, gr	17,6	12,6	39,6	1,10	52,30	51,02	97,56		
MB14	26	25,80	Z(mf)s1, lgn	18,6	14,1	31,9	0,88	46,78	45,83	97,99		
MB14	27	26,80	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	18,3	13,5	35,0	0,96	48,90	48,34	98,86		
MB14	28	27,80	Kz3, veel schelpen, gr	19,2	15,0	27,9	0,76	43,31	42,77	98,75		
MB14	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,9	14,5	29,9	0,82	45,12	44,31	98,20		
MB14	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,3	13,5	35,0	0,96	48,95	48,21	98,49		
MB14	31	30,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,2	13,5	34,8	0,96	48,91	48,01	98,15		
MB14	32	31,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	13,9	32,8	0,90	47,37	46,67	98,52		
MB14	33	32,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	18,8	14,4	30,3	0,83	45,49	44,67	98,19		
MB14	34	33,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	18,3	13,7	33,8	0,93	48,24	47,21	97,85		
MB14	35	34,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,3	13,7	34,0	0,94	48,47	47,39	97,78		
MB14	36	35,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	19,2	15,0	27,7	0,76	43,25	42,49	98,23		
MB14	37	36,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, dgr	18,9	14,6	30,0	0,82	45,05	44,46	98,70		
MB14	38	37,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,1	27,3	0,75	42,88	42,17	98,34		
MB14	39	38,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,2	27,0	0,74	42,53	41,97	98,68		
MB14	40	39,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,2	15,1	27,6	0,76	43,14	42,43	98,35		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB16 MB16  
**Monsternummer:** 24 32  
**Diepte m-mv:** 23,60-23,95 31,60-31,95

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
24			0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	13,3	28,4	51,4	67,1	89,2	93,8
32			0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	20,4	35,2	70,8	83,5	94,0	97,0

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
24	0,22	2,57	0,12	0,22	0,26	2,26
32	0,26	3,19	0,13	0,26	0,29	2,16

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

24	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn
32	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>code: 000001 MB3-K104</small>	Torvatetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_{10}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{20}$ [kN/m <sup>3</sup> ]						$W_s$ %	$n$ %	
MB16	1	0,80	Kz3g1h2, br	15,8	13,3	18,4	0,99	49,71	25,01	50,31			
MB16	2	1,80	Kz3g1h2, resten wortels, br	15,4	11,8	30,8	1,25	55,52	37,02	66,67			
MB16	3	2,80	Kz3, gr	16,3	12,0	35,3	1,20	54,62	43,27	79,20			
MB16	4	3,80	Kz1, gr	16,1	11,6	38,6	1,29	56,32	45,61	80,98			
MB16	5	4,80	Kz3, gr	16,8	13,2	27,3	1,00	50,12	36,76	73,35			
MB16	6	5,80	Ks1h2, dgr	13,8	8,1	69,7	2,26	69,30	57,81	83,43			
MB16	7	6,80	Vm, dbr	9,3	1,9	380,2	6,24	92,71	74,90	80,79			
MB16	8	7,80	Ks1h3, dgr	11,1	4,4	150,5	4,96	83,22	68,23	81,98			
MB16	9	8,80	Z(zf)js1h1, dgr	18,2	15,1	20,0	0,75	42,91	30,91	72,03			
MB16	10	9,80	Z(zf)js1, gr	18,7	16,0	17,0	0,66	39,72	27,69	69,73			
MB16	11A	10,70	Ks3h2, lbr/gr	16,4	12,5	31,8	1,13	52,96	40,34	76,17			
MB16	11B	10,80	Z(zf)js1, gr	18,3	15,4	18,6	0,72	41,88	29,14	69,57			
MB16	12A	11,70	Z(zf)js1, gr	18,5	15,8	17,0	0,68	40,35	27,36	67,82			
MB16	12B	11,80	Ks4, resten zand, gr	16,6	12,9	29,2	1,06	51,46	38,35	74,52			
MB16	13	12,80	Z(mf)js1, gr	18,0	15,2	18,7	0,75	42,70	28,91	67,72			
MB16	14A	13,70	Z(mf)js1, gr	18,5	15,9	16,4	0,67	39,95	26,58	66,53			
MB16	14B	13,80	Ks3h1, dgr	17,1	13,5	26,5	0,96	48,89	36,57	74,80			
MB16	15	14,80	Z(mf)js1, lgr	15,5	13,7	13,7	0,94	48,45	19,06	39,35			
MB16	16	15,80	Z(mf)js1, gr	18,0	15,0	19,9	0,76	43,24	30,55	70,65			
MB16	17	16,80	Z(mf)js1, lgn	17,7	14,5	22,1	0,83	45,35	32,65	71,99			
MB16	18A	17,70	Z(mf)js1, lgn	17,8	14,7	21,2	0,80	44,45	31,83	71,61			
MB16	18B	17,80	Kz3, gn	16,6	13,7	20,7	0,93	48,23	28,90	59,91			
MB16	19A	18,80	Z(zf)js1, lgn	16,9	13,1	29,4	1,03	50,63	39,22	77,47			
MB16	19B	18,90	Ks3, resten zand, lgn	16,3	12,0	35,9	1,22	54,86	43,82	79,87			
MB16	20A	19,70	Ks3, resten zand, lgn	16,6	12,3	35,1	1,15	53,57	44,02	82,18			
MB16	20B	19,80	Z(zf)js1, lgn	17,5	14,4	22,2	0,84	45,79	32,46	70,89			
MB16	21A	20,60-20,68	Kz1, gr	17,0	13,0	30,5	1,04	50,97	40,38	79,22			
MB16	21B	20,80	Z(mf)js1, lgn	17,6	14,4	22,3	0,84	45,71	32,72	71,58			
MB16	22	21,80	Z(mf)js1, lgn	17,6	14,2	23,9	0,86	46,32	34,67	74,85			
MB16	23	22,80	Z(mf)js1, lgn	18,3	15,3	19,4	0,73	42,18	30,30	71,84			
MB16	24	23,80	Z(mf)js1, lgn	18,7	15,7	19,0	0,69	40,68	30,41	74,74			
MB16	25	24,80	Z(mf)js1, lgn	18,1	14,5	25,0	0,83	45,44	36,79	80,96			
MB16	26A	25,70	Z(mf)js1, lgn	17,9	14,9	20,5	0,78	43,86	31,12	70,95			
MB16	26B	25,85	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	17,5	13,8	26,5	0,92	47,86	37,35	78,06			
MB16	27	26,70	Kz3, veel schelpen, gr	17,7	14,8	19,8	0,79	44,27	29,83	67,39			
MB16	28	27,70	Schelpen met zand										
MB16	29	28,80	Z(mf)js1, brokjes klei, veel schelpen, lgn/gn	17,6	14,5	21,2	0,83	45,22	31,42	69,48			
MB16	30	29,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,3	14,4	20,4	0,84	45,78	29,92	65,34			
MB16	31	30,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,8	14,4	23,8	0,85	45,81	34,89	76,17			
MB16	32	31,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,4	13,9	25,1	0,91	47,58	35,59	74,79			
MB16	33	38,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	26,1	0,90	47,42	32,63	68,82			
MB16	34	39,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	25,7	0,90	47,45	34,11	71,88			
MB16	35	34,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,6	14,2	24,0	0,87	46,54	34,64	74,43			
MB16	36	35,80	Z(mf)js1, weinig schelpen, gn	18,2	14,6	24,4	0,82	44,91	36,29	80,81			
MB16	37	36,80	Z(mf)js1, weinig schelpen, gn	18,1	14,5	24,6	0,82	45,13	36,53	80,94			
MB16	38	37,80	Z(mf)js1, gn	18,2	14,4	26,1	0,84	45,63	38,28	83,88			
MB16	39	38,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	26,1	0,84	45,71	38,29	83,77			
MB16	40	39,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	25,7	0,84	45,56	37,84	83,06			

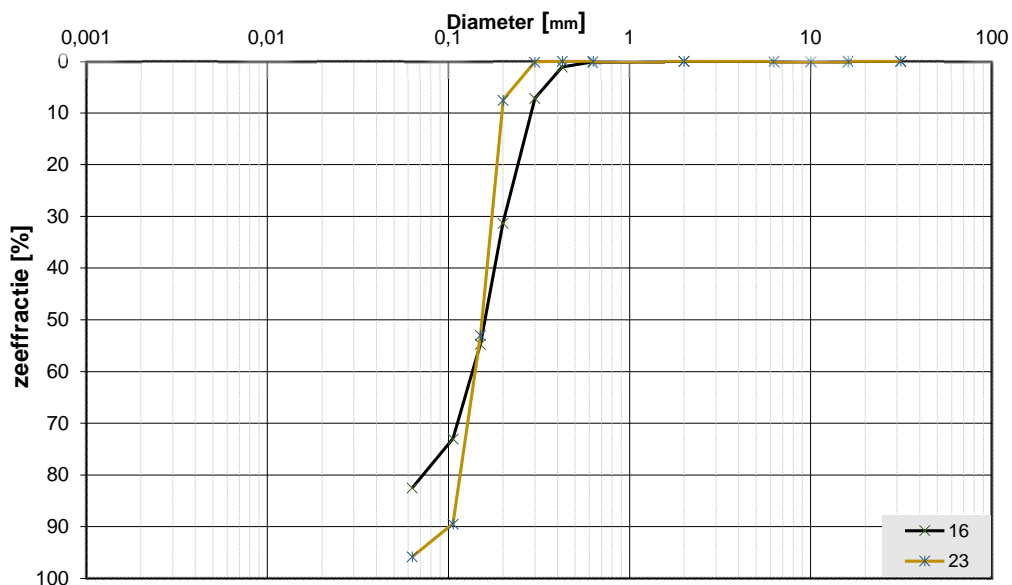
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzendige)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-rw	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvanetest		Naal volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porieën gestal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$f_{10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_{50}$ [kN/m <sup>2</sup> ]							
				$\gamma_{10}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{50}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_a$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %		
MB16	1	0,80	Kz3g1h2, br	18,1	13,3	36,0	0,99	49,71	48,94	98,45		
MB16	2	1,80	Kz3g1h2, resten wortels, br	17,1	11,8	45,2	1,25	55,52	54,31	97,82		
MB16	3	2,80	Kz3, gr	17,3	12,0	43,6	1,20	54,62	53,38	97,72		
MB16	4	3,80	Kz1, gr	17,0	11,6	47,0	1,29	56,32	55,50	98,55		
MB16	5	4,80	Kz3, gr	18,0	13,2	36,4	1,00	50,12	49,09	97,94		
MB16	6	5,80	Ks1h2, dgr	14,8	8,1	82,4	2,26	69,30	68,34	98,62		
MB16	7	6,80	Vm, dbr	10,8	1,9	460,2	6,24	92,71	90,66	97,79		
MB16	8	7,80	Ks1h3, dgr	12,5	4,4	180,3	4,96	83,22	81,73	98,21		
MB16	9	8,80	Z(zf)s1h1, dgr	19,2	15,1	27,2	0,75	42,91	41,88	97,59		
MB16	10	9,80	Z(zf)s1, gr	19,8	16,0	23,9	0,66	39,72	38,91	97,96		
MB16	11A	10,70	Ks3h2, lbr/gr	17,6	12,5	40,9	1,13	52,96	51,93	98,05		
MB16	11B	10,80	Z(zf)s1, gr	19,5	15,4	26,4	0,72	41,88	41,44	98,94		
MB16	12A	11,70	Z(zf)s1, gr	19,7	15,8	24,6	0,68	40,35	39,70	98,40		
MB16	12B	11,80	Ks4, resten zand, gr	17,8	12,9	38,5	1,06	51,46	50,48	98,09		
MB16	13	12,80	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	27,2	0,75	42,70	42,12	98,66		
MB16	14A	13,70	Z(mf)s1, gr	19,8	15,9	24,3	0,67	39,95	39,49	98,83		
MB16	14B	13,80	Ks3h1, dgr	18,2	13,5	34,6	0,96	48,89	47,79	97,75		
MB16	15	14,80	Z(mf)s1, lgr	18,3	13,7	34,1	0,94	48,45	47,47	97,97		
MB16	16	15,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,24	42,43	98,12		
MB16	17	16,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,5	30,1	0,83	45,35	44,39	97,88		
MB16	18A	17,70	Z(mf)s1, lgn	19,0	14,7	29,1	0,80	44,45	43,74	98,41		
MB16	18B	17,80	Kz3, gn	18,4	13,7	33,8	0,93	48,23	47,26	97,97		
MB16	19A	18,80	Z(zf)s1, lgn	18,0	13,1	37,2	1,03	50,63	49,63	98,03		
MB16	19B	18,90	Ks3, resten zand, lgn	17,2	12,0	44,2	1,22	54,86	53,88	98,20		
MB16	20A	19,70	Ks3, resten zand, lgn	17,4	12,3	41,8	1,15	53,57	52,39	97,80		
MB16	20B	19,80	Z(zf)s1, lgn	18,8	14,4	30,8	0,84	45,79	45,05	98,39		
MB16	21A	20,6-20,6	Kz1, lgn	17,9	13,0	37,6	1,04	50,97	49,78	97,67		
MB16	21B	20,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,4	30,6	0,84	45,71	44,83	98,08		
MB16	22	21,80	Z(mf)s1, lgn	18,7	14,2	31,3	0,86	46,32	45,38	97,96		
MB16	23	22,80	Z(mf)s1, lgn	19,4	15,3	26,7	0,73	42,18	41,68	98,81		
MB16	24	23,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	19,6	15,7	24,8	0,69	40,68	39,79	97,80		
MB16	25	24,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,5	30,3	0,83	45,44	44,69	98,33		
MB16	26A	25,70	Z(mf)s1, lgn	19,1	14,9	28,2	0,78	43,86	42,80	97,60		
MB16	26B	25,85	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	18,4	13,8	33,1	0,92	47,86	46,67	97,53		
MB16	27	26,70	Kz3, veel schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,27	43,22	97,63		
MB16	28	27,70	Schelpen met zand									
MB16	29	28,80	Z(mf)s1, brokjes klei, veel schelpen, lgn/gn	18,8	14,5	29,7	0,83	45,22	43,98	97,24		
MB16	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,8	14,4	30,7	0,84	45,78	44,98	98,24		
MB16	31	30,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,8	14,4	30,6	0,85	45,81	44,85	97,91		
MB16	32	31,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,5	13,9	33,0	0,91	47,58	46,68	98,10		
MB16	33	38,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,6	0,90	47,42	46,89	98,89		
MB16	34	39,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,5	0,90	47,45	46,80	98,65		
MB16	35	34,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,6	14,2	31,6	0,87	46,54	45,68	98,14		
MB16	36	35,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gn	18,9	14,6	29,7	0,82	44,91	44,14	98,29		
MB16	37	36,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gn	18,9	14,5	29,9	0,82	45,13	44,38	98,35		
MB16	38	37,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,5	0,84	45,63	44,87	98,32		
MB16	39	38,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,6	0,84	45,71	44,94	98,31		
MB16	40	39,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,5	0,84	45,56	44,89	98,54		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB17 MB17  
**Monsternummer:** 16 23  
**Diepte m-mv:** 15,60-16,00 22,60-22,84

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
16			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	7,1	31,3	54,7	73,0	82,5
23			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,5	53,0	89,4	95,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
16	0,18	1,67	0,10	0,18	0,20	1,96
23	0,16	1,50	0,11	0,16	0,17	1,51

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

16	Z(mf)s2, gr
23	Z(mf)s1, lgn

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tmv	Grondsoort <small>volgens NEN 5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewicht percentage		Porïën getal		Porïën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %								
MB17	1	0,80	Z(mf)s2, lgr	14,3	13,5	5,8	0,96	48,90	8,02	16,40								
MB17	2	1,80	Z(mf)s1, lgr	13,9	13,5	3,3	0,97	49,22	4,53	9,19								
MB17	3	2,80	Z(mf)s1, lgn/gr	17,1	14,0	21,7	0,89	47,13	31,00	65,78								
MB17	4	3,80	Z(mf)s1, lgn/gr	18,3	15,1	21,6	0,76	43,06	33,18	77,06								
MB17	5	4,80	Z(mf)s1, lgn	18,1	14,7	23,0	0,80	44,53	34,51	77,49								
MB17	6	5,80	Z(mf)s1, lgn	18,2	14,9	22,4	0,78	43,91	33,89	77,19								
MB17	7A	6,75	Z(mf)s1, lgn/gr	18,4	15,3	20,9	0,74	42,43	32,51	76,62								
MB17	7B	6,90	Kz3, lgn	17,8	14,6	21,9	0,81	44,76	32,67	72,99								
MB17	8	7,80	Z(mf)s1h1, dgr	17,3	13,3	30,0	0,99	49,83	40,69	81,65								
MB17	9	8,80	Z(mf)s1, gr	17,9	14,3	25,0	0,85	46,05	36,38	78,99								
MB17	10	9,80	Kz3h1, veel schelpen, dgr	16,1	11,9	35,4	1,23	55,20	42,82	77,56								
MB17	11	10,80	Vm, dbr	9,1	2,5	267,2	4,67	90,69	67,22	74,12								
MB17	12	11,80	Z(mf)s1h1, dgr	17,9	15,2	18,4	0,75	42,83	28,46	66,46								
MB17	13	12,80	Kz1h2, zeer slap, dgr	16,2	11,8	37,7	1,25	55,59	45,24	81,39								
MB17	14	13,80	Ks4h1, gr/br	16,0	12,0	33,9	1,21	54,78	41,45	75,66								
MB17	15	14,75	Kz1h2, zeer slap, dgr	16,3	12,2	33,5	1,17	53,93	41,72	77,36								
MB17	16	15,80	Z(mf)s2, gr	17,5	14,3	22,1	0,85	45,97	32,20	70,05								
MB17	17	16,80	Z(mf)s1, lgr	18,4	15,4	19,0	0,72	41,70	29,86	71,61								
MB17	18	17,70	Kz2h2, br	15,7	11,7	34,7	1,27	55,93	41,29	73,82								
MB17	19	18,80	Z(mf)s1, lgr	18,0	15,0	19,9	0,76	43,27	30,48	70,44								
MB17	20	19,80	Z(mf)s1, gr	18,2	15,3	18,7	0,73	42,13	29,19	69,28								
MB17	21	20,80	Z(mf)s1, lgn	17,5	14,0	24,8	0,89	47,15	35,42	75,12								
MB17	22	21,80	Z(mf)s1, lgn	17,3	13,9	24,0	0,90	47,37	34,08	71,93								
MB17	23	22,70	Z(mf)s1, lgn	17,5	14,1	24,0	0,88	46,85	34,50	73,65								
MB17	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	17,8	14,4	23,3	0,84	45,56	34,29	75,27								
MB17	25	24,70	Z(zf)s1, veel schelpen, gr	16,7	14,2	17,3	0,86	46,27	25,14	54,34								
MB17	26	25,70	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	17,8	14,4	23,9	0,84	45,72	35,09	76,74								
MB17	27	26,80	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	17,8	14,3	24,5	0,85	46,02	35,68	77,54								
MB17	28	27,65	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	17,5	13,9	26,0	0,90	47,45	36,89	77,74								
MB17	29	28,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	17,2	13,5	27,8	0,97	49,21	38,12	77,47								
MB17	30	29,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	17,5	14,0	25,2	0,89	47,16	36,04	76,44								

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

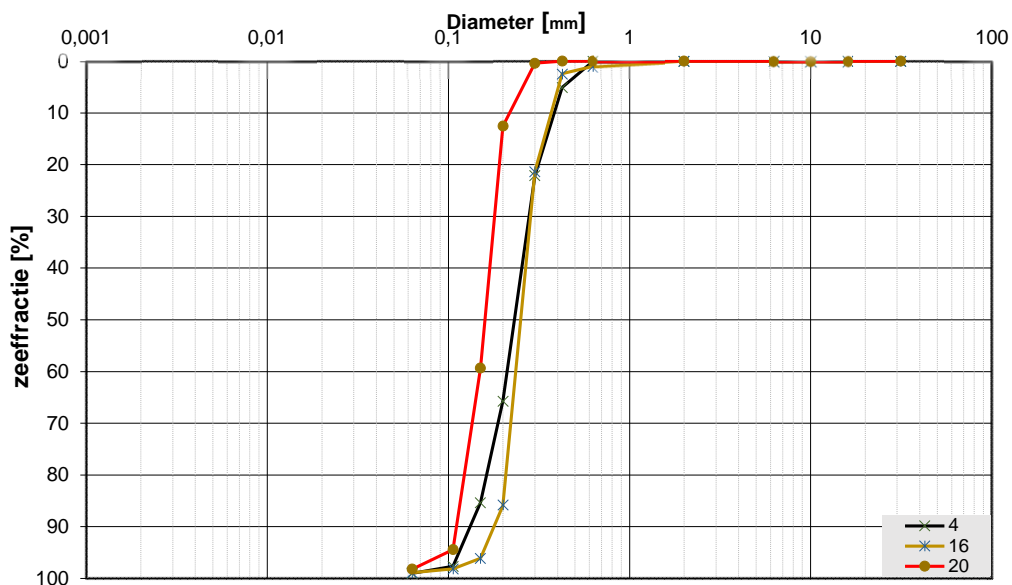
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tv	Grondsoort <small>volgens NBN S104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewicht percentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %		
MB17	1	0,80	Z(mf)s2, lgr	18,2	13,5	34,6	0,96	48,90	47,73	97,62		
MB17	2	1,80	Z(mf)s1, lgr	18,2	13,5	35,0	0,97	49,22	48,02	97,58		
MB17	3	2,80	Z(mf)s1, lgn/gr	18,5	14,0	32,3	0,89	47,13	46,14	97,89		
MB17	4	3,80	Z(mf)s1, lgn/gr	19,2	15,1	27,2	0,76	43,06	41,85	97,19		
MB17	5	4,80	Z(mf)s1, lgn	18,9	14,7	28,9	0,80	44,53	43,30	97,22		
MB17	6	5,80	Z(mf)s1, lgn	19,1	14,9	28,5	0,78	43,91	43,21	98,40		
MB17	7	6,80	Z(mf)s1, lgn/gr	19,3	15,3	26,7	0,74	42,43	41,53	97,88		
MB17	8	7,80	Z(mf)s1h1, dgr	18,2	13,5	35,0	0,97	49,11	48,17	98,08		
MB17	9	8,80	Z(mf)s1, gr	18,7	14,3	30,8	0,85	46,05	44,92	97,54		
MB17	10	9,80	Kz3h1, veel schelpen, dgr	17,2	11,9	44,6	1,23	55,20	53,92	97,67		
MB17	11	10,80	Vm, cbr	11,2	2,5	355,5	4,67	90,69	89,43	98,62		
MB17	12	11,80	Z(mf)s1h1, dgr	19,3	15,2	27,3	0,75	42,83	42,20	98,54		
MB17	13	12,80	Kz1h2, zeer slap, dgr	17,1	11,8	45,2	1,25	55,59	54,21	97,53		
MB17	14	13,80	Ks3h1, gr/lbr	17,3	12,0	44,2	1,21	54,78	53,96	98,50		
MB17	15	14,75	Kz1h2, zeer slap, dgr	17,4	12,2	42,5	1,17	53,93	52,85	98,00		
MB17	16	15,80	Z(mf)s2, gr	18,7	14,3	30,8	0,85	45,97	44,96	97,80		
MB17	17	16,80	Z(mf)s1, lgr	19,4	15,4	25,9	0,72	41,70	40,75	97,73		
MB17	18	17,70	Kz2h2, br	17,1	11,7	46,1	1,27	55,93	54,88	98,13		
MB17	19	18,80	Z(mf)s1, lgr	19,2	15,0	27,9	0,76	43,27	42,72	98,72		
MB17	20	19,80	Z(mf)s1, gr	19,4	15,3	26,5	0,73	42,13	41,50	98,50		
MB17	21	20,80	Z(mf)s1, lgn	18,5	14,0	32,3	0,89	47,15	46,07	97,70		
MB17	22	21,80	Z(mf)s1, lgn	18,5	13,9	32,7	0,90	47,37	46,45	98,06		
MB17	23	22,70	Z(mf)s1, lgn	18,6	14,1	32,1	0,88	46,85	46,05	98,29		
MB17	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,4	30,3	0,84	45,56	44,60	97,89		
MB17	25	24,70	Z(zf)s1, veel schelpen, gr	18,7	14,2	31,4	0,86	46,27	45,59	98,54		
MB17	26	25,70	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	18,8	14,4	30,5	0,84	45,72	44,76	97,89		
MB17	27	26,80	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	18,8	14,3	31,2	0,85	46,02	45,42	98,70		
MB17	28	27,65	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	18,5	13,9	32,9	0,90	47,45	46,64	98,31		
MB17	29	28,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	18,2	13,5	35,1	0,97	49,21	48,20	97,95		
MB17	30	29,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	18,5	14,0	32,3	0,89	47,16	46,15	97,87		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB28 MB28 MB28  
**Monsternummer:** 4 16 20  
**Diepte m-mv:** 3,60-3,97 15,90-15,90 20,60-21,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
4			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	22,1	65,7	85,3	97,7	99,0
16			0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,4	21,3	85,8	96,1	98,1	98,9
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	12,5	59,3	94,4	98,2

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
4	0,24	2,76	0,14	0,24	0,26	1,90	
16	0,26	3,05	0,18	0,26	0,27	1,47	
20	0,16	1,67	0,11	0,16	0,17	1,51	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

4	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr
16	Z(mg)s1, resten schelpen, gr
20	Z(mf)s1, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>volgens NEN 5747</small>	Torvanietest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porïen getal		Porïen volume		Watergehalte in volume		Verz. graad		
				$\gamma_{0a}$	$\gamma_{0e}$	$W_g$	e	n	$W_v$	$S_v$										
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
MB28	1	0,80	Z(mg)s1, resten schelpen, lgr	14,9	14,1	5,9	0,88	46,92	8,45	18,00										
MB28	2	1,80	Z(mg)s2, resten schelpen, lgr	15,1	13,6	11,4	0,96	48,86	15,76	32,24										
MB28	3	2,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	18,5	15,4	19,8	0,72	41,70	31,25	74,93										
MB28	4	3,80	Z(mg), veel schelpen, lgr	18,0	15,2	18,0	0,74	42,47	27,94	65,79										
MB28	5	4,80	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,2	14,4	20,2	0,85	45,83	29,52	64,40										
MB28	6	5,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	17,9	15,0	19,7	0,77	43,50	30,02	69,01										
MB28	7	6,80	Z(mf)s1, gr	17,5	14,4	21,0	0,84	45,53	30,89	67,85										
MB28	8	7,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,7	20,8	0,80	44,52	31,21	70,10										
MB28	9	8,80	Z(mf)s1, gr	18,0	15,0	19,8	0,77	43,45	30,30	69,72										
MB28	10	9,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,8	20,3	0,79	44,17	30,64	69,35										
MB28	11	10,80	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	22,3	0,84	45,57	32,75	71,87										
MB28	12	11,80	Z(mf)s1, gr	18,0	15,0	19,8	0,76	43,34	30,30	69,90										
MB28	13	12,80	Z(mf)s1, gr	17,9	15,0	19,8	0,77	43,48	30,29	69,66										
MB28	14	13,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,9	15,0	19,4	0,77	43,43	29,71	68,41										
MB28	15	14,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,9	14,9	19,8	0,78	43,70	30,07	68,80										
MB28	16	15,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,2	14,2	21,0	0,86	46,37	30,43	65,62										
MB28	17	16,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	16,7	14,3	16,7	0,85	46,03	24,31	52,81										
MB28	18	17,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,8	14,8	20,7	0,80	44,30	31,14	70,28										
MB28	19	18,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,8	14,8	20,6	0,79	44,16	31,03	70,28										
MB28	20	19,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,8	14,8	20,1	0,79	44,10	30,34	68,81										
MB28	21	20,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,7	14,6	21,4	0,82	45,07	31,79	70,53										
MB28	22	21,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,1	14,1	21,1	0,87	46,66	30,37	65,10										
MB28	23	22,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,6	14,6	21,1	0,82	45,09	31,29	69,39										
MB28	24	23,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,4	14,4	21,2	0,84	45,74	31,04	67,87										
MB28	25	24,80	Z(mf), resten schelpen, gr	17,2	14,5	18,8	0,83	45,35	27,79	61,27										
MB28	26	25,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,4	12,1	35,8	1,19	54,32	44,16	81,29										
MB28	27	26,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,4	12,1	35,3	1,19	54,37	43,49	79,97										
MB28	28	27,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,5	13,9	25,7	0,90	47,46	36,52	76,95										
MB28	29	28,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,8	13,0	29,0	1,04	50,92	38,44	75,48										
MB28	30	29,80	Z(mf)s2, gr	17,7	14,7	20,6	0,80	44,53	30,88	69,35										

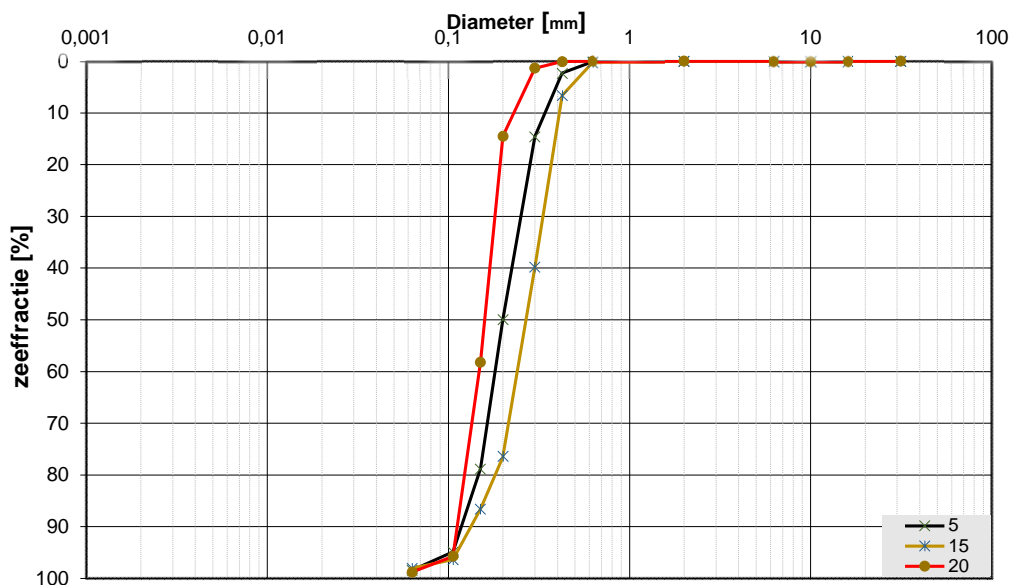
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-my	Grondsoort <small>conform NEN 5749</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewicht Percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$	$\gamma_d$							
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%			%	%
MB28	1	0,80	Z(mg)s1, resten schelpen, lgr	18,6	14,1	32,0	0,88	46,92	45,91	97,86		
MB28	2	1,80	Z(mg)s2, resten schelpen, lgr	18,2	13,6	34,5	0,96	48,86	47,72	97,67		
MB28	3	2,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	19,5	15,4	25,9	0,72	41,70	40,81	97,67		
MB28	4	3,80	Z(mg), veel schelpen, lgr	19,3	15,2	26,8	0,74	42,47	41,72	98,24		
MB28	5	4,80	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,8	14,4	30,7	0,85	45,83	44,96	98,09		
MB28	6	5,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	19,2	15,0	28,0	0,77	43,50	42,76	98,29		
MB28	7	6,80	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,3	0,84	45,53	44,66	98,09		
MB28	8	7,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,52	43,66	98,05		
MB28	9	8,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,45	42,63	98,12		
MB28	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,8	28,9	0,79	44,17	43,59	98,68		
MB28	11	10,80	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,2	0,84	45,57	44,42	97,47		
MB28	12	11,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,34	42,35	97,72		
MB28	13	12,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,48	42,63	98,06		
MB28	14	13,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,8	0,77	43,43	42,50	97,87		
MB28	15	14,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,70	43,01	98,42		
MB28	16	15,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,7	14,2	31,4	0,86	46,37	45,50	98,12		
MB28	17	16,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,7	14,3	30,9	0,85	46,03	45,12	98,03		
MB28	18	17,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,8	0,80	44,30	43,33	97,81		
MB28	19	18,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,16	43,24	97,92		
MB28	20	19,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,10	43,17	97,90		
MB28	21	20,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,9	14,6	29,9	0,82	45,07	44,35	98,39		
MB28	22	21,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,6	14,1	31,8	0,87	46,66	45,85	98,27		
MB28	23	22,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,09	44,27	98,18		
MB28	24	23,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,74	44,63	97,58		
MB28	25	24,80	Z(mf), resten schelpen, gr	18,8	14,5	30,1	0,83	45,35	44,46	98,03		
MB28	26	25,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,4	12,1	43,3	1,19	54,32	53,47	98,44		
MB28	27	26,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,3	12,1	43,3	1,19	54,37	53,37	98,15		
MB28	28	27,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	18,5	13,9	32,6	0,90	47,46	46,26	97,47		
MB28	29	28,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,9	13,0	37,8	1,04	50,92	50,07	98,32		
MB28	30	29,80	Z(mf)s2, gr	19,0	14,7	29,0	0,80	44,53	43,51	97,72		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB29 MB29 MB29  
**Monsternummer:** 5 15 20  
**Diepte m-mv:** 4,60-5,00 14,60-15,00 19,60-19,86

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
5			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	14,6	49,9	78,8	94,9	98,4
15			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	39,8	76,3	86,5	96,4	98,0
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	14,5	58,2	95,8	98,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
5	0,20	2,40	0,12	0,20	0,23	1,86	
15	0,27	3,06	0,14	0,27	0,30	2,12	
20	0,16	1,70	0,11	0,16	0,17	1,50	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

5	Z(mf)s1, resten schelpen, gr
15	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr
20	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

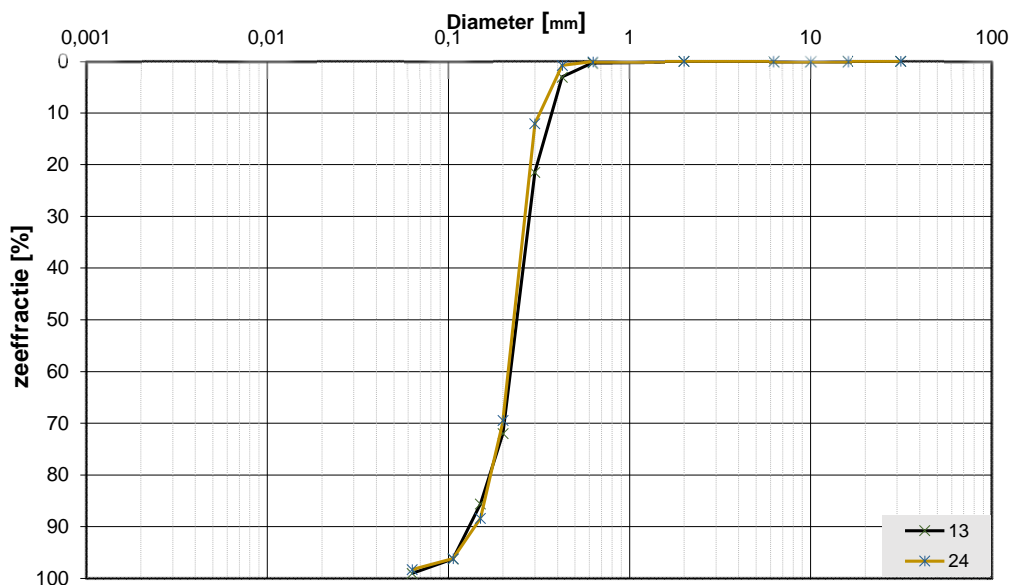
### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>code: MB1-MB104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_a$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$\gamma_g$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_g$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_r$ %			
MB29	1	0,70	Z(mf)st1, lbr	14,5	14,0	3,7	0,90	47,24	5,25	11,12		
MB29	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lbr	16,5	14,5	13,8	0,83	45,35	20,34	44,84		
MB29	3	2,70	Z(mf)st1, resten schelpen, lbr	18,5	15,3	21,1	0,74	42,37	32,86	77,56		
MB29	4	3,70	Z(mf)st1, resten schelpen, lbr	18,0	14,8	21,3	0,78	43,97	32,27	73,38		
MB29	5	4,70	Z(mf)st1, resten schelpen, gr	18,3	15,3	19,7	0,74	42,44	30,69	72,32		
MB29	6	5,70	Z(mf)st1, resten schelpen, gr	18,3	15,2	19,7	0,74	42,48	30,68	72,22		
MB29	7	6,70	Z(mf)st1, resten schelpen, gr	17,9	14,3	25,3	0,85	46,01	36,85	80,10		
MB29	8	7,70	Z(mf)st1, slihoudend, dgr/zw	16,3	11,7	39,2	1,26	55,82	46,72	83,69		
MB29	9	8,70	Z(mf)st1, slihoudend, dgr/zw	17,5	13,5	29,3	0,96	48,91	40,46	82,74		
MB29	10	9,70	Z(mf)st1, slihoudend, dgr/zw	17,5	13,4	30,5	0,97	49,36	41,76	84,60		
MB29	11	10,70	Z(mf)st1, gr	18,2	14,9	22,7	0,78	43,89	34,45	78,49		
MB29	12	11,70	Z(mf)st1, gr	18,3	15,1	20,9	0,75	42,85	32,29	75,35		
MB29	13	12,70	Z(mf)st1, gr	18,3	15,1	21,3	0,75	42,98	32,75	76,18		
MB29	14	13,70	Z(mf)st1, resten klei, gr	16,4	11,6	41,3	1,29	56,29	48,71	86,52		
MB29	15	14,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,8	15,7	19,7	0,69	40,84	31,44	76,98		
MB29	16	15,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,5	15,5	19,3	0,71	41,35	30,65	74,13		
MB29	17	16,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,5	15,4	20,5	0,72	42,01	32,15	76,53		
MB29	18	17,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	17,6	14,7	20,3	0,81	44,67	30,40	68,06		
MB29	19	18,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,3	15,0	21,7	0,76	43,24	33,24	76,89		
MB29	20	19,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,0	14,7	22,4	0,80	44,42	33,70	75,86		
MB29	21	20,70	Z(mf)st1, gr	18,2	15,0	21,3	0,76	43,25	32,66	75,52		
MB29	22	21,70	Z(mf)st1, gr	18,4	15,2	20,6	0,74	42,56	31,89	74,93		
MB29	23	22,70	Z(mf)st1, gr	18,0	14,7	22,6	0,81	44,68	33,81	75,66		
MB29	24	23,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,0	15,0	19,8	0,77	43,38	30,21	69,63		
MB29	25	24,70	Z(mg), gr	18,2	15,2	19,8	0,75	42,72	30,63	71,70		
MB29	26	25,70	Z(zg), brokjes klei, resten schelpen, gr	17,7	14,8	19,6	0,79	44,27	29,53	66,72		
MB29	27	26,70	Z(mf)st4, laagjes klei, gr	18,4	14,8	24,4	0,80	44,32	36,65	82,69		
MB29	28	27,70	Z(mf)st1, resten klei, gr	18,3	14,7	24,0	0,80	44,38	36,07	81,28		
MB29	29	28,70	Z(mf)st1, gr	17,7	14,7	20,1	0,80	44,35	30,21	68,10		
MB29	30	29,70	Z(mf)st1, gr	17,5	14,7	18,9	0,80	44,55	28,29	63,50		



**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB30 MB30  
**Monsternummer:** 13 24  
**Diepte m-mv:** 12,60-13,00 22,60-22,85

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
13			0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,1	21,4	71,9	85,6	96,2	99,0
24			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	12,1	69,4	88,4	96,2	98,3

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
	[mm]					
13	0,24	2,79	0,14	0,24	0,26	1,95
24	0,24	2,67	0,15	0,24	0,25	1,69

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

13	Z(mf)s1, resten schelpen, gr
24	Z(mf)s1, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

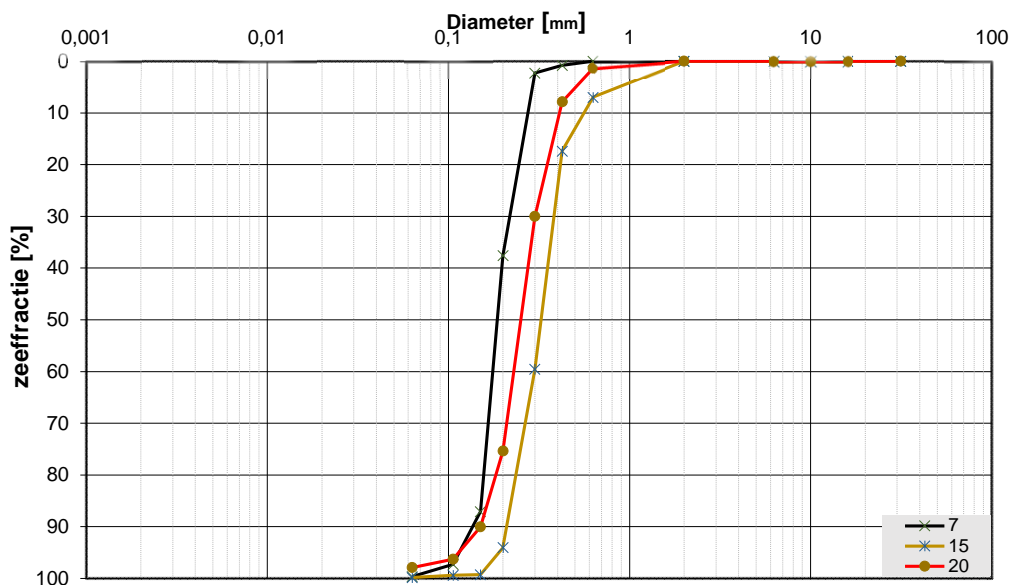
### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN 5740</small>	Torvanetest	Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_a$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_s$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %	
MB30	1	0,70	Z(mg), resten wortels, lgr	18,4	15,1	21,3	0,75	42,93	32,90	76,65	
MB30	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,1	15,1	19,6	0,75	42,86	30,27	70,64	
MB30	3	2,70	Z(mg), gr	18,2	15,1	20,5	0,75	42,97	31,52	73,35	
MB30	4	3,70	Z(zf)s1, gr	18,1	14,6	24,1	0,82	45,04	35,79	79,47	
MB30	5	4,70	Z(zf)s1, gr	18,2	14,7	23,3	0,80	44,36	35,08	79,08	
MB30	6	5,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,6	0,77	43,36	33,00	76,10	
MB30	7	6,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	21,7	0,78	43,70	33,03	75,58	
MB30	8	7,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,7	0,77	43,43	33,13	76,28	
MB30	9	8,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	21,7	0,80	44,31	32,60	73,57	
MB30	10	9,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,7	23,4	0,80	44,58	35,01	78,54	
MB30	11	10,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,4	25,1	0,84	45,56	36,86	80,92	
MB30	12	11,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	20,7	0,75	42,84	31,99	74,66	
MB30	13	12,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,1	0,76	43,31	32,38	74,76	
MB30	14	13,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,2	20,0	0,74	42,67	30,91	72,43	
MB30	15	14,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,1	19,9	0,75	42,90	30,71	71,58	
MB30	16	15,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,2	20,6	0,74	42,63	31,92	74,87	
MB30	17	16,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,2	0,76	43,21	32,58	75,40	
MB30	18	17,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	21,2	0,76	43,12	32,64	75,69	
MB30	19	18,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,0	20,6	0,76	43,24	31,52	72,89	
MB30	20	19,70	Z(zg), veel schelpen, lgr	17,7	14,5	21,6	0,83	45,21	32,04	70,87	
MB30	21	20,30	Ks2 h1, dgr	45	14,7	9,3	57,8	1,84	64,76	54,99	84,91
MB30	22	20,90	Z(mg), gr	18,4	15,3	19,8	0,73	42,15	30,87	73,24	
MB30	23	21,90	Z(mg), gr	18,4	15,2	20,6	0,74	42,50	31,93	75,12	
MB30	24	22,70	Z(mf)s1, gr	18,5	15,4	20,0	0,72	41,72	31,45	75,38	
MB30	25	23,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,3	20,3	0,73	42,23	31,67	74,99	
MB30	26	24,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,4	15,2	21,3	0,74	42,62	33,01	77,44	
MB30	27	25,70	Z(mf)s1, gr	18,5	15,2	21,6	0,74	42,67	33,45	78,38	
MB30	28	26,70	Z(mf)s1, gr	18,3	14,9	22,4	0,77	43,59	34,06	78,14	
MB30	29	27,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,3	0,78	43,69	33,90	77,61	
MB30	30	28,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,7	23,1	0,81	44,63	34,53	77,37	
MB30	31	29,80	Z(mf)s1, gr	18,0	14,7	22,5	0,80	44,56	33,64	75,50	



**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB31 MB31 MB31  
**Monsternummer:** 7 15 20  
**Diepte m-mv:** 6,60-7,00 14,60-15,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zee fracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
7			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,3	37,5	87,1	97,3	99,7
15			0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	17,3	59,5	94,0	99,2	99,4	99,8
20			0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	7,8	30,0	75,4	90,0	96,3	97,9

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
7	0,19	2,25	0,14	0,19	0,20	1,43	
15	0,33	3,76	0,21	0,33	0,36	1,69	
20	0,26	3,01	0,16	0,26	0,28	1,79	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

7	Z(mf), resten schelpen, gr
15	Z(mg), resten schelpen, gr
20	Z(mg)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>conform NEN 5740</small>	Torvanetest		W <sub>g</sub> %	e %	n %	W <sub>v</sub> %	S <sub>v</sub> %
				γ <sub>n</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>sa</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]					
MB31	1	0,70	Kz3, sporen roest, lbr	16,2	14,4	12,0	0,84	45,52	17,62	38,70
MB31	2	1,70	Kz3, sporen roest, lbr	15,8	12,7	24,6	1,08	52,03	31,88	61,26
MB31	3	2,70	Z(mf)s3, resten klei, sporen roest, lbr	15,5	13,9	11,6	0,91	47,57	16,38	34,43
MB31	4	3,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,7	22,8	0,80	44,37	34,27	77,24
MB31	5	4,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,8	22,6	0,79	44,13	34,11	77,29
MB31	6	5,70	Z(mf)s1, gr	18,5	15,2	21,6	0,74	42,58	33,49	78,65
MB31	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,0	14,6	23,2	0,82	44,97	34,46	76,62
MB31	8	7,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	21,9	0,77	43,36	33,49	77,23
MB31	9	8,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,2	21,4	0,75	42,77	33,05	77,27
MB31	10	9,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,3	20,5	0,74	42,43	31,92	75,24
MB31	11	10,70	Z(mf), resten schelpen, gr	18,5	15,2	21,4	0,74	42,58	33,15	77,87
MB31	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,5	15,4	20,1	0,72	41,96	31,58	75,26
MB31	13	12,70	Z(mg), resten schelpen, gr	16,4	14,0	17,1	0,90	47,26	24,43	51,68
MB31	14	13,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,3	14,6	19,1	0,82	45,03	28,34	62,93
MB31	15	14,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,7	14,7	20,3	0,80	44,44	30,46	68,54
MB31	16	15,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,2	14,5	19,2	0,83	45,46	28,30	62,25
MB31	17	16,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,9	14,8	21,3	0,79	44,24	32,07	72,50
MB31	18	17,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,7	21,3	0,81	44,65	31,82	71,27
MB31	19	18,70	Z(mg), gr	18,1	15,1	20,1	0,76	43,14	30,92	71,67
MB31	20	19,70	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,0	14,7	22,2	0,80	44,36	33,42	75,34
MB31	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,1	0,76	43,28	32,27	74,55
MB31	22	21,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,3	20,7	0,74	42,41	32,17	75,86
MB31	23	22,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	21,9	0,76	43,34	33,51	77,31
MB31	24	23,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,9	21,9	0,78	43,81	33,17	75,72
MB31	25	24,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	21,3	0,76	43,10	32,73	75,93
MB31	26	25,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	20,9	0,75	42,88	32,22	75,14
MB31	27	26,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,8	22,1	0,78	43,97	33,40	75,96
MB31	28	27,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,1	0,76	43,29	32,31	74,63
MB31	29	28,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,3	0,78	43,95	33,75	76,78
MB31	30	29,70	Z(mf)s1, gr	17,9	14,7	22,1	0,81	44,71	32,96	73,72

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

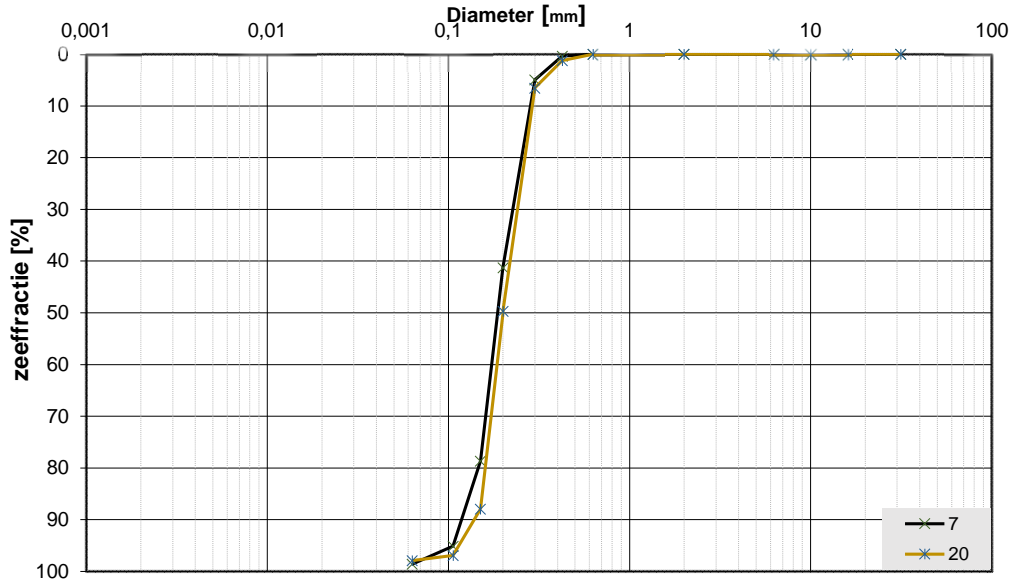
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tmv	Grondsoort <small>naam NEN 5740</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichts percentage		Porïën getal		Porïën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{gr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_s$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %								
MB31	1	0,70	Kz3, sporen roest, lbr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,52	44,73	98,25								
MB31	2	1,70	Kz3, sporen roest, lbr	17,7	12,7	39,3	1,08	52,03	50,97	97,97								
MB31	3	2,70	Z(mf)s3, resten klei, sporen roest, lbr	18,4	13,9	32,6	0,91	47,57	46,24	97,22								
MB31	4	3,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	28,9	0,80	44,37	43,44	97,90								
MB31	5	4,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,8	28,5	0,79	44,13	43,00	97,44								
MB31	6	5,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	26,9	0,74	42,58	41,79	98,14								
MB31	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,6	0,82	44,97	44,00	97,83								
MB31	8	7,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,36	42,63	98,33								
MB31	9	8,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	27,0	0,75	42,77	41,76	97,64								
MB31	10	9,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,3	26,5	0,74	42,43	41,23	97,19								
MB31	11	10,70	Z(mf), resten schelpen, gr	19,3	15,2	27,0	0,74	42,58	41,90	98,42								
MB31	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,4	15,4	26,2	0,72	41,96	41,03	97,78								
MB31	13	12,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,5	14,0	32,3	0,90	47,26	46,01	97,35								
MB31	14	13,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,7	0,82	45,03	44,09	97,91								
MB31	15	14,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,44	43,63	98,16								
MB31	16	15,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,8	14,5	30,3	0,83	45,46	44,63	98,17								
MB31	17	16,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,9	0,79	44,24	43,47	98,26								
MB31	18	17,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,7	29,2	0,81	44,65	43,61	97,67								
MB31	19	18,70	Z(mg), gr	19,2	15,1	27,6	0,76	43,14	42,36	98,20								
MB31	20	19,70	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,7	28,8	0,80	44,36	43,23	97,45								
MB31	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,28	42,14	97,35								
MB31	22	21,70	Z(mf)s1, gr	19,4	15,3	26,9	0,74	42,41	41,83	98,63								
MB31	23	22,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,34	42,38	97,78								
MB31	24	23,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,2	0,78	43,81	42,80	97,69								
MB31	25	24,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,1	27,5	0,76	43,10	42,24	98,02								
MB31	26	25,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,1	27,4	0,75	42,88	42,25	98,54								
MB31	27	26,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,8	28,5	0,78	43,97	43,14	98,12								
MB31	28	27,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,29	42,17	97,40								
MB31	29	28,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,4	0,78	43,95	42,97	97,77								
MB31	30	29,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,4	0,81	44,71	43,90	98,18								

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB03 MB03  
**Monsternummer:** 7 20  
**Diepte m-mv:** 6,60-7,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
7			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	4,9	41,2	78,6	95,1	98,6
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	6,5	49,7	87,9	96,9	97,9

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
7	0,19	2,20	0,12	0,19	0,20	1,66	
20	0,20	2,42	0,15	0,20	0,22	1,51	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

7	Z(mf)s1, resten schelpen, gr
20	Z(mf)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegechten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>(na NEN 1093:2004)</small>	Torvane-test		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porieën getal		Porieën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad	
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{se}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_d$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_r$ %									
MB03	1	0,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr		15,3	14,3	7,4	0,86	46,13	10,82							23,46		
MB03	2	1,70	Z(mf)s1, sporen schelpen, lbr		17,1	14,5	17,9	0,82	45,11	26,49								58,72	
MB03	3	2,70	Z(mf)s1		17,9	14,4	24,4	0,84	45,55	35,82								78,64	
MB03	4	3,70	Z(mf)s1		18,3	15,0	22,5	0,77	43,55	34,24								78,63	
MB03	5	4,70	Z(mf)s1		18,1	14,7	23,5	0,81	44,62	35,13								78,73	
MB03	6	5,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,4	15,1	21,7	0,75	42,87	33,42								77,96	
MB03	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,4	15,2	20,7	0,74	42,50	32,10								75,54	
MB03	8A	7,70	Z(mf)s1		18,5	15,3	21,0	0,73	42,17	32,77								77,69	
MB03	8B	7,80	Ks2h1, slibhoudend, dgr	75	13,7	8,3	63,7	2,18	68,52	54,13								79,00	
MB03	9	8,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	38	14,3	8,7	64,1	2,04	67,14	56,87								84,70	
MB03	10	9,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	48	14,1	8,3	69,6	2,19	68,65	58,97								85,90	
MB03	11	10,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	53	14,4	9,0	60,4	1,96	66,21	55,10								83,21	
MB03	12	11,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	63	14,9	9,8	52,5	1,70	63,02	52,41								83,16	
MB03	13	12,70	Ks2h1, resten zand, dgr	53	14,7	9,2	59,3	1,88	65,28	55,63								85,22	
MB03	14	13,70	Kz1h1, dgr	50	14,8	9,4	57,0	1,81	64,42	54,79								85,05	
MB03	15	14,70	Ks2h1, resten zand, dgr	58	15,0	9,7	54,2	1,73	63,37	53,59								84,57	
MB03	16	15,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		16,8	13,7	22,7	0,93	48,23	31,68								65,67	
MB03	17	16,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,8	14,6	21,8	0,81	44,79	32,45								72,46	
MB03	18	17,70	Z(mf)s1, gr		17,9	14,6	22,1	0,81	44,76	32,92								73,56	
MB03	19	18,70	Z(mf)s1, gr		18,0	14,9	20,8	0,78	43,69	31,65								72,43	
MB03	20	19,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,9	14,9	20,6	0,78	43,96	31,16								70,89	
MB03	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,9	14,7	21,9	0,81	44,71	32,75								73,26	
MB03	22	21,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,7	14,6	21,2	0,81	44,84	31,62								70,51	
MB03	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,0	15,0	19,7	0,77	43,37	30,13								69,48	
MB03	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,6	14,3	23,0	0,85	46,05	33,54								72,82	
MB03	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,5	14,6	19,8	0,82	45,01	29,44								65,41	
MB03	26	25,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,9	14,7	21,6	0,80	44,54	32,33								72,58	
MB03	27	26,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		16,8	13,8	22,1	0,92	48,02	31,09								64,74	
MB03	28	27,70	Z(mf)s1, gr		17,8	14,5	22,5	0,83	45,23	33,33								73,69	
MB03	29	28,70	Kz3, gr	65	17,5	13,8	26,5	0,92	47,81	37,33								78,07	
MB03	30	29,70	Z(mf)s1, gr		18,0	15,0	20,0	0,77	43,37	30,64								70,64	

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzendgr)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>(na bron MB03-504)</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_{10}$	$\gamma_{20}$							
				$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{kN/m}^3]$	%	%	%	%	%	
MB03	1	0,70	Z(mf)1, resten schelpen, lbr	18,7	14,3	31,0	0,86	46,13	45,16	97,91		
MB03	2	1,70	Z(mf)1, sporen schelpen, lbr	18,9	14,5	29,8	0,82	45,11	44,23	98,05		
MB03	3	2,70	Z(mf)1	18,8	14,4	30,5	0,84	45,55	44,90	98,57		
MB03	4	3,70	Z(mf)1	19,1	15,0	27,9	0,77	43,55	42,50	97,58		
MB03	5	4,70	Z(mf)1	19,0	14,7	29,3	0,81	44,62	43,77	98,09		
MB03	6	5,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,2	15,1	27,0	0,75	42,87	41,66	97,19		
MB03	7	6,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,6	0,74	42,50	41,39	97,39		
MB03	8A	7,70	Z(mf)1	19,4	15,3	26,6	0,73	42,17	41,49	98,39		
MB03	8B	7,80	Ks2h1, slibhoudend, dgr	75	14,9	8,3	78,6	2,18	68,52	66,83	97,54	
MB03	9	8,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	38	15,2	8,7	74,4	2,04	67,14	66,02	98,33	
MB03	10	9,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	48	14,9	8,3	79,3	2,19	68,65	67,18	97,86	
MB03	11	10,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	53	15,3	9,0	71,4	1,96	66,21	65,15	98,39	
MB03	12	11,70	Ks2h1, slibhoudend, dgr	63	15,9	9,8	62,2	1,70	63,02	62,18	98,66	
MB03	13	12,70	Ks2h1, resten zand, dgr	53	15,5	9,2	68,9	1,88	65,28	64,58	98,94	
MB03	14	13,70	Kz1h1, dgr	50	15,6	9,4	65,5	1,81	64,42	63,00	97,80	
MB03	15	14,70	Ks2h1, resten zand, dgr	58	15,8	9,7	62,4	1,73	63,37	61,74	97,43	
MB03	16	15,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,4	13,7	33,8	0,93	48,23	47,23	97,92		
MB03	17	16,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,0	14,6	29,5	0,81	44,79	44,02	98,30		
MB03	18	17,70	Z(mf)1, gr	18,9	14,6	29,4	0,81	44,76	43,84	97,94		
MB03	19	18,70	Z(mf)1, gr	19,1	14,9	28,0	0,78	43,69	42,64	97,60		
MB03	20	19,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,5	0,78	43,96	43,18	98,23		
MB03	21	20,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,0	14,7	29,4	0,81	44,71	43,97	98,34		
MB03	22	21,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,3	0,81	44,84	43,64	97,31		
MB03	23	22,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,8	0,77	43,37	42,53	98,06		
MB03	24	23,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,7	14,3	31,0	0,85	46,05	45,14	98,02		
MB03	25	24,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,01	44,34	98,49		
MB03	26	25,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,9	14,7	28,9	0,80	44,54	43,30	97,20		
MB03	27	26,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,4	13,8	33,7	0,92	48,02	47,28	98,45		
MB03	28	27,70	Z(mf)1, gr	18,9	14,5	30,0	0,83	45,23	44,42	98,21		
MB03	29	28,70	Kz3, gr	65	18,4	13,8	33,3	0,92	47,81	47,00	98,30	
MB03	30	29,70	Z(mf)1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,37	42,66	98,38		







Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torraneelst		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porien getal		Porien volume		Watergehalte in volume		Verz. graad	
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_s$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %									
MB04	1	0,70	Z(mf)s1, resten klei en schelpen, lgr	14,6	14,0	4,1	0,89	47,13	5,79	12,28									
MB04	2	1,70	Z(mf)	16,9	14,7	14,9	0,80	44,42	22,29	50,19									
MB04	3	2,70	Z(mg), gr	18,2	14,6	24,0	0,81	44,73	36,76	79,94									
MB04	4	3,70	Z(mg), gr	18,1	14,7	23,3	0,81	44,64	34,85	78,07									
MB04	5	4,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,3	14,9	22,7	0,78	43,78	34,45	78,69									
MB04	6	5,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,5	22,9	0,83	45,33	33,86	74,69									
MB04	7	6,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,3	15,2	20,4	0,74	42,58	31,63	74,28									
MB04	8	7,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,2	0,77	43,39	32,49	74,88									
MB04	9	8,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,2	15,2	19,6	0,75	42,74	30,35	71,02									
MB04	10	9,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,1	14,2	20,3	0,87	46,50	29,36	63,14									
MB04	11	10,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,6	22,2	0,82	44,99	33,06	73,47									
MB04	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,0	14,8	21,7	0,79	44,28	32,72	73,88									
MB04	13	12,70	Z(mg), gr	17,9	14,7	21,7	0,81	44,62	32,39	72,60									
MB04	14	13,70	Z(mg), gr	17,9	14,7	21,9	0,80	44,58	32,78	73,53									
MB04	15	14,70	Z(mg), gr	17,7	14,5	21,9	0,82	45,12	32,47	71,97									
MB04	16	15,70	Z(mg), gr	18,0	14,8	21,6	0,79	44,16	32,56	73,74									
MB04	17	16,70	Z(mg), gr	17,7	14,5	22,1	0,83	45,42	32,62	71,81									
MB04	18	17,70	Z(mg), gr	17,9	14,6	22,7	0,82	45,02	33,73	74,92									
MB04	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,9	14,7	21,9	0,81	44,65	32,73	73,29									
MB04	20	19,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,4	23,0	0,84	45,79	33,62	73,43									
MB04	21	20,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,6	21,8	0,81	44,73	32,56	72,81									
MB04	22	21,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,9	21,0	0,78	43,91	31,88	72,61									
MB04	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,1	15,1	19,9	0,76	43,05	30,64	71,16									
MB04	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,2	15,2	19,6	0,74	42,68	30,29	70,96									
MB04	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,9	18,8	0,78	43,74	28,64	65,48									
MB04	26	25,70	Z(mf)s1h1, resten schelpen en hout, gr	17,7	14,5	22,2	0,83	45,21	32,87	72,70									
MB04	27A	26,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	17,5	14,9	17,3	0,78	43,81	26,23	59,87									
MB04	27B	26,90	Vm, zw	30	9,8	2,1	364,0	5,64	92,05	78,18	84,94								
MB04	28	27,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	16,8	14,4	17,0	0,84	45,64	24,91	54,57									
MB04	29A	28,70	Z(zf)s1, gr	18,1	15,2	19,0	0,74	42,49	29,54	69,51									
MB04	29B	28,90	Kz1, laagjes zand, gr	17,5	13,9	25,9	0,90	47,42	36,82	77,65									
MB04	30A	29,60	Kz1, laagjes zand, gr	17,0	13,2	29,1	1,01	50,24	39,17	77,97									
MB04	30B	29,70	Z(zf)s1, gr	17,8	14,5	22,4	0,82	45,12	33,21	73,60									

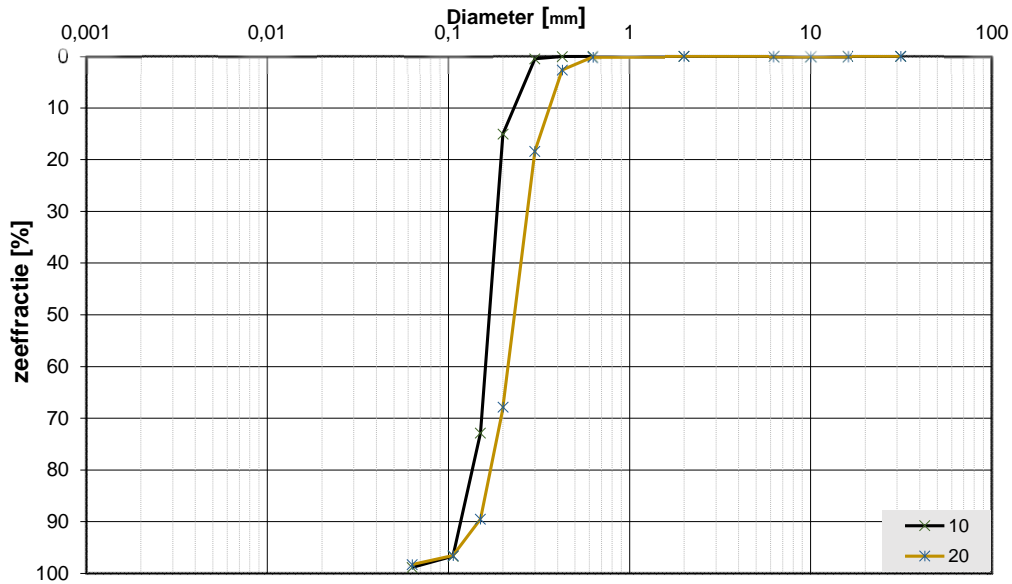
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzendgr)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-rmv	Grondsoort <small>naam: MB0-S100</small>	Torvaneest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porieën getal		Porieën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{se}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_a$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %								
MB04	1	0,70	Z(mf)s1, resten klei en schelpen, igr	18,5	14,0	32,4	0,89	47,13	46,24	98,11								
MB04	2	1,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,2	0,80	44,42	43,88	98,77								
MB04	3	2,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,6	29,6	0,81	44,73	44,14	98,67								
MB04	4	3,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,64	43,85	98,24								
MB04	5	4,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,2	0,78	43,78	42,83	97,83								
MB04	6	5,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,5	30,2	0,83	45,33	44,58	98,35								
MB04	7	6,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,7	0,74	42,58	41,46	97,37								
MB04	8	7,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,7	0,77	43,39	42,39	97,69								
MB04	9	8,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,3	15,2	27,1	0,75	42,74	41,93	98,11								
MB04	10	9,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,6	14,2	31,4	0,87	46,50	45,40	97,65								
MB04	11	10,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,5	0,82	44,99	43,90	97,57								
MB04	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,28	43,25	97,67								
MB04	13	12,70	Z(mg), gr	18,9	14,7	29,0	0,81	44,62	43,34	97,14								
MB04	14	13,70	Z(mg), gr	18,9	14,7	29,0	0,80	44,58	43,37	97,28								
MB04	15	14,70	Z(mg), gr	18,9	14,5	29,9	0,82	45,12	44,31	98,21								
MB04	16	15,70	Z(mg), gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,16	43,32	98,08								
MB04	17	16,70	Z(mg), gr	18,8	14,5	30,2	0,83	45,42	44,49	97,94								
MB04	18	17,70	Z(mg), gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,02	44,24	98,28								
MB04	19	18,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,65	43,80	98,09								
MB04	20	19,70	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,7	0,84	45,79	44,94	98,14								
MB04	21	20,70	Z(mf)s1, gr	18,9	14,6	29,3	0,81	44,73	43,73	97,77								
MB04	22	21,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,91	42,95	97,80								
MB04	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,1	27,5	0,76	43,05	42,25	98,13								
MB04	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,9	0,74	42,68	41,70	97,70								
MB04	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,0	0,78	43,74	42,50	97,17								
MB04	26	25,70	Z(mf)s1h1, resten schelpen en hout, gr	18,9	14,5	29,9	0,83	45,21	44,27	97,92								
MB04	27A	26,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,1	14,9	28,1	0,78	43,81	42,65	97,37								
MB04	27B	26,90	Vm, zw	30	11,0	2,1	421,5	5,64	92,05	90,52	98,34							
MB04	28	27,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,8	14,4	30,5	0,84	45,64	44,81	98,18								
MB04	29A	28,70	Z(zf)s1, gr	19,4	15,2	27,0	0,74	42,49	41,92	98,64								
MB04	29B	28,90	Kz1, laagjes zand, gr	18,5	13,9	32,7	0,90	47,42	46,39	97,84								
MB04	30A	29,60	Kz1, laagjes zand, gr	18,0	13,2	36,6	1,01	50,24	49,18	97,90								
MB04	30B	29,70	Z(zf)s1, gr	18,9	14,5	29,7	0,82	45,12	44,01	97,55								

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB6 MB6  
**Monsternummer:** 10 20  
**Diepte m-mv:** 9,60-10,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
10			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	15,0	72,8	96,7	98,8
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,6	18,3	67,8	89,5	96,5	98,3

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
10	0,17	1,85	0,12	0,17	0,18	1,49
20	0,24	2,75	0,15	0,24	0,26	1,69

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

10	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr
20	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

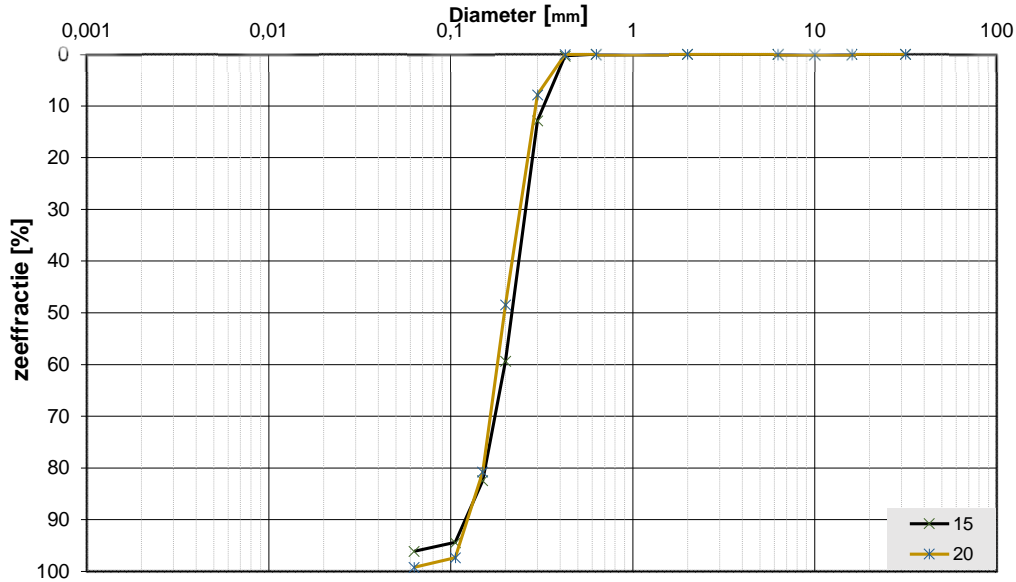
### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tv	Grondsoort <small>conform MBN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droop volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_0$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{cr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$W_g$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %				
MB06	1	0,80	Z(mf)sh2, resten wortels, dgr	17,4	13,5	29,5	0,97	49,22	40,43	82,16		
MB06	2	1,80	Z(mf)sh2, brokjes klei, sporen roest, gr/lbr	16,9	13,2	28,1	1,00	50,12	37,90	75,63		
MB06	3	2,80	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	21,8	0,78	43,70	33,18	75,94		
MB06	4	3,80	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,7	0,78	43,89	34,36	78,29		
MB06	5	4,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	22,2	0,77	43,51	33,84	77,77		
MB06	6	5,80	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,1	0,78	43,66	33,64	77,04		
MB06	7	6,80	Z(mf)s1, gr	18,4	15,0	22,8	0,76	43,33	34,97	80,71		
MB06	8	7,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	22,3	0,77	43,57	34,03	78,11		
MB06	9	8,80	Z(mf)s1, gr	17,3	14,3	20,8	0,85	45,88	30,38	66,21		
MB06	10	9,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,2	14,8	23,5	0,80	44,32	35,33	79,73		
MB06	11	10,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,2	14,8	22,8	0,79	44,23	34,39	77,75		
MB06	12	11,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,3	14,9	22,7	0,78	43,69	34,59	79,15		
MB06	13	12,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,6	15,4	20,8	0,72	41,83	32,61	77,95		
MB06	14	13,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,3	15,1	21,2	0,75	42,87	32,70	76,27		
MB06	15	14,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,0	15,0	20,1	0,76	43,29	30,73	71,00		
MB06	16	15,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,3	20,6	0,73	42,27	32,15	76,07		
MB06	17	16,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,4	20,1	0,72	42,00	31,43	74,83		
MB06	18	17,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,3	20,8	0,73	42,11	32,52	77,23		
MB06	19	18,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,4	20,4	0,72	41,95	32,02	76,33		
MB06	20	19,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	15,3	21,0	0,73	42,22	32,76	77,58		
MB06	21	20,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,4	15,2	21,3	0,75	42,79	32,92	76,94		
MB06	22	21,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,3	15,3	19,6	0,73	42,29	30,61	72,37		
MB06	23	22,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,7	19,7	0,69	40,66	31,61	77,74		
MB06	24	23,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,7	19,8	0,69	40,90	31,56	77,16		
MB06	25	24,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,3	15,4	18,6	0,72	41,75	29,19	69,93		
MB06	26A	25,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,5	15,6	18,9	0,70	41,22	30,08	72,98		
MB06	26B	25,90	Kz3, gr	17,5	13,2	32,6	1,01	50,30	43,77	87,02		
MB06	27	26,80	Kz3, gr	18,2	15,0	21,5	0,77	43,38	32,91	75,85		
MB06	28	27,80	Kz3, gr	17,3	13,3	30,0	0,99	49,69	40,81	82,12		
MB06	29	28,80	Kz3, gr	17,4	13,9	24,8	0,90	47,47	35,22	74,18		
MB06	30	29,80	Kz3, gr	18,3	15,2	20,4	0,74	42,69	31,62	74,08		



**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB07 MB07  
**Monsternummer:** 15 20  
**Diepte m-mv:** 14,60-14,95 19,60-19,95

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
15			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	12,8	59,3	82,4	94,4	96,1
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	48,5	80,7	97,3	99,2

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10	
15	0,22	2,49	0,14	0,22	0,24	1,81	
20	0,20	2,34	0,13	0,20	0,22	1,74	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

15	Z(mf)s1, gr
20	Z(mf), sporen schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN 5750-4</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$	$\gamma_{gr}$							
				$\text{[kN/m}^3\text{]}$	$\text{[kN/m}^3\text{]}$	$\text{[kN/m}^3\text{]}$	$\%$	$\%$	$\%$	$\%$	$\%$	$\%$
MB07	1	0,70	Ks1h1, sporen roest, dgr	225	18,1	15,0	21,2	0,77	43,56	32,34	74,25	
MB07	2	1,70	Kz3h1, sporen roest, dgr	35	16,1	11,7	37,5	1,27	55,92	44,63	79,82	
MB07	3	2,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	25	14,4	8,7	65,4	2,03	67,05	58,22	86,84	
MB07	4	3,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	17,4	13,1	32,6	1,02	50,39	43,73	86,78		
MB07	5	4,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	17,2	12,7	35,4	1,09	52,20	45,71	87,57		
MB07	6	5,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	16,7	12,0	38,6	1,20	54,55	47,39	86,88		
MB07	7	6,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr	17,2	12,9	32,8	1,05	51,20	43,27	84,50		
MB07	8A	7,70	Z(mf)s1h1, gr	17,9	14,2	25,8	0,87	46,41	37,29	80,35		
MB07	8B	7,80	Z(mf)s2h1, resten klei, dgr	15,8	10,7	48,3	1,49	59,77	52,45	87,76		
MB07	9	8,70	Z(mf)s2h1, resten klei, dgr	17,8	13,9	28,1	0,91	47,54	39,82	83,76		
MB07	10	9,70	Z(zf)s2, resten klei, gr	17,2	13,0	32,3	1,04	50,92	42,85	84,14		
MB07	11	10,70	Z(zf)s2, resten klei, gr	16,0	11,0	45,9	1,41	58,58	51,37	87,69		
MB07	12	11,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	14,5	9,2	58,2	1,89	65,46	54,29	82,94		
MB07	13	12,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	38	14,9	9,9	51,2	1,68	62,70	51,55	82,23	
MB07	14	13,70	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	17,8	14,6	22,1	0,82	45,09	32,77	72,68		
MB07	15	14,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	21,7	0,79	44,17	32,78	74,21		
MB07	16	15,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,4	23,0	0,84	45,63	33,81	74,10		
MB07	17	16,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,3	23,9	0,85	45,96	34,95	76,03		
MB07	18	17,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	21,8	0,79	44,20	32,86	74,34		
MB07	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,7	21,6	0,81	44,62	32,25	72,29		
MB07	20	19,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,8	20,3	0,79	44,15	30,68	69,50		
MB07	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,0	15,1	19,5	0,76	43,18	29,91	69,26		
MB07	22	21,70	Z(mf)s1, gr	16,8	14,0	19,7	0,89	47,18	28,07	59,50		
MB07	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,4	14,4	20,6	0,84	45,53	30,35	66,67		
MB07	24	23,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,1	19,5	0,75	42,94	30,07	70,02		
MB07	25	24,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,7	14,9	18,7	0,77	43,66	28,47	65,21		
MB07	26	25,70	Z(zg), resten schelpen, lgr	17,6	14,9	18,2	0,78	43,79	27,59	63,00		
MB07	27	26,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,5	14,5	20,6	0,82	45,14	30,48	67,53		
MB07	28	27,70	Z(mg), gr	18,1	15,0	21,0	0,77	43,48	32,04	73,69		
MB07	29	28,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,9	20,1	0,77	43,60	30,67	70,36		
MB07	30A	29,65	Z(mf)s1, gr	17,8	14,9	19,7	0,78	43,78	29,89	68,28		
MB07	30B	29,70-29,75	Vm, zw (laagje)	9,2	2,8	229,8	4,04	89,52	65,01	72,62		

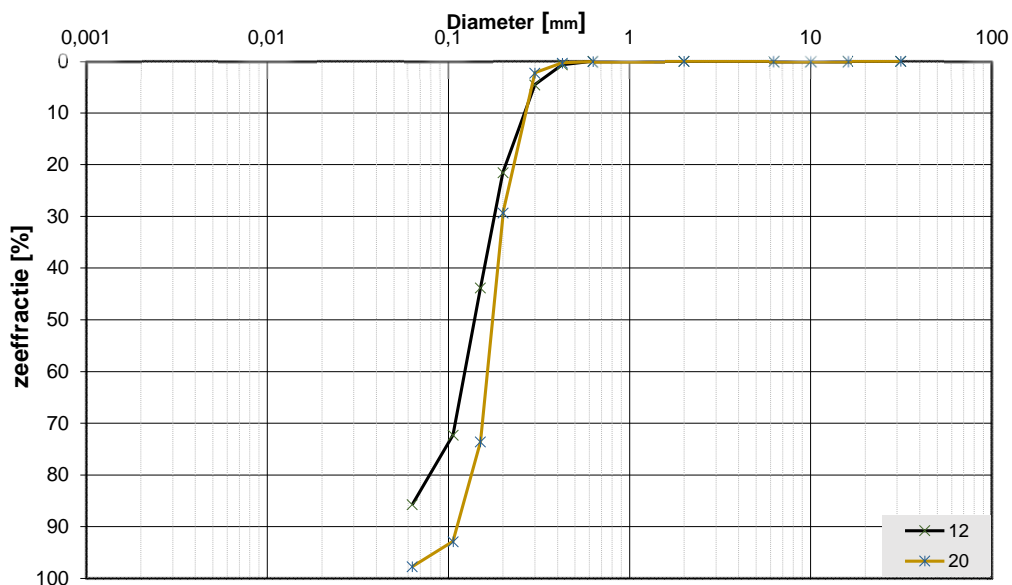
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>code: 01-100-100</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porien graad		Porien volume		Watergehalte in volume		Verz. graad	
				$\gamma_c$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_r$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_g$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %									
MB07	1	0,70	Ks1h1, sporen roest, dgr	225	19,1	15,0	27,9	0,77	43,56	42,49	97,54								
MB07	2	1,70	Kz2h1, sporen roest, dgr	35	17,1	11,7	46,2	1,27	55,92	55,05	98,44								
MB07	3	2,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	25	15,2	8,7	74,0	2,03	67,05	65,89	98,27								
MB07	4	3,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	18,0	13,1	36,6	1,02	50,39	48,99	97,21									
MB07	5	4,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	17,7	12,7	39,4	1,09	52,20	50,84	97,40									
MB07	6	5,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	17,3	12,0	43,4	1,20	54,55	53,32	97,75									
MB07	7	6,70	Z(mfs)2h1, laagjes klei, dgr	17,8	12,9	38,0	1,05	51,20	50,11	97,86									
MB07	8A	7,70	Z(mf)1h1, gr	18,7	14,2	31,4	0,87	46,41	45,52	98,09									
MB07	8B	7,80	Z(mf)2h1, resten klei, dgr	16,4	10,7	54,0	1,49	59,77	58,64	98,12									
MB07	9	8,70	Z(mf)2h1, resten klei, dgr	18,5	13,9	32,9	0,91	47,54	46,62	98,07									
MB07	10	9,70	Z(zf)2, resten klei, gr	17,9	13,0	37,6	1,04	50,92	49,84	97,88									
MB07	11	10,70	Z(zf)2, resten klei, gr	16,6	11,0	51,1	1,41	58,58	57,19	97,63									
MB07	12	11,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	15,4	9,2	68,4	1,89	65,46	63,81	97,48									
MB07	13	12,70	Ks2h1, laagjes zand, dgr	38	15,9	9,9	60,6	1,68	62,70	61,07	97,41								
MB07	14	13,70	Z(mf)1, sporen schelpen, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,09	44,16	97,93									
MB07	15	14,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,17	43,29	97,99									
MB07	16	15,70	Z(mf)1, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,63	44,57	97,67									
MB07	17	16,70	Z(mf)1, gr	18,7	14,3	30,6	0,85	45,96	44,72	97,30									
MB07	18	17,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,20	43,08	97,47									
MB07	19	18,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,62	43,80	98,17									
MB07	20	19,70	Z(mf)1, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,15	43,16	97,77									
MB07	21	20,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	19,2	15,1	27,7	0,76	43,18	42,50	98,43									
MB07	22	21,70	Z(mf)1, gr	18,5	14,0	32,4	0,89	47,18	46,22	97,96									
MB07	23	22,70	Z(mf)1, resten schelpen, gr	18,8	14,4	30,3	0,84	45,53	44,57	97,91									
MB07	24	23,70	Z(mf)1, gr	19,2	15,1	27,2	0,75	42,94	41,88	97,52									
MB07	25	24,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	19,1	14,9	28,1	0,77	43,66	42,73	97,88									
MB07	26	25,70	Z(zg), resten schelpen, lgr	19,1	14,9	28,1	0,78	43,79	42,71	97,53									
MB07	27	26,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,9	14,5	30,0	0,82	45,14	44,43	98,43									
MB07	28	27,70	Z(mg), gr	19,1	15,0	27,8	0,77	43,48	42,42	97,54									
MB07	29	28,70	Z(mf)1, gr	19,1	14,9	28,0	0,77	43,60	42,64	97,81									
MB07	30A	29,65	Z(mf)1, gr	19,1	14,9	28,5	0,78	43,78	43,32	98,97									
MB07	30B	29,70-29,75	Vm, zw (laagje)	11,4	2,8	310,6	4,04	89,52	87,89	98,17									

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB09 MB09  
**Monsternummer:** 12 20  
**Diepte m-mv:** 11,60-12,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
12			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,5	21,5	43,8	72,3	85,7
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,3	29,3	73,6	92,9	97,7

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
12	0,15	1,43	0,09	0,15	0,17	1,90
20	0,18	1,98	0,12	0,18	0,19	1,61

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

12	Z(mf)s1, sporen schelpen, lgn
20	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tv	Grondsoort <small>naam NEN 5760</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{tr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB09	1	0,80	Kz3h1, lbr	17,7	14,6	21,8	0,82	45,05	32,36	71,83		
MB09	2	1,80	Kz3h1, resten schelpen, sporen roest, lbr	17,5	13,9	25,8	0,91	47,60	36,48	76,65		
MB09	3	2,80	Ks1h2, dgr	14,4	8,8	62,8	2,00	66,72	56,49	84,67		
MB09	4	3,80	Ks1h2, resten zand, dgr	14,4	9,2	56,2	1,88	65,28	52,73	80,79		
MB09	5	4,80	Vm, dbr	9,1	1,6	472,9	7,80	93,99	76,72	81,63		
MB09	6	5,80	Ks1h1, gr	15,3	10,4	47,4	1,55	60,79	50,17	82,52		
MB09	7A	6,70	Ks1h1, gr	14,8	9,5	55,3	1,78	64,03	53,77	83,99		
MB09	7B	6,80	Vk1, dbr	10,6	3,4	209,3	6,76	87,11	72,86	83,64		
MB09	7C	6,90	Z(mf)s2, gr	18,8	15,9	18,5	0,67	39,95	29,93	74,92		
MB09	8	7,80	Z(mf)s2, gr	18,8	16,0	17,6	0,66	39,79	28,65	72,01		
MB09	9	8,80	Lz3, gr	18,6	15,8	17,8	0,68	40,35	28,69	71,11		
MB09	10	9,80	Ks4, gr	17,0	13,2	29,2	1,01	50,26	39,24	78,08		
MB09	11	10,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, lgn	18,7	16,0	17,2	0,66	39,70	28,03	70,60		
MB09	12	11,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, lgn	18,7	16,0	17,2	0,66	39,69	27,97	70,46		
MB09	13	12,80	Ks4, gn	17,3	13,4	29,2	0,98	49,59	39,72	80,10		
MB09	14	13,80	Ks1h1, resten zand, gr	15,3	10,6	43,7	1,49	59,91	47,36	79,05		
MB09	15	14,80	Z(mf)s1, gr	19,0	15,7	21,0	0,69	40,91	33,58	82,09		
MB09	16	15,80	Z(mf)s1, gr	18,7	15,5	20,1	0,71	41,35	31,80	76,91		
MB09	17A	16,80	Z(zf)s2, gn	18,4	14,6	26,2	0,82	44,98	38,97	86,65		
MB09	17B	16,90	Z(mf)s1, lgn	18,1	14,8	22,4	0,79	44,17	33,72	76,34		
MB09	18A	17,70	Z(zf)s2, gn	18,4	14,7	25,0	0,80	44,47	37,54	84,42		
MB09	18B	17,80	Z(mf)s1, gr	18,6	15,3	21,2	0,73	42,20	33,11	78,45		
MB09	19	18,80	Z(mf)s1, reste schelpen, gr	18,4	15,2	20,8	0,74	42,61	32,18	75,52		
MB09	20	19,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,3	15,0	21,5	0,76	43,26	32,91	76,08		
MB09	21	20,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,0	14,4	25,1	0,84	45,68	36,78	80,50		
MB09	22	21,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	18,5	15,5	19,5	0,71	41,55	30,84	74,21		
MB09	23A	22,70	Z(mg)s1, veel schelpen, gr	15,3	14,0	9,3	0,89	47,06	13,31	28,29		
MB09	23B	22,80	Z(zf)s1, lgn	18,5	15,2	21,2	0,74	42,56	32,96	77,44		
MB09	24	23,80	Kz3, veel schelpen, gr	17,6	14,3	23,4	0,85	46,05	34,10	74,06		
MB09	25	24,80	Kz3, resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,0	0,76	43,34	32,09	74,05		
MB09	26	25,80	Z(zf)s2, resten schelpen, gn	18,3	14,8	23,8	0,79	44,27	35,76	80,79		
MB09	27	26,80	Z(zf)s1, gn	18,0	14,6	23,7	0,82	45,07	35,10	77,88		
MB09	28	27,80	Z(zf)s2, zeer slap, resten schelpen, gn	18,5	14,9	24,5	0,78	43,87	37,14	84,68		
MB09	29	28,80	Kz3, gr	17,3	14,8	17,0	0,79	44,17	25,58	57,92		
MB09	30	29,80	Kz3, veel schelpen, gr	17,7	14,8	19,7	0,80	44,29	29,70	67,06		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

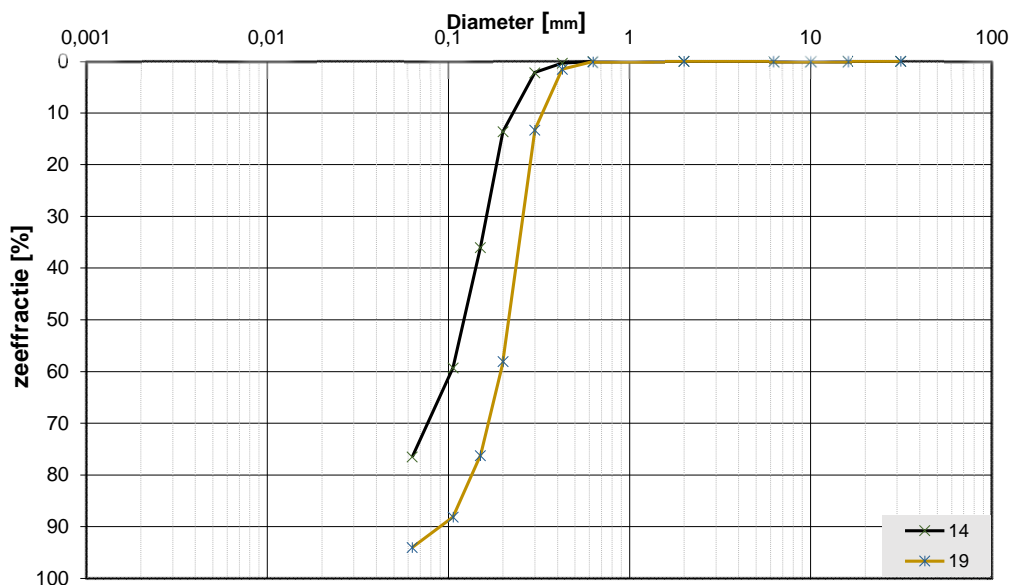
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tmv	Grondsoort <small>naam NEN 5764</small>	Torvanetest														
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{gr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_p$ %	e %	n %	$W_w$ %	$S_v$ %								
				Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichts percentage		Porïen getal		Porïen volume		Watergehalte in volume		Verz. graad		
MB09	1	0,80	Kz3h1, lbr	18,9	14,6	29,6	0,82	45,05	43,92	97,48								
MB09	2	1,80	Kz3h1, resten schelpen, sporen roest, lbr	18,5	13,9	32,9	0,91	47,60	46,64	97,98								
MB09	3	2,80	Ks1h2, dgr	15,3	8,8	73,3	2,00	66,72	65,94	98,84								
MB09	4	3,80	Ks1h2, resten zand, dgr	15,5	9,2	67,9	1,88	65,28	63,69	97,58								
MB09	5	4,80	Vm, dbr	10,6	1,6	565,9	7,80	93,99	91,81	97,68								
MB09	6	5,80	Ks1h1, gr	16,3	10,4	56,5	1,55	60,79	59,83	98,42								
MB09	7A	6,70	Ks1h1, gr	15,7	9,5	65,0	1,78	64,03	63,11	98,57								
MB09	7B	6,80	Vk1, dbr	11,8	3,4	244,9	6,76	87,11	85,27	97,88								
MB09	7C	6,90	Z(mf)s2, gr	19,8	15,9	24,3	0,67	39,95	39,39	98,59								
MB09	8	7,80	Z(mf)s2, gr	19,8	16,0	23,9	0,66	39,79	38,90	97,77								
MB09	9	8,80	Lz3, gr	19,7	15,8	24,4	0,68	40,35	39,36	97,55								
MB09	10	9,80	Ks4, gr	18,0	13,2	36,5	1,01	50,26	49,09	97,68								
MB09	11	10,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, lgn	19,8	16,0	24,0	0,66	39,70	39,14	98,59								
MB09	12	11,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, lgn	19,8	16,0	23,9	0,66	39,69	38,95	98,12								
MB09	13	12,80	Ks4, gn	18,2	13,4	36,0	0,98	49,59	49,08	98,97								
MB09	14	13,80	Ks1h1, resten zand, gr	16,4	10,6	54,3	1,49	59,91	58,83	98,21								
MB09	15	14,80	Z(mf)s1, gr	19,6	15,7	25,3	0,69	40,91	40,44	98,85								
MB09	16	15,80	Z(mf)s1, gr	19,5	15,5	25,7	0,71	41,35	40,75	98,53								
MB09	17A	16,80	Z(zf)s2, gn	18,9	14,6	29,5	0,82	44,98	43,92	97,64								
MB09	17B	16,90	Z(mf)s1, lgn	19,1	14,8	28,8	0,79	44,17	43,50	98,48								
MB09	18A	17,70	Z(zf)s2, gn	19,0	14,7	29,2	0,80	44,47	43,81	98,51								
MB09	18B	17,80	Z(mf)s1, gr	19,4	15,3	26,6	0,73	42,20	41,49	98,31								
MB09	19	18,80	Z(mf)s1, reste schelpen, gr	19,3	15,2	26,8	0,74	42,61	41,61	97,65								
MB09	20	19,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,26	42,21	97,58								
MB09	21	20,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,8	14,4	30,6	0,84	45,68	44,88	98,25								
MB09	22	21,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	19,5	15,5	25,9	0,71	41,55	40,91	98,45								
MB09	23A	22,70	Z(mg)s1, veel schelpen, gr	18,6	14,0	32,3	0,89	47,06	46,25	98,29								
MB09	23B	22,80	Z(zf)s1, lgn	19,3	15,2	27,0	0,74	42,56	41,85	98,31								
MB09	24	23,80	Kz3, veel schelpen, gr	18,7	14,3	30,9	0,85	46,05	45,04	97,82								
MB09	25	24,80	Kz3, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,34	42,38	97,78								
MB09	26	25,80	Z(zf)s2, resten schelpen, gn	19,0	14,8	28,8	0,79	44,27	43,37	97,98								
MB09	27	26,80	Z(zf)s1, gn	18,9	14,6	29,6	0,82	45,07	44,00	97,62								
MB09	28	27,80	Z(zf)s2, zeer slap, resten schelpen, gn	19,1	14,9	28,3	0,78	43,87	42,92	97,83								
MB09	29	28,80	Kz3, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,17	43,18	97,77								
MB09	30	29,80	Kz3, veel schelpen, gr	19,0	14,8	28,8	0,80	44,29	43,32	97,81								

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB10 MB10  
**Monsternummer:** 14 19  
**Diepte m-mv:** 13,60-13,90 18,60-18,90

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
14			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,2	13,6	36,0	59,3	76,5
19			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	13,3	58,0	76,2	88,1	94,0

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
14	0,15	1,11	0,08	0,15	0,16	1,97	
19	0,22	2,37	0,12	0,22	0,25	2,06	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

14	Z(mf)s3, lgr
19	Z(mf)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-rmv	Grondsoort <small>code: 100001004</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porieën getal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$	$\gamma_{ar}$							
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	n	W <sub>v</sub>	S <sub>v</sub>	
				%	%	%	%	%	%	%	%	
MB10	1	0.70	Kz3, resten schelpen, sporen roest, lbr	70	16,0	14,3	11,7	0,85	45,97	17,08	37,14	
MB10	2	1.70	Kz1, sporen roest, lbr	43	15,9	12,1	31,7	1,19	54,31	39,13	72,06	
MB10	3	2.70	Kz1 h1, dgr		15,8	11,3	39,3	1,34	57,23	45,39	79,32	
MB10	4	3.70	Kz1 h1, dgr	20	15,7	11,4	37,7	1,32	56,89	43,91	77,19	
MB10	5A	4.70	Kz1 h1, resten schelpen, dgr	25	14,7	9,7	51,9	1,74	63,54	51,14	80,49	
MB10	5B	4.90	Vm, dbr	26	8,8	1,6	468,0	8,02	88,91	74,04	83,28	
MB10	6	5.70	Kz1, resten planten, dgr	19	16,7	14,4	16,0	0,84	45,72	23,39	51,16	
MB10	7	6.70	Kz1, dgr	25	16,6	12,5	33,1	1,13	52,98	42,05	79,37	
MB10	8	7.70	Ks2 met zand lensjes, dgr	25	16,9	13,1	29,7	1,03	50,72	39,48	77,85	
MB10	9	8.70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		17,4	13,8	25,7	0,91	47,75	36,25	75,92	
MB10	10	9.70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		17,9	15,0	19,7	0,77	43,52	30,06	69,07	
MB10	11	10.70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		18,5	15,6	18,5	0,69	40,97	29,48	71,96	
MB10	12	11.70	Lz1 h1, dgr	19	16,9	13,0	29,8	1,04	50,94	39,53	77,60	
MB10	13	12.70	Lz3 h2, dgr	27	16,3	12,4	31,6	1,14	53,31	39,87	74,80	
MB10	14	13.70	Z(mf)s3, lgr		18,3	15,5	17,8	0,71	41,50	28,16	67,85	
MB10	15	14.70	Z(mf)s3, lgr		18,4	15,4	19,3	0,72	41,93	30,26	72,16	
MB10	16	15.70	Z(mf)s3, lgr		18,2	15,2	20,1	0,74	42,68	31,08	72,82	
MB10	17	16.70	Z(mf)s3, lgr		18,4	15,4	19,1	0,72	41,79	30,02	71,84	
MB10	18	17.70	Z(mf), resten schelpen, gr		18,3	15,4	19,0	0,72	41,88	29,88	71,34	
MB10	19	18.70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,4	14,8	17,9	0,79	44,16	27,03	61,22	
MB10	20A	19.70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr		18,1	15,4	18,1	0,73	42,06	28,27	67,21	
MB10	20B	19.90	Ks2 h1, resten zand, dgr	36	17,0	12,8	32,4	1,07	51,60	42,34	82,05	
MB10	21A	20.60	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		18,6	15,8	17,9	0,68	40,44	28,88	71,40	
MB10	21B	20.75	Ks2, resten zand, dgr	65	16,7	12,6	32,6	1,10	52,36	41,90	80,02	
MB10	22A	21.70	Ks1, resten zand, dgr		17,6	14,4	22,4	0,84	45,71	32,79	71,74	
MB10	22B	21.85	Z(zf)s1, gr		17,6	14,2	23,7	0,86	46,30	34,38	74,26	
MB10	23	22.70	Kz3, dgr		17,1	13,9	23,8	0,91	47,72	33,56	70,32	
MB10	24	23.70	Z(zf)s1, resten klei, groen		18,2	14,9	22,2	0,78	43,93	33,70	76,71	
MB10	25	24.70	Z(zf)s1, resten schelpen, groen		17,7	14,2	24,3	0,86	46,38	35,24	75,98	
MB10	26	25.70	Z(zf)s1, groen		17,2	13,7	25,7	0,93	48,23	35,97	74,57	
MB10	27	26.70	Ks1, resten zand, dgr	185	17,4	13,5	28,4	0,96	48,94	39,22	80,13	
MB10	28	27.70	Kz1, gr	158	19,1	15,9	20,1	0,67	39,96	32,60	81,58	
MB10	29	28.70	Kz3, veel schelpen, dgr		18,8	15,9	18,3	0,67	40,19	29,59	73,63	
MB10	30	29.70	Kz3, veel schelpen, dgr		16,7	13,9	20,3	0,90	47,46	28,76	60,59	

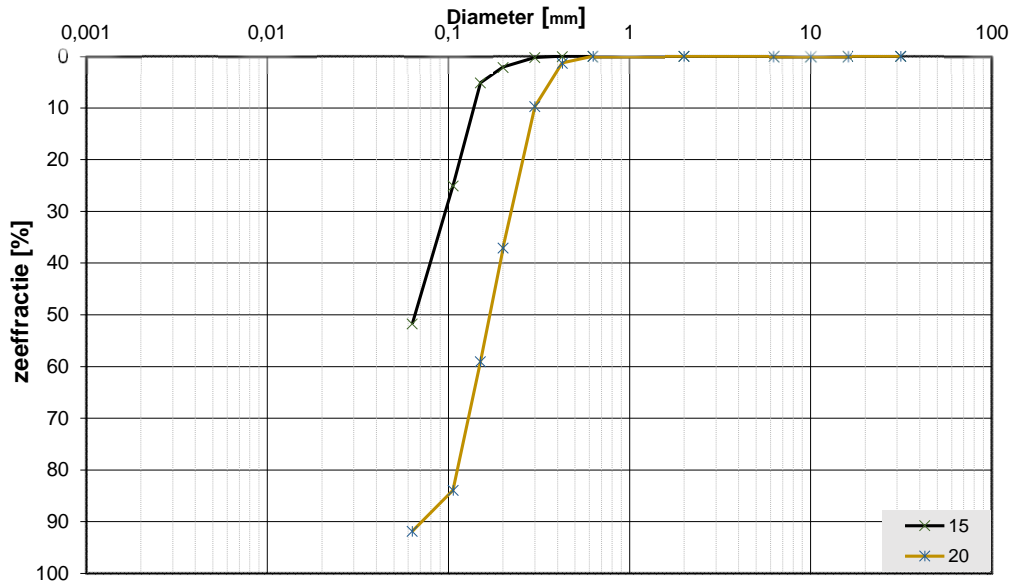
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in	Poriën getal	Poriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_g$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_r$ %		
MB10	1	0,70	Kz1, resten schelpen, sporen roest, lbr	70	18,7	14,3	30,8	0,85	45,97	44,95	97,78	
MB10	2	1,70	Kz1, sporen roest, lbr	43	17,3	12,1	43,1	1,19	54,31	53,18	97,94	
MB10	3	2,70	Kz1 h1, dgr		16,8	11,3	48,3	1,34	57,23	55,82	97,53	
MB10	4	3,70	Kz1 h1, dgr	20	16,9	11,4	47,9	1,32	56,89	55,84	98,15	
MB10	5A	4,70	Kz1 h1, resten schelpen, dgr	25	15,8	9,7	63,0	1,74	63,54	62,08	97,71	
MB10	5B	4,90	Vm, dbr	26	10,1	1,6	548,4	8,02	88,91	86,76	97,58	
MB10	6	5,70	Kz1, resten planten, dgr	19	18,8	14,4	30,4	0,84	45,72	44,60	97,56	
MB10	7	6,70	Kz1, dgr	25	17,6	12,5	40,9	1,13	52,98	51,93	98,02	
MB10	8	7,70	Ks2 met zand lensjes, dgr	25	17,9	13,1	37,0	1,03	50,72	49,30	97,20	
MB10	9	8,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		18,5	13,8	33,3	0,91	47,75	46,96	98,35	
MB10	10	9,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		19,1	15,0	27,9	0,77	43,52	42,59	97,86	
MB10	11	10,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		19,6	15,6	25,1	0,69	40,97	39,96	97,53	
MB10	12	11,70	Lz1 h1, dgr	19	17,9	13,0	37,9	1,04	50,94	50,20	98,55	
MB10	13	12,70	Lz3 h2, dgr	27	17,5	12,4	41,4	1,14	53,31	52,20	97,92	
MB10	14	13,70	Z(mf)s3, lgr		19,6	15,5	26,2	0,71	41,50	41,44	99,85	
MB10	15	14,70	Z(mf)s3, lgr		19,4	15,4	26,3	0,72	41,93	41,27	98,43	
MB10	16	15,70	Z(mf)s3, gr		19,3	15,2	27,0	0,74	42,68	41,78	97,90	
MB10	17	16,70	Z(mf)s3, gr		19,5	15,4	26,1	0,72	41,79	41,09	98,33	
MB10	18	17,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,5	15,4	26,3	0,72	41,88	41,27	98,55	
MB10	19	18,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,1	14,8	28,8	0,79	44,16	43,38	98,24	
MB10	20A	19,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr		19,4	15,4	26,5	0,73	42,06	41,42	98,48	
MB10	20B	19,90	Ks2 h1, resten zand, dgr	36	17,8	12,8	38,4	1,07	51,60	50,19	97,27	
MB10	21A	20,60	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,7	15,8	24,6	0,68	40,44	39,64	98,01	
MB10	21B	20,75	Ks2, resten zand, dgr	65	17,6	12,6	39,7	1,10	52,36	51,12	97,64	
MB10	22A	21,70	Ks1, resten zand, dgr		18,8	14,4	30,4	0,84	45,71	44,61	97,60	
MB10	22B	21,85	Z(zf)s1, gr		18,8	14,2	31,8	0,86	46,30	46,20	99,79	
MB10	23	22,70	Kz3, dgr		18,5	13,9	33,2	0,91	47,72	46,92	98,31	
MB10	24	23,70	Z(zf)s1, resten klei, groen		19,1	14,9	28,4	0,78	43,93	43,07	98,03	
MB10	25	24,70	Z(zf)s1, resten schelpen, groen		18,7	14,2	31,3	0,86	46,38	45,33	97,74	
MB10	26	25,70	Z(zf)s1, groen		18,4	13,7	33,9	0,93	48,23	47,42	98,32	
MB10	27	26,70	Ks1, resten zand, dgr	185	18,3	13,5	35,0	0,96	48,94	48,24	98,56	
MB10	28	27,70	Kz1, gr	158	19,7	15,9	24,1	0,67	39,96	39,12	97,92	
MB10	29	28,70	Kz3, veel schelpen, dgr		19,7	15,9	24,4	0,67	40,19	39,37	97,97	
MB10	30	29,70	Kz3, veel schelpen, dgr		18,5	13,9	32,9	0,90	47,46	46,72	98,45	

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB11 MB11  
**Monsternummer:** 15 20  
**Diepte m-mv:** 14,60-15,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
15			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,1	5,1	25,0	51,7
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,7	37,0	59,0	83,9	91,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
15	0,10	0,33	0,07	0,10	0,12	1,62
20	0,18	1,91	0,11	0,18	0,20	1,86

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

15	Z(zf)s4, lgr
20	Z(mf)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>comform NEN-5764</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$	$\gamma_{pr}$	$W_p$	e	n	$W_w$	$S_v$		
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	%	%	%	%
MB11	1	0,80	Kz1, resten schelpen, lgn	16,8	13,1	27,9	1,02	50,57	37,26	73,68		
MB11	2	1,80	Ks1, lgn	14,2	9,0	57,9	1,94	66,02	53,10	80,43		
MB11	3	2,80	Kz1, gr	15,8	11,3	39,7	1,35	57,42	45,64	79,49		
MB11	4A	3,70	Kz1h1, gr	15,6	11,0	42,6	1,42	58,61	47,59	81,21		
MB11	4B	3,85	Vm, dbr	9,1	1,7	445,7	7,39	93,70	75,85	80,95		
MB11	5A	4,70	Vm, dbr	9,0	1,6	477,0	7,94	94,09	76,18	80,97		
MB11	5B	4,85	Vk3, lbr	10,9	4,0	171,3	5,61	84,87	70,00	82,48		
MB11	6	5,80	Ks1h3, dgr	14,1	8,6	63,7	2,08	67,53	55,86	82,73		
MB11	7	6,80	Kz3, gr	16,9	13,0	29,5	1,03	50,85	39,20	77,09		
MB11	8	7,80	Kz3, gr	16,6	12,5	33,0	1,13	52,98	41,93	79,13		
MB11	9	8,80	Kz3, gr	16,9	12,9	31,3	1,06	51,48	41,00	79,65		
MB11	10	9,80	Z(zf)s1, brokjes klei, gr	18,0	14,5	24,2	0,83	45,38	35,76	78,80		
MB11	11	10,80	Z(zf)s1, resten schelpen en hout, gr	17,6	14,4	22,3	0,84	45,63	32,68	71,61		
MB11	12	11,80	Lz3, gr	16,8	12,9	30,8	1,06	51,46	40,42	78,54		
MB11	13A	12,65	Lz3h1, lbr/gr	14,1	9,0	56,8	1,95	66,08	52,06	78,78		
MB11	13B	12,80	Z(zf)s1, lgr	19,1	15,5	22,8	0,71	41,46	36,10	87,07		
MB11	14	13,80	Z(zf)s1, lgr	18,6	15,1	23,0	0,76	43,03	35,39	82,25		
MB11	15	14,80	Z(uf)s4, lgr	18,5	15,1	22,3	0,75	43,00	34,40	80,00		
MB11	16	15,80	Z(zf)s1, lgr	18,2	14,9	22,0	0,78	43,72	33,38	76,34		
MB11	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	17,9	14,0	27,6	0,89	47,10	39,37	83,60		
MB11	18	17,80	Z(mg)s1, gr	19,5	16,5	18,3	0,61	37,75	30,79	81,56		
MB11	19	18,80	Z(mg)s1, gr	18,9	15,8	19,9	0,68	40,52	31,99	78,95		
MB11	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,0	15,7	20,7	0,68	40,64	33,27	81,87		
MB11	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,7	15,6	19,8	0,70	41,13	31,50	76,59		
MB11	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,6	15,5	20,4	0,71	41,68	32,13	77,09		
MB11	23	22,80	Kz1, gr	17,0	12,8	32,8	1,07	51,72	42,76	82,68		
MB11	24	23,80	Z(zg)s1, weinig schelpen, gr	18,2	15,4	18,5	0,72	41,92	29,03	69,24		
MB11	25	24,80	Z(mg)s1, weinig schelpen, gr	18,6	15,8	17,4	0,67	40,20	28,12	69,95		
MB11	26	25,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,0	16,1	18,3	0,65	39,39	29,99	76,14		
MB11	27	26,80	Kz3, resten schelpen, gr	17,3	13,8	25,3	0,92	47,80	35,73	74,75		
MB11	28	27,80	Ks1, zeer vast, gr	17,4	13,5	28,3	0,96	48,92	39,01	79,74		
MB11	29	28,80	Kz1, zeer vast, gr	18,8	15,7	19,3	0,69	40,70	30,96	76,06		
MB11	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,2	15,7	15,8	0,69	40,80	25,31	62,04		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

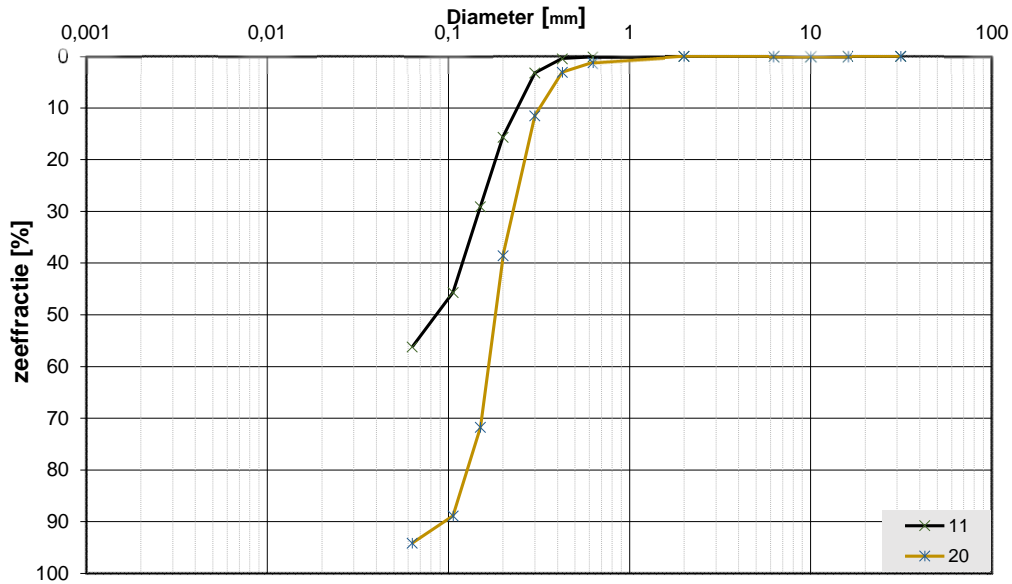
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>comform NEN-5704</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{pr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$W_p$ %	$e$	$n$ %	$W_w$ %	$S_v$ %				
MB11	1	0,80	Kz1, resten schelpen, lgn	18,0	13,1	37,2	1,02	50,57	49,64	98,16		
MB11	2	1,80	Ks1, lgn	15,4	9,0	70,6	1,94	66,02	64,80	98,15		
MB11	3	2,80	Kz1, gr	16,8	11,3	49,0	1,35	57,42	56,36	98,15		
MB11	4A	3,70	Kz1h1, gr	16,6	11,0	51,5	1,42	58,61	57,56	98,21		
MB11	4B	3,85	Vm, dbr	10,7	1,7	541,0	7,39	93,70	92,08	98,27		
MB11	5A	4,70	Vm, dbr	10,7	1,6	583,4	7,94	94,09	93,17	99,03		
MB11	5B	4,85	Vk3, lbr	12,2	4,0	203,7	5,61	84,87	83,25	98,09		
MB11	6	5,80	Ks1h3, dgr	15,1	8,6	75,5	2,08	67,53	66,22	98,07		
MB11	7	6,80	Kz3, gr	18,0	13,0	37,9	1,03	50,85	50,26	98,85		
MB11	8	7,80	Kz3, gr	17,6	12,5	41,1	1,13	52,98	52,17	98,47		
MB11	9	8,80	Kz3, gr	17,8	12,9	38,8	1,06	51,48	50,82	98,73		
MB11	10	9,80	Z(zf)s1, brokjes klei, gr	18,9	14,5	30,3	0,83	45,38	44,73	98,57		
MB11	11	10,80	Z(zf)s1, resten schelpen en hout, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,63	44,64	97,82		
MB11	12	11,80	Lz3, gr	17,8	12,9	38,7	1,06	51,46	50,76	98,64		
MB11	13A	12,65	Lz3h1, lbr/gr	15,4	9,0	70,8	1,95	66,08	64,86	98,15		
MB11	13B	12,80	Z(zf)s1, lgr	19,5	15,5	25,8	0,71	41,46	40,77	98,34		
MB11	14	13,80	Z(zf)s1, lgr	19,2	15,1	27,4	0,76	43,03	42,17	97,99		
MB11	15	14,80	Z(uf)s4, lgr	19,3	15,1	27,5	0,75	43,00	42,39	98,59		
MB11	16	15,80	Z(zf)s1, lgr	19,2	14,9	28,4	0,78	43,72	43,22	98,84		
MB11	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	18,6	14,0	32,6	0,89	47,10	46,59	98,93		
MB11	18	17,80	Z(mg)s1, gr	20,1	16,5	22,0	0,61	37,75	36,96	97,91		
MB11	19	18,80	Z(mg)s1, gr	19,6	15,8	24,6	0,68	40,52	39,61	97,76		
MB11	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,7	15,7	25,0	0,68	40,64	40,08	98,63		
MB11	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,5	15,6	25,3	0,70	41,13	40,25	97,86		
MB11	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,5	15,5	26,0	0,71	41,68	41,00	98,36		
MB11	23	22,80	Kz1, gr	17,8	12,8	39,0	1,07	51,72	50,83	98,29		
MB11	24	23,80	Z(zg)s1, weinig schelpen, gr	19,4	15,4	26,1	0,72	41,92	40,98	97,75		
MB11	25	24,80	Z(mg)s1, weinig schelpen, gr	19,7	15,8	24,3	0,67	40,20	39,19	97,50		
MB11	26	25,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,8	16,1	23,6	0,65	39,39	38,61	98,00		
MB11	27	26,80	Kz3, resten schelpen, gr	18,5	13,8	33,4	0,92	47,80	47,08	98,48		
MB11	28	27,80	Ks1, zeer vast, gr	18,3	13,5	34,9	0,96	48,92	48,19	98,50		
MB11	29	28,80	Kz1, zeer vast, gr	19,7	15,7	25,0	0,69	40,70	40,12	98,57		
MB11	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,6	15,7	25,2	0,69	40,80	40,22	98,59		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB13 MB13  
**Monsternummer:** 11 20  
**Diepte m-mv:** 10,60-11,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
11			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	3,2	15,6	29,0	45,7	56,2
20			0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	3,1	11,5	38,5	71,7	88,9	94,1

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
11	0,15	0,94	0,09	0,15	0,17	2,03
20	0,19	2,15	0,12	0,19	0,20	1,74

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

11	Z(uf)s4, gr
20	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN 5-104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB13	1	0,80	Kz3h1, sporen roest, resten wortels, lbr	16,8	13,6	23,6	0,95	48,62	32,72	67,30		
MB13	2	1,80	Kz3h1, sporen roest, lbr	16,7	12,7	31,9	1,09	52,21	41,15	78,81		
MB13	3	2,80	Kz1h2, dgr	14,3	9,2	55,0	1,87	65,17	51,78	79,45		
MB13	4	3,80	Kz3, gr	16,1	12,0	34,9	1,22	54,88	42,49	77,41		
MB13	5	4,80	Vm, resten hout, zw	8,5	1,3	536,2	9,54	94,99	72,62	76,45		
MB13	6	5,80	Vm, resten hout, zw	8,5	1,2	592,9	10,41	95,37	74,14	77,74		
MB13	7	6,80	Z(zf)s1, gr	18,1	15,1	19,6	0,75	42,86	30,30	70,69		
MB13	8	7,80	Z(mf)s1, gr	18,4	15,7	17,6	0,69	40,83	28,18	69,00		
MB13	9A	8,70	Lz3, gr	17,2	13,2	30,0	1,01	50,14	40,40	80,56		
MB13	9B	8,80	Vk3, br	12,5	6,5	91,1	1,76	75,39	60,57	80,35		
MB13	9C	8,90	Lz3, gr (9A)									
MB13	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,0	16,5	15,2	0,61	37,83	25,51	67,43		
MB13	11A	10,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,3	18,6	0,73	42,32	28,95	68,42		
MB13	11B	10,90	Z(uf)s4, gr	16,0	12,7	26,6	1,09	52,26	34,37	65,76		
MB13	12	11,80	Z(uf)s4, gr	17,4	13,8	25,8	0,91	47,75	36,48	76,40		
MB13	13	12,80	Lz1h3, br/dgr	15,3	11,4	34,3	1,32	56,89	39,90	70,14		
MB13	14	13,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,5	17,7	0,70	41,33	28,02	67,79		
MB13	15	14,80	Z(mf)s1, gr	17,9	14,7	21,1	0,80	44,35	31,69	71,45		
MB13	16	15,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,6	21,6	0,81	44,79	32,17	71,81		
MB13	17	16,80	Z(mf)s1, gr	17,5	14,4	22,2	0,85	45,82	32,44	70,80		
MB13	18	17,80	Z(mf)s1, gr	18,1	15,0	20,4	0,76	43,32	31,21	72,04		
MB13	19	18,80	Z(mf)s1, lgn	18,0	15,0	20,3	0,77	43,56	30,89	70,92		
MB13	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	18,0	15,0	19,5	0,76	43,23	29,89	69,14		
MB13	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	18,1	15,2	18,8	0,74	42,64	29,16	68,38		
MB13	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	17,6	14,8	19,1	0,79	44,10	28,83	65,37		
MB13	23	22,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	17,6	14,7	19,6	0,80	44,39	29,43	66,30		
MB13	24	23,80	Z(zg)s1, veel schelpen, lgn	17,7	15,1	17,1	0,75	42,99	26,38	61,35		
MB13	25	24,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	18,2	16,0	13,3	0,65	39,49	21,76	55,10		
MB13	26	25,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	18,1	15,4	17,3	0,72	41,76	27,24	65,23		
MB13	27	26,80	Kz3, weinig schelpen, gr	18,4	15,3	20,0	0,73	42,23	31,16	73,79		
MB13	28	27,80	Schelpen met zand									
MB13	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,7	15,8	18,1	0,68	40,35	29,13	72,20		
MB13	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,4	15,4	19,3	0,72	41,86	30,28	72,35		

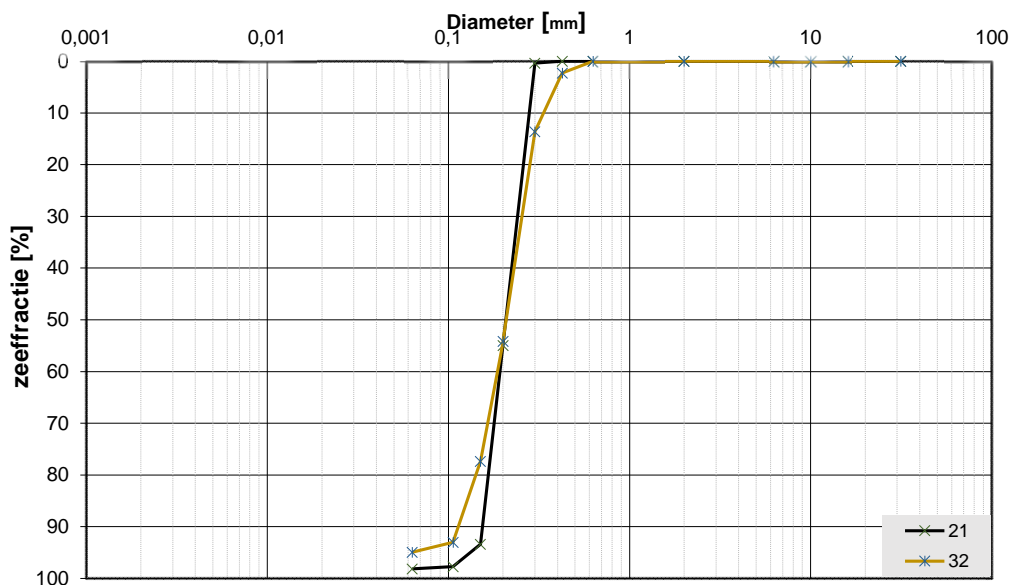
Project omschr.: Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN 5-104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{dr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB13	1	0,80	Kz3h1, sporen roest, resten wortels, lbr	18,3	13,6	34,5	0,95	48,62	47,93	98,59		
MB13	2	1,80	Kz3h1, sporen roest, lbr	17,7	12,7	39,9	1,09	52,21	51,44	98,52		
MB13	3	2,80	Kz1h2, dgr	15,5	9,2	67,9	1,87	65,17	63,90	98,05		
MB13	4	3,80	Kz3, gr	17,3	12,0	44,4	1,22	54,88	54,09	98,56		
MB13	5	4,80	Vm, resten hout, zw	10,5	1,3	689,5	9,54	94,99	93,39	98,32		
MB13	6	5,80	Vm, resten hout, zw	10,4	1,2	747,6	10,41	95,37	93,49	98,03		
MB13	7	6,80	Z(zf)s1, gr	19,2	15,1	27,1	0,75	42,86	41,79	97,51		
MB13	8	7,80	Z(mf)s1, gr	19,6	15,7	25,0	0,69	40,83	39,95	97,84		
MB13	9A	8,70	Lz3, gr	18,0	13,2	36,4	1,01	50,14	49,08	97,88		
MB13	9B	8,80	Vk3, br	13,8	6,5	112,2	1,76	75,39	74,60	98,95		
MB13	9C	8,90	Lz3, gr (9A)									
MB13	10	9,80	Z(mf)s1, gr	20,1	16,5	22,1	0,61	37,83	37,05	97,96		
MB13	11A	10,70	Z(mf)s1, gr	19,4	15,3	26,6	0,73	42,32	41,43	97,91		
MB13	11B	10,90	Z(uf)s4, gr	17,1	12,7	35,1	1,09	52,26	45,26	86,61		
MB13	12	11,80	Z(uf)s4, gr	18,5	13,8	33,3	0,91	47,75	46,97	98,37		
MB13	13	12,80	Lz1h3, br/dgr	16,9	11,4	48,1	1,32	56,89	56,05	98,52		
MB13	14	13,80	Z(mf)s1, gr	19,5	15,5	25,7	0,70	41,33	40,68	98,43		
MB13	15	14,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,35	43,82	98,80		
MB13	16	15,80	Z(mf)s1, gr	18,9	14,6	29,3	0,81	44,79	43,71	97,59		
MB13	17	16,80	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,7	0,85	45,82	44,92	98,05		
MB13	18	17,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,8	0,76	43,32	42,58	98,29		
MB13	19	18,80	Z(mf)s1, lgn	19,1	15,0	28,0	0,77	43,56	42,63	97,86		
MB13	20	19,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	19,2	15,0	27,5	0,76	43,23	42,24	97,73		
MB13	21	20,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	19,3	15,2	26,9	0,74	42,64	41,75	97,90		
MB13	22	21,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	19,1	14,8	28,8	0,79	44,10	43,41	98,44		
MB13	23	22,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	19,0	14,7	29,0	0,80	44,39	43,56	98,14		
MB13	24	23,80	Z(zg)s1, veel schelpen, lgn	19,3	15,1	27,6	0,75	42,99	42,50	98,84		
MB13	25	24,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	19,8	16,0	23,7	0,65	39,49	38,68	97,93		
MB13	26	25,80	Z(zg)s1, veel schelpen, gr	19,5	15,4	26,1	0,72	41,76	41,04	98,27		
MB13	27	26,80	Kz3, weinig schelpen, gr	19,4	15,3	26,5	0,73	42,23	41,39	98,01		
MB13	28	27,80	Schelpen met zand									
MB13	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,7	15,8	24,5	0,68	40,35	39,47	97,83		
MB13	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,5	15,4	26,2	0,72	41,86	41,22	98,48		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB14 MB14  
**Monsternummer:** 21 32  
**Diepte m-mv:** 20,60-20,92 31,60-31,94

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
21			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	54,9	93,4	97,7	98,1
32			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	13,6	54,2	77,4	93,0	94,9

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
21	0,21	2,46	0,16	0,21	0,23	1,46
32	0,22	2,40	0,13	0,22	0,24	1,88

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

21	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr
32	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvaanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen gestal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_a$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_r$ %		
MB14	1	0,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	14,9	13,5	10,6	0,96	49,02	14,66	29,90		
MB14	2	1,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	17,5	13,6	28,0	0,94	48,55	38,96	80,25		
MB14	3	2,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	16,8	14,3	17,6	0,85	45,95	25,66	55,84		
MB14	4	3,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	16,3	14,0	16,4	0,89	47,11	23,48	49,85		
MB14	5	4,80	Kz1h2, dgr	15,1	11,1	36,5	1,39	58,14	41,26	70,97		
MB14	5	4,80	Kz3h2, dgr	17,1	11,1	36,5	1,39	58,14	41,26	70,97		
MB14	6	5,80	Kz3h2, dgr	17,1	14,0	22,0	0,89	47,14	31,43	66,69		
MB14	7	6,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	17,5	13,9	25,7	0,91	47,56	36,46	76,66		
MB14	8	7,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	16,8	12,8	31,1	1,07	51,66	40,63	78,66		
MB14	9	8,80	Vm, dbr	8,3	1,9	329,6	6,21	92,68	65,20	70,35		
MB14	10	9,80	Z(mf)s1, gr	18,6	15,9	16,9	0,67	40,02	27,43	68,55		
MB14	11	10,80	Z(mf)s1, gr	18,4	15,7	17,4	0,69	40,92	27,69	67,69		
MB14	12A	11,60-11,69	Ks1h3, dgr	13,3	7,4	79,8	2,59	72,11	60,11	83,35		
MB14	12B	11,80	Ks1h1, gr	14,2	8,8	61,7	2,02	66,93	55,10	82,32		
MB14	13	12,80	Ks4, gr	16,9	13,2	28,4	1,01	50,24	38,17	75,97		
MB14	14	13,80	Z(mf)s1, gr	18,2	15,6	16,8	0,70	41,06	26,70	65,02		
MB14	15A	14,60-14,70	Ks4h1, resten zand, lbr	16,8	13,1	28,1	1,02	50,38	37,70	74,83		
MB14	15B	14,80	Z(mf)s1, gr	18,8	15,9	18,7	0,67	40,13	30,19	75,23		
MB14	16	15,80	Ks4, gr	16,7	12,7	31,4	1,09	52,18	40,56	77,73		
MB14	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	18,4	15,6	18,0	0,70	41,28	28,54	69,12		
MB14	18	17,80	Ks3, resten zand, lgn	16,6	12,5	32,7	1,11	52,68	41,85	79,45		
MB14	19	18,80	Kz3, lgn	16,7	12,9	29,6	1,05	51,29	38,95	75,93		
MB14	20	19,80	Kz3, lgn	17,2	13,7	25,9	0,94	48,37	36,18	74,80		
MB14	21	20,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	17,7	14,6	21,4	0,82	45,01	31,79	70,63		
MB14	22	21,80	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	22,1	0,79	44,26	33,32	75,28		
MB14	23	22,80	Z(mf)s1, lgn	18,1	14,7	23,3	0,81	44,65	34,78	77,89		
MB14	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	18,6	15,3	21,4	0,73	42,14	33,43	79,33		
MB14	25A	24,80	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	22,0	0,77	43,49	33,53	77,11		
MB14	25B	24,92-25,00	Ks3, resten zand, gr	16,8	12,6	32,7	1,10	52,30	42,19	80,67		
MB14	26	25,80	Z(mf)s1, lgn	17,7	14,1	25,4	0,88	46,78	36,47	77,97		
MB14	27	26,80	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	17,4	13,5	28,6	0,96	48,90	39,49	80,76		
MB14	28	27,80	Kz3, veel schelpen, gr	17,8	15,0	18,8	0,76	43,31	28,80	66,50		
MB14	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,0	14,5	23,8	0,82	45,12	35,33	78,31		
MB14	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	17,5	13,5	29,4	0,96	48,95	40,48	82,70		
MB14	31	30,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	17,1	13,5	26,7	0,96	48,91	36,78	75,21		
MB14	32	31,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	17,6	13,9	26,2	0,90	47,37	37,27	78,68		
MB14	33	32,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	18,1	14,4	25,5	0,83	45,49	37,49	82,40		
MB14	34	33,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	17,5	13,7	27,6	0,93	48,24	38,61	80,04		
MB14	35	34,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	17,2	13,7	26,1	0,94	48,47	36,35	74,99		
MB14	36	35,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,3	15,0	21,4	0,76	43,25	32,75	75,71		
MB14	37	36,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, dgr	18,2	14,6	25,1	0,82	45,05	37,23	82,65		
MB14	38	37,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,1	24,0	0,75	42,88	37,00	86,29		
MB14	39	38,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,9	15,2	23,8	0,74	42,53	37,00	86,99		
MB14	40	39,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,8	15,1	24,4	0,76	43,14	37,54	87,03		

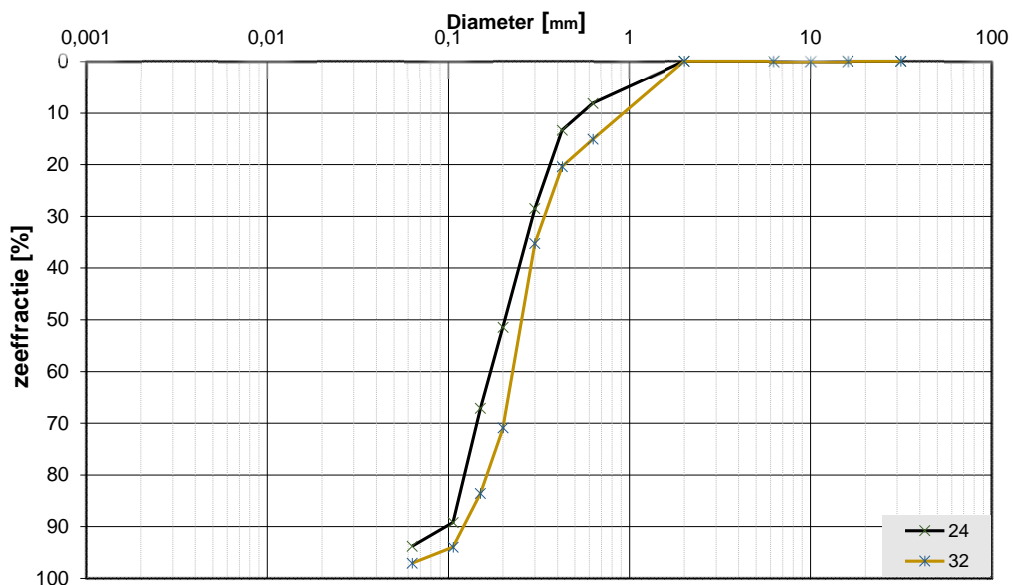
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen gestal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
MB14	1	0,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	18,2	13,5	34,8	0,96	49,02	47,87	97,65		
MB14	2	1,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,3	13,6	34,2	0,94	48,55	47,58	97,99		
MB14	3	2,80	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,7	14,3	30,8	0,85	45,95	45,02	97,97		
MB14	4	3,80	Z(mf)s1, resten wortels, sporen schelpen, gr	18,5	14,0	32,2	0,89	47,11	45,96	97,56		
MB14	5	4,80	Kz1h2, dgr	16,7	11,1	50,7	1,39	58,14	57,28	98,52		
MB14	5	4,80	Kz3h2, dgr	18,6	11,1	50,7	1,39	58,14	57,28	98,52		
MB14	6	5,80	Kz3h2, dgr	18,6	14,0	32,5	0,89	47,14	46,47	98,58		
MB14	7	6,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	18,5	13,9	32,9	0,91	47,56	46,64	98,05		
MB14	8	7,80	Kz1h1, zeer vast, dgr	17,8	12,8	38,9	1,07	51,66	50,84	98,42		
MB14	9	8,80	Vm, dbr	10,8	1,9	457,8	6,21	92,68	90,56	97,71		
MB14	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,8	15,9	24,3	0,67	40,02	39,35	98,34		
MB14	11	10,80	Z(mf)s1, gr	19,6	15,7	25,2	0,69	40,92	40,26	98,40		
MB14	12A	11,60-11,69	Ks1h3, dgr	14,3	7,4	93,5	2,59	72,11	70,42	97,65		
MB14	12B	11,80	Ks1h1, gr	15,2	8,8	73,1	2,02	66,93	65,31	97,58		
MB14	13	12,80	Ks4, gr	18,0	13,2	36,7	1,01	50,24	49,28	98,08		
MB14	14	13,80	Z(mf)s1, gr	19,6	15,6	25,4	0,70	41,06	40,47	98,58		
MB14	15A	14,60-14,70	Ks4h1, resten zand, lbr	18,0	13,1	36,7	1,02	50,38	49,22	97,69		
MB14	15B	14,80	Z(mf)s1, gr	19,7	15,9	24,4	0,67	40,13	39,53	98,51		
MB14	16	15,80	Ks4, gr	17,7	12,7	39,7	1,09	52,18	51,35	98,41		
MB14	17	16,80	Z(zf)s1, lgr	19,5	15,6	25,5	0,70	41,28	40,42	97,91		
MB14	18	17,80	Ks3, resten zand, lgn	17,6	12,5	40,6	1,11	52,68	51,94	98,60		
MB14	19	18,80	Kz3, lgn	17,8	12,9	38,1	1,05	51,29	50,18	97,83		
MB14	20	19,80	Kz3, lgn	18,3	13,7	34,1	0,94	48,37	47,49	98,17		
MB14	21	20,80	Z(mf)s1, sporen schelpen, gr	18,9	14,6	29,6	0,82	45,01	44,01	97,76		
MB14	22	21,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,8	28,8	0,79	44,26	43,34	97,92		
MB14	23	22,80	Z(mf)s1, lgn	19,0	14,7	29,3	0,81	44,65	43,77	98,03		
MB14	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	19,4	15,3	26,5	0,73	42,14	41,38	98,20		
MB14	25A	24,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	28,1	0,77	43,49	42,87	98,56		
MB14	25B	24,92-25,00	Ks3, resten zand, gr	17,6	12,6	39,6	1,10	52,30	51,02	97,56		
MB14	26	25,80	Z(mf)s1, lgn	18,6	14,1	31,9	0,88	46,78	45,83	97,99		
MB14	27	26,80	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	18,3	13,5	35,0	0,96	48,90	48,34	98,86		
MB14	28	27,80	Kz3, veel schelpen, gr	19,2	15,0	27,9	0,76	43,31	42,77	98,75		
MB14	29	28,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,9	14,5	29,9	0,82	45,12	44,31	98,20		
MB14	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	18,3	13,5	35,0	0,96	48,95	48,21	98,49		
MB14	31	30,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,2	13,5	34,8	0,96	48,91	48,01	98,15		
MB14	32	31,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	18,5	13,9	32,8	0,90	47,37	46,67	98,52		
MB14	33	32,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	18,8	14,4	30,3	0,83	45,49	44,67	98,19		
MB14	34	33,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, lgn	18,3	13,7	33,8	0,93	48,24	47,21	97,85		
MB14	35	34,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,3	13,7	34,0	0,94	48,47	47,39	97,78		
MB14	36	35,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	19,2	15,0	27,7	0,76	43,25	42,49	98,23		
MB14	37	36,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, dgr	18,9	14,6	30,0	0,82	45,05	44,46	98,70		
MB14	38	37,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,1	27,3	0,75	42,88	42,17	98,34		
MB14	39	38,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,3	15,2	27,0	0,74	42,53	41,97	98,68		
MB14	40	39,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gr	19,2	15,1	27,6	0,76	43,14	42,43	98,35		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB16 MB16  
**Monsternummer:** 24 32  
**Diepte m-mv:** 23,60-23,95 31,60-31,95

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
24			0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	13,3	28,4	51,4	67,1	89,2	93,8
32			0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	20,4	35,2	70,8	83,5	94,0	97,0

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
24	0,22	2,57	0,12	0,22	0,26	2,26
32	0,26	3,19	0,13	0,26	0,29	2,16

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

24	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn
32	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>code: 00000 MB3-K04</small>	Torvatetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage		Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_{10}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{20}$ [kN/m <sup>3</sup> ]			$W_s$ %	$e$ %			$n$ %	$W_v$ %	
MB16	1	0,80	Kz3g1h2, br	15,8	13,3	18,4	0,99	49,71	25,01	50,31				
MB16	2	1,80	Kz3g1h2, resten wortels, br	15,4	11,8	30,8	1,25	55,52	37,02	66,67				
MB16	3	2,80	Kz3, gr	16,3	12,0	35,3	1,20	54,62	43,27	79,20				
MB16	4	3,80	Kz1, gr	16,1	11,6	38,6	1,29	56,32	45,61	80,98				
MB16	5	4,80	Kz3, gr	16,8	13,2	27,3	1,00	50,12	36,76	73,35				
MB16	6	5,80	Ks1h2, dgr	13,8	8,1	69,7	2,26	69,30	57,81	83,43				
MB16	7	6,80	Vm, dbr	9,3	1,9	380,2	6,24	92,71	74,90	80,79				
MB16	8	7,80	Ks1h3, dgr	11,1	4,4	150,5	4,96	83,22	68,23	81,98				
MB16	9	8,80	Z(zf)js1h1, dgr	18,2	15,1	20,0	0,75	42,91	30,91	72,03				
MB16	10	9,80	Z(zf)js1, gr	18,7	16,0	17,0	0,66	39,72	27,69	69,73				
MB16	11A	10,70	Ks3h2, lbr/gr	16,4	12,5	31,8	1,13	52,96	40,34	76,17				
MB16	11B	10,80	Z(zf)js1, gr	18,3	15,4	18,6	0,72	41,88	29,14	69,57				
MB16	12A	11,70	Z(zf)js1, gr	18,5	15,8	17,0	0,68	40,35	27,36	67,82				
MB16	12B	11,80	Ks4, resten zand, gr	16,6	12,9	29,2	1,06	51,46	38,35	74,52				
MB16	13	12,80	Z(mf)js1, gr	18,0	15,2	18,7	0,75	42,70	28,91	67,72				
MB16	14A	13,70	Z(mf)js1, gr	18,5	15,9	16,4	0,67	39,95	26,58	66,53				
MB16	14B	13,80	Ks3h1, dgr	17,1	13,5	26,5	0,96	48,89	36,57	74,80				
MB16	15	14,80	Z(mf)js1, lgr	15,5	13,7	13,7	0,94	48,45	19,06	39,35				
MB16	16	15,80	Z(mf)js1, gr	18,0	15,0	19,9	0,76	43,24	30,55	70,65				
MB16	17	16,80	Z(mf)js1, lgn	17,7	14,5	22,1	0,83	45,35	32,65	71,99				
MB16	18A	17,70	Z(mf)js1, lgn	17,8	14,7	21,2	0,80	44,45	31,83	71,61				
MB16	18B	17,80	Kz3, gn	16,6	13,7	20,7	0,93	48,23	28,90	59,91				
MB16	19A	18,80	Z(zf)js1, lgn	16,9	13,1	29,4	1,03	50,63	39,22	77,47				
MB16	19B	18,90	Ks3, resten zand, lgn	16,3	12,0	35,9	1,22	54,86	43,82	79,87				
MB16	20A	19,70	Ks3, resten zand, lgn	16,6	12,3	35,1	1,15	53,57	44,02	82,18				
MB16	20B	19,80	Z(zf)js1, lgn	17,5	14,4	22,2	0,84	45,79	32,46	70,89				
MB16	21A	20,60-20,68	Kz1, gn	17,0	13,0	30,5	1,04	50,97	40,38	79,22				
MB16	21B	20,80	Z(mf)js1, lgn	17,6	14,4	22,3	0,84	45,71	32,72	71,58				
MB16	22	21,80	Z(mf)js1, lgn	17,6	14,2	23,9	0,86	46,32	34,67	74,85				
MB16	23	22,80	Z(mf)js1, lgn	18,3	15,3	19,4	0,73	42,18	30,30	71,84				
MB16	24	23,80	Z(mf)js1, lgn	18,7	15,7	19,0	0,69	40,68	30,41	74,74				
MB16	25	24,80	Z(mf)js1, lgn	18,1	14,5	25,0	0,83	45,44	36,79	80,96				
MB16	26A	25,70	Z(mf)js1, lgn	17,9	14,9	20,5	0,78	43,86	31,12	70,95				
MB16	26B	25,85	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	17,5	13,8	26,5	0,92	47,86	37,35	78,06				
MB16	27	26,70	Kz3, veel schelpen, gr	17,7	14,8	19,8	0,79	44,27	29,83	67,39				
MB16	28	27,70	Schelpen met zand											
MB16	29	28,80	Z(mf)js1, brokjes klei, veel schelpen, lgn/gn	17,6	14,5	21,2	0,83	45,22	31,42	69,48				
MB16	30	29,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,3	14,4	20,4	0,84	45,78	29,92	65,34				
MB16	31	30,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,8	14,4	23,8	0,85	45,81	34,89	76,17				
MB16	32	31,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,4	13,9	25,1	0,91	47,58	35,59	74,79				
MB16	33	38,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	26,1	0,90	47,42	32,63	68,82				
MB16	34	39,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	25,7	0,90	47,45	34,11	71,88				
MB16	35	34,80	Z(mf)js1, veel schelpen, lgn	17,6	14,2	24,0	0,87	46,54	34,64	74,43				
MB16	36	35,80	Z(mf)js1, weinig schelpen, gn	18,2	14,6	24,4	0,82	44,91	36,29	80,81				
MB16	37	36,80	Z(mf)js1, weinig schelpen, gn	18,1	14,5	24,6	0,82	45,13	36,53	80,94				
MB16	38	37,80	Z(mf)js1, gn	18,2	14,4	26,1	0,84	45,63	38,28	83,88				
MB16	39	38,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	26,1	0,84	45,71	38,29	83,77				
MB16	40	39,80	Z(mf)js1, gn	18,1	14,4	25,7	0,84	45,56	37,84	83,06				

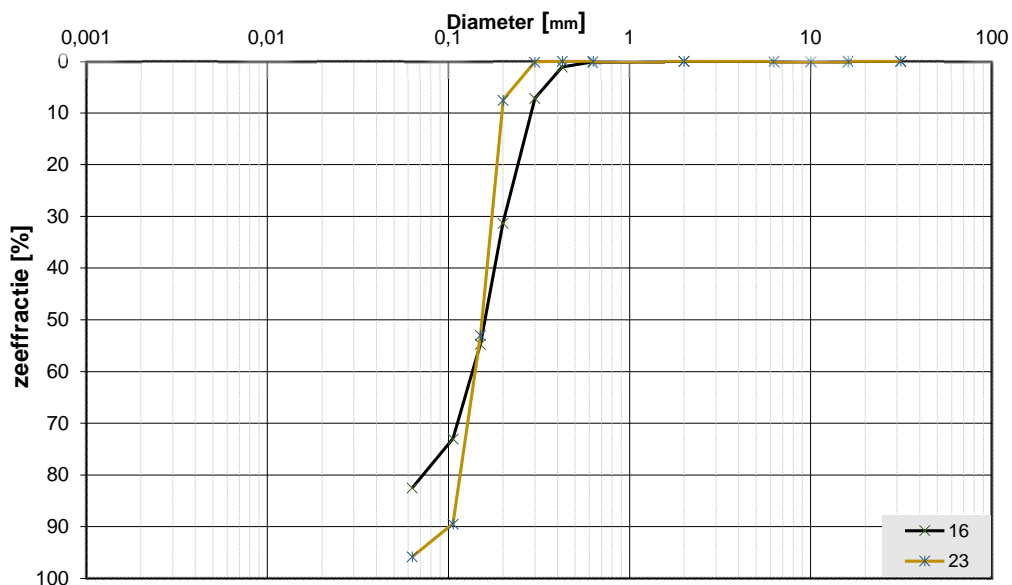
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzendige)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-rw	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvanetest		Nak volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porieën gestal	Porieën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$f_{10}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_{50}$ [kN/m <sup>2</sup> ]							
				$\gamma_{10}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{50}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_a$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %		
MB16	1	0,80	Kz3g1h2, br	18,1	13,3	36,0	0,99	49,71	48,94	98,45		
MB16	2	1,80	Kz3g1h2, resten wortels, br	17,1	11,8	45,2	1,25	55,52	54,31	97,82		
MB16	3	2,80	Kz3, gr	17,3	12,0	43,6	1,20	54,62	53,38	97,72		
MB16	4	3,80	Kz1, gr	17,0	11,6	47,0	1,29	56,32	55,50	98,55		
MB16	5	4,80	Kz3, gr	18,0	13,2	36,4	1,00	50,12	49,09	97,94		
MB16	6	5,80	Ks1h2, dgr	14,8	8,1	82,4	2,26	69,30	68,34	98,62		
MB16	7	6,80	Vm, dbr	10,8	1,9	460,2	6,24	92,71	90,66	97,79		
MB16	8	7,80	Ks1h3, dgr	12,5	4,4	180,3	4,96	83,22	81,73	98,21		
MB16	9	8,80	Z(zf)s1h1, dgr	19,2	15,1	27,2	0,75	42,91	41,88	97,59		
MB16	10	9,80	Z(zf)s1, gr	19,8	16,0	23,9	0,66	39,72	38,91	97,96		
MB16	11A	10,70	Ks3h2, lbr/gr	17,6	12,5	40,9	1,13	52,96	51,93	98,05		
MB16	11B	10,80	Z(zf)s1, gr	19,5	15,4	26,4	0,72	41,88	41,44	98,94		
MB16	12A	11,70	Z(zf)s1, gr	19,7	15,8	24,6	0,68	40,35	39,70	98,40		
MB16	12B	11,80	Ks4, resten zand, gr	17,8	12,9	38,5	1,06	51,46	50,48	98,09		
MB16	13	12,80	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	27,2	0,75	42,70	42,12	98,66		
MB16	14A	13,70	Z(mf)s1, gr	19,8	15,9	24,3	0,67	39,95	39,49	98,83		
MB16	14B	13,80	Ks3h1, dgr	18,2	13,5	34,6	0,96	48,89	47,79	97,75		
MB16	15	14,80	Z(mf)s1, lgr	18,3	13,7	34,1	0,94	48,45	47,47	97,97		
MB16	16	15,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,24	42,43	98,12		
MB16	17	16,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,5	30,1	0,83	45,35	44,39	97,88		
MB16	18A	17,70	Z(mf)s1, lgn	19,0	14,7	29,1	0,80	44,45	43,74	98,41		
MB16	18B	17,80	Kz3, gn	18,4	13,7	33,8	0,93	48,23	47,26	97,97		
MB16	19A	18,80	Z(zf)s1, lgn	18,0	13,1	37,2	1,03	50,63	49,63	98,03		
MB16	19B	18,90	Ks3, resten zand, lgn	17,2	12,0	44,2	1,22	54,86	53,88	98,20		
MB16	20A	19,70	Ks3, resten zand, lgn	17,4	12,3	41,8	1,15	53,57	52,39	97,80		
MB16	20B	19,80	Z(zf)s1, lgn	18,8	14,4	30,8	0,84	45,79	45,05	98,39		
MB16	21A	20,6-20,6	Kz1, lgn	17,9	13,0	37,6	1,04	50,97	49,78	97,67		
MB16	21B	20,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,4	30,6	0,84	45,71	44,83	98,08		
MB16	22	21,80	Z(mf)s1, lgn	18,7	14,2	31,3	0,86	46,32	45,38	97,96		
MB16	23	22,80	Z(mf)s1, lgn	19,4	15,3	26,7	0,73	42,18	41,68	98,81		
MB16	24	23,80	Z(mf)s1, resten schelpen, lgn	19,6	15,7	24,8	0,69	40,68	39,79	97,80		
MB16	25	24,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,5	30,3	0,83	45,44	44,69	98,33		
MB16	26A	25,70	Z(mf)s1, lgn	19,1	14,9	28,2	0,78	43,86	42,80	97,60		
MB16	26B	25,85	Ks1, zeer vast, resten zand, gr	18,4	13,8	33,1	0,92	47,86	46,67	97,53		
MB16	27	26,70	Kz3, veel schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,27	43,22	97,63		
MB16	28	27,70	Schelpen met zand									
MB16	29	28,80	Z(mf)s1, brokjes klei, veel schelpen, lgn/gn	18,8	14,5	29,7	0,83	45,22	43,98	97,24		
MB16	30	29,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,8	14,4	30,7	0,84	45,78	44,98	98,24		
MB16	31	30,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,8	14,4	30,6	0,85	45,81	44,85	97,91		
MB16	32	31,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,5	13,9	33,0	0,91	47,58	46,68	98,10		
MB16	33	38,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,6	0,90	47,42	46,89	98,89		
MB16	34	39,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,5	0,90	47,45	46,80	98,65		
MB16	35	34,80	Z(mf)s1, veel schelpen, lgn	18,6	14,2	31,6	0,87	46,54	45,68	98,14		
MB16	36	35,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gn	18,9	14,6	29,7	0,82	44,91	44,14	98,29		
MB16	37	36,80	Z(mf)s1, weinig schelpen, gn	18,9	14,5	29,9	0,82	45,13	44,38	98,35		
MB16	38	37,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,5	0,84	45,63	44,87	98,32		
MB16	39	38,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,6	0,84	45,71	44,94	98,31		
MB16	40	39,80	Z(mf)s1, gn	18,8	14,4	30,5	0,84	45,56	44,89	98,54		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB17 MB17  
**Monsternummer:** 16 23  
**Diepte m-mv:** 15,60-16,00 22,60-22,84

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
16			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	7,1	31,3	54,7	73,0	82,5
23			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,5	53,0	89,4	95,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz] [mm]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
16	0,18	1,67	0,10	0,18	0,20	1,96
23	0,16	1,50	0,11	0,16	0,17	1,51

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

16	Z(mf)s2, gr
23	Z(mf)s1, lgn

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tv	Grondsoort <small>volgens NEN 5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewicht percentage		Porïën getal		Porïën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %								
MB17	1	0,80	Z(mf)s2, lgr	14,3	13,5	5,8	0,96	48,90	8,02	16,40								
MB17	2	1,80	Z(mf)s1, lgr	13,9	13,5	3,3	0,97	49,22	4,53	9,19								
MB17	3	2,80	Z(mf)s1, lgn/gr	17,1	14,0	21,7	0,89	47,13	31,00	65,78								
MB17	4	3,80	Z(mf)s1, lgn/gr	18,3	15,1	21,6	0,76	43,06	33,18	77,06								
MB17	5	4,80	Z(mf)s1, lgn	18,1	14,7	23,0	0,80	44,53	34,51	77,49								
MB17	6	5,80	Z(mf)s1, lgn	18,2	14,9	22,4	0,78	43,91	33,89	77,19								
MB17	7A	6,75	Z(mf)s1, lgn/gr	18,4	15,3	20,9	0,74	42,43	32,51	76,62								
MB17	7B	6,90	Kz3, lgn	17,8	14,6	21,9	0,81	44,76	32,67	72,99								
MB17	8	7,80	Z(mf)s1h1, dgr	17,3	13,3	30,0	0,99	49,83	40,69	81,65								
MB17	9	8,80	Z(mf)s1, gr	17,9	14,3	25,0	0,85	46,05	36,38	78,99								
MB17	10	9,80	Kz3h1, veel schelpen, dgr	16,1	11,9	35,4	1,23	55,20	42,82	77,56								
MB17	11	10,80	Vm, dbr	9,1	2,5	267,2	4,67	90,69	67,22	74,12								
MB17	12	11,80	Z(mf)s1h1, dgr	17,9	15,2	18,4	0,75	42,83	28,46	66,46								
MB17	13	12,80	Kz1h2, zeer slap, dgr	16,2	11,8	37,7	1,25	55,59	45,24	81,39								
MB17	14	13,80	Ks4h1, gr/br	16,0	12,0	33,9	1,21	54,78	41,45	75,66								
MB17	15	14,75	Kz1h2, zeer slap, dgr	16,3	12,2	33,5	1,17	53,93	41,72	77,36								
MB17	16	15,80	Z(mf)s2, gr	17,5	14,3	22,1	0,85	45,97	32,20	70,05								
MB17	17	16,80	Z(mf)s1, lgr	18,4	15,4	19,0	0,72	41,70	29,86	71,61								
MB17	18	17,70	Kz2h2, br	15,7	11,7	34,7	1,27	55,93	41,29	73,82								
MB17	19	18,80	Z(mf)s1, lgr	18,0	15,0	19,9	0,76	43,27	30,48	70,44								
MB17	20	19,80	Z(mf)s1, gr	18,2	15,3	18,7	0,73	42,13	29,19	69,28								
MB17	21	20,80	Z(mf)s1, lgn	17,5	14,0	24,8	0,89	47,15	35,42	75,12								
MB17	22	21,80	Z(mf)s1, lgn	17,3	13,9	24,0	0,90	47,37	34,08	71,93								
MB17	23	22,70	Z(mf)s1, lgn	17,5	14,1	24,0	0,88	46,85	34,50	73,65								
MB17	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	17,8	14,4	23,3	0,84	45,56	34,29	75,27								
MB17	25	24,70	Z(zf)s1, veel schelpen, gr	16,7	14,2	17,3	0,86	46,27	25,14	54,34								
MB17	26	25,70	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	17,8	14,4	23,9	0,84	45,72	35,09	76,74								
MB17	27	26,80	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	17,8	14,3	24,5	0,85	46,02	35,68	77,54								
MB17	28	27,65	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	17,5	13,9	26,0	0,90	47,45	36,89	77,74								
MB17	29	28,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	17,2	13,5	27,8	0,97	49,21	38,12	77,47								
MB17	30	29,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	17,5	14,0	25,2	0,89	47,16	36,04	76,44								

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

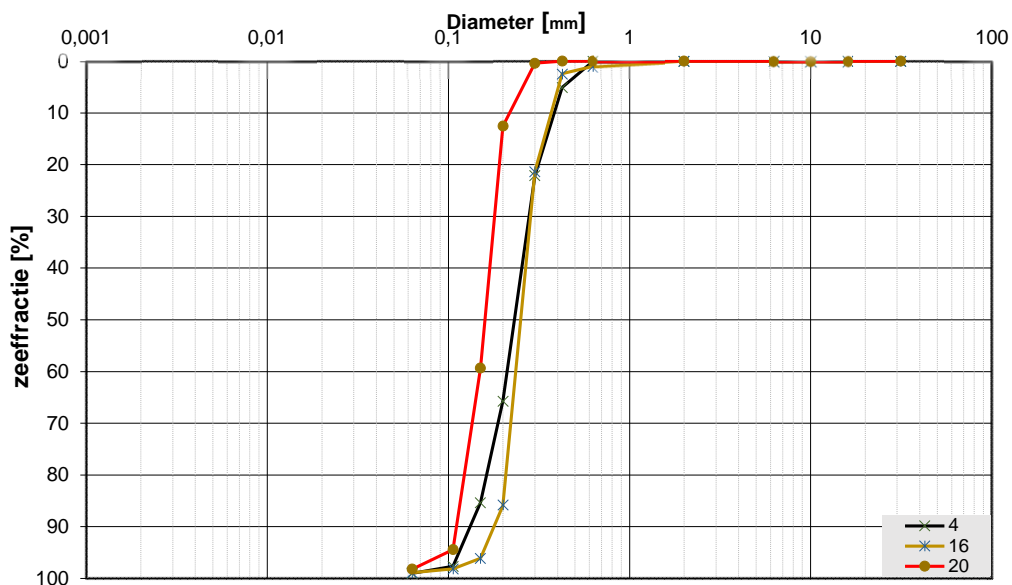
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tv	Grondsoort <small>volgens NEN 5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewicht percentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ %	e	n	$W_v$ %	$S_v$ %		
MB17	1	0,80	Z(mf)s2, lgr	18,2	13,5	34,6	0,96	48,90	47,73	97,62		
MB17	2	1,80	Z(mf)s1, lgr	18,2	13,5	35,0	0,97	49,22	48,02	97,58		
MB17	3	2,80	Z(mf)s1, lgn/gr	18,5	14,0	32,3	0,89	47,13	46,14	97,89		
MB17	4	3,80	Z(mf)s1, lgn/gr	19,2	15,1	27,2	0,76	43,06	41,85	97,19		
MB17	5	4,80	Z(mf)s1, lgn	18,9	14,7	28,9	0,80	44,53	43,30	97,22		
MB17	6	5,80	Z(mf)s1, lgn	19,1	14,9	28,5	0,78	43,91	43,21	98,40		
MB17	7	6,80	Z(mf)s1, lgn/gr	19,3	15,3	26,7	0,74	42,43	41,53	97,88		
MB17	8	7,80	Z(mf)s1h1, dgr	18,2	13,5	35,0	0,97	49,11	48,17	98,08		
MB17	9	8,80	Z(mf)s1, gr	18,7	14,3	30,8	0,85	46,05	44,92	97,54		
MB17	10	9,80	Kz3h1, veel schelpen, dgr	17,2	11,9	44,6	1,23	55,20	53,92	97,67		
MB17	11	10,80	Vm, cbr	11,2	2,5	355,5	4,67	90,69	89,43	98,62		
MB17	12	11,80	Z(mf)s1h1, dgr	19,3	15,2	27,3	0,75	42,83	42,20	98,54		
MB17	13	12,80	Kz1h2, zeer slap, dgr	17,1	11,8	45,2	1,25	55,59	54,21	97,53		
MB17	14	13,80	Ks3h1, gr/lbr	17,3	12,0	44,2	1,21	54,78	53,96	98,50		
MB17	15	14,75	Kz1h2, zeer slap, dgr	17,4	12,2	42,5	1,17	53,93	52,85	98,00		
MB17	16	15,80	Z(mf)s2, gr	18,7	14,3	30,8	0,85	45,97	44,96	97,80		
MB17	17	16,80	Z(mf)s1, lgr	19,4	15,4	25,9	0,72	41,70	40,75	97,73		
MB17	18	17,70	Kz2h2, br	17,1	11,7	46,1	1,27	55,93	54,88	98,13		
MB17	19	18,80	Z(mf)s1, lgr	19,2	15,0	27,9	0,76	43,27	42,72	98,72		
MB17	20	19,80	Z(mf)s1, gr	19,4	15,3	26,5	0,73	42,13	41,50	98,50		
MB17	21	20,80	Z(mf)s1, lgn	18,5	14,0	32,3	0,89	47,15	46,07	97,70		
MB17	22	21,80	Z(mf)s1, lgn	18,5	13,9	32,7	0,90	47,37	46,45	98,06		
MB17	23	22,70	Z(mf)s1, lgn	18,6	14,1	32,1	0,88	46,85	46,05	98,29		
MB17	24	23,80	Z(mf)s1, lgn	18,8	14,4	30,3	0,84	45,56	44,60	97,89		
MB17	25	24,70	Z(zf)s1, veel schelpen, gr	18,7	14,2	31,4	0,86	46,27	45,59	98,54		
MB17	26	25,70	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	18,8	14,4	30,5	0,84	45,72	44,76	97,89		
MB17	27	26,80	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	18,8	14,3	31,2	0,85	46,02	45,42	98,70		
MB17	28	27,65	Z(zf)s1, weinig schelpen, gn	18,5	13,9	32,9	0,90	47,45	46,64	98,31		
MB17	29	28,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	18,2	13,5	35,1	0,97	49,21	48,20	97,95		
MB17	30	29,70	Ks1, zeer vast, laagjes zand, gr	18,5	14,0	32,3	0,89	47,16	46,15	97,87		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB28 MB28 MB28  
**Monsternummer:** 4 16 20  
**Diepte m-mv:** 3,60-3,97 15,90-15,90 20,60-21,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
4			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	22,1	65,7	85,3	97,7	99,0
16			0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,4	21,3	85,8	96,1	98,1	98,9
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	12,5	59,3	94,4	98,2

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
4	0,24	2,76	0,14	0,24	0,26	1,90	
16	0,26	3,05	0,18	0,26	0,27	1,47	
20	0,16	1,67	0,11	0,16	0,17	1,51	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

4	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr
16	Z(mg)s1, resten schelpen, gr
20	Z(mf)s1, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven



Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>volgens NEN 5747</small>	Torvanietest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichtspercentage		Porfijn getal	Porfijn volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_{\text{a}}$	$\gamma_{\text{w}}$	$W_g$	e	n	$W_v$	$S_v$					
				[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	%	%	%	%					
MB28	1	0,80	Z(mg)s1, resten schelpen, lgr	14,9	14,1	5,9	0,88	46,92	8,45	18,00					
MB28	2	1,80	Z(mg)s2, resten schelpen, lgr	15,1	13,6	11,4	0,96	48,86	15,76	32,24					
MB28	3	2,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	18,5	15,4	19,8	0,72	41,70	31,25	74,93					
MB28	4	3,80	Z(mg), veel schelpen, lgr	18,0	15,2	18,0	0,74	42,47	27,94	65,79					
MB28	5	4,80	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,2	14,4	20,2	0,85	45,83	29,52	64,40					
MB28	6	5,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	17,9	15,0	19,7	0,77	43,50	30,02	69,01					
MB28	7	6,80	Z(mf)s1, gr	17,5	14,4	21,0	0,84	45,53	30,89	67,85					
MB28	8	7,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,7	20,8	0,80	44,52	31,21	70,10					
MB28	9	8,80	Z(mf)s1, gr	18,0	15,0	19,8	0,77	43,45	30,30	69,72					
MB28	10	9,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,8	20,3	0,79	44,17	30,64	69,35					
MB28	11	10,80	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	22,3	0,84	45,57	32,75	71,87					
MB28	12	11,80	Z(mf)s1, gr	18,0	15,0	19,8	0,76	43,34	30,30	69,90					
MB28	13	12,80	Z(mf)s1, gr	17,9	15,0	19,8	0,77	43,48	30,29	69,66					
MB28	14	13,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,9	15,0	19,4	0,77	43,43	29,71	68,41					
MB28	15	14,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,9	14,9	19,8	0,78	43,70	30,07	68,80					
MB28	16	15,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,2	14,2	21,0	0,86	46,37	30,43	65,62					
MB28	17	16,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	16,7	14,3	16,7	0,85	46,03	24,31	52,81					
MB28	18	17,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,8	14,8	20,7	0,80	44,30	31,14	70,28					
MB28	19	18,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,8	14,8	20,6	0,79	44,16	31,03	70,28					
MB28	20	19,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,8	14,8	20,1	0,79	44,10	30,34	68,81					
MB28	21	20,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,7	14,6	21,4	0,82	45,07	31,79	70,53					
MB28	22	21,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,1	14,1	21,1	0,87	46,66	30,37	65,10					
MB28	23	22,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,6	14,6	21,1	0,82	45,09	31,29	69,39					
MB28	24	23,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,4	14,4	21,2	0,84	45,74	31,04	67,87					
MB28	25	24,80	Z(mf), resten schelpen, gr	17,2	14,5	18,8	0,83	45,35	27,79	61,27					
MB28	26	25,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,4	12,1	35,8	1,19	54,32	44,16	81,29					
MB28	27	26,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,4	12,1	35,3	1,19	54,37	43,49	79,97					
MB28	28	27,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,5	13,9	25,7	0,90	47,46	36,52	76,95					
MB28	29	28,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,8	13,0	29,0	1,04	50,92	38,44	75,48					
MB28	30	29,80	Z(mf)s2, gr	17,7	14,7	20,6	0,80	44,53	30,88	69,35					



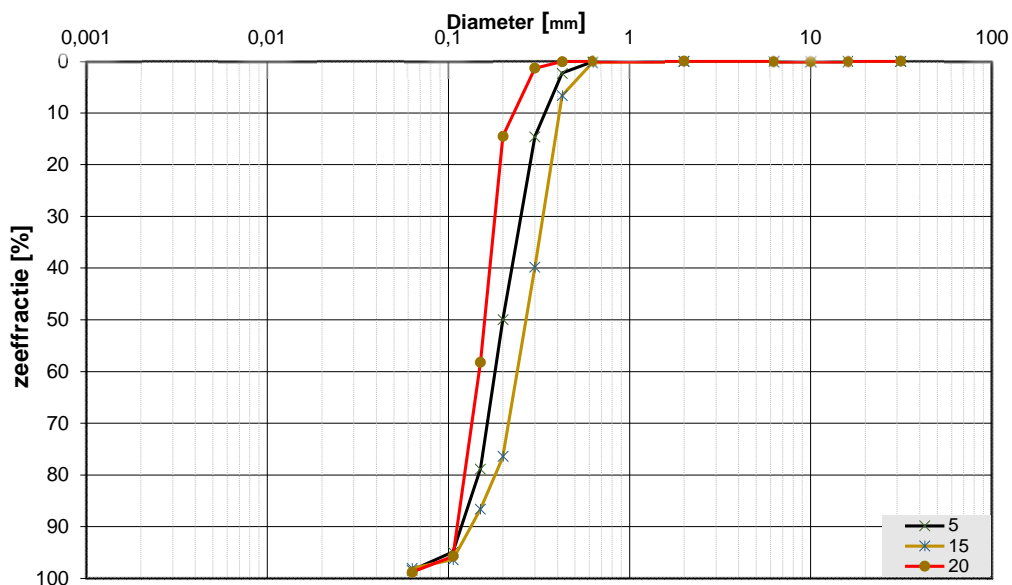
Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-my	Grondsoort <small>conform NEN 5749</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewicht Percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$	$\gamma_d$							
				$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{kN/m}^3]$	$[\text{kN/m}^3]$	%	%				
MB28	1	0,80	Z(mg)s1, resten schelpen, lgr	18,6	14,1	32,0	0,88	46,92	45,91	97,86		
MB28	2	1,80	Z(mg)s2, resten schelpen, lgr	18,2	13,6	34,5	0,96	48,86	47,72	97,67		
MB28	3	2,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	19,5	15,4	25,9	0,72	41,70	40,81	97,67		
MB28	4	3,80	Z(mg), veel schelpen, lgr	19,3	15,2	26,8	0,74	42,47	41,72	98,24		
MB28	5	4,80	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,8	14,4	30,7	0,85	45,83	44,96	98,09		
MB28	6	5,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	19,2	15,0	28,0	0,77	43,50	42,76	98,29		
MB28	7	6,80	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,3	0,84	45,53	44,66	98,09		
MB28	8	7,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,52	43,66	98,05		
MB28	9	8,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,45	42,63	98,12		
MB28	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,8	28,9	0,79	44,17	43,59	98,68		
MB28	11	10,80	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,2	0,84	45,57	44,42	97,47		
MB28	12	11,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,34	42,35	97,72		
MB28	13	12,80	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,48	42,63	98,06		
MB28	14	13,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,8	0,77	43,43	42,50	97,87		
MB28	15	14,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,70	43,01	98,42		
MB28	16	15,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,7	14,2	31,4	0,86	46,37	45,50	98,12		
MB28	17	16,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,7	14,3	30,9	0,85	46,03	45,12	98,03		
MB28	18	17,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,8	0,80	44,30	43,33	97,81		
MB28	19	18,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,16	43,24	97,92		
MB28	20	19,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	19,0	14,8	28,6	0,79	44,10	43,17	97,90		
MB28	21	20,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,9	14,6	29,9	0,82	45,07	44,35	98,39		
MB28	22	21,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,6	14,1	31,8	0,87	46,66	45,85	98,27		
MB28	23	22,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,09	44,27	98,18		
MB28	24	23,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,74	44,63	97,58		
MB28	25	24,80	Z(mf), resten schelpen, gr	18,8	14,5	30,1	0,83	45,35	44,46	98,03		
MB28	26	25,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,4	12,1	43,3	1,19	54,32	53,47	98,44		
MB28	27	26,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,3	12,1	43,3	1,19	54,37	53,37	98,15		
MB28	28	27,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	18,5	13,9	32,6	0,90	47,46	46,26	97,47		
MB28	29	28,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,9	13,0	37,8	1,04	50,92	50,07	98,32		
MB28	30	29,80	Z(mf)s2, gr	19,0	14,7	29,0	0,80	44,53	43,51	97,72		

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB29 MB29 MB29  
**Monsternummer:** 5 15 20  
**Diepte m-mv:** 4,60-5,00 14,60-15,00 19,60-19,86

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
5			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	14,6	49,9	78,8	94,9	98,4
15			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	39,8	76,3	86,5	96,4	98,0
20			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	14,5	58,2	95,8	98,8

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
5	0,20	2,40	0,12	0,20	0,23	1,86	
15	0,27	3,06	0,14	0,27	0,30	2,12	
20	0,16	1,70	0,11	0,16	0,17	1,50	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

5	Z(mf)s1, resten schelpen, gr
15	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr
20	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven



Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

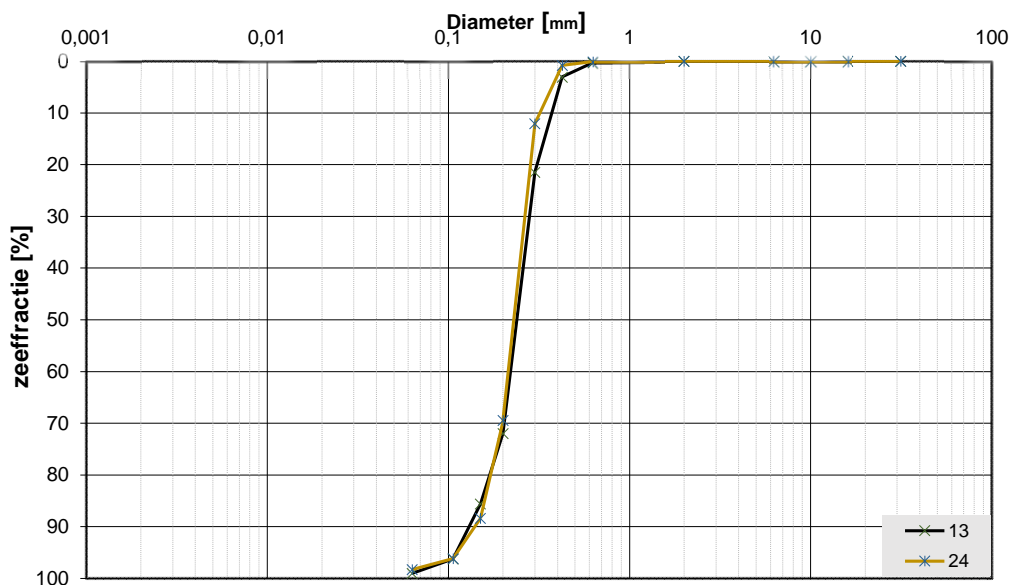
Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>code: MB1-MB104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_a$ [kN/m <sup>3</sup> ]							
				$\gamma_g$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_g$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_r$ %			
MB29	1	0,70	Z(mf)st1, lbr	14,5	14,0	3,7	0,90	47,24	5,25	11,12		
MB29	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lbr	16,5	14,5	13,8	0,83	45,35	20,34	44,84		
MB29	3	2,70	Z(mf)st1, resten schelpen, lbr	18,5	15,3	21,1	0,74	42,37	32,86	77,56		
MB29	4	3,70	Z(mf)st1, resten schelpen, lbr	18,0	14,8	21,3	0,78	43,97	32,27	73,38		
MB29	5	4,70	Z(mf)st1, resten schelpen, gr	18,3	15,3	19,7	0,74	42,44	30,69	72,32		
MB29	6	5,70	Z(mf)st1, resten schelpen, gr	18,3	15,2	19,7	0,74	42,48	30,68	72,22		
MB29	7	6,70	Z(mf)st1, resten schelpen, gr	17,9	14,3	25,3	0,85	46,01	36,85	80,10		
MB29	8	7,70	Z(mf)st1, slihoudend, dgr/zw	16,3	11,7	39,2	1,26	55,82	46,72	83,69		
MB29	9	8,70	Z(mf)st1, slihoudend, dgr/zw	17,5	13,5	29,3	0,96	48,91	40,46	82,74		
MB29	10	9,70	Z(mf)st1, slihoudend, dgr/zw	17,5	13,4	30,5	0,97	49,36	41,76	84,60		
MB29	11	10,70	Z(mf)st1, gr	18,2	14,9	22,7	0,78	43,89	34,45	78,49		
MB29	12	11,70	Z(mf)st1, gr	18,3	15,1	20,9	0,75	42,85	32,29	75,35		
MB29	13	12,70	Z(mf)st1, gr	18,3	15,1	21,3	0,75	42,98	32,75	76,18		
MB29	14	13,70	Z(mf)st1, resten klei, gr	16,4	11,6	41,3	1,29	56,29	48,71	86,52		
MB29	15	14,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,8	15,7	19,7	0,69	40,84	31,44	76,98		
MB29	16	15,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,5	15,5	19,3	0,71	41,35	30,65	74,13		
MB29	17	16,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,5	15,4	20,5	0,72	42,01	32,15	76,53		
MB29	18	17,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	17,6	14,7	20,3	0,81	44,67	30,40	68,06		
MB29	19	18,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,3	15,0	21,7	0,76	43,24	33,24	76,89		
MB29	20	19,70	Z(mf)st1, resten planten en schelpen, gr	18,0	14,7	22,4	0,80	44,42	33,70	75,86		
MB29	21	20,70	Z(mf)st1, gr	18,2	15,0	21,3	0,76	43,25	32,66	75,52		
MB29	22	21,70	Z(mf)st1, gr	18,4	15,2	20,6	0,74	42,56	31,89	74,93		
MB29	23	22,70	Z(mf)st1, gr	18,0	14,7	22,6	0,81	44,68	33,81	75,66		
MB29	24	23,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,0	15,0	19,8	0,77	43,38	30,21	69,63		
MB29	25	24,70	Z(mg), gr	18,2	15,2	19,8	0,75	42,72	30,63	71,70		
MB29	26	25,70	Z(zg), brokjes klei, resten schelpen, gr	17,7	14,8	19,6	0,79	44,27	29,53	66,72		
MB29	27	26,70	Z(mf)st4, laagjes klei, gr	18,4	14,8	24,4	0,80	44,32	36,65	82,69		
MB29	28	27,70	Z(mf)st1, resten klei, gr	18,3	14,7	24,0	0,80	44,38	36,07	81,28		
MB29	29	28,70	Z(mf)st1, gr	17,7	14,7	20,1	0,80	44,35	30,21	68,10		
MB29	30	29,70	Z(mf)st1, gr	17,5	14,7	18,9	0,80	44,55	28,29	63,50		





**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB30 MB30  
**Monsternummer:** 13 24  
**Diepte m-mv:** 12,60-13,00 22,60-22,85

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zeefracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
13			0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,1	21,4	71,9	85,6	96,2	99,0
24			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	12,1	69,4	88,4	96,2	98,3

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu D60/D10
	[mm]					
13	0,24	2,79	0,14	0,24	0,26	1,95
24	0,24	2,67	0,15	0,24	0,25	1,69

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

13	Z(mf)s1, resten schelpen, gr
24	Z(mf)s1, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven



Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>codeform B34-604</small>	Torvanetest		N <sub>t</sub> volumegewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Droog volumegewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Watergehalte in gewichts percentage		Porieën getal	Porieën volume %	Watergehalte in volume %	Verz. graad %
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]			$W_s$ %	$e$ %				
MB30	1	0,70	Z(mg), resten wortels, lgr	18,4	15,1	21,3	0,75	42,93	32,90	76,65			
MB30	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,1	15,1	19,6	0,75	42,86	30,27	70,64			
MB30	3	2,70	Z(mg), gr	18,2	15,1	20,5	0,75	42,97	31,52	73,35			
MB30	4	3,70	Z(zf)s1, gr	18,1	14,6	24,1	0,82	45,04	35,79	79,47			
MB30	5	4,70	Z(zf)s1, gr	18,2	14,7	23,3	0,80	44,36	35,08	79,08			
MB30	6	5,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,6	0,77	43,36	33,00	76,10			
MB30	7	6,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	21,7	0,78	43,70	33,03	75,58			
MB30	8	7,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,7	0,77	43,43	33,13	76,28			
MB30	9	8,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,8	21,7	0,80	44,31	32,60	73,57			
MB30	10	9,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,7	23,4	0,80	44,58	35,01	78,54			
MB30	11	10,70	Z(mf)s1, gr	18,0	14,4	25,1	0,84	45,56	36,86	80,92			
MB30	12	11,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	20,7	0,75	42,84	31,99	74,66			
MB30	13	12,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,1	0,76	43,31	32,38	74,76			
MB30	14	13,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,2	20,0	0,74	42,67	30,91	72,43			
MB30	15	14,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,1	19,9	0,75	42,90	30,71	71,58			
MB30	16	15,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,2	20,6	0,74	42,63	31,92	74,87			
MB30	17	16,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,2	0,76	43,21	32,58	75,40			
MB30	18	17,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	21,2	0,76	43,12	32,64	75,69			
MB30	19	18,70	Z(mf)s1, gr	18,1	15,0	20,6	0,76	43,24	31,52	72,89			
MB30	20	19,70	Z(zg), veel schelpen, lgr	17,7	14,5	21,6	0,83	45,21	32,04	70,87			
MB30	21	20,30	Ks2 h1, dgr	45	14,7	9,3	57,8	1,84	64,76	54,99	84,91		
MB30	22	20,90	Z(mg), gr	18,4	15,3	19,8	0,73	42,15	30,87	73,24			
MB30	23	21,90	Z(mg), gr	18,4	15,2	20,6	0,74	42,50	31,93	75,12			
MB30	24	22,70	Z(mf)s1, gr	18,5	15,4	20,0	0,72	41,72	31,45	75,38			
MB30	25	23,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,3	20,3	0,73	42,23	31,67	74,99			
MB30	26	24,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,4	15,2	21,3	0,74	42,62	33,01	77,44			
MB30	27	25,70	Z(mf)s1, gr	18,5	15,2	21,6	0,74	42,67	33,45	78,38			
MB30	28	26,70	Z(mf)s1, gr	18,3	14,9	22,4	0,77	43,59	34,06	78,14			
MB30	29	27,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,3	0,78	43,69	33,90	77,61			
MB30	30	28,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,7	23,1	0,81	44,63	34,53	77,37			
MB30	31	29,80	Z(mf)s1, gr	18,0	14,7	22,5	0,80	44,56	33,64	75,50			

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

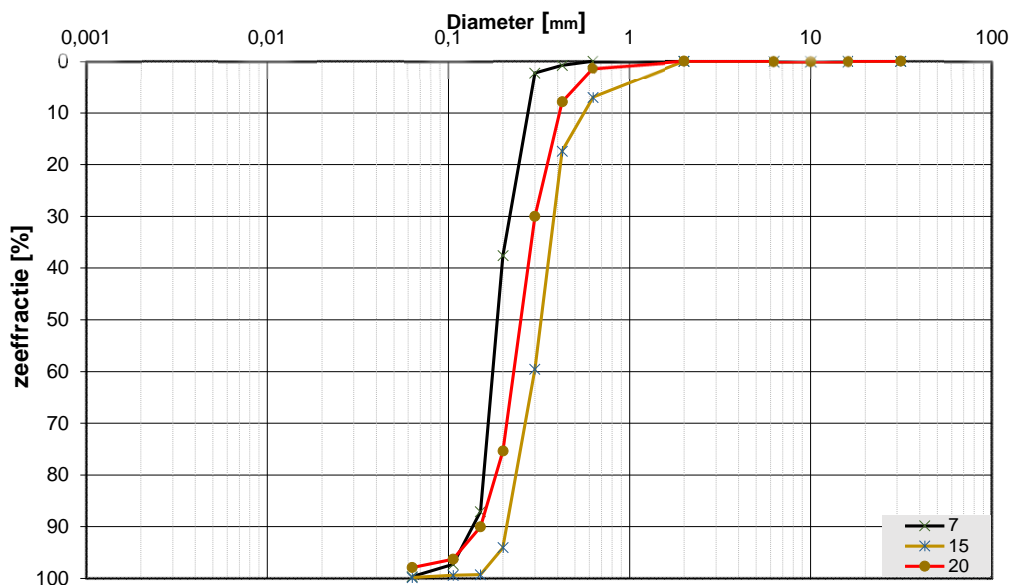
Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>volgens NEN-5764</small>	Torvanetest		N <sub>t</sub> volumegewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Droog volumegewicht [kN/m <sup>3</sup> ]	Watergehalte in geenichts percentage		Porien getal	Porien volume %	Watergehalte in volume %	Verz. graad %
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]			$w$ %	$e$ %				
MB30	1	0,70	Z(mg), resten wortels, lgr	19,2	15,1	27,0	0,75	42,93	41,66	97,05			
MB30	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	19,2	15,1	27,1	0,75	42,86	41,76	97,43			
MB30	3	2,70	Z(mg), gr	19,2	15,1	27,2	0,75	42,97	41,85	97,40			
MB30	4	3,70	Z(zf)s1, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,04	44,19	98,11			
MB30	5	4,70	Z(zf)s1, gr	19,0	14,7	28,9	0,80	44,36	43,44	97,93			
MB30	6	5,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,6	0,77	43,36	42,30	97,56			
MB30	7	6,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,0	0,78	43,70	42,58	97,45			
MB30	8	7,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,8	0,77	43,43	42,52	97,90			
MB30	9	8,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,8	28,7	0,80	44,31	43,23	97,56			
MB30	10	9,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,58	43,52	97,62			
MB30	11	10,70	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,56	44,72	98,16			
MB30	12	11,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,1	27,1	0,75	42,84	41,91	97,83			
MB30	13	12,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,6	0,76	43,31	42,26	97,59			
MB30	14	13,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	26,9	0,74	42,67	41,62	97,53			
MB30	15	14,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,1	27,3	0,75	42,90	42,12	98,17			
MB30	16	15,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	26,8	0,74	42,63	41,48	97,29			
MB30	17	16,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,21	42,17	97,58			
MB30	18	17,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,1	27,4	0,76	43,12	42,10	97,63			
MB30	19	18,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,8	0,76	43,24	42,65	98,63			
MB30	20	19,70	Z(zg), veel schelpen, lgr	18,9	14,5	30,0	0,83	45,21	44,36	98,12			
MB30	21	20,30	Ks2 h1, dgr	45	15,5	9,3	66,4	1,84	64,76	63,19	97,57		
MB30	22	20,90	Z(mg), gr	19,4	15,3	26,3	0,73	42,15	41,16	97,66			
MB30	23	21,90	Z(mg), gr	19,3	15,2	26,8	0,74	42,50	41,62	97,92			
MB30	24	22,70	Z(mf)s1, gr	19,5	15,4	26,0	0,72	41,72	40,95	98,15			
MB30	25	23,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,3	26,3	0,73	42,23	41,11	97,34			
MB30	26	24,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,3	15,2	26,8	0,74	42,62	41,55	97,49			
MB30	27	25,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	27,0	0,74	42,67	41,85	98,06			
MB30	28	26,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,0	0,77	43,59	42,72	98,01			
MB30	29	27,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,0	0,78	43,69	42,55	97,39			
MB30	30	28,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,63	43,78	98,11			
MB30	31	29,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,56	43,60	97,84			

**Project omschr.:** Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
**Project nummer:** 2020-1142  
**Boringnummer:** MB31 MB31 MB31  
**Monsternummer:** 7 15 20  
**Diepte m-mv:** 6,60-7,00 14,60-15,00 19,60-20,00

### Korrelverdelingsdiagram



Monsternr.	Zee fracties (zeefmaat in mm, cumulatieve percentages)												
	63	31,5	16	10	6,3	2	0,63	0,425	0,3	0,2	0,15	0,106	0,063
	Grind						Zand						
7			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,3	37,5	87,1	97,3	99,7
15			0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	17,3	59,5	94,0	99,2	99,4	99,8
20			0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	7,8	30,0	75,4	90,0	96,3	97,9

Monsternr.	Zand mediaan [Mz]	fijnheids modulus	D10	D50	D60	Cu	
	[mm]					D60/D10	
7	0,19	2,25	0,14	0,19	0,20	1,43	
15	0,33	3,76	0,21	0,33	0,36	1,69	
20	0,26	3,01	0,16	0,26	0,28	1,79	

#### Algemene Informatie:

##### Classificatie volgens NEN-5104:

7	Z(mf), resten schelpen, gr
15	Z(mg), resten schelpen, gr
20	Z(mg)s1, resten schelpen, gr

##### Testuitvoering volgens NEN-EN-ISO 17892-4

Organische materiaal:	niet bepaald
Kalkgehalte:	niet bepaald
Bepaling fijne fractie:	niet bepaald
Bepaling zand:	zeven
Bepaling grind:	zeven





Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha  
 Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>conform NEN 5740</small>	Torvanetest		W <sub>g</sub> %	e %	n %	W <sub>v</sub> %	S <sub>v</sub> %
				γ <sub>n</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>sat</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]					
MB31	1	0,70	Kz3, sporen roest, lbr	16,2	14,4	12,0	0,84	45,52	17,62	38,70
MB31	2	1,70	Kz3, sporen roest, lbr	15,8	12,7	24,6	1,08	52,03	31,88	61,26
MB31	3	2,70	Z(mf)s3, resten klei, sporen roest, lbr	15,5	13,9	11,6	0,91	47,57	16,38	34,43
MB31	4	3,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,7	22,8	0,80	44,37	34,27	77,24
MB31	5	4,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,8	22,6	0,79	44,13	34,11	77,29
MB31	6	5,70	Z(mf)s1, gr	18,5	15,2	21,6	0,74	42,58	33,49	78,65
MB31	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,0	14,6	23,2	0,82	44,97	34,46	76,62
MB31	8	7,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	21,9	0,77	43,36	33,49	77,23
MB31	9	8,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,2	21,4	0,75	42,77	33,05	77,27
MB31	10	9,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,3	20,5	0,74	42,43	31,92	75,24
MB31	11	10,70	Z(mf), resten schelpen, gr	18,5	15,2	21,4	0,74	42,58	33,15	77,87
MB31	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,5	15,4	20,1	0,72	41,96	31,58	75,26
MB31	13	12,70	Z(mg), resten schelpen, gr	16,4	14,0	17,1	0,90	47,26	24,43	51,68
MB31	14	13,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,3	14,6	19,1	0,82	45,03	28,34	62,93
MB31	15	14,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,7	14,7	20,3	0,80	44,44	30,46	68,54
MB31	16	15,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,2	14,5	19,2	0,83	45,46	28,30	62,25
MB31	17	16,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,9	14,8	21,3	0,79	44,24	32,07	72,50
MB31	18	17,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,7	21,3	0,81	44,65	31,82	71,27
MB31	19	18,70	Z(mg), gr	18,1	15,1	20,1	0,76	43,14	30,92	71,67
MB31	20	19,70	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,0	14,7	22,2	0,80	44,36	33,42	75,34
MB31	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,2	15,0	21,1	0,76	43,28	32,27	74,65
MB31	22	21,70	Z(mf)s1, gr	18,4	15,3	20,7	0,74	42,41	32,17	75,86
MB31	23	22,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,0	21,9	0,76	43,34	33,51	77,31
MB31	24	23,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,9	21,9	0,78	43,81	33,17	75,72
MB31	25	24,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	21,3	0,76	43,10	32,73	75,93
MB31	26	25,70	Z(mf)s1, gr	18,3	15,1	20,9	0,75	42,88	32,22	75,14
MB31	27	26,70	Z(mf)s1, gr	18,1	14,8	22,1	0,78	43,97	33,40	75,96
MB31	28	27,70	Z(mf)s1, gr	18,2	15,0	21,1	0,76	43,29	32,31	74,63
MB31	29	28,70	Z(mf)s1, gr	18,2	14,9	22,3	0,78	43,95	33,75	76,78
MB31	30	29,70	Z(mf)s1, gr	17,9	14,7	22,1	0,81	44,71	32,96	73,72

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

### Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-tmv	Grondsoort <small>volgens NEN 5740</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht		Droog volumegewicht		Watergehalte in gewichts percentage		Porïën getal		Porïën volume		Watergehalte in volume		Verz. graad	
				$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{gr}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_s$ %	$e$ %	$n$ %	$W_v$ %	$S_v$ %	$S_v$ %								
MB31	1	0,70	Kz3, sporen roest, lbr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,52	44,73	98,25									
MB31	2	1,70	Kz3, sporen roest, lbr	17,7	12,7	39,3	1,08	52,03	50,97	97,97									
MB31	3	2,70	Z(mf)s3, resten klei, sporen roest, lbr	18,4	13,9	32,6	0,91	47,57	46,24	97,22									
MB31	4	3,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	28,9	0,80	44,37	43,44	97,90									
MB31	5	4,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,8	28,5	0,79	44,13	43,00	97,44									
MB31	6	5,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	26,9	0,74	42,58	41,79	98,14									
MB31	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,6	0,82	44,97	44,00	97,83									
MB31	8	7,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,9	0,77	43,36	42,63	98,33									
MB31	9	8,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,2	27,0	0,75	42,77	41,76	97,64									
MB31	10	9,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,3	26,5	0,74	42,43	41,23	97,19									
MB31	11	10,70	Z(mf), resten schelpen, gr	19,3	15,2	27,0	0,74	42,58	41,90	98,42									
MB31	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,4	15,4	26,2	0,72	41,96	41,03	97,78									
MB31	13	12,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,5	14,0	32,3	0,90	47,26	46,01	97,35									
MB31	14	13,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,7	0,82	45,03	44,09	97,91									
MB31	15	14,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,0	14,7	29,1	0,80	44,44	43,63	98,16									
MB31	16	15,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,8	14,5	30,3	0,83	45,46	44,63	98,17									
MB31	17	16,70	Z(mg), resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,9	0,79	44,24	43,47	98,26									
MB31	18	17,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,7	29,2	0,81	44,65	43,61	97,67									
MB31	19	18,70	Z(mg), gr	19,2	15,1	27,6	0,76	43,14	42,36	98,20									
MB31	20	19,70	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,7	28,8	0,80	44,36	43,23	97,45									
MB31	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,28	42,14	97,35									
MB31	22	21,70	Z(mf)s1, gr	19,4	15,3	26,9	0,74	42,41	41,83	98,63									
MB31	23	22,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,7	0,76	43,34	42,38	97,78									
MB31	24	23,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,2	0,78	43,81	42,80	97,69									
MB31	25	24,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,1	27,5	0,76	43,10	42,24	98,02									
MB31	26	25,70	Z(mf)s1, gr	19,3	15,1	27,4	0,75	42,88	42,25	98,54									
MB31	27	26,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,8	28,5	0,78	43,97	43,14	98,12									
MB31	28	27,70	Z(mf)s1, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,29	42,17	97,40									
MB31	29	28,70	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,4	0,78	43,95	42,97	97,77									
MB31	30	29,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,4	0,81	44,71	43,90	98,18									

---

## Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

---

## Contactgegevens

Tolhuisweg 57  
8443 DV HEERENVEEN  
Postbus 24  
8440 AA HEERENVEEN

[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)

### Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.







**Algemene gegevens**

Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Alpha  
 Projectonderdeel : Alpha HDD A58 4xØ250 mm, SDR11

**Materiaalgegevens**

Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiaal / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%

**Leidinggegevens**

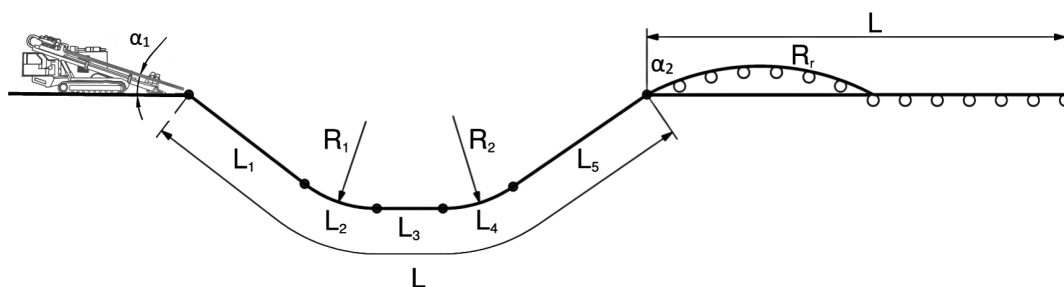
Uitwendige middellijn	$D_e$	= 250,00	mm
Wanddikte	$d_n$	= 22,7	mm

**Procesgegevens**

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos) = Drukloos

**Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken**

Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,160	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,160	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	$D_b$	= 114	mm
Diameter boorkop	$D_p$	= 170	mm
Diameter ruimer	$D_g$	= 780	mm
Totale lengte	L	= 603,67	m
Lengte 1e rechte deel	$L_1$	= 25,88	m
Lengte neergaande bocht	$L_2$	= 78,54	m
Lengte 2e rechte deel	$L_3$	= 402,50	m
Lengte opgaande bocht	$L_4$	= 81,59	m
Lengte 3e rechte deel	$L_5$	= 15,16	m
Straal maaiveld/rollenbaan	$R_r$	= 300,00	m
Straal neergaande bocht	$R_1$	= 300,00	m
Straal opgaande bocht	$R_2$	= 275,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 15,00 / 26,79	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 17,00 / 30,57	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	



**Onzekerheids- en wrijvingsfactoren**

Totaalfactor bij boring met bundels	f	= 1,8	
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub>	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	= 0,00005	N/mm <sup>2</sup>
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	= 0,2	

**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]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvingshoek grond [°]
w1	16,05	4,00	0,80	Zand	17,15	18,97	30,00
w2	19,88	2,90	-0,30	Zand	0,00	18,21	35,00
w3	21,22	3,30	-0,30	Zand	0,00	18,55	35,00
w4	24,33	5,70	0,80	Zand	17,15	19,57	35,00
1e rechte deel	25,88	6,30	0,80	Zand	17,15	19,73	35,00
A58	92,77	18,50	3,00	Zand	17,44	20,92	35,00
Neer bocht	104,42	19,00	3,00	Zand	17,44	20,92	35,00
A58	108,10	18,90	3,00	Zand	17,44	20,92	32,50
k1	111,27	18,80	2,50	Zand	17,42	20,86	35,00
Sp 1	114,27	20,50	3,00	Zand	17,44	20,91	32,50
Sp2	122,27	20,50	3,00	Zand	17,44	20,91	32,50
k4	146,34	16,00	1,20	Zand	17,64	20,50	35,00
w1	156,93	16,00	1,00	Zand	14,93	20,11	30,00
w2	157,95	14,00	-0,50	Zand	0,00	19,89	30,00
w3	159,67	14,00	-0,50	Zand	0,00	19,89	30,00
w4	160,48	16,00	1,00	Zand	14,93	20,11	30,00
Op bocht	506,92	16,00	1,00	Zand	17,50	20,08	30,00
w2.1	570,66	8,00	1,00	Zand	17,50	19,97	32,50
w2.2	571,69	7,00	0,00	Zand	17,50	19,98	32,50
w2.3	572,73	7,00	1,00	Zand	17,50	19,98	32,50
Op bocht	573,77	7,00	1,00	Zand	17,50	19,98	32,50
3e rechte deel	588,51	4,00	1,00	Zand	16,82	20,20	35,00

Locatie	Hor. steundruk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
w1	✓	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w2	✓	-	0,00	75,00	Geen
w3	✓	-	0,00	75,00	Geen
w4	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
1e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
A58	-	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
Neer bocht	-	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
A58	-	-	0,00	45,00	Grafiek I
k1	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Sp 1	-	-	0,00	45,00	Grafiek I
Sp2	-	-	0,00	45,00	Grafiek I
k4	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
w1	-	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w2	-	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w3	-	-	0,00	15,00	Geen
w4	-	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
Op bocht	-	0,0490	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w2.1	✓	0,0490	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
w2.2	✓	0,0490	0,00	45,00	Geen
w2.3	✓	0,0490	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
Op bocht	✓	0,0490	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
3e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
w1	Geen	31
w2	Geen	31
w3	Geen	31
w4	Geen	31
1e rechte deel	Geen	31
A58	Homogeen (zand)	31
Neer bocht	Homogeen (zand)	31
A58	Homogeen (zand)	31
k1	Homogeen (zand)	31
Sp 1	Homogeen (zand)	31
Sp2	Homogeen (zand)	31
k4	Homogeen (zand)	31
w1	Homogeen (zand)	CPT44569
w2	Homogeen (zand)	CPT44569
w3	Homogeen (zand)	CPT44569
w4	Homogeen (zand)	CPT44569
Op bocht	Homogeen (zand)	CPT44569
w2.1	Geen	CPT44569
w2.2	Geen	CPT44569
w2.3	Geen	CPT44569
Op bocht	Geen	CPT44569
3e rechte deel	Geen	CPT44569



\* Niet op schaal



**2. Eigenschappen van de leiding**

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,60	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,30	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,30	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,65	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 105.728.989,31	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 845.831,91	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 974,76	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 85,88	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.209,71	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1548	N/mm <sup>1</sup>

**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	$g$	= 0,1548 N/mm <sup>1</sup>	$g$	= 0,1548 N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	$g_{vul}$	= 0,160 N/mm <sup>1</sup> +	$g_{vul}$	= 0,160 N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	$g_{rol}$	= 0,3148 N/mm <sup>1</sup>	$g_{gat}$	= 0,3148 N/mm <sup>1</sup>

**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	603,67	<b>34.207</b>
Na intrekken van $L_5$	588,51	<b>33.348</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	506,92	<b>28.724</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	104,42	<b>5.917</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	25,88	<b>1.466</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,3148 \cdot 0,1$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	34.207	<b>2,11</b>
Na intrekken van $L_5$	33.348	<b>2,06</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	28.724	<b>1,77</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	5.917	<b>0,37</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	1.466	<b>0,09</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.209,71}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{105.728.989}{300.000} = 377.981,14 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{377.981,14}{845.832} = \mathbf{0,45 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	2,11	<b>2,40</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2,06	<b>2,35</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	1,77	<b>2,06</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,37	<b>0,66</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,09	<b>0,38</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,45 + \sigma_t$$

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 trekkkracht  $T_2$  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:  $D_{e,omtrek} = 785,40 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat  $g_{gat} = 0,315 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof:  $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 250,00^2 \cdot \pi/4 = 0,565 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,250 \text{ N/mm}^1$

Trekkkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	15,16	<b>2.434</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	96,75	-	<b>15.536</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	499,25	<b>80.169</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	577,79	-	<b>92.781</b>
Geheel ingetrokken	603,67	<b>96.937</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,250 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,250 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
A58	0,0023	300	0,0027	<b>649</b>
Neer bocht	0,0023	300	0,0027	<b>649</b>
Op bocht	0,0023	275	0,0029	<b>708</b>
w2.1	0,0023	275	0,0029	<b>708</b>
w2.2	0,0023	275	0,0029	<b>708</b>
w2.3	0,0023	275	0,0029	<b>708</b>
Op bocht	0,0023	275	0,0029	<b>708</b>

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	28.724	15.536	649	-	<b>44.910</b>
Opgaande bocht	1.466	92.781	649	708	<b>95.605</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{bocht}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,50	44.910	<b>4.221</b>
Opgaande bocht	8,50	95.605	<b>8.985</b>

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

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

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

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

## 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]
Na intrekken van $L_5$	33.348	2.434	-	-	-	-	<b>35.782</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	28.724	15.536	649	4.221	-	-	<b>49.130</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	5.917	80.169	649	4.221	-	-	<b>90.956</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	1.466	92.781	649	4.221	708	8.985	<b>110.000</b>
Geheel ingetrokken	0	96.937	649	4.221	708	8.985	<b>112.689</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	35.782	<b>2,21</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	49.130	<b>3,03</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	90.956	<b>5,61</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	110.000	<b>6,79</b>
Geheel ingetrokken	112.689	<b>6,95</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.209,71}$$



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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{105.728.989,31}{0,9 \cdot 300.000} = 534.518,78 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{534.518,78}{845.831,91} = \mathbf{0,63 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{105.728.989,31}{0,9 \cdot 275.000} = 583.111,40 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{583.111,40}{845.831,91} = \mathbf{0,69 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	35.782	2,21	-	<b>2,21</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	49.130	3,03	0,63	<b>3,44</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	90.956	5,61	-	<b>5,61</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	110.000	6,79	0,69	<b>7,23</b>
Geheel ingetrokken	112.689	6,95	-	<b>6,95</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.209,71} = \sigma_t$$

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

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

**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	h [m]	GWS [m]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]
w1	4,00	0,80	12,47
w2	2,90	-0,30	10,03
w3	3,30	-0,30	10,41
w4	5,70	0,80	12,56
1e rechte deel	6,30	0,80	12,61
A58	18,50	3,00	14,01
Neer bocht	19,00	3,00	13,99
A58	18,90	3,00	13,99
k1	18,80	2,50	13,77
Sp 1	20,50	3,00	13,91
Sp2	20,50	3,00	13,91
k4	16,00	1,20	13,06
w1	16,00	1,00	12,39
w2	14,00	-0,50	11,88
w3	14,00	-0,50	11,88
w4	16,00	1,00	12,39
Op bocht	16,00	1,00	12,54
w2.1	8,00	1,00	12,88
w2.2	7,00	0,00	11,98
w2.3	7,00	1,00	13,02
Op bocht	7,00	1,00	13,02
3e rechte deel	4,00	1,00	13,79

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

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	$8 \cdot B_1$ [m]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{n,r}$ [N/mm <sup>1</sup> ]
w1	Geen	-	12,47	-
w2	Geen	-	7,27	-
w3	Geen	-	8,58	-
w4	Geen	-	17,89	-
1e rechte deel	Geen	-	19,86	-
A58	Homogeen (zand)	3,12	64,81	4,58 <sup>(1)</sup>
Neer bocht	Homogeen (zand)	3,12	66,44	4,57 <sup>(1)</sup>
A58	Homogeen (zand)	3,12	66,11	4,63 <sup>(1)</sup>
k1	Homogeen (zand)	3,12	64,73	4,50 <sup>(1)</sup>
Sp 1	Homogeen (zand)	3,12	71,27	4,60 <sup>(1)</sup>
Sp2	Homogeen (zand)	3,12	71,27	4,60 <sup>(1)</sup>
k4	Homogeen (zand)	3,12	52,26	4,27 <sup>(1)</sup>
w1	Homogeen (zand)	3,12	49,56	4,18 <sup>(1)</sup>
w2	Homogeen (zand)	3,12	41,58	4,01 <sup>(1)</sup>
w3	Homogeen (zand)	3,12	41,58	4,01 <sup>(1)</sup>
w4	Homogeen (zand)	3,12	49,56	4,18 <sup>(1)</sup>
Op bocht	Homogeen (zand)	3,12	50,14	4,23 <sup>(1)</sup>
w2.1	Geen	-	25,75	-
w2.2	Geen	-	20,96	-
w2.3	Geen	-	22,78	-
Op bocht	Geen	-	22,78	-
3e rechte deel	Geen	-	13,79	-

$$B_1 = \frac{1}{2} \cdot D_o + D_o \cdot \tan(45^\circ - \frac{1}{2} \cdot \varphi) \geq R$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

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

Indien gereduceerde grondbelasting volgens berekeningswijze 'Homogeen (zand)': ( $h \geq 8 \cdot B_1$ ):

$$Q_{n,r1} = \frac{B_1 \cdot (\gamma' - c/B_1)}{K \cdot \tan(\varphi)} \cdot \left(1 - e^{-\frac{K \cdot h \cdot \tan \varphi}{B_1}}\right) \cdot D_o \quad (1)$$

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
w1	4,00	Grafiek ½ x II	2,64	0,66
w2	2,90	Geen	0,00	0,00
w3	3,30	Geen	0,00	0,00
w4	5,70	Grafiek ½ x II	1,71	0,43
1e rechte deel	6,30	Grafiek ½ x II	1,52	0,38
A58	18,50	Grafiek I	1,51	0,38
Neer bocht	19,00	Grafiek I	1,44	0,36
A58	18,90	Grafiek I	1,46	0,36
k1	18,80	Grafiek ½ x II	0,32	0,08
Sp 1	20,50	Grafiek I	1,25	0,31
Sp2	20,50	Grafiek I	1,25	0,31
k4	16,00	Grafiek ½ x II	0,42	0,10
w1	16,00	Grafiek ½ x II	0,42	0,10
w2	14,00	Grafiek ½ x II	0,51	0,13
w3	14,00	Geen	0,00	0,00
w4	16,00	Grafiek ½ x II	0,42	0,10
Op bocht	16,00	Grafiek ½ x II	0,42	0,10
w2.1	8,00	Grafiek ½ x II	1,12	0,28
w2.2	7,00	Geen	0,00	0,00
w2.3	7,00	Grafiek ½ x II	1,33	0,33
Op bocht	7,00	Grafiek ½ x II	1,33	0,33
3e rechte deel	4,00	Grafiek ½ x II	2,64	0,66

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$



## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{n,r}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{boven}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
w1	✓	12,47	-	0,66	13,13	291,05 <sup>(3)</sup>	<b>3,39</b>
w2	✓	7,27	-	0,00	7,27	168,77 <sup>(3)</sup>	<b>1,97</b>
w3	✓	8,58	-	0,00	8,58	199,21 <sup>(3)</sup>	<b>2,32</b>
w4	✓	17,89	-	0,43	18,32	425,18 <sup>(3)</sup>	<b>4,95</b>
1e rechte deel	✓	19,86	-	0,38	20,24	469,77 <sup>(3)</sup>	<b>5,47</b>
A58	-	64,81	4,58	0,38	4,95	144,70 <sup>(2)</sup>	<b>1,68</b>
Neer bocht	-	66,44	4,57	0,36	4,93	143,93 <sup>(2)</sup>	<b>1,68</b>
A58	-	66,11	4,63	0,36	4,99	145,81 <sup>(2)</sup>	<b>1,70</b>
k1	-	64,73	4,50	0,08	4,58	133,68 <sup>(2)</sup>	<b>1,56</b>
Sp 1	-	71,27	4,60	0,31	4,91	143,51 <sup>(2)</sup>	<b>1,67</b>
Sp2	-	71,27	4,60	0,31	4,91	143,51 <sup>(2)</sup>	<b>1,67</b>
k4	-	52,26	4,27	0,10	4,37	127,63 <sup>(2)</sup>	<b>1,49</b>
w1	-	49,56	4,18	0,10	4,29	125,26 <sup>(2)</sup>	<b>1,46</b>
w2	-	41,58	4,01	0,13	4,14	120,93 <sup>(2)</sup>	<b>1,41</b>
w3	-	41,58	4,01	0,00	4,01	117,18 <sup>(2)</sup>	<b>1,36</b>
w4	-	49,56	4,18	0,10	4,29	125,26 <sup>(2)</sup>	<b>1,46</b>
Op bocht	-	50,14	4,23	0,10	4,34	126,70 <sup>(2)</sup>	<b>1,48</b>
w2.1	✓	25,75	-	0,28	26,04	590,90 <sup>(3)</sup>	<b>6,88</b>
w2.2	✓	20,96	-	0,00	20,96	475,74 <sup>(3)</sup>	<b>5,54</b>
w2.3	✓	22,78	-	0,33	23,11	524,54 <sup>(3)</sup>	<b>6,11</b>
Op bocht	✓	22,78	-	0,33	23,11	524,54 <sup>(3)</sup>	<b>6,11</b>
3e rechte deel	✓	13,79	-	0,66	14,45	335,37 <sup>(3)</sup>	<b>3,90</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,65 \quad (1)$$

$$M_q = K_b \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot 113,65 \quad (2)$$

$$\text{Indien horizontale steundruk: } M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g \quad (3)$$

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,65 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,65$$

$$M_q = K_b \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot r_g \quad (4)$$

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot 113,65 - 0,143 \cdot \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_{n,r} + Q_v) \cdot 113,65$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{85,88}$$

6.6 Optredende spanning  $s_{qr}$  tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A58	300	0,0027	0,17
Neer bocht	300	0,0027	0,17
Op bocht	275	0,0029	0,19
w2.1	275	0,0029	0,19
w2.2	275	0,0029	0,19
w2.3	275	0,0029	0,19
Op bocht	275	0,0029	0,19

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{85,88}$$

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$ 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{974,76}{227,3^3} = 0,0809 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{80,93 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m<sup>2</sup>

## 8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 974,76}{227,30^3} = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 974,76}{227,30^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27,67** m grondwater boven de leiding

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

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
w1	3,39	-	0,65	<b>2,20</b>
w2	1,97	-	0,65	<b>1,28</b>
w3	2,32	-	0,65	<b>1,51</b>
w4	4,95	-	0,65	<b>3,22</b>
1e rechte deel	5,47	-	0,65	<b>3,56</b>
A58	1,68	0,17	0,65	<b>1,21</b>
Neer bocht	1,68	0,17	0,65	<b>1,20</b>
A58	1,70	-	0,65	<b>1,10</b>
k1	1,56	-	0,65	<b>1,01</b>
Sp 1	1,67	-	0,65	<b>1,09</b>
Sp2	1,67	-	0,65	<b>1,09</b>
k4	1,49	-	0,65	<b>0,97</b>
w1	1,46	-	0,65	<b>0,95</b>
w2	1,41	-	0,65	<b>0,92</b>
w3	1,36	-	0,65	<b>0,89</b>
w4	1,46	-	0,65	<b>0,95</b>
Op bocht	1,48	0,19	0,65	<b>1,08</b>
w2.1	6,88	0,19	0,65	<b>4,60</b>
w2.2	5,54	0,19	0,65	<b>3,72</b>
w2.3	6,11	0,19	0,65	<b>4,09</b>
Op bocht	6,11	0,19	0,65	<b>4,09</b>
3e rechte deel	3,90	-	0,65	<b>2,54</b>

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/mm<sup>2</sup>

## 9.2 Optredende spanningen in langsricting van de leiding

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
w1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
A58	0,00	0,00	0,63	0,65	<b>0,41</b>
Neer bocht	0,00	0,00	0,63	0,65	<b>0,41</b>
A58	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Sp 1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Sp2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Op bocht	0,00	0,00	0,69	0,65	<b>0,45</b>
w2.1	0,00	0,00	0,69	0,65	<b>0,45</b>
w2.2	0,00	0,00	0,69	0,65	<b>0,45</b>
w2.3	0,00	0,00	0,69	0,65	<b>0,45</b>
Op bocht	0,00	0,00	0,69	0,65	<b>0,45</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

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/mm<sup>2</sup>



**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{n,r}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\delta_Y$ [mm]	$\delta_Y/D_g$ [%]
w1	12,47	-	0,66	-	<b>2,29</b> <sup>(1)</sup>	1,01
w2	7,27	-	0,00	-	<b>1,52</b> <sup>(1)</sup>	0,67
w3	8,58	-	0,00	-	<b>1,79</b> <sup>(1)</sup>	0,79
w4	17,89	-	0,43	-	<b>3,78</b> <sup>(1)</sup>	1,66
1e rechte deel	19,86	-	0,38	-	<b>4,18</b> <sup>(1)</sup>	1,84
A58	64,81	4,58	0,38	0,0027	<b>1,30</b> <sup>(2)</sup>	0,44
Neer bocht	66,44	4,57	0,36	0,0027	<b>1,29</b> <sup>(2)</sup>	0,44
A58	66,11	4,63	0,36	-	<b>1,25</b> <sup>(2)</sup>	0,41
k1	64,73	4,50	0,08	-	<b>1,23</b> <sup>(2)</sup>	0,42
Sp 1	71,27	4,60	0,31	-	<b>1,24</b> <sup>(2)</sup>	0,41
Sp2	71,27	4,60	0,31	-	<b>1,24</b> <sup>(2)</sup>	0,41
k4	52,26	4,27	0,10	-	<b>1,18</b> <sup>(2)</sup>	0,40
w1	49,56	4,18	0,10	-	<b>1,05</b> <sup>(2)</sup>	0,33
w2	41,58	4,01	0,13	-	<b>1,01</b> <sup>(2)</sup>	0,32
w3	41,58	4,01	0,00	-	<b>0,99</b> <sup>(2)</sup>	0,32
w4	49,56	4,18	0,10	-	<b>1,05</b> <sup>(2)</sup>	0,33
Op bocht	50,14	4,23	0,10	0,0029	<b>1,06</b> <sup>(2)</sup>	0,34
w2.1	25,75	-	0,28	0,0029	<b>5,02</b> <sup>(1)</sup>	2,21
w2.2	20,96	-	0,00	0,0029	<b>4,06</b> <sup>(1)</sup>	1,79
w2.3	22,78	-	0,33	0,0029	<b>4,45</b> <sup>(1)</sup>	1,96
Op bocht	22,78	-	0,33	0,0029	<b>4,45</b> <sup>(1)</sup>	1,96
3e rechte deel	13,79	-	0,66	-	<b>2,95</b> <sup>(1)</sup>	1,30

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q) - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r}{E' \cdot I_w} \cdot r_g^3 \quad (1)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,65^3}{350 \cdot 974,76}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{h,r} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w} \quad (2)$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_{n,r} + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} \cdot (Q_{n,r} + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,65^3}{350 \cdot 974,76}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 227,30 = **18,18 mm**

## 11. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	$\sigma_{\text{vert}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{\text{hor}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
w1	4,00	35,66	17,83	26,74	40,12	10,59
w2	2,90	19,01	8,11	13,56	21,33	40,45
w3	3,30	22,65	9,66	16,15	25,42	43,95
w4	5,70	50,65	21,60	36,12	56,84	63,45
1e rechte deel	6,30	56,12	23,93	40,03	62,99	66,85
A58	18,50	187,35	79,89	133,62	210,26	120,76
Neer bocht	19,00	191,85	81,81	136,83	215,32	122,26
A58	18,90	190,95	88,35	139,65	214,69	73,18
k1	18,80	185,70	79,19	132,44	208,41	120,68
Sp 1	20,50	205,22	94,96	150,09	230,73	75,98
Sp2	20,50	205,22	94,96	150,09	230,73	75,98
k4	16,00	147,06	62,71	104,89	165,05	108,43
w1	16,00	137,80	68,90	103,35	155,03	21,12
w2	14,00	113,15	56,57	84,86	127,29	19,34
w3	14,00	113,15	56,57	84,86	127,29	19,34
w4	16,00	137,80	68,90	103,35	155,03	21,12
Op bocht	16,00	139,73	69,86	104,80	157,19	21,24
w2.1	8,00	72,99	33,77	53,38	82,06	45,67
w2.2	7,00	57,15	26,44	41,79	64,25	41,21
w2.3	7,00	64,89	30,03	47,46	72,96	42,96
Op bocht	7,00	64,89	30,03	47,46	72,96	42,96
3e rechte deel	4,00	40,38	17,22	28,80	45,32	55,70

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

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

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

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

$$E_{100, \text{norm}} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>st</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>lim</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	90% p <sub>lim</sub> [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
w1	5,96	0,0022	0,0320	0,03610	0,34	<b>3,05</b>
w2	20,90	0,00037	0,0320	0,03610	0,41	<b>3,70</b>
w3	22,71	0,00041	0,0360	0,04061	0,47	<b>4,26</b>
w4	32,78	0,00063	0,0490	0,05528	0,88	<b>7,94</b>
1e rechte deel	34,54	0,00066	0,0550	0,06205	0,96	<b>8,65</b>
A58	62,39	0,0012	0,1550	0,1749	2,57	<b>23,17</b>
Neer bocht	63,17	0,0012	0,1600	0,1805	2,63	<b>23,65</b>
A58	39,30	0,0019	0,1590	0,1794	2,07	<b>18,67</b>
k1	62,35	0,0012	0,1630	0,1839	2,57	<b>23,11</b>
Sp 1	40,80	0,0020	0,1750	0,1974	2,21	<b>19,88</b>
Sp2	40,80	0,0020	0,1750	0,1974	2,21	<b>19,88</b>
k4	56,02	0,0011	0,1480	0,1670	2,14	<b>19,28</b>
w1	11,88	0,0043	0,1500	0,1692	1,10	<b>9,90</b>
w2	10,88	0,0039	0,1450	0,1636	0,95	<b>8,58</b>
w3	10,88	0,0039	0,1450	0,1636	0,95	<b>8,58</b>
w4	11,88	0,0043	0,1500	0,1692	1,10	<b>9,90</b>
Op bocht	11,95	0,0044	0,1500	0,1692	1,11	<b>9,99</b>
w2.1	24,53	0,0012	0,0700	0,07897	0,94	<b>8,45</b>
w2.2	22,13	0,0010	0,0700	0,07897	0,78	<b>7,06</b>
w2.3	23,07	0,0011	0,0600	0,06769	0,85	<b>7,63</b>
Op bocht	23,07	0,0011	0,0600	0,06769	0,85	<b>7,63</b>
3e rechte deel	28,78	0,00057	0,0300	0,03384	0,72	<b>6,46</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

## 11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
w1	0,57	0,02	0,17	<b>1,70</b>	0,05	<b>0,53</b>
w2	1,39	0,02	0,19	<b>1,90</b>	0,06	<b>0,57</b>
w3	1,33	0,02	0,22	<b>2,18</b>	0,06	<b>0,63</b>
w4	1,07	0,03	0,40	<b>3,97</b>	0,08	<b>0,81</b>
1e rechte deel	1,04	0,03	0,43	<b>4,33</b>	0,09	<b>0,90</b>
A58	0,77	0,10	1,16	<b>11,64</b>	0,27	<b>2,74</b>
Neer bocht	0,76	0,11	1,19	<b>11,90</b>	0,29	<b>2,92</b>
A58	0,62	0,12	0,99	<b>9,87</b>	0,30	<b>2,95</b>
k1	0,77	0,12	1,17	<b>11,67</b>	0,30	<b>3,03</b>
Sp 1	0,60	0,12	1,05	<b>10,55</b>	0,32	<b>3,20</b>
Sp2	0,60	0,13	1,05	<b>10,55</b>	0,33	<b>3,28</b>
k4	0,82	0,16	0,98	<b>9,80</b>	0,32	<b>3,24</b>
w1	0,41	0,17	0,58	<b>5,77</b>	0,34	<b>3,37</b>
w2	0,43	0,17	0,51	<b>5,09</b>	0,33	<b>3,33</b>
w3	0,43	0,17	0,51	<b>5,09</b>	0,33	<b>3,35</b>
w4	0,41	0,17	0,58	<b>5,77</b>	0,34	<b>3,41</b>
Op bocht	0,41	0,54	0,58	<b>5,82</b>	0,71	<b>7,12</b>
w2.1	0,79	0,61	0,45	<b>4,46</b>	0,69	<b>6,90</b>
w2.2	0,84	0,61	0,38	<b>3,79</b>	0,69	<b>6,91</b>
w2.3	0,81	0,61	0,40	<b>4,01</b>	0,68	<b>6,81</b>
Op bocht	0,81	0,61	0,40	<b>4,01</b>	0,68	<b>6,82</b>
3e rechte deel	1,12	0,63	0,32	<b>3,17</b>	0,66	<b>6,64</b>



## 112 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
w1	2,00	0,05	0,15	<b>1,49</b>	0,09	<b>0,89</b>
w2	1,45	0,05	0,09	<b>0,87</b>	0,09	<b>0,89</b>
w3	1,65	0,05	0,11	<b>1,09</b>	0,09	<b>0,93</b>
w4	2,85	0,05	0,29	<b>2,88</b>	0,11	<b>1,07</b>
1e rechte deel	3,15	0,05	0,34	<b>3,39</b>	0,11	<b>1,14</b>
A58	3,52	0,05	1,16	<b>11,64</b>	0,22	<b>2,21</b>
Neer bocht	3,50	0,04	1,19	<b>11,90</b>	0,23	<b>2,25</b>
A58	2,82	0,04	0,99	<b>9,87</b>	0,22	<b>2,24</b>
k1	3,53	0,04	1,17	<b>11,67</b>	0,23	<b>2,28</b>
Sp 1	2,77	0,04	1,05	<b>10,55</b>	0,24	<b>2,42</b>
Sp2	2,77	0,04	1,05	<b>10,55</b>	0,24	<b>2,41</b>
k4	3,76	0,04	0,98	<b>9,80</b>	0,21	<b>2,08</b>
w1	1,87	0,04	0,58	<b>5,77</b>	0,21	<b>2,09</b>
w2	1,97	0,04	0,51	<b>5,09</b>	0,20	<b>2,04</b>
w3	1,97	0,04	0,51	<b>5,09</b>	0,20	<b>2,04</b>
w4	1,87	0,04	0,58	<b>5,77</b>	0,21	<b>2,09</b>
Op bocht	1,86	0,01	0,58	<b>5,82</b>	0,18	<b>1,78</b>
w2.1	3,61	0,00	0,45	<b>4,46</b>	0,08	<b>0,82</b>
w2.2	3,50	0,00	0,36	<b>3,60</b>	0,08	<b>0,82</b>
w2.3	3,50	0,00	0,39	<b>3,88</b>	0,07	<b>0,70</b>
Op bocht	3,50	0,00	0,39	<b>3,88</b>	0,07	<b>0,70</b>
3e rechte deel	2,00	0,00	0,18	<b>1,78</b>	0,04	<b>0,35</b>

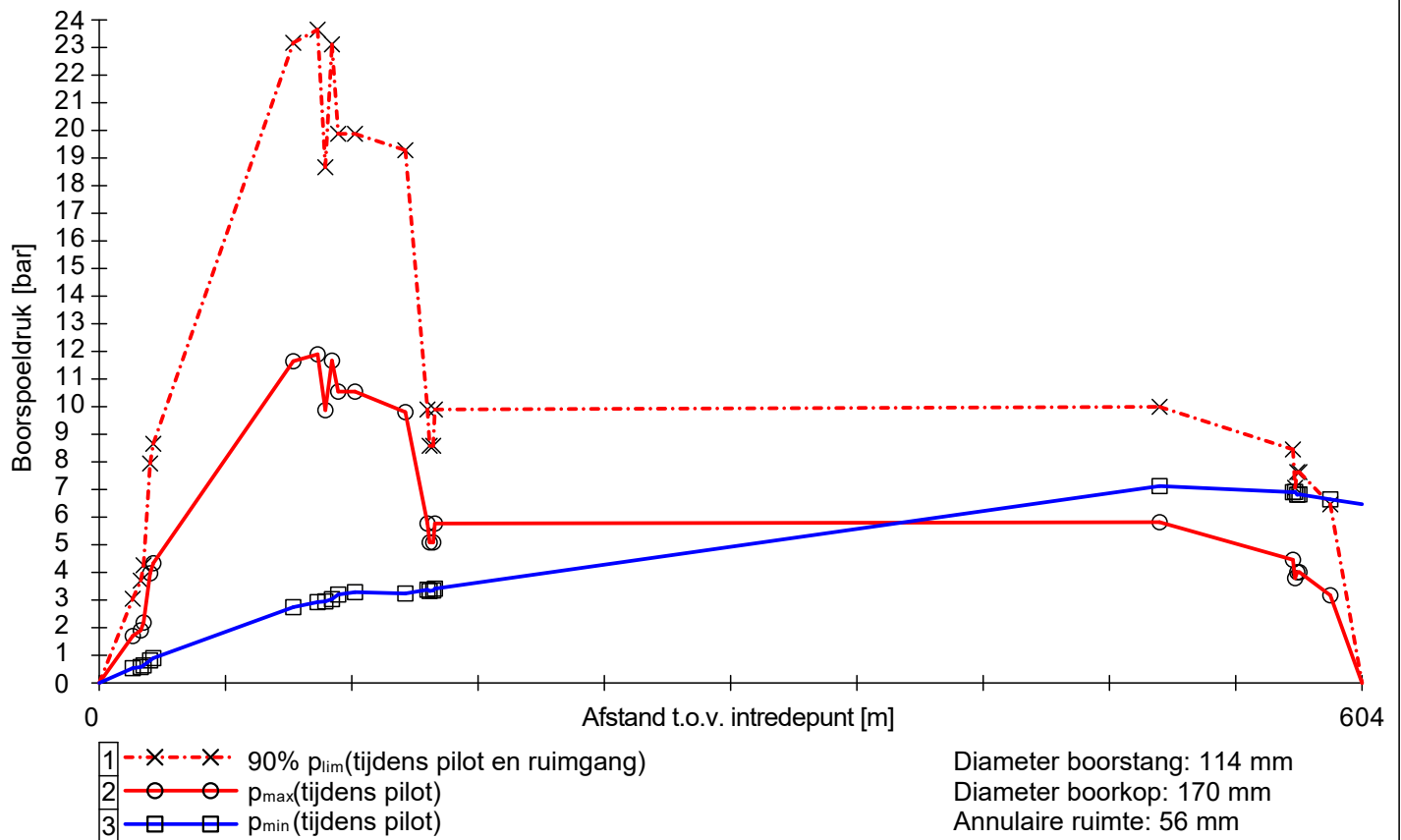
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \epsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

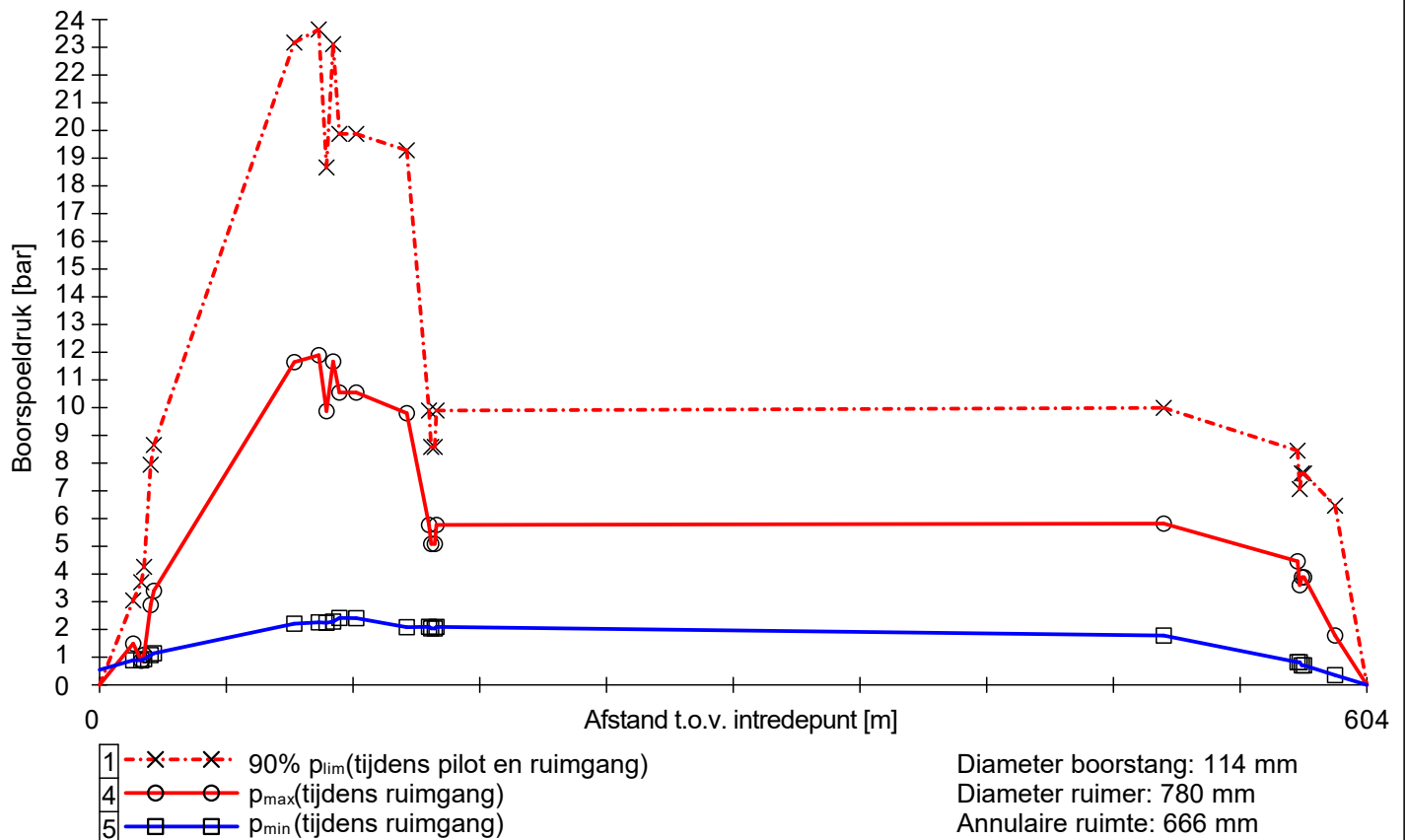
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot

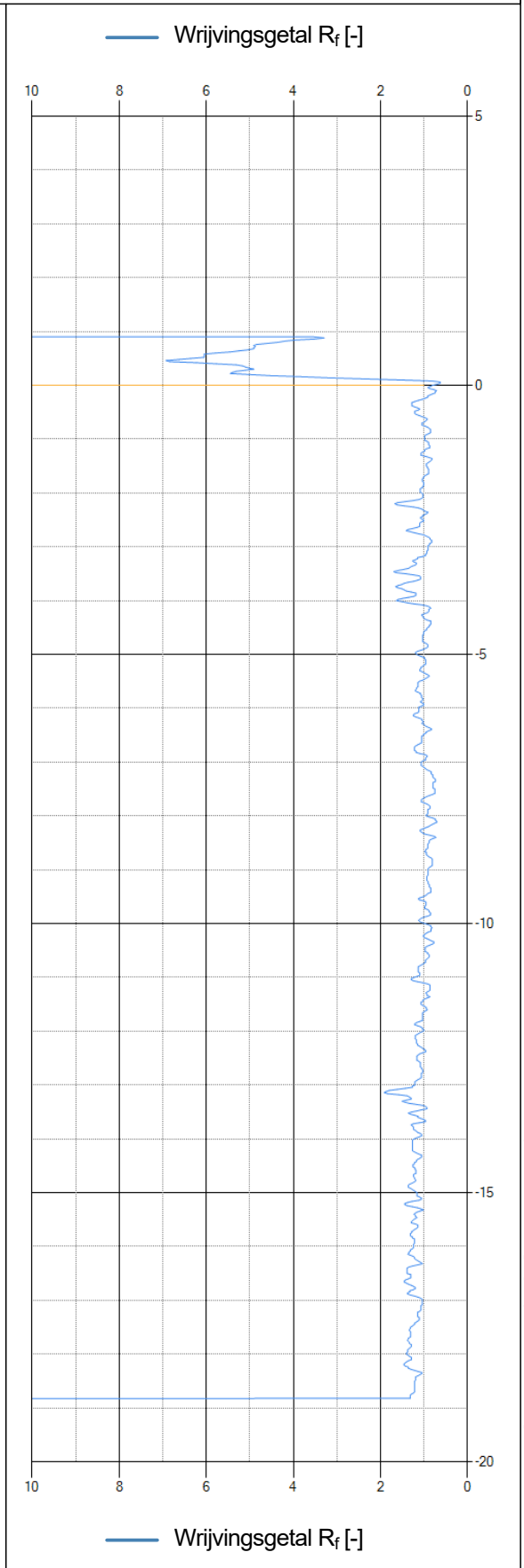
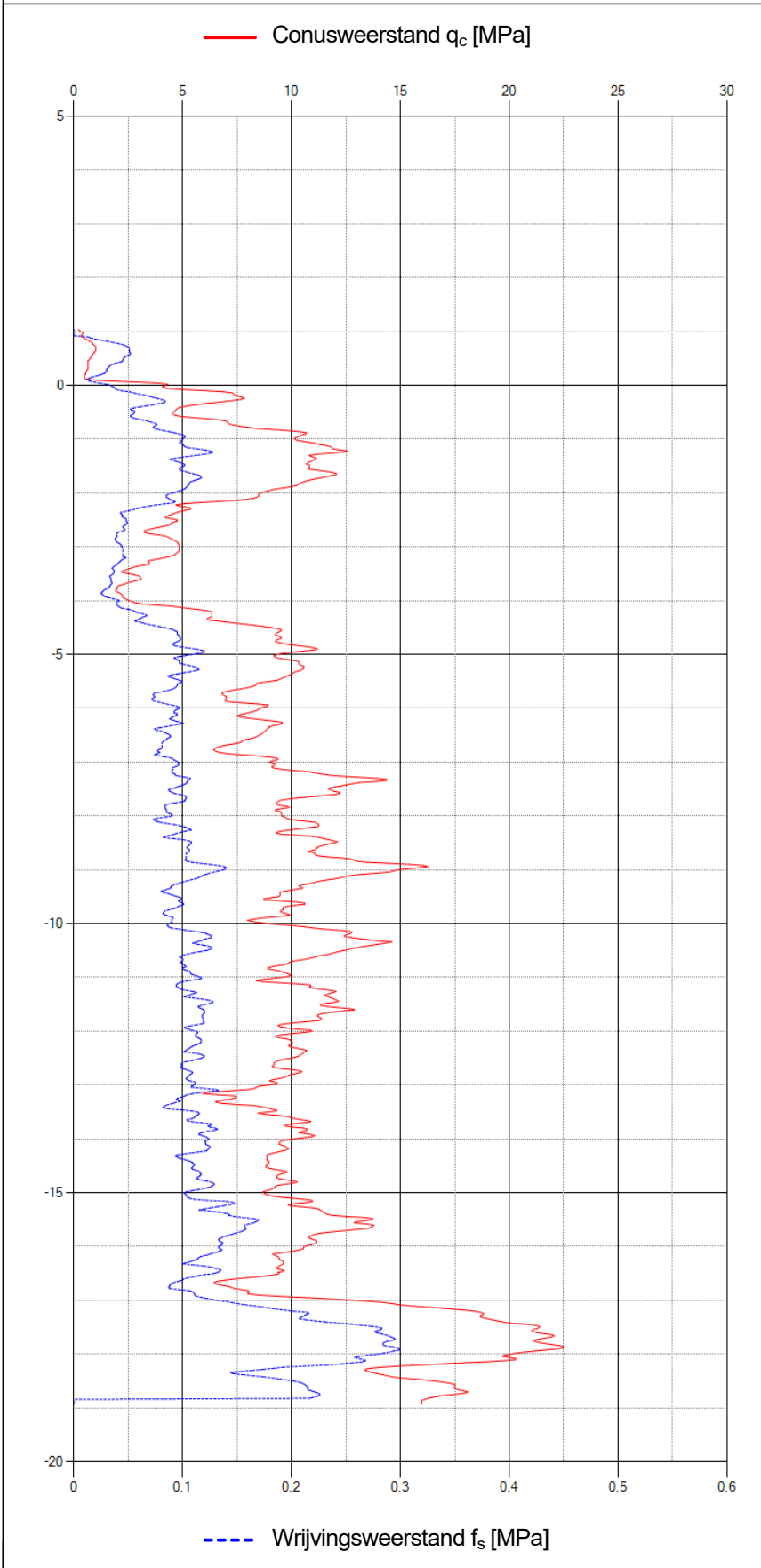


11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



CPT000000044569

Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Alpha  
Projectonderdeel : Alpha HDD A58 4xØ250 mm, SDR11



2.1.3.0/05-2021/14-31382-1

© Adviesbureau Schrijvers b.v. | info@schrijvers.nl | schrijvers.nl

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: TenneT IJmuiden Ver Alpha		
Projectonderdeel	: Alpha HDD 15a 4xØ315 mm, SDR9		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 315,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)		= Vloeistof	
Ontwerpdruk	p <sub>d</sub>	= 0,3	N/mm <sup>2</sup>
Volumieke massa medium	$\rho$	= 1000	kg/m <sup>3</sup>
Temperatuurverschil	$\Delta t$	= 10	°
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	g <sub>vul,r</sub>	= 0,235	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	g <sub>vul,b</sub>	= 0,235	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114	mm
Diameter boorkop	D <sub>p</sub>	= 350	mm
Diameter ruimer	D <sub>g</sub>	= 980	mm
Totale lengte	L	= 330,50	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 8,89	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 89,01	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 132,50	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 73,30	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 26,80	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 300,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 300,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 300,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 17,00 / 30,57	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 14,00 / 24,93	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	



**Onzekerheids- en wrijvingsfactoren**

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. zonder rollenbaan	$f_1$	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	$f_2$	= 0,00005	N/mm <sup>2</sup>
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	$f_3$	= 0,2	

**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]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvingshoek grond [°]
1e rechte deel	8,89	2,80	2,00	Zand	19,23	21,00	35,00
Neergaande bocht	97,90	16,00	2,00	Zand	19,23	20,97	35,00
d1	182,69	16,00	2,00	Zand	19,23	20,97	35,00
d2	186,69	18,50	2,00	Zand	19,23	20,98	35,00
d3	190,69	18,50	2,00	Zand	19,23	20,98	35,00
d4	196,69	16,00	2,00	Zand	19,23	20,97	35,00
Opgaande bocht	230,40	16,00	2,00	Zand	18,88	19,88	32,50
w1	273,84	12,00	2,00	Zand	18,88	20,40	30,00
w2	278,90	8,00	-1,50	Zand	0,00	20,33	27,00
w3	281,94	8,00	-1,50	Zand	0,00	20,33	27,00
w4	287,03	10,00	1,50	Zand	18,49	20,33	35,00
3e rechte deel	303,70	6,00	1,50	Zand	18,49	20,59	35,00

Locatie	Hor. steundruk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
1e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek I
d1	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
d2	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
d3	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
d4	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Opgaande bocht	✓	0,0400	0,00	45,00	Grafiek II
w1	✓	0,0400	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
w2	✓	0,0400	0,00	35,00	Geen
w3	✓	0,0400	0,00	35,00	Geen
w4	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
3e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
1e rechte deel	Geen	4
Neergaande bocht	Geen	4
d1	Geen	4
d2	Geen	4
d3	Geen	4
d4	Geen	4
Opgaande bocht	Geen	3
w1	Geen	3
w2	Geen	3
w3	Geen	3
w4	Geen	3
3e rechte deel	Geen	3



\* 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 <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.945.605,78	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 3.572,92	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 204,17	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 30.787,61	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2940	N/mm <sup>1</sup>

**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	$g = 0,2940$	N/mm <sup>1</sup>	$g = 0,2940$	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,235$	N/mm <sup>1</sup> +	$g_{vul} = 0,235$	N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,5290$	N/mm <sup>1</sup>	$g_{gat} = 0,5290$	N/mm <sup>1</sup>

**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	330,50	<b>94.414</b>
Na intrekken van $L_5$	303,70	<b>86.758</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	230,40	<b>65.819</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	97,90	<b>27.967</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	8,89	<b>2.540</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,5290 \cdot 0,3$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	94.414	<b>3,07</b>
Na intrekken van $L_5$	86.758	<b>2,82</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	65.819	<b>2,14</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	27.967	<b>0,91</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.540	<b>0,08</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{30.787,61}$$



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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.911}{300.000} = 1.095.497,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.095.497,66}{1.945.606} = \mathbf{0,56 \text{ N/mm}^2}$$

## 4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	3,07	<b>3,43</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2,82	<b>3,18</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	2,14	<b>2,50</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,91	<b>1,27</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,08	<b>0,45</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,56 + \sigma_t$$

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  $g_{gat} = 0,529 \text{ N/mm}^1$

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  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,367 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	26,80	<b>5.930</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	100,10	-	<b>22.147</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	232,60	<b>51.463</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	321,61	-	<b>71.157</b>
Geheel ingetrokken	330,50	<b>73.124</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,367 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,367 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
Neergaande bocht	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
Opgaande bocht	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
w1	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
w2	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
w3	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
w4	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>

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

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

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

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	65.819	22.147	1.452	-	<b>89.418</b>
Opgaande bocht	2.540	71.157	1.452	1.452	<b>76.601</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{bocht}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	8,50	89.418	<b>9.516</b>
Opgaande bocht	7,00	76.601	<b>8.152</b>

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

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

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

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

## 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]
Na intrekken van $L_5$	86.758	5.930	-	-	-	-	<b>92.688</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	65.819	22.147	1.452	9.516	-	-	<b>98.934</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	27.967	51.463	1.452	9.516	-	-	<b>90.399</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.540	71.157	1.452	9.516	1.452	8.152	<b>92.838</b>
Geheel ingetrokken	0	73.124	1.452	9.516	1.452	8.152	<b>92.266</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	92.688	<b>3,01</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	98.934	<b>3,21</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	90.399	<b>2,94</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	92.838	<b>3,02</b>
Geheel ingetrokken	92.266	<b>3,00</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61}$$

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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 300.000} = 1.549.188,61 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.549.188,61}{1.945.605,78} = \mathbf{0,80 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 300.000} = 1.549.188,61 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.549.188,61}{1.945.605,78} = \mathbf{0,80 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	92.688	3,01	-	<b>3,01</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	98.934	3,21	0,80	<b>3,73</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	90.399	2,94	-	<b>2,94</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	92.838	3,02	0,80	<b>3,53</b>
Geheel ingetrokken	92.266	3,00	-	<b>3,00</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61} = \sigma_t$$

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

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



**6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase***6.1 Berekening van de spanningen  $\sigma_p$  en  $\sigma_{pl}$  t.g.v. inwendige druk*

$$D_g/d_n = 280,00/35,00 = 8,00 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{157,50^2 + 122,50^2}{157,50^2 - 122,50^2} \cdot 0,3 = 1,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,22 = 0,49 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$$

*6.2 Berekening reroundingfactor  $f_{rr}$* 

$$f_{rr} = 1 / \left( 1 + \frac{2 \cdot p_d \cdot r_g^3 \cdot k_y}{E \cdot I_w} \right)$$

$$f_{rr} = 1 / \left( 1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 140,0^3 \cdot 0,143}{975 \cdot 3.572,92} \right) = 0,94$$

*6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting  $Q_n$* 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	$Q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	2,80	2,00	Zand	42,31	18,48	60,79	16,63
Neergaande bocht	16,00	2,00	Zand	42,31	322,94	365,24	70,95
d1	16,00	2,00	Zand	42,31	322,94	365,24	70,95
d2	18,50	2,00	Zand	42,31	380,79	423,09	81,30
d3	18,50	2,00	Zand	42,31	380,79	423,09	81,30
d4	16,00	2,00	Zand	42,31	322,94	365,24	70,95
Opgaande bocht	16,00	2,00	Zand	41,54	306,15	347,69	65,42
w1	12,00	2,00	Zand	41,54	224,40	265,94	52,27
w2	8,00	-1,50	Zand	0,00	178,90	178,90	31,15
w3	8,00	-1,50	Zand	0,00	178,90	178,90	31,15
w4	10,00	1,50	Zand	30,51	190,09	220,59	42,71
3e rechte deel	6,00	1,50	Zand	30,51	101,92	132,43	27,54

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	2,80	Grafiek I	18,14	5,71
Neergaande bocht	16,00	Grafiek I	1,96	0,62
d1	16,00	Grafiek ½ x II	0,42	0,13
d2	18,50	Grafiek I	1,51	0,48
d3	18,50	Grafiek I	1,51	0,48
d4	16,00	Grafiek ½ x II	0,42	0,13
Opgaande bocht	16,00	Grafiek II	0,83	0,26
w1	12,00	Grafiek ½ x II	0,65	0,20
w2	8,00	Geen	0,00	0,00
w3	8,00	Geen	0,00	0,00
w4	10,00	Grafiek ½ x II	0,84	0,26
3e rechte deel	6,00	Grafiek II	3,22	1,01

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

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	✓	16,63	5,71	22,34	638,67 <sup>(1)</sup>	<b>3,13</b>
Neergaande bocht	✓	70,95	0,62	71,57	2.045,94 <sup>(1)</sup>	<b>10,02</b>
d1	✓	70,95	0,13	71,08	2.032,02 <sup>(1)</sup>	<b>9,95</b>
d2	✓	81,30	0,48	81,78	2.337,71 <sup>(1)</sup>	<b>11,45</b>
d3	✓	81,30	0,48	81,78	2.337,71 <sup>(1)</sup>	<b>11,45</b>
d4	✓	70,95	0,13	71,08	2.032,02 <sup>(1)</sup>	<b>9,95</b>
Opgaande bocht	✓	65,42	0,26	65,68	1.836,36 <sup>(1)</sup>	<b>8,99</b>
w1	✓	52,27	0,20	52,47	1.433,11 <sup>(1)</sup>	<b>7,02</b>
w2	✓	31,15	0,00	31,15	826,02 <sup>(1)</sup>	<b>4,05</b>
w3	✓	31,15	0,00	31,15	826,02 <sup>(1)</sup>	<b>4,05</b>
w4	✓	42,71	0,26	42,98	1.228,54 <sup>(1)</sup>	<b>6,02</b>
3e rechte deel	✓	27,54	1,01	28,55	816,25 <sup>(1)</sup>	<b>4,00</b>

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

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{204,17}$$

6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Neergaande bocht	300	0,0037	0,16
Opgaande bocht	300	0,0037	0,16
w1	300	0,0037	0,16
w2	300	0,0037	0,16
w3	300	0,0037	0,16
w4	300	0,0037	0,16

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{204,17}$$

6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

$$\sigma_{ax} = \Delta t \cdot \alpha_g \cdot E$$

$$\sigma_{ax} = 10 \cdot 0,00016 \cdot 975 = \mathbf{1,56 \text{ N/mm}^2}$$

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/m<sup>2</sup>**

## 8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

Veiligheidsfactor  $\gamma$  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	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	3,13	-	0,65	<b>2,03</b>
Neergaande bocht	10,02	0,16	0,65	<b>6,62</b>
d1	9,95	-	0,65	<b>6,47</b>
d2	11,45	-	0,65	<b>7,44</b>
d3	11,45	-	0,65	<b>7,44</b>
d4	9,95	-	0,65	<b>6,47</b>
Opgaande bocht	8,99	0,16	0,65	<b>5,95</b>
w1	7,02	0,16	0,65	<b>4,67</b>
w2	4,05	0,16	0,65	<b>2,73</b>
w3	4,05	0,16	0,65	<b>2,73</b>
w4	6,02	0,16	0,65	<b>4,02</b>
3e rechte deel	4,00	-	0,65	<b>2,60</b>

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/mm<sup>2</sup>

*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	0,49	1,56	-	-	<b>2,05</b>
Neergaande bocht	0,49	1,56	0,80	0,65	<b>2,57</b>
d1	0,49	1,56	-	-	<b>2,05</b>
d2	0,49	1,56	-	-	<b>2,05</b>
d3	0,49	1,56	-	-	<b>2,05</b>
d4	0,49	1,56	-	-	<b>2,05</b>
Opgaande bocht	0,49	1,56	0,80	0,65	<b>2,57</b>
w1	0,49	1,56	0,80	0,65	<b>2,57</b>
w2	0,49	1,56	0,80	0,65	<b>2,57</b>
w3	0,49	1,56	0,80	0,65	<b>2,57</b>
w4	0,49	1,56	0,80	0,65	<b>2,57</b>
3e rechte deel	0,49	1,56	-	-	<b>2,05</b>

Rechte delen:  $\sigma_x = \sigma_{pl} + \sigma_{ax}$

Bochten:  $\sigma_x = \sigma_{pl} + \alpha_A \cdot \sigma_b + \sigma_{ax}$

Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$  N/mm<sup>2</sup>



**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>y</sub> [mm]	δ <sub>y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
1e rechte deel	16,63	5,71	-	<b>2,07</b>	0,74
Neergaande bocht	70,95	0,62	0,0037	<b>7,58</b>	2,71
d1	70,95	0,13	-	<b>7,56</b>	2,70
d2	81,30	0,48	-	<b>8,68</b>	3,10
d3	81,30	0,48	-	<b>8,68</b>	3,10
d4	70,95	0,13	-	<b>7,56</b>	2,70
Opgaande bocht	65,42	0,26	0,0037	<b>6,48</b>	2,31
w1	52,27	0,20	0,0037	<b>4,77</b>	1,70
w2	31,15	0,00	0,0037	<b>2,54</b>	0,91
w3	31,15	0,00	0,0037	<b>2,54</b>	0,91
w4	42,71	0,26	0,0037	<b>4,56</b>	1,63
3e rechte deel	27,54	1,01	-	<b>2,98</b>	1,07

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 140,00^3}{350 \cdot 3.572,92}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 280,00 = **22,40 mm**

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	2,80	42,24	18,01	30,12	47,40	54,49
Neergaande bocht	16,00	161,85	69,02	115,44	181,65	112,56
d1	16,00	161,85	69,02	115,44	181,65	112,56
d2	18,50	184,66	78,74	131,70	207,25	120,49
d3	18,50	184,66	78,74	131,70	207,25	120,49
d4	16,00	161,85	69,02	115,44	181,65	112,56
Opgaande bocht	16,00	147,35	68,18	107,76	165,66	64,85
w1	12,00	119,78	59,89	89,84	134,75	19,32
w2	8,00	67,85	37,05	52,45	76,26	34,81
w3	8,00	67,85	37,05	52,45	76,26	34,81
w4	10,00	97,31	41,49	69,40	109,21	87,33
3e rechte deel	6,00	64,45	27,48	45,96	72,33	70,13

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{st}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{lim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	90% $p_{lim}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
1e rechte deel	28,15	0,00061	0,0080	0,009025	0,71	<b>6,39</b>
Neergaande bocht	58,15	0,0011	0,1400	0,1579	2,29	<b>20,60</b>
d1	58,15	0,0011	0,1400	0,1579	2,29	<b>20,60</b>
d2	62,25	0,0012	0,1650	0,1861	2,56	<b>23,04</b>
d3	62,25	0,0012	0,1650	0,1861	2,56	<b>23,04</b>
d4	58,15	0,0011	0,1400	0,1579	2,29	<b>20,60</b>
Opgaande bocht	34,83	0,0017	0,1400	0,1579	1,69	<b>15,22</b>
w1	10,87	0,0041	0,1000	0,1128	0,94	<b>8,46</b>
w2	20,94	0,0011	0,0950	0,1072	0,73	<b>6,55</b>
w3	20,94	0,0011	0,0950	0,1072	0,73	<b>6,55</b>
w4	45,12	0,00088	0,0850	0,09589	1,50	<b>13,53</b>
3e rechte deel	36,23	0,00073	0,0450	0,05077	1,05	<b>9,47</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

## 11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
1e rechte deel	1,40	0,00	0,22	<b>2,21</b>	0,01	<b>0,11</b>
Neergaande bocht	1,64	0,02	1,04	<b>10,37</b>	0,18	<b>1,83</b>
d1	1,64	0,05	1,04	<b>10,37</b>	0,20	<b>2,04</b>
d2	1,59	0,05	1,16	<b>11,64</b>	0,23	<b>2,34</b>
d3	1,59	0,05	1,16	<b>11,64</b>	0,23	<b>2,35</b>
d4	1,64	0,05	1,04	<b>10,37</b>	0,21	<b>2,08</b>
Opgaande bocht	1,36	0,06	0,81	<b>8,11</b>	0,22	<b>2,17</b>
w1	0,86	0,07	0,48	<b>4,78</b>	0,18	<b>1,82</b>
w2	1,64	0,07	0,39	<b>3,95</b>	0,18	<b>1,78</b>
w3	1,64	0,07	0,39	<b>3,95</b>	0,18	<b>1,79</b>
w4	1,86	0,07	0,68	<b>6,77</b>	0,17	<b>1,69</b>
3e rechte deel	2,05	0,08	0,47	<b>4,65</b>	0,13	<b>1,28</b>

## 11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
1e rechte deel	1,40	0,02	0,11	<b>1,10</b>	0,03	<b>0,31</b>
Neergaande bocht	4,59	0,02	1,04	<b>10,37</b>	0,17	<b>1,74</b>
d1	4,59	0,01	1,04	<b>10,37</b>	0,17	<b>1,68</b>
d2	4,45	0,01	1,16	<b>11,64</b>	0,20	<b>1,96</b>
d3	4,45	0,01	1,16	<b>11,64</b>	0,20	<b>1,96</b>
d4	4,59	0,01	1,04	<b>10,37</b>	0,17	<b>1,67</b>
Opgaande bocht	3,80	0,01	0,81	<b>8,11</b>	0,16	<b>1,65</b>
w1	2,41	0,00	0,48	<b>4,78</b>	0,12	<b>1,17</b>
w2	4,00	0,00	0,37	<b>3,72</b>	0,11	<b>1,11</b>
w3	4,00	0,00	0,37	<b>3,72</b>	0,11	<b>1,11</b>
w4	5,00	0,00	0,66	<b>6,60</b>	0,10	<b>0,99</b>
3e rechte deel	3,00	0,00	0,31	<b>3,13</b>	0,05	<b>0,53</b>

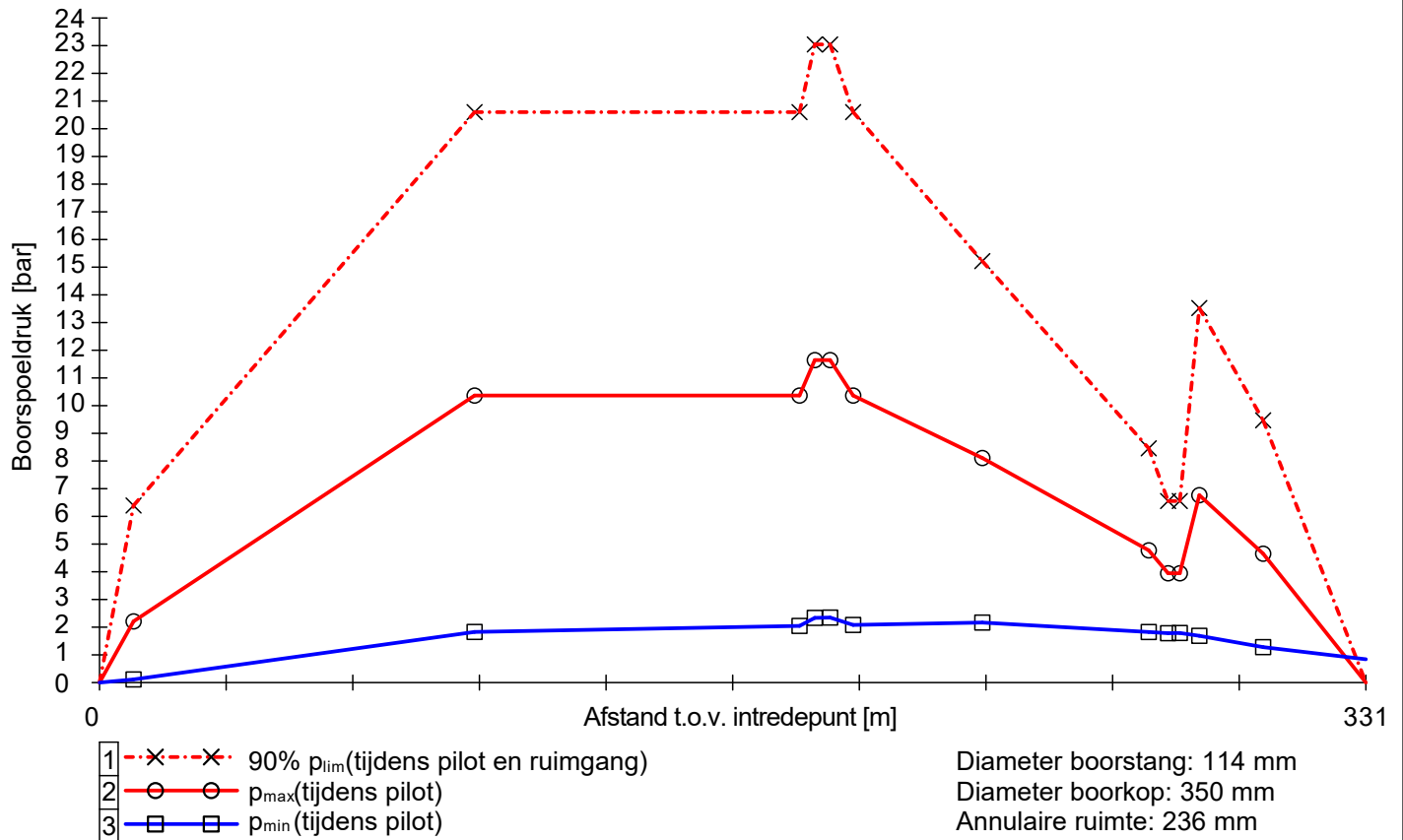
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

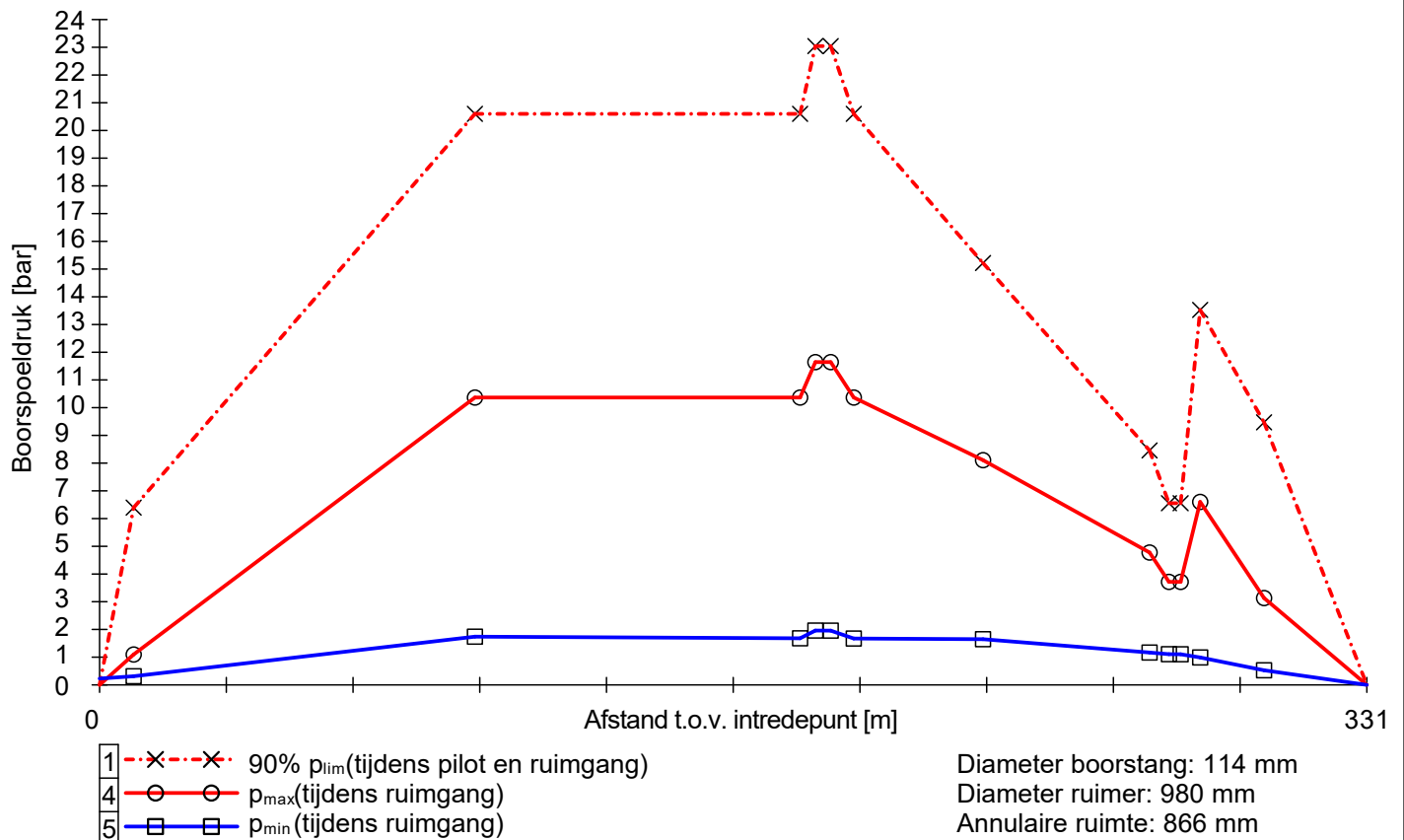
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



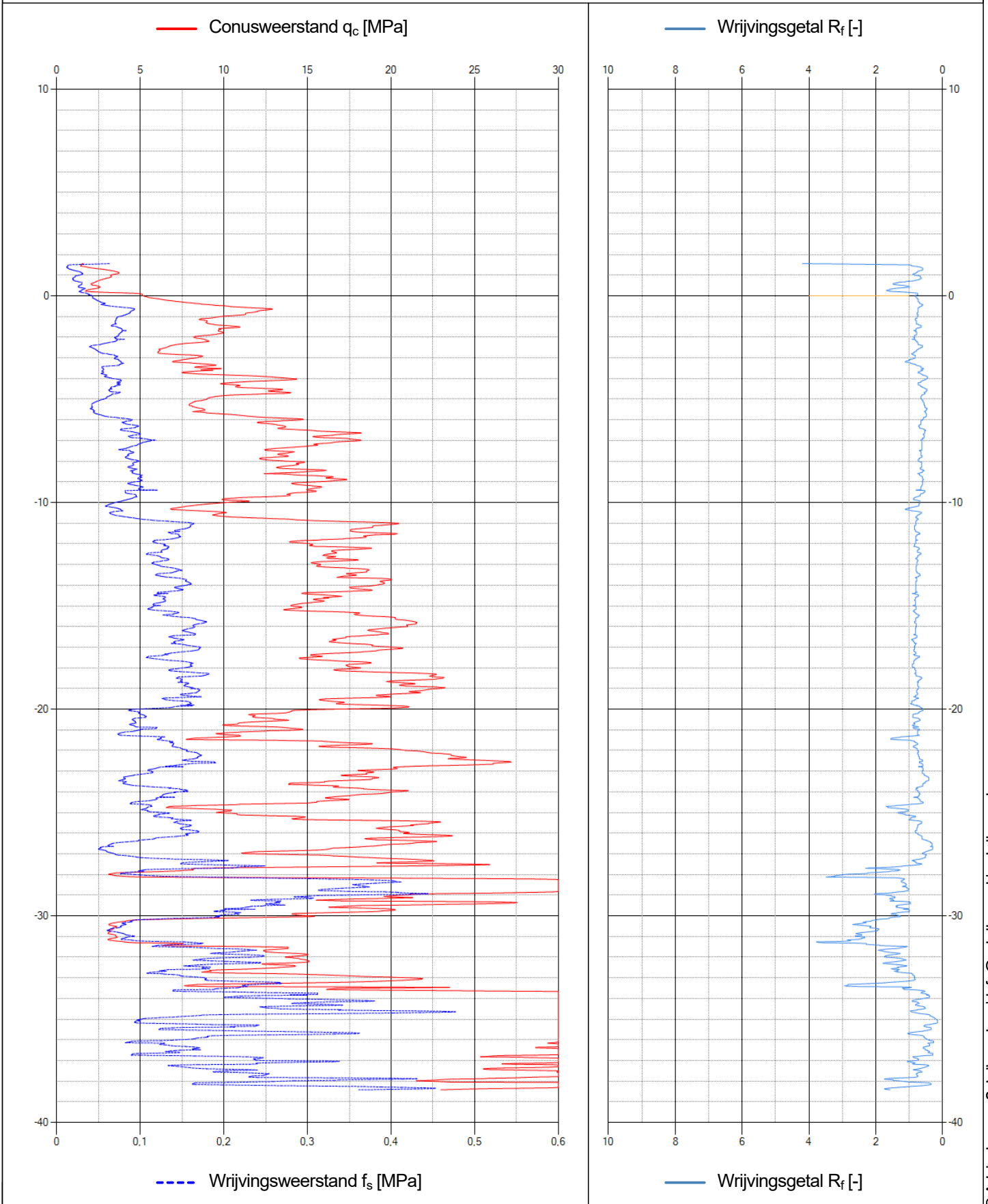
11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen





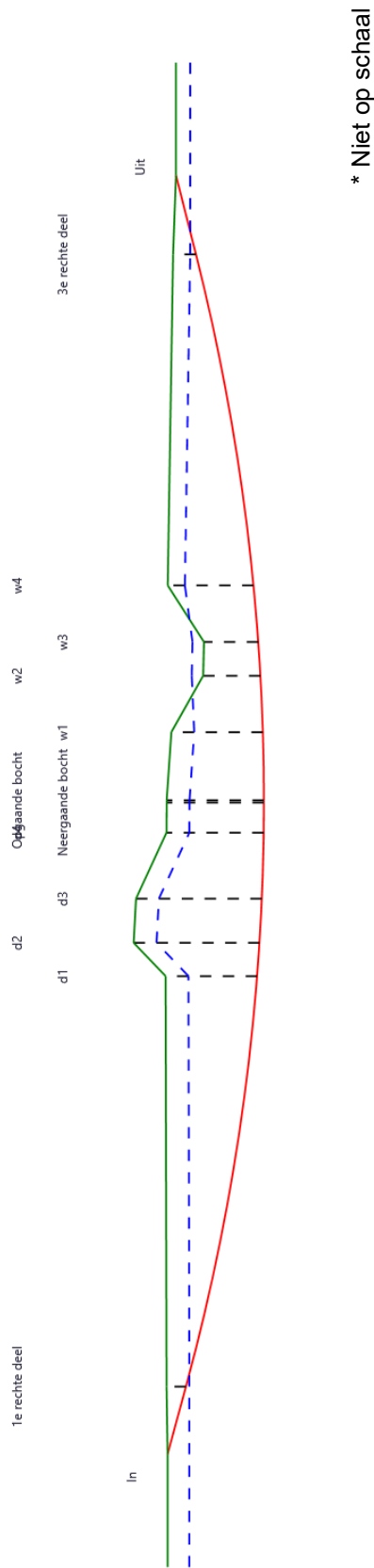
Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Alpha

Projectonderdeel : Alpha HDD 15a 4xØ315 mm, SDR9



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: Cluster Noord		
Projectonderdeel	: Alpha HDD Quarlesweg (alt. 2) 4x Ø250 mm, SDR 11		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentiaal / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 250,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 22,7	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,150	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,150	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114	mm
Diameter boorkop	D <sub>p</sub>	= 170,0	mm
Diameter ruimer	D <sub>g</sub>	= 980	mm
Totale lengte	L	= 114,85	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 6,21	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 52,36	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 0,20	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 48,87	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 7,21	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 200,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 200,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 200,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 15,00 / 26,79	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 14,00 / 24,93	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.0 ©	
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij boring met bundels	f	=	1,8				
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	=	1,1				
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	=	1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	=	0,9				
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub>	=	0,1				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	=	0,00005			N/mm <sup>2</sup>	
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	=	0,2				
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 <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
1e rechte deel	6,21	1,70	-	Zand	19,10	-	35,00
d1	42,79	8,00	2,00	Zand	19,23	20,96	35,00
d2	45,80	11,00	2,00	Zand	19,23	20,98	35,00
d3	49,80	11,00	2,00	Zand	19,23	20,98	35,00
d4	55,81	8,50	2,00	Zand	19,23	20,97	35,00
Neergaande bocht	58,57	8,50	2,00	Zand	19,23	20,97	35,00
Opgaande bocht	58,77	8,50	2,00	Zand	19,23	20,97	35,00
w1	64,81	8,00	2,00	Zand	19,23	20,96	35,00
w2	69,82	5,00	-1,00	Zand	0,00	20,77	35,00
w3	72,82	4,75	-1,00	Zand	0,00	20,78	32,50
w4	77,84	7,50	1,50	Zand	18,97	20,96	35,00
3e rechte deel	107,64	2,00	1,50	Zand	18,97	21,00	35,00
Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting	Sondering
1e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II	4
d1	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	4
d2	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	4
d3	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	4
d4	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek II	4
Neergaande bocht	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek I	4
Opgaande bocht	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek I	4
w1	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	4
w2	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	4
w3	Geen	✓	0,0400	0,00	45,00	Geen	4
w4	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	4
3e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	4





Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.0 ©
---	------------------

## 2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,60	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,30	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,30	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,65	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 105.728.989,31	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 845.831,91	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 974,76	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 85,88	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.209,71	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1548	N/mm <sup>1</sup>

## 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	= 0,1548 N/mm <sup>1</sup>	g	= 0,1548 N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	g <sub>vul</sub>	= 0,150 N/mm <sup>1</sup> +	g <sub>vul</sub>	= 0,150 N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	g <sub>rol</sub>	= 0,3048 N/mm <sup>1</sup>	g <sub>gat</sub>	= 0,3048 N/mm <sup>1</sup>

## 4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

### 4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkraft T <sub>1</sub> tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T <sub>1</sub> [N]
Starten met trekken	114,85	<b>6.301</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	107,64	<b>5.906</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	58,77	<b>3.224</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	58,57	<b>3.213</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	6,21	<b>341</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,3048 \cdot 0,1$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	T <sub>1</sub> [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	6.301	<b>0,39</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	5.906	<b>0,36</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	3.224	<b>0,20</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	3.213	<b>0,20</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	341	<b>0,02</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.209,71}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{105.728.989}{200.000} = 566.971,71 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{566.971,71}{845.832} = \mathbf{0,67 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	0,39	<b>0,82</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	0,36	<b>0,80</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	0,20	<b>0,63</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,20	<b>0,63</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,02	<b>0,46</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,67 + \sigma_t$$

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:  $D_{e,omtrek} = 785,40 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat  $g_{gat} = 0,305 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof:  $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 250,00^2 \cdot \pi/4 = 0,565 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,260 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	7,21	<b>1.184</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	56,08	-	<b>9.207</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	56,28	<b>9.240</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	108,64	-	<b>17.836</b>
Geheel ingetrokken	114,85	<b>18.856</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,260 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,260 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
d1	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
d2	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
d3	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
d4	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
Neergaande bocht	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
Opgaande bocht	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
w1	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
w2	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
w3	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>
w4	0,0022	200	0,0036	<b>926</b>

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250,0 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	3.224	9.207	926	-	<b>13.357</b>
Opgaande bocht	341	17.836	926	926	<b>20.028</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{bocht}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,50	13.357	<b>1.255</b>
Opgaande bocht	7,00	20.028	<b>1.882</b>

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

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

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

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

## 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]
Na intrekken van $L_5$	5.906	1.184	-	-	-	-	<b>7.089</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	3.224	9.207	926	1.255	-	-	<b>14.612</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	3.213	9.240	926	1.255	-	-	<b>14.634</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	341	17.836	926	1.255	926	1.882	<b>23.041</b>
Geheel ingetrokken	0	18.856	926	1.255	926	1.882	<b>23.720</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	7.089	<b>0,44</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	14.612	<b>0,90</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	14.634	<b>0,90</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	23.041	<b>1,42</b>
Geheel ingetrokken	23.720	<b>1,46</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.209,71}$$



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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{105.728.989,31}{0,9 \cdot 200.000} = 801.778,17 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{801.778,17}{845.831,91} = \mathbf{0,95 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{105.728.989,31}{0,9 \cdot 200.000} = 801.778,17 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{801.778,17}{845.831,91} = \mathbf{0,95 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	7.089	0,44	-	<b>0,44</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	14.612	0,90	0,95	<b>1,52</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	14.634	0,90	-	<b>0,90</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	23.041	1,42	0,95	<b>2,04</b>
Geheel ingetrokken	23.720	1,46	-	<b>1,46</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.209,71} = \sigma_t$$

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

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

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.0 ©	
<b>6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase</b>							
<i>6.1 Berekening van de spanningen <math>\sigma_p</math> en <math>\sigma_{pl}</math> t.g.v. inwendige druk</i>							
Leiding is drukloos: $\sigma_p = 0,00 \text{ N/mm}^2$							
<i>6.2 Berekening reroundingfactor <math>f_{rr}</math></i>							
Leiding is drukloos: $f_{rr} = 1,00$							
<i>6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting <math>Q_n</math></i>							
Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grond- soort	$q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	1,70	-	Zand	-	-	35,72	8,93
d1	8,00	2,00	Zand	42,31	138,34	180,64	30,16
d2	11,00	2,00	Zand	42,31	207,70	250,01	40,00
d3	11,00	2,00	Zand	42,31	207,70	250,01	40,00
d4	8,50	2,00	Zand	42,31	149,94	192,24	31,81
Neergaande bocht	8,50	2,00	Zand	42,31	149,94	192,24	31,81
Opgaande bocht	8,50	2,00	Zand	42,31	149,94	192,24	31,81
w1	8,00	2,00	Zand	42,31	138,34	180,64	30,16
w2	5,00	-1,00	Zand	0,00	114,24	114,24	16,06
w3	4,75	-1,00	Zand	0,00	108,58	108,58	15,27
w4	7,50	1,50	Zand	31,30	138,34	169,64	27,41
3e rechte deel	2,00	1,50	Zand	31,30	11,55	42,85	9,46
$Q_n = (\gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot D_o$							
<i>6.4 Berekening van de verkeersbelasting <math>Q_v</math></i>							
Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]			
1e rechte deel	1,70	Grafiek II	16,63	4,16			
d1	8,00	Grafiek ½ x II	1,12	0,28			
d2	11,00	Grafiek ½ x II	0,73	0,18			
d3	11,00	Grafiek ½ x II	0,73	0,18			
d4	8,50	Grafiek II	2,08	0,52			
Neergaande bocht	8,50	Grafiek I	5,35	1,34			
Opgaande bocht	8,50	Grafiek I	5,35	1,34			
w1	8,00	Geen	0,00	0,00			
w2	5,00	Geen	0,00	0,00			
w3	4,75	Geen	0,00	0,00			
w4	7,50	Geen	0,00	0,00			
3e rechte deel	2,00	Grafiek ½ x II	6,55	1,64			
$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250,0$							
						30-04-2021 14:53:52	

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	✓	8,93	4,16	13,09	303,68 <sup>(1)</sup>	<b>3,54</b>
d1	✓	30,16	0,28	30,44	706,43 <sup>(1)</sup>	<b>8,23</b>
d2	✓	40,00	0,18	40,19	932,55 <sup>(1)</sup>	<b>10,86</b>
d3	✓	40,00	0,18	40,19	932,55 <sup>(1)</sup>	<b>10,86</b>
d4	✓	31,81	0,52	32,33	750,26 <sup>(1)</sup>	<b>8,74</b>
Neergaande bocht	✓	31,81	1,34	33,15	769,26 <sup>(1)</sup>	<b>8,96</b>
Opgaande bocht	✓	31,81	1,34	33,15	769,26 <sup>(1)</sup>	<b>8,96</b>
w1	✓	30,16	0,00	30,16	699,91 <sup>(1)</sup>	<b>8,15</b>
w2	✓	16,06	0,00	16,06	372,66 <sup>(1)</sup>	<b>4,34</b>
w3	✓	15,27	0,00	15,27	346,54 <sup>(1)</sup>	<b>4,04</b>
w4	✓	27,41	0,00	27,41	636,06 <sup>(1)</sup>	<b>7,41</b>
3e rechte deel	✓	9,46	1,64	11,10	257,59 <sup>(1)</sup>	<b>3,00</b>

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)

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,65 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,65$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{85,88}$$

6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
d1	200	0,0036	0,24
d2	200	0,0036	0,24
d3	200	0,0036	0,24
d4	200	0,0036	0,24
Neergaande bocht	200	0,0036	0,24
Opgaande bocht	200	0,0036	0,24
w1	200	0,0036	0,24
w2	200	0,0036	0,24
w3	200	0,0036	0,24
w4	200	0,0036	0,24

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 250,0 \cdot \frac{125,00}{85,88}$$

6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

**7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$** 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{974,76}{227,3^3} = 0,0809 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{80,93 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m<sup>2</sup>**

**8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 974,76}{227,30^3} = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 974,76}{227,30^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **27,67 m** grondwater boven de leiding

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

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	3,54	-	0,65	<b>2,30</b>
d1	8,23	0,24	0,65	<b>5,50</b>
d2	10,86	0,24	0,65	<b>7,21</b>
d3	10,86	0,24	0,65	<b>7,21</b>
d4	8,74	0,24	0,65	<b>5,83</b>
Neergaande bocht	8,96	0,24	0,65	<b>5,98</b>
Opgaande bocht	8,96	0,24	0,65	<b>5,98</b>
w1	8,15	0,24	0,65	<b>5,45</b>
w2	4,34	0,24	0,65	<b>2,97</b>
w3	4,04	0,24	0,65	<b>2,78</b>
w4	7,41	0,24	0,65	<b>4,97</b>
3e rechte deel	3,00	-	0,65	<b>1,95</b>

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	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
d1	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
d2	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
d3	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
d4	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
w1	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
w2	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
w3	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
w4	0,00	0,00	0,95	0,65	<b>0,62</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

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/mm<sup>2</sup>

## 10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\delta_y$ [mm]	$\delta_y/D_g$ [%]
1e rechte deel	8,93	4,16	-	<b>2,30</b>	1,01
d1	30,16	0,28	0,0036	<b>6,32</b>	2,78
d2	40,00	0,18	0,0036	<b>8,37</b>	3,68
d3	40,00	0,18	0,0036	<b>8,37</b>	3,68
d4	31,81	0,52	0,0036	<b>6,69</b>	2,94
Neergaande bocht	31,81	1,34	0,0036	<b>6,78</b>	2,98
Opgaande bocht	31,81	1,34	0,0036	<b>6,78</b>	2,98
w1	30,16	0,00	0,0036	<b>6,29</b>	2,77
w2	16,06	0,00	0,0036	<b>3,35</b>	1,47
w3	15,27	0,00	0,0036	<b>2,96</b>	1,30
w4	27,41	0,00	0,0036	<b>5,72</b>	2,52
3e rechte deel	9,46	1,64	-	<b>2,15</b>	0,94

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,65^3}{350 \cdot 974,76}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 227,30 = **18,18** mm

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	1,70	29,52	12,59	21,05	33,13	44,82
d1	8,00	89,29	38,08	63,68	100,21	82,38
d2	11,00	116,62	49,73	83,17	130,88	94,87
d3	11,00	116,62	49,73	83,17	130,88	94,87
d4	8,50	93,88	40,03	66,95	105,36	84,60
Neergaande bocht	8,50	93,88	40,03	66,95	105,36	84,60
Opgaande bocht	8,50	93,88	40,03	66,95	105,36	84,60
w1	8,00	89,29	38,08	63,68	100,21	82,38
w2	5,00	44,41	18,94	31,67	49,84	60,11
w3	4,75	42,23	19,54	30,89	47,48	35,17
w4	7,50	80,20	34,20	57,20	90,00	78,53
3e rechte deel	2,00	30,41	12,97	21,69	34,13	46,14

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{st}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{lim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	90% $p_{lim}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
1e rechte deel	23,16	0,00052	0,0000	0,0000	0,52	<b>4,69</b>
d1	42,56	0,00086	0,0600	0,06769	1,37	<b>12,37</b>
d2	49,01	0,00097	0,0900	0,1015	1,73	<b>15,56</b>
d3	49,01	0,00097	0,0900	0,1015	1,73	<b>15,56</b>
d4	43,71	0,00088	0,0650	0,07333	1,43	<b>12,91</b>
Neergaande bocht	43,71	0,00088	0,0650	0,07333	1,43	<b>12,91</b>
Opgaande bocht	43,71	0,00088	0,0650	0,07333	1,43	<b>12,91</b>
w1	42,56	0,00086	0,0600	0,06769	1,37	<b>12,37</b>
w2	31,06	0,00058	0,0600	0,06769	0,81	<b>7,30</b>
w3	18,89	0,00088	0,0575	0,06487	0,61	<b>5,52</b>
w4	40,57	0,00081	0,0600	0,06769	1,27	<b>11,40</b>
3e rechte deel	23,84	0,00052	0,0050	0,005641	0,54	<b>4,87</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

## 11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
1e rechte deel	0,85	0,01	0,17	<b>1,74</b>	0,01	<b>0,07</b>
d1	0,92	0,05	0,61	<b>6,08</b>	0,11	<b>1,14</b>
d2	0,86	0,05	0,77	<b>7,74</b>	0,15	<b>1,51</b>
d3	0,86	0,05	0,77	<b>7,74</b>	0,15	<b>1,55</b>
d4	0,91	0,06	0,64	<b>6,37</b>	0,13	<b>1,33</b>
Neergaande bocht	0,91	0,06	0,64	<b>6,37</b>	0,14	<b>1,36</b>
Opgaande bocht	0,91	0,06	0,64	<b>6,37</b>	0,14	<b>1,36</b>
w1	0,92	0,07	0,61	<b>6,08</b>	0,14	<b>1,37</b>
w2	1,11	0,07	0,37	<b>3,74</b>	0,14	<b>1,42</b>
w3	0,91	0,08	0,30	<b>2,98</b>	0,14	<b>1,43</b>
w4	0,95	0,08	0,56	<b>5,63</b>	0,15	<b>1,51</b>
3e rechte deel	1,00	0,12	0,21	<b>2,06</b>	0,12	<b>1,21</b>

## 11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
1e rechte deel	0,85	0,01	0,05	<b>0,49</b>	0,01	<b>0,08</b>
d1	4,00	0,00	0,51	<b>5,14</b>	0,07	<b>0,73</b>
d2	4,97	0,00	0,77	<b>7,74</b>	0,11	<b>1,06</b>
d3	4,97	0,00	0,77	<b>7,74</b>	0,11	<b>1,06</b>
d4	4,25	0,00	0,56	<b>5,62</b>	0,08	<b>0,77</b>
Neergaande bocht	4,25	0,00	0,56	<b>5,62</b>	0,08	<b>0,77</b>
Opgaande bocht	4,25	0,00	0,56	<b>5,62</b>	0,08	<b>0,77</b>
w1	4,00	0,00	0,51	<b>5,14</b>	0,07	<b>0,71</b>
w2	2,50	0,00	0,22	<b>2,23</b>	0,07	<b>0,71</b>
w3	2,38	0,00	0,20	<b>2,00</b>	0,07	<b>0,68</b>
w4	3,75	0,00	0,45	<b>4,50</b>	0,07	<b>0,70</b>
3e rechte deel	1,00	0,00	0,06	<b>0,62</b>	0,01	<b>0,06</b>

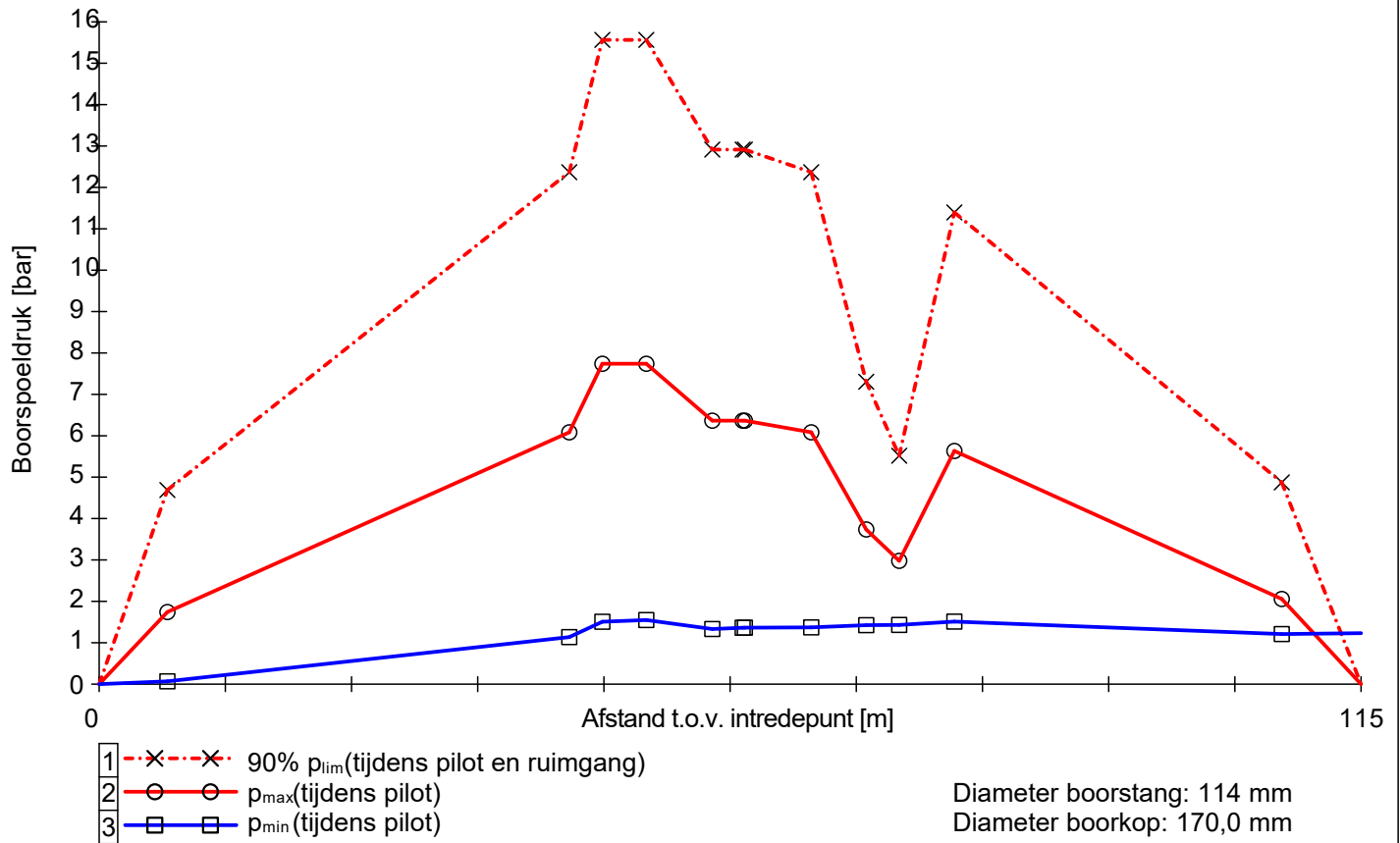
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

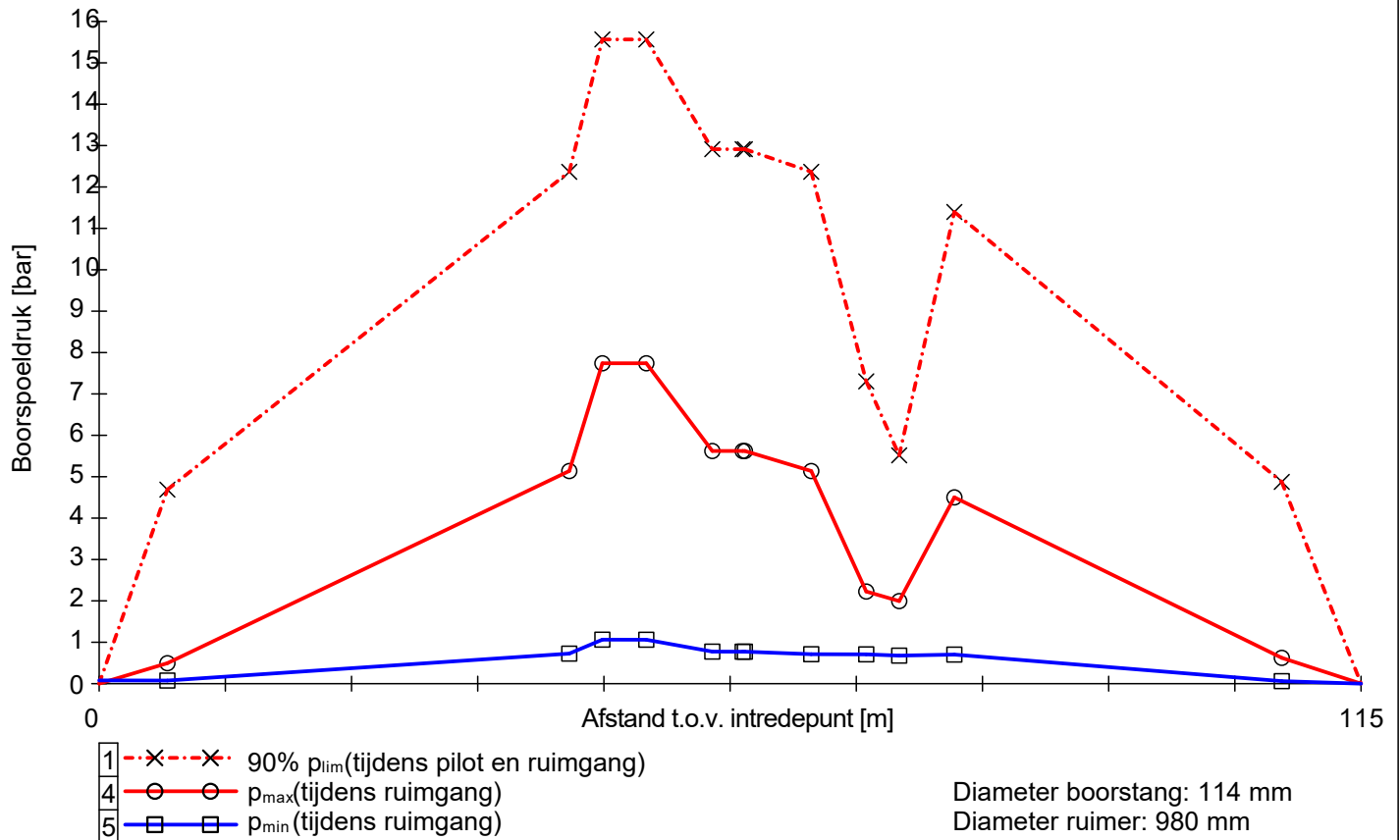
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



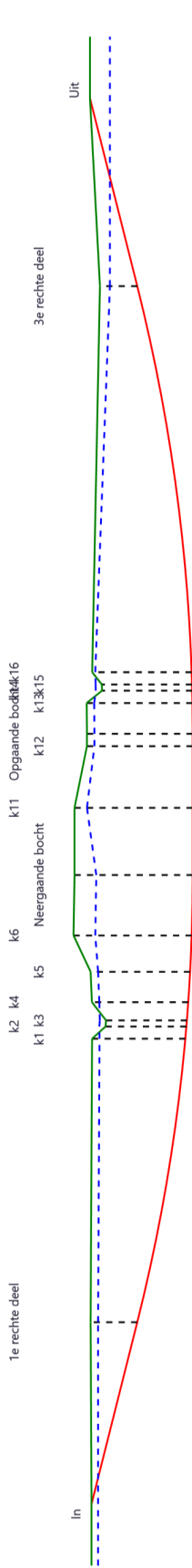
11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen





Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: TenneT IJmuiden Ver Alpha		
Projectonderdeel	: Beta HDD Borsselsedijk 4x Ø315 mm, SDR 9		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 315,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35,0	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,235	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,235	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114,0	mm
Diameter boorkop	D <sub>p</sub>	= 170	mm
Diameter ruimer	D <sub>g</sub>	= 950	mm
Totale lengte	L	= 231,43	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 30,40	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 73,30	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 23,00	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 73,30	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 31,43	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 300,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 300,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 300,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 14,00 / 24,93	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 14,00 / 24,93	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	
<p>The diagram illustrates the profile of a horizontal borehole. It starts with a horizontal segment of length L<sub>1</sub> at an angle <math>\alpha_1</math> to the horizontal. This is followed by a downward curve with radius R<sub>1</sub> and length L<sub>2</sub>. A horizontal segment of length L<sub>3</sub> follows, then an upward curve with radius R<sub>2</sub> and length L<sub>4</sub>. Finally, there is a horizontal segment of length L<sub>5</sub> that ends at an angle <math>\alpha_2</math> to the horizontal. A larger radius R<sub>r</sub> is indicated for the overall profile. The total length of the borehole is L.</p>			

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.0 ©	
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij boring met bundels	f	=	1,8				
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	=	1,1				
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	=	1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	=	0,9				
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub>	=	0,1				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	=	0,00005		N/mm <sup>2</sup>		
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	=	0,2				
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 <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
1e rechte deel	30,40	7,50	1,20	Zand	17,05	18,90	35,00
k1	76,59	15,00	1,20	Zand	17,05	19,25	35,00
k2	78,60	13,00	-1,00	Zand	0,00	19,09	25,00
k3	79,60	13,00	-1,00	Zand	0,00	19,09	25,00
k4	82,61	15,50	1,20	Zand	17,05	19,32	35,00
k5	87,62	16,00	1,20	Zand	17,05	19,37	32,50
k6	93,63	19,00	3,50	Zand	17,66	19,63	35,00
Neergaande bocht	103,70	19,00	3,50	Zand	17,66	19,63	35,00
k11	114,62	19,00	2,00	Zand	17,61	19,63	35,00
k12	124,62	17,00	1,20	Zand	17,05	19,45	35,00
Opgaande bocht	126,62	17,00	1,20	Zand	17,05	19,45	35,00
k13	131,62	17,00	1,20	Zand	17,05	19,45	35,00
k14	133,62	14,50	-1,00	Zand	0,00	19,09	35,00
k15	134,62	14,50	-1,00	Zand	0,00	19,09	35,00
k16	136,62	16,00	0,50	Zand	14,46	19,41	32,50
3e rechte deel	200,00	6,00	1,60	Klei	17,03	18,44	27,50
Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting	Sondering
1e rechte deel	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek 1/2 x II	9
k1	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
k2	Geen	✓	0,0400	0,00	15,00	Geen	9
k3	Geen	✓	0,0400	0,00	15,00	Geen	9
k4	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
k5	Geen	✓	0,0400	0,00	45,00	Geen	9
k6	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
Neergaande bocht	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek II	9
k11	Geen	✓	-	0,00	75,00	Geen	9
k12	Geen	✓	-	0,00	75,00	Geen	9
Opgaande bocht	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II	9
k13	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
k14	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
k15	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
k16	Geen	✓	0,0400	0,00	45,00	Geen	9
3e rechte deel	Geen	-	-	1,00	5,00	Grafiek 1/2 x II	9



\* Niet op schaal

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.0 ©
---	------------------

## 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 <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.945.605,78	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 3.572,92	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 204,17	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 30.787,61	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2940	N/mm <sup>1</sup>

## 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 N/mm <sup>1</sup>	g	= 0,2940 N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	g <sub>vul</sub>	= 0,235 N/mm <sup>1</sup> +	g <sub>vul</sub>	= 0,235 N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	g <sub>rol</sub>	= 0,5290 N/mm <sup>1</sup>	g <sub>gat</sub>	= 0,5290 N/mm <sup>1</sup>

## 4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

### 4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkraft T <sub>1</sub> tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T <sub>1</sub> [N]
Starten met trekken	231,43	<b>22.038</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	200,00	<b>19.045</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	126,70	<b>12.065</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	103,70	<b>9.875</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	30,40	<b>2.895</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,5290 \cdot 0,1$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	T <sub>1</sub> [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	22.038	<b>0,72</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	19.045	<b>0,62</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	12.065	<b>0,39</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	9.875	<b>0,32</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	2.895	<b>0,09</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{30.787,61}$$



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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.911}{300.000} = 1.095.497,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.095.497,66}{1.945.606} = \mathbf{0,56 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	0,72	<b>1,08</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	0,62	<b>0,98</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	0,39	<b>0,76</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,32	<b>0,69</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,09	<b>0,46</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,56 + \sigma_t$$

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  $g_{gat} = 0,529 \text{ N/mm}^1$

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  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,367 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	31,43	<b>6.954</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	104,73	-	<b>23.172</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	127,73	<b>28.260</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	201,03	-	<b>44.478</b>
Geheel ingetrokken	231,43	<b>51.204</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,367 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,367 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
k1	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
k2	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
k3	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
k4	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
k5	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
k6	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
Neergaande bocht	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
k13	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
k14	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
k15	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>
k16	0,0018	300	0,0037	<b>1.452</b>

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

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

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

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

Trekkraft $T_{\text{bocht}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{\text{bocht}}$ [N]
Neergaande bocht	12.065	23.172	1.452	-	<b>36.689</b>
Opgaande bocht	2.895	44.478	1.452	1.452	<b>50.278</b>

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]	$\alpha$ [°]	$T_{\text{bocht}}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,00	36.689	<b>3.219</b>
Opgaande bocht	7,00	50.278	<b>4.412</b>

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

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

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

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

## 5.5 Totalisatie van de trekkraften in fase II

Trekkraft $T_{\text{tot}}$ 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]	$T_{\text{tot}}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	19.045	6.954	-	-	-	-	<b>25.999</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	12.065	23.172	1.452	3.219	-	-	<b>39.908</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	9.875	28.260	1.452	3.219	-	-	<b>42.807</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.895	44.478	1.452	3.219	1.452	4.412	<b>57.908</b>
Geheel ingetrokken	0	51.204	1.452	3.219	1.452	4.412	<b>61.740</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{\text{tot}}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	25.999	<b>0,84</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	39.908	<b>1,30</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	42.807	<b>1,39</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	57.908	<b>1,88</b>
Geheel ingetrokken	61.740	<b>2,01</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{\text{tot}}}{A} = \frac{T_{\text{tot}}}{30.787,61}$$

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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 300.000} = 1.549.188,61 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.549.188,61}{1.945.605,78} = \mathbf{0,80 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 300.000} = 1.549.188,61 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.549.188,61}{1.945.605,78} = \mathbf{0,80 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	25.999	0,84	-	<b>0,84</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	39.908	1,30	0,80	<b>1,81</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	42.807	1,39	-	<b>1,39</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	57.908	1,88	0,80	<b>2,40</b>
Geheel ingetrokken	61.740	2,01	-	<b>2,01</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61} = \sigma_t$$

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

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



**6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase***6.1 Berekening van de spanningen  $\sigma_p$  en  $\sigma_{pl}$  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	$Q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	7,50	1,20	Zand	22,51	130,98	153,48	28,50
k1	15,00	1,20	Zand	22,51	292,22	314,72	55,67
k2	13,00	-1,00	Zand	0,00	272,99	272,99	45,04
k3	13,00	-1,00	Zand	0,00	272,99	272,99	45,04
k4	15,50	1,20	Zand	22,51	303,90	326,41	57,77
k5	16,00	1,20	Zand	22,51	315,34	337,85	59,80
k6	19,00	3,50	Zand	67,99	334,69	402,68	78,02
Neergaande bocht	19,00	3,50	Zand	67,99	334,69	402,68	78,02
k11	19,00	2,00	Zand	38,74	367,08	405,82	74,28
k12	17,00	1,20	Zand	22,51	338,04	360,55	63,80
Opgaande bocht	17,00	1,20	Zand	22,51	338,04	360,55	63,80
k13	17,00	1,20	Zand	22,51	338,04	360,55	63,80
k14	14,50	-1,00	Zand	0,00	304,49	304,49	50,24
k15	14,50	-1,00	Zand	0,00	304,49	304,49	50,24
k16	16,00	0,50	Zand	7,95	330,94	338,89	57,93
3e rechte deel	6,00	1,60	Klei	29,97	89,25	119,22	23,70

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	7,50	Grafiek ½ x II	1,22	0,38
k1	15,00	Geen	0,00	0,00
k2	13,00	Geen	0,00	0,00
k3	13,00	Geen	0,00	0,00
k4	15,50	Geen	0,00	0,00
k5	16,00	Geen	0,00	0,00
k6	19,00	Geen	0,00	0,00
Neergaande bocht	19,00	Grafiek II	0,62	0,20
k11	19,00	Geen	0,00	0,00
k12	17,00	Geen	0,00	0,00
Opgaande bocht	17,00	Grafiek II	0,75	0,24
k13	17,00	Geen	0,00	0,00
k14	14,50	Geen	0,00	0,00
k15	14,50	Geen	0,00	0,00
k16	16,00	Geen	0,00	0,00
3e rechte deel	6,00	Grafiek ½ x II	1,61	0,51

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

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	-	28,50	0,38	28,89	1.039,33 <sup>(1)</sup>	<b>5,09</b>
k1	✓	55,67	0,00	55,67	1.591,34 <sup>(2)</sup>	<b>7,79</b>
k2	✓	45,04	0,00	45,04	1.169,69 <sup>(2)</sup>	<b>5,73</b>
k3	✓	45,04	0,00	45,04	1.169,69 <sup>(2)</sup>	<b>5,73</b>
k4	✓	57,77	0,00	57,77	1.651,57 <sup>(2)</sup>	<b>8,09</b>
k5	✓	59,80	0,00	59,80	1.671,95 <sup>(2)</sup>	<b>8,19</b>
k6	✓	78,02	0,00	78,02	2.230,34 <sup>(2)</sup>	<b>10,92</b>
Neergaande bocht	✓	78,02	0,20	78,22	2.235,96 <sup>(2)</sup>	<b>10,95</b>
k11	✓	74,28	0,00	74,28	2.123,54 <sup>(2)</sup>	<b>10,40</b>
k12	✓	63,80	0,00	63,80	1.823,90 <sup>(2)</sup>	<b>8,93</b>
Opgaande bocht	✓	63,80	0,24	64,04	1.830,68 <sup>(2)</sup>	<b>8,97</b>
k13	✓	63,80	0,00	63,80	1.823,90 <sup>(2)</sup>	<b>8,93</b>
k14	✓	50,24	0,00	50,24	1.436,14 <sup>(2)</sup>	<b>7,03</b>
k15	✓	50,24	0,00	50,24	1.436,14 <sup>(2)</sup>	<b>7,03</b>
k16	✓	57,93	0,00	57,93	1.619,50 <sup>(2)</sup>	<b>7,93</b>
3e rechte deel	-	23,70	0,51	24,20	870,78 <sup>(1)</sup>	<b>4,27</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 \quad (1)$$

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

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{204,17}$$

6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
k1	300,0	0,0037	0,16
k2	300,0	0,0037	0,16
k3	300,0	0,0037	0,16
k4	300,0	0,0037	0,16
k5	300,0	0,0037	0,16
k6	300,0	0,0037	0,16
Neergaande bocht	300,0	0,0037	0,16
k13	300	0,0037	0,16
k14	300	0,0037	0,16
k15	300	0,0037	0,16
k16	300	0,0037	0,16

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{204,17}$$

6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

**7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$** 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{3.572,92}{280,0^3} = 0,159 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{158,69 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m<sup>2</sup>**

**8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**

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

Veiligheidsfactor  $\gamma$  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	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	5,09	-	0,65	<b>3,31</b>
k1	7,79	0,16	0,65	<b>5,17</b>
k2	5,73	0,16	0,65	<b>3,83</b>
k3	5,73	0,16	0,65	<b>3,83</b>
k4	8,09	0,16	0,65	<b>5,36</b>
k5	8,19	0,16	0,65	<b>5,43</b>
k6	10,92	0,16	0,65	<b>7,20</b>
Neergaande bocht	10,95	0,16	0,65	<b>7,22</b>
k11	10,40	-	0,65	<b>6,76</b>
k12	8,93	-	0,65	<b>5,81</b>
Opgaande bocht	8,97	-	0,65	<b>5,83</b>
k13	8,93	0,16	0,65	<b>5,91</b>
k14	7,03	0,16	0,65	<b>4,68</b>
k15	7,03	0,16	0,65	<b>4,68</b>
k16	7,93	0,16	0,65	<b>5,26</b>
3e rechte deel	4,27	-	0,65	<b>2,77</b>

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	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k1	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k2	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k3	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k4	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k5	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k6	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k11	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k12	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Opgaande bocht	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k13	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k14	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k15	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
k16	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

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/mm<sup>2</sup>

**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>y</sub> [mm]	δ <sub>y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
1e rechte deel	28,50	0,38	-	<b>3,05</b>	1,09
k1	55,67	0,00	0,0037	<b>5,92</b>	2,12
k2	45,04	0,00	0,0037	<b>3,38</b>	1,21
k3	45,04	0,00	0,0037	<b>3,38</b>	1,21
k4	57,77	0,00	0,0037	<b>6,15</b>	2,20
k5	59,80	0,00	0,0037	<b>5,91</b>	2,11
k6	78,02	0,00	0,0037	<b>8,30</b>	2,96
Neergaande bocht	78,02	0,20	0,0037	<b>8,31</b>	2,97
k11	74,28	0,00	-	<b>7,90</b>	2,82
k12	63,80	0,00	-	<b>6,79</b>	2,42
Opgaande bocht	63,80	0,24	-	<b>6,80</b>	2,43
k13	63,80	0,00	0,0037	<b>6,79</b>	2,42
k14	50,24	0,00	0,0037	<b>5,35</b>	1,91
k15	50,24	0,00	0,0037	<b>5,35</b>	1,91
k16	57,93	0,00	0,0037	<b>5,73</b>	2,04
3e rechte deel	23,70	0,51	-	<b>1,99</b>	0,71

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 140,00^3}{350 \cdot 3.572,92}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 280,00 = \mathbf{22,40 \text{ mm}}$$

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	7,50	63,85	27,23	45,54	71,65	71,34
k1	15,00	122,10	52,07	87,08	137,03	99,70
k2	13,00	95,61	55,20	75,41	107,27	17,94
k3	13,00	95,61	55,20	75,41	107,27	17,94
k4	15,50	126,76	54,05	90,41	142,26	101,57
k5	16,00	131,21	60,71	95,96	147,53	62,00
k6	19,00	177,80	75,82	126,81	199,54	118,03
Neergaande bocht	19,00	177,80	75,82	126,81	199,54	118,03
k11	19,00	165,39	70,53	117,96	185,62	115,17
k12	17,00	139,97	59,69	99,83	157,09	106,74
Opgaande bocht	17,00	139,97	59,69	99,83	157,09	106,74
k13	17,00	139,97	59,69	99,83	157,09	106,74
k14	14,50	106,64	45,47	76,06	119,68	94,72
k15	14,50	106,64	45,47	76,06	119,68	94,72
k16	16,00	125,08	57,87	91,48	140,62	61,02
3e rechte deel	6,00	54,53	29,35	41,94	62,19	3,98

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>st</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>lim</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	90% p <sub>lim</sub> [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
1e rechte deel	36,86	0,00071	0,0630	0,07107	1,07	<b>9,64</b>
k1	51,51	0,00097	0,1380	0,1557	1,86	<b>16,71</b>
k2	11,37	0,0028	0,1400	0,1579	0,75	<b>6,79</b>
k3	11,37	0,0028	0,1400	0,1579	0,75	<b>6,79</b>
k4	52,48	0,00099	0,1430	0,1613	1,92	<b>17,24</b>
k5	33,30	0,0015	0,1480	0,1670	1,56	<b>14,07</b>
k6	60,98	0,0012	0,1550	0,1749	2,48	<b>22,28</b>
Neergaande bocht	60,98	0,0012	0,1550	0,1749	2,48	<b>22,28</b>
k11	59,50	0,0011	0,1700	0,1918	2,37	<b>21,30</b>
k12	55,15	0,0010	0,1580	0,1782	2,08	<b>18,72</b>
Opgaande bocht	55,15	0,0010	0,1580	0,1782	2,08	<b>18,72</b>
k13	55,15	0,0010	0,1580	0,1782	2,08	<b>18,72</b>
k14	48,93	0,00089	0,1550	0,1749	1,70	<b>15,33</b>
k15	48,93	0,00089	0,1550	0,1749	1,70	<b>15,33</b>
k16	32,77	0,0015	0,1550	0,1749	1,52	<b>13,68</b>
3e rechte deel	2,37	0,0086	0,0440	0,04964	0,33	<b>2,97</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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



## 11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
1e rechte deel	1,01	0,03	0,48	<b>4,83</b>	0,10	<b>1,04</b>
k1	0,86	0,08	0,86	<b>8,55</b>	0,24	<b>2,38</b>
k2	0,51	0,08	0,44	<b>4,42</b>	0,24	<b>2,42</b>
k3	0,51	0,09	0,44	<b>4,42</b>	0,24	<b>2,43</b>
k4	0,86	0,09	0,88	<b>8,82</b>	0,25	<b>2,50</b>
k5	0,68	0,09	0,76	<b>7,60</b>	0,26	<b>2,61</b>
k6	0,78	0,10	1,12	<b>11,23</b>	0,28	<b>2,75</b>
Neergaande bocht	0,78	0,11	1,12	<b>11,23</b>	0,29	<b>2,86</b>
k11	0,80	0,12	1,09	<b>10,87</b>	0,31	<b>3,15</b>
k12	0,83	0,13	0,96	<b>9,60</b>	0,31	<b>3,12</b>
Opgaande bocht	0,83	0,14	0,96	<b>9,60</b>	0,31	<b>3,14</b>
k13	0,83	0,14	0,96	<b>9,60</b>	0,32	<b>3,19</b>
k14	0,90	0,14	0,80	<b>8,01</b>	0,32	<b>3,18</b>
k15	0,90	0,14	0,80	<b>8,01</b>	0,32	<b>3,19</b>
k16	0,69	0,15	0,75	<b>7,45</b>	0,32	<b>3,21</b>
3e rechte deel	3,00	0,21	0,32	<b>3,22</b>	0,26	<b>2,64</b>

## 11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
1e rechte deel	3,75	0,01	0,38	<b>3,81</b>	0,09	<b>0,86</b>
k1	4,82	0,01	0,86	<b>8,55</b>	0,17	<b>1,67</b>
k2	2,84	0,01	0,44	<b>4,42</b>	0,17	<b>1,69</b>
k3	2,84	0,01	0,44	<b>4,42</b>	0,17	<b>1,69</b>
k4	4,78	0,01	0,88	<b>8,82</b>	0,17	<b>1,72</b>
k5	3,82	0,01	0,76	<b>7,60</b>	0,18	<b>1,77</b>
k6	4,35	0,01	1,12	<b>11,23</b>	0,18	<b>1,85</b>
Neergaande bocht	4,35	0,01	1,12	<b>11,23</b>	0,18	<b>1,84</b>
k11	4,45	0,01	1,09	<b>10,87</b>	0,20	<b>2,00</b>
k12	4,66	0,01	0,96	<b>9,60</b>	0,19	<b>1,86</b>
Opgaande bocht	4,66	0,01	0,96	<b>9,60</b>	0,19	<b>1,86</b>
k13	4,66	0,01	0,96	<b>9,60</b>	0,19	<b>1,85</b>
k14	5,03	0,01	0,80	<b>8,01</b>	0,18	<b>1,82</b>
k15	5,03	0,01	0,80	<b>8,01</b>	0,18	<b>1,82</b>
k16	3,88	0,01	0,75	<b>7,45</b>	0,18	<b>1,82</b>
3e rechte deel	3,00	0,00	0,23	<b>2,29</b>	0,05	<b>0,52</b>

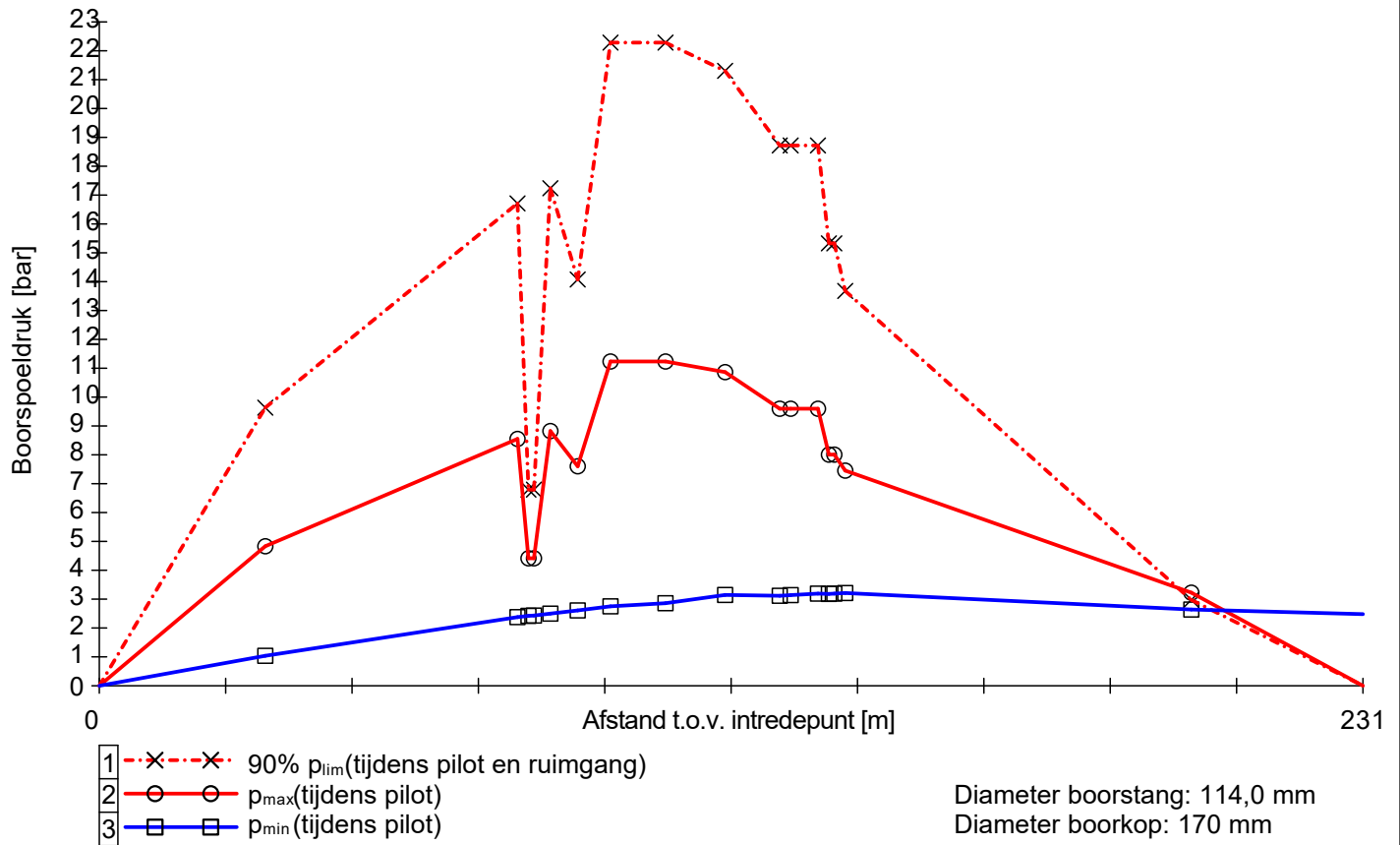
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

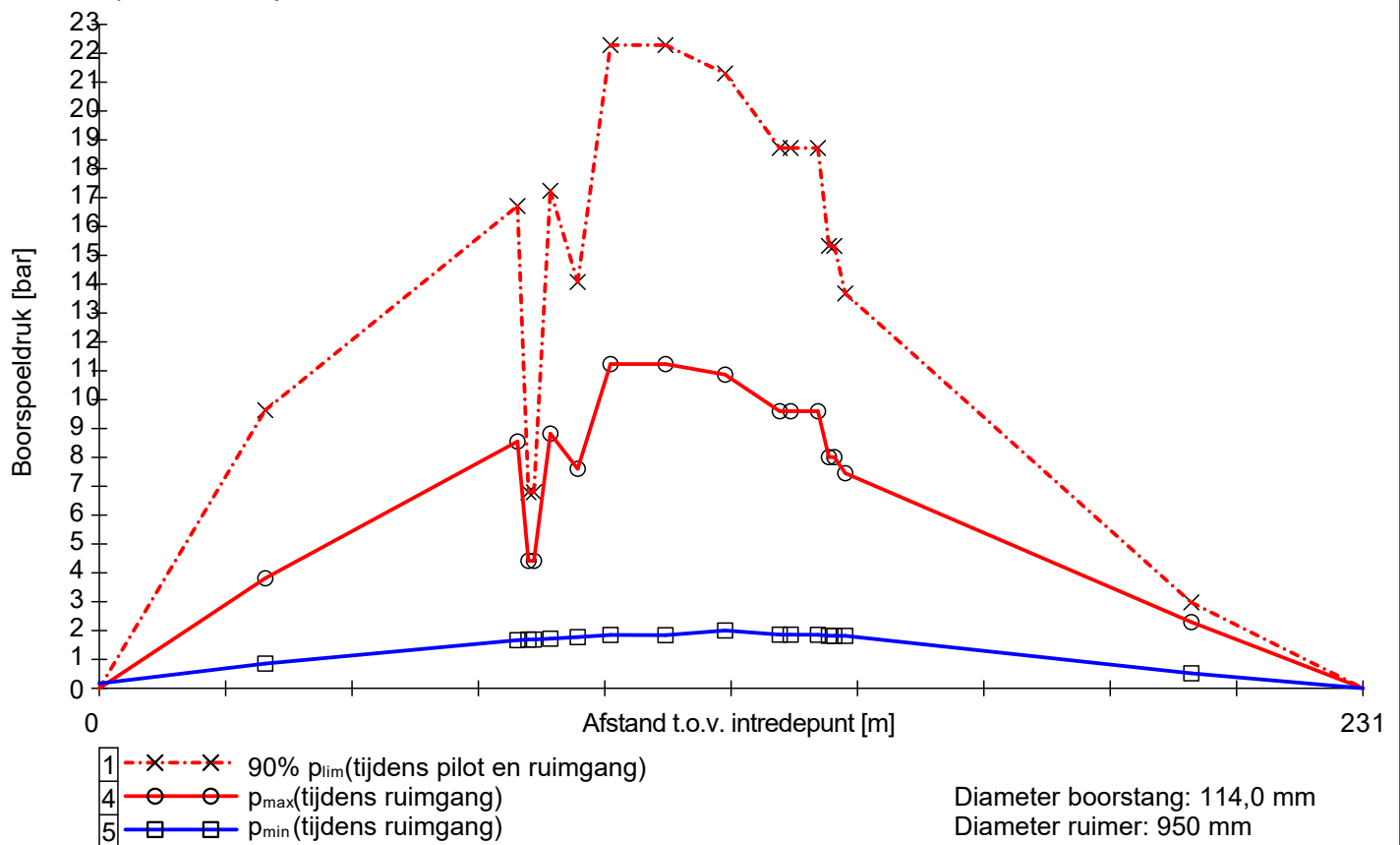
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



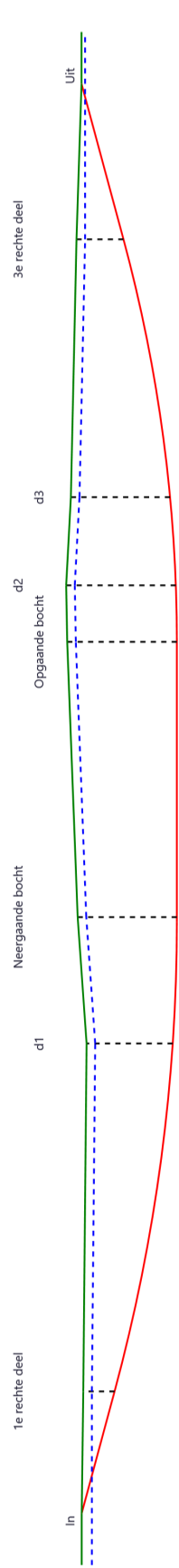
11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: TenneT IJmuiden Ver Alpha		
Projectonderdeel	: Alpha HDD Frankrijkweg 4x Ø315 mm, SDR 9		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 315,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,235	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,235	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114	mm
Diameter boorkop	D <sub>p</sub>	= 170	mm
Diameter ruimer	D <sub>g</sub>	= 950	mm
Totale lengte	L	= 279,56	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 24,33	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 91,63	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 54,00	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 78,54	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 31,06	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 300,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 350,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 300,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 15,00 / 26,79	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 15,00 / 26,79	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.0 ©	
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij boring met bundels	f	=	1,8				
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	=	1,1				
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	=	1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	=	0,9				
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub>	=	0,1				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	=	0,00005			N/mm <sup>2</sup>	
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	=	0,2				
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 <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
1e rechte deel	24,33	6,00	1,65	Klei	17,07	18,41	27,50
d1	91,85	16,50	1,65	Zand	17,07	19,43	35,00
Neergaande bocht	116,87	19,00	1,65	Zand	17,07	19,66	35,00
Opgaande bocht	169,96	21,00	1,65	Zand	17,07	19,77	35,00
d2	180,87	21,00	1,65	Zand	17,07	19,77	35,00
d3	197,91	19,00	1,65	Zand	17,07	19,66	35,00
3e rechte deel	248,50	9,00	1,65	Zand	17,07	19,23	32,50
Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting	Sondering
1e rechte deel	Geen	-	-	1,00	5,00	Grafiek 1/2 x II	9
d1	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
Neergaande bocht	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek II	9
Opgaande bocht	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek II	9
d2	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
d3	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Geen	9
3e rechte deel	Geen	✓	-	0,00	45,00	Grafiek 1/2 x II	9





\* 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 <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.945.605,78	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 3.572,92	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 204,17	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 30.787,61	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2940	N/mm <sup>1</sup>

**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 N/mm <sup>1</sup>	g	= 0,2940 N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	g <sub>vul</sub>	= 0,235 N/mm <sup>1</sup> +	g <sub>vul</sub>	= 0,235 N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	g <sub>rol</sub>	= 0,5290 N/mm <sup>1</sup>	g <sub>gat</sub>	= 0,5290 N/mm <sup>1</sup>

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

Trekkraft T <sub>1</sub> tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T <sub>1</sub> [N]
Starten met trekken	279,56	<b>26.621</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	248,50	<b>23.663</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	169,96	<b>16.184</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	115,96	<b>11.042</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	24,33	<b>2.317</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,5290 \cdot 0,1$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	T <sub>1</sub> [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	26.621	<b>0,86</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	23.663	<b>0,77</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	16.184	<b>0,53</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	11.042	<b>0,36</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	2.317	<b>0,08</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{30.787,61}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.911}{300.000} = 1.095.497,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.095.497,66}{1.945.606} = \mathbf{0,56 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	0,86	<b>1,23</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	0,77	<b>1,13</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	0,53	<b>0,89</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,36	<b>0,72</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,08	<b>0,44</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,56 + \sigma_t$$

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  $g_{gat} = 0,529 \text{ N/mm}^1$

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  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,367 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	31,06	<b>6.872</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	109,60	-	<b>24.249</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	163,60	<b>36.197</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	255,23	-	<b>56.470</b>
Geheel ingetrokken	279,56	<b>61.853</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,367 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,367 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
d1	0,0018	350	0,0031	<b>1.245</b>
Opgaande bocht	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
d2	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>
d3	0,0018	300,0	0,0037	<b>1.452</b>

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

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

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



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	16.184	24.249	1.245	-	<b>41.678</b>
Opgaande bocht	2.317	56.470	1.245	1.452	<b>61.484</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{bocht}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,50	41.678	<b>3.917</b>
Opgaande bocht	7,50	61.484	<b>5.778</b>

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

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

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

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

## 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]
Na intrekken van $L_5$	23.663	6.872	-	-	-	-	<b>30.535</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	16.184	24.249	1.245	3.917	-	-	<b>45.595</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	11.042	36.197	1.245	3.917	-	-	<b>52.401</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.317	56.470	1.245	3.917	1.452	5.778	<b>71.179</b>
Geheel ingetrokken	0	61.853	1.245	3.917	1.452	5.778	<b>74.245</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	30.535	<b>0,99</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	45.595	<b>1,48</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	52.401	<b>1,70</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	71.179	<b>2,31</b>
Geheel ingetrokken	74.245	<b>2,41</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61}$$

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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 350.000} = 1.327.875,95 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.327.875,95}{1.945.605,78} = \mathbf{0,68 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 300.000} = 1.549.188,61 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.549.188,61}{1.945.605,78} = \mathbf{0,80 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	30.535	0,99	-	<b>0,99</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	45.595	1,48	0,68	<b>1,92</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	52.401	1,70	-	<b>1,70</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	71.179	2,31	0,80	<b>2,83</b>
Geheel ingetrokken	74.245	2,41	-	<b>2,41</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61} = \sigma_t$$

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

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

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.0 ©
---	------------------

### 6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase

#### 6.1 Berekening van de spanningen $\sigma_p$ en $\sigma_{pl}$ 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	$q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	6,00	1,65	Klei	30,98	88,09	119,07	23,81
d1	16,50	1,65	Zand	30,98	317,39	348,37	62,96
Neergaande bocht	19,00	1,65	Zand	30,98	375,21	406,19	73,30
Opgaande bocht	21,00	1,65	Zand	30,98	420,80	451,79	81,36
d2	21,00	1,65	Zand	30,98	420,80	451,79	81,36
d3	19,00	1,65	Zand	30,98	375,21	406,19	73,30
3e rechte deel	9,00	1,65	Zand	30,98	155,47	186,46	35,58

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

#### 6.4 Berekening van de verkeersbelasting $Q_v$

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	6,00	Grafiek ½ x II	1,61	0,51
d1	16,50	Geen	0,00	0,00
Neergaande bocht	19,00	Grafiek II	0,62	0,20
Opgaande bocht	21,00	Grafiek II	0,53	0,17
d2	21,00	Geen	0,00	0,00
d3	19,00	Geen	0,00	0,00
3e rechte deel	9,00	Grafiek ½ x II	0,96	0,30

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

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	-	23,81	0,51	24,31	874,76 <sup>(1)</sup>	<b>4,28</b>
d1	✓	62,96	0,00	62,96	1.799,80 <sup>(2)</sup>	<b>8,82</b>
Neergaande bocht	✓	73,30	0,20	73,50	2.100,99 <sup>(2)</sup>	<b>10,29</b>
Opgaande bocht	✓	81,36	0,17	81,53	2.330,56 <sup>(2)</sup>	<b>11,41</b>
d2	✓	81,36	0,00	81,36	2.325,82 <sup>(2)</sup>	<b>11,39</b>
d3	✓	73,30	0,00	73,30	2.095,36 <sup>(2)</sup>	<b>10,26</b>
3e rechte deel	✓	35,58	0,30	35,89	1.003,27 <sup>(2)</sup>	<b>4,91</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 \quad (1)$$

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

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{204,17}$$

6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
d1	350	0,0031	0,14
Opgaande bocht	300,0	0,0037	0,16
d2	300,0	0,0037	0,16
d3	300,0	0,0037	0,16

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{204,17}$$

6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$ 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{3.572,92}{280^3} = 0,159 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{158,69 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m<sup>2</sup>**



**8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 3.572,92}{280,00^3} = 3,02 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 3.572,92}{280,00^3} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

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	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	4,28	-	0,65	<b>2,78</b>
d1	8,82	0,14	0,65	<b>5,82</b>
Neergaande bocht	10,29	-	0,65	<b>6,69</b>
Opgaande bocht	11,41	0,16	0,65	<b>7,52</b>
d2	11,39	0,16	0,65	<b>7,51</b>
d3	10,26	0,16	0,65	<b>6,77</b>
3e rechte deel	4,91	-	0,65	<b>3,19</b>

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/mm<sup>2</sup>

*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
d1	0,00	0,00	0,68	0,65	<b>0,44</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
d2	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
d3	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

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/mm<sup>2</sup>

**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\delta_Y$ [mm]	$\delta_Y/D_g$ [%]
1e rechte deel	23,81	0,51	-	<b>2,00</b>	0,71
d1	62,96	0,00	0,0031	<b>6,70</b>	2,39
Neergaande bocht	73,30	0,20	-	<b>7,81</b>	2,79
Opgaande bocht	81,36	0,17	0,0037	<b>8,67</b>	3,09
d2	81,36	0,00	0,0037	<b>8,66</b>	3,09
d3	73,30	0,00	0,0037	<b>7,80</b>	2,79
3e rechte deel	35,58	0,30	-	<b>3,53</b>	1,26

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 140,00^3}{350 \cdot 3.572,92}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 280,00 = **22,40 mm**

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	6,00	54,91	29,55	42,23	62,62	4,00
d1	16,50	139,41	59,45	99,43	156,46	106,03
Neergaande bocht	19,00	162,20	69,16	115,68	182,03	114,41
Opgaande bocht	21,00	179,88	76,70	128,29	201,88	120,53
d2	21,00	179,88	76,70	128,29	201,88	120,53
d3	19,00	162,20	69,16	115,68	182,03	114,41
3e rechte deel	9,00	80,60	37,29	58,94	90,61	47,83

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{st}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{lim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	90% $p_{lim}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
1e rechte deel	2,37	0,0086	0,0435	0,04907	0,33	<b>2,99</b>
d1	54,78	0,0010	0,1485	0,1675	2,06	<b>18,55</b>
Neergaande bocht	59,11	0,0011	0,1735	0,1957	2,34	<b>21,04</b>
Opgaande bocht	62,27	0,0012	0,1935	0,2183	2,55	<b>22,95</b>
d2	62,27	0,0012	0,1935	0,2183	2,55	<b>22,95</b>
d3	59,11	0,0011	0,1735	0,1957	2,34	<b>21,04</b>
3e rechte deel	25,69	0,0012	0,0735	0,08292	1,02	<b>9,14</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

**11.1 Tijdens pilot**

Locatie	$R_{p, max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
1e rechte deel	3,00	0,03	0,32	<b>3,24</b>	0,08	<b>0,75</b>
d1	0,83	0,10	0,95	<b>9,46</b>	0,27	<b>2,66</b>
Neergaande bocht	0,80	0,13	1,08	<b>10,77</b>	0,32	<b>3,21</b>
Opgaande bocht	0,78	0,18	1,18	<b>11,77</b>	0,40	<b>4,00</b>
d2	0,78	0,19	1,18	<b>11,77</b>	0,41	<b>4,12</b>
d3	0,80	0,21	1,08	<b>10,77</b>	0,41	<b>4,08</b>
3e rechte deel	0,77	0,27	0,48	<b>4,81</b>	0,35	<b>3,49</b>

## 112 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] 4	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] 5
1e rechte deel	3,00	0,02	0,23	<b>2,30</b>	0,07	<b>0,67</b>
d1	4,66	0,01	0,95	<b>9,46</b>	0,18	<b>1,81</b>
Neergaande bocht	4,48	0,01	1,08	<b>10,77</b>	0,21	<b>2,07</b>
Opgaande bocht	4,37	0,01	1,18	<b>11,77</b>	0,23	<b>2,26</b>
d2	4,37	0,01	1,18	<b>11,77</b>	0,23	<b>2,25</b>
d3	4,48	0,01	1,08	<b>10,77</b>	0,20	<b>2,02</b>
3e rechte deel	4,28	0,00	0,48	<b>4,81</b>	0,09	<b>0,85</b>

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

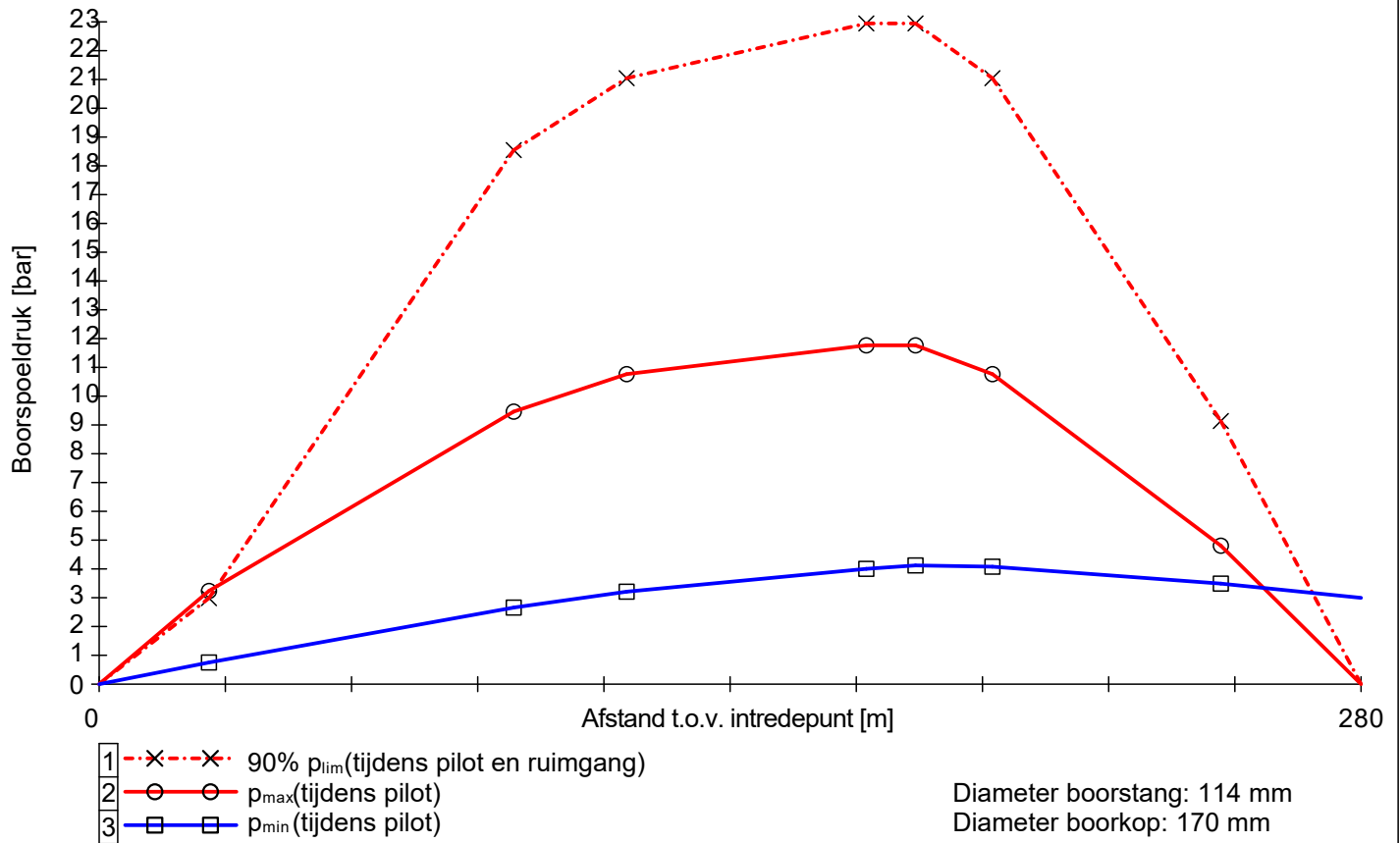
$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

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

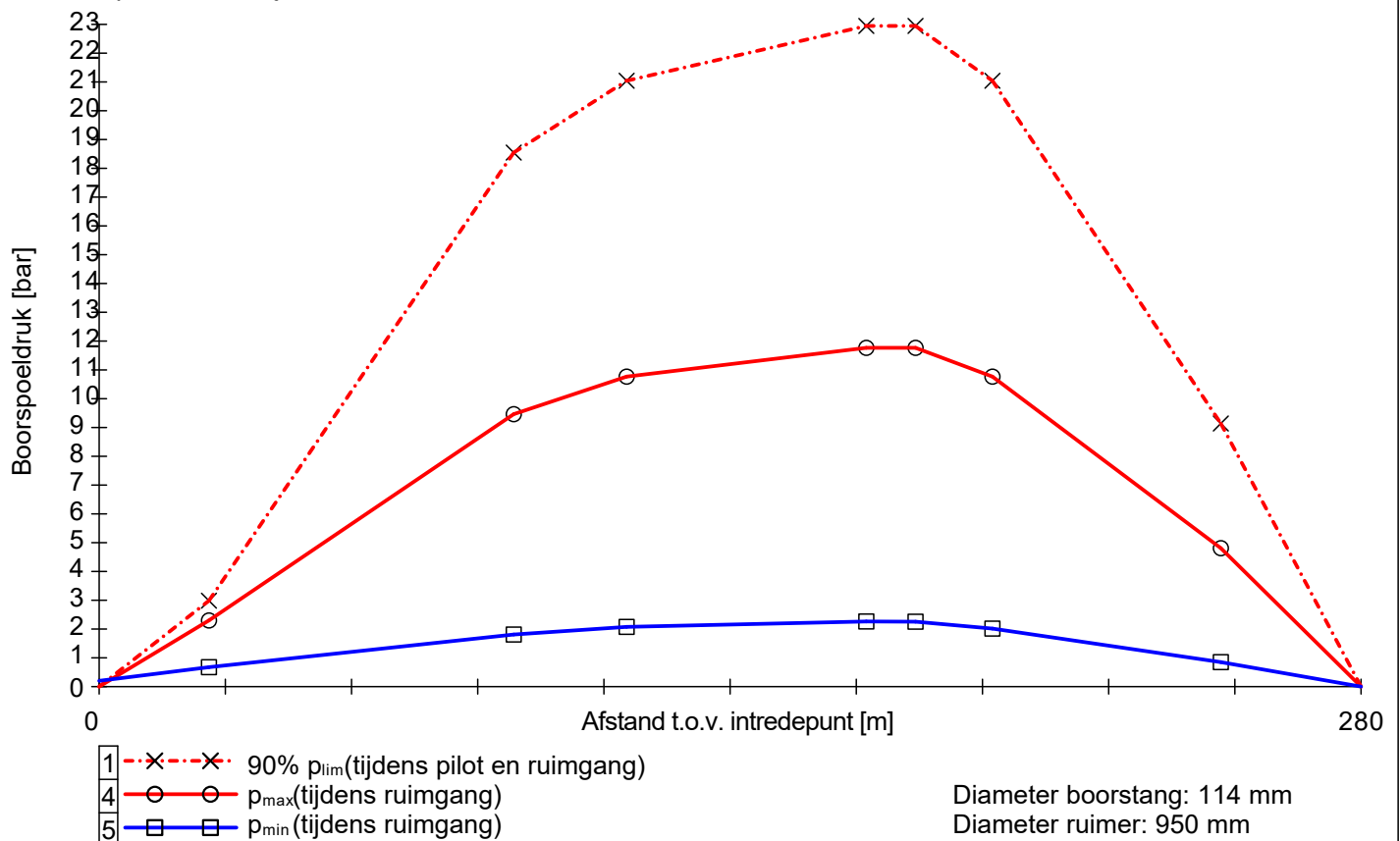
$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$



11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: IJV A+B Boorplannen		
Projectonderdeel	: Alpha HDD Europaweg 4xØ315 mm, sdr 9		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 315,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 35	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,325	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,325	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114	mm
Diameter boorkop	D <sub>p</sub>	= 170	mm
Diameter ruimer	D <sub>g</sub>	= 950	mm
Totale lengte	L	= 803,30	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 23,84	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 91,63	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 593,51	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 78,54	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 15,78	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 300,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 350,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 300,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 15,00 / 26,79	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 15,00 / 26,79	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	
<p>The diagram illustrates the borehole profile with segments L<sub>1</sub> through L<sub>5</sub>, radii R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, and R<sub>r</sub>, and angles <math>\alpha_1</math> and <math>\alpha_2</math>. The total length is L.</p>			

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.0 ©	
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij boring met bundels	f	=	1,8				
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	=	1,1				
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	=	1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	=	0,9				
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f <sub>1</sub>	=	0,1				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	=	0,00005			N/mm <sup>2</sup>	
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	=	0,2				
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 <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
1e rechte deel	23,84	6,20	4,50	Klei	19,06	16,54	15,00
k1.1	44,37	11,00	4,50	Klei	19,85	18,57	22,50
Neergaande bocht	115,47	19,80	5,00	Zand	19,86	19,09	35,00
Sp1	133,15	20,00	5,50	Zand	19,88	19,04	32,50
Sp 2	142,35	20,00	5,50	Zand	19,88	19,04	32,50
k1.4	276,85	16,20	2,50	Zand	19,92	19,10	27,00
k2.1	450,85	15,50	2,50	Zand	15,97	18,32	35,00
k2.2	458,85	17,50	3,00	Zand	16,27	18,53	30,00
k2.3	478,85	17,50	2,50	Zand	15,97	18,54	30,00
k2.4	481,85	15,00	1,80	Zand	15,92	18,10	35,00
Opgaande bocht	708,98	13,80	1,50	Klei	17,00	17,00	17,50
3e rechte deel	787,52	3,60	1,50	Klei	13,66	15,56	15,00
Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting	
1e rechte deel	Geen	-	-	1,00	0,50	Grafiek ½ x II	
k1.1	Geen	✓	0,0490	0,00	1,50	Grafiek ½ x II	
Neergaande bocht	Geen	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek II	
Sp1	Geen	✓	-	0,00	45,00	Grafiek I	
Sp 2	Geen	✓	-	0,00	45,00	Grafiek I	
k1.4	Geen	✓	-	0,00	35,00	Grafiek II	
k2.1	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	
k2.2	Geen	✓	-	0,00	15,00	Grafiek I	
k2.3	Geen	✓	-	0,00	15,00	Grafiek I	
k2.4	Geen	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	
Opgaande bocht	Geen	✓	0,0490	10,00	2,00	Grafiek ½ x II	
3e rechte deel	Geen	-	-	2,50	0,50	Grafiek ½ x II	



\* Niet op schaal



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©		
<b>2. Eigenschappen van de leiding</b>				
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 <sup>4</sup>	
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 1.945.605,78	mm <sup>3</sup>	
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 3.572,92	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>	
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 204,17	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>	
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 30.787,61	mm <sup>2</sup>	
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,2940	N/mm <sup>1</sup>	
<b>3. Berekening van het gewicht van de leiding tijdens het intrekken van de leiding</b>				
	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>		<i>Leiding in boorgat</i>	
Gewicht mediumleiding	$g = 0,2940$	N/mm <sup>1</sup>	$g = 0,2940$	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,325$	N/mm <sup>1</sup> +	$g_{vul} = 0,325$	N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,6190$	N/mm <sup>1</sup>	$g_{gat} = 0,6190$	N/mm <sup>1</sup>
<b>4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds</b>				
<i>4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld</i>				
Trekkraft $T_1$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_1$ [N]		
Starten met trekken	803,30	<b>89.507</b>		
Na intrekken van $L_5$	787,52	<b>87.749</b>		
Na intrekken van $L_5 + L_4$	708,98	<b>78.997</b>		
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	115,47	<b>12.866</b>		
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	23,84	<b>2.656</b>		
$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,6190 \cdot 0,1$				
<i>4.2 Berekening van de optredende spanningen t.g.v. de trekkrachten op rollenbaan/maaiveld</i>				
Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Starten met trekken	89.507	<b>2,91</b>		
Na intrekken van $L_5$	87.749	<b>2,85</b>		
Na intrekken van $L_5 + L_4$	78.997	<b>2,57</b>		
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	12.866	<b>0,42</b>		
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.656	<b>0,09</b>		
$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{30.787,61}$				

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.911}{300.000} = 1.095.497,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.095.497,66}{1.945.606} = \mathbf{0,56 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	2,91	<b>3,27</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2,85	<b>3,22</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	2,57	<b>2,93</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,42	<b>0,78</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,09	<b>0,45</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,56 + \sigma_t$$

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  $g_{gat} = 0,619 \text{ N/mm}^1$

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  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,277 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	15,78	<b>2.980</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	94,32	-	<b>17.812</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	687,83	<b>129.898</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	779,46	-	<b>147.202</b>
Geheel ingetrokken	803,30	<b>151.704</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,277 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (989,60 \cdot 0,00005 + 0,277 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [ $\text{mm}^{-1}$ ]	R [m]	$Q_r$ [ $\text{N/mm}^2$ ]	$T_{3b}$ [N]
k1.1	0,0019	350	0,0035	<b>1.310</b>
Neergaande bocht	0,0019	350	0,0035	<b>1.310</b>
Opgaande bocht	0,0019	300	0,0041	<b>1.528</b>

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

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

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

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	78.997	17.812	1.310	-	<b>98.119</b>
Opgaande bocht	2.656	147.202	1.310	1.528	<b>152.696</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{bocht}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,50	98.119	<b>9.221</b>
Opgaande bocht	7,50	152.696	<b>14.350</b>

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

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

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

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

## 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]
Na intrekken van $L_5$	87.749	2.980	-	-	-	-	<b>90.729</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	78.997	17.812	1.310	9.221	-	-	<b>107.341</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	12.866	129.898	1.310	9.221	-	-	<b>153.294</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	2.656	147.202	1.310	9.221	1.528	14.350	<b>176.267</b>
Geheel ingetrokken	0	151.704	1.310	9.221	1.528	14.350	<b>178.113</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	90.729	<b>2,95</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	107.341	<b>3,49</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	153.294	<b>4,98</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	176.267	<b>5,73</b>
Geheel ingetrokken	178.113	<b>5,79</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61}$$



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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 350.000} = 1.327.875,95 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.327.875,95}{1.945.605,78} = \mathbf{0,68 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{306.432.910,93}{0,9 \cdot 300.000} = 1.549.188,61 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.549.188,61}{1.945.605,78} = \mathbf{0,80 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	90.729	2,95	-	<b>2,95</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	107.341	3,49	0,68	<b>3,93</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	153.294	4,98	-	<b>4,98</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	176.267	5,73	0,80	<b>6,24</b>
Geheel ingetrokken	178.113	5,79	-	<b>5,79</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{30.787,61} = \sigma_t$$

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

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

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.0 ©
---	------------------

### 6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase

#### 6.1 Berekening van de spanningen $\sigma_p$ en $\sigma_{pl}$ 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	$q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	6,20	4,50	Klei	94,35	30,93	125,28	34,11
k1.1	11,00	4,50	Klei	98,26	132,78	231,03	52,30
Neergaande bocht	19,80	5,00	Zand	109,23	310,79	420,02	85,68
Sp1	20,00	5,50	Zand	120,27	303,69	423,96	87,87
Sp 2	20,00	5,50	Zand	120,27	303,69	423,96	87,87
k1.4	16,20	2,50	Zand	54,78	287,84	342,62	64,77
k2.1	15,50	2,50	Zand	43,92	261,98	305,89	55,41
k2.2	17,50	3,00	Zand	53,69	295,55	349,24	64,34
k2.3	17,50	2,50	Zand	43,92	305,91	349,83	62,95
k2.4	15,00	1,80	Zand	31,52	262,81	294,33	51,14
Opgaande bocht	13,80	1,50	Klei	28,05	230,01	258,06	42,54
3e rechte deel	3,60	1,50	Klei	22,54	35,94	58,48	11,81

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

#### 6.4 Berekening van de verkeersbelasting $Q_v$

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	6,20	Grafiek ½ x II	1,55	0,49
k1.1	11,00	Grafiek ½ x II	0,73	0,23
Neergaande bocht	19,80	Grafiek II	0,58	0,18
Sp1	20,00	Grafiek I	1,31	0,41
Sp 2	20,00	Grafiek I	1,31	0,41
k1.4	16,20	Grafiek II	0,81	0,26
k2.1	15,50	Grafiek ½ x II	0,44	0,14
k2.2	17,50	Grafiek I	1,67	0,53
k2.3	17,50	Grafiek I	1,67	0,53
k2.4	15,00	Grafiek ½ x II	0,46	0,15
Opgaande bocht	13,80	Grafiek ½ x II	0,52	0,17
3e rechte deel	3,60	Grafiek ½ x II	3,01	0,95

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

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	-	34,11	0,49	34,59	1.244,69 <sup>(1)</sup>	<b>6,10</b>
k1.1	✓	52,30	0,23	52,53	1.327,84 <sup>(2)</sup>	<b>6,50</b>
Neergaande bocht	✓	85,68	0,18	85,87	2.454,69 <sup>(2)</sup>	<b>12,02</b>
Sp1	✓	87,87	0,41	88,29	2.468,30 <sup>(2)</sup>	<b>12,09</b>
Sp 2	✓	87,87	0,41	88,29	2.468,30 <sup>(2)</sup>	<b>12,09</b>
k1.4	✓	64,77	0,26	65,03	1.724,05 <sup>(2)</sup>	<b>8,44</b>
k2.1	✓	55,41	0,14	55,54	1.587,83 <sup>(2)</sup>	<b>7,78</b>
k2.2	✓	64,34	0,53	64,86	1.771,51 <sup>(2)</sup>	<b>8,68</b>
k2.3	✓	62,95	0,53	63,47	1.733,51 <sup>(2)</sup>	<b>8,49</b>
k2.4	✓	51,14	0,15	51,28	1.465,93 <sup>(2)</sup>	<b>7,18</b>
Opgaande bocht	✓	42,54	0,17	42,71	1.018,86 <sup>(2)</sup>	<b>4,99</b>
3e rechte deel	-	11,81	0,95	12,76	458,96 <sup>(1)</sup>	<b>2,25</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 \quad (1)$$

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

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 140,00$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{204,17}$$

6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  t.g.v. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
k1.1	350	0,0035	0,15
Neergaande bocht	350	0,0035	0,15
Opgaande bocht	300	0,0041	0,18

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 315 \cdot \frac{157,50}{204,17}$$

6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$ 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{3.572,92}{280^3} = 0,159 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{158,69 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m<sup>2</sup>

**8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 3.572,92}{280,00^3} = 3,02 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 3.572,92}{280,00^3} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

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	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	6,10	-	0,65	<b>3,96</b>
k1.1	6,50	0,15	0,65	<b>4,33</b>
Neergaande bocht	12,02	0,15	0,65	<b>7,91</b>
Sp1	12,09	-	0,65	<b>7,86</b>
Sp 2	12,09	-	0,65	<b>7,86</b>
k1.4	8,44	-	0,65	<b>5,49</b>
k2.1	7,78	-	0,65	<b>5,06</b>
k2.2	8,68	-	0,65	<b>5,64</b>
k2.3	8,49	-	0,65	<b>5,52</b>
k2.4	7,18	-	0,65	<b>4,67</b>
Opgaande bocht	4,99	0,18	0,65	<b>3,36</b>
3e rechte deel	2,25	-	0,65	<b>1,46</b>

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	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k1.1	0,00	0,00	0,68	0,65	<b>0,44</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,68	0,65	<b>0,44</b>
Sp1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Sp 2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k1.4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k2.1	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k2.2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k2.3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
k2.4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,80	0,65	<b>0,52</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

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/mm<sup>2</sup>

## 10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\delta_y$ [mm]	$\delta_y/D_g$ [%]
1e rechte deel	34,11	0,49	-	<b>1,40</b>	0,50
k1.1	52,30	0,23	0,0035	<b>3,49</b>	1,25
Neergaande bocht	85,68	0,18	0,0035	<b>9,13</b>	3,26
Sp1	87,87	0,41	-	<b>8,71</b>	3,11
Sp 2	87,87	0,41	-	<b>8,71</b>	3,11
k1.4	64,77	0,26	-	<b>5,29</b>	1,89
k2.1	55,41	0,14	-	<b>5,90</b>	2,11
k2.2	64,34	0,53	-	<b>5,88</b>	2,10
k2.3	62,95	0,53	-	<b>5,76</b>	2,06
k2.4	51,14	0,15	-	<b>5,45</b>	1,95
Opgaande bocht	42,54	0,17	0,0041	<b>2,11</b>	0,75
3e rechte deel	11,81	0,95	-	<b>0,50</b>	0,18

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 140,00^3}{350 \cdot 3.572,92}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 280,00 = **22,40** mm

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	6,20	86,53	64,14	75,34	95,80	0,53
k1.1	11,00	125,94	77,74	101,84	140,81	2,25
Neergaande bocht	19,80	199,12	84,91	142,01	223,47	123,70
Sp1	20,00	205,38	95,03	150,21	230,91	75,16
Sp 2	20,00	205,38	95,03	150,21	230,91	75,16
k1.4	16,20	146,15	79,80	112,98	164,27	50,19
k2.1	15,50	122,80	52,37	87,59	137,82	99,47
k2.2	17,50	143,63	71,82	107,72	161,59	21,44
k2.3	17,50	139,11	69,56	104,34	156,50	21,20
k2.4	15,00	111,25	47,44	79,35	124,86	95,56
Opgaande bocht	13,80	90,27	63,13	76,70	109,30	2,54
3e rechte deel	3,60	27,33	20,26	23,80	32,37	0,23

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{st}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{lim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	90% $p_{lim}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
1e rechte deel	0,51	0,040	0,0170	0,01918	0,21	<b>1,85</b>
k1.1	1,54	0,025	0,0650	0,07333	0,45	<b>4,09</b>
Neergaande bocht	63,91	0,0013	0,1480	0,1670	2,69	<b>24,17</b>
Sp1	40,37	0,0020	0,1450	0,1636	2,17	<b>19,55</b>
Sp 2	40,37	0,0020	0,1450	0,1636	2,17	<b>19,55</b>
k1.4	30,19	0,0017	0,1370	0,1546	1,34	<b>12,06</b>
k2.1	51,39	0,00098	0,1300	0,1467	1,85	<b>16,68</b>
k2.2	12,06	0,0045	0,1450	0,1636	1,13	<b>10,14</b>
k2.3	11,93	0,0044	0,1500	0,1692	1,11	<b>9,96</b>
k2.4	49,37	0,00092	0,1320	0,1489	1,73	<b>15,54</b>
Opgaande bocht	2,12	0,015	0,1230	0,1388	0,46	<b>4,15</b>
3e rechte deel	0,22	0,040	0,0210	0,02369	0,09	<b>0,83</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

## 11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
1e rechte deel	3,10	0,03	0,21	<b>2,05</b>	0,04	<b>0,45</b>
k1.1	5,50	0,05	0,45	<b>4,54</b>	0,12	<b>1,21</b>
Neergaande bocht	0,75	0,12	1,21	<b>12,07</b>	0,29	<b>2,91</b>
Sp1	0,60	0,14	1,02	<b>10,22</b>	0,31	<b>3,06</b>
Sp 2	0,60	0,15	1,02	<b>10,22</b>	0,32	<b>3,16</b>
k1.4	0,65	0,30	0,71	<b>7,06</b>	0,45	<b>4,51</b>
k2.1	0,86	0,48	0,85	<b>8,49</b>	0,63	<b>6,30</b>
k2.2	0,40	0,49	0,59	<b>5,86</b>	0,66	<b>6,55</b>
k2.3	0,41	0,51	0,58	<b>5,80</b>	0,68	<b>6,82</b>
k2.4	0,89	0,52	0,80	<b>7,98</b>	0,67	<b>6,65</b>
Opgaande bocht	6,90	0,76	0,46	<b>4,61</b>	0,90	<b>8,98</b>
3e rechte deel	1,80	0,84	0,09	<b>0,92</b>	0,87	<b>8,67</b>

## 11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
1e rechte deel	3,10	0,06	0,19	<b>1,88</b>	0,08	<b>0,75</b>
k1.1	5,50	0,05	0,43	<b>4,28</b>	0,13	<b>1,28</b>
Neergaande bocht	4,21	0,05	1,21	<b>12,07</b>	0,22	<b>2,16</b>
Sp1	3,36	0,05	1,02	<b>10,22</b>	0,21	<b>2,12</b>
Sp 2	3,36	0,05	1,02	<b>10,22</b>	0,21	<b>2,11</b>
k1.4	3,64	0,04	0,71	<b>7,06</b>	0,19	<b>1,92</b>
k2.1	4,80	0,03	0,85	<b>8,49</b>	0,17	<b>1,72</b>
k2.2	2,25	0,02	0,59	<b>5,86</b>	0,19	<b>1,88</b>
k2.3	2,27	0,02	0,58	<b>5,80</b>	0,19	<b>1,93</b>
k2.4	4,95	0,02	0,80	<b>7,98</b>	0,17	<b>1,72</b>
Opgaande bocht	6,90	0,01	0,44	<b>4,39</b>	0,15	<b>1,46</b>
3e rechte deel	1,80	0,00	0,08	<b>0,77</b>	0,02	<b>0,25</b>

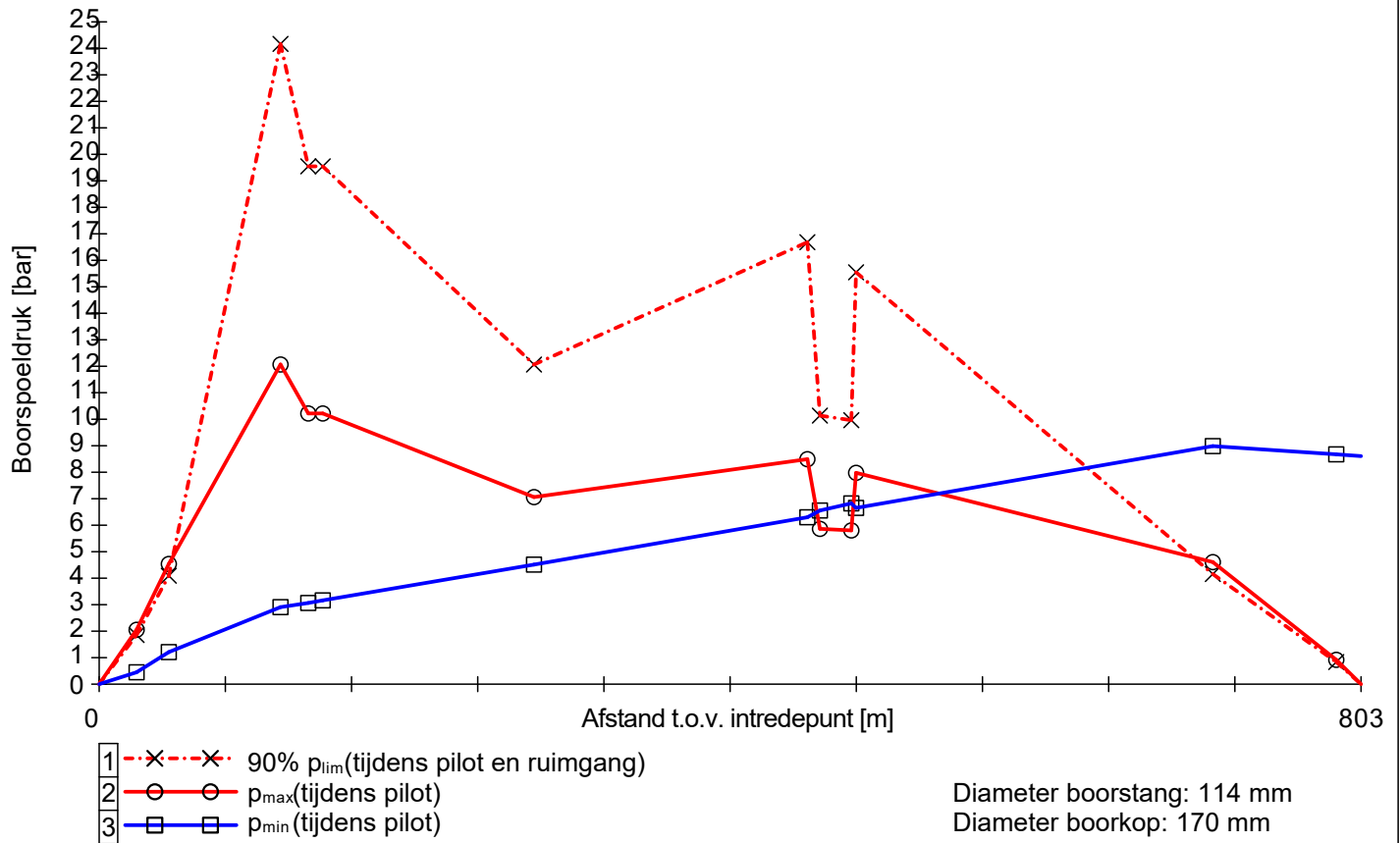
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

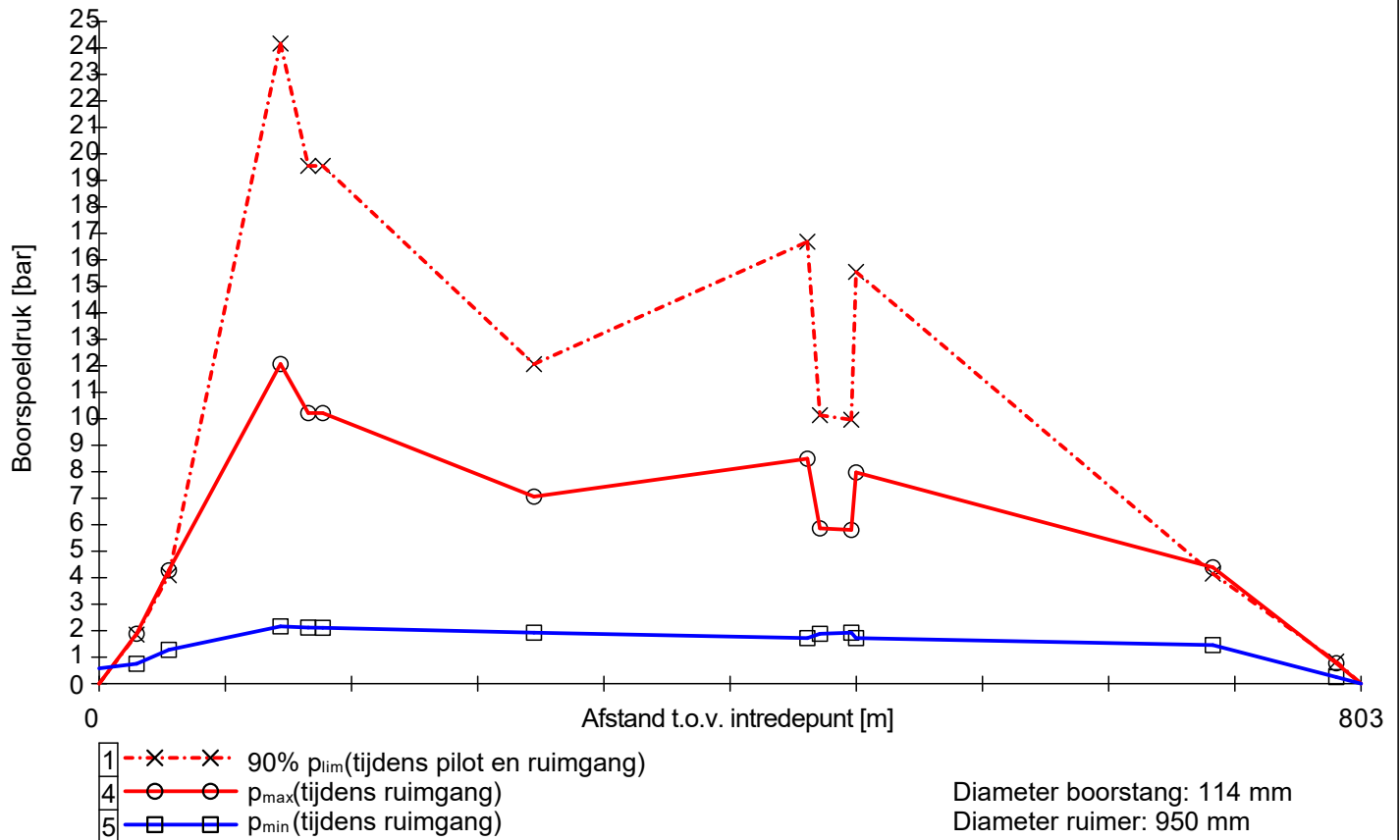
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot



11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen

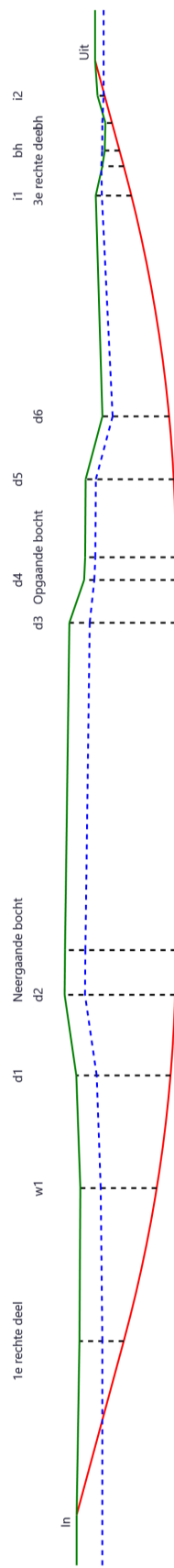




Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
<b>Algemene gegevens</b>			
Naam van het project	: IJV A+B Boorplannen		
Projectonderdeel	: Alpha HDD station Borssele 4x Ø355 mm, SDR 9		
<b>Materiaalgegevens</b>			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M$	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g$	= 16,0·10 <sup>-5</sup>	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma$	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L$	= 9,55	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta$	= 8,00	%
<b>Leidinggegevens</b>			
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub>	= 355,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub>	= 39,4	mm
<b>Procesgegevens</b>			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
<b>Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken</b>			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet		= 100	%
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_m$	= 11,5	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y$	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,300	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,300	N/mm <sup>1</sup>
Diameter boorstang	D <sub>b</sub>	= 114	mm
Diameter boorkop	D <sub>p</sub>	= 170	mm
Diameter ruimer	D <sub>g</sub>	= 1100	mm
Totale lengte	L	= 292,54	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub>	= 35,72	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub>	= 78,54	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub>	= 78,00	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub>	= 78,54	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub>	= 21,74	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub>	= 300,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub>	= 300,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub>	= 300,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1$	= 15,00 / 26,79	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2$	= 15,00 / 26,79	° / %
Belastinghoek	$\alpha$	= 30	°
Ondersteuningshoek	$\beta$	= 30	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma$	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma$	= 1,1	

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020						Sigma 2020 2.0 ©	
Onzekerheids- en wrijvingsfactoren							
Totaalfactor bij boring met bundels	f	=	1,8				
Belastingfactor, bovengronds	f <sub>k,b</sub>	=	1,1				
Belastingfactor, ondergronds	f <sub>k,o</sub>	=	1,4				
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f <sub>r,o</sub>	=	0,9				
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f <sub>1</sub>	=	0,3				
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f <sub>2</sub>	=	0,00005		N/mm <sup>2</sup>		
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f <sub>3</sub>	=	0,2				
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 <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvings- hoek grond [°]
1e rechte deel	35,72	8,70	4,50	Klei	19,06	14,47	22,50
w1	66,16	15,00	4,00	Zand	19,47	17,00	27,00
d1	88,75	18,50	4,00	Klei	19,47	17,50	17,50
d2	105,11	21,70	4,00	Zand	19,47	17,93	35,00
Neergaande bocht	114,26	21,75	4,00	Zand	19,47	17,94	35,00
d3	179,25	20,90	4,00	Zand	19,47	17,79	32,50
d4	187,75	18,00	2,00	Klei	19,62	17,87	22,50
Opgaande bocht	192,26	17,80	2,00	Zand	19,62	17,85	25,00
d5	207,75	17,30	2,00	Klei	19,62	17,83	22,50
d6	220,27	13,10	2,00	Zand	19,62	17,20	30,00
i1	264,77	7,00	1,20	Klei	19,42	18,03	17,50
3e rechte deel	270,80	4,20	-0,20	Klei	0,00	20,36	17,50
bh	274,02	2,90	-0,50	Zand	0,00	20,85	35,00
bh	279,70	1,30	-0,60	Zand	0,00	20,67	35,00
i2	285,29	1,40	1,20	Zand	19,42	20,89	35,00
Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Hor. steun- druk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting	Sondering
1e rechte deel	Geen	-	-	0,00	1,50	Grafiek II	14
w1	Geen	✓	0,0400	0,00	35,00	Grafiek II	14
d1	Geen	✓	0,0090	5,00	2,00	Grafiek ½ x II	14
d2	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	14
Neergaande bocht	Geen	✓	0,0400	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	14
d3	Geen	✓	-	0,00	45,00	Grafiek I	14
d4	Geen	✓	-	0,00	1,50	Grafiek ½ x II	14
Opgaande bocht	Geen	✓	0,0400	0,00	15,00	Grafiek II	14
d5	Geen	✓	0,0090	0,00	1,50	Grafiek II	14
d6	Geen	✓	0,0400	0,00	15,00	Grafiek ½ x II	14
i1	Geen	✓	0,0090	0,00	1,00	Geen	14
3e rechte deel	Geen	-	-	0,00	1,00	Geen	14
bh	Geen	-	-	0,00	75,00	Geen	14
bh	Geen	-	-	0,00	75,00	Geen	14
i2	Geen	-	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II	14

01-04-2021 16:45:59



\* Niet op schaal

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.0 ©
---	------------------

## 2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 276,20	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 315,60	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 355,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 177,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 138,10	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 157,80	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 493.950.634,56	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 2.782.820,48	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 5.096,92	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 258,73	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 39.064,57	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,3731	N/mm <sup>1</sup>

## 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	$g = 0,3731$	N/mm <sup>1</sup>	$g = 0,3731$	N/mm <sup>1</sup>
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,300$	N/mm <sup>1</sup> +	$g_{vul} = 0,300$	N/mm <sup>1</sup> +
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,6731$	N/mm <sup>1</sup>	$g_{gat} = 0,6731$	N/mm <sup>1</sup>

## 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	292,54	<b>106.325</b>
Na intrekken van $L_5$	270,80	<b>98.424</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	192,26	<b>69.878</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	114,26	<b>41.528</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	35,72	<b>12.983</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,8 \cdot L \cdot 0,6731 \cdot 0,3$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	106.325	<b>2,72</b>
Na intrekken van $L_5$	98.424	<b>2,52</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	69.878	<b>1,79</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	41.528	<b>1,06</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	12.983	<b>0,33</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{39.064,57}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{493.950.635}{300.000} = 1.765.873,52 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.765.873,52}{2.782.820} = \mathbf{0,63 \text{ N/mm}^2}$$

*4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld*

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	2,72	<b>3,13</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2,52	<b>2,93</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	1,79	<b>2,20</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	1,06	<b>1,48</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,33	<b>0,74</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,63 + \sigma_t$$

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:  $D_{e,omtrek} = 1.115,27 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat  $g_{gat} = 0,673 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof:  $g_{opw} = \rho_m \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,5 \cdot 355,00^2 \cdot \pi/4 = 1,138 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,465 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	21,74	<b>5.823</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	100,28	-	<b>26.860</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	178,28	<b>47.752</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	256,82	-	<b>68.788</b>
Geheel ingetrokken	292,54	<b>78.356</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (1.115,27 \cdot 0,00005 + 0,465 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,8 \cdot L \cdot (1.115,27 \cdot 0,00005 + 0,465 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
w1	0,0016	300	0,0044	<b>2.141</b>
d1	0,0011	300	0,0021	<b>1.474</b>
d2	0,0016	300	0,0044	<b>2.141</b>
Neergaande bocht	0,0016	300	0,0044	<b>2.141</b>
Opgaande bocht	0,0016	300	0,0044	<b>2.141</b>
d5	0,0011	300	0,0021	<b>1.474</b>
d6	0,0016	300	0,0044	<b>2.141</b>
i1	0,0011	300	0,0021	<b>1.474</b>

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,8 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 355 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	69.878	26.860	2.141	-	<b>98.878</b>
Opgaande bocht	12.983	68.788	2.141	2.141	<b>86.052</b>

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

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

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{bocht}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	7,50	98.878	<b>9.292</b>
Opgaande bocht	7,50	86.052	<b>8.087</b>

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

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

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

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

## 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]
Na intrekken van $L_5$	98.424	5.823	-	-	-	-	<b>104.247</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	69.878	26.860	2.141	9.292	-	-	<b>108.171</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	41.528	47.752	2.141	9.292	-	-	<b>100.713</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	12.983	68.788	2.141	9.292	2.141	8.087	<b>103.432</b>
Geheel ingetrokken	0	78.356	2.141	9.292	2.141	8.087	<b>100.017</b>

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

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	104.247	<b>2,67</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	108.171	<b>2,77</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	100.713	<b>2,58</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	103.432	<b>2,65</b>
Geheel ingetrokken	100.017	<b>2,56</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{39.064,57}$$

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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{493.950.634,56}{0,9 \cdot 300.000} = 2.497.194,87 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{2.497.194,87}{2.782.820,48} = \mathbf{0,90 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{493.950.634,56}{0,9 \cdot 300.000} = 2.497.194,87 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{2.497.194,87}{2.782.820,48} = \mathbf{0,90 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	104.247	2,67	-	<b>2,67</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	108.171	2,77	0,90	<b>3,35</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	100.713	2,58	-	<b>2,58</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	103.432	2,65	0,90	<b>3,23</b>
Geheel ingetrokken	100.017	2,56	-	<b>2,56</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{39.064,57} = \sigma_t$$

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

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

**6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase***6.1 Berekening van de spanningen  $\sigma_p$  en  $\sigma_{pl}$  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	$Q_{\text{droog}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{nat}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_{\text{totaal}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	8,70	4,50	Klei	94,35	66,85	161,20	42,32
w1	15,00	4,00	Zand	85,67	205,70	291,37	64,39
d1	18,50	4,00	Klei	85,67	279,13	364,79	78,03
d2	21,70	4,00	Zand	85,67	349,10	434,77	91,51
Neergaande bocht	21,75	4,00	Zand	85,67	350,28	435,95	91,75
d3	20,90	4,00	Zand	85,67	330,72	416,38	87,82
d4	18,00	2,00	Klei	43,16	314,51	357,68	70,17
Opgaande bocht	17,80	2,00	Zand	43,16	310,23	353,40	69,37
d5	17,30	2,00	Klei	43,16	300,08	343,24	67,54
d6	13,10	2,00	Zand	43,16	210,01	253,18	50,47
i1	7,00	1,20	Klei	25,63	115,03	140,67	29,35
3e rechte deel	4,20	-0,20	Klei	0,00	94,06	94,06	18,48
bh	2,90	-0,50	Zand	0,00	66,51	66,51	13,32
bh	1,30	-0,60	Zand	0,00	29,56	29,56	5,88
i2	1,40	1,20	Zand	25,63	4,60	30,23	10,02

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$ 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
1e rechte deel	8,70	Grafiek II	2,02	0,72
w1	15,00	Grafiek II	0,92	0,33
d1	18,50	Grafiek ½ x II	0,33	0,12
d2	21,70	Grafiek ½ x II	0,25	0,09
Neergaande bocht	21,75	Grafiek ½ x II	0,25	0,09
d3	20,90	Grafiek I	1,21	0,43
d4	18,00	Grafiek ½ x II	0,34	0,12
Opgaande bocht	17,80	Grafiek II	0,70	0,25
d5	17,30	Grafiek II	0,73	0,26
d6	13,10	Grafiek ½ x II	0,57	0,20
i1	7,00	Geen	0,00	0,00
3e rechte deel	4,20	Geen	0,00	0,00
bh	2,90	Geen	0,00	0,00
bh	1,30	Geen	0,00	0,00
i2	1,40	Grafiek ½ x II	11,15	3,96

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 355$$

## 6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	-	42,32	0,72	43,03	1.745,11 <sup>(1)</sup>	<b>6,74</b>
w1	✓	64,39	0,33	64,71	1.933,90 <sup>(2)</sup>	<b>7,47</b>
d1	✓	78,03	0,12	78,14	2.101,16 <sup>(2)</sup>	<b>8,12</b>
d2	✓	91,51	0,09	91,59	2.951,30 <sup>(2)</sup>	<b>11,41</b>
Neergaande bocht	✓	91,75	0,09	91,84	2.959,09 <sup>(2)</sup>	<b>11,44</b>
d3	✓	87,82	0,43	88,25	2.781,01 <sup>(2)</sup>	<b>10,75</b>
d4	✓	70,17	0,12	70,30	2.002,81 <sup>(2)</sup>	<b>7,74</b>
Opgaande bocht	✓	69,37	0,25	69,61	2.037,67 <sup>(2)</sup>	<b>7,88</b>
d5	✓	67,54	0,26	67,80	1.931,56 <sup>(2)</sup>	<b>7,47</b>
d6	✓	50,47	0,20	50,67	1.559,92 <sup>(2)</sup>	<b>6,03</b>
i1	✓	29,35	0,00	29,35	789,09 <sup>(2)</sup>	<b>3,05</b>
3e rechte deel	-	18,48	0,00	18,48	749,55 <sup>(1)</sup>	<b>2,90</b>
bh	-	13,32	0,00	13,32	540,05 <sup>(1)</sup>	<b>2,09</b>
bh	-	5,88	0,00	5,88	238,39 <sup>(1)</sup>	<b>0,92</b>
i2	-	10,02	3,96	13,98	566,94 <sup>(1)</sup>	<b>2,19</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 157,80 \quad (1)$$

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

$$M_q = 0,257 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 157,80 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 157,80$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{258,73}$$



6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
w1	300	0,0044	0,19
d1	300	0,0021	0,091
d2	300	0,0044	0,19
Neergaande bocht	300	0,0044	0,19
Opgaande bocht	300	0,0044	0,19
d5	300	0,0021	0,091
d6	300	0,0044	0,19
i1	300	0,0021	0,091

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,179 \cdot Q_r \cdot 355 \cdot \frac{177,50}{258,73}$$

6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$ 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{5.096,92}{315,6^3} = 0,158 \text{ N/mm}^2 = 158,09 \text{ kN/m}^2$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = 2 kN/m<sup>2</sup>

## 8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 5.096,92}{315,60^3} = 3,01 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 5.096,92}{315,60^3} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **54,05** m grondwater boven de leiding

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

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	6,74	-	0,65	<b>4,38</b>
w1	7,47	0,19	0,65	<b>4,98</b>
d1	8,12	0,091	0,65	<b>5,34</b>
d2	11,41	0,19	0,65	<b>7,54</b>
Neergaande bocht	11,44	0,19	0,65	<b>7,56</b>
d3	10,75	-	0,65	<b>6,99</b>
d4	7,74	-	0,65	<b>5,03</b>
Opgaande bocht	7,88	0,19	0,65	<b>5,24</b>
d5	7,47	0,091	0,65	<b>4,91</b>
d6	6,03	0,19	0,65	<b>4,04</b>
i1	3,05	0,091	0,65	<b>2,04</b>
3e rechte deel	2,90	-	0,65	<b>1,88</b>
bh	2,09	-	0,65	<b>1,36</b>
bh	0,92	-	0,65	<b>0,60</b>
i2	2,19	-	0,65	<b>1,42</b>

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/mm<sup>2</sup>

*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
w1	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
d1	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
d2	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
d3	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
d4	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
d5	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
d6	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
i1	0,00	0,00	0,90	0,65	<b>0,58</b>
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
bh	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
bh	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
i2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

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/mm<sup>2</sup>

**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>y</sub> [mm]	δ <sub>y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
1e rechte deel	42,32	0,72	-	<b>2,85</b>	0,90
w1	64,39	0,33	0,0044	<b>5,28</b>	1,67
d1	78,03	0,12	0,0021	<b>3,88</b>	1,23
d2	91,51	0,09	0,0044	<b>9,78</b>	3,10
Neergaande bocht	91,75	0,09	0,0044	<b>9,80</b>	3,11
d3	87,82	0,43	-	<b>8,73</b>	2,77
d4	70,17	0,12	-	<b>4,70</b>	1,49
Opgaande bocht	69,37	0,25	0,0044	<b>5,23</b>	1,66
d5	67,54	0,26	0,0021	<b>4,52</b>	1,43
d6	50,47	0,20	0,0044	<b>4,62</b>	1,46
i1	29,35	0,00	0,0021	<b>1,46</b>	0,46
3e rechte deel	18,48	0,00	-	<b>0,92</b>	0,29
bh	13,32	0,00	-	<b>1,42</b>	0,45
bh	5,88	0,00	-	<b>0,63</b>	0,20
i2	10,02	3,96	-	<b>1,28</b>	0,41

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 157,80^3}{350 \cdot 5.096,92}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 315,60 = \mathbf{25,25 \text{ mm}}$$

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1e rechte deel	8,70	91,22	56,31	73,77	102,00	1,73
w1	15,00	130,80	71,42	101,11	147,01	47,14
d1	18,50	156,48	109,43	132,95	177,70	3,76
d2	21,70	182,31	77,74	130,03	204,61	120,41
Neergaande bocht	21,75	182,79	77,94	130,37	205,14	120,57
d3	20,90	175,12	81,03	128,07	196,89	70,78
d4	18,00	135,60	83,71	109,65	151,62	2,59
Opgaande bocht	17,80	134,06	77,41	105,73	150,42	20,97
d5	17,30	130,67	80,67	105,67	146,11	2,51
d6	13,10	98,24	49,12	73,68	110,52	17,89
i1	7,00	58,25	40,74	49,49	64,38	0,86
3e rechte deel	4,20	35,74	24,99	30,36	39,50	0,59
bh	2,90	25,97	11,07	18,52	29,14	45,93
bh	1,30	11,43	4,87	8,15	12,83	30,52
i2	1,40	22,98	9,80	16,39	25,79	39,85

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>st</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>lim</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	90% p <sub>lim</sub> [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
1e rechte deel	1,18	0,024	0,0420	0,04738	0,33	<b>2,96</b>
w1	28,35	0,0016	0,1100	0,1241	1,20	<b>10,83</b>
d1	3,13	0,014	0,1450	0,1636	0,65	<b>5,81</b>
d2	62,21	0,0012	0,1770	0,1997	2,55	<b>22,97</b>
Neergaande bocht	62,29	0,0012	0,1775	0,2002	2,56	<b>23,02</b>
d3	38,01	0,0018	0,1690	0,1907	1,96	<b>17,62</b>
d4	1,77	0,024	0,1600	0,1805	0,59	<b>5,28</b>
Opgaande bocht	13,29	0,0034	0,1580	0,1782	0,97	<b>8,77</b>
d5	1,72	0,024	0,1530	0,1726	0,57	<b>5,09</b>
d6	10,06	0,0037	0,1110	0,1252	0,83	<b>7,45</b>
i1	0,72	0,021	0,0580	0,06543	0,22	<b>1,94</b>
3e rechte deel	0,50	0,018	0,0440	0,04964	0,14	<b>1,29</b>
bh	23,73	0,00045	0,0340	0,03836	0,52	<b>4,67</b>
bh	15,77	0,00030	0,0190	0,02143	0,27	<b>2,40</b>
i2	20,59	0,00046	0,0020	0,002256	0,43	<b>3,85</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

### 11.1 Tijdens pilot

Locatie	R <sub>p,max</sub> [m]	Δp [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>max</sub> [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	p <sub>min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	p <sub>min</sub> [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
1e rechte deel	4,35	0,04	0,33	<b>3,27</b>	0,09	<b>0,86</b>
w1	0,67	0,07	0,63	<b>6,27</b>	0,19	<b>1,95</b>
d1	9,25	0,10	0,65	<b>6,45</b>	0,26	<b>2,59</b>
d2	0,78	0,11	1,17	<b>11,68</b>	0,31	<b>3,12</b>
Neergaande bocht	0,78	0,12	1,17	<b>11,71</b>	0,32	<b>3,23</b>
d3	0,63	0,19	0,94	<b>9,43</b>	0,38	<b>3,83</b>
d4	9,00	0,20	0,59	<b>5,87</b>	0,38	<b>3,82</b>
Opgaande bocht	0,46	0,21	0,56	<b>5,59</b>	0,38	<b>3,84</b>
d5	8,65	0,22	0,56	<b>5,65</b>	0,40	<b>3,95</b>
d6	0,44	0,24	0,43	<b>4,33</b>	0,36	<b>3,61</b>
i1	3,50	0,28	0,21	<b>2,15</b>	0,35	<b>3,49</b>
3e rechte deel	2,10	0,29	0,14	<b>1,41</b>	0,34	<b>3,40</b>
bh	1,27	0,29	0,24	<b>2,36</b>	0,33	<b>3,32</b>
bh	0,65	0,30	0,08	<b>0,75</b>	0,32	<b>3,21</b>
i2	0,70	0,31	0,12	<b>1,21</b>	0,31	<b>3,08</b>



## 112 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta p$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
1e rechte deel	4,35	0,02	0,29	<b>2,91</b>	0,06	<b>0,63</b>
w1	4,32	0,01	0,63	<b>6,27</b>	0,14	<b>1,38</b>
d1	9,25	0,01	0,62	<b>6,20</b>	0,18	<b>1,76</b>
d2	5,02	0,01	1,17	<b>11,68</b>	0,21	<b>2,11</b>
Neergaande bocht	5,02	0,01	1,17	<b>11,71</b>	0,21	<b>2,11</b>
d3	4,09	0,01	0,94	<b>9,43</b>	0,20	<b>1,98</b>
d4	9,00	0,01	0,57	<b>5,70</b>	0,19	<b>1,87</b>
Opgaande bocht	3,00	0,01	0,56	<b>5,59</b>	0,18	<b>1,84</b>
d5	8,65	0,01	0,55	<b>5,48</b>	0,18	<b>1,78</b>
d6	2,87	0,00	0,43	<b>4,33</b>	0,13	<b>1,30</b>
i1	3,50	0,00	0,19	<b>1,90</b>	0,07	<b>0,67</b>
3e rechte deel	2,10	0,00	0,11	<b>1,13</b>	0,05	<b>0,51</b>
bh	1,45	0,00	0,09	<b>0,93</b>	0,04	<b>0,39</b>
bh	0,65	0,00	0,03	<b>0,33</b>	0,02	<b>0,22</b>
i2	0,70	0,00	0,03	<b>0,33</b>	0,00	<b>0,03</b>

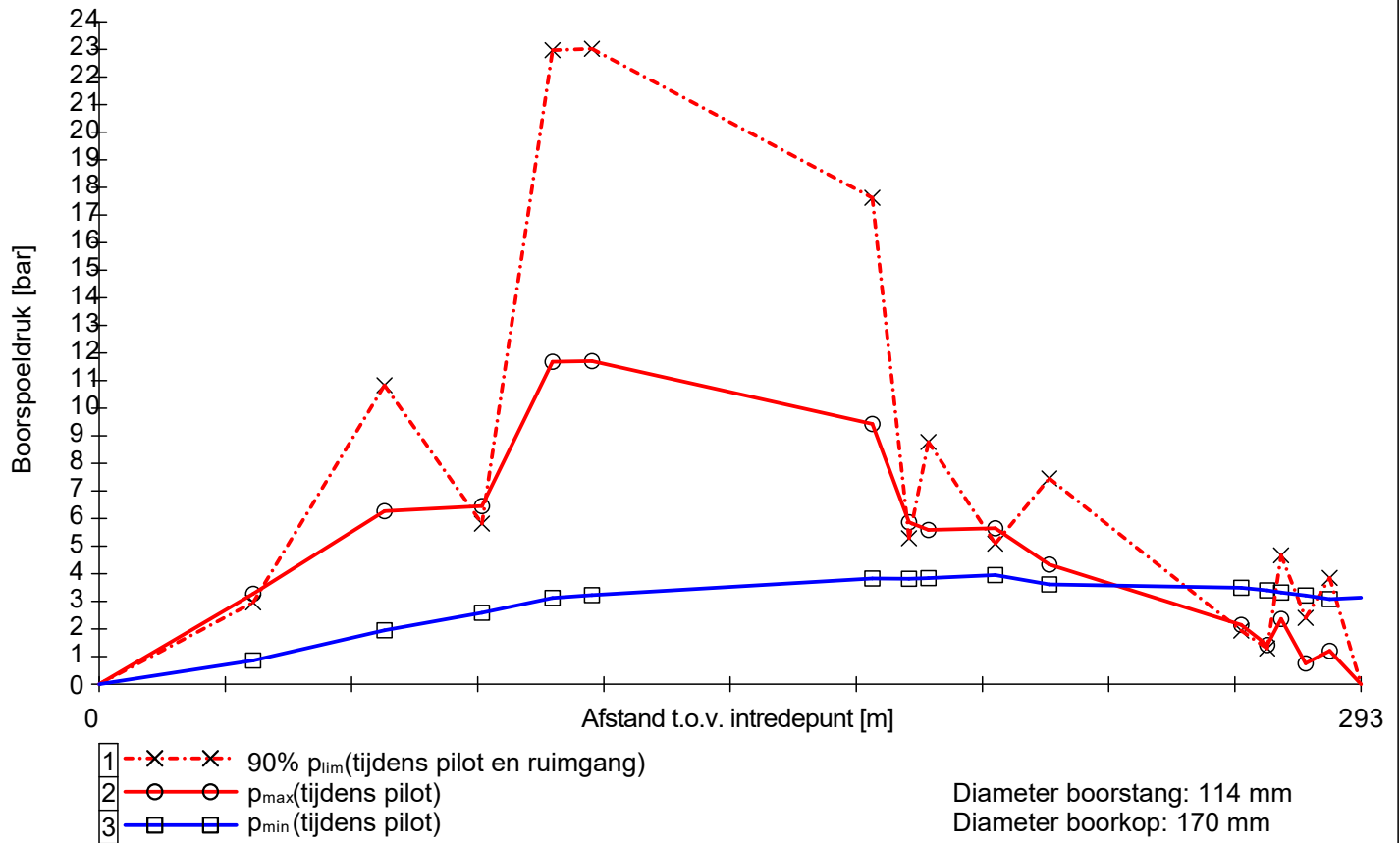
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

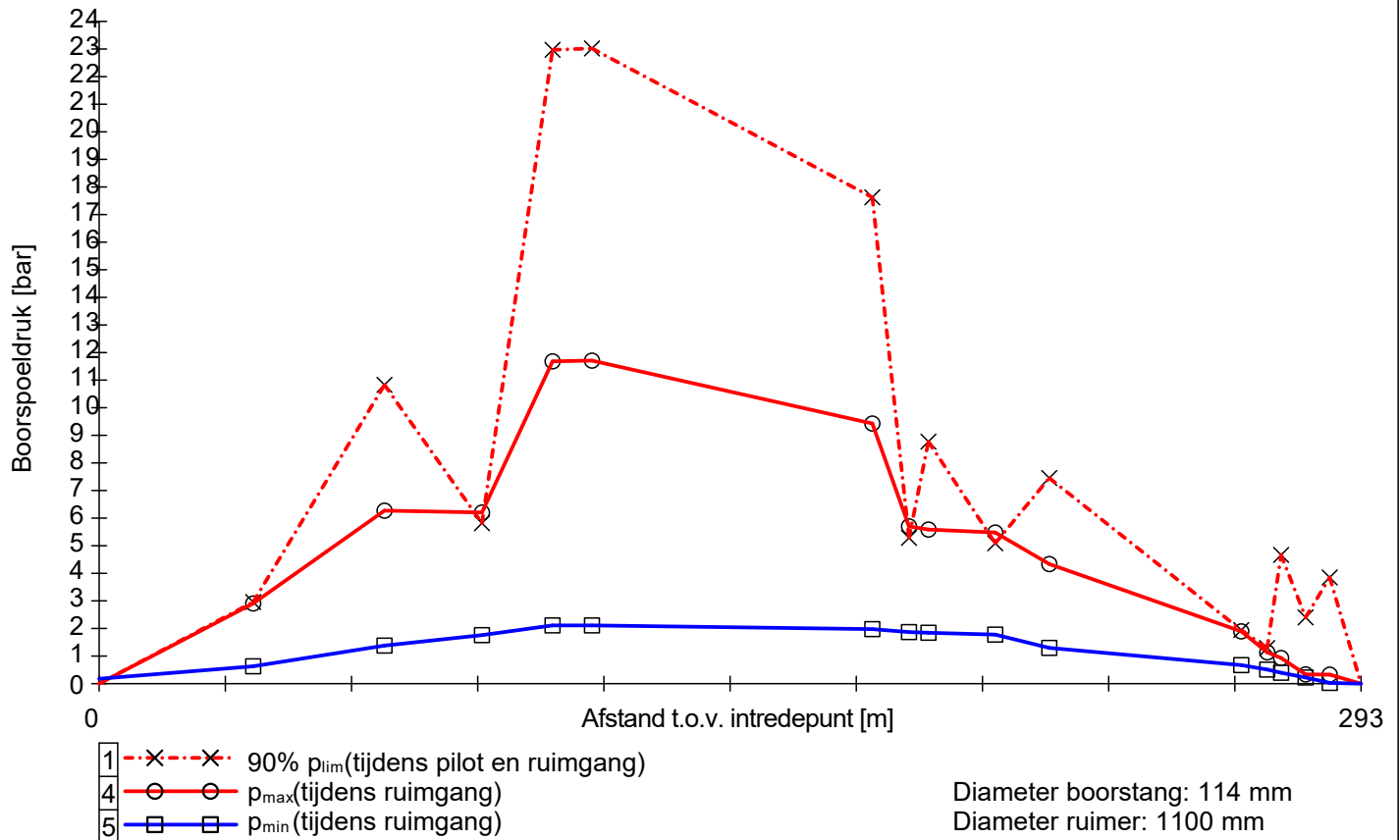
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left( \frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

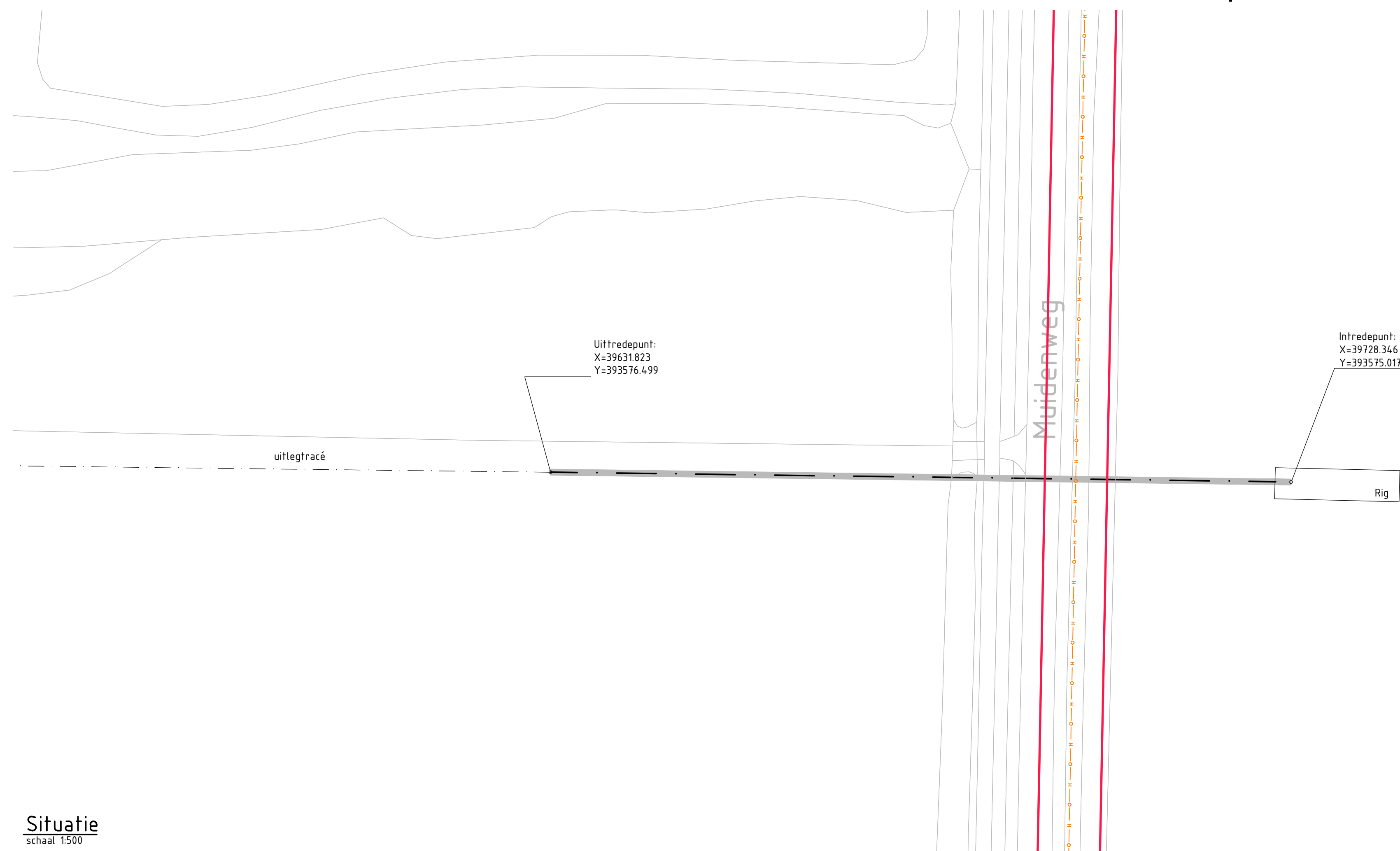
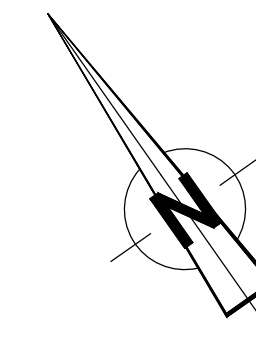
$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot

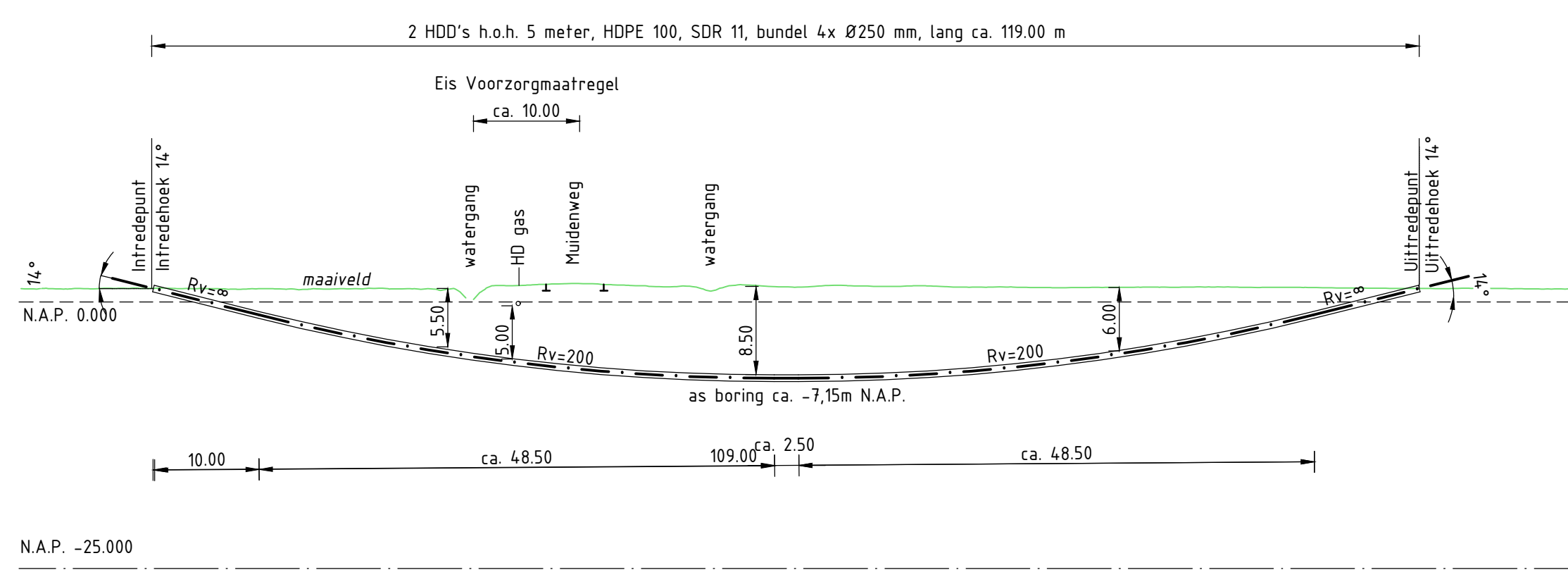


11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen

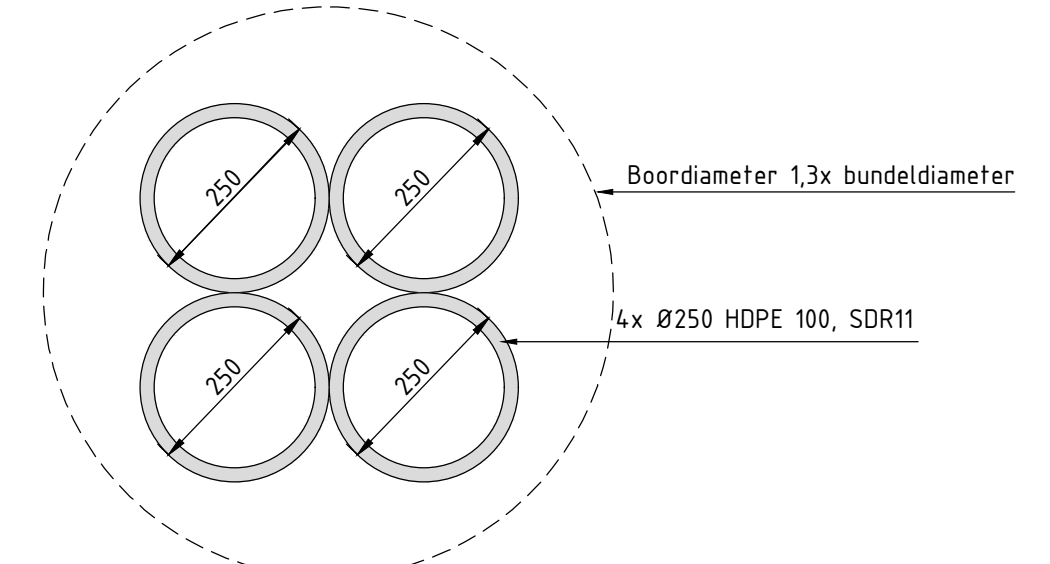




**Situatie**  
schaal 1:500



**Lengte profiel boring Muidenweg (9)**  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



**Doorsnede bundel HDD**  
schaal 1:10  
maten in mm

**Legenda bestaande K&L**

	Caï
	CO2 leiding
	Electra LS
	Electra MS
	Electra MS
	LD gasleiding
	HD gasleiding
	Gasunie leiding
	Dialeiding
	Risool
	Drukriool
	KPN
	Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)
	Waterleiding
	Transport waterleiding
	Warme SV
	Sondering
	Grondboring

KLIC melding nr(s): 200111915

- 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 proefstevu

**Opmerkingen:**  
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.



3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	18-03-2021	JK	LB	Concept ontwerp
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING



OPDRACHTGEVER :	Tennet		
ONTWERP :	GETEKEND :	DATUM :	
PROJ.NR. :	SCHAAL :	FORMAAT :	
PROJECT :	Net op Zee IJmuiden Ver Alpha		
ONDERWERP :	Vergunningstekening horizontaal gestuurde boring Muidenweg (9)		
TEKENING NR. :	1		

Uittredepunt:  
X=39394.348  
Y=392850.659

Muidenweg

Muidenweg

uitlegtracé

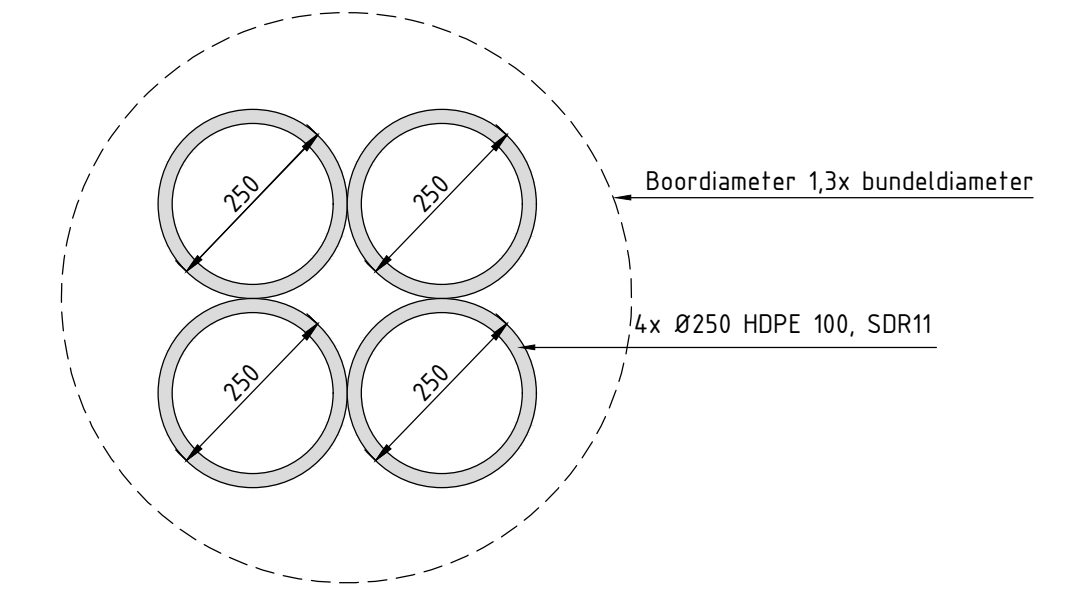
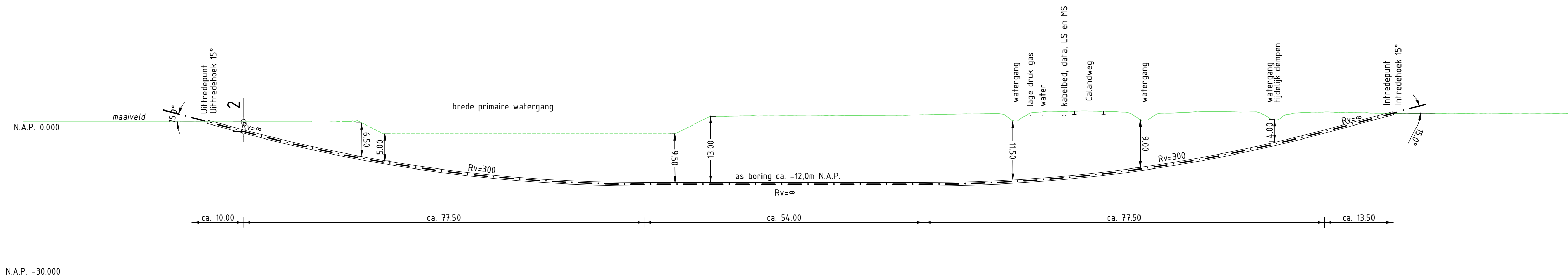
Rig

Intredepunt:  
X=39444.023  
Y=393078.108

Calandweg

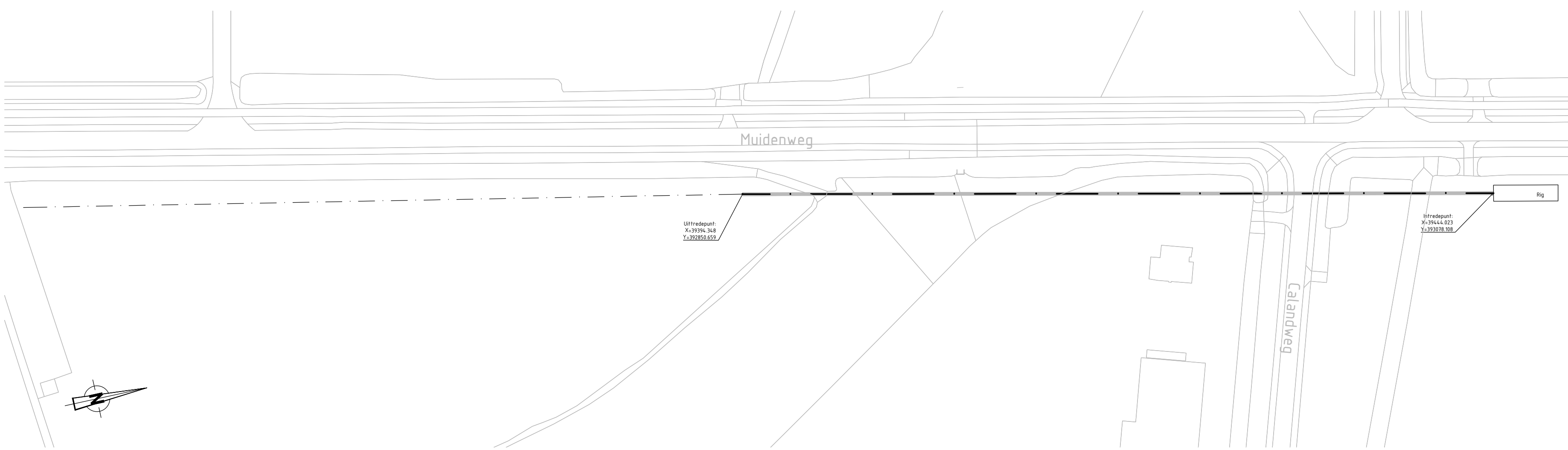
**Overzicht**  
schaal 1:500

2 HDD's h.o.h. 5 meter, HDPE 100, SDR 19 bundel 4x Ø315 mm, lang ca. 233.00 m



**Lengte profiel boring Zuidzijde brede primaire watergang (10)**  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500

**Doorsnede bundel HDD**  
schaal 1:10  
maten in mm



**Legenda bestaande K&L**

—	Gas
—	CO2 leiding
—	Electra LS
—	Electra MS
—	Electra HS
—	LD gasleiding
—	HD gasleiding
—	Gasolie leiding
—	Olieleiding
—	Riool
—	Drukriool
—	KPN
—	Diverse Telecom (IUPC, Eurofiber, Tele2, enz)
—	Waterleiding
—	Transport waterleiding
—	Warme SV
—	Sandering
●	Grondboring

KLIC melding nr(s): 200111915 / 200111918

- 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

**Opmerkingen:**  
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.

3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	17-03-2021	JK	LB	Concept
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING

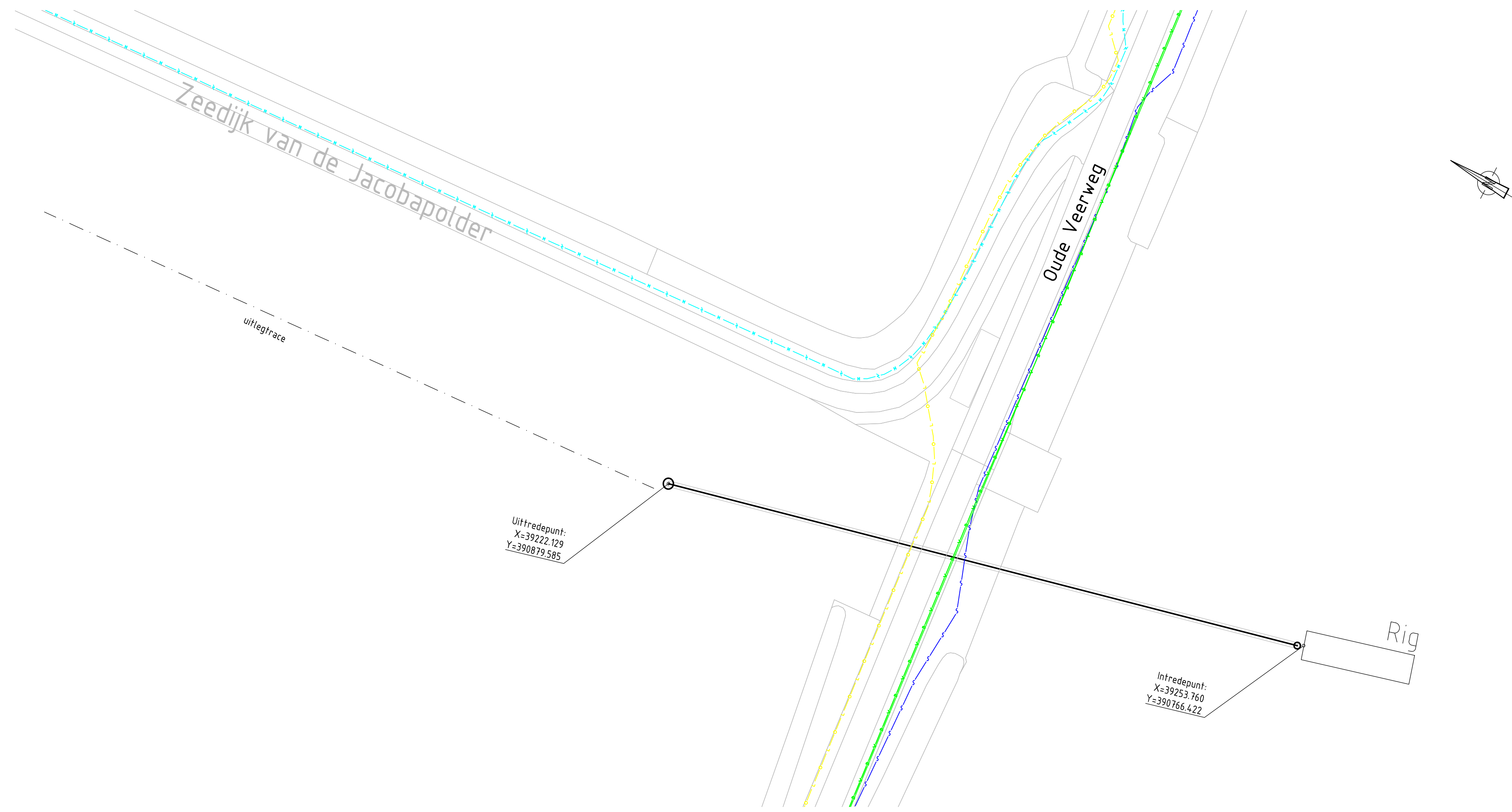


OPDRACHTGEVER :		GETEKEND : J. Krijft	DATUM : 29-07-2021
ONTWERP : Tennet		SCHAAL : zie tek.	FORMAAT : A0
PROJ.NR. :			
PROJECT :			

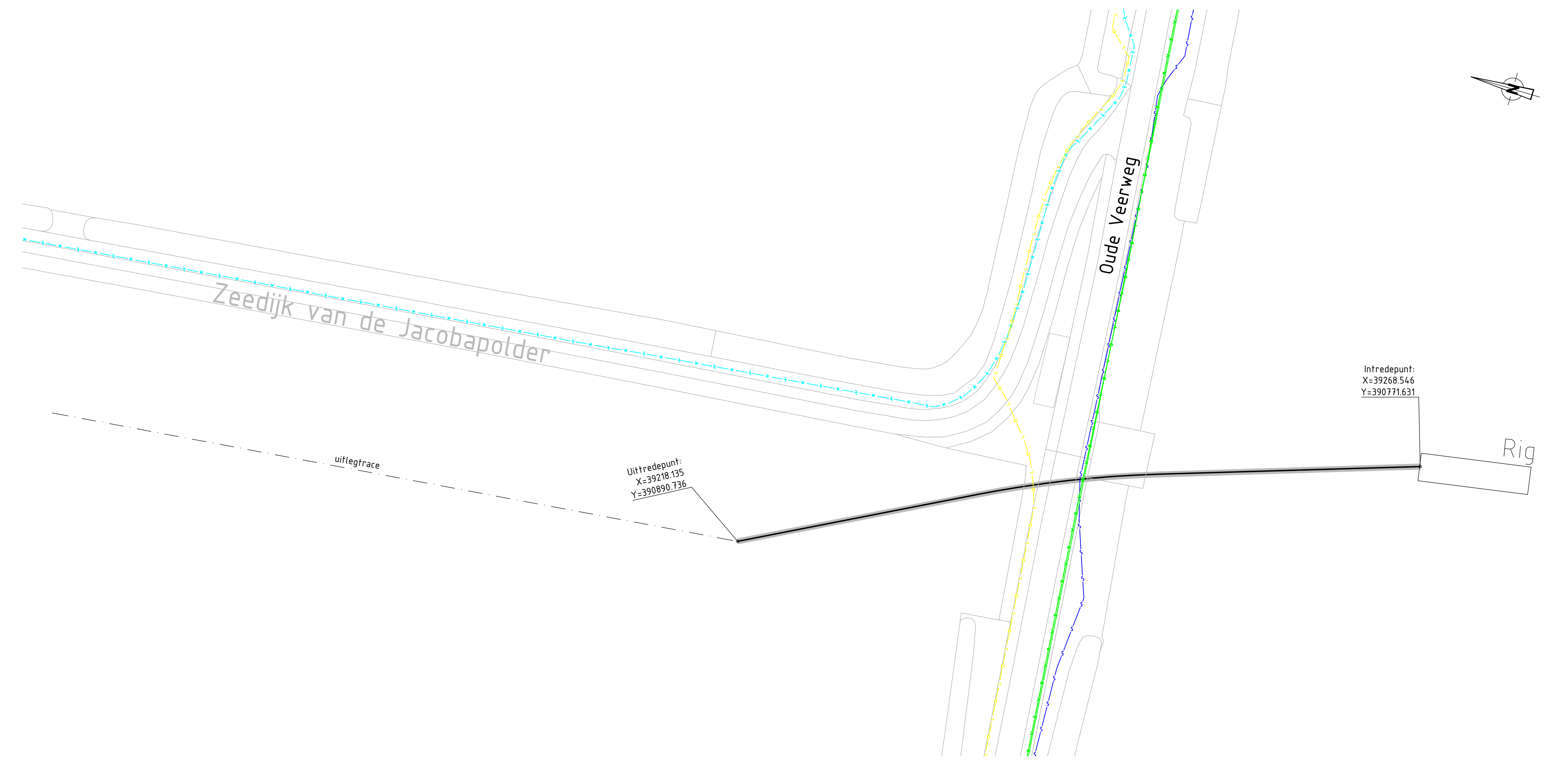
**Net op Zee IJmuiden Ver Alpha**

ONDERWERP : Vergunningstekening gestuurde boring Zuidzijde brede primaire watergang (10)

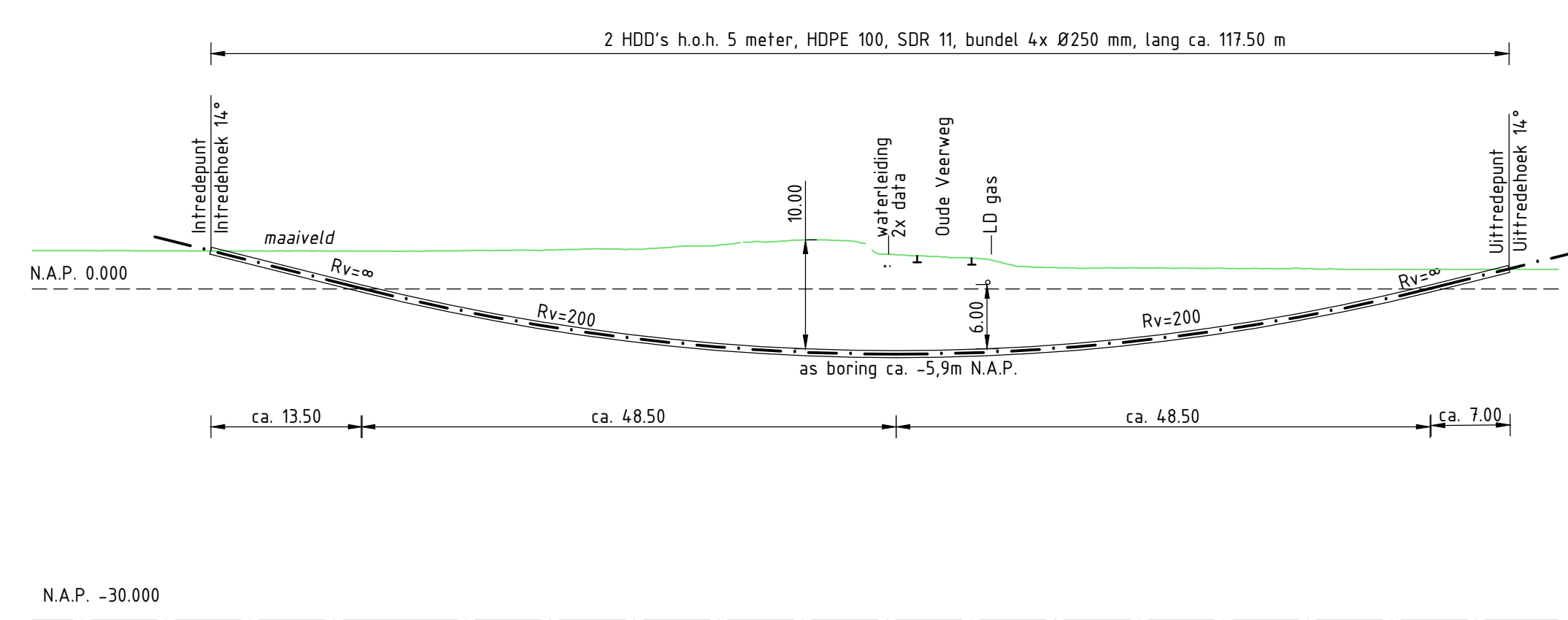




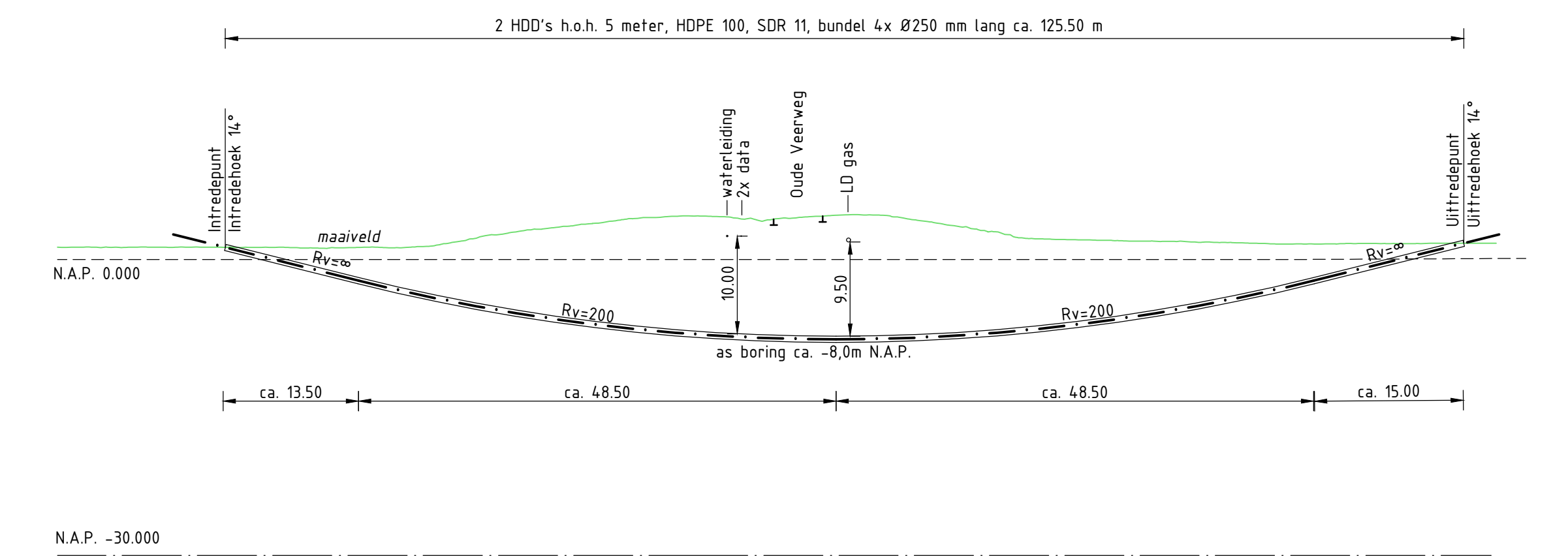
Situatie HDD13  
schaal 1:500



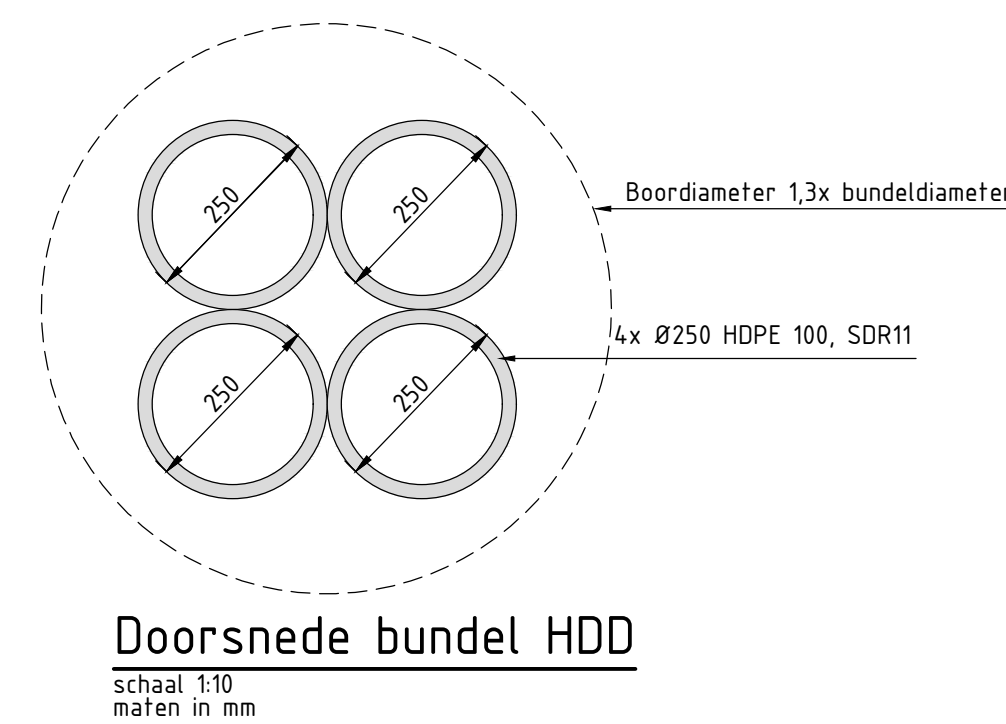
Situatie HDD13A  
schaal 1:500



Lengte profiel boring Oude Veerweg (13)  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



Lengte profiel boring Oude Veerweg (13a)  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



Doorsnede bundel HDD  
schaal 1:50  
maten in mm

Legenda bestaande K&L

Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
HO gasleiding	HO gasleiding
Gasruite leiding	Gasruite leiding
Ondergrond	Ondergrond
Risic	Risic
Draaislot	Draaislot
KPN	KPN
Diverse Telefoon IUPC Eurofiber, Tele2, enz.	Diverse Telefoon IUPC Eurofiber, Tele2, enz.
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Wants SY	Wants SY
Sondering	Sondering
Graafboring	Graafboring

KLIC melding nr(s): 200111918

- 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

Opmerkingen:  
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.



J	29-07-2021	LB	TB	Darwin
J	01-07-2021	JK	LB	Concept definitief
J	08-04-2021	JK	LB	Concept

Re: Datum Get: WJZIGING

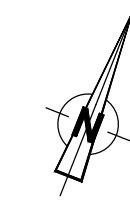


ONTWERP : Tennef	GETEKEND : J. Anijl	DATUM : 29-07-2021
PROJ.NR. :	SCHAAL : 200 Vak	FORMAAT : A0

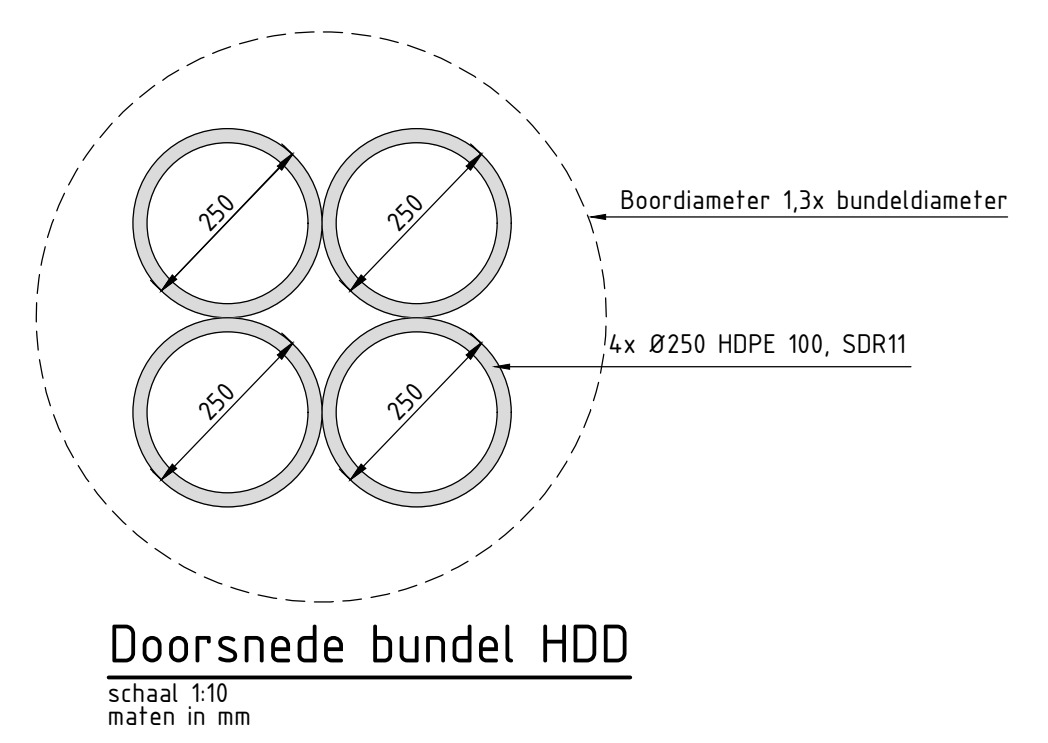
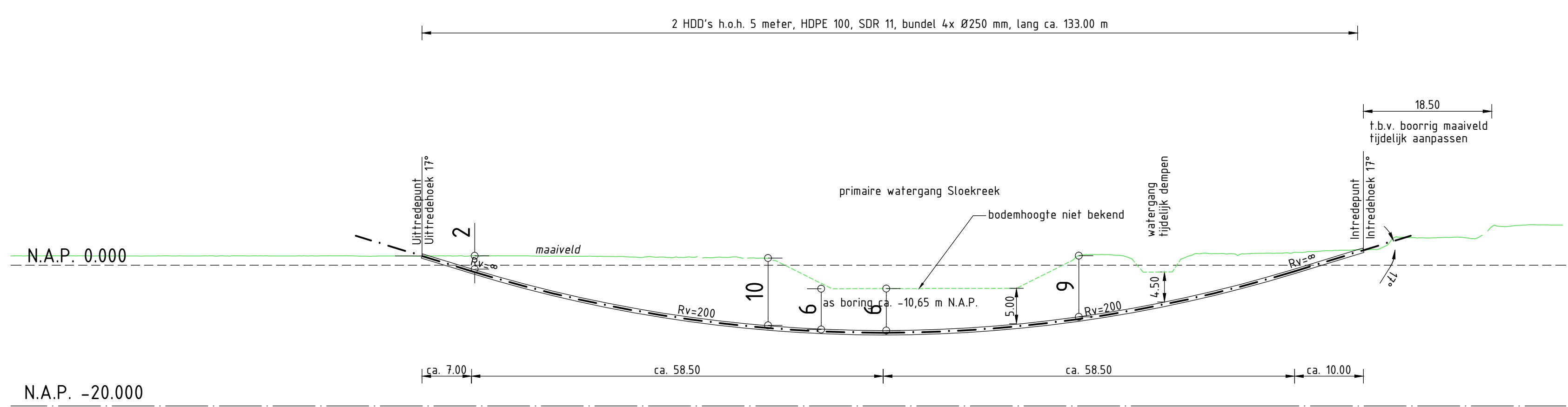
PROJECT :  
Net op Zee IJmuiden Ver  
Alpha

ONDERWERP : Vergunningstekening  
horizontaal gestuurde boring Oude Veerweg en alternatief (13 + 13a)





Situatie  
schaal 1:500



**Lengte profiel boring Primaire watergang Sloekreek (14)**  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500

Legenda bestaande K&L

—	Gas
—	CO2 leiding
—	Electra LS
—	Electra MS
—	Electra HS
—	LD gasleiding
—	HD gasleiding
—	Gasunie leiding
—	Olieleiding
—	Risico
—	Drukriool
—	KPN
—	Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)
—	Waterleiding
—	Transport waterleiding
—	Warme SV
—	Sondering
●	Grondboring

KLIC melding nr(s): 20011918

- 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

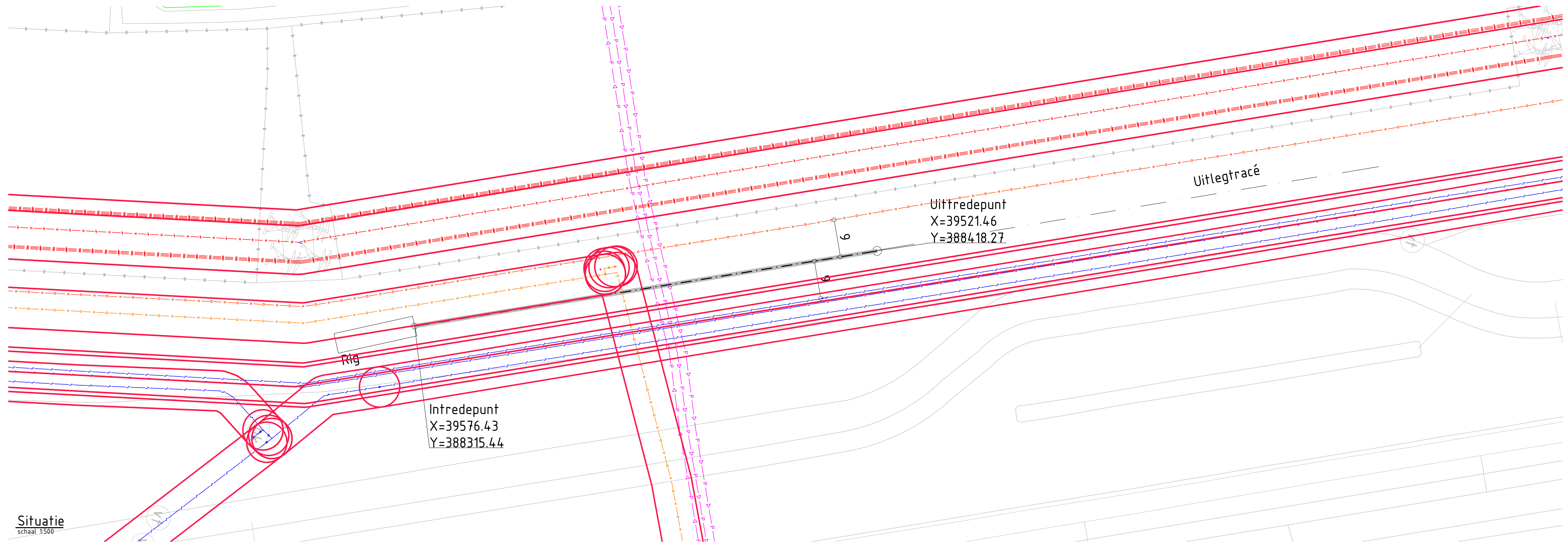
**Opmerkingen:**  
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.



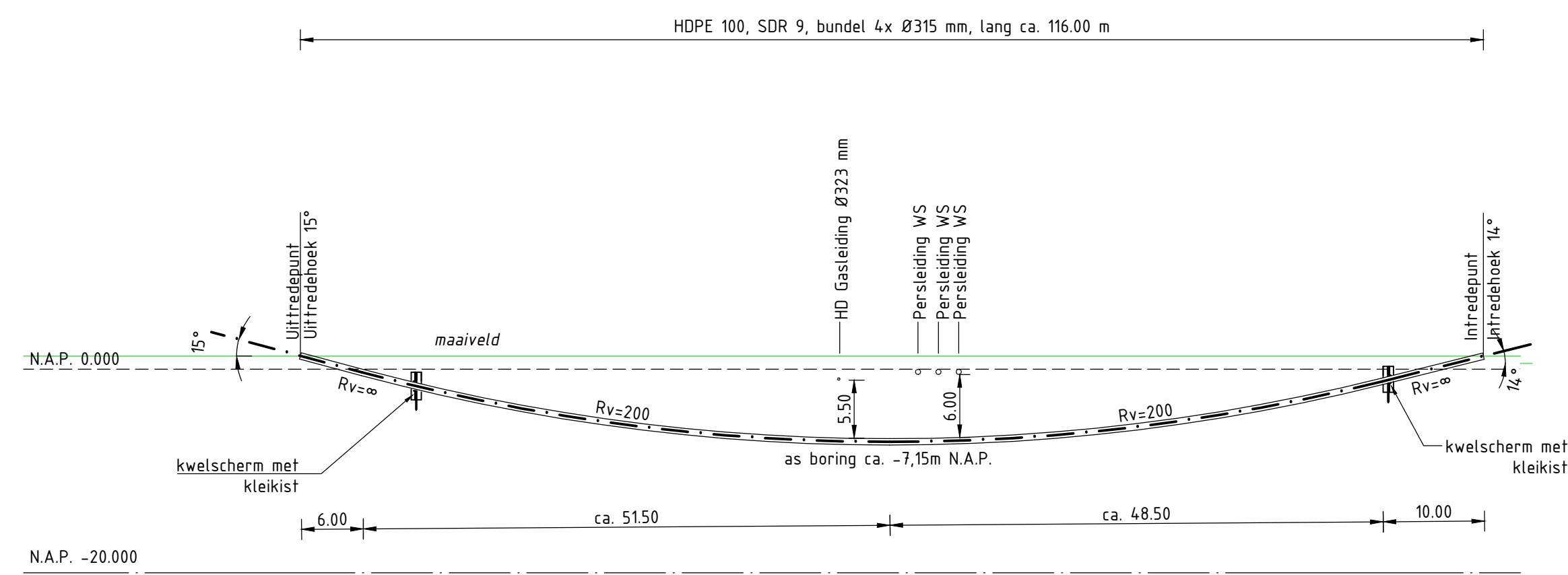
3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	15-03-2021	JK	LB	Concept ontwerp
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING



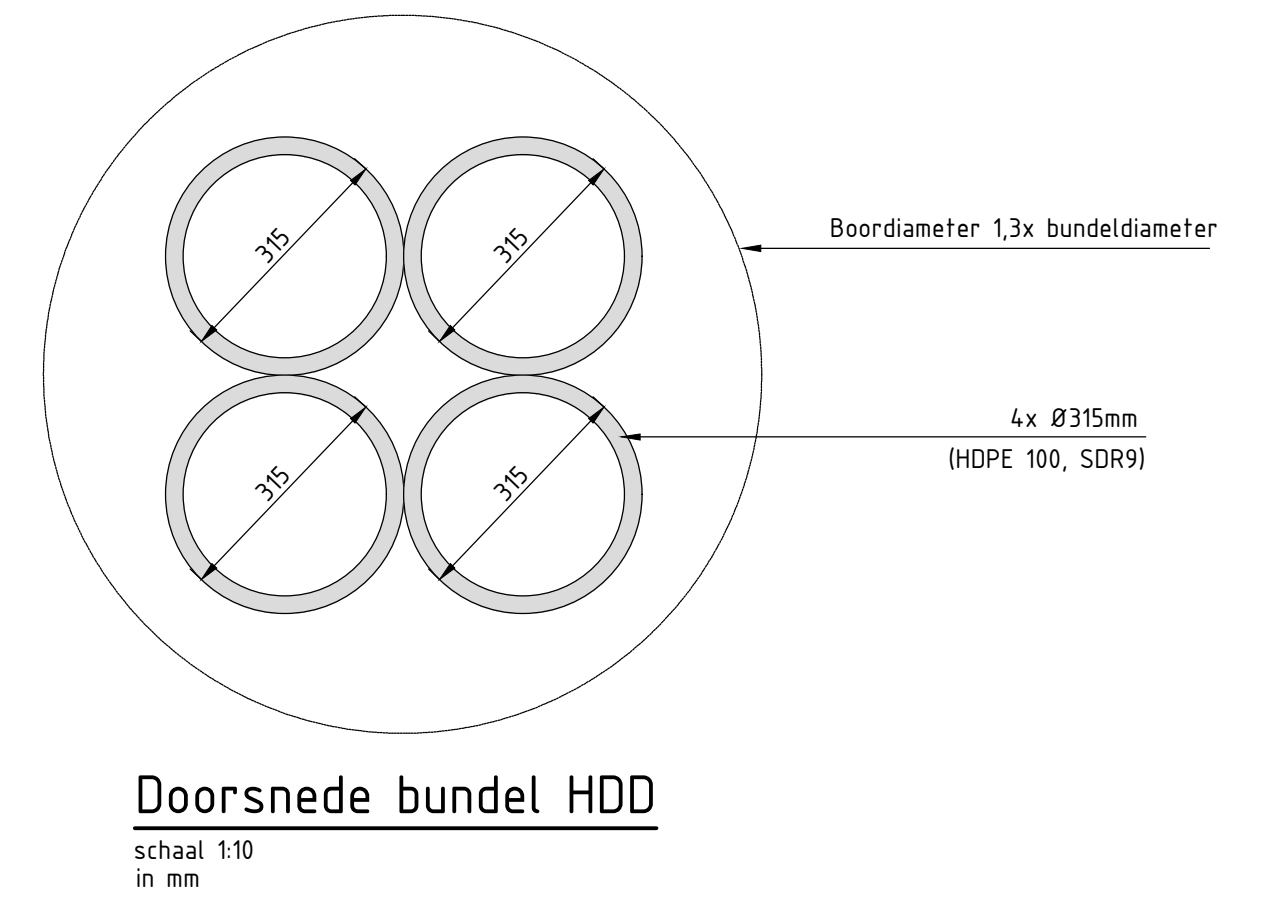
OPDRACHTGEVER :	Tennet		
ONTWERP :	GETEKEND :	DATUM :	
PROJ.NR. :	SCHAAL :	FORMAAT :	
PROJECT :	Net op Zee IJmuiden Ver Alpha		
ONDERWERP :	Vergunningstekening horizontaal gestuurde boring Primaire watergang Sloekreek(14)		
TEKENING NR. :	1		



Situatie  
schaal 1:500



**Lengte profiel boring HDD onder leidingen (22a)**  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



**Doorsnede bundel HDD**

schaal 1:10  
in mm

**Legenda bestaande K&L**

—	Caï
—	CO2 leiding
—	Electra LS
—	Electra MS
—	Electra HS
—	LD gasleiding
—	HD gasleiding
—	Gasunie leiding
—	Olieleiding
—	Rioel
—	Drukriool
—	KPN
—	Diverse Telecom (UPC,Eurofiber, Tele2, enz)
—	Waterleiding
—	Transport waterleiding
—	Warme SV
—	Sondering
●	Grondboring

KLIC melding nr(s): 200111922

**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 proefsteuwen

**Opmerkingen:**

Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.

3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	28-01-2021	JK	LB	Concept
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING



OPDRACHTGEVER :	GETEKEND : J. Krijft	DATUM : 29-07-2021
ONTWERP : Tennet	SCHAAL : zie tek.	FORMAAT : A0
PROJ.NR. :		
PROJECT :		

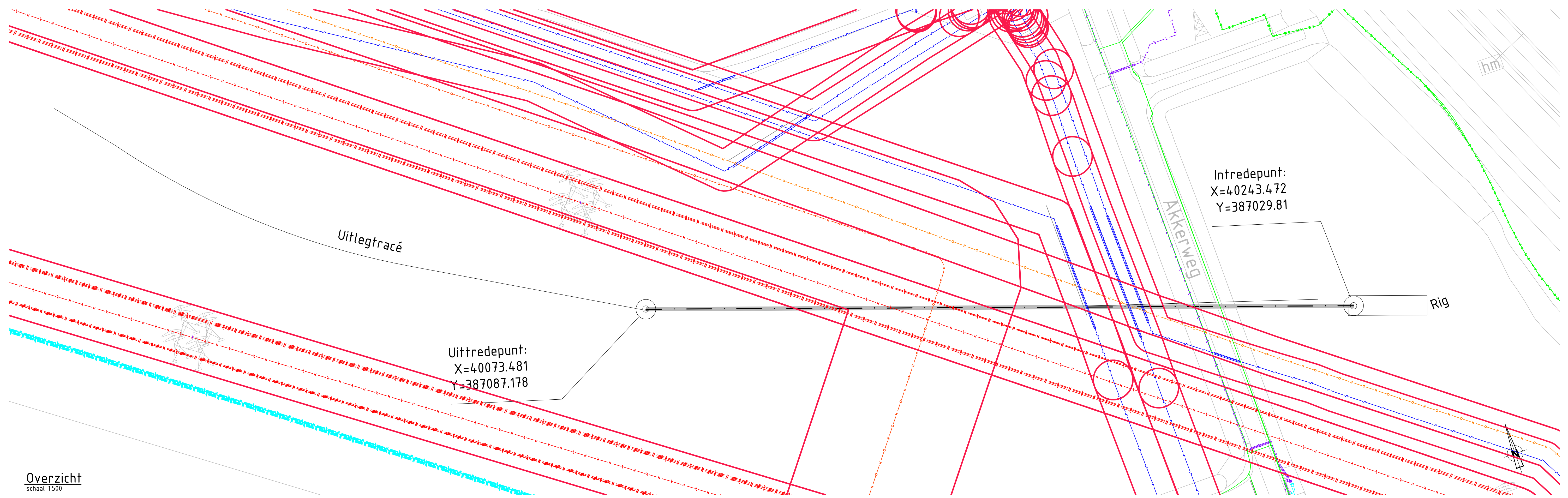
**Net op Zee IJmuiden Ver  
Alpha**

ONDERWERP : Vergunningstekening  
horizontaal gestuurde boring kruising leidingen 22a

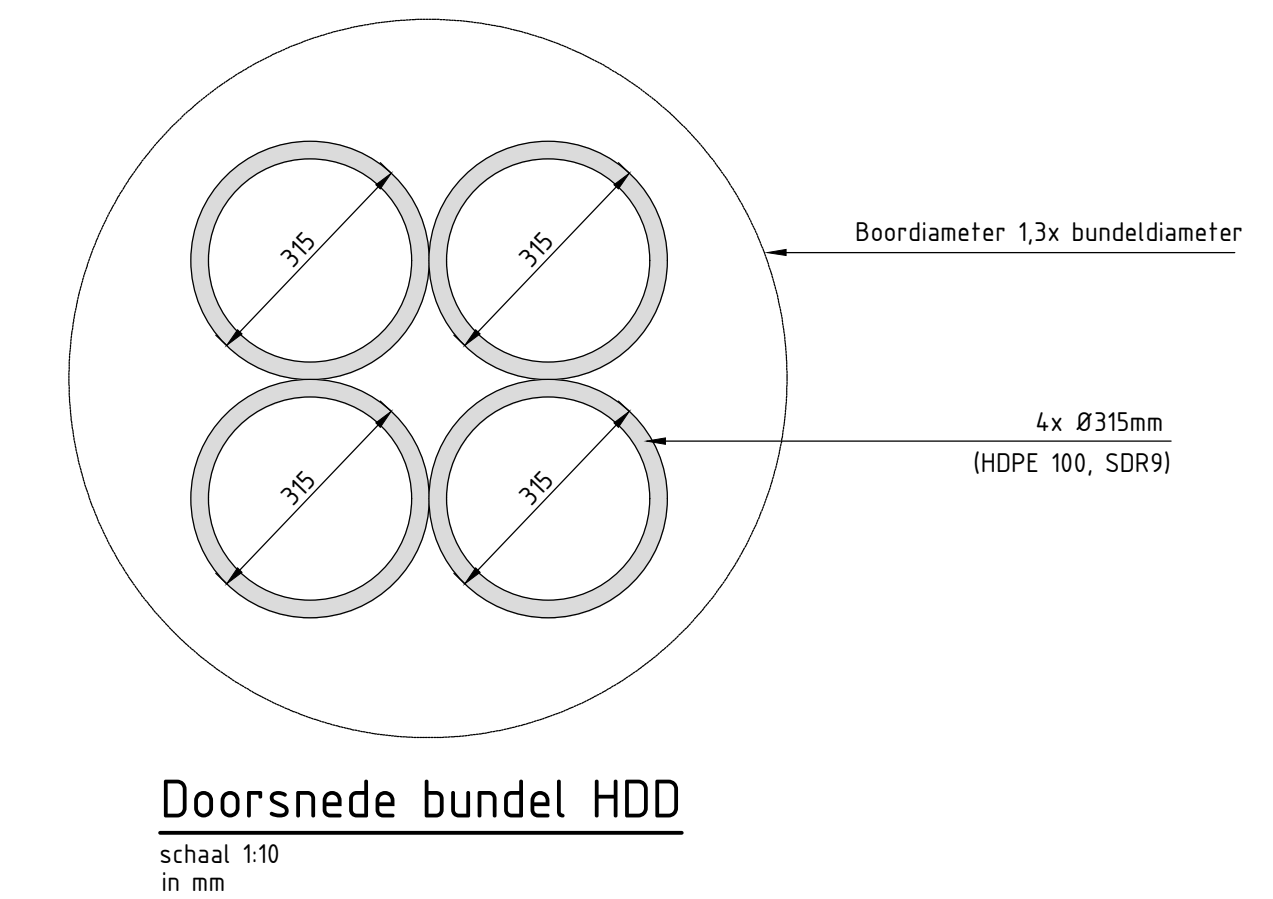
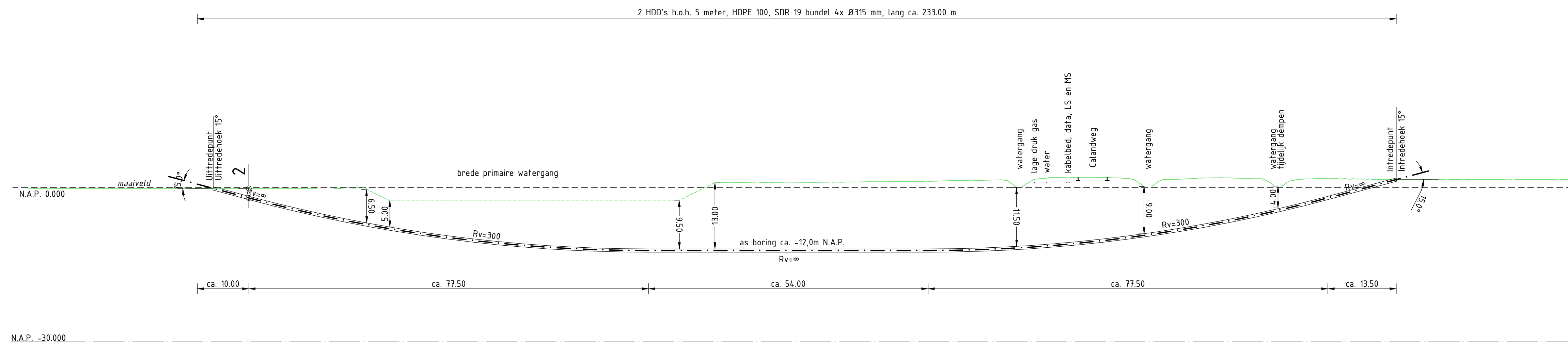
TEKENING NR. :  
1







Overzicht  
schaal 1:500



Lengte profiel boring Akkerweg (23)  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500

Legenda bestaande K&L

—	Caï
—	CO2 leiding
—	Electra LS
—	Electra MS
—	Electra HS
—	LD gasleiding
—	HD gasleiding
—	Gasunie leiding
—	Olieleiding
—	Riool
—	Drainriool
—	KPN
—	Diverse Telecom (UPC, Eurofiber, Tele2, enz)
—	Waterleiding
—	Transport waterleiding
—	Warme SV
•	Sondering
•	Grondboring

KLIC melding nr(s): 200111922

- 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

Opmerkingen:  
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.



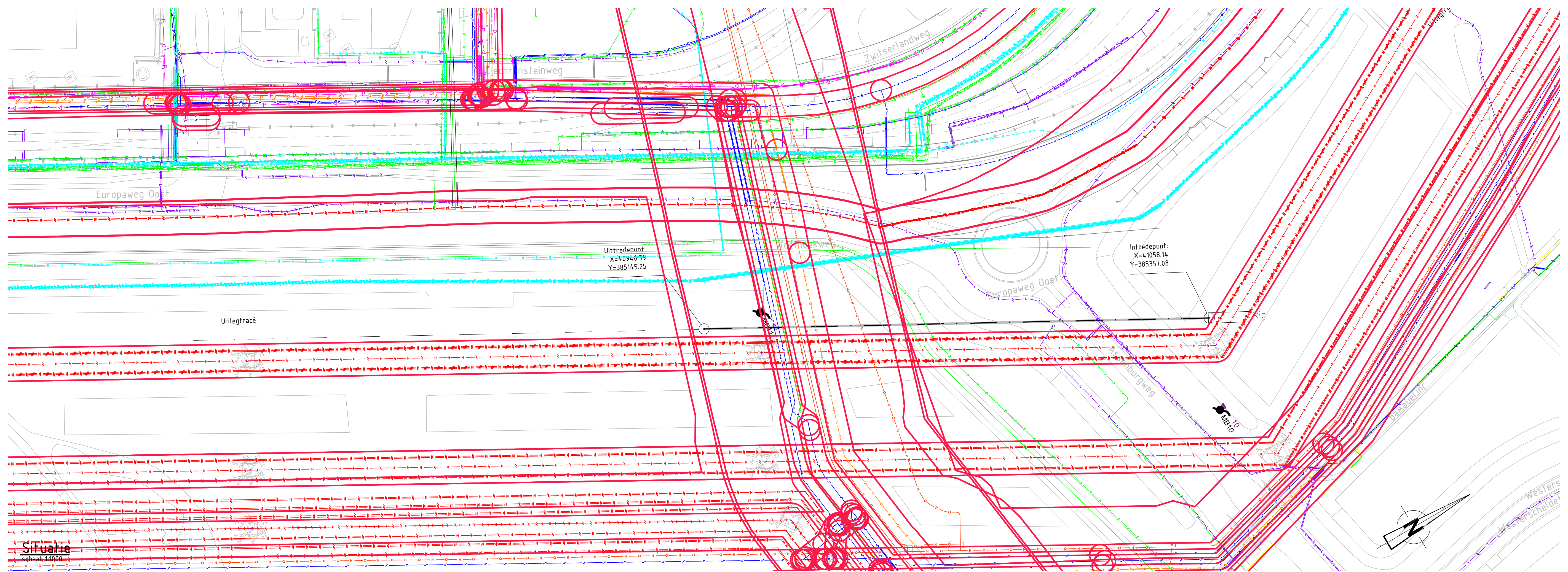
3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	10-03-2021	JK	LB	Concept
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING

OPDRACHTGEVER : **Tennet**  
 ONTWERP : Tennet  
 PROJ.NR. :  
 PROJECT : **Net op Zee IJmuiden Ver Alpha**  
 ONDERWERP : **Horizontaal gestuurde boring Akkerweg (23)**

GETEKEND : J. Krijft  
 SCHAAL : zie tek.  
 DATUM : 29-07-2021  
 FORMAAT : A0

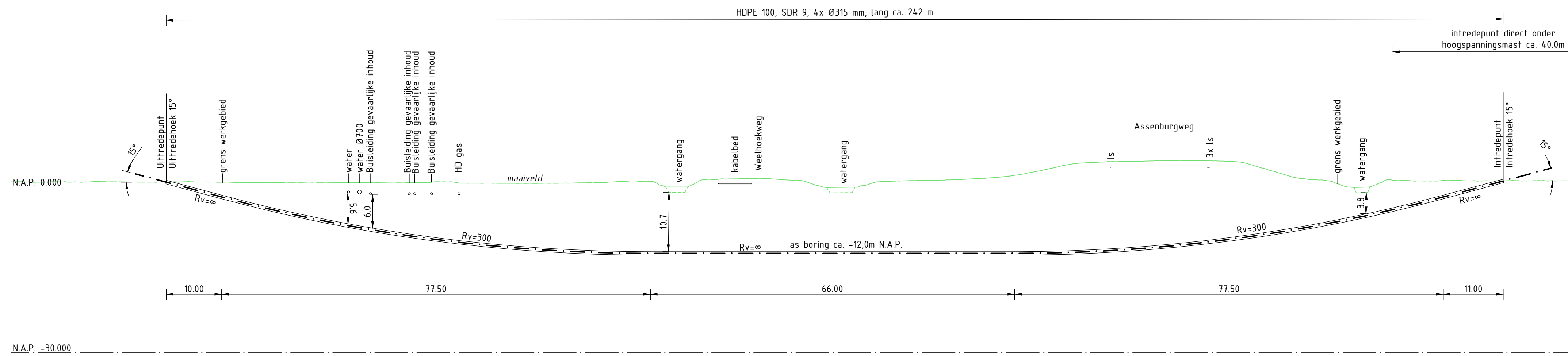
TEKENING NR. : 1





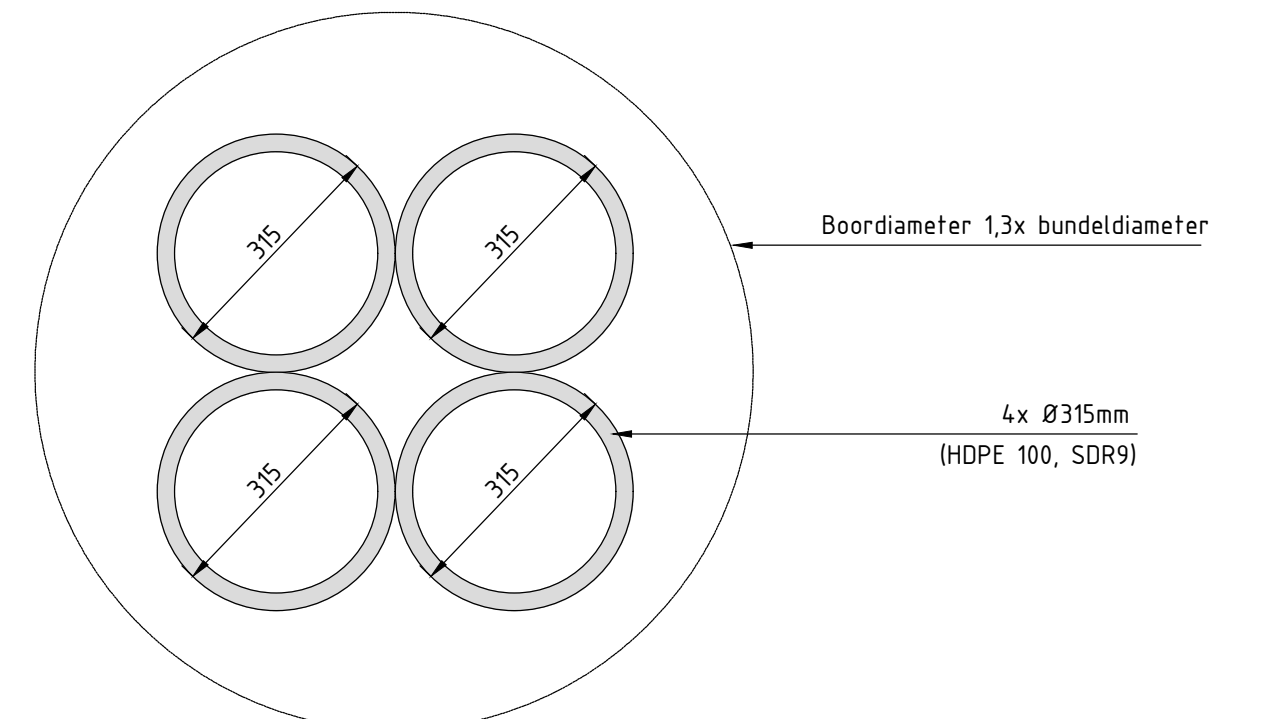
Situatie

Schaal 1:1000



HDPE 100, SDR 9, 4x Ø315 mm, lang ca. 242 m

intredepunt direct onder hoogspanningsmast ca. 40.0m



Doorsnede bundel HDD

schaal 1:10  
in mm

**Lengte profiel boring Assenburgerweg (26)**

(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500

**Legenda bestaande K&L**

—	Gas	—	LD leiding
—	CO2 leiding	—	Electra LS
—	Electra MS	—	Electra HS
—	LD gasteiding	—	HD gasteiding
—	HD gasteiding	—	Gasunie leiding
—	Gasunie leiding	—	Olieleiding
—	Riool	—	Drukriool
—	WPM	—	Diverse Telecom (IUPC, Eurofiber, Tele2, enz)
—	Waterleiding	—	Transport waterleiding
—	Transport waterleiding	—	Warme SV
—	Warme SV	—	Sondering
—	Sondering	●	Grondboring

KLIC melding nr(s): 200111935

**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 proefstevens

**Opmerkingen:**

Alle maten in m, tenzij anders vermeld.  
Alle hoogmaten in m, ten opzichte van N.A.P.



3	29-07-2021	LB	TB	Definitief
2	31-3-2021	JK	LB	Concept definitief
1	24-02-2021	JK	LB	Concept
Rev	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING



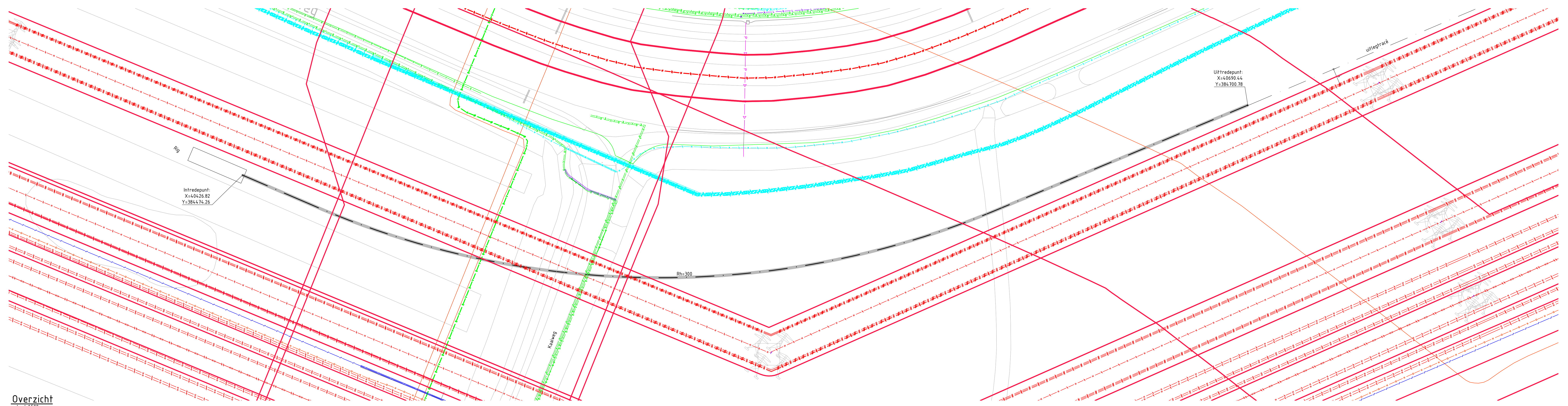
OPDRACHTGEVER :	Tennet	GETEKEND :	J. Krijft	DATUM :	29-07-2021
PROJNR :		SCHAAL :	zie tek.	FORMAAT :	A0

PROJECT : **Net op Zee IJmuiden Ver Alpha**

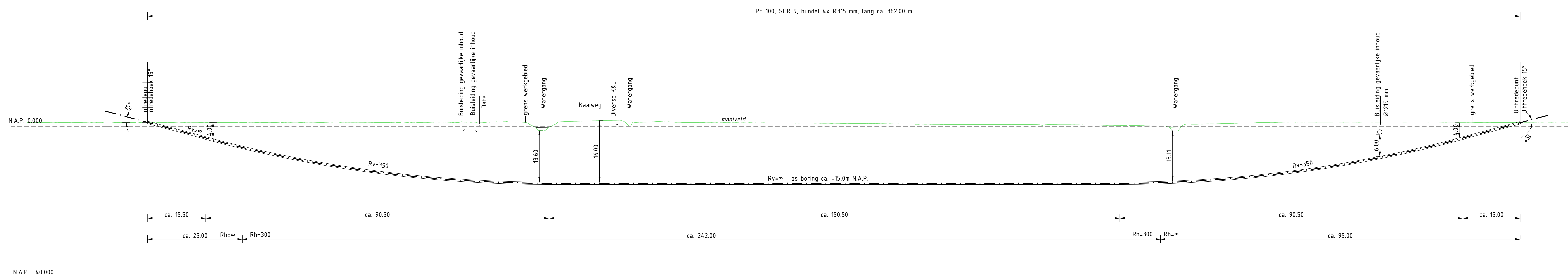
ONDERWERP : **Vergunningstekening Horizontaal gestuurde boring Assenburgerweg (26)**

TEKENING NR. : **1**

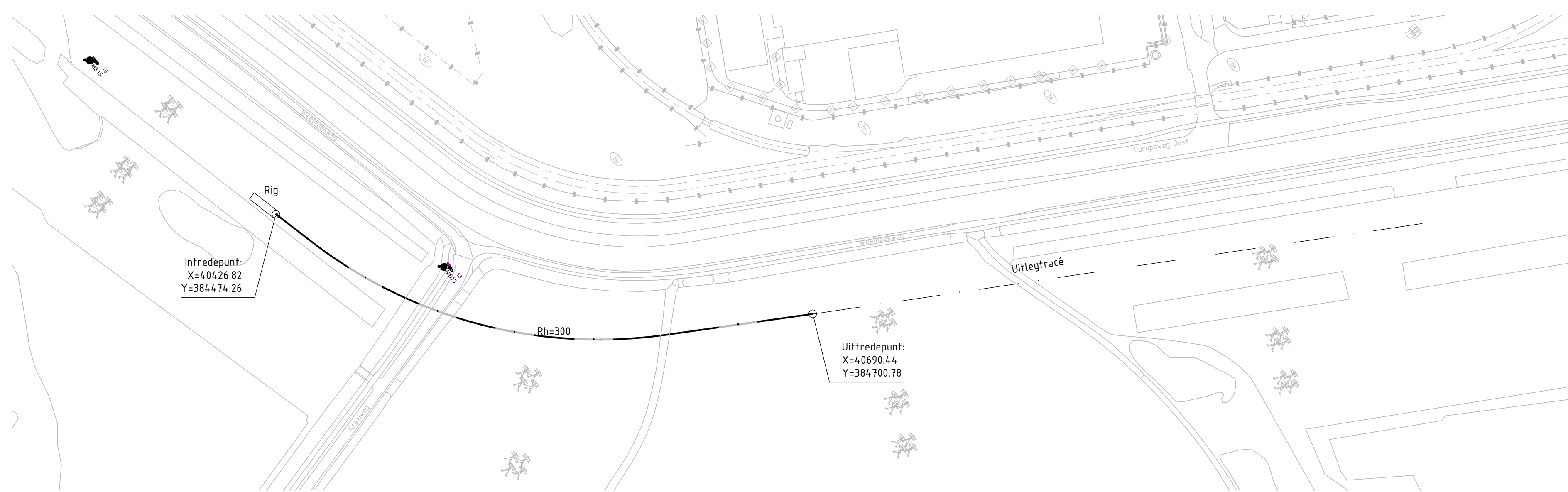




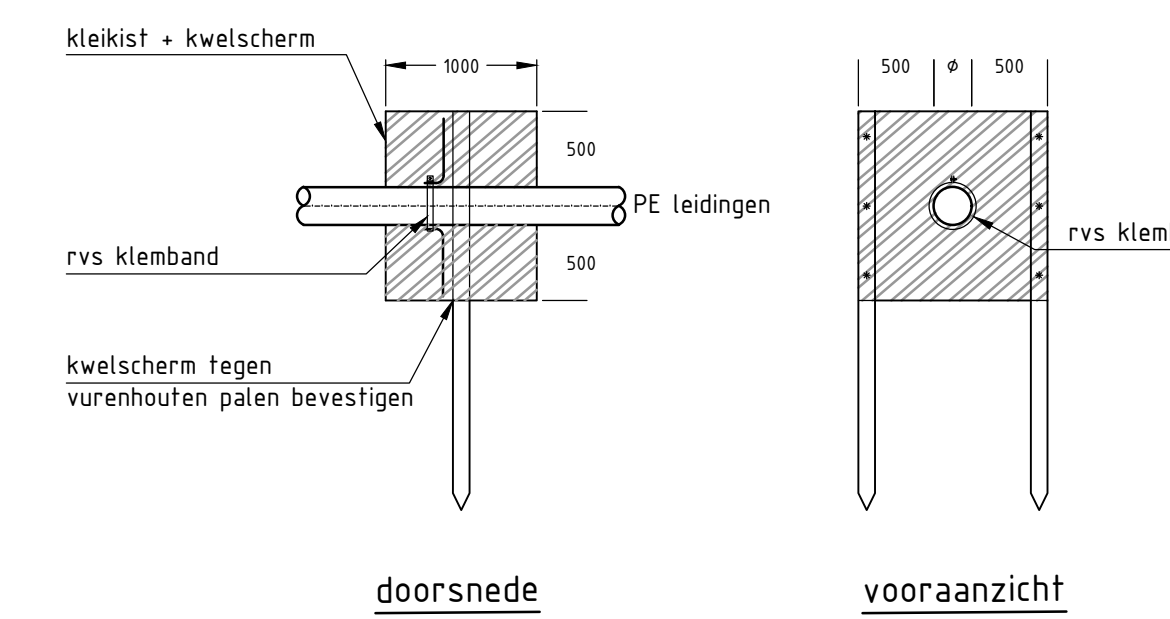
Overzicht  
schaal 1:500



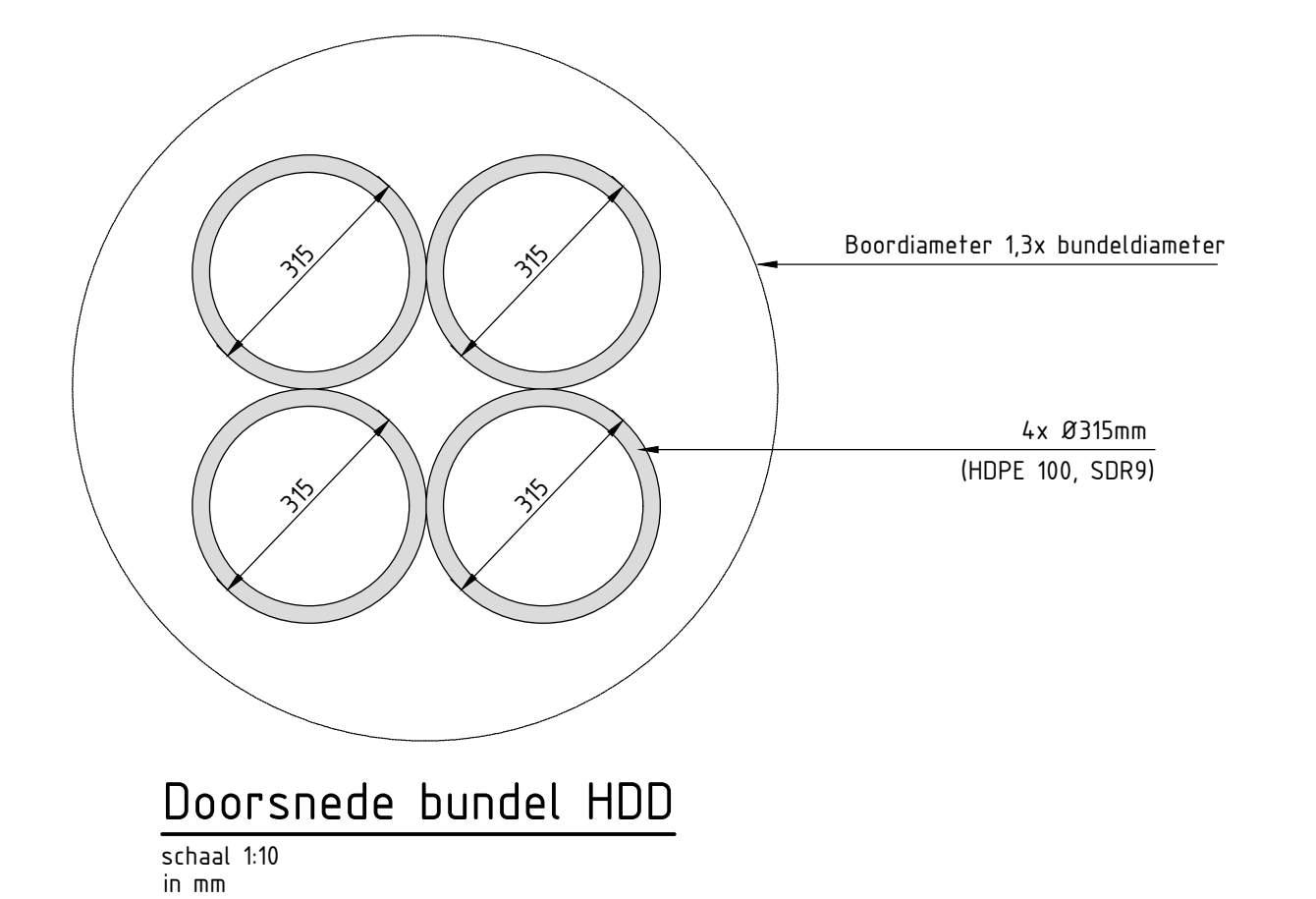
Lengte profiel boring Kraaiweg en Weelhoekweg (29)  
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)  
schaal 1:500



Overzicht  
schaal 1:2000



Principe detail  
kleikist + kwelscherm  
schaal 1:50  
maten in mm



Legenda bestaande K&L

Ca	Ca
SD leiding	SD leiding
Electra LS	Electra LS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
LD gasleiding	LD gasleiding
Gasolie leiding	Gasolie leiding
Stroom	Stroom
Rook	Rook
Brandstof	Brandstof
KPN	KPN
Diverse Telecom (DPC, Luriver, Tele2, enz)	Diverse Telecom (DPC, Luriver, Tele2, enz)
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Waternet SV	Waternet SV
Sonderling	Sonderling
Grensboring	Grensboring

KLIC melding nr(s): 200111935

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 proefsluizen

Opmerkingen:

Alle maten in m, tenzij anders vermeld. Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.



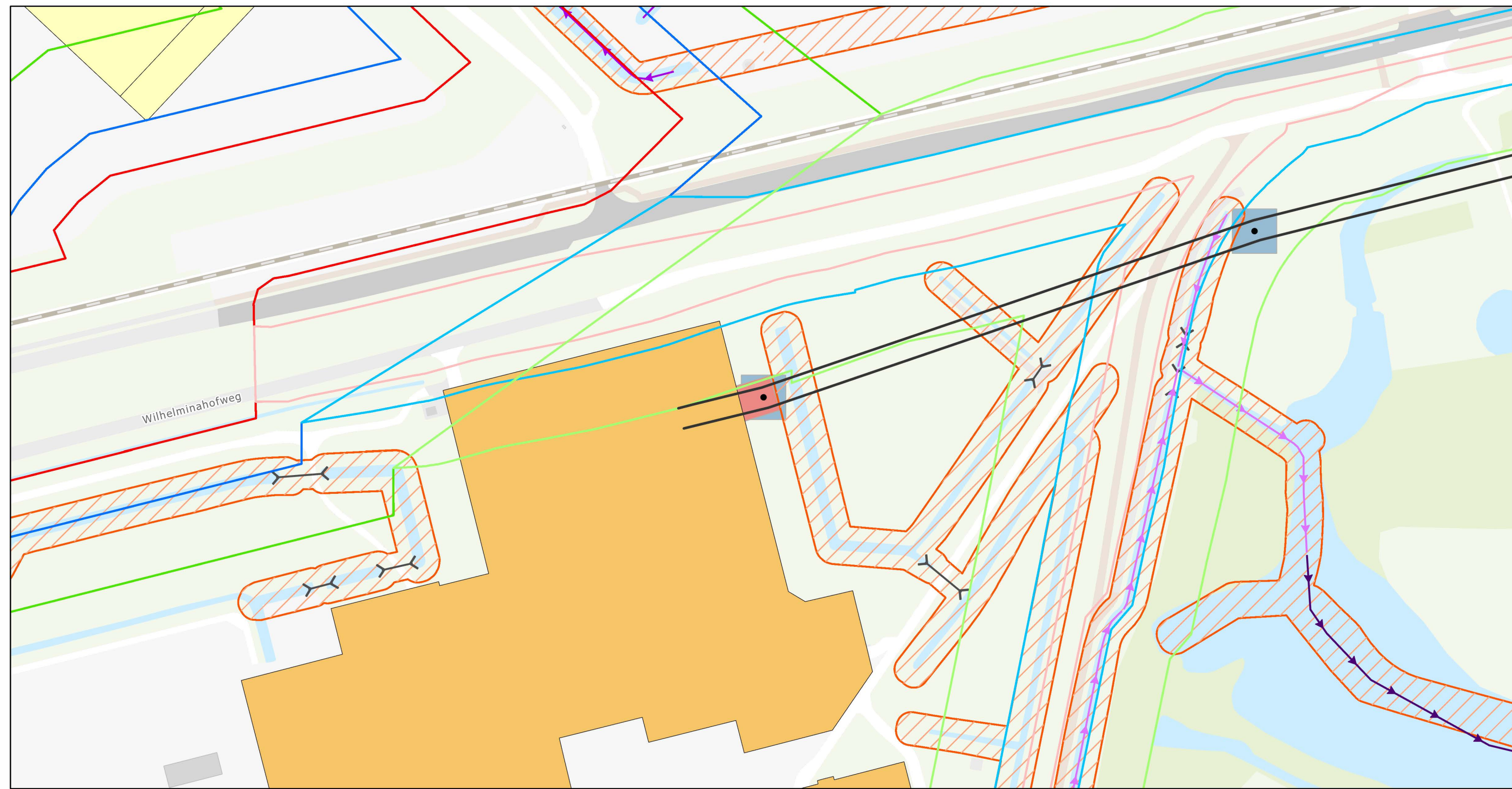
J	29-07-2022	LB	TB	Dar/Inhr
J	29-03-2021	JK	LB	Concept definitief
J	24-02-2021	JK	LB	Concept

Ontw.	Tennef	Getekend	J. Anijl	Datum	29-07-2022
Project	Net op Zee IJmuiden Ver	Schaal	200 tek	Formaat	A0

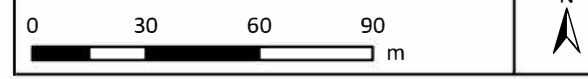
PROJECT : Net op Zee IJmuiden Ver  
Alpha

ONDERWERP : Vergunningstekening  
Horizontaal gestuurde boring Kraaiweg en Weelhoekweg (29)

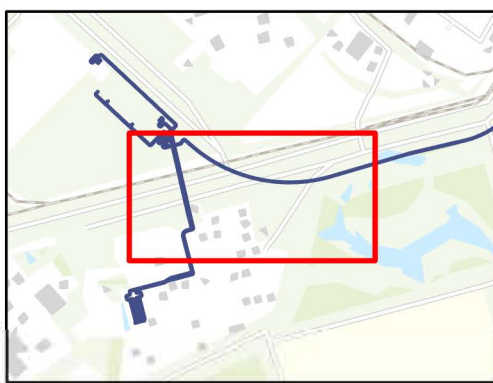




Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 1 van 14		

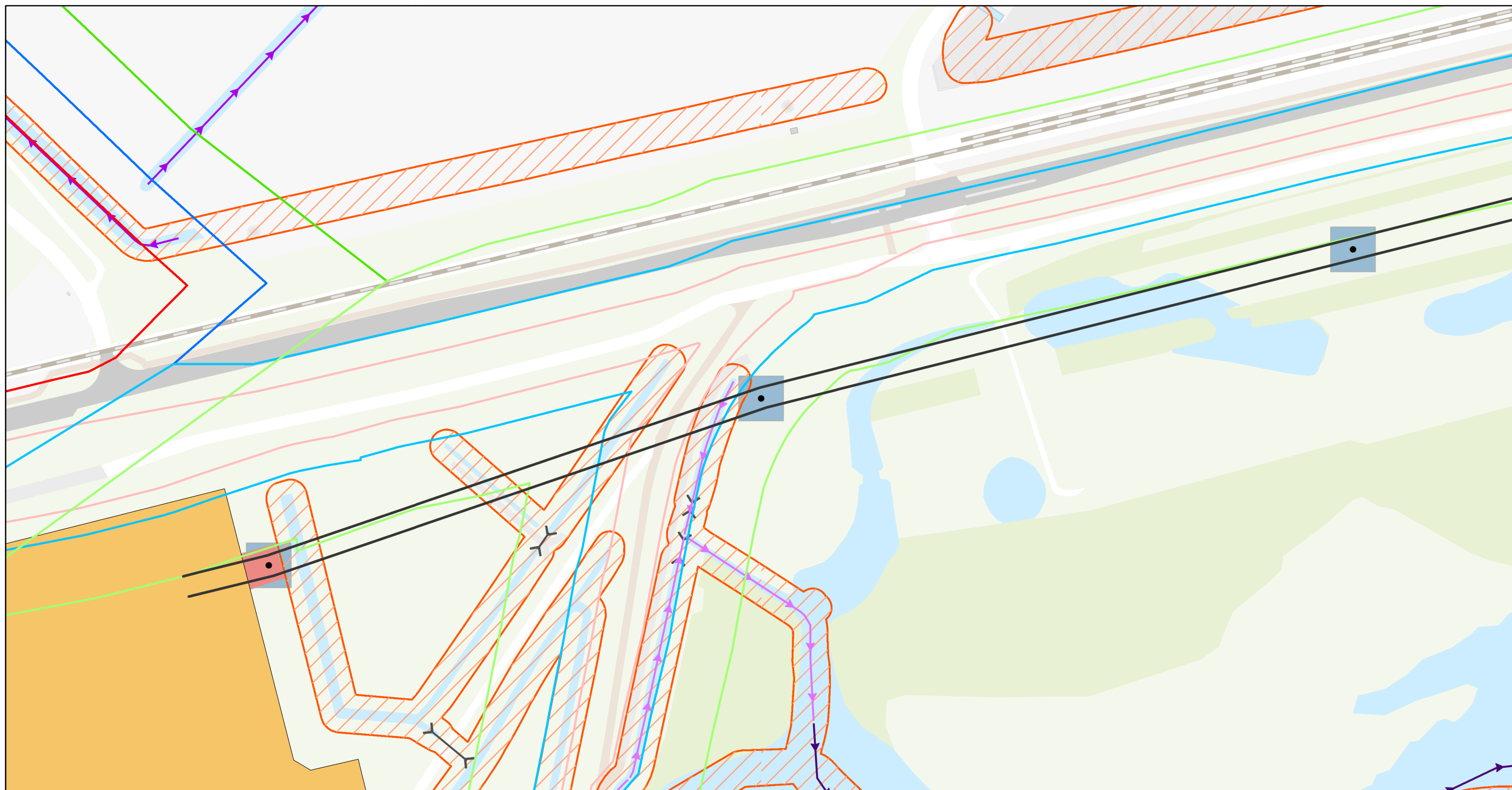


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

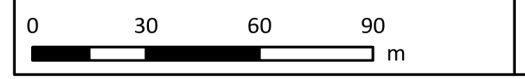


- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
  - Hoogspanningstation BSL
  - Gepland Converterstation
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker
  - ▭ Beschermingszone
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkerreinen
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal
  - Beschermingszone B Regionaal

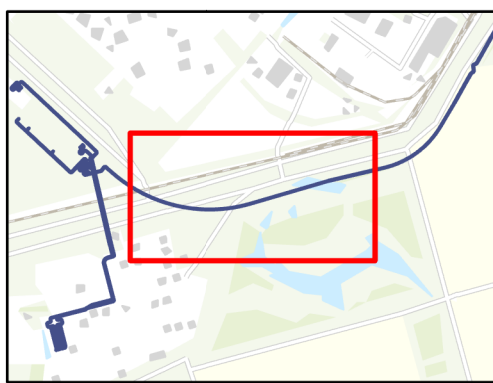




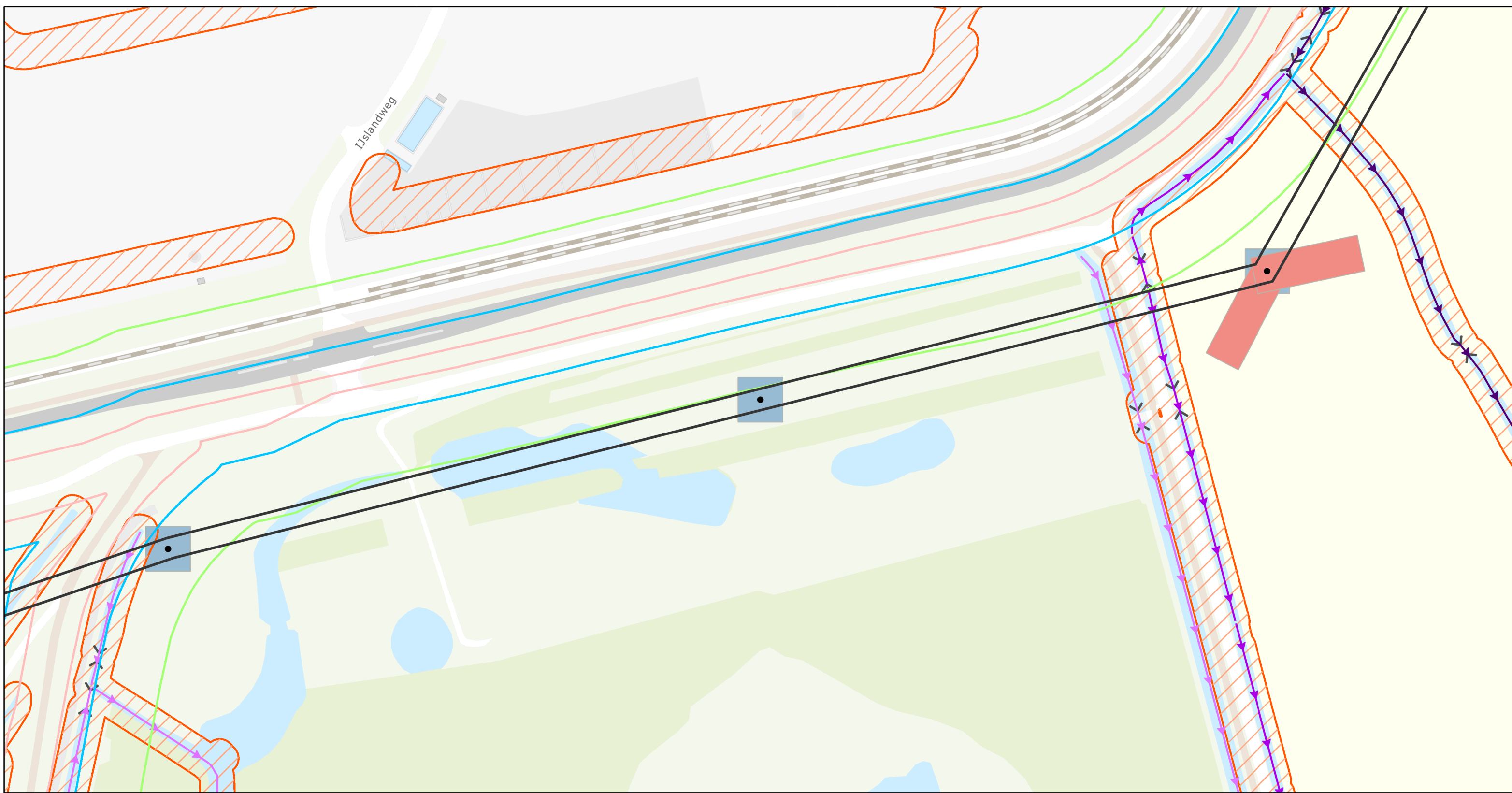
Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 2 van 14		



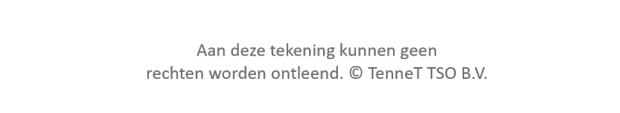
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



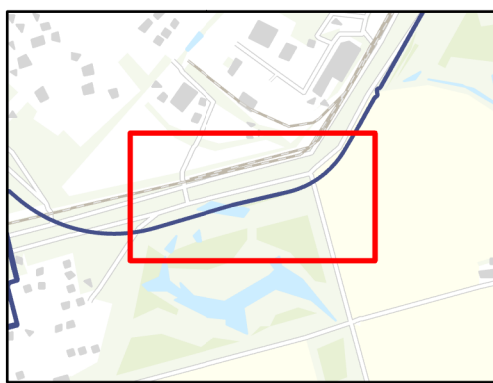
- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
  - Hoogspanningstation BSL
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair
  - duiker
  - Beschermingszone
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkterreinen
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal
  - Beschermingszone B Regionaal



Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 3 van 14		



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



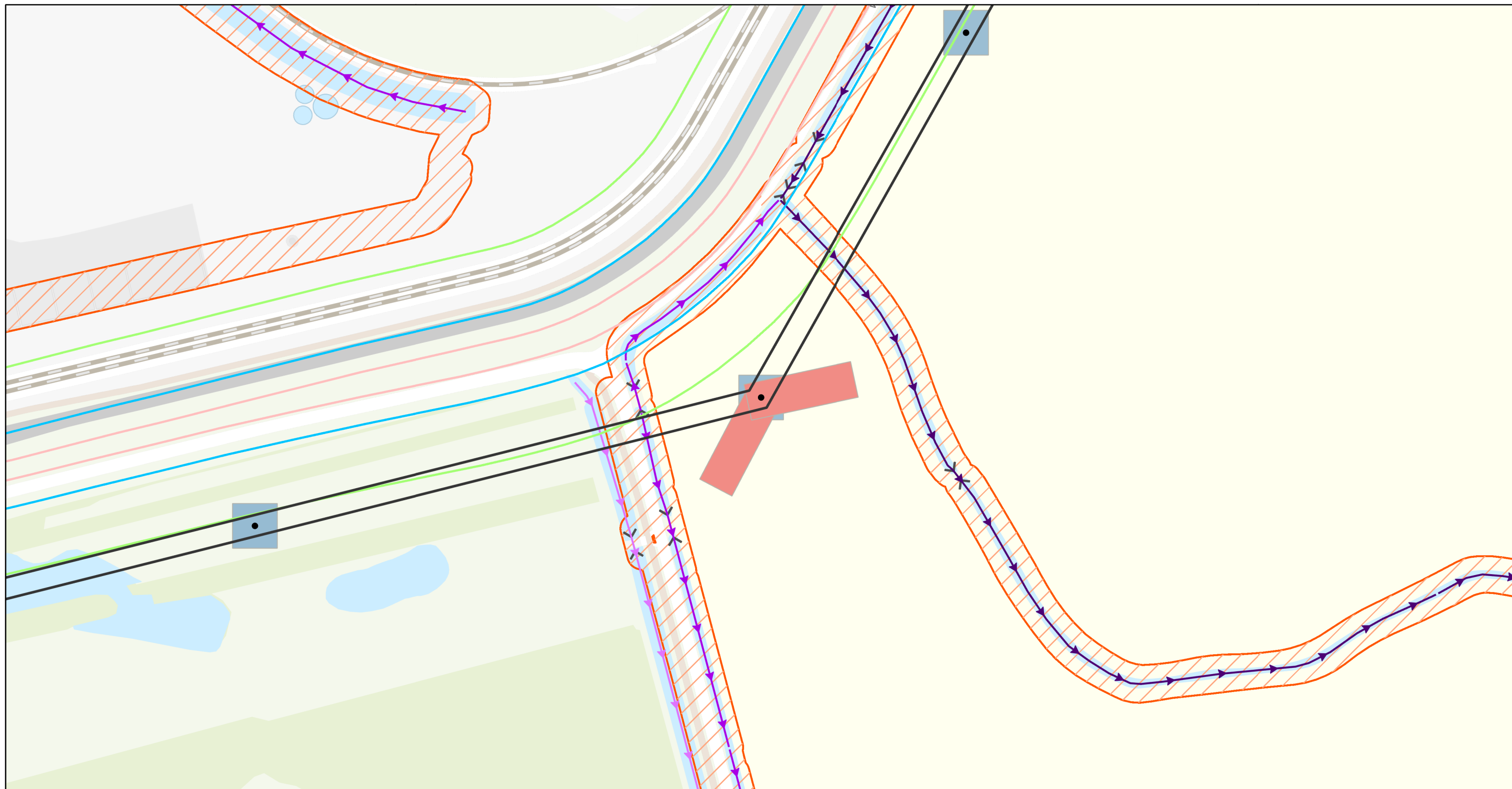
- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair
  - tertiair

- ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkterreinen

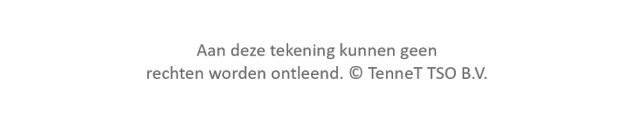
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal

— Beschermingszone B Regionaal

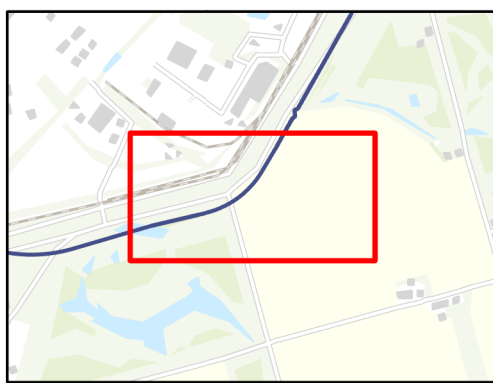




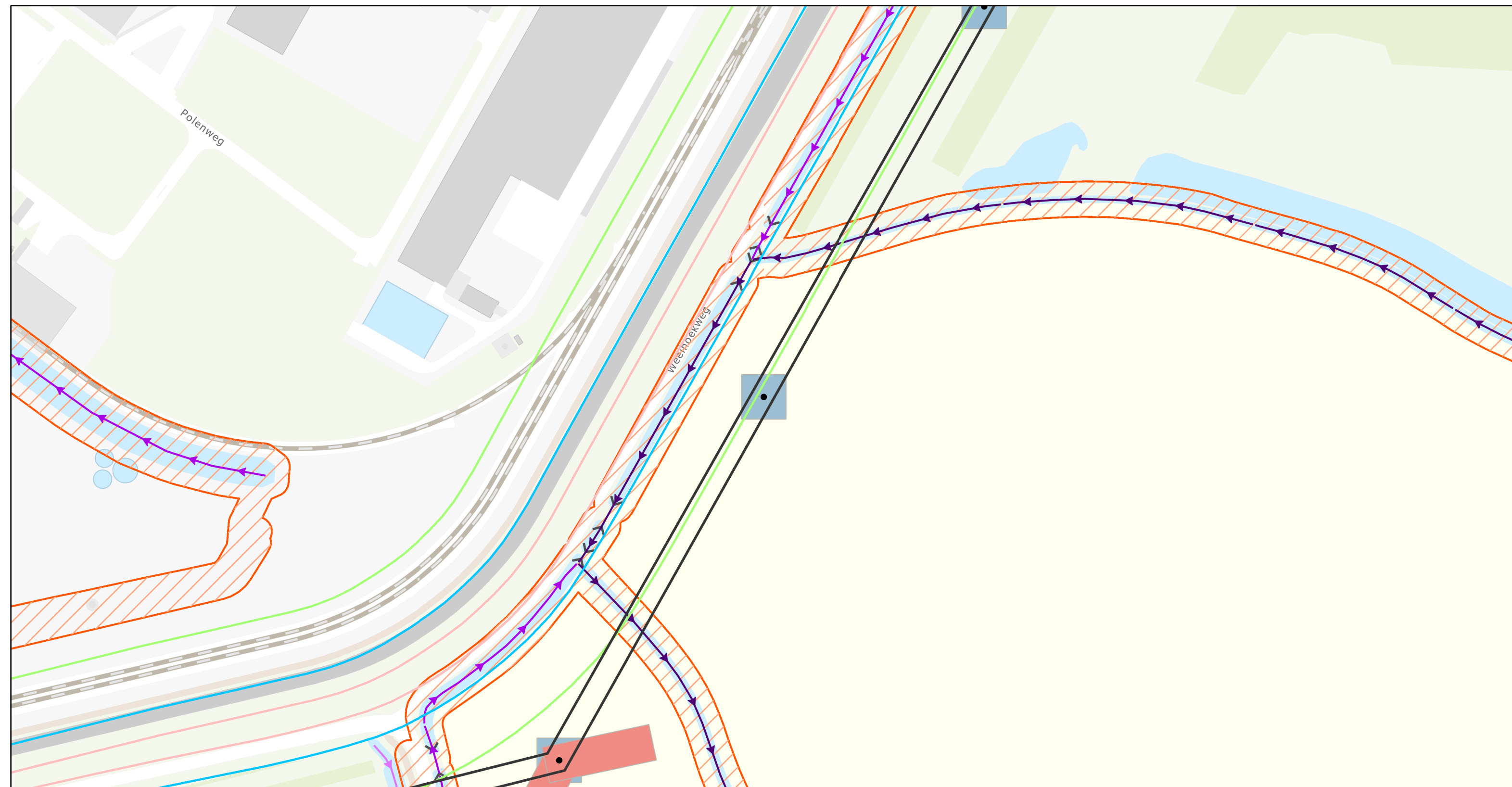
Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 4 van 14		



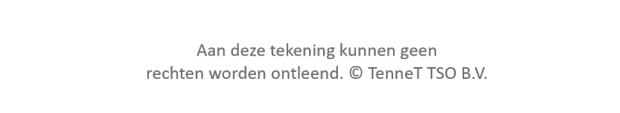
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



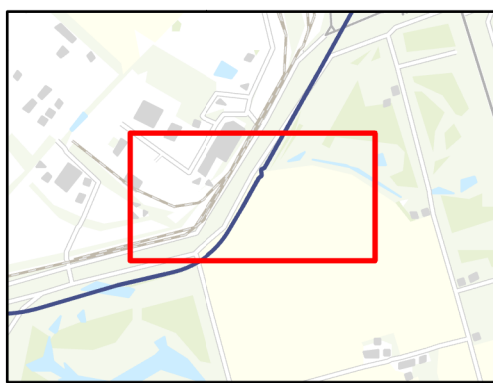
- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
  - ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
  - Oppervlaktewaterlichaam
  - primair
  - secundair
  - tertiair
  - Lierterreinen
  - werkterreinen
- ### Zoneringslijnen
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal
  - Beschermingszone B Regionaal



Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 5 van 14		

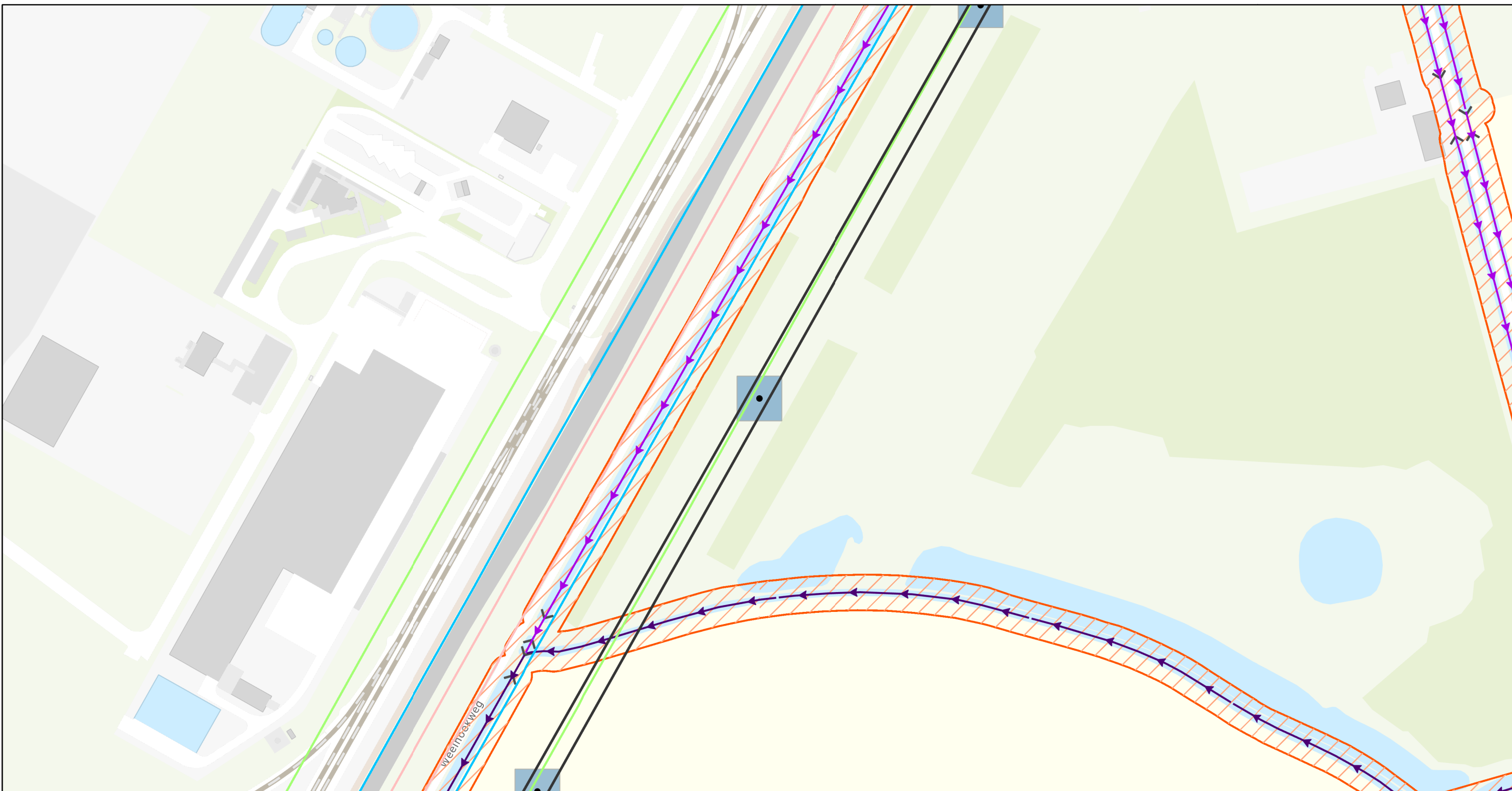


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

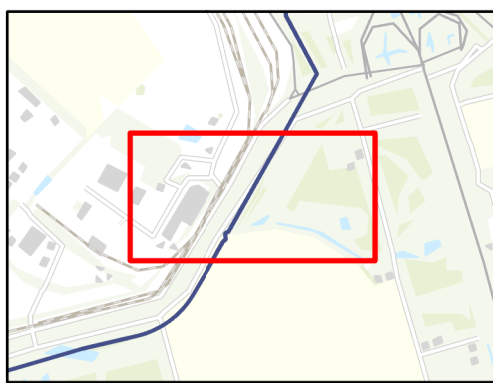


- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
  - ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
  - Zoneringslijnen
  - Beschermingszone B Regionaal
- Oppervlaktewaterlichaam**
- ↔ primair
  - ↔ secundair
  - ↔ tertiair
  - Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkterreinen





Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 6 van 14		
0 30 60 90 m		N	

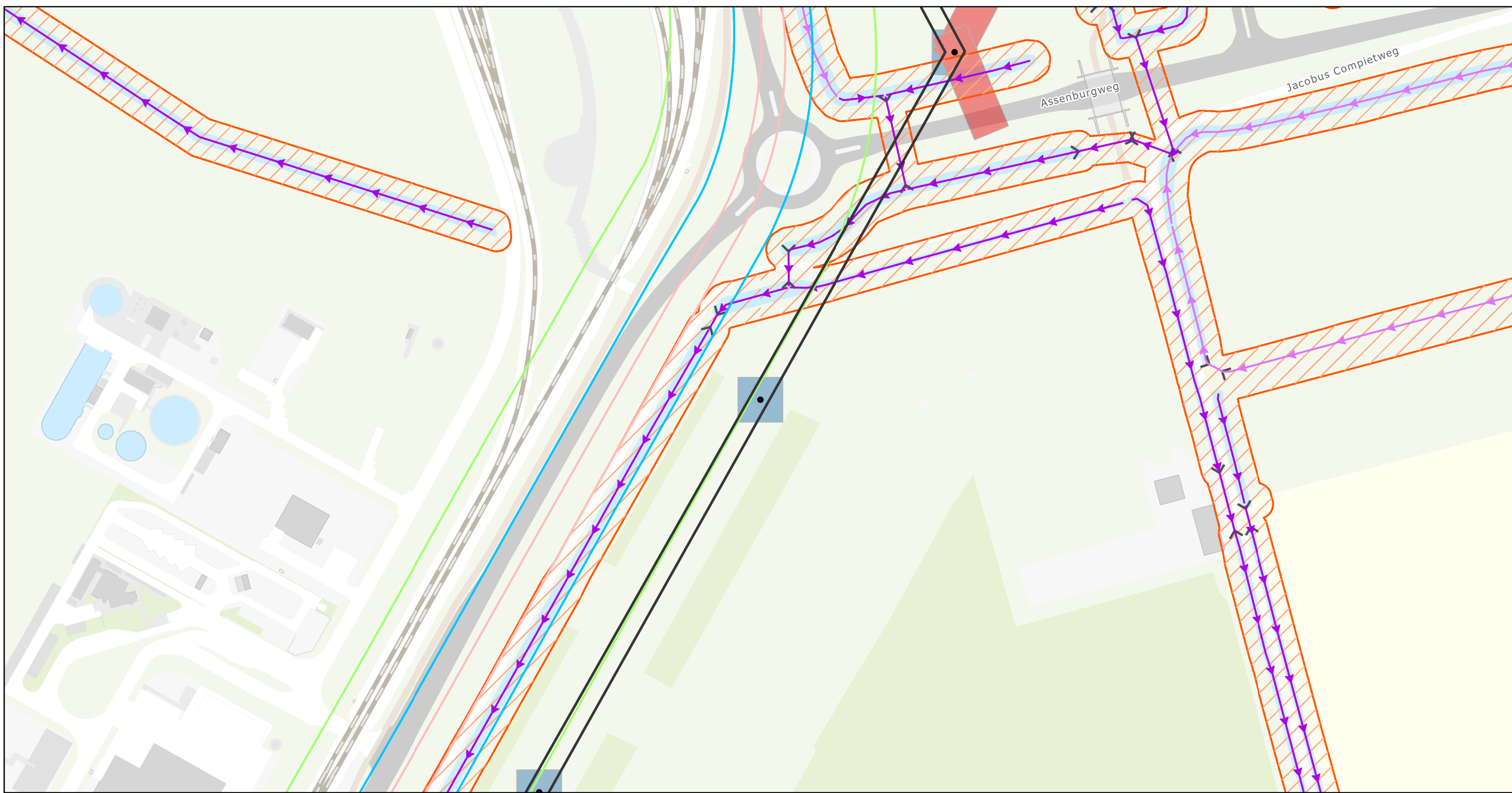


- Te amoveren 150kV mast
- te amoveren 150kV kabel
- ↔ duiker
- ▨ Beschermingszone
- Oppervlaktewaterlichaam
- ▭ werkterreinen
- primair
- secundair

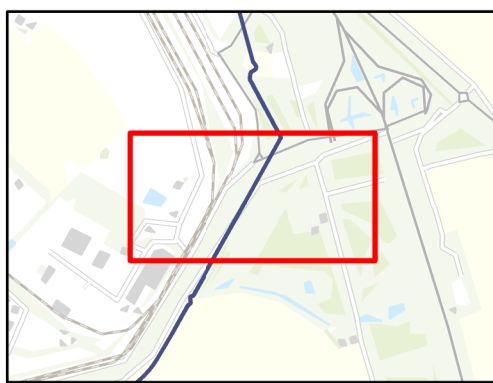
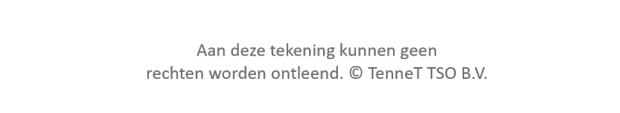
**Zoneringslijnen**

- Waterstaatswerk Primair
- Beschermingszone A Primair
- Beschermingszone B Primair
- Waterstaatswerk Regionaal
- Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal

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



Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 7 van 14		



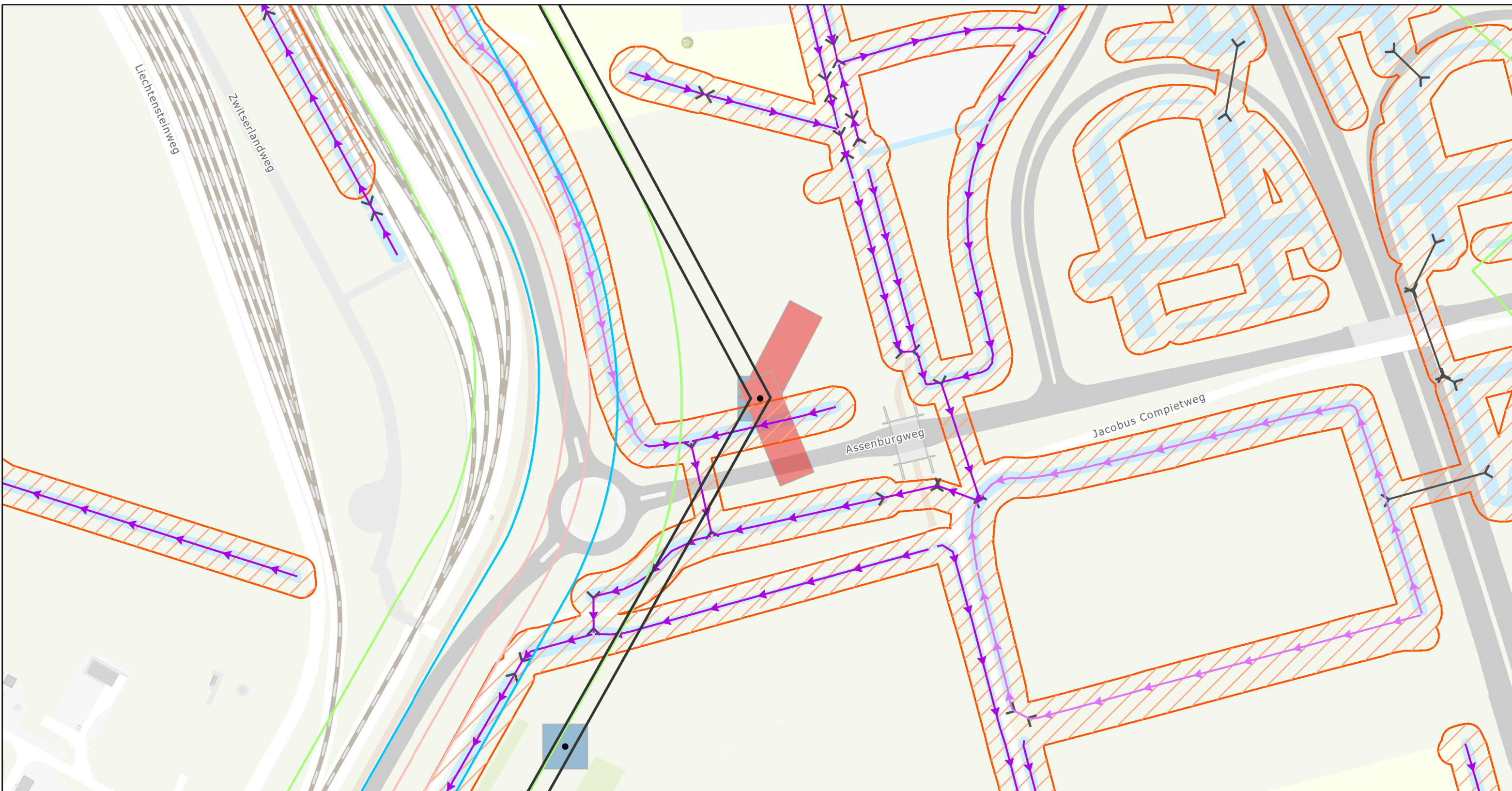
- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam**
- ↔ secundair
  - ↔ tertiair

- ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkterreinen

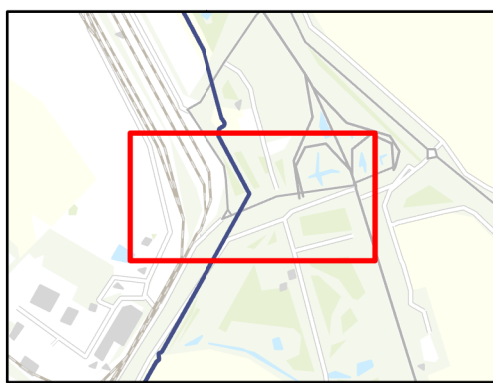
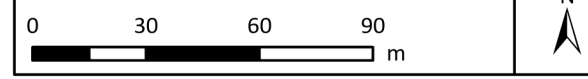
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal

- Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal





Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 8 van 14		



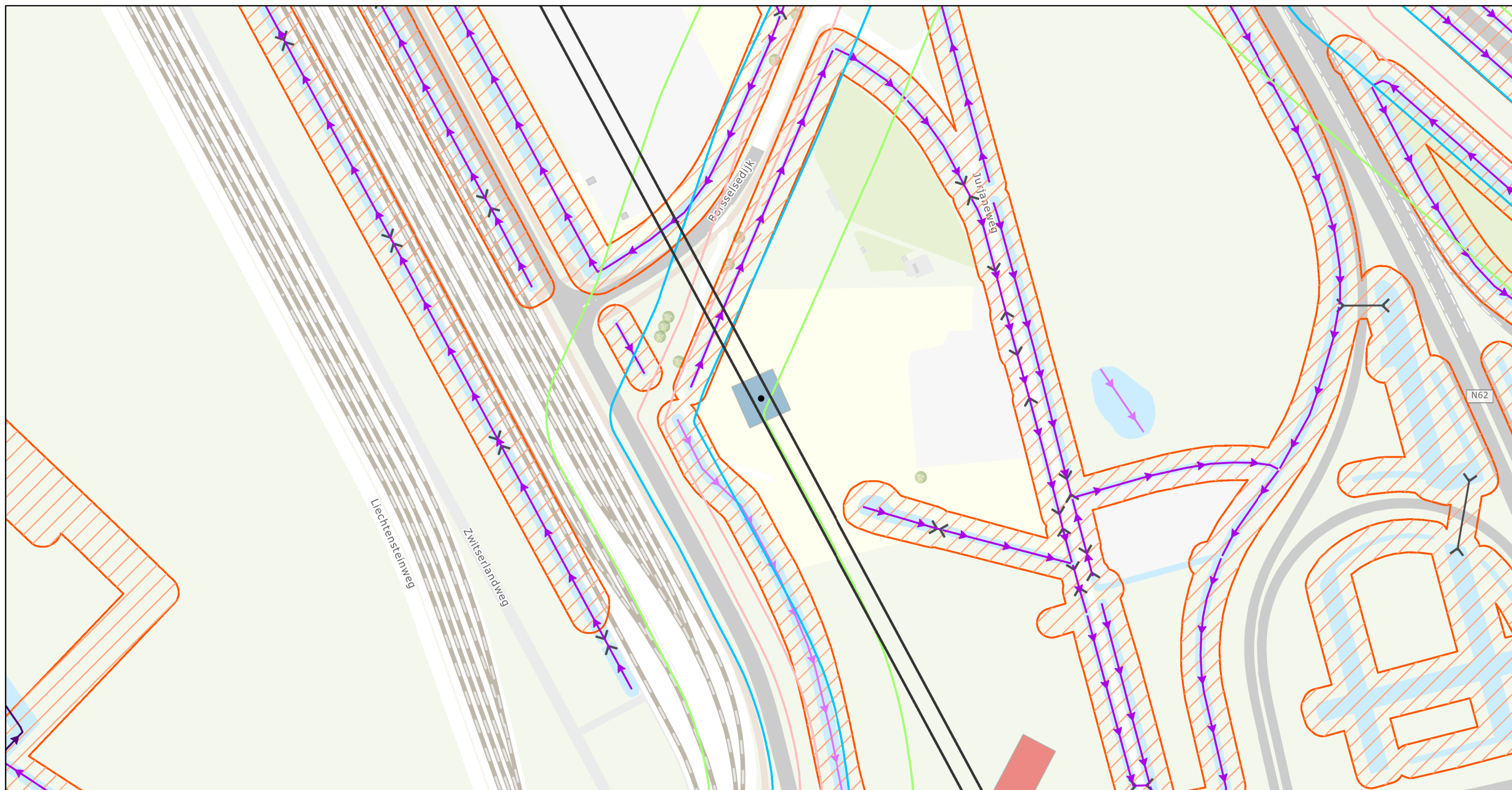
- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam**
- secundair
  - tertiair

- duiker
  - Beschermingszone
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkterreinen

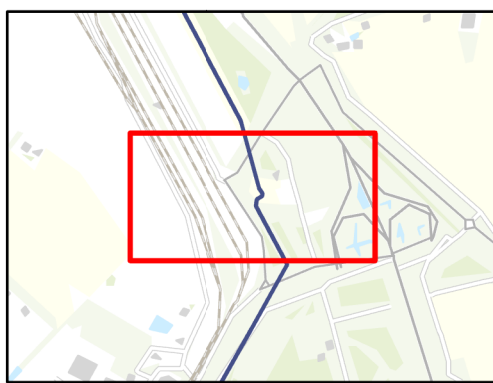
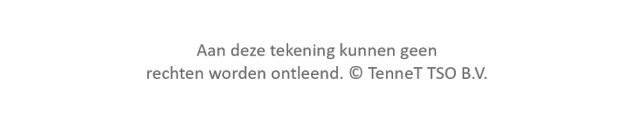
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal

- Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal





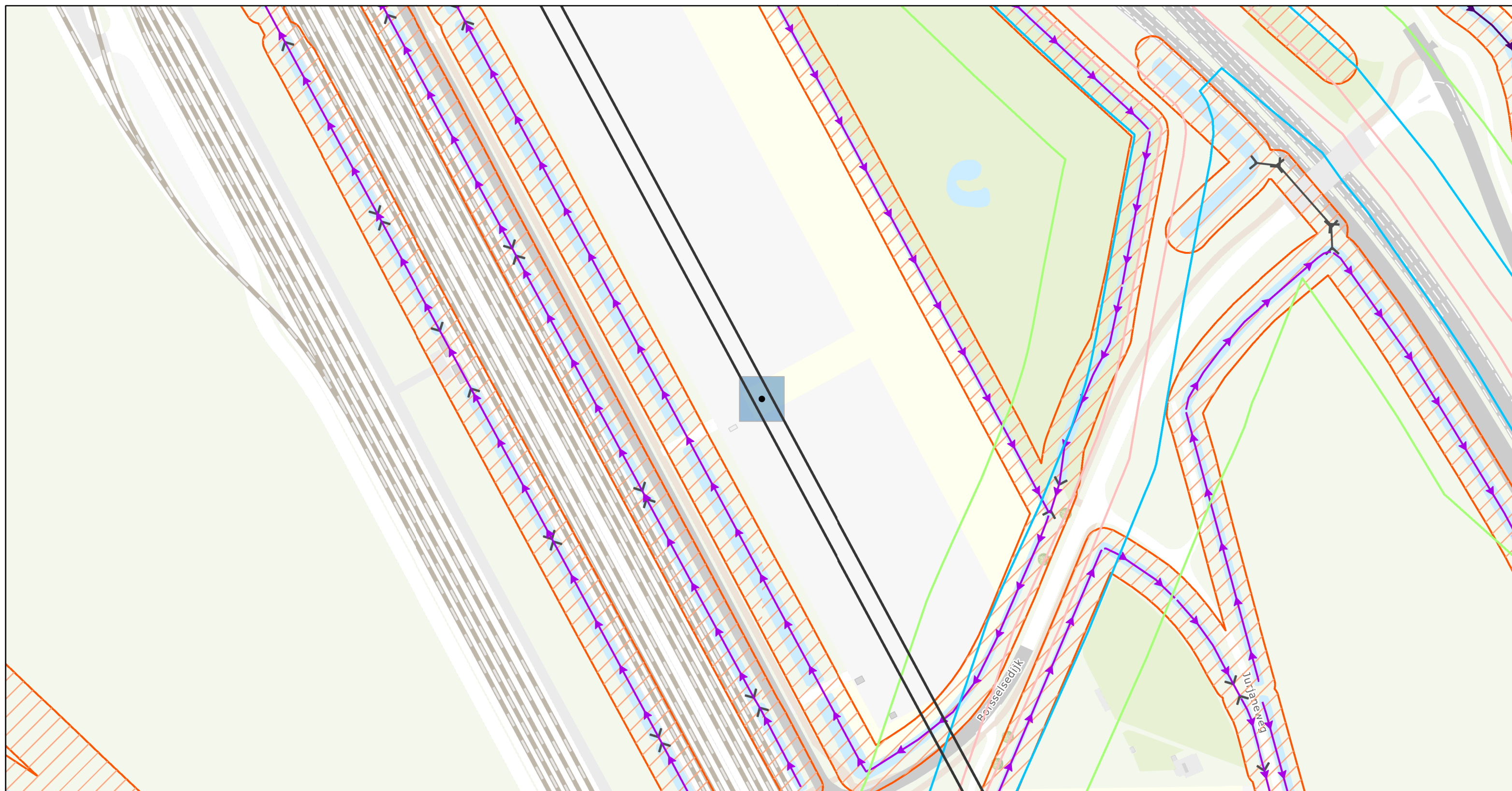
Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 9 van 14		



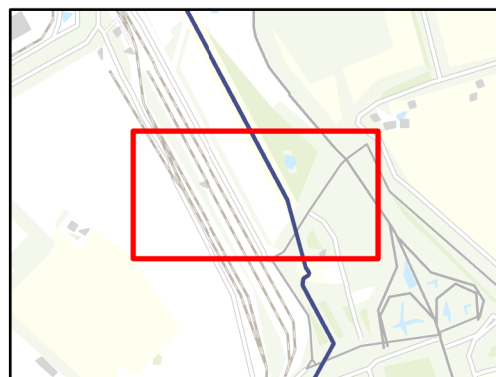
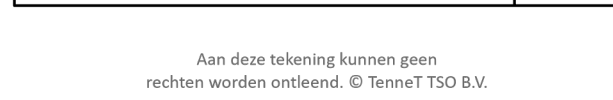
- Te amoveren 150kV mast
- te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam
  - primair
  - secundair
  - tertiair
- duiker
- Beschermingszone
- Type werkterrein
  - Lierterreinen
  - werkterreinen
- Zoneringslijnen
  - Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal

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





Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 10 van 14		



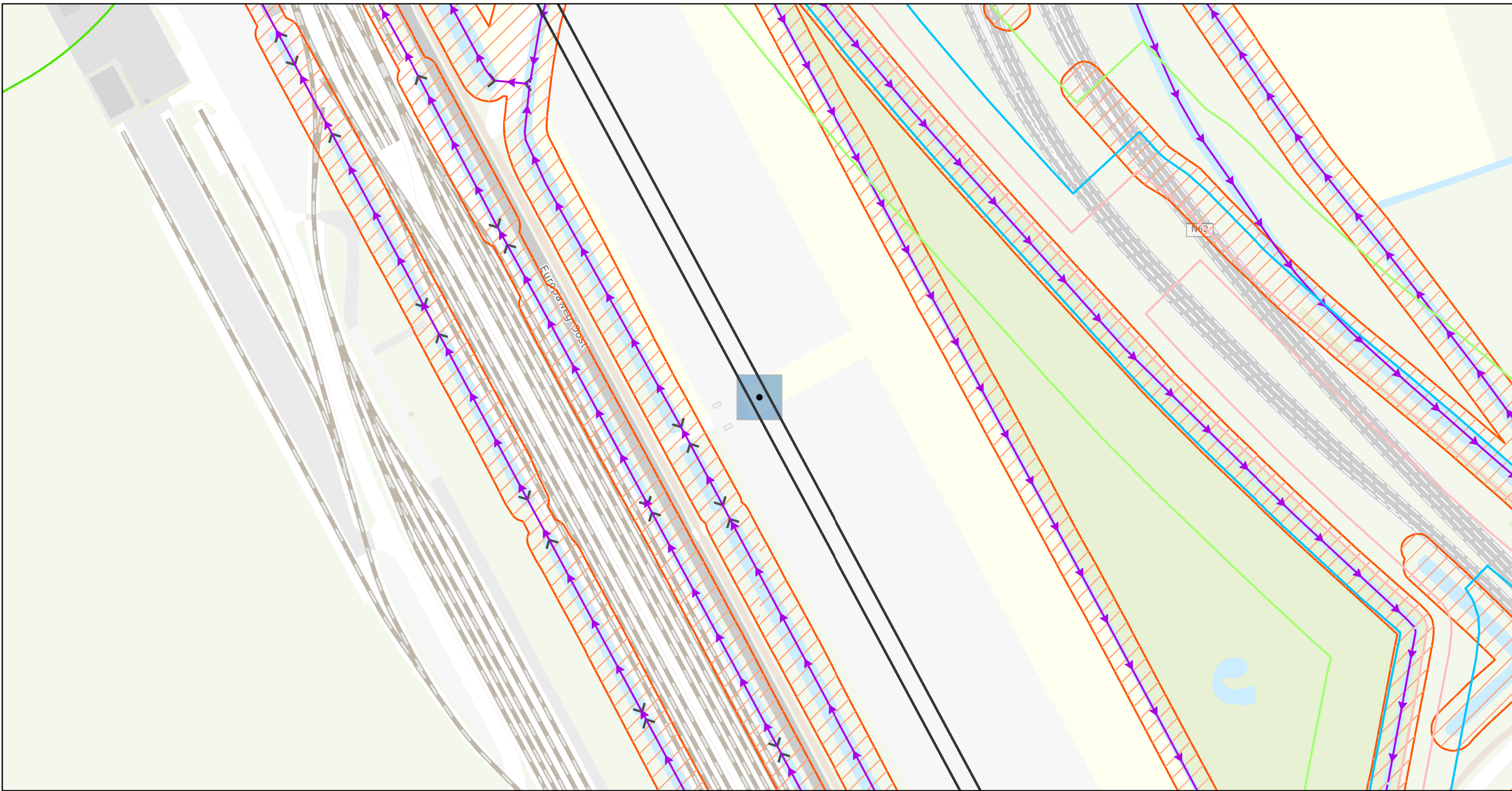
- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair

- ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
- Type werkterrein**
- werkterreinen

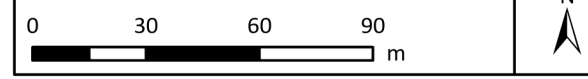
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal

- Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal

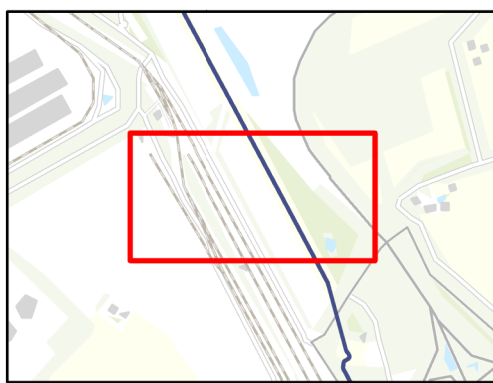




Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 11 van 14		

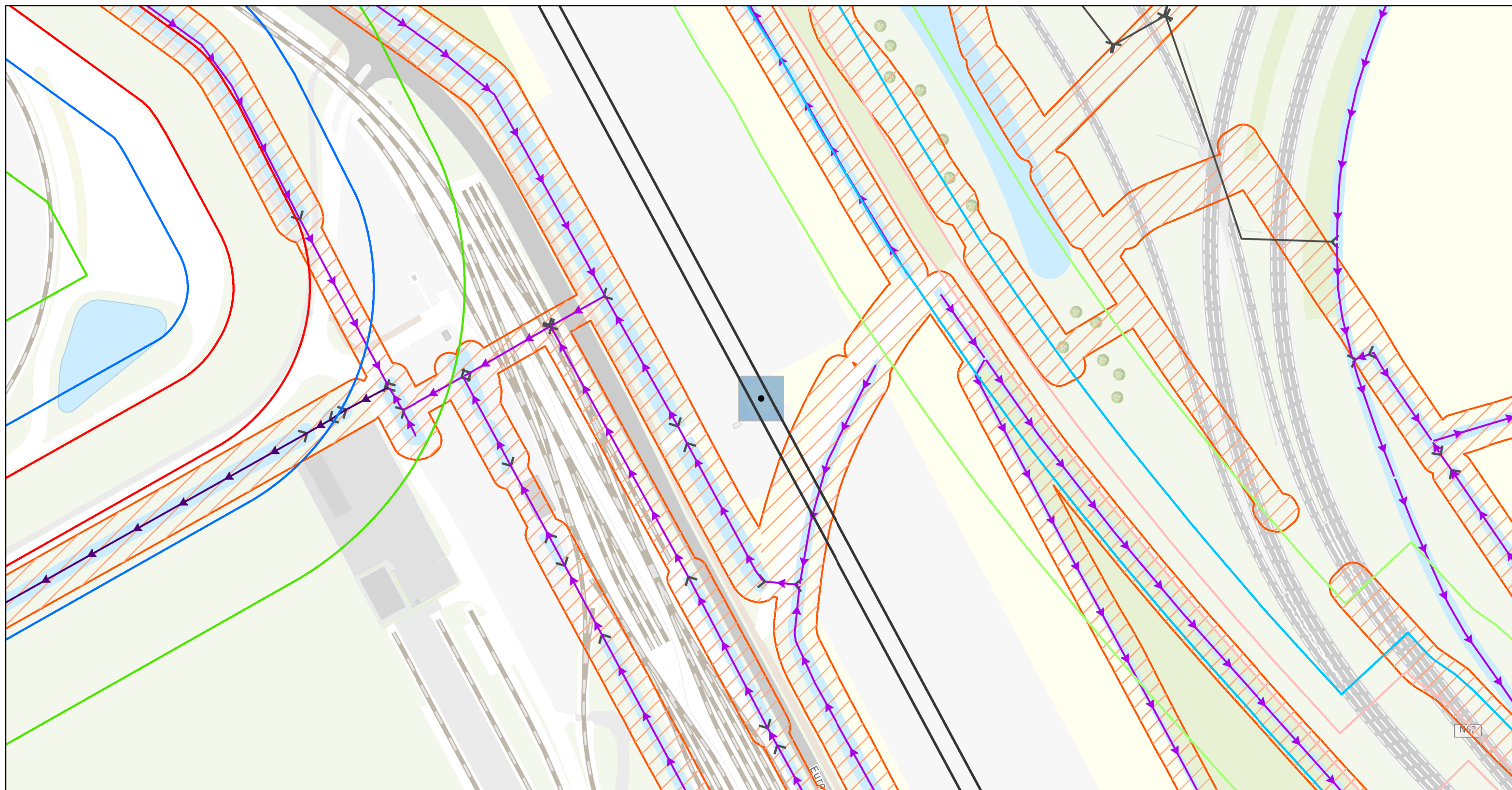


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

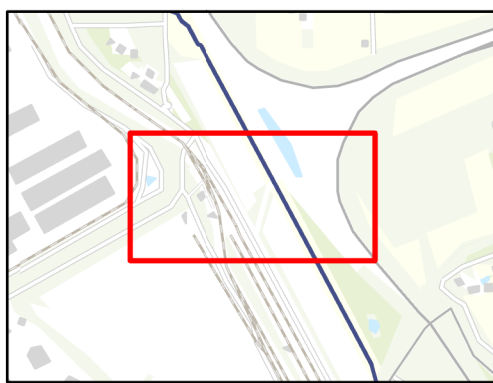


- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
  - Oppervlaktewaterlichaam
  - ↔ secundair
  - ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
  - Type werkterrein
  - werkterreinen
- ### Zoneringslijnen
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Beschermingszone A Regionaal
  - Beschermingszone B Regionaal



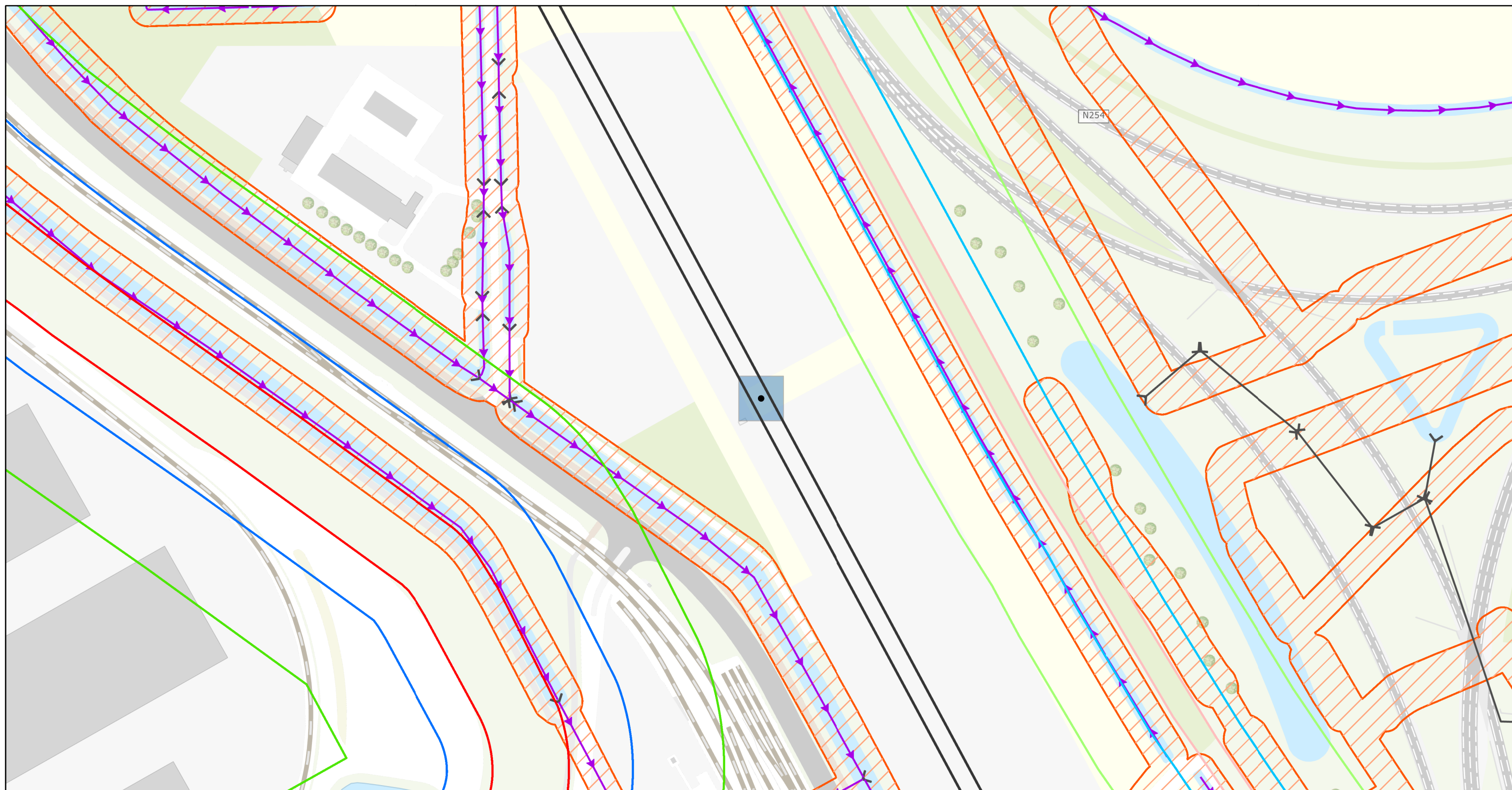


Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 12 van 14		
0 30 60 90 m		N	

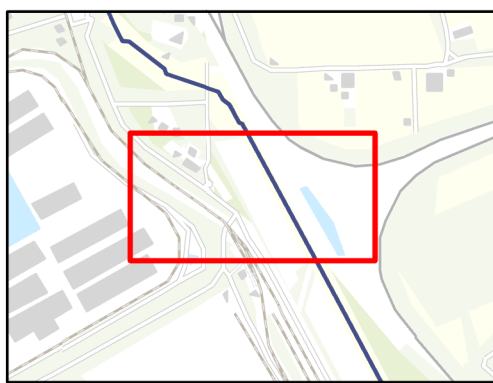
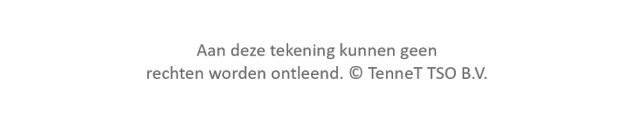


- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
  - ↔ duiker
  - ▨ Bescheringszone
  - Oppervlaktewaterlichaam
  - ▭ werkterreinen
  - primair
  - secundair
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Bescheringszone A Primair
  - Bescheringszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal
  - Bescheringszone A Regionaal
  - Bescheringszone B Regionaal





Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 13 van 14		



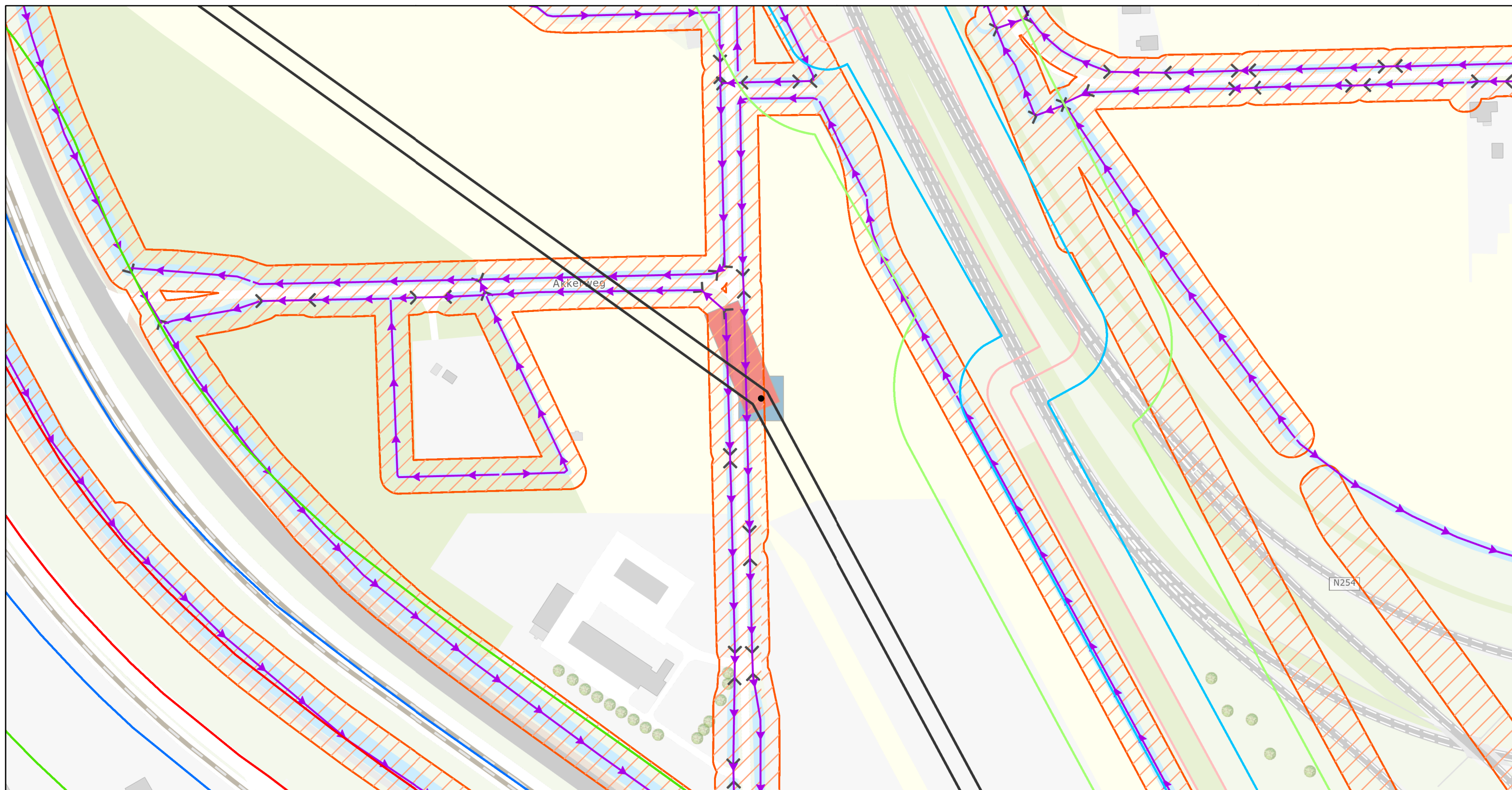
- Te amoveren 150kV mast
- te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam
- ↔ secundair
- ↔ duiker

- ▨ Beschermingszone
- Type werkterrein
- werkterreinen

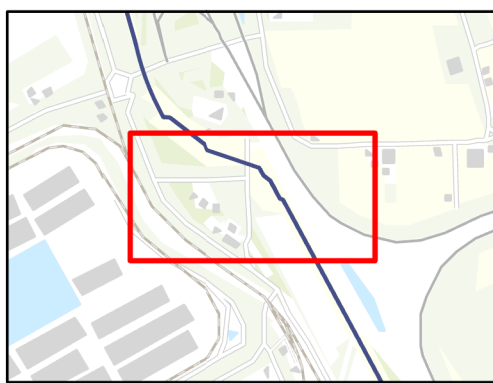
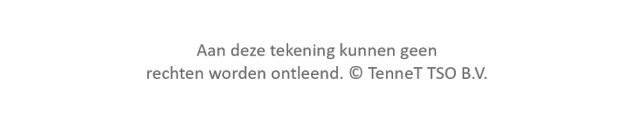
- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal

- Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal





Versie	1.0	Datum	12-7-2021
Schaal	1:2.000	Formaat	A3
Kenmerk	2106_alpha_onshore_water_150kV kaartbeeld 14 van 14		



- Te amoveren 150kV mast
  - te amoveren 150kV kabel
- Oppervlaktewaterlichaam**
- primair
  - secundair

- ↔ duiker
  - ▨ Beschermingszone
- Type werkterrein**
- Lierterreinen
  - werkterreinen

- Zoneringslijnen**
- Waterstaatswerk Primair
  - Beschermingszone A Primair
  - Beschermingszone B Primair
  - Waterstaatswerk Regionaal

- Beschermingszone A Regionaal
- Beschermingszone B Regionaal

**ONDERWERP**  
IJmuiden-Ver, Waterveiligheid Waterkeringen, Vergunningen - Alpha

**PROJECTNUMMER**  
30069167.0170-6

**DATUM**  
6 augustus 2021

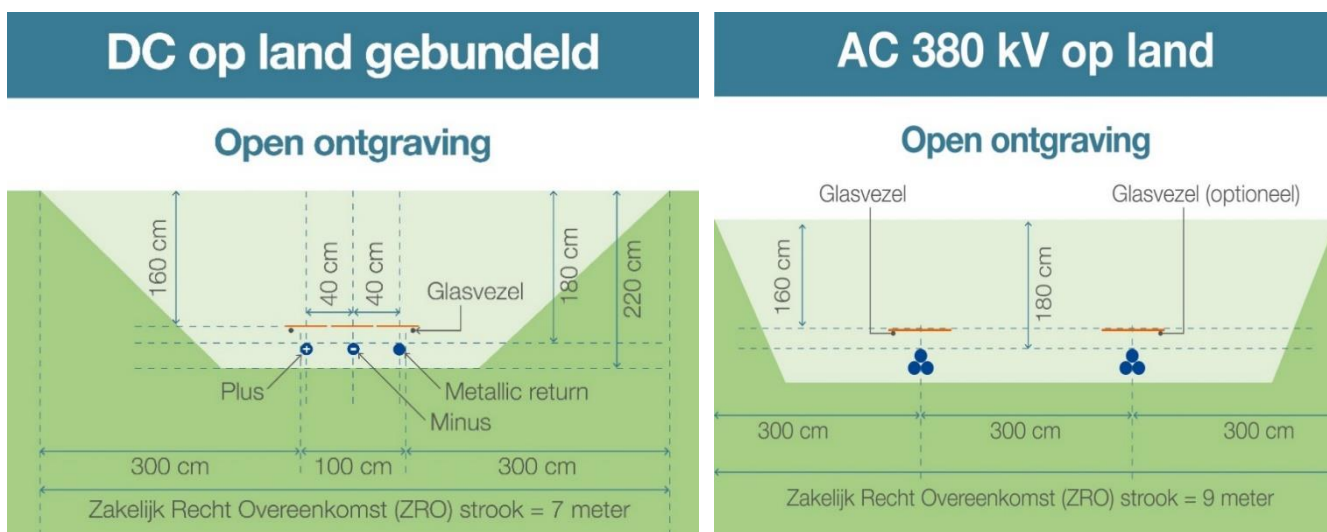
**VAN**  
Michiel van Reen

## 1.1 Inleiding

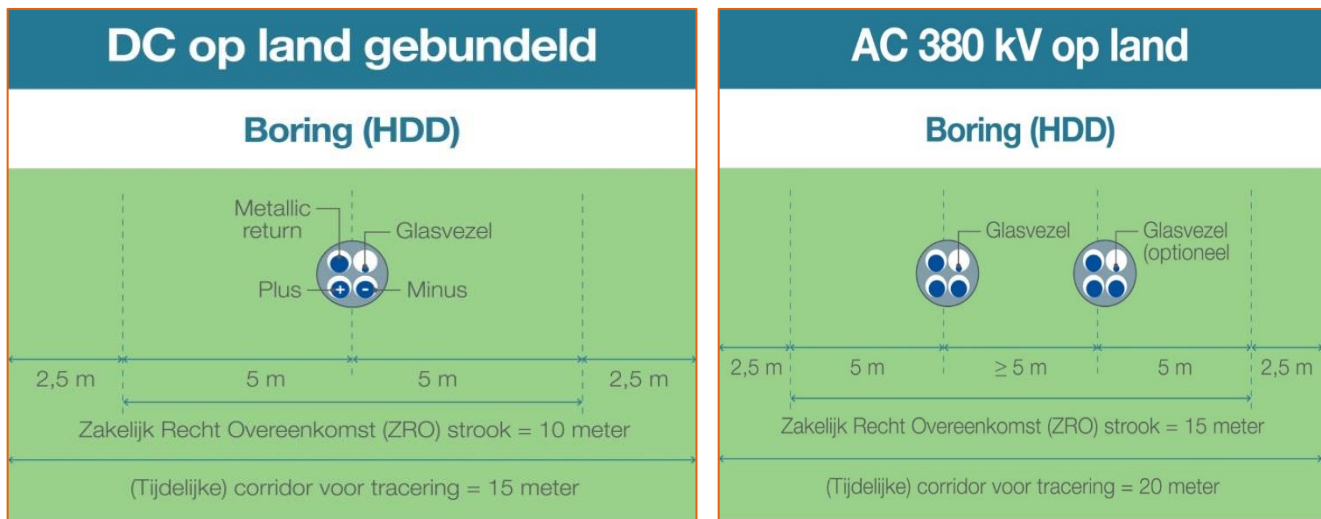
Dit memo bevat een quickscan van de locaties waar het kabeltracé voor de vergunningen (met gegevens tot 2-8-2021) van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha onshore waterkeringen kruist of parallel daaraan loopt en in de beschermingszones van deze keringen valt. Daarnaast is ook de locatie van het converterstation onderzocht, vanwege de gedeeltelijke ligging in de buitenste beschermingszone van de daar gelegen waterkering.

Op basis van expert judgement is in deze memo beoordeeld of er aanleiding is effecten te verwachten met betrekking tot het aspect waterveiligheid. In de waterveiligheidsbeoordeling is onderscheid gemaakt tussen twee situaties, namelijk: de aanlegfase en de gebruiksfase. Daarnaast is er met betrekking tot het kabeltracé op land gekeken naar twee manieren van aanleg, namelijk door middel van:

- Open ontgravingen (zie Figuur 1 voor dwarsprofiel van DC en AC open ontgraving) en;
- Boringen (zie Figuur 2 van DC en AC boring, langsdoorsnede zijn locatie specifiek)



Figuur 1 Dwarsprofiel met afmetingen open ontgraving DC en AC verbinding



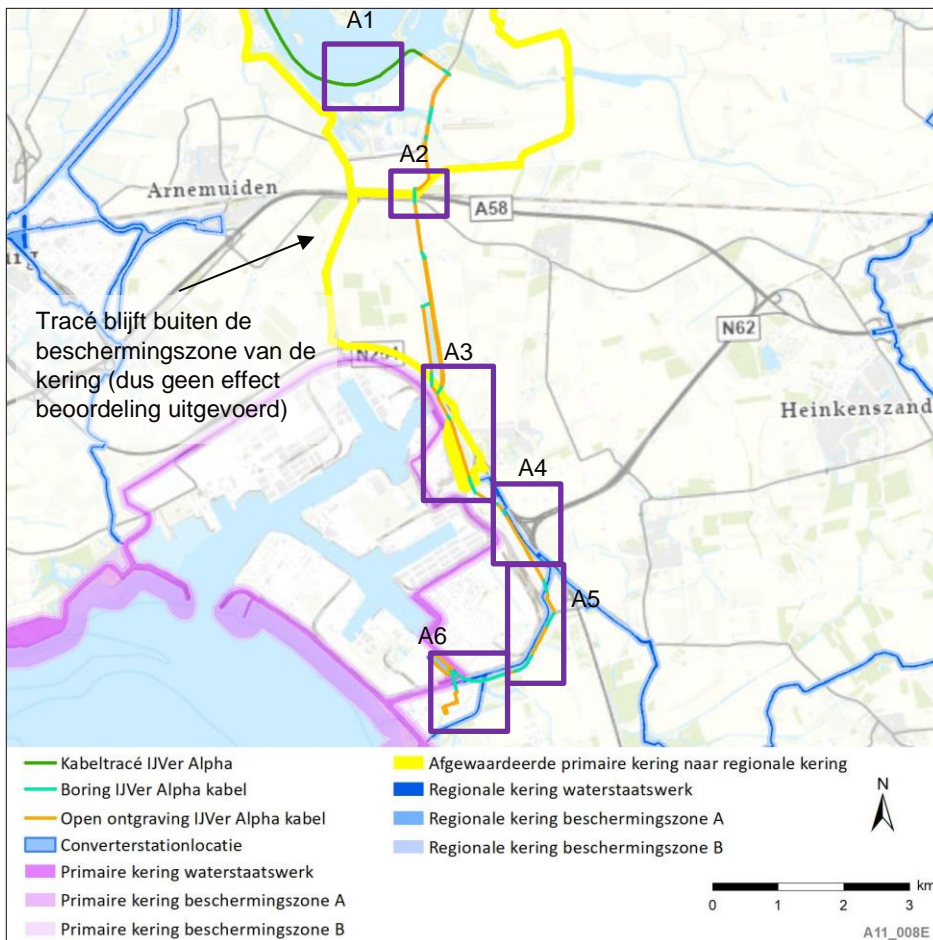
Figuur 2 Dwarsprofiel en onderlinge afstand bij DC en AC-boringen

Met name de boringen die onder de waterkering doorlopen, hebben in potentie de grootste bijdrage in het vergroten van het overstromingsrisico. De boringen onder waterkeringen door, maar ook degene die parallel lopen aan een waterkering zijn echter al ver en in detail uitgewerkt (conform de geldende NEN-normen, NEN3650/3651). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de boringen voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha met hun in- en uitredepunt altijd buiten de beschermingszone (of beschermingszone A) vallen. Bij de uitwerking van de boringen die een waterkering kruisen is ook expliciet aandacht besteed aan het voorkomen van het vergroten van de kans op kwel dan wel piping. Daarbij is er verschil tussen de situaties waar de kering direct buitenwater (tijdens stormcondities) moet keren en de situaties waarbij de kering aan beide zijde droog is (in geval van enkele regionale keringen). Hier is in de volgende paragrafen nader op in gegaan.

## 1.2 Achtergrond en gegevens

Het kabeltracé van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha komt ter plaatse van de via het Veerse Meer aan op land ten zuidwesten van Haven de Piet. Het landtracé kruist diverse regionale waterkering voordat het tracé via een boring de primaire waterkering nabij de Belgiëweg Oost in Borssele kruist. Daar komt het tracé uit bij het converterstation, vanwaar nog een boring voor de wisselstroomkabels plaatsvindt om aan te sluiten op het bestaande 380kV-hoogspanningsstation in Borssele. Voor de beoordeling waterveiligheid waterkeringen is het tracé in deelgebieden opgedeeld, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en Figuur 3. Deze deelgebieden zijn in de volgende paragrafen verder beschreven.





Figuur 3 Overzicht boringen en open ontgravingen kabeltracé Net op zee IJmuiden Ver Alpha op land met de vijf deelgebieden voor de waterveiligheidsbeschouwing

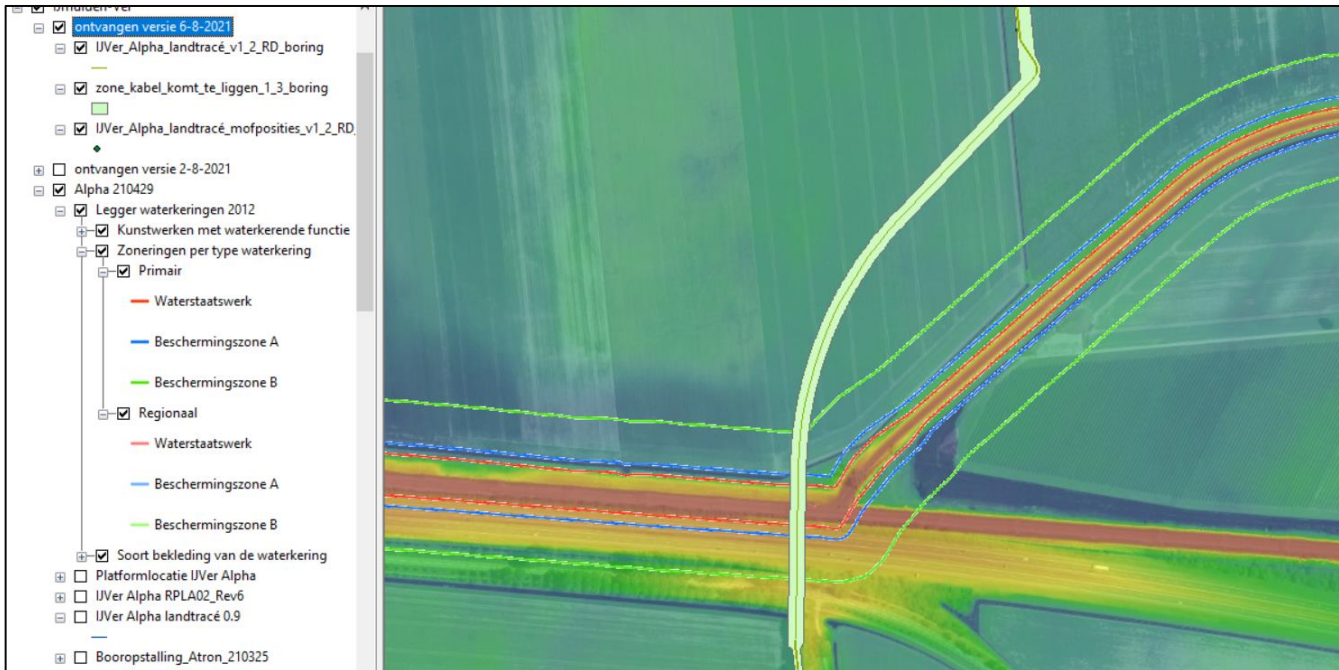
### 1.2.1 Deeltracé A1 – Veerse Meer

Dit deeltracé heeft geen betrekking op de watervergunningaanvraag van Net op zee IJmuiden Ver Alpha onshore.

### 1.2.2 Deeltracé A2 – Spoorlijn en A58

Het tracé verlaat het Veerse Meer aan de zuidzijde nabij De Piet en gaat in zuidelijke richting naar de spoorlijn en de A58, waar het tevens de regionale kering kruist. Het tracé valt daar samen met de regionale waterkering (voorheen een primaire waterkering die recentelijk is afgewaardeerd naar regionale waterkering). Het tracé wordt met een boring aangelegd waarbij zowel het intree- als het uittreepunt van de boring ruim buiten beschermingszone B ligt. De waterkering is in beheer bij waterschap Scheldestromen en keert niet direct water. Het is een voormalige primaire kering die is afgewaardeerd naar regionale kering en eventuele hoge waterstanden vanaf het Veerse Meer kan keren of door compartimentering grootschaligere overstromingen kan voorkomen.





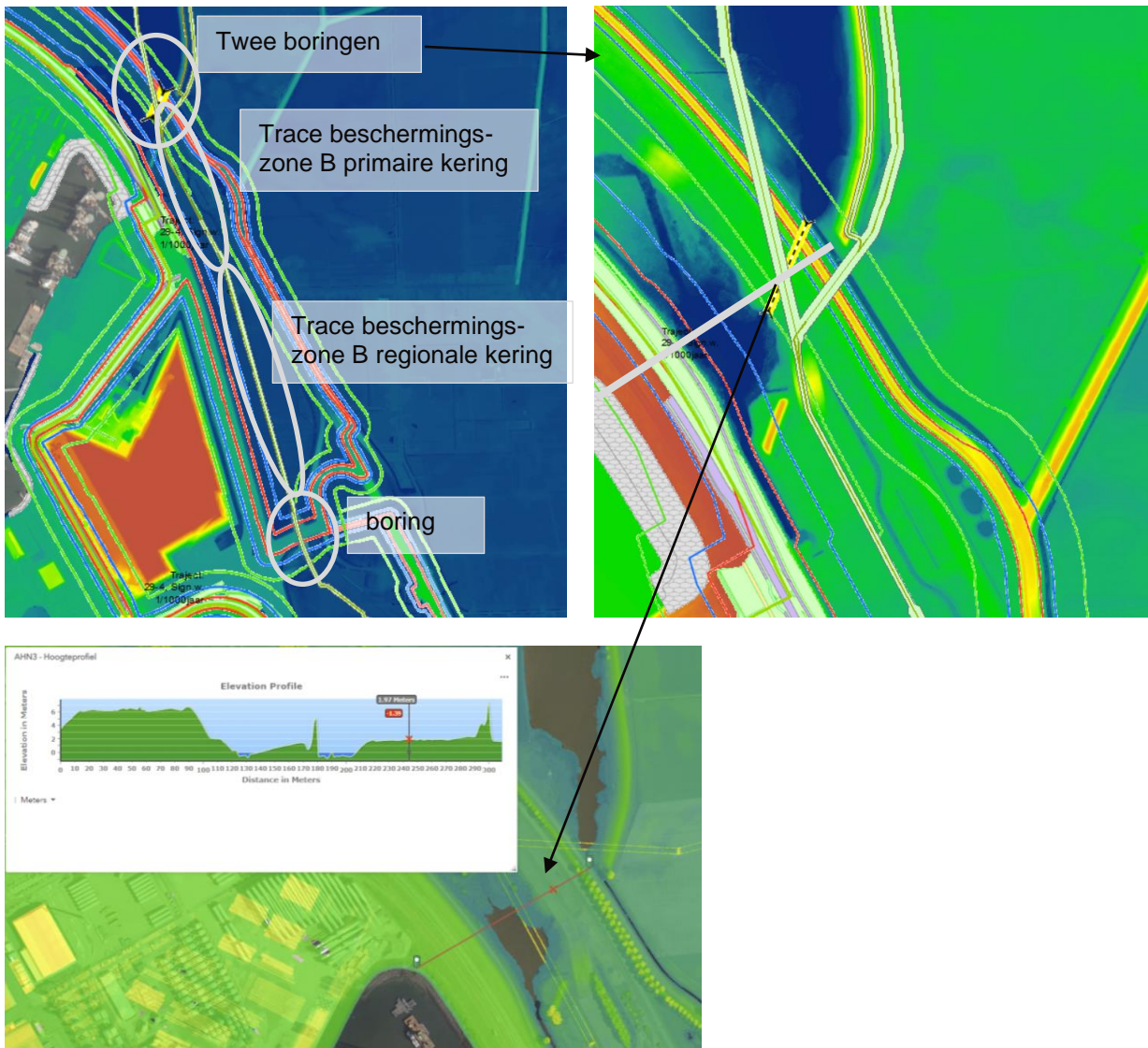
Figuur 4 Ligging van het tracé met begin en eind van de boring buiten beschermingszones B

### 1.2.3 Deeltracé A3 – Westelijk N254

Het deeltracé A3 gaat op twee locaties met boringen onder de regionale kering door, van noord naar zuid. In de planning staat dat er uiteindelijk maar één van deze twee boringen gerealiseerd gaat worden. De westelijke boring start en eindigt buiten de beschermingszone B. De oostelijke variant start en eindigt in beschermingszone B, maar zowel bij het intredepunt als het uitredepunt wel aan de buitenrand van de beschermingszone B.

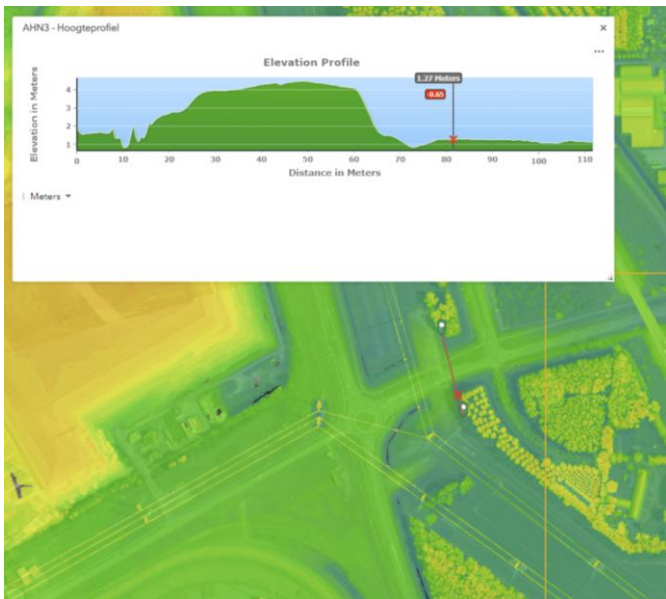
Het tracé vervolgt richting het zuiden waar het deels samenvalt met de beschermingszone van de primaire waterkering (maximaal 15m aan de buitenkant van de 50m brede zone). Het betreft de beschermingszone van traject 29-4 uit de Waterwet met een signaleringswaarde 1:1.000 per jaar (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-01-01>). De primaire kering keert direct het buitenwater van de haven van Vlissingen-Oost.

Het tracé volgend naar het zuiden, blijft deze in of op de rand van de beschermingszone B lopen, maar hier verandert de kering van primaire kering naar een regionale kering. De waterkeringen (primaire en regionaal) zijn in beheer bij waterschap Scheldestromen. De regionale kering betreft een afgewaardeerde primaire waterkering (voormalige scheidingsdijk tussen dijkkring 29 en dijkkring 30).



*Figuur 5 Locatie aanduiding met 2 boringen en parallel tracé in beschermingszone B (van primaire en regionale kering) met detail en indicatief AHN3-profiel waar boring onder de waterkering uitkomt/start*

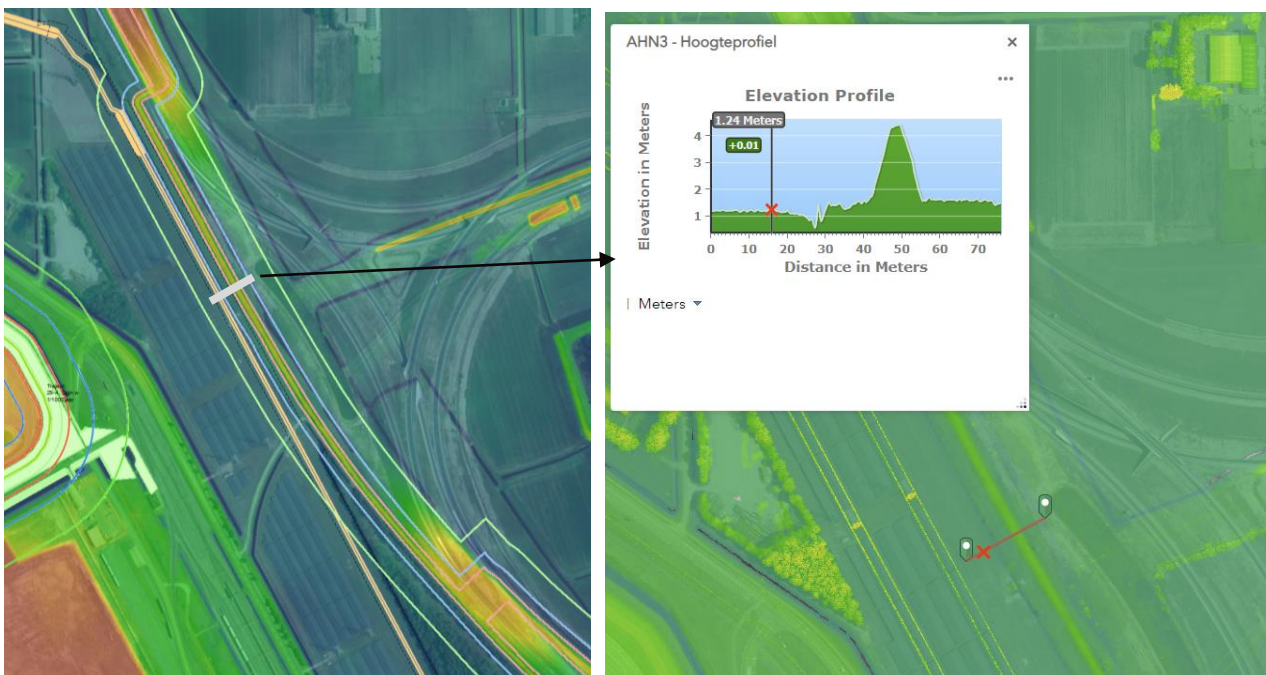
De zuidelijke boring in dit deeltracé gaat onder de regionale kering (voormalig primaire kering) door. De kering heeft in normale omstandigheden geen water te keren. De boring staat gepland net iets westelijker dan waar het indicatieve dwarsprofiel in Figuur 6 is genomen, namelijk precies onder de locatie waar extra grond is aangebracht (zichtbaar aan de kleuren in Figuur 6). Het dwarsprofiel in Figuur 6 laat zelfs al een brede en solide waterkering zien. Het intredepunt van de boring aan de noordzijde bevindt zich in de beschermingszone B en het uitredepunt bevindt zich aan de zuidzijde van de kering, ver voorbij de uiterste rand van beschermingszone B.



Figuur 6 Indicatief dwarsprofiel (net iets oostelijker dan waar de boring plaatsvindt) over regionale waterkering waar boring onder door gaat (zuidelijke boring in Figuur 5).

### 1.2.4 Deeltracé A4 – Westelijk N62

Deeltracé 4 valt over een lengte van circa 700m samen met beschermingszone B. Over een lengte van circa 350m is de afstand ten opzichte van beschermingszone A circa 15 meter, maar nog wel aan de overzijde van de sloot, gezien vanaf de waterkering. De overige 350m neemt de afstand geleidelijk toe tot 35m, waar het tracé beschermingszone B verlaat. De waterkering wordt niet direct door water belast, maar kan bij overstromingen grootschaligere overstromingen voorkomen door de compartimenterende werking. De regionale waterkering is in beheer bij waterschap Scheldestromen.



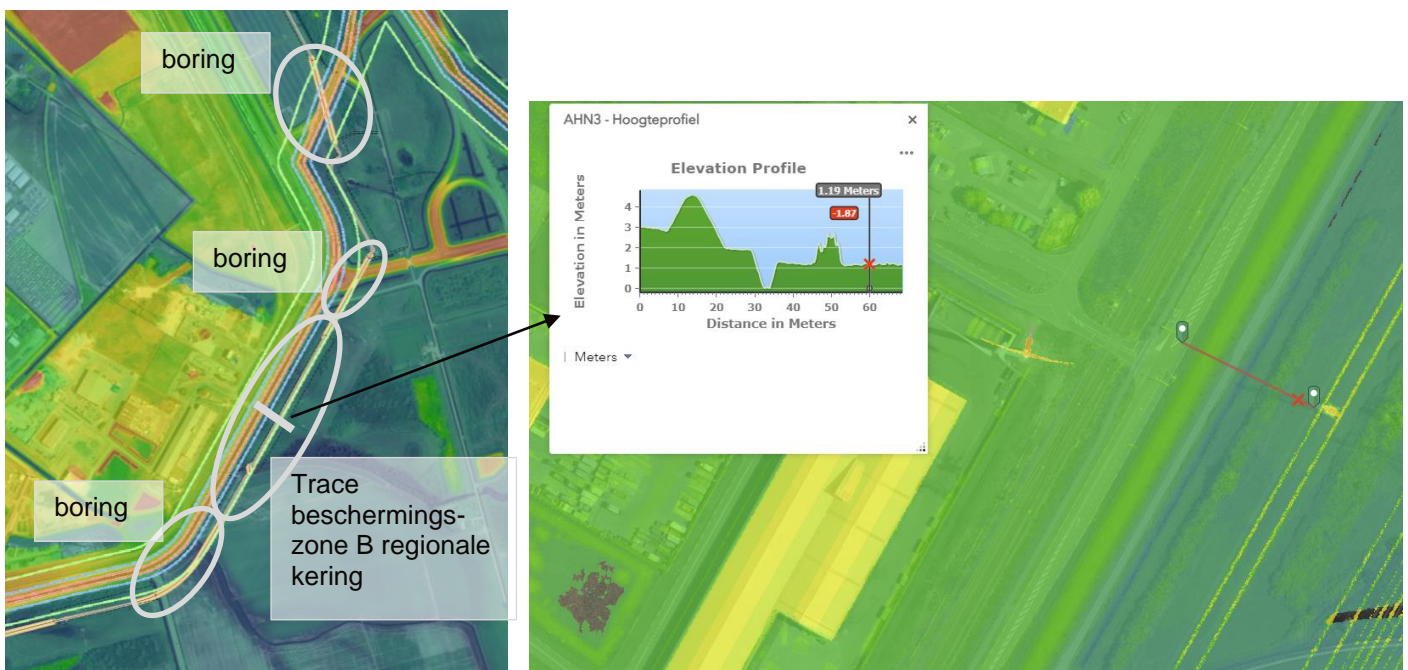
Figuur 7 Ligging van het tracé binnen Beschermingszone B met indicatief AHN3-profiel van de waterkering



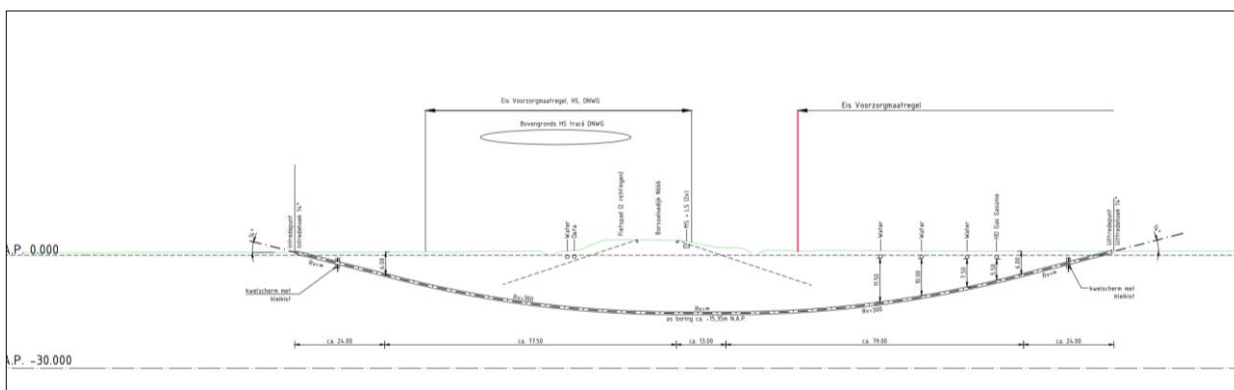
### 1.2.5 Deeltracé A5 - Weelhoekweg

Deeltracé A5 kruist een regionale kering met een boring en loopt vervolgens verder langs de rand van de beschermingszone B. De waterkering wordt niet direct door water belast, maar kan bij overstromingen grootschaligere overstromingen voorkomen door de compartimenterende werking. De regionale waterkering is in beheer bij waterschap Scheldestromen.

Het tracé vervolgt in zuidwestelijke richting met een boring van buiten de beschermingszone B om onder de Assenburgweg en Weelhoekweg door te lopen en in de beschermingszone B uit te komen, 10m van de buitenrand van die zone die daar circa 35m breed is. Het tracé wordt in zuidwestelijke richting binnen de beschermingszone B vervolgd, maar wel aan de overzijde van de sloot gezien vanaf de waterkering. Aansluitend aan het tracé in open ontgraving volgt weer een boring vanuit beschermingszone B die verder afbuigt in westelijke richting en buiten de beschermingszone uitkomt.



Figuur 8 Ligging van het tracé binnen of op de rand van beschermingszone B met drie boringen en een indicatief AHN3-profiel van de waterkering voor het deel met open ontgraving binnen beschermingszone B.

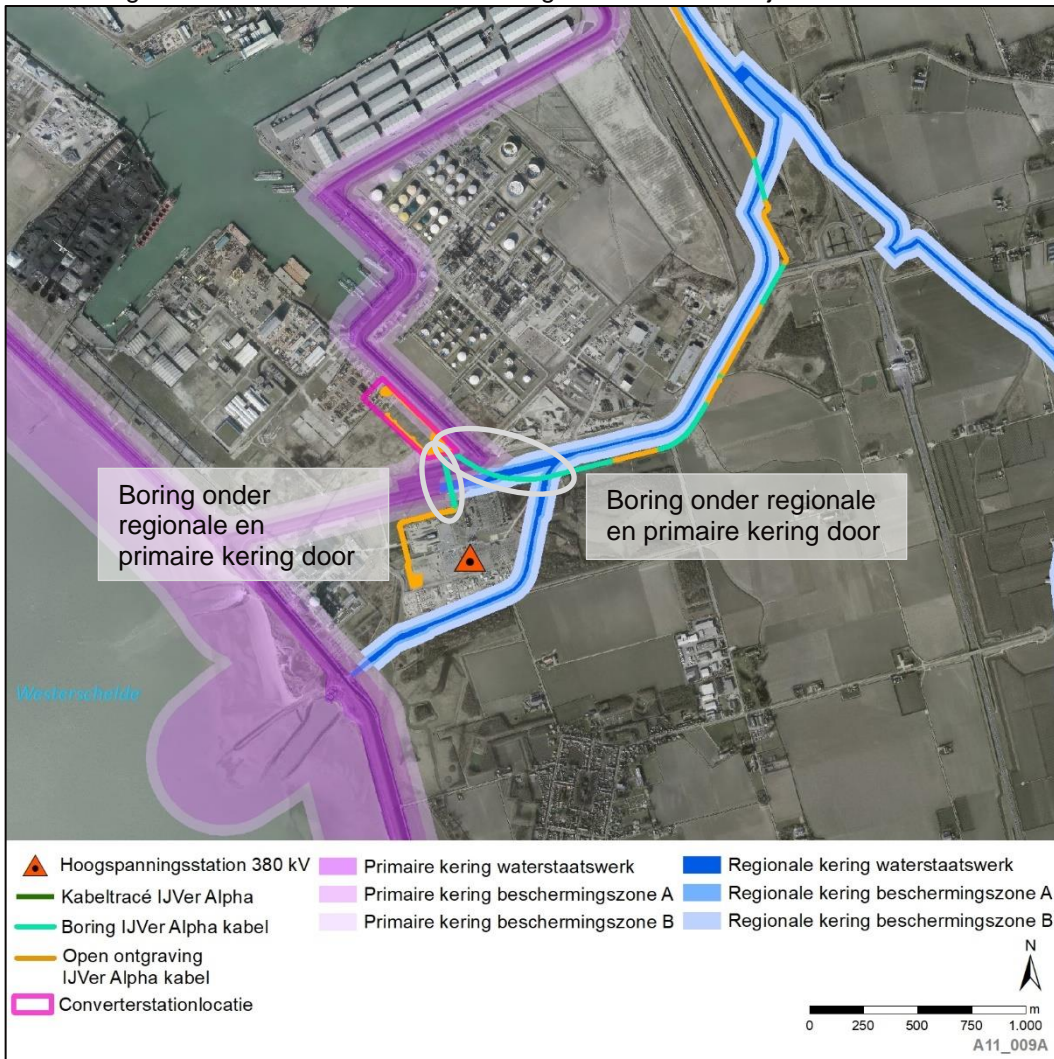


Figuur 9 Boring onder regionale waterkering (Borsselse dijk/N666), noordelijke boring in Figuur 8

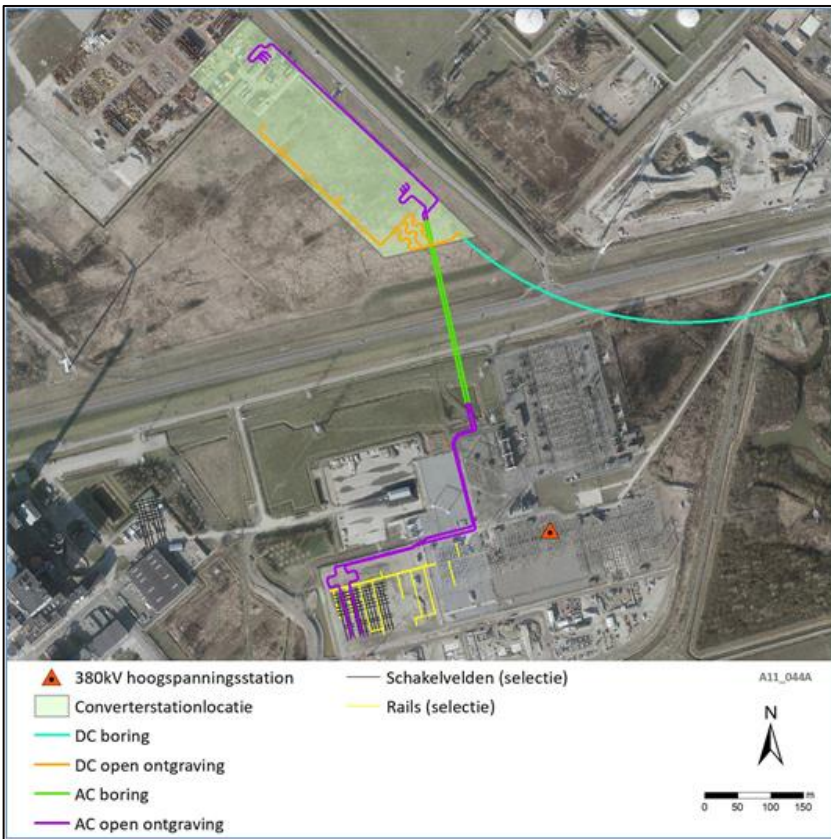


## 1.2.6 Deeltracé A6 - Borssele converterstation

Deeltracé A6 bevat twee kruisingen met waterkeringen, namelijk één boring voor het gelijkstroomtracé die eerst onder een regionale kering doorgaat en vervolgens onder de primaire waterkering (traject 30-4 met een signaleringswaarde van 1:1.000.000 per jaar, de strengste norm in de Waterwet (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-01-01>)). De boring komt buitendijks uit binnen de buitenste beschermingszone. Vanuit die beschermingszone gaat een westelijker gelegen boring voor het wisselstroomtracé onder dezelfde primaire waterkering door en onder de regionale waterkering en komt uit buiten de beschermingszone B aan de zijde van het bestaande 380kV-station.



Figuur 10 indicatief overzicht van het tracé en de verschillende zones van de primaire en regionale waterkeringen



Figuur 11 Detailoverzicht van de boringen (onder de waterkeringen) en de overige open ontgravingen

## 1.3 Beoordeling per deelgebied

### 1.3.1 Beoordeling deeltracé A2 – Spoorlijn en A58

Het deeltracé A2 bevat een boring die ruim buiten de beschermingszone B valt. Voor de boring geldt dat alles ruim buiten de veiligheidszone volgens de NEN3650/3651 wordt uitgevoerd én buiten de beschermingszone B, zowel het intrede als het uittredepunt. Hier zijn geen waterveiligheidsaspecten te verwachten. De waterkering heeft in normale omstandigheden ook geen water te keren. Voor de volledigheid is de beoordeling in Tabel 1 opgenomen.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts &amp; binnenwaarts (STBU &amp; STBI)</b>	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.

Tabel 1 Beoordeling boring onder regionale waterkering in tracé A2

### 1.3.2 Beoordeling deeltracé A3 – Westelijk N254

Dit deeltracé bestaat uit boringen in het noorden (zie Tabel 2 en Tabel 3), open ontgravingen in het midden (zie Tabel 4) en een boring in het zuiden (zie Tabel 5).

Dit deeltracé bevat momenteel nog twee deelvarianten, een westelijke boring (die start en eindigt buiten de beschermingszone B) en een oostelijke boring (die net op de rand start en eindigt van beschermingszone B). Voor de westelijke variant zijn geen effecten te verwachten voor waterveiligheid, aangezien de boring geheel buiten de beschermingszone B valt en conform de NEN3650/3651 wordt aangelegd. Voor de oostelijke variant geldt dezelfde verwachting, namelijk geen effect op de waterveiligheid. Geen effect op de waterveiligheid is hier te verwachten, omdat het intredepunt en uittredepunt nog 30 m uit de rand van beschermingszone A liggen

Het tracé vervolgt richting het zuiden waar het deels samenvalt met de beschermingszone van de primaire waterkering (maximaal 15 m aan de buitenkant van de 50 m brede zone). Daarbij is de ruimte tussen de beschermingszone B van de regionale kering en de beschermingszone van de primaire waterkering (traject 29-4) beperkt en orde grootte 10 m, ter plaatse van de locatie waar ook een duiker de regionale waterkering kruist. Voor beide beschermingszones geldt dat eventuele graafwerkzaamheden mogelijk in de beschermingszone B uitkomen. De verwachting is dat deze geen invloed hebben op de waterveiligheid aangezien deze ruim verwijderd van de keringen liggen (richting de primaire waterkering is ertussen nog een waterpartij aanwezig en richting de regionale kering nog de N254). Zowel bij het intrede- als het uittredepunt van de boringen zal wel tijdens de aanleg rekening moeten worden gehouden met aanwezige waterpartijen (zoals Sloekreek) en een goede afdichting van de boring.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, in- en uittrede punt buiten de beschermingszones	Geen effect, in- en uittrede punt buiten de beschermingszones
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts &amp; binnenwaarts (STBU &amp; STBI)</b>	Geen effect, boringen komen buiten de beschermingszone B uit ver uit de waterkering	Geen effect, boringen komen buiten de beschermingszone B uit ver uit de waterkering

Tabel 2 Beoordeling boringen onder regionale waterkering in tracé A3 – westelijke variant

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, indien goede afdichting van de boring wordt verzorgd en boringen worden uitgevoerd in een periode dat geen grote (verschillen) in waterstanden worden verwacht	Geen effect, indien goede afdichting van de boring wordt verzorgd.
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts &amp; binnenwaarts (STBU &amp; STBI)</b>	Geen effect, omdat intrede- en uittredepunt op ruime afstand (30m) van beschermingszone A liggen	Geen effect, omdat intrede- en uittredepunt op ruime afstand (30m) van beschermingszone A liggen

Tabel 3 Beoordeling boringen onder regionale waterkering in tracé A3 – oostelijke variant

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, ontgraving vindt aan de buitenrand van de beschermingszone plaats meer dan 70m uit de teensloot	Geen effect, tracé bevindt zich aan de buitenrand van de beschermingszone meer dan 70m uit de teensloot en meer dan 40m uit beschermingszone A
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)</b>	Geen effect, ontgraving vindt aan binnenzijde plaats, dus geen effect op buitenzijde	Geen effect, tracé bevindt zich aan binnenzijde van de kering, dus geen effect op buitenzijde
<b>Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI)</b>	Geen effect, ontgraving vindt aan de buitenrand van de beschermingszone B plaats, meer	Geen effect, tracé bevindt zich aan de buitenrand van de beschermingszone B, meer dan 70m

	dan 70m uit de teensloot	uit de teensloot en meer dan 40m uit beschermingszone A
--	--------------------------	---

*Tabel 4 Beoordeling open ontgravingen in beschermingszone B (primaire kering en regionale kering) in tracé A3*



Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B plaats van een normaal niet waterkerende waterkering	Geen effect, boring bevindt zich buiten beschermingszone A van brede kering en uittrede punt boring bevindt zich ver (80m) uit de uiterste rand van beschermingszone B
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts &amp; binnenwaarts (STBU &amp; STBI)</b>	Geen effect, flauw talud en zeer brede kering	Geen effect, flauw talud en zeer brede kering

Tabel 5 Beoordeling boring onder regionale waterkering in tracé A3

### 1.3.3 Beoordeling deeltracé A4 – Westelijk N62

Deeltracé A4 ligt geheel in beschermingszone B, voor een deel relatief dicht tegen beschermingszone A. Daarmee ligt het tracé in de zone waarbij er geen directe impact is te verwachten op de waterveiligheid. Tevens bevindt zich de open ontgraving in de aanlegfase aan de overzijde (circa 15m afstand) van de sloot, gezien vanaf de waterkering. Ook dat is voor de waterveiligheid een gunstige locatie. Daarbij dient tevens opgemerkt te worden dat de waterkering geen water keert in dagelijkse omstandigheden.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts &amp; binnenwaarts (STBU &amp; STBI)</b>	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot

Tabel 6 Beoordeling open ontgraving in tracé A4

### 1.3.4 Beoordeling deeltracé A5 – Weelhoekweg

Deeltracé A5 heeft een boring onder de regionale kering (Borsselsedijk/N666) door maar die loopt van buiten de beschermingszone B tot buiten beschermingszone B. In het boorplan is reeds rekening gehouden met de eisen vanuit de NEN3650/3651 en het is in dagelijkse omstandigheden een kering die geen direct water hoeft te keren, dus ook tijdens de aanlegfase zijn er geen extra waterveiligheids-issues te verwachten.

Voor de overige twee boringen geldt een vergelijkbare conclusie met dat verschil dat hetzij het intredepunt hetzij het uittredepunt van beide boring net binnen de buitenste rand van beschermingszone B valt. Dat is echter net als bij de open ontgraving circa 25 m uit de sloot en tevens ook circa 25 m vanaf beschermingszone A.

Voor de boringen in deeltracé A5 kan gesteld worden dat deze geen effect hebben op de waterveiligheid.

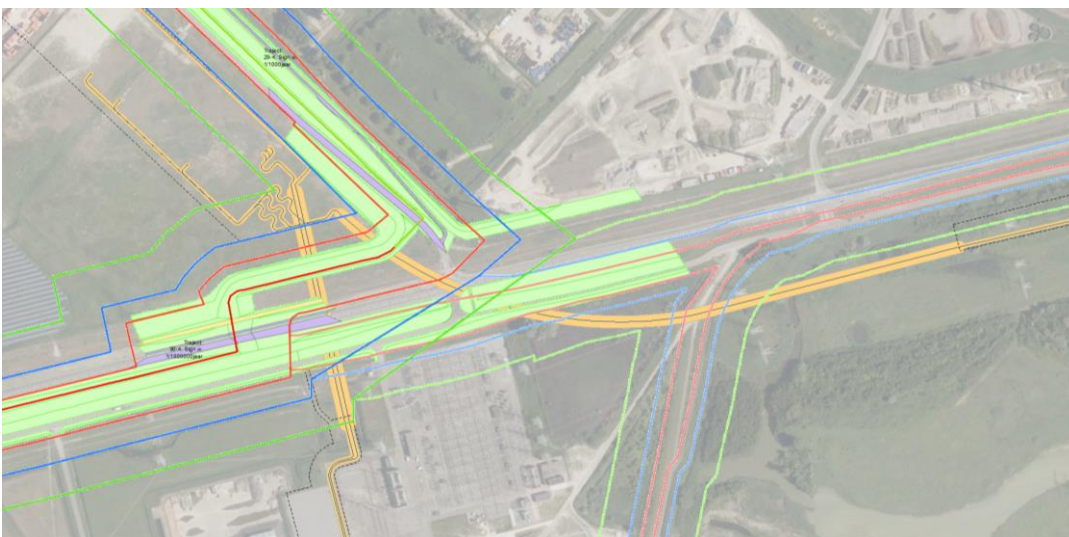
De open ontgraving in dit tracédeel bevindt zich binnen de beschermingszone B, maar circa 25 m buiten de sloot. Door de relatief grote afstand van 25 m zal ook in de aanlegfase de open ontgraving geen effect hebben op de toename van de kans op piping of macrostabieliteit en daarmee de geen effect op de waterveiligheid.

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
<b>Hoogte en erosie (GEKB)</b>	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
<b>Piping (STPH)</b>	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B 25m buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot
<b>Macrostabieliteit buitenwaarts &amp; binnenwaarts (STBU &amp; STBI)</b>	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B, 25m buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot

Tabel 7 Beoordeling open ontgraving in beschermingszone B in tracé A5

### 1.3.5 Beoordeling deeltracé A6 – Borssele converterstation

Binnen deeltracé 6 vallen twee boringen, die beiden onder de primaire en de regionale kering door gaan.



Figuur 12 Detailoverzicht van de boringen onder de primaire en regionale keringen met o.a. beschermingszones

De boorplannen zijn al in een ver uitgewerkt stadium, waarbij ze zijn uitgewerkt conform de NEN-normen (NEN3650/3651) én waarbij de boringen buiten beschermingszone A uitkomen, dus in principe is er geen invloed op de waterveiligheid. Vanwege de complexiteit van de te kruisen keringen, maar vooral ook van de uitzonderlijk strenge norm van de primaire waterkering is echter extra controle op de details van de plannen aan te bevelen. De faalmechanisme hoogte en erosie alsook de macrostabieliteit buitenwaarts zullen door de boringen niet nadelig worden beïnvloed. De faalmechanismen piping en macrostabieliteit binnenwaarts vermoedelijk ook niet, maar vanwege de uitzonderlijke strenge normen is dat op basis van expert judgement niet op voorhand uit te sluiten.

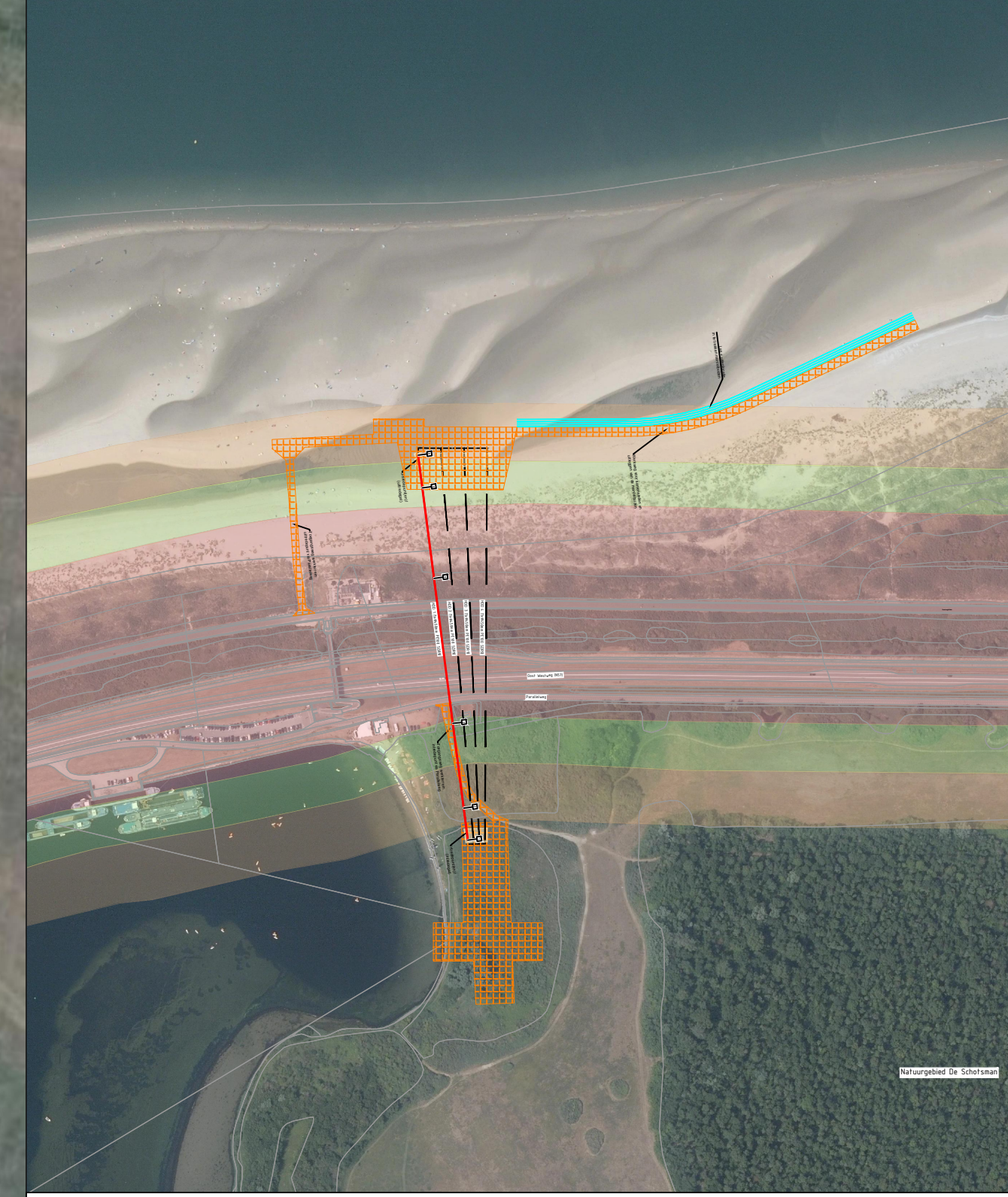
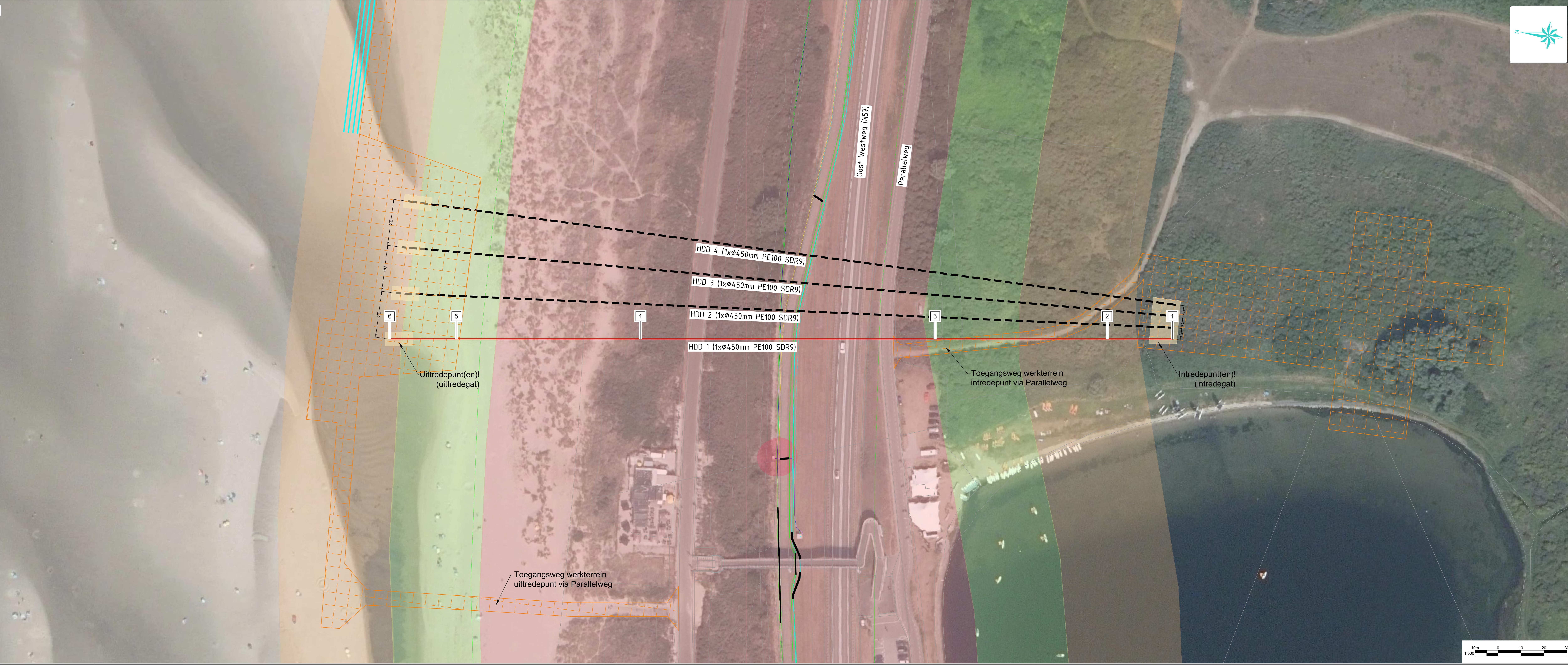
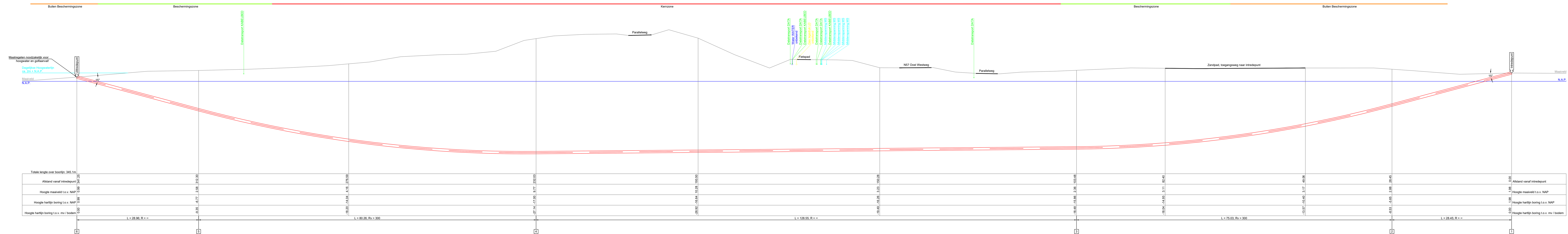
## 1.4 Conclusie

In voorliggende quickscan is op basis van expert judgement een beoordeling opgesteld gericht op de waterveiligheid, van het kabeltracé voor de vergunningen (met gegevens tot 2-8-2021), van het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Dat is gedaan van de locaties waar het tracé de waterkeringen kruist of parallel daaraan loopt en in de beschermingszones van deze keringen valt

<b>Deeltracé</b>	<b>Aanlegfase</b>	<b>Gebruiksfase</b>
<b>A2 – Spoorlijn en A58</b>	Geen effect	Geen effect
<b>A3 – Westelijk N254</b>	Geen effect	Geen effect
<b>A4 – Westelijk N62</b>	Geen effect	Geen effect
<b>A5 – Weelhoekweg</b>	Geen effect	Geen effect
<b>A6 – Borssele converterstation</b>	Geen effect op basis van expert judgement verwacht.	Geen effect op basis van expert judgement verwacht.

*Tabel 8 Samenvattende tabel met (mogelijk) effect op waterveiligheid*





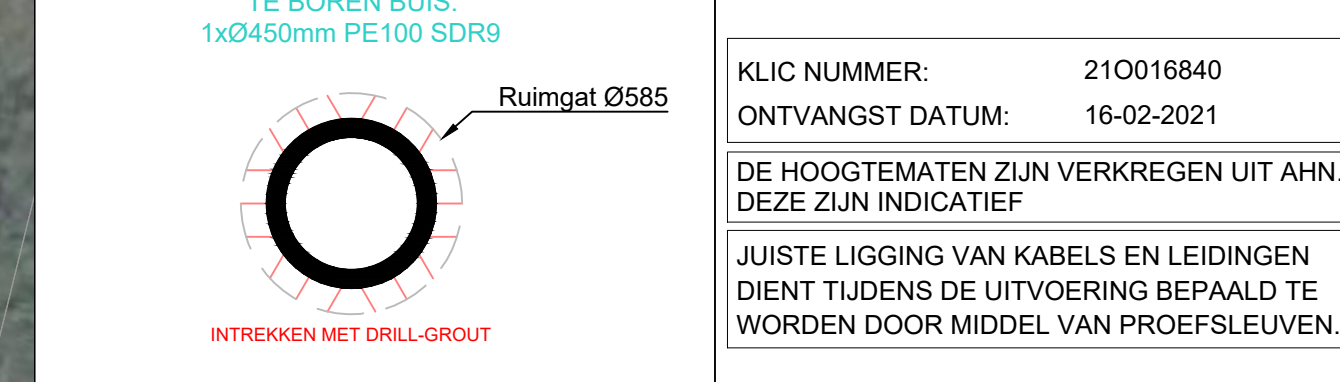
COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	34395.98	401373.80	1.98
2	34392.32	401402.08	-5.65
3	34382.71	401483.28	-15.86
4	34396.25	401603.98	-17.59
5	34358.97	401663.58	-5.77
6	34352.28	401712.30	0.99

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BIJZ:  
1xØ450mm PE100 SDR9

Ruimte 0585



Legenda horizontaal gestuurde boring

—	Horizontaal gestuurde boring	—	Laagspanningskabel(s)
—	Horizontaal gestuurde boring	—	Middenspanningskabel(s)
—	Reservering horizontaal gestuurde boring	—	Hoogspanningskabel(s)
—	Nieuw te leggen (kabel) verbinding	—	Gasleiding(en) lage druk
—	Nieuw te leggen (gas) verbinding	—	Gasleiding(en) hoge druk
—	Indicatie leerdraad	—	Dataraapport
—	Liepvoets (indicatief)	—	Waterleiding(en)
—	Miljoelocatie (indicatief)	—	Vrij verval riolering
—	Benodigd werkterrein (indicatief)	—	Persriool
—	Topografie (bestaand)	—	Warmte transport
—	Topografie (nieuw)	—	Gevaarlijke buisleiding(en)
—	Kadaster	—	Kernzone
		—	Beschermingszone
		—	Buiten Beschermingszone

Opmerkingen:

1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6

**ATRON Engineering**  
Advies & Infra

Project: Net op Zee IJmuiden Ver Alpha  
Kruising N57 Oost Westweg / Parallelweg  
Locatie: Kampertand

Titel: Horizontaal gestuurde boring  
1xØ450mm PE100 SDR9

Overzicht en dwarsprofiel

Client: TSM B.V.

Datum: 23-02-2021

Tekening: 2828-0221-01-BT

VERGUNNING

Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.