

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Minister van I&W
Rijkswaterstaat Zee en Delta
Postbus 2232
3500 GE UTRECHT

CLASSIFICATIE C1 - Publieke Informatie

DATUM 27 augustus 2021

BEHANDELD DOOR Monique Leenen

BETREFT: watervergunning realisatie, gebruik, verwijdering Net op zee IJmuiden Ver Beta

Geachte heer Van Zoonen

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

De aanvraag wordt gedaan in het kader van artikel 6.5 lid c Waterwet voor het gebruik maken van een waterstaatswerk en daartoe behorende beschermingszones in beheer bij het Rijk, en op grond van artikel 3.2 lid 1 van de keur voor het kruisen van de beschermingszone van de primaire kering in beheer bij het Waterschap Hollandse Delta. Het betreft de onderdelen van het project in de Noordzee, de aanlanding op de Tweede Maasvlakte en het tracé op land op de Tweede Maasvlakte.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag is ingevolge artikel 20a en 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 Economische Zaken en Klimaat 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.

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

De volgende tabel geeft het overzicht van de documenten die onderdeel uitmaken van deze aanvraag.

Bijlage #	Titel / soort
	Algemeen
1	Toelichting op de aanvraag Waterwetvergunning
2	Machtiging vergunningaanvragen
3	Typical Installation Methods (TIM)
4	MER Net op zee IJmuiden Ver Beta
	Offshore
5	Tracéoverzicht offshore
6	Basic Design rapport – offshore platform
7	Constructietekeningen jacket platform
8	Plotplans Offshore Platform, inclusief helikopterdek (constructietekeningen)
9	Tekeningen verblijfsruimten platform
10	Standard Offshore substation Escape plans (Plattegrond vluchtroutes platform)
11	Archeologisch bureauonderzoek op zee
12	Watersoetsen Kaderrichtlijn Water (KRW), Beheerplan Rijkswateren (BPRW) & Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)
13	Coördinaten offshore platform en kabelsysteem
14	Principetekeningen kabelkruisingen
	Onshore
15	Tracéoverzicht onshore
16	Technische tekening boring aanlanding Tweede Maasvlakte
17	Stabiliteitsonderzoek Deltares boring aanlanding Tweede Maasvlakte
18	Stabiliteitsonderzoek Fugro kabeltracé langs Slufterdam
19	Boorplan kruising beschermingszone primaire waterkering WSHD

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

Met vriendelijke groet,

TenneT TSO B.V.

Johan Dekkers

Projectleider vergunningen en MER Net op zee IJmuiden ver Beta

Toelichting op de aanvraag waterwetvergunning Net op zee IJmuiden Ver Beta



Datum: 27 augustus 2021
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:



INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
Overzicht bijlagen	6
1 Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding en achtergrond	7
1.1.1 Windenergie op zee.....	7
1.1.2 Nut en noodzaak Net op zee IJmuiden Ver Beta	9
1.2 Hoofdpijnen van de voorgenomen activiteit.....	10
1.3 Beschrijving activiteit en wettelijk kader onderhavige aanvraag.....	11
1.4 Planning	14
1.5 Vergunningstermijn	14
1.6 Opbouw van het rapport	14
2 Toelichting op het voornemen.....	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Platform op zee.....	15
2.2.1 Omschrijving activiteit	15
2.2.2 Ligging	15
2.3 Kabels op zee	16
2.3.1 Omschrijving activiteit	16
2.3.2 Route.....	18
2.4 Aanlanding op het strand en kruising zeewering	19
2.4.1 Omschrijving activiteit en route	19
2.5 Kruising beschermingszone primaire waterkering waterschap Hollandse Delta	21
2.5.1 Omschrijving activiteit	21
2.5.2 Locatie.....	21
2.6 Milieueffecten.....	22
2.6.1 Bodem en water	23
2.6.2 Natuur, KRW, BPRW en KRM	23

2.6.3	Archeologie.....	26
2.6.4	Leefomgeving, ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties.....	27
3	Oprichtings- en constructieplan.....	30
3.1	Inleiding	30
3.2	Platform	30
3.2.1	Onderdelen	30
3.2.2	Wijze van aanleg	31
3.2.3	Helikopterdek	35
3.2.4	Verblijfsruimten	35
3.2.5	Onderhoud en reparatie	36
3.2.6	Verwijdering.....	37
3.2.7	Certificering	37
3.3	Offshore kabels.....	37
3.3.1	Onderdelen	37
3.3.2	Wijze van aanleg	38
3.3.3	Kruisingen met andere kabels en leidingen.....	42
3.3.4	Onderhoud en reparatie	44
3.3.5	Verwijdering.....	44
3.3.6	Certificering	44
3.4	Aanlanding op het strand en kruising zachte zeewering.....	44
3.4.1	Onderdelen	44
3.4.2	Wijze van aanleg	45
3.4.3	Onderhoud en reparatie	48
3.4.4	Verwijdering.....	48
3.5	Kruising beschermingszone primaire waterkering	48
3.5.1	Onderdelen	48
3.5.2	Wijze van aanleg	48
3.5.3	Onderhoud en reparatie	49
3.5.4	Verwijdering.....	50
4	Onderhoudsplan	51
4.1	Inleiding	51
4.2	Regulier onderhoud	51
4.2.1	Platform	51
4.2.2	Kabels en moffen	52
4.3	Reparaties	53
5	Verlichtings- en markeringsplan	54

5.1	Inleiding	54
5.2	Navigatieverlichting	54
5.3	Aeronautisch	55
5.4	Maatregelen beperking hinder verlichting voor ecologie	55
5.5	Geluidsignalen, radarreflectoren en markeringen	56
5.5.1	Geluidsignalen	56
5.5.2	Kleurstelling	56
5.5.3	Identificatiepanelen	56
5.5.4	AIS	56
5.5.5	Obstakelmarkeringen tijdens de bouw	56
6	Veiligheids- en calamiteitenplan	58
6.1	Inleiding	58
6.2	Personeel tijdens bouw en operatie	58
6.2.1	Inleiding	58
6.2.2	Marine operations Center	58
6.2.3	Opleiding en training	59
6.2.4	Verblijfsruimten	59
6.2.5	Man overboord	59
6.2.6	Brand	60
6.2.7	Ongevallen	60
6.2.8	Acute ziekte	61
6.2.9	Onweersbuien en bliksem	61
6.2.10	Opkomend slecht weer	61
6.2.11	Bommelding, gijzeling of sabotage	61
6.3	Scheepvaart en visserij	62
6.3.1	Schip op drift	62
6.3.2	Aanvaring	62
6.4	Vloeistoffen platform en milieu	62
6.5	Bereikbaarheidsschema	63
6.6	Strandveiligheid	64
7	Verwijderingsplan	65
7.1	Inleiding	65
7.2	Te verwijderen onderdelen	65
7.3	Vorbereiding	65
7.4	Verwijdering van het platform	66
7.5	Verwijdering erosiebescherming rondom funderingen	67

7.6	Verwijdering offshore kabels en moffen	67
7.7	Verwijdering onshore moffen.....	67
7.8	Verwijdering onshore kabels	67
7.9	Opleveringscontrole	67
Colofon.....		68

Contactpersoon

MARTIJN TEN KLOOSTER
Vergunningenmanager

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

OVERZICHT BIJLAGEN

Bijlage #	Titel / soort
	Algemeen
1	Toelichting op de aanvraag Waterwetvergunning
2	Machtiging vergunningaanvragen
3	Typical Installation Methods (TIM)
4	MER Net op zee IJmuiden Ver Beta
	Offshore
5	Tracéoverzicht offshore
6	Basic Design rapport – offshore platform
7	Constructietekeningen jacket platform
8	Plotplans Offshore Platform, inclusief helikopterdek (constructietekeningen)
9	Tekeningen verblijfsruimten platform
10	Standard Offshore substation Escape plans (Plattegrond vluchtroutes platform)
11	Archeologisch bureauonderzoek op zee
12	Waternoetsen Kaderrichtlijn Water (KRW), Beheerplan Rijkswateren (BPRW) & Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)
13	Coördinaten offshore platform en kabelsysteem
14	Principetekeningen kabelkruisingen
	Onshore
15	Tracéoverzicht onshore
16	Technische tekening boring aanlanding Tweede Maasvlakte
17	Stabiliteitsonderzoek Deltares boring aanlanding Tweede Maasvlakte
18	Stabiliteitsonderzoek Fugro kabeltracé langs Slufterdam
19	Boorplan kruising beschermingszone primaire waterkering WSHD

1 Inleiding

TenneT realiseert de netaansluiting voor de windparken op zee in het windenergiegebied IJmuiden Ver. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Beta is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

Voor u ligt de toelichting op de aanvraag voor de watervergunning van het project Net op zee IJmuiden Ver Beta. Dit wordt verder in voorliggend document 'Net op zee IJmuiden Ver Beta', genoemd. De watervergunning wordt aangevraagd in het kader van artikel 6.5 onder c van de Waterwet, het gebruiken van een waterstaatswerk of beschermingszone in beheer bij het Rijk. Tevens wordt de watervergunning aangevraagd in het kader van de Keur van het Waterschap Hollandse Delta 2014. Hierna lichten we de aanvraag toe.

1.1 Aanleiding en achtergrond

1.1.1 Windenergie op zee

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer het broeikasgas CO₂. Te veel CO₂ is een belangrijke oorzaak van opwarming van de atmosfeer en daarmee samenhangende klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele energiebronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken, wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2020 werd 11,1% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2019 was dit 8,8%.¹ Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen.

De Nederlandse Noordzee speelt een grote rol in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Het regeerakkoord bevat de doelstelling om in 2030 door middel van windenergie op zee een reductie van de CO₂-uitstoot te realiseren. Op 28 juni 2019 is het klimaatakkoord verschenen.² Hierin is een omvangrijk samenhangend pakket gepresenteerd waarmee Nederland in 2030 de uitstoot van CO₂ met ten minste 49% kan terugdringen. Het klimaatakkoord stelt:

“Voor de realisatie van de klimaatdoelen van 2030 en 2050 zien we een groot potentieel voor windenergie op zee (WOZ). Daarom willen we voortvarend werken aan verdere uitrol in de komende decennia. Zeker in combinatie met elektrificatie van de industrie, met name in de kustzone, is WOZ in potentie de grootste toekomstige groene krachtbron voor de Nederlandse economie en samenleving. Voor de periode tot en met 2030 wordt ten minste de staande routekaart WOZ 2030 gerealiseerd. Onder voorwaarden, zoals voldoende ruimte voor natuur en visserij alsmede goede bestuurlijke afspraken over de ruimtelijke ordening, zijn meer windparken op zee voor 2030 mogelijk. Dat kan aan de orde zijn wanneer een hoger ambitieniveau in zicht is, bij meer elektrificatie en wanneer het kabinet kiest voor het doel van 55% CO₂-reductie in 2030”.

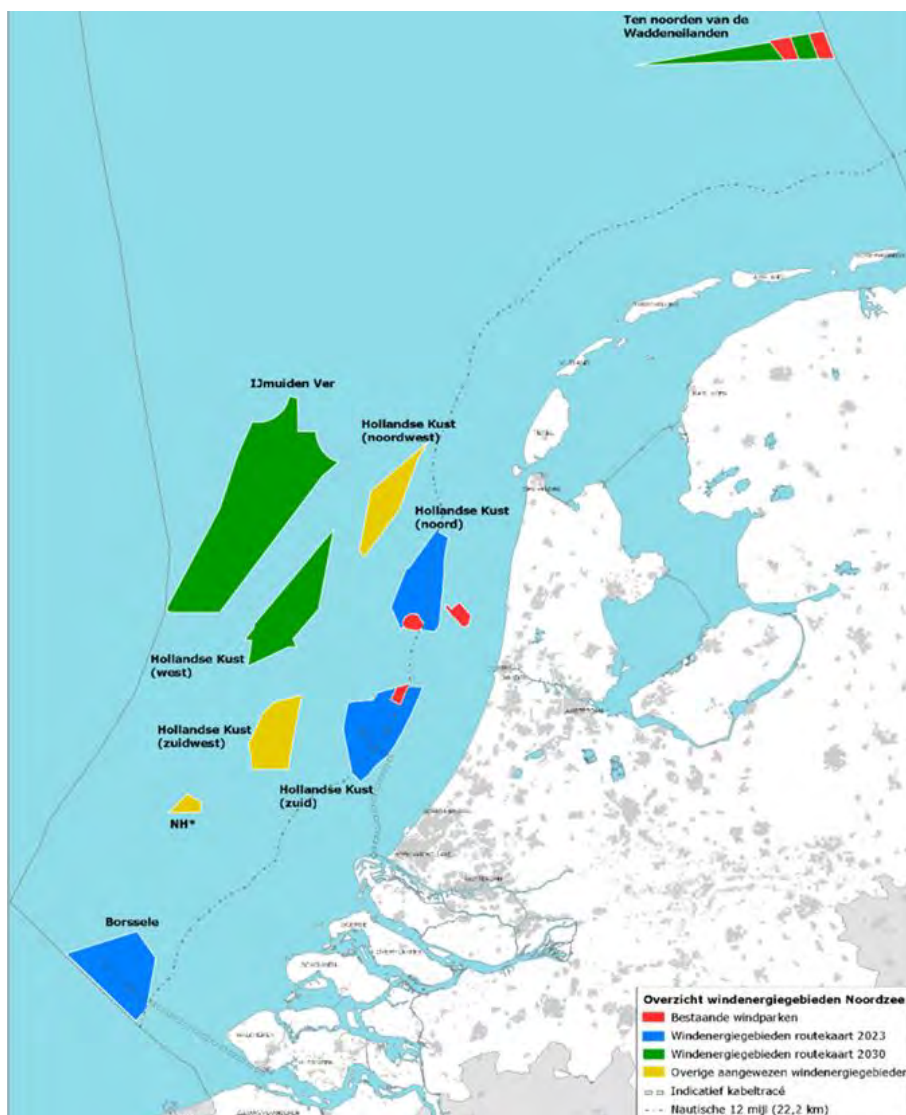
¹ Bron: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/22/11-procent-energieverbruik-in-2020-afkomstig-uit-hernieuwbare-bronnen>

² Zie: <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>

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'.³ 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 het realiseren van windparken met een totaal vermogen van 7 GW in de onderstaande gebieden (zie ook Figuur 1.1), waarvan:

- 1.400 MW in het gebied Hollandse Kust (west),
- 700 MW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden
- 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).



Figuur 1.1 Kaart met bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw) en windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) waaronder IJmuiden Ver. Bron: Ministerie EZK.

³ Ministerie Economische Zaken en Klimaat, routekaart windenergie op zee 2030, brief d.d. 27 maart 2018, Kamerstuk 33561, nr. 42.

De reden om routekaart 2030 op te stellen is tweeledig:

1. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende windkavel(s) een tender uit te schrijven.
2. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

Verkenning aanlanding netten op zee 2030 en kamerbrief update routekaart 2030

Eind 2018 is de afwegingsnotitie 'Verkenning aanlanding netten op zee 2030' verschenen waarin onderzocht is waar de bovengenoemde windenergiegebieden op land op het elektriciteitsnet aangesloten kunnen worden. De Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie m.e.r.) heeft een positief advies gegeven over de verkenning en de verkenning is afgerond met een bestuurlijk overleg op 5 december 2018.

Op 5 april 2019 is er een kamerbrief verschenen over de voortgang van de routekaart 2030. Hierin staat dat een platform een geschikte manier van aansluiten is voor Net op zee IJmuiden Ver, voor zowel Alpha als Beta. Op het platform kan circa 2 GW windenergiecapaciteit worden aangesloten en met behulp van 525 kilovolt (kV)-gelijkstroomkabels naar land worden getransporteerd. Tevens is aangegeven dat uit de verkenning aanlanding netten op zee 2030 naar voren komt dat voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha de aansluitpunten Geertruidenberg, Rilland en Borssele, en voor Net op zee IJmuiden Ver Beta de aansluitpunten Maasvlakte en Simonshaven verder onderzocht worden in de RCR-procedure.⁴

De minister van Economische Zaken en Klimaat heeft voor de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta vervolgens een voorkeursalternatief (VKA) gekozen, waaronder het definitieve aansluitingspunt. De VKA-keuze van de minister is gebaseerd op MER fase 1, de Integrale Effecten Analyse, de adviezen van de Commissie m.e.r., regio-adviezen, adviezen van Rijkswaterstaat en een bredere raadpleging (reacties op publicatie MER fase 1 en de Integrale Effecten Analyse). De VKA's voor Alpha en Beta zijn verder onderzocht in MER fase 2.

1.1.2 Nut en noodzaak Net op zee IJmuiden Ver Beta

TenneT heeft onder de Elektriciteitswet de wettelijke taak het net op zee te realiseren en 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 Beta levert een bijdrage aan de energietransitie in Nederland door op doelmatige wijze de in het windenergiegebied opgewekte duurzame elektriciteit naar het Nederlandse hoogspanningsnet te transporteren. Een gecoördineerde aanpak is beter dan het realiseren van individuele aansluitingen per

⁴ Ministerie Economische Zaken en Klimaat, routekaart windenergie op zee 2030, brief d.d. 27 maart 2018, Kamerstuk 33561, nr. 42

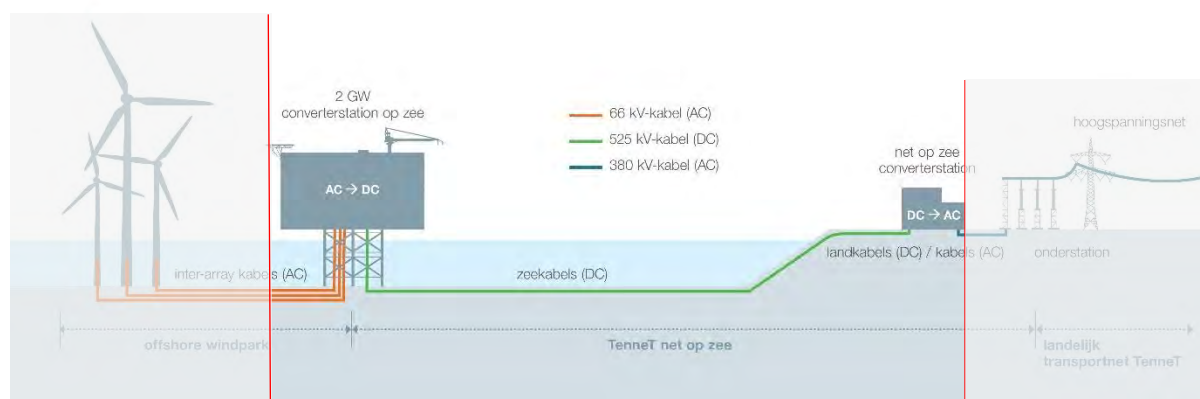
windparkontwikkelaar. Door de investeringen in infrastructuur op zee bij TenneT te bundelen ontstaan synergievoordelen voor financiering, inkoop, standaardisatie en kennisontwikkeling. Daarnaast leidt de gekozen aanpak tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. Om een tijdige realisatie van de windparken te kunnen faciliteren, dient het Net op zee IJmuiden Ver Beta uiterlijk in 2029 in bedrijf te zijn. In het ontwikkelkader windenergie op zee is als indicatieve opleverdatum het vierde kwartaal 2029 opgenomen.⁵

1.2 Hoofdlijnen van de voorgenomen activiteit

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 Amaliahaven op de Maasvlakte. Het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha zal aansluiten op hoogspanningsstation Borssele. Voor beide projecten wordt een zelfstandige RCR (Rijkscoördinatieregeling)-procedure doorlopen en vergunningaanvragen opgesteld.

De windturbines in het windenergiegebied IJmuiden Ver worden direct aangesloten op een converterplatform (hierna 'platform').⁶ 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 1.2 geeft een schematische weergave van de onderdelen van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. De onderdelen van Net op zee IJmuiden Ver Beta binnen de rode lijnen in Figuur 1.2 laten zien op welke onderdelen de aanvraag betrekking heeft.



Figuur 1.2 Onderdelen project Net op zee IJmuiden Ver Beta; loopt van het platform op zee tot de aansluiting op het landelijk hoogspanningsnet

⁵ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ontwikkelkader windenergie op zee, versie 20 mei 2020

⁶ In windenergiegebied IJmuiden Ver komen twee platforms: een platform voor Alpha en een platform voor Beta.

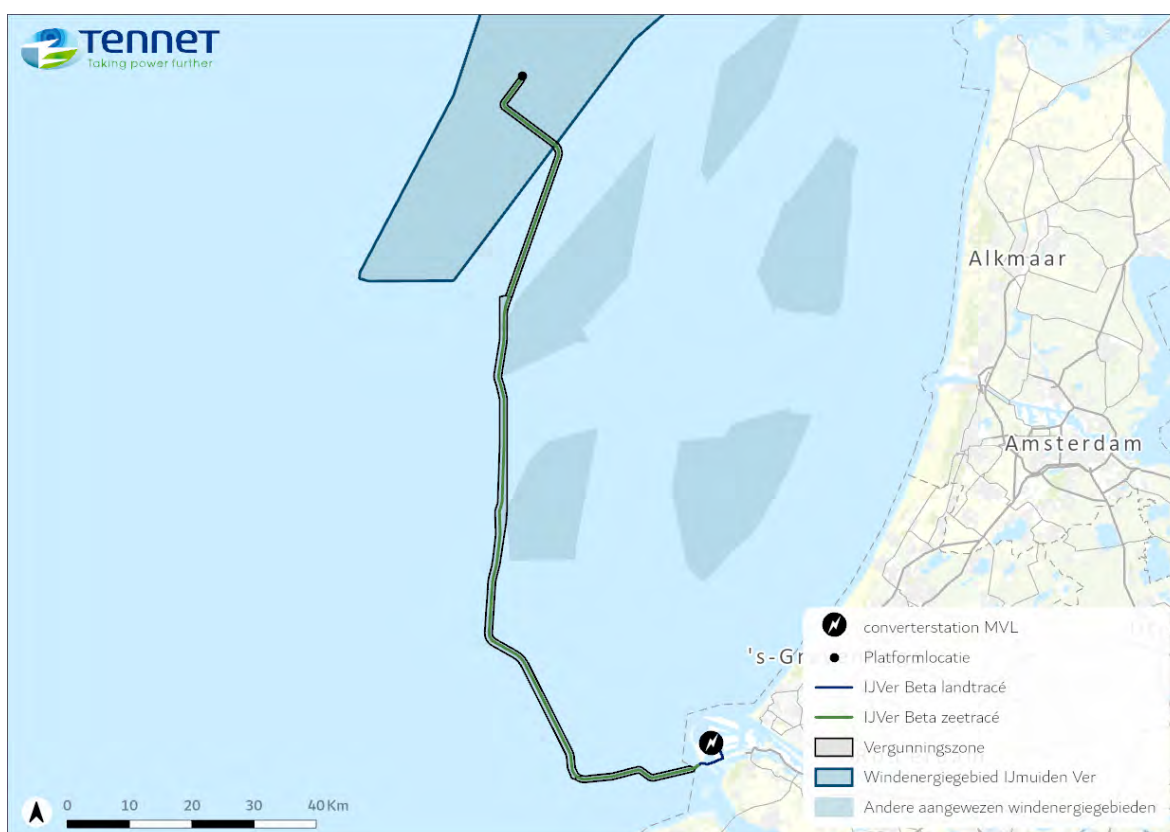
Het Net op zee IJmuiden Ver Beta bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- 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 gebundeld kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op land voor het verdere transport van 525kV-gelijkstroom naar het converterstation.
- Een converterstation op land op de Maasvlakte voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom.

Wanneer in onderhavig document gesproken wordt over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Beta dan omvat dat de bovenstaande onderdelen. 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 Beta.⁷

1.3 Beschrijving activiteit en wettelijk kader onderhavige aanvraag

Onderhavige aanvraag heeft betrekking op de aanleg van het net op zee dat in zijn totaliteit loopt vanaf het offshore platform IJmuiden Ver Beta, naar de aanlanding op de Tweede Maasvlakte, hier de zachte zeewering (primaire waterkering) kruist en middels open ontgraving en enkele boringen en persingen loopt tot het converterstation op de Tweede Maasvlakte (zie Figuur 1.3 en Figuur 1.4, en bijlage 5 en 15).



Figuur 1.3 Aan te leggen tracé op zee Net op zee IJmuiden Ver Beta

⁷ 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>



Figuur 1.4 Aan te leggen tracé op land Net op zee IJmuiden Ver Beta

Voor de realisatie en exploitatie van de volgende onderdelen van het project of vergunningplichtige activiteiten wordt deze watervergunning aangevraagd:

- Gebruiken van een waterstaatswerk in beheer bij het Rijk: activiteiten op de Noordzee, (aanleggen platform en bekabeling), activiteiten op het strand (aanlanding) en kruising primaire waterkering;
- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken in beheer bij Waterschap Hollandse Delta: kruising beschermingszone primaire waterkering.

Deze onderdelen worden nader toegelicht in het vervolg van dit document.

Voor de activiteiten op de Noordzee is Rijkswaterstaat Zee en Delta bevoegd gezag namens de minister van I&W, voor de activiteiten vanaf 1 kilometer uit de kust. Op Tweede Maasvlakte is dat het district West-Nederland Zuid van Rijkswaterstaat. De zachte zeewering van de Tweede Maasvlakte is in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening aangewezen als primaire waterkering.

Voor de activiteiten op de Noordzee, het strand en het kruisen van de zeewering op de Tweede Maasvlakte wordt de watervergunning aangevraagd in het kader van artikel 6.5 onder c van de Waterwet, het gebruiken van een waterstaatswerk of beschermingszone in beheer bij het Rijk. Onder lid c wordt gesteld dat het verboden is om zonder daartoe strekkende vergunning van Onze Minister:

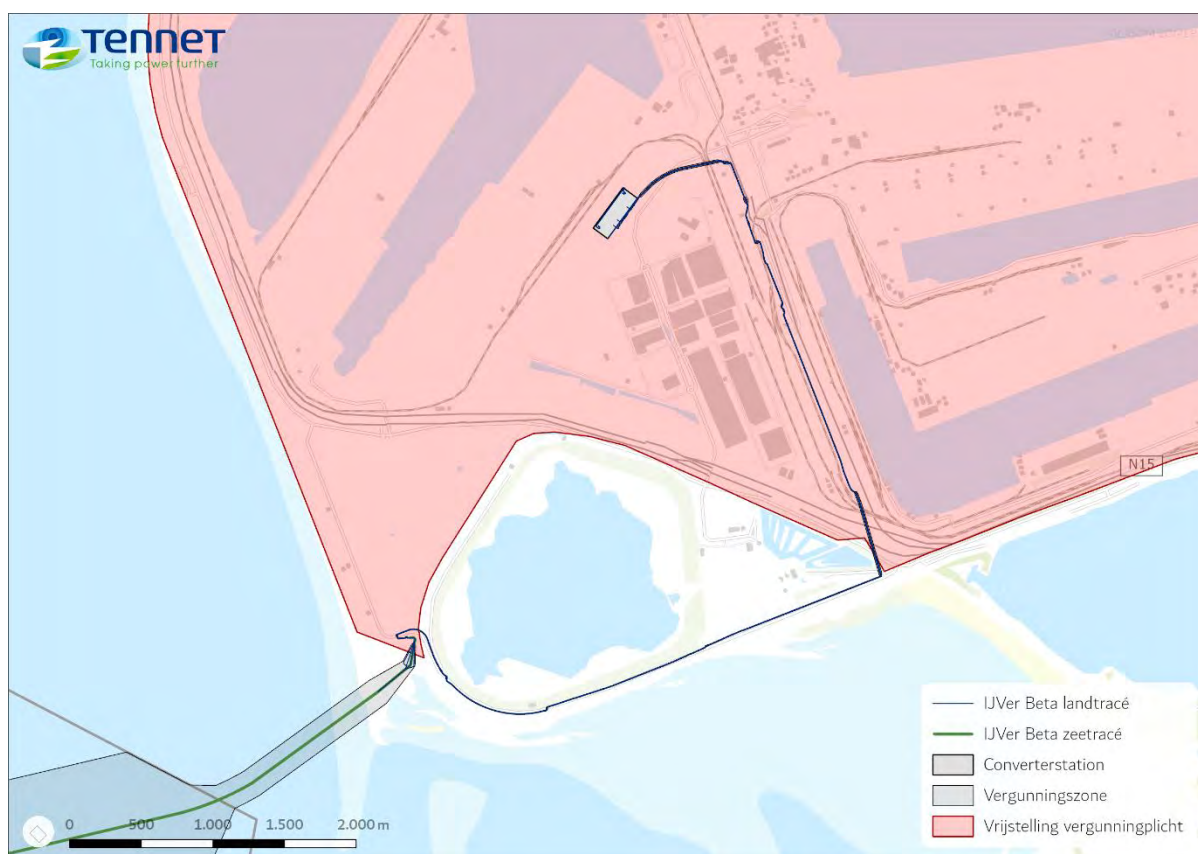
“gebruik te maken van een waterstaatswerk of een daartoe behorende beschermingszone door, anders dan in overeenstemming met de functie, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder

werkzaamheden te verrichten, werken te maken of te behouden, dan wel vaste substanties of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen.”

Verder ligt het kabeltracé op de Tweede Maasvlakte voor een klein deel in de beschermingszone van een primaire waterkering in het beheer bij het Waterschap Hollandse Delta. Onderhavige aanvraag betreft dan ook tevens een aanvraag voor een vergunning op basis van de Keur van het Waterschap Hollandse Delta 2014. De Keur geeft aan dat het, op grond van artikel 3.2 eerste lid, verboden is om zonder watervergunning van het bestuur:

“gebruik te maken van een waterstaatswerk of bijbehorende beschermingszones door, anders dan in overeenstemming met de waterhuishoudkundige functies, daarin, daarop, daarboven, daarover of daaronder handelingen te verrichten, werken te behouden of vaste substanties of voorwerpen te leggen, te laten staan, te vervangen, te verwijderen te vervoeren of te laten liggen.”

Het converterstation valt buiten het beheersgebied van Waterschap Hollandse Delta. Het station is gelegen binnen het vrijstellingsgebied van vergunningplicht volgens de legger Rijkswaterstaatswerken (zie Figuur 1.5). Een watervergunning voor het aanleggen van het converterstation, inclusief het ophogen van het terrein en het aanleggen van verhard oppervlak, is daarmee vrijgesteld van een watervergunningplicht.



Figuur 1.5 Locatie converterstation en de legger Rijkswaterstaatswerken (bron: Rijkswaterstaat)

Onderhavig document is een bijlage die hoort bij het aanvraagformulier uit het Omgevingsloket (OLO) voor de volgende activiteiten binnen het onderdeel ‘Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken’:

- Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren;
- Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren;
- Kabels en leidingen aanleggen

In het aanvraagformulier wordt op verschillende plaatsen verwezen naar deze bijlage (bijlage 1).

1.4 Planning

De uitvoering van de werkzaamheden voor het project is globaal voorzien tussen 2023 en 2029. De werkzaamheden worden in principe buiten het stormseizoen uitgevoerd, tenzij in overleg met het bevoegd gezag anders wordt overeengekomen.

Voor de aanleg op zee geldt het uitgangspunt dat de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Alpha die tot vertroebeling leiden in foerageergebieden van de dwergstern en visdief minimaal meer dan 4 maanden na elkaar worden uitgevoerd. Dit geldt alleen wanneer wordt gekozen voor de 2x2-kabelconfiguratie (zie paragraaf 2.6.2 voor een nadere onderbouwing).

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

1.5 Vergunningstermijn

Verzocht wordt de watervergunning te verlenen vanaf verlening van de vergunning tot 40 jaar na 1 januari 2030. Graag verzoeken wij u een optie tot verlenging in de vergunning mogelijk te maken. De verwijderingsfase valt buiten de beoogde vergunningstermijn voor de exploitatie en zal worden vastgelegd in het op te stellen verwijderingsplan (zie hoofdstuk 7).

1.6 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 2 geeft een toelichting op de verschillende onderdelen van het voornemen en geeft aan welke effecten hierbij horen. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens het oprichtings- en constructieplan beschreven. In hoofdstuk 4 wordt het onderhoudsplan toegelicht en in hoofdstuk 5 het verlichtingsplan. In hoofdstuk 6 wordt het veiligheids- en calamiteitenplan beschreven en ten slotte wordt in hoofdstuk 7 het verwijderingsplan toegelicht.

2 Toelichting op het voornemen

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het voornemen, waarvoor vergunning wordt aangevraagd, toegelicht. De aanvraag heeft betrekking op de aanleg, exploitatie en verwijdering van vier onderdelen van het project: het offshore TenneT platform (hierna kortweg 'platform' genoemd), de offshore kabels, de aanlanding op het strand/kruising zeevering en de kruising met de beschermingszone van een primaire waterkering. Voor het kabeltracé vanaf de kruising met de beschermingszone tot het converterstation worden geen vergunningplichtige activiteiten in het kader van de Waterwet uitgevoerd. Hieronder wordt een toelichting gegeven van de vier onderdelen van het project waarop deze aanvraag betrekking heeft. Voor het kabeltracé geldt dat een vergunningszone wordt aangevraagd, waarbinnen de bekabeling wordt aangelegd. Voor elk deel van het kabeltracé is de vergunningszone aangegeven.

2.2 Platform op zee

2.2.1 Omschrijving activiteit

Er wordt vergunning aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van een platform op zee in windenergiegebied IJmuiden Ver. In Figuur 1.3 is de locatie van het platform IJmuiden Ver Beta weergegeven op kaart. Het doel van het platform op zee is het bundelen van transportsystemen voor de elektriciteit die door de windturbines wordt opgewekt en het omzetten van 66kV-wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom. De windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt onderdeel uit van de windparken en is geen onderdeel van Net op zee IJmuiden Ver Beta. De parkbekabeling is dan ook geen onderdeel van onderhavige aanvraag.

Op het platform bevinden zich 4 oliegevulde transformatoren (gezamenlijk om ca. 2 GW vermogen om te kunnen zetten) en 4 hulptransformatoren. Daarnaast zijn er 2 dieselgeneratoren op het platform aanwezig en een brandblusvoorziening (zie paragraaf 6.4 voor een toelichting op de vloeistoffen op het platform). Op het platform wordt een helikopterdek gerealiseerd en een verblijfsruimte voor personeel tijdens aanleg- en onderhoudswerkzaamheden (in hoofdstuk 3 worden deze aspecten in meer detail beschreven). Het platform wordt op de zeebodem gezekerd door middel van heipalen, schroefpalen of suction buckets (zie paragraaf 3.2 voor een beschrijving).

2.2.2 Ligging

De locatie van het platform op zee is bepaald in overleg met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Rijkswaterstaat Zee en Delta.

De belangrijkste randvoorwaarden die een rol hebben gespeeld bij het bepalen van de ligging van het platform zijn:

- Toegankelijkheid van het platform voor schepen;
- Ruimte voor aanleg en onderhoud, waaronder een obstakelvrije zone van 500 meter rondom het platform;
- Kavelindeling windenergiegebied IJmuiden Ver
- Lengte van parkbekabeling zo kort mogelijk houden.

Vervolgens hebben er geofysische surveys en NGE (*niet-gesprongen explosieven*) surveys plaatsgevonden om de exacte locatie van het platform te bepalen. Bovenstaande randvoorwaarden hebben geleid tot de in Figuur 1.3 weergegeven ligging van het platform in windenergiegebied IJmuiden Ver Beta. Het platform ligt verder buiten Natura 2000-gebied en andere gebieden met belangrijke functies. Het platform bevindt zich hemelsbreeds op circa 76 kilometer uit de Nederlandse kust. De diepte en diameter van de heipalen zijn in dit stadium nog niet exact bekend (zie paragraaf 3.1 voor nadere details). Dergelijke informatie wordt later bij u ingediend in de vorm van een werkplan.

De coördinaten (in *ETRS 1989 UTM Zone 31N*) van het middelpunt van het platform IJmuiden Ver Beta zijn: E: 539037,1, N: 5862925,3m.

2.3 Kabels op zee

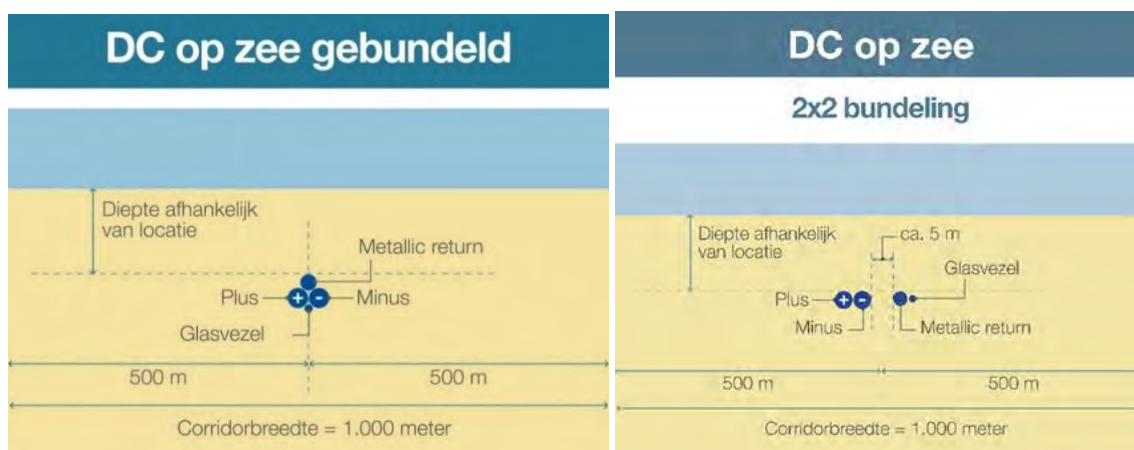
2.3.1 Omschrijving activiteit

Om platform IJmuiden Ver Beta aan te sluiten op een hoogspanningsstation op land zijn kabelsystemen op zee nodig. In onderhavig document wordt vergunning aangevraagd voor de gehele corridor waarin een 525kV-gelijkstroom offshore kabelsysteem wordt aangelegd. De breedte van deze corridor is in principe 1.000 meter (Figuur 2.1). Hierbij is rekening gehouden met de onderhoudszones van de kabels.

Het kabelsysteem bestaat uit 4 kabels en bevat een pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), één glasvezelkabel en één metallic return. Het gehele kabeltracé bestaat in principe uit een gebundelde kabelconfiguratie. Er zijn twee varianten voor de bundeling van kabels:

- Variant 1: één bundel van vier kabels (1x4-kabelconfiguratie)
- Variant 2: twee bundels van twee kabels, waarbij de pluspool-kabel en minpool-kabel gezamenlijk in één bundel liggen en de glasvezelkabel en metallic return gezamenlijk in één bundel (2x2-kabelconfiguratie)

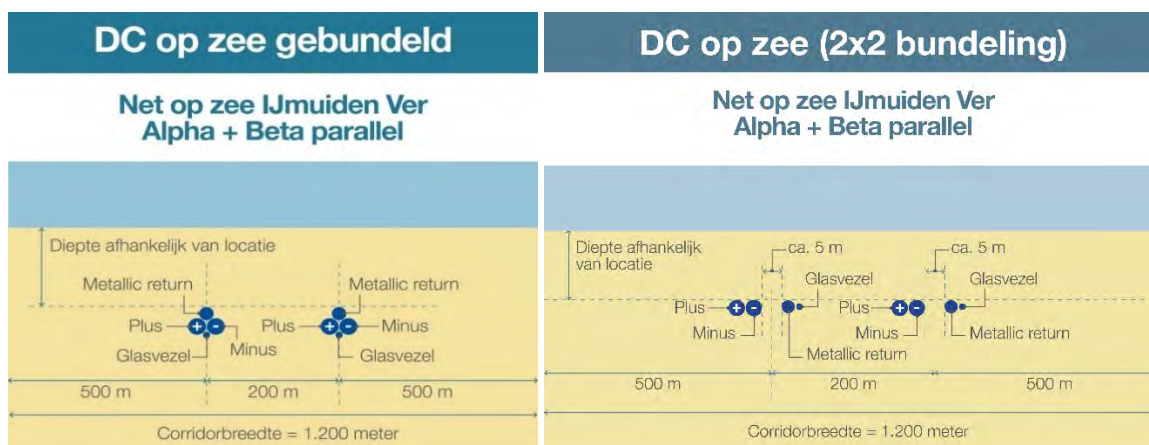
De tussenafstand in het geval van 2 bundels van 2 kabels is circa 5 meter. Beide kabelconfiguraties en vergunningszones zijn weergegeven in Figuur 2.1. De keuze voor een van beide kabelconfiguraties zal in een werkplan ter goedkeuring worden voorgelegd aan het bevoegd gezag.



Figuur 2.1 Vergunningszone gebundelde ligging kabeltracé op zee. Links: 1 bundel van 4 kabels. Rechts: 2 bundels van 2 kabels.

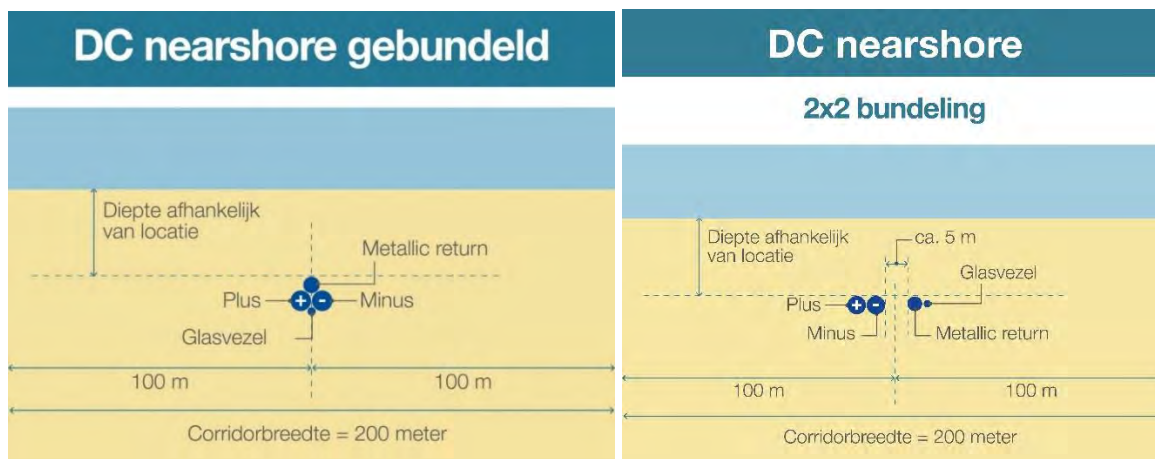
Op een gedeelte van het kabeltracé (circa 79 km) ligt Net op zee IJmuiden Ver Beta parallel met het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (zie bijlage 5). De corridorbreedte van beide tracés samen is 1.200 meter (zie Figuur 2.2). Dit is opgebouwd uit een onderhoudszone van 500m aan weerszijden van de kabels van IJmuiden Ver Alpha (ligging aan westkant) en IJmuiden Ver Beta (ligging aan oostkant) en een onderlinge afstand van circa 200m tussen de Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta kabels. De corridor zoals weergegeven in bijlage 5 is op de locatie waar de parallellegging met Net op zee IJmuiden Ver Alpha begint groter (pagina 3/4) vanwege de aftakkingen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

Ter hoogte van de zuidoostelijke hoek van het Natura 2000-gebied de Bruine Bank is de corridor iets groter, omdat hier rekening is gehouden met toekomstige net op zee projecten en windenergiegebied Hollandse Kust (zuidwest). Dit is de reden waarom er een kleine knik zit in het kabeltracé richting het westen (zie pagina 6 in bijlage 5). Mocht deze ontwikkelingen niet doorgaan op deze locatie, dan zal het kabeltracé rechtdoor zuidwaarts lopen.



Figuur 2.2 Vergunningszone gebundelde ligging kabeltracé op zee met parallellegging IJmuiden Ver Alpha. Links: 1 bundel van 4 kabels. Rechts: 2 bundels van 2 kabels.

Verder kruist het kabeltracé op ongeveer 2 kilometer uit de kust de gemeentegrens van de Gemeente Rotterdam. Bij het kruisen van de gemeentegrens (op zee) is de corridorbreedte 200 meter (zie ook Figuur 2.3).



Figuur 2.3 Vergunningszone gebundelde ligging kabeltracé op zee nearshore (<2km). Links: 1 bundel van 4 kabels. Rechts: 2 bundels van 2 kabels.

Vergunning wordt aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van de kabelsystemen conform hierboven beschreven. In de volgende paragraaf wordt de route van de offshore kabels toegelicht. In paragraaf 3.3 wordt nader ingegaan op de details ten aanzien van de kabelsystemen en de aanlegwijze.

2.3.2 Route

Het kabeltracé op zee is weergegeven in Figuur 2.4. Het kabeltracé op zee loopt vanaf het platform IJmuiden Ver Beta in zuidoostelijke richting en kruist een scheepvaartroute. Ten zuidwesten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) komen de tracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee IJmuiden Ver Beta samen om vanaf dit punt tot aan het lichtplatform Goeree over een lengte van circa 79 km parallel aan elkaar te liggen. De parallelloop loopt tussen natuurgebied de Bruine Bank (in ontwerp aangewezen als Natura 2000-gebied) en windenergiegebied Hollandse Kust (west) door. Het tracé loopt niet door Natura 2000-gebied de Bruine Bank. Vanaf het lichtplatform Goeree buigt het kabeltracé van IJmuiden Ver Beta af naar het oosten richting de Tweede Maasvlakte. Het kabeltracé landt aan ter hoogte van de zachte zeevering van de Tweede Maasvlakte. De totale lengte van het kabeltracé op zee is 146 kilometer (zie bijlage 5 voor een overzicht van het kabeltracé op zee). Voor het kabeltracé geldt dat een corridor (vergunningszone) wordt aangevraagd, waarbinnen de bekabeling in de praktijk wordt aangelegd. De breedte van deze corridor bedraagt in principe 1.000 meter (zie voorgaande paragraaf) op zee.



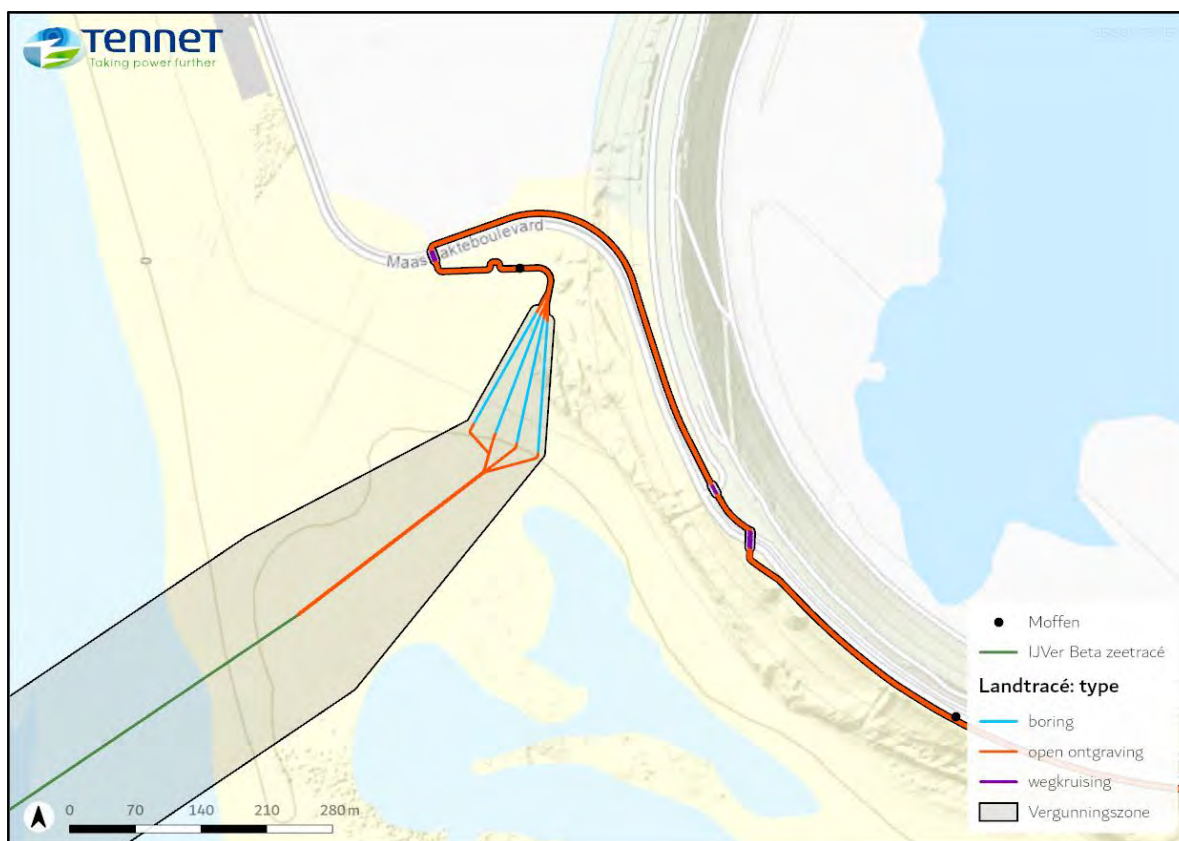
Figuur 2.4 Offshore kabeltracé en de bijbehorende onderhoudszones (corridor waarvoor vergunning wordt aangevraagd), lopend vanaf het platform IJmuiden Ver Beta tot de aanlanding op het strand van Maasvlakte 2

2.4 Aanlanding op het strand en kruising zeevering

2.4.1 Omschrijving activiteit en route

Vanaf het aanlandingspunt op het strand kruist het tracé de zachte zeevering van de Tweede Maasvlakte (primaire waterkering). Vervolgens loopt het tracé langs de Maasvlakteboulevard, Noordzeeboulevard en de N15 naar het converterstation op land (zie Figuur 2.5). De lengte van het tracé op land is circa 8 kilometer vanaf het strand naar het converterstation (zie bijlage 15 voor een tracéoverzicht op land).

De begrenzing van de zachte zeevering van de Tweede Maasvlakte is niet exact afgebakend. Daarom worden in deze paragraaf alle activiteiten beschreven op het strand, duinrand en het kabeltracé langs de Maasvlakteboulevard en Noordzeeboulevard tot aan de boring langs de N15 (deze boring wordt in de volgende paragraaf beschreven).



Figuur 2.5 aanlanding kabeltracé op het strand

Het kabeltracé op het strand wordt aangelegd middels een open ontgraving op het strand en een boring onder de duinrand door (zachte zeevering) tot aan de Maasvlakteboulevard. Het boortraject bestaat uit 4 aparte boringen. De vergunningszone voor dit boortraject is tussen de 15 en 75 meter (zie ook Figuur 2.5 en Figuur 2.6). De boringen zullen binnen de vergunningszone worden uitgevoerd.

Aanlanding Maasvlakte

Boringen (HDD)



Figuur 2.6 Vergunningszone HDD-boring

Na de boring worden de 525kV-zee-kabels gekoppeld met de 525kV-landkabels. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde overgangsmof. Dat is een soort kroonsteen tussen de zee- en landkabel.

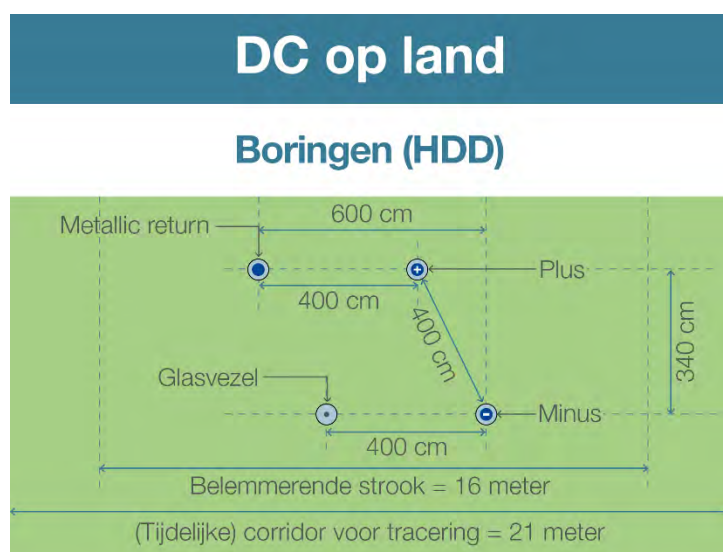
Na de boring kruist het kabeltracé de eerst de Maasvlakteboulevard en loopt vervolgens oostwaarts langs de Noordzeeboulevard middels open ontgraving door tot aan de kruising van de beschermingszone van een primaire waterkering in beheer bij waterschap Hollandse Delta (zie paragraaf 2.5). De vergunningszone voor het kabeltracé op land met open ontgraving is 6 meter. Wel wordt de Maasvlakteboulevard, Noordzeeboulevard (2x) en uitritten (2x) daarvan gekruist. Hier zullen mantelbuizen worden aangebracht. De vergunningszone ter hoogte van kabelkruisingen onder de wegen door is 10 meter (zie bijlage 15).

Er wordt vergunning aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van de (overgangs)mofputten en de kabels die onder het strand en de zachte zeewering worden gelegd. In paragraaf 3.4 wordt er in nader detail ingegaan op deze activiteit.

2.5 Kruising beschermingszone primaire waterkering waterschap Hollandse Delta

2.5.1 Omschrijving activiteit

Ter hoogte van de N15 kruist het kabeltracé op land de beschermingszone van een primaire waterkering in beheer bij waterschap Hollandse Delta. De kruising zal plaatsvinden middels een boring. De kernzone van de primaire waterkering wordt niet gekruist (zie Figuur 2.8). De Keur van het Waterschap Hollandse Delta 2014 geeft aan dat het, op grond van artikel 3.2 eerste lid, verboden is om zonder watervergunning van het bestuur onder de beschermingszone kabels te leggen of te boren. De vergunningszone voor dit boortraject is 21 meter (zie ook Figuur 2.7 en bijlage 15). De boringen zullen binnen de vergunningszone worden uitgevoerd.



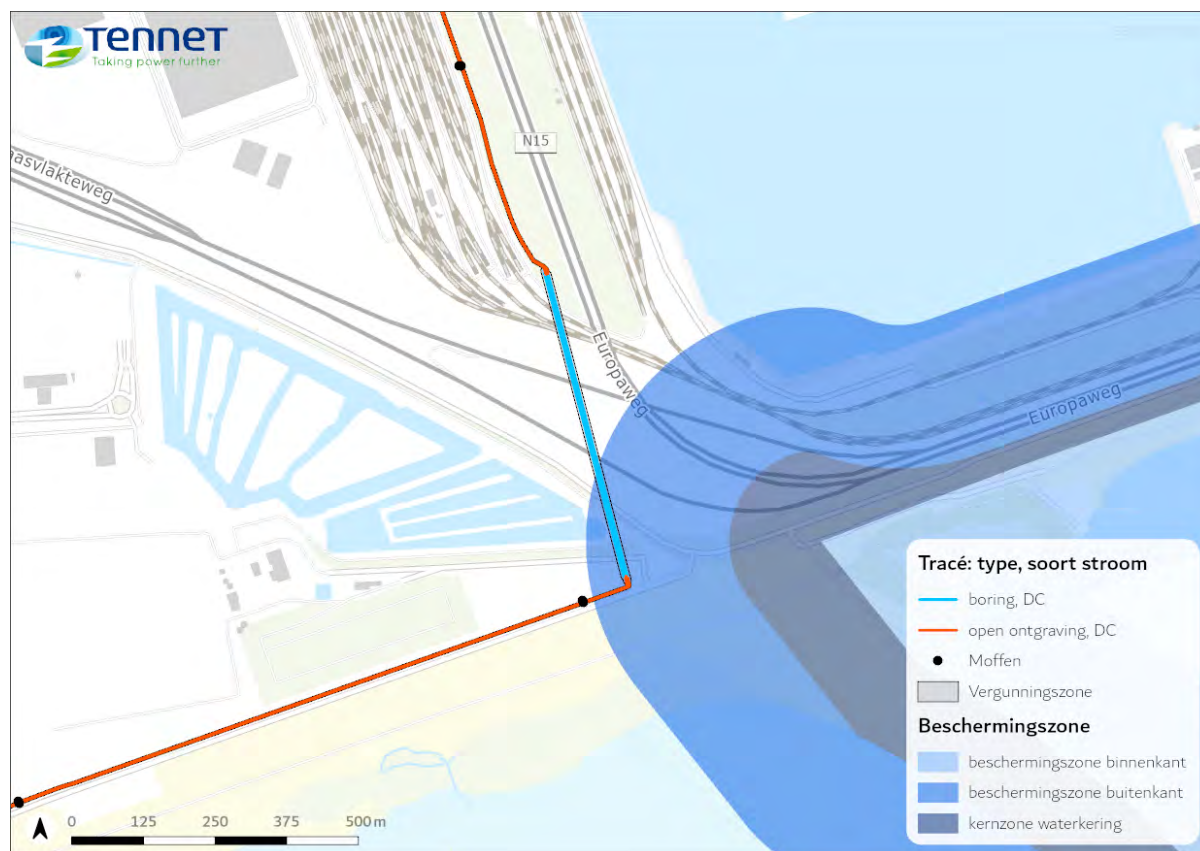
Figuur 2.7 Vergunningszone HDD-boring

Er wordt vergunning aangevraagd voor de aanleg, exploitatie en verwijdering van de kabels die onder de beschermingszone van de primaire waterkering worden gelegd. In paragraaf 3.4 wordt er in nader detail ingegaan op deze activiteit.

2.5.2 Locatie

De beschermingszone hoort bij de Brielse Gatdam (primaire waterkering) aan de noordwestoever van het Oostvoornse Meer. Een klein deel van deze beschermingszone wordt gekruist (zie Figuur 2.8)

en zal plaatsvinden middels een boring, aangezien er op dit traject enkele wegen en spoorlijnen worden gekruist. De boring wordt op ruime afstand van de kernzone van de waterkering geplaatst.



Figuur 2.8 Kruising beschermingszone primaire waterkering Waterschap Hollandse Delta

2.6 Milieueffecten

Voor het project is een m.e.r.-procedure doorlopen. In een m.e.r.-procedure worden de milieueffecten van een project in beeld gebracht, zodat het milieu een volwaardige plaats in de besluitvorming krijgt. Effecten op het milieu als gevolg van het project zijn te verdelen in effecten tijdens de aanleg, de exploitatie (gebruik, onderhoud, reparaties) en verwijdering. Het MER staat in het teken van de beschrijving van deze effecten. De effecten ontstaan door het uitvoeren van de werkzaamheden en door ruimtegebruik. Hoewel de aanlegactiviteiten in een groot gebied plaatsvinden, zijn de activiteiten overal tijdelijk en plaatselijk is. De effecten tijdens de exploitatiefase beperken zich tot de directe omgeving van het platform, en in mindere mate het kabeltracé en de (overgangs)moffen. Op basis van wet- en regelgeving is een beoordelingskader ontwikkeld waarmee de milieueffecten van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn beoordeeld. In de navolgende paragrafen worden de belangrijkste milieueffecten van het gedeelte op zee (platform en kabeltracé op zee) en de aanlanding op het strand toegelicht op de volgende thema's: bodem en water, natuur, archeologie, en leefomgeving, ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties. Het volledige MER is opgenomen in bijlage 4.

In het MER zijn de effecten van beide varianten voor kabelconfiguraties (één bundel van vier kabels (1x4) of twee bundels van twee kabels (2x2)) beoordeeld. De effectscores zijn voor alle deelaspecten in het MER gelijk voor beide kabelconfiguraties, behalve voor de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en de Kaderrichtlijn Water (KRW) vanwege grotere magneetveldwaardes bij de 2x2 kabelconfiguratie (zie de toelichting over de KRM en KRW in paragraaf 2.6.2).

2.6.1 Bodem en water

De gehanteerde methodiek in het beoordelingskader gaat uit van de effectbeoordeling op zes criteria die de impact op de omgeving bepalen, namelijk: vier voor het kabelsysteem en twee voor het plaatsen van het platform. Voor het plaatsen van het platform is de lokale verstoring en verandering van de zeebodem door de fundering van het platform en de oppervlakte dat het platform op de Noordzee beslaat beschouwd.

De criteria die zijn gebruikt voor de beoordelingen van het kabeltracé zijn:

- De lengte van het tracé;
- De dynamiek van de zeebodem;
- De aanwezigheid van slibrijke afzettingen en veen;
- De dynamiek van de Voordelta.

Uit de beoordeling in het MER komt naar voren dat het aanbrengen van de funderingen van het platform, met inbegrip van de bestorting van de Noordzeebodem, leidt tot een zeer kleine lokale verstoring en verandering van de zeebodem die tijdelijk van aard is.

Het kabeltracé loopt door een morfologisch-dynamisch gebied van de Noordzee. Het gaat hier om de aanwezigheid van dynamische bodemvormen zoals zandgolven en megaribbels. Door de lengte waarop deze bodemvormen zich bevinden, is ruim de helft van het totale tracé gelegen ter plaatse van dynamische bodemvormen. Door een baggerinspanning zal hier de bodem worden afgevlakt waardoor een groot deel van de zeebodem wordt verstoord. De Noordzeebodem bestaat overwegend uit matig grof zand, met daaronder op sommige plekken zeer grof zand. Maar er zijn ook slibrijke afzettingen of veen aanwezig. Uit de analyse van de beschikbare gegevens komt naar voren dat er nauwelijks slibrijke afzettingen of veen te vinden zijn in de bovenste lagen van de ondergrond (ondieper dan 4 meter). In de boorgegevens dichter langs de kust worden wel meerdere slibrijke afzettingen en veen gevonden. Verder komen er meer slibrijke afzettingen en veen voor in de Voordelta. Het is niet precies duidelijk hoeveel slibrijke afzettingen en veen er zullen zijn binnen het kabeltracé. Offshore zijn er minder gegevens beschikbaar van de ondergrond en zal waterbodemonderzoek worden uitgevoerd om deze leemte in kennis te dichten. Bij de aanlanding op het strand zijn geen effecten op bodemsamenstelling, oppervlaktewaterkwaliteit of grondwaterkwaliteit te verwachten.

2.6.2 Natuur, KRW, BPRW en KRM

Wet natuurbescherming - soortenbescherming en gebiedsbescherming

Platform op zee

Voor de soortenbescherming en gebiedsbescherming is er sprake van tijdelijke verstoring onderwater door de aanleg van het platform. Er is met name sprake van tijdelijke verstoring van de bruinvis. Uit de Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets komt naar voren dat de tijdelijke verstoring voor de bruinvis door het toepassen van de geluidbeperkende maatregelen de maximaal toelaatbare geluidsnorm en periode en omvang van verstoring niet overschrijden zoals die in het KEC 3.0 zijn bepaald (zie ook paragraaf 3.2.2 voor de geluidbeperkende maatregelen voor de onderwater verstoring). Dat betekent dat significant negatieve effecten voor de bruinvis met zekerheid zijn uitgesloten evenals onaanvaardbare negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding. Bij de andere fundatiemethode (suction buckets) hoeft er niet geheid te worden en zal daardoor het effect van impuls-onderwatergeluid op zeezoogdieren en vissen wegvallen.

Kabeltracé op zee

Het kabeltracé op zee is zeer negatief beoordeeld op gebiedsbescherming en soortenbescherming, met name vanwege bovenwater verstoring. De tijdelijke verstoring rondom het tracé, met name ter hoogte van het aanlandingspunt (bij de Hinderplaat in Natura 2000-gebied de Voordelta), leidt tot tijdelijke negatieve veranderingen omdat verstoring van zogende zeehonden en van groepen gevoelige vogels, zoals ruiende bergeenden, niet kan worden uitgesloten. Uit de passende beoordeling volgt dat dit effect dermate beperkt is dat dit geen relevant effect heeft op de betreffende populaties.

Overige negatieve effecten op soortenbescherming zijn habitataantasting (zandkokerwormriffen) en tijdelijke verstoring onder water.

Effecten door vertroebeling en sedimentatie zijn beperkt qua omvang en tijdelijk van aard (licht negatief beoordeeld in het MER). Echter, wanneer de kabel op zee van Net op zee IJmuiden Ver Alpha in hetzelfde seizoen als Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt aangelegd kan dit wel leiden tot een significante verstoring in de Voordelta door vertroebeling. Dit geldt alleen voor de kabelconfiguratie met twee bundels van twee kabels (2x2). In de Voordelta zorgt de toename van de slibwolk en de concentratieverhoging aan het oppervlak dat het oppervlak waar zichtjagende vogels jagen verkleint. Hierdoor hebben de dwergstern en visdief mogelijk te weinig uitwijkmogelijkheden. Als de kabels van de verschillende projecten 4 maanden achter elkaar worden gelegd, zal er geen of nauwelijks cumulatie optreden, waardoor de aanleg ook voor de dwergstern en visdief geen gevolgen zal hebben. Daarom geldt voor de aanleg het uitgangspunt dat de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Alpha die tot vertroebeling leiden in foerageergebieden van genoemde populaties minimaal meer dan 4 maanden na elkaar worden uitgevoerd.

Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 4) en de daarbij behorende bijlagen (Passende Beoordeling en Soortenbeschermingstoets).

Elektromagnetische velden

Verder kunnen er negatieve effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. Met name de bruinvissen in Natura 2000-gebied Voordelta kunnen potentieel een barrière ten gevolge van het magnetische veld ondervinden. Elektromagnetische velden zullen niet tot in het toekomstig Natura 2000-gebied de Bruine Bank reiken. Daarnaast kunnen beschermde walvissen, dolfijnen, trekvissen en Rode lijst soorten zoals haaien, roggen en overige vissoorten in het ondiepere gebied nabij de kust potentieel een barrière ten gevolge van het magnetische veld ondervinden. De magnetische velden die bepaald zijn, zijn echter dermate beperkt dat verstoring zich beperkt tot de waterbodem waardoor slechts sprake is van beperkte hinder en geen barrièrewerking wordt verwacht.

Voor een gedetailleerdere beschrijving van de effecten op dit thema wordt verwezen naar het MER (bijlage 4) en de daarbij behorende bijlagen over elektromagnetische velden (bijlage VII-D).

Watertoetsen

Net op zee IJmuiden Ver Beta is getoetst aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW), gezamenlijk de Watertoets genoemd. De Watertoets is opgenomen in bijlage 12. Voor de effectbeoordeling van de KRW en de KRM is er een beperkt verschil tussen de 1x4-kabelconfiguratie en de 2x2-kabelconfiguratie vanwege elektromagnetische velden tijdens incidentele storingen of onderhoudswerkzaamheden. Dit verschil en de mitigerende maatregel is in onderstaand kader toegelicht.

Tijdens incidentele storingen of onderhoudswerkzaamheden kan de stroom door de metallic return worden afgevoerd. Tijdens deze momenten kan het magneetveld van de metallic return (MR) in een 2x2-kabelconfiguratie 10 tot 40 keer hoger zijn ten opzichte van de 1x4-kabelconfiguratie. Bij deze waardes kunnen verschillende ongewervelden en haaien en roggen gedragsverandering gaan vertonen. Op korte duur zal dit geen gevolgen hebben voor KRM-descriptoren D1 biodiversiteit en D4 voedselwebben en KRW-doelstelling Macrofauna. Op lange duur zijn de gevolgen nog onbekend, maar negatieve effecten op soort- en ecosysteemniveau zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt als mitigerende maatregelen de MR na twee maanden uitgeschakeld, indien storing of onderhoud zolang duurt.

Kaderrichtlijn Water (KRW)

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Noordelijke deltakust (kustwater) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit kan er beperkte invloed zijn van vertroebeling op de primaire productie (fytoplankton) en van sedimentatie en habitataantasting op de macrofauna. Deze gevolgen zijn tijdelijk. Er zijn geen significant negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam. Voor de KRW-waterlichamen de Zeeuwse kust en Hollandse kust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van deze KRW-waterlichamen. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt alleen vertroebeling tot deze gebieden, wat met betrekking tot de ecologische kwaliteit beperkte invloed zou kunnen hebben op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Deze vertroebeling is tijdelijk. Er zijn geen significant negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam. Voor een gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 12 (Toetsing KRW).

Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)

Uit Tabel 2.1 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen en mogelijk zeer lokaal zelfs een positief effect zullen hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM).

Voor een gedetailleerdere beschrijving wordt verwezen naar bijlage 12 (Toetsing Kaderrichtlijn Mariene Strategie).

Tabel 2.1 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand KRM

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	Geen

Beheerplan Rijkswateren (BPRW)

Er is ook getoetst aan het Beheerplan Rijkswateren (BPRW) (zie bijlage 12). Het uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Uit het BPRW komt naar voren dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

2.6.3 Archeologie

Voor een gedetailleerde beschrijving van de archeologische effecten wordt verwezen naar het bureauonderzoek (bijlage 11). De belangrijkste bevindingen van het bureauonderzoek zijn hieronder samengevat.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat binnen de corridors van het kabeltracé van het Net op zee IJmuiden Ver Beta scheeps- en vliegtuigwrakken aanwezig zijn. Bovendien kunnen, indien het pleistocene landschap intact is, in situ prehistorische resten verwacht worden. Binnen het onderzochte gebied zijn 7 scheepswrakken bekend, waaronder de resten van een 19^e-eeuws stoomschip en een houten driemaster. Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor het kabeltracé en de onderhoudscorridors te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische pre-lay route survey uitgevoerd. De data van deze survey kan worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel). De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-pleistocene en vroeg-holocene landschap dat onder jongere mariene zanden schuil gaat.

Voor het werkterrein op het strand geldt dat er geen bekende archeologische waarden aanwezig zijn en er geldt een lage archeologische verwachting.

Tabel 2.2 Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sonde- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek voordat kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

2.6.4 Leefomgeving, ruimtegebruik & overige gebruiksfuncties

Op zee

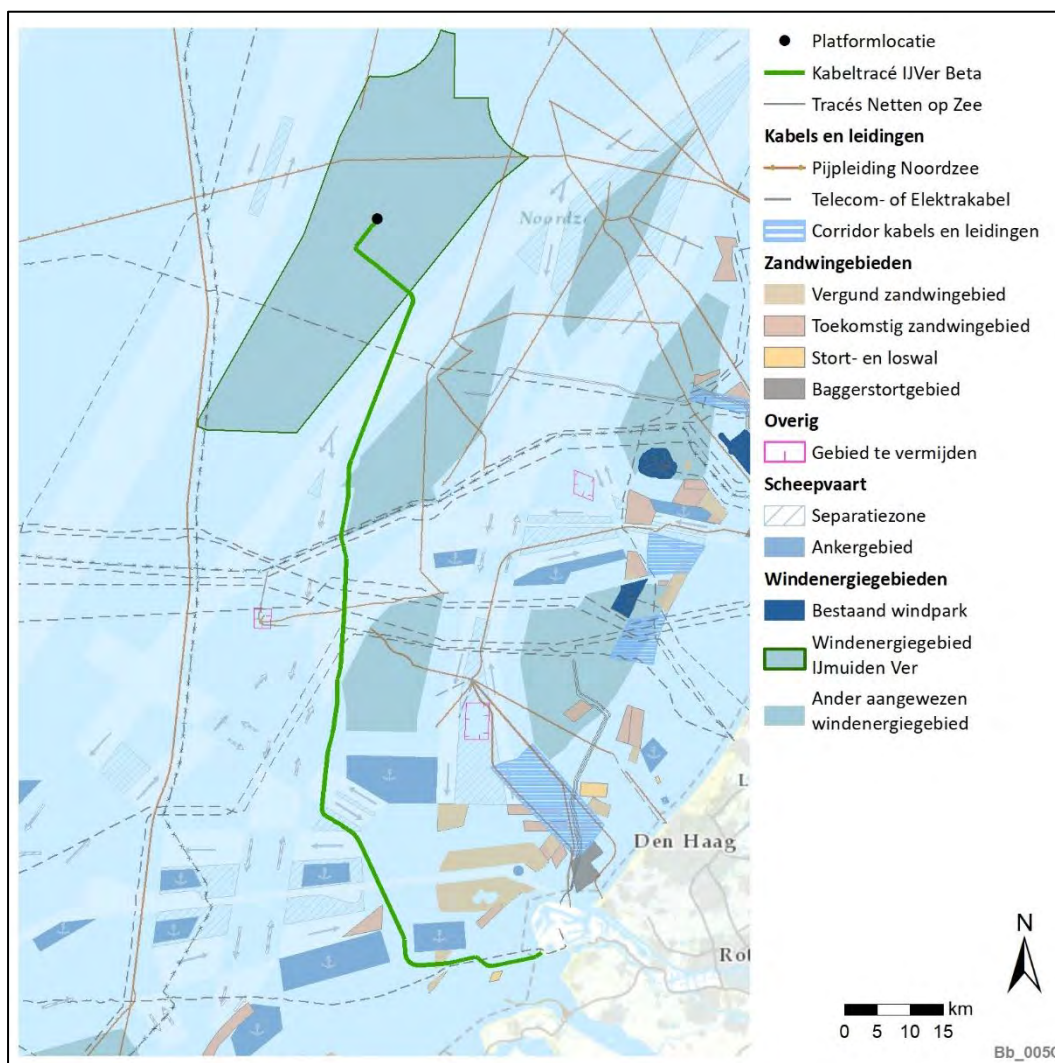
De locatie van het platform heeft geen effect op de deelaspecten olie- en gaswinning, scheepvaart, NGE en kabels en leidingen; de beoordeling is daarom neutraal. Er is voor dit aspect geen verschil tussen de fundatiemethoden jacket en suction buckets.

Het kabeltracé op zee leidt niet tot effecten op de deelaspecten baggerstort, olie- en gaswinning, visserij en aquacultuur, windenergiegebieden op zee en recreatie en toerisme.

De kruising van het kabeltracé op zee met een zandlaag met een dikte van 6-12 m betekent een licht negatieve beoordeling voor zand- en schelpenwinning. Dit zandpakket is grotendeels niet winbaar vanwege overige functies die overlappen met het zandpakket zoals een ankergebied. De kruising van het militaire oefengebied Goeree betekent ook een licht negatieve beoordeling voor het deelaspect munitiestortgebieden en militaire activiteiten.

Het kabeltracé op zee is negatief beoordeeld op de deelaspecten scheepvaart, niet-gesprongen explosieven (NGE) en kabels & leidingen. Voor scheepvaart is het kruisen van scheepvaartroutes en de tijdelijke hinder hiervan op de scheepvaart de oorzaak voor een negatieve beoordeling. Bij kabels en leidingen is het aantal kruisingen met kabels en leidingen op de Noordzee hiervoor bepalend. Voor NGE geldt dat verdacht gebied op NGE wordt doorkruist op de Noordzee.

In Figuur 2.9 is het kabeltracé te zien inclusief de deelaspecten zand- en schelpenwinning, baggerstort, kabels & leidingen, scheepvaart en windenergiegebieden behorende bij het milieuaspect leefomgeving, ruimtegebruik en overige gebruiksfuncties.



Figuur 2.9 Het kabeltracé op zee en de deelaspecten zand- en schelpenwinning, baggerstort, kabels & leidingen, scheepvaart en windenergiegebieden

Scheepvaart en visserij kan een risico vormen voor de kabels door zinkende en strandende schepen en/of door vallende, slepende of hakende ankers of vistuigen. Voor het kabeltracé is daarom door MARIN en ACRB een risk based burial depth (RBBB)-studie uitgevoerd (zie Bijlage XI – D van het MER in bijlage 4). Daarin wordt onder meer de kans op schade aan de kabel door scheepvaart voor verschillende begraafdieptes berekend, om uiteindelijk de geschikte begraafdieptes van de kabel in de zeebodem voor de verschillende segmenten (b.v. binnen scheepvaartroutes of overige offshore gedeeltes) van het kabeltracé te kunnen bepalen. Bij het bepalen van de begraafdiepte zijn randvoorwaarden vanuit bevoegd gezag en randvoorwaarden (waaronder doelmatigheid van aanleg, beheer en onderhoud) vanuit TenneT meegenomen. De bepaalde begraafdieptes worden vervolgens geoptimaliseerd aan de hand van de resultaten van een zeebedmobiliteitsstudie die voor het kabeltracé wordt uitgevoerd (zie ook paragraaf 3.3.2). Daarnaast zijn nader grondonderzoek en gedetailleerde tracé peilingen mogelijkheden voor een optimalisatie van de begraafdieptes. Deze aanpak sluit aan bij de aanpak op de voorgaande Net op zee projecten van TenneT. Er wordt daarom

geen effect door scheepvaart of visserij op de kabels verwacht, omdat de begraafdiepte van de kabels wordt afgestemd op de risico's per segment van het kabeltracé.

Op land

Het kabeltracé op land (vanaf de aanlanding op de Tweede Maasvlakte tot het converterstation) is licht negatief beoordeeld voor olie-, gaswinning en aardwarmte, invloed op ruimtelijke functies en recreatie & toerisme. Het kabeltracé betekent een zeer lichte beperking van de opsporingsvergunning aardwarmte op de Maasvlakte. Voor invloed op ruimtelijke functies zijn de hoeveelheid kruisingen van wegen en spoorwegen maatgevend voor de beoordeling. Voor recreatie en toerisme is er tijdelijke hinder tijdens de aanleg op het Maasvlaktestrand en de wegen waar het kabeltracé naast ligt. Het deelaspect primaire waterkering en kabels en leidingen zijn negatief beoordeeld. Het kruisen van de zeewering op de Maasvlakte wordt als complex beschouwd. Bijlage XII-D van het MER (bijlage 4) laat zien dat er geen effecten te verwachten zijn tijdens de aanleg- en gebruiksfase op de zeewering en primaire waterkering in beheer bij het waterschap. Voor kabels en leidingen is de beperkte beschikbare ruimte bij kruisingen van kabels en leidingen de reden voor de negatieve beoordeling.

3 Oprichtings- en constructieplan

3.1 Inleiding

Het voornemen bestaat qua vergunningplichtige activiteiten in het kader van de Waterwet en Keur uit een platform, een offshore kabeltracé, de aanlanding op het strand, kruising van de zeevering en beschermingszone van een primaire waterkering. In de volgende paragrafen wordt het oprichtings- en constructieplan per onderdeel behandeld.

Een gedetailleerdere omschrijving van het offshore platform en de aanlegmethode is bij de aanvraag opgenomen in bijlage 3 (Typical Installation Methods). Voor constructietekeningen van het jacket wordt verwezen naar bijlage 7. Voor het standaard ontwerp en de constructietekeningen (plot plans) van het offshore platform wordt verwezen naar bijlage 6 en 8.

3.2 Platform

3.2.1 Onderdelen

Het platform bestaat uit en wordt gebouwd in twee verschillende onderdelen:

- De stalen draagconstructie (ook wel jacket genoemd);
- De bovenbouw, ook wel topside genoemd, met alle voorzieningen voor het functioneren van het platform.

Het jacket zal van voldoende hoogte zijn zodat de topside boven het maximale zeeniveau uitkomt. De topside begint op circa 20 meter boven het gemiddelde zeeniveau. Een specificatie van de maten van de topside is in Tabel 3.1 hieronder weergegeven. De afmetingen zijn indicatief. Verzocht wordt om de mogelijkheid in de watervergunning op te nemen om maximaal 15 procent af te wijken van de genoemde afmetingen in Tabel 3.1. De hoogte van de topside is exclusief items die op het bovenste dek van het platform staan zoals een helikopterdek, meteomast, de verblijfsruimten en uitsteeksels als antenne, walkways, etc. De afmetingen zijn inclusief windconnector-readiness⁸. Op het bovendeck zit rondom een hekwerk.

Tabel 3.1 Indicatieve afmetingenplatform

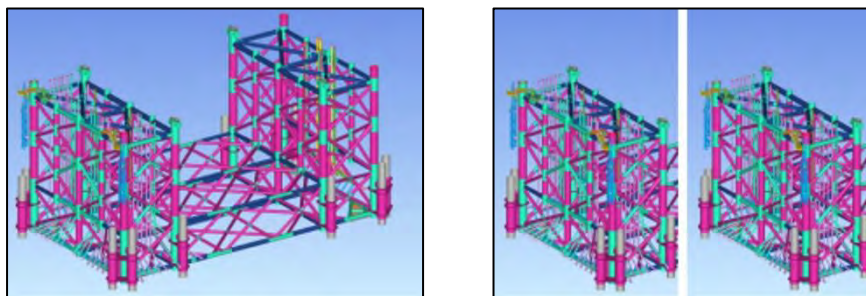
	Topside
Lengte (m)	110
Breedte (m)	80
Hoogte (m)	45

De onderbouw is de draagconstructie voor de bovenbouw en bestaat uit een relatief lichte en transparante stalen constructie (jacket) dat op de zeebodem wordt gezekeerd door middel van:

- Palen (heipalen of schroefpalen), of;
- Suction buckets.

⁸ De minister van EZK heeft TenneT gevraagd om met een voorstel te komen om de netinfrastructuur voor het windenergiegebied IJmuiden Ver efficiënter te benutten door deze te verbinden met het Verenigd Koninkrijk (VK). Deze verbinding (werknaam 'Windconnector') kan dienen als zogenaamde 'interconnector' tussen het VK en Nederland op momenten dat er restcapaciteit beschikbaar is. Het onderzoek bevindt zich momenteel in de haalbaarheidsfase. De windconnector valt buiten de scope van deze aanvraag, maar het platform wordt wel windconnector-ready ontworpen.

In paragraaf 3.2.2 wordt nader ingegaan op beide uitvoeringsmethoden van het platform. Voor het ontwerp van de jacket is er de optie tussen een “één jacket” en een “split-jacket”. Hieronder is dit verschil afgebeeld in twee principetekeningen (zie Figuur 3.1). Voor beide ontwerpen en uitvoeringsmethoden (palen of suction buckets) wordt de watervergunning aangevraagd. In bijlage 7 zijn de constructietekeningen van het jacket te vinden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat in bijlage 7 alleen het ontwerp is weergegeven met een enkele jacket die met behulp van heipalen wordt verankerd (figuur links).



Figuur 3.1 ontwerp jacket: één jacket (links) of split jacket (rechts)

3.2.2 Wijze van aanleg

Het jacket en de topside worden separaat op een werf gebouwd. Jacket en topside worden vrijwel kant-en-klaar aangeleverd met schepen. Op zee is alleen sprake van werkzaamheden aan de funderingen. Op zee is twee keer een transportschip en een kraanschip benodigd. Daarnaast zijn er schepen voor materiaal, stand by (logistieke ondersteuning) en onderzoek (survey) benodigd.

Jacket met behulp van heipalen

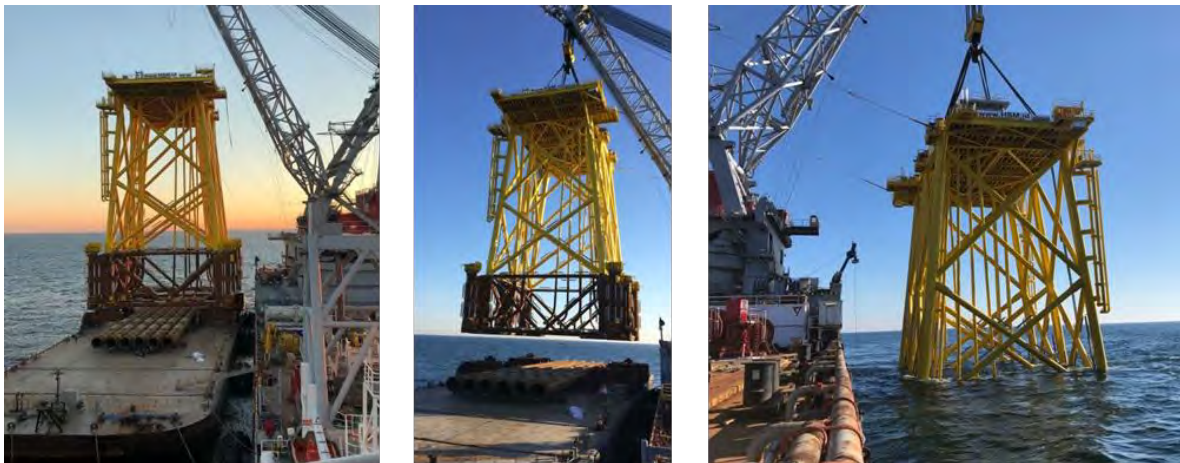
Eerst wordt het jacket voor de topside geplaatst en met behulp van heipalen verankerd (zie Figuur 3.2). Een standaard jacket (links in Figuur 3.1) wordt geplaatst op 8 tot 12 palen met een diameter van naar verwachting ca 2,5m per stuk en een wanddikte van circa 60 tot 80 mm. In het geval van een split jacket (rechts in Figuur 3.1) worden er 16 heipalen aangebracht. De heipalen worden ca 60m diep de bodem ingebracht. De exacte diepte is afhankelijk van de lokale grondcondities en zal moeten worden bepaald aan de hand van nader uit te voeren bodem onderzoeken. In het werkplan dat door de toekomstig aannemer van TenneT bij u wordt ingediend, wordt de exacte uitvoering van het jacket gespecificeerd.

Het jacket wordt op een werf gebouwd en wordt vrijwel kant-en-klaar aangeleverd door middel van transportschepen. Het jacket wordt samen met de benodigde heipalen door een ponton naar de betreffende locatie gebracht. Daar wordt het jacket met behulp van een jack-up schip op de gewenste plek neergezet. Aan de hoekpunten van het jacket zitten geleidingsframes waar de heipalen doorheen kunnen worden geheid. De palen dienen van de ponton te worden getild en in de geleidingsframes te worden geplaatst (zie ook Figuur 3.3). Daarna kunnen met een opzetstuk en een heihamer de heipalen de zeebodem in worden geheid tot op de juiste diepte en gegroot. De maximale hei-energie die wordt toegepast is circa 2.000 kJ. De duur van het heien is ongeveer 2 tot 3 uur per paal. De installatie van het jacket duurt ongeveer 5 tot 10 dagen.

Nadat het jacket is geïnstalleerd kan de topside er bovenop worden geplaatst.



Figuur 3.2 Impressie 2 GW offshore platform



Figuur 3.3 Impressie plaatsing funderingen op locatie.

Geluid beperkende maatregelen heiwerkzaamheden jacket

Met het oog op effecten op zeezoogdieren (met name bruinvissen en zeehonden) door onderwater verstoring als gevolg van impuls geluid door heiwerkzaamheden worden de volgende mitigerende maatregelen getroffen:

- Om te waarborgen dat bruinvissen en zeehonden kunnen vluchten voor het heigeluid, moet een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden worden toegepast. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Daarnaast is de toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ nodig. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Naast bovengenoemde mitigerende maatregelen moeten project specifieke berekeningen worden uitgevoerd wanneer de keuze voor de platformbouwers en het

ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm⁹. Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zullen de effecten van mitigerende maatregelen worden bepaald, waardoor de optimale set van maatregelen waarmee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft zal worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.

- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol (hierin moet ook het verlichtingsplan worden opgenomen).

In de passende beoordeling zijn de effecten van het heien en verankeren op de flora en fauna beschreven. De passende beoordeling is opgenomen in een bijlage van het MER (zie bijlage 4).

Jacket met behulp van korte geduwde of gedraaide palen

De markt onderzoekt momenteel alternatieven voor de standaard jacket met palen door de lange palen te vervangen door meerdere korte palen die niet in de grond worden geheid, maar gedraaid of geduwd. Dit zou dan resulteren in ongeveer 32 palen voor een jacket met 8 poten.

Jacket met behulp van suction buckets

In het geval van het aanleggen van de jacket met behulp van suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 zogenaamde suction buckets met een diameter van circa 8 meter en daarmee in totaal een oppervlak hebben van circa 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet. Het water wordt weggepompt uit de buckets waardoor er een onderdruk wordt gecreëerd en de buckets als het ware het zeebed worden ingezogen. De buckets zullen 6 tot 8 meter de zeebodem ingaan. De tijdsduur voor het installeren van de draagconstructie is bij deze methode 2 tot 3 dagen.

Topside

De topside wordt op de werf op land gebouwd en alle onderdelen (transformatoren, de schakelapparatuur en de beveiligingsapparatuur) zijn dus vooraf geïnstalleerd. Wanneer de topside gereed is, wordt deze in zijn geheel naar de locatie op zee vervoerd. De topside is voorzien van hijsogen of optilpunten. Deze worden gebruikt als de topside op het al geplaatste jacket wordt gehesen door hijskranen (zie Figuur 3.4) of getild door middel van een Float-Over of Catamaran Lift (zie bijlage 6 voor een nadere omschrijving).

⁹ De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform IJmuiden Ver Alpha is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa2s (750 m) voor de transformatorplatforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).



Figuur 3.4 Impressie plaatsing topside op jacket met behulp van hijskranen

Een alternatieve methode voor het plaatsen van de topside op het jacket is om de topside over het jacket heen te laten drijven met behulp van een transportschip die precies tussen de palen van het jacket past. Op het moment dat het transportschip precies tussen het jacket is gepositioneerd zal de topside naar beneden worden gehaald en op het jacket worden geplaatst (zie Figuur 3.5).



Figuur 3.5 Impressie drijvende installatietechniek

Zodra de topside op de jacket is geplaatst wordt de topside vastgemaakt op het jacket met behulp van lussen. Na afloop wordt een inspectie uitgevoerd of de topside goed is geïnstalleerd. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week.

Erosie- en roestbescherming

Voorafgaand en na plaatsing wordt rond het jacket stortsteen aangebracht om het zeebed te stabiliseren en om daarmee het platform en de kabels naar het platform te beschermen tegen de gevolgen van erosie rond het platform. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform. Tot 100 meter lengte vanaf het jacket zullen op inkomende en uitgaande kabels zakken stenen (rock-bags) geplaatst worden om de kabels te beschermen. Het oppervlak van de erosiebescherming (voor alle type fundaties) is circa 15.000 m². Het plaatsen van de bodembescherming duurt 4 tot 6 dagen.

Ter voorkoming van roest worden er anodes geplaatst op de draagconstructie. Hierdoor komen er aluminium-ionen in het water.

Natuur-inclusief ontwerp

In de technische uitwerking van het basis ontwerp van het platform is natuur-inclusief ontwerp een belangrijk uitgangspunt. Het jacket en de erosiebescherming van het offshore platform worden geschikt gemaakt voor maatregelen in het kader van natuur-inclusief ontwerp. Voorbeelden van mogelijke maatregelen zijn het aanbrengen van vishotels en natuurvriendelijke scour protection. Deze maatregelen vormen geen belemmering voor bedrijfsvoering en onderhoud van het platform en hebben geen invloed op de stabiliteit van het platform. De monitoring van de functionaliteit van deze maatregelen vindt plaats als onderdeel van het reguliere onderhoud van het platform.

3.2.3 Helikopterdek

Op het platform komt een helikopterdek, zodat personeel en materiaal in bepaalde gevallen per helikopter vervoerd kunnen worden. In de aanlegfase zal er naar verwachting, gedurende een jaar, ongeveer 1 helikoptervlucht per dag plaatsvinden. In de operationele fase zal doorgaans het ongepland onderhoud en reparaties per helikopter gaan en regulier onderhoud kan per boot en/of helikopter worden uitgevoerd. Naar verwachting zal er 4 keer per jaar ongepland onderhoud of reparaties moeten plaatsvinden.

Het ontwerp van het helikopterdek zal voldoen aan de inrichtingseisen van hoofdstuk 2 van de Regeling veilig gebruik luchthavens en andere terreinen. De regels in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de regels van de internationale burgerluchtvaartorganisatie (ICAO)¹⁰. Bijlage 8 geeft een tekening van het ontwerp van het helikopterdek op het platform van IJmuiden Ver Beta. Daarnaast wordt er in het ontwerp waar mogelijk aangesloten bij de standaarden en aanbevelingen van de Britse Luchtvaartorganisatie: 'Standards for offshore helicopter landing areas'¹¹.

3.2.4 Verblijfsruimten

Op het platform zal er een verblijfsruimte worden gerealiseerd waar tot 96 personen kunnen overnachten tijdens de aanlegfase en tijdens onderhoudswerkzaamheden aan het platform. De

¹⁰ ICAO Annex 14, volume II heliports.

¹¹ UK CAA, CAP 437

verblijfsruimte is een soort container hotel met 48 aparte slaapkamers voor mannen en vrouwen met stapelbedden, wc's, douche, etc. en aparte kleedkamers voor mannen en vrouwen. Bovendien wordt er voorzien in aparte ruimtes voor ontspanning, koken, wassen en sporten. Op elke verdieping worden nooduitgangen geplaatst welke te allen tijde bruikbaar zijn. Bijlage 9 geeft tekeningen van de verblijfsruimten op het platform. De tekeningen zijn onderdeel van het voorontwerp van het platform. Een definitieve tekening is beschikbaar voorafgaand aan de bouw als onderdeel van het definitieve ontwerp van het platform.

Het ontwerp en het gebruik van de verblijfsruimte zal zoveel als mogelijk voldoen aan de algemene eisen die worden gesteld in het Arbeidsomstandighedenbesluit (in ieder geval artikel 3.37n en 3.37w). Maatregelen met betrekking tot de veiligheid voor personeel op het platform worden beschreven in hoofdstuk 6 van onderhavig document.

Drinkwatervoorziening

Er wordt een kleine zeewaterpomp geïnstalleerd om daarmee lokaal drinkwater te maken voor de bemanning en het schoonmaken van het platform. De zeewaterpomp pompt circa 20 m³ per dag op.

Toiletvoorziening en zuiveringsvoorziening

Op het platform bevinden zich toiletvoorzieningen (douches, wasbakken, wc's). Ten behoeve van de afvoer van het afvalwater zijn diverse voorziening op het platform. Over het algemeen geldt dat het aantal inwonersequivalenten minder dan 6 is als gevolg van de beperkte aanwezigheid van personeel.

Gepland onderhoud

Het afvalwater dat ontstaat bij gepland onderhoud wordt door een zuiveringsinstallatie geleid. De installatie filtert en behandelt het afvalwater. De behandeling zal naar verwachting biologisch zijn (vergelijkbaar met individuele afvalwaterbehandelingsinstallaties voor locaties op land die niet zijn aangesloten op de riolering). Alternatief is chemische behandeling. De installatie realiseert een reductie van het gehalte BZV, CZV, stikstof en fosfaat. De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. De installatie heeft een capaciteit van 10m³ per dag. Gezuiverd water wordt geloosd op zee, slibresten worden periodiek afgevoerd naar land.

Ongepland onderhoud

Voor ongepland onderhoud zijn er twee mogelijkheden, afhankelijk van de grootte van de groep mensen die op het platform is en of er water in de tanks aanwezig is. Er zijn een aantal verbrandingstoiletten. Het werkingsprincipe is dat de ontlasting wordt verbrand, waarvan daarna slechts een klein as laagje overblijft. Als er meer mensen op het platform aanwezig zijn en er water aanwezig is in de tanks, is er ook de mogelijkheid om de gewone toiletten te gebruiken. In dit geval staat de zuiveringsinstallatie waarschijnlijk niet aan en wordt de ontlasting in een 'zwart' watertank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land.

3.2.5 Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd, wordt in detail beschreven in hoofdstuk 4.

3.2.6 Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van het platform worden ontmanteld en verwijderd, wordt beschreven in hoofdstuk 5.

3.2.7 Certificering

Om aan te tonen dat de constructie van het platform stabiel is en geschikt voor de ondergrond en condities op de site laat TenneT het platform certificeren door een certificerende instantie. Onderdeel van deze certificering is het ontwerp. De certificerende partij zal een 'conformity statement' afgeven. Certificering vindt plaats conform DNVGL-ST-0145: Offshore substations.

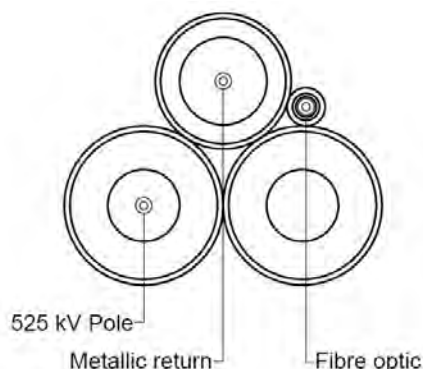
3.3 Offshore kabels

3.3.1 Onderdelen

525kV-gelijkstroom offshore kabelsysteem

In onderhavig document wordt vergunning aangevraagd voor het aanleggen van een 525kV-gelijkstroom offshore kabelsysteem. Het kabelsysteem bestaat uit 4 kabels in een gebundelde configuratie¹² en bevat een pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), één glasvezelkabel en één metallic return.

De buitendiameter van een pluspool- of minpool-kabel beslaat tussen de 150 en 190 millimeter. De metallic return en de glasvezelkabel hebben een buitendiameter van respectievelijk tussen de 120 en 140 millimeter en 50 en 70 millimeter. De kabels zullen aan elkaar worden gebonden en elke kabel in de bundel is voorzien van een beschermende laag van gegalvaniseerd staal. Een indicatie van de verhoudingen van de verschillende onderdelen van het offshore kabelsysteem is in Figuur 3.6 weergegeven. Het kabeltracé heeft een eindsluiting voor de minpool en de pluspool ter hoogte van het platform op zee en het converterstation op land waarbij SF6 gas of olie gebruikt kan worden in een gesloten systeem.



Figuur 3.6 Indicatieve doorsnede van een 525kV-gelijkstroom offshore kabelsysteem

Voor een meer gedetailleerde omschrijving van de offshore kabelsystemen wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods).

¹² De bundeling vindt plaats in 1 bundel van 4 kabels of 2 naast elkaar gelegen bundels van 2 kabels (zie paragraaf 2.3).

Moffen

Om de 40 tot 60 kilometer komt er een mof om delen van de offshore kabel met elkaar te verbinden. Er komen geen moffen in het nearshore gedeelte (vanaf 2 kilometer uit de kust). Een mof op zee voor de + pool, - pool en metallic return heeft een afmeting van circa 6m x 50cm en is een soort metalen koffer. De mof voor de glasvezelkabel heeft een afmeting van 1,5m x 20cm.

3.3.2 Wijze van aanleg

Om de offshore kabels te beschermen tegen externe bedreigingen als gesleept visserijtuig en gesleepte ankers, worden de kabels in de zeebodem begraven. De kabels op zee worden normaliter op een diepte gelegd variërend van één tot circa 3 meter in de zeebodem, afhankelijk van het gebied en de situatie. Op bepaalde plekken, zoals onder vaargeulen maar ook in gebieden met zeer dynamische bodem, worden de kabels dieper aangelegd (tot wel 10 meter diepte als daar aanleiding voor is vanuit de te verwachten dynamiek van de zeebodem). Daarmee worden beperkingen voor de omgeving voorkomen of beperkt en wordt het risico op beschadiging van de kabels beperkt.

TenneT streeft bij de aanleg en bij het beheer en onderhoud naar zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten. De kabels worden daarom initieel dieper begraven in gebieden waar de zeebodem over de levensduur van de kabels door erosie lager zal komen te liggen. De risico's van een te geringe gronddekking en de maatschappelijke kosten voor onderhoud en herbegraven zijn hoger dan de maatschappelijke kosten voor initieel dieper begraven. Deze installatie strategie wordt door TenneT "bury and would like to forget" genoemd (begraven en voor zover mogelijk vergeten). Enkel in die gevallen waarin de optredende erosie groter is dan bij de aanleg op basis van modellen is voorzien, of daar waar de kabels initieel niet op de benodigde diepte kunnen worden geïnstalleerd, zal onderhoud van de gronddekking nodig zijn ("bury and maintain").

Voor de kabels wordt een begraafdiepte gerelateerd aan een referentieniveau die een gemodelleerde laagste ligging is van de zeebodem over de levensduur van de kabels. Dit niet mobiele referentieniveau van de zeebodem wordt met behulp van zeebodem-mobiliteitsstudies bepaald. Met name de mobiliteit van geulen, zandgolven en de stormafslag van de kust leiden tot een diepere ligging van het referentieniveau. De erg langzame mobiliteit van zandbanken en de erg snelle mobiliteit van ribbels hebben een veel geringere invloed op de ligging van het niet mobiele referentieniveau.

De 'Risk Based Burial Depth'-studie bepaalt de kans op schade door externe invloeden en de weerstand van de grond waarin de kabel is begraven. Middels deze studie wordt op basis van lokale externe bedreigingen en op basis van de mate van bescherming die de lokale grond tegen die bedreigingen kan bieden, een minimale gronddekking van de kabel vastgesteld die nodig is vanuit rationeel beheer perspectief.

De begraafdiepte die voor de installatie wordt aangehouden wordt gebaseerd op de uitkomsten van de genoemde studies, waarbij de vereiste begraafdiepte die in het Waterbesluit artikel 6.16j, lid 1 is vastgesteld als een minimum wordt aangehouden (zie Tabel 3.2). Bij het ontwerp van de kabel wordt rekening gehouden met de thermische omstandigheden van de grond waarin de kabel begraven zal worden en met de maximale overdekking van de kabel gedurende de levensduur.

Tabel 3.2 Minimale ingraafdiepte offshore kabel Noordzee

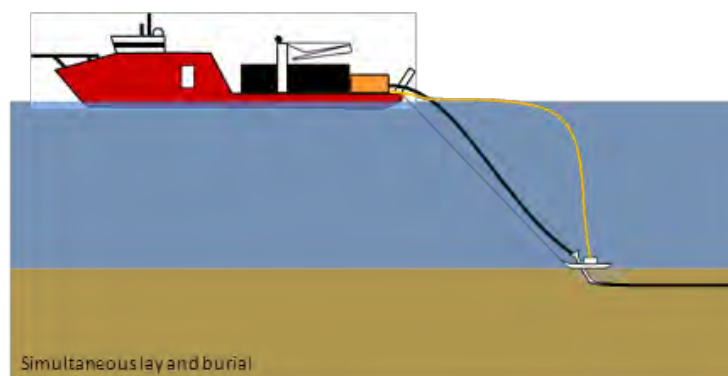
Locatie	Ingraafdiepte t.o.v. bodem
Vanaf platform IJmuiden Ver Beta tot aan 3 km uit de kust	Minimaal 1 meter* Minimaal 1,5 meter bij kruising verkeersscheidingsstelsel Noordzee
Vanaf 3 km uit de kust tot aanlanding	Minimaal 3 meter*

* Conform het Waterbesluit artikel 6.16j, lid 1.

Voor het aanleggen van de kabels op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegmethoden: de ‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB) en de ‘Post Lay Burial’ (PLB). Deze aanlegmethodes worden hieronder toegelicht.

‘Simultaneous Lay and Burial’ (SLB)

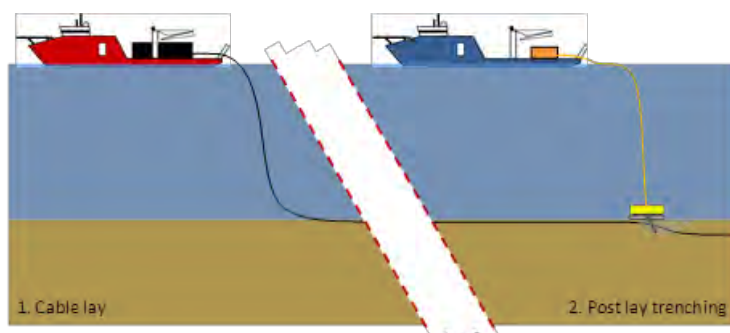
In deze methode worden de kabels tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer bevaren hoeft te worden. Bovendien kan er tijdens het leggen en begraven constant controle zijn op de trekkracht in de kabel. Hierbij volgen een kabellegschip en een schip met de installaties voor het ingraven van de kabels elkaar op korte afstand.



Figuur 3.7 ‘Simultaneous Lay and Burial’-methode.

‘Post Lay Burial’ (PLB)

In deze methode worden eerst de kabels op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand worden de kabels ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabels. Het leggen van kabels kan ongeveer twee keer zo snel gaan als het begraven van kabels. Tijdens het leggen van de kabels bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabels wanneer het schip te veel beweegt, bijvoorbeeld tijdens een storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabels. Het begraven van de kabels kan zonder risico voor de kabels onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 3.8 'Post Lay Burial'-methode.

In het ondiepe water bestaan de installatieschepen waarschijnlijk uit pontons met een minimale diepgang. De pontons voor het aanleggen van kabels gebruiken circa 9 ankers om in het ondiepe water te manoeuvreren. Afhankelijk van de actuele weersomstandigheden, kunnen minder dan negen ankers worden gebruikt.

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabels. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methoden zijn meer geschikt voor specifieke zee- of bodemcondities dan andere methodes. Sommige methodes zijn bijvoorbeeld meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de integriteit van de kabels tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, enzovoorts. Langs de route van de kabels zal een gevarieerde mix van gesteldheid van de zeebodem moeten worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiepe en diepere wateren, sterke en zwakkere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolven, enzovoorts. Daardoor zijn meerdere aanlegmethodes gewenst. Alleen met een combinatie van verschillende apparaten en schepen kunnen de kabels correct worden geïnstalleerd. Daarnaast hebben niet alle kabelfabrikanten beschikking over alle mogelijke installatieapparatuur. Voor onderhavige vergunning worden derhalve de verschillende aanlegmethodes aangevraagd, zoals opgenomen in deze toelichting. In een door het bevoegd gezag goed te keuren werkplan zal later definitief worden gespecificeerd welke begraafdiepte, aanlegmethode en aanlegtechniek waar wordt toegepast.

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een survey plaats. Dit zeebodemonderzoek wijst voor het gehele tracé uit wat voor bodemtypes, eventuele glooiing van de zeebodem en mogelijke obstakels (zoals scheepswrakken en niet gesprongen explosieven) in het studiegebied aanwezig zijn. Deze informatie wordt gebruikt voor het kiezen van de aanlegmethode en eventueel beperkt aanpassen van het kabeltracé binnen de kabelcorridor.

Daarna kunnen de volgende stappen plaatsvinden:

- Uitvlakken en baggeren van zandgolven: op de bodem van de zee komen langs het tracé morfodynamische zandgolven voor van verschillende hoogte. Deze zandgolven zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de gronddekking van de kabels. Ook kunnen deze zandgolven het begraven van de kabels belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten er hinder van ondervinden. Om de kabels op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de zandgolven gehinderd te worden en om de invloed van de mobiliteit van de zandgolven op de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te beperken, worden waar nodig deze zandgolven voorafgaand aan het leggen van de kabels afgevlakt door middel van baggeren of

ploegen. Waar de waterdiepte te gering is, zal het baggeren tijdens hoog water gebeuren met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang.

- Grapnel run (of Route Clearance): een grapnel run is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
- Kabels ingraven: het daadwerkelijk ingraven van de kabels gebeurt met ploegen en/of jet trenchers en waar nodig, in verband met de grondomstandigheden, met een mechanische trencher als een kettingfrees. De verschillende ingraaftechnieken worden hieronder in Tabel 3.3 samengevat.
- Na het baggeren op zee vindt opvulling van de geul in principe op natuurlijke wijze plaats. Ter plekke van de aanlanding zullen gebaggerde kunstmatig gaten worden opgevuld om het zeebed te herstellen.
- As laid survey: vaststellen precieze locatie van de gelegde kabel.

Voor baggerwerkzaamheden zullen voorafgaand aan de aanvang van de werkzaamheden meldingen in het kader van het Besluit bodemkwaliteit en Besluit lozingen buiten inrichtingen worden gedaan.

Hieronder worden in Tabel 3.3 de technieken voor het ingraven van de kabel samengevat. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de verschillende mogelijke aanlegtechnieken wordt verwezen naar de 'Typical Installation Methods' in bijlage 3.

Tabel 3.3 Beschikbare ingraaftechnieken

Ingraaftechniek	Omschrijving
Ploegen	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel erdoorheen naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. Met een kabelploeg kan een kabel tot in de orde 3 meter begraven worden (SLB-methode). <i>Let op:</i> er wordt ook geploegd om het zeebed voor de werkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt doormiddel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand, klei- of veengronden kan worden aangebracht. Doormiddel van een buis ('stinger') wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode).
Jetten (jet sledge trencher, vertical injector, ROV jet trenchers)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of door een 'stinger' naar de beoogde diepte wordt geleid. Bij jetten wordt een kabelsleuf met een breedte van ongeveer 0,70 meter gefluïdiseerd. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
Mass flow excavation	Voor deze methode wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt bij mass flow excavation met een lage waterdruk gewerkt. Door de grote waterstraal komt het materiaal in de directe omgeving van de sleuf te liggen. Deze methode zal voor Net op zee enkel voor kleinere afstanden gebruikt worden als andere methoden niet effectief genoeg zijn.
Frezen (kabel en wiel frezen)	Voor het openen van samenhangende en harde bodemlagen, zoals klei, veen en glaciale afzettingen, kan een chain cutter worden gebruikt om te frezen. Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabels in de sleuf kunnen worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreest is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kunnen de kabels direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).

Afhankelijk van de gekozen ingraafmethode kan er jaarrond worden gewerkt. Het exacte baggervolume is op dit moment nog niet definitief bekend en deze informatie zal te zijner tijd, voor het uitvoeren van de activiteit, worden aangeleverd. Er is geen sprake van het storten van baggerspecie in een baggerspeciedepot. De weggebaggerde specie wordt nabij de gegraven sleuf op de zeebodem gelegd.

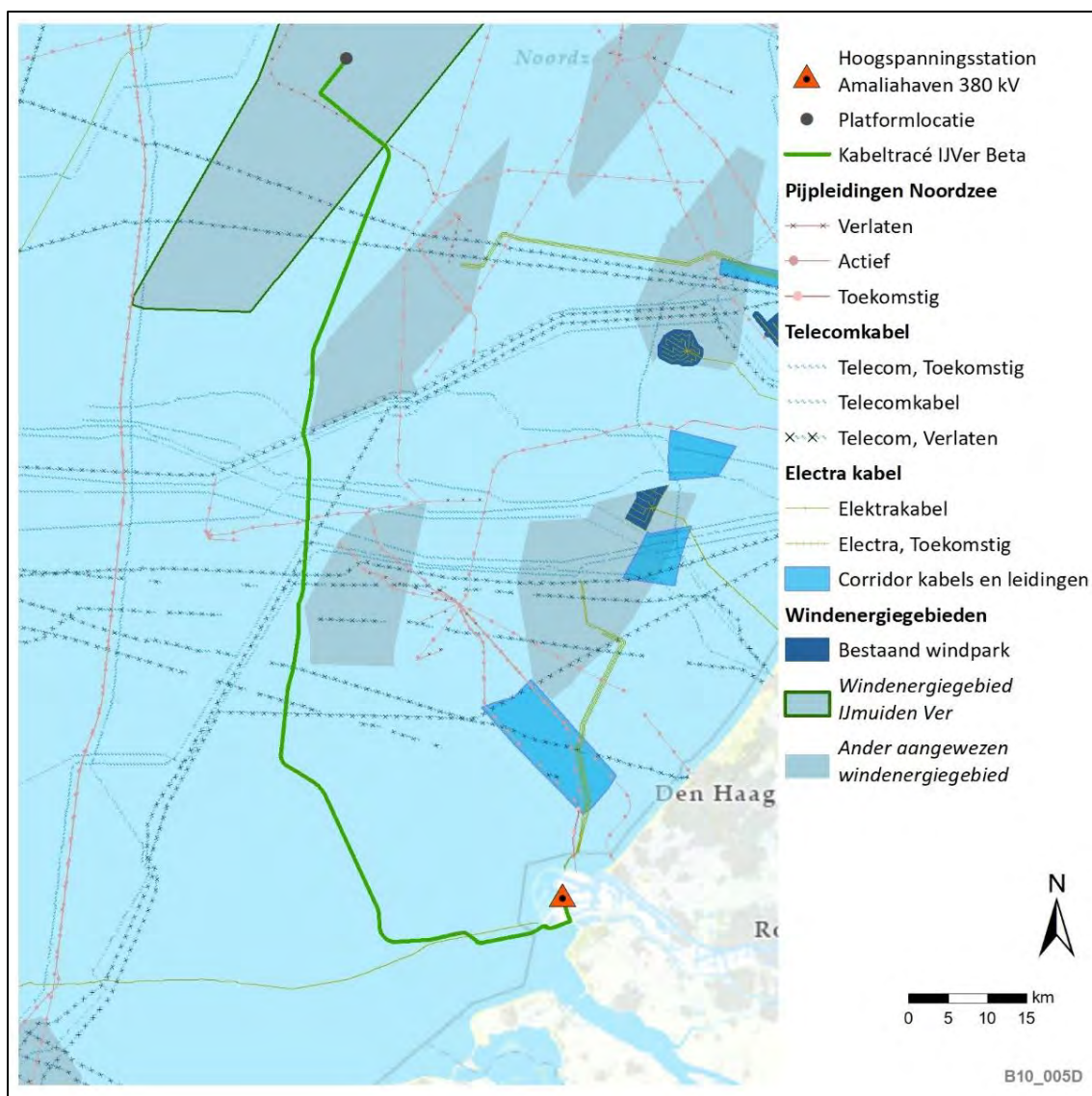
3.3.3 Kruisingen met andere kabels en leidingen

Verschillende in gebruik zijnde kabels en leidingen worden door de kabelsystemen gekruist. Bij kruisingen met andere kabels en leidingen worden ‘crossing agreements’ met de eigenaren gesloten. Dit geldt niet voor verlaten (telecom)kabels. Verlaten kabels worden doorgesneden en aan de uiteinden verzwaard. Daardoor hoeven er geen voorzieningen te worden getroffen voor de kruising en kunnen de kabels ter plaatse in de bodem worden gelegd. Zie voor meer toelichting over de wijze van kruisen bijlage 3 en bijlage 14 voor principetekeningen van kabelkruisingen.

In Tabel 3.4 staat een overzicht van de te kruisen kabels en leidingen, met de eigenaren zal een overeenkomst voor kruising worden opgesteld. De kruisingen van de kabel op zee met bestaande kabels en leidingen zijn tevens op kaart weergegeven in Figuur 3.9.

Tabel 3.4 Kruisingen 525kV-gelijkstroom offshore kabelsysteem met andere kabels en leidingen (onder status: IS = In Service; OOS = Out of Service)

Naam	Eigenaar	Soort	Status
Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	OOS (claimed corridor)
BRITNED route	BritNed (TenneT en National Grid)	Elektra	IS
Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
COAM	Pipiper	Telecom	Toekomstig
UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
Hermes 1	GTS	Telecom	OOS
UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Toekomstig
UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
.	Wintershall Noordzee B.V.	Pijpleiding	OOS
.	Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS
Scylla	.	Telecom	Toekomstig



Figuur 3.9 Kabels en (buis)leidingen in de Noordzee

Indien kruising met bestaande infrastructuur noodzakelijk is, wordt de kruisingshoek overeengekomen tussen de eigenaren van de kruisende kabels en/of leidingen.

Ter hoogte van de kruisingen met andere kabels en leidingen kunnen de kabelsystemen niet begraven worden. Bij kruisingen dient idealiter een verticaal verschil van 0,3 meter of meer aangehouden te worden tussen de kabels en de te kruisen kabel of pijpleiding. Door over de te kruisen kabel of leiding eerst een steenbed te leggen, of door op de kabelsystemen afstandhouders te monteren, wordt de beoogde verticale separatie bereikt (zie bijlage 14 voor principetekeningen van kabelkruisingen). Andere mogelijkheden zijn separatie door betonmatrassen of zand- of steenzakken. De keuze voor het type kruisingsstructuur is afhankelijk van wat er wordt vastgelegd in de 'crossing agreement'.

Een steenbestorting rondom de kabelkruisingen beschermt de kabels tegen externe bedreigingen. De steenbestorting wordt zodanig ontworpen dat de gebruikte steen van de buitenste armeringslaag stabiel is onder de golf en stromingscondities. Over de buitenste steenbestorting wordt een sprinkellaag aangebracht van kleinere steen, waarmee beoogd wordt de kans op het blijven haken

van geslept vistuig te verkleinen. Deze sprinkellaag zal bij het aanbrengen een minimale laagdikte van 0,2 m krijgen. Voor deze laag zal, in overeenstemming met de eisen van vergunning, een steengrootte met een D90 van kleiner dan 85mm worden toegepast.

Natuur-inclusief ontwerp

Net als bij het offshore platform is ook bij het vormgeven van de kruisingen met andere kabels en leidingen het voornemen deze met principes van natuur-inclusief ontwerp uit te voeren (zie paragraaf 3.2.1).

3.3.4 Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd is beschreven in hoofdstuk 4.

3.3.5 Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van de offshore kabelsystemen worden ontmanteld en verwijderd is beschreven in hoofdstuk 5.

3.3.6 Certificering

De kabelsystemen zullen beschikken over een pre-kwalificatie en type test certificering. Dit zijn zware elektrische en mechanische beproevingen die het ontwerp moet kunnen weerstaan.

Het transport van de onderdelen van de kabelsystemen wordt door de aannemer georganiseerd, inclusief de benodigde vergunningen en certificering, en beoordeeld door een marine warranty surveyor.

3.4 Aanlanding op het strand en kruising zachte zeevering

3.4.1 Onderdelen

De volgende onderdelen van het kabeltracé ter hoogte van de aanlanding op het strand en het kabeltracé langs de Maasvlakteboulevard en Noordzeeboulevard zijn te onderscheiden:

- Horizontaal gestuurde boringen (HDD-boring) onder de duinrand door;
- Aanleggen kabels in open ontgraving en 5 wegkruisingen middels mantelbuizen;
- Aanleggen overgangsmofput en verbindingsmofputten.

Het boortraject ter hoogte van de duinrand zal plaatsvinden middels 4 horizontaal gestuurde boringen (HDD-boring). Dit in verband met een losse boring voor de pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), één glasvezelkabel en één metallic return.

Het boortraject is circa 150 meter lang en gaat onder de duinrand door ten zuiden van de Maasvlakteboulevard. Het boortraject heeft intredepunten en uittredepunten. Rondom de in- en uittredepunten is een werkterrein benodigd voor het plaatsen van de booropstelling, uitlegruimte voor de mantelbuizen en opslag van materiaal.

De diameter van de landkabels is: circa 16cm (plus-pool), 16cm (min-pool), 14cm (metallic return) en 4cm (twee glasvezelkabelbuizen of losse vezels). Voor de koppeling van 525 kV-zee-kabels met 525

kV-landkabels wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde overgangsmof. Dat is een soort kroonsteen tussen de zee- en landkabel. Er is één overgangsmofput benodigd om de land- en zee-kabels te verbinden en deze zal worden geplaatst bij het intredepunt van de boringen in de duinpan (zie Figuur 2.5 voor indicatieve ligging). Om de circa 800 tot 1.200 meter is een verbindingsmof nodig om delen van de landkabels met elkaar te verbinden. De exacte locatie van de mofputten zijn nog niet definitief. Op het kabeltracé langs de Noordzeeboulevard komen naar verwachting vijf verbindingsmofputten (zie bijlage 15).

3.4.2 Wijze van aanleg

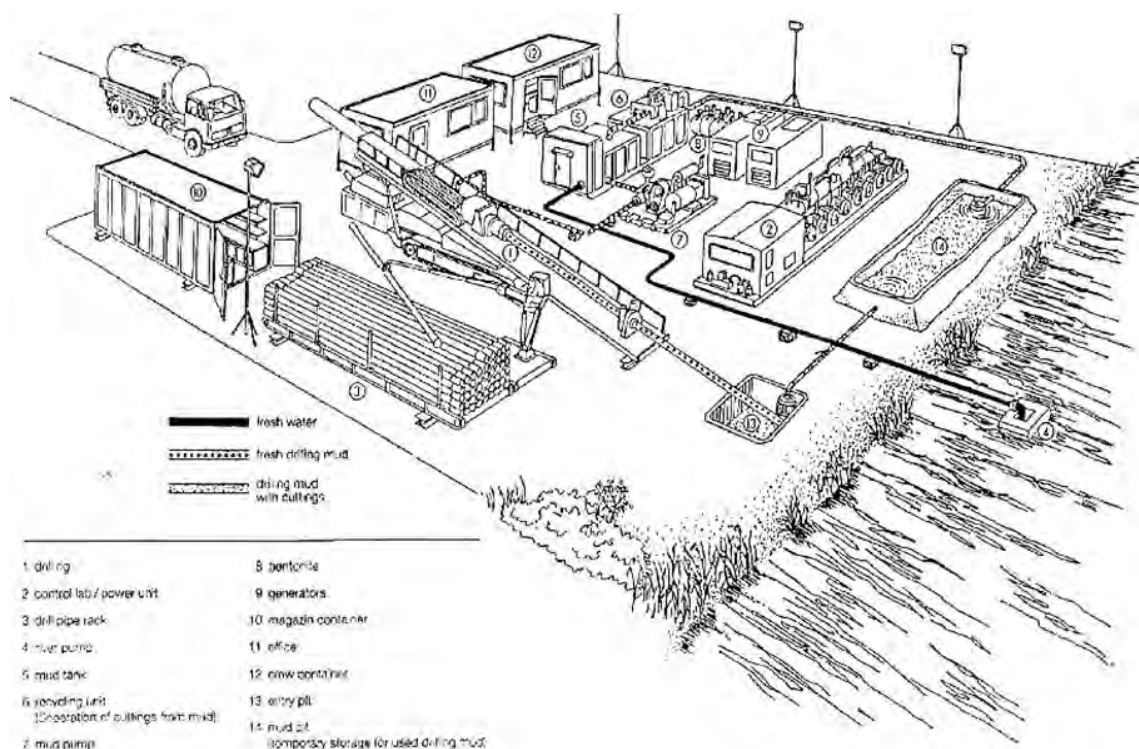
Op land worden de kabels aangelegd conform de Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen van Rijkswaterstaat (RBT 2019)¹³. De RBT 2019 geeft voorwaarden om de invloed van verschillende boortechnieken en open ontgravingen op of nabij rijkswaterstaatswerken te minimaliseren in zowel aanleg- als bedrijfsfase van leidingwerken. De boringen worden uitgevoerd conform de 'NEN 3650 serie (2012) - Eisen voor buisleidingsystemen' en de 'NEN 3651 (2012) - Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken'.

In Figuur 3.10 is een voorbeeld gegeven hoe de locatie bij en rondom het intredepunt van de HDD-boring eruit kan komen te zien. Voor een meer gedetailleerdere beschrijving van de wijze van aanleg van een horizontale gestuurde boring en een beschrijving van hoe de kabelsystemen uit de uittredepunten komen, wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods) en bijlage 16 (technische tekening aanlanding Tweede Maasvlakte). Bijlage 16 geeft een dwarsprofiel van de boorlijn waarop de indicatieve diepteligging is weergegeven. Een definitief boorplan zal in een vervolgfase worden ingediend als de aannemer is geselecteerd. Bijlage 17 (Stabiliteitsonderzoek Deltares boring aanlanding Tweede Maasvlakte)) geeft een beoordeling van de mogelijke effecten van de boorkruising op de waterkering. De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de boringen geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering. Bovendien hebben de werkzaamheden rondom de in- en uittredepunten geen invloed op de waterkering. Door het toepassen van uithardende boorvloeistof in de boorgangen en het afsluiten van de mantelbuizen wordt waterstroming en zakking voorkomen.

Een definitief boorplan zal in een vervolgfase worden ingediend als de aannemer is geselecteerd en gedetailleerd grondonderzoek is uitgevoerd. In het definitieve boorplan worden de adviezen zoals geformuleerd in bijlage 17 meegenomen.

Vanaf de uittredepunten worden mantelbuizen het boorgat ingetrokken, waarna vervolgens de kabels worden ingetrokken. Tijdens de aanlegfase worden de mantelbuizen gevuld met water en verstevigd met een uithardende boorvloeistof in de boorgang rondom de mantelbuis. Dit om implosie en nazakking te voorkomen. Tijdens de gebruiksfase blijven de mantelbuizen gevuld met water en wordt deze lucht- en waterdicht afgesloten zodat waterstroming door de mantelbuizen wordt voorkomen.

¹³ versienummer: Juni 2019 v1.0.



Figuur 3.10 Voorbeeld van de locatie bij en rondom een HDD intredepunt

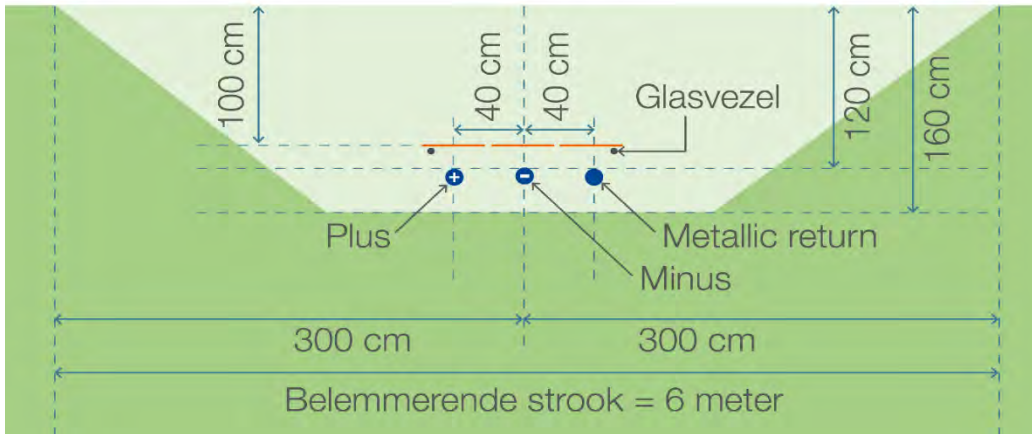
De kabels langs de Maasvlakteboulevard en Noordzeeboulevard worden aangelegd door middel van een open ontgraving en op vijf locaties onder wegen door. De kabels (pluspool, minpool en metallic return) worden in een plat vlak naast elkaar gelegd in een sleuf met een tussenafstand van circa 40 cm. De sleuf wordt tot een diepte van circa 1,6 meter gegraven (zie Figuur 3.11). Op de locaties waar de wegen worden gekruist (zie bijlage 15), wordt de weg tijdelijk open geslepen en mantelbuizen onder de weg aangelegd. Bij deze wegkruisingen worden de kabels aangelegd met een tussenafstand van circa 2 meter en een diepte van circa 2,4 meter (zie Figuur 3.12).

Bijlage 18 (stabiliteitsonderzoek Fugro kabeltracé langs de Slufterdam) geeft een beoordeling van de mogelijke effecten van open ontgraving ten behoeve van het kabeltracé langs Maasvlakteboulevard en Noordzeeboulevard op stabiliteit van de zeekering (Slufterdam). In de rapportage zijn de effecten onderzocht van de kabels van het Net op Zee IJmuiden Ver Beta maar ook van het toekomstig project Net op Zee IJmuiden Ver Gamma. In bijlage 18 is dit tracédeel opgedeeld in vier vakken. Bij vakken 1, 2 en 4 heeft de voorziene ontgraving geen nadelig effect op de macrostabiliteit van het naastgelegen talud. Voor vak 3 is een stabiliteitsafname berekend tijdens de aanlegfase. Uit de rapportage volgt dat een conservatieve benadering is gehanteerd; het is afhankelijk van nader grondonderzoek of inderdaad sprake is van een te grote stabiliteitsafname. De rapportage geeft een aantal mitigerende maatregelen die getroffen kunnen worden indien uit het nader grondonderzoek blijkt dat er aanleiding is maatregelen te treffen. Indien er aanleiding voor is worden de relevante maatregelen getroffen om voldoende stabiliteit te bereiken over de gehele lengte van de dam tijdens de uitvoering. In het werkplan dat voorafgaand aan de uitvoering wordt ingediend ter goedkeuring is een definitief ontwerp met de relevante maatregelen uitgewerkt.

In de gebruiksfase is er geen effect op de Slufterdam, ook niet na aanleg van de kabels van het toekomstig project Net op Zee IJmuiden Ver Gamma.

DC op land gebundeld

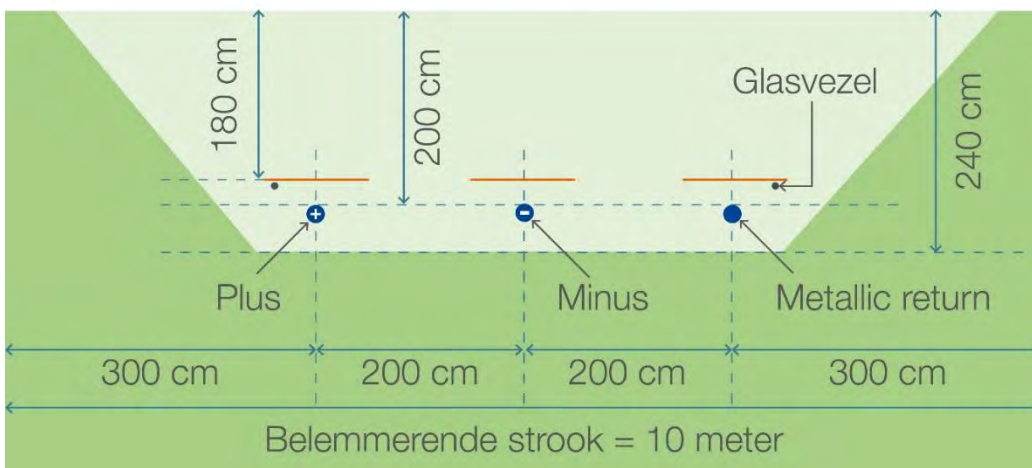
Open ontgraving



Figuur 3.11 kabelconfiguratie open ontgraving op land

DC op land wegkruising

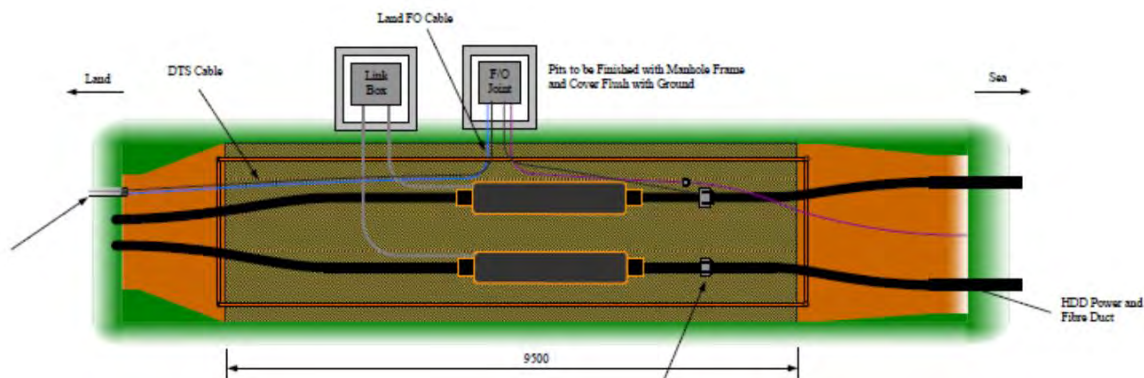
Open ontgraving



Figuur 3.12 kabelconfiguratie wegkruising

De moffen worden onder maaiveld aangelegd en worden op een betonnen plaat bevestigd. De indicatieve afmetingen van de ruimte die benodigd is voor de moffen is circa 10 (lengte) bij 5 meter (breedte), ofwel 50 m². De mofputten worden op een diepte van circa 1,6 tot 2 m meter gegraven.

In Figuur 3.13 is schematisch weergegeven uit welke onderdelen een totale overgangsmofflocatie bestaan. Voor een meer gedetailleerde omschrijving en weergave van de moffen wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods).



Figuur 3.13 Schematische weergave overgangsmofput (niet op schaal en zonder mof voor de metallic return)

3.4.3 Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd is beschreven in hoofdstuk 4.

3.4.4 Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van de moffen en de onshore kabels worden ontmanteld en verwijderd is beschreven in hoofdstuk 5.

3.5 Kruising beschermingszone primaire waterkering

3.5.1 Onderdelen

Ter hoogte van de N15 kruist het kabeltracé op land de beschermingszone van een primaire waterkering in beheer bij waterschap Hollandse Delta. De beschermingszone hoort bij de Brielse Gatdam (primaire waterkering) aan de noordwestoever van het Oostvoornse Meer. De kruising zal plaatsvinden middels 4 horizontaal gestuurde boringen (HDD-boring). Dit in verband met een losse boring voor de pluspool-kabel (+525 kV), minpool-kabel (-525 kV), glasvezelkabels en één metallic return. Het boortraject is circa 520 meter lang en gaat onder enkele wegen en spoorlijnen door. Het boortraject heeft intredepunten en uittredepunten. Rondom de in- en uittredepunten is een werkerterrein benodigd voor het plaatsen van de booropstelling, uitlegruimte voor de mantelbuizen en opslag van materiaal.

3.5.2 Wijze van aanleg

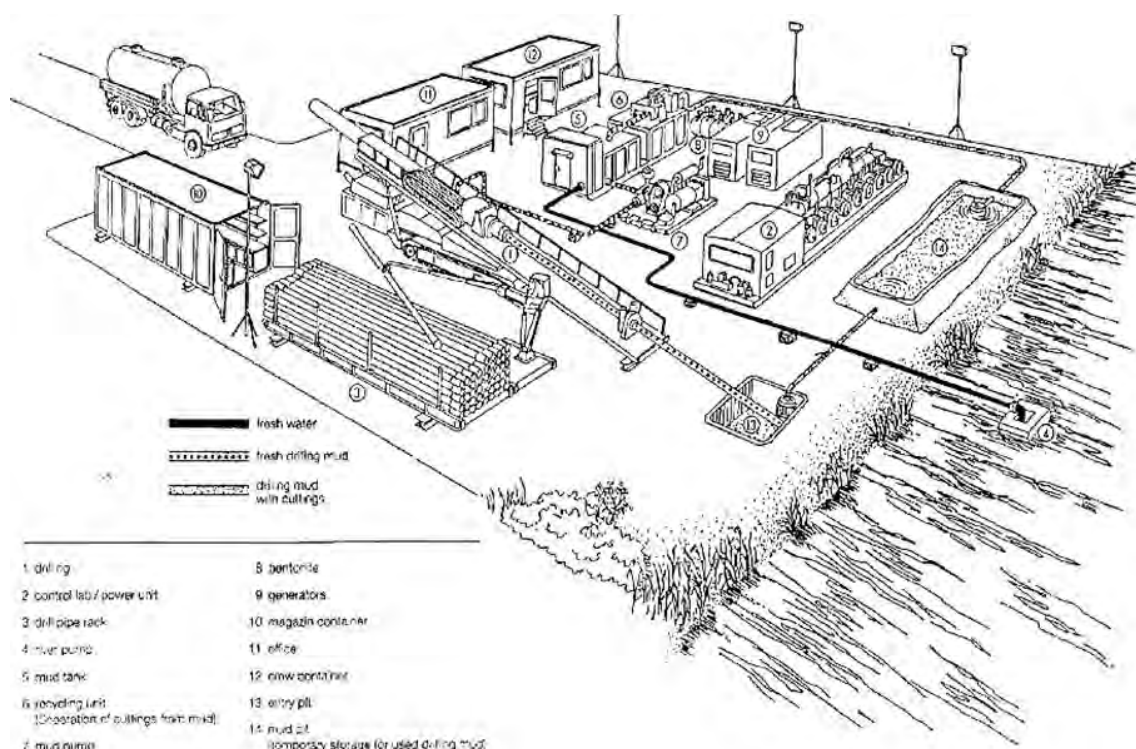
De boringen worden uitgevoerd conform de Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen van Rijkswaterstaat¹⁴, de 'NEN 3650 serie (2012) - Eisen voor buisleidingsystemen' en de 'NEN 3651 (2012) - Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken'.

De intredepunten van de boringen vallen binnen de beschermingszone van de primaire waterkering. In Figuur 3.14 is een voorbeeld gegeven hoe de locatie bij en rondom het intredepunt van de HDD-boring eruit kan komen te zien. Voor een meer gedetailleerdere beschrijving van de wijze van aanleg

¹⁴ versienummer: Juni 2019 v1.0.

van een horizontale gestuurde boring en een beschrijving van hoe de kabelsystemen uit de uittredepunten komen, wordt verwezen naar bijlage 3 (Typical Installation Methods) en bijlage 19 (boorplan kruising beschermingszone primaire waterkering). In de tekening in het boorplan zijn 7 boorlijnen weergegeven. Dit is opgenomen omdat er in de toekomst mogelijk drie aanvullende boringen worden geplaatst ten behoeve van een ander net op zee project (Net op zee IJmuiden Ver Gamma). Bij de berekeningen voor het boorplan wordt hier alvast rekening mee gehouden zodat een worst-case beoordeling heeft plaatsgevonden. Bijlage 19 geeft tevens een dwarsprofiel van de boorlijn waarop de indicatieve diepteligging is weergegeven. Het diepste deel van de boring is circa 18 meter onder NAP. Een definitief boorplan zal in een vervolgfase worden ingediend als de aannemer is geselecteerd.

Vanaf de uittredepunten worden mantelbuizen het boorgat ingetrokken, waarna vervolgens de kabels worden ingetrokken. Tijdens de aanlegfase worden de mantelbuizen 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 wordt deze lucht- en waterdicht afgesloten zodat een kwelweg door de mantelbuizen wordt voorkomen. In overleg met het waterschap 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 kwel scherm dient te worden aangebracht. De uitkomsten hiervan moeten worden opgenomen in het werkplan van de aannemer.



Figuur 3.14 Voorbeeld van de locatie bij en rondom een HDD intredepunt

3.5.3 Onderhoud en reparatie

De manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd is beschreven in hoofdstuk 4.

3.5.4 Verwijdering

Op welke manier de verschillende onderdelen van de onshore kabels worden ontmanteld en verwijderd is beschreven in hoofdstuk 5.

4 Onderhoudsplan

4.1 Inleiding

Om inzicht te verschaffen in het onderhoud van het platform, de kabels en de moffen wordt in dit onderhoudsplan ingegaan op de manier waarop de inspectie, het onderhoud en mogelijke reparaties worden uitgevoerd. In de navolgende paragrafen komen eerst inspectie en regulier onderhoud aan bod, waarin de verschillende onderdelen van het voornemen worden behandeld. Daarna wordt inzicht geboden in de manier waarop reparaties worden uitgevoerd en welke type onderhoudsschepen kunnen worden ingezet. Regulier onderhoud betekent onderhoud dat van tijd tot tijd terugkomt, zoals de verwijdering van aangroei op de funderingspalen van het jacket van het platform. Ook inspecties vallen onder regulier onderhoud. Reparaties zijn acties die vooraf niet bekend zijn.

Personeel en materiaal voor onderhoud aan het platform worden per schip of helikopter vervoerd. In de operationele fase zal doorgaans het ongepland onderhoud en reparaties aan het platform per helikopter gaan en regulier onderhoud kan per boot en/of per helikopter.

4.2 Regulier onderhoud

4.2.1 Platform

Tijdens de gebruiksfase bestaan de werkzaamheden uit inspectie, onderhoud en reparaties. Jaarlijks worden meerdere visuele inspecties uitgevoerd. De exacte onderhoudsfrequentie is nog niet bekend. Wel zal er één keer per jaar regulier onderhoud plaatsvinden gedurende circa vier weken.

Schoonmaak van het platform vindt plaats met het gezuiverde water van de drinkwatervoorziening.

Activiteiten die worden uitgevoerd tijdens een dergelijke onderhoudsbeurt zijn onder andere:

- Inspecties en jaarlijkse keuring van apparatuur.
- Preventief onderhoud (filters, smering, vervangen).
- Testen van equipment (brandmelders).

De onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd door meerdere onderhoudsmonteurs. Het platform wordt voorzien van een verblijfsruimte voor de onderhoudsmedewerkers (zie paragraaf 3.2.4). Voor alle inspectiewerkzaamheden is een geschikte boot beschikbaar. Hierop kunnen in ieder geval twee of drie personen met de benodigde gereedschappen en onderdelen mee naar de locatie worden gebracht. Voor de zwaardere onderhoudswerkzaamheden is een andere boot vereist. Deze boot moet in ieder geval twee serviceteams en de bemanning van de boot kunnen vervoeren en plek bieden om te kunnen overnachten. Een werkplaats en een magazijn met onderdelen is aanwezig. Tevens is deze boot uitgerust met een kraan om onderdelen naar het werkbordes te kunnen hijsen. Indien nodig worden voor een aantal onderhoudswerkzaamheden andere schepen gebruikt, zoals een jack-up schip om grotere onderdelen te kunnen hijsen. Als alternatief kunnen de onderhoudsmedewerkers per helikopter vervoerd worden en overnachten op het platform.

Fundering

De jacketfundering bevindt zich gedeeltelijk onder en boven de waterspiegel. Inspecties die boven en onder de waterspiegel worden uitgevoerd, zijn als volgt:

Onder de waterspiegel:

- Inspectie van de funderingspaal vanaf de zeebodem tot zeeniveau.
- Inspectie van de J-tube.
- Inspectie van de verbindingen.
- Inspectie van de aangroei op de paal.
- Inspectie van de (eventuele) bodembescherming.
- Inspectie van mogelijk optredende ontgroning langs de paal of langs de bodembescherming.
- Inspectie van de kabels.
- Inspectie van het corrosie beschermingssysteem.

Boven de waterspiegel:

- Inspectie van het coatingsysteem op het transitiestuk (indien van toepassing).
- Inspectie van de boatlanding.
- Inspectie van de verbindingen van de J-tube aan het transitiestuk.
- Inspectie van de ladder.
- Inspectie van het platform.
- Inspectie van de funderingspaal.

Mocht uit inspecties blijken dat reparatie nodig is, dan dient dit mogelijk meteen te worden uitgevoerd. Blijkt bijvoorbeeld dat verbindingen niet goed vast zitten, dan kunnen deze ter plekke worden vastgemaakt.

4.2.2 Kabels en moffen

Kabels op zee

Voor het onderhoud aan de offshore kabels wordt een specifiek onderhoudsprogramma ontwikkeld. Dit onderhoudsprogramma zal minimaal aan de volgende eisen voldoen:

- Borgen dat de kabels beschikbaar zijn gedurende de levensduur van het platform.
- Indien één van de hoofdonderdelen uitvalt, moeten er procedures en middelen beschikbaar zijn om dit te verhelpen.
- Borgen dat de kabels de gewenste gronddekking hebben.
- Borgen dat de steenbestortingen rondom de kabelkruisingen intact zijn.

In het onderhoudsprogramma worden voorzieningen opgenomen om de gevolgen van uitval te beperken en eventuele schade zo snel mogelijk te herstellen.

Een monitoringsplan voor het monitoren van de ligging, het gronddek van de kabels en de status van de steenbestorting van kabelkruisingen is onderdeel van het onderhoudsplan. Het monitoringsplan beschrijft de frequentie en de wijze waarop deze monitoring plaatsvindt. Indien uit de monitoring blijkt dat de ligging van de kabels stabiel is en de gronddekking voldoende is wordt het monitoringsplan aangepast. Het monitoringsplan wordt ter goedkeuring voorgelegd voorafgaand aan de afronding van de aanleg en in geval van wijzigingen.

Voor het vaststellen van de gronddekking op de kabel en voor het vaststellen van de status van de kruisingsbouwwerken kan volstaan worden met een peiling van de ligging van de zeebodem en van de bovenkant van de kruisingsbouwwerken. Dat gebeurt met behulp van een MBES-survey. De absolute diepteligging van de kabels in het zeebed verandert niet tijdens de levensduur van de kabels, want de kabels verplaatsen zich niet door het zeebed. Tijdens en direct na de installatie van de kabels wordt de absolute diepteligging van de kabels opgemeten. Voor opmeten van de absolute

diepteligging van de kabels zijn complexere en duurdere meettechnieken nodig dan voor het opmeten van de ligging van het zeebed. Voor het uitvoeren van een opname van de absolute diepteligging van kabels zijn grotere schepen nodig met een onderwaterrobot. Wanneer uit de survey blijkt dat de begraafdiepte van de kabels of de steenbestortingen onderhoud behoeven, wordt dat ingepland. Herbegraven van de kabels kan, afhankelijk van de lokale situatie, met behulp van een *ROV jet trencher* of *mass flow excavation* worden uitgevoerd. Ter hoogte van kabelkruisingen kan er aanvullende steenbestorting worden aangelegd.

Wanneer na achtereenvolgende *surveys* de bescherming van de kabels over de tijd voldoende gegarandeerd is, kan mogelijk de frequentie van *surveys* worden verminderd.

Kabels op land en mofputten

Tijdens de gebruiksfase vindt één keer per 3 jaar inspectie en één keer per 6 jaar een meting plaats. Dit gebeurt door het lichten van een putdeksel van de aardputten. Er vindt geen open ontgraving plaats. Deze aardputten zijn zeer klein (circa 1 x 1m) ten behoeve van het monitoren van de conditie van de kabels. De earthing box zit in de aardput verwerkt. Deze kastjes kunnen eventueel ook bovengronds worden aangelegd.

4.3 Reparaties

De verwachting is dat circa vier keer per jaar ongepland onderhoud zal moeten plaatsvinden aan het platform. Aan het platform kunnen reparaties noodzakelijk zijn aan bijvoorbeeld de transformatoren of de verschillende schakel-, regel- en bewakingseenheden. In geval een transformator kapot is en niet gerepareerd kan worden dan moet deze vervangen worden met behulp van een hefschip. Ook de op het platform aanwezige dieselaggregaten vereisen mogelijk reparaties. Daarnaast kunnen er zowel hardware- als softwarematige reparaties noodzakelijk zijn aan zoals:

- Besturingssystemen en spannings- en frequentiebewaking.
- Veiligheidssystemen.
- Communicatiesystemen.
- Waarschuwingssysteem.

Wanneer het onderhoudsprogramma wordt gevolgd, zijn er naar alle waarschijnlijkheid weinig tot geen reparaties nodig aan de kabels. Slepde ankers of visnetten in combinatie met blootspoeling van de kabels vormen de belangrijkste oorzaken van kabelbreuk. In het geval dat een reparatie moet worden uitgevoerd, wordt materieel gemobiliseerd dat vergelijkbaar is met het materieel dat is gebruikt tijdens de aanleg. De reparatie gebeurt met behulp van ROV's en duikers. Duikactiviteiten moeten minimaal vijf werkdagen voor aanvang worden gemeld bij de toezichthouder (SodM, *Staatstoezicht op de Mijnen*). Om reparaties te kunnen uitvoeren, wordt een zekere lengte aan kabel op voorraad gehouden. De kabel wordt ter plekke van de beschadiging gekapt en vervangen door een nieuw stuk kabel. Een reparatie moet aan het oppervlak plaatsvinden, waardoor altijd twee moffen en een zekere overlengte aan kabel nodig zijn. Deze overlengte aan kabel wordt na afloop in een zijwaartse lus op de bodem gelegd en ingegraven. Een reparatie wordt meestal uitgevoerd met twee schepen (een reparatieschip en een begeleidingsschip). Schepen die bezig zijn met een reparatie zijn stationair en hebben speciale markeringen voor de overige scheepvaart. Een kabelreparatie op zee kan enkele dagen tot enkele weken duren, afhankelijk van de schade, de omstandigheden, het materieel en het weer.

5 Verlichtings- en markeringsplan

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk betreft het verlichtings- en markeringsplan van het platform op zee. Achtereenvolgens komen navigatieverlichting, luchtvaartverlichting, hinder voor ecologie, geluidsignalen, identificatie, markeringen en radarreflectoren aan bod.

In dit plan is het platform als solitair bouwwerk beschouwd.

Onderstaand voorstel zal verder uitgewerkt worden in samenwerking met het bevoegd gezag (RWS en Kustwacht). Door de ligging van het platform midden in het windpark en om de verstoring van trekvogels en vleermuizen te beperken is afstemming en maatwerk nodig.

Voorafgaand aan de bouw van het platform zal een definitief verlichtings- en markeringsplan ter goedkeuring aan het bevoegd gezag worden voorgelegd.

5.2 Navigatieverlichting

Voor de nautische verlichting en markering zijn de richtlijnen van de International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) voor offshore bouwwerken gehanteerd. Deze zijn vastgelegd in de tweede editie van de O-139 (2013).

De navigatieverlichting zal worden aangebracht op het onderste dek van de bovenbouw (topside). De hoogte van dit dek is ongeveer 24 meter boven het hoogste waterniveau (HAT).

Deze verlichting zal bestaan uit een witte, knipperde lantaarn met een bereik van 10 nautische mijlen. Vanwege de grootte van de bovenbouw zullen er waarschijnlijk 2 identieke lantaarns aangebracht worden (op diagonaal liggende hoekpunten van het platform), zodat tenminste één van de lichten vanuit elke richting goed waarneembaar is.

Het karakter van deze verlichting is Morse-code "U" (Mo (U) W ≤15s).

In het definitieve plan wordt uitsluitend gegeven of meerdere flitsende lichten noodzakelijk zijn voor zichtbaarheid vanaf elke hoek ten opzichte van het platform.

Vanuit de eis van 99% beschikbaarheid volgt dat de verlichting in totaal ten hoogste 87,5 uur per jaar in storing mag zijn. Om deze reden wordt de navigatieverlichting (en de misthoorns die later worden besproken) aangesloten op een oplaadbare batterij die een periode van ten minste 36 uur kan overbruggen. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de batterijen worden preventief onderhouden en middels een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs heen te zenden. De reparaties kunnen naar verwachting binnen 36 uur worden uitgevoerd, dan wel door bij stroomuitval een generator op te starten of een vervangende accubatterij aan te brengen.

Alle scheeps- en luchtvaartverlichting wordt gekoppeld aan de lichtintensiteitsmeter en aan de zichtmeter en zal automatisch ingeschakeld worden wanneer de lichtintensiteit of het zicht onder

een bepaald niveau daalt. Overdag zal deze verlichting niet branden tenzij er sprake is van zeer sombere weersomstandigheden of mist. De misthoorn wordt gekoppeld aan de zichtmeter en zal automatisch ingeschakeld worden zodra het zicht minder is dan 2 nautische mijlen.

De werkverlichting op het platform zal normaal gesproken uitstaan (zowel overdag als 's nachts). Deze wordt alleen ingeschakeld wanneer er mensen aan boord komen voor inspectie of onderhoud. Het in- of uitschakelen kan zowel op het platform zelf als vanaf de controlekamer vanaf het land worden uitgevoerd. De bovenbouw van het platform is, voor zover mogelijk, een gesloten geheel. Hierdoor is de lichtuitstraling naar "buiten" (van het platform af) beperkt. Buiten is alleen verlichting aangebracht om de dekken, looppaden, bordessen en trappenhuisen te verlichten. Deze verlichting heeft zo veel mogelijk een lichtuitstraling die naar binnen/beneden toe gericht is. Ten behoeve van het hijsen/verplaatsen van lasten met de platformkraan is een aantal flood lights (verstralers) aangebracht. Deze staan alleen aan als de platformkraan wordt gebruikt.

5.3 Aeronautisch

Ten behoeve van de luchtvaartveiligheid zal het platform worden verlicht- en gemarkeerd conform de richtlijnen uit het 'informatieblad verlichting en markering offshore windturbines en offshore windparken – in relatie tot luchtvaartveiligheid'¹⁵. Dit informatieblad geeft aan op welke manier een transformatorstation op zee (platform), op grond van internationale burgerluchtvaartseisen en aanbevelingen, moet worden voorzien van markering en obstakellichten ten behoeve van de luchtvaartveiligheid. Het platform op zee wordt gedurende de nacht- en schemerlichtperiode als volgt van obstakellichten voorzien wanneer deze buiten het windpark is geplaatst (zie artikel 8 uit het Informatieblad voor meer informatie):

- Op het hoogste punt een rood vastbrandend obstakellicht met een gemiddelde lichtintensiteit type C (2.000 cd),
- Op de hoekpunten van de constructie, maximaal 45 m onder het hoogste punt, een rood obstakellicht met een lage lichtintensiteit type B.

Aeronautische obstakelverlichting (rood vast licht, gemiddelde intensiteit, type C, 2000 cd) wordt aangebracht op de hoogste punten van het platform, zijnde de twee kranen. Wat betreft de verdere luchtvaartverlichting worden de daarvoor relevante bepalingen gevolgd. Dit wordt verder uitgewerkt in het nog op te stellen definitief verlichtingsplan voor aanvang van de bouw.

Voor de bezoekende helikopters wordt op het helikopterdek aeronautische verlichting toegepast conform de Regeling veilig gebruik luchthavens en andere terreinen standaarden en aanbevelingen uit de internationale burgerluchtvaartorganisatie, te weten: ICAO Annex 14, Volume II, Heliports.

5.4 Maatregelen beperking hinder verlichting voor ecologie

De kleur van verlichting is relevant voor potentiële effecten op trekvogels en vleermuizen. Mitigatie van effecten door gekleurde verlichting voor zowel trekvogels als vleermuizen is echter niet mogelijk. Gerichte gekleurde verlichting die effectief is voor trekvogels heeft namelijk een verstrend effect op vleermuizen. Er wordt daarom gekozen voor methodieken zoals het afschermen en beperken van onnodige verlichting. De volgende maatregelen worden genomen:

¹⁵ September 2016, versie 3.0

- Tijdens de exploitatiefase bestaat de nodige verlichting op het platform uit de wettelijk verplichte navigatieverlichting. In onbemande situatie is dit de enige verlichting die wordt gevoerd.
- Werkverlichting wordt enkel toegepast wanneer die noodzakelijk is voor het veilig verrichten van activiteiten en het veilig verblijf van personeel op het platform.
- De werkverlichting wordt zodanig opgesteld, ingericht en naar buiten toe afgeschermd dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen.

5.5 Geluidsignalen, radarreflectoren en markeringen

5.5.1 Geluidsignalen

Op het platform worden misthoorns geplaatst (type ORGA FH800/3/SA of gelijkwaardig). Het bereik bedraagt 2 zeemijl / nautische mijl (= 3.704 meter). De misthoorns kunnen handmatig en automatisch worden bediend. Door middel van een mistdetector (bijvoorbeeld ORGA type VF500) worden de misthoorns automatisch ingeschakeld. De mistdetector wordt op een zichtbaarheid van 2 nautische mijl ingesteld. De hoorns blazen iedere 30 seconden een morsecode U en worden onderling met elkaar gesynchroniseerd.

5.5.2 Kleurstelling

De topside en onderbouw (jacket) zal geel (RAL-kleur 1023 of vergelijkbaar) geverfd worden om de zichtbaarheid voor de scheepvaart te verhogen. De aanbeveling om de onderbouw geel te verven is ontleend aan standaard IALA O-139 (sectie 2.3).

5.5.3 Identificatiepanelen

Identificatiepanelen, met de (afkorting van de) naam van het platform erop, worden aangebracht op een van de onderste dekken van de topside. De panelen hangen ongeveer 25 meter boven het gemiddelde zeeniveau. De panelen bestaan uit zwarte tekst (1 meter hoog) op een gele achtergrond. De panelen zullen verlicht worden met lage intensiteit verlichting. Deze zwart/gele naamplaten met verlichting zijn conform de aanbeveling van IALA O-139 (hoofdstuk 2.3). Deze naamplaatverlichting wordt ook gekoppeld aan de lichtintensiteitsmeting en aan de zichtmeter. Hierdoor brandt deze verlichting overdag normaal gesproken niet, tenzij het erg somber of mistig weer is. In de praktijk brandt deze verlichting vanaf een kwartier voor zonsondergang tot een kwartier na zonsopgang.

5.5.4 AIS

Conform IALA richtlijn A126 wordt AIS toegepast op het platform ten behoeve van de scheepvaart.

5.5.5 Obstakelmarkeringen tijdens de bouw

In het kader van dit verlichtings- en markeringsplan dient voor de bouw van het platform onderscheid te worden gemaakt tussen installatie van de onderbouw en de installatie van de bovenbouw. In de periode zonder bovenbouw zullen op de onderbouw tijdelijke voorzieningen geplaatst worden in overeenstemming met IALA O-139.

Tijdens de gehele bouwfase wordt het gebied waarin de constructiewerkzaamheden aan het platform plaatsvinden gemarkeerd conform de eisen van de IALA. Het Maritime Buoyage System

(MBS) wordt gebruikt als leidraad. Zo wordt het werkgebied gemarkeerd met behulp van kardinale boeien. De precieze plaats van de boeien wordt in overleg met de Kustwacht bepaald.

6 Veiligheids- en calamiteitenplan

6.1 Inleiding

Een veiligheids- en calamiteitenplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, teneinde snel en efficiënt te kunnen reageren bij calamiteiten. Het plan beschrijft de te treffen maatregelen. Calamiteiten zijn voorvallen die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor waterkwaliteit, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Het plan is de basis voor bestrijding van dergelijke voorvallen en het beperken van de gevolgen.

In dit calamiteitenplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), calamiteiten met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

Het calamiteitenplan maakt deel uit van het Health Safety Environment (HSE) beleid van TenneT en valt onder de verantwoordelijkheid van de HSE-manager van TenneT. Het plan wordt regelmatig geactualiseerd om nieuwe protocollen en lessons learned te verwerken. Het plan zal voorafgaand aan de bouw en bij actualisaties worden afgestemd met de Kustwacht.

Het veiligheids- en calamiteitenplan wordt voorafgaand aan de start van de bouw nog nader uitgewerkt en aangevuld met de (contact)gegevens van verantwoordelijke personen tijdens de bouw. Voorafgaand aan de start van de gebruiksfase wordt een geactualiseerd plan ingediend met de (contact)gegevens voor deze fase.

6.2 Personeel tijdens bouw en operatie

6.2.1 Inleiding

Tijdens de aanleg van het platform en de offshore kabels is er een groter risico op calamiteiten dan tijdens de gebruiksfase. Tijdens de aanlegfase zijn meer mensen betrokken en varen er meer werkschepen. Procedures in opvolging van een calamiteit blijven echter gelijk gedurende het hele project en moeten worden opgevolgd zoals beschreven in dit document.

Op het platform is een volledig uitgeruste First Aid Room aanwezig. Er zal een Emergency Notification Flowchart met contactpersonen en telefoonnummers worden opgesteld die belangrijk kunnen zijn bij een calamiteit. Elk vaartuig heeft een dergelijk Emergency Notification Flowchart aan boord.

6.2.2 Marine operations Center

Tijdens de aanlegfase wordt de Kustwacht geïnformeerd over de aard van de activiteiten, de plaats van de activiteiten, de contactpersonen, wat de duur van de operatie zal zijn, waar de schepen zullen varen en wat de roepleetters van deze schepen zijn.

TenneT heeft haar eigen Marine Operations Center (MOC) dat voor de Wind op zee projecten is ingericht. Het MOC is het eerste aanspreekpunt in geval van een calamiteit. Bij levensbedreigende situaties dient eerst het Kustwachtcentrum te worden gealarmeerd.

De coördinatie in geval van een calamiteit zal vanuit het MOC op de wal plaatsvinden.

6.2.3 Opleiding en training

Al het personeel dat op zee tewerkgesteld wordt, is in het bezit van de benodigde (gezondheids-) certificaten zodat bijvoorbeeld eerste hulp kan worden toegepast indien nodig.

TenneT eist dat al het personeel dat op zee te werk wordt gesteld ten minste de basiskennis HSE heeft opgedaan. Alle personeel heeft minimaal een geldig VCA-certificaat (of equivalent), Sea survival training (GWO, OPITO, STCW95), Medical offshore examination, First Aid Training en Working at Height (als de pilot ladder gebruikt wordt). Alle management/supervisors/voormannen die werken als leidinggevende beschikken minimaal over een geldig VCA-VOL/SCC certificaat of equivalent. De geldigheid van de VCA/SCC-certificaten en andere kwalificaties wordt tijdig verlengd om onderbrekingen tijdens het werk te voorkomen. Indien een werknemer niet over een geldig certificaat beschikt, wordt de toegang tot de site ontzegd.

De hiervoor genoemde certificaten moeten minimaal aan de voorschriften in de voor deze sector relevante arbocatalogi (of gelijkwaardig) voldoen.

6.2.4 Verblijfsruimten

Het ontwerp en het gebruik van de verblijfsruimte op het platform op zee zal voldoen aan de algemene eisen die worden gesteld in het Arbeidsomstandighedenbesluit. Onderdeel van het veiligheidsplan is een risico-inventarisatie – evaluatie (RI&E). In de RI&E wordt onderzocht of het werken en verblijven op het platform gevaar kan opleveren of schade kan veroorzaken aan de veiligheid en gezondheid van de werknemers op het platform. Voorafgaand aan de start bouw wordt de RI&E opgesteld en overhandigd aan het bevoegd gezag als onderdeel van het veiligheidsplan.

6.2.5 Man overboord

Indien een persoon in het water valt tijdens het aan boord gaan of verlaten van een schip in een haven moet degene die het voorval waarneemt de kapitein van het schip waarschuwen en een reddingsprocedure inzetten om de persoon in kwestie te redden. Denk hierbij aan het toegooien van een reddingsboei, touwladder, enzovoorts. Indien een persoon overboord valt tijdens de reis vanuit de haven naar een platform dient de kapitein van het betreffende schip direct gealarmeerd te worden door middel van het roepen van ‘man over boord’ en dient een ander een drijvend hulpmiddel in het water te gooien. Degene die het voorval waarneemt moet continue de te water geraakte persoon in de gaten houden en zo dicht mogelijk in de richting van de betreffende persoon gaan staan, zodat de kapitein weet waar iemand in het water ligt. De hoorn van het schip moet worden geblazen, zodat andere schepen worden gealarmeerd. Externe assistentie wordt gezocht. De kapitein zal Man Over Board (MOB) alarm slaan en de servicemanager informeren.

De reddingsoperatie moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de interne procedure van het betreffende schip. Wanneer de te water geraakte persoon weer aan boord is, zal iemand eerste hulp moeten geven. De kapitein moet dan naar land varen, zodat de persoon naar een ziekenhuis kan worden gebracht. Het MOC moet worden geïnformeerd als de reddingsoperatie voorbij is.

Als een persoon te water raakt vanaf een installatie op zee, zoals een platform, zal het overige personeel schepen in de omgeving moeten alarmeren. Ook zal contact moeten worden gezocht met

de Kustwacht, die dan actie onderneemt. Het overige personeel zal een reddingsboei moeten uitgooien en het slachtoffer moeten assisteren, zonder zelf gevaarlijke manoeuvres uit te halen.

6.2.6 Brand

De procedure tijdens brand is als volgt:

- breng mensen in veiligheid,
- geef alarm,
- bestrijd het vuur en
- minimaliseer schade.
- De noodstop moet ingedrukt worden en geprobeerd moet worden of de hoofdschakelaar kan worden uitgezet.

Personeel moet een veilige plaats te zoeken. Indien mogelijk worden brandgevaarlijke materialen en vloeistoffen verwijderd. Als het vuur niet te blussen is moet men de installatie verlaten.

Indien er brand op een schip is moet de kapitein de Kustwacht en schepen in de buurt alarmeren. Geprobeerd moet worden het vuur te bestrijden in overeenstemming met de voorschriften van het schip. Alle passagiers moeten de instructies volgen van de kapitein.

In geval van brand op een platform moet een schip of helikopter worden gealarmeerd om de bemanning te kunnen ontzetten. Het vuur zal bestreden worden met het automatische brandbeveiligingssysteem of met handblussers, voor zover hierbij de persoonlijke veiligheid niet te zeer in het geding komt. Iedereen dient zich te realiseren dat schadelijke stoffen bij een brand kunnen vrijkomen.

Vluchtwegen op het platform zijn aangegeven. In bijlage 10 zijn tekeningen opgenomen van het platform waarbij per dek alle vluchtwegen zijn opgenomen evenals de locaties van de reddingsboten. De tekeningen zijn onderdeel van het voorontwerp van het platform. Een definitieve tekening met een brandveiligheidsplan is beschikbaar voorafgaand aan de bouw als onderdeel van het Veiligheidsplan.

6.2.7 Ongevallen

Als zich een ongeval voordoet moet de Kustwacht worden gealarmeerd, zodat indien noodzakelijk de betreffende persoon naar het vasteland kan worden vervoerd. De site-manager moet van ieder (bijna) ongeluk op de hoogte worden gebracht. Hij moet de oorzaak van het ongeluk wegnemen en de autoriteiten op de hoogte brengen in overeenstemming met het HSE-plan. Slachtoffers dienen naar een ziekenhuis gebracht te worden voor onderzoek. Daarnaast moet de toezichthouder, SodM, bij ernstige ongevallen meteen worden geïnformeerd.

Evacuatie vanaf een platform kan met behulp van een helikopter, vrije val reddingsboot, noodvlot of via een ladder naar het water. De vluchtroutes en vluchtprocedures zullen in overleg met het engineeringsteam van het platform nader worden vastgesteld voorafgaand aan de bouw. Al het personeel op of in het platform heeft een veiligheidsuitrusting die aanwezig is. Ten behoeve van evacuatie met een helikopter is een evacuatie-uitrusting aanwezig.

Evacuatie uit schepen, installaties, enzovoorts is geïnitieerd via de Kustwacht in overeenstemming met de normale procedures op een schip. Evacuatie per helikopter wordt uitgevoerd in overeenstemming met de normale procedures van de Kustwacht. Het MOC wordt bij alle evacuaties geïnformeerd

6.2.8 Acute ziekte

Als er sprake is van acute ziekte wordt een stand-by schip of helikopter opgeroepen om de patiënt te evacueren. Indien evacuatie niet veilig kan worden uitgevoerd met behulp van een schip zal de kapitein de Kustwacht om assistentie vragen. Medisch advies kan men vragen aan de Kustwacht. Het MOC zorgt voor verdere medische behandeling door een dokter of ziekenhuis indien nodig.

6.2.9 Onweersbuien en bliksem

De bliksembeveiliging van het platform is uitgevoerd volgens EN/IEC 62305.

Onweer en bliksem zijn extreem gevaarlijk op zee en de gevolgen zijn groot. Het werk in de buitenlucht op een platform wordt gestopt indien bliksem wordt gezien, maar nog geen donder wordt gehoord. De afstand van het onweer is dan ongeveer 15 tot 30 kilometer. Indien er donder wordt gehoord moet meteen gestopt worden met het werk. Het onweer zit dan binnen 15 kilometer. Personen moeten naar veilige havens gaan en daar blijven totdat het onweer voorbij is. Dit is op het moment dat geen flitsen meer worden gezien en een uur verstreken is sinds de laatste donder.

Alle personeel wordt geïnformeerd dat het platform in geval van bliksem veilig is indien men meer dan een 0,5 meter van de wanden en metalen delen is verwijderd. Platforms met aparte ruimtes voor installatie en transformatoren zijn veilig indien deze gesloten zijn en alles naar behoren functioneert.

Het MOC wordt geïnformeerd in geval van bliksem. Instructies van het MOC dienen te worden opgevolgd.

6.2.10 Opkomend slecht weer

De kapitein(s) van schepen en de site-manager monitoren continu het weer. Als de kapitein stelt dat het onveilig is wordt personeel niet afgezet of opgehaald. Tijdens extreme weerscondities als sterke wind en ruwe zee kan het nodig zijn evacuaties uit te stellen. Het MOC wordt geïnformeerd en instructies dienen te worden opgevolgd.

6.2.11 Bommelding, gijzeling of sabotage

In geval van een bommelding of gijzeling dient onverwijld de Kustwacht te worden gebeld. De volgende aanwijzingen zullen worden gevolgd:

- Blijf kalm en beleefd.
- Onderbreek de persoon die belt niet.
- Houd het gesprek gaande door vragen te stellen.
- Herhaal de bedreiging, mogelijk woord voor woord.
- Maak notities.

Bij sabotage en/of terroristische dreiging dient de Kustwacht gebeld te worden. Vandalisme aan het platform, schepen of uitrusting wordt aan de politie en aan de verzekering gerapporteerd.

6.3 Scheepvaart en visserij

6.3.1 Schip op drift

Er bestaat een risico dat schepen in de regio op drift raken vanwege motorproblemen. Dit levert risico vanwege botsingsgevaar met het platform of andere schepen. De Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta worden geïnformeerd bij schepen op drift en zenden waarschuwingen uit naar de scheepvaart. Als de situatie daarom vraagt, zullen personen van het platform worden geëvacueerd. Als de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta worden geïnformeerd over drijvende objecten in de regio, dan informeren zij het MOC. Het MOC neemt dan de nodige voorzorgsmaatregelen ter protectie van het personeel en de installaties. Indien scheepspersoneel tijdens het werk drijvende objecten waarneemt en het MOC informeert zal het MOC vervolgens de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta alarmeren.

6.3.2 Aanvaring

Indien er een aanvaring plaatsvindt moeten de Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en het MOC worden gealarmeerd. Iedereen in het gebied is verplicht te helpen bij het bepalen van de locaties van mogelijke slachtoffers, die naar de dichtstbijzijnde haven gebracht dienen te worden. In het geval van aanvaring kan olie lekkage voorkomen. Maatregelen ter bestrijding van de lekkage en ter bescherming van milieu en veiligheid dienen dan, indien mogelijk, meteen te worden genomen. Ook zal hierover meteen worden gerapporteerd.

6.4 Vloeistoffen platform en milieu

Op het platform op zee bevinden zich hoeveelheden milieugevaarlijke stoffen. Dit betreft de gesloten, oliegevulde transformatoren, dieselopslag voor de dieselgeneratoren en koelmiddel in gesloten systemen. Er worden op het platform twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) ingezet bij onderhoud of in geval van een black-out. De diesel wordt opgeslagen in een dieseltank. De grootte van de dieseltank zal circa 200 m³ bedragen. Naast dieselolie zullen er (motor-)olie en koelvloeistoffen aanwezig zijn.

Verder is in totaal circa 600 m³ olie aanwezig in de transformatoren op het platform en 30 m³ in de hulptransformatoren.

Om vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen naar zee te voorkomen zijn opvangvoorzieningen bij onderdelen of opslag van milieugevaarlijke stoffen onderdeel van het ontwerp. De capaciteit van de opvangvoorziening is minimaal de inhoud van het component met de grootste inhoud die erboven staat geplaatst vermeerderd met 10%. Dit betreft de dieselopslag tanks en generatoren en de transformatoren. Voor de systemen met koelmiddel wordt of een opvangvoorziening geïnstalleerd of buizen worden dubbelwandig uitgevoerd. Al het hemelwater dat afstroomt van installaties met milieugevaarlijke stoffen wordt opgevangen en gecontroleerd op olie en/of glycol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Zonder contaminaties wordt hemelwater op zee geloosd. Opvangvoorzieningen zijn voorzien van monitoringsystemen die een alarm afgeven indien een opvangvoorziening boven een bepaalde indicatiewaarde zit. De met vloeibare stoffen

gevulde installaties, zoals de transformatoren, zijn voorzien van monitoringsystemen. Lekkages worden derhalve snel gedetecteerd door afnemende prestaties.

Tabel 6.1 overzicht milieugevaarlijke stoffen, indicatieve opgave volumes

	Aantal	Inhoud
Dieselopslagtank	2	2 x 100 m ³
Dieseldagtank	2	2 x 3,5 m ³
Oliegevulde transformatoren	4	4x 150 m ³
Oliegevulde hulptransformatoren	4	4x 7,5 m ³
Koelsysteem (glycol/water)	2	2x 30 m ³
Schoonmaakmiddelen (huishoudelijk)	Diverse	<1 m ³

Bij een milieucalamiteit zijn alle personen in de regio verplicht te helpen. Rijkswaterstaat Zee en Delta en de Kustwacht worden geïnformeerd.

Al het afval dient te worden verzameld en naar de kust te worden gebracht. Grote drijvende objecten of andere gevaarlijke objecten voor schepen en milieu worden gerapporteerd aan het MOC en zo snel mogelijk verzameld. Het is niet toegestaan afval te laten accumuleren. Afvalverwijderingsprocedures zullen worden opgevolgd.

6.5 Bereikbaarheidsschema

In Tabel 6.2 is een lijst van type calamiteiten genoemd met de te informeren/benaderen instantie zoals in de vorige paragrafen aangegeven.

Tabel 6.2 Bereikbaarheidsschema calamiteiten.

Calamiteit	Wie wordt benaderd?
Man over boord	Waarnemer informeert leidinggevende. Leidinggevende informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en omliggende schepen.
Brand	Waarnemer informeert leidinggevende. leidinggevende informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en omliggende schepen.
Ongeval	Waarnemer schakelt hulpdiensten in via de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Indien vervoer naar land een probleem is, dan ook contact met Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Tevens wordt de toezichthouder SodM geïnformeerd.
Acute ziekte	Stand-by schip of helikopter infomeren voor evacuatie. Indien vervoer naar land een probleem is, dan ook contact met Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta.
Onweer	leidinggevende/waarnemer informeert MOC.
Opkomend slecht weer	leidinggevende/waarnemer informeert MOC.
Bommelding, gijzeling of sabotage	Waarnemer schakelt hulpdiensten in via de Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta.
Schip op drift	Waarnemer informeert MOC. MOC alarmeert Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Indien anderen een schip op drift waarnemen wordt via de Kustwacht het MOC op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen worden getroffen.
Aanvaring	Waarnemer informeert MOC. MOC alarmeert Kustwacht en Rijkswaterstaat Zee en Delta. Indien anderen een aanvaring waarnemen wordt via de Kustwacht het MOC op de hoogte gesteld en kunnen maatregelen worden getroffen.
Milieu	Waarnemer informeert Kustwacht, Rijkswaterstaat Zee en Delta en MOC.

6.6 Strandveiligheid

Tijdens de werkzaamheden op het strand, bij het ingraven van de kabels en uitvoeren van de boringen, dient er rekening te worden gehouden met de veiligheid van strandgangers. Het werktelein op het strand wordt afgezet met hekwerk of markeringen. Daarnaast zal er te alle tijden toegang zijn tot het strand in het geval van calamiteiten. Contactgegevens van de verantwoordelijk uitvoerder zijn op een bord tijdens de aanleg aangegeven.

7 Verwijderingsplan

7.1 Inleiding

In een verwijderingsplan staat beschreven op welke manier de verschillende onderdelen van het project worden ontmanteld.

7.2 Te verwijderen onderdelen

Het platform, de offshore kabels en de moffen hebben een levensduur van minimaal 40 jaar. Nadat deze levensduur is beëindigd, moeten de onderdelen van het offshore platform en kabels worden ontmanteld conform resolutie 1989 van de Internationale Maritime Organisation (IMO) en conform de OSPAR regelgeving. Uitzondering hierop is als dit economisch of milieutechnisch niet verantwoord is, dit wordt door Rijkswaterstaat beoordeeld (voor het zeedeel).

De onderdelen die verwijderd worden zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 7.1 verwijdering van onderdelen.

Onderdeel	Maatregel
Platform	In zijn geheel verwijderen
Jacket	In zijn geheel verwijderen
Funderingspalen / suction buckets	Gedeeltelijke verwijdering onder de zeebodem
Erosiebescherming	Verwijderen
Offshore 525 kV-kabels	In zijn geheel verwijderen
Moffen	In zijn geheel verwijderen
Onshore 525 kV-kabels	Gedeeltelijke verwijdering

Tegen het einde van de levensduur van de onderdelen wordt het verwijderingsplan gedetailleerd uitgewerkt en ter beoordeling voorgelegd aan het bevoegd gezag. Hierin worden ook de HSE-aspecten bekeken en aangepast aan de inzichten van die tijd.

7.3 Voorbereiding

Bij aanvang van de ontmanteling wordt een projectteam samengesteld. Dit team zal bestaan uit TenneT, een uitvoerende aannemer die ervaring heeft met ontmanteling van offshore-installaties, Rijkswaterstaat Zee en Delta en de Kustwacht. Tijdens de voorbereiding werkt dit projectteam plannen gedetailleerd uit voor de verwijdering van de verschillende nog te bespreken componenten van het voornemen. De verwijdering van de verschillende elementen zal op een veilige en milieuvriendelijke wijze plaatsvinden. Dezelfde HSE-aspecten als bij de oprichting en onderhoud van het platform gelden hier. Er wordt een planning gemaakt van de uit te voeren werkzaamheden, rekening houdend met het in te zetten materiaal en omgevingsfactoren.

De planning komt er globaal en onderverdeeld naar verschillende perioden als volgt uit te zien:

Tabel 7.2 Globale planning ontmanteling.

Periode	Activiteit	Planning
1	Inleidend overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta	Minimaal 2 jaar voor daadwerkelijke verwijdering
2	Gedetailleerde besprekingen, voorlegging en overweging van een ontwerpprogramma	
3	Overleg met belanghebbende partijen	
4	Formele indiening van een programma en een goedkeuring in het kader van de beleidsregels	Einde jaar 1
5	Begin van feitelijke verwijdering en monitoren van de locatie	Verwijdering voltooid bij einde jaar 2
6	Monitoren van de locatie (in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta)	

7.4 Verwijdering van het platform

Bij buiten bedrijfstelling wordt het platform verwijderd volgens de dan geldende richtlijnen van de overheid en de dan beschikbare technieken. Het platform zal ongeveer op de volgende wijze worden verwijderd:

- Een jack-up, een transportponton met sleepboot en een werkschip, positioneren zich bij het platform.
- Alle installaties aan boord van het platform worden uitgeschakeld, kabels die naar het zeebed lopen worden doorgesneden, tijdelijke stellingen worden om de buizen van het platform gebouwd, de buizen worden grotendeels doorgezaagd en alle losse onderdelen worden verwijderd of vastgemaakt op het dek van het platform.
- Alle gevaarlijke stoffen op het platform (zoals oliereserves) worden naar land getransporteerd voor verdere verwerking.
- De topside en de jacket kunnen geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase.
- Met behulp van een airliftsysteem wordt de grond in de funderingspalen of suction buckets van het platform verwijderd tot de gewenste verwijderingsdiepte. De definitieve verwijderingsdiepte zal in het verwijderingsplan worden opgenomen.
- Vervolgens wordt een snijmachine in de paal afgelaten.
- De hijsstroppen van een jack-up zullen worden vastgemaakt aan de top van het jacket.
- Het jack-up schip zet voorspanning op het systeem.
- De funderingspalen of suction buckets zullen onder zeebedniveau worden afgezaagd. De definitieve verwijderingsdiepte zal in het verwijderingsplan worden opgenomen.
- Het jacket wordt omhoog gehesen, gekanteld en op de transportponton gehesen en vastgemaakt.
- Transport naar eindbestemming voor verdere ontmanteling op land.

7.5 Verwijdering erosiebescherming rondom funderingen

De aanwezige erosiebescherming wordt in principe verwijderd, maar dit is afhankelijk van de stand van de techniek op moment van verwijdering. Verwijdering wordt alleen uitgevoerd als dit economisch en milieutechnisch verantwoord is.

7.6 Verwijdering offshore kabels en moffen

De kabels worden met een haak van de zeebodem gehaald en aan boord getakeld. Daar worden de kabels in kleinere stukken opgedeeld en afgevoerd voor recycling. Eventueel wordt een op afstand bestuurbare onderwaterrobot ingezet om de kabels naar boven te halen. Waar dat mogelijk is, worden de kabels en moffen uit de zeebodem naar boven toe vrij getrokken. Op plaatsen waar de kabels en moffen te diep onder het sediment liggen, worden ze niet verwijderd of wordt gewacht tot de dikte van de sedimentlaag door natuurlijke dynamiek voldoende is afgenomen. Er wordt in principe niet gebaggerd om de kabels en moffen te verwijderen omdat het baggeren meer negatieve gevolgen voor het milieu veroorzaakt dan wachten op natuurlijke blootspoeling. Mogelijk zijn er ten tijde van de verwijdering betere technieken hiervoor beschikbaar.

7.7 Verwijdering onshore moffen

TenneT zal bij het einde van de levensduur, de moffen, inclusief alle onderdelen zoals de damwanden en betonplaten, volledig uit de bodem verwijderen en de onderdelen afvoeren voor recycling.

7.8 Verwijdering onshore kabels

TenneT zal te zijner tijd, bij het einde van de levensduur, de kabels op land volledig uit de bodem verwijderen en de onderdelen afvoeren voor recycling. De HDD-boringen kunnen gedeeltelijk verwijderd worden. De kabels worden uit de mantelbuizen getrokken. De dan lege mantelbuizen worden gevuld met vloeistof die hard wordt, zodat deze niet indeuken.

7.9 Opleveringscontrole

Na de verwijderingswerkzaamheden vindt een laatste survey van de zeebodem plaats om te verifiëren of alle betreffende onderdelen verwijderd zijn en er geen onderdelen zijn achtergebleven op de zeebodem. Mocht dit niet het geval zijn, dan worden de resterende onderdelen alsnog op deugdelijke wijze verwijderd. De resultaten van deze survey worden aan Rijkswaterstaat overlegd.

COLOFON

Toelichting op de aanvraag watervergunning Net op zee IJmuiden Ver Beta

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

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

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

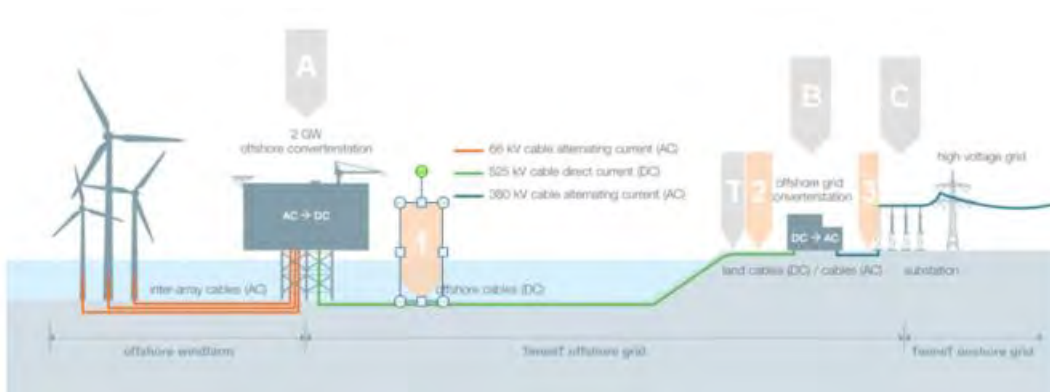
Overzicht van mogelijke installatiemethodes voor de platforms, kabels en het landstation in de IJV offshore netaansluitingen

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 langsrij 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.

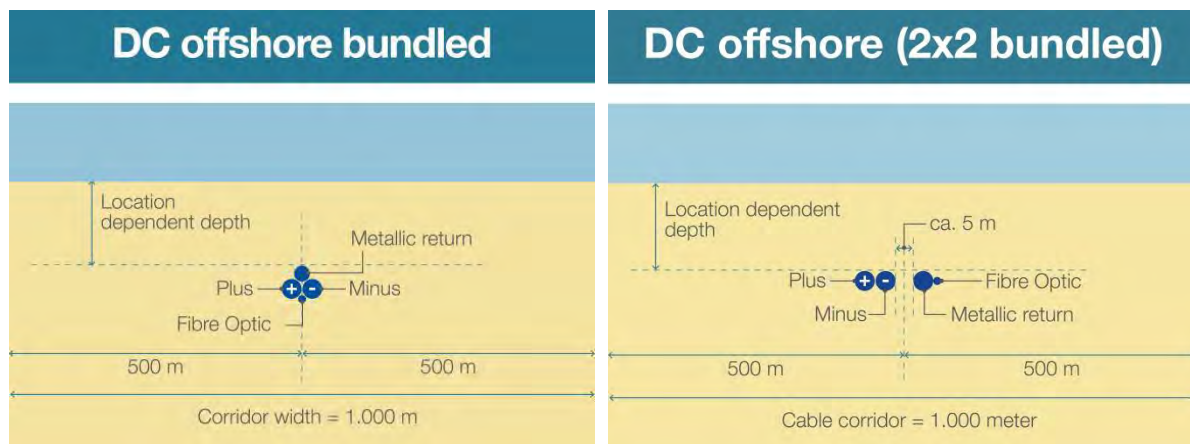
C. HET ONSHORE 380 kV STATION

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 gedeponed.
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 kabelschip in de trencher gevoerd en op de bodem van de sleuf geïnstalleerd. Bij PLB worden de kabels eerst door het kabelschip 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:

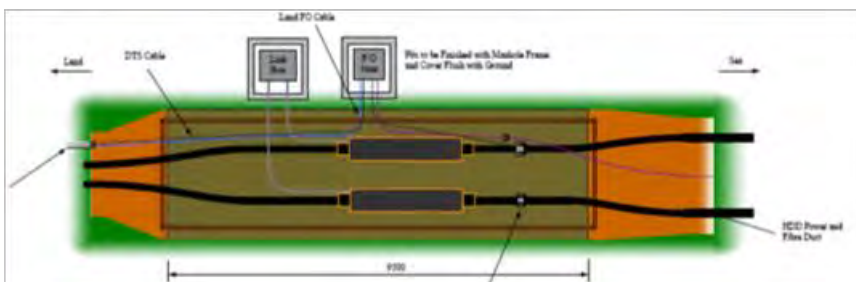
1. Steen stortingen op de bestaande kabel of leiding
2. Afstand-ringen rond de te installeren bundel
3. Betonmatrassen geplaatst op de bestaande kabel of leiding

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

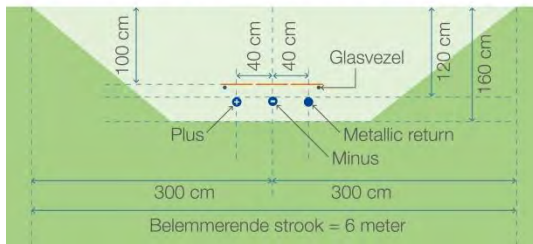
Open ontgraving



Figuur 7: Kabelconfiguratie open ontgraving IJmuiden Ver Alpha

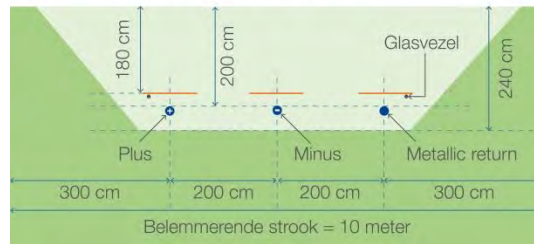
DC op land gebundeld

Open ontgraving



DC op land wegekruising

Open ontgraving



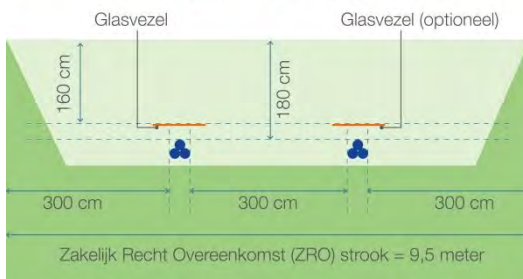
Figuur 8: Kabelconfiguratie open ontgraving IJmuiden Ver Beta

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

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
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

1. Introduction	5
1.1 General project introduction	5
1.2 Purpose of the typical installation method	6
2. Offshore grid connection overview	7
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
3. Offshore platform	9
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
4. HVDC and HVAC cable design	17
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
5. Protection of the cables at sea	20
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
6. Installation preparations HVDC 525 kV submarine cable system	23
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
7. Installation of onshore cables	29
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
8. Installation of cables offshore	43
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
9. Offshore cable crossings with 3rd party assets	59
9.1 Cable and pipeline detection survey	59
9.2 In Service cables, pipes and out of service pipelines	59

9.2.1 Crossing structures	59
9.2.2 Outer rock layer	62
10. Post installation activities offshore cables	63
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
11. Operational phase offshore cables	65
12. Decommissioning offshore cables	65
12.1 Cables	65
12.2 Crossing structures	65
13. Onshore converter station	66
13.1 Design	66
13.1.1 Lay-out	66
13.1.2 Electrical Installation	67
13.1.3 Safety and environment	67
13.1.4 Access	67
13.1.5 Buildings	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.

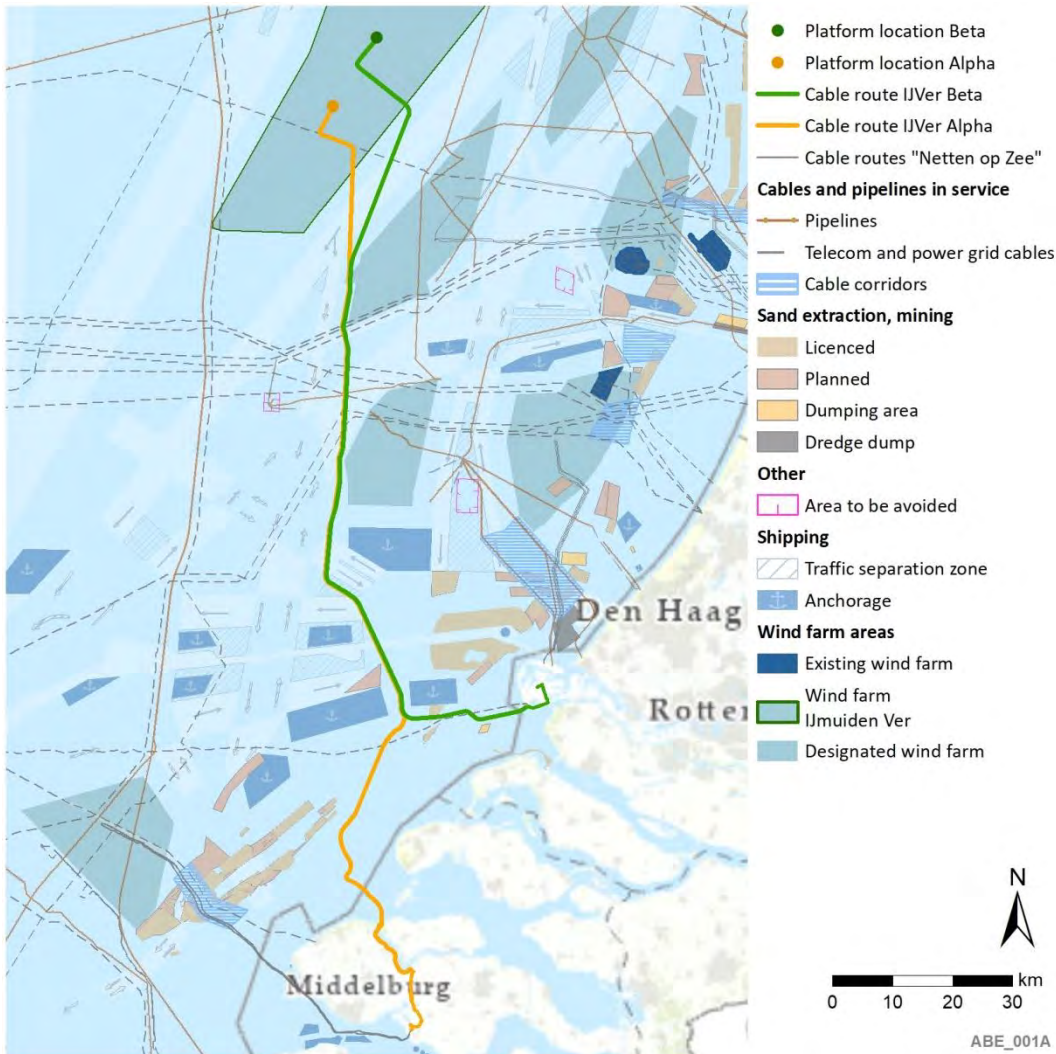


Figure 1 Chart of the two cable routes from the IJV windfarm to the onshore grid

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.

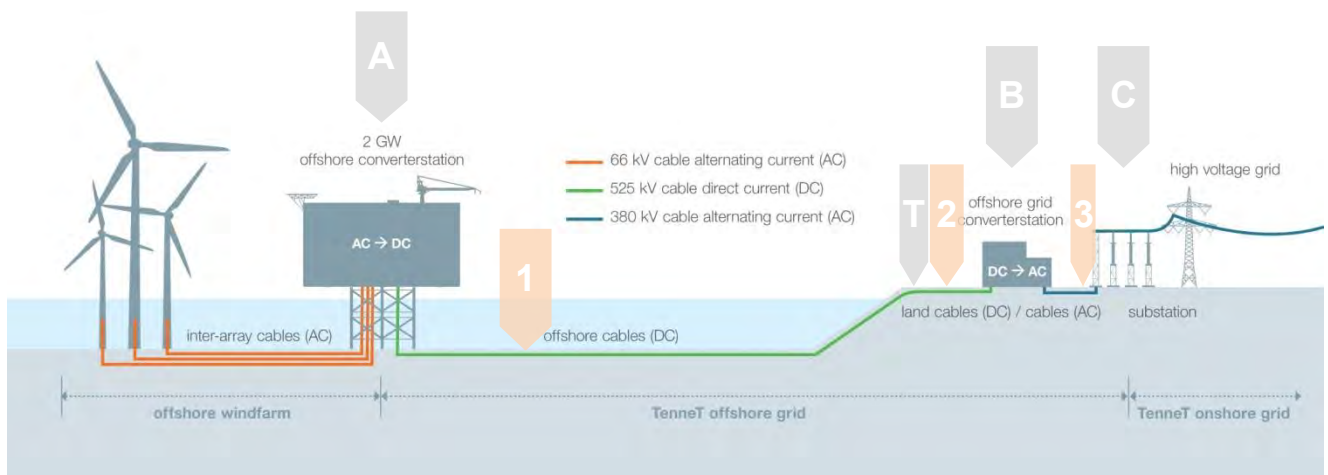


Figure 2 Offshore grid connection

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.

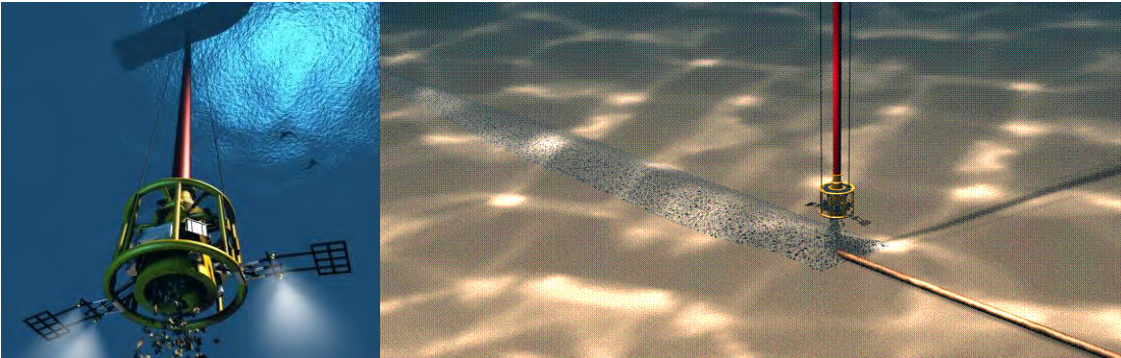


Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle

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 positioning¹ 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.

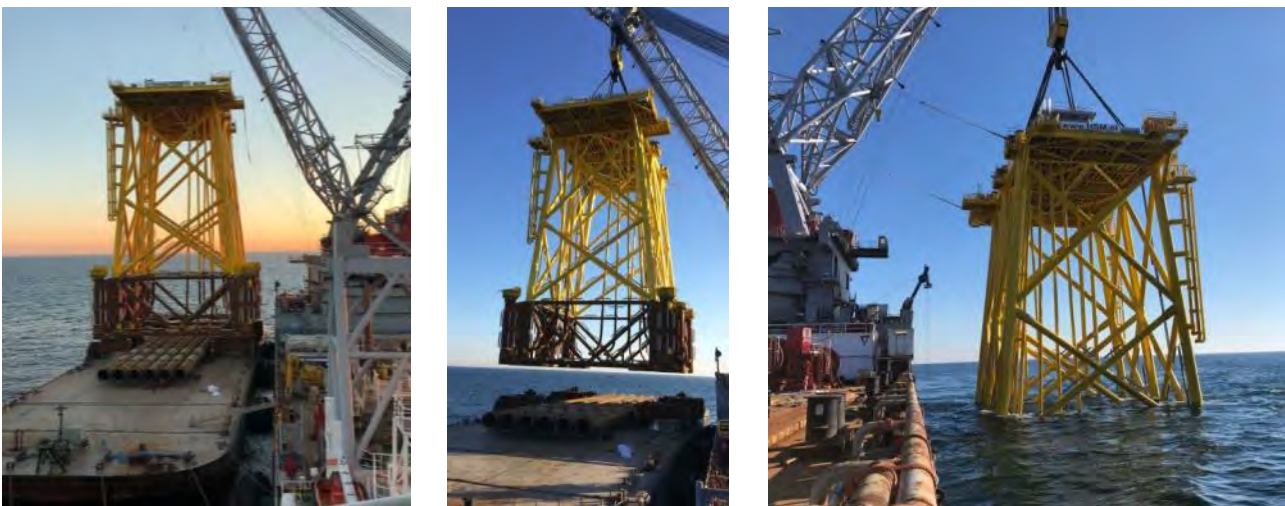


Figure 5 Installation of Borssele Alpha jacket

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

¹ 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

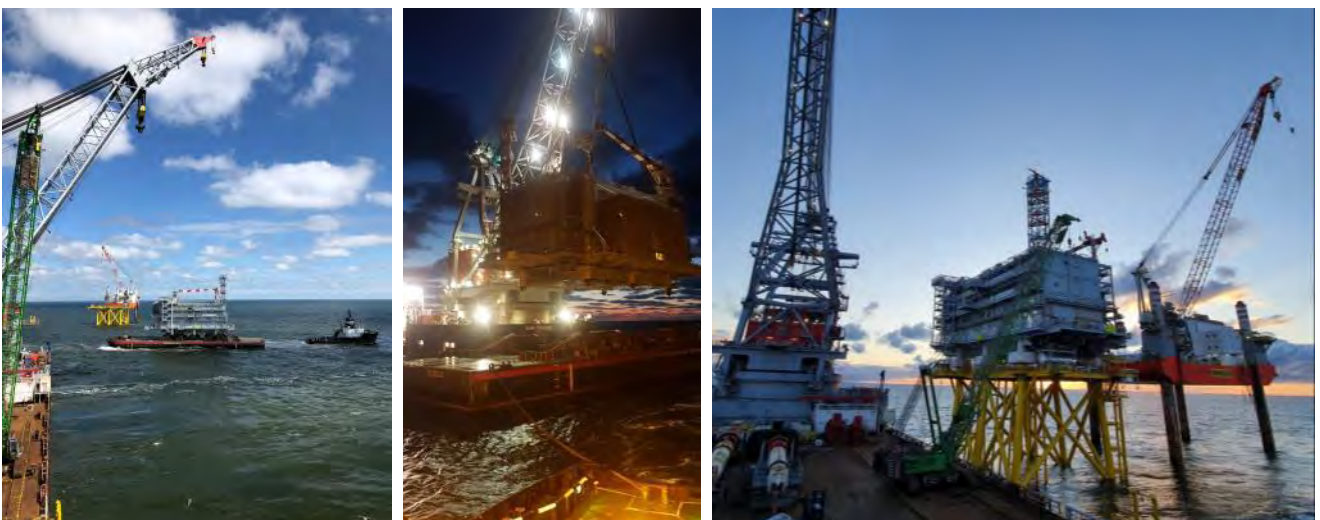


Figure 7a Installation of Borssele Alpha topside

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.

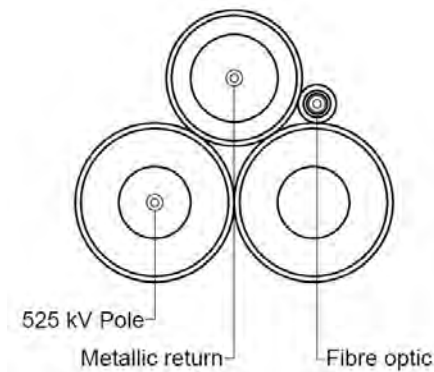


Figure 8 Bundled HVDC 525 kV submarine cable configuration

HVDC 525 kV submarine cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	150 - 190 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
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 ²
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 ²
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 ²
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 ²
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.

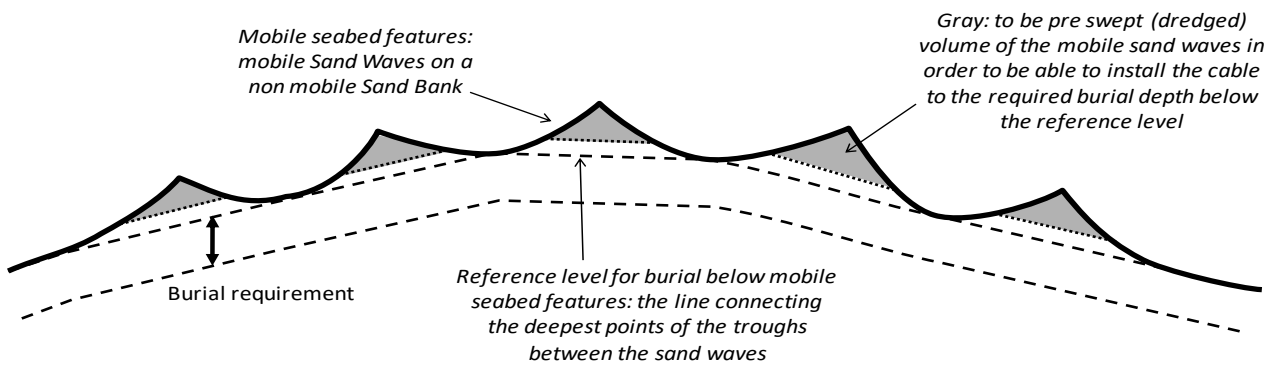


Figure 9 Reference level for cable burial below sand waves

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.

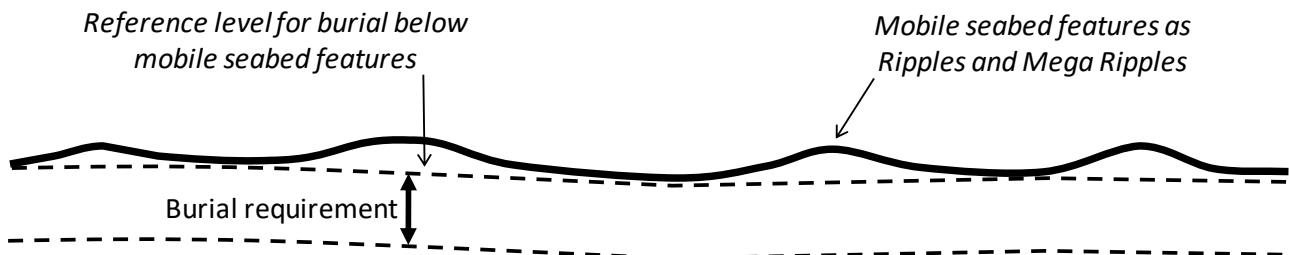


Figure 10 Reference level for cable burial below ripples and mega ripples

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 3rd party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of 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.

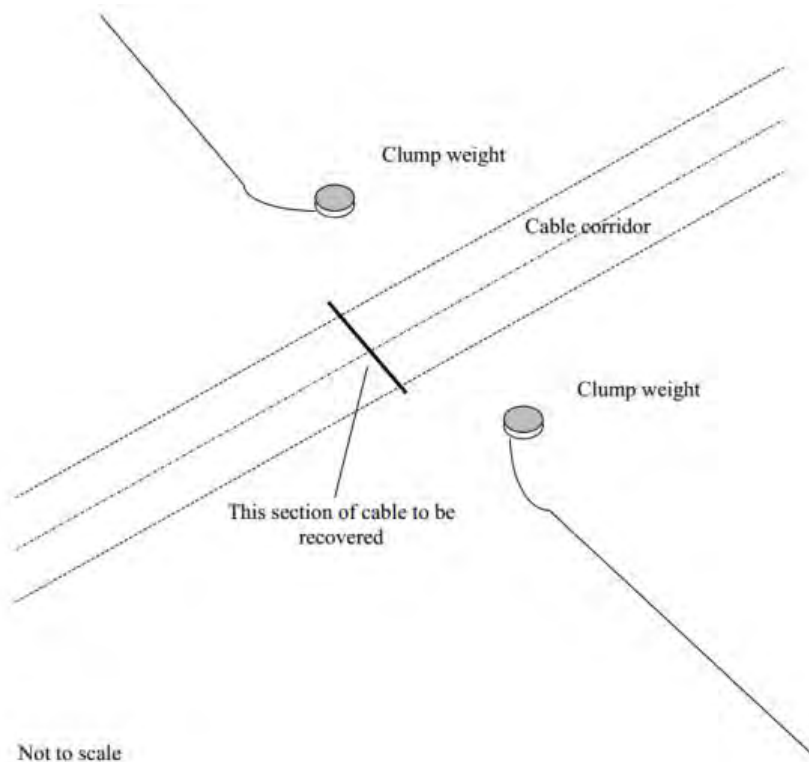


Figure 11 Partial removal of OOS cables cf ICPC recommendation 01

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 19th 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

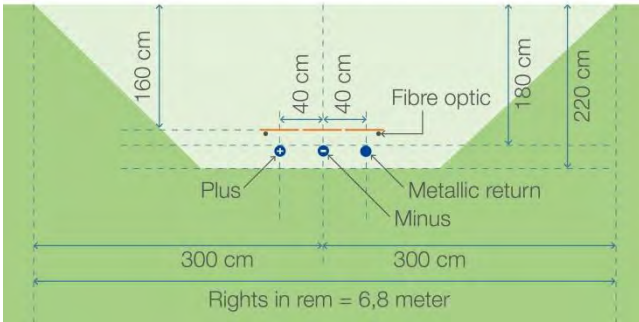
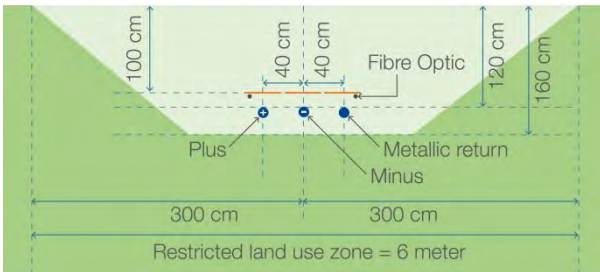


Figure 12 Cable trench configuration IJmuiden Ver Alpha

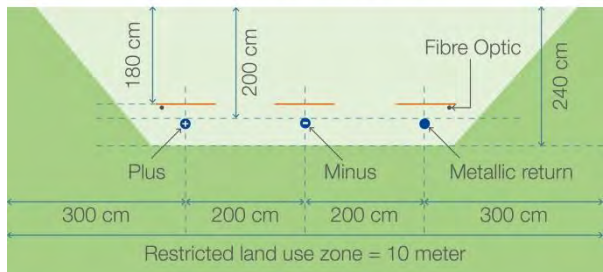
DC onshore bundled

Open trench excavation



DC onshore crossroad

Open trench excavation



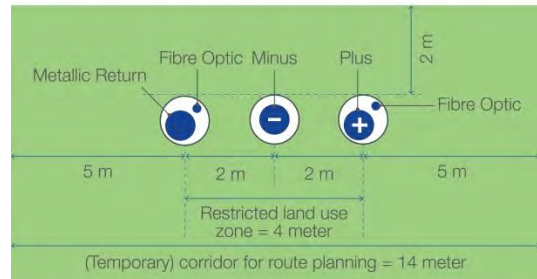
DC onshore

Pipeline jacking



DC onshore

Pipeline jacking under train track



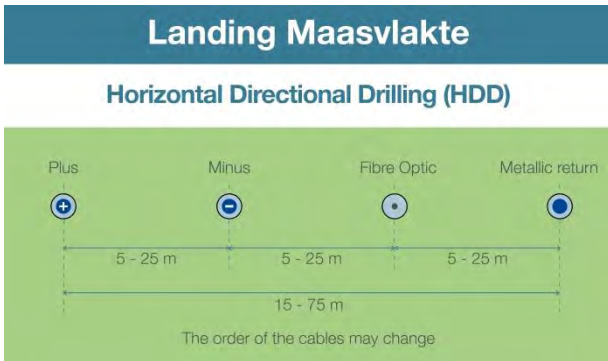


Figure 13 Cable trench configuration IJmuiden Ver Beta

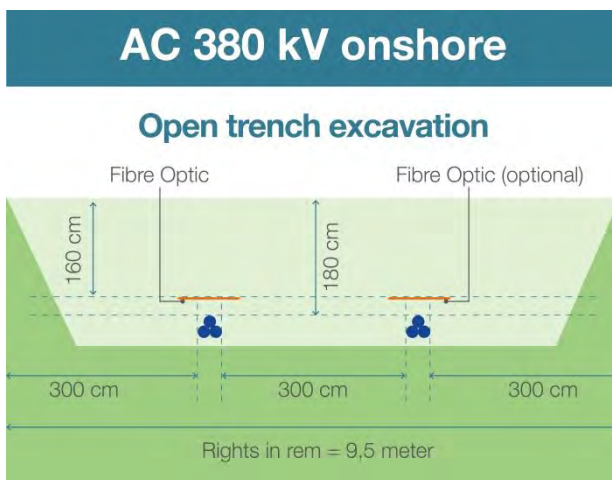


Figure 14 Cable trench configuration 380 kV HVAC connection IJmuiden Ver Alpha

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.

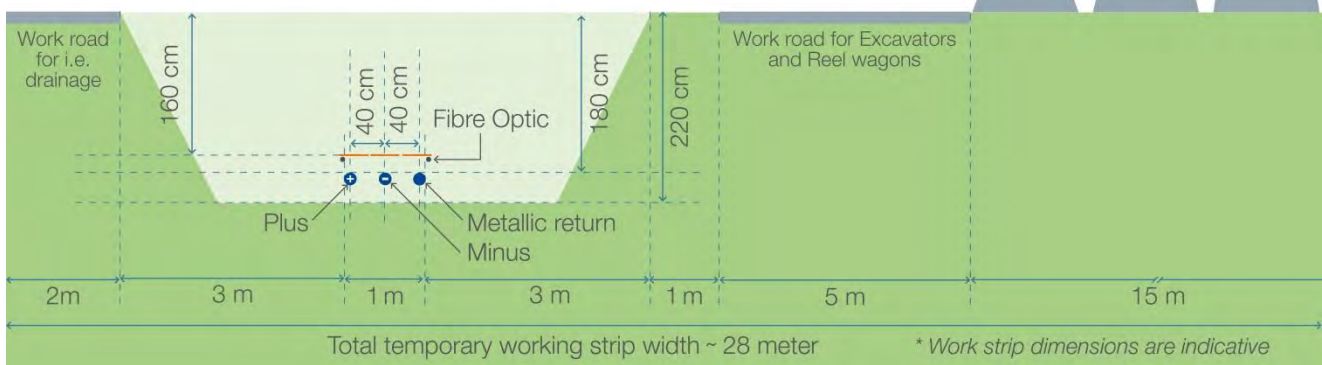


Figure 15 Example of a trench

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

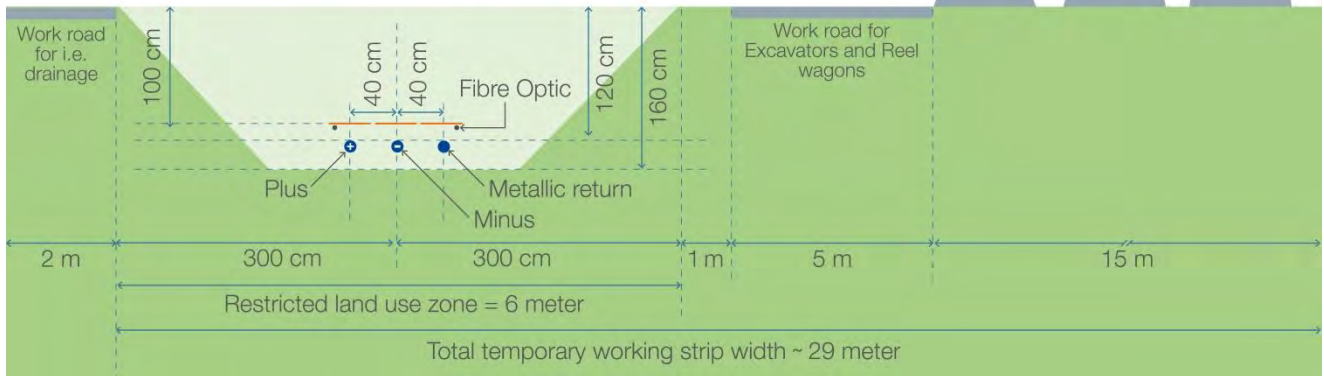
Open trench excavation – working strip width*



Alpha

DC onshore bundled

Open trench excavation – working strip width



Beta

AC onshore bundled

Open trench excavation

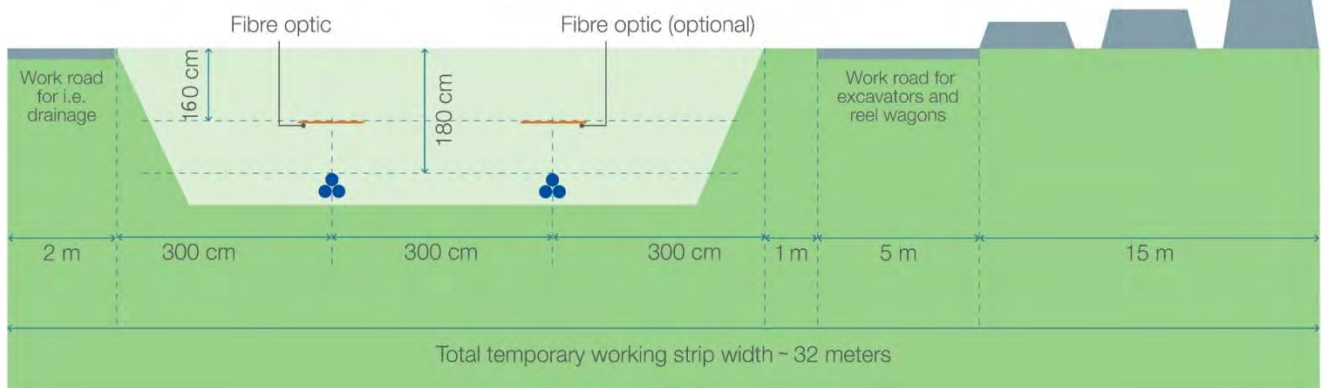


Figure 16 Typical example working area for the two different kind of trench types (525 kV HVDC and 380 kV HVAC connection)

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.

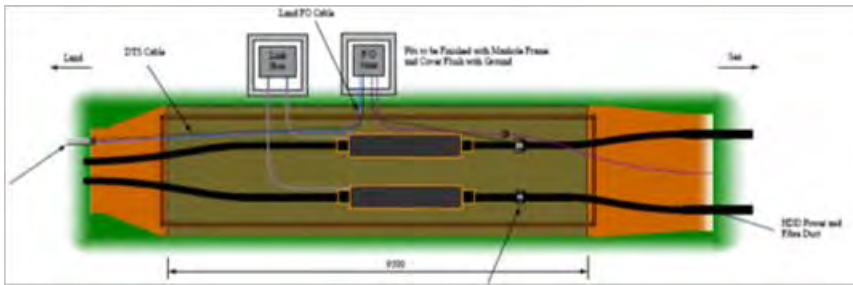


Figure 20 Typical transition joint bay lay-out for HVDC cable system comprising of 2 DC cables and a Fibre Optic (without MR cable)

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.

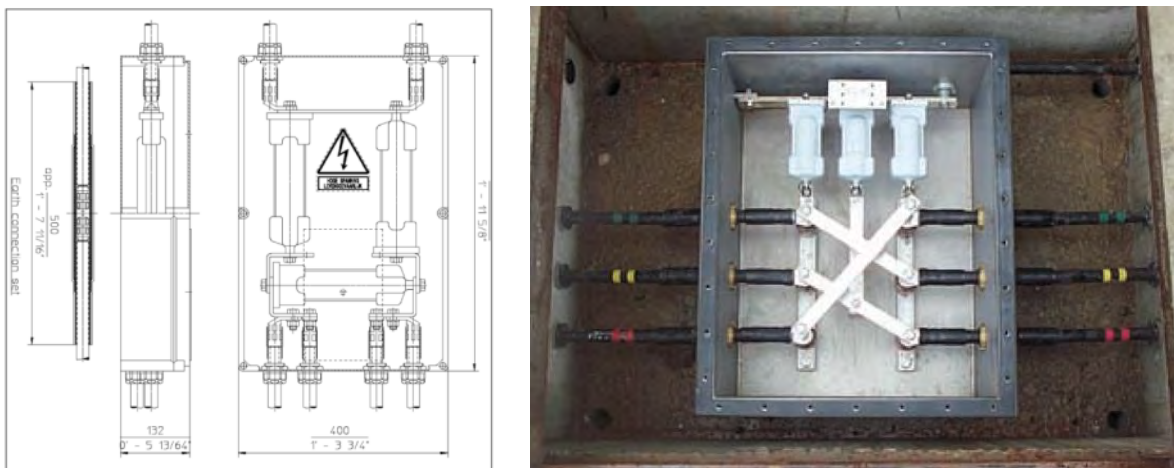


Figure 21 Typical cross bonding box for AC only (underground)

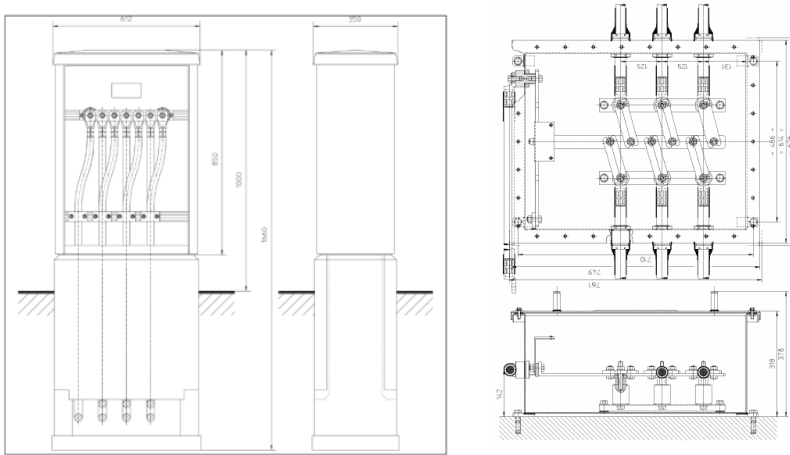


Figure 22 Typical Earthing box (can be both above ground and underground)

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.

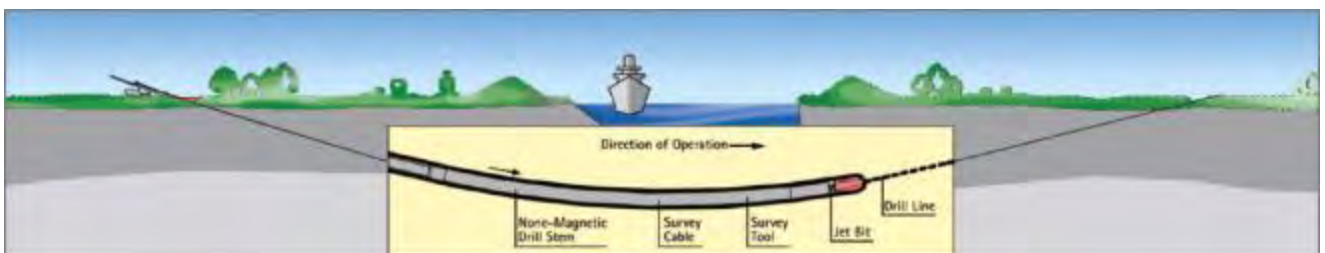


Figure 23 First stage of an HDD - pilot drill

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.

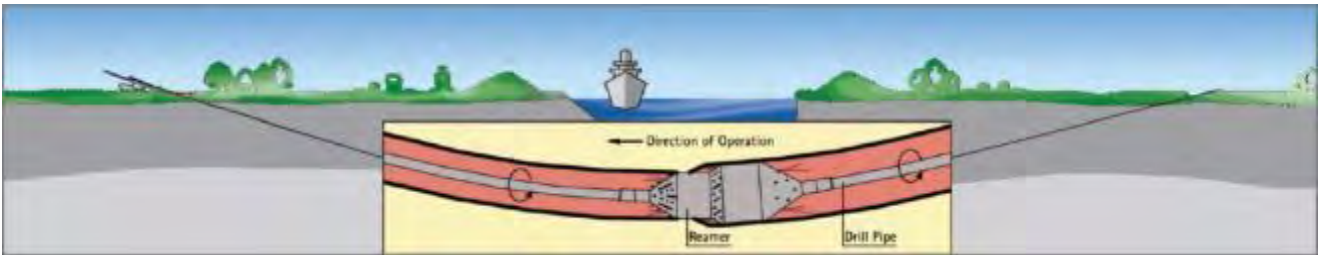


Figure 24 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill



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.

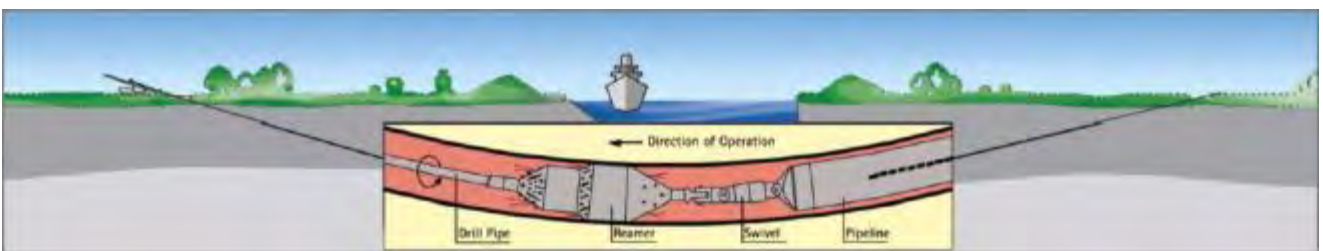


Figure 26 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline

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.

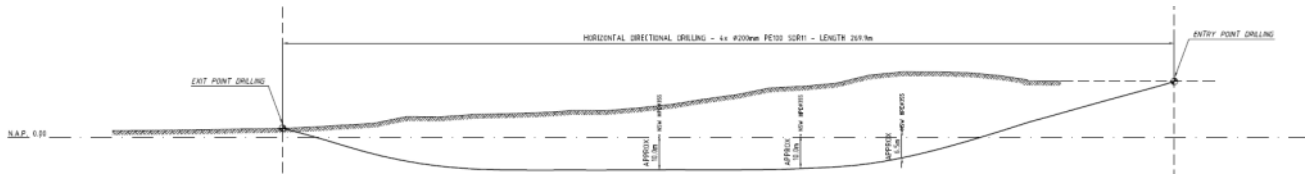


Figure 29 longitudinal profile of a typical outfall drilling

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.

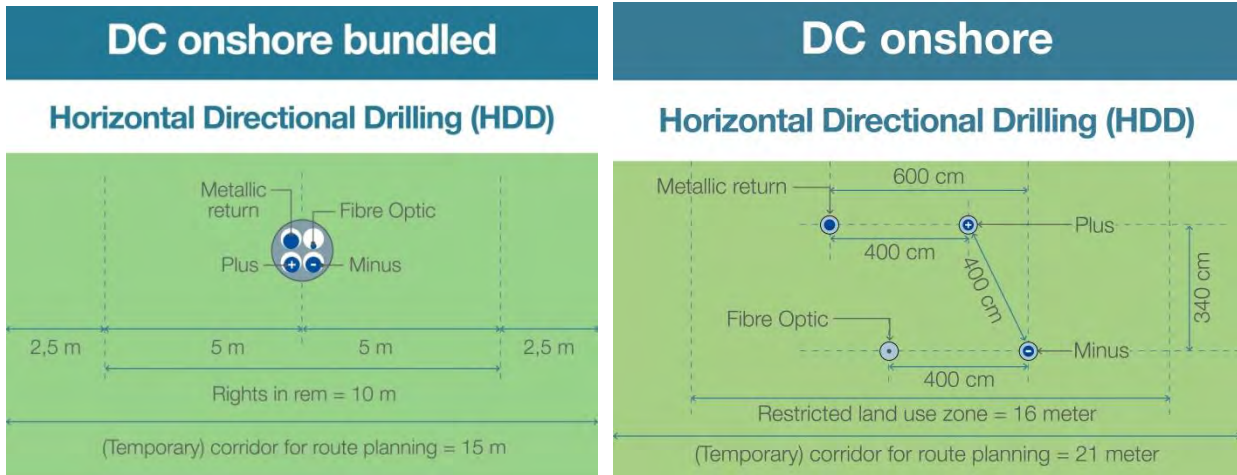


Figure 30a/30b Standard HDD configuration HVDC connection (left) and separate HDDs (right; used in Beta only).

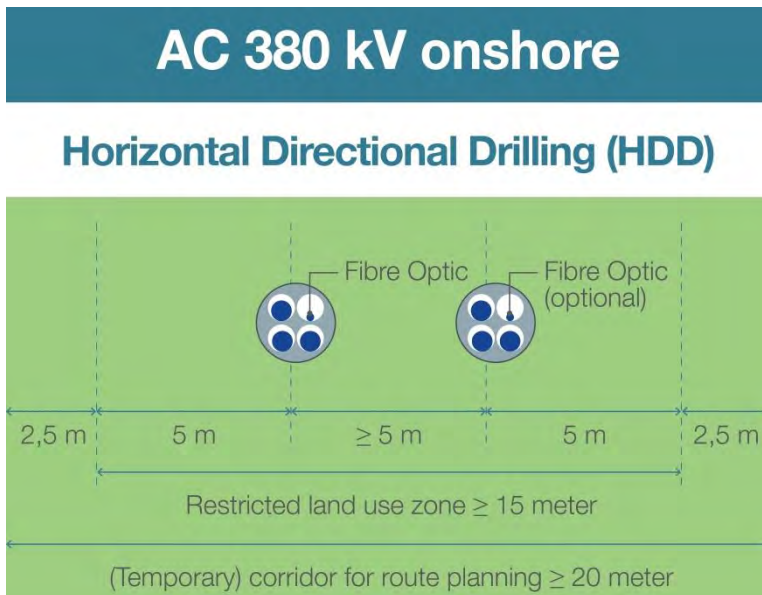


Figure 31 Standard HDD configuration HVAC connection

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 ²	250T and more
500-1000 m	30 x 50 m = 1500 m ²	100-150T
<500 m	25 x 30 m = 750 m ²	100T

For temporary storage of conduit sections, including space for welding, approximately the drill length (i.e. 1000m x 20 m = 20.000 m²) 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.

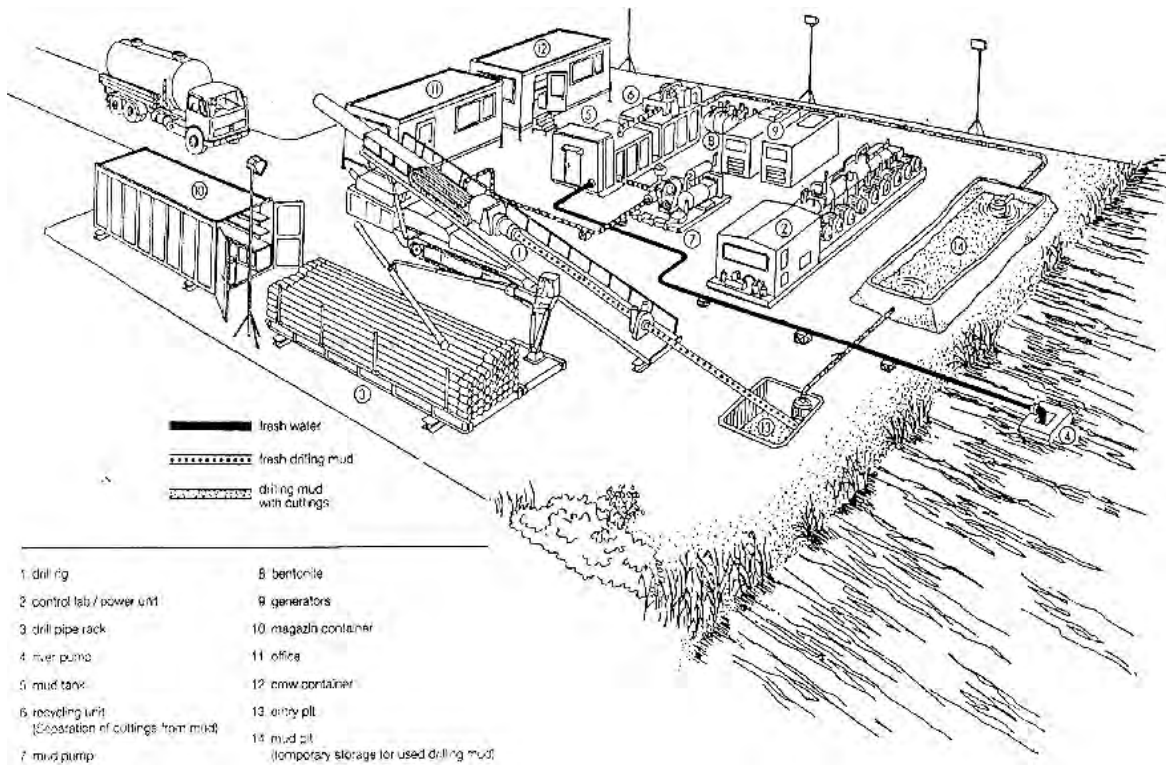


Figure 33 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

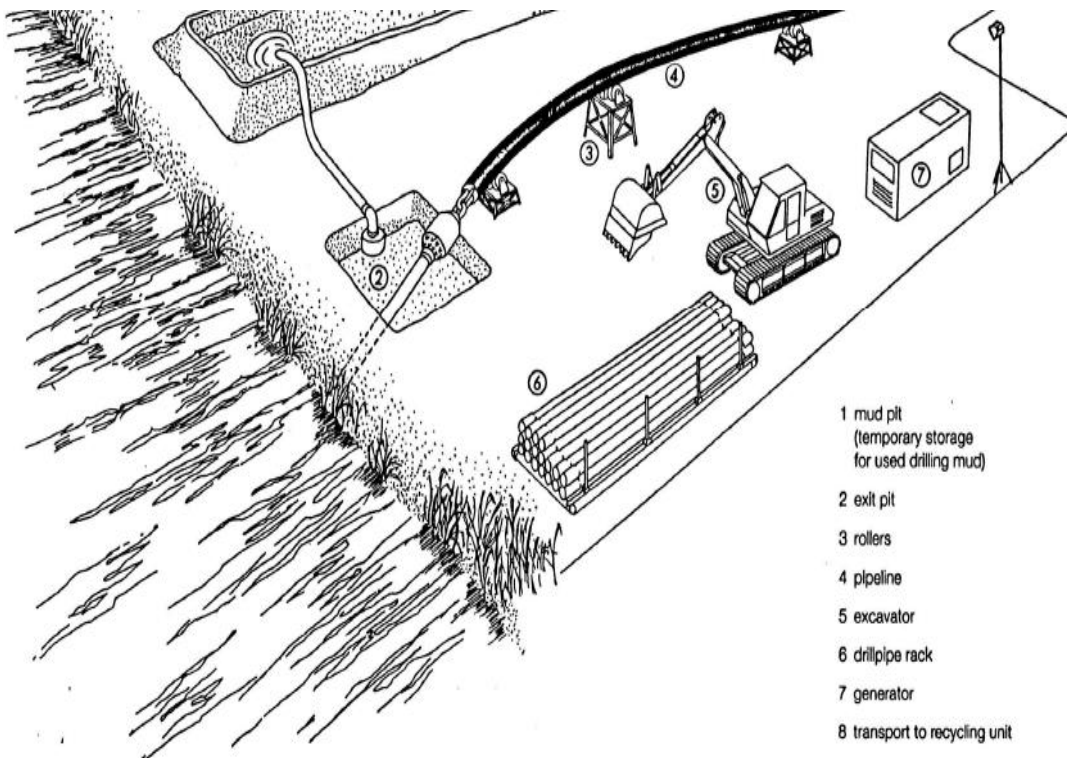


Figure 34 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

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

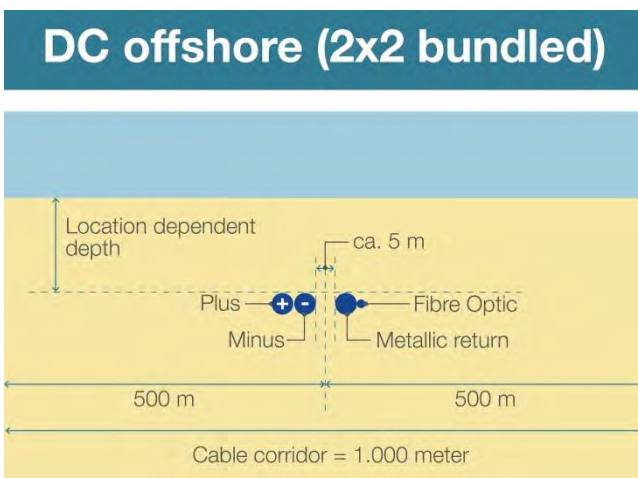


Figure 35b: DC offshore 2*2 bundled

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: Ω .

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.

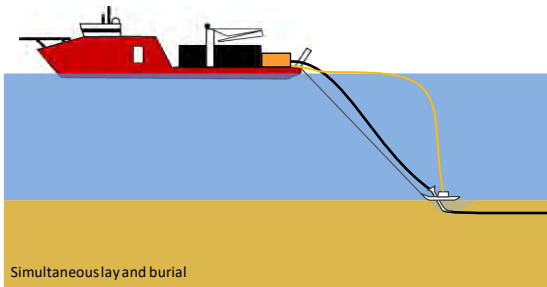


Figure 36 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

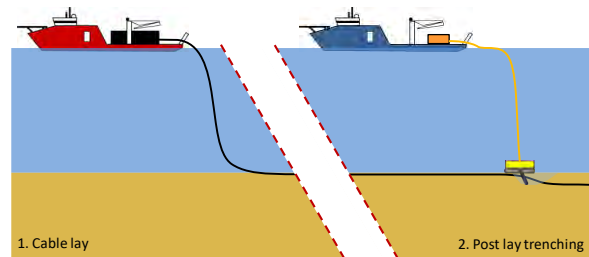


Figure 37 Post Lay Burial (PLB)

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.

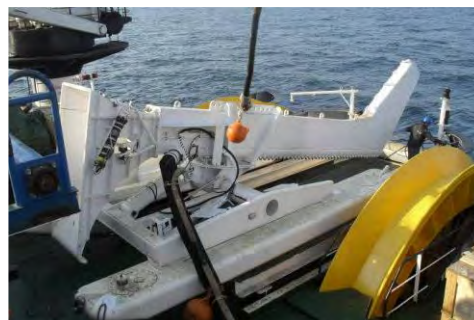


Figure 39 Typical Jet sledge

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.

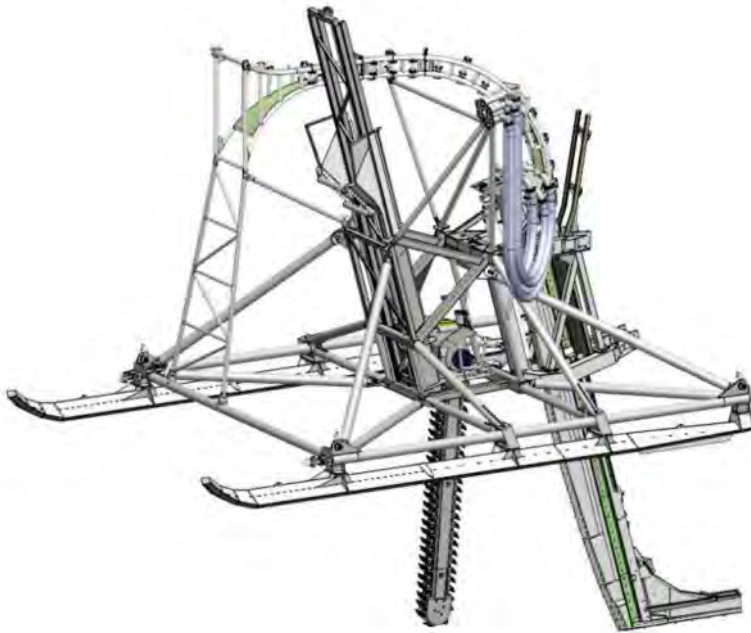


Figure 41 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger

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.

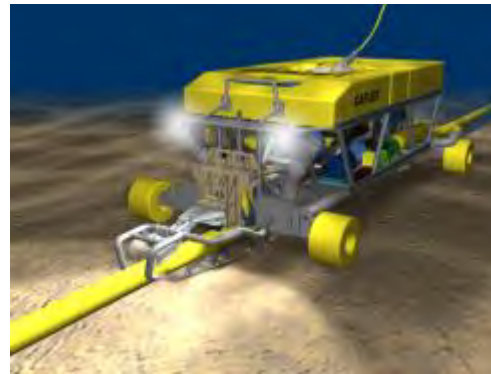


Figure 42 Typical ROV Jet trencher

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.

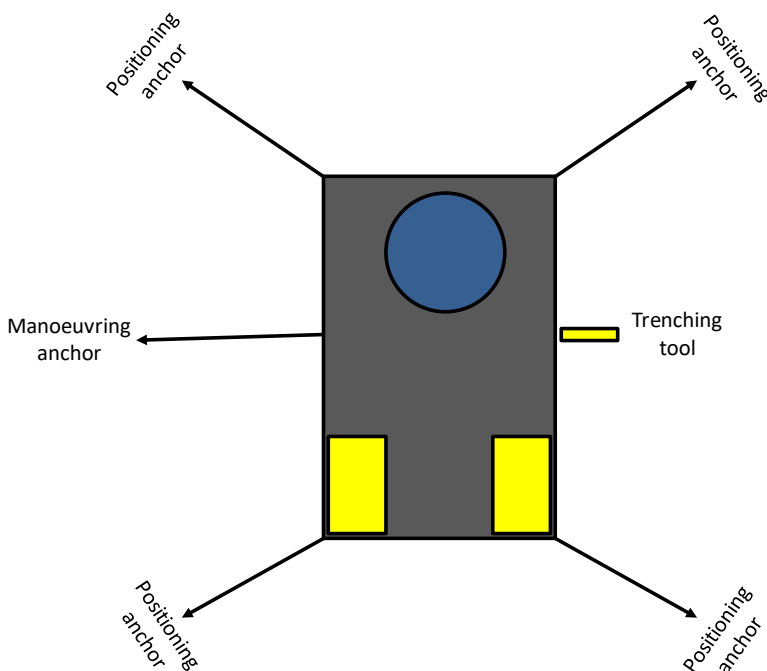


Figure 49 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge

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.

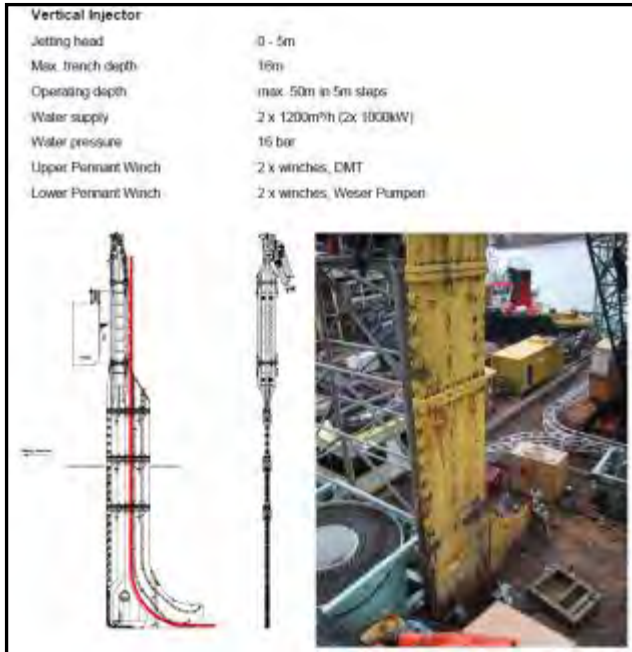


Figure 50 Vertical Injector



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 3rd party assets

The 525 kV submarine cable route crosses some in service 3rd 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 3rd 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 3rd 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.

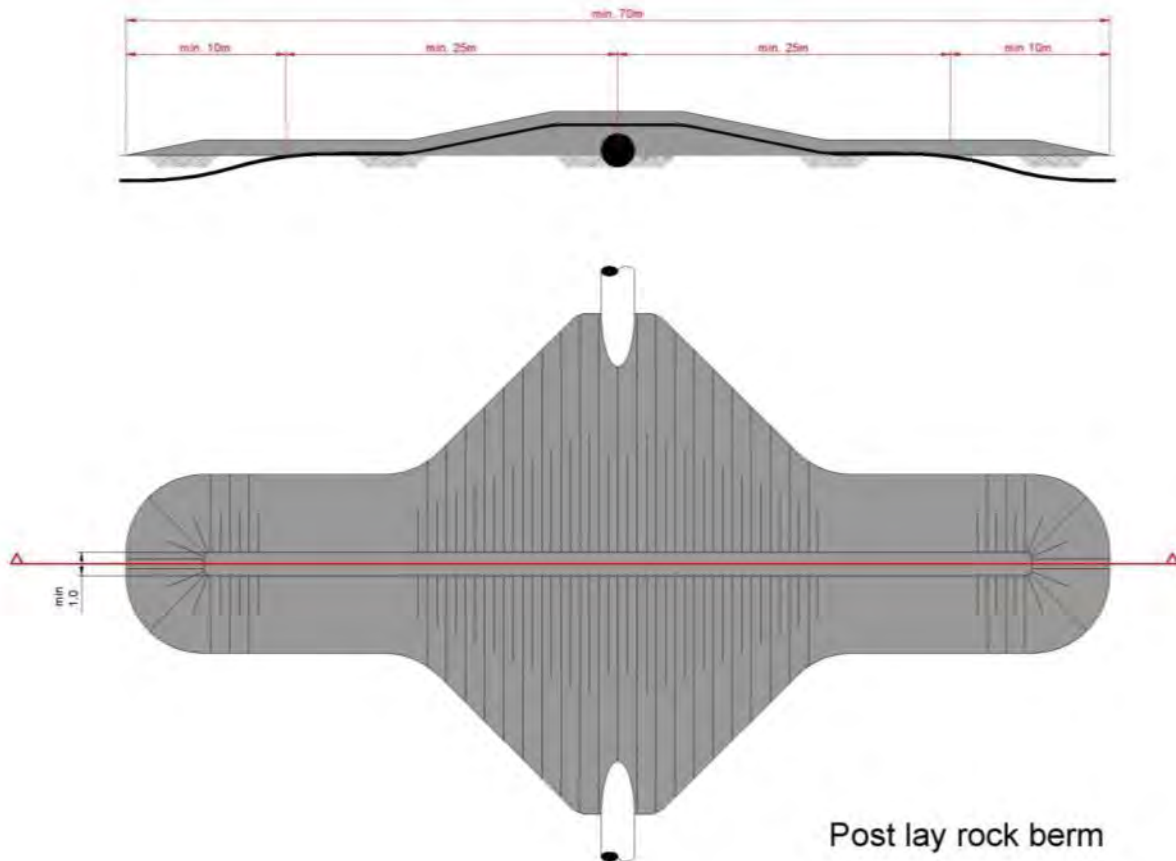


Figure 56 Typical rock - rock crossing structure

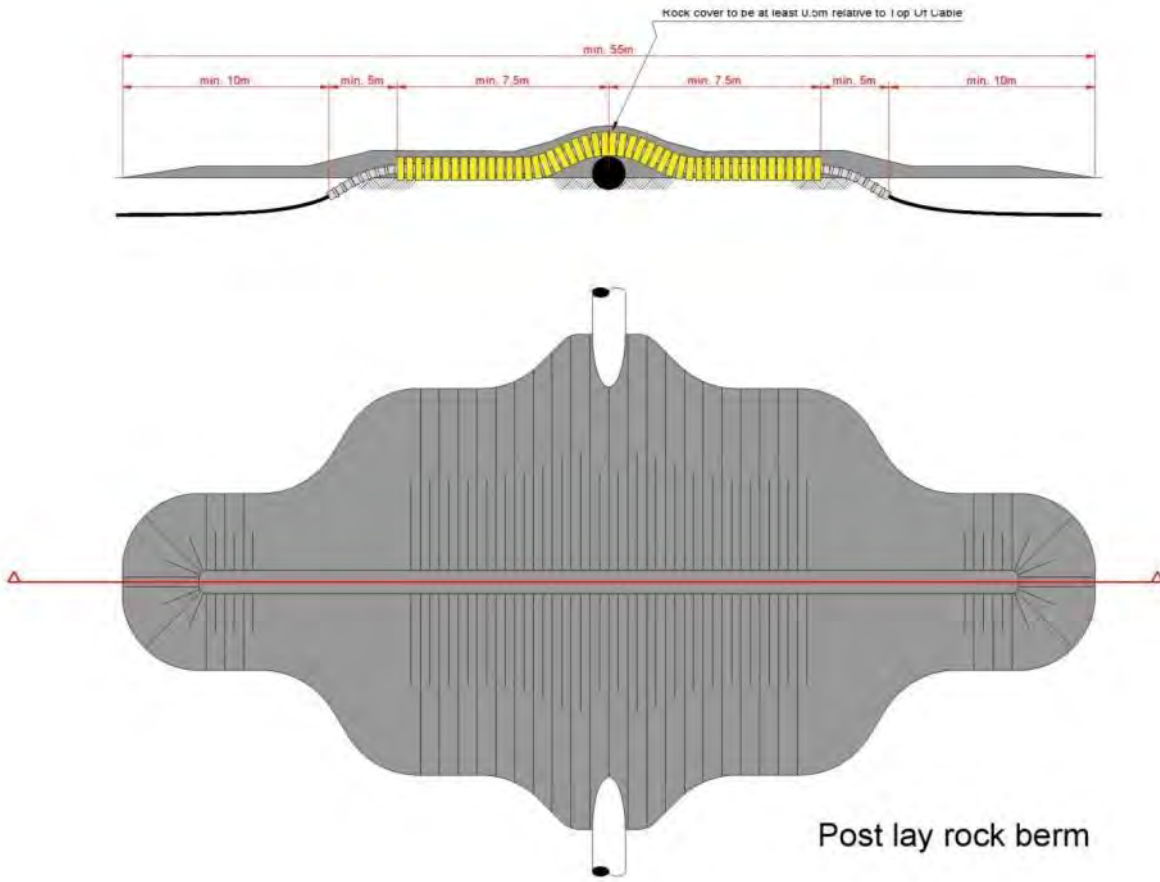


Figure 57 Typical separator - rock crossing structure

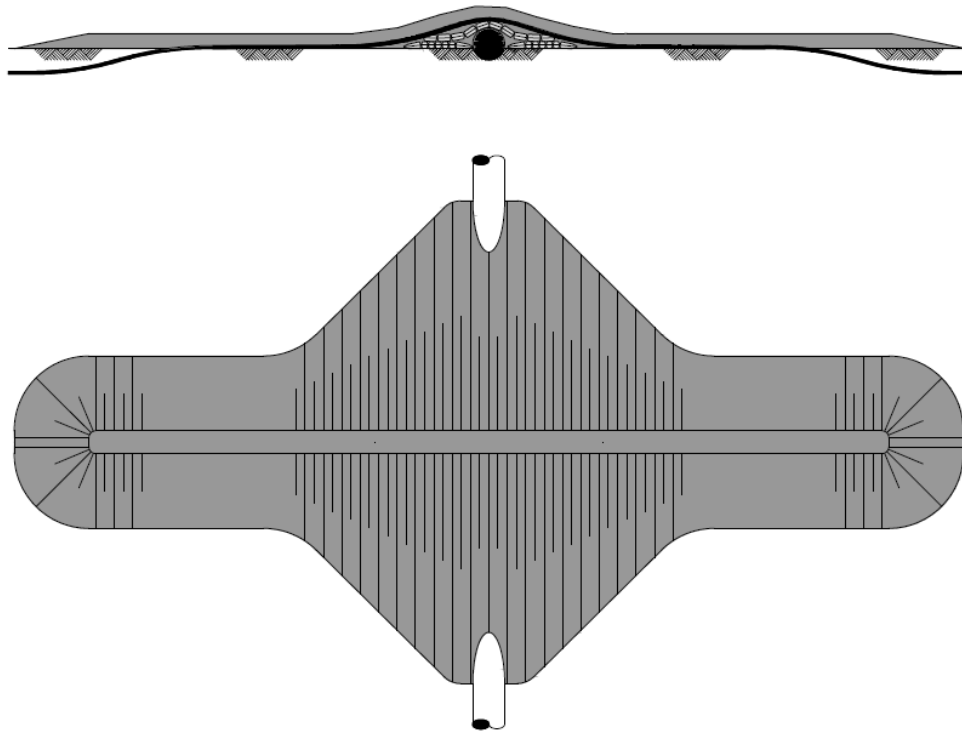


Figure 58 - Typical concrete mattresses - rock crossing structure

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

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the 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.

Bijlage 4 - MER Net op zee IJmuiden Ver Beta

Het digitale aanvraagformulier op het Omgevingsloket Online (OLO) biedt helaas niet de mogelijkheid om alle bijlagen van de aanvraag te uploaden, omdat de maximale grootte van de totale set aan bijlagen is begrenst. De omvang van het MER overschrijdt de maximale grootte.

Het MER inclusief bijlagen is om die reden toegevoegd via een WeTransfer-link in dit document. Wij adviseren u om deze direct na ontvangst van onderhavige aanvraag te downloaden, de link is 4 weken beschikbaar.

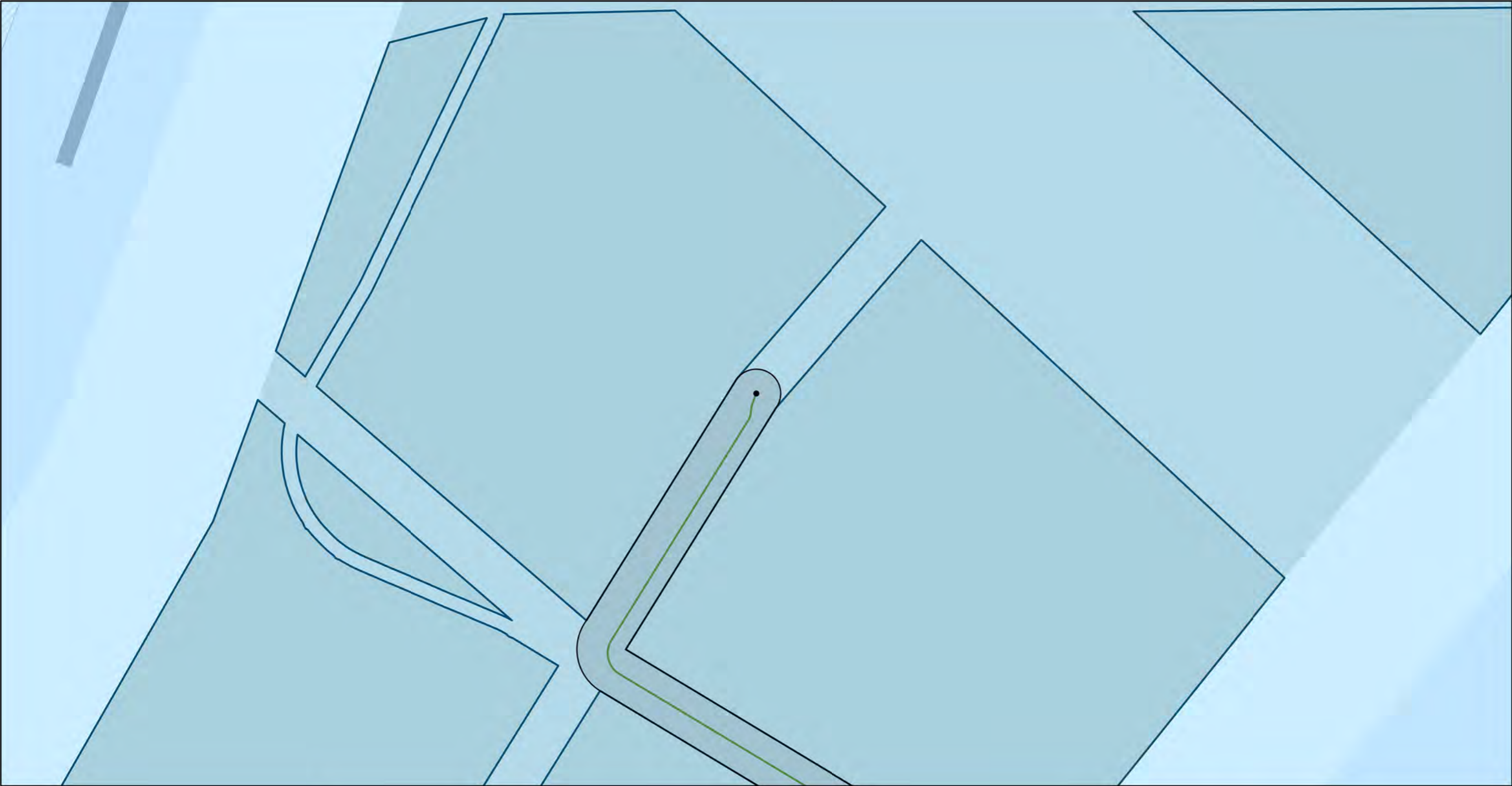
Downloadlink

U kunt bijlage 4 MER inclusief bijlagen via de volgende link tijdelijk te downloaden:

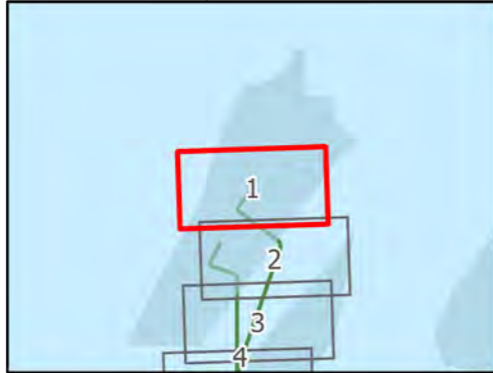
<https://we.tl/t-S85IMrhJUf>

In de link vindt u de volgende documenten:

- Samenvatting MER
- MER Deel A
- MER Deel B
- Bijlagen deel A
- Bijlagen deel B

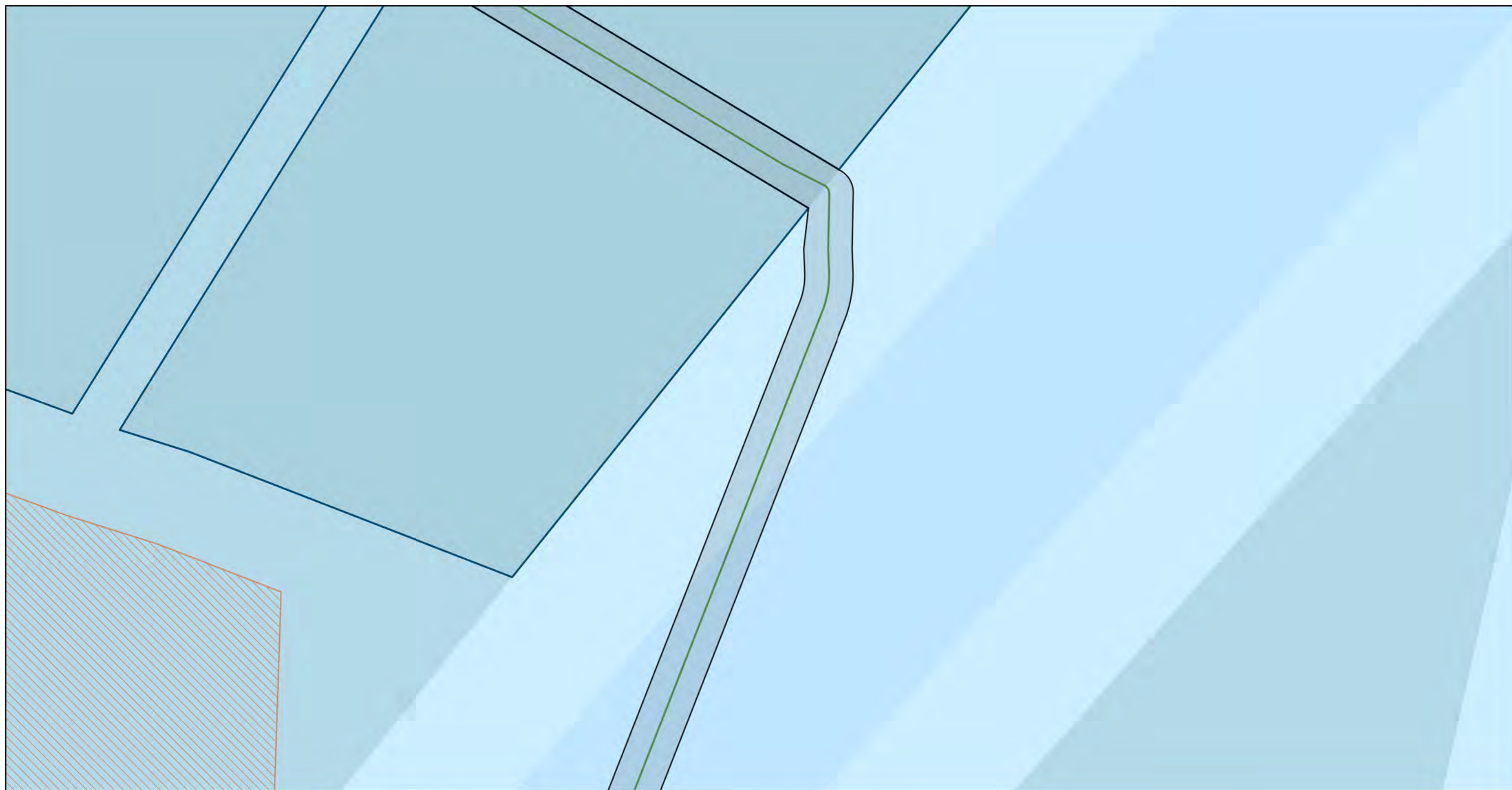


Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 1 van 9		
0 1 2 3 4 Km			




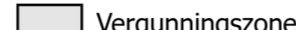



- Platformlocatie
- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Separatiezones**
- ▨ Separatiezone
- Windenergiegebied IJmuiden Ver
- Andere aangewezen windenergiegebieden

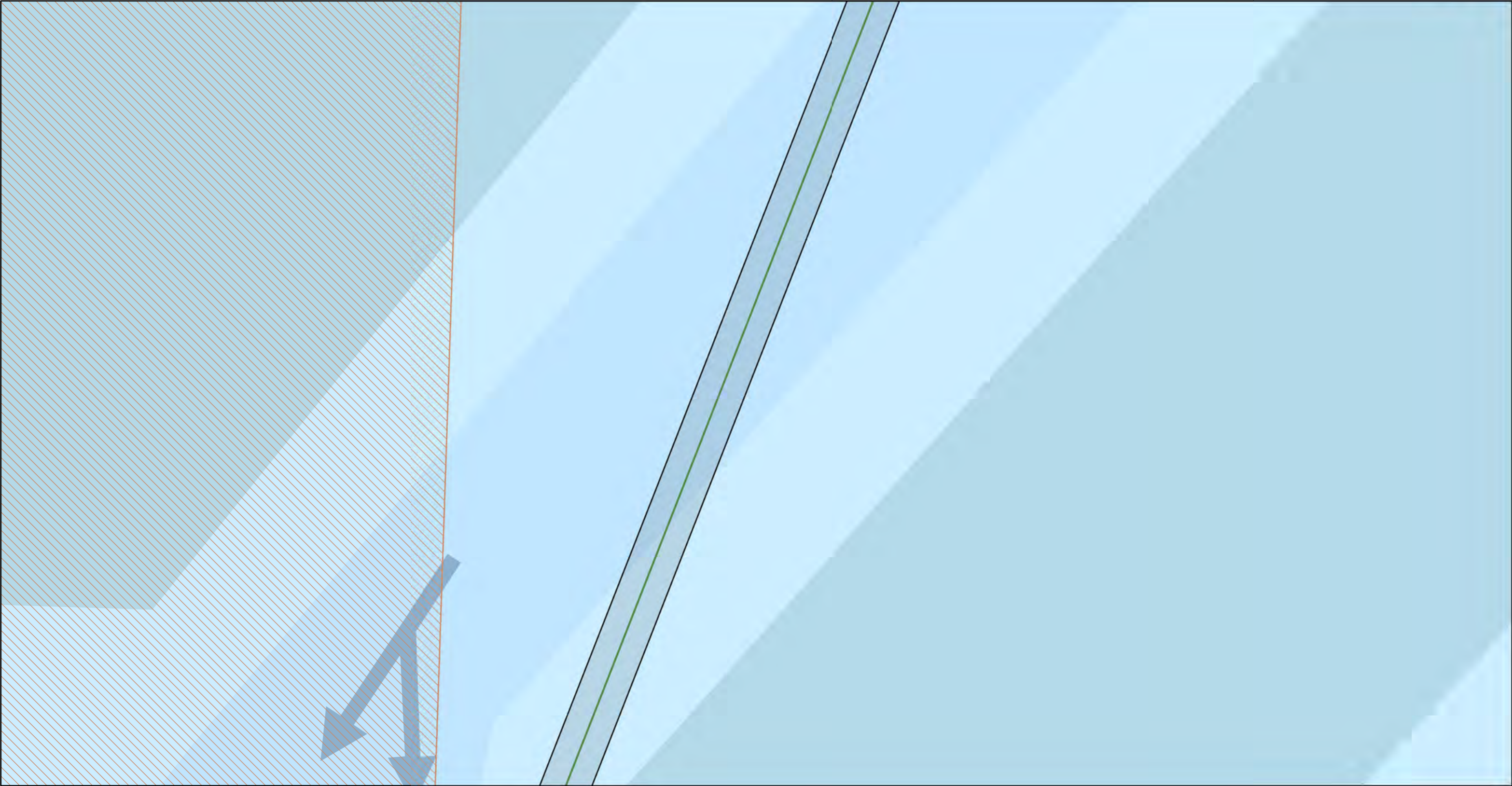
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 2 van 9		
0 1 2 3 4 Km		N	

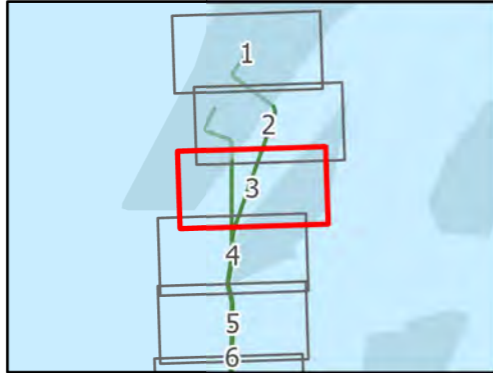


-  IJVer Alpha zee tracé
-  Vergunningszone
-  Indicatieve ligging Bruine Bank
-  Windenergiegebied IJmuiden Ver
-  Andere aangewezen windenergiegebieden



Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 3 van 9		

0 1 2 3 4 Km

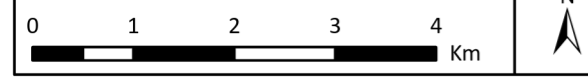


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Andere aangewezen windenergiegebieden

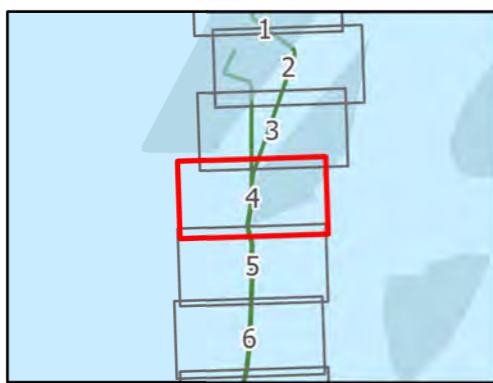
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



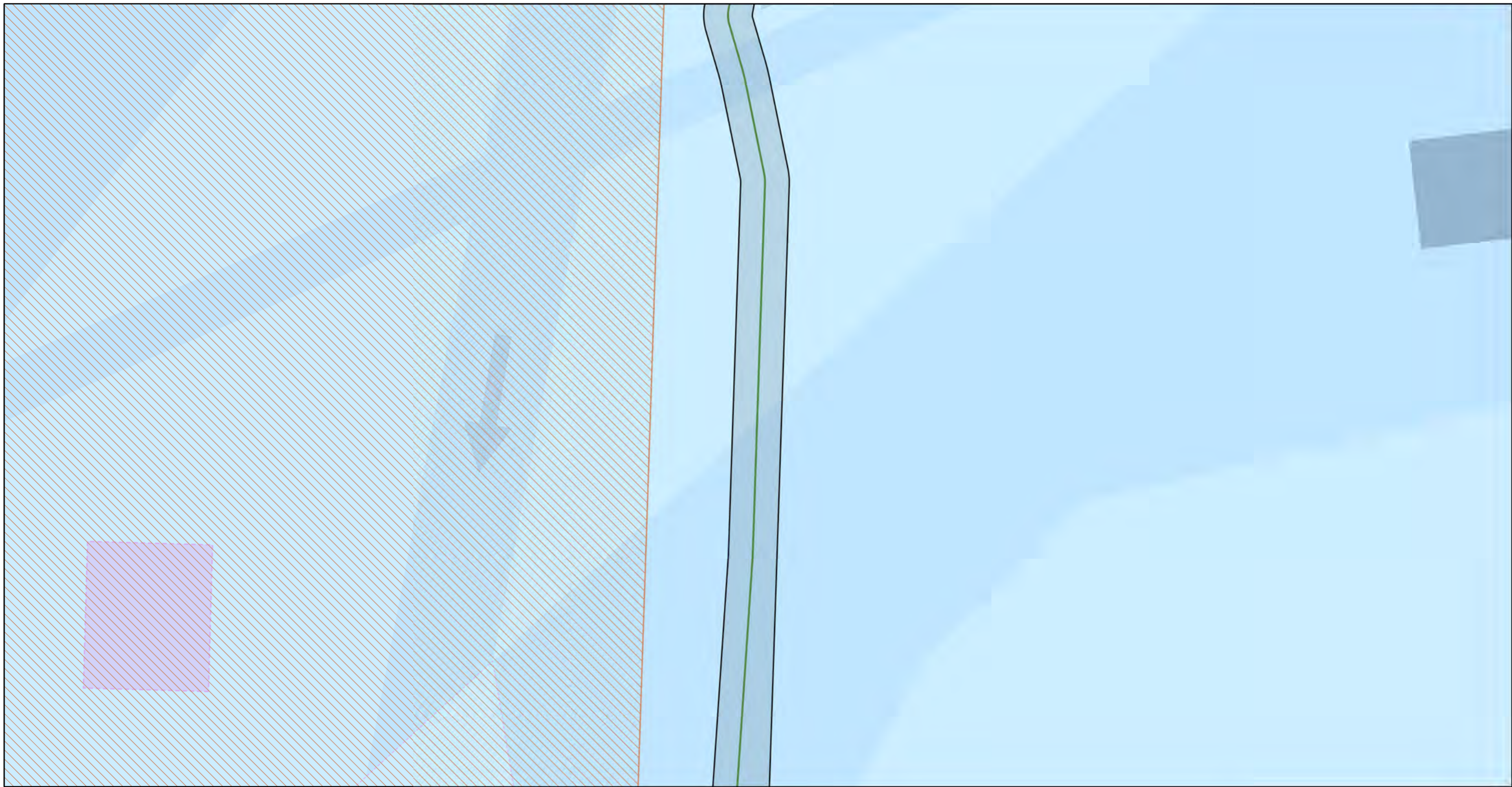
Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 4 van 9		



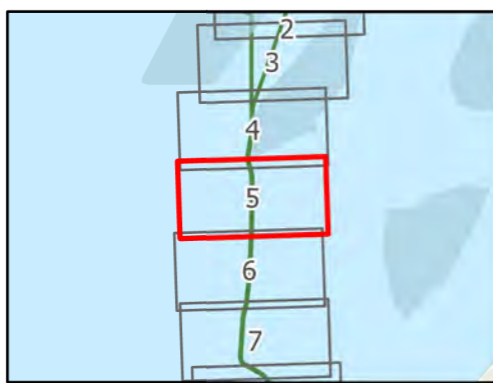
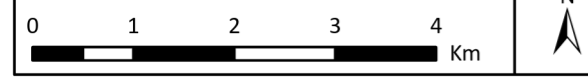
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Separatiezones**
- Separatiezone
- Andere aangewezen windenergiegebieden



Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 5 van 9		



- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank

- ### Separatiezones
- Special area
 - Te vermijden gebied
 - Ankergebieden
 - Andere aangewezen windenergiegebieden



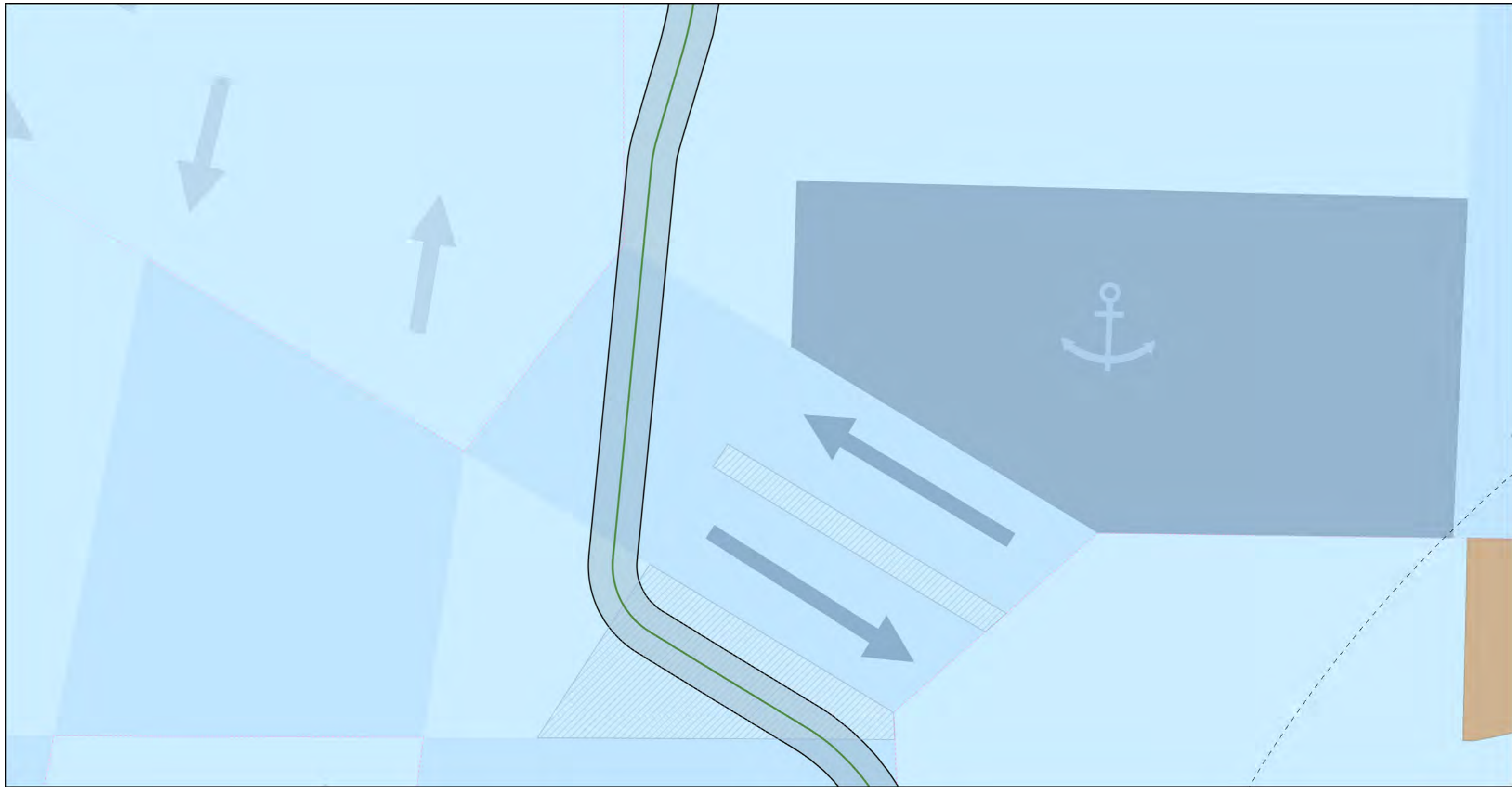
Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 6 van 9		

0 1 2 3 4 Km

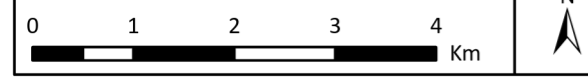


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- Indicatieve ligging Bruine Bank
- Separatiezones**
- Special area

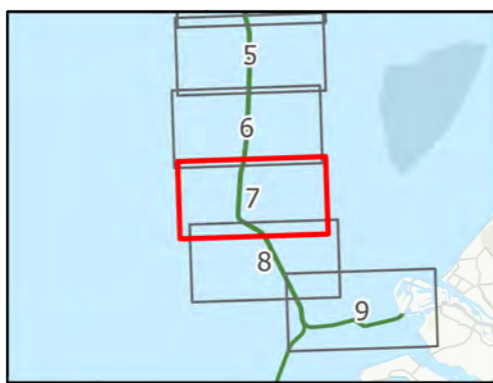
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 7 van 9		

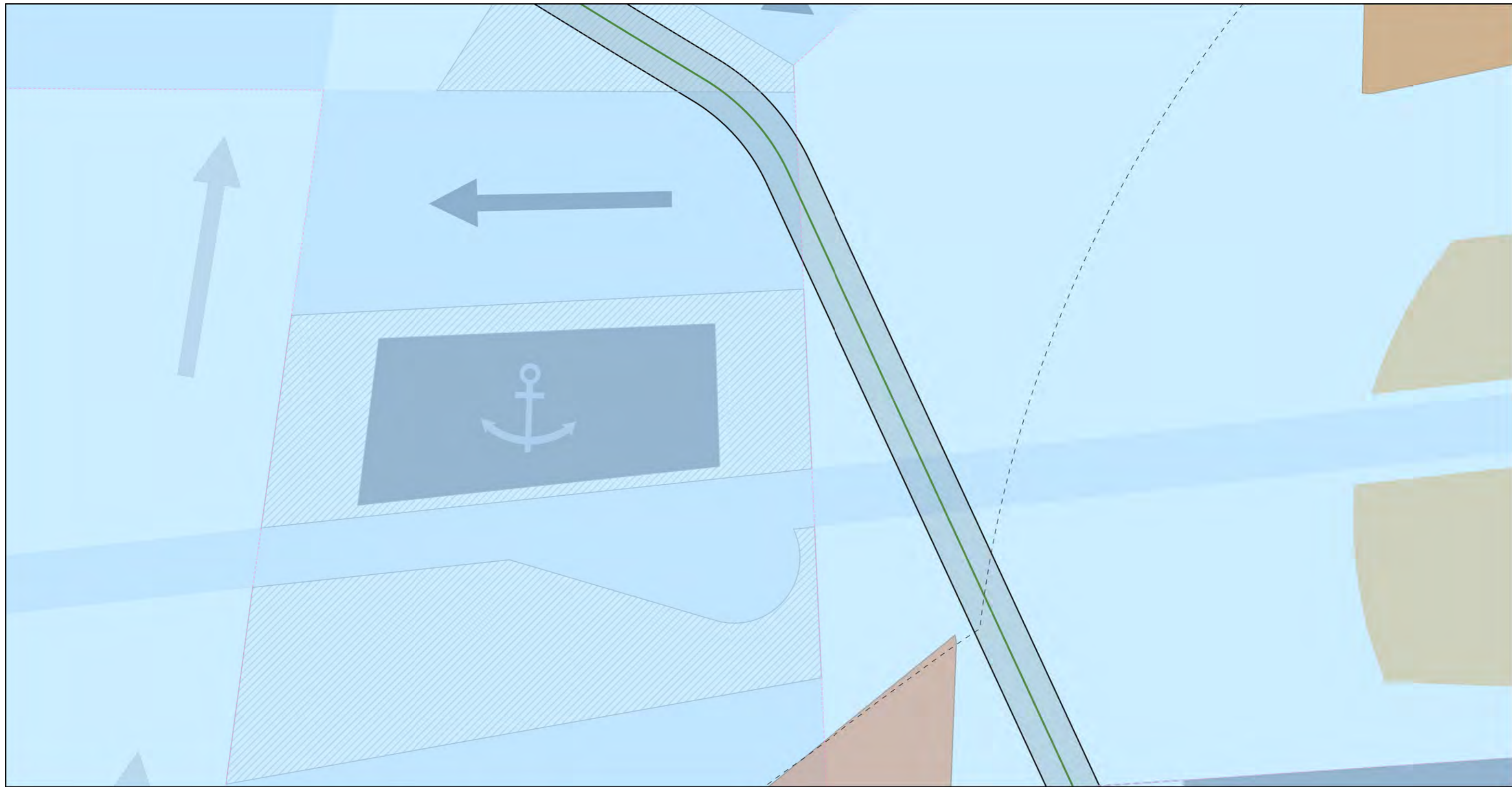


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

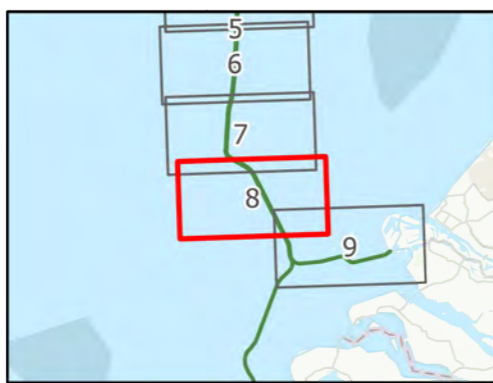


- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- 12-mijlszone
- Separatiezone
- Special area
- Vergunde zandwingebieden
- Toekomstige zandwingebieden
- Ankergebieden

Separatiezones



Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 8 van 9		
0 1 2 3 4 Km		N	



- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone
- 12-mijlszone
- Separatiezones**
- Inshore Traffic Zone
- Separatiezone
- Special area
- Vergunde zandwingebieden
- Toekomstige zandwingebieden
- Ankergebieden

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




Versie	1.0	Datum	24-9-2021
Schaal	1:75.000	Formaat	A3
Kenmerk	2109_beta_offshore kaartbeeld 9 van 9		
0 1 2 3 4 Km		N	



- Converterstation
- Lichteiland_Goeree
- IJVer Beta landtracé
- IJVer Alpha zeetracé
- Vergunningszone

- 12-mijlszone
- Separatiezones**
- Inshore Traffic Zone
- Special area
- Vergunde zandwingebieden

- Toekomstige zandwingebieden
- Ankergebieden
- Natura2000**
- Habitatrictlijn
- Vogel- en Habitatrictlijn

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 1 of 23 Date: 30-06-2021

TenneT Offshore 2GW:

Design Platform Design Report



Revision history

Rev	Date Released	Change	Author	Released by
1.0	30-06-2021	For Tender	ABO	GSC

Content

1	INTRODUCTION	4
1.1	PURPOSE OF THIS DOCUMENT.....	4
1.2	SCOPE	4
2	ABBREVIATIONS AND DEFINITIONS.....	4
3	REFERENCES	4
4	PROJECT DESCRIPTION	5
4.1	GENERAL	5
4.2	HVDC OFFSHORE SUBSTATION	5
4.3	STANDARDIZATION.....	6
4.4	SYSTEM REQUIREMENTS SPECIFICATIONS.....	6
4.5	DESIGN CONCEPT.....	7
4.6	FUTURE PROOF.....	8
5	FUNCTIONAL DESCRIPTION	9
5.1	TOPSIDE LAY-OUT CONCEPT.....	9
5.2	EQUIPMENT AND ROOM DISTRIBUTION PER DECK.....	9
5.3	MATERIAL HANDLING.....	15
6	STRUCTURAL DESIGN	16
6.1	CALCULATIONS.....	16
6.2	TOPSIDE.....	16
6.3	JACKET.....	17
6.4	SCOUR PROTECTION.....	17
6.5	TRANSPORT & INSTALLATION.....	17
7	OPERATION	19
7.1	OPERATIONAL MODES	19
7.2	ACCESS AND EGRESS	19
8	PLATFORM SYSTEMS.....	20
8.1	GENERAL	20
8.2	AUXILIARY POWER SYSTEM.....	20
8.3	COOLING	20

Platform Design Report

Revision: 1.0
Page: 3 of 23
Date: 30-06-2021

8.4	HVA/C	21
8.5	DRAIN	21
8.6	MATERIAL HANDLING.....	21
8.7	WATER SUPPLY.....	21
8.8	FIRE PROTECTION.....	22
8.9	SAFETY	22
8.10	COMMUNICATION.....	22
8.11	LIGHTING.....	23
8.12	EARTHING & BONDING	23
8.13	MODULAR LIVING QUARTER (MLQ)	23
8.14	ACCESS AND EGRESS	23
8.15	LAYOUT	23
8.16	STRUCTURAL.....	23

1 Introduction

1.1 Purpose of this document

The document is part of a set of Employer's Requirements specifying a 2GW Grid Connection System (GCS) and should be read in conjunction with the other Employer's Requirements.

1.2 Scope

The scope of this document is to provide a general description of the standardized 2GW platform considering a short description of all systems based on the equipment on-board, the arrangement of rooms and systems and the operational scenarios.


Where rooms housing specific systems are described, a short conceptual system description is included. For detailed system descriptions, reference is made to the System Design documentation and the System Requirements Specifications.

2 Abbreviations and definitions

HV	High Voltage
SRS	System Requirements Specification
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
GIL	Gas Insulated Line
GIS	Gas Insulated Switchgear
GW	Giga Watt
HC	Hydrocarbons
HV	High Voltage
HVDC	High Voltage Direct Current
kV	Kilo Volt
MW	Megawatt
TOTEX	Total Expenditure

3 References

DNVGL-ST-0145	Offshore Substation
---------------	---------------------

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 5 of 23 Date: 30-06-2021

4 Project Description

4.1 General

TenneT is developing 2GW 525kV bi-pole HVDC Grid Connection Systems between offshore wind farms and the onshore transmission networks in both The Netherlands and Germany. TenneT has developed a standardized platform, suitable to house the HV system of multiple HV suppliers as the basis for all future 2GW developments until 2030 and possibly beyond.

For this 2GW 525kV Grid Connection System both an offshore and onshore HVDC Substation is required. This project covers the HVDC Offshore Substation, connecting two 1 GW wind farms and converting AC power to DC power, transmitting DC power to another location, either to a DC land station via the normal DC export route or to another platform and/or land station via the so called multi-purpose Interconnector.

The first HVDC Offshore Substations being built under this concept are the IJmuiden Ver Alpha, Beta and Gamma developments of TenneT in The Netherlands, shortly followed by the BalWin 1, 2 and 3 development in Germany.

Throughout the pre-tender design phase attention has been given to the differences between both countries and locations where this standardized platform will be located.

General requirements are incorporated and where required, requirements are made specific for both countries and/or locations.

Furthermore, the goal of the pre-tender design is to realize a standardized platform design for a 2GW 525kV HVDC Offshore Substation with minimal Total Expenditures (TOTEX) and which is able to incorporate the high voltage systems from the different HV system suppliers.

4.2 HVDC Offshore Substation


The HVDC Offshore Substation comprises of a jacket foundation and a topside. The topside includes all the electrical equipment for connecting the wind farm to the onshore grid and via the Interconnector to another HVDC Substation:

- Four Converter transformers
- Two 66kV Gas Insulated Switchgear (GIS) modules
- One Air Insulated Switch Yard (AIS)
- Four AC/DC Converter Yards
- Two DC Switch Yards, one connecting the Export DC Cables going to the HVDC Onshore Substation and one connecting the Interconnector DC Cables going to another HVDC Substation
- Two Neutral Switch Yards, one connection to the Export Metallic Return Cable (MR) and one connecting to the Interconnector Metallic Return Cable.
- Four 66kV/0.4kV Auxiliary Transformers

The topside also houses the required control, protection and auxiliary systems required for a safe and reliable operation. Rooms and accommodation facilities are foreseen to carry out all the required maintenance tasks during the lifetime of the platform.

The jacket will support the topside and has the following key components:

- Two boat landings
- Four J-tubes for 525kV export cables
- Four J-Tubes for 525kV Interconnector cables
- Two spare J-tubes to connect future consumers
- Twenty Eight J-tubes for 66kV array cables arriving from the wind farms

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 6 of 23 Date: 30-06-2021

4.3 Standardization

TenneT has the objective of using standardized HVDC Offshore Substations. For TenneT's HVAC substations in The Netherlands, such a series of standardized HVAC substations is already achieved. For the German HVDC Offshore Substations, a standardization program has been carried out as well, resulting in a preferred lay-out of the 900MW HVDC Offshore Substations.

For the 2GW HVDC Offshore Substations, TenneT wants to take the next steps in standardization.

Major benefits of the standardized lay-out and auxiliary system concepts are that these are independent of the high voltage equipment suppliers. The pre-tender platform design uses generic data, taken as a representative average or maximum from the HVDC suppliers that took part in the Innovation Partnership. As a result, the platform design does present a design that fits with all HV designs, but is to be fine-tuned based on the actual equipment data during the detailed design phase. This fine-tuning should not jeopardize the standard that has been developed for both the layout and the auxiliary concepts.

Apart from obvious operational benefits, standardization brings more benefits to the goal of TenneT, lower Total Expenditure (TOTEX). Benefits are:

- Early stakeholder involvement on platform design
- Shorter project duration by e.g repetitive fabrication
- Lower risk for the Contractors as there is a pre-approved design
- Early involvement of the Certifying Authority
- Lower project execution cost, as many design steps and discussions have taken place prior contract execution
- Operational advantages.


The extent to which the pre-tender design package is fixed and where the remaining degrees of design freedom are, is described in the Systems Requirements Specifications (SRS). The design freedom has been limited to ensure that all future 2GW platforms will have the same system designs and operational principles and will only vary in the detailed execution.

4.4 System Requirements Specifications

For this project, the platform is described using a breakdown in systems.

For each system, the technical requirements are listed in the System Requirements Specifications (SRS) using the Systems Engineering (SE) methodology. This document is describing the resulting Standardized 2GW Platform design that is the outcome of the SRS and based on the high voltage designs as developed by five HVDC suppliers during a yearlong R&D phase (Innovation Partnership).

For details on requirements and design of platform systems, reference is made to the SRS and the design documentation.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 7 of 23 Date: 30-06-2021

4.5 Design Concept

The platform houses a 2GW 525kV bi-pole HVDC converter. The electrical flow for AC to DC conversion is followed in the platform design.

The AC current (import) arrives at the North side of the platform and leaves, after conversion to DC (export), at the South side the platform. Cables enter the platform in a straight line from where they arrive per J-tube. No cable crossings from North to South and vice versa are foreseen.

The electrical conversion system being a bi-pole system, is symmetrical over the poles of the HVDC system. This symmetry is in the lay-out over the length of the North-South axis, the main corridor. This symmetrical approach is also maintained for the placement of most Low Voltage (LV) & Auxiliary equipment. Equipment required for operating a specific pole is located at the same side of the corridor as the concerned pole. It also facilitates the requirement that maintenance to one pole does not affect the operation of the other pole.

Poles are named A and B, LV & Auxiliary equipment is named to the pole it is serving, e.g. Converter Cooling Room A and Converter Cooling Room B.

In case redundant LV & Auxiliary equipment is present, these are numbered 1 and 2, e.g. Auxiliary Transformer (Room) A-1 and A-2 and B-1 and B-2.

A few cross links at system level are made in order to increase redundancy and availability, e.g. in HVA/C and LV Power Supply.

The bi-pole includes redundancy, so for each pole, major electrical equipment is 2x 50% (GIS, Transformers, Converters and Reactors). This implies, transmission may continue at lower power output upon failure of one of these components. The electric redundancy is maintained within the platform lay-out by placing the major electrical equipment in separate rooms.

For the LV & Auxiliary power system, a similar redundancy per pole is maintained for switchgear and back-up batteries.

As a consequence of arranging the major electrical components following logic and short electrical connections, a rectangular, compact, empty box appears in the design at the lower deck levels. This rectangular empty box is used to house the LV & Auxiliary equipment and areas used for maintenance activities. Short walking distances between the more frequently visited LV & Auxiliary rooms are therewith achieved.

Operation and maintenance is facilitated by having all major traffic routes being indoor, shielding personnel and materials from the North Sea environment. Traffic routes are kept as much as possible similar over the decks, making them easier to navigate for personnel present on the platform.

No equipment is positioned outdoor, except for the Top Deck. This allows for all maintenance to equipment to be performed from deck level. No overboard maintenance activities are required.


For HVA/C and explosion relief dampers, maintenance is feasible from fixed outer decks or walkways.

Accommodation facilities for multi-day visits or maintenance campaigns are placed on the Top Deck of the platform in a so called Modular Living Quarter.

The platform may be accessed from sea by Crew Transfer Vessels or Offshore Support Vessels with a Walk to Work system or by air via helicopter.

The platform is kept as much a rectangular box as possible, with straight lines and level decks. This allows easy navigation when walking on the platform and for easier fabrication of straight sections and decks, resulting in easier assembly.

A flat & straight stressed skin is selected to allow for automated welding and to lower the risks for corrosion.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 8 of 23 Date: 30-06-2021

4.6 Future Proof

Multi-purpose Interconnector

On the Platform sufficient space has been reserved for a possible future DC connection to another HVDC Onshore or Offshore Substation, an 'Interconnector'. The connecting party at the other side of the connection may differ per Platform location. The high voltage equipment for this Interconnector is expected to be installed at a later moment in time, either still during the onshore construction phase or offshore while the HVDC System is already in operation. The following provisions have been made for the Interconnector:

- Four additional j-tubes have been installed on the jacket (DC+, DC-, neutral, fiber optic).
- The DC and neutral yards have been enlarged to house all the additional Interconnector related equipment.
- A separate pull-in room on deck 1 has been created for the Interconnector cables. This allows pulling and jointing of the cables without having to shut down the HVDC system. This minimizes downtime of the HVDC system during the installation activities for the Interconnector.
- The material handling concept ensures that offshore installation of all the Interconnector components is feasible.

Offshore consumers

The jacket is equipped with 2 spare 66kV j-tubes of which one has been reserved for the possible connection to an offshore consumer at 66kV level. This offshore consumer will connect to a 66kV bay in the 66kV GIS. Sufficient space in the 66kV GIS room has been reserved for these connections.

5 Functional Description

5.1 Topside Lay-Out Concept

The platform comprises 7 deck levels plus a helideck.

Each deck level is characterized by T-shaped corridors, facilitating way-finding. A central placed elevator near the T-crossing facilitates people and parts transfer over the platform. For personnel, a central placed, indoor staircase is positioned near the T-crossing between deck 1 and 5. In the same area, an elevator is located, allowing to transfer goods and personnel between all deck levels and the Top Deck. Using this set-up, all rooms within the platform can be reached via an indoor environment.

Outdoor stair cases are located at 3 sides of the platform. The West and East staircases are mainly meant for emergency escape (but can also be used for regular activities). The South staircase is also used to enter the platform from the MLQ on the Top Deck as alternative to the elevator which is positioned at the North side. This would prevent personnel having to cross the open top deck in case of bad weather.

Floors are kept at one level and raised floors are avoided (top entry cabinets), facilitating handling of materials during the service life of the platform. The need for stairs, other than to reach a next deck level is avoided.

The platform's double bottom is not used for equipment and is normally not accessible with local exceptions (e.g. tanks) and for structural inspections required during the operational life-time .

The following decks are defined:

Deck Number	Top of Steel
Deck 1	Elevation + 0.00
Deck 2	Elevation 4.500
Deck 3	Elevation 10.000
Deck 4	Elevation 15.200
Deck 5	Elevation 21.500
Deck 6	Elevation 34.500
Deck 7	Elevation 41.000
Helideck	Elevation 51.000


5.2 Equipment and Room Distribution per Deck

The following sections contain a brief description of systems and rooms present per deck level.

For a detailed description of all rooms, equipment present, their DNV classification, environmental conditions, lighting conditions, fire detection and suppression, etc. reference is made to the Room Book.

Deck 1 - HV rooms

Deck 1 contains for each pole, one of the converter rooms and the DC export area. At both sides of the platform, cable pulling and termination areas are available: 525kV export at the South side and 66kV import at the North side. HV areas, including the cable areas, are only accessible for authorized personnel when live. As a

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 10 of 23 Date: 30-06-2021

consequence the 66kV cable pulling areas are not utilized any further in the lay-out design, except for an area that will be fenced off which will be used as storage area after the 66kV pull-in activities have been completed.

The position of the converter and reactors may differ between HV designs. In this section of the platform, no fixed structural walls are present. The architectural wall present may be positioned or added as required for an optimum HV equipment placement.

With a cable area at both sides of the platform, the need for a cable deck on the jacket is eliminated. All cables may be pulled from within the topsides. Reference is made to the 66kV and 525kV Cable Pulling reports that demonstrate a selection of cable pulling methods from within the topsides.

In the standardized design, 66kV cables use connection boxes a couple of meters above the J-Tube hang-offs. From these connection boxes, the 66kV cables are routed to their designated GIS bay. This GIS bay is not necessarily the nearest by GIS bay. Crossing of 66kV cables is foreseen to avoid that disconnection of a complete GIS section leads to outage of a complete wind farm. The 66kV cable pulling areas are naturally ventilated.

The use of connection boxes allows the 66kV cables to be installed and connected to the GIS bays already onshore at the construction yard to reduce the length of cable to be pulled in offshore.

For the pull-in of the DC, neutral and fiber optic cables a separate room is created on deck 1 inside the DC rooms A & B (one room for the DC export and one room for the wind-connector). In this DC pull-in room the DC+ and DC- cables will be vertically pulled in and horizontally connected to pre-installed DC cables by using a cable joint inside this room. Each pre-installed cable is connected to the HV termination inside the DC room A & B. The neutral cable will be connected by using a vertical joint with a pre-installed cable connected to the termination in one of the neutral rooms on deck 5. The fiber optic cable is connected to a patch panel inside this DC cable pull-in room. Both cables are pulled in vertically as well.

Deck 1 - LV & Auxiliary Rooms

To facilitate operation & maintenance, Deck 1 contains most rooms required for these operations, for both short and long term visits. These rooms are expected to be visited the most frequent during campaigns.

Near the north-east boat landing, a locker room is positioned in order to allow exchange from survival suits to normal work clothing. A control room containing platform control HMI, is presented as well as offices, meeting rooms and a canteen for personnel. Workshops and stores are grouped around the central corridor, facilitating material transport over the platform.


Diesel storage system, drain systems and fresh water systems, including their tanks, are located on this deck level, near the bunker station in a room. Tanks (except the drain tank) are above deck to allow easy inspection and avoidance of entering the confined space between the Deck 1 and the bottom of the platform.

The diesel storage system contains the two diesel storage tanks, filter system to filter and recirculate the diesel over the tanks and the pumps to pump the diesel to the consumers on the Top Deck.

The drain system consists of a large drain tank collecting fluids from the hazardous drain system and the helideck. The collected fluid may be pumped to the bunker station for further treatment on-shore. Collected water fulfilling the < 5 ppm contamination level, may be routed overboard via the dump caisson.

The sewage produced by the rest rooms and canteen facilities are pumped to the sewage treatment plant on the Top Deck. Due to Dutch and German legislative requirements and Employer's zero overboard requirement, no sewage will be set overboard, even if this would be allowed under MARPOL regulation. A black water tank is installed to support short duration maintenance campaigns during which the sewage treatment plant is not operational.

The water system contains two storage tanks, UV sterilization and a hydrophore to distribute fresh water over the platform. Fresh water may be used for deck wash and is of potable water quality. A small mobile pump skid is

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 11 of 23 Date: 30-06-2021

provided, allowing to lower a pump via a caisson into the sea, feeding a water maker. Both the water maker and the bunker station may be used to fill the water tanks. The water supply systems and fresh water tanks are drained during unmanned periods. The hydrant system tank remains filled during unmanned periods.

One of the two ERT rooms is located on this deck level. The ERT rooms contain a change and storage area of the equipment of the Emergency Response Team. This ERT team may rescue injured personnel from dangerous situations. For the purpose of their own protection the ERT may make use of the hydrant system present on the platform. This hydrant system is not intended as a fire-fighting system.

The centralized foam system covers all rooms where more than 100 liters of hydrocarbons are present. Currently, these are the diesel room, the auxiliary transformer rooms, the main transformer rooms and the DC terminations. In case the auxiliary transformers are of the dry type, the foam protection may be eliminated from these rooms.

The outer areas of Deck 1 contain two free fall life boats, life rafts and provide space and lay-down for davit cranes positioned above the boat landings.

The elevator has doors at both sides at this deck level to allow easy transports of goods brought by a vessel to the platform.

Deck 2 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 2 mainly contains the LV distribution system, including the auxiliary transformers. For each pole, redundant LV supply is foreseen by 2x an auxiliary transformer, 2x a low voltage switchgear room and 2x a battery room per pole.

The rooms are mirrored over the corridor for the other pole. Keeping all LV Auxiliary Power System components close to each other, cable lengths are reduced and control and maintenance activities on the LV Auxiliary Power system centralized as much as possible.

The diesel generator sets, part of the LV Auxiliary power system are located on the top deck and connected using a bus duct.

The Auxiliary transformers are located in naturally ventilated areas, allowing flow of outdoor air through these rooms as cooling medium. The auxiliary transformers may be skidded in or out using the removable panels in the stressed skin wall. The design facilitates both dry-type or oil-filled auxiliary transformers.

The Communication Room 1 contains all the equipment for the Public Data System (Rijkswaterstaat) in The Netherlands and is used for the meteo station equipment in Germany and the equipment as defined under the Communication System (e.g. telephone, PA/GA, CCTV).

There is no North-South corridor between the Converter and DC rooms at this deck level.

Deck 3 -HV rooms


Deck 3 contains for each pole, a 66kV GIS room. These two GIS rooms house the cable bays, and connect via Gas Insulated Lines (GIL) to the above placed HVDC Converter Transformers.

The control & protection cabinets for the 66kV GIS are located inside the GIS rooms.

There is no North-South corridor between the Converter and DC rooms at this deck level.

Deck 3 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 3 contains for each pole, the converter cooling rooms. Apart from these rooms, all control & protection, metering and auxiliary control rooms are grouped on this deck.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 12 of 23 Date: 30-06-2021

The auxiliary control rooms house the control cabinets.

The location of the metering rooms at this deck allows for short cabling between GIS and metering rooms. One of the metering rooms is not utilized to its full extent. The space not utilized may be added to another room, allowing location of LV equipment, if required.

Placing the control & protection rooms on this deck level, allows for short connections of the (fiber optical) cables to all converter halls.

The converter cooling rooms are placed at the outer skirts of the platform, allowing for skidding operations during fabrication. Their location also allows for easy pipe routing to the air coolers on the Top Deck.

In case a HV design requires a primary loop through the converters and a secondary cooling loop to the air coolers, the space reserved in the converter cooling rooms allows for this.

A fire-fighting room for the centralized inert gas fire-fighting is also present on this deck level. The inert gas fire-fighting rooms houses the inert gas bottles and the manifold from which piping is routed to each protected area.

Deck 4 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 4 contains the HVA/C installations for the platform, allowing short routing towards the adjacent HVDC Converter rooms and auxiliary rooms.

HVA/C is redundant per pole with an additional cross-over, increasing availability during maintenance of the HVA/C equipment.

Deck 4 contains a North-South corridor over the complete length of the platform. This corridor allows easy access to piping, cabling and ducting and is mainly seen as a service corridor.

Deck 5 - HV rooms

Deck 5 contains for each pole, two 500MW HVDC Converter Transformers, four in total. The associated coolers are placed outside on cantilevers. The transformer rooms are naturally ventilated by louvres in the wall and ventilation hoods on the Top Deck. The ventilation buildings can be removed to allow lifting in and out the transformers.

Along the main North-South corridor, on each side and for each pole, a converter room and neutral yard are located. Instead of a corridor along gridline B, a tunnel is created allowing to pass underneath the HV connections (bushings) between GIS and Main Transformers which penetrate the walls under an angle. As the transformer rooms are naturally ventilated, these tunnels are also used as air-locks.

Above walking level, there is a crossing between the two neutral yards through the North-South corridor.


Deck 5 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 5 only contains two rooms to store the aerial working equipment required to perform maintenance on the converter towers. The exact location is to be determined during detailed design as the location is HV design dependent.

The corridor present near gridline B, is a tunnel type as overhead HV lines are running.

As the internal stair case cannot penetrate through the AIS switch yard, it ends at this deck level.

The outside deck on top of the Interconnector extension can be used for alternative storage space and to handle materials via the laydown area between a jack-up barge crane and Top Deck crane if the reach is insufficient. This

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 13 of 23 Date: 30-06-2021

outside deck is also used for the placement of an radar antenna and other antennas as indicated on the antenna area plan.

A second radar is placed at the north side of the platform at the corner of the transformer coolers.

Deck 6 - LV & Auxiliary Rooms

Deck 6 contains two HVA/C rooms, serving the adjacent converter rooms. One HVA/C system per pole with a cross-over between the two poles, increasing availability even further.

The long corridor reaches the elevator at the other side of the platform for maintenance purposes and provides access from the MLQ towards the inside of the platform without having to cross outside areas or walkways. The corridor may also be used to route piping and cabling.

At this deck level the elevator has doors at both sides, to allow access to the top of the transformer coolers and bring equipment to this level.

Deck 6, on top of the transformer cooler areas, is also used to place antennas as indicated on the antenna area plan.

Deck 7 – Top Deck

Rooms

Deck 7 houses several additional rooms. The heli-centre is used as waiting area for the helicopter as well as primary muster station. The first aid room has been positioned close to both the MLQ and the helideck, as well as the second ERT room. A pantry and toilets serve personnel working on the top deck, without having to enter the MLQ in dirty clothes and in case the MLQ may be removed in the future, these facilities remain in place. A second platform control room has been located in this building block as well. The main reason for a second control room and this position, is because during the night an emergency situation may occur during which the OIM should have direct access towards the CCTV and SCADA systems to evaluate the situation, without having to cross the platform all the way to the other side and deck 1. The Control Room 2 is also conveniently located next to the primary muster area. The Communication Room 2 is used for the cabinets related to the various radars and antennas on the south side of the Platform. The deck store can be used to store all the lifting equipment for the main cranes. The hazardous goods store and paint stores have been positioned away from the MLQ to lower the fire risk for the MLQ.


Modular Living Quarter

In case a Modular living quarter is present, it is located on the Top Deck South. This MLQ may serve as a complete independent living quarter with all associated systems, including a sewage treatment plant and its own HVA/C System. Several interfaces between the MLQ and platform systems are defined, but kept to a minimum (e. g. drain, water, auxiliary power).

Generator sets

Two permanent diesel driven electric generators are located on the top deck. These permanent generators are connected to the LV Auxiliary Power system using EPS boxes and bus duct.

Next to the permanent generators, space is reserved for temporary generators which may provide power to the platform during (de-)commissioning and maintenance campaigns when no other power sources may be available in sufficient power capacity. These temporary generators can be handled by the platform crane.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 14 of 23 Date: 30-06-2021

Air Coolers

The top deck houses the air coolers of the converter cooling system and the air coolers of the HVA/C system.

The air coolers are positioned as much as possible away from the helideck and the MLQ. This in order to avoid influence of heated air on the helicopter performance and noise impact on personnel residing within the MLQ.

Filter Hall

Between the air coolers and the laydown area, an area is reserved for a 66kV filter hall. In case such a filter hall is required for the correct functioning of the HVDC converter process, these filters may be positioned in this area inside a protecting shelter.

When planning such a filter hall in detailed design, care shall be taken for walk and escape routes as well as material handling provisions.


In case no filters are needed in the design, the layout of the top deck may be further optimized.

Platform Cranes

The top deck houses two platform cranes. All outside lay-down areas are in reach of one of the cranes, except for the most southern one connecting to the main North-South corridor on deck 1. The cranes are located at the East and West center of the platform. Both cranes can be used to offload goods from visiting platform supply vessels, but only the East crane for bunkering operations. Air coolers have been arranged so that as much as possible risks of falling objects is reduced when lifting platform supplies to the lay down and storage areas. However, the air coolers have still been kept in reach of the cranes to support maintenance activities. The MLQ is also in reach of the main crane, in case future removal or replacement is required. The helideck can be reached by one of the main crane as well.

Helideck

An aluminum helideck is located on the top deck on a space frame. The final height of the helideck shall be determined during detailed design based on the meteorological data and final lay-out of the MLQ.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 15 of 23 Date: 30-06-2021

5.3 Material Handling

All material handling activities during the construction phase, operational phase and for the scheduled and unscheduled maintenance activities have been considered during the basic design, but some aspects need to be detailed during the detailed design phase as the final details on the components were not available.

The basis for the material handling layout are the 3m wide North-South and East-West corridors throughout the platform, all ending in outside laydown areas. For the internal transport between decks the elevator can be used for smaller items and the cranes for the larger components.

Any replacement items on maintainable equipment should consider the minimum walkway widths. The exception to this are items inside the HV rooms that are equipped with removable panels with direct access to laydown areas directly. The locations and dimensions can be optimized during detailed design. These openings may also be used during the fabrication phase of the platform.


The maintenance and material handling concept for the air coolers needs to be further detailed during the detailed design phase, but they have at least been positioned in reach of the cranes to allow maximum flexibility.

In case the main transformers need to be replaced during the lifetime of the platform, the ventilation hoods on the top deck can be removed and the transformer has to be lifted out by a floating crane vessel. During detailed design further provisions will have to be designed to allow this operation to take place.

Lifting to and from Crew Transfer Vessels pushed against the boat landings is done by means of two davit cranes.

The transfer of materials via a Walk-To-Work bridge system has also been considered. Pallets or other smaller objects or lifting bags transferred via these system should be further transported from the landing areas towards other areas of the platform. Therefore the davit cranes positioned above the boat landings can also reach the W2W landing areas at the intermediate platforms.

In case a jack-up barge is positioned next to the platform, the transfer of materials can either be done by platform crane or jack-up barge crane. In case the reach is insufficient to directly transfer between the top deck and jack-up barge, the laydown area on deck 5 is used as intermediate transfer area between the two cranes.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 16 of 23 Date: 30-06-2021

6 Structural design

6.1 Calculations

For the structural design, dimension-wise a 'one-size-fits-all' principle has been used, but for the weights representative average values have been used to come to a representative design. The final structural design will need to be based on the weight and footprints of the final equipment. Modifications may be required for a specific HVDC design (e.g. footprint interface, penetration locations, etc).

Inplace calculations have been carried out and verified by an external certifying body as proof of concept.

Transport analysis have been performed to demonstrate the limits within which the platform and the incorporated HV, LV and Auxiliary equipment may be transported, both for a long transport using an HTV and a shorter transport on a barge.

The 2GW platform pre-tender design is based on the DNVGL-ST-0145 – 2020 edition.

There is a distinct difference between the Structural Codes & Standards to be used for The Netherlands and for Germany. The pre-tender design is suitable for both The Netherlands and Germany, however during detailed design different design codes have to be used.

DNVGL- OS-C101 is the leading code to be used for detailed calculations for projects being installed in Dutch waters. For German waters, EUROCODES have to be used. Reference is made to DIN 18088 for application of Eurocodes offshore.

All design calculations performed during the pre-tender design are based on the DNVGL-OS-C101 method. As detailed location specific data is not available yet for each installation location, these detailed calculations shall be made during detailed design phase. During the pre-tender design typical data from a neighboring platform have been used.

6.2 Topside

The structural configuration of the topside is a stressed skin design with plate stiffeners.

The bottom of the topside is a double bottom, assuring a flat outer surface for ease of maintenance.

This closed box bottom design allows the topsides to be fabricated, loaded out, transported, loaded in and installed on various manners without the need of local strengthening of the topsides.


The double bottom is not used to house any equipment (except for the drain tank and some piping). The stiffened side walls and decks overspan the large HV areas without local supporting by columns and/or bracings.

There is one longitudinal structural wall near gridline 2. Two other transverse structural walls are placed near gridlines B and C. On the highest decks, the structural wall near C is not present.

Decks and walls have been strength checked for penetrations for a typical HV set-up. Penetrations may have to be repositioned for a particular HV design.

HV equipment weights and dimensions have been accounted for in the generic structural design. However, this generic structural design does require adaptation to the final HV design during Detailed Design.

Apart from the structural walls named above, all other internal walls inside the platform are non-structural, non-load bearing walls and may be, strength wise, penetrated on any location.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 17 of 23 Date: 30-06-2021

6.3 Jacket

The jacket design is challenging due to the many constraints:

- Large number of j-tubes
- Support the various installation options
- Standardization of the topside layout
- Water depth restrictions and tight tolerances with the installation vessels

The jacket is a frame structure with eight legs supporting the various installation methods.

A post-piled concept with piles driven through pile sleeves is part of the design, with mud mats supporting the jacket during the temporary un-piled condition. After piling, grout is introduced between the sleeves and the piles.

The jacket has been designed for a typical water depth in the Dutch sector and generic soil conditions. Since the water depths in the Dutch sector are much less than in the German sector, those posed the most challenging conditions for the float-over and catamaran lift options, as the clearances are tight. This aspect requires special attention during the detailed design. A feasibility check has been performed on a similar jacket design for the German sector, using expected water depth on this location.

Alternative jacket designs are possible, e.g. a split jacket. Feasibility studies have also been performed for split jacket configurations and concluded this option to be feasible as well for the standardized topside design.

The North tower is supporting all the J-tubes for the wind farms and the South tower is supporting all the J-tubes for the DC connections.

The jacket's houses means to access the platform: two boat landings.

The jacket will have to be tailor-made for the site specific soil conditions and water depths.

6.4 Scour Protection

Scour protection is foreseen under the full substructure and around the platform and is intended to protect the array and export cables for scour effects.

6.5 Transport & Installation

Transport topside

For the topside, two transport analyses have been performed as input for the structural design:


- Transport to Europe with Heavy Lift Vessel: topside including auxiliary and HVDC equipment
- Transport to the installation location: Topside including auxiliary equipment and HVDC equipment – barge restricted tow.

Installation topside

The topside is designed to be able to be installed and removed by two installation methods:

Float-over

For the float-over scenario the topside will be installed by a barge where the topside will be placed on a deck support frame to install the topside at the required elevation taking the air gap into account. The barge with the topside will sail to its installation location where the barge will be maneuvered in the float-over slot between the two jacket towers. The barge will be ballasted and the topside weight will be transferred to the jacket. Leg mating units are installed on the jacket to absorb the first impact and for gradual load transfer. After set down of the topside the barge will be ballasted further to obtain sufficient clearance for the exit.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 18 of 23 Date: 30-06-2021


Catamaran lift installation

The catamaran lift installation vessel will pick up the topside at a transfer location with sufficient water depth to allow the vessel to be submerged to the required elevation. The topside will be transferred from the barge to the vessel and picked up by six loading arms. The topside is supported at the underside of the double bottom by yoke plates. With this configuration the catamaran vessel will sail to the installation location. The vessel will sail with its two bows around the jacket and lower the topside on the jacket legs by transferring the weight gradually by its motion compensated lifting beams. After set down the beams will be retracted and the vessel will sail away from the jacket.

Installation jacket

The jacket is designed to allow for two installation methods of the topside. The jacket structure consists of two towers connected via a braced structure. The distance between the legs is sufficient for a float-over installation and the elevation of the slot is sufficient to provide enough exit clearance for the vessel after set down of the topside. The jacket width is small enough to allow sailing around with the two bows of the catamaran lift installation vessel.

The jacket will be installed by a lifting operation which can be performed by a crane vessel or a jacket lift system. After set down on the scour bed the piles will be stabbed into the pile sleeves and driven into the soil. After this the connection between skirt pile and the sleeve will be grouted for a permanent connection.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 19 of 23 Date: 30-06-2021

7 Operation

7.1 Operational Modes

The normal operation mode is characterized as an unmanned mode. This implies that all auxiliary systems shall be capable of autonomous operation: the equipment may be started, stopped and reset remotely but once in operation, the equipment shall maintain its operation, within programmed limits, without interference of any operator.

The following temporary manned modes are possible:

- A. One day corrective maintenance trip without overnight stay
- B. Multi day corrective maintenance trip with a maximum of two overnight stays
- C. Planned preventive and corrective maintenance campaigns with more than two overnight stays. This mode shall be feasible for four uninterrupted weeks)

For the planned maintenance campaigns and (de-) commissioning activities, a Modular Living Quarter is present, providing overnight accommodation, including office space, kitchen, mess room and gym.

The maximum manning is 48 personnel on board (PoB), and the number of cabins provided caters for this.

Since the platform will be manned from time to time, it is to be certified as Type B in accordance with DNVGL-ST-0145.

7.2 Access and Egress


The following provide means of access or egress to the platform during normal operations:

- NE boat landing access
- NW boat landing access
- Three Walk to Work access points on the bottom of deck 1, on three different corners of the platform
- Two Walk to Work access points below deck 1 at the boat landing ladder to allow different vessel sizes to be used
- Helideck

In addition, the following provide additional means of egress in emergency operation:

- Northern free-fall lifeboat
- Southern free-fall lifeboat
- Throw-overboard life rafts at the north and south sides
- Descender devices
- Boat landing ladders

The primary muster area is located in the heli-center on the Top Deck. Secondary and Tertiary muster areas are located near the free-fall life boats on Deck 1.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 20 of 23 Date: 30-06-2021

8 Platform Systems

8.1 General

The HVDC Offshore Substation is broken down into the following systems. This breakdown has also been used for the SRS. Items existing within several systems, co called Typical are defined (e.g. piping, pumps, electrical cabinets) and requirements formulated in separate SRS.

This chapter only gives a very brief introduction to the installed systems. More detailed descriptions are given in the respective SRS and design documentation.

Auxiliary power	Water supply	Earthing & bonding
Converter cooling	Fire protection	MLQ
HVA/C	Safety	Access & egress
Drain	Communication	Structure
Material handling	Lighting	Layout

8.2 Auxiliary Power System

This system consists of the auxiliary power supply and distribution throughout the platform, including the auxiliary transformers, diesel generators, UPS system, batteries and distribution boards.

The single line diagram has been developed as the new standard for the 2GW auxiliary power system which describes the system's redundancies and how this relates to the bi-pole configuration.


8.3 Cooling

A change to former HVDC Offshore Substations is made with respect to the cooling of the HV components. Historically, seawater has been used as cooling medium to cool transformers and converters on the HVDC Offshore Substations.

On the 2GW HVDC Offshore Substations, the Converter Transformers are cooled using natural ventilation in the transformer rooms and large outside radiators, placed on cantilevers and protected by bird cages. The HVDC converters are water cooled at the converter side. This water is not cooled against a secondary seawater loop but directly transported to air coolers positioned on the top deck.

The platform design also allows the installation of a secondary water loop being cooled against aircoolers on the top deck, instead of the single loop solution. However, such a system will result in a larger required capacity of air coolers as there will be intermediate heat exchanges, lowering the efficiency of the air cooling loop and increases losses. Hence, TenneT prefers a single loop cooling system.

The HVA/C system uses its own air coolers. TenneT prefers to have these of the same make and type as the converter air coolers to simplify maintenance activities.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 21 of 23 Date: 30-06-2021

8.4 HVAC

The HVA/C system is designed to maintain the required indoor air conditions within the platform. The indoor conditions may be defined by the equipment and/or the personnel present. This implies that the indoor conditions for a room may vary between unmanned and manned.

The rooms can be divided into HVDC rooms, Auxiliary rooms and Personnel rooms. Each of these groups of rooms is provided with a dedicated HVA/C system, including a split per pole for the HVDC rooms. This system modularity is meant to maximize the availability, while reducing the risk of potential loss of functionality of critical equipment. It enables maintenance on one pole without interrupting the other pole. A cross-connection between the HVA/C systems for pole A and B is in place to provide extra redundancy.

The HVA/C system is designed to make use of the waste heat emitted by the equipment in the HVDC rooms and Auxiliary rooms by recirculation and heat recovery systems. For the HVDC rooms the use of cooling by fresh air is maximized to reduce chiller operation.

8.5 Drain

The Drain system collects liquids, such as rain fall, oil spillages or exceptional spillages due to equipment failure such as a leaking transformer. Small indoor spillages are mainly handled locally by dedicated drip pans or similar. Larger volumes of liquids will be processed via a drain system. The drain system identifies three typical liquid flows that are each separately processed based on their origin;

- Hazardous; (potentially) contaminated coming from equipment leakages,
- Non-hazardous; rain water or processed fresh water,
- Sewage; sanitary and treated sanitary disposals.


Fluid contamination, resulting in hazardous liquids can come from two potential sources: equipment with glycol content and equipment with oil (HC) based content. In case hazardous liquid volumes can be mixed with non-hazardous liquid ingress (such as rain water) these volumes are routed via an oil analyser or glycol analyser (depending the origin of the fluid). In case the contamination is below the set criteria the liquid will be handled as non-contaminated fluid downstream the analyser. In case the contamination is above the set criteria the fluid is routed towards the drain tank. In case there is no risk of liquid volume increase due to non-hazardous liquid ingress these are directly routed towards the drain tank or collected locally in a sump tank.

8.6 Material Handling

The Material Handling system describes all facilities related to material handling on the platform and between visiting vessels and the platform. See section 5.3 for additional information.

8.7 Water Supply

This Water Supply system is supplying water to all fresh water consumers. The water supply system is fed via two large storage tanks. These tanks can be either filled via a bunkering operation with a Platform Supply Vessel or via a fresh water maker that produces fresh water from sea water. The fresh water maker is fed by a sea water lifting pump which is lowered inside a sea water intake caisson. From the two tanks the fresh water is treated by means of filtering, chlorination and UV-sterilizer and distributed by two pumps throughout the platform for potable usage, deck wash purposes and sanitary purposes.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 22 of 23 Date: 30-06-2021

The water supply system also provides fresh water to the hydrant system. The hydrant system consists of independent tanks, pumps and distribution header. The hydrant system is intended for the Emergency Response Teams in case they require water for personnel protection during rescue operations. Hydrants connections are positioned on strategical locations.

8.8 Fire Protection

The Fire Protection System consists of fire detection, active fire protection and passive fire protection.

The Fire Detection System contains automatic detectors, manual call points and beacons. The type and amount of detectors varies per room, based on the processes in these room (e.g. dual detector dependency type B, single detection with integrated false alarm prevention, aspirating smoke detection).

The passive fire protection provides measures to avoid the spreading of fire, ensures safe evacuation routes and prevents the loss of structural integrity of rooms and areas. This is achieved by implementation of fire rated segregation through wall insulation, fire rated doors, fire dampers, fire retardant gratings and fire rated wall penetrations.

The Active Fire Protection system is further subdivided into five separate systems.

The Foam Fire Fighting System protects areas with equipment that contains oil, such as the transformer rooms, uses the compressed air foam technology and is capable of giving two shots.

The Nitrogen Gas Fire Fighting System protects multiple rooms, is a centralized multi-zone system with nitrogen as extinguishing agent and is capable of giving two shots.

The Aerosol Fire Fighting System protects small rooms or single cabinets based on aerosol emitting generators, which extinguishes the fire in a short timeframe.

The Helideck Fire Fighting System protects the helideck by means of a foam based deck integrated firefighting system (DIFFS) and a helideck firefighting hydrant system

Portable extinguishers are provided on strategic points on the platform for the extinguishing of small fires.

8.9 Safety

The Safety System describes all means of rescue, lifesaving appliances and first aid equipment.

The platform is equipped with two free fall life boats, one at the North and one at the South side of the platform. Near the free fall life boats, throw-overboard life rafts and descender devices are available. Survival suits and life jackets are stowed near the free fall life boats for full PoB.

At various locations PA/GA call stations are present allowing to alarm personnel in case of emergency.


At each deck level, first aid equipment is positioned near the central elevator and stair case, allowing easy finding of this equipment.

Two ERT rooms are present, equipped with all kind of different rescue means.

8.10 Communication

Various communication systems are available on the platform in order to communicate within the platform, to visiting vessels and aircrafts and the landstation. This system also contains meteo and nav-aids systems.

For the Dutch platforms, specific requirements from Rijkswaterstaat (Rijkswaterstaat is part of the Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management) are implemented, e.g. radars and various antennas. This system is called Public Data system.

	Employer's Requirements Design	DES.04.001-2GW
Platform Design Report		Revision: 1.0 Page: 23 of 23 Date: 30-06-2021

8.11 Lighting

Lighting is present in indoor and outdoor areas of the platform for both normal and emergency situations.

8.12 Earthing & Bonding

Earthing & Bonding is present on the entire platform. It deals with earth fault currents and lightning strikes and divert these towards earth.

8.13 Modular Living Quarter (MLQ)

The MLQ is used to accommodate personnel during maintenance campaigns. The MLQ contains all welfare facilities that are required for a longer manned period, including e.g. a gym, mess, kitchen and sleeping cabins.

8.14 Access and Egress

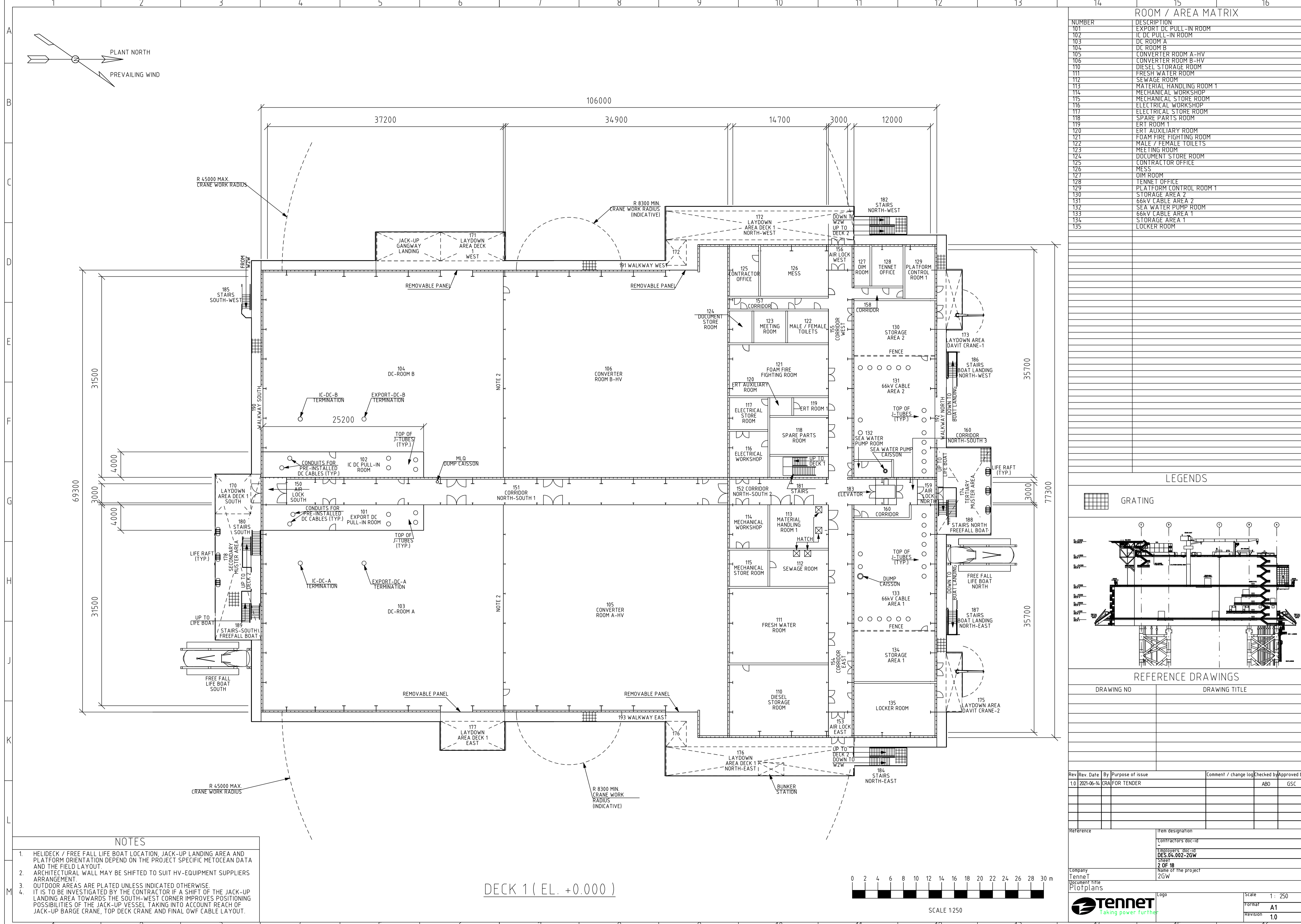
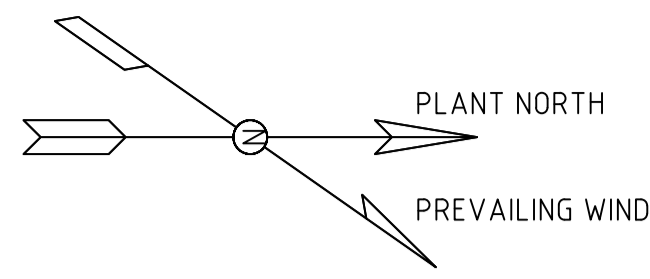
The Access and Egress system contains all facilities to access and egress the platform. See section 7 for more information.

8.15 Layout

The Layout system describes all requirements for the layout, which has been further detailed in the earlier chapters.

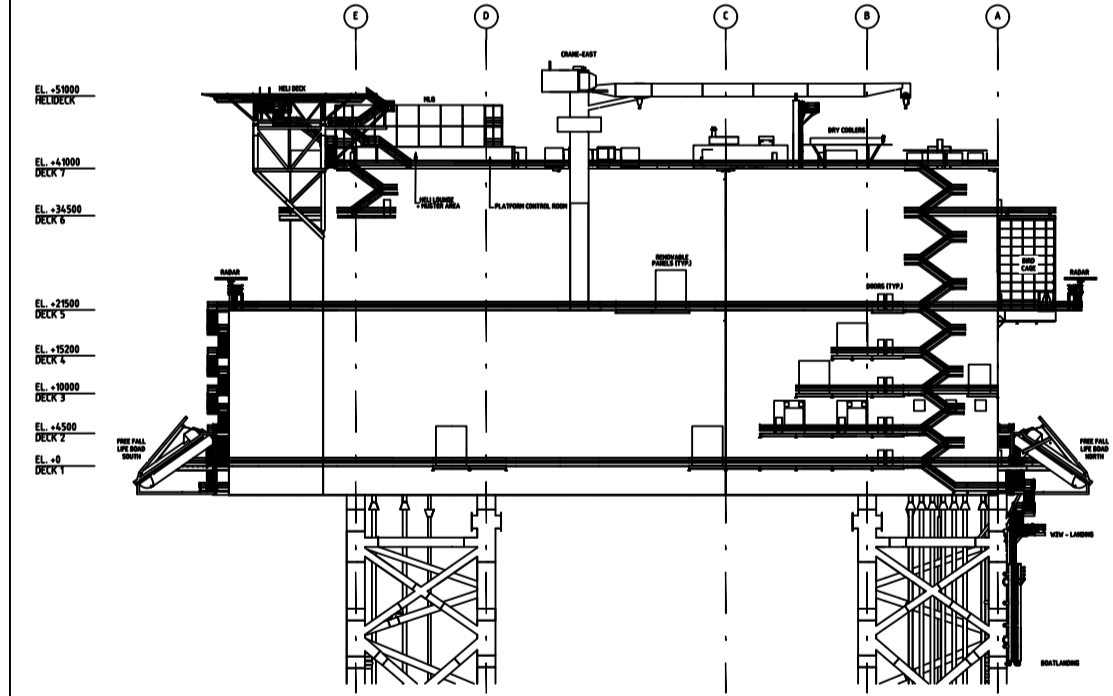
8.16 Structural

The Structural system contains all structural steel elements to support the platform. See section 6 for more information.



NUMBER	DESCRIPTION
101	EXPORT DC PULL-IN ROOM
102	IC DC PULL-IN ROOM
103	DC ROOM A
104	DC ROOM B
105	CONVERTER ROOM A-HV
106	CONVERTER ROOM B-HV
110	DIESEL STORAGE ROOM
111	FRESH WATER ROOM
112	SEWAGE ROOM
113	MATERIAL HANDLING ROOM 1
114	MECHANICAL WORKSHOP
115	MECHANICAL STORE ROOM
116	ELECTRICAL WORKSHOP
117	ELECTRICAL STORE ROOM
118	SPARE PARTS ROOM
119	ERT ROOM 1
120	ERT AUXILIARY ROOM
121	FOAM FIRE FIGHTING ROOM
122	MALE / FEMALE TOILETS
123	MEETING ROOM
124	DOCUMENT STORE ROOM
125	CONTRACTOR STORE ROOM
126	MESS
127	OIM ROOM
128	TENNET OFFICE
129	PLATFORM CONTROL ROOM 1
130	STORAGE AREA 2
131	66kV CABLE AREA 2
132	SEA WATER PUMP ROOM
133	66kV CABLE AREA 1
134	STORAGE AREA 1
135	LOCKER ROOM

LEGENDS	
	GRATING

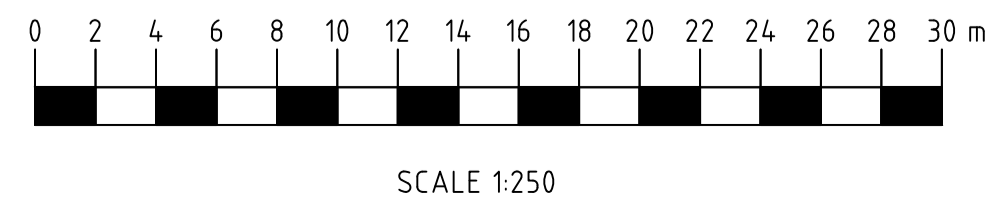


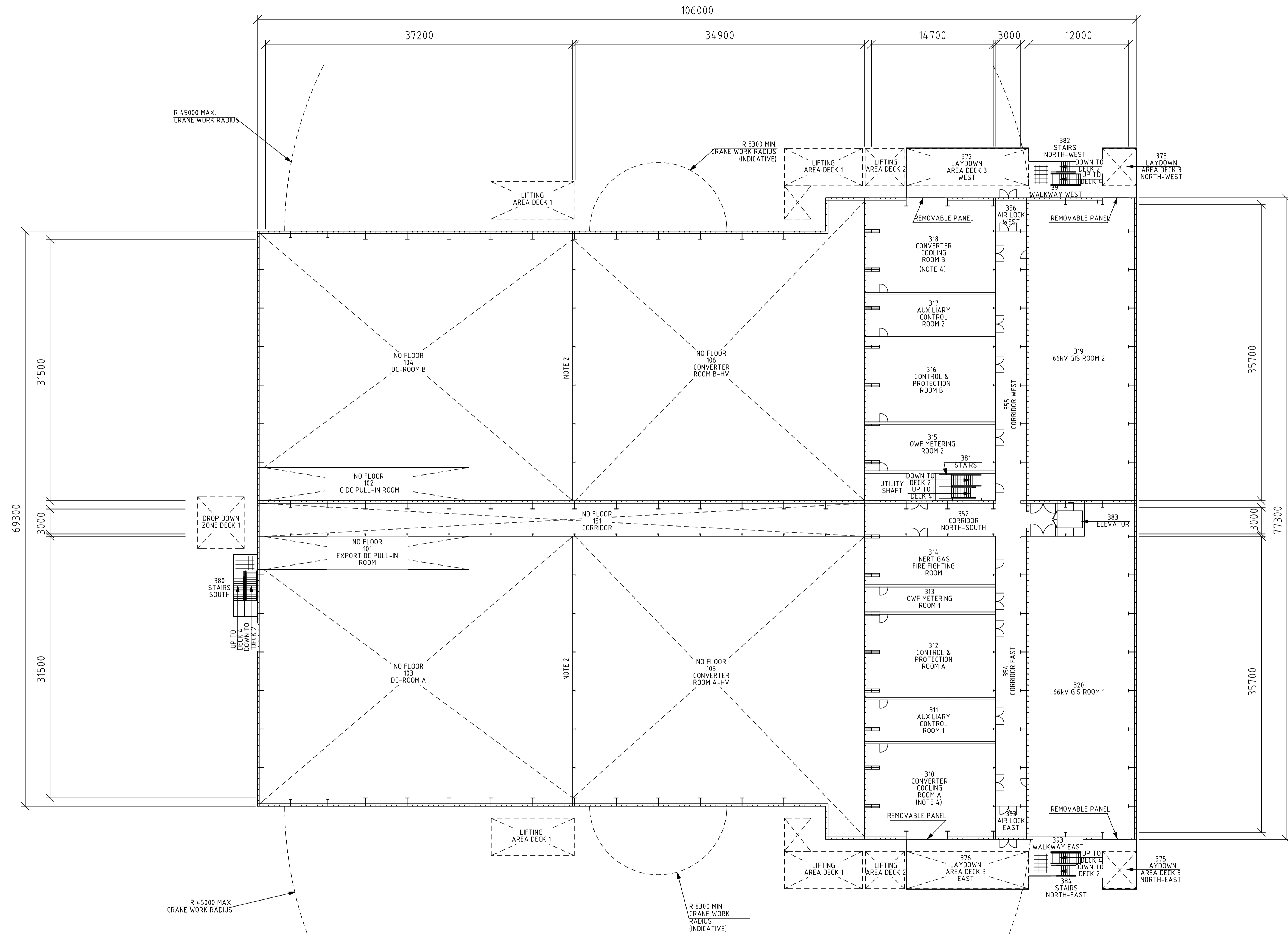
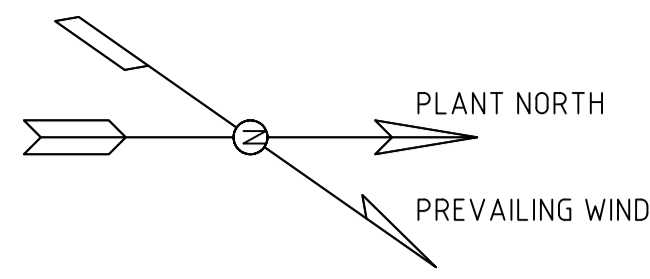
REFERENCE DRAWINGS	
DRAWING NO	DRAWING TITLE

Rev	Rev. Date	By	Purpose of issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

Reference	Item designation
Contractors doc-id	DES.04.002-2GW
Employers doc-id	DES.04.002-2GW
Sheet	2 OF 18
Company	TenneT
Document Title	PlotPlans
Name of the project	2GW
Logo	Scale 1: 250
Format	A1
Revision	1.0

- NOTES**
- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
 - ARCHITECTURAL WALL MAY BE SHIFTED TO SUIT HV-EQUIPMENT SUPPLIERS ARRANGEMENT.
 - OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.
 - IT IS TO BE INVESTIGATED BY THE CONTRACTOR IF A SHIFT OF THE JACK-UP LANDING AREA TOWARDS THE SOUTH-WEST CORNER IMPROVES POSITIONING POSSIBILITIES OF THE JACK-UP VESSEL TAKING INTO ACCOUNT REACH OF JACK-UP BARGE CRANE, TOP DECK CRANE AND FINAL OWP CABLE LAYOUT.

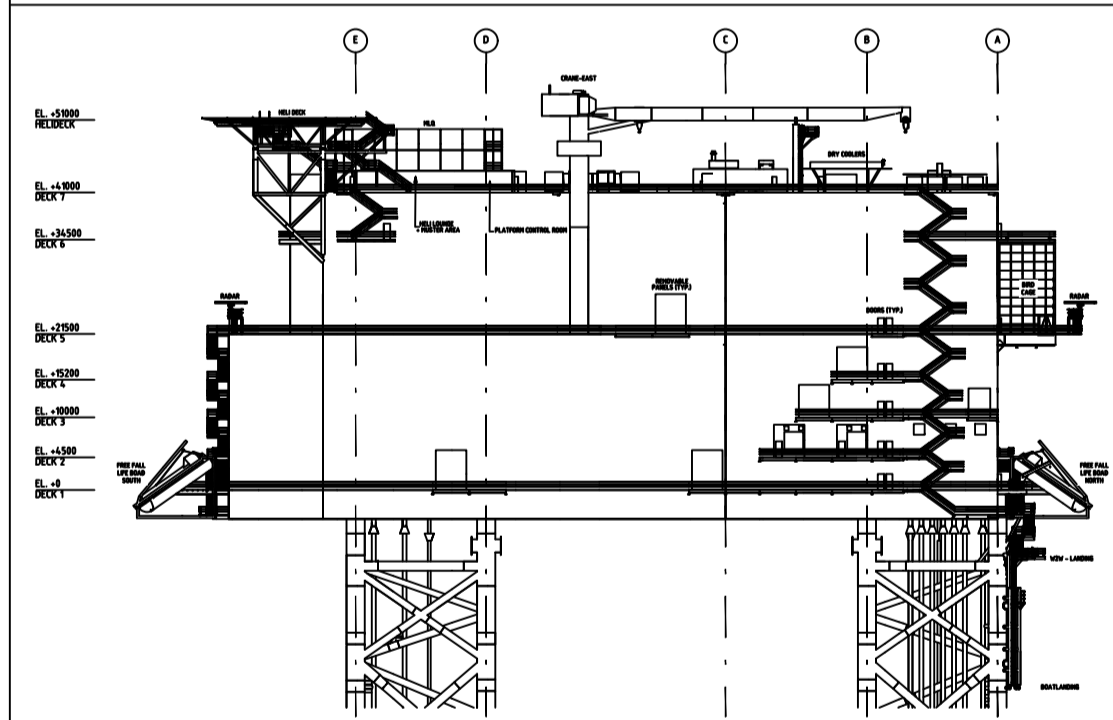




ROOM / AREA MATRIX

NUMBER	DESCRIPTION
101	EXPORT DC PULL-IN ROOM
102	IC DC PULL-IN ROOM
103	DC ROOM A
104	DC ROOM B
105	CONVERTER ROOM A-HV
106	CONVERTER ROOM B-HV
310	CONVERTER COOLING ROOM A
311	AUXILIARY CONTROL ROOM 1
312	CONTROL & PROTECTION ROOM A
313	OWF METERING ROOM 1
314	INERT GAS FIRE FIGHTING ROOM
315	OWF METERING ROOM 2
316	CONTROL & PROTECTION ROOM B
317	AUXILIARY CONTROL ROOM 2
318	CONVERTER COOLING ROOM B
319	66kV GIS ROOM 2
320	66kV GIS ROOM 1

LEGENDS



REFERENCE DRAWINGS

DRAWING NO	DRAWING TITLE

Rev	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

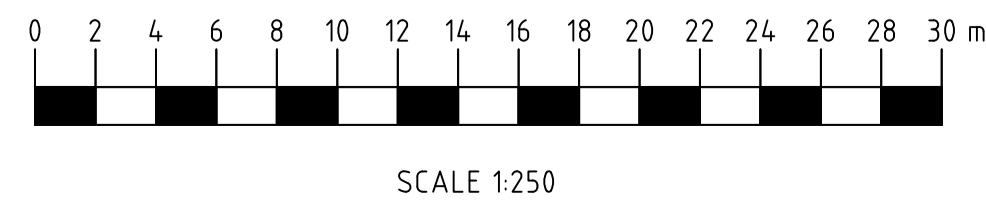
Reference	Item designation
	Contractors doc-id
	Employers doc-id
	DES.04.002-2GW
	Sheet 4 of 18
Company	Name of the project
TenneT	2GW
Document Title	
Plotplans	

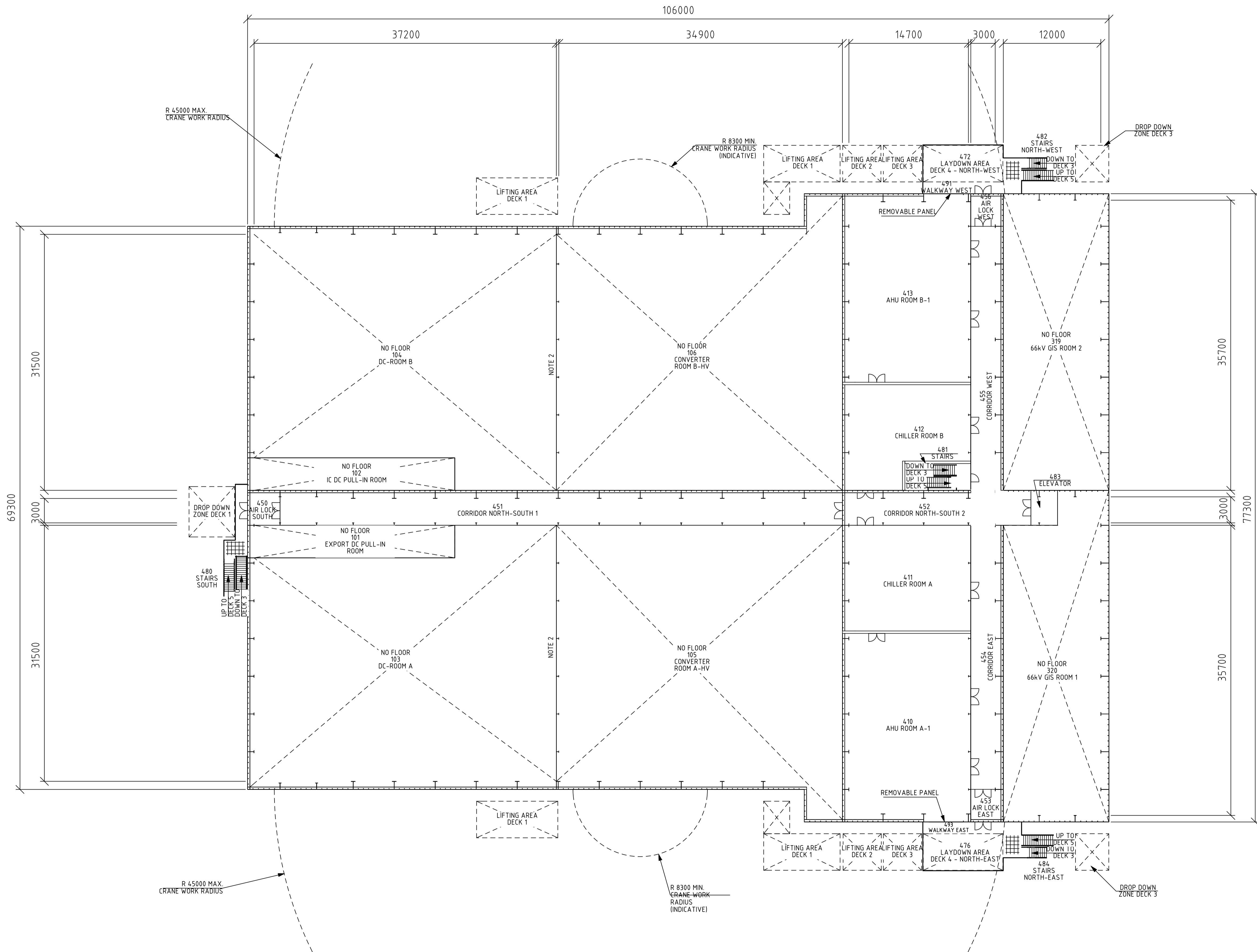
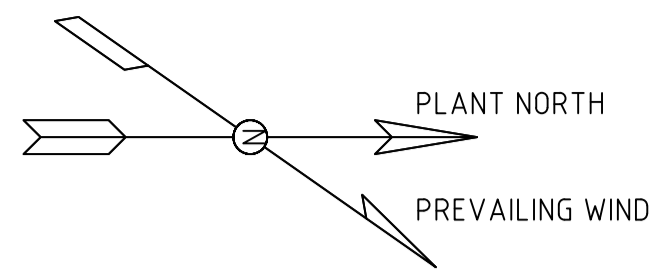
Tennet Taking power further

Scale 1: 250
Format A1
Revision 1.0

- NOTES**
- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
 - ARCHITECTURAL WALL MAY BE SHIFTED TO SUIT HV-EQUIPMENT SUPPLIERS ARRANGEMENT.
 - OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.
 - THE CONVERTER COOLING ROOMS ARE SPLIT IN TWO ROOMS BY A SEPARATION WALL TO SEPARATE THE LV DISTRIBUTION (SWITCHBOARD, INCLUDING UMD/UPS) FROM THE PUMP SKID TO AVOID THAT LEAKAGES IN THE COOLING SYSTEM LEAD TO DAMAGE OF THE LV DISTRIBUTION BOARD.
CONVERTER COOLING ROOM = 310A/318A
CONVERTER COOLING CONTROL ROOM = 310B/318B

DECK 3 (EL. +10.000)

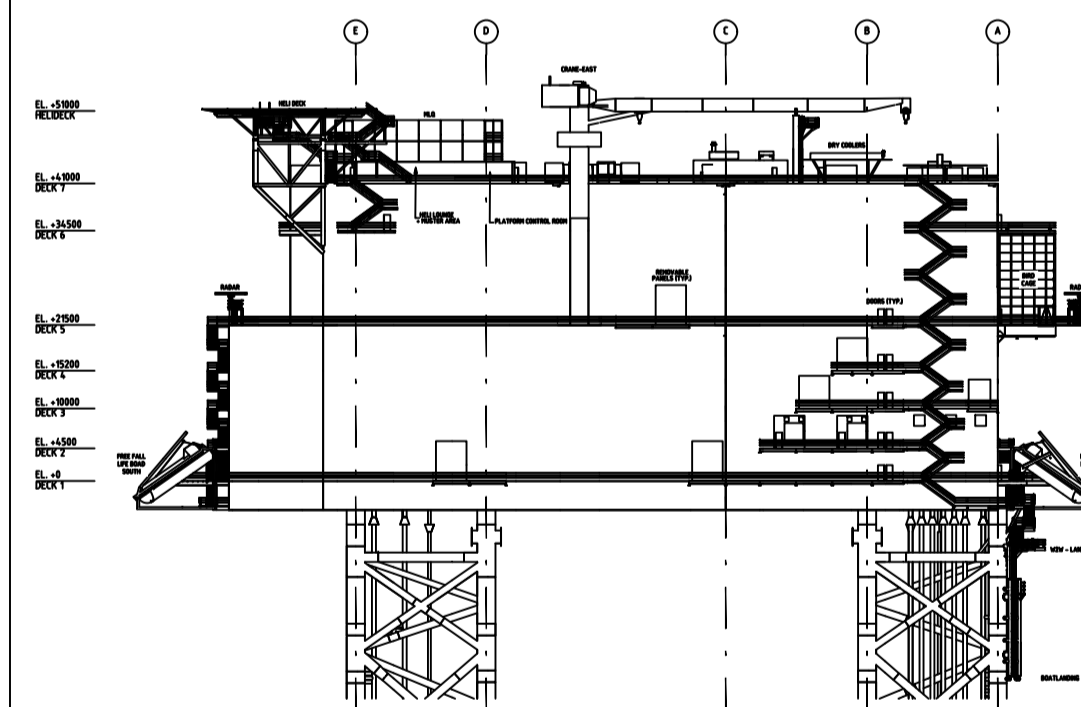




ROOM / AREA MATRIX

NUMBER	DESCRIPTION
101	EXPORT DC PULL-IN ROOM
102	IC DC PULL-IN ROOM
103	DC ROOM A
104	DC ROOM B
105	CONVERTER ROOM A-HV
106	CONVERTER ROOM B-HV
319	66 kV GIS ROOM 2
320	66 kV GIS ROOM 1
410	AHU ROOM A-1
411	CHILLER ROOM A
412	CHILLER ROOM B
413	AHU ROOM B-1

LEGENDS



REFERENCE DRAWINGS

DRAWING NO	DRAWING TITLE

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

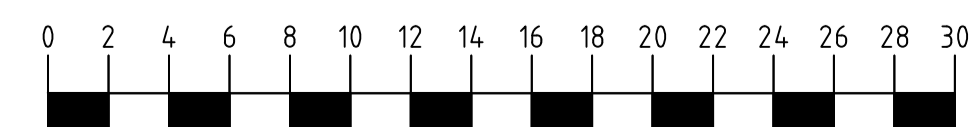
Reference	Item designation
	Contractors doc-id
	Employers doc-id
	DES.04.002-2GW
	Sheet
	5 OF 18
	Name of the project
	2GW

Company: **TenneT**
 Document Title: **Plotplans**
 Logo: **TenneT** Taking power further
 Scale: 1: 250
 Format: A1
 Revision: 1.0

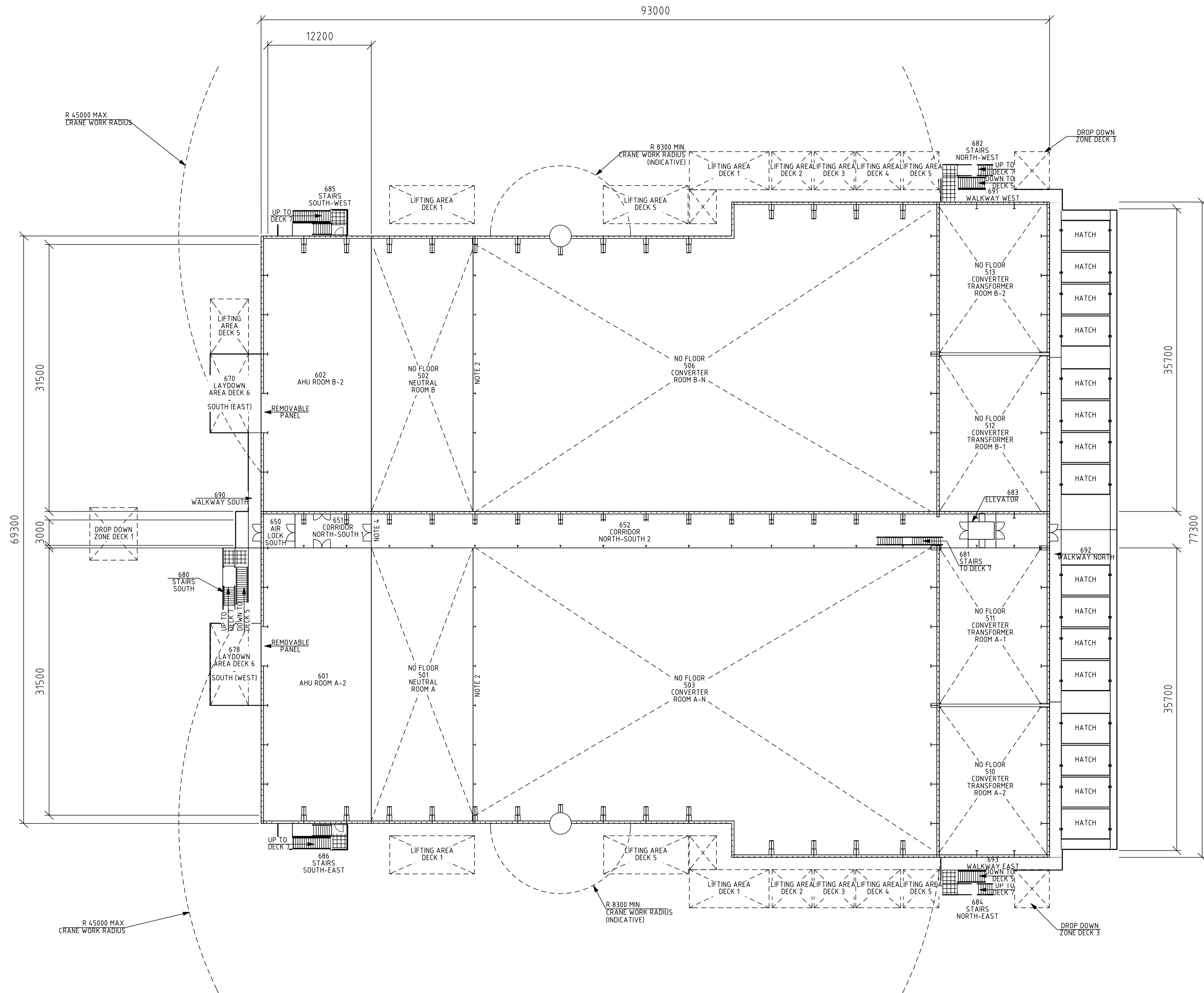
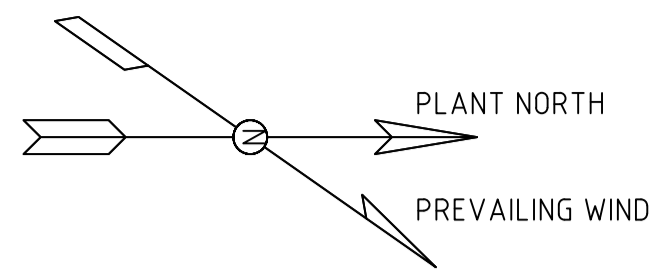
NOTES

- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
- ARCHITECTURAL WALL MAY BE SHIFTED TO SUIT HV-EQUIPMENT SUPPLIERS ARRANGEMENT.
- OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.

DECK 4 (EL. +15.200)

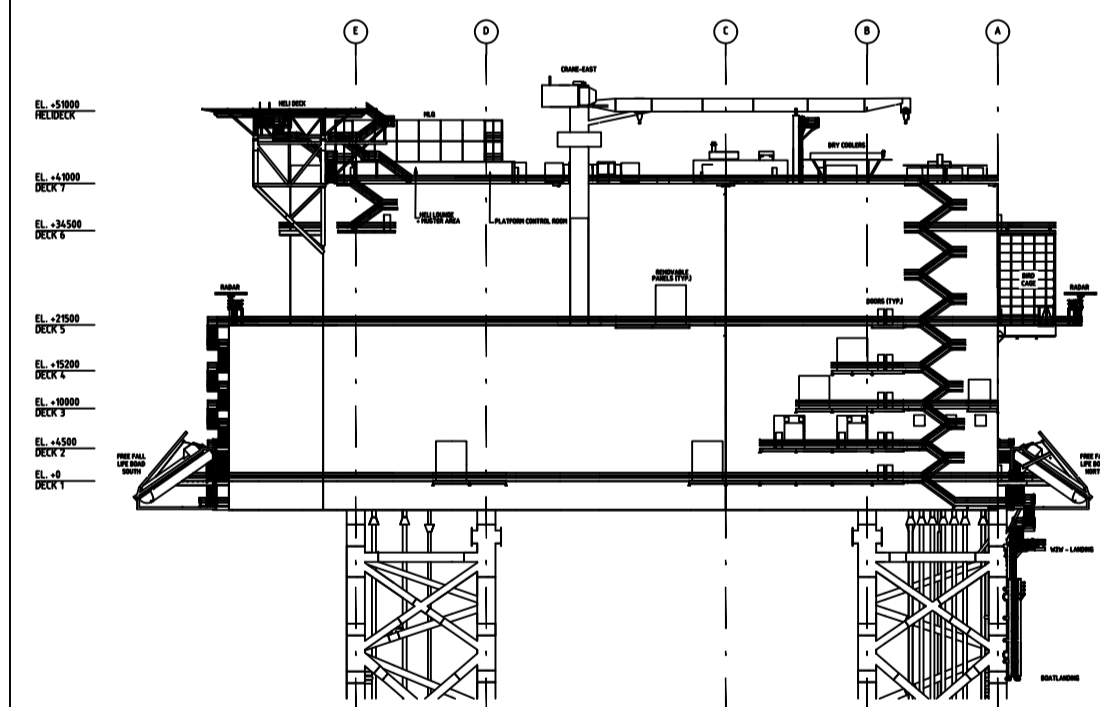


SCALE 1:250



NUMBER	DESCRIPTION
501	NEUTRAL ROOM A
502	NEUTRAL ROOM B
503	CONVERTER ROOM B-N
506	CONVERTER ROOM B-N
510	CONVERTER TRANSFORMER ROOM A-2
511	CONVERTER TRANSFORMER ROOM A-1
512	CONVERTER TRANSFORMER ROOM B-1
513	CONVERTER TRANSFORMER ROOM B-2
601	AHU ROOM A-2
602	AHU ROOM B-2

LEGENDS



REFERENCE DRAWINGS

DRAWING NO	DRAWING TITLE

Rev	Rev. Date	By	Purpose of issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

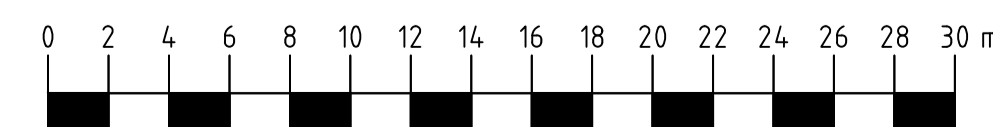
Reference	Item designation
	Contractors doc-id
	Employers doc-id
	DES.04.002-2GW
	7 OF 18
Company	Name of the project
TenneT	2GW
Document Title	
PlotPlans	

TenneT Taking power further

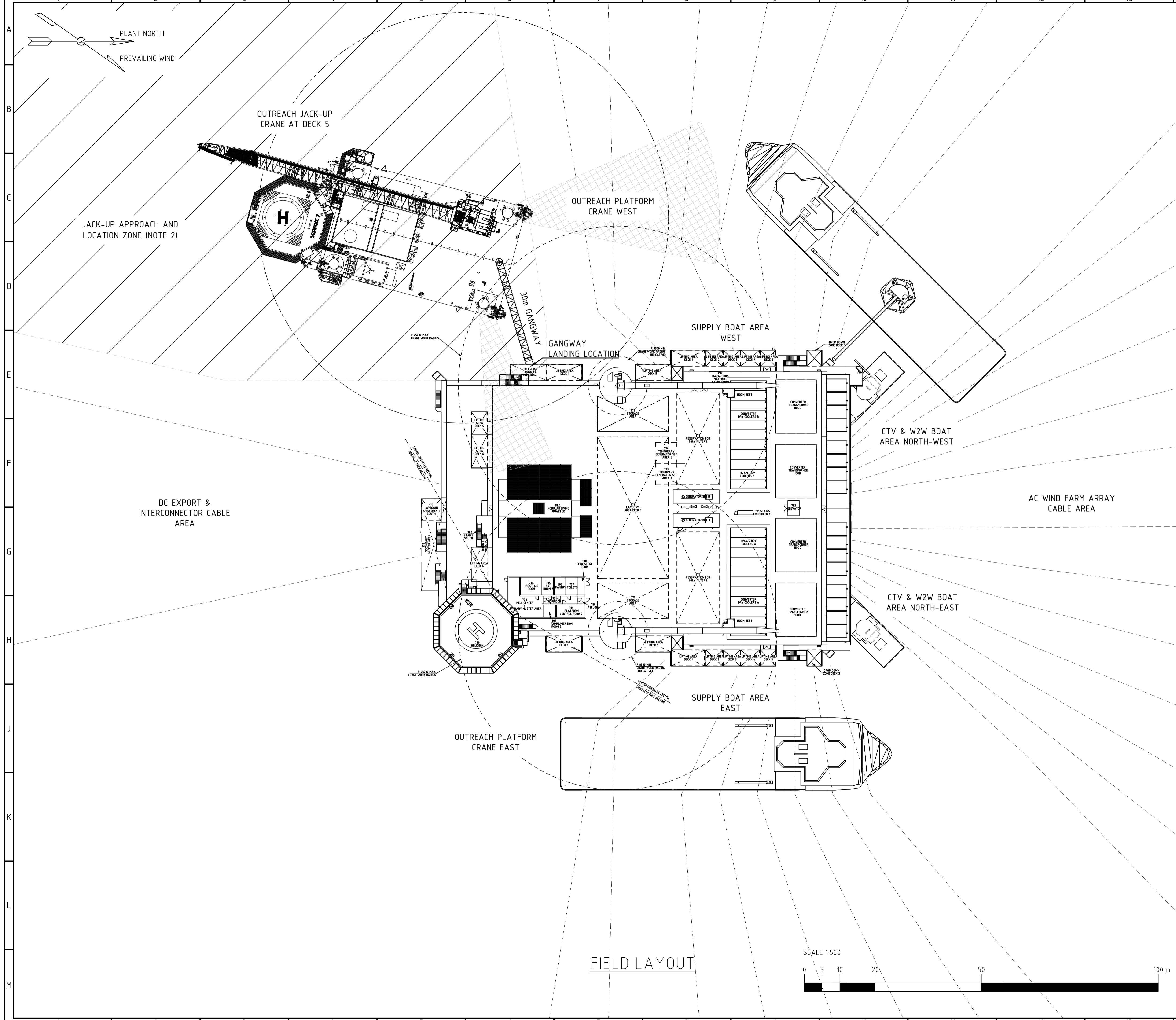
Scale: 1:250
Format: A1
Revision: 1.0

- NOTES**
- HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCEAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
 - ARCHITECTURAL WALL MAY BE SHIFTED TO SUIT HV-EQUIPMENT SUPPLIERS ARRANGEMENT.
 - OUTDOOR AREAS ARE PLATED UNLESS INDICATED OTHERWISE.
 - FOR THE CONTRACTOR TO ASSESS DURING DETAILED DESIGN IF DOOR IS REQUIRED.

DECK 6 (EL. +34.500)



SCALE 1:250



NOTES


1. HELIDECK / FREE FALL LIFE BOAT LOCATION, JACK-UP LANDING AREA AND PLATFORM ORIENTATION DEPEND ON THE PROJECT SPECIFIC METEOCAN DATA AND THE FIELD LAYOUT.
2. JACK-UP APPROACH AND LOCATION ZONE IS INDICATIVE.
3. THE AC WIND FARM ARRAY CABLE ROUTES (66kV) ARE NOT FINAL.

REFERENCE DRAWINGS

DRAWING NO	DRAWING TITLE

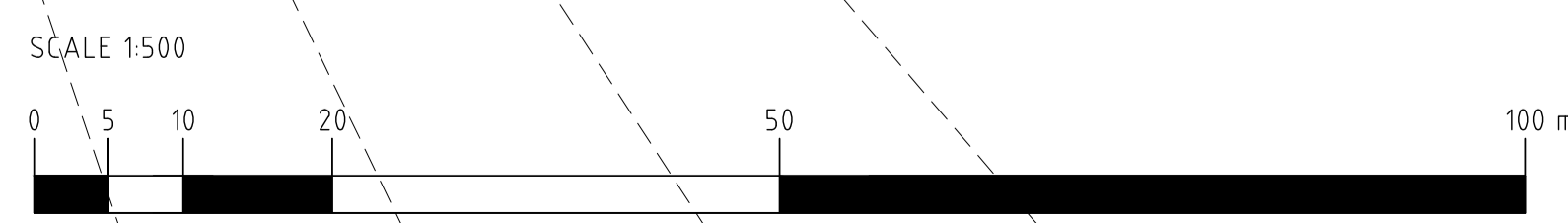
Rev.	Rev. Date	By	Purpose of issue	Comment / change log	Checked by	Approved by
1.0	2021-06-14	CRA	FOR TENDER		ABO	GSC

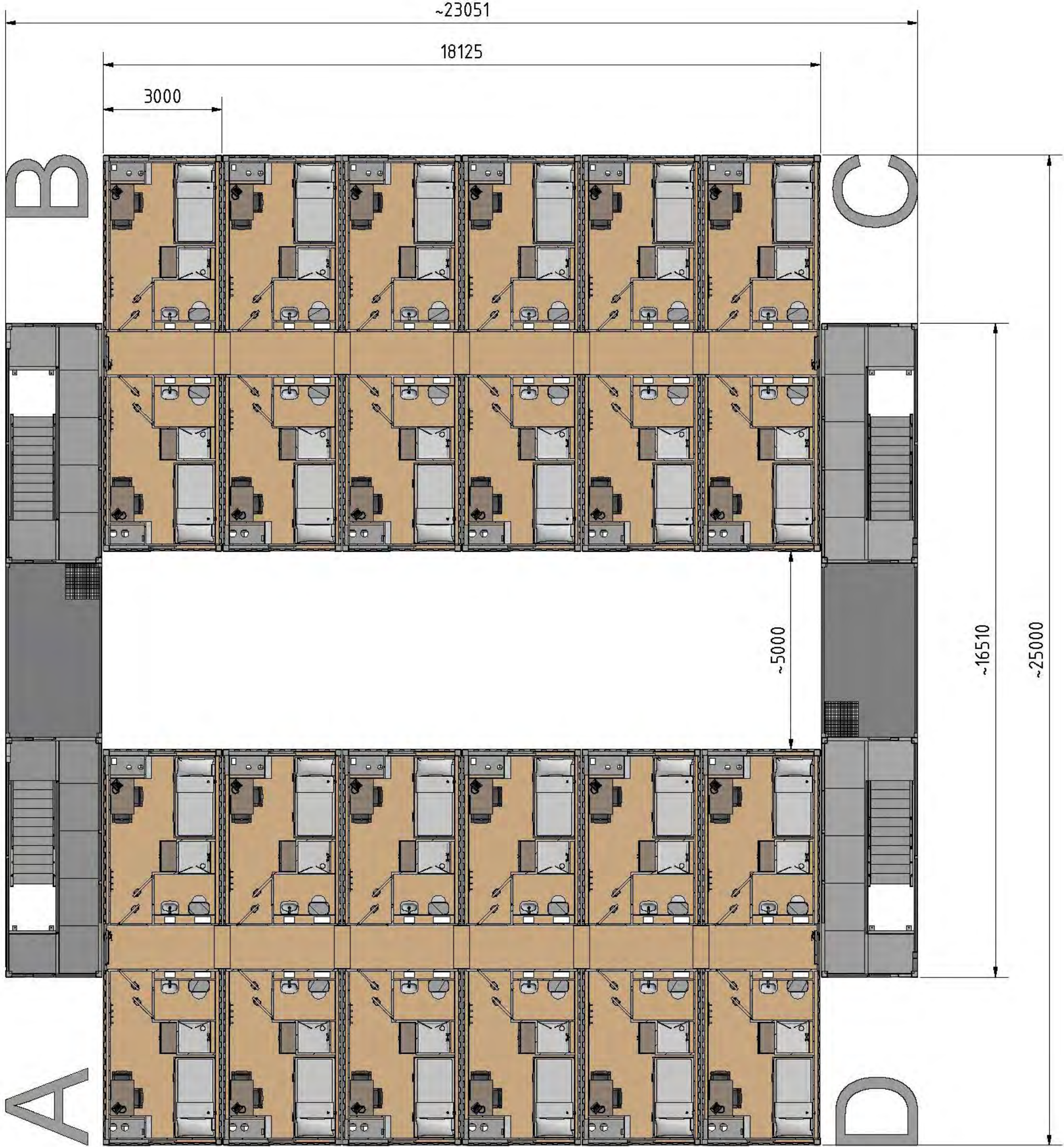
Reference	Item designation
	Contractors doc-id
	Employers doc-id
	DES.04.002-ZGW
	Sheet
	18 OF 18
Company	Name of the project
Tennet	ZGW
Document title	
Plotplans	



 Scale: 1:500
 Format: A1
 Revision: 1.0

FIELD LAYOUT





~23051

18125

3000

~5000

~16510

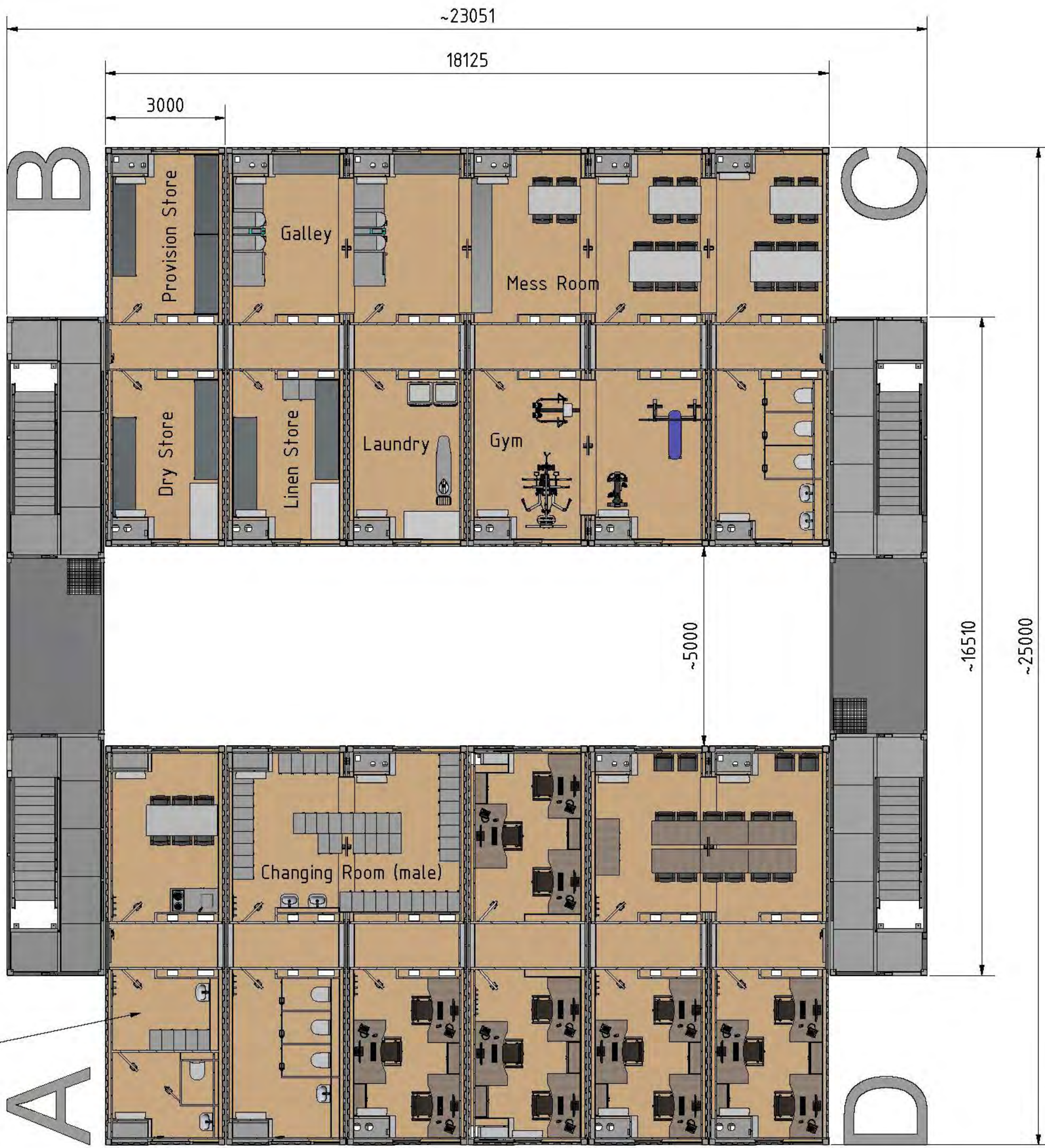
~25000

B

C

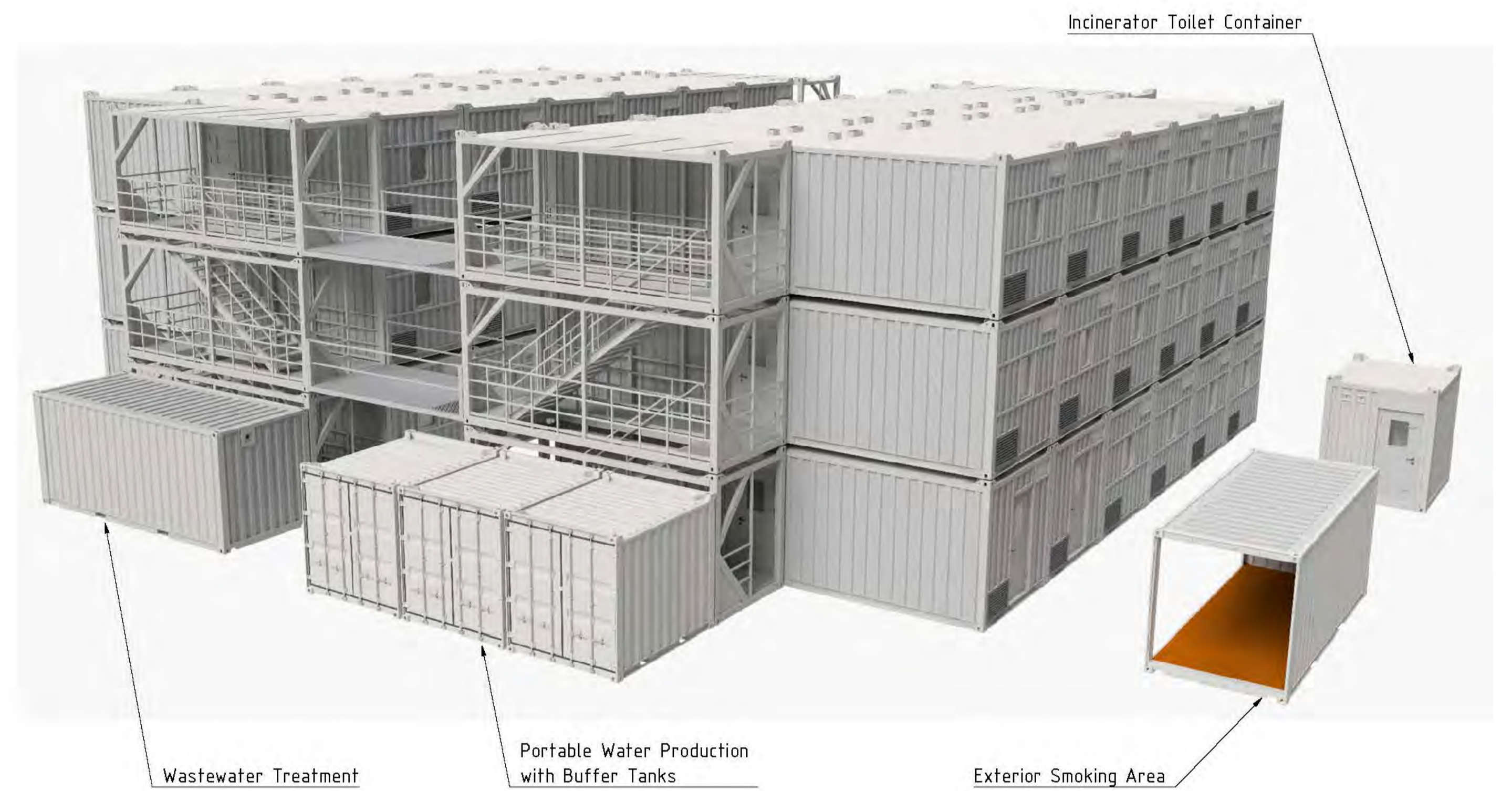
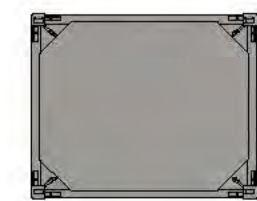
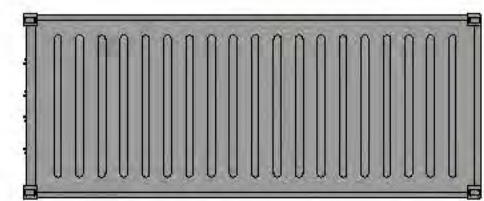
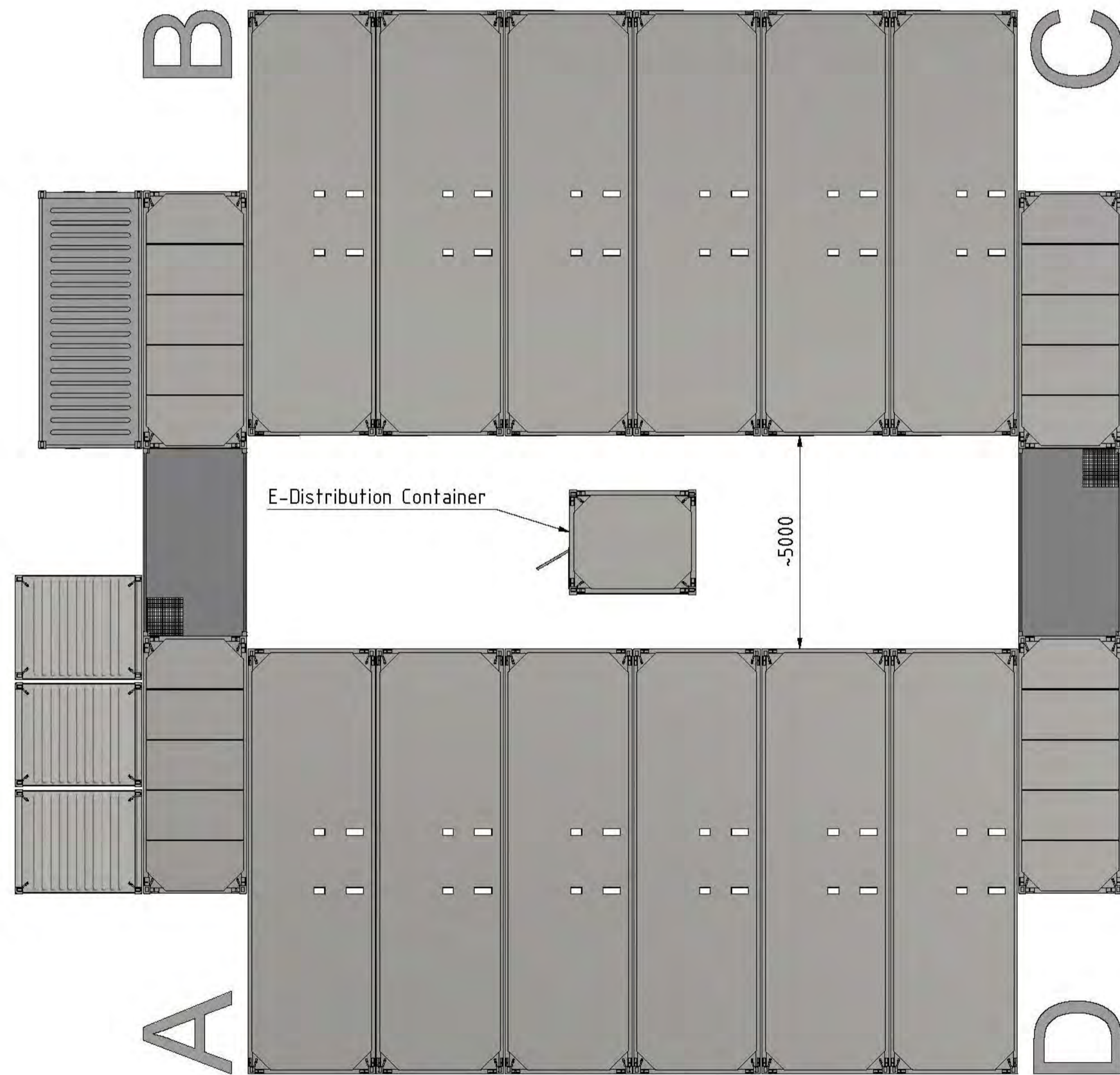
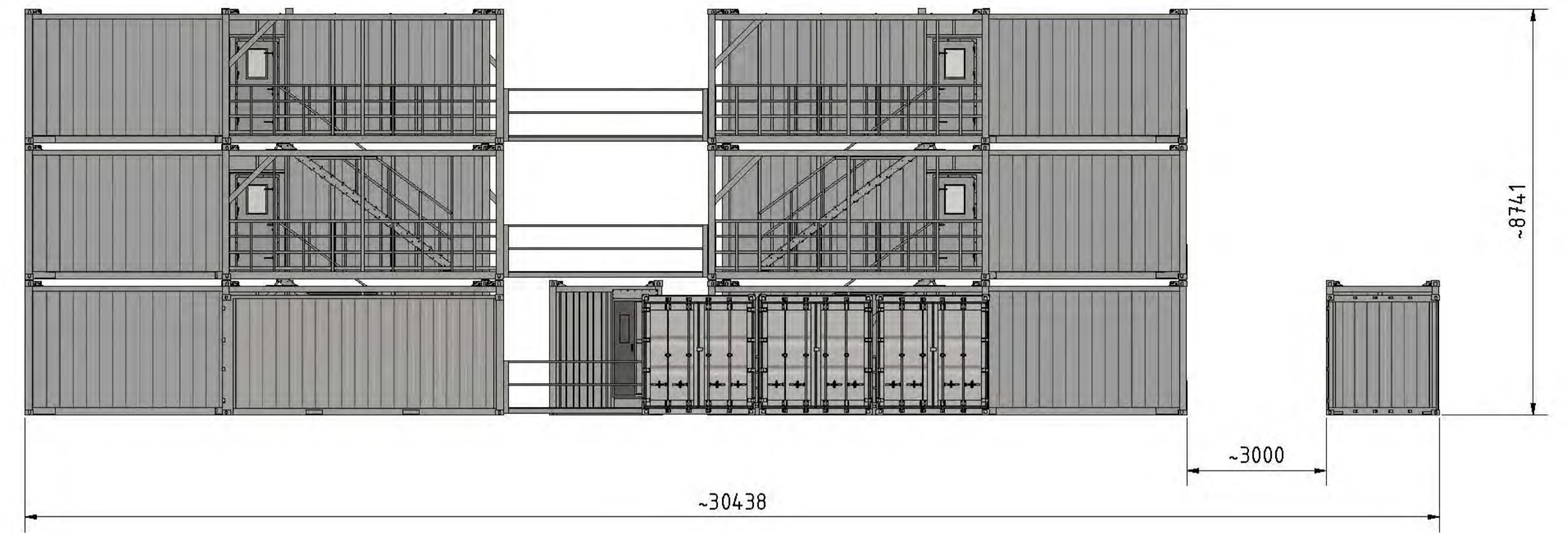
A

D



Changing Room (female)

A





OVERALL PLAN VIEW

Bureauonderzoek

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Voorkeursalternatief

MER fase 2



Periplus Archeomare rapport 20A024-01B

Auteurs:

R. van Lil, S. van den Brenk en R. Cassée

In opdracht van:



Document Controle	
Revisie	2.0
Datum	07-06-2020
Periplus Archeomare referentie	20A024-01B
Klant (project) referentie	Net op zee IJmuiden Ver Beta

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 20A024-01B

Bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Beta
Voorkeursalternatief - MER fase 2

Auteurs: R. van Lil, S. van den Brenk & R. Cassée

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon: W. Zijl en D. Knapen

© Periplus Archeomare - juni 2021.

Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

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

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

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Aanpassen VKA-tracé Opmerkingen RCE verwerkt	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	07-06-2021
1.2	Verwerking aangepaste uitgangspunten en optimalisatie VKA-tracé	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	26-02-2021
1.1	Concept	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	16-12-2020
1.0	Concept	RvL/SvdB/RC	BvM	BvM	25-11-2020



Autorisatie:
B.E.J.M. van Mierlo



Periplus Archeomare BV

Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
1.1. Algemeen	5
1.2. Voorgenomen activiteiten	6
1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiële archeologische waarden	8
1.4. Aanleiding	9
1.5. Doelstelling	9
1.6. Onderzoeksvragen	9
1.7. Onderzoekskader	10
1.8. Kwaliteitsborging	11
1.9. Bronnen	11
2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek	13
2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)	13
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)	16
2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)	23
2.4. Geologische gegevens (LS04)	29
2.5. Archeologische waarden (LS04)	39
2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)	51
3. Beantwoording onderzoeksvragen	55
4. Conclusies en advies	59
Lijst met afbeeldingen	61
Lijst met tabellen	62
Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen	63
Referenties	65
Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal	69
Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems	70
Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé	71

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

<i>Provincies:</i>	Zuid-Holland			
<i>Gemeente:</i>	Rotterdam			
<i>Plaats:</i>	Noordzee			
<i>Toponiem:</i>	Net op zee IJmuiden Ver Beta			
<i>Kadastrale gegevens:</i>	n.v.t.			
<i>Kaartbladen:</i>	1801-1 , 360			
<i>Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)</i>	Centrum:	E 535388 N 5788788		
	West	E 532991	Noord	N 5827731
	Oost	E 548530	Zuid	N 5749845
<i>Kabeltracé</i>	Voorkeursalternatief + corridors: - Offshore enkele bundel: 1000 m corridor; 500 m aan weerszijden van hartlijn - Offshore parallelle ligging aan Alpha kabelbundel: 1200 m corridor; 500 m west van VKA Alpha 200 m tussen VKA Alpha en VKA Beta 500 m oost van VKA Beta - Nearshore binnen gemeente Rotterdam: 200 m corridor; 100 m aan weerszijden van hartlijn			
<i>Oppervlakte onderzoeksgebied</i>	Onderzoeksgebied: 161.8 km ²			
<i>Lengte tracé (offshore + nearshore))</i>	145.7 km			
<i>Huidig watergebruik</i>	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
<i>Waterstaatkundige gegevens</i>	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming			
<i>Beheerder gebied:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
<i>Bevoegd gezag:</i>	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Rotterdam			
<i>Contactpersoon namens bevoegd gezag:</i>	Dhr. J. van Zoonen, Mevr. P. Schouten			
<i>Adviesorgaan namens bevoegd gezag:</i>	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; Archeologie Rotterdam			
<i>Deskundige namens de bevoegd gezag:</i>	Mw. M. Snoek (RCE); J. Opdebeeck (RCE); B.I. Smit (RCE)			
<i>ARCHIS zaaknummer:</i>	4744821100			
<i>Periplus-projectcode:</i>	20A024-01B			
<i>Periode van uitvoering:</i>	februari 2021			
<i>Beheer en plaats documentatie:</i>	Periplus Archeomare BV, Amsterdam			

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare heeft in opdracht van Arcadis Nederland voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Beta is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

Het onderhavige onderzoek betreft het geoptimaliseerde VKA-tracé van de platformlocatie IJmuiden Ver Beta naar de Maasvlakte 2 inclusief corridors. Het kabeltracé MVL-2 is op basis van het MER fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) als VKA (voorkeursalternatief) gekozen. Het VKA-tracé is op punten aangepast (geoptimaliseerd) na onderling overleg van TenneT, Rijkswaterstaat en het Ministerie van EZK.

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridors van het VKA-tracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn 7 scheepswrakken bekend, waaronder de resten van een 19^e-eeuws stoomschip en een houten driemaster. Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Zolang de archeologische waarde van deze bekende wrakken niet is vastgesteld, wordt ervan uitgegaan dat het om historisch erfgoed gaat, totdat het tegendeel bewezen is.

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-*pleistocene* en vroeg-*holocene* landschap dat onder de jongere mariene zanden schuil gaat.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting van het geoptimaliseerde VKA-tracé te toetsen. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken met een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren <i>pleistocene</i> landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Magnetometer	Opsporen en karteren van geologie (paleogeulen)	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping;	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch

		specificeren van verwachting	onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Wanneer de onderzoeksmethoden zoals in de tabel beschreven worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE). Het PvE met de onderzoeksvragen dient voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door het bevoegd gezag.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

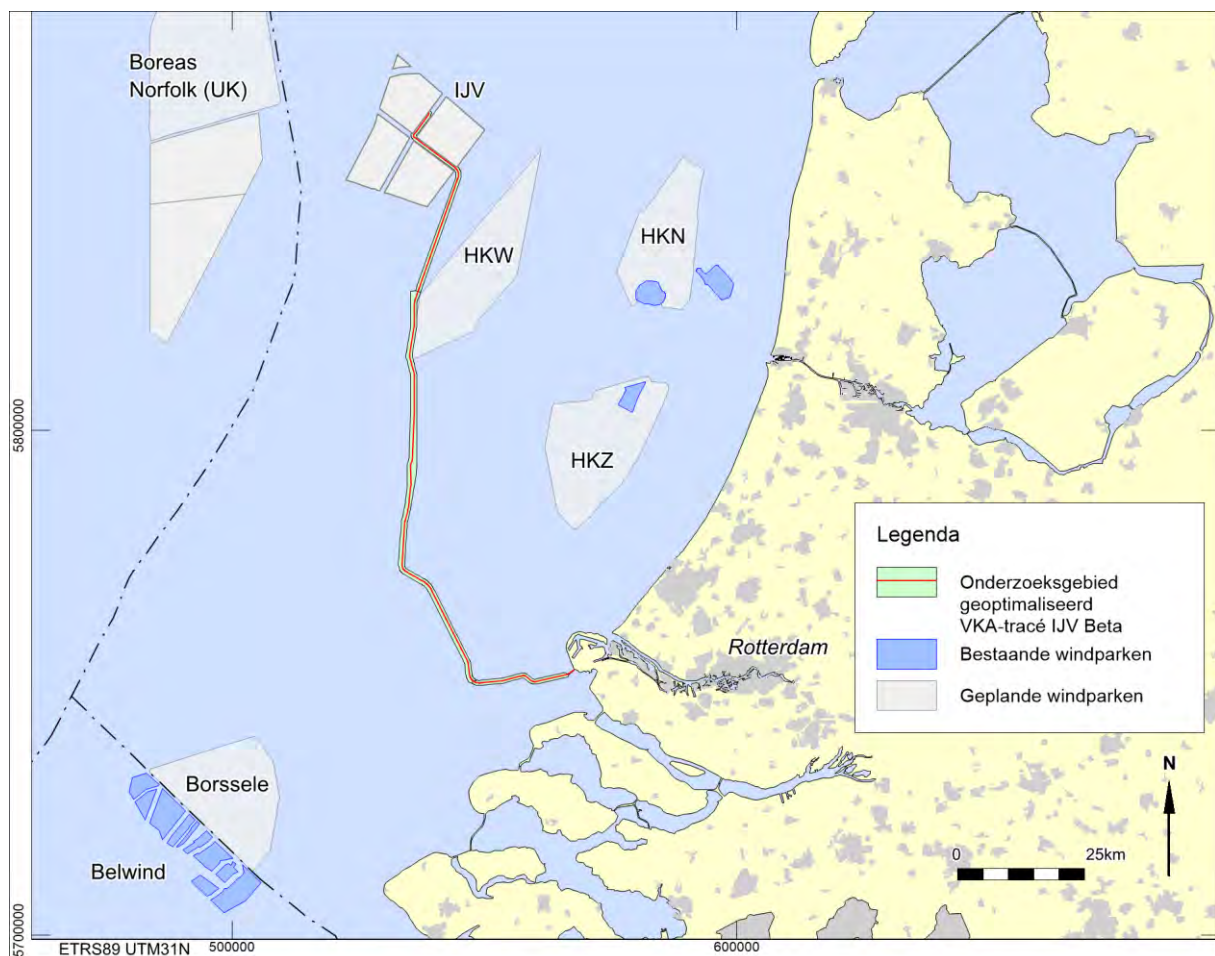
1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Het doel van de netaansluiting IJmuiden Ver Beta is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting van 2 GW uit het windenergiegebied IJmuiden Ver op het landelijke 380 kV-hoogspanningsnet.

In het MER fase 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) zijn een aantal tracéalternatieven onderzocht. Op basis van dit onderzoek is de keuze gemaakt voor het voorkeursalternatief (VKA). Na de vaststelling van het VKA is het VKA-tracé gewijzigd¹ (geoptimaliseerd), zodat rekening wordt gehouden met eventuele, toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen rondom extra Wind op Zee.

In het kader van het MER fase 2 wordt het archeologisch potentieel van het geoptimaliseerde VKA-tracé en de mogelijke effecten van de aanleg van de kabels op dit archeologisch potentieel nader onderzocht. Het onderhavige bureauonderzoek richt zich enkel op de waterbodem van het kabeltracé plus onderhoudscorridors op zee naar het aanlandingspunt van de Maasvlakte 2.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

¹ = wijziging ten opzichte van VKA beschreven in revisie 1.1 van dit rapport.

De andere verbinding heet Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor het geoptimaliseerde VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een separaat rapport opgesteld.²

1.2. Voorgenomen activiteiten³

TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Er wordt gebruik gemaakt van een platform op zee waarop 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. Wanneer wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee IJmuiden Ver Beta dan omvat dat de onderstaande onderdelen:

- 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 voor transport van 525kV-gelijkstroom.

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 Beta. De kabels en het converterstation op land maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

Vanaf het platform IJmuiden Ver Beta loopt het kabeltracé in de zeebodem naar de kust. De kabels worden gebundeld aangelegd. Aan weerszijden van de hartlijn wordt een onderhoudszone van 500 meter aangehouden. De corridorbreedte bedraagt 1000 meter (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging (bron: TenneT)

De tracés van de geoptimaliseerde voorkeursalternatieven van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta lopen gedeeltelijk parallel. Binnen de parallelle sectie van de tracés komen de twee kabelbundels maximaal op 200 meter van elkaar te liggen. Binnen de sectie waar de kabelbundels van Alpha en Beta parallel lopen is de corridorbreedte 1200 meter (zie afbeelding 3).⁴

² Lil 2021; Periplus Archeomare rapport 20A024-01A.

³ Deels overgenomen uit: Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) voor de netaansluiting IJmuiden Ver Beta. TenneT TSO B.V.

⁴ Bron: Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) voor de netaansluiting IJmuiden Ver Beta. TenneT TSO B.V.

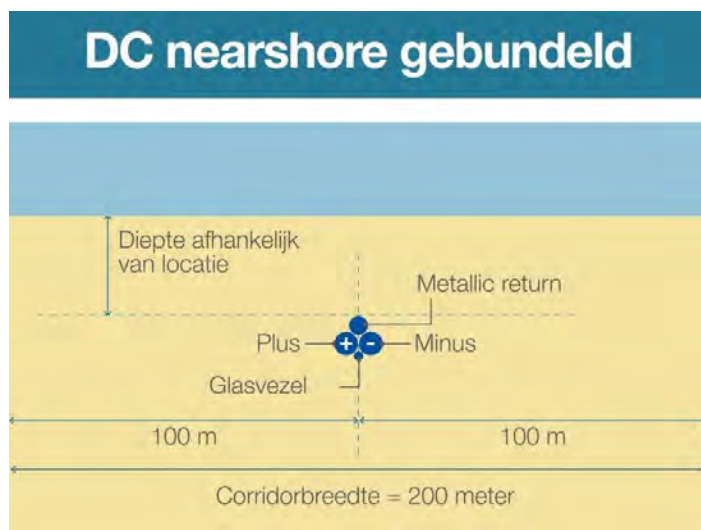
De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

- Een onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.



Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met twee parallelle kabeltracés (Alpha en Beta naast elkaar; bron: TenneT)

Nearshore wordt binnen de gemeente Rotterdam voor het zee-gedeelte een smallere onderhoudszone gehanteerd. De onderhoudszone is hier 100 meter aan weerszijden van de hartlijn. De corridor is hier dus 200 meter breed (zie afbeelding 4).



Afbeelding 4. Breedte kabeltracé nearshore gebundelde ligging (bron: TenneT)

De secties van het voorkeurstacé en de bijbehorende breedtes van de onderhoudscorridors zijn in onderstaande tabel samengevat.

Sectie	Parallel aan Alpha tracé?	Lengte kabeltracé	Breedte corridor	Opmerking
Beta platformlocatie	N.v.t.	N.v.t.	1000 m	500 m rondom centrum platformlocatie
Offshore	Nee	41970 m	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Offshore	Ja	82600 m	1200 m	Gezamenlijke onderhoudscorridor: 200 m tussen VKA Alpha en VKA Beta 500 m west van VKA Alpha 500 m oost van VKA Beta
Offshore	Nee	19650 m	1000 m	500 m aan weerszijden hartlijn
Nearshore (gem. Rotterdam)	Nee	1346 m	200 m	100 m aan weerszijden hartlijn

Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Beta

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiële archeologische waarden⁵

De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta zullen worden geïnstalleerd binnen de grenzen van de corridors. Deze corridors worden in het inpassingsplan (tot 1 km buiten de kust) en in de vergunningen opgenomen. De ervaring, opgedaan in de voorgaande Net op zee projecten Borssele en Hollandse Kust (zuid), is dat het vermijden van obstakels binnen de corridor in de meeste gevallen leidt tot kleinere effecten en lagere kosten over de levensduur van de kabels dan het onderzoeken en opruimen van die obstakels.

In veel gevallen, zoals bij het aantreffen van potentiële niet gesprongen explosieven en bij het aantreffen van groot schroot als ankers, platen, balken, buizen etc. kan worden volstaan met lokale verlegging van de route van enkele meters naar links of naar rechts. Voor wrakken en voor (andere) objecten met potentieel archeologische waarde volstaat het niet om de route maar enkele meters te verleggen.

De redenen hiervoor zijn:

1. In de nabijheid van bekende objecten met archeologische waarde kunnen andere objecten liggen die nog niet in beeld zijn ten tijde van het bureauonderzoek. Rond een wrak van archeologische waarde kunnen onderdelen van het wrak liggen, die nog niet in beeld zijn voordat er een gedetailleerd routeonderzoek is uitgevoerd. Om die objecten ook te vermijden, wordt voor wrakken en andere objecten van potentieel archeologische waarde een afstand aangehouden van 100 meter tot de omtrek van het bekende object. De praktijk heeft uitgewezen dat daarmee ook omliggende objecten, die nog niet in beeld zijn, effectief vermeden kunnen worden.
2. Een tweede reden waarom wrakken en (andere) objecten met potentieel archeologische waarde worden vermeden is een praktische. Dergelijke objecten kunnen boven het zeebed uitsteken, denk bijvoorbeeld aan omhoogstekende delen van masten, een boeg van een schip, een deel van een muur etc. Een umbilical van een onderwaterrobot (de streng van kabels en leidingen die de robot met het moederschip verbindt en waardoor de robot energie krijgt en bediend wordt) kan achter dergelijke obstakels blijven hangen. Dat kan tot ernstige hinder voor de installatie van de kabels leiden. Ook daarom worden wrakken en andere grotere obstakels met 100 meter afstand tot de omtrek van het object vermeden.

De mogelijkheden om binnen de gegeven corridor een route voor een kabel te vinden die vrij is van grote obstakels, hangt samen met de dichtheid van de hoeveelheid grote obstakels en met de nabijheid van andere kenmerken van het gebied zoals onderwaterinfrastructuur (zoals kabels en leidingen) en gesloten gebieden waar de kabels niet door heen gelegd kunnen worden (zoals ankergebieden).

⁵ Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

De ervaring heeft geleerd dat wrakken regelmatig op een net iets andere plek aangetroffen worden dan op de opgegeven locaties en dat er in gebieden waar al veel obstakels bekend zijn, in de regel ook onbekende obstakels aangetroffen worden. Waar al veel wrakken liggen, worden regelmatig nog onbekende wrakken aangetroffen. Pas na het uitvoeren van een gedetailleerde route survey zal duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn om een route binnen de corridor te vinden die vrij is van grote obstakels. Als een dergelijke vrije route niet te vinden is, dan resteren twee mogelijkheden binnen de gegeven corridor:

1. De eerste mogelijkheid is om grote obstakels en wrakken te verplaatsen of op te ruimen. Op de Westerschelde zijn in het verleden meerdere obstakels en wrakken opgeruimd.
2. De tweede mogelijkheid is om de kabels veel dichterbij elkaar te installeren dan vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud praktisch is. Deze mogelijkheid biedt soms een uitweg, maar heeft wel gevolgen voor het beheer en onderhoud. Wanneer in een dergelijk deel van de route bijvoorbeeld schade aan een van de kabelbundels ontstaat, dan zullen daar mogelijk beide kabelbundels moeten worden vervangen. Het gevolg is dat gedurende de periode van de reparatie (tussen de 30 en 60 dagen) beide kabelbundels buiten gebruik zijn.

1.4. Aanleiding

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.5. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied van VKA-tracé op zee inclusief de onderhoudscorridors.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (KNA 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems) en S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA archeoloog waterbodems i.o.).

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het *Pleistoceen* en het *Vroeg Holoceen*, is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geo-archeologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het 'North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF)' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostasy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009)

In 2019 is de NSPRMF-agenda bijgesteld op basis van de ontwikkelingen in het vorige decennium. Dit rapport bevat de basis voor het beleid in de komende jaren. De archeologische studies die momenteel worden uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van windparken, pijpleiding- en kabelinstallatie, zandwinning en exploratie voor olie en gas in het Noordzeegebied, worden uitgevoerd in overeenstemming met de AMZ-cyclus.⁶ Deze studies zullen bijdragen tot de doelstellingen die zijn vastgelegd in de NSPRMF.

Zoals hierboven beschreven is er weinig bekend over de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, hun nederzettingen en de manier waarop zij zich in het snel veranderende landschap staande hielden. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen is daarom groot. Dit staat ook in de Nationale Onderzoeksagenda voor Vroege Prehistorie: '*Locaties en alle omliggende fenomenen die*

⁶ AMZ = Archeologische Monumentenzorg cyclus: een serie van opeenvolgende processtappen die dienen te worden doorlopen tijdens archeologisch onderzoek. Zie ook Bijlage 1 bij dit rapport.

zich in paleo-landschapscontexten bevinden die niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde. Voor toekomstig onderzoek zal daarom naast het NSPRMF worden verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA).

1.8. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01, LS02, LS03, LS04 en LS05. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen de onderzoekscorridors;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.9. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Zee en Delta
- TNO-NITG ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 65.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 63.

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)

De ministeries van EZK en Binnenlandse zaken hebben in onderlinge afstemming op basis van het MER 1 en de IEA (integrale effectenanalyse) het kabeltracé MVL-2 als VKA (voorkeursalternatief) aangewezen om het platform op zee van windpark IJmuiden Ver Beta aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Het VKA-tracé is op drie punten aangepast (geoptimaliseerd) na onderling overleg van TenneT, Rijkswaterstaat en het Ministerie van EZK.

De veranderingen van het offshore VKA-tracé bevinden zich:

1. Ter hoogte van het zuid-oostelijke punt van de Bruine Bank in combinatie met het windenergiegebied Hollandse Kust (zuidwest);
2. Kruising van de scheepvaartroute TSS Maas Northwest;
3. Passage ten oosten van lichtplatform Goeree.

De benodigde diepte waarop de kabelbundel wordt aangelegd is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabels ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabels zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in “simultaneous lay and burial” begraven en “post lay burial” begraven.⁷

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren “*pre sweeping*” genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van “*simultaneous lay and burial*”. Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt “*post lay burial*” genoemd.

⁷ Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter buiten een verkeersscheidingstelsel (VSS) en 1,5 meter binnen een VSS.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperioden verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het VKA-tracé worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolge van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot 3 kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal 3 meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de trenchdiepte in dit deel van het VKA-tracé 5 meter is. In een 'worst case' situatie kan de installatie tot 8 meter onder het bodemniveau zijn. Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar is de aanlegdiepte buiten een VSS minimaal 1 meter onder het niet mobiele referentievlak onder de zandgolven. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn. Binnen een VSS is de aanlegdiepte minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht, omdat de kabels relatief dun zijn en begraven liggen onder de zeebodem. Dit is anders op de locatie van het Alpha-platform.

Het platform bestaat uit twee onderdelen:

- Een stalen draagconstructie gefundeerd door middel van een jacket met palen of suction buckets, waarbij de constructie in beide gevallen circa 23 meter boven het water uitsteekt;
- Een bovenbouw (topside); afmetingen: 110 m x 80 m x 45 m.

Een jacket heeft of 8 of 12 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk. De heipalen worden 60 meter diep (bij 8 palen) of 50 meter diep (bij 12 palen) de bodem ingebracht.

Indien wordt gekozen voor een fundering met suction buckets, zal deze waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter en een totaal een oppervlak van circa 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet. Het water wordt weggepompt uit de buckets waardoor er een onderdruk wordt gecreëerd en de buckets als het ware het zeebed worden ingezogen. De buckets zullen 6 tot 8 meter de zeebodem ingaan.

De plaatsing van het platform leidt tot een directe verstoring van de bodem doordat de palen in de bodem worden geheid of de suction buckets in de bodem worden verzonken. Daarnaast kunnen rond de fundering slijpgeulen vormen onder invloed van getijdenstromingen. Deze indirecte verstoringen kunnen beperkt blijven, doordat stenen worden gestort onder en rond het platform.

Een impressie van het te plaatsen platform is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige IJV Beta platform.

De locatie van het platform op zee is na het recentelijk uitvoeren van surveys vastgesteld. Bij de vaststelling van de locatie van het Beta platform is de verwachte mobiliteit van de zeebodem bepalend geweest. Hierbij is de locatie gekozen waar de minste bodemdaling en bodemstijging over de levensduur van het platform is. Vervolgens is een UXO-DAS survey uitgevoerd voor de identificatie van magnetische anomalieën in een gebied van 400 x 275 m. De locatie van het platform is daarna zo gekozen dat de afstand van elke magnetisch contact minimaal 50 m tot het platform is. Rond de locatie van het Beta-platform komen weinig zandgolven voor. Daarom is het platform binnen de corridor verplaatst en valt de 500 m veiligheidszone van het platform niet binnen de huidige kavels. De centrumcoördinaten van het platform staan vast; de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

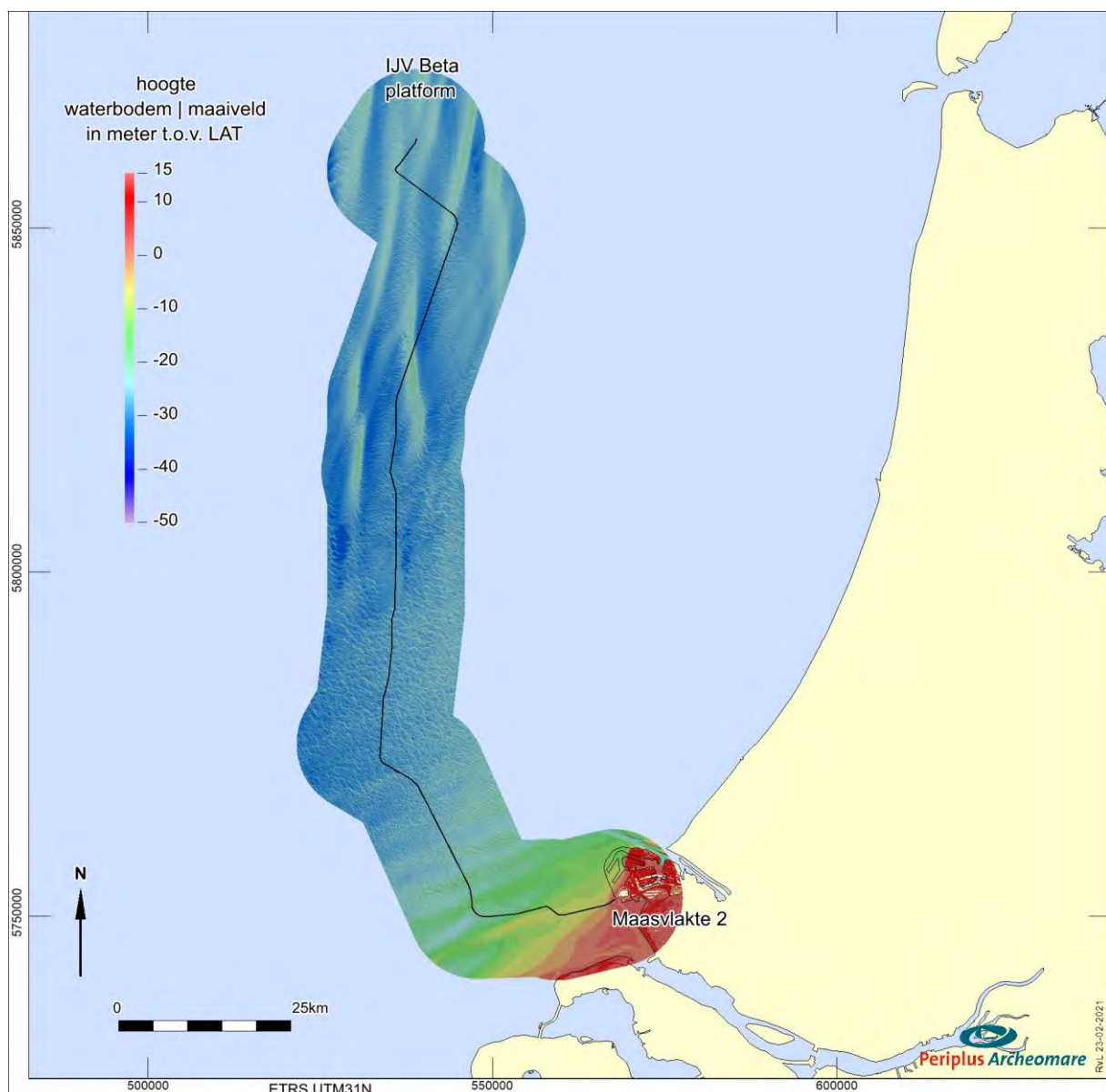
2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 6 toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke hoogtekaart van de zeebodem en het maaiveld. De gegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoogtegegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland. Het referentievlak van de gegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland is m NAP. De lodingsgegevens van de Dienst der Hydrografie zijn in m LAT. Ter plaatse van de Maasvlakte 2 ligt het LAT-vlak 0,96 m onder NAP. In afbeelding 6 is voor dit verschil gecorrigeerd en zijn alle hoogten weergegeven in m LAT.

De hoogte van de waterbodem in het onderzoeksgebied van het VKA-tracé varieert van -0 tot -35 m LAT.

Tracé	Minimum	Maximum	Gemiddeld
Geoptimaliseerd IJV Beta VKA-tracé	-34.8	-0.2	-26.7

Tabel 5. Hoogte van de waterbodem in m LAT

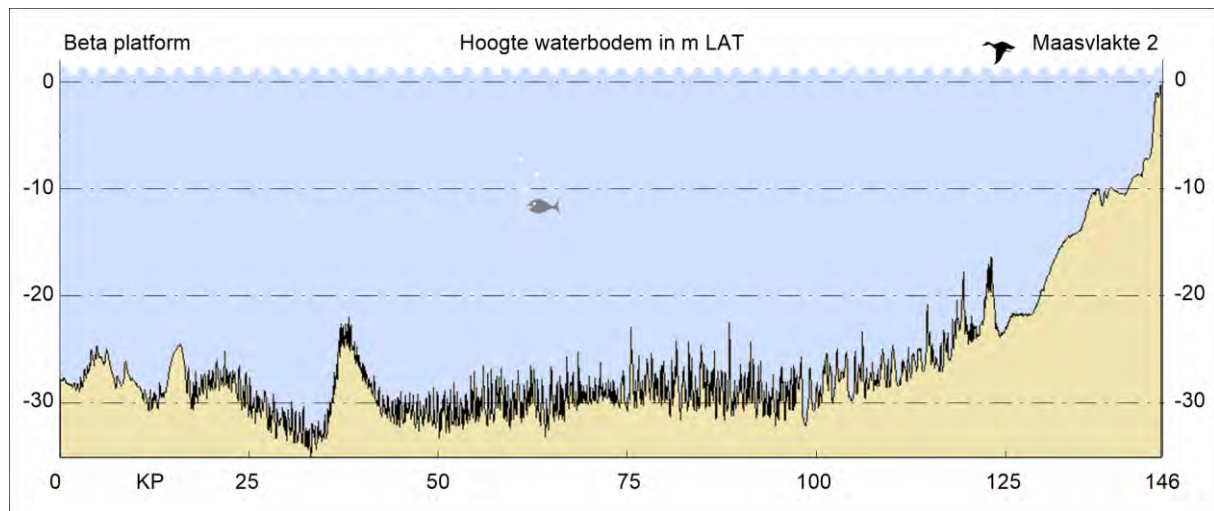


Afbeelding 6. Hoogte van de waterbodem langs het VKA-tracé (bovenaanzicht)

In het profiel van de zeebodem (afbeelding 7) is te zien dat de waterbodem op veel plaatsen langs het tracé rond -30 m LAT ligt. De morfologie van de zeebodem wordt gekenmerkt door westnoordwest – oostzuidoost strekkende zandduinen. De duinen zijn tot 6 meter hoog. De gemiddelde afstand tussen de kruinen en de dalen is 300 meter.

In afbeelding 6 is te zien dat in het noordelijke deel van het kabeltracé grote noord-zuid georiënteerde ruggen voorkomen. De ruggen zijn tot 20 meter hoog en over tientallen kilometers te vervolgen. De afstand tussen de ruggen bedraagt gemiddeld circa 9 kilometer. Rond KP 40 komt een rug duidelijk naar voren in het profiel van de zeebodem (afbeelding 7) De hierboven beschreven zandduinen zijn gesuperponeerd op de ruggen.

In het zuidelijke deel van het kabeltracé komen eveneens ruggen voor. Het gaat hierbij om uitlopers van ruggen die bekend zijn als de Zeeland Ridges. De ruggen zijn in het onderzoeksgebied zuidzuidwest – oostnoordoost georiënteerd; meer naar het zuiden zijn de ruggen zuidwest – noordoost georiënteerd. Hier zijn de ruggen 5 tot 15 m hoog en 9 tot 39 km lang. De afstand tussen de ruggen varieert van 3 tot 7 km. De ontstaanswijze van deze ruggen is niet bekend.⁸



Afbeelding 7. Hoogte van de waterbodem langs het geoptimaliseerde VKA-tracé (profiel)

Het geoptimaliseerde VKA-tracé wordt gekruist door 19 kabels en 3 pijpleidingen. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen is gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen.⁹ Deze kabels worden tijdens de route survey met één of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

Nr	Naam	Type	Methode	Van	naar	Status
KB0001	UK - NL 5	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0002	Concerto 1 Segment 1 East	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Zeebrugge (B)	Verlaten

⁸ Hommes 2007.

⁹ Bron: TenneT.

Nr	Naam	Type	Methode	Van	naar	Status
KB0003	Concerto 1 Segment 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Sizewell (GB)	In gebruik
KB0015	Rembrandt 1	Telecom	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0018	Telecomkabel TAT14 Segment I	Telecom	Geploegd	Katwijk (NL)	Saint Valery en Caux (F)	In gebruik
KB0019	UK - NL 6	Telecom	Surface Laid	Katwijk (NL)	Covehite (GB)	Verlaten
KB0020	BRITNED route	Elektra	-	Splitsing bij aansluiting MV2	Engeland	In gebruik
KB0029	PANGEA Segment 2	Telecom	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
KB0030	Ulysses 2	Telecom	Geploegd	IJmuiden (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0033	Hermes 1	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Aldeburgh (GB)	Verlaten
KB0045	Circe 1 North	Telecom	Geploegd	Zandvoort (NL)	Lowesoft (GB)	In gebruik
KB0051	UK - NL 4	Telecom	Surface Laid	Scheveningen (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0065	UK - NL 10	Telecom	Gedeeltelijk	Egmond (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Telecom	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0067	UK - NL 14	Telecom	Geploegd	Egmond (NL)	Winterton (GB)	Verlaten
KB0074	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Telecom	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
KB0078	COAM	Telecom	-	Cork	Katwijk	Toekomstig
KB0113	Scylla HDD	Telecom	-	IJmuiden	Lowestoft	Toekomstig
KB0115	Circe north 2 replacement	Telecom	-	Zandvoort	UK	Toekomstig

Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels

Type	In gebruik	Toekomstig	Verlaten	Totaal
Electrakabel	1	-	-	1
Telecom	7	1	7	15
Totaal	8	1	7	16

Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels

Nr	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
PL0173_PR	Dana Petroleum	Gas	8-inch	P11-B-De Ruyter	P12-SW	Actief
PL0125_PR	Wintershall	Gas	10-inch	P2-NE	P6-A	Verlaten*
PL0173_PR	Dana Petroleum	Gas	8-inch	P11-B-De Ruyter	P12-SW	Actief

Tabel 8. Kruisende pijpleidingen

* De status van de 10-inch gas pijpleiding van P2-NE naar P6-A geeft aan dat de pijpleiding is verlaten (*abandoned*). Elders in de database is echter aangegeven dat de status aangeduid is als geannuleerd (*cancelled*). Vermoedelijk is deze pijpleiding nooit aangelegd.

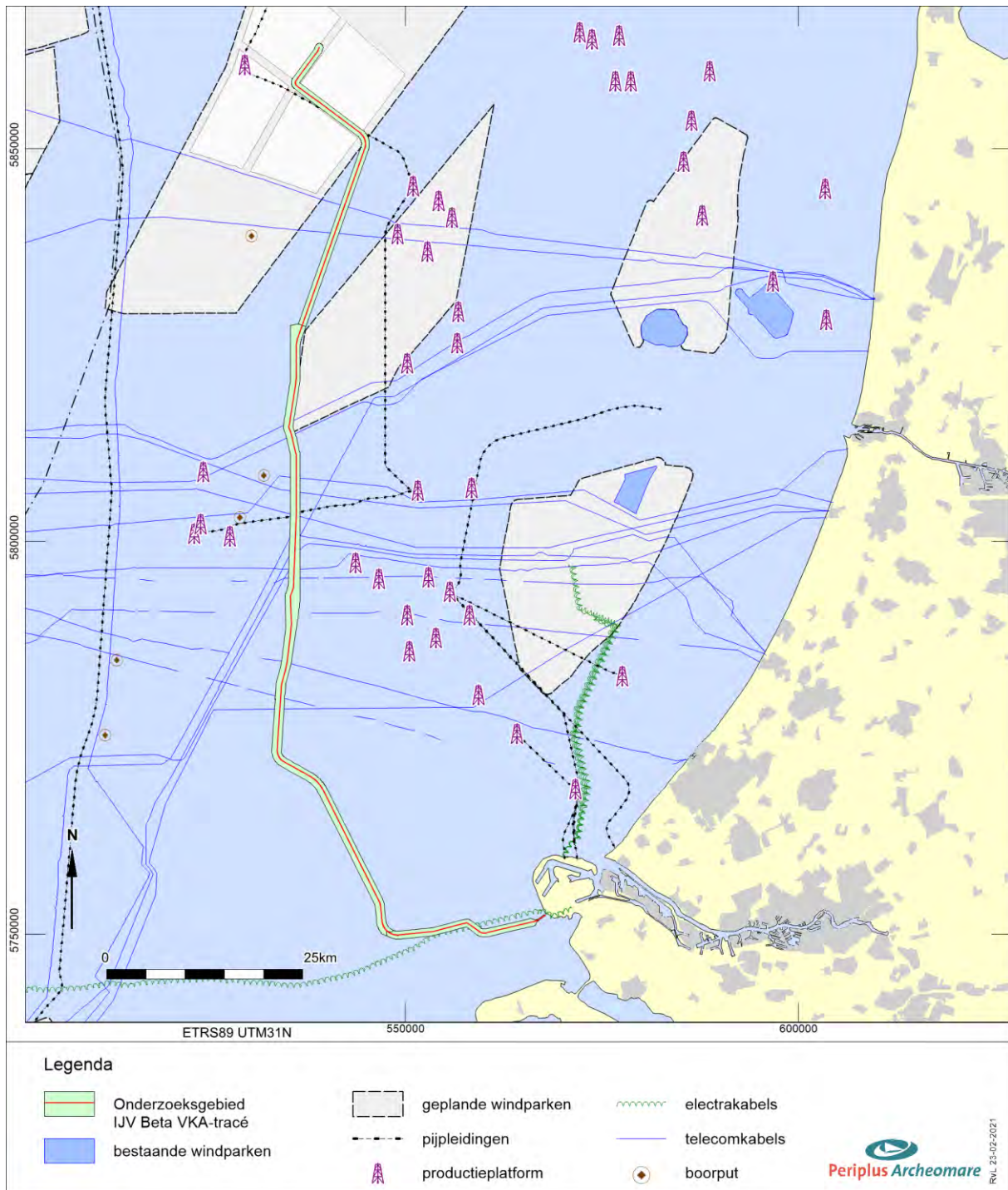
In het onderzoeksgebied zijn geen boorgaten van exploratieboringen bekend (zie afbeelding 8).

Overige infrastructuur

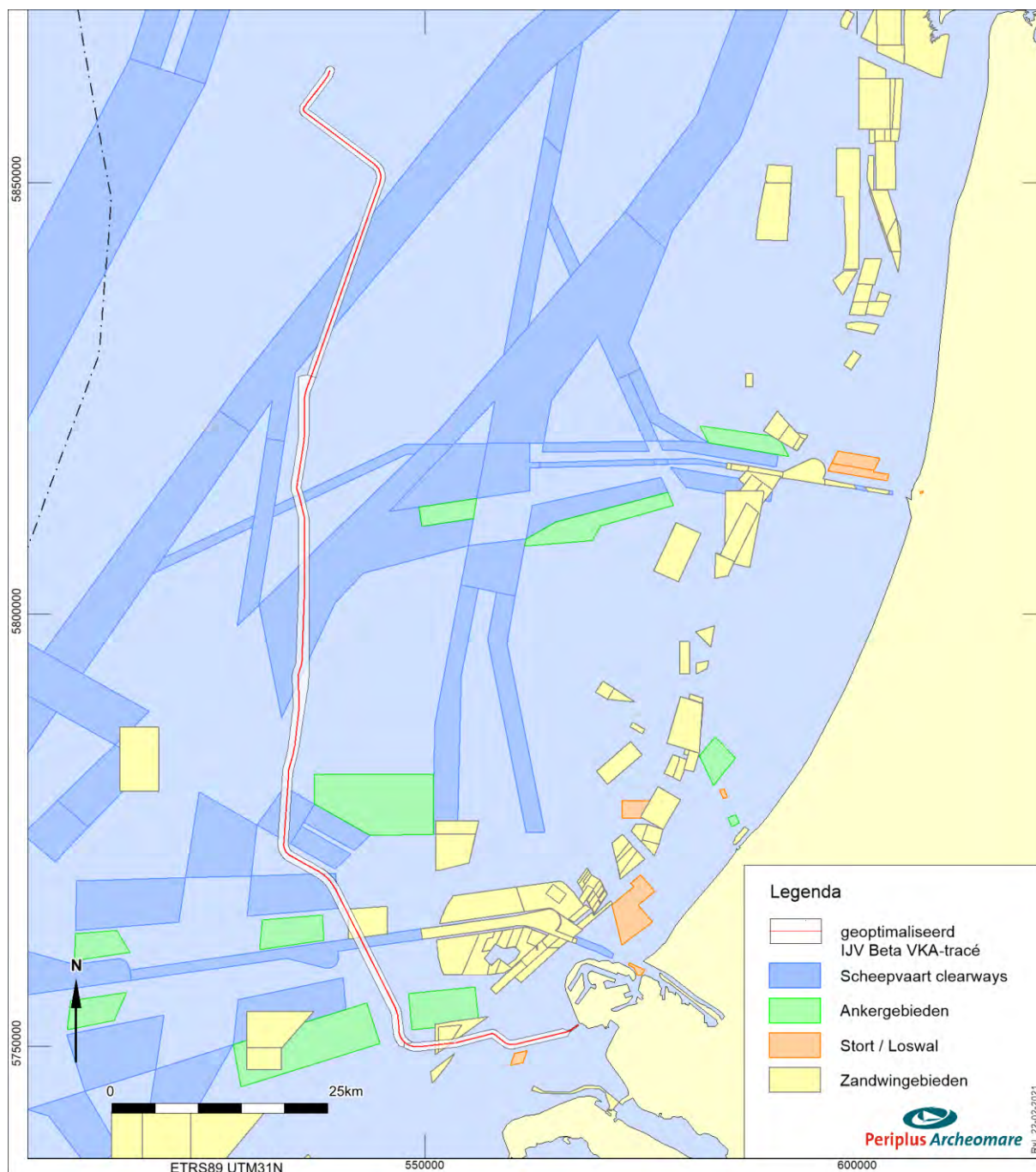
Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied van het geoptimaliseerde VKA-tracé gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden, stort- en loswallen en zandwingebieden (bron: RWS Zee en Delta juli 2020). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 9. Het geoptimaliseerde VKA-tracé kruist drie zandwingebieden: S3A, S3A1 en P17A. Details van dit gebied zijn opgenomen in tabel 9. Volgens Rijkwaterstaatdata van juli 2020 is S3A1 in gebruik.

Naam	Omschrijving	Status	In Gebruik	Uitgeput	Winddiepte (m)
S3A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2
S3A1	Zandwinning	Vergund	Ja	Nee	2
17A	Zandwinning	Verlaten	Nee	Nee	2

Tabel 9. Details van zandwingebieden die door het geoptimaliseerde IJV-Beta VKA-tracé worden gekruist



Afbeelding 8. Kruisende kabels en leidingen

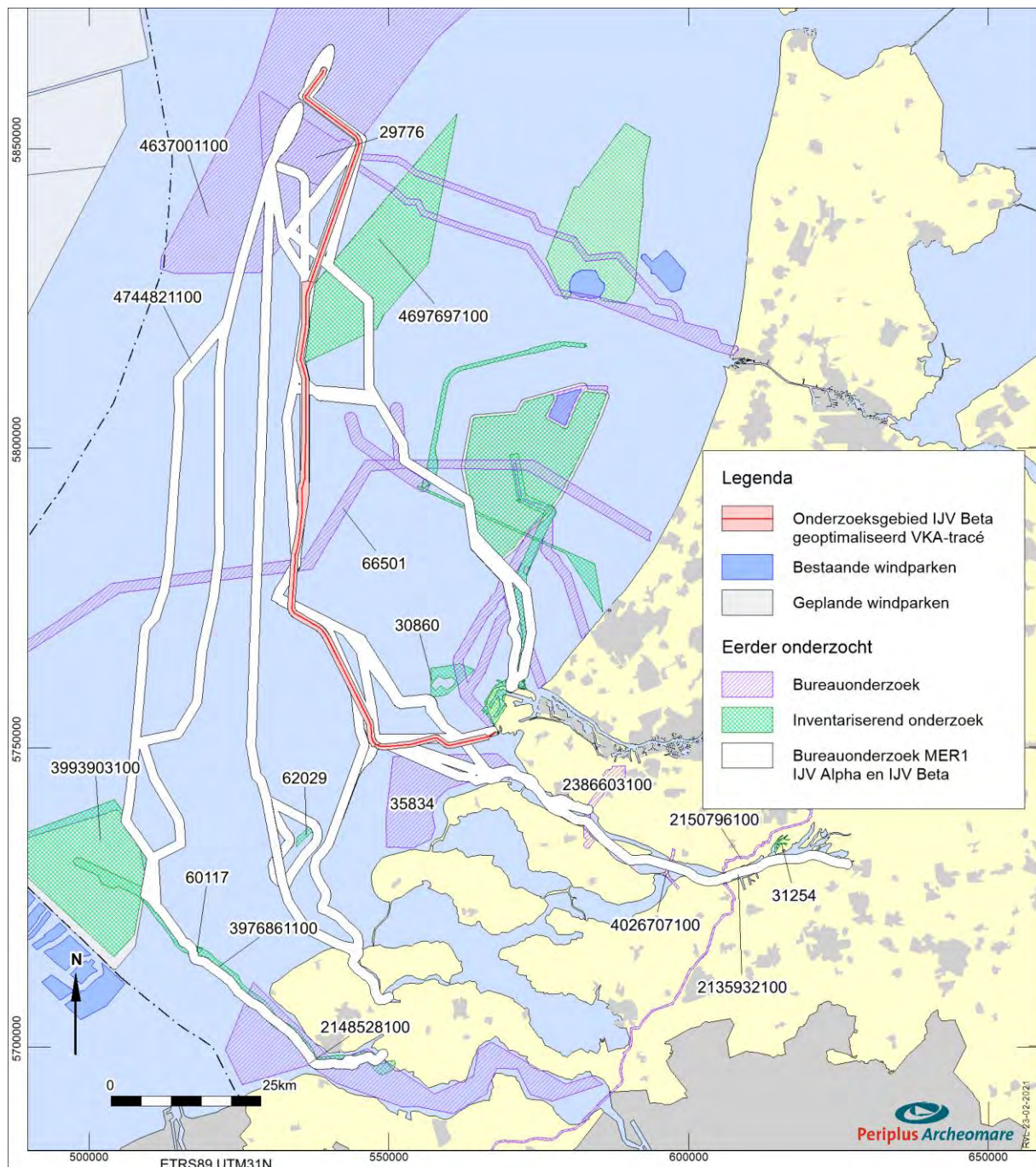


Afbeelding 9. Overige infrastructuur

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken langs het onderzoeksgebied van het VKA-tracé is weergegeven in afbeelding 10. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 10.¹⁰

¹⁰ Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.



Afbeelding 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Archis nr Zaaknr	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare
4637001100	Windpark IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare
62029	Zandwinkavels Schouwen 1 Goeree 1	IVO	2014	Periplus Archeomare
35834	Zoekgebieden MZI Voordelta	BO	2009	Periplus Archeomare

Archis nr Zaaknr	Omschrijving	Jaar	Type Onderzoek	Uitvoerder
60117	Zeeuws Vlaanderen 4 Diep	IVO	2014	Periplus Archeomare

Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 65.

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendra-klimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.¹¹

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevist. Op 8 november 2019 maakt visser/verzamelaar Kommer Tanis melding van de vondst van een menselijke schedel die is opgevist in 'Northsea/Doggerland' (zie afbeelding 12). De precieze vindplaats is niet bekend. Ook op de Bruine Bank (Eng: Brown Bank) ten westen van de routevarianten zijn artefacten van been en gewei opgevist.¹² Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 13). Ook hier is de vindplaats enigszins onzeker. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.

¹¹ Gaffney e.a. 2005.

¹² Louwe Kooijmans 1970.



Afbeelding 11. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)



Afbeelding 12. Menselijke schedel in november 2019 opgevisht in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 13. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkrechtz 2018)

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Een aantal van deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.¹³ Seismisch onderzoek met (een) *subbottom profiler(s)* zal deel uitmaken van de geofysische onderzoeken die in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee IJmuiden Ver Beta zullen worden uitgevoerd. De uitkomsten van dit seismische onderzoek kunnen worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in het prehistorisch landschap.

Een goed voorbeeld van de mogelijkheden die er zijn voor geo-archeologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in het Laat *Pleistocene* en Vroeg *Holoceen*, en de wijze waarop mens en dier omgingen met de veranderende omstandigheden, is het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de verdieping van de Yangtze Haven in de Maasvlakte II. Hier is uitgebreid multidisciplinair onderzoek gedaan naar de bewoningsresten die zijn aangetroffen op een klein rivierduin op meer dan 20 meter onder het huidige zeeniveau.¹⁴

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum* en *Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.¹⁵

¹³ Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.

¹⁴ Moree 2015.

¹⁵ Verhart 2005 159.

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.¹⁶ Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.¹⁷ Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.¹⁸ Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehalennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17^e eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. Het tweede tempelcomplex is in de jaren 70 van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals daktegels.

Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland.¹⁹ Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpiene jade bijkopen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.²⁰ Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. De aanlanding bij de huidige Maasvlakte was in de vroeg moderne periode een aanloop voor de haven van Rotterdam waar beruchte zandbanken lagen waarop verschillende schepen kunnen zijn vergaan.²¹ De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

¹⁶ Hessing 1995, 98.

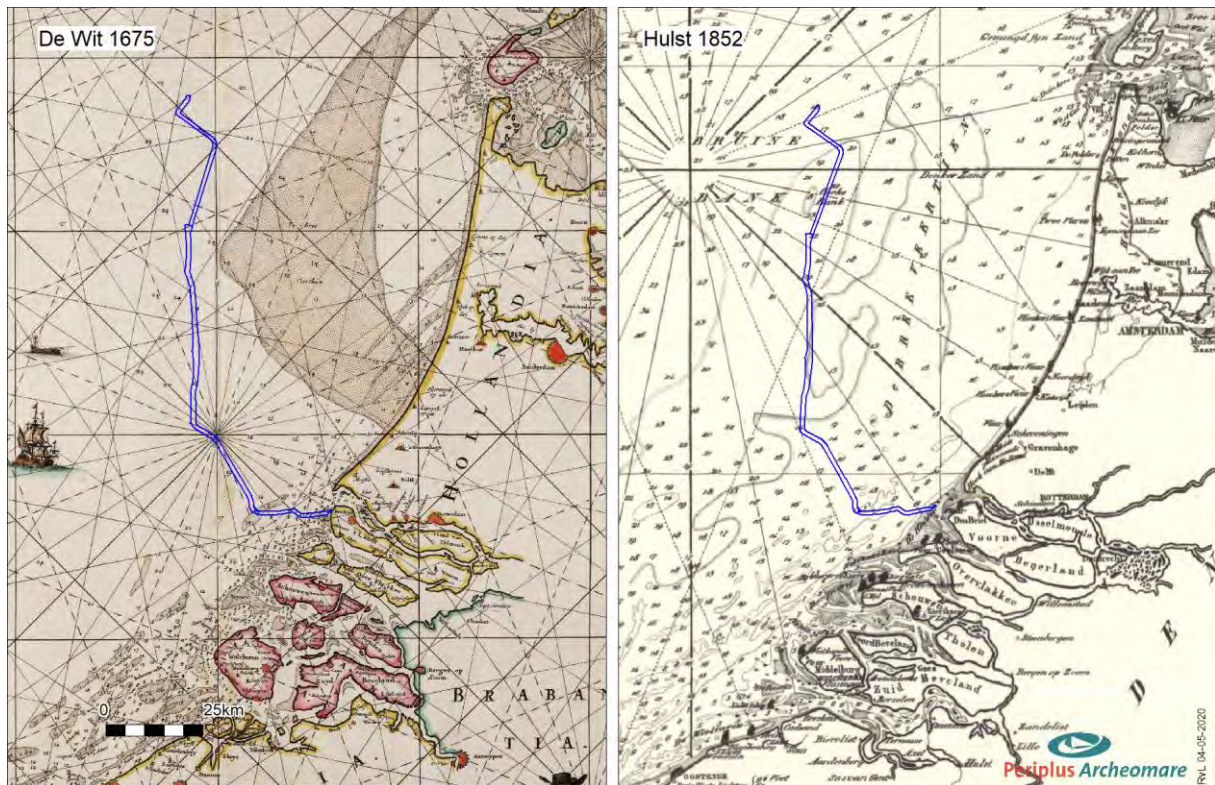
¹⁷ Dijkstra en Ketelaar 1965.

¹⁸ Waasdorp 1999.

¹⁹ Van de Noort 2011.

²⁰ Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.

²¹ Pers. comm. J. Opdebeeck, 2021.



Afbeelding 14. Projectie van het geotimaliseerde VKA-tracé op kaarten van De Wit (1675) en Hulst (1852).



Afbeelding 15. Projectie van de aanlanding van het geoptimaliseerde VKA-tracé bij de Maasvlakte II op een kaart van Blaeu (1631).

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de Tweede Wereldoorlog meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.²² De verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.²³

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

²² Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

²³ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

Bekende verstoringen in het plangebied

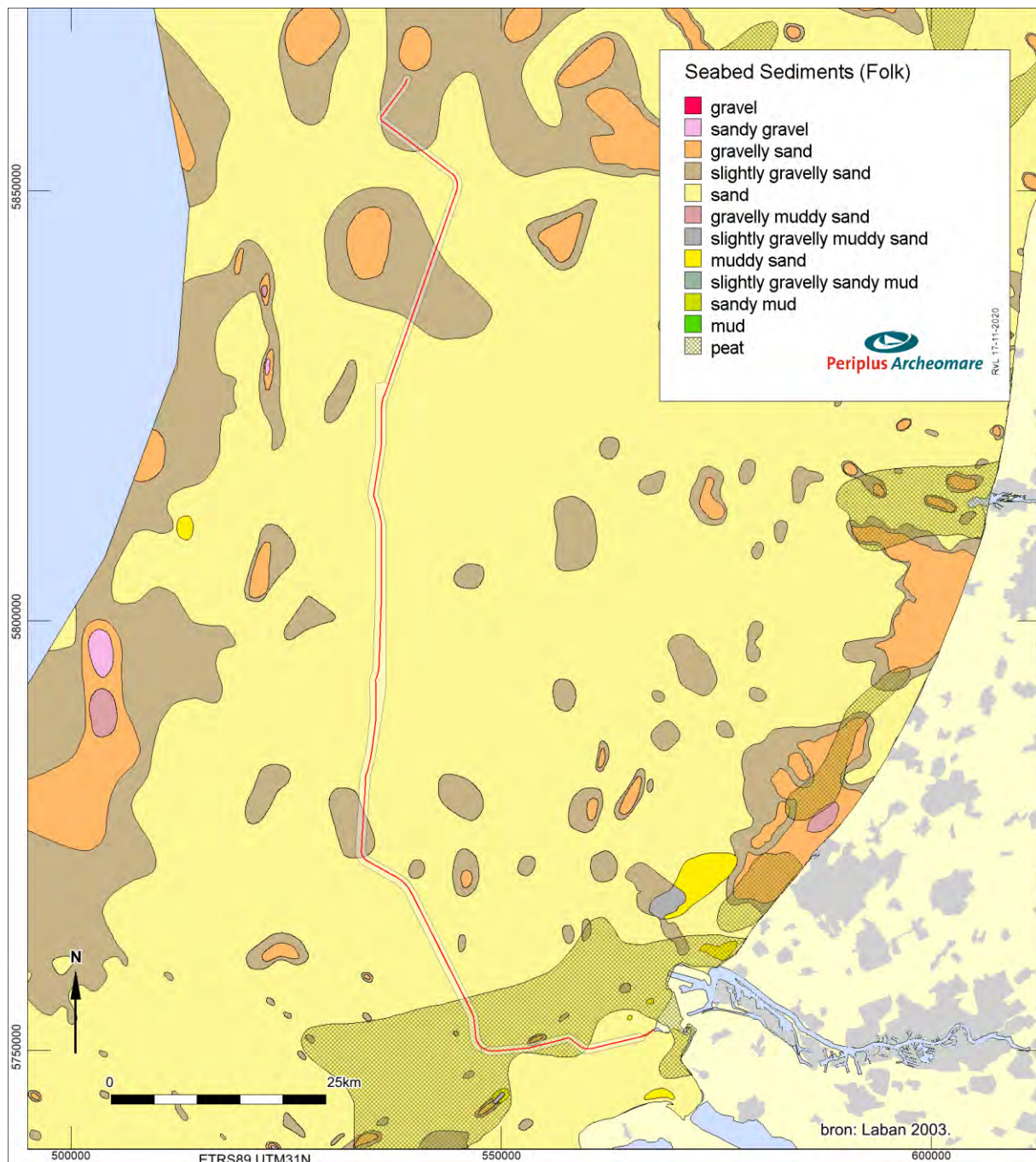
Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de top laag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken. Ter plaatse van de eerder besproken zandwingebieden (P17A, S3A en S3A1), die door het kabeltracé worden gekruist heeft zandwinning tot 2 meter diepte plaatsgevonden (zie afbeelding 9).

2.4. Geologische gegevens (LS04)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat binnen het onderzoeksgebied uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie afbeelding 16). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé doorkruist gebieden met vroeg-*holocene* afzettingen van veen en klei, die ontsloten aan de zeebodem of dicht onder de zeebodem voorkomen.

De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaan uit het *Bligh Bank Laagpakket*, de *Formatie van Naaldwijk*, de *Formatie van Echteld* en de *Formatie van Nieuwkoop*. Offshore is op veel plaatsen in het onderzoeksgebied enkel het *Bligh Bank Laagpakket* aanwezig. De dikte van de *holocene* laag varieert binnen de corridors van het geoptimaliseerde VKA-tracé van 0 tot 20 meter.



Afbeelding 16. Oppervlakesedimenten

Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* plaatselijk over in strandafzettingen van het *Laagpakket van Zandvoort*. Voor de bepaling van de dikte van de *holocene* laag zijn de grid data van het TNO top *pleistoceen* model en het DTM-model van de hoogteligging van de Noordzeebodem van de Dienst Hydrografie gebruikt.²⁴ Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het niet uitgesloten, dat de kabelbundel plaatselijk zal worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 17).

²⁴ Ebbing 1992.



Afbeelding 17. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

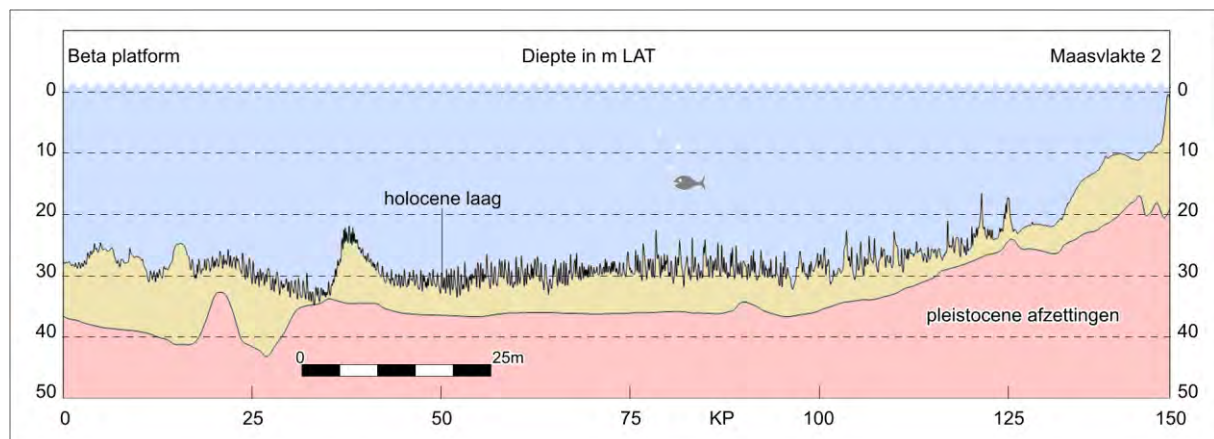
De variaties van dikte van de *holocene* laag zijn weergegeven in tabel 11. In de meest noordelijke offshore sectie, van het Beta platform tot het punt waar het tracé parallel aan het VKA-tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha gaat lopen varieert de dikte van de *holocene* laag van 0 tot 12 meter. De verschillen in dikte zijn voor een deel gerelateerd aan de morfologie van de zeebodem. Ter plaatse van de toppen van de zandruggen ligt de top van de *pleistocene* afzettingen meters dieper dan ter plaatse van de dalen

tussen de ruggen. De diepteligging van de *pleistocene* afzettingen varieert ook sterk (tot circa 6 m) tussen de toppen en dalen van zandruggen.

Toch is ook de top van het *pleistoceen* een verre van vlak niveau, doordat het landschap aan het eind van het *Pleistocene* werd gevormd door gestuwde afzettingen, duinen, dekzandruggen, meren en rivierdalen. De oorspronkelijke morfologie van het *pleistocene* landschap kan door erosie tijdens het *holoceen* zijn veranderd. Hierbij kan erosie het oorspronkelijke reliëfrijke landschap hebben genivelleerd en kunnen geulen zijn ingesneden in de *pleistocene* ondergrond. Een duidelijke verhoging geflankeerd door twee depressies is bijvoorbeeld zichtbaar bij KP 20 ten zuiden van het Beta-platform. De top van het *pleistocene* afzettingen kent relatief weinig hoogteverschillen tussen KP 40 en KP 110. De afzettingen liggen hier rond -36 m LAT. Vanaf KP 110 loopt de top van het *pleistoceen* geleidelijk op tot rond de -19 m LAT ter plaatse van het aanlandingspunt bij de Maasvlakte 2.

Sectie noord naar zuid	Lengte kabeltracé	Dikte <i>holocene</i> laag (m)	
		Minimum	Maximum
Offshore Beta	41970 m	0.0	16.6
Offshore parallel Alpha	82600 m	1.1	13.1
Offshore Maasvlakte II	20996 m	2.9	18.2

Tabel 11. Variaties in dikte van de *holocene* laag langs het VKA-tracé



Afbeelding 18. Profiel *holocene* laag | top *pleistocene* afzettingen

Uit de subcropkaart (afbeelding 19) blijkt dat de sedimenten die onder de *holocene* afzettingen schuil gaan, bestaan uit uiteenlopende *pleistocene* afzettingen. De belangrijkste *pleistocene* eenheden die op uitgebreide schaal offshore voorkomen zijn mariene afzettingen van de *Egmond Ground Formatie*, de mariene afzettingen van de *Eem Formatie* met aan de top brakwaterkleien van *Brown Bank Laagpakket* en fluviatiele afzettingen van de *Formatie van Kreftenheye*. Ten zuiden van de platformlocatie Beta komt een smalle strook van de *Formatie van Boxtel* voor binnen de corridor van het kabeltracé.



Afbeelding 19. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004).

Egmond Ground Formatie

De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground*

Formatie wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee afgezet.²⁵ Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achter bleven in de glaciale bekkens. Deze meer- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn.²⁶ Tijdens het *Weichselien* traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviaatiele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem, veen en fijn zand). De afzettingen dateren uit het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*.²⁷ Aan het eind van het *Weichselien* stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-*holocene* klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 20). Het gaat hier om vroeg-*holocene* kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

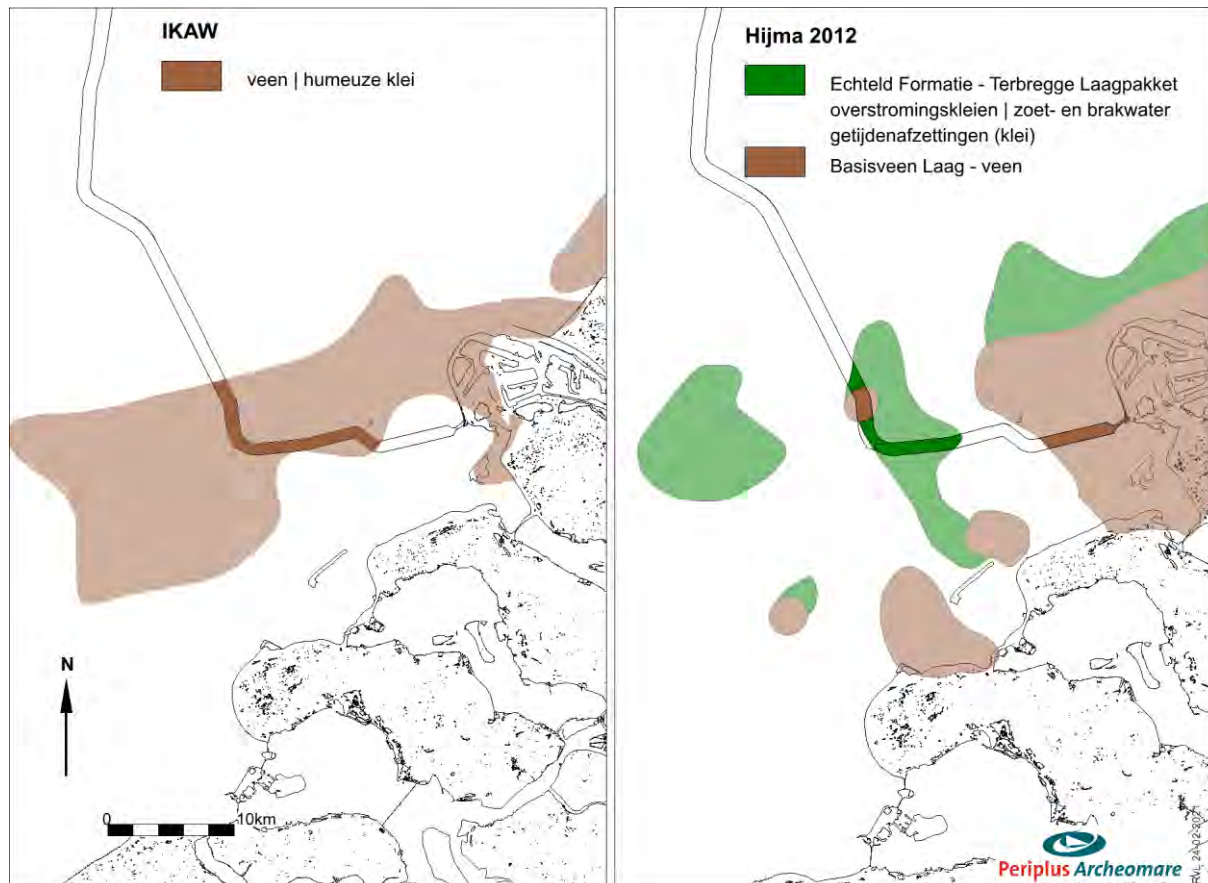
De *Basisveen Laag* werd afgezet op de overgang van het *Weichselien* naar het *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en het vegetatie-arme *pleistocene* landschap begroeid raakte.

²⁵ Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.

²⁶ Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.

²⁷ Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.

In afbeelding 20 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linker deel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma.²⁸ Hijma heeft de voorkomens van veen (Formatie van Nieuwkoop|Basisveen Laag) en zoet- en brakwatergeïjdenafzettingen (*Echteld Formatie*|*Terbregge Laagpakket*). De voorkomens van veen en klei op de IKAW komen niet geheel overeen met die van de publicatie van Hijma. Wel is duidelijk dat deze vroeg-*holocene* venen en kleien binnen het kabeltracé verwacht kunnen worden. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* en gelaagde kleien van het *Terbregge Laagpakket* voorkomen.



Afbeelding 20. Voorkomens van veen (*Basisveen Laag*) en klei (*Terbregge Laagpakket*).

Naaldwijk Formatie

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer* (*Formatie van Naaldwijk*).

De vroegste klastische afzettingen zijn die van de *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen en juveniele brakwaterkoksels. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de *Laag van Velsen* goed bewaard zijn gebleven. De zoet- en brakwatergetijdenafzettingen die tegenwoordig als *Terbregge Laagpakket* / *Formatie van Echteld* worden geclassificeerd, zijn in het verleden ten onrechte als *Laag van Velsen*

²⁸ Hijma 2012.

aangemerkt. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)*.

Bligh Bank Laagpakket

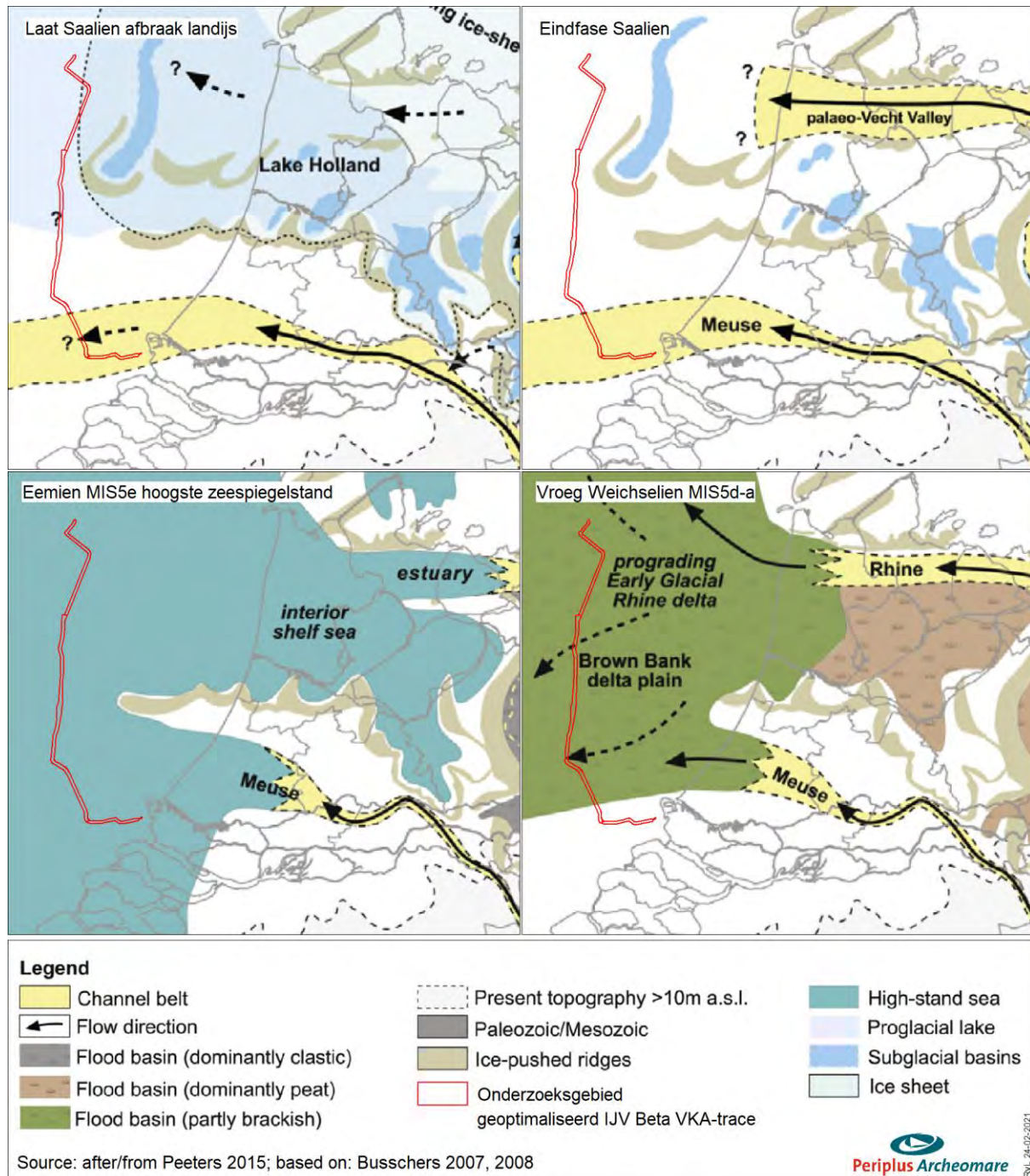
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilagen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die ten oosten van het VKA-tracé in de ondergrond voorkomen (zie afbeelding 21; linksboven). Het voorkomen en genese van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* komt duidelijk naar voren in de onderste twee plaatjes van afbeelding 21.

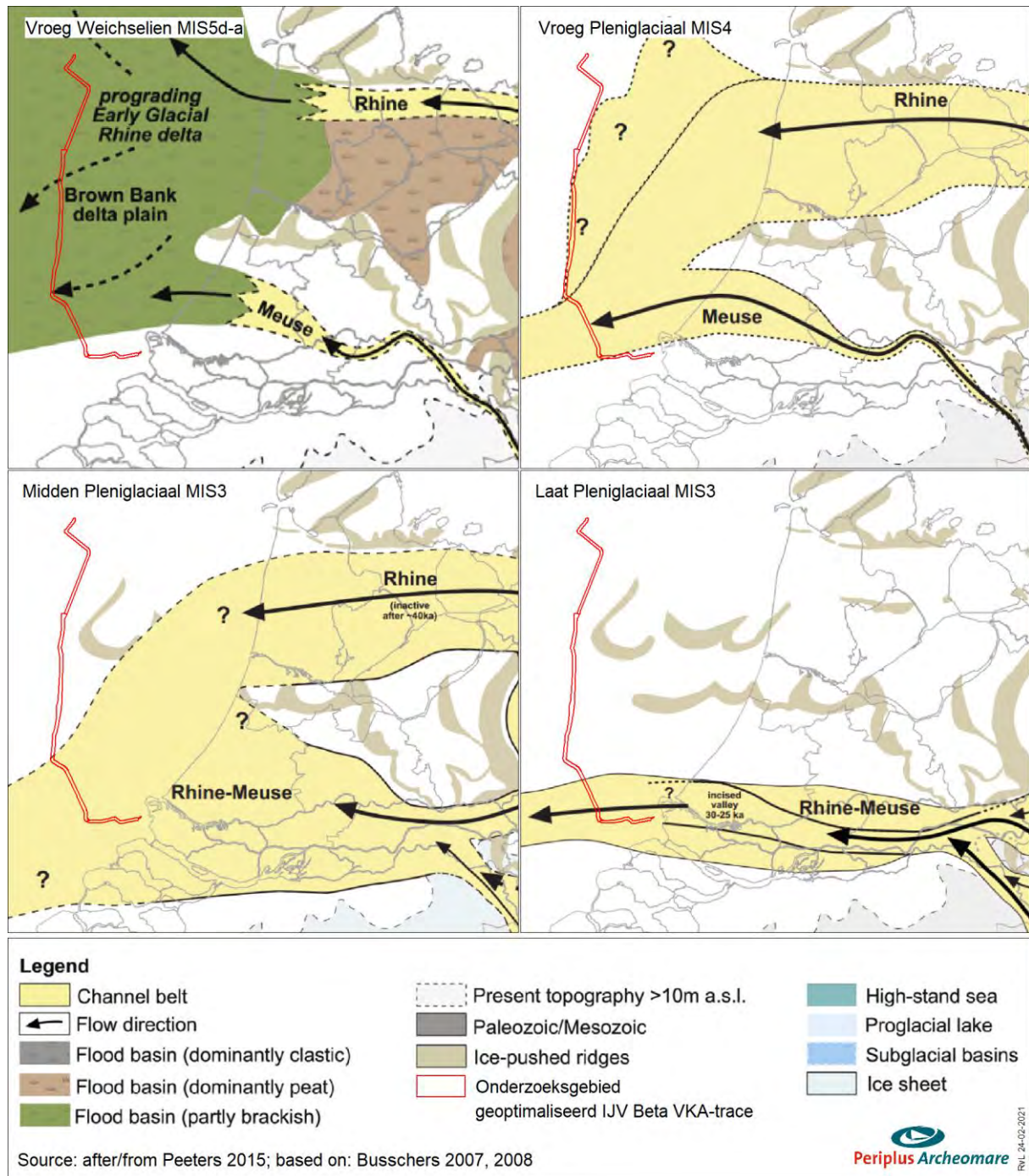
Afbeelding 22 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Weichselien* en verklaart het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Het lijkt erop dat de vondsten van een Neanderthaler-artefact en een schedelfragment van een Neanderthaler afkomstig zijn uit de context van deze rivierafzettingen. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de *Formatie van Kreftenheye*, afzettingen van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* verwacht worden.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh Bank	zand	<i>Holoceen</i>	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Zandvoort	zand	<i>Holoceen</i>	marien	Strand
	Walcheren	klei en zand	<i>Holoceen</i>	marien	getijdenafzettingen
	Wormer	klei en zand	<i>Holoceen</i>	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	<i>Holoceen</i>	lagunair	kustzone
Echteld	Terbregge	klei	<i>Holoceen</i>	fluviatiel	zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg <i>Holoceen</i>	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg <i>Holoceen</i>	eolisch	rivierduinen
	Wierden	fijn zand		eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	lagunair - lacustrien	lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	zand en klei	Eemien	open marien	schelpenhoudend
Egmond Ground	-	fijn zand	Holsteinien	open marien	schelpenhoudend

Tabel 12. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Abbeelding 21. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien.



Afbeelding 22. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien.

2.5. Archeologische waarden (LS04)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 24).²⁹

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. De kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast is de kaart verouderd, omdat het de staat van kennis van 25 jaar geleden weerspiegelt.

De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.³⁰ De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 23).³¹ Deze archeologische potentiëkaart is grotendeels gebaseerd op de Top *Pleistocene* map,³² waarbij aan de door *holocene* afzettingen afgedekte *pleistocene* eenheden een archeologische potentie is toegekend. Op plaatsen waar deze eenheden zijn afgedekt door vroeg-*holocene* klei en/of veen is de kans aanwezig, dat deze lagen klei en/of veen onderliggende *pleistocene* eenheden en eventueel daarin besloten archeologische niveaus hebben beschermd tegen erosie.³³ Zo is in gebieden waar door Laban de Boxel Formatie is gekarteerd, de archeologische potentie ‘Residuaire Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’ gekarteerd. Met andere woorden: resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* kunnen in deze gebieden voorkomen, maar deze resten kunnen door erosie zijn aangetast (vandaar: ‘Residuaire’). Op plaatsen waar de *Formatie van Boxel* (naar verwachting) is afgedekt door veen en/of klei, is aan deze eenheid de archeologische potentie ‘Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’, zonder de toevoeging ‘Residuaire’, toegekend. Het is belangrijk om te bedenken, dat het voorkomen en de grenzen van de in kaart gebrachte lithostratigrafische eenheden

²⁹ IKAW 3^e generatie, RCE 2008.

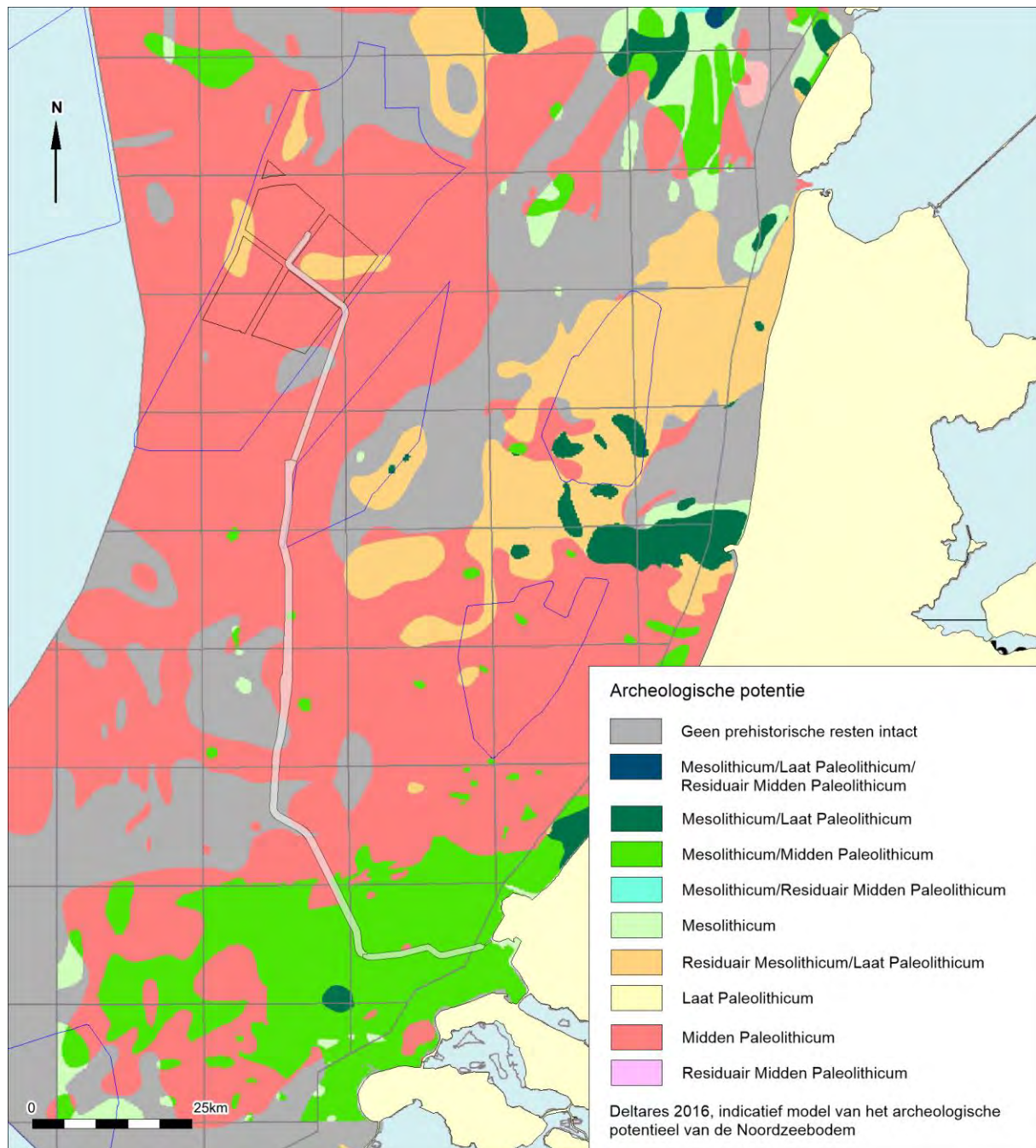
³⁰ Zie het project ‘North Sea paleolandscapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).

³¹ Vonhögen . 2016.

³² Laban 2004.

³³ Bronbestand veen en klei: IKAW.

gebaseerd zijn op een beperkte hoeveelheid geologische gegevens. Het voorkomen en de grenzen van lithostratigrafische eenheden moeten daarom niet als definitief worden beschouwd, maar een indicatie van wat te verwachten is in het gebied, daarmee een kader vormend voor verder onderzoek. Ook morfologische fenomenen zoals door landijs gevormde stuwwallen zijn bij het vaststellen van de archeologische potentie in deze kaart niet meegewogen.



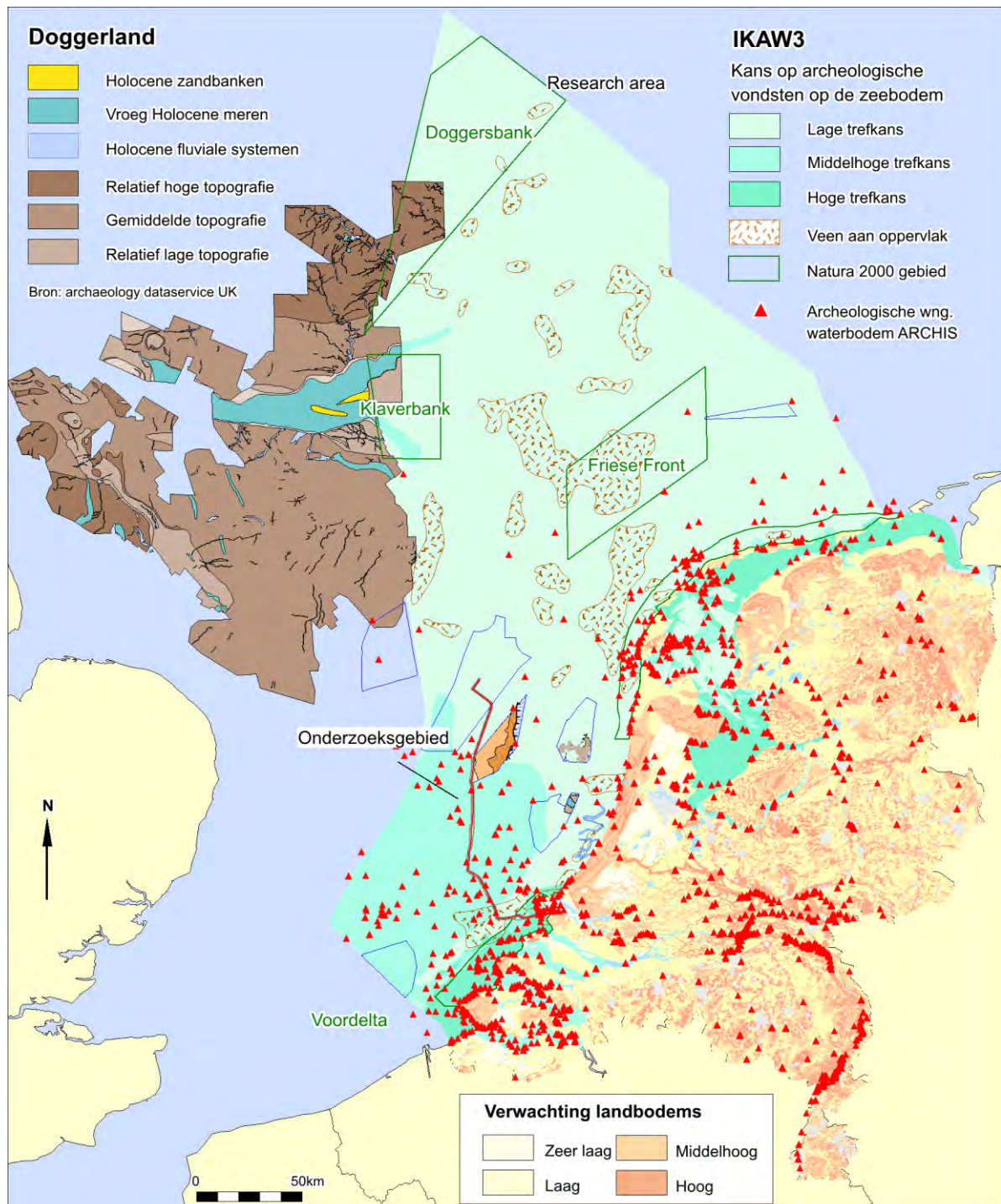
Afbeelding 23. Archeologische potentie voor prehistorische resten.

Volgens dit model zijn in het noordelijke deel van het VKA-tracé voornamelijk resten uit het Midden *Paleolithicum* te verwachten. In het zuidelijk deel zijn ook *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum* en *Mesolithicum* te verwachten.

Omgeving onderzoeksgebied

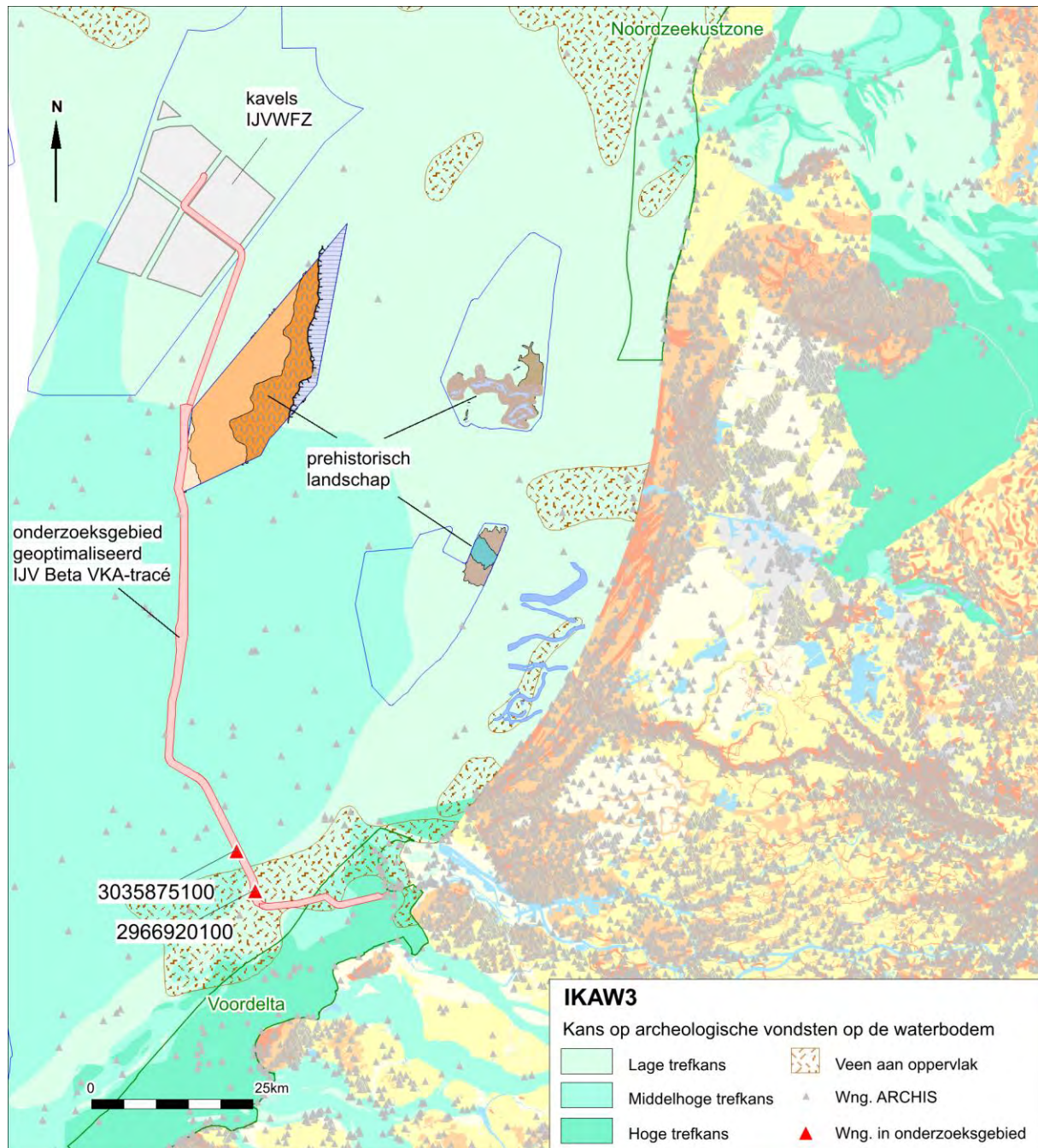
ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 24. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

Tijdens onderzoeken in de geplande windparken Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, zoals het leggen van kabels, kunnen worden verstoord.



Afbeelding 25. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.

Binnen het onderhavig onderzoeksgebied zijn twee archeologische vindplaatsen bekend. De vindplaatsen betreffen de wraklocaties van twee scheepswrakken. De vondsten zijn beschreven in tabel 13; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 25.

ARCHIS zaakid.	Locatie			Materiaal	Periode		NCN nr.
	RDx	Rdy	Toponiem		Van	Tot	
2966920100	37763	438417	Noordzee Ncp Blok S3	schip	NTL	NTL	364
3035583100	28296	411980	Schouwen Banjaard 2	schip	NTM	NTL	9317

Tabel 13. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het geoptimaliseerde VKA

Vondsten van resten uit de prehistorie en (proto)historie zijn binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied niet bekend. Zoals beschreven in paragraaf 2.3 zijn in het Noordzeegebied en de Maasmonding wel diverse vondsten uit de Prehistorie bekend. Het gaat vooral om vuurstenen en benen artefacten, die in de netten van vissers zijn aangetroffen. Naast artefacten worden ook veel botten van grote zoogdieren die tijdens de laatste ijstijden het gebied bevolkten aangetroffen. Een mooi voorbeeld zijn de mammoetbotten die zijn aangetroffen tijdens het trenchen van de exportkabels van Hollandse Kust (zuid) naar de Maasvlakte.³⁴ Op de kabeltrencher werden meer dan 45 kjaar oude mammoetbotten aangetroffen die uit primaire context afkomstig blijken te zijn. Deze context bestaat uit met fijn zand opgevulde geulen, waarin de botten zeer goed bewaard zijn gebleven. De vondsten hebben geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de Formatie van Kreftenheye worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

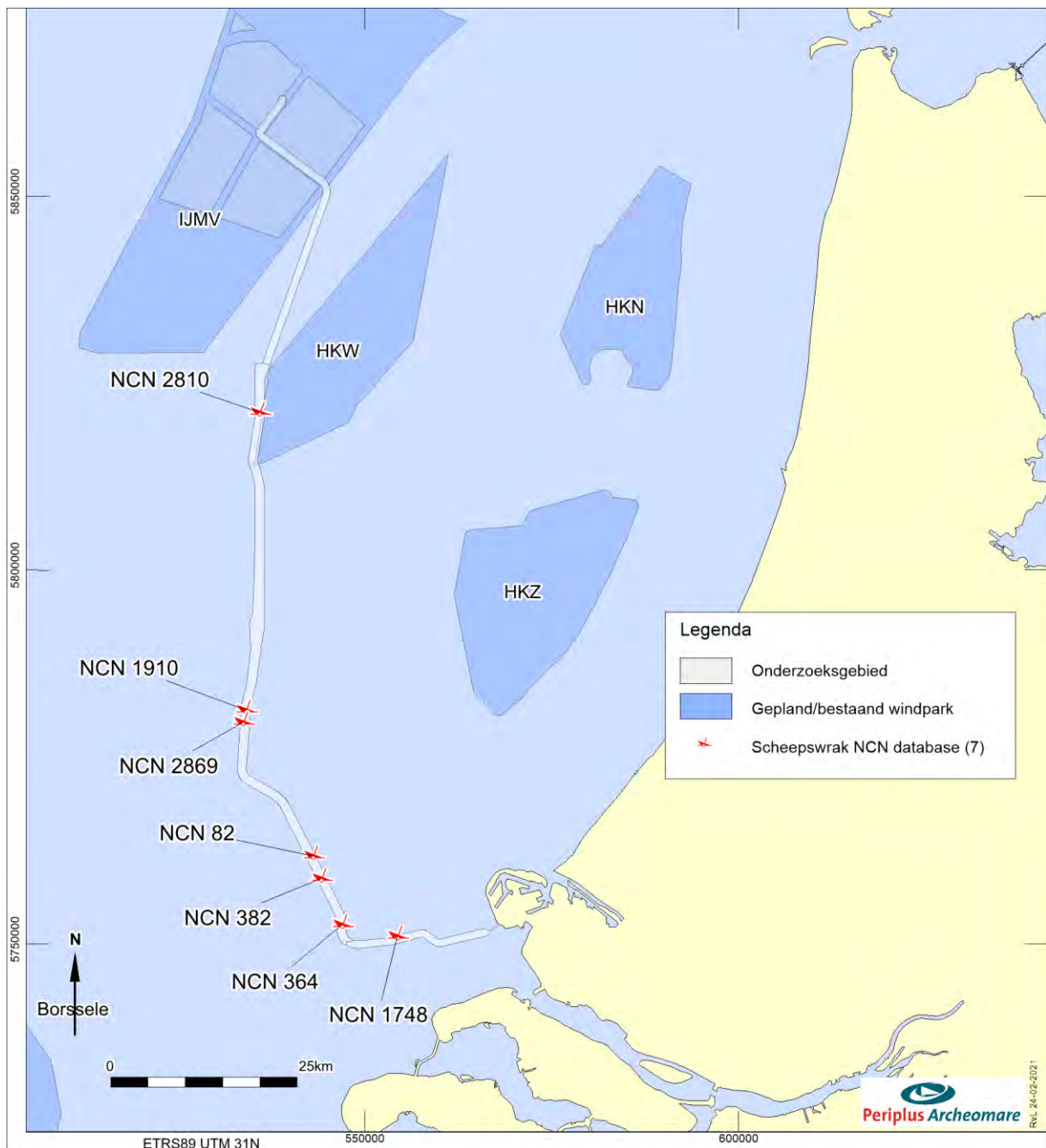
De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta.³⁵

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

In totaal zijn 7 scheepswrakken en 54 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de afbeelding 26. Een lijst van de 7 bekende scheepswrakken binnen de corridors van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé is opgenomen in bijlage 3.

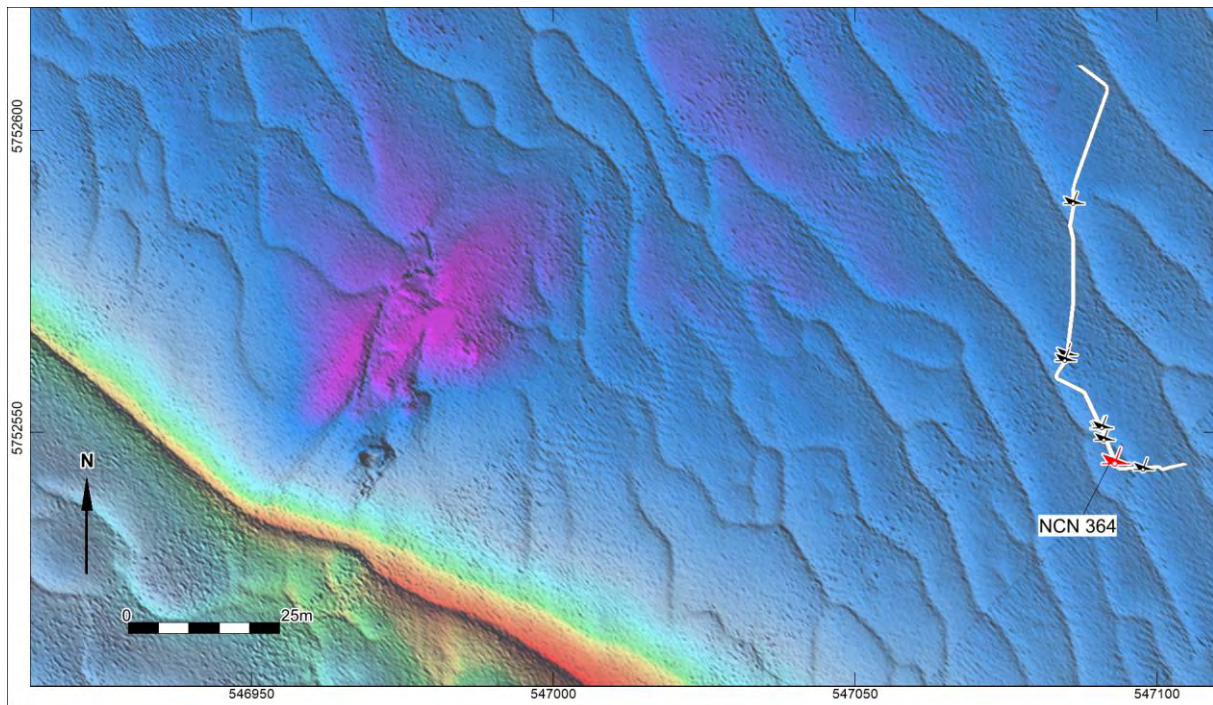
³⁴ Lil 2020.

³⁵ Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.

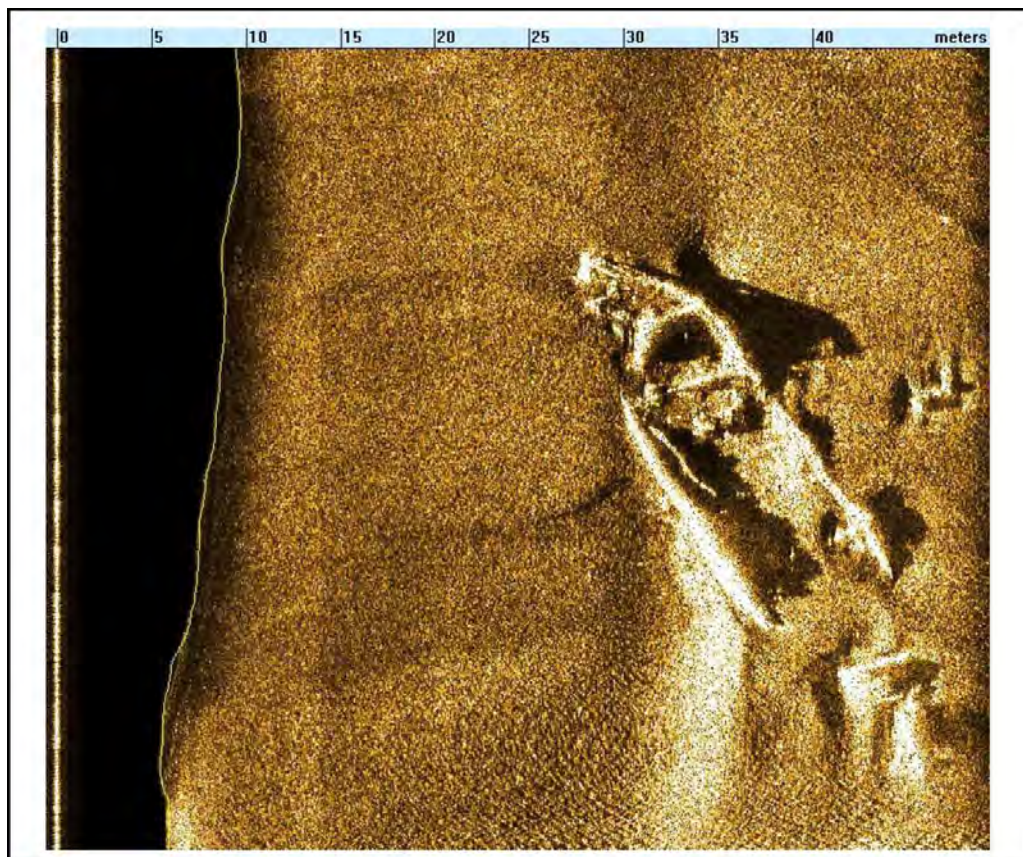


Afbeelding 26. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder wordt een voorbeeld gegeven.



Afbeelding 27. Multibeamopnamen van wrak NCN 364



Afbeelding 28. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364

Het wrak NCN 364 betreft het wrak van een vermoedelijk negentiende-eeuws metalen stoomschip, dat nog niet is geïdentificeerd. Het heeft zichtbare afmetingen van 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Van de in totaal 7 wrakken die binnen het geoptimaliseerde VKA bekend zijn, zijn 2 wrakken opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (NCN 364 en NCN 382). Van 2 wrakken (NCN 1748 en NCN 1910) is de locatie zeer onzeker. Het is daarom goed mogelijk dat deze wrakken zich niet bevinden op de locatie die in de NCN-database is geregistreerd. Het is zelfs goed mogelijk dat deze wrakken in werkelijkheid buiten het onderzoeksgebied liggen.

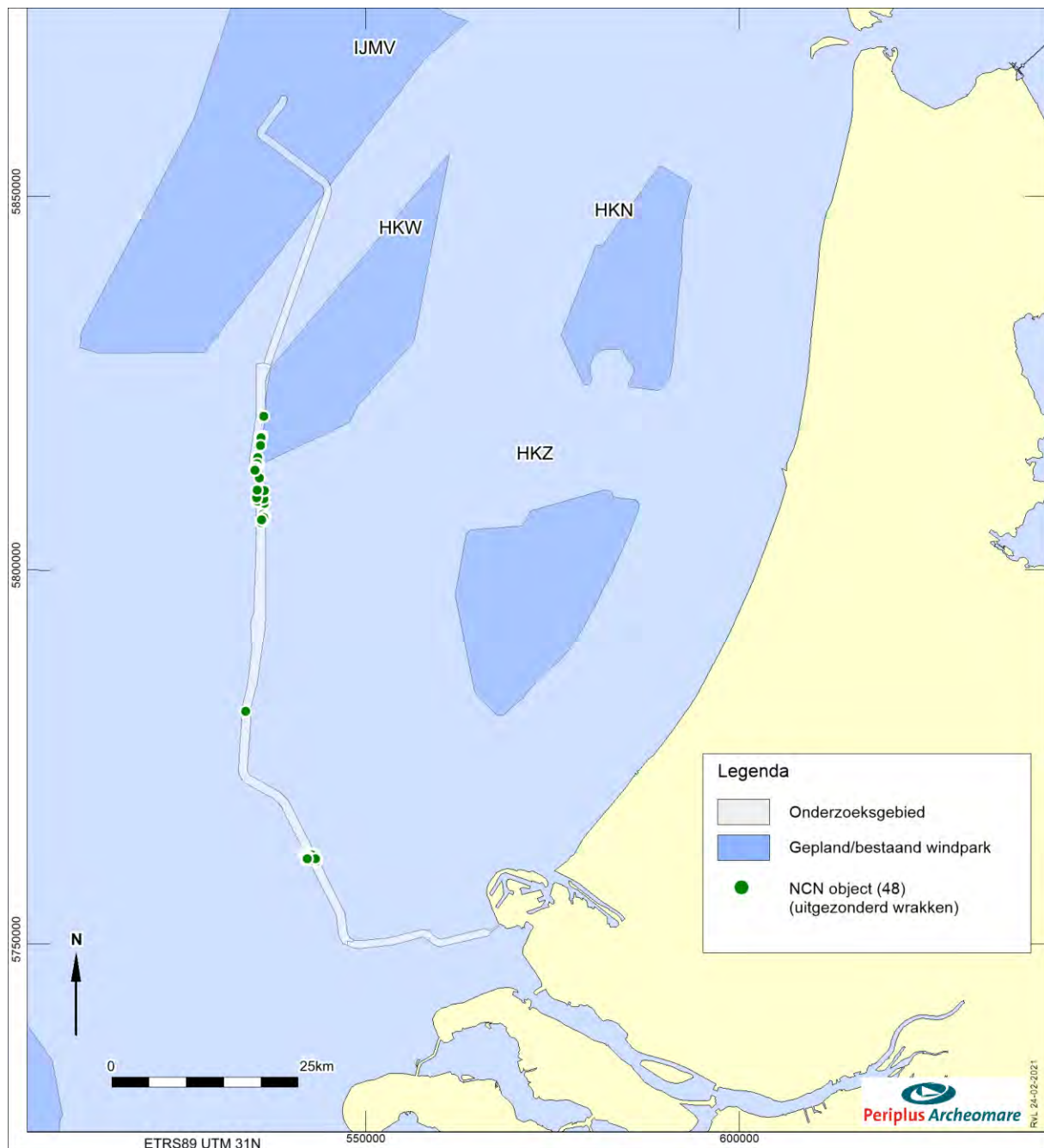
Van geen van de wrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan, dat de wrakken van archeologische waarde zijn, totdat het tegendeel is bewezen. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 54 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in tabel 14 en afbeelding 29.

Object	Aantal
Bodemverstoring	4
Kabel / ketting	14
Onbekend object	21
Steen	13
Boeisteen met ketting	2
Totaal	54

Tabel 14. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database.



Afbeelding 29. Overzicht van de overige NCN objecten

MARIAD

De volgende afbeelding toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbelding 30. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD. Deze locatie bevindt zich buiten het onderzoeksgebied, ter hoogte van de Maasvlakte II, op 10 km ten oosten van de parallelle sectie.

Klass. nr. 262 351					Nr. A 189
<u>Wrakkenregister</u>					
<u>Wrak Nr.</u>	A 189				
<u>Naam</u>	:				
<u>Nationaliteit</u>	:				
<u>Tonnage</u>	:				
<u>Lading</u>	:				
<u>Soort schip</u>	:	Wissersvaartuig			
<u>Gestrand dd.</u>	:				
<u>Gezonken dd.</u>	:				
<u>Plaatsbepaling</u>	:	51° 58' 32"			
in °	:	03° 49' 08"			
t.o.v. kmr	:				
in decca coördinaten	:				
(Delta Chain)	:				
<u>Afmetingen in m.</u>	:	L.	Br.	Holte	Diepgang
<u>Eigenaar</u>	:				
<u>Nr. Wrakkenregister</u>	:	159349			
<u>Hydrografie</u>	:				
<u>Verdere gegevens</u>					
Betreffende zinken 162/1266-96 Verbeterde positie zeilboom zichtbaar.			Betreffende opruiming		

Afbeelding 31. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Vliegtuigwrakken

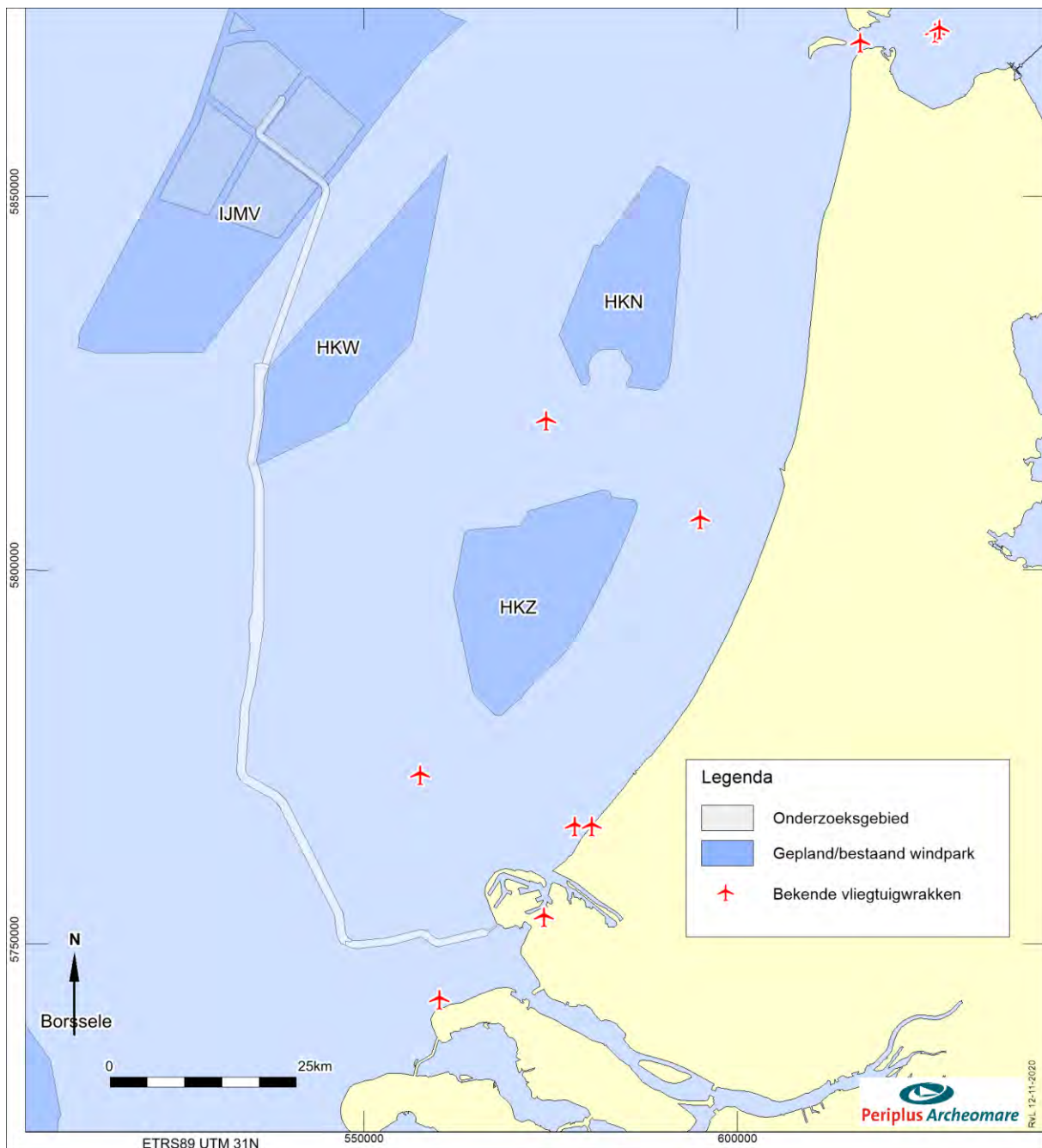
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.³⁶ Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.³⁷

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet.³⁸ Afbeelding 32 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat.

³⁶ Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

³⁷ Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

³⁸ Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.



Afbeelding 32. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen het onderzoeksgebied.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het VKA-tracé kunnen bewoningsresten uit alle perioden voorkomen.

De top van het *pleistocene* landschap dat tijdens verschillende perioden in het verleden is gevormd en vormen het archeologische niveau voor kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de vroeg-*holocene* afzettingen voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh bank	zand	<i>Holoceen</i>	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	zand	<i>Holoceen</i>	I, IV	ME – NT
	Walcheren	zand en klei	<i>Holoceen</i>	I, IV	ME – NT
	Wormer	klei en zand	<i>Holoceen</i>	I, IV	VMESO – NT
	Velsen	humeuze klei	<i>Holoceen</i>	II, mogelijk III	VMESO
Echteld	Terbregge	klei	<i>Holoceen</i>	II en IV, mogelijk III	LPALEO – NT
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg <i>Holoceen</i>	II, mogelijk III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg <i>Holoceen</i>	III	LPALEO – VMESO
	Wierden	fijn zand		III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	II en IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eemien tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	Eemien	IV	MPALEO
Egmond Ground	-	zand en klei	Holsteinien	IV	PALEO

Tabel 15. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuisen en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 15 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen het VKA-tracé voorkomen is niet bekend. In het Maasmond-gebied kunnen in de context van zoet- en brakwatergetijdenafzettingen van de Formatie van Echteld verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen.

De formaties die zijn opgebouwd uit afzettingen die voor het *Eemien* zijn afgezet, zijn niet opgenomen in het overzicht. De kans op *in situ* resten wordt binnen deze eenheden klein geacht.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de *holocene* opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van het kabeltracé door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de *vroeg-mesolithische* vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het kabeltracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de *vroeg-holocene* bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: '*Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde*'.³⁹

Indien (delen) van het *pleistocene* en/of *vroeg-holocene* landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. Deze resten van dit totale geheel dienen integraal worden bekeken en te worden onderzocht in hoeverre dit voorkomt en in hoeverre dat dit 'verstoord' kan gaan worden als gevolg van geplande ontwikkelingen.

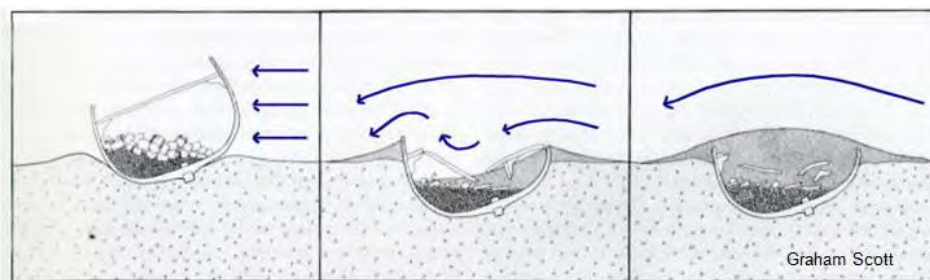
³⁹ Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 7 scheepswrakken bekend in de NCN-database. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.

Vooraf in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 33. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen, kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?

Ja. Binnen het onderzoeksgebied van het VKA-tracé zijn 7 scheepswrakken bekend in de NCN database. Deze database omvat objecten, waaronder wrakken, uit de databases van de Dienst Hydrografie (NLhono), Rijkswaterstaat (SonarReg) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS).

Het NCN contact 364 betreft het wrak van een (vermoedelijk) 19^e-eeuws stoomschip dat nog niet is geïdentificeerd. Het wrak is 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

Het materiaal waar de schepen van zijn gemaakt is bij 2 wrakken geregistreerd. Wrak NCN 382 bestaat uit de resten van een houten driemaster; NCN 2869 is door D. de Rooij gemeld als een houten wrak, die eerst als obstructie in de database van de Dienst Hydrografie was geregistreerd. Het 19^e-eeuwse stoomschip (NCN 364) is van ijzer, alhoewel het materiaal niet is geregistreerd in de NCN database.

Van 4 wrakken (NCN 82, NCN 364, NCN 382 en NCN 2810) is de locatie nauwkeurig bekend (binnen 5 m). Van 2 wrakken (NCN 1748 en NCN 1910) is de locatie zeer onzeker. Dit geldt, in mindere mate, ook voor de positie van wrak NCN 2869, die binnen 500 m bekend is. Het is daarom goed mogelijk dat 3 wrakken zich niet bevinden op de locaties die in de NCN-database zijn geregistreerd. Het is zelfs goed mogelijk dat deze wrakken in werkelijkheid buiten het onderzoeksgebied liggen. Geen van de vindplaatsen is begrensd.

Uitgezonderd het 19^e-eeuwse stoomschip (NCN 364) is de datering van de wrakken niet bekend. Voor de diepteligging van de wrakken en verdere details wordt verwezen naar Bijlage 3 bij dit rapport.

Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Behalve 2 scheepswrakken die ook in de NCN-database zijn geregistreerd bestaande uit het 19^e-eeuwse stoomschip (NCN 364|ARCHIS 46668) en de houten driemaster (NCN 382|ARCHIS 48556), zijn in de ARCHIS-database geen archeologische vondsten bekend.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?

Ja, in het onderzoeksgebied kunnen naast de bekende scheepswrakken nog onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en intacte prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd, zoals boomstamboten, niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het *Bligh Bank* Laagpakket en de Formatie van Naaldwijk verwacht. De dikte van de

Holocene laag varieert langs het IJV Beta VKA-tracé van 0 tot 19 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie, sleepnetten van vissers en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) prehistorische nederzettingen

De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden *Paleolithicum*, het Laet *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum*. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden*, rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 m LAT.⁴⁰

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het Eemien naar het Weichselien (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum*. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-*holocene* afzettingen (*Basisveen Laag* en *Laag van Velsen*), en verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Verspoelde artefacten worden ook verwacht in de *Formatie van Kreftenheye*. Recente vondsten wijzen er op dat in de *Formatie van Kreftenheye* ook *in situ* resten kunnen voorkomen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan verloren of gedumpte objecten die in de context van opgevulde geultjes bewaard zijn gebleven.

Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?

Egalisatie (pre-lay sweep), baggeren en in het in de zeebodem begraven van de kabels kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar*, *magnetometer* en *subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan een indicatie geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabels een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

⁴⁰ LAT = Lowest Astronomical Tided: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?

Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar, multibeam en magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibro core; boreholes*) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van het onderzoeksgebied. Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang om voordat de monsters worden gebruikt voor destructief onderzoek zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven een beeld wordt verkregen van de locaties waar boormonsters zijn genomen, waarvan de analyse kan bijdragen aan beantwoording van de archeologische doelstelling: het vaststellen van de genese van de afgedekte prehistorische landschappen.

Aan de hand van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek kan het kabeltracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridors of kunnen zones worden aangegeven waar vervolgonderzoek noodzakelijk kan zijn. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van het tracé, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen de corridors van het VKA-tracé van het Net op zee IJmuiden Ver Beta scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn 7 scheepswrakken bekend, waaronder de resten van een 19^e-eeuws stoomschip en een houten driemaster. Van geen van de 7 bekende scheepswrakken is de archeologische waarde vastgesteld. Dit betekent dat ervan uit dient te worden gegaan dat de wrakken van waarde zijn, totdat het tegendeel bewezen is.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor het VKA-tracé en de onderhoudscorridors te toetsen.⁴¹ Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is gerelateerd aan het laat-*pleistocene* en vroeg-*holocene* landschap waarin jongere mariene zanden schuil gaan.

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren <i>pleistocene</i> landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	selectie van boringlocaties voor archeologische onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor destructief geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Tabel 16. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

⁴¹ conform KNA waterbodems protocol 4103.

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Wij adviseren de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag.⁴²

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht. De prospector kan ook een selectie maken van monsters voor specialistisch onderzoek, bijvoorbeeld C14-analyses of onderzoek van pollen, dierlijke en plantaardige macroresten, mollusken, diatomeeën, et cetera. De eisen en randvoorwaarden die aan het archeologische booronderzoek worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een PvE en/of Plan van Aanpak (PvA). De eisen die worden gesteld aan het geofysisch onderzoek (*sidescan sonar, multibeam, subbottom profiler*) en het geotechnisch onderzoek (boringen en sonderingen) dienen te worden vastgelegd in één allesomvattend PvE.

⁴² conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.....	5
Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging (bron: TenneT).....	6
Afbeelding 3. Breedte kabeltracés op zee gebundelde ligging met twee parallelle kabeltracés (Alpha en Beta naast elkaar; bron: TenneT).....	7
Afbeelding 4. Breedte kabeltracé nearshore gebundelde ligging (bron: TenneT).....	7
Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige IJV Beta platform.....	15
Afbeelding 6. Hoogte van de waterbodem langs het VKA-tracé (bovenaanzicht).....	16
Afbeelding 7. Hoogte van de waterbodem langs het geoptimaliseerde VKA-tracé (profiel).....	17
Afbeelding 8. Kruisende kabels en leidingen	20
Afbeelding 9. Overige infrastructuur	21
Afbeelding 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken.....	22
Afbeelding 11. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine).....	24
Afbeelding 12. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in ‘North Sea/Doggerland’ (bron: K. Tanis).....	24
Afbeelding 13. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkrecht 2018).....	25
Afbeelding 14. Projectie van het geoptimaliseerde VKA-tracé op kaarten van De Wit (1675) en Hulst (1852).	27
Afbeelding 15. Projectie van de aanlanding van het geoptimaliseerde VKA-tracé bij de Maasvlakte II op een kaart van Blaeu (1631).	28
Afbeelding 16. Oppervlaktensedimenten	30
Afbeelding 17. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)	31
Afbeelding 18. Profiel holocene laag top pleistocene afzettingen.....	32
Afbeelding 19. Subcropkaart Top Pleistoceen (Laban 2004).	33
Afbeelding 20. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket).	35
Afbeelding 21. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien.....	37
Afbeelding 22. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Weichselien.	38
Afbeelding 23. Archeologische potentie voor prehistorische resten.....	40
Afbeelding 24. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.....	41
Afbeelding 25. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied.	42
Afbeelding 26. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied.	44
Afbeelding 27. Multibeamopnamen van wrak NCN 364.....	45
Afbeelding 28. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364.....	45
Afbeelding 29. Overzicht van de overige NCN objecten	47
Afbeelding 30. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)	48
Afbeelding 31. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD).....	49
Afbeelding 32. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied	50
Afbeelding 33. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).....	53

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden.....	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Corridorbreedtes VKA-tracé IJmuiden Ver Beta.....	8
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema’s en onderwerpen (Peeters 2009).....	10
Tabel 5. Hoogte van de waterbodem in m LAT.....	16
Tabel 6. Kruisende elektra- en telecomkabels.....	18
Tabel 7. Status van de kruisende elektra- en telecomkabels.....	18
Tabel 8. Kruisende pijpleidingen.....	18
Tabel 9. Details van zandwingebieden die door het geoptimaliseerde IJV-Beta VKA-tracé worden gekruist.....	19
Tabel 10. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken.....	23
Tabel 11. Variaties in dikte van de holocene laag langs het VKA-tracé.....	32
Tabel 12. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied.....	36
Tabel 13. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen de corridor van het geoptimaliseerde VKA.....	43
Tabel 14. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database.....	46
Tabel 15. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie.....	51
Tabel 16. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.....	59

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	Omschrijving
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Allerød</i>	Het Allerød-interstediaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
<i>interstediaal</i>	
<i>ARCHIS</i>	ARCHEologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
<i>Crevasse afzetting</i>	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
<i>Discordant</i>	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
<i>Geogenese</i>	Ontstaansgeschiedenis
<i>Geofysisch onderzoek</i>	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
<i>Geotechnisch onderzoek</i>	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>In situ</i>	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
<i>Klastische rivierafzettingen</i>	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>LAT</i>	Lowest Astronomical Tide
<i>Lithostratigrafie</i>	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
<i>Mesolithicum</i>	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
<i>Multibeam echosounder</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>Nearshore</i>	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
<i>Offshore</i>	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het <i>nearshore</i> gedeelte
<i>Paleolithicum</i>	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het <i>Pleistoceen</i> eindigt met het begin van het <i>Holoceen</i> , <i>ca 11700 jaar geleden</i>
<i>Seismiek</i>	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.

Term	Omschrijving
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
<i>Stratigrafie</i>	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Survey</i>	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
<i>TNO-NITG</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Referenties

Literatuur

- Amkreutz, L., A. Verpoorte, A. Waters-Rist, M. Niekus, V. van Heekeren, A. van der Merwe, H. van der Plicht, J. Glimmerveen, D. Stapert & L. Johansen, 2018: What lies beneath ... Late Glacial human occupation of the submerged North Sea landscape. *antiquity* 92 361 (2018): 22–37.
- Brokke, A.J., E. Brouwer en A. Overmeer, 2015. Archeologisch bureauonderzoek waterbodembodem, transmissiesysteem op zee Borssele. ADC rapport 078430100:0.6
- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. Geological map Flemish Bight.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessian, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hommes, S., J.M.H. Hulscher and A. Stolk, 2007: Parallel Modeling Approach to Assess Morphological Impacts of Offshore Sand Extraction. *Journal of Coastal Research*, Vol. 23, No. 6, 2007.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid *Holocene* transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Kruif, S. de (drs.); RAAP Archeologisch Adviesbureau; (2008): Aardgastransportleidingstracé Wijngaarden - Zelzate (A-667), gemeenten Hulst en Terneuzen; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- J.M. Moree & M.M. Sier (eds), 2015: *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam. Part 1 Twenty metres deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site – Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands.* Early *Holocene* landscape development and habitation, Rotterdam (BOORrapporten 566), 201-221.

- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-*holocene* Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. *Journal of Sedimentary Research*, 75-3, p 409-419.
- Rijdsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. *Netherlands Journal of Geoscience* 84-2, p 129-146
- Stulp, B., 2008. Verdwenen dorpen in Nederland. Falstaf Media
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2016. Archaeological assessment geophysical survey Transmission stations and cable routes Windfarm Borssele. Periplus Archeomare rapport 15A028-01
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2015. Desk Study archaeological assessment Hollandse Kust (Zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024-01
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waterbodems Dordtse Biesbosch. Periplus Archeomare rapport 08A020
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., en Waldus, W.B., Amersfoort, 2006. Een vroeg 19e eeuwse scheepswrak in het Hollandsch Diep, gemeente Moerdijk, MIVO3. ADC rapport 778
- Van den Brenk, S., R. van Lil en R.W. Cassée, in voorbereiding. Archaeological desk study Windfarm zone IJmuiden (ver). Periplus Archeomare report 19A029-01
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024
- Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van Lil, R. en Muis, L.A., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Fibre Optic Subsea Cable Noordzee. Periplus Archeomare rapport 15A014-01
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare report 19A015-01

- Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis150 kV.
- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (<http://www.arg1940-1945.nl>)

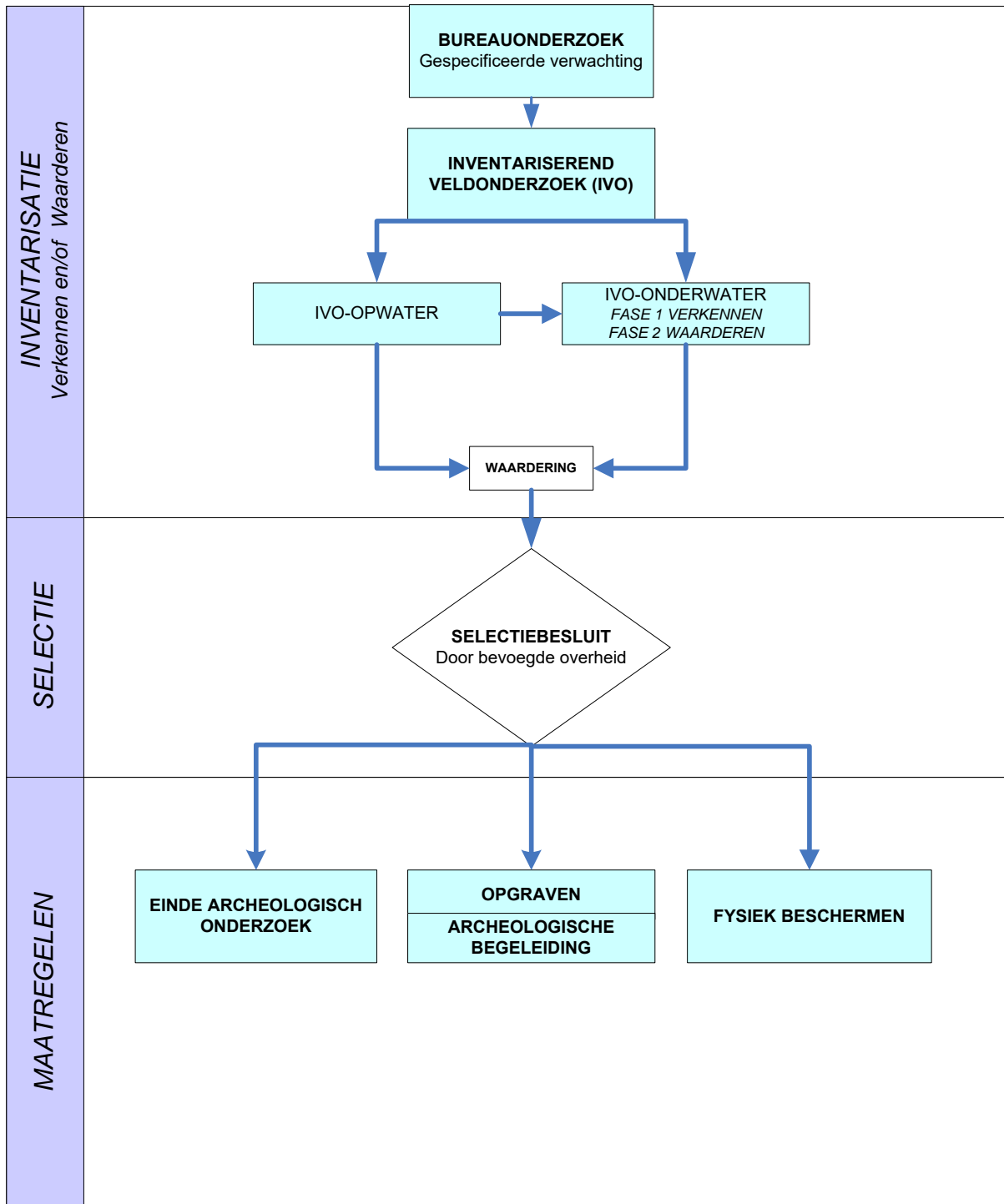
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE			ARCHEOLOGISCHE PERIODE										
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE	TIJD	TIJDPERK		DATERING								
Holoceen	Laat Subatlanticum	1150 n. Chr	Nieuwe tijd		C	1850							
					B	1650							
					A	1500							
	Vroeg Subatlanticum	0	Middeleeuwen		Laat	B	1250						
						A	1050						
					Vroeg	D	900						
						C	725						
						B	525						
						A	450						
	Subboreaal	450 v. Chr	Romeinse tijd		Laat	270							
					Midden	70 n. Chr.							
					Vroeg	15 v. Chr.							
Atlantikum	7300	Metaaltijden	IJzertijd		Laat	250							
					Midden	500							
					Vroeg	800							
			Bronstijd		Laat	1100							
					Midden	1800							
					Vroeg	2000							
Boreaal	8700	Neolithicum		Laat	2850								
				Midden	4200								
				Vroeg	4900/5300								
Preboreaal	9700	Mesolithicum		Laat	6450								
				Midden	8640								
				Vroeg	9700								
Pleistoceen	Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000	Prehistorie	Steentijd	Paleolithicum	Laat	B	12.500				
		Allerød	12.000										
		Oude Dryas	12.100							Jong	A	35.000	
		Bølling	13.000										
			17.000										
	Weichselien	L	Late Glacial Max				20.000	Midden					250.000
							31.500						
			Denekamp				34.000						
							40.000						
							41.500						
	Vroeg Glaciaal	M	Hengelo				41.500	Oud					
							45.000						
			Moershoofd				50.000						
							71.000						
							74.000						
			Odderade				74.000						
			Brørup										
			Amersfoort										
			114.000										
Eemien			126.000										
Saalien			236.000										
Oostermeer			241.000										
onbenoemd			322.000										
Belvédère	336.000												
onbenoemd	384.000												
Holsteinien	416.000												
Elsterien	463.000												

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems

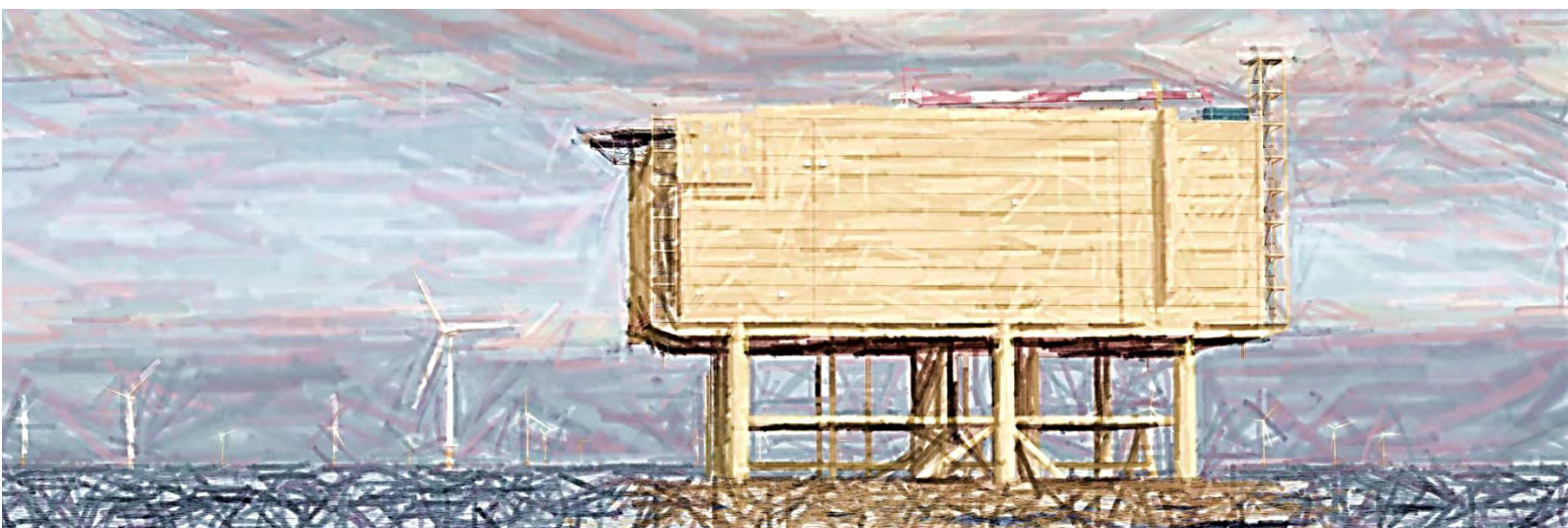


Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in onderzoeksgebied van het geoptimaliseerde IJV Beta VKA-tracé

NCN	DHY	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving	Type	Naam	Zink datum	Diepte LAT
82	607	-	543107	5761781	5	Onbekende wrakresten in Eurogeul	Wrakresten	-	-	26.3
364	2939	46668	546959	5752570	5	Wrak van groot oud stoomschip.	Scheepswrak	-	-	19.9
382	3136	48566	544077	5758745	5	Losse mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D.van Weenen, houten driemaster	Historisch wrak	-	-	24.0
1748	1816	-	554368	5751048	1000	HY11324/HY12105	Scheepswrak	-	-	18.8
1910	2062	-	534094	5781303	1000	HY09226 Hr. Ms. Luymes. Wrak niet aangetroffen.	Scheepswrak	-	-	30.2
2810	3428	-	535978	5821107	1	Uiteengevallen wrak.	Scheepswrak	-	-	29.0
2869	3574	-	533773	5779676	500	Wrak onverkend Dennis de Rooij	Wrakresten	-	-	-

Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlage VII-C Watertoetsen



Datum: 25-08-2021
Versienummer: V1
Status: Definitief

In opdracht van van:



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Duurzame energie.....	5
1.2.1	Redenen	5
1.2.2	Routekaart 2023.....	5
1.2.3	Routekaart 2030.....	6
1.3	Net op zee IJmuiden Ver Beta.....	8
1.4	Doelstelling Watertoets	8
1.5	Leeswijzer.....	10
2	Voorgenomen activiteit	11
2.1	Overzicht	11
2.2	Platform op zee.....	12
2.2.1	Locatie platform.....	12
2.2.2	Ontwerp	13
2.2.3	Vorbereiding	14
2.2.4	Aanleg	14
2.2.5	Gebruik en onderhoud.....	19
2.2.6	Faciliteiten.....	19
2.2.7	Afwatering en toiletsystemen.....	20
2.2.8	Verlichtingsplan	21
2.2.9	Veiligheidsplan	21
2.2.10	Verwijdering.....	22
2.3	Kabels op zee	22
2.3.1	Route kabels.....	22
2.3.2	Ontwerp kabels op zee	22
2.3.3	Corridor.....	22
2.3.4	Kabeldiepgang.....	23
2.3.5	Aanleg kabels	24
2.3.6	Kruisen van overige kabels en pijpleidingen.....	27
2.3.7	Gebruik en onderhoud.....	28
2.3.8	Verwijdering.....	28
2.4	Kabelverbindingen	28

2.4.1	Moflocaties (op zee)	28
2.4.2	Verbindingsmof (overgang zee/land)	28
2.5	Planning.....	29
3	Afbakening	30
3.1	Inleiding.....	30
3.2	Vertroebeling	30
3.3	Sedimentatie	33
3.4	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	34
3.5	Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid	35
3.6	Bovenwaterverstoring op zee	37
3.6.1	Door geluid en visuele verstoring	37
3.6.2	Verstoring door licht	38
3.7	Habitataantasting.....	40
3.8	Elektromagnetische velden.....	40
3.8.1	Elektromagnetische velden op zee	40
3.9	Verontreiniging op zee.....	44
3.10	Warmteontwikkeling	44
3.11	Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied	45
4	Kaderrichtlijn mariene strategie	47
4.1	Wet- en regelgeving.....	47
4.1.1	Inleiding.....	47
4.1.2	D1. Biologische diversiteit.....	47
4.1.3	D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	49
4.1.4	D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.....	49
4.1.5	D4. Voedselwebben	49
4.1.6	D5. Eutrofiëring.....	50
4.1.7	D6. Integriteit van de zeebodem	51
4.1.8	D7. Hydrografische eigenschappen	51
4.1.9	D8. Vervuilende stoffen	52
4.1.10	D9. Vervuilende stoffen in visproducten	52
4.1.11	D10. Zwerfvuil	52
4.1.12	D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	53
4.2	Effectbepaling	54
4.2.1	Inleiding.....	54
4.2.2	Vertroebeling	55
4.2.3	Sedimentatie	65

4.2.4	Verstoring door continu onderwatergeluid	66
4.2.5	Verstoring door impuls-onderwatergeluid	67
4.2.6	Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	72
4.2.7	Habitataantasting en verandering	77
4.2.8	Elektromagnetische velden.....	78
4.3	Toetsing.....	81
4.3.1	Inleiding.....	81
4.3.2	D1. Biologische diversiteit.....	81
4.3.3	D2. Niet-inheemse soorten.....	83
4.3.4	D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.....	84
4.3.5	D4. Voedselwebben	84
4.3.6	D5. Eutrofiëring.....	84
4.3.7	D6. Integriteit van de zeebodem	84
4.3.8	D7. Hydrografische eigenschappen	84
4.3.9	D8. Vervuilende stoffen	85
4.3.10	D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	85
4.3.11	D10. Zwerfvuil	85
4.3.12	D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	85
4.4	Conclusie	86
5	Kaderrichtlijn water	87
5.1	Wet- en regelgeving.....	87
5.1.1	Inleiding.....	87
5.1.2	Chemische kwaliteit	88
5.1.3	Ecologische kwaliteit.....	88
5.2	Betrokken KRW-waterlichamen.....	91
5.2.1	KRW-doelstellingen.....	92
5.3	Effectbepaling	97
5.3.1	Inleiding.....	97
5.3.2	Vertroebeling	98
5.3.3	Sedimentatie	100
5.3.4	Habitataantasting.....	100
5.3.5	Elektromagnetische velden.....	101
5.4	Toetsing.....	102
5.4.1	Inleiding.....	102
5.4.2	Toetsingskader deel 1	104
5.4.3	Toetsingskader deel 3	105

5.4.4	KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust	105
5.4.5	KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)	106
5.4.6	Hollandse kust (kustwater)	107
5.4.7	Haringvliet-west	108
5.5	Conclusie	108
6	Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren.....	109
6.1	Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren	109
6.2	Effectbepaling	110
6.2.1	Verdroging.....	110
6.3	Toetsing.....	111
6.3.1	Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.....	111
6.3.2	Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen	111
6.4	Conclusie	111
7	Referenties.....	112
	Colofon.....	118

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie paragraaf 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat voor 2030 windparken in verschillende windenergiegebieden op zee worden gebouwd en aangesloten op het hoogspanningsnet op land. Windenergiegebied IJmuiden Ver maakt onderdeel uit van de Routekaart windenergie op zee 2030.

Na afronding van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta is in totaal 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. Door de minister van EZK is gekozen voor aansluiting op hoogspanningsstation Amaliahaven op de Maasvlakte. De afvoer van de andere 2 GW is beschouwd in het project Net op zee IJmuiden Ver Beta. Hier wordt aangesloten op hoogspanningsstation Borssele.

Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt in dit document getoetst aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW), Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW), gezamenlijk de Watertoets genoemd. Voor Net op zee IJmuiden Alpha wordt een aparte Watertoets opgesteld.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO₂. Te veel CO₂ is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO₂-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Sociaal-Economische Raad, 2013), de daaropvolgende Energiedialoog (Energiedialoog, 2016) en de Energieagenda (Kamerstuk 31510, 2016) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het regeerakkoord van 2017 bouwt hierop voort (Rijksoverheid, 2017).

1.2.2 Routekaart 2023

In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5

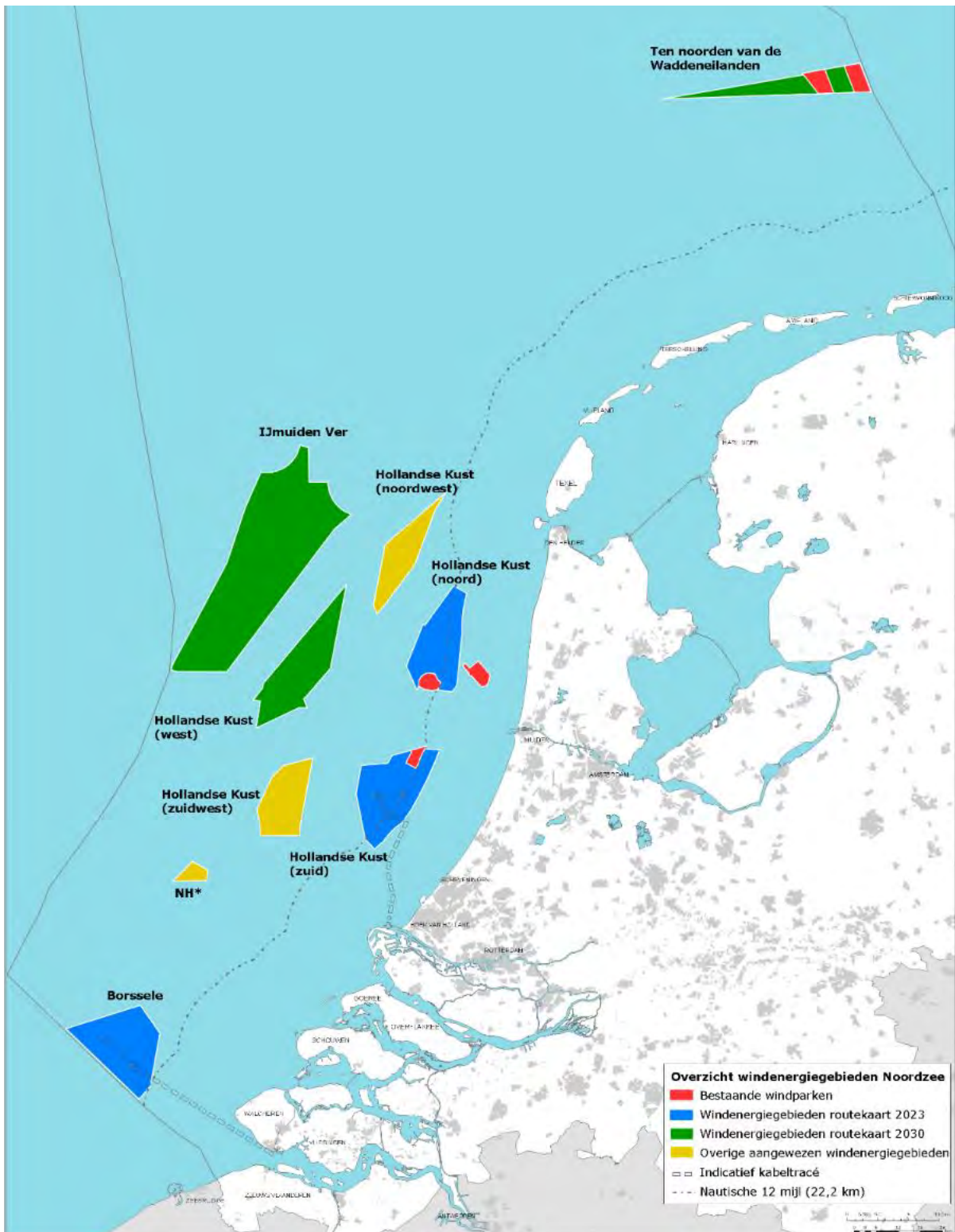
gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 laat zien dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd en in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I t/m IV. Het windpark in Borssele is in gebruik.

1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe Routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord van 2017 bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO₂-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de Routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en windenergiegebied IJmuiden Ver.

De reden om een Routekaart windenergie op zee 2030 op te stellen was tweeledig. Allereerst is continuïteit in de realisatie van windenergie op zee belangrijk voor het tijdig halen van de bovengenoemde opgave. Om in 2024 of 2025 het eerste windpark in gebruik te kunnen nemen, is het noodzakelijk om in 2021 voor de betreffende kavel(s) een tender uit te schrijven. Daarnaast is vroegtijdige duidelijkheid over realisatie van windparken op zee noodzakelijk voor het bieden van marktperspectief en het vasthouden van het vertrouwen van windparkontwikkelaars. Dit leidt tot kostenverlaging en investeringsbereidheid.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de Routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de Routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel); *NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (ministerie van EZK, 2018).

1.3 Net op zee IJmuiden Ver Beta

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

TenneT is voornemens om twee netaansluitingen te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Het project Net op zee IJmuiden Ver Beta is één van deze twee verbindingen. Een overzicht van het VKA is weergegeven in Figuur 2 (op de volgende pagina).

1.4 Doelstelling Watertoets

Voorliggende rapportage betreft een toetsing van de geplande activiteiten aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie, de Kaderrichtlijn Water en het Beheer- en ontwikkelplan Rijkswateren. Behalve deze toetsen is er binnen dit project ook getoetst aan

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (MER bijlage VII-A).
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortbescherming (MER bijlage VII-B).
- Natuurnetwerk Nederland (MER bijlage VIII-A).

Voor deze toetsen zijn aparte documenten opgesteld.

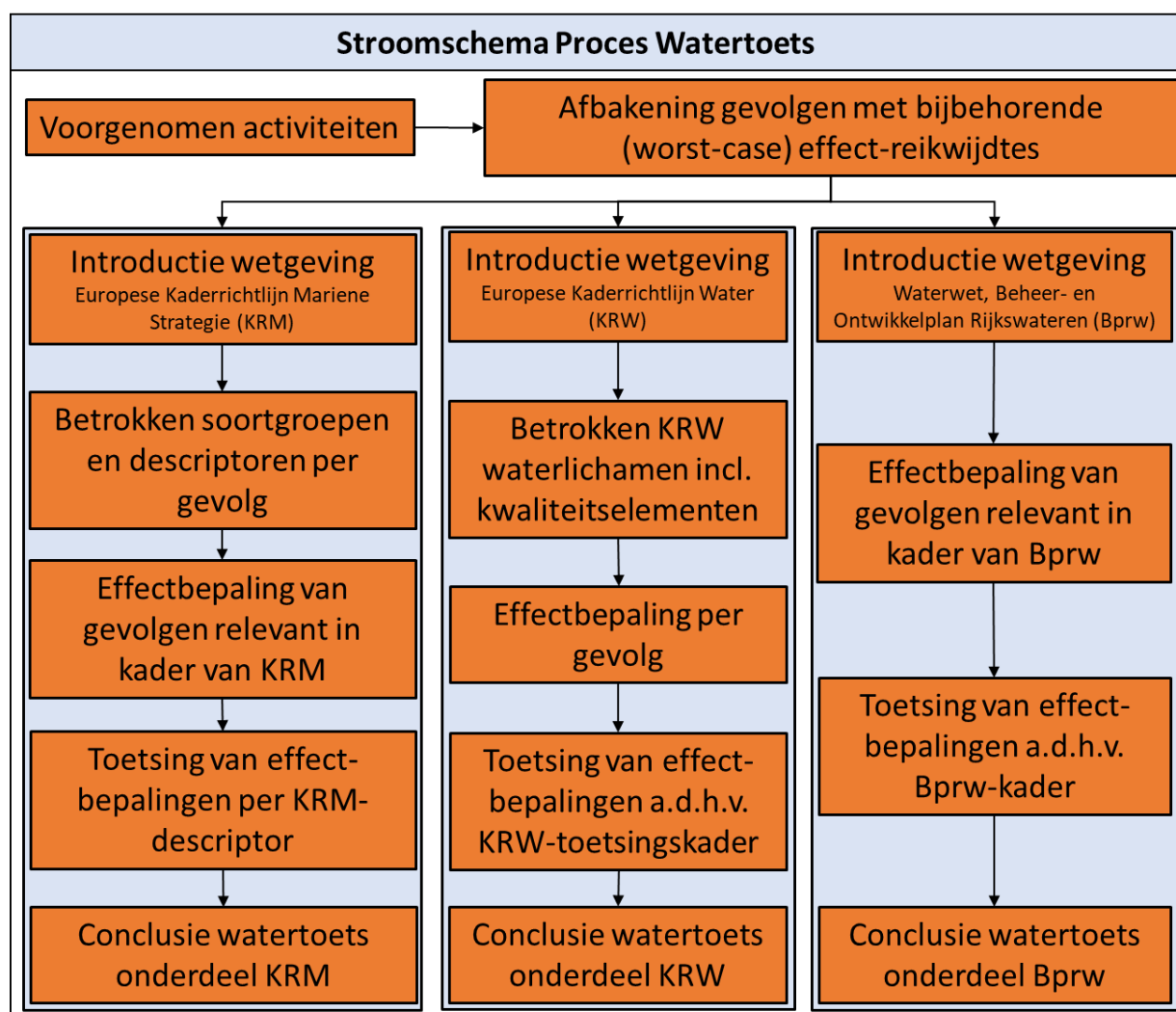


Figuur 2 Boven: overzichtkaart VKA-tracé Net op zee IJmuiden Ver Beta op zee inclusief locatie van het platform. Onder: Ingezoomde kaart van het VKA-tracé inclusief werkterrein, in/uittredepunten en het converterstation

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van de voorgenomen activiteit; het aanleggen van het platform en de kabels op zee. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht dienen te worden. In hoofdstuk 4 wordt getoetst aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. In hoofdstuk 5 wordt getoetst aan de Kaderrichtlijn Water. In hoofdstuk 6 wordt getoetst aan het Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren. In hoofdstuk 7 zijn ten slotte de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

Het proces dat doorlopen wordt in deze watertoets is visueel weergegeven in de vorm van een stroomschema in Figuur 3.



Figuur 3 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen in deze watertoets.

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Overzicht

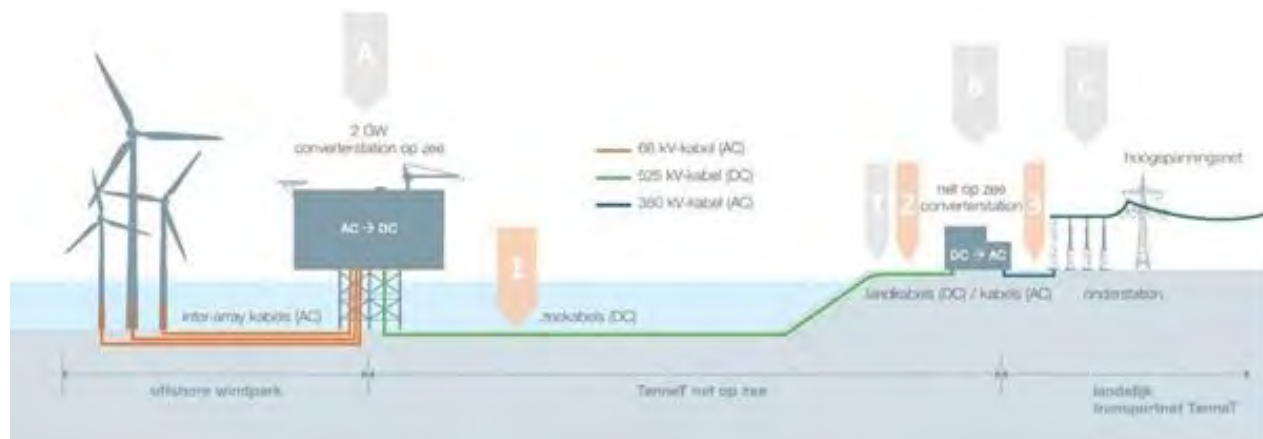
In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de voorgenomen activiteiten kunnen veranderen. Er is in deze activiteitenbeschrijving uitgegaan van een worst-case scenario. Het Net op zee IJmuiden Ver Beta loopt van het platform IJmuiden Ver Beta in windenergiegebied IJmuiden Ver via kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land naar een converterstation op de Tweede Maasvlakte tot aan een nieuw te realiseren 380kV-hoogspanningsstation op de Maasvlakte (station Amaliahaven). Het platform, de kabels (zowel op zee als op land) en het converterstation zijn onderdeel van het project, het nieuwe hoogspanningsstation niet. De platformlocatie en het VKA-tracé op zee en land van Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn te zien Figuur 2 (in hoofdstuk 1).

In de activiteitenbeschrijving en de verdere toetsing wordt ingegaan op de aanleg, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen. Per effect wordt aangegeven welke fase beoordeeld wordt en als meest verstoring (worst-case) wordt gezien. Omdat de aanleg- en gebruiksfase meer verstoring geven dan de verwijderfase is deze laatste niet of zeer beperkt in dit hoofdstuk omschreven.

Wanneer in deze watertoets gesproken wordt over de voorgenomen activiteit op Net op zee IJmuiden Ver Beta (of over het VKA-tracé), dan omvat dit de onderstaande onderdelen die zijn uitgetekend in Figuur 4:

- Een platform op zee met een converterstation voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van 66kV-wisselstroom¹ (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom² (A).
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom (1).

Onder Figuur 4 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De aanlegwijze per onderdeel wordt in de paragrafen hierna toegelicht.



Figuur 4 Overzicht van Net op zee IJmuiden Ver Beta

¹ Ook wel Alternating Current (AC) genoemd.

² Ook wel Direct Current (DC) genoemd.

Platform op zee (A)

Het platform vormt de interface tussen het kabelsysteem van het windpark en het kabelsysteem op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de interface vormt waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2000 MW.

Kabelsysteem voor de aanlanding op het landnetwerk (525 kV) (DC)

Het kabelsysteem op zee verbindt het platform met het converterstation op land. Het kabelsysteem op zee is een 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot de verbindingsmof voor de land-waterconnectie (1).

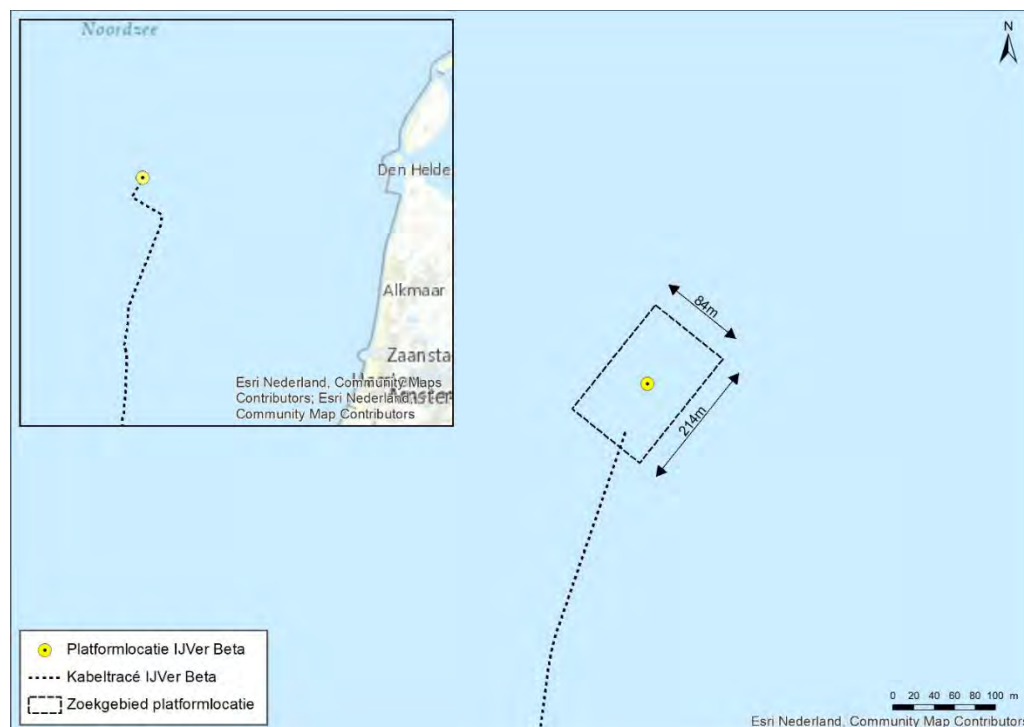
2.2 Platform op zee

Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig. Het converterstation op het platform vormt de interface waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform (februari 2021) weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst-case maxima.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver worden aangesloten op het platform van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het Net op zee IJmuiden Ver Beta.

2.2.1 Locatie platform

De locatie van platform IJmuiden Ver Beta is te zien in Figuur 5.



Figuur 5 Platformlocatie van IJmuiden Ver Beta

2.2.2 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De draagconstructie, ofwel de jacket (met heipalen of suction buckets).
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

In Figuur 6 is een artist impression van het ontwerp van een DC-converterstation van 2 GW voor een offshore platform te zien. De belangrijkste uitgangspunten voor de elementen van het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation, waar de, in het windenergiegebied gegenereerde, 66kV-wisselstroom omgezet wordt naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden.
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform wordt tijdelijk bemand, met modulaire woonruimten.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform geschiedt per helikopter en boot.
- De plaatsing van stenen rond de basis van de mantel. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen en om de kabels te beschermen tegen langere vrije overspanningen en de impact van trillingen.



Figuur 6 Artist impression van het concept van 2 GW DC platform op zee

Hoewel het ontwerp gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp van de draagconstructie:

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

Het windpark is verbonden met het platform via 66kV-zeekabels die via J-tubes het platform binnenkomen. De kabeluiteinden zijn verbonden met de 66kV-GIS-baaien (gasgeïsoleerde schakelinstallaties). Van daaruit wordt de spanning verhoogd naar 525kV-wisselstroom (AC) waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom (DC).

Er zijn twee opties voor het type fundatie van het platform:

- Jacket met heipalen.
- Suction buckets.

Beide methoden worden meegenomen en toegelicht.

De draagconstructie zal voor elk type fundering 20-23 meter boven het water uitkomen. De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter (inclusief windconnector-readiness). De hoogte is circa 45 m. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck, meteomast en verblijfsruimten.

Het oppervlak bodembescherming (voor alle fundatiemethoden) is circa 15.000 m². Op dit moment wordt er nog geen specifieke steensoort 'voorgeschreven' vanuit nature inclusive design (NID) voor de bodembescherming en wordt er vooral gekeken (vanuit NID) naar het plaatsen van additionele structuren in de nabijheid van het platform.

2.2.3 Voorbereiding

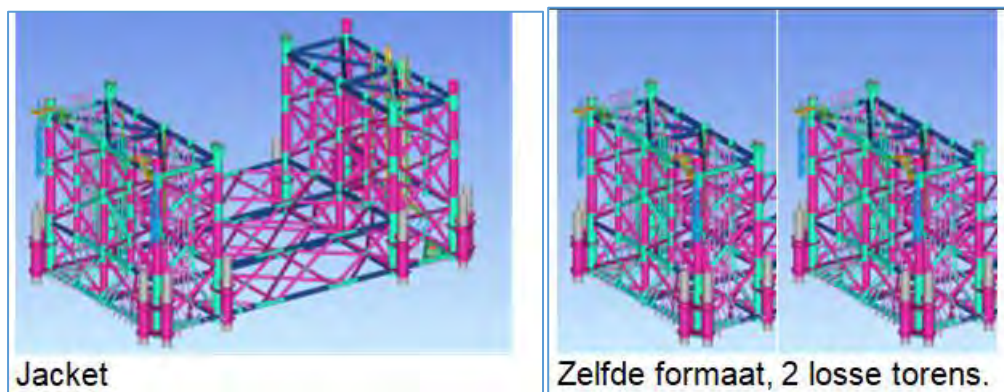
Voorafgaande aan de installatie worden verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering ("*cone penetration test*") per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen. Gebaseerd op ditzelfde onderzoek voor Borssele en Hollandse Kust (zuid) is de verwachting dat deze bescherming hier nodig is. Worst-case is dat in de vorm van een grindlaag en daarop stenen tot 20 meter rondom het platform en tot 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels vanuit het platform met zakken stenen (rock-bags). Vanaf 100 meter van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. In de directe omgeving van de erosiebescherming voor het platform kunnen enkele extra erosiebeschermingsstroken worden geplaatst om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken, die gebruikt kunnen worden om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen.

2.2.4 Aanleg

Bij de aanleg zal transport met boot en helikopter plaatsvinden. In de aanlegfase zal er, gedurende een jaar, ongeveer één helikoptervlucht per dag plaatsvinden.

Jacket met heipalen

Voor het ontwerp van de jacket zijn er de mogelijkheden van een "één jacket" en een "split-jacket" design (zie Figuur 7).



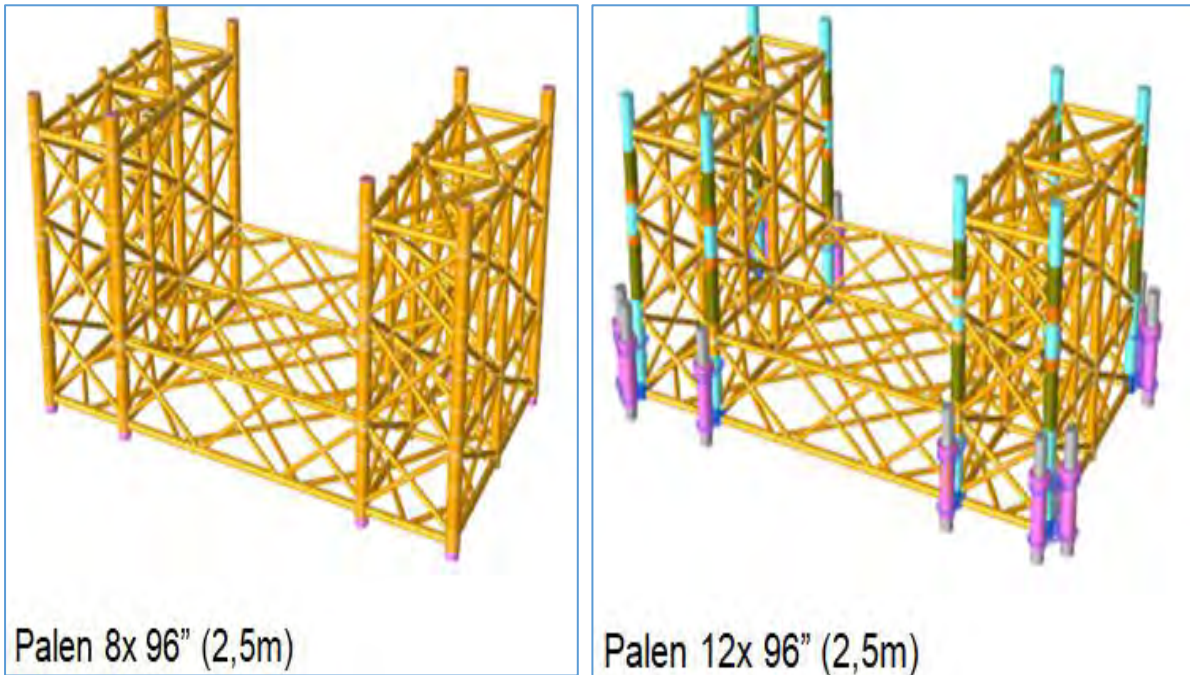
Figuur 7 De verschillende mogelijkheden voor het jacket - links "één jacket", en rechts "split-jacket".

Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger ("dredging plough" or "suction hopper dredger"). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond de jacket moet voorkomen. Dit duurt, afhankelijk van het weer circa 2 of 3 weken.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket wordt vervolgens op een transportbak ("barge") naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer een dag per paal. De palen worden daarna vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem wordt verankerd. De installatie van de jacket duurt ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. Het plaatsen van de jacket gebeurt door een kraanschip met 54.000 kW vermogen. Dit kraanschip is naar verwachting 168 uur bezig en draait tijdens de werkzaamheden op 50% belasting. Daarnaast worden er twee sleepboten ingezet voor 48 uur, met 14.000 kW vermogen, welke draaien op 20% belasting.

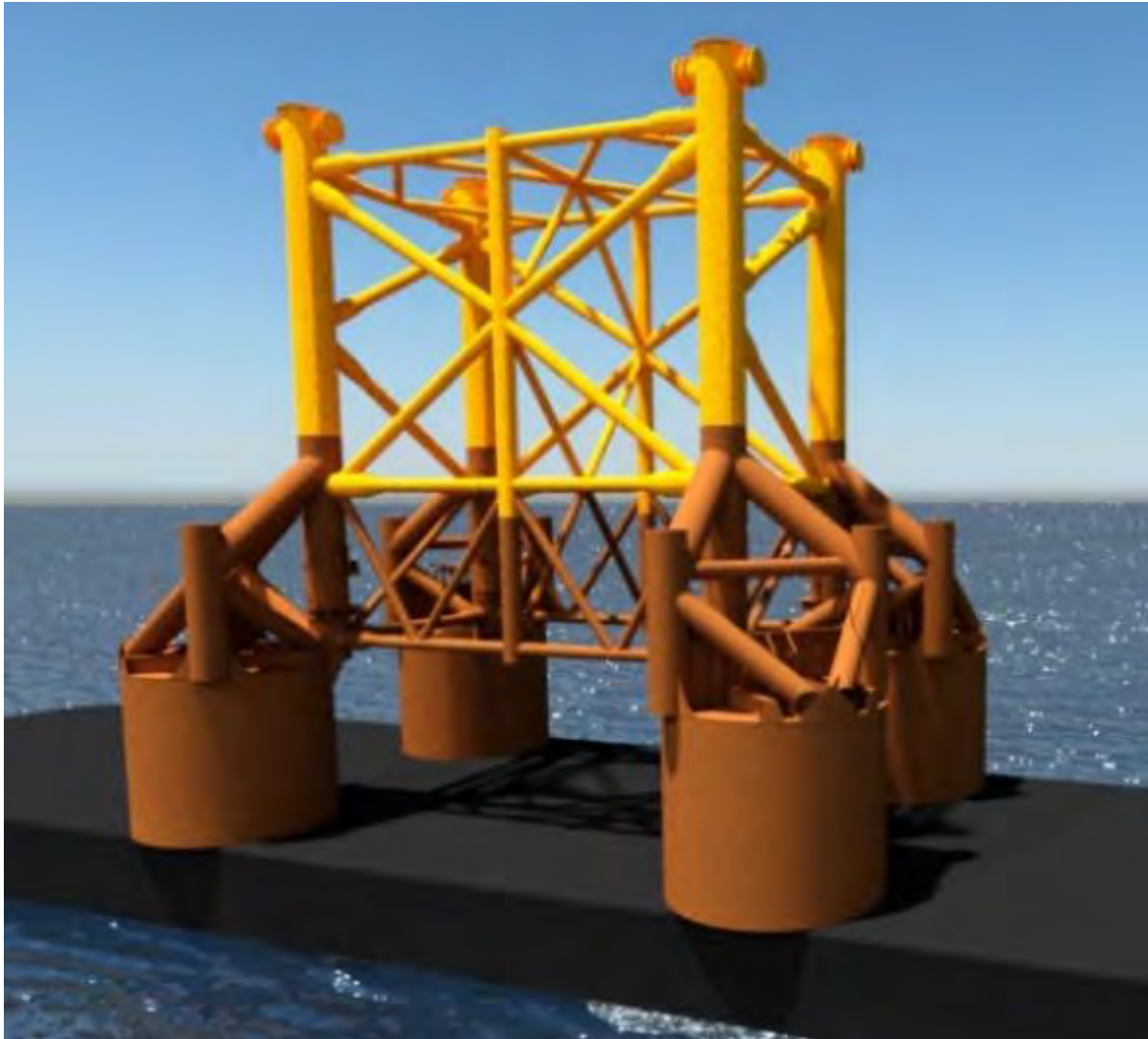
Van de verschillende funderingsopties wordt bij een stalen jacket waar geheid wordt het meeste geluid geproduceerd. Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta wordt er gekozen tussen een constructie met 8, 12 of 16 palen met een diameter van 2,5 meter per stuk en een wanddikte van 60-80 mm. De heipalen worden in de worst-case 60 meter diep de bodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.000 kJ. Waarschijnlijk wordt een heihamer gebruikt van het type IHC S-2500 of vergelijkbaar. De draagconstructie van het platform in het geval van een jacket met 8 of 12 palen is weergegeven in Figuur 8. In deze toets wordt voor een jacket uitgegaan van een worst-case scenario waarin 16 palen worden gebruikt voor de jacket met een diameter van 2,5 meter per stuk die 60 meter diep de bodem worden ingebracht. De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Worst-case wordt er 1 dag geheid per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig.



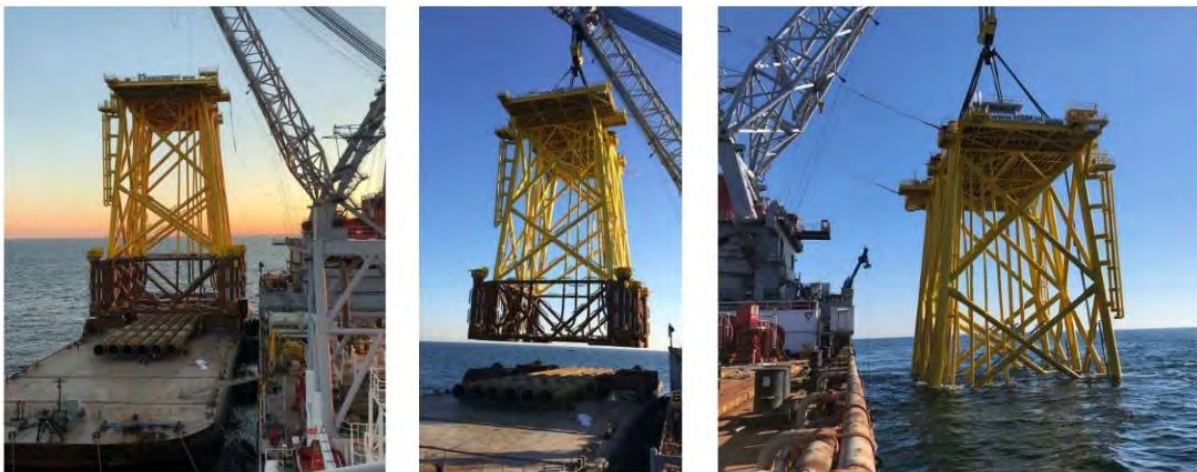
Figuur 8 Verschillende mogelijkheden voor de jacket. Links geeft de optie met 8 palen weer, 60 meter diep. Rechts de optie met 12 palen, 50 meter diep

Jacket met suction buckets

Bij een jacket met suction buckets zal de fundering waarschijnlijk bestaan uit 8 suction buckets met een diameter van circa 8 meter. Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 9. Het totaal oppervlak van de fundering is circa 400 m². De jacket wordt op het zeebed gezet waarna het water wordt weggepompt uit de buckets. Hierdoor ontstaat een onderdruk en worden de buckets als het ware het zeebed ingezogen. De buckets gaan 6 tot 8 meter de zeebodem in. De tijdsduur voor het installeren van de draagconstructie is 2 tot 3 dagen. Bouw en installatie zijn gelijk aan stalen jacket maar zonder het heien. In Figuur 10 is een impressie van het plaatsen van een jacket weergegeven.



Figuur 9 Impressie van een jacket met suction buckets



Figuur 10 Impressie van het plaatsen van de jacket

Element op en rondom de jacket

TenneT is op dit moment bezig met het opstellen van een standaard aanpak voor building with nature rondom platformen. Rondom de jacket zal daarom een combinatie van de volgende maatregelen gerealiseerd worden:

- Vishotels aan de jacket.
- Grotere stenen op de steenbestorting en/of rondom het platform.
- Rifelementen op de steenbestorting en/of rondom het platform.

Een impressie hiervan is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Impressie van building with nature elementen rondom een platform op zee

Topside

Als volgende stap in de aanleg van het platform wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van het platform vindt plaats op land. De topside wordt door middel van een transportbak (barge) naar de uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op de jacket plaatsen, zie Figuur 12. Een alternatieve methode is dat de topside over de jacket vaart en vervolgens de transportbak laat zakken, waardoor de topside op de jacket zakt. Om deze methode mogelijk te maken zal de jacket hierop ontworpen moeten worden. Vervolgens zal de topside aan de jacket worden vastgelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer een week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform (*“jack-up barge”*) naast het platform worden geplaatst voor ongeveer achttien maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. De steunpoten van het werkplatform worden geplaatst op de eerdergenoemde erosiebeschermingsstroken.



Figuur 12 Plaatsen van de topside door middel van een kraan (drie afbeeldingen links) of door deze over het jacket te varen (foto rechts)

2.2.5 Gebruik en onderhoud

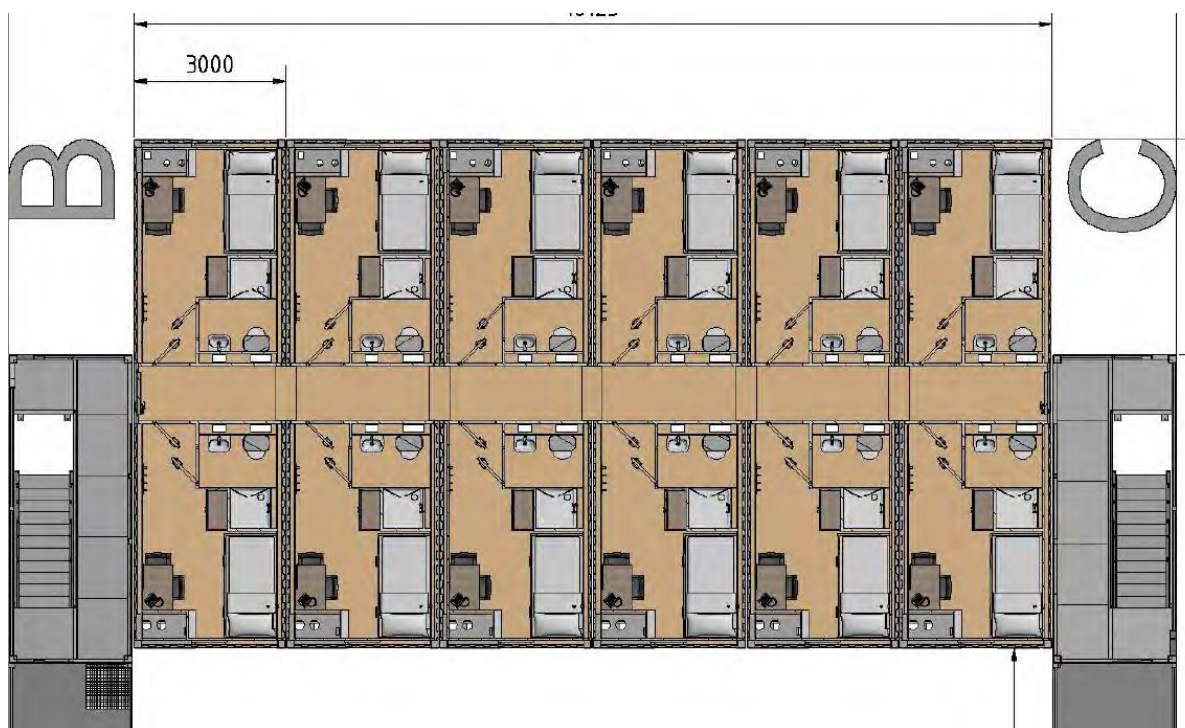
Gedurende het gebruik van het platform wordt er onderhoud gepleegd. Onderhoudscampagnes vinden plaats met schepen of helikopters. Tijdens onderhoudscampagnes wordt het platform schoongemaakt en de systemen onderhouden. Hoelang en hoe vaak dit nodig is hangt af van de status van het platform, het converterstation en de aanwezige systemen. Het converterstation en de systemen worden vanaf het land gemonitord.

Op dit moment wordt 1 keer per jaar een onderhoudscampagne van circa 3 weken met 48 mensen voorzien. De verwachting is dat circa 4x per jaar ongepland onderhoud zal moeten plaatsvinden. Ongepland onderhoud gaat per helikopter, regulier onderhoud per boot. Indien regulier onderhoud per helikopter plaatsvindt, worden ongeveer 35 helikoptervluchten per jaar verwacht en 4 bevoorradingsvaarten per boot. Indien het reguliere onderhoud per boot plaatsvindt dan gaat het naar verwachting om 5 tot 10 helikoptervluchten per jaar.

Gedurende de levensduur wordt de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

2.2.6 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopter deck. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in de verblijfsruimte in containers op het bovendeck. Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 96 mensen. Gedurende regulier onderhoud verblijven er 48 mensen. Een impressie van de verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Impressie van de living quarters (48 persoons single cabin, 96 persoons double cabin)

2.2.7 Afwatering en toiletsystemen

Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, in zee geloosd worden. Voor hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in de vuilwatertank. Voor schoonmaakwerkzaamheden wordt water uit de drinkwatertank gebruikt. Het platform wordt gereinigd met hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een deckwash zal ongeveer 30 m³ aan water worden gebruikt.

Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

- In de Modular Living Quarter (MLQ).
- In het permanente gedeelte van het platform.

In de MLQ zal dat bestaan uit normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie). De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. In het permanente gedeelte van het platform komen verbrandingstoiletten en urinoirs. De sewage plant zal ongeveer 10m³/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan.

Het meeste van die 10m³/dag zal na verwerking worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is gelegegd door een offshore support schip. De verbrandingstoiletten 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Tijdens ongepland onderhoud kan er gebruik gemaakt worden van de verbrandingstoiletten. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden. Daarnaast is er een afvalwater tank van 20m³ toegevoegd aan het platform. Deze wordt gebruikt voor ongepland onderhoud tezamen met de verbrandingstoiletten. De afvalwater tank kan gedemobiliseerd worden. De inhoud van de afvalwater tank wordt niet geloosd.

2.2.8 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt a.d.h.v. de wettelijke richtlijnen waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO) ter beoordeling.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

2.2.9 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning. In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren twee permanente dieselgeneratoren (circa 0,5-1,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olie lekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, gaat dit over boord. Water dat op de open dekken komt, gaat direct over boord.

Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformator kamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

2.2.10 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving, blijven de funderingen deels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Mogelijk krijgen ze nog een andere functie. Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soortgelijke methode. Bij verwijdering van de jacket worden de palen minimaal 6 meter onder de zeebodem verwijderd. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case worden daarom de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

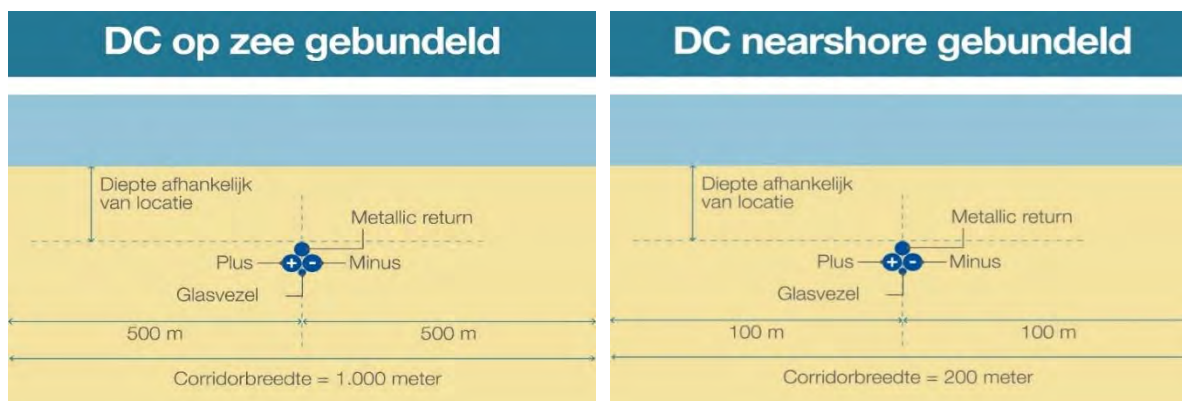
Het tracé op zee loopt van het platform tot de verbindingsmof met de landkabels op het strand bij de Maasvlakte zie Figuur 2 in hoofdstuk 1. Het gehele VKA-tracé op zee bestaat uit gebundelde 525kV-gelijkstroomkabels.

2.3.2 Ontwerp kabels op zee

De 525kV-gelijkstroomkabels op zee bestaan uit vier kabels in een gebundelde configuratie. De kabels hebben een buitenste diameter van 150-190 mm (525kV-gelijkstroomkabels), 120-140 mm (metallic return kabel) en 50-70 mm (glasvezelkabel). De exacte afmetingen van de kabels worden bepaald door de aannemer op basis van het VKA-tracé, ingraafdiepte en bodemgesteldheid.

2.3.3 Corridor

Het kabelsysteem heeft een post-constructie exclusie zone (*“post construction exclusion zone”*) buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden (zie Figuur 14). Het VKA-tracé kruist op ongeveer 2 kilometer uit de kust de gemeentegrens van de Gemeente Rotterdam. Op verzoek van het Havenbedrijf Rotterdam wordt binnen dit gemeentelijk ingedeeld gebied een smallere corridorbreedte voor de kabel gehanteerd. De corridor bedraagt op dit stuk 200 (2x100) meter, welke later mogelijk nog teruggebracht wordt tot 100 (2x50) meter (Figuur 14).



Figuur 14 Corridorbreedte zeekabelsysteem op zee (links) en nabij de kust (rechts)

2.3.4 Kabeldiepgang

Om de zeekebls te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Hoe diep de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta gegraven worden is afhankelijk van verschillende factoren. Er zijn voorschriften vanuit de Nederlandse wet en/of vergunningen, welke gebruikt worden als maatstaf voor de absolute minimumdiepte. Deze schrijven in het kustgebied (tot drie kilometer uit de kust) een minimale gronddekking van 3 meter voor. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter in een VSS voorgeschreven. De maximale gronddekking is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment. Andere factoren die meespelen bij het bepalen van de gronddekking zijn het risico op beschadiging en onderhoudskosten.

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek: tot 3 meter vanaf de zeebodem wordt gebruik gemaakt van trenchen, jetten of ploegen. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname. In het kustgebied geldt generiek 3 meter gronddekking, gemeten vanaf de zeebodem. Op sommige plekken zal dit, rekening houdend met zandgolven, een trenchdiepte van 5 meter betekenen.

Het VKA-tracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT voert een RBBD-studie uit om te kunnen bepalen voor het hele VKA-tracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.

Er zijn ook snel bewegende ‘zandgolven’ van de zeebodem. Deze golven kunnen 0,5 tot 1,5 meter hoog zijn en bewegen tientallen tot honderden meters per jaar. Hierom wordt de graafdiepte van de kabel gedefinieerd ten opzichte van het laagste niveau onder deze golven. Er zijn twee methodieken waarmee de kabels tot de gewenste diepte onder deze zandgolven kunnen worden aangelegd. Of de zandgolven worden voor kabelaanleg afgevlakt, of de kabels worden onder de zandgolven aangelegd, dus dieper dan de vereiste diepte.

2.3.5 Aanleg kabels

Initial route survey

Na het bepalen van het voorkeursalternatief zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geotechnische en geofysische survey. Ook zijn obstakels, zoals kruisingen met kabels en leidingen onderzocht. De lijst met kabelkruisingen is te zien in Figuur 15.

NR.	NAAM	EIGENAAR	KABELSOORT	STATUS
1	Concerto 1 Segment 1 North	Flute Ltd	Telecom	IS
2	PANGEA Segment 2	Alcatel Submarine Networks Ltd	Telecom	OOS
3	BRITNED route	Tennet (BritNed)	Elektra	IS
4	Ulysses 2	MCI World Com	Telecom	IS
5	Circe 1 North	Viatel UK Ltd	Telecom	IS
6	COAM	Pipiper	Telecom	Toekomstig
7	UK - NL 14	Cable and Wireless	Telecom	OOS
8	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Global Crossing	Telecom	IS
9	Telecomkabel TAT14 Segment I	British Telecom	Telecom	IS
10	UK - NL 6	KPN	Telecom	OOS
11	UK - NL 4	Onbekend	Telecom	OOS
12	Hermes 1	GTS	Telecom	OOS
13	UK - NL 5	Onbekend	Telecom	OOS
14	Concerto 1 Segment 1 East	Flute Ltd	Telecom	OOS
15	Rioja 3	KPN	Telecom	OOS
16	Rembrandt 1	KPNQwest	Telecom	OOS
17	Circe north 2 replacement	Zayo	Telecom	Toekomstig
18	UK - NL 10	Onbekend	Telecom	OOS
19		Dana Petroleum Netherlands B.V.	Pijpleiding	IS

Figuur 15 Lijst met kabelkruisingen (op zee) voor Net op zee IJmuiden Ver Beta

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een, in ieder geval geofysische, survey plaats langs de kabelroute, uitgevoerd door de aannemer. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, te scannen op mogelijke obstakels en om de bodemomstandigheden langs de route te verkennen. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Optimaliseren gebeurt door het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels tot een praktisch minimum te beperken, door de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, door de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobilititeit tot een minimum te beperken en door obstakels (niet gesprongen explosieven, puin etc.) te vermijden.

Vorbereiding kabelaanleg

Na het zeebodemonderzoek vinden de volgende stappen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel. Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel zoals visnetten e.d. van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.
- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee IJmuiden Ver Beta

zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.

- Het is gebruikelijk gebleken dat niet gedetecteerde kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of tijdens aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Beta met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee IJmuiden Ver Beta, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het VKA-tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, worden, waar nodig, deze secties gebaggerd worden. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegravingapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Pre-trenching run: als er gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, wordt een pre-burial run overwogen. Dezelfde graafinstallaties worden gebruikt, zonder kabel, op de benodigde secties. Als de pre-burial run niet succesvol lijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie van de kabels

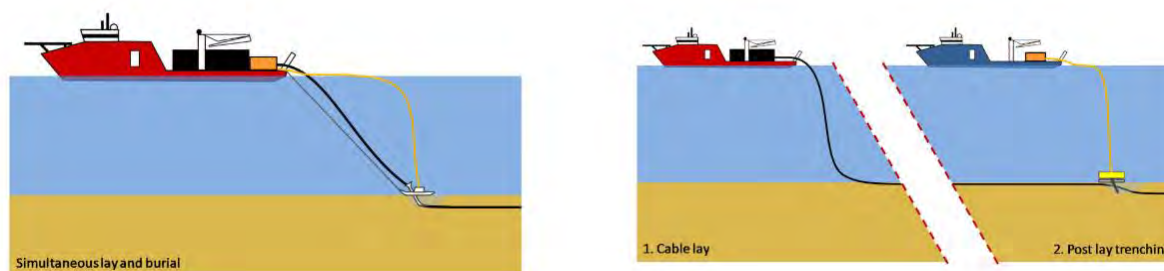
Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Er komen moflocaties (*'offshore joints'*) langs het VKA-tracé. Dit is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Er wordt van uitgegaan dat deze om de 40 à 60 kilometer voorkomen. Voor de installatie van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee zijn aanpassingen aan de schepen nodig om de vier kabels die deel uitmaken van de bundel te kunnen transporteren. Tot nu toe zijn de installatieschepen uitgerust om maximaal twee afzonderlijke kabels plus een glasvezelkabel te dragen. Dit wordt als een haalbare optie beschouwd. Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 16):

'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgedaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

'Post Lay Burial' (PLB)

In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 16 Simultaneous Lay and Burial' (links) en Post Lay Burial (rechts)

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep van deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolven, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een 'burial assessment' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur (Tabel 1).

Tabel 1 De meest voorkomende ingraaftechnieken (niet-limitatieve lijst)

Kabel begraven op zee	
Jetten (jet sledge)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
ROV jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreest is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
Ploegen (cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. <i>Let op:</i> er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Mass flow excavation	Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemmateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass flow excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesieve bodemmateriaal als zand.

Overige ingraaftechnieken kunnen worden gebruikt als het hoofdvaartuig niet geschikt is voor nabij de kust (zie Tabel 2). Deze vereisen een transportbak ("barge") die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbediensingsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 2 Ingraaftechnieken geschikt voor nabij de kust (incomplete lijst)

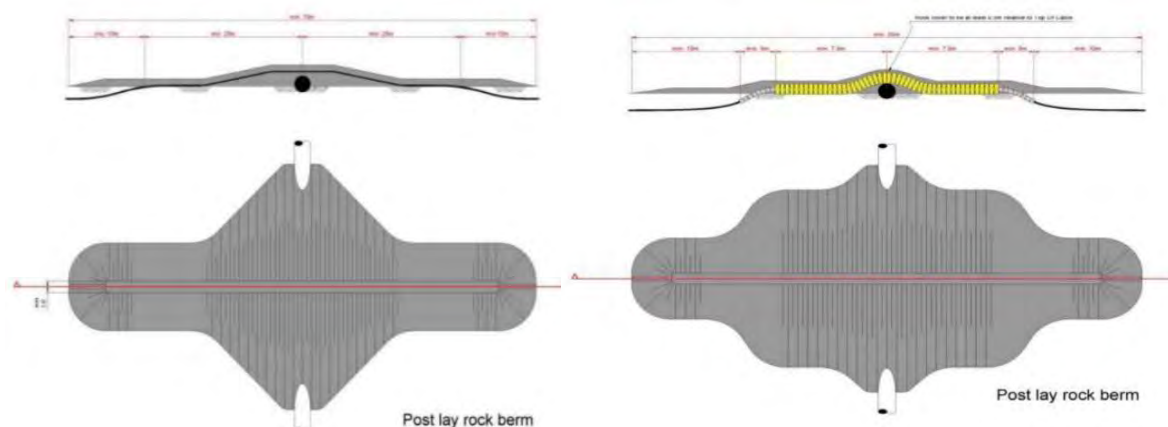
Kabel begraven op zee	
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)

2.3.6 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Installatie

Zoals beschreven in hoofdstuk 2.3 worden er verschillende kabels en leidingen gekruist. Er zijn verschillende soorten structuren geschikt voor het kruisen van in gebruik zijnde activa van derden waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar. Deze structuren zorgen normaal voor een scheiding van 0,3 meter of meer. De keuze voor het type structuur gaat in overleg met de andere partij.

De eerste is een scheiding door het plaatsen van stenen, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 17). De tweede is een scheiding door een scheidingssysteem, met een buitenste beschermlaag van steen (zie ook Figuur 17). Een andere mogelijkheid is een scheiding door een 'mattress' van betonnen blokken, met een buitenste bescherming door rots. Nadeel is dat de 'mattresses' instabiel bleken als ze niet worden beschermd door steen. Dat vereist een korte doorlooptijd tussen het kabellegschip en het bestortingsvaartuig na installatie van het 'mattress'. Een vierde optie is een scheiding door zand- of groutzakken of steennetten, met een buitenbescherming door steen. Nadeel is dat het plaatsen van deze zakken of netten arbeidsintensief is.



Figuur 17 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een doorsnede zien en onder het zicht van bovenaf

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een 'as built' survey uitgevoerd worden, om de werkelijke graafdiepte langs het VKA-tracé en de bathymetrie te meten. Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, worden de kabels na het leggen beschermd door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

2.3.7 Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Er wordt periodiek onderzoek uitgevoerd naar de diepte van de ingegraven kabels. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan aanvullende steenstorting plaatsvinden. Ook kan herstel van een kabelstoring plaatsvinden als een kabel defect raakt door een interne of externe oorzaak.

2.3.8 Verwijdering

De levensduur van de kabels is ongeveer 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen (afhankelijk van afwegingskader in Nationaal Waterplan of vergunning). Gezien methodes als baggeren of trenchen niet worden toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.4 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere kabels die aan elkaar geschakeld zijn. Het type schakel hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale VKA-tracé is er sprake van vier typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder uitgebreid worden omschreven:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels).
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel).

2.4.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen de kustzone (<10 km) worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) heeft een afmeting van circa 6 meter x 0,5 meter en is als het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie.

2.4.2 Verbindingsmof (overgang zee/land)

Voor de overgang tussen de kabels op zee en land zal een verbindingsmof/ 'transition joint' (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. Dit is een soort 'kroonsteen' tussen de zee- en landkabel. Deze verbindingsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. De aanlanding van de kabel gaat

via een mofput van ongeveer 50 m² waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien. Aangenomen wordt dat deze mofput een oppervlakte van ongeveer 50 m² heeft, en 1,6 meter diep is. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.5 Planning

Uitvoeringsperiode

De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta vindt worst-case plaats in de volgende periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2024.
- 1 maart t/m 31 oktober 2025.
- 1 maart t/m 31 oktober 2026.
- 1 maart t/m 31 oktober 2027.
- 1 maart t/m 31 oktober 2028.

Naar verwachting duurt de aanleg in het geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden. De aanleg zal plaatsvinden binnen de bovengenoemde periodes. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent werkveiligheid.

De planning voor de aanleg van het platform IJmuiden Ver Beta is als volgt:

- Draagconstructie in 2027-2028.
- Bovenbouw in 2028-2029.

Uitvoeringsduur

In Tabel 3 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Tabel 3 Uitvoeringsduur per onderdeel

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie Jacket	5 tot 10 dagen
	Suction buckets	2 tot 3 dagen
	Topside	1 tot 3 dagen
	Elektrische fase	Circa 3 maanden
Aanleg landkabels	Aanleg landkabels open ontgraving	6-10 weken per kilometer DC-kabel en per circuit AC
	HDD-boring	2 weken per HDD-boring

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van het Net op zee IJmuiden Ver Beta plaats. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk hebben een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben. Deze gevolgen zijn:

- vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrencht materiaal dat in de waterkolom terecht komt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchte materiaal.
- Verstoring onderwater:
 - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
 - Door impuls-onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting door mechanische effecten op zee.
- Elektromagnetische velden op zee als gevolg van het gebruik van het VKA-tracé.
- Verontreiniging, als gevolg van bodemverontreiniging en gebruik van het platform op zee.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

3.2 vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden (zie onderstaande tekstkader voor korte uitleg technieken). Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben binnen het studiegebied. vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.

Vertroebeling kan leiden tot:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname kunnen worden geremd.
- Trekvissen een barrière kunnen ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

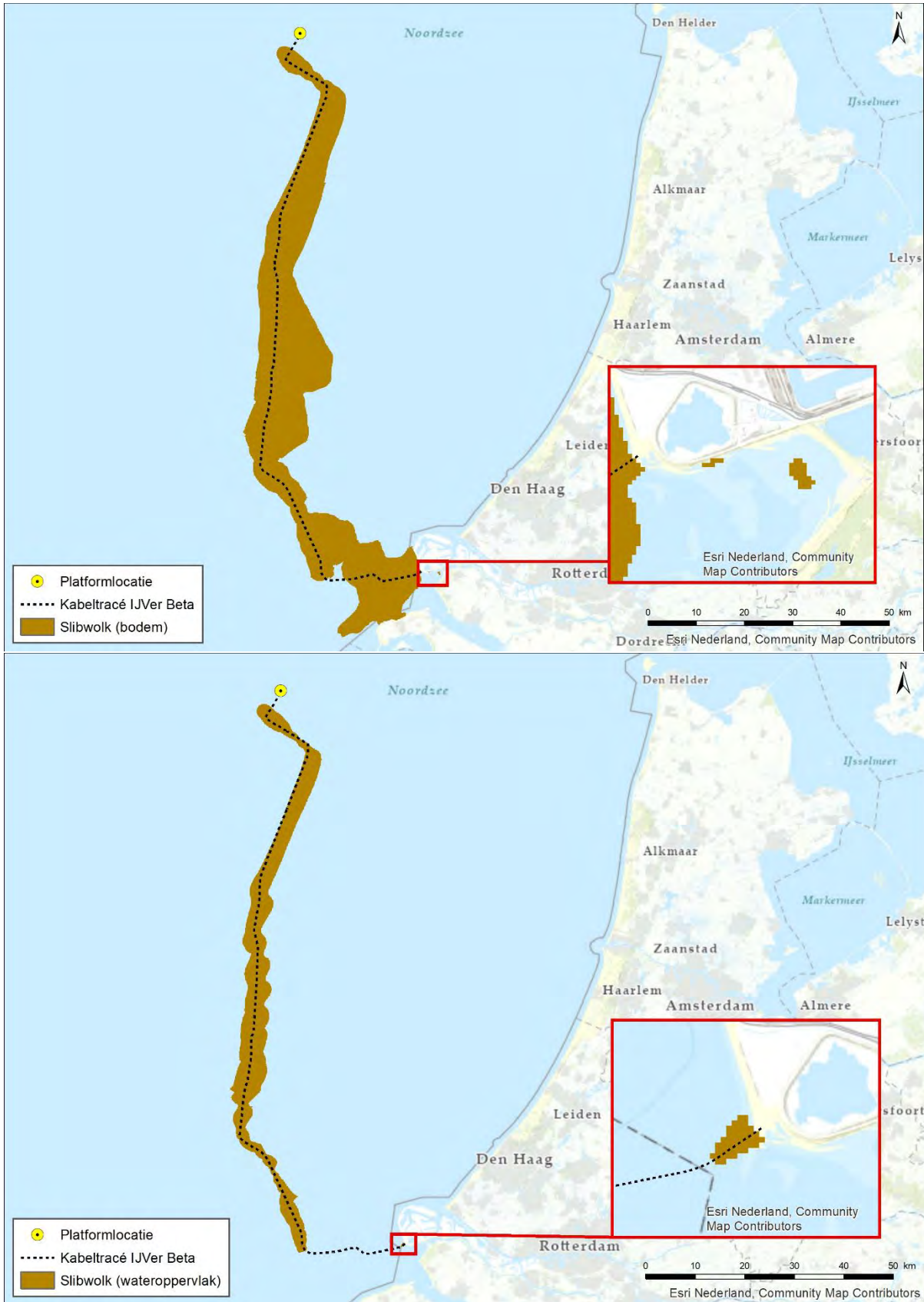
- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels kan worden beïnvloed. Dit geldt vooral voor nestgebonden broedvogels die slechts een kleine uitvlieg radius hebben, zoals veel sterns.

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F bij deze toets is deze slibmodelleerstudie opgenomen. De slibstudie is uitgevoerd vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Maasvlakte II. De waardes van vertroebeling zijn

uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/l). Het gaat hierbij alleen om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig zijn.

Figuur 18 laat het maximale gebied zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak wordt voorspeld. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie en de ondergrens van een meetbaar verschil.

Ook is te zien dat vertroebeling op open zee met name ten oosten van het VKA-tracé plaatsvindt, waarbij de slibconcentratie over een groot gebied (tientallen vierkante kilometers) met meer dan 2 mg/l toeneemt. Binnen (<10 km) de kustzone reikt de slibwolk (op de bodem en in het midden van de waterkolom) van de Maasvlakte II tot aan het strand van Ouddorp, waarbij een deel uitwaaiert naar het zuidwesten tot ongeveer halverwege de Brouwersdam. Verder zijn er op de bodem een aantal kleine slibwolkjes te vinden in de slikken van Voorne.



Figuur 18 Gebied tot waar de slibwolk op de bodem (figuur boven) en aan wateroppervlak (figuur onder) (> 2 mg/l) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden

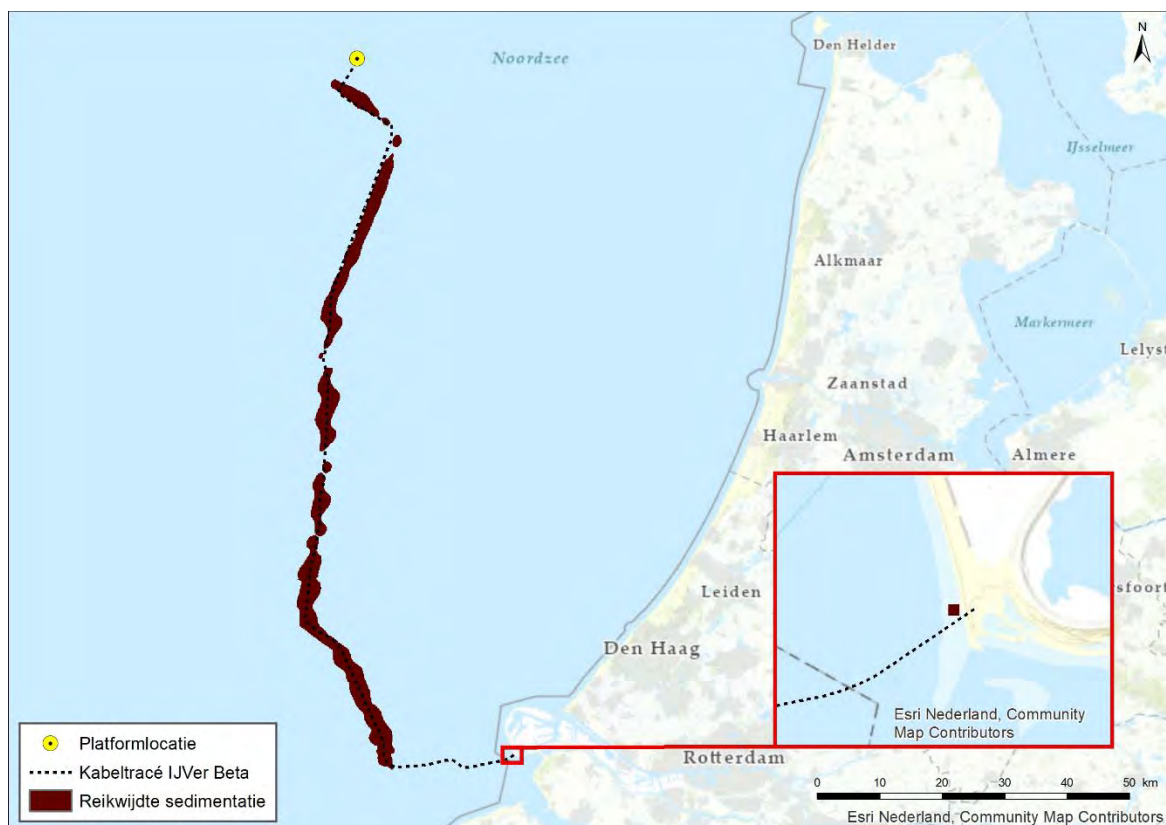
3.3 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels. Het effect van de bedekking is zeer afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur (Baan et al., 1998; Harvey et al., 1998).

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. In 1988 is door Bijkerk de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, *Capitella*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis*). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*). Een recente literatuurstudie (Rozemeijer & Smith, 2017) benadrukt de resultaten uit 1988 nogmaals. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppige maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is modelmatig berekend (Bijlage VII-F). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het VKA-tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 4.2.

Figuur 19 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreedt na de werkzaamheden. Dit is dus de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 1cm/maand rondom het tracé met name in het gedeelte vanaf ca. 20 km uit de kust worden bereikt. Binnen deze strook van 15km langs de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0-0,35mm/dag (niet weergegeven in het figuur), alleen bij de aanlanding is er een klein stuk waar voor korte tijd de sedimentatiesnelheid boven de 1cm/maand ligt. Langs het gehele VKA-tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag.



Figuur 19 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 1cm per maand (0,33 mm/dag) uitkomt

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van onderwatergeluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit continu onderwatergeluid is tijdelijk van aard.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling en voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 20 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en verwijdering van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 20 Onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

3.5 Verstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid

Naast continu onderwatergeluid treedt er impuls-onderwatergeluid op bij de aanleg van het platform. Impuls-onderwatergeluid wordt geproduceerd bij heien en tijdens geofysische surveys. Van de verschillende opties die beschouwd worden voor de draagconstructie zorgt de optie van een stalen jacket voor de grootste verstoring door impuls-onderwatergeluid. Bij de andere funderingsopties wordt niet geheid. In deze toetsing wordt van het worst-case scenario van een stalen jacket met heipalen uitgegaan. Daarnaast treedt er mogelijk verstoring door impuls-onderwatergeluid op bij het uitvoeren van de geofysische surveys ten behoeve van het bodemonderzoek, waarvoor geluid uitgezonden wordt.

Onderwatergeluid in de vorm van impuls-onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en zwemmende zeezoogdieren. Impuls-onderwatergeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidsterkte. De verstoring is van tijdelijke aard.

Volgens de methodiek gebruikt voor het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Heinis et al., 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

- Zehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 $\mu\text{Pa}2\text{s}$;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}2\text{s}$.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. Bij verstoring in het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden. In de berekeningen van het KEC is, evenals voor verstoring, voornamelijk geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaarden van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Om deze reden zijn er geen specifieke TTS en PTS waarden meegenomen in het KEC, en wordt er van verstoring uitgegaan. Aan de hand van (Southall et al., 2019) kan er wel van worst-case drempelwaarden worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen. De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 155 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.
- TTS Voor zeehonden is geschat op 170 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ en PTS op 185 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

Deze bovengenoemde drempelwaarden voor TTS en PTS liggen op of boven de genoemde waarden voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC TTS en PTS in zeezoogdieren volledig. Het KEC zal dan ook de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

Uit modelberekeningen (zie Bijlage VII-E) is de totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 185 km² en voor bruinvissen 961 km² (zie Figuur 21). Op basis van dit oppervlak van 961 km² is ook de reikwijdte bepaald. De radius van deze verstoringcontour is gemiddeld circa 17,5 km.



Figuur 21 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee IJmuiden, voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts)

Voor de realisatie van de kabelverbinding worden meerdere geofysische surveys uitgevoerd. Voor de eerste ronde geofysische surveys is door TenneT een separaat traject doorlopen. Op basis van een Voortoets van ATKB (van de Wetering et al., 2021) is hiervoor geen vergunning aangevraagd. Wel is het effect van impuls geluid doorberekend t.b.v. de ontheffingsaanvraag (Schiedon & Jans, 2021). De eerste ronde surveys wordt niet meegenomen in deze Passende Beoordeling. In een latere fase vindt nog wel een tweede ronde surveys plaats, bestaande uit detail geofysische studies voor kabel en platform, de UXO surveys en de post lay survey voor de kabel. Deze worden wel beoordeeld. Daar is op dit moment nog weinig over bekend, als worst-case aanname wordt daarom de reikwijdte en scope van de eerste surveys gebruikt.

3.6 Bovenwaterverstoring op zee

3.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van het kabelschip, baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie en de aanwezigheid van een helikopter kan leiden tot verstoring door bovenwatergeluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008). Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Licht wordt in paragraaf 4.6.2 toegelicht. De veroorzaakte verstoring is vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreichende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Voor vogels is de verstoringsgevoeligheid soortspecifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Roodkeelduikers, parelduikers en brilduikers en ruiende vogels (zoals eidereenden, zeekoeten en alken) zijn verstoringsgevoeliger. Dit komt met name omdat vogels in de rui niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels in gevoelige periodes kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan. Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Uit een onderzoek naar de verstoringsgevoeligheid van scheepvaartverkeer op Noordwest-Europese zeevogels blijkt dat vluchtafstand voor zwarte zee-eend hoger is dan de eerdergenoemde gevoelige vogels (Fließbach et al., 2019). Uit het onderzoek bleek dat individuen van deze soort al vluchtgedrag vertoonden bij een afstand van 1.600 m. Specifiek voor deze soort wordt daarom een verstoringsafstand van 1.600 meter gehanteerd en deze reikwijdte wordt ook als worst-case afstand gehanteerd.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichterbij het wateroppervlak

gaan dan op het platform, zijn directe effecten door aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk.

De maximale verstoringafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (1.600 meter) is weergegeven in Figuur 22. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes en verstoringen ten opzichte van de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen vessels de kabelroute. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.



Figuur 22 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied

3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en scheepvaart. Voor deze toets wordt vooral

gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foeragegedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Hoe groot dit effect is hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1.500 meter). Verstoring door licht is daarmee minder relevant als autonome verstoring, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringcontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van de platforms kan 's nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvlige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Voor de signaalverlichting ten behoeve van de navigatie voor

scheepsvaart (verplicht wegens waarborgen veiligheid) zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT (Inspectie Leefomgeving en Transport). Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

Gezien het verlichtingsplan -dat wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen- als leidraad wordt gebruikt in aspecten omtrent verlichting, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, uitgesloten.

3.7 Habitataantasting

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten en fundering verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden.

Rondom de kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden. Doordat het bodemprofiel (met of zonder zandgolven) wisselt langs het VKA-tracé zijn op verschillende locaties verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het VKA-tracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F en paragraaf 4.2). Op zee wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door trenchen. Binnen (<10km) de kustzone volstaat trenchen, behalve bij de aanlanding van de Maasvlakte waar over een lengte van 1 kilometer gebaggerd wordt voor het trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie. Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 30 meter aan weerszijden van de kabel, met een totale breedte van 60 meter. Voor trenchen wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabel, met een totale breedte van 20 meter. Het trenchen zelf betreft een breedte van circa 0,5 tot 1 meter, maar de trencher laat een breder spoor achter.

De kabel wordt geplaatst in de onderhoudscorridor. Dit is in een corridor van 1.000 meter en vanaf ongeveer 2 kilometer uit de kust in een corridor van ongeveer 200 meter. De 200 meter wordt mogelijk nog teruggebracht tot 100 meter.

3.8 Elektromagnetische velden

3.8.1 Elektromagnetische velden op zee

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) ontstaan vanuit stroomkabels op zee en bestaan uit twee componenten, elektrische (E) en magnetische (B) velden. Het elektrische veld (E) wordt afgeschermd door de mantel en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld (B) wordt echter niet volledig afgeschermd door de mantel en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel.

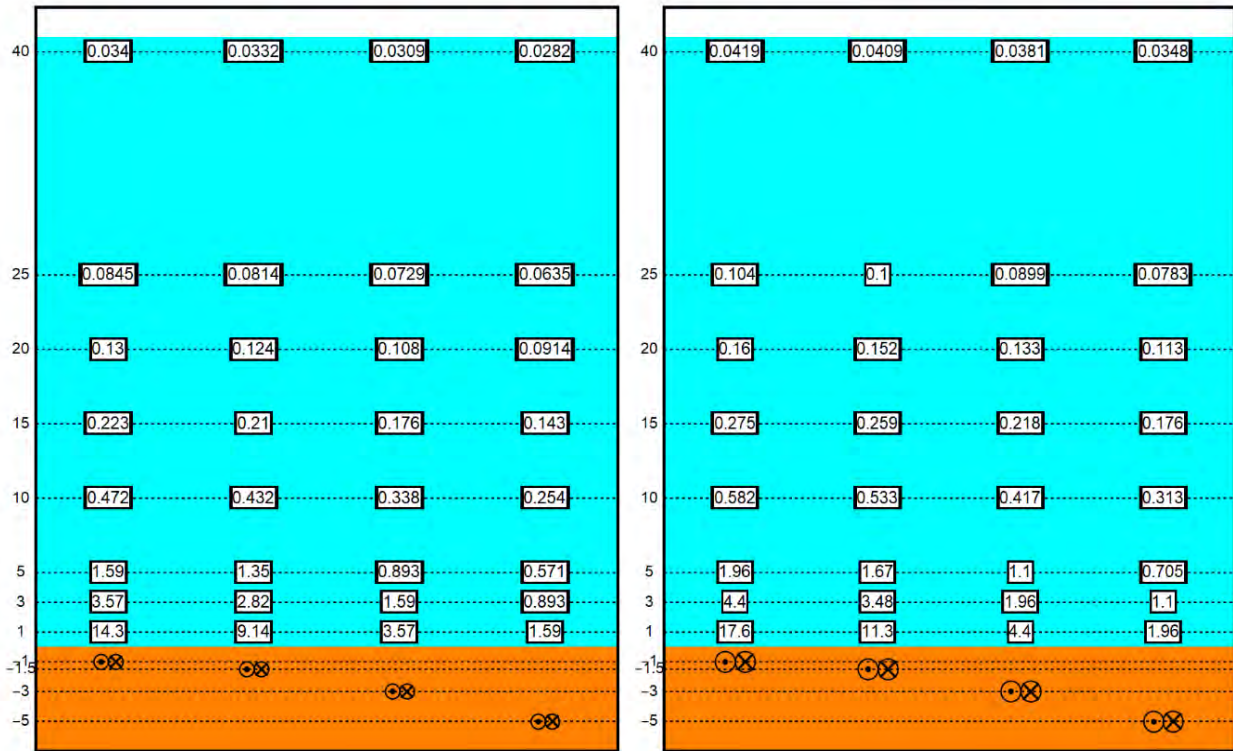
Door het bewegen van een organisme door het magneetveld (B) wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld). Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie Gill et al. (2012) en Snoek et al., (2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch (B) veld, dat weer onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee IJmuiden Ver.

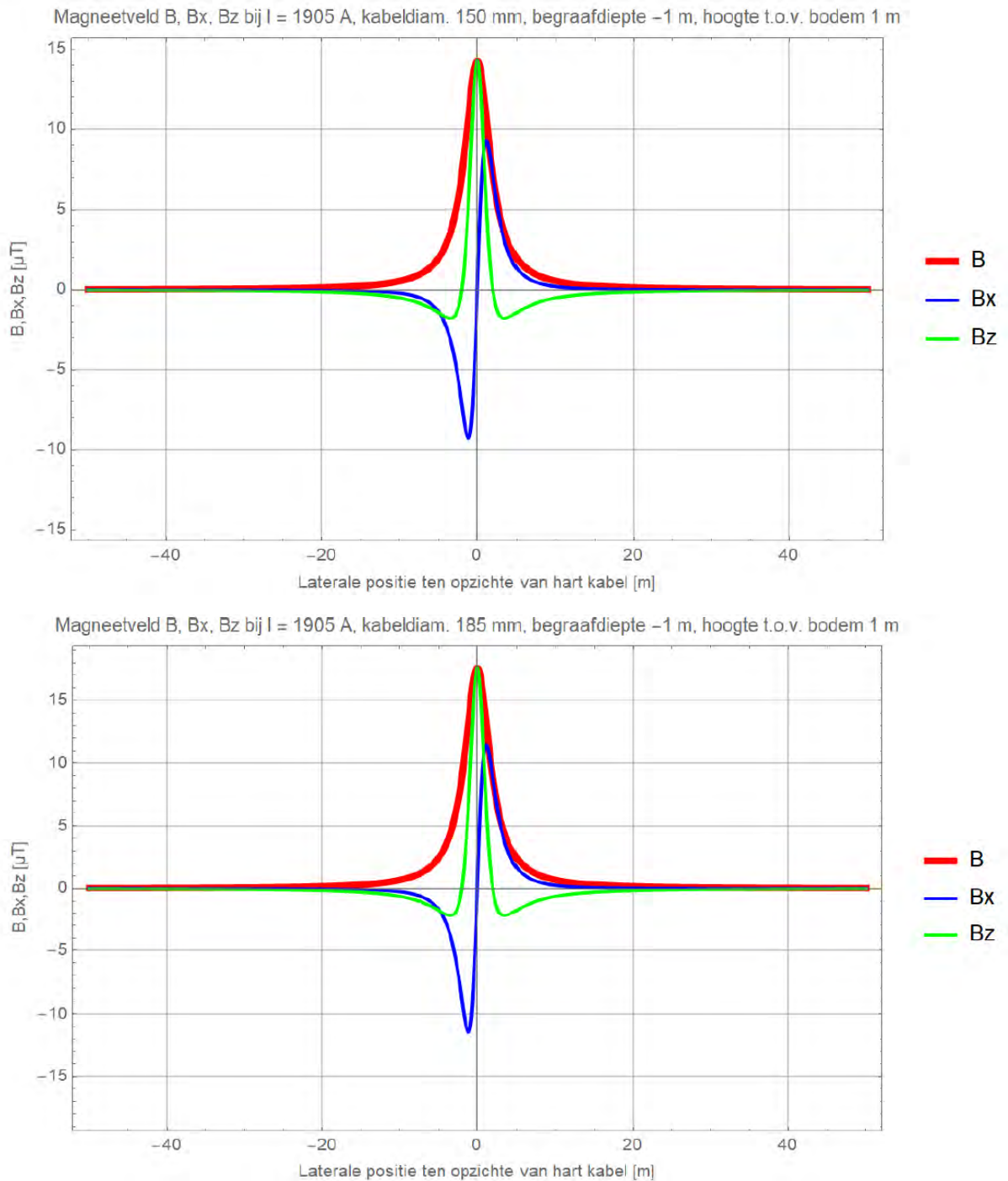
Magneetvelden op zee

In Figuur 23 is de magneetveldzone in μT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 24. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.

Recentelijk zijn de eerste elektromagnetische veldstudies uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. Deze kabel is van gelijkstroomkabel met een ietwat lichtere voltage, maar is zeer vergelijkbaar aan de Net op zee IJmuiden ver kabelsystemen. Er is vlak boven de zeebodem gemeten, wat vergelijk is aan de waardes van 1 meter boven de kabel. De gemeten fluctuaties die hierin gemeten zijn liggen ver beneden de verwachte modelleringen van van Essen, (2020). Hierbij moet wel gezegd worden dat de kabel niet op volledige kracht werkte. Desalniettemin waren de waardes gemiddeld 10x lager dan de waardes gemodelleerd 1 m boven een kabel op een begraafdiepte van 3 m (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk niet zo hoog uitvallen.



Figuur 23 Magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door Van Essen (2020)



Figuur 24 Berekende magneetveldzone in μT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder). Het magneetveld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele magneetveld (B) zal van toepassing zijn. Afkomstig van Van Essen (2020)

3.9 Verontreiniging op zee

Bij de kabelaanleg kunnen in het sediment aanwezige chemische stoffen, waaronder de groep PFAS, weer in suspensie raken en daarmee in het systeem komen. In Hoofdstuk 2 van Net op zee IJmuiden Ver Beta MER fase 1 deel B, is een verkennend onderzoek gedaan naar de waterbodempkwaliteit ter plaatse van de voorgestelde alternatieven. Hieruit bleek dat er geen risico's zijn vanuit puntbronnen of PFAS bronnen. Bekende bronnen liggen dermate ver van het tracé dat er geen risico is. Het is zeer onwaarschijnlijk dat er bij de werkzaamheden verontreiniging vrijkomt, dit wordt daarom niet verder meegenomen.

Ook bij de aanleg en gebruiksfase van het platform vinden er geen effecten van verontreiniging plaats. Al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is wordt gecontroleerd op olie en/of glycol. Alleen niet gecontamineerd regenwater zal in zee geloosd worden. Afvalwater van toiletten zal niet direct op zee geloosd worden. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten of wordt de ontlasting in een 'zwart' water tank opgevangen en later via een schip afgevoerd naar land. Verontreiniging wordt daarom niet verder beoordeeld.

3.10 Warmteontwikkeling

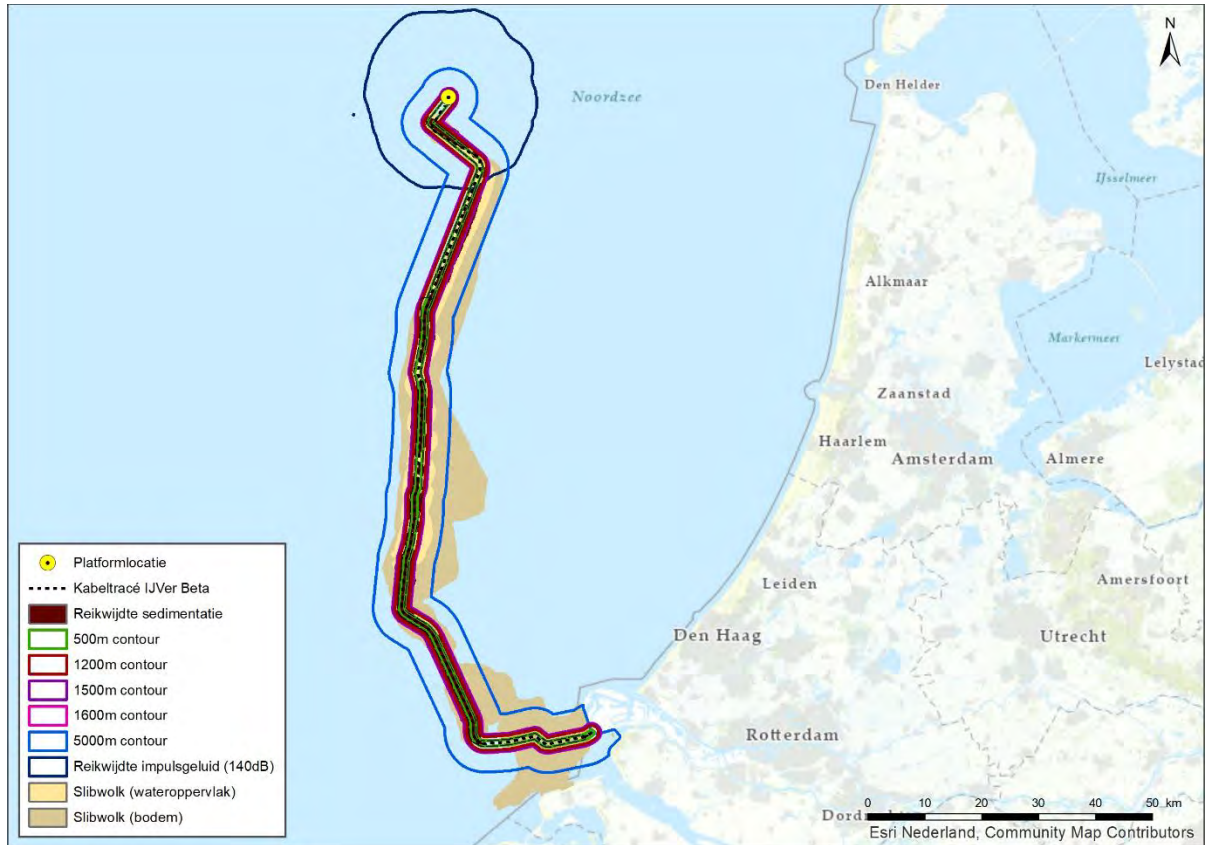
De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd (Taormina et al., 2018). Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, was de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de kabels relatief diep worden ingegraven (1-3 m), zal het effect op het zeebodemoppervlak echter gering zijn waardoor de kans klein is dat benthische (in de bovenste laag van de bodem levende) organismen hierdoor beïnvloed worden. De temperatuursverhoging van de zeebodem zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden Celsius (Müller et al., 2016). Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordelingen.

3.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 4 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 25 zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 4 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

Gevolg		Op zee/ op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Op open zee bevindt de slibwolk zich rondom VKA-tracé en ten oosten. Binnen (<10km)) de kustzone reikt de slibwolk van de Tweede Maasvlakte in het oosten tot halverwege de Brouwersdam in het zuidwesten.
Sedimentatie		Zee	Effecten van sedimentatie kunnen bij aanlanding en vanaf circa 15 km uit de kust optreden rondom het VKA-tracé (in een zone van maximaal 4 km breed).
Verstoring onderwater	Continu onderwatergeluid	Zee	Rondom kabels en platform: 5 kilometer
	Impuls-onderwatergeluid	Zee	Rondom platform: 17,5 kilometer
Bovenwater verstoring	Geluid en visueel	Zee	500 meter voor foeragerende vogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen 1.200 meter voor zeehonden 1.500 meter voor gevoelige vogels 1.600 meter voor zwarte zee-eend
	Licht	Zee	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg Bij de platforms
Habitataantasting		Zee	60 meter voor pre-sweepen en baggeren 20 meter voor trenchen Ter plaatse van de platformpoten en fundering
Elektromagnetische velden		Zee	Horizontaal tot ongeveer 20 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
Verontreiniging		Zee	Geen effect
Warmteontwikkeling		Zee	Geen effect



Figuur 25 Studiegebied werkzaamheden op zee

4 Kaderrichtlijn mariene strategie

4.1 Wet- en regelgeving

4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet.

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptorren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring.
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria beschreven. De informatie uit deze paragrafen is afkomstig van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018). Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

4.1.2 D1. Biologische diversiteit

Descriptor

De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand

Soorten, vogels

De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren

De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap

De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats

Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de een langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats

Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthossoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Soorten, vogels

- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de VR (D1C2)
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren

- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (HR) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1 en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvis moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvis in het riviereengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 4.1.7).

4.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

4.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand

Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Voor ieder commercieel bevestigd visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY): $F \leq F_{msy}$ (CFP) (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass of SSB) van commercieel bevestigde vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau MSY Btrigger (in lijn met ICES-vangstadvisen; CFP) (D3C2).

4.1.5 D4. Voedselwebben

Descriptor

Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand

Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).
- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

4.1.6 D5. Eutrofiëring

Descriptor

Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand

- De concentraties van winter DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen; opgelost inorganisch stikstof) en DIP (Dissolved Inorganic Phosphor; opgelost inorganisch fosfor) liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiëring in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties winter DIN en DIP

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa

- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren binnen de KRW-kustzone is niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren buiten de KRW-kustzonewateren voldoet aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: in deze wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/l zuurstof gevonden (D5C5).

4.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Descriptor

Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies

- Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrictlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).
- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

4.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.9 D8. Vervuilende stoffen

Descriptor

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand

- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of biota), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties vervuilende stoffen

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of biota) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritair stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of biota) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten

- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

4.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand

De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.11 D10. Zwerfvuil

Descriptor

De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Zwerfvuil op zee

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline

Hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval

- Zie onder D10C1

4.1.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsieve geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Impulsgeluid

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

4.2 Effectbepaling

4.2.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 4.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 5. In paragraaf 4.2 worden de effecten beschreven. De effecten worden vervolgens getoetst aan de KRM in paragraaf 4.3.

Tabel 5 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptor(en)

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen	Betrokken descriptor(en)
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	<ul style="list-style-type: none"> Algen (primaire productie) Trekvissen Filterfeeders Zichtjagende vogels 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6)
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	<ul style="list-style-type: none"> Bodemdieren 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6)
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)
Verstoring door impuls- onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)
Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	Verstoring tijdens rusten, ruïen of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> Vogels Zeehonden 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Voedselwebben (D4)
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> Bodem Bodemdieren 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Niet-inheemse soorten (D2) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Integriteit van de zeebodem (D6) Hydrografische eigenschappen (D7)
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	<ul style="list-style-type: none"> Zeezoogdieren Gevoelige vissen 	<ul style="list-style-type: none"> Biologische diversiteit (D1) Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) Voedselwebben (D4) Toevoer van energie (D11)

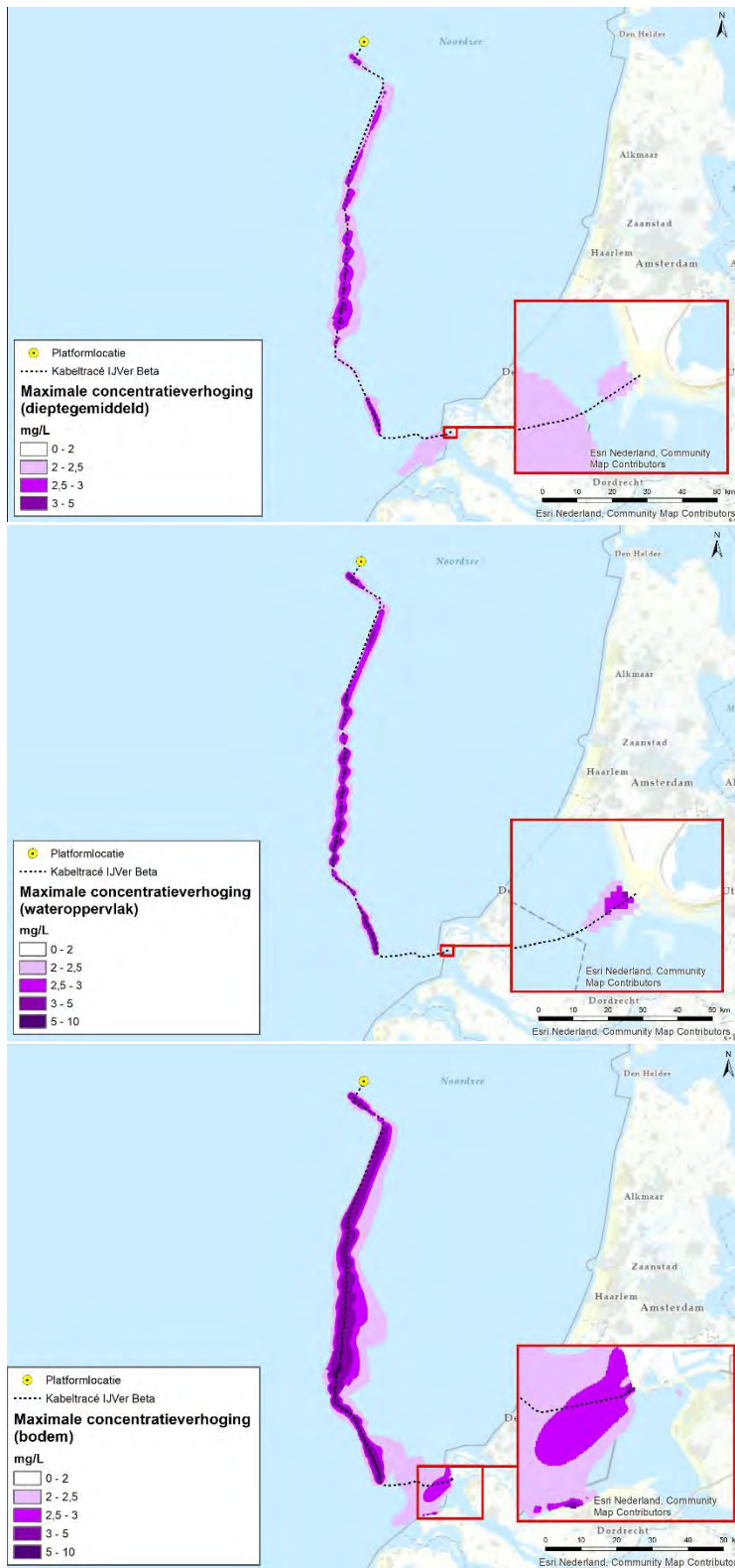
4.2.2 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op de descriptorren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4) en Integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van vertroebeling op vogels (van belang voor D1, D4), macrofauna (D1, D3 en D4), (trek)vissen (D1 en D4) en primaire productie (D4) beschouwd. Om dit te kunnen doen wordt eerst een nadere verdieping van de reikwijdte en over de gebruikte studie uiteengezet.

Modelstudie

In de slibmodelleerstudie zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het VKA-tracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is er in het model is aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone. Daarnaast wordt in de studie gewerkt met een scenario, waarbij de aanleg in een korte periode wordt gedaan. De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid over een langere periode kunnen worden uitgevoerd, maar dat zal ten alle tijden leiden tot een lagere productie en daarmee lagere vertroebeling in het gebied. Om deze reden is in de slibmodelleerstudie aangenomen dat de hele aanleg van het VKA-tracé in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd als worst-case, gezien de productiesnelheid die de baggerschepen hebben.

In deze effectbeoordeling wordt er gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns). Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvis en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen. In Figuur 26 wordt het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddeld en bodem) weergegeven.



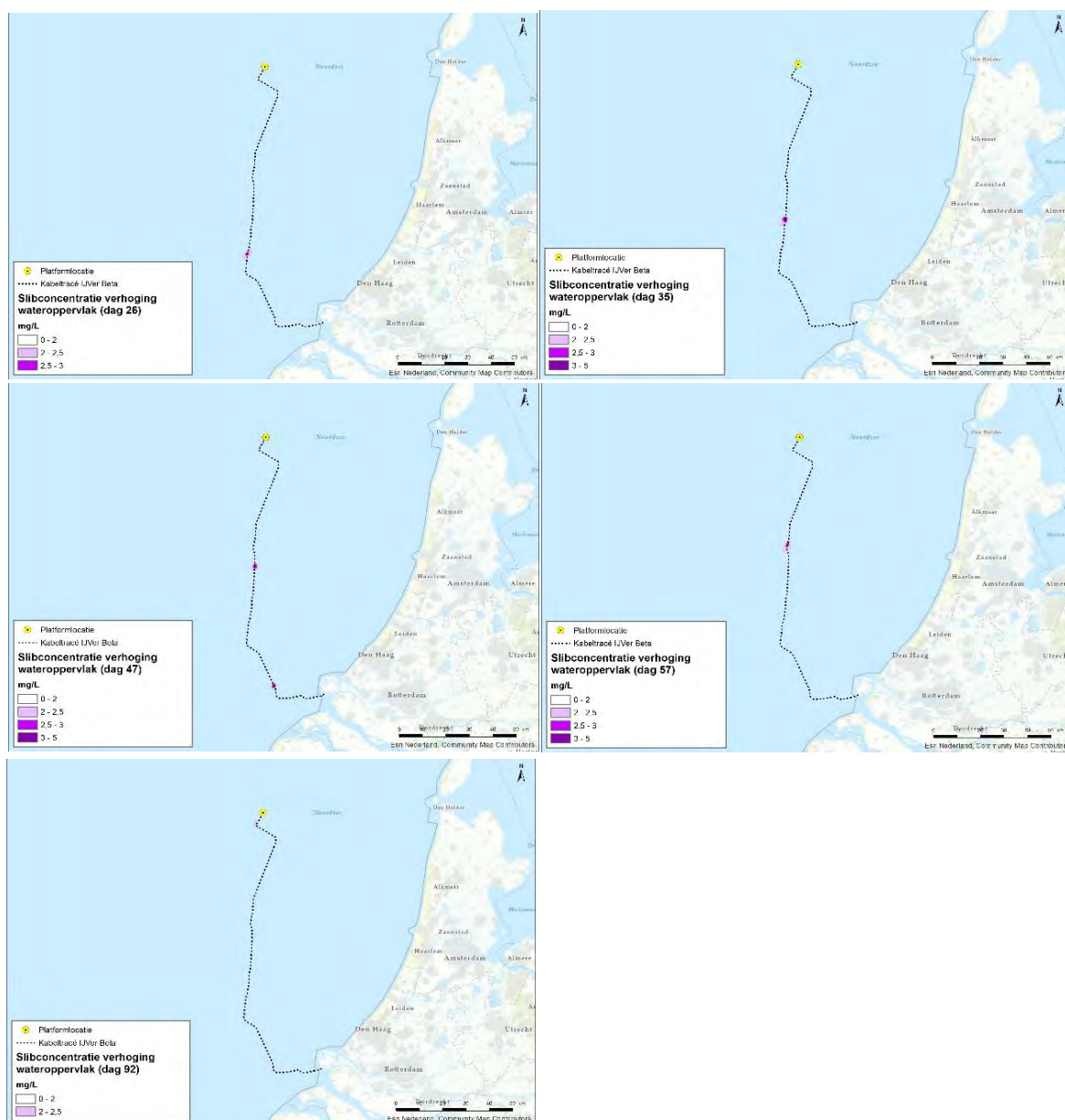
Figuur 26 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor dieptegemiddeld (boven), wateroppervlak (rechtsboven) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)

De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 26 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 27 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk. De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze 92 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling en sedimentatie wordt beschouwd. De dagen die in het onderstaande figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 57, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (92) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productie leiden en daarmee lagere vertroebeling. Op dag 57 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner zijn.

Uit deze figuren valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het VKA-tracé en neemt snelt af.
- De slibwolk met het grootste areaal wordt veroorzaakt op dag 35 (zie Figuur 27). Hierbij beweegt de wolk zich door de stroming kustwaarts.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 5 mg/l.



Figuur 27: Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 26, 35, 47, 57, en 92.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

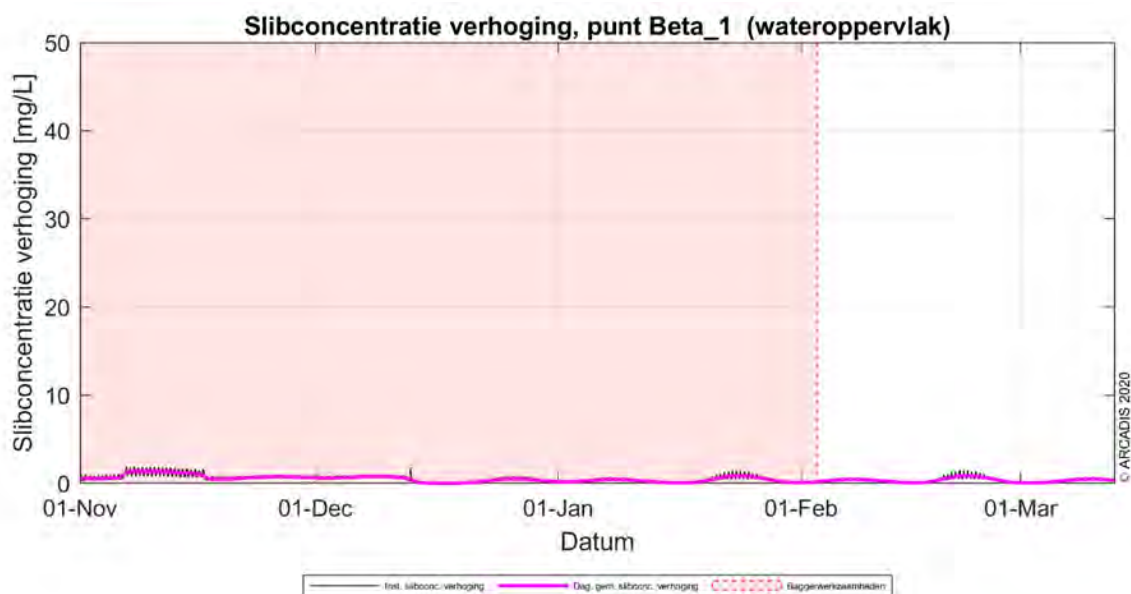
In de slibmodellerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 28 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodellerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het VKA-tracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het VKA-tracé beschouwd.

In Figuur 29 tot en met Figuur 32 zijn de slibconcentraties aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op de punten Beta 1, Beta 6, Beta 10 en Beta 15. De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII-F is, en zullen hieronder niet worden herhaald. De

zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven (92 dagen). Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven (in totaal 42 dagen).

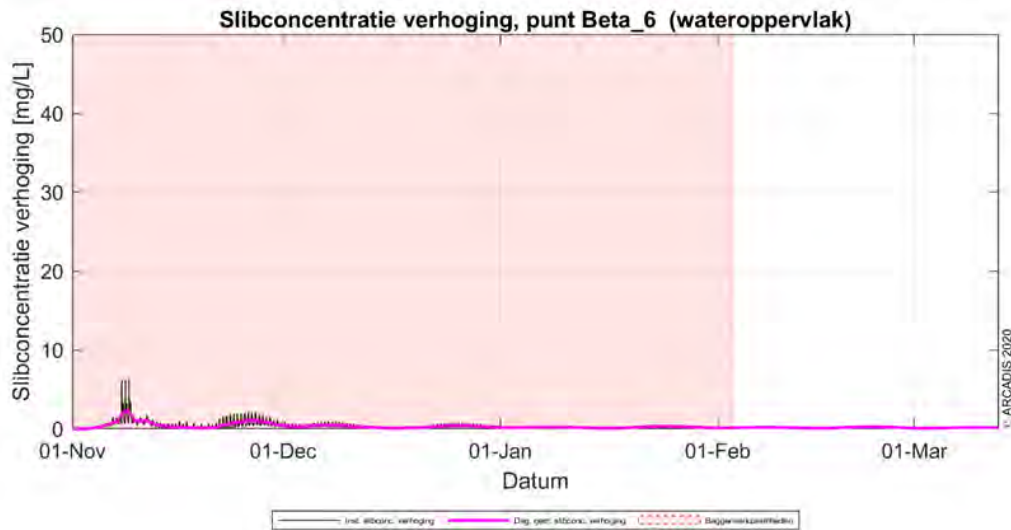


Figuur 28 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd



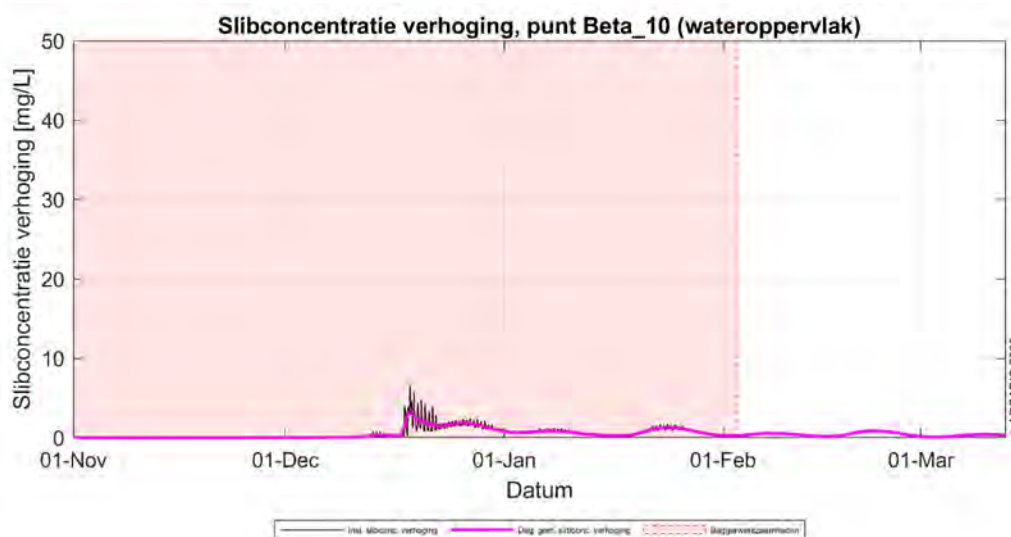
Figuur 29 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 29. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (eerste 6 weken), maar neemt toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze omgeving.

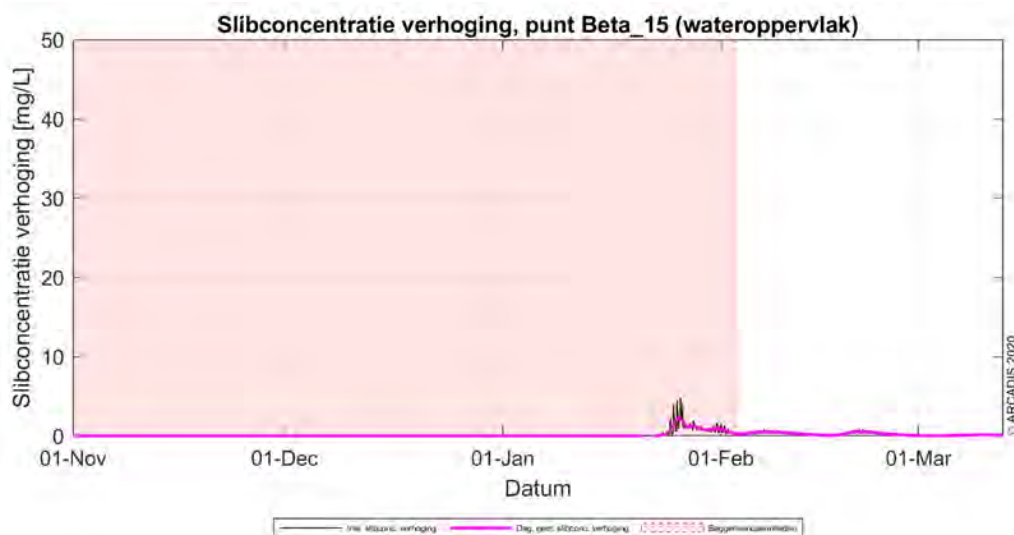


Figuur 30 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 6

Rond simulatiepunt 6 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m³ per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een vertroebeling van minder dan 3 mg/l. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 30 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties een enkele keer boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 0,5 mg/l.



Figuur 31 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 10



Figuur 32 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 15

Simulatiepunt 10 bevindt zich ten zuiden van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 31. De werkzaamheden langs het VKA-tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot boven de 2 mg/l. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Ook noordelijker langs het VKA-tracé (nabij het platform) is hetzelfde patroon waar te nemen, waarbij tijdens het pre-sweepen van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie locatie Beta 15, Figuur 32). Vervolgens ligt de concentratie in korte tijd onder de 2 mg/l grens.

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007)

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

In de wintermaanden zien we vrij consistent achtergrondconcentraties van 30 mg/l in de geulen tot 80-100 mg/l op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/l in de geulen en 30-50 mg/l op de platen.

Effecten op vogels

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het kabeltracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Er wordt onderscheid gemaakt worden tussen oppervlaktejagers (zoals meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zoals zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht. Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele kabeltracé tegelijkertijd op. De slibpluim beweegt namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 35 circa 12,5 km² is. Ter indicatie, dit is minder dan 0,03% van het totaaloppervlak (ruim 57.000 km²) van het NCP. De maximale waarde, direct langs het VKA-tracé, is 4,9 mg/l (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten, zoals de alk en zeekoet, komt de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging niet boven de 3,6 mg/l (daggemiddelde). De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor de duikende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk in de waterkolom op dag 55, circa 95 km² is (minder dan 0,2% van het NCP). Binnen een periode van enkele dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/l.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/l is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere versturende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor (zichtjagende) vogels. Er is dan ook geen sprake van een effect op populatieniveau.

Effect op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk verstoord raken. De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage VII-F is deze slibmodelleerstudie opgenomen, in Figuur 27 zijn resultaten hiervan weergegeven. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. Hoewel de slibwolk een groot deel langs de kust beslaat, gaat het om zeer lage concentraties, die slechts enkele dagen op de locatie zullen zijn. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen echter de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaatsvindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrièrewerking is op de trekvissen.

Anadrome vissen, zoals houting, steur, rivierprik, zeeprik, elft en fint, zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval voornamelijk via het haringvliet en de voordelta) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang.

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al., (2011) beschrijft hoe de effecten van baggerspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Alle soorten trekvis die door het Haringvliet of de Voordelta trekken zijn bovendien gewend aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvis (behalve salmoniden) migreren bijvoorbeeld tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Effect op vissen in het algemeen

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissoorten wel hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeiden zoals fint, elft, haring en sprong) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zal zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op overige vissoorten.

Effect op filterfeeders

Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/l gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/l tot 200 mg/l bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/l uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat moeten zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloed. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de zwaardschede *Ensis directus* liet een verminderd filtervermogen zien bij hoge slibconcentraties van 200 mg/l (Witbaard & Kamermans, 2010). Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). De conclusie is dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkel populatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via 'deposit feeding', waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Het nonnetje en de platte slijkgaper kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten, zoals het nonnetje en de platte slijkgaper, minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

De zandkokerworm heeft waarschijnlijk een grote tolerantie heeft voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom (Pearce, 2017). Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/l SPM) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd dat wormriffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/l komen, en dit is niet het geval.

Uit de slibmodellerstudie blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 10 mg/l en na een periode van dagen tot enkele weken weer afnemen tot het achtergrondniveau. Dit is een fractie (5%) van de waarden van 200 mg/l waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

De effecten van vertroebeling op aanwezige macrofauna zijn gelimiteerd tot de directe omgeving van het kabeltracé. Concluderend kan gezegd worden dat filterfeeders in verschillende mate het

vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. De soorten die dit niet kunnen zullen echter ook geen last hebben van de verstoring, aangezien het slechts van korte duur is. Filterfeeders ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

Primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. Primaire productie is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met ca. een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014). Verder bestaan er de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door fosfor in een brede strook langs de kust en door stikstof op open zee) (Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer, maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Matsumoto et al., 2014), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar.

4.2.3 Sedimentatie

In deze paragraaf wordt het effect van sedimentatie op de descriptoren Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van sedimentatie op macrofauna van belang

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 33 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatiesnelheden van meer dan 1 cm per maand (0,33 mm/dag) optreden tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) tolereert (Bijkerk, 1988). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos, waaronder tweekleppige als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden aan sedimentatie van 10 cm tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Om de effecten van sedimentatie te toetsen wordt de maximale sedimentatie snelheid aangehouden die de meest gevoelige soort tolereert, dit is 1 cm per maand (0,33 mm/dag).



Figuur 33 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mm/dag optreedt door de voorgenummerde werkzaamheden ten opzichte van de Natura 2000-gebieden

Op het NCP treedt sedimentatie op met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag in een gebied van circa 250 km² (zie Figuur 33). Veel schelpdieren hebben een hogere tolerantie voor sedimentatie. Op dit oppervlak zullen dus mogelijk enkele, maar zeker niet alle schelpdiersoorten negatieve effecten ondervinden. Ook overlapt een deel van dit areaal met het door habitataantasting beïnvloede areaal (zie paragraaf 4.2.7).

Ten slotte zal het habitat binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

4.2.4 Verstoring door continu onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van continu onderwatergeluid op de descriptor Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van continu onderwatergeluid op vissen en zoogdieren van belang.

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 3.4. In totaal wordt een areaal van circa 1.500 km² verstoord. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard, en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. Bovendien is de hoeveelheid scheepsvaart in grote delen van het projectgebied op het NCP relatief hoog (uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Beta). Hieruit blijkt dat er in dit gebied op veel plekken een scheepsvaartintensiteit van >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Daarbij komt dat er vrijwel geheel binnen de bestaande vaarweg wordt gebleven, waar de scheepsvaart intensiteit het hoogst is. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied, en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Individuen die gevoelig zijn voor onderwater verstoring zullen waarschijnlijk al deze gebieden met hoge scheepsvaartintensiteit mijden. Voor individuen die toch worden verstoord is ruim voldoende onverstoord areaal aanwezig om naar uit te wijken.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeezoogdieren en vissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar.

4.2.5 Verstoring door impuls-onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op de descriptor Biologische Diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en Toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van impuls-onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang.

Leeswijzer

Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 wordt voor het platform de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op zeehonden, bruinvissen en trekvissen behandeld in deelparagrafen. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie, net zoals er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid is. Deze wordt ook toegelicht. De berekende verstoringafstanden voor zeehonden en bruinvissen worden besproken in paragraaf 3.5.

Modelstudie en drempelwaarden

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls-onderwatergeluid is door TNO een berekening met Aquarius 4.0 gemaakt (Bijlage VII-E). Voor de berekening is uitgegaan van een maximale heij-energie van 2.000 kJ. Verder wordt uitgegaan van een paaldiameter van 2,5 meter. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (De jong et al., 2019).

Geluidsnormen

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Net op zee IJmuiden Ver Beta is de uniforme geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa²s (op 750 m) voor de platforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heillocatie is een maximumwaarde van ongewogen breedband SELs van 167 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2.000 kJ. Volgens deze berekeningen is de SELs op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 1 dB lager dan de afgeleide grenswaarde uit het KEC. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben. Het risico van een overschrijding van de geluidsnorm kan daarom niet worden uitgesloten.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELs op 750 m bij het heien van de jacketpalen hoger is dan de grenswaarde. Deze overschrijding is te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020). Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm op de rand van de geschatte modeloverschrijding zit, kan wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op zeehonden

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (de Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de hei-werkzaamheden is een areaal van 185 km² tijdelijk niet beschikbaar als leef- en foerageergebied. Het platform bestaat worst-case uit 16 palen. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case). De duur van het heien is 2 tot 3 uur per paal. Het gebied is daarom tot 16 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (Aarts et al., 2016). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls-onderwatergeluid door heivactiviteiten

Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (de Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden (omdat deze dieren gevoeliger zijn) en zwemmen langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest, kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (TTS en PTS) en een dodelijk effect op dieren niet uitgesloten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. De uitgangspunten die in het KEC gebruikt worden voor platform en Net op zee IJmuiden Ver Beta staan in Tabel 7. In het KEC wordt voor deze berekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC-aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen.

Als er binnen het aantal bruinvisverstoringdagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% conform het KEC.

Tabel 7 ID 56 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Aannames voor platform IJmuiden Ver Beta in de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Toegewezen bruinvis-verstoringdagen
56	IJV Beta Platform	2027	-	18	168	16.002

Bij de aanvraag voor ontheffing voor de eerste ronde geofysische surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn echter bruinvisverstoringdagen van het platform gebruikt om een tekort aan in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen³ voor de surveys op te vangen (Schiedon & Jans, 2021). Hierbij zijn bruinvisverstoringdagen gebruikt van de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Per platform zijn er zodoende 109 bruinvisverstoringdagen⁴ van het platform reeds gebruikt. Als dit in mindering wordt gebracht op het toegewezen aantal bruinvisverstoringdagen voor platform IJmuiden Ver Beta blijven er 15.893 dagen over.

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend. Hierbij zijn actuelere uitgangspunten gebruikt voor de bouw van het platform, dan de uitgangspunten gebruikt in het KEC die staan in bovenstaande tabel

³ Voor de eerste surveys waren 1.636 bruinvisverstoringdagen nodig, versus 1.311 in het KEC beschikbaar

⁴ 1.636 (voor surveys benodigde bruinvisverstoringdagen) -1.311 (voor surveys beschikbare dagen) = 325 / 3 (het totale aantal platforms) = 109 bruinvisverstoringdagen voor eerste ronde surveys per platform.

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 961 km². Volgens het meest recente KEC, is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het studiegebied maximaal 0,721/km² in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km² in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km² in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er worst-case 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal 16 palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal 16 heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringdagen daarmee respectievelijk op:

- 11.086 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt ($16 * 961 * 0,721$).
- 10.732 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt ($16 * 961 * 0,698$).
- 6.826 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt ($16 * 961 * 0,444$).

Dit is geen overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringdagen voor het heien van platform IJmuiden Ver Beta (16.002 bruinvisverstoringdagen). Tevens is er geen overschrijding van het toegewezen aantal dagen wanneer de survey dagen die al gebruikt zijn hiervan afgetrokken worden (maximaal 11.086 dagen benodigd t.o.v. 15.839 dagen beschikbaar).

Impuls-onderwatergeluid door het uitvoeren van geofysische surveys

Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 worden voor de realisatie van de kabelverbinding meerdere geofysische surveys uitgevoerd. De tweede ronde surveys worden beoordeeld in deze toets, en bestaat uit detail geofysische studies voor kabel en platform, UXO surveys en post lay survey voor de kabel. Voor de eerste ronde heeft TenneT een separaat traject doorlopen. Om te bepalen of het uitvoeren van deze eerste ronde (“globale”) surveys van het VKA-tracé binnen het toegewezen aantal dagen (zie Tabel 8) blijft, zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend in een notitie van ATKB (Schiedon & Jans, 2021). Het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen in het KEC is gebaseerd op een scenario met drie kabels voor Net op zee IJmuiden Ver (zie Tabel 8). De toegewezen bruinvisverstoringdagen moeten voor deze drie kabeltracés gezamenlijk beoordeeld worden.

Tabel 8 Nr's 106 en 109 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitkomst is het aantal toegewezen Bruinvisverstoringdagen als gevolg van het uitvoeren van de globale en gedetailleerde geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Toegewezen bruinvisverstoringdagen
106	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311
109	GS-kabeltracé IJver Alpha, Beta en Gamma	1.311

De bruinvisverstoringdagen van no. 106 zijn reeds gebruikt voor de eerste globale surveys van de kabeltracés van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Uit de berekeningen hiervan blijkt dat het aantal bruinvisverstoringdagen uitkomt op 2.711 wanneer er 30 dagen in het voorjaar en 90 dagen in de zomer wordt gewerkt (Schiedon & Jans, 2021). Zoals toegelicht in paragraaf 3.5 wordt de reikwijdte en scope van de reeds uitgevoerde surveys gebruikt als worst-case aanname voor de nog uit te voeren surveys.

In de berekening is uitgegaan een totale corridoroppervlakte van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma van 281 km². De worst-case uitgangspunten zijn een gescand oppervlakte per dan van 2,01 km² met een verstoringsoppervlak van 30,5 km² per dag.

Wanneer met deze aannames een worst-case berekening per seizoen wordt gemaakt voor de tweede ronde (“gedetailleerde”) surveys van de kabeltracés komt dat neer op:

- 2.420 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt
($281 / 2,01 * 24 * 0,721$)
- 2.342 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt
($281 / 2,01 * 24 * 0,698$)
- 1.490 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt
($281 / 2,01 * 24 * 0,444$)

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat gereserveerd is in het KEC voor deze activiteit (1.311) wordt dus overschreden door de geplande werkzaamheden.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Om effecten op de bruinvispopulatie correct in kaart te kunnen brengen dient voor de start van de surveys een gedetailleerdere analyse van de bruinvisverstoring uitgevoerd te worden op basis van de daadwerkelijk geplande activiteit.

Effecten van impuls-onderwatergeluid op vissen

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (o.a. van den Akker & van den Veen, 2013; Van Duin, et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin vissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Gezien de ligging van het platform ten opzichte van de kust zal impuls-onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvisseren veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP). Effecten op populatieniveau zijn voor vissen uit te sluiten.

Conclusie

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC, de effecten op bruinvisseren via het aantal in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen voor het heien van het platform en het uitvoeren van geofysische surveys en effecten op zeehonden en trekvisseren.

Op basis van de huidige berekeningen van TNO is overschrijding van de geluidsnorm niet uit te sluiten (zie paragraaf 4.2.5). Het aantal bruinvisverstoringdagen voor plaatsing van het platform wordt niet overschreden. De mogelijke geluidsnormoverschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel, zoals bijvoorbeeld een bellenscherm of het heien met een lagere energie. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van

het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorte areaal en het aantal bruinvisverstoringdagen minder.

Het aantal bruinvisverstoringdagen dat benodigd is voor de tweede ronde surveys overschrijdt wel de hiervoor berekende capaciteit. Het is voor bruinvissen echter irrelevant door welke vorm van verstoring (heien of geofysische surveys) verstoring optreedt. Er zijn in het KEC meer bruinvisverstoringdagen toegewezen voor de aanleg per platform van IJmuiden Ver dan nodig. Verdeeld over de platforms IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma zijn 588 bruinvisverstoringdagen per platform⁵ nodig om met de geofysische surveys binnen de berekende limiet voor het totale project te blijven. Deze ruimte is er. Voor de realisatie van het platform IJmuiden Ver Beta zijn nog 4.807 van de in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen niet gebruikt⁶. De benodigde 370 dagen voor de surveys passen hierbinnen.

In de praktijk kan het aantal bruinvisverstoringdagen nog anders (waarschijnlijk lager) uitvallen. Er is op dit moment met worst-case aannames gerekend, en de scope van de tweede ronde surveys is nog niet bekend. Voordat deze kunnen starten moet daarom een uitgebreide berekening gedaan worden op basis van de daadwerkelijke scope van de surveys.

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden en de tweede ronde surveys voor aanvang kunnen onacceptabele effecten op de bruinvis- en zeehond populaties worden uitgesloten.

4.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht

In deze paragraaf wordt het effect van bovenwaterverstoring op de descriptors Biologische Diversiteit (D1) en Voedselwebben (D4) beschouwd. Hiervoor is het effect van bovenwaterverstoring op vogels en zeehonden van belang. Verstoring door geluid en licht, en optische verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt (zie paragraaf 3.6.2), deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en optische verstoring.

Vogels

Rondom het VKA-tracé komen zeevogels voor, zoals zeeoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw (Fijn et al., 2019; Leopold & van Der Wal, 2015). De reikwijdte van bovenwaterverstoring is 500 meter voor vogels in het algemeen en 1.500 meter voor ruiende vogels, zoals toegelicht in paragraaf 3.6.

Figuur 22 toont de reikwijdte van het effect van bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard, en zal dus niet

⁵ 2.420 (totale benodigde bruinvisverstoringdagen voor de geofysische survey) - 1.311 (in het KEC toegewezen dagen) = 1.109 (maximale overschrijding door geofysische survey)

1.109 (benodigde bruinvisverstoringdagen) / 3 (aantal platforms in project) = 370 dagen per platform

⁶ 16.002 (in het KEC toegewezen bruinvisverstoringdagen voor platform IJmuiden Ver Beta) - 11.086 (worst-case dagen benodigd voor platform IJmuiden Ver Beta) - 109 (dagen gebruikt voor eerste ronde surveys (buiten deze toetsing)) = 4.807

over de hele verstoringscontour gelijktijdig optreden. Bij de verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels blijft voldoende onverstoord areaal beschikbaar om bij verstoring naar uit te wijken.

Ruiende vogels zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren. Alken, zeekoeten en grote jagers maken tijdens de rui gebruik van het NCP.

Grote Jagers ruien tijdens de trek. Ze ruien niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018). Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari tot en met maart. Tijdens de rui hebben de dieren een beperkt vliegvermogen.

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voorin het Noorden van het VKA-tracé. Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2018-2019 van circa 10,9 (januari) tot 79,0 (februari) individuen per km² en voor alk 2,9 (januari) tot 5,4 (februari) individuen per km² (Fijn et al., 2019). Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, doorgaans liggen de seizoensmaxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 10 tot 3 lager, namelijk tussen de 10.000 en 30.000 individuen (Fijn et al., 2020; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het VKA-tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het VKA-tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de ruiperiode van juli tot en met de eerste helft van september, wanneer zeekoeten ruien in de omgeving van de Bruine Bank, zijn de aantallen ruiende vogels lager. De maximale dichtheid lag in augustus 2018 rond de 0,765 individuen per km², in augustus 2019 waren ze zelfs geheel afwezig (Fijn et al., 2019, 2020). Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren (Fijn et al., 2019).

De werkzaamheden zouden met een verstoringscontour van 1.500 meter over een lengte van 70 km leiden tot een verstoord oppervlak van circa 210 km². Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met gegevens uit 2018. Zoals hierboven al beschreven is, is dit het jaar met de hoogste gevonden aantallen bij de vliegtransecten (Fijn et al., 2019). Door te rekenen met het exceptioneel hoge aantal uit telseizoen 2018-2019 wordt dus een worst-case scenario aangehouden, normaal liggen zeekoet aantallen een factor 10 tot 3 lager. Ook

worden de geschatte maximale dichtheden genomen. Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van februari genomen, aangezien dit van de meetpunten in deze gevoelige periodes (januari en februari) van alk en zeekoet de hoogste dichtheden betreft. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de aantallen in augustus.

In 2018 zouden werkzaamheden in de ruiperiode in augustus tot verstoring van circa 160 ruiende zeekoeten hebben geleid. Alken zijn dan niet aanwezig en worden zodoende niet verstoord. Grotere aantallen zeekoeten zitten in deze periode noordelijker (Fijn et al., 2019). Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van circa 0,01 % van de deze populatie. In februari 2018 zouden de werkzaamheden resulteren in verstoring van circa 16.600 zeekoeten en 1.100 alken. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 1% en circa 0,33% van de populatie.

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord, zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

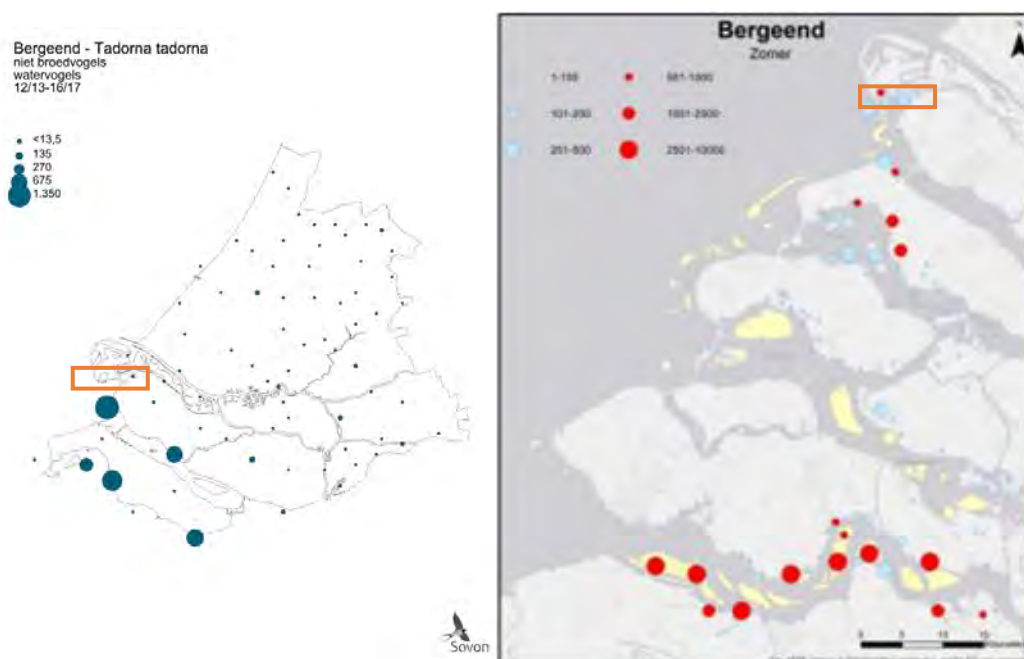
Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is (en alken geheel afwezig zijn), zijn effecten op de populatie uit te sluiten.

Naast het gegeven dat het verstoorde oppervlak relatief klein is ten opzichte van het totaal beschikbare areaal, is de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, dit is uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Beta. Doorgaans is de scheepsvaartintensiteit langs het tracé hoog, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.

Zoals Figuur 34 laat zien komen in de slufteer op de Maasvlakte, rondom de plek waar het VKA-tracé aan land komt, de Slikken van Voorne en ten westen van de Hinderplaat in totaal zo'n 1.000 - 2.500 ruiende bergeenden voor in het ruiseizoen. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002).

Verstoring van ruiende bergeenden treedt mogelijk op tijdens de werkzaamheden. Ruiende bergeenden in de slufteer kunnen moeilijk uitwijken van de werkzaamheden. Rondom het gebied loopt een doorgaande weg en het strand is vrij toegankelijk voor publiek. Het betreft dus reeds verstoord areaal waardoor ruiende bergeenden die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd.

Ten westen van de Hinderplaat bevinden zich ook ruiende bergeenden die mogelijk verstoord worden door de werkzaamheden, zie Figuur 34. Op de Slikken van Voorne reikt de verstoring tot het noorden van het gebied. Voor de bergeenden is er mogelijk genoeg onverstoord areaal over in het zuiden van de Slikken van Voorne. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour. Het is echter niet uit te sluiten dat er geen verstoring van ruiende bergeenden plaatsvindt. Om verstoring te voorkomen wordt een vogelwaarnemer ingezet. De vogelwaarnemer kan indien ruiende bergeenden aanwezig zijn binnen de verstoringsafstand, de werkzaamheden voor een of meerdere dagen stilleggen, totdat de bergeenden weg zijn. Zodoende hoeven de werkzaamheden niet voor het hele ruiseizoen stilgelegd te worden en kan verstoring van ruiende bergeenden worden voorkomen.



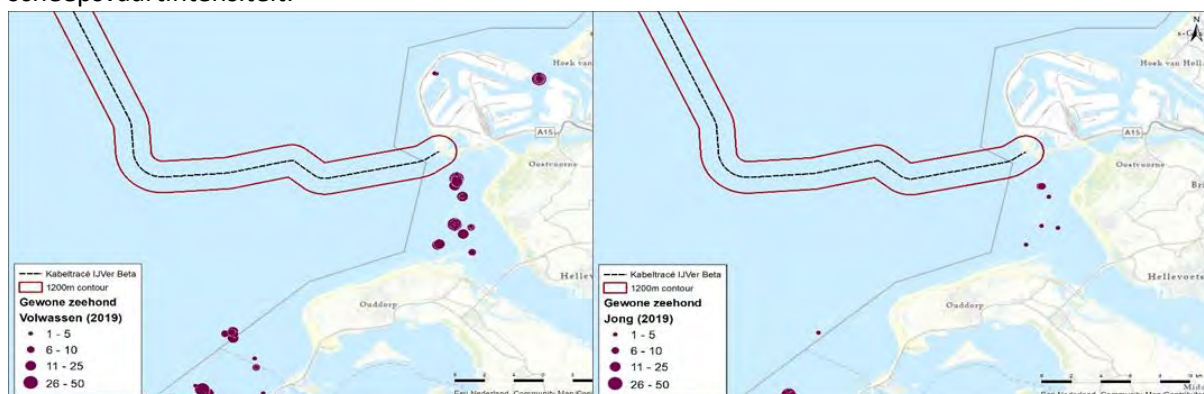
Figuur 34 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte, (Hoekstein et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Zeehonden

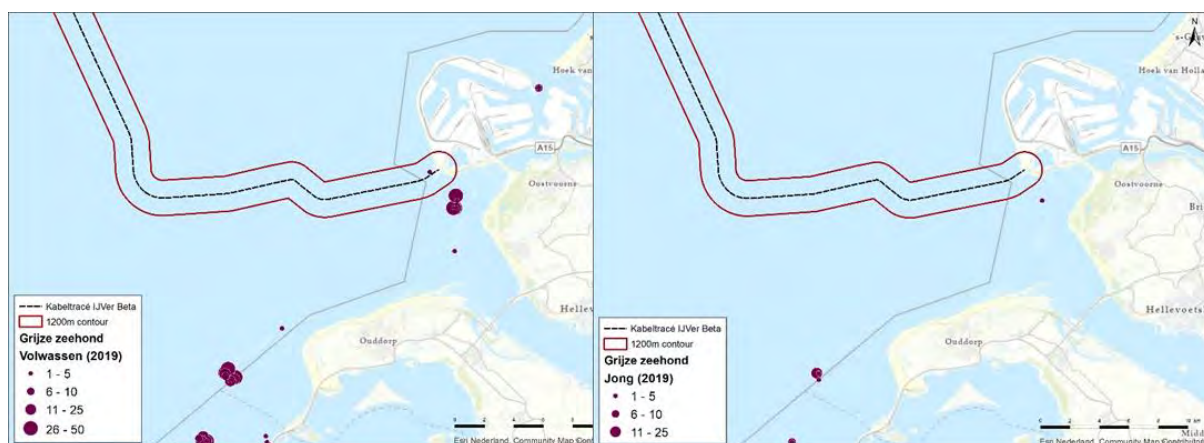
De Hinderplaat nabij de kust wordt door de gewone en grijze zeehond gebruikt als rustplaats, ook het noordelijke deel van de plaat. Er zijn van beide soorten waarnemingen van zogende zeehonden (buiten de verstoringscontour, zie Figuur 35 en Figuur 36). Ook gebruikt de grijze zeehond de stranden rond het overgangspunt van het VKA-tracé van zee naar land als rustplaats (in zeer lage mate, in 2019 zijn daar 1-5 grijze zeehonden waargenomen). In de huidige ligging van de platen raakt de verstoringscontour voor zeehonden (1.200 meter) de Hinderplaat in het noordelijke deel, met zeer beperkte overlap.

In voorgaande paragraaf is omschreven dat de regulier aanwezige hoeveelheid scheepsvaart in het projectgebied relatief hoog is, zo ook hier (voor verdere details zie Passende Beoordeling Net op zee IJmuiden Ver Beta). Op dit traject is een hoge scheepsvaartintensiteit aanwezig, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit

van de verstoring binnen het verstoorte oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.



Figuur 35 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden (links) en van jonge gewone zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).



Figuur 36 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehonden (links) en van jonge grijze zeehonden (rechts), gebaseerd op alle tellingen in 2019. Data naar (Hoekstein et al., 2020).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (Ministerie van Economische Zaken, 2014b, 2014a). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond ongeveer mei-september en de grijze zeehond ongeveer november-maart), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De Hinderplaat heeft een dynamisch karakter, waardoor het niet mogelijk is te voorspellen hoe en waar de verschillende delen van de Hinderplaat in de toekomst zullen liggen. Het dynamische karakter van de Hinderplaat kan resulteren dat de locatie van de zandbank ten tijde van de aanleg verplaatst is. Het is echter waarschijnlijk dat ten tijde van de aanleg zandbanken op deze hoogte aanwezig zijn in of nabij het VKA-tracé die door gewone en grijze zeehonden gebruikt worden als werp- en zooggebied.

Als mitigerende maatregel kan een professionele zeehondwaarnemer ingehuurd worden, die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt. Hierdoor hoeven de werkzaamheden niet tijdens het gehele zoogseizoen gestopt te worden.

De rustplaats van grijze zeehond nabij het aanlandingspunt bevindt zich op of nabij het Maasvlaktestrand. Hier bevinden zich kleinere aantallen zeehonden dan op de Hinderplaat. Het Maasvlaktestrand is vrij toegankelijk voor bezoekers. Ook loopt er een doorgaande weg langs het

gebied. Het gebied is zodoende al verstoord waardoor individuen die hier hinder van ondervinden zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour hebben gevestigd. Daarnaast zijn er in de omgeving ruime onverstoord uitwijkmogelijkheden beschikbaar.

Volwassen zeehonden kunnen uitwijken van verstoringsbronnen en hiervoor blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

Wanneer als mitigerende maatregel een professionele zeehondwaarnemer wordt ingehuurd die tijdens de zoogtijd waarneemt of er zogende zeehonden aanwezig zijn en indien aanwezig, de werkzaamheden stopt, zijn er geen negatieve effecten op populatieniveau.

4.2.7 Habitataantasting en verandering

In deze paragraaf wordt het effect van habitataantasting en verandering op de descriptoren Biologische diversiteit (D1), Niet-inheemse soorten (D2), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), Integriteit van de zeebodem (D6) en Hydrografische eigenschappen (D7) beschouwd.

De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.7. Door het leggen van de kabels en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er kan op het NCP door de aanleg van het VKA-tracé aantasting plaatsvinden van minder dan 0,02% (circa 9 km²) van het NCP.

Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting. Dit oppervlak is zeer klein ten opzichte van de oppervlakte van het NCP. Hierna zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; van der Stap, et al., 2016).

Ten slotte is habitataantasting van de zeebodem een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist, et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

4.2.8 Elektromagnetische velden

In deze paragraaf wordt het effect van elektromagnetische velden op de descriptoren Biologische diversiteit (D1), Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), Voedselwebben (D4), en Toevoer van energie (D11) beschouwd.

Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijv. haaien en roggen), ongewervelden (bijv. krabben) en bepaalde zeezoogdieren (bijv. bepaalde dolfijnsoorten) (zie de Bijlage VII-D). Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (zoals bijvoorbeeld beschreven in Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). In de volgende paragrafen is voor de soortgroepen uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV.

Schaal- en schelpdieren

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 μT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al., (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 μT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 μT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) werd het ruimtelijke gedrag en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 μT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 μT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ (Snoek et al., 2016).

Benthische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 μT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 μT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden

waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen (magnetische velden)

Zoutwatertrekvisseren kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermde of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprík (*Petromyzon marinus*), rivierprík (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrinchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeepríkken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprík zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprík is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 μT kan waarnemen (Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn en dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 μT (Armstrong et al., 2015).

Elasmobranchen (elektrische velden)

Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 $\mu\text{V}/\text{cm}$ (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van Gill et al., (2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, en kan er niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al., (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonde ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 μT , zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen

kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren (magnetische velden)

Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al., (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van Teilmann et al., (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.

Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 μT , zoals beschreven in Normandeau et al., (2011) en Snoek et al., (2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In Kirschvink, (1990) waar deze data vandaan komen, is gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt Snoek et al., (2016) dat het ook mogelijk is dat de bruinvis geen last heeft gehad van fluctuaties in magnetisch veld, maar dat het komt door de morfologie van de zeebodem. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Er is op 350-400 meter hoogte gemeten. Hieruit bleek dat veranderingen van 0.05 μT (op deze hoogte) in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent dat als de veldsterkte op de zeebodem ertoe leidt dat er 0.05 μT gemeten wordt op een hoogte van 350-400 meter, deze dieren verstoord zouden raken. Is het magneetveld zwakker, dan is er geen effect aantoonbaar. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze op magneetvelden kunnen reageren, voor de rest van de soorten is nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981). Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie

Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertelaten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waardes zijn significant hoger dan de waardes van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta, zoals berekend door van Essen (2020) in Figuur 23.

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 μT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt, zal deze waarde van 0.05 μT niet bereikt worden op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd.

4.3 Toetsing

4.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de activiteit aan elk van de descriptoren van de KRM, beschreven in paragraaf 4.1, getoetst. Dit wordt gedaan aan de hand van de beschreven effecten in paragraaf 4.2. Tabel 5 toont welke effecten voor welke descriptoren relevant zijn.

4.3.2 D1. Biologische diversiteit

In hoofdstuk 3 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In paragraaf 4.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 9. De categorieën zijn als volgt: neutraal (kleurloos) geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

Tabel 9 Effecten op de biologische diversiteit. *neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Gevolg	Soortgroep	Effect	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren, vissen	Lokale en tijdelijke verstoring van individuen, die een vermijdingsreactie kan veroorzaken. Er blijft ruim voldoende onverstoorde areaal beschikbaar. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Met toepassing van mitigerende maatregelen wordt binnen de geluidsnorm en het toegestane aantal bruinvisdagen gebleven. Effecten van impuls geluid op zeezoogdieren leiden hoofdzakelijk tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben. Gehoorgevoelige vissen zullen vermijdingsreacties vertonen. Zoutwatervis wordt slechts zeer lokaal verstoord, er ontstaat geen migratie barrière. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	
Bovenwater verstoring	Vogels, Zeehonden	De werkzaamheden resulteren in een tijdelijke verstoring, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bij verstoring tussen juli en de eerste helft van september een relatief grotere impact op zeekoeten aangezien ze niet kunnen vliegen. Vanwege het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn populatie-effecten uit te sluiten. Met een mitigerende maatregel zijn verstoring van zogende en jonge zeehonden, en effecten op populatieniveau uit te sluiten.	
Habitataantasting en verandering	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies door kabelaanleg, zal na 4-6 jaar herstellen. Op de platformlocaties zal het habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, gevoelige vissen,	Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten	

Uit Tabel 9 blijkt dat de meeste effecten geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foeragegedrag en -gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Verstoring boven water heeft een tijdelijke impact op vogels, maar er is voldoende door de werkzaamheden onverstoorde leefgebied beschikbaar om naar uit te wijken. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn effecten op de populatie uit te sluiten. De aanwezigheid van jonge of zogende zeehonden op de hinderplaat is niet uit te sluiten. Met het

nemen van een mitigerende maatregel is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten.

De vertroebeling die optreedt bevindt zich in nutriëntgelimiteerd gebied tijdens de zomer, in de winter is de primaire productie activiteit echter zo laag dat het bijkomend effect van tijdelijke lokale vertroebeling verwaarloosbaar is. Verminderde lichtinval als gevolg van vertroebeling door de activiteit zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in het Noordzeegebied. Ook treedt geen barrièrewerking voor trekvisserij op. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich aan te passen aan tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook worden er extra kansen gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten opzichte van het gehele Noordzeegebied.

Op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden is het niet aannemelijk dat zeehonden of trekvisserij een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Walvisserij en dolfinnen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

4.3.3 D2. Niet-inheemse soorten

Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase worden geen exoten geïntroduceerd in het systeem. Voor de aanleg worden schepen met anti-exootsystemen gebruikt die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten

De geplande activiteiten veroorzaken een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem. Hierdoor ontstaan er kansen voor soorten om zich te vestigen. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt

de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste soorten aangetroffen (Coolen et al., 2015; van der Stap et al., 2016). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

4.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

De geplande activiteiten hebben geen directe impact op de vis, schaal- en schelpdierpopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen ondervinden de vissen in het gebied ook geen effecten van impulsgehoor door heilwerkzaamheden. Effecten van vertroebeling, sedimentatie en elektromagnetische velden hebben geen effect op populaties. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

4.3.5 D4. Voedselwebben

Er vindt geen remming van de primaire productie plaats. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismen leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Met het nemen van een mitigerende maatregel, d.m.v. van het plaatsen van een zeehondenwaarnemer, is verstoring van jonge en zogende zeehonden te voorkomen en zijn effecten op zeehonden op populatieniveau uit te sluiten. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

4.3.6 D5. Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd voegen deze geen nutriënten toe aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

4.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn tasten de activiteiten het benthische ecosysteem niet onevenredig aan. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers benthisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

4.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen

Doordat gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Het gaat hier om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (ruim

57.000 km²). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

4.3.9 D8. Vervuilende stoffen

Er worden bij de aanleg en gebruik van het platform geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij baggeren en trenchen voor het VKA-tracé zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden, maar uit onderzoek is gebleken dat de kans hierop verwaarloosbaar is. Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

4.3.10 D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten

Zoals hierboven vermeld, geldt ook voor deze descriptor dat er tijdens aanleg en gebruik geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

4.3.11 D10. Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt, en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

4.3.12 D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis dat het niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen worden genomen, zie paragraaf 4.2.5, zal ook het impulsgeluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

4.4 Conclusie

In Tabel 10 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven.

Tabel 10 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	Geen

Uit Tabel 10 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

5 Kaderrichtlijn water

5.1 Wet- en regelgeving

5.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische stoffen en die van de ecologische kwaliteit (Figuur 37). De ecologische kwaliteit bestaat uit de beoordeling van de ecologische toestand (onderverdeeld in vier biologische kwaliteitselementen), ondersteunende fysisch-chemische parameters, een selectie van verontreinigende stoffen en de hydromorfologie.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: van een groep van indicatoren is de laagste beoordeling bepalend (één niet goed, geheel niet goed). Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse waterkwaliteit.

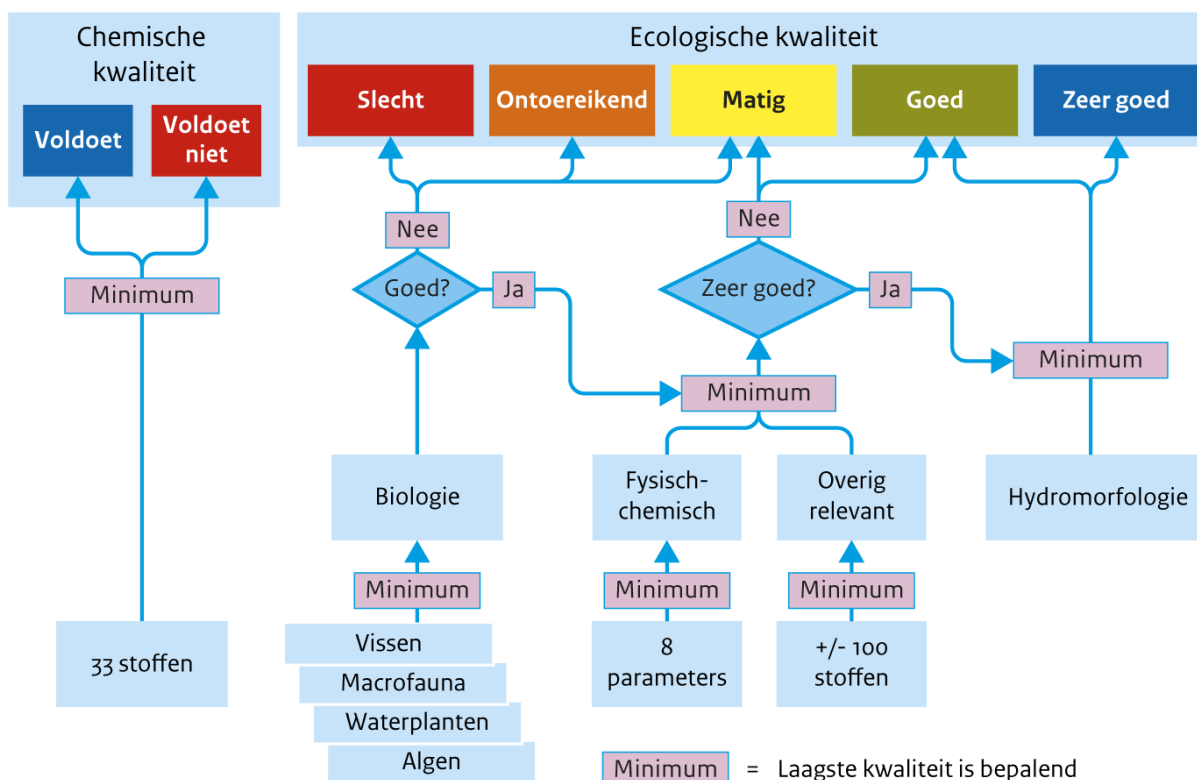
Doelen voor de waterkwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Elk waterlichaam is toegedeeld aan een van de categorieën:

- Natuurlijk water
- Sterk-veranderd water
- Kunstmatig water.

Voor natuurlijke wateren is het doel een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie (de zeer goede ecologische toestand, ZGET). De referentie is de onverstoorde natuurlijke toestand waarbij er geen of slechts zeer geringe verstoring door de mens plaatsvindt. Natuurlijke wateren komen in Nederland nauwelijks voor. Naast een klein aantal binnenwateren (beken, kleine rivieren), valt vooral de kustlijn hieronder (CLO, 2020; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl (1.852 meter) uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl (22,2 km) uit de kust voor de chemische doelen (RWS, 2016).

Voor (hydrologisch) sterk veranderde wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie. Als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klassen: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.

Beoordeling waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water



Bron: PBL

PBL/jul20
www.clo.nl/nl141205

Figuur 37 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water (CLO, 2020)

5.1.2 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire stoffen (Europese Commissie, 2006). Dit zijn de stoffen die in alle Europese wateren met voorrang moeten worden aangepakt. Deze stoffen zijn schadelijk voor een waterrijk milieu en komen op de lijst als ze in meerdere lidstaten voor problemen zorgen.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM, 2017);

- Emissies van prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

5.1.3 Ecologische kwaliteit

De ecologische kwaliteit is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en de 'Hydromorfologie' (zie Figuur 37). Deze worden in de volgende paragrafen besproken. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

Biologische kwaliteit

Alle KRW-waterlichamen hebben een KRW-watertype toegeedeeld gekregen. Per KRW-watertype wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd. Voor het bepalen van de biologische kwaliteit zijn vier biologische kwaliteitselementen gedefinieerd:

- Fytoplankton
- Overige waterflora (met fyto­benthos, macrofyten en angiospermen)
- Macrofauna (benthische evertebraten)
- Vis

Per KRW-watertype is vastgesteld welke biologische kwaliteitselementen van toepassing zijn. Het ecologisch doelbereik wordt afgemeten met de KRW-maatlatten (Van der Molen et al., 2018). Deze zijn specifiek voor elk KRW-watertype en biologisch kwaliteitselement opgesteld. Het resultaat van de maatlatten is een EKR-score (Ecologisch Kwaliteits Ratio), met waarden tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie).

Fytoplankton

De maatlat “fytoplankton” (algen) wordt alleen gebruikt voor meren (incl. sloten en kanalen) en overgangs- en kustwateren. Hiervoor worden twee deelmaatlatten gebruikt waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen abundantie (de mate van voorkomen) en soort­sa­men­stelling. Voor abundantie gelden klassen (met klasse­grenzen). Voor soort­sa­men­stelling is een referentielijst van soorten beschikbaar met grenswaarden voor het optreden van een bloei. Hierbij speelt ook de eerdergenoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlatten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

Overige waterflora

Voor de maatlat “overige waterflora” wordt voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren gekeken naar angiospermen, hiervoor wordt de score voor schorren/kwelders en zee­gras gemiddeld.

Angiospermen (alleen voor grote, brakke tot zoute meren en overgangs- en kustwateren): Hier wordt de kwaliteit van schorren/kwelders en zee­gras­vel­den beoordeeld. De maatlat bestaat uit de deelmaatlat voor abundantie en soort­sa­men­stelling van schorren/kwelders en de deelmaatlat voor zee­gras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat van de kwaliteit. Voor zee­gras geldt als maat voor de kwantiteit het percentage van het totale begroeibaar areaal dat bedekt is met zee­gras­vel­den. Een zee­gras­veld is pas een zee­gras­veld als minimaal 5% van de bodem bedekt is met een van beide soorten zee­gras. De kwaliteit wordt bepaald door de aanwezigheid van de beide soorten Groot en Klein zee­gras.

Macrofauna

Ook voor macrofauna geldt een andere wijze van beoordeling bij de verschillende watertypen. Bij de grote, brakke tot zoute meren en de overgangs- en kustwateren is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. De verschillende habitats (ecotopen) worden apart beoordeeld. Er is een deelmaatlat voor soortenrijkdom (aantal soorten), een voor de diversiteit (Shannon-index) en de AMBI-index (Marine Biodiversiteits Index). De EKR per ecotoop is het gemiddelde van deze drie deelmaatlatten. De EKR-score van het waterlichaam is het areaalgewogen gemiddelde van de EKR-scores voor de afzonderlijke ecotopen.

Vis

De maatlat voor vis maakt gebruik van lijsten van specifieke soorten per KRW-watertype. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap (indeling in gildes) en niet op individuele (zeldzame) soorten. De soortsaanstelling, abundantie (aantallen en gewicht) en leeftijdsopbouw speelt hierbij een rol. In Kustwateren is het kwaliteitselement Vis geen onderdeel van de KRW-beoordeling.

Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor verschillende categorieën waterlichamen uitgewerkt in maatlatten (Heinis & Evers, 2007). Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. Dit wil zeggen dat de beoordeling van de fysisch-chemische kwaliteitselementen een indicatie is of de goede ecologische toestand (GET) duurzaam gehandhaafd kan blijven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Overige relevante chemische stoffen

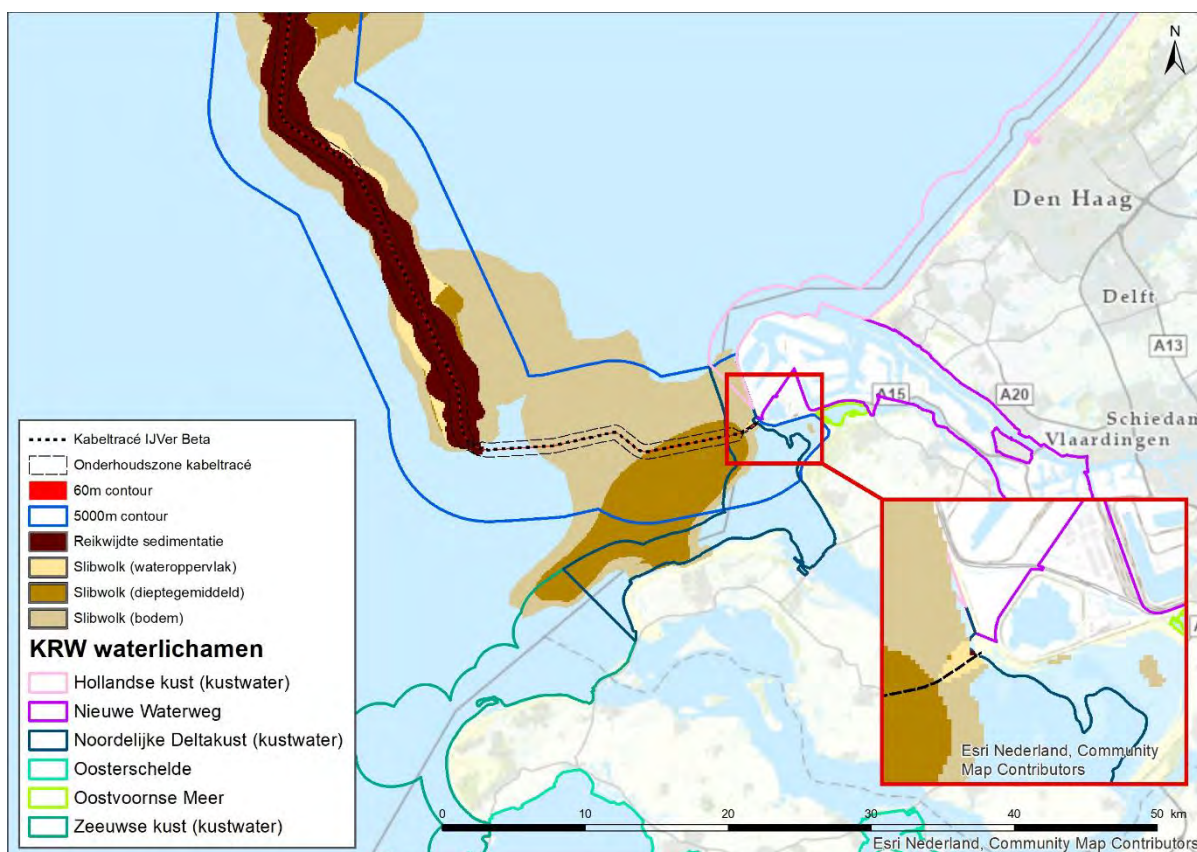
Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ong. 100). Deze stoffen worden per stroomgebied vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.

Hydromorfologie

Hydromorfologie is de leer van de vormen in het landschap ontstaan door water. Binnen ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. De hydromorfologie wordt daarom alleen beschreven voor de natuurlijke wateren. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand geen invloed op de uitkomst van de beoordeling (STOWA, 2012; van der molen et al., 2018).

5.2 Betrokken KRW-waterlichamen

In hoofdstuk 3 is per gevolg onderzocht welke reikwijdte deze hebben. In Figuur 38 zijn de reikwijdtes getoond in relatie tot de ligging van KRW-waterlichamen. De figuren laten zien dat er overlap is tussen de gevolgen en KRW-waterlichamen Noordelijke deltakust (kustwater), Zeeuwse kust (kustwater) en Hollandse kust (kustwater). Daarnaast zijn er door vertroebeling en EMV in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust, voor de monding van de Haringvliet, mogelijk uitstralingseffecten op Haringvliet-west.



Figuur 38 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van KRW-waterlichamen

Tabel 11 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam; U = mogelijk uitstralingseffect

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust	X	X	X	X	X
Zeeuwse Kust	X				
Hollandse Kust	X				
Haringvliet-west	U				U

Door de aanleg kunnen er mogelijk negatieve effecten optreden voor de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in deze gebieden. Naast een KRW-status maken deze waterlichamen vaak ook nog onderdeel uit van andere beschermingsgebieden (Tabel 12). De KRW-gebieden hebben een aantal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 13.

Tabel 12 Beschermingsstatus van de KRW-gebieden (IenW, 2020)

KRW-waterlichaam	Beschermde gebieden
Noordelijke Deltakust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Vogelrichtlijngebieden ▫ Habitatrictlijngebieden ▫ Zwemwatergebieden
Zeeuwse kust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Vogelrichtlijngebied ▫ Habitatrictlijngebieden ▫ Zwemwatergebieden
Hollandse kust (kustwater)	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Habitatrictlijngebied ▫ Vogelrichtlijngebied ▫ Zwemwatergebieden
Haringvliet-west	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Habitatrictlijngebied ▫ Vogelrichtlijngebied ▫ Zwemwatergebieden

Tabel 13 Watertype en status van de KRW-waterlichamen op het VKA-tracé (IenW, 2020)

KRW-gebied	Water type	Status
Noordelijke Deltakust (kustwater)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk
Zeeuwse kust (kustwater)	Open en euhalien kustwater (K3)	Natuurlijk
Hollandse kust (kustwater)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk
Haringvliet-west	Estuarium met matig getijverschil (O2)	Sterk veranderd

5.2.1 KRW-doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd voor de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. In de volgende paragrafen wordt de chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en het doelbereik voor 2027 beschreven (IenW, 2020).

Regels met 'nvt' (niet van toepassing) geven aan dat deze parameters niet toepasbaar zijn voor het watertype.

Noordelijke Deltakust (kustwater)

Voor het KRW-waterlichaam Deltakust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang.

Tabel 14 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Noordelijke Deltakust			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 15 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Noordelijke Deltakust			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed
Overige waterflora	Nvt	nvt	nvt
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	nvt	nvt	nvt

Zeeuwse kust (kustwater)

Voor het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang (zie Tabel 14). Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van belang (zie Tabel 15).

Tabel 16 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Zeeuwse kust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Goed	Goed	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 17 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Zeeuwse kust (kustwater)			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Matig	Matig	Goed
Overige waterflora	nvt	nvt	nvt
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	nvt	nvt	nvt

Hollandse kust

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Hollandse kust zijn weergegeven in Tabel 18 en Tabel 19. Voor het KRW-waterlichaam Hollandse kust zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alleen de deelmaatlaten fytoplankton en vis van belang.

Tabel 18 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Hollandse kust			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 19 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Hollandse kust			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	nvt	nvt	nvt
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Vis	nvt	nvt	nvt

Haringvliet-west

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Haringvliet-west zijn weergegeven in Tabel 20 en Tabel 21. Voor het KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging van belang. Voor de ecologische maatlat score zijn alle deelmaatlaten (macrofauna, overige waterflora, vis en fytoplankton) van belang.

Tabel 20 Toestand van de fysisch-chemische parameters KRW-waterlichaam Haringvliet-west voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Fysisch-chemische toestand Haringvliet-west			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	nvt	nvt	nvt

Tabel 21 Toestand van de biologische kwaliteitselementen van het KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik) (IenW, 2020)

Ecologische toestand Hollandse kust			
Biologisch Kwaliteitselement	Toestand 2019	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Goed	Goed	Goed
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Vis	Ontoereikend	Ontoereikend	Goed

5.3 Effectbepaling

5.3.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze heeft. Het kader van de KRW is toegelicht in paragraaf 5.1. Hiermee is bepaald welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit nader onderzocht moeten worden voor welke KRW-kwaliteitselementen, zie Tabel 22. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRW in paragraaf 5.4.

Tabel 22 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht dienen te worden voor welke biologische kwaliteitselementen

Gevolg	Effect	KRW Biologisch kwaliteitselement
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders	Fytoplankton Macrofauna Overige waterflora
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	Macrofauna
Verstoring door continu geluid onderwater	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vissen
Habitataantasting	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	Macrofauna Overige waterflora
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	Vissen Macrofauna

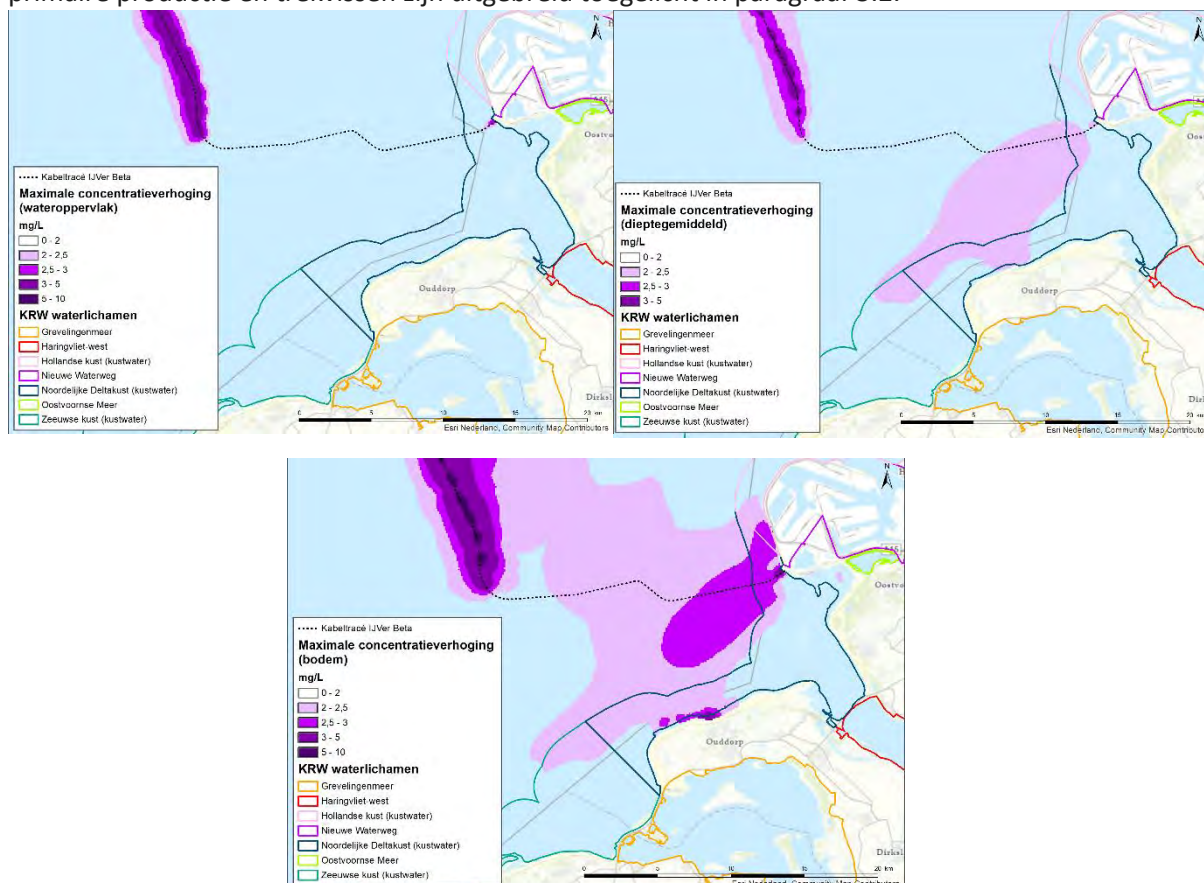
Afhankelijk van welke parameters wel en niet toepasbaar zijn per KRW-waterlichaam (zie paragraaf 5.2.1), kan bepaald worden welke van de in een KRW-waterlichaam optredende gevolgen (zie Tabel 23) in dat KRW-waterlichaam nader onderzocht moeten worden. In KRW-waterlichamen Noordelijke Deltakust, Zeeuwse Kust en Hollandse Kust is het kwaliteitselement 'vis' niet van toepassing. Onderwaterverstoring hoeft daarvoor dus niet nader onderzocht te worden. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west wordt gekeken naar een mogelijk extern effect van vertroebeling en EMV op biologisch kwaliteitselement 'vis' (trekvissen).

Tabel 23 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam, U = mogelijk uitstralingseffect, NR = niet relevant

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu geluid onderwater	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Noordelijke Deltakust	X	X	NR	X	X
Zeeuwse Kust	X				
Hollandse Kust	X				
Haringvliet-west	U				U

5.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling en de studie die hiernaar gedaan is zijn toegelicht in paragraaf 3.2. Figuur 39 toont de maximale reikwijdte van de vertroebeling ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater), Noordelijke Deltakust (kustwater) en Hollandse kust (kustwater). Ook kunnen er mogelijk uitstralingseffecten zijn op KRW-waterlichaam Haringvliet-west. De vertroebeling over de breedte van de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee heeft potentieel een barrièrewerking tijdens de migratie van trekvissen. De effecten van vertroebeling op filterfeeders, primaire productie en trekvissen zijn uitgebreid toegelicht in paragraaf 3.2.



Figuur 39 Maximale omvang baggerpluim in relatie tot KRW-waterlichamen gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (linksboven), waterkolom (rechtsboven) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l)

Noordelijke deltakust

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (circa 45 ha), in de waterkolom (circa 1.800 ha) en aan de bodem (circa 3.300 ha) (zie Figuur 39). Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt (circa 0,5% van het wateroppervlak) en van tijdelijke aard, bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het VKA-tracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Perdon et al., 2019). Mogelijk dat deze en andere schelpdiersoorten ook in het

KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust voorkomen. Uit de modelstudie blijkt dat bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/l en dat deze na een periode van enkele dagen afneemt tot het achtergrondniveau. Macrofauna in dit gebied is gewend aan variatie in de mate van vertroebeling. Na stormperiodes loopt de achtergrondconcentratie in de kuststrook op tot 30 – 100 mg/l. Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten.

Zeeuwse kust (kustwater)

In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) treedt vertroebeling op in de waterkolom (circa 485 ha) en aan de bodem (circa 800 ha) (zie Figuur 39). Aangezien er geen vertroebeling aan het wateroppervlak is, zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) uitgesloten.

Bij de bodem vindt geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaats van boven de 2,5 mg/l en deze concentratieverhoging is tijdelijk. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten.

Hollandse kust

In KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) treedt vertroebeling op aan de bodem (circa 400 ha) (zie Figuur 39). Bij de bodem vindt geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaats van boven de 3 mg/l en deze concentratieverhoging is tijdelijk en verdwijnt binnen enkele dagen. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten.

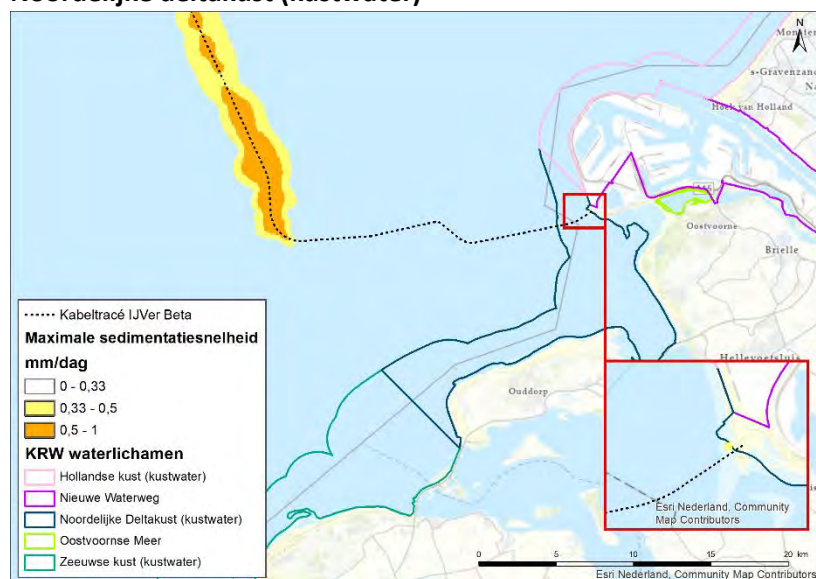
Haringvliet-west

Er reikt geen vertroebeling tot binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Haringvliet-west. In KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust treedt wel vertroebeling op over de gehele breedte van de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee, wat mogelijk barrièrewerking zou kunnen hebben voor trekvis.

De dieptegemiddelde daggemiddelde concentratieverhoging op dit stuk is maximaal 2,5 mg/l. In paragraaf 4.2.2 wordt het effect van vertroebeling op trekvis door een potentiële barrièrewerking tijdens de migratie uitgebreid besproken. Geconcludeerd kan worden dat alle soorten trekvis die door het Haringvliet trekken gewend zijn aan vertroebeling. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door de bij de mening optredende fysische processen. Vissen kunnen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Vanwege de relatief beperkte vertroebeling in de waterkolom (tot 2,5 mg/l) in het hoogdynamische systeem van de kustzone zijn effecten op trekvis daarom uitgesloten.

5.3.3 Sedimentatie

Noordelijke deltakust (kustwater)



Figuur 40 Het areaal waar sedimentatie optreedt door de voorgenomen werkzaamheden ten opzichte van KRW-waterlichamen

In KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust treedt sedimentatie met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag alleen op in een gebied van circa 1 hectare zeer dicht op de kustlijn (zie Figuur 40). Dit areaal is van ecologisch lage waarde. Het is gelegen in een hoog dynamisch gebied, onder invloed van de branding. Gezien de ecologisch lage waarde en het zeer kleine beïnvloede areaal zijn ecologische effecten op macrofauna uitgesloten.

5.3.4 Habitataantasting

Noordelijke deltakust (kustwater)

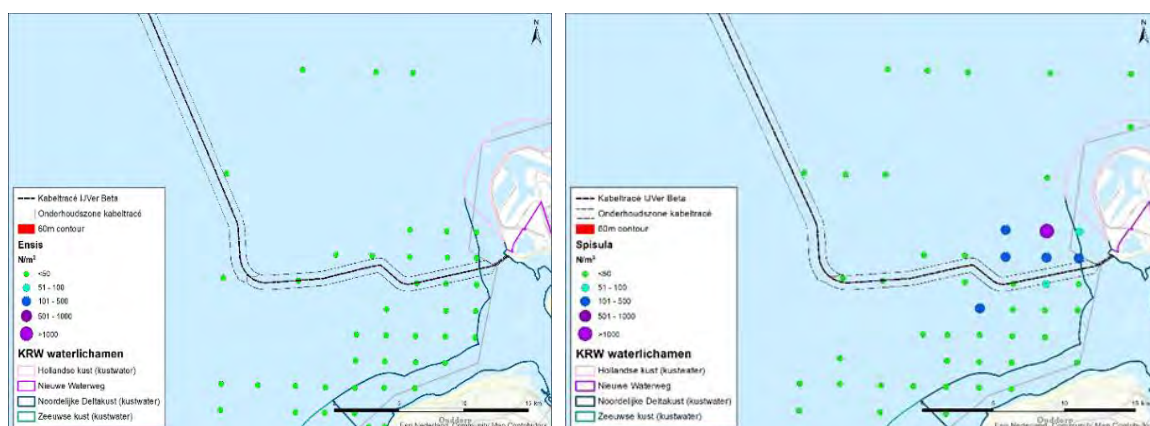
De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.7. Er kan in KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust (kustwater) aantasting plaatsvinden van circa 14 ha. Dit is een beperkt deel van het totale areaal van dit KRW-waterlichaam (8376 ha; < 0,2 %). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij voor het hele gebied uit wordt gegaan van een reikwijdte van 60 meter. In de praktijk zal in de Noordelijke deltakust grotendeels getrencht worden en wordt er slechts de laatste kilometer voor aanlanding gebaggerd voorafgaand aan het trenchen. Trenchen hebben een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het verstoorde oppervlak daardoor minder zijn.

Net buiten het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het VKA-tracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Perdon et al., 2019). Mogelijk dat deze en andere schelpdiersoorten ook in het KRW-waterlichaam Noordelijke deltakust voorkomen. Het VKA-tracé loopt niet door bekende hotspots van schelpdiersoorten en de soorten zijn verspreid in de omgeving waargenomen.

Ten slotte is habitataantasting van de zeebodem een tijdelijk effect (dit geldt ook voor het bovengenoemde gevolg sedimentatie). Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist, et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een

aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

Effecten op populatieniveau en in de voedselketen zijn daarom uitgesloten.



Figuur 41 Ensis banken (links) en Spisula banken (rechts) in het kust gebied. Figuur aangepast uit (Perdon et al., 2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor Ensis en groter dan >18 mm voor Spisula

5.3.5 Elektromagnetische velden

Noordelijke Deltakust (kustwater)

In paragraaf 4.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Veel onderzoeken spreken over waarden van boven de 1.000 μT , allen laboratoriumstudies. Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta, zoals berekend door van Essen (2020) in Figuur 23. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat aanwezige ongewervelden significant negatieve effecten zullen ondervinden.

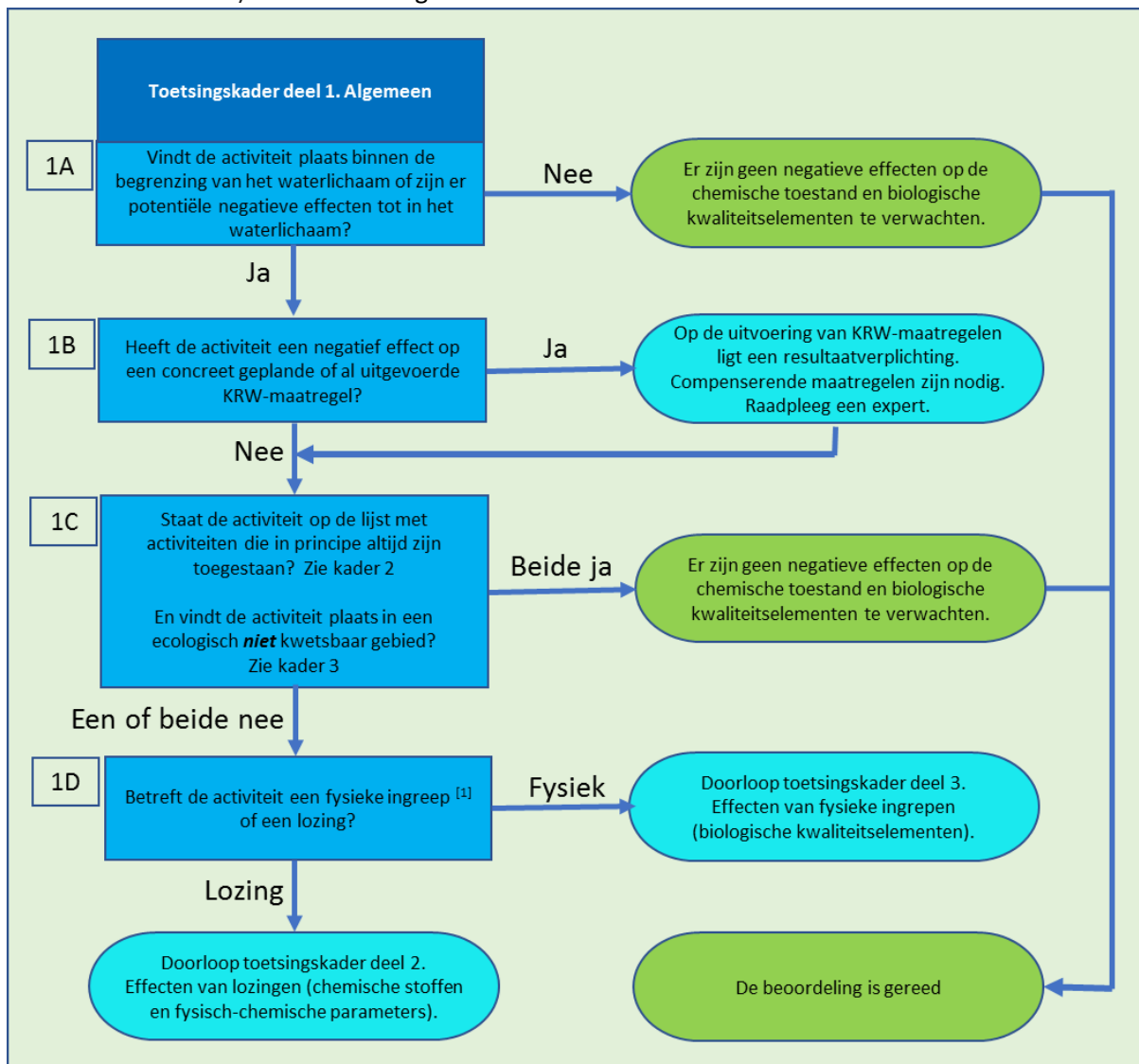
Haringvliet-west

In paragraaf 4.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Het elektromagnetisch veld van de kabel reikt niet tot in de begrenzing van KRW-waterlichaam Haringvliet-west, maar wordt deels aangelegd in de verbinding tussen de monding van de Haringvliet en de Noordzee, wat mogelijk barrièrewerking zou kunnen hebben voor trekvissen. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Op basis van de meest actuele beschikbare kennis is er geen bewijs dat trekvissen significant negatieve effecten zullen ondervinden.

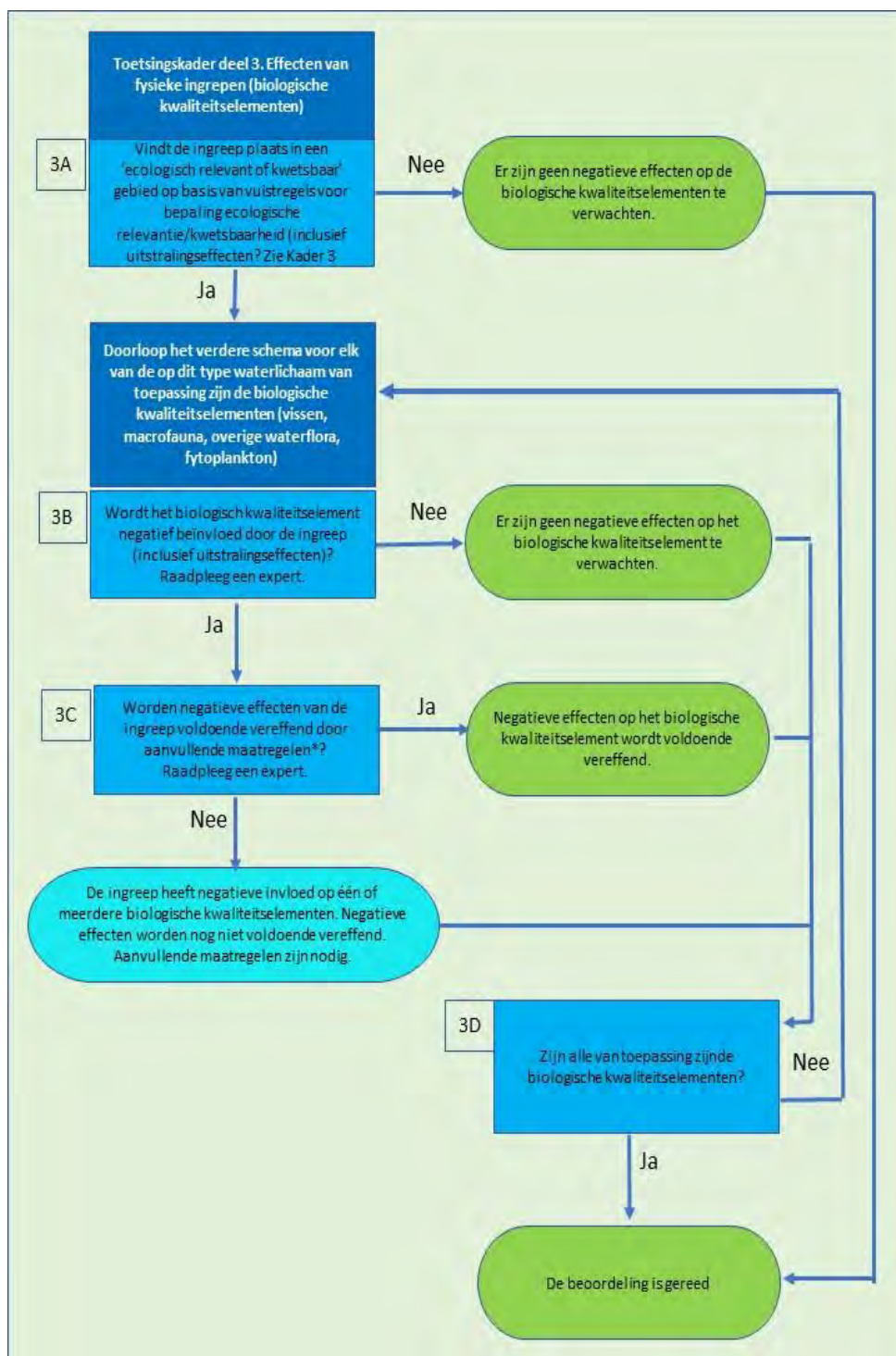
5.4 Toetsing

5.4.1 Inleiding

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 42. Het "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 43.



Figuur 42 "Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit



Figuur 43 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)

De locatie van de ingreep is beschreven in hoofdstuk 2. De ingreep vindt plaats binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust. Ook zijn er uitstralingseffecten tot in KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater) en Hollandse Kust (kustwater) van vertroebeling (zie Figuur 38). De toetsingskaders zullen doorlopen worden per KRW-waterlichaam.

5.4.2 Toetsingskader deel 1

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 42) wordt doorlopen voor Net op zee IJmuiden Ver Beta blijkt:

Noordelijke deltakust (kustwater)

- 1A. De ingreep vindt plaats in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen zijn gericht op voorlichting en onderzoek. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020). De activiteit heeft geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het VKA-tracé loopt deels door dit gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep.

Uit bovenstaande blijkt dat als vervolgstap “Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen moet worden.

Zeeuwse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit heeft uitstralingseffecten van vertroebeling naar Noordelijke deltakust (kustwater).
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op voorlichting en onderzoek. Daarnaast was er een maatregel gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De vertroebeling treedt op in het gebied buiten de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Hollandse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit heeft uitstralingseffecten van vertroebeling naar Hollandse kust (kustwater).
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater) zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, uitvoeren van onderzoek, geven van voorlichting en 1 maatregel geclassificeerd als overige emissie maatregel. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De vertroebeling treedt op in het gebied buiten de kustwateren, wat voor kust- en overgangswateren wordt geclassificeerd als ecologisch relevant gebied.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Haringvliet-west

- 1A. De activiteit heeft mogelijk via barrièrewerking uitstralingseffecten van vertroebeling en elektromagnetische velden naar KRW-waterlichaam Haringvliet-west.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van het VKA. Uitgevoerde maatregelen in 2010 t/m 2015 waren een verkenning naar aangepast beheer voor drinkwaterbeschermingszones en optimalisatie van vooroeververdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. In 2016 t/m 2021 waren maatregelen gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken, onderzoek naar vaststellen van herkomst van stoffen, onderzoek naar drinkwaterbeschermingszone en optimalisatie en vooroeververdediging Slijkplaat, Menheerse plaat en Beningerslikken. Voor 2022 t/m 2027 zijn maatregelen gepland gericht op het uitvoeren van onderzoek en voor vis passeerbaar maken van kunstwerken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021). Deze maatregelen ondervinden geen effect van het VKA.
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2.
- 1D. De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

5.4.3 Toetsingskader deel 3

Het toetsingskader staat in Figuur 43.

- 3A: De ingreep of uitstralingseffecten vinden in de vier KRW-waterlichamen plaats in ecologisch relevant of kwetsbaar gebied (zie beschrijving van stap 1C in paragraaf 5.4.2).

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de vier waterlichamen. Deze stappen worden voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

5.4.4 KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust

Op basis van het stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk ‘Fytoplankton’ en ‘Macrofauna’.

Fytoplankton

Tabel 24 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Het areaal waar vertroebeling aan het wateroppervlak optreedt is zeer beperkt en de concentratieverhoging is tijdelijk. Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd

door licht maar door fosfor (P). De remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 25 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Noordelijke Deltakust.

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Conclusie	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	
Elektromagnetische velden	Bodemdieren	Geen significante effecten	

Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken, maar zij kunnen zich na 4 tot 6 jaar hersteld hebben. Sedimentatie vindt plaats op een zeer klein areaal in een hoogdynamisch gebied. De slibconcentratieverhoging is tijdelijk en blijft binnen ranges waar de macrofauna in de dynamische kuststrook aan gewend is. Gevonden waarden voor elektromagnetische velden waarbij soorten mogelijk negatieve effecten ondervinden zijn hoger dan de waarden van het elektromagnetisch veld van Net op zee IJmuiden Ver Beta. Daarom wordt aangenomen dat er geen effecten als gevolg van elektromagnetische velden optreden. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.5 KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'.

Fytoplankton

Tabel 26 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significant effect	

Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt en van tijdelijke aard, bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Hierdoor zijn effecten op primaire productie (vertroebeling aan het wateroppervlak) verwaarloosbaar en is er geen effect op de KRW-deelmaatlat Fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 27 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.6 Hollandse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'.

Fytoplankton

Tabel 28 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater).

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen effect	

Er treedt in dit KRW-waterlichaam geen vertroebeling aan het wateroppervlak op. Hierdoor is er geen effect op de KRW-deelmaatlat Fytoplankton.

Macrofauna

Tabel 29 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Hollandse kust (kustwater).

*Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significant effect	

De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is marginaal, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie. Aanwezige macrofauna is zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen significant effect op de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.7 Haringvliet-west

Op basis van het stroomschema lijkt het erop dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam van kwaliteitselement 'vis', door mogelijke uitstralingseffecten door barrièrewerking als gevolg van vertroebeling of elektromagnetische velden. Daarom wordt er gekeken naar het effect op dit kwaliteitselement.

Vis

Tabel 30 Relevante effecten voor kwaliteitselement Vis in KRW-waterlichaam Haringvliet-west.

**Categorie: groen: positieve verandering, neutraal: geen impact, oranje: tijdelijke negatieve verandering, rood: permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	(trek)vissen	Geen significant effect	
Elektromagnetische velden	(trek)vissen	Geen significant effect	

De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt in de verbinding tussen Haringvliet-west en de kustzone is beperkt, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie. Aanwezige trekvisen zijn zodoende reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. De voorgenomen werkzaamheden hebben zodoende geen significant effect op de KRW-deelmaatlat visen.

5.5 Conclusie

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Noordelijke deltakust (kustwater) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit zijn er geen significant negatieve effecten van vertroebeling op de primaire productie (fytoplankton) en van sedimentatie, habitataantasting en elektromagnetische velden op de macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

Voor de KRW-waterlichamen de Zeeuwse kust en Hollandse kust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van deze KRW-waterlichamen. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt alleen vertroebeling tot deze gebieden, wat met betrekking tot de ecologische kwaliteit beperkte invloed zou kunnen hebben op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Deze vertroebeling is tijdelijk en lokaal. Er zijn geen significant negatieve effecten op fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

Voor KRW-waterlichaam Haringvliet-west zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van dit KRW-waterlichaam. De vertroebeling zal geen barrièrewerking hebben voor trekvisen. Op basis van de nu beschikbare informatie zal ook geen barrièrewerking optreden door elektromagnetische velden op (trek)vissen. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de toestand van de ecologische KRW-maatlatten van het waterlichaam.

6 Beheer- en Ontwikkelplan Rijkswateren

6.1 Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21, in samenhang met artikel 2.1, het toetsingskader voor de beslissing op de vergunningsaanvraag. Een vergunning wordt geweigerd, voor zover verlening daarvan niet verenigbaar is met de doelstellingen in artikel 2.1 of de belangen, bedoeld in artikel 6.11.

In artikel 2.1 Waterwet zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

1. Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.
2. In samenhang met de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen.
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functievervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Bij de voorgenomen activiteit worden geen veranderingen in de structurele integriteit van waterkeringen of waterbassins veroorzaakt. Zodoende zijn wateroverlast en overstromingen uitgesloten. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld.

6.2 Effectbepaling

Van de werkzaamheden heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op het toetsingskader van de BPRW.

De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door verdroging. Verdroging wordt hieronder besproken.

6.2.1 Verdroging

De aanwezigheid van objecten onder de grond kan van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De Maasvlakte is volledig opgespoten waardoor er geen natuurlijke slecht doorlatende laag aanwezig is waar hoogwaardige natuur van afhankelijk is. De boring wordt afgedicht met mud/boerspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Bij de werkzaamheden in de aanlegfase van de kabel en het converterstation vindt bemaling plaats, dit kan lokaal leiden tot verdroging. Voor de verschillende punten langs het tracé en het converterstation waar bemaling plaatsvindt duurt dit maximaal 4 weken. Er zijn op en langs het VKA-tracé geen verdrogingsgevoelige leef- of foerageergebieden aanwezig. Negatieve effecten van verdroging zijn uitgesloten. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verdrogende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Zowel de aanlegfase als gebruiksfase leiden niet tot verdroging met effecten op beschermde flora en fauna.

6.3 Toetsing

6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

Het VKA is getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet. Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is erop gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken. In de effectbeschrijving is aangetoond dat de activiteit niet tot negatieve effecten als gevolg van verdroging leidt.

6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Op grond van de Waterwet kent het Rijk in het Nationaal Waterplan 2016-2021 en het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016-2021 (BPRW) gebruiksfuncties toe aan de rijkswateren die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (BPRW). Het Rijk wil terughoudend omgaan met het ruimtelijk vastleggen van gebruiksfuncties. Gebruiksfuncties die toegekend worden zijn drinkwater en drinkwaterbeschermingszones, zwemwater, Natura 2000-gebied, schelpdierenwateren. Naast deze gebruiksfuncties vervullen de rijkswateren ook tal van andere gebruiksfuncties die niet formeel zijn toegekend via het Nationaal Waterplan, het BPRW of andere planfiguren.

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen (onaanvaardbare) gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

6.4 Conclusie

Met betrekking tot de Rijkswateren aan de Hollandse kust kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

7 Referenties

- Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16, November*, 43. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18174/400306>.
- Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.
- Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 113–121. <https://doi.org/10.1002/aqc.1244>
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.
- Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, 6(9). <https://doi.org/10.7489/1621-1>
- Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. . (1998). *Risico Analyse Mariene systemen: verstoring door menselijk gebruik. WL-rapport T1660*.
- Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50, January*, 69.
- Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.
- Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(3), 557–569. <https://doi.org/10.1139/f99-290>
- Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalssen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.
- Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 25(7), 498–502. <https://doi.org/10.1002/bem.20019>
- Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklipperplaat, de Middelpmaat en de Hooge Platen*.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten*.
- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.
- Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 150(PB), 271–280.
- Catrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water*.
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020). *Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019*.
- Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic

- recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, 756(1), 3–18.
- Compendium voor de Leefomgeving. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving*.
- Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of *Caryophyllia smithii* in the central southern North Sea: artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, 8, e140. <https://doi.org/DOI:10.1017/S1755267215001165>
- de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, 5(3), 211–232.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.
- de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.
- de Jong, C., Binnerts, B., Prior, M., Colin, M., Ainslie, M., Mulder, I., & Hartstra, I. (2019). *Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions”, report TNO 2018 R11671*.
- De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(12), 1517–1526. <https://doi.org/10.1139/f03-123>
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.
- Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). *Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra*.
- Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (*Alosa sapidissima*) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31(10), 1607–1619.
- Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.
- Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, 50(7), 1–14. <https://doi.org/10.1111/jav.02012>
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.
- Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems - Dollard estuarium en de Waddenzee: eindrapport van het project Baghwad*3*.
- Europese Commissie. (2006). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC*.
- Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.
- Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*. <http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018>
- Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on*

marine species, a literature review.

- Fliessbach, K. L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., & Garthe, S. (2019). A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European Seabirds as a tool for marine spatial planning. *Frontiers in Marine Science*, 6(APR), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00192>
- Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.
- Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.
- Gill, A. B., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, 81(2), 664–695.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x>
- Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), *OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES)*. (pp. 86–103).
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6
- Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).
- Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode, 2017*, 2171–2185.
- Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 36(1), 41–55.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.
- Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25, 39–64.
- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Assessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen*.
- Heinis, F., & Evers, C. H. M. (2007). *Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA, rapport 2007-02*.
- Hoekstein, M., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.
- Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013*.
- Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. OCS Study BOEM 2018-003*, 254.
- IenW. (2020). *Factsheets Oppervlaktewater - Kaderrichtlijn Water*.
- International Maritime Organisation. (2018). *Anti-fouling systems*.
- Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). *Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone*.

- IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C.
- Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, 61, 87–92.
- Energiedialoog, (2016). Kamerstuk 31510, nr. 64. (2016). *Energieagenda “Naar een CO2-arme energievoorziening.”*
- Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 96(6), 691–700. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10641-012-0059-5#citeas>
- Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Marine Biology and Ecology*, 61, 283–286.
- Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24.
- Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, 35(3), 334–350. <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2>
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*
- Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied “Bruine Bank.”* www.imares.wur.nl
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036>
- Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(2), 143–151.
- Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, 602(1), 129–143.
- Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(9), 6523–6534.
- Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment - A literature review -*
- Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielchets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365.*
- Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielchets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364.*
- ministerie van EZK. (2018). Routekaart windenergie op zee 2030. In *Kamerstuk 33561, nr. 42.*
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). *Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater).*
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1.*
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1.*
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). *Factsheet KRW - behorende bij Ontwerp*

Stroomgebiedbeheerplan 2022 - 2027, versie maart 2021.

- Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier.*
- Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering, 108*, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105>
- Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology, 95*(1), 135–154. <https://doi.org/10.1111/jfb.14068>
- Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species.*
- Öhman, M. C., Sigra, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio, 36*(8), 630–633. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[630:OWATEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2)
- Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulowicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential effects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanobiography*. <https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018>
- Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management, 31*(1), 1–11.
- Pearce, B. (2017). *The ecology of sabellaria spinulosa reefs.*
- Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).
- Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology, 75*(3).
- Rijksoverheid. (2017). *Vertrouwen in de toekomst - Regeerakkoord 2017 - 2021 VVD, CDA, D66 en ChristenUnie.*
- RIVM. (2017). *Risico's van stoffen | KRW.*
- Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).
- Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloed door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte.* Wageningen Marine Research.
- RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 - 2021.*
- Schiedon, E., & Jans, M. (2021). *Notitie Berekening bruinvisverstoringdagen bij globale kabelsurvey IJmuiden Ver (IJVa, IJVb & IJVg). 20210297/not08.*
- Snoek, R., de Swart, R., Didden, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference.* 95.
- Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei.*
- Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals, 45*(2), 125–232. <https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125>
- St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moulting location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series, 599*, 239–251. <https://doi.org/10.3354/meps12624>
- STOWA. (2012). *Referenties en maatlaten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021.*
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of

- potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.
- Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas, February*.
- van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.
- van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.
- van de Wetering, B., Jans, S., & Schiedon, E. (2021). *Voortoets Wet Natuurbescherming Kabel Survey. 20210297/rap02*.
- van der molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., van Herpen, F. C. J., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*.
- van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. *PLoS ONE*, 11(1).
- van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.
- Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, 15(5–6), 369–375.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>
- Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, 21(4), 855–875.
[https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2)
- Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.
- Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.
- Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, 213(4510), 892–894.

COLOFON

MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Beta

Projectnummer

30069169

Datum

25-08-2021

Status

Definitief

Pondera Consult B.V.

Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

IJVer-Beta-RPL-A03

IJmuiden Ver Beta RPL A03

SUBMARINE CABLE ROUTE ROUTE ENGINEERING DOCUMENT ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS
DATE:	16-7-2021 13:59:00
BY:	101528



Geodetic Note: Coordinate System	
Projection:	ETRS_1989_UTM_Zone_31N
Central Meridian:	3° E
Latitude of Origin:	0° N
False Easting:	500000 metres
False Northing:	0 metres
Central Scale Factor:	0,9996
Datum:	GRS_1980
Spheroid:	GRS_1980
Semi-major axis:	6378137
Inverse Flattening:	298,257222101

Lat/Lon Coordinates in the RPList are all WGS84 based

Geodetic Transformation: ETRS to ED50	
Source Datum:	ETRS1989
Target Datum:	ED50
Source projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)
Target projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)
Datum Transformation Parameters:	
Shift dX:	89,5m
Shift dY:	93,8m
Shift dZ:	123,1m
Rotation rX:	0 arcsec
Rotation rY:	0 arcsec
Rotation rZ:	0,156 arcsec

Scale Factor:	-1,2 ppm
---------------	----------

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Date	User	Comments
16-12-2020 16:37:00	104846	created new route DTS_IJVer-Beta-RPL-A01
11-2-2021 11:12:00	101528	saved as DTS_IJVer-Beta-RPL-A02.gdb
11-2-2021 14:52:00	101528	Route optimising for the parallel routes with other cable projects
11-2-2021 14:52:00	101528	Adjustments passing the Lichtplatform Goeree on the east side
11-2-2021 14:53:00	101528	Adjustments crossing the shipping route Maas Noord West VSS
11-2-2021 14:56:00	101528	Adjustments crossing OOS pipeline Wintershall PL0125_PR P2NE to P6A
8-3-2021 17:02:00	101528	saved as DTS_IJVer-Beta-RPL-A02-Rev06.gdb
9-3-2021 13:03:00	101528	Rearrangement of the windkavels led to the changes in the route within
13-7-2021 17:21:00	101528	saved as DTS_IJVer-Beta-RPL-A03.gdb
13-7-2021 17:24:00	101528	TSS and nature areas borders added
16-7-2021 13:59:00	101528	Landing towards transition joint position adjusted

IJVer-Beta-RPL-A03
Ijmuiden Ver Beta RPL A03

ROUTE POSITION LIST (RPL) ABBREVIATIONS				
RPL NAMING CONVENTION				RPL Issue
DESK TOP STUDY RPLs				DTS(1,2...)
SURVEY ROUTE RPLs - (Agreed survey route with subsequent changes, during survey ops)				SR(1,2...)
POST SURVEY ROUTE RPLs - (incl. Slack, PLUP/DN, Bus, transitions and Repeaters etc)				PSR(1,2...)
AS-BUILT RPL - (Manufactured lengths)				AB(1,2...)
POST-LOAD RPLs - (Loaded cable lengths)				PL(1,2...)
AS-LAID RPLs - (subsequent issue numbers reflect repairs/changes)				AL(1,2...)
Abbreviation Abkürzung	Meaning	Erklärung	Typical Use	MakaiPlan Type
AB-xxx	As-Built	Bestandslage		
AC	Alter Course	Kurswechsel		
AF	As Found (Cable) by MAG / SSS	Detektierte Kreuzung	CX NorNed AF MAG	Ref
AL-xxx	As-Laid			
BAS	Burial Assessment Survey	Untersuchung zur Kabelverlegbarkeit		
BJ	Beach Joint	Strand-Muffe		Body
BMH	Beach ManHole	Muffengrube	BMH Hilgenriedersiel	
CC	Cable Corridor	Kabelkorridor	Enter CC	Ref
CL	Centre Line	Zentrallinie		
CX	Cable Crossing	Kabelkreuzung	CX Old Cable OOS DB	Ref
DB	Database position of cable	Kabelkreuzung laut Datenbank	CX Old Cable OOS DB	
DE	Duct End	Rohrende	DE	Ref
DS	Duct Start	Rohranfang	DS	Ref
DTS	Desk Top Study	Studie zur Voruntersuchung		
EEZ	Exclusive Economic Zone	Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)	EEZ Country MB	Ref
EOB	End of burial	Endpunkt der Kabeleinspülung	PLUP EOB	Ref
EP	End Pipe	Lehrrohrende		
FS	Final Splice	End-Muffe	FS Segment Name	Body
FSPL	Fibre Splice	Glasfaser-Muffe		Body
IS	In-Service	in Betrieb	IS Segment Name	Body
JB-xxx	Joint Box	Muffe	JB-001 Any other comment	Body
JT	J-Tube	Kabeleinzugsröhre		
KP	Kilometre Point	Stationierung		
LC	Land Cable (instead of Land)	Landkabel		Cable
LP	Landing Point	Anlandepunkt	LP Norderney North Beach	Ref
MAG	Magnetometer Identified Cable	Magnetometer-Fund (Kabelkreuzung)	CX Unidentified MAG	
MB	Maritime Boundary	Seegrenze	TW Country MB	Ref
OOS	Out of Service	außer Betrieb	CX Old Cable OOS DB	
OWF/OWP	Offshore Wind Farm / Park	Offshore Windfarm / -park		
PF	Platform (converter)	(Konverter-) Plattform	PF BorWin x	
PLB	Post Lay Burial	nachträgliches Einspülen	PLB Start	Ref
PLDN	Plough Down	Pflug/ Schwert runter	PLDN	Ref
PLGR	PreLay Grapnel Run	Räumungs-Fahrt vor dem Verlegen		
PLI	Post-Lay Inspection	Nachkontrolle (Verlegung)		
PLIB	Post Lay Inspection and Burial	Nachkontrolle und Einspülen		
PLUP	Plough Up	Pflug/ Schwert hoch	PLUP	Ref
PN	Planned cable	Kreuzung mit geplantem Kabel	CX Planned cable name PN	Ref
PSR-xxx	Post Survey Route	RPL nach Survey		
PX	Pipeline Crossing	Pipeline-Kreuzung	PX Pipeline name	Ref
RD	Rock Dump	Steinschüttung		Cable
RPL	Route Position List	Trassierungs-Liste		
RPTR-xxx	Repeater	Verstärker	RPTR-001	Body
SC	Slack Change	Veränderung des Durchhangs	SC 3%	Ref
SE	Shore End	Flachwasser-Ende		Ref
SLD	Straight Line Diagram	Liniendiagramm		
SOB	Start of burial	Einspülbeginn	PLDN SOB	Ref
SP	Start pipe	Lehrrohranfang	SP	Ref
SR-xxx	Survey Route	Vermessungs-Trasse		
SSS	Side Scan Sonar Identified Cable	Seitensichtsonar Kabelfund	CX Cable name AF SSS	Ref
TPA	Traffic Precautionary Area	Verkehrsvorrang-Gebiet	Enter TPA	
TR	Transition	Übergang (Einspülung)	TR LWP-40/LW--40	Body
TSS	Traffic Separation Scheme	Verkehrstrennungs-System	Enter TSS	
TSZ	Traffic Separation Zone	Verkehrstrennungsgebiet (VTG)	Enter TSZ	
WD	Water Depth	Wassertiefe	WD 20 m	Ref
WK	Wreck	Wrack	WK Wreck name	Ref

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
1	51° 55,335' N	3° 59,308' E	567976,01	5752851,73			0,000		0,000	3,6862	Transition joint	
					86,6		0,019	0	0,019			
2	51° 55,335' N	3° 59,325' E	567994,80	5752853,10			0,019		0,019	3,6862		
					91,3		0,002	0	0,002			
3	51° 55,335' N	3° 59,327' E	567997,06	5752853,08			0,021		0,021	3,6862		
					100,7		0,002	0	0,002			
4	51° 55,335' N	3° 59,329' E	567999,28	5752852,69			0,023		0,023	3,6862		
					110,2		0,002	0	0,002			
5	51° 55,335' N	3° 59,331' E	568001,41	5752851,94			0,026		0,026	5,506		
					119,4		0,002	0	0,002			
6	51° 55,334' N	3° 59,332' E	568003,39	5752850,86			0,028		0,028	5,506		
					128,8		0,002	0	0,002			
7	51° 55,333' N	3° 59,334' E	568005,17	5752849,47			0,030		0,030	5,7404		
					138,3		0,002	0	0,002			
8	51° 55,332' N	3° 59,335' E	568006,70	5752847,80			0,032		0,032	5,7404		
					147,7		0,002	0	0,002			
9	51° 55,331' N	3° 59,336' E	568007,93	5752845,91			0,035		0,035	5,7404		
					156,9		0,002	0	0,002			
10	51° 55,33' N	3° 59,337' E	568008,84	5752843,85			0,037		0,037	5,7404		
					166,4		0,002	0	0,002			
11	51° 55,329' N	3° 59,337' E	568009,40	5752841,66			0,039		0,039	5,7404		
					175,7		0,002	0	0,002			
12	51° 55,328' N	3° 59,338' E	568009,60	5752839,41			0,041		0,041	5,7404		
					185,1		0,002	0	0,002			
13	51° 55,327' N	3° 59,337' E	568009,43	5752837,16			0,044		0,044	5,7404		
					189,8		0,038	0	0,038			
14	51° 55,306' N	3° 59,332' E	568003,44	5752799,52			0,082		0,082	5,352		
					191,1		0,136	0	0,136			
15	51° 55,234' N	3° 59,309' E	567979,03	5752665,77			0,218		0,218	1,6		
					191,1		0,003	0	0,003			
16	51° 55,233' N	3° 59,308' E	567978,44	5752662,52			0,221		0,221	1,6		
					195,6		0,001	0	0,001			
17	51° 55,232' N	3° 59,308' E	567978,26	5752661,84			0,222		0,222	1,6		
					203,3		0,001	0	0,001			

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
18	51° 55,232' N	3° 59,308' E	567977,99	5752661,19			0,222		0,222	1,6		
					211,0	0,001		0	0,001			
19	51° 55,232' N	3° 59,308' E	567977,64	5752660,59			0,223		0,223	1,6		
					219,4	0,001		0	0,001			
20	51° 55,231' N	3° 59,307' E	567977,20	5752660,04			0,224		0,224	1,6		
					226,9	0,001		0	0,001			
21	51° 55,231' N	3° 59,307' E	567976,69	5752659,55			0,225		0,225	1,6		
					231,4	0,290		0	0,290			
22	51° 55,133' N	3° 59,109' E	567752,42	5752475,56			0,515		0,515	-1,2	KP0 until RPLA02 rev06	
					234,9	0,138		0	0,138			
23	51° 55,091' N	3° 59,01' E	567640,46	5752394,52			0,653		0,653	0	DoB border - Baseline LAT 0 m	
					234,9	0,950		0	0,950			
24	51° 54,796' N	3° 58,333' E	566871,15	5751837,63			1,603		1,603	-5,4739		
					242,1	0,120		0	0,120			
25	51° 54,766' N	3° 58,241' E	566766,14	5751780,21			1,722		1,722	-6,7228		
					245,5	0,120		0	0,120			
26	51° 54,739' N	3° 58,146' E	566657,88	5751729,17			1,842		1,842	-7,5674		
					248,9	0,120		0	0,120			
27	51° 54,716' N	3° 58,048' E	566546,76	5751684,70			1,962		1,962	-8,0035		
					252,4	0,120		0	0,120			
28	51° 54,696' N	3° 57,949' E	566433,18	5751646,95			2,081		2,081	-8,2991		
					255,2	0,080		0	0,080			
29	51° 54,685' N	3° 57,881' E	566356,30	5751625,59			2,161		2,161	-8,4259		
					257,5	1,797		0	1,797			
30	51° 54,475' N	3° 56,351' E	564607,23	5751213,88			3,958		3,958	-8,9026	DoB border - 3 km border	
					257,5	4,430		0	4,430			
31	51° 53,957' N	3° 52,58' E	560294,82	5750198,80			8,388		8,388	-12,9289		
					259,8	0,088		0	0,088			
32	51° 53,948' N	3° 52,504' E	560208,12	5750182,13			8,477		8,477	-12,6901		
					263,1	0,048		0	0,048			
33	51° 53,945' N	3° 52,463' E	560160,91	5750175,87			8,524		8,524	-12,4434		
					265,4	0,048		0	0,048			
34	51° 53,943' N	3° 52,421' E	560113,49	5750171,48			8,572		8,572	-12,201		
					268,8	0,095		0	0,095			

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
35	51° 53,942' N	3° 52,338' E	560018,32	5750168,36			8,667		8,667	-11,4891		
					273,4	0,095		0	0,095			
36	51° 53,945' N	3° 52,255' E	559923,19	5750172,80			8,762		8,762	-11,3507		
					277,9	0,095		0	0,095			
37	51° 53,952' N	3° 52,173' E	559828,72	5750184,76			8,857		8,857	-11,1765		
					282,4	0,095		0	0,095			
38	51° 53,963' N	3° 52,092' E	559735,49	5750204,18			8,953		8,953	-11,1534		
					287,0	0,095		0	0,095			
39	51° 53,978' N	3° 52,013' E	559644,10	5750230,92			9,048		9,048	-11,271		
					291,5	0,095		0	0,095			
40	51° 53,997' N	3° 51,935' E	559555,11	5750264,83			9,143		9,143	-11,6736		
					296,1	0,095		0	0,095			
41	51° 54,02' N	3° 51,861' E	559469,10	5750305,69			9,238		9,238	-12,3822		
					300,6	0,095		0	0,095			
42	51° 54,046' N	3° 51,789' E	559386,59	5750353,24			9,334		9,334	-12,4382		
					305,1	0,088		0	0,088			
43	51° 54,073' N	3° 51,726' E	559313,76	5750403,13			9,422		9,422	-11,8187		
					307,4	1,011		0	1,011			
44	51° 54,405' N	3° 51,026' E	558503,61	5751008,55			10,433		10,433	-13,5258	CX IS KB0020 BRITNED route TenneT (BritNed) van Maasvlakte2 - UK, Power cable DC	
					307,5	0,597		0	0,597			
45	51° 54,601' N	3° 50,613' E	558025,59	5751365,98			11,030		11,030	-14,7743		
					304,4	0,051		0	0,051			
46	51° 54,616' N	3° 50,576' E	557983,02	5751394,45			11,081		11,081	-14,8823		
					298,3	0,034		0	0,034			
47	51° 54,625' N	3° 50,55' E	557952,76	5751410,30			11,116		11,116	-14,9567		
					292,2	0,051		0	0,051			
48	51° 54,636' N	3° 50,508' E	557905,13	5751429,10			11,167		11,167	-15,0361		
					286,1	0,034		0	0,034			
49	51° 54,641' N	3° 50,48' E	557872,20	5751438,18			11,201		11,201	-15,1176		
					281,2	0,034		0	0,034			
50	51° 54,644' N	3° 50,451' E	557838,62	5751444,42			11,235		11,235	-15,155		
					275,1	0,051		0	0,051			
51	51° 54,647' N	3° 50,406' E	557787,56	5751448,36			11,286		11,286	-15,2089		

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					267,7	0,051		0	0,051			
52	51° 54,646' N	3° 50,361' E	557736,42	5751445,74			11,337			11,337	-15,271	
					260,4	0,051		0	0,051			
53	51° 54,641' N	3° 50,317' E	557686,03	5751436,60			11,389			11,389	-15,3008	
					257,4	0,949		0	0,949			
54	51° 54,529' N	3° 49,509' E	556762,11	5751218,59			12,338			12,338	-15,5883	
					256,0	3,155		0	3,155			
55	51° 54,117' N	3° 46,84' E	553709,47	5750420,14			15,493			15,493	-19,2403	
					257,3	0,139		0	0,139			
56	51° 54,1' N	3° 46,721' E	553573,81	5750388,00			15,633			15,633	-19,5197	
					260,0	0,139		0	0,139			
57	51° 54,087' N	3° 46,601' E	553436,81	5750362,21			15,772			15,772	-19,7986	
					262,6	0,139		0	0,139			
58	51° 54,077' N	3° 46,481' E	553298,76	5750342,80			15,912			15,912	-19,9357	
					264,8	4,058		0	4,058			
59	51° 53,879' N	3° 42,957' E	549261,85	5749933,66			19,969			19,969	-23,2745	
					265,1	0,119		0	0,119			
60	51° 53,873' N	3° 42,853' E	549142,96	5749922,26			20,089			20,089	-23,3215	
					268,5	0,119		0	0,119			
61	51° 53,872' N	3° 42,749' E	549023,59	5749917,97			20,208			20,208	-23,2991	
					271,9	0,119		0	0,119			
62	51° 53,874' N	3° 42,645' E	548904,18	5749920,82			20,327			20,327	-23,0167	
					275,3	0,119		0	0,119			
63	51° 53,88' N	3° 42,541' E	548785,16	5749930,79			20,447			20,447	-23,2481	
					278,8	0,119		0	0,119			
64	51° 53,89' N	3° 42,439' E	548666,94	5749947,85			20,566			20,566	-23,6663	
					282,2	0,119		0	0,119			
65	51° 53,903' N	3° 42,337' E	548549,95	5749971,93			20,686			20,686	-23,9872	
					285,6	0,119		0	0,119			
66	51° 53,921' N	3° 42,236' E	548434,61	5750002,96			20,805			20,805	-24,2807	
					289,0	0,119		0	0,119			
67	51° 53,942' N	3° 42,138' E	548321,33	5750040,81			20,925			20,925	-24,3865	
					292,5	0,119		0	0,119			
68	51° 53,966' N	3° 42,042' E	548210,51	5750085,36			21,044			21,044	-24,4874	

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					295,9	0,119		0	0,119			
69	51° 53,994' N	3° 41,948' E	548102,54	5750136,45			21,164			21,164	-24,7268	
					299,3	0,119		0	0,119			
70	51° 54,026' N	3° 41,857' E	547997,82	5750193,89			21,283			21,283	-24,7604	
					302,7	0,119		0	0,119			
71	51° 54,061' N	3° 41,769' E	547896,71	5750257,47			21,402			21,402	-24,9239	
					306,1	0,119		0	0,119			
72	51° 54,099' N	3° 41,685' E	547799,58	5750326,98			21,522			21,522	-24,9902	
					309,6	0,119		0	0,119			
73	51° 54,14' N	3° 41,605' E	547706,77	5750402,17			21,641			21,641	-25,0541	
					313,0	0,119		0	0,119			
74	51° 54,184' N	3° 41,529' E	547618,61	5750482,76			21,761			21,761	-25,1065	
					316,4	0,119		0	0,119			
75	51° 54,23' N	3° 41,457' E	547535,42	5750568,47			21,880			21,880	-25,0425	
					319,8	0,119		0	0,119			
76	51° 54,28' N	3° 41,39' E	547457,50	5750658,99			22,000			22,000	-25,1609	
					323,2	0,119		0	0,119			
77	51° 54,331' N	3° 41,327' E	547385,12	5750754,00			22,119			22,119	-24,6375	
					326,7	0,119		0	0,119			
78	51° 54,385' N	3° 41,27' E	547318,54	5750853,17			22,238			22,238	-24,0671	
					330,1	0,119		0	0,119			
79	51° 54,441' N	3° 41,218' E	547258,00	5750956,13			22,358			22,358	-24,0301	
					333,5	0,119		0	0,119			
80	51° 54,498' N	3° 41,172' E	547203,71	5751062,52			22,477			22,477	-23,7852	
					336,9	0,119		0	0,119			
81	51° 54,558' N	3° 41,131' E	547155,87	5751171,96			22,597			22,597	-22,5844	
					340,4	0,119		0	0,119			
82	51° 54,618' N	3° 41,096' E	547114,65	5751284,07			22,716			22,716	-21,5478	
					343,8	0,119		0	0,119			
83	51° 54,68' N	3° 41,067' E	547080,19	5751398,43			22,836			22,836	-20,6309	
					347,2	0,119		0	0,119			
84	51° 54,743' N	3° 41,044' E	547052,63	5751514,65			22,955			22,955	-18,7872	
					350,6	0,119		0	0,119			
85	51° 54,807' N	3° 41,027' E	547032,05	5751632,30			23,075			23,075	-17,1454	

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					354,0	0,119		0	0,119			
86	51° 54,871' N	3° 41,016' E	547018,53	5751750,97			23,194	0	23,194	-20,9348		
					354,7	1,850		0	1,850			
87	51° 55,865' N	3° 40,867' E	546830,16	5753591,79			25,044	0	25,044	-25,1717		
					353,0	0,115		0	0,115			
88	51° 55,926' N	3° 40,854' E	546815,13	5753706,04			25,160	0	25,160	-23,9429		
					349,7	0,115		0	0,115			
89	51° 55,988' N	3° 40,837' E	546793,55	5753819,24			25,275	0	25,275	-22,6406		
					346,4	0,115		0	0,115			
90	51° 56,048' N	3° 40,813' E	546765,48	5753931,00			25,390	0	25,390	-25,8485		
					343,1	0,115		0	0,115			
91	51° 56,108' N	3° 40,784' E	546731,02	5754040,97			25,505	0	25,505	-25,2584		
					339,8	0,115		0	0,115			
92	51° 56,166' N	3° 40,749' E	546690,29	5754148,76			25,621	0	25,621	-25,6577		
					336,5	0,115		0	0,115			
93	51° 56,223' N	3° 40,709' E	546643,42	5754254,03			25,736	0	25,736	-25,6634		
					333,8	1,273		0	1,273			
94	51° 56,839' N	3° 40,218' E	546070,49	5755390,63			27,009	0	27,009	-23,16	DoB border - ISS 1 - border A (500m from)	
					333,8	6,744		0	6,744			
95	52° 0,102' N	3° 37,614' E	543034,94	5761412,64			33,753	0	33,753	-27,422	DoB border - Eurogeul - border A (25m from)	
					333,7	1,320		0	1,320			
96	52° 0,74' N	3° 37,103' E	542440,83	5762591,25			35,072	0	35,072	-28,444	DoB border - Eurogeul - border B (25m from)	
					333,7	2,405		0	2,405			
97	52° 1,904' N	3° 36,173' E	541358,47	5764738,46			37,477	0	37,477	-26,2458		
					333,7	4,000		0	4,000			
98	52° 3,838' N	3° 34,623' E	539557,91	5768310,19			41,477	0	41,477	-31,0298		
					333,2	0,118		0	0,118			
99	52° 3,895' N	3° 34,576' E	539503,73	5768415,25			41,595	0	41,595	-30,6208		
					331,6	0,118		0	0,118			
100	52° 3,951' N	3° 34,527' E	539446,75	5768518,81			41,713	0	41,713	-30,3051		
					329,7	0,177		0	0,177			
101	52° 4,034' N	3° 34,449' E	539356,12	5768671,20			41,891	0	41,891	-30,3606		
					327,8	0,118		0	0,118			
102	52° 4,088' N	3° 34,394' E	539292,32	5768770,71			42,009	0	42,009	-29,2042		

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					326,2	0,118		0	0,118			
103	52° 4,141' N	3° 34,336' E	539225,86	5768868,47			42,127	0		42,127	-26,7014	
					324,7	0,118		0	0,118			
104	52° 4,193' N	3° 34,276' E	539156,81	5768964,40			42,245	0		42,245	-26,6011	
					323,2	0,118		0	0,118			
105	52° 4,244' N	3° 34,214' E	539085,20	5769058,45			42,363	0		42,363	-27,7034	
					321,6	0,118		0	0,118			
106	52° 4,294' N	3° 34,15' E	539011,10	5769150,54			42,482	0		42,482	-28,5813	
					320,1	0,118		0	0,118			
107	52° 4,343' N	3° 34,084' E	538934,54	5769240,61			42,600	0		42,600	-28,5735	
					318,5	0,118		0	0,118			
108	52° 4,39' N	3° 34,015' E	538855,60	5769328,59			42,718	0		42,718	-28,2493	
					317,0	0,118		0	0,118			
109	52° 4,437' N	3° 33,945' E	538774,32	5769414,41			42,836	0		42,836	-28,2771	
					315,5	0,118		0	0,118			
110	52° 4,483' N	3° 33,872' E	538690,76	5769498,02			42,954	0		42,954	-28,741	
					313,9	0,118		0	0,118			
111	52° 4,527' N	3° 33,797' E	538604,99	5769579,36			43,073	0		43,073	-29,125	
					312,4	0,118		0	0,118			
112	52° 4,57' N	3° 33,721' E	538517,06	5769658,36			43,191	0		43,191	-28,8888	
					310,8	0,118		0	0,118			
113	52° 4,611' N	3° 33,643' E	538427,04	5769734,97			43,309	0		43,309	-28,0194	
					309,3	0,118		0	0,118			
114	52° 4,652' N	3° 33,563' E	538335,00	5769809,14			43,427	0		43,427	-26,7365	
					307,8	0,118		0	0,118			
115	52° 4,691' N	3° 33,481' E	538241,00	5769880,81			43,545	0		43,545	-28,2393	
					306,2	0,118		0	0,118			
116	52° 4,729' N	3° 33,397' E	538145,11	5769949,93			43,664	0		43,664	-29,2629	
					304,7	0,118		0	0,118			
117	52° 4,765' N	3° 33,312' E	538047,39	5770016,44			43,782	0		43,782	-29,7277	
					303,1	0,118		0	0,118			
118	52° 4,8' N	3° 33,226' E	537947,92	5770080,31			43,900	0		43,900	-30,5049	
					301,6	0,118		0	0,118			
119	52° 4,833' N	3° 33,137' E	537846,78	5770141,48			44,018	0		44,018	-30,5183	

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					300,0	0,575		0	0,575			
120	52° 4,988' N	3° 32,701' E	537346,46	5770425,44			44,594		44,594	-28,238	DoB border - TSS 1 - border B (500m from)	
					300,0	3,274		0	3,274			
121	52° 5,871' N	3° 30,218' E	534498,88	5772041,66			47,868		47,868	-32,7252		
					301,9	0,096		0	0,096			
122	52° 5,898' N	3° 30,147' E	534417,40	5772091,50			47,963		47,963	-31,26		
					305,5	0,106		0	0,106			
123	52° 5,932' N	3° 30,071' E	534330,91	5772152,21			48,069		48,069	-27,6389		
					309,2	0,050		0	0,050			
124	52° 5,949' N	3° 30,037' E	534291,96	5772183,58			48,119		48,119	-25,312	DoB border - TSS 2 - border A (500m from)	
					309,2	0,056		0	0,056			
125	52° 5,968' N	3° 30' E	534248,61	5772218,49			48,175		48,175	-27,0466		
					313,0	0,106		0	0,106			
126	52° 6,007' N	3° 29,932' E	534170,87	5772290,05			48,280		48,280	-27,9982		
					316,8	0,106		0	0,106			
127	52° 6,048' N	3° 29,869' E	534098,02	5772366,59			48,386		48,386	-29,5089		
					320,6	0,106		0	0,106			
128	52° 6,092' N	3° 29,81' E	534030,38	5772447,78			48,492		48,492	-29,9037		
					324,4	0,106		0	0,106			
129	52° 6,138' N	3° 29,756' E	533968,25	5772533,25			48,597		48,597	-29,1001		
					328,2	0,106		0	0,106			
130	52° 6,187' N	3° 29,707' E	533911,89	5772622,63			48,703		48,703	-29,0018		
					331,9	0,106		0	0,106			
131	52° 6,237' N	3° 29,664' E	533861,56	5772715,55			48,809		48,809	-28,9403		
					335,7	0,106		0	0,106			
132	52° 6,289' N	3° 29,626' E	533817,47	5772811,58			48,914		48,914	-30,5121		
					339,5	0,106		0	0,106			
133	52° 6,343' N	3° 29,593' E	533779,82	5772910,31			49,020		49,020	-30,7258		
					343,3	0,106		0	0,106			
134	52° 6,397' N	3° 29,567' E	533748,76	5773011,31			49,126		49,126	-28,0084		
					347,1	0,106		0	0,106			
135	52° 6,453' N	3° 29,546' E	533724,44	5773114,14			49,231		49,231	-31,5165		
					350,9	0,106		0	0,106			
136	52° 6,509' N	3° 29,531' E	533706,96	5773218,35			49,337		49,337	-30,7588		

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					354,7	0,106		0	0,106			
137	52° 6,566' N	3° 29,522' E	533696,39	5773323,49			49,443		49,443	-28,8737		
					358,4	0,106		0	0,106			
138	52° 6,623' N	3° 29,52' E	533692,79	5773429,10			49,548		49,548	-27,3289		
					2,2	0,106		0	0,106			
139	52° 6,68' N	3° 29,524' E	533696,17	5773534,71			49,654		49,654	-31,5521		
					4,1	5,163		0	5,163			
140	52° 9,458' N	3° 29,848' E	534031,49	5778686,69			54,817		54,817	-29,8827		CX OOS KB0002 Concerto 1 segment 1 East FluteLtd from Zandvoort (NL) to Zeebrugge (B), fiberoptic, telecom
					4,1	1,528		0	1,528			
141	52° 10,28' N	3° 29,945' E	534130,77	5780211,94			56,345		56,345	-28,4077		CX OOS KB0051 NL-UK 4 Unknown, from Scheveningen (NL) to Lowesoft (UK) telecom coaxial
					4,1	0,744		0	0,744			
142	52° 10,68' N	3° 29,991' E	534179,10	5780954,54			57,090		57,090	-31,058		DoB border - ISS 2 - border B (500m from)
					4,1	0,737		0	0,737			
143	52° 11,077' N	3° 30,038' E	534226,95	5781689,74			57,826		57,826	-30,4256		
					6,8	0,143		0	0,143			
144	52° 11,154' N	3° 30,053' E	534242,99	5781832,26			57,970		57,970	-31,5064		
					9,6	0,143		0	0,143			
145	52° 11,23' N	3° 30,074' E	534265,83	5781973,85			58,113		58,113	-30,0421		
					12,3	0,143		0	0,143			
146	52° 11,305' N	3° 30,101' E	534295,40	5782114,18			58,257		58,257	-30,2271		
					15,0	0,143		0	0,143			
147	52° 11,38' N	3° 30,133' E	534331,65	5782252,94			58,400		58,400	-31,4474		
					15,0	1,866		0	1,866			
148	52° 12,352' N	3° 30,556' E	534800,93	5784058,71			60,266		60,266	-31,8137		
					13,1	0,253		0	0,253			
149	52° 12,486' N	3° 30,606' E	534856,43	5784305,98			60,519		60,519	-29,5899		
					11,5	0,313		0	0,313			
150	52° 12,651' N	3° 30,661' E	534916,61	5784612,91			60,832		60,832	-30,7273		CX OOS KB0001 UK-NL 5 Unknownfrom Scheveningen (NL) to Lowesoft (UK) telecom coaxial
					10,1	0,194		0	0,194			
151	52° 12,754' N	3° 30,691' E	534949,29	5784804,21			61,026		61,026	-29,6296		

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					7,0	4,356		0	4,356			
152	52° 15,086' N	3° 31,159' E	535451,11	5789131,42			65,382			65,382	-30,9326	
					5,6	0,078		0	0,078			
153	52° 15,128' N	3° 31,166' E	535458,16	5789209,59			65,461			65,461	-31,691	
					3,7	0,078		0	0,078			
154	52° 15,171' N	3° 31,17' E	535462,65	5789287,94			65,539			65,539	-32,0295	
					1,8	0,078		0	0,078			
155	52° 15,213' N	3° 31,172' E	535464,58	5789366,40			65,618			65,618	-31,1042	
					359,9	0,078		0	0,078			
156	52° 15,255' N	3° 31,172' E	535463,94	5789444,88			65,696			65,696	-29,3994	
					358,7	0,385		0	0,385			
157	52° 15,463' N	3° 31,165' E	535452,42	5789829,33			66,081			66,081	-30,285	Zone Bruine Bank +5km border A
					358,7	1,232		0	1,232			
158	52° 16,127' N	3° 31,14' E	535415,53	5791061,14			67,313			67,313	-28,959	DoB border - ISS 3 - border A (500m from)
					358,7	1,780		0	1,780			
159	52° 17,087' N	3° 31,104' E	535362,25	5792840,47			69,093			69,093	-30,8241	
					0,9	0,084		0	0,084			
160	52° 17,133' N	3° 31,105' E	535362,95	5792924,58			69,177			69,177	-29,1217	
					5,3	0,084		0	0,084			
161	52° 17,178' N	3° 31,112' E	535370,07	5793008,39			69,262			69,262	-29,2443	
					9,7	0,084		0	0,084			
162	52° 17,223' N	3° 31,125' E	535383,58	5793091,42			69,346			69,346	-30,8541	
					14,0	0,084		0	0,084			
163	52° 17,267' N	3° 31,142' E	535403,39	5793173,17			69,430			69,430	-29,7874	
					17,7	0,056		0	0,056			
164	52° 17,295' N	3° 31,157' E	535420,05	5793226,72			69,486			69,486	-30,4786	
					19,1	0,811		0	0,811			
165	52° 17,709' N	3° 31,392' E	535680,66	5793995,07			70,297			70,297	-30,3763	
					17,5	0,111		0	0,111			
166	52° 17,766' N	3° 31,421' E	535713,33	5794101,55			70,409			70,409	-28,1149	
					14,1	0,111		0	0,111			
167	52° 17,824' N	3° 31,445' E	535739,70	5794209,76			70,520			70,520	-26,8889	
					10,8	0,111		0	0,111			
168	52° 17,883' N	3° 31,463' E	535759,69	5794319,33			70,631			70,631	-26,1791	

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					7,4	0,111		0	0,111			
169	52° 17,943' N	3° 31,476' E	535773,22	5794429,88			70,743			70,743	-27,0551	
					4,0	0,111		0	0,111			
170	52° 18,003' N	3° 31,483' E	535780,25	5794541,04			70,854			70,854	-30,4893	
					2,4	0,814		0	0,814			
171	52° 18,442' N	3° 31,512' E	535807,81	5795354,39			71,668			71,668	-27,7118	CX OOS KB0019 UK-NL 6 KPN, from Katwijk (NL) to Covehite (UK) Telecom coaxial
					2,4	1,121		0	1,121			
172	52° 19,046' N	3° 31,553' E	535845,76	5796474,49			72,789			72,789	-29,8915	CX OOS KB0033 Hermes1 GTS, from Zandvoort (NL) to Aldeburgh (UK) Telecom fiberoptic
					2,4	1,208		0	1,208			
173	52° 19,697' N	3° 31,596' E	535886,66	5797682,21			73,997			73,997	-29,46	CX As Planned KB0078 COAM Pippiier from Cork (UK) to Kawijk (NL), telecom, fiberglas
					2,4	1,838		0	1,838			
174	52° 20,687' N	3° 31,663' E	535948,89	5799518,81			75,835			75,835	-30,1733	OOS KB0066 Rtoja3 KPN B-NL Tel Fiberglas
					2,4	1,319		0	1,319			
175	52° 21,398' N	3° 31,711' E	535993,56	5800837,19			77,154			77,154	-29,6682	CX IS KB0018 TAT14 segment I, British telecom from Katwijk (NL) to Saint Valery en Caux (F) fiberoptic, telecom (is OOS but the corridor is likely to be reused)
					2,4	2,516		0	2,516			
176	52° 22,754' N	3° 31,802' E	536078,75	5803351,72			79,670			79,670	-29,9292	CX IS KB0030 Ulysses2 MCI World Com form IJmuiden (NL) to Lowesoft (UK) fiberoptic, telecom
					2,4	0,072		0	0,072			
177	52° 22,793' N	3° 31,805' E	536081,21	5803424,17			79,742			79,742	-29,008	
					0,4	0,260		0	0,260			
178	52° 22,934' N	3° 31,806' E	536081,21	5803684,24			80,002			80,002	-29,1508	PX IS PL0173_PR Dana Petroleum Netherlands B.V.from P11B DeRuyter to Aftakking naar P15-D gaspipe, 8 inch
					0,4	2,695		0	2,695			
179	52° 24,387' N	3° 31,824' E	536081,21	5806379,20			82,697			82,697	-32,2865	CX IS KB0045 Circe 1 North, Viatel UK Ltd from Zandvoort (NL) to Lowesoft (UK) fiberoptic, telecom
					0,4	0,519		0	0,519			

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
180	52° 24,667' N	3° 31,827' E	536081,21	5806898,35			83,216			83,216	-31,128	DoB border - TSS 3 - border B (500m from)
					0,4	1,229		0	1,229			
181	52° 25,33' N	3° 31,835' E	536081,21	5808126,86			84,445			84,445	-31,6839	CX IS KB0003 Concerto1 Segment 1 North Flute Ltd from Zandvoort (NL) to Sizewell (UK) telecom
					0,4	0,716		0	0,716			
182	52° 25,716' N	3° 31,84' E	536081,21	5808843,06			85,161			85,161	-30,954	CX As planned KB0115 Circe north 2 replacement Zayo, from Zandvoort (NL) to UK, telecom fiberoptic
					0,4	2,231		0	2,231			
183	52° 26,92' N	3° 31,854' E	536081,21	5811074,02			87,392			87,392	-29,6533	
					358,9	0,052		0	0,052			
184	52° 26,948' N	3° 31,853' E	536079,86	5811125,97			87,444			87,444	-31,9742	
					355,2	0,078		0	0,078			
185	52° 26,99' N	3° 31,848' E	536072,78	5811203,59			87,522			87,522	-31,3188	
					351,5	0,052		0	0,052			
186	52° 27,017' N	3° 31,841' E	536064,71	5811254,92			87,574			87,574	-30,59	
					348,5	0,052		0	0,052			
187	52° 27,045' N	3° 31,832' E	536053,98	5811305,77			87,626			87,626	-29,8844	
					347,0	1,017		0	1,017			
188	52° 27,579' N	3° 31,63' E	535818,25	5812295,24			88,643			88,643	-28,696	DoB border - TSS 4 - border A (500m from)
					347,0	0,842		0	0,842			
189	52° 28,022' N	3° 31,463' E	535623,15	5813114,17			89,485			89,485	-30,3885	
					346,0	0,171		0	0,171			
190	52° 28,111' N	3° 31,426' E	535580,65	5813279,48			89,656			89,656	-31,1449	
					344,3	0,114		0	0,114			
191	52° 28,17' N	3° 31,399' E	535549,06	5813388,80			89,769			89,769	-32,6742	
					342,8	0,154		0	0,154			
192	52° 28,249' N	3° 31,359' E	535502,49	5813535,15			89,923			89,923	-31,4826	CX IS KB0074 Atlantic Crossing 1 Segment B1 Global Crossing, from castricum (NL) to Whitesand (UK) fiberglas telecom
					342,3	0,838		0	0,838			
193	52° 28,68' N	3° 31,133' E	535241,31	5814331,67			90,761			90,761	-29,1897	
					345,2	0,023		0	0,023			
194	52° 28,692' N	3° 31,128' E	535235,17	5814354,18			90,785			90,785	-29,99	DoB border - TSS 4 - border B (500m from)

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					345,2	0,047		0	0,047			
195	52° 28,717' N	3° 31,117' E	535222,69	5814399,93			90,832			90,832	-32,3163	
					350,9	0,071		0	0,071			
196	52° 28,755' N	3° 31,108' E	535211,06	5814469,73			90,903			90,903	-31,6158	
					357,2	0,081		0	0,081			
197	52° 28,798' N	3° 31,104' E	535206,46	5814550,83			90,984			90,984	-30,2819	CX OOS KB0015 Rembrandt 1 KPNQwest from Beverwijk (NL) to Lowesoft (UK) fiberoptic, telecom
					3,0	0,060		0	0,060			
198	52° 28,831' N	3° 31,107' E	535209,15	5814611,04			91,044			91,044	-29,2417	
					7,4	0,047		0	0,047			
199	52° 28,856' N	3° 31,112' E	535214,86	5814657,88			91,092			91,092	-28,8449	
					9,3	0,316		0	0,316			
200	52° 29,024' N	3° 31,157' E	535263,62	5814969,83			91,407			91,407	-28,4208	CX As Planned KB0113 Scylla HDD EU Networks, from IJmuiden (NL) to Lowesoft (UK), telecom, fiberoptic
					9,3	0,244		0	0,244			
201	52° 29,154' N	3° 31,192' E	535301,28	5815210,74			91,651			91,651	-31,042	CX IS KB0029 Pangea Segment 2 Alcatel Submarine Networks, from Lowesoft (UK) to Egmond (NL) fiberoptic, telecom (is OOS but may be placed in service in the future)
					9,3	0,200		0	0,200			
202	52° 29,261' N	3° 31,221' E	535332,16	5815408,34			91,851			91,851	-30,4545	
					7,0	0,040		0	0,040			
203	52° 29,282' N	3° 31,225' E	535336,73	5815447,76			91,891			91,891	-31,9785	
					2,5	0,040		0	0,040			
204	52° 29,303' N	3° 31,226' E	535338,16	5815487,42			91,930			91,930	-32,1094	
					357,9	0,040		0	0,040			
205	52° 29,325' N	3° 31,225' E	535336,44	5815527,07			91,970			91,970	-31,6019	
					353,4	0,040		0	0,040			
206	52° 29,346' N	3° 31,221' E	535331,57	5815566,45			92,010			92,010	-30,9822	
					353,4	0,040		0	0,040			
207	52° 29,367' N	3° 31,217' E	535326,71	5815605,84			92,050			92,050	-32,0165	
					357,9	0,040		0	0,040			
208	52° 29,388' N	3° 31,216' E	535324,99	5815645,49			92,089			92,089	-32,2071	
					2,5	0,040		0	0,040			

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
209	52° 29,41' N	3° 31,217' E	535326,42	5815685,15			92,129		92,129	-31,2398		
					7,0	0,040		0	0,040			
210	52° 29,431' N	3° 31,221' E	535330,98	5815724,57			92,169		92,169	-30,0429		
					9,3	4,672		0	4,672			
211	52° 31,918' N	3° 31,889' E	536052,42	5820340,03			96,840		96,840	-29,7647		
					7,8	0,124		0	0,124			
212	52° 31,984' N	3° 31,904' E	536068,40	5820463,03			96,964		96,964	-32,4889		
					4,9	0,124		0	0,124			
213	52° 32,051' N	3° 31,913' E	536078,00	5820586,68			97,088		97,088	-32,142		
					1,9	0,124		0	0,124			
214	52° 32,118' N	3° 31,917' E	536081,21	5820710,67			97,212		97,212	-31,3009		
					0,4	3,817		0	3,817			
215	52° 34,176' N	3° 31,942' E	536081,21	5824527,65			101,029		101,029	-30,973		
					1,5	0,189		0	0,189			
216	52° 34,278' N	3° 31,946' E	536084,79	5824716,77			101,218		101,218	-30,0224		
					3,7	0,189		0	0,189			
217	52° 34,38' N	3° 31,957' E	536095,51	5824905,62			101,407		101,407	-31,5451		
					5,8	0,189		0	0,189			
218	52° 34,482' N	3° 31,974' E	536113,38	5825093,93			101,597		101,597	-32,5876		
					8,0	0,189		0	0,189			
219	52° 34,583' N	3° 31,997' E	536138,35	5825281,42			101,786		101,786	-31,2295		
					10,2	0,189		0	0,189			
220	52° 34,683' N	3° 32,027' E	536170,40	5825467,84			101,975		101,975	-32,3519		
					12,3	0,189		0	0,189			
221	52° 34,783' N	3° 32,063' E	536209,47	5825652,91			102,164		102,164	-30,9618		
					14,5	0,189		0	0,189			
222	52° 34,882' N	3° 32,105' E	536255,52	5825836,37			102,353		102,353	-30,9059		
					16,7	0,189		0	0,189			
223	52° 34,979' N	3° 32,153' E	536308,48	5826017,96			102,542		102,542	-31,9155		
					18,9	0,189		0	0,189			
224	52° 35,076' N	3° 32,207' E	536368,26	5826197,42			102,732		102,732	-31,3636		
					19,9	4,849		0	4,849			
225	52° 37,534' N	3° 33,672' E	537987,50	5830767,76			107,580		107,580	-24,367	DoB border - ISS 5 - border A (500m from)	
					20,0	2,676		0	2,676			

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

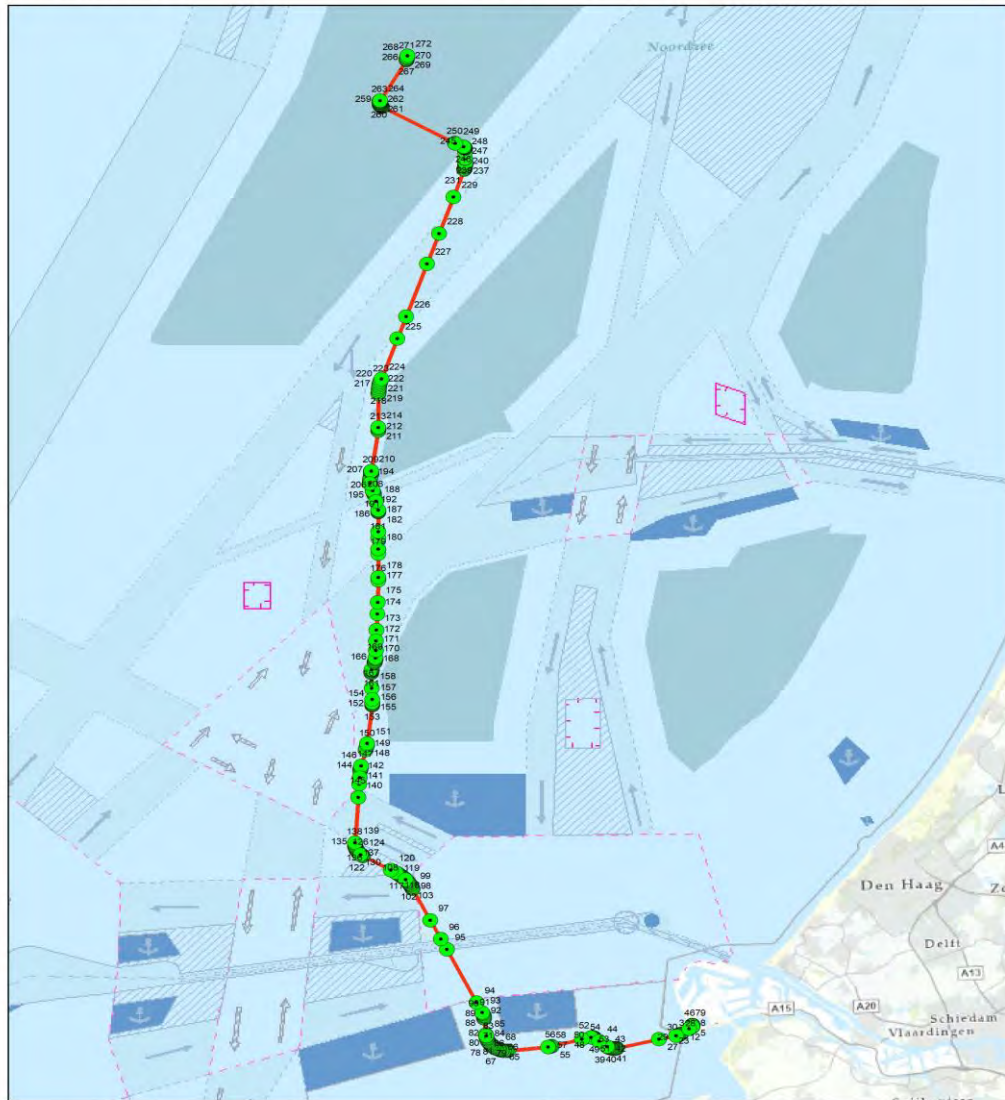
Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
226	52° 38,891' N	3° 34,482' E	538881,21	5833290,26			110,256			110,256	-28,667	Zone Bruine Bank + 5km border B
					20,0	6,359		0	6,359			
227	52° 42,115' N	3° 36,41' E	541004,81	5839284,16			116,615			116,615	-32,7238	CX OOS KB0065 UK-NL10 Unknown, from Egmond (NL) to Lowesoft (UK) telecom coaxial
					20,0	3,669		0	3,669			
228	52° 43,974' N	3° 37,525' E	542229,97	5842742,21			120,284			120,284	-31,4027	CX OOS KB0067 UK-NL14 Cable And Wireless, from Egmond (NL) to Winterton (UK) fiberglas, telecom
					20,0	4,381		0	4,381			
229	52° 46,194' N	3° 38,858' E	543692,96	5846871,52			124,665			124,665	-27,935	DoB border - ISS 5 - border B (500m from)
					20,0	3,302		0	3,302			
230	52° 47,867' N	3° 39,864' E	544795,59	5849983,71			127,967			127,967	-31,1456	
					18,3	0,118		0	0,118			
231	52° 47,928' N	3° 39,897' E	544831,64	5850095,89			128,084			128,084	-30,6008	
					15,0	0,118		0	0,118			
232	52° 47,989' N	3° 39,924' E	544861,06	5850210,19			128,202			128,202	-29,3211	
					11,6	0,118		0	0,118			
233	52° 48,052' N	3° 39,945' E	544883,70	5850326,04			128,320			128,320	-27,878	
					8,2	0,118		0	0,118			
234	52° 48,115' N	3° 39,96' E	544899,45	5850443,01			128,438			128,438	-31,0015	
					4,8	0,118		0	0,118			
235	52° 48,178' N	3° 39,969' E	544908,28	5850560,72			128,557			128,557	-29,2944	
					1,4	0,118		0	0,118			
236	52° 48,242' N	3° 39,971' E	544910,16	5850678,73			128,675			128,675	-31,6546	
					358,1	0,118		0	0,118			
237	52° 48,305' N	3° 39,968' E	544905,06	5850796,66			128,793			128,793	-30,4853	
					356,4	0,438		0	0,438			
238	52° 48,541' N	3° 39,943' E	544873,38	5851233,82			129,231			129,231	-29,0469	
					358,1	0,029		0	0,029			
239	52° 48,557' N	3° 39,942' E	544872,12	5851263,27			129,260			129,260	-30,5706	
					359,8	0,759		0	0,759			
240	52° 48,967' N	3° 39,94' E	544861,95	5852022,34			130,020			130,020	-29,5845	PX OOS PL0125_PR wintershall Noordzee B.V., from P2-NE to P6-A, Gaspipe 10 inch
					359,8	0,364		0	0,364			
241	52° 49,163' N	3° 39,938' E	544857,09	5852386,11			130,383			130,383	-29,4397	

IJVer-Beta-RPL-A03
IJmuiden Ver Beta RPL A03

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
					355,2	0,032		0	0,032			
242	52° 49,18' N	3° 39,936' E	544854,12	5852417,87			130,415			130,415	-29,1965	
					346,0	0,032		0	0,032			
243	52° 49,197' N	3° 39,929' E	544846,13	5852448,76			130,447			130,447	-28,8627	
					336,9	0,032		0	0,032			
244	52° 49,213' N	3° 39,918' E	544833,34	5852477,98			130,479			130,479	-28,5583	
					327,7	0,032		0	0,032			
245	52° 49,227' N	3° 39,903' E	544816,07	5852504,80			130,511			130,511	-28,3236	
					318,6	0,032		0	0,032			
246	52° 49,24' N	3° 39,884' E	544794,75	5852528,53			130,543			130,543	-28,0634	
					309,4	0,032		0	0,032			
247	52° 49,251' N	3° 39,862' E	544769,92	5852548,57			130,575			130,575	-27,8504	
					300,3	0,032		0	0,032			
248	52° 49,26' N	3° 39,837' E	544742,23	5852564,41			130,607			130,607	-27,6937	
					295,7	0,951		0	0,951			
249	52° 49,482' N	3° 39,075' E	543881,97	5852969,05			131,557			131,557	-26,0554	
					297,7	0,035		0	0,035			
250	52° 49,491' N	3° 39,048' E	543851,27	5852984,81			131,592			131,592	-26,1207	
					299,6	8,486		0	8,486			
251	52° 51,753' N	3° 32,476' E	536439,76	5857117,78			140,078			140,078	-27,6828	
					303,1	0,061		0	0,061			
252	52° 51,771' N	3° 32,431' E	536388,45	5857150,64			140,139			140,139	-27,3811	
					310,1	0,061		0	0,061			
253	52° 51,792' N	3° 32,389' E	536341,51	5857189,50			140,200			140,200	-27,1268	
					317,0	0,061		0	0,061			
254	52° 51,816' N	3° 32,352' E	536299,66	5857233,78			140,261			140,261	-27,0099	
					324,0	0,061		0	0,061			
255	52° 51,843' N	3° 32,32' E	536263,50	5857282,83			140,322			140,322	-27,1232	
					331,0	0,061		0	0,061			
256	52° 51,872' N	3° 32,294' E	536233,57	5857335,90			140,382			140,382	-27,3053	
					338,0	0,061		0	0,061			
257	52° 51,902' N	3° 32,273' E	536210,33	5857392,23			140,443			140,443	-27,3005	
					345,0	0,061		0	0,061			
258	52° 51,934' N	3° 32,259' E	536194,11	5857450,96			140,504			140,504	-27,2618	

IJmuiden Ver

RPL A03 BETA

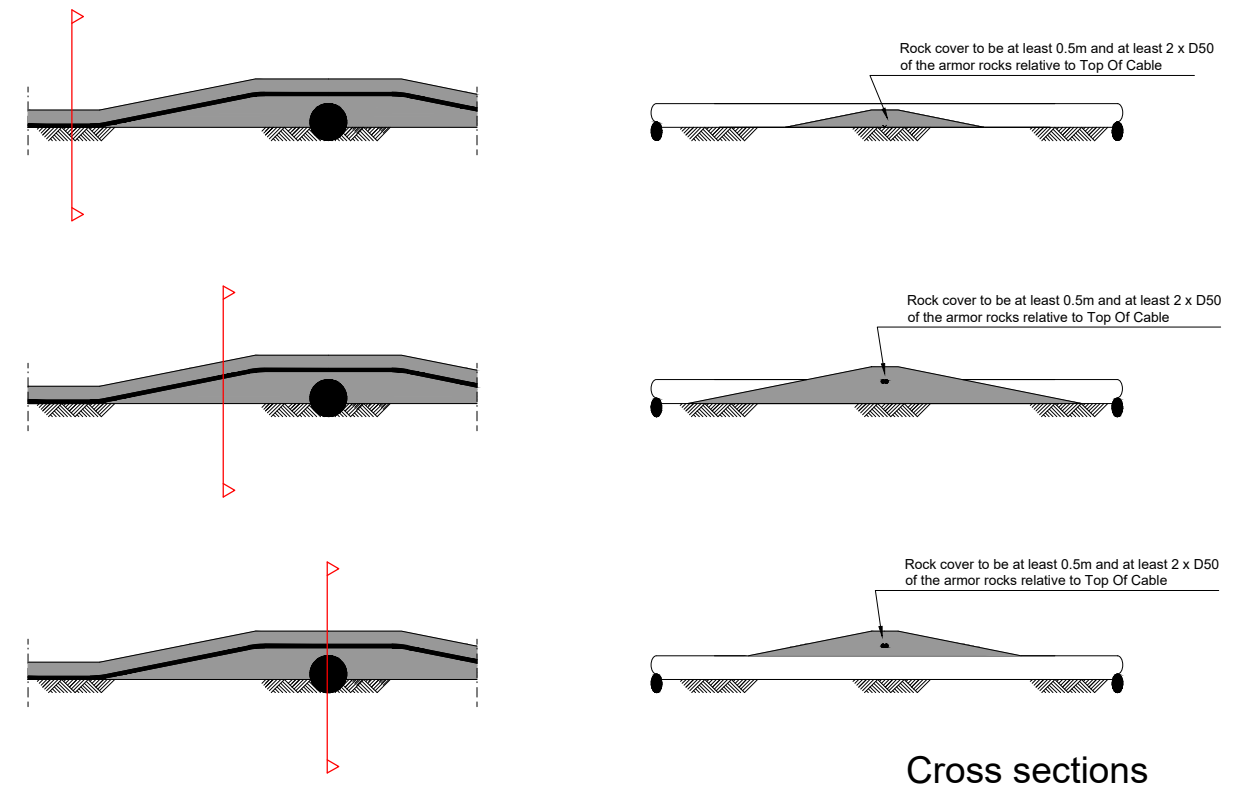
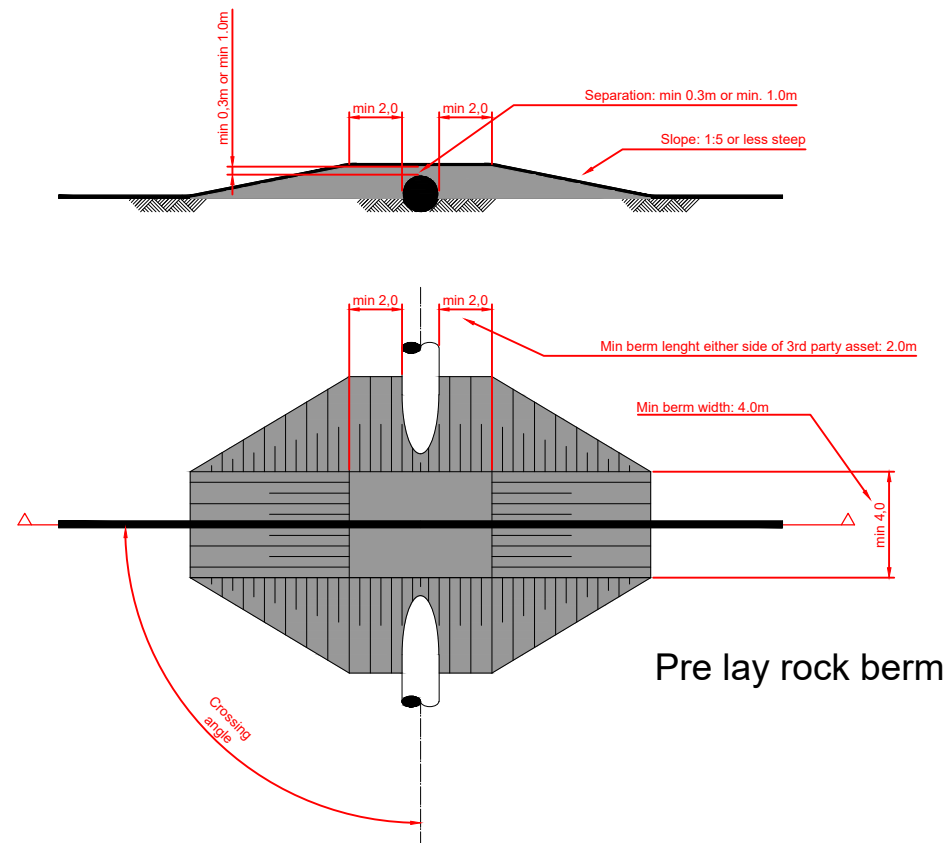


IJmuiden Ver Beta RPLA03

- Positions
- Route

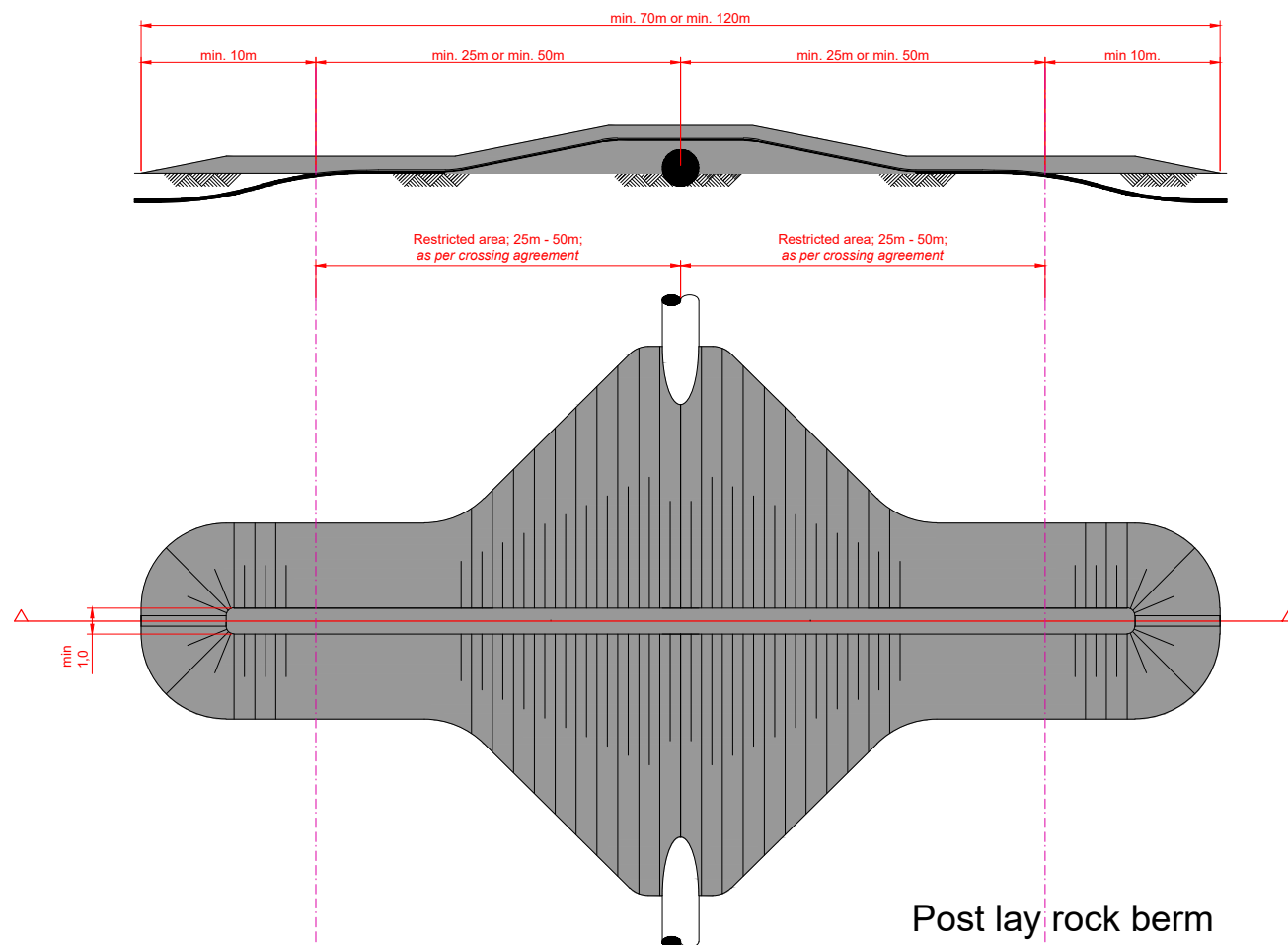


Versie	Concept	Datum	19-7-2021
Schaal	1:356.627	Formaat	A3
Kenmerk	210732_RPLA03_Beta.mxd		
<p>Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.</p>			



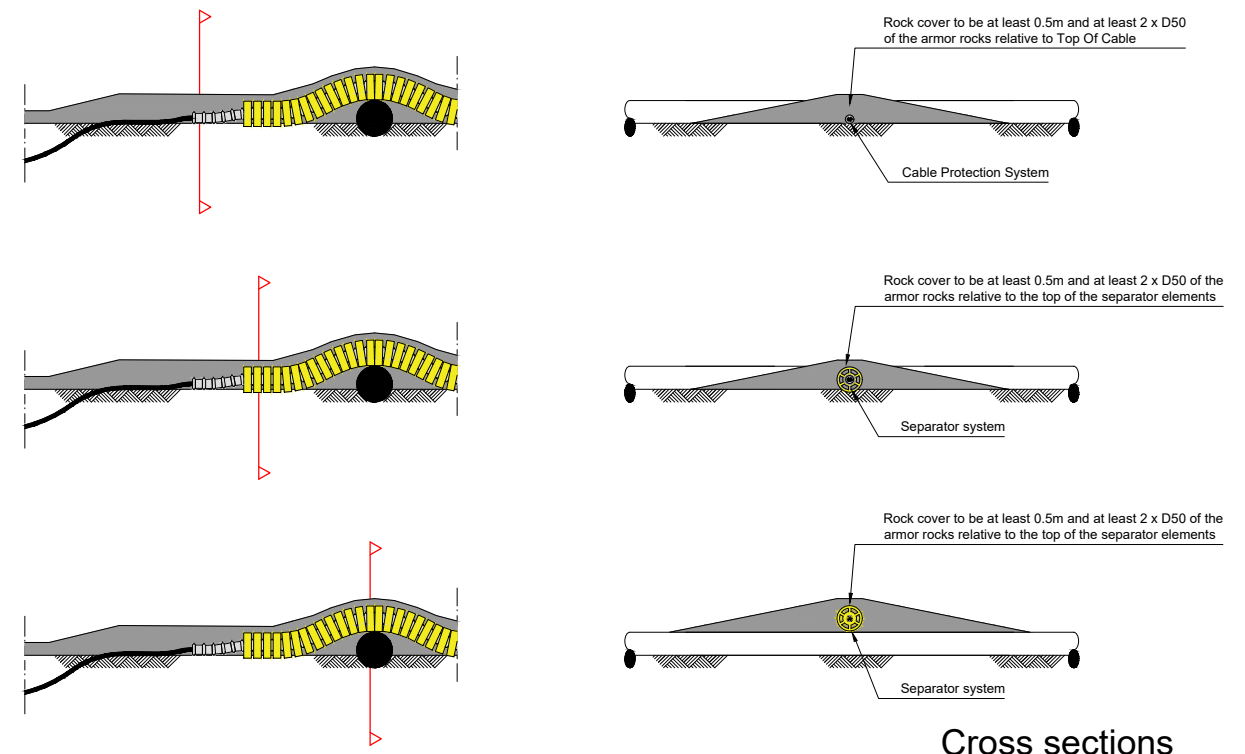
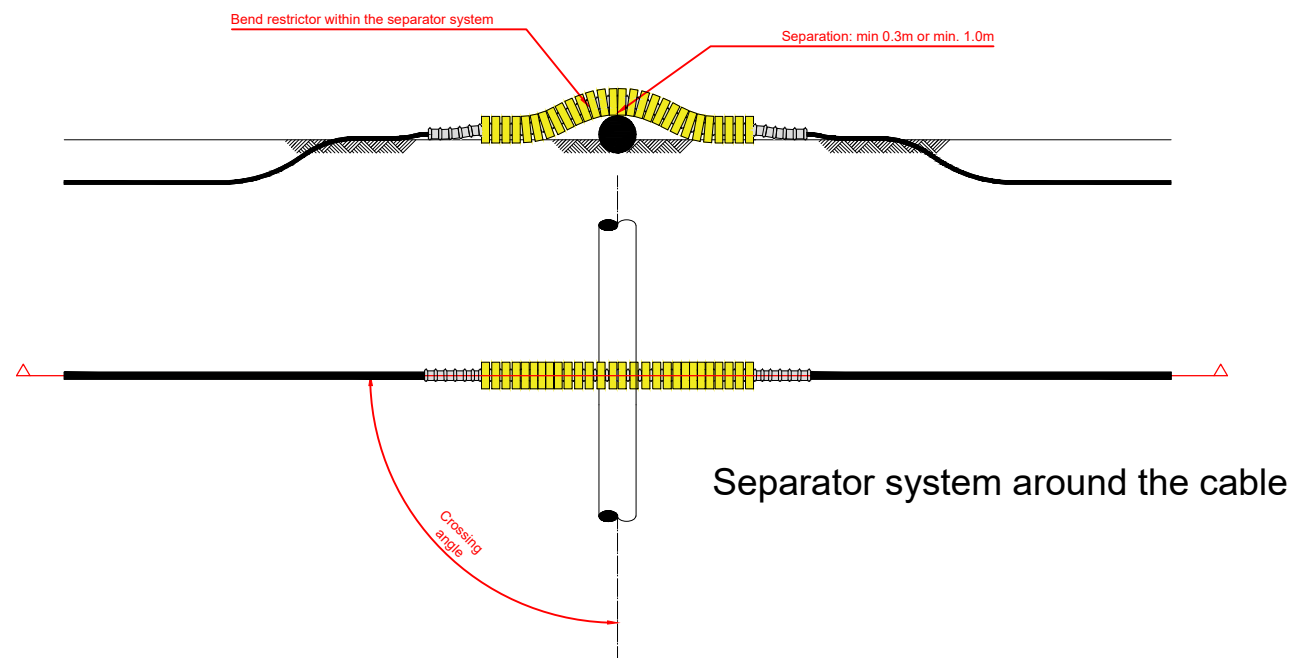
Notes:

1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. All horizontal distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
3. Min. height of pre lay rock berm is 0.3m above the asset crossed for crossings between a high voltage power cable and a pipe or telcom cable;
4. Min. height of pre lay rock berm is 1.0m above the asset crossed for crossings between two high voltage power cables;
5. In case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the minimum pre lay berm height applies as minimum height above seabed at the location of the crossing;
6. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable;
7. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
8. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with $D90 \leq 80\text{mm}$ shall be used.
9. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
10. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
11. Dimensions are subject to change depending on what will be, or is, agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).



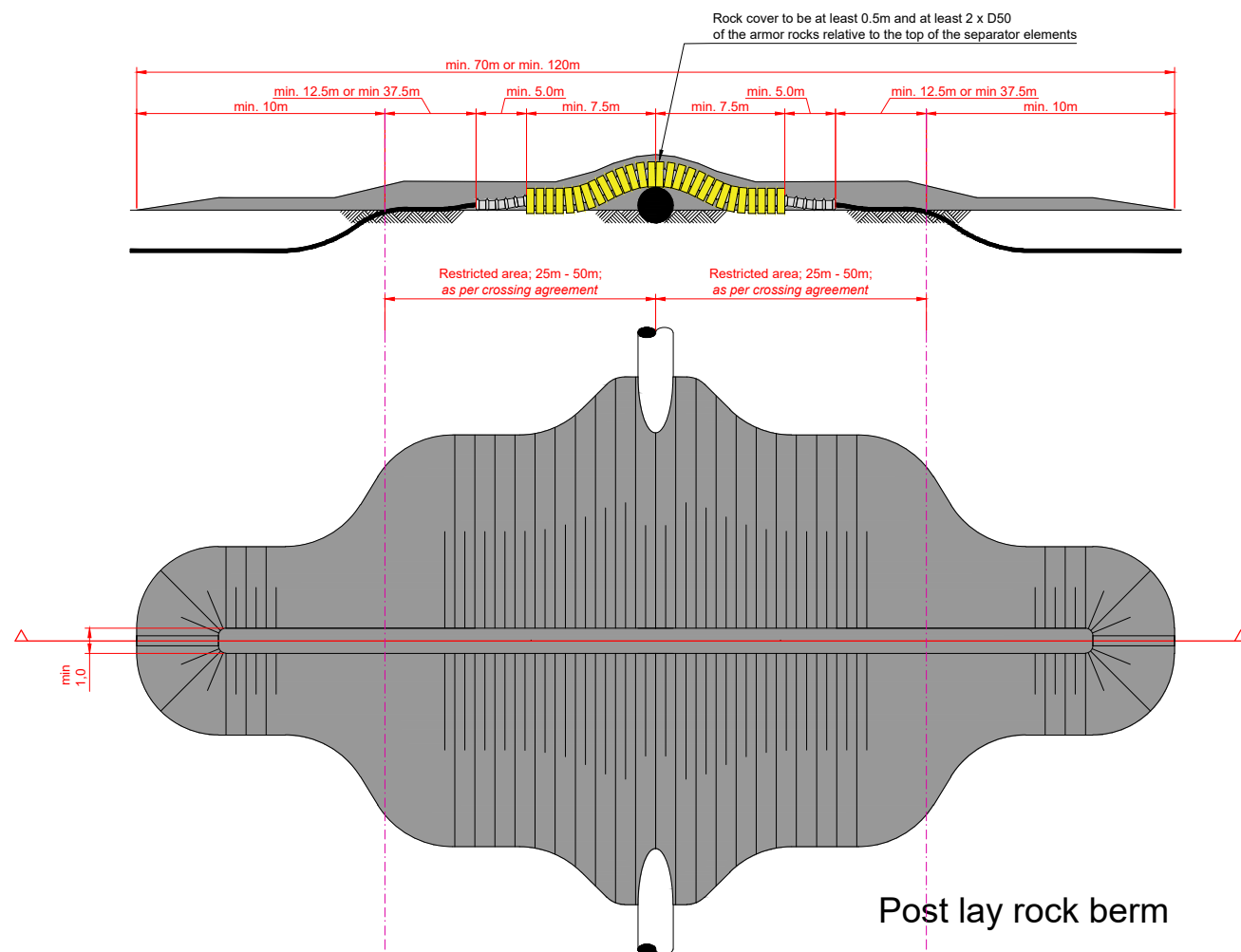
Crossing design A

Pre lay rock placement
 Post lay rock placement
 NOT TO SCALE



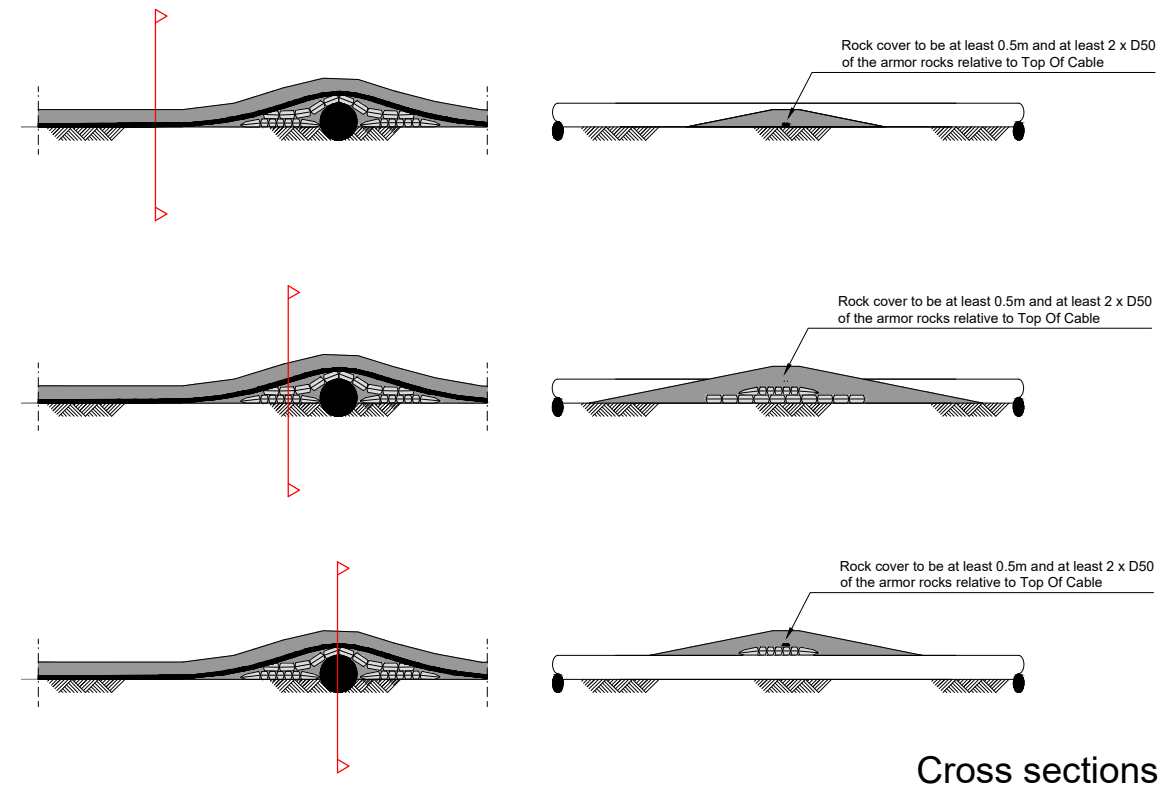
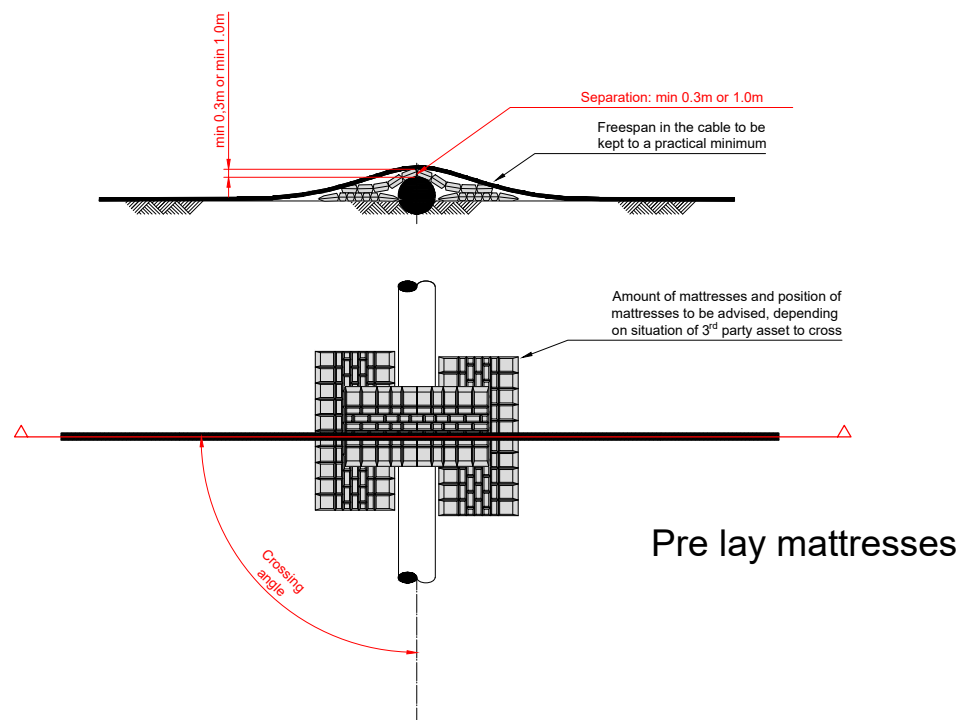
Notes:

1. The shape of the separator elements is indicative, other shapes, as triangles and shapes which decrease the risk of hooking by fishing, are allowed as well.
2. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
3. All horizontal minimum distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
4. Min. separation is 0.3m between a high voltage power cable and a pipe or telcom cable;
5. Min. separation is 1.0m between two high voltage power cables;
6. In case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the minimum separation applies as minimum separation relative to the seabed at the location of the crossing;
7. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable and relative to the top of the separator elements;
8. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
9. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with $D90 \leq 80\text{mm}$ shall be used;
10. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
11. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
12. Dimensions are subject to change depending on what will be, or is, agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).



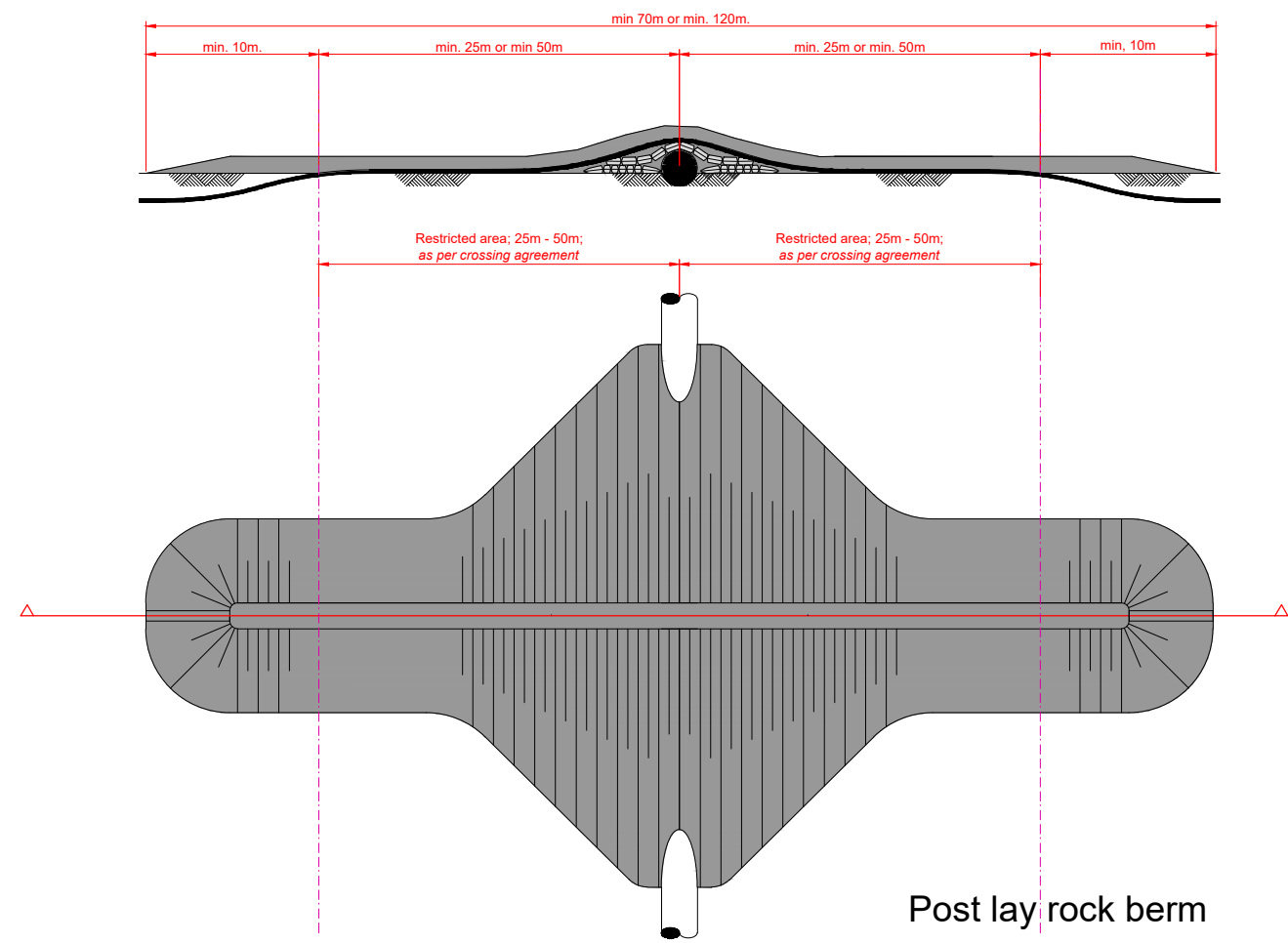
Crossing design B

Separator around the cable bundle
Post lay rock placement
NOT TO SCALE

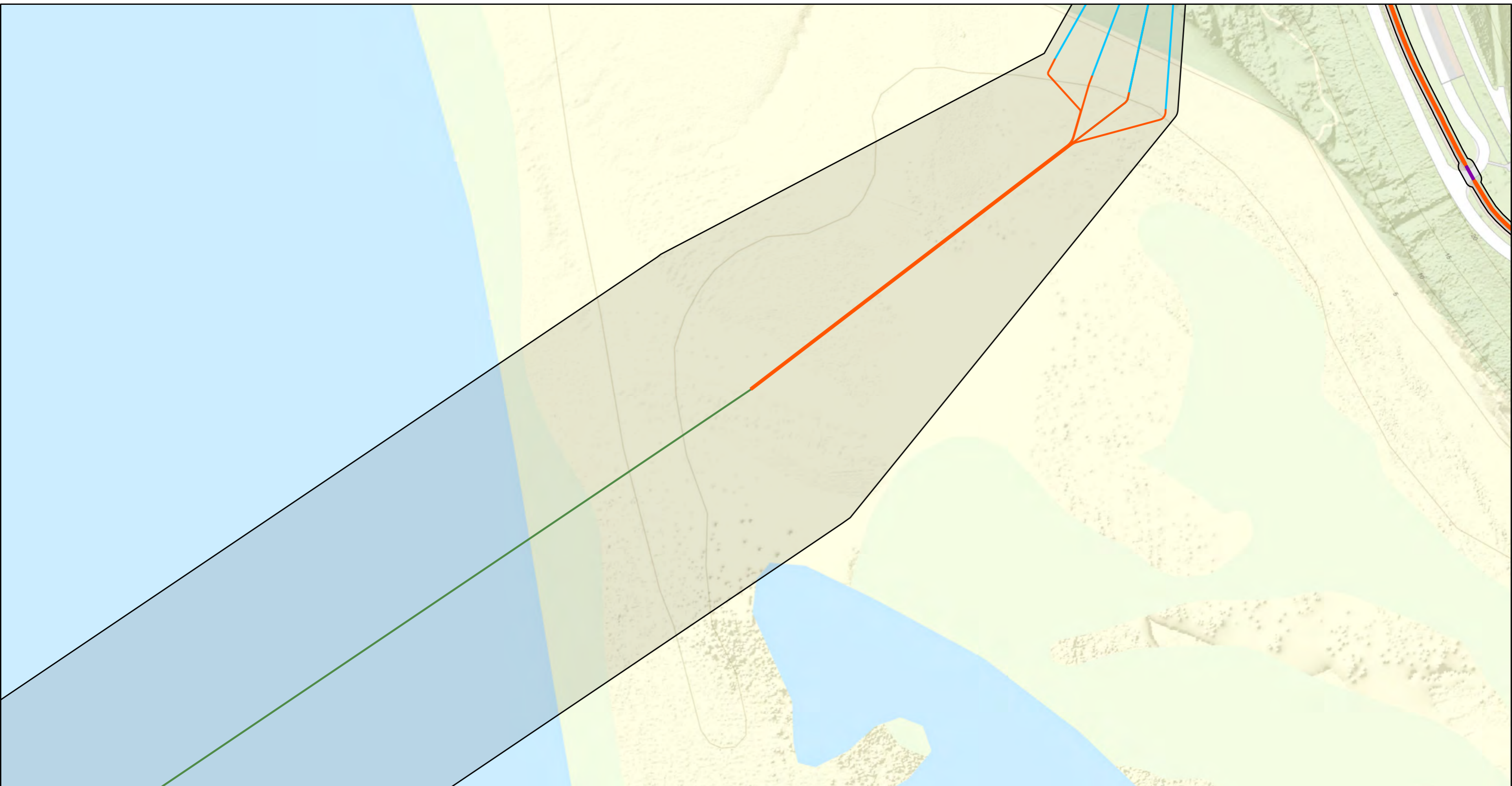


Notes:

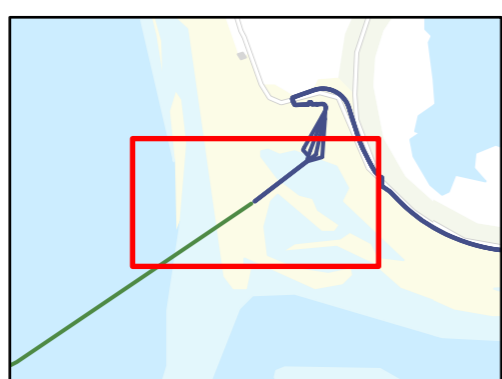
1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. All horizontal distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
4. Min. separation is 0.3m between a high voltage power cable and a pipe or telcom cable;
5. Min. separation is 1.0m between two high voltage power cables;
6. In case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the minimum separation applies as minimum separation relative to the seabed at the location of the crossing;
7. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable;
8. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
9. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with $D_{90} \leq 80\text{mm}$ shall be used.
10. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
11. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
12. Dimensions are subject to change depending on what will be, or is, agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).



<h2>Crossing design C</h2>	
Pre lay concrete block mattress placement Post lay rock placement NOT TO SCALE	
TenneT ONL	Rev 1.7 23-12-2020

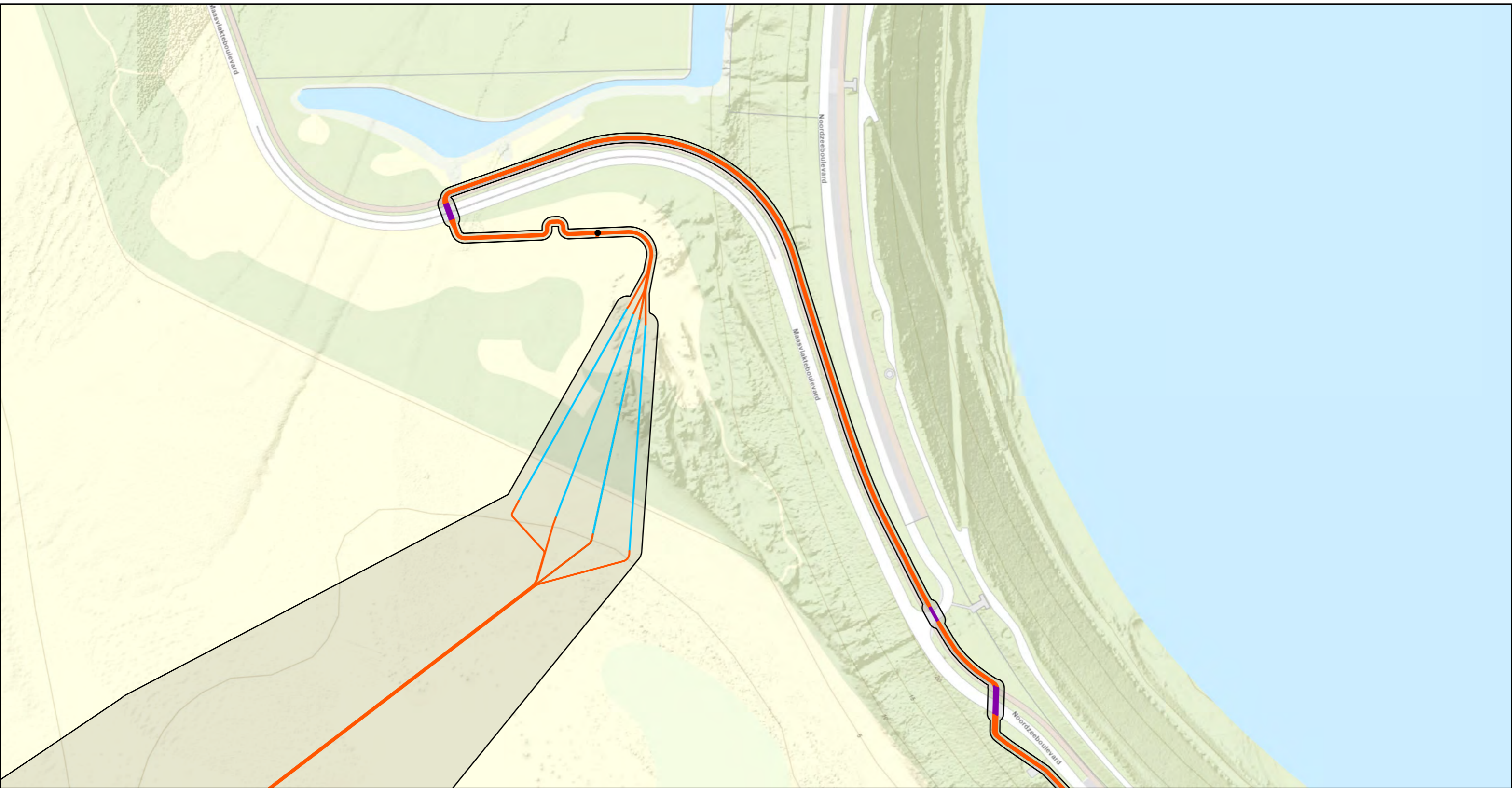


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 1 van 20		

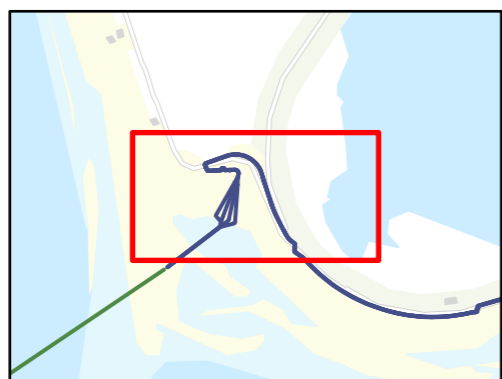


- IJVer Beta zeetracé
- Landtracé: type**
- boring
- open ontgraving
- wegkruising
- Vergunningszone

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

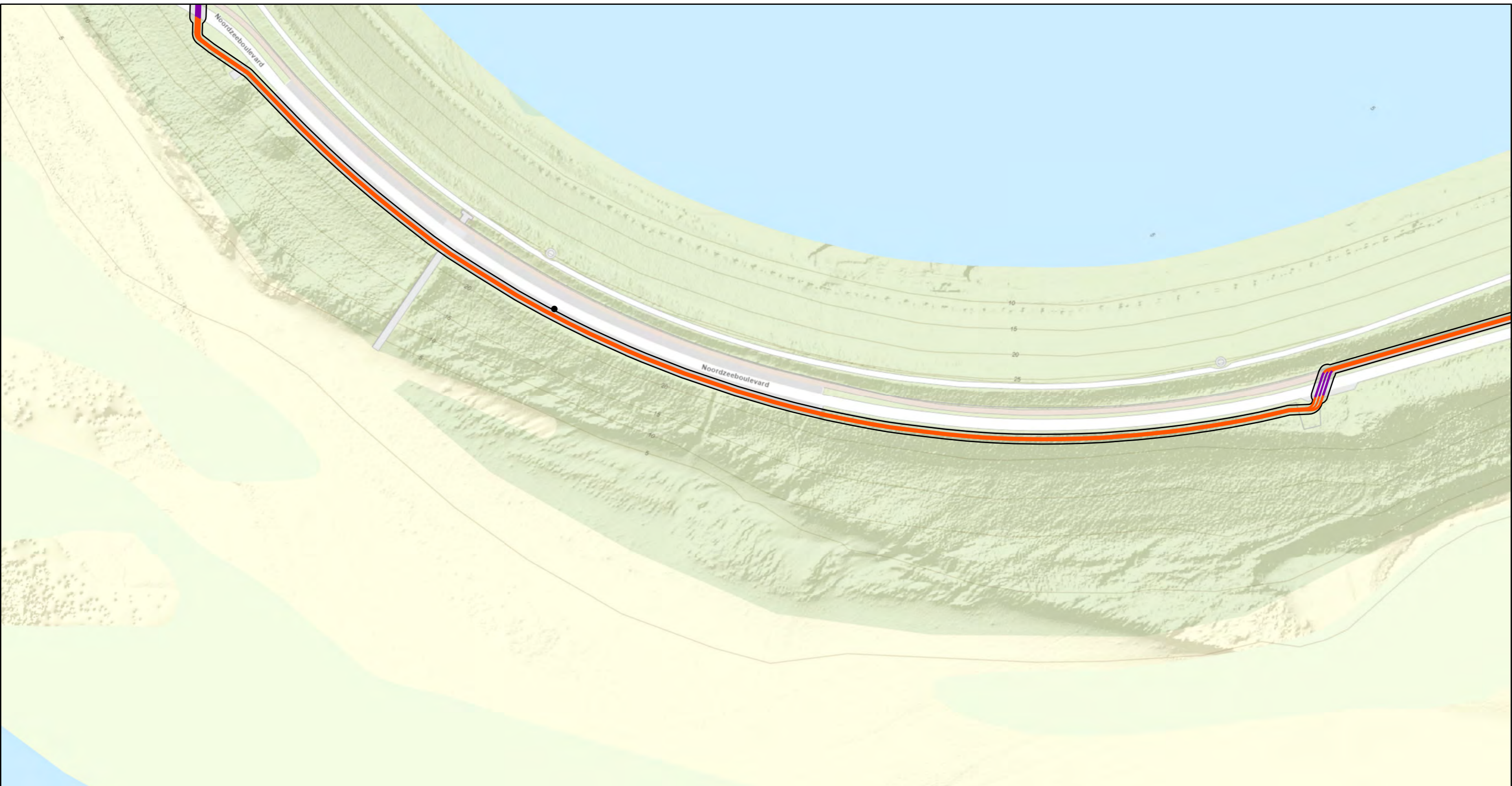


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 2 van 20		

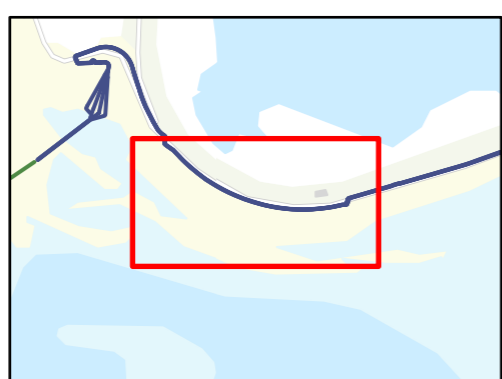


- Moffen
 - IJVer Beta zeetracé
- Landtracé: type
- boring
 - open ontgraving
 - wegkruising
 - Vergunningszone

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

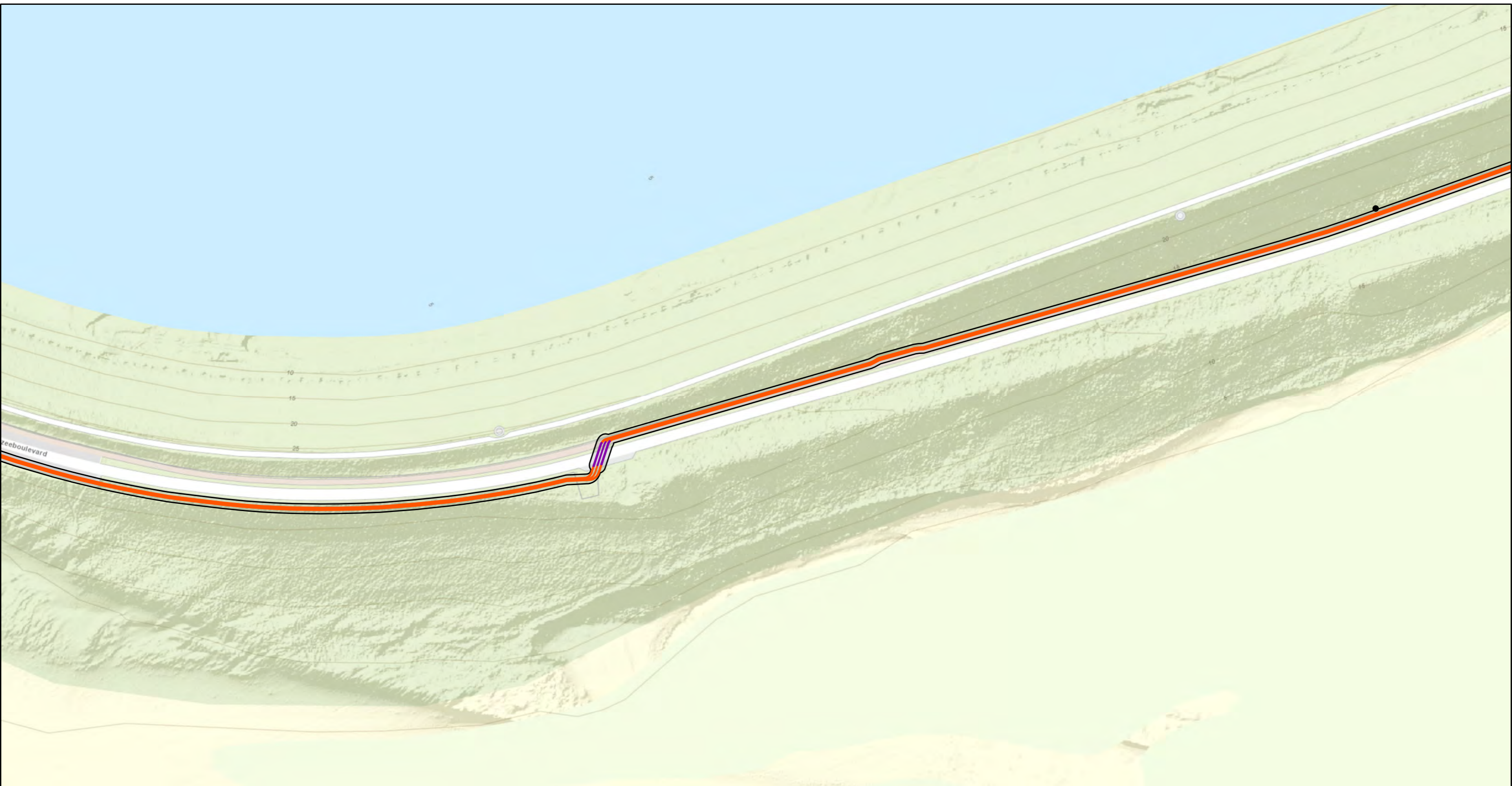


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 3 van 20		

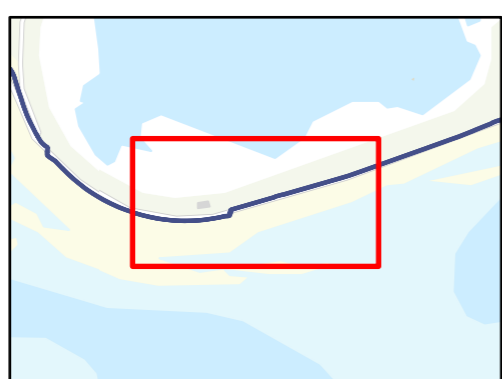


- Moffen
- Landtracé: type
- open ontgraving
 - wegkruising
 - Vergunningszone

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



Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 4 van 20		
0 40 80 120 m			

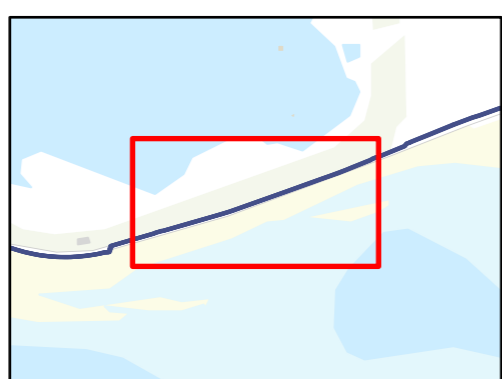


- Moffen
- Landtracé: type
- open ontgraving
 - wegkruising
 - Vergunningszone

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

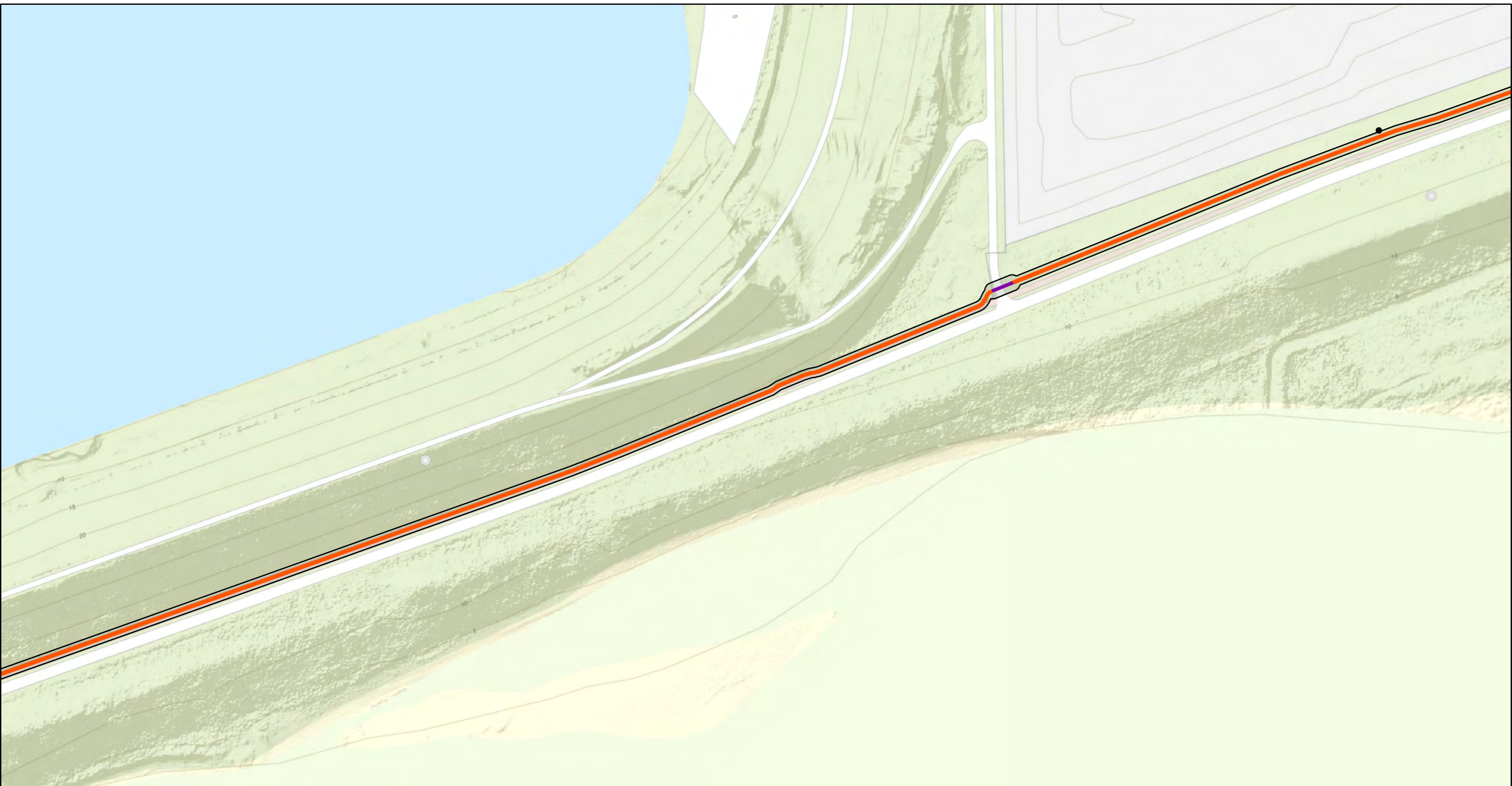


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 5 van 20		
0 40 80 120 m			

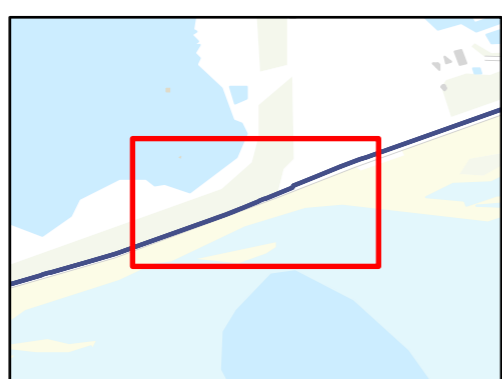


- Moffen
- Landtracé: type
 - open ontgraving
 - Vergunningszone

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



Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 6 van 20		
0 40 80 120 m			

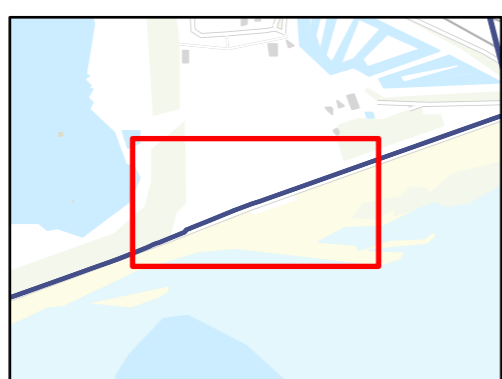


- Moffen
- Landtracé: type
 - open ontgraving
 - wegekruising
 - Vergunningszone

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



Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 7 van 20		
0 40 80 120 m			

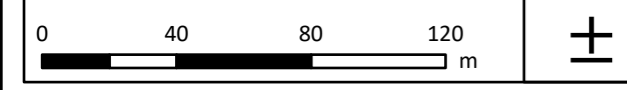


- Moffen
- Landtracé: type
- open ontgraving
 - wegkruising
 - Vergunningszone

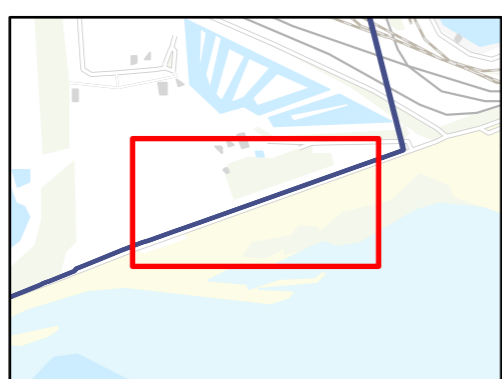
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



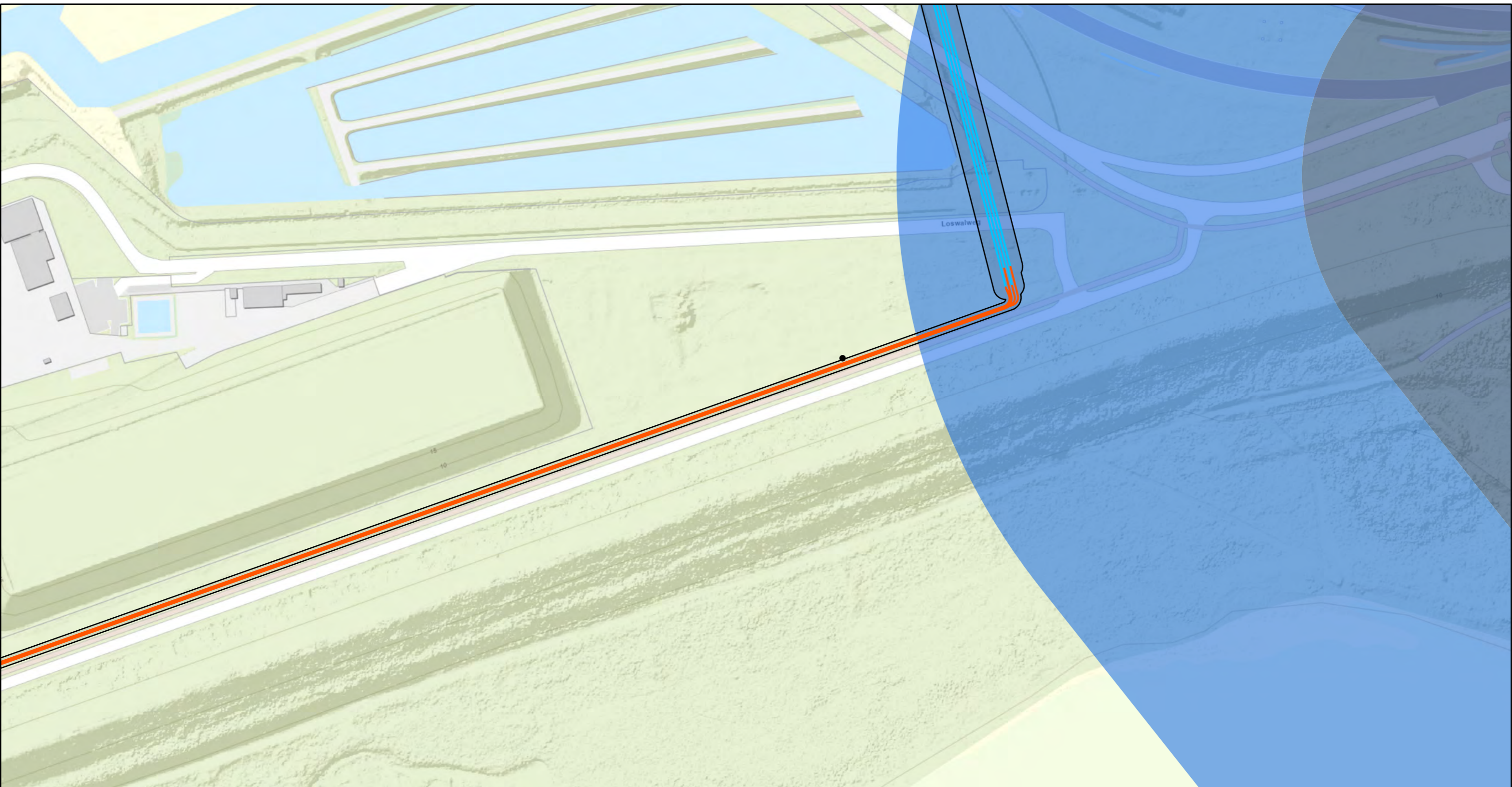
Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 8 van 20		



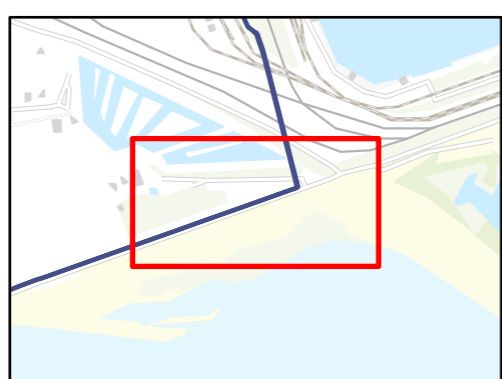
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



- Moffen
- Landtracé: type
- open ontgraving
 - Vergunningszone

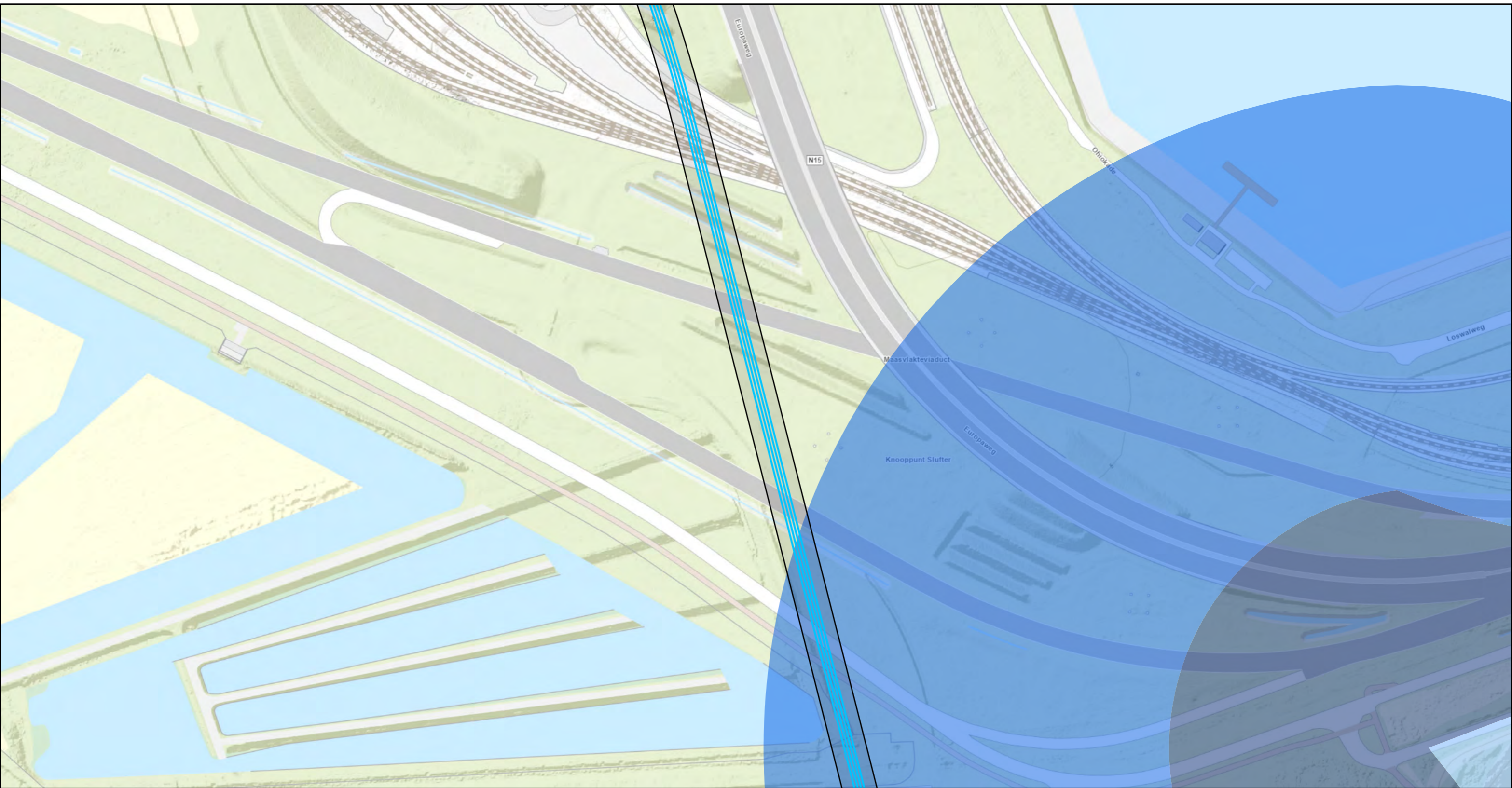


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 9 van 20		

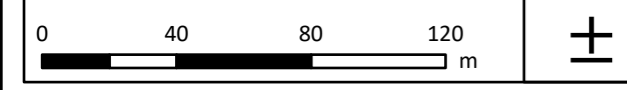


- Moffen
- Landtracé: type**
- boring
- open ontgraving
- Vergunningszone
- Beschermingszone**
- beschermingszone buitenkant
- kernzone waterkering

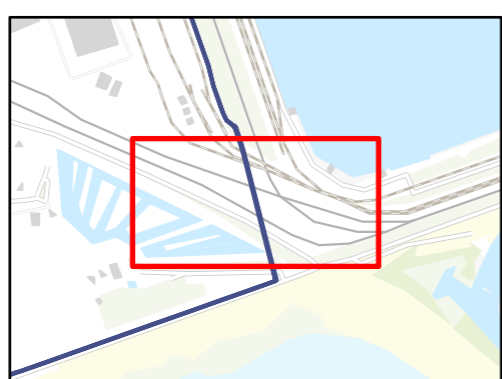
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



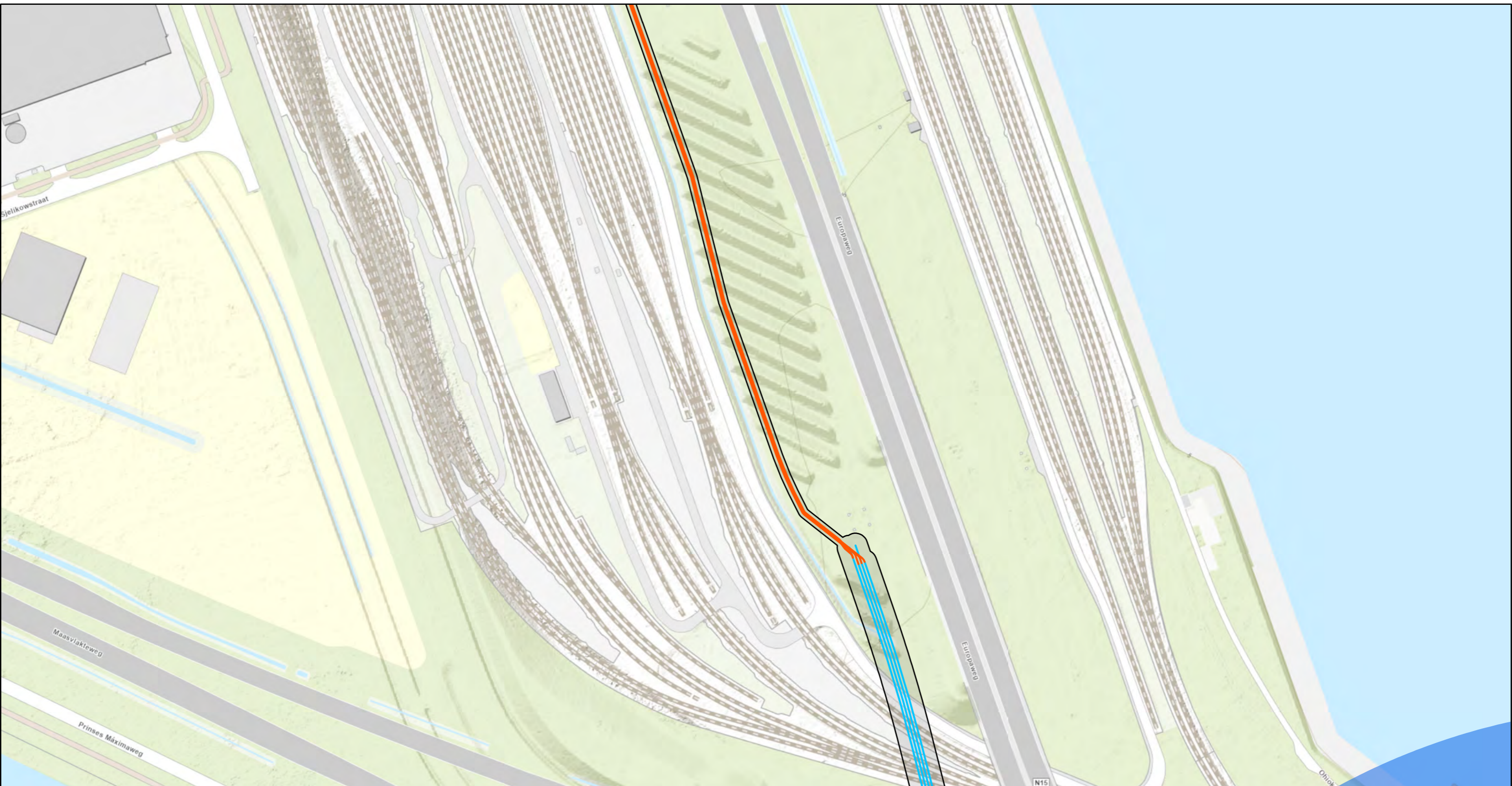
Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 10 van 20		



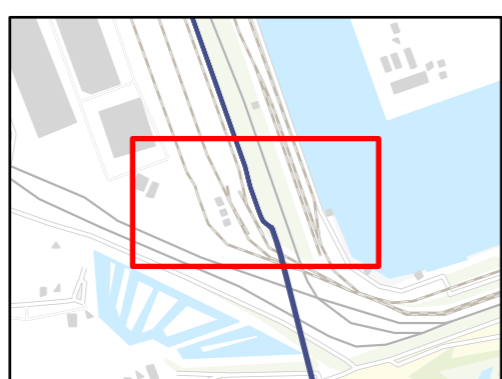
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



- Landtracé: type**
- boring
 - Vergunningszone
- Beschermingszone**
- beschermingszone binnenkant
 - beschermingszone buitenkant
 - kernzone waterkering

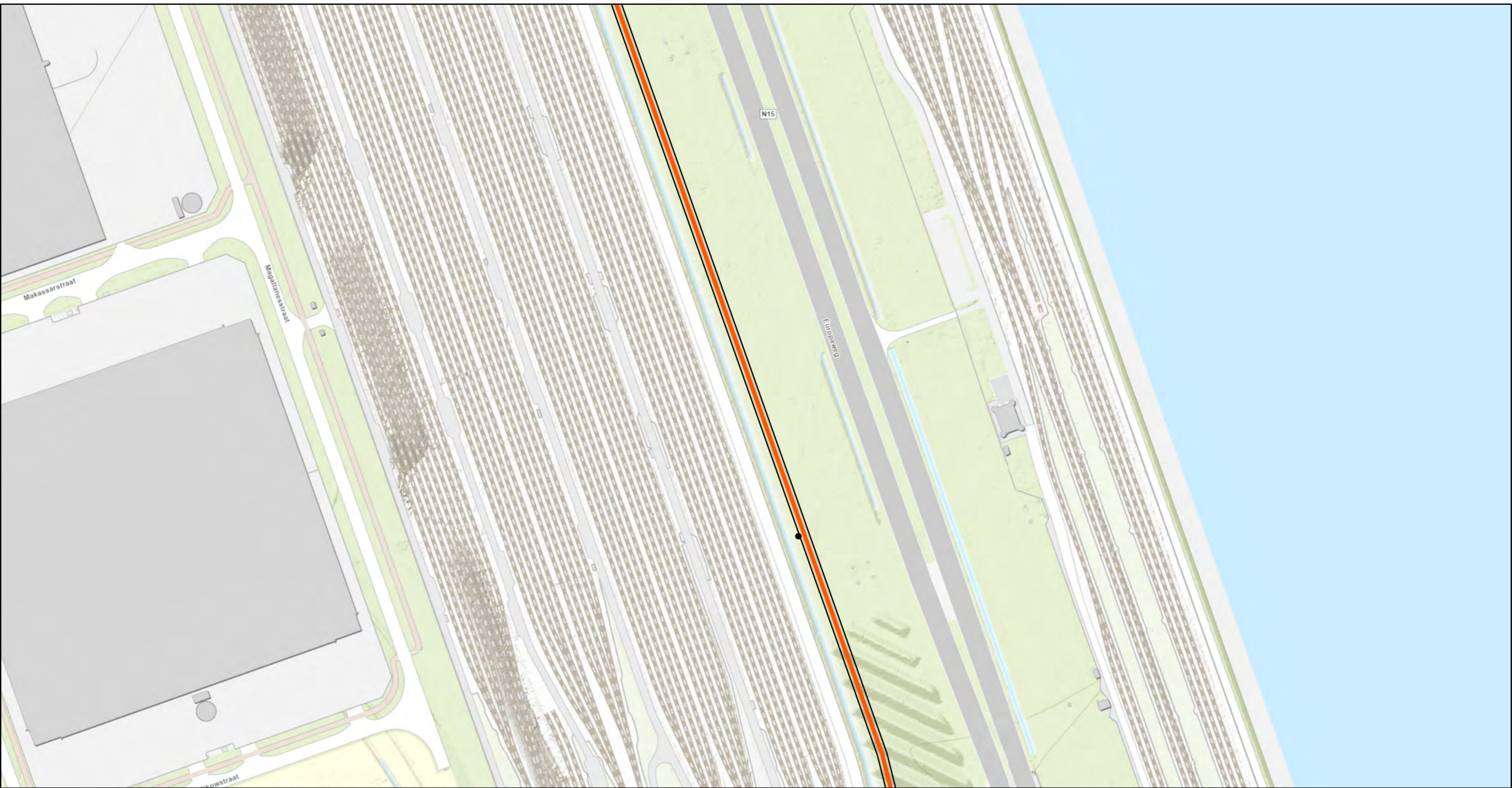


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 11 van 20		

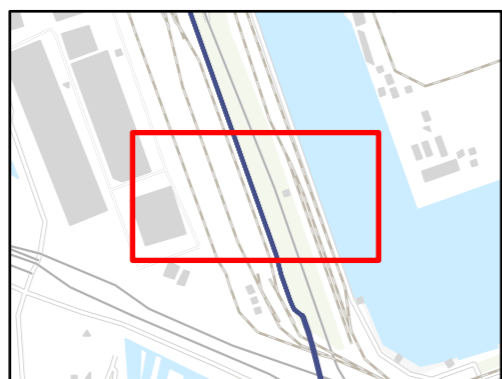


- Landtracé: type
- boring
 - open ontgraving
 - Vergunningszone
- Beschermingszone
- beschermingszone buitenkant

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

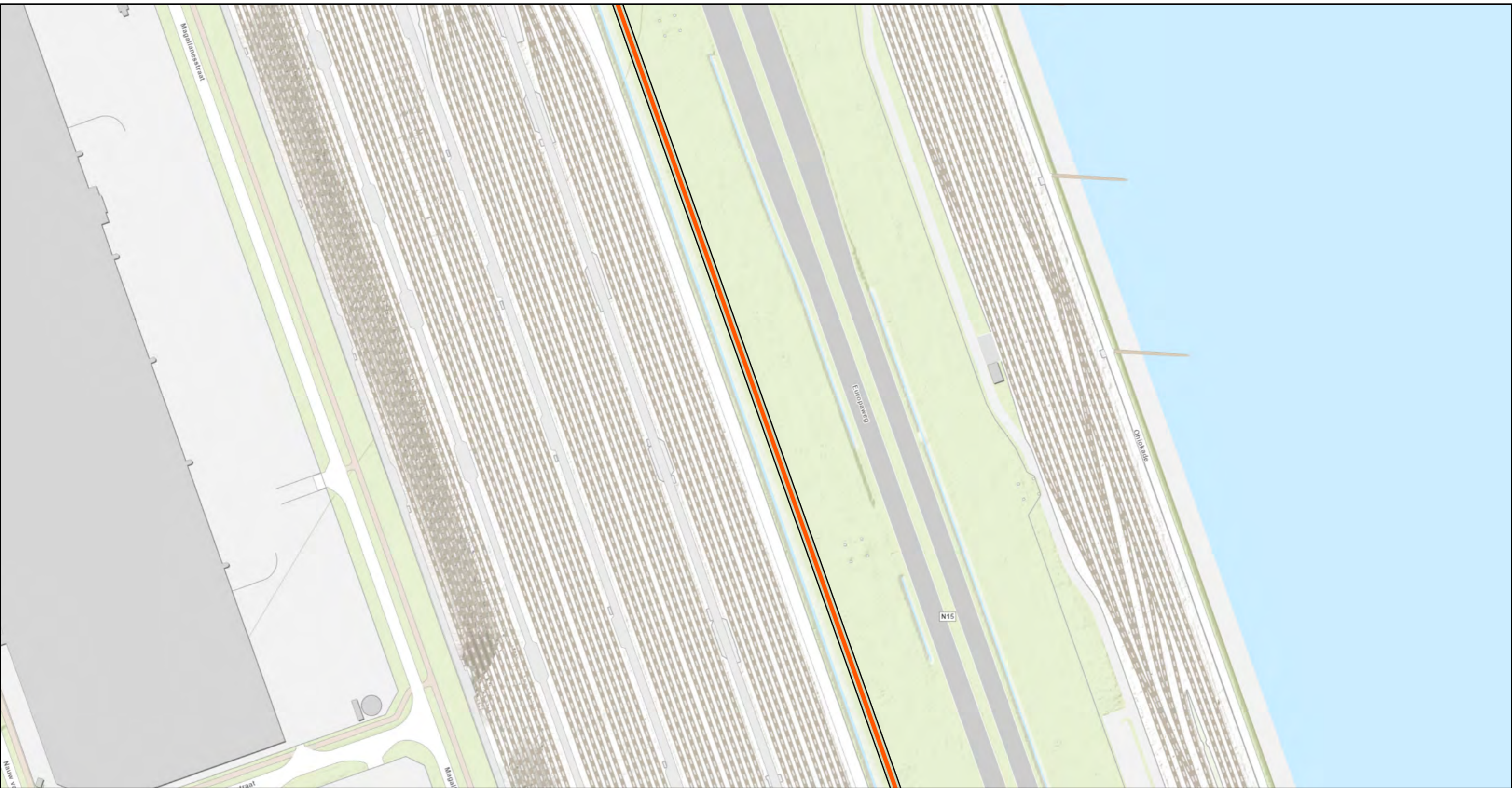


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 12 van 20		

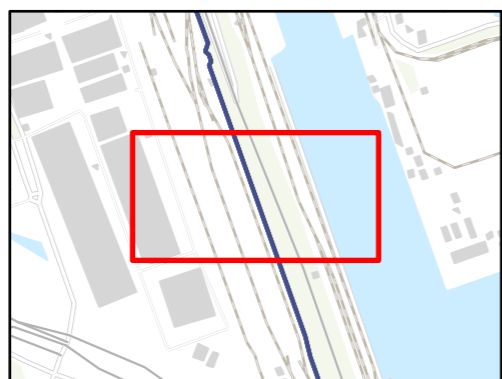


- Moffen
- Landtracé: type
- open ontgraving
 - Vergunningszone

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

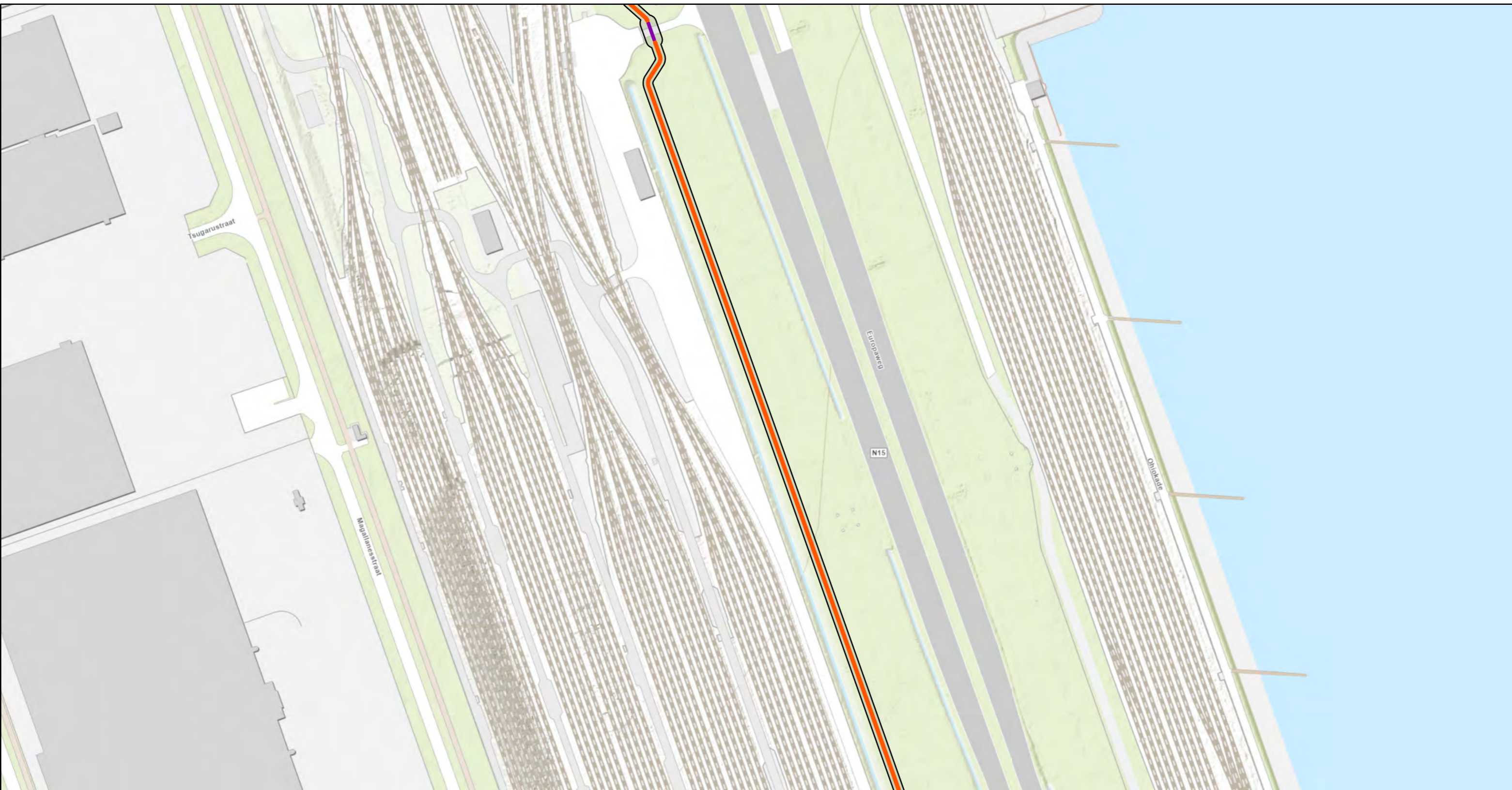


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 13 van 20		

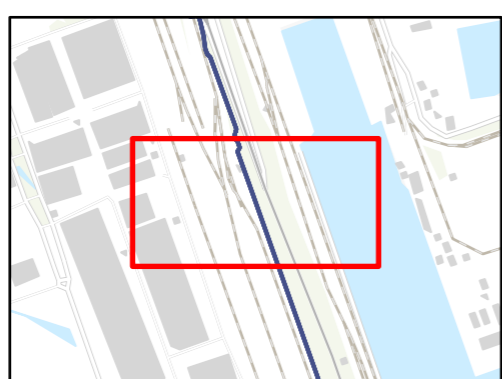


Landtracé: type

- open ontgraving
- Vergunningszone



Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 14 van 20		

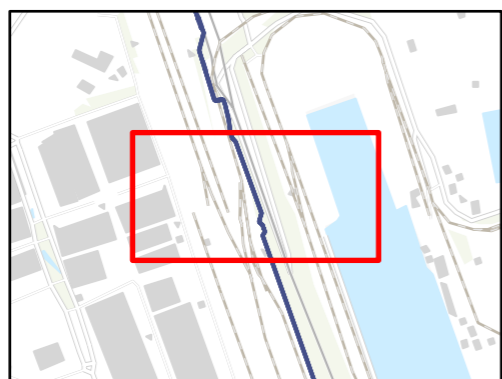


- Landtracé: type
- open ontgraving
 - wegkruising
 - Vergunningszone

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

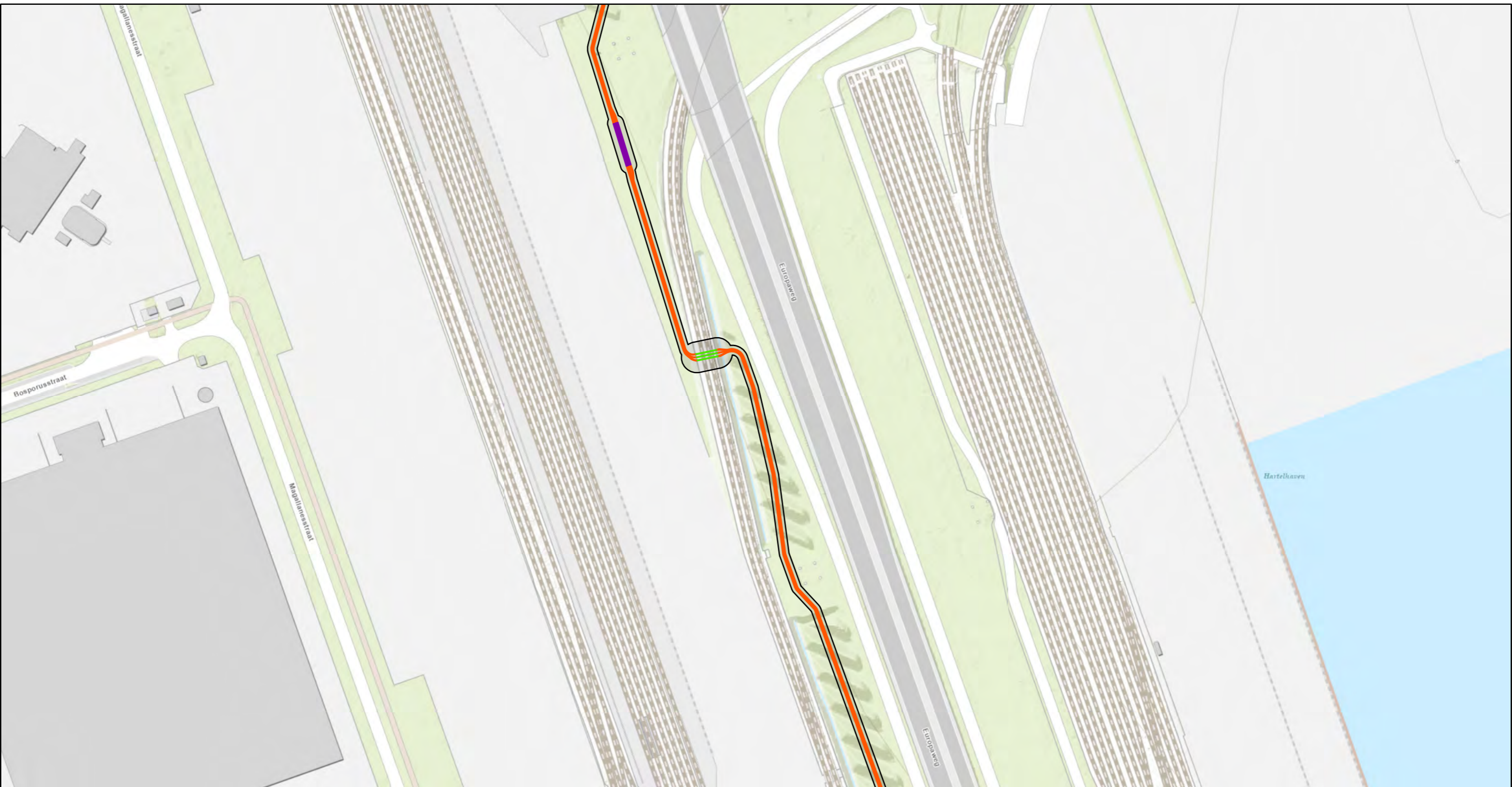


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 15 van 20		

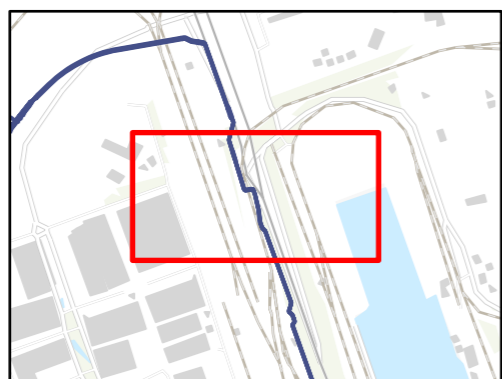


- Moffen
- Landtracé: type
- open ontgraving
- wegruising
- Vergunningszone

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

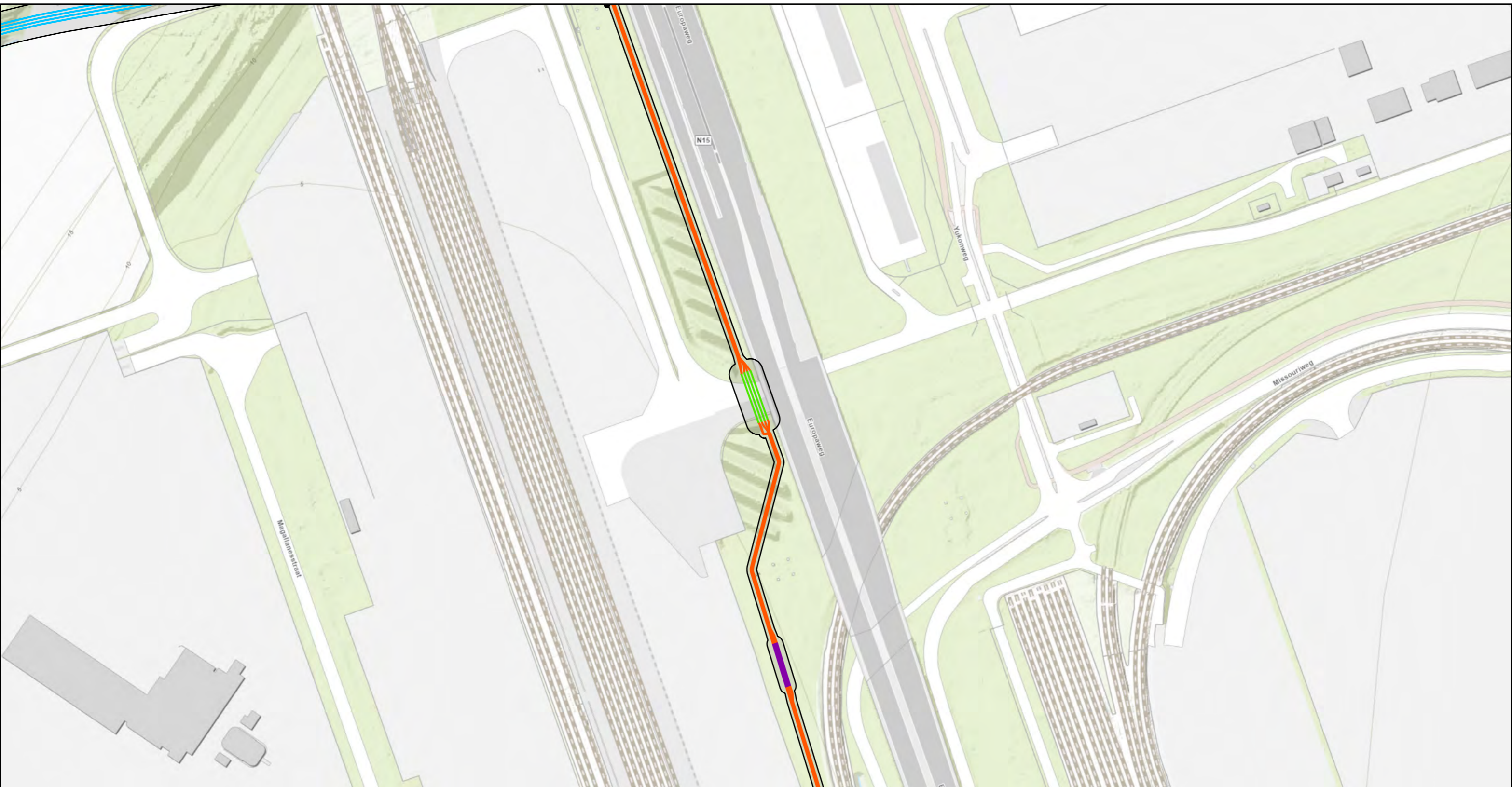


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 16 van 20		
0 40 80 120 m		+	

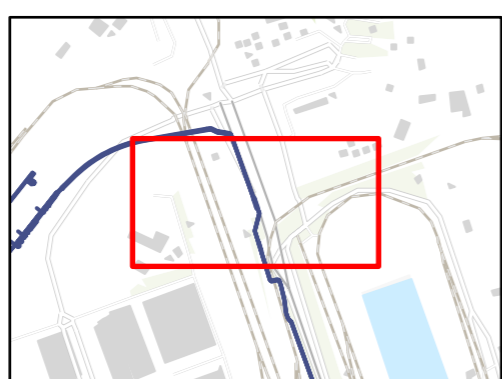


- Landtracé: type
- open ontgraving
 - persing
 - wegkruising
 - Vergunningszone

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

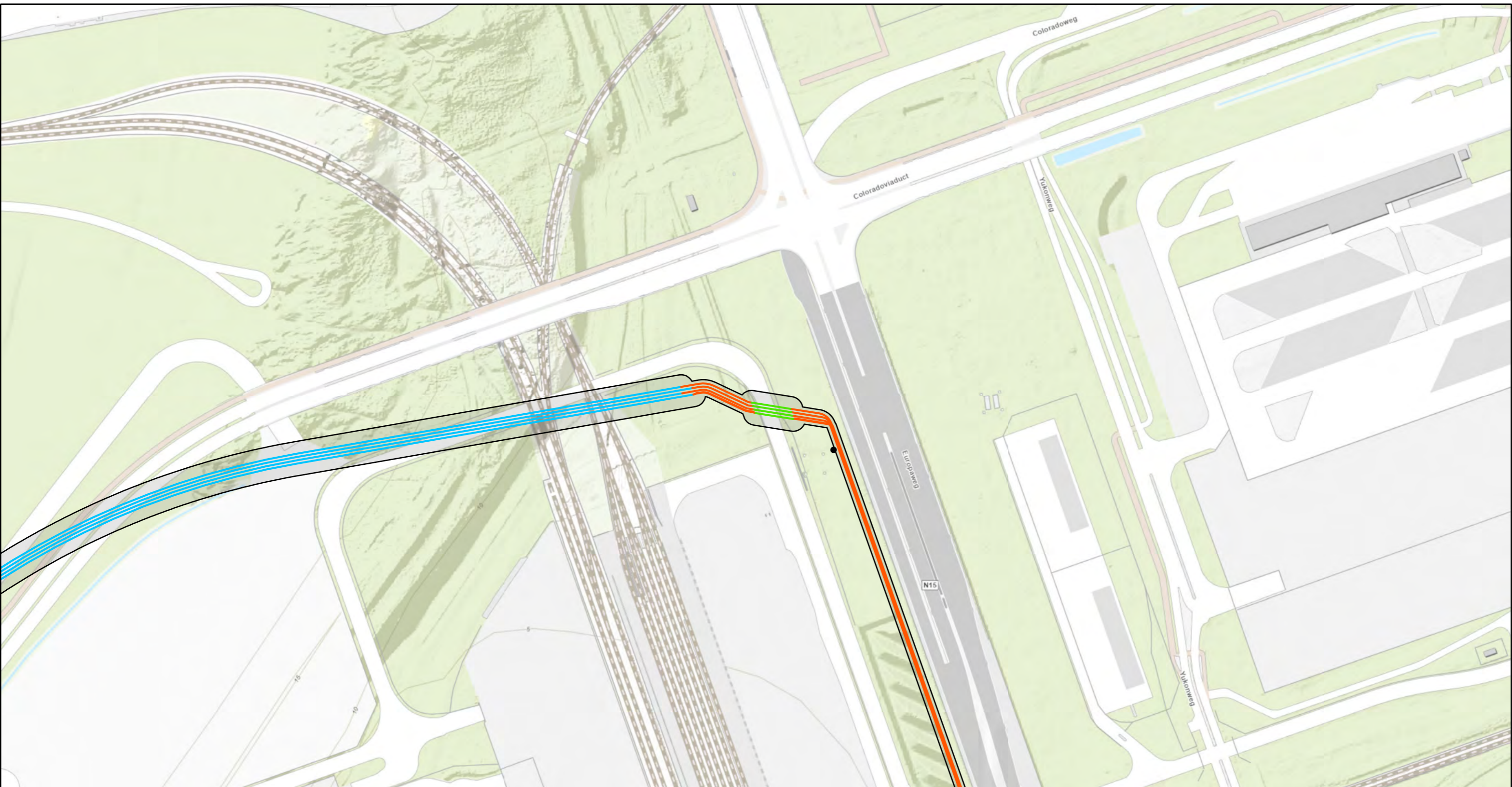


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 17 van 20		

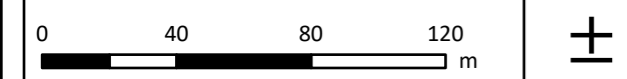


- Moffen
- Landtracé: type
- boring
- open ontgraving
- persing
- wegkruising
- Vergunningszone

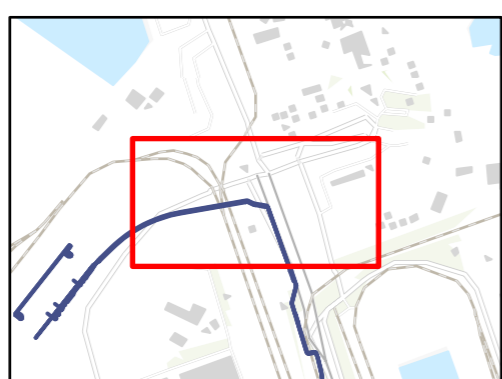
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 18 van 20		



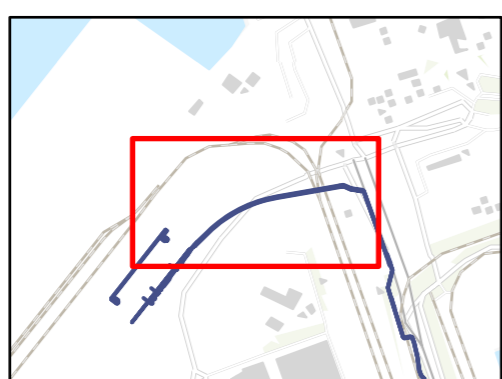
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



- Moffen
- Landtracé: type
- boring
 - open ontgraving
 - persing
 - Vergunningszone

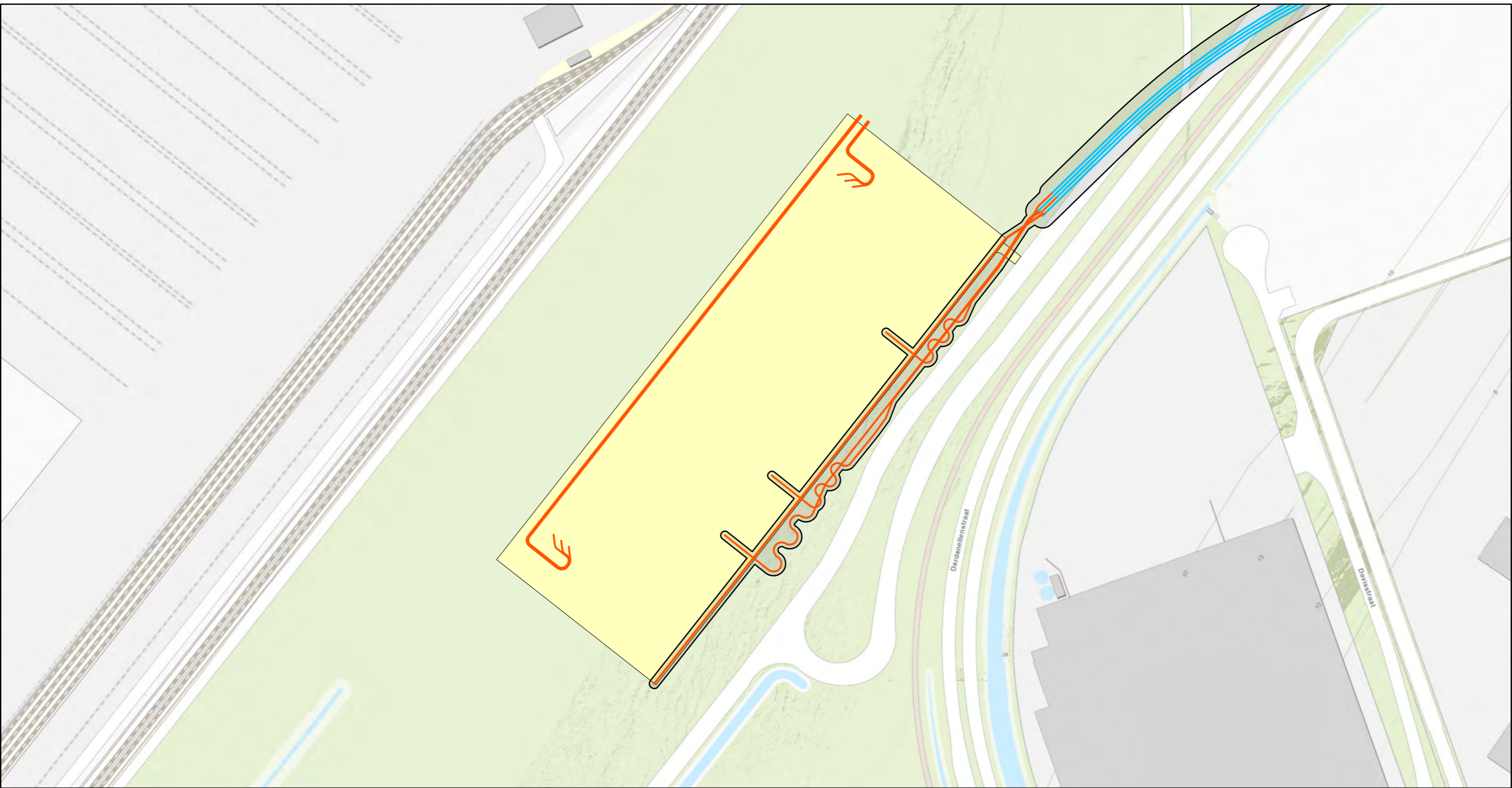


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 19 van 20		

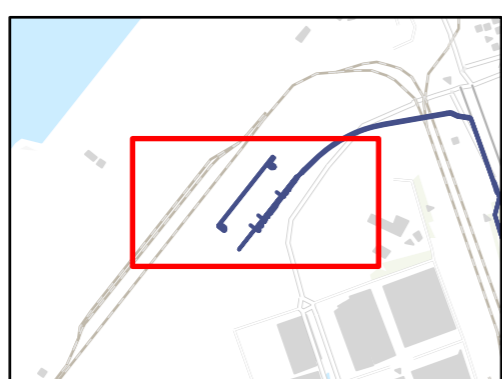


- Moffen
- Landtracé: type
- boring
- open ontgraving
- persing
- Vergunningszone
- Converterstation

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

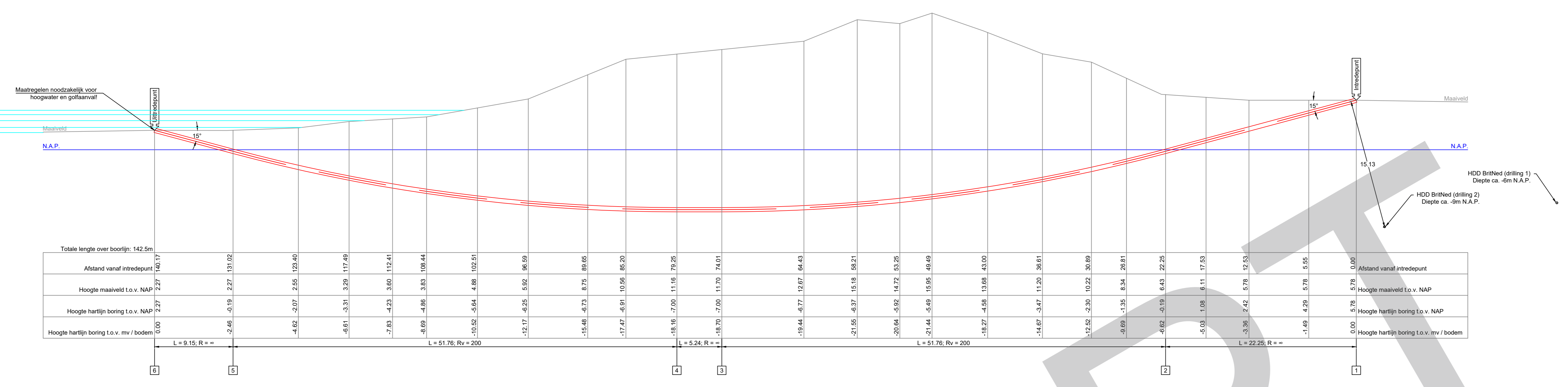


Versie	1.0	Datum	19-7-2021
Schaal	1:2.250	Formaat	A3
Kenmerk	2106_beta_onshore_water kaartbeeld 20 van 20		

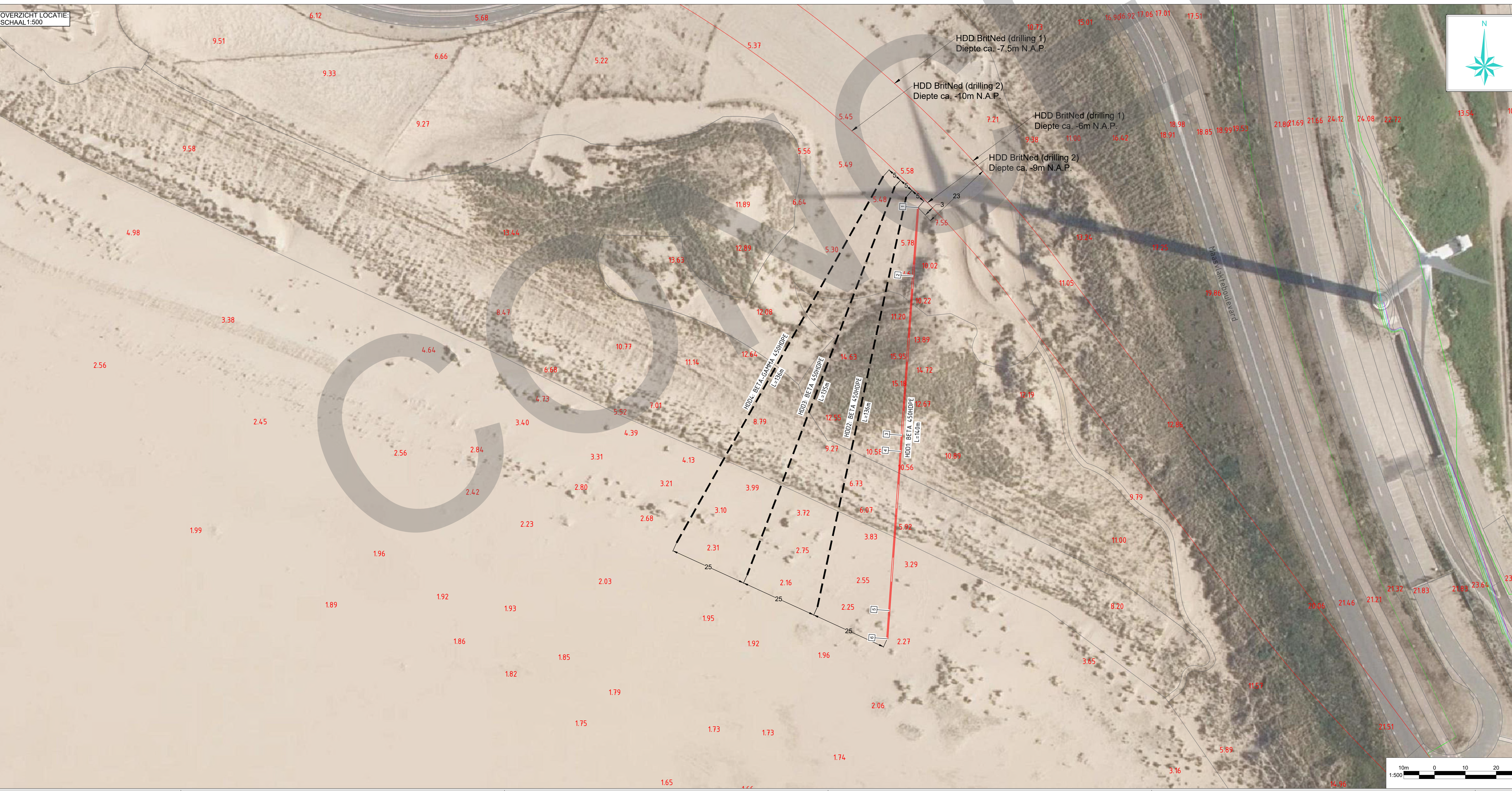


- Landtracé: type
- boring
 - open ontgraving
 - Vergunningszone
 - Converterstation

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



OVERZICHT LOCATIE
SCHAAL 1:500

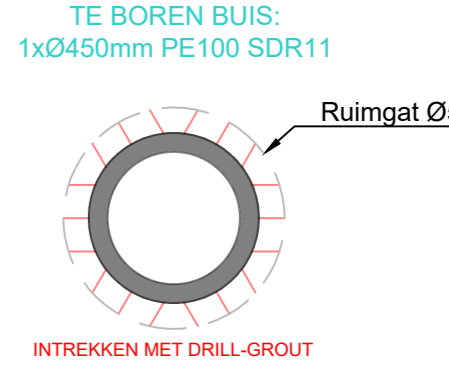


OVERZICHT LOCATIE:
SCHAAL 1:5000



	X	Y	Z(NAP)	
1	Intrede	58813.66	437954.15	5.76
2	Begin Verticale Bocht	58812.08	437931.96	-0.19
3	Einde Verticale Bocht	58808.39	437880.33	-7.00
4	Begin Verticale Bocht	58808.01	437875.10	-7.00
5	Einde Verticale Bocht	58804.32	437823.47	-0.19
6	Uitrede	58803.67	437814.24	2.27

DOORSNEDE:
SCHAAL 1:20



KLIC NUMMER: 210057957
ONTVANGST DATUM: 08-06-2021
DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN
DEZE ZIJN INDICATIEF
JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN
DIENT TIJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE
WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda:
- Horizontaal gestuurde boring
 - Horizontaal gestuurde boring
 - Topografie (bestaand)
 - Topografie (nieuw)
 - Kadaster
 - Kernzone
 - Beschermingszone
 - Buiten Beschermingszone
 - Sondering
 - Mechanische boring
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
 - Middenspanningskabel(s)
 - Hoogspanningskabel(s)
 - Gasleiding(en) lage druk
 - Gasleiding(en) hoge druk
 - Datatransport
 - Waterleiding(en)
 - Vrij verval riolering
 - Persriool
 - Warmte transport
 - Gevaarlijke buisleiding(en)

Opmerkingen:

Nr.	Omschrijving	Gesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1					
2					
3					
4					

Project: Haalbaarheidsstudie 'Net op zee Limuiden Ver (Beta - Gamma)
Maasvlakteboulevard

Plaats: Rotterdam

Titel: Horizontaal gestuurde boringen (HDPE450mm)
t.b.v. aanleg kabelverbindingen (BETA)

Kenmerk opdrachtgever: -

Onderwerp: Overzicht en dwarsprofiel

Maatstaf: 1:500

Ontwerper: RvT

Datum ontwerp: 05-07-2021

Status: CONCEPT

Tekeningnummer: 3038-0621-01-BT-BETA

Aanlanding kabels onder zeevering Maasvlakte Zuid

IJmuiden Ver Beta



Aanlanding kabels onder zeewering Maasvlakte Zuid
IJmuiden Ver Beta





Aanlanding kabels onder zeewering Maasvlakte Zuid

IJmuiden Ver Beta

Opdrachtgever	TenneT TSO BV
Contactpersoon	dhr. R. van den Thillart, dhr. A. Pietjouw
Referenties	4500003188
Trefwoorden	horizontaal gestuurde boring (HDD), HDPE mantelbuis, PE100, SDR11, zeewering, Maasvlakte Zuid, IJmuiden Ver Beta, Net op Zee, dijkfaalmechanisme

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	25-08-2021
Projectnummer	11207426-002
Document ID	11207426-002-GEO-0002
Pagina's	85
Classificatie	
Status	definitief

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
1.0	ir. D.S. Nugroho 	dr. H.M.G. Kruse 	dr. A.S.K. Elkadi 	
	dr. P. Meijers 			

Samenvatting

De aanlanding van de elektriciteitskabels van het windpark IJmuiden Ver Beta kruist de zeekering op de Maasvlakte Zuid. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 450 mm HDPE mantelbuizen zullen door middel van horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen 4 HDD's worden uitgevoerd onder de zeekering voor de Beta kabels.

Dit rapport beschrijft de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels op de zeekering en de aanwezigheid van mantelbuizen en kabels na installatie. Om de beoordeling uit te kunnen voeren is eerst een globaal ontwerp gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

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

- De diepte ligging van de boorlijn is geoptimaliseerd. In dit rapport is op basis van beschikbare informatie (dient nog te worden geverifieerd aan de hand van lokaal grondonderzoek) gekozen om het diepste punt van de vloerpijp op NAP-9 m te leggen.
- Om de boorlijn met een vloerpijpdiepte van NAP-9 m te kunnen realiseren dienen de in- en uittredehoek van de Beta boringen vanwege de lengte op 16° worden aangehouden.
- Het hoogteverschil tussen het in- en uittredepunt is ca. 3,4 m. Een terp c.q. werkplateau ter plaatse van het uittredepunt dient te worden geconstrueerd om te zorgen dat er een voldoende overdruk in de boorgang tijdens de uitvoering is. Uit een conservatieve aanname van de ligging van de freatische lijn volgt een terphoogte van NAP+4,5 m (bovenkant terp). Na uitvoering van grondwaterstandmetingen in peilbuizen kan deze terphoogte worden geoptimaliseerd.
- Bij de buitenrand van de terp c.q. werkplateau is een constructie benodigd om de golfaanval op te vangen. De constructie kan worden uitgevoerd met geotubes en damwanden.
- De spanningen in de mantelbuizen zijn tijdens de aanleg en in gebruiksfasen lager dan de toets waarden conform NEN 3650-1:2020. Hierbij is rekening gehouden met temperatuur effecten.
- Het is aan te raden om de PE-leidingen tijdens de intrekfase 100% te vullen, om spanningen in de mantelbuizen door optredende trekkrachten te reduceren (en om risico's op grotere trekkrachten te voorkomen).

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

- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de zeekering.
- Naar verwachting zijn de zandlagen niet verwekingsgevoelig (dient nog te worden geverifieerd aan de hand van lokaal grondonderzoek). Bovendien is de geometrische toets voor zettingsvloeiing voldoende.
- De graafwerkzaamheden op het strand (bij het uittredepunt) en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de zeekering.
- De te verwachten zakking ter plaatse van de zeekering is gering en daardoor toelaatbaar. Het waterkerend vermogen wordt niet aangetast.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Over het project	8
1.2	Doelstelling	8
2	Projectinformatie	9
2.1	Beschikbare informatie en documenten	9
2.2	Aanleg	9
2.3	Boorlijn	9
2.4	Aan te leggen mantelbuis	10
2.5	Beschikbaar grondonderzoek	10
2.6	Zeewering	11
2.7	Hoogteprofiel	12
3	Geologie en geohydrologie	14
3.1	Geologie	14
3.1.1	Algemeen	14
3.1.2	Geologisch langsprofiel	14
3.2	Geohydrologie	15
3.2.1	Geohydrologisch langsprofiel	15
3.2.2	Zee waterstand	16
3.2.3	Freatische grondwaterstand en stijghoogte (van de 1 ^e watervoerende laag)	16
3.2.4	Chloridegehalte	18
4	Uitgangspunten	19
4.1	Algemeen	19
4.2	Ligging vloerpijp	19
4.3	Doorsnede en grondparameters	19
4.4	Boorfasen	20
4.5	Boorvloeistof	20
4.6	Leidingparameters	20
4.7	Temperatuurverschil in mantelbuis	21
4.8	Partiele factor voor trekkracht	21
4.9	Volumegewicht zeewater	21
5	Globaal ontwerp	22
5.1	Aanpassing boorlijn	22

5.2	Overdruk in boorgang	22
5.2.1	Initiële overdruk (zonder terp)	23
5.2.2	Overdruk in de boorgang met een terp tot NAP+4,5 m bij uittredepunt	23
5.3	Minimale en maximale boorvloeistofdrukken	24
5.4	Trekkracht	24
5.4.1	100% gevulde leiding (met water)	25
5.4.2	Niet-gevulde leiding	25
5.5	Leidingsterkte	26
5.5.1	Spanningen	26
5.5.1.1	100% gevulde leiding (met water)	26
5.5.1.2	Niet-gevulde leiding	27
5.5.2	Deflectie	27
5.5.3	Implosie	27
5.5.3.1	100% gevulde leiding (met water)	28
5.5.3.2	Niet-gevulde leiding	28
5.6	Tussenafstand tussen de boorlijnen van de HDD's	28
5.6.1	Intredepunt	29
5.6.2	Uittredepunt	29
6	Invloed op de waterveiligheid van de zeekering	30
6.1	Algemeen	30
6.2	Macrostabieliteit	31
6.2.1	Uitgangspunten	31
6.2.1.1	Beoordeling invloed van boren	31
6.2.1.2	Norm voor analyse	31
6.2.1.3	Glijvlakmodel	31
6.2.1.4	Materiaalfactor (γ_c)	31
6.2.2	Schematisering freatische waterstand voor faalmechanisme STBU	32
6.2.3	Software	32
6.2.4	Macrostabieliteit binnentalud (STBI)	32
6.2.4.1	Zonder plastische straal (initiële situatie)	32
6.2.4.2	Met plastische straal (tijdens pilotboren)	33
6.2.5	Macrostabieliteit buitentalud (STBU)	34
6.2.5.1	Zonder plastische straal (initiële situatie)	34
6.2.5.2	Met plastische straal (tijdens pilotboren)	35
6.2.6	Conclusie	36
7	Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving voorland	37
7.1	Algemeen	37
7.2	Relevante gegevens ondergrond	37
7.3	Beoordeling verwekingsgevoeligheid op basis zandeigenschappen	38
7.4	Geometrietoeets zettingsvloeiing	39
8	Toetsing op hoogte (GEKB)	41
8.1	Algemeen	41
8.2	Berekende zakking door trillingen	41
8.3	Kruinzakking door boogwerking	42

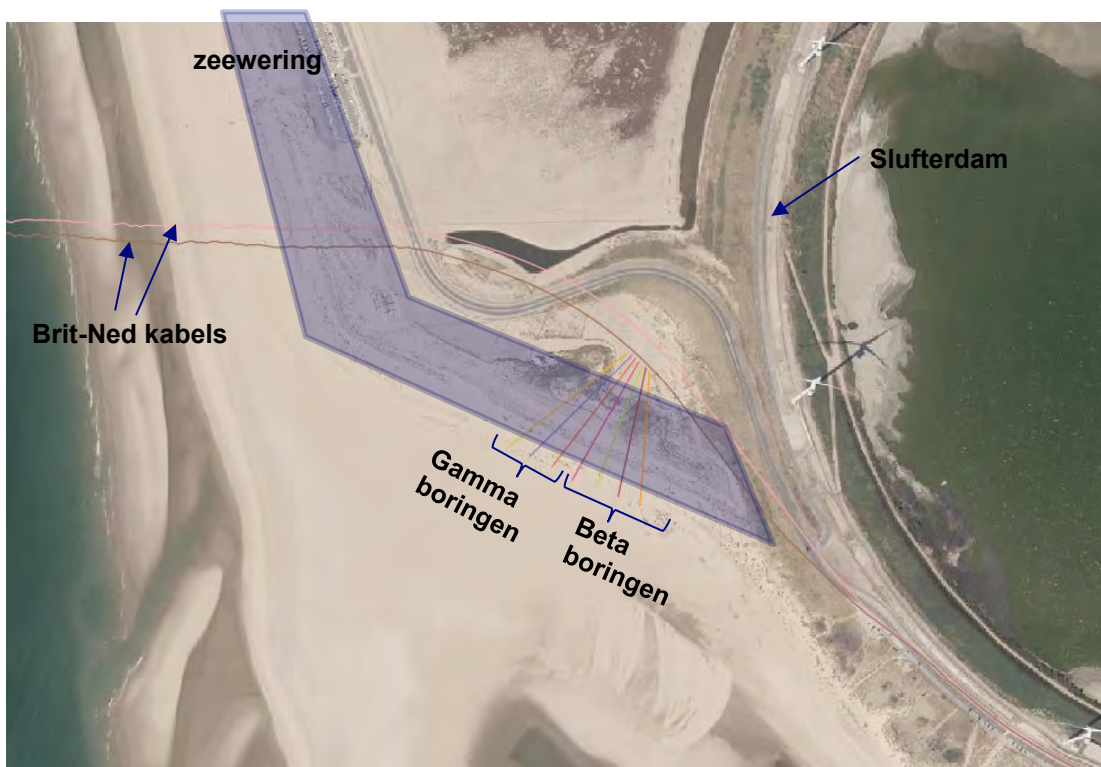
8.4	Consolidatie boorvloeistof	43
8.5	Volumeverandering rond boorgat	44
8.6	Sommatie componenten kruindaling	46
8.7	Combinatie boringen IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma	46
9	Invloed bij ontgraving aanbrengen kabels	48
9.1	Uitgangspunten	48
9.2	Afmetingen damwand	48
9.3	Wateroverspanning tijdens intrillen	48
9.4	Invloed ontgravingsput op stabiliteit zeewering	49
9.4.1	Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingspunt	49
9.4.2	Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand	50
9.5	Conclusie	51
10	Conclusies	52
11	Referentie	53
A	Afslagprofiel	54
B	D-Geo Pipeline berekeningsrapport	55

1 Inleiding

1.1 Over het project

Onderdeel van de aanleg van de elektriciteitskabels voor IJmuiden Ver Beta en Gamma is de kruising van een zeewering op de Maasvlakte Zuid. De kruising zal worden uitgevoerd als een horizontaal gestuurde boring (HDD). Er zullen 4 naast elkaar gelegen HDD's worden uitgevoerd voor de aanlanding van IJmuiden Ver Beta en 3 HDD's voor IJmuiden Ver Gamma.

Nabij de geplande intredepunten van de boringen bevinden zich de bestaande Brit-Ned kabels. In het achterland van de te kruisen zeewering bevindt zich de Slufterdam op ongeveer 150 m afstand van de intredepunten. De geplande locaties van de horizontaal gestuurde boringen zijn in Figuur 1.1 weergegeven. De zeewering is hier aangegeven [1].



Figuur 1.1 Locatie aanlanding elektriciteitskabels voor IJmuiden VER Beta (4 boringen) en Gamma (3 boringen) (bron: zeewering [1 en 6], Brit-Ned kabels [2], Gamma boringen [3] en Beta boringen [4]).

1.2 Doelstelling

Ten behoeve van een vergunningaanvraag voor de aanleg van de kabels onder de zeewering op de Maasvlakte Zuid is Deltares door TenneT gevraagd om een globaal ontwerp op te stellen voor de kruising met de zeewering. Aan Deltares is tevens gevraagd om de effecten op de zeewering te beschouwen, zodat kan worden aangetoond dat de aanleg van de kabels geen ontoelaatbare effecten heeft op het waterkerend vermogen.

In dit rapport is het globale ontwerp voor de korte variant van HDD IJmuiden Ver Beta beschreven.

2 Projectinformatie

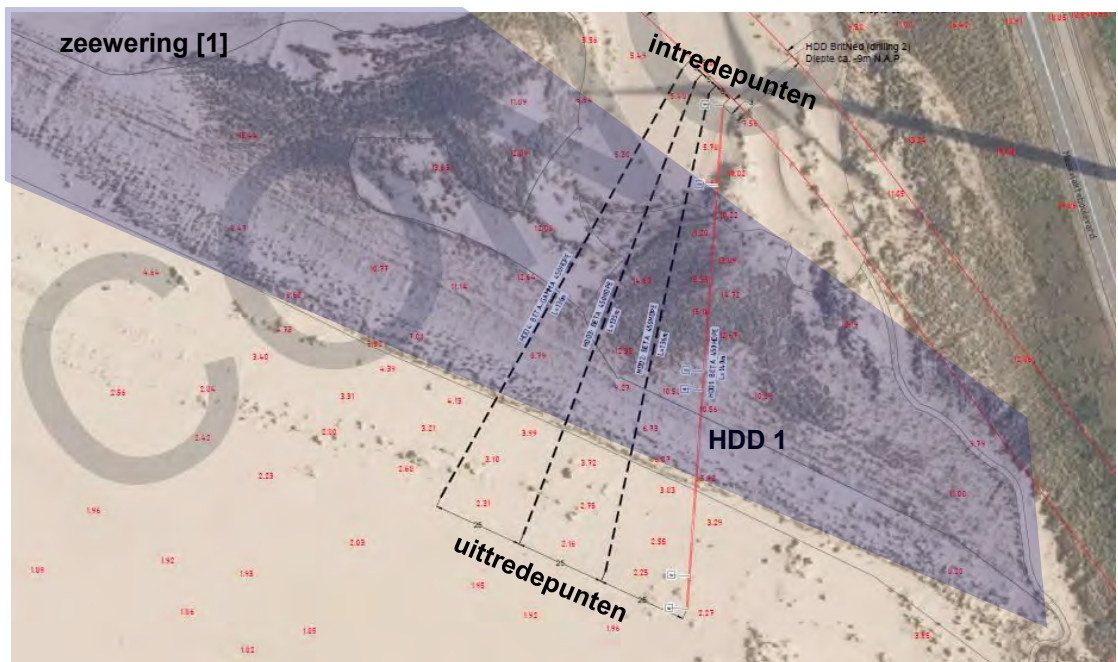
2.1 Beschikbare informatie en documenten

TenneT heeft de volgende informatie verstrekt:

- Bovenaanzicht en de door TenneT voorgestelde boorlijn voor HDD 1 Beta: 3038-0621-01-BT-BETA versie 1-A0.pdf.

2.2 Aanleg

In Figuur 2.1 is het bovenaanzicht weergegeven van de 4 Beta boringen ter plaatse van de kruising met de zeewering. De afstand tussen twee uittredepunten is ca. 25 m. De afstand tussen twee intredepunten is ca. 5 m. Voor de uitwerking van het ontwerp van de HDD's bij de kruising van de zeewering is de boorlijn van HDD 1 gekozen.



Figuur 2.1 HDD 1 voor het ontwerp van de Beta boringen kruising zeewering in Maasvlakte Zuid [4]

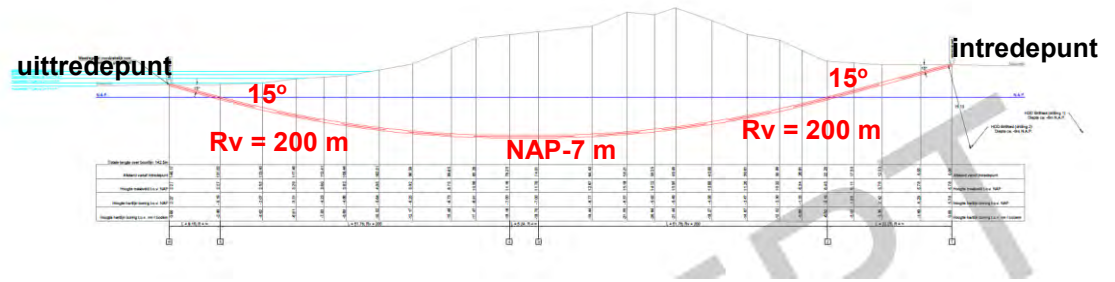
Ter plaatse van de uittredepunten van de horizontaal gestuurde boringen worden ontgravingen binnen damwandkuipen uitgevoerd om de kabels op een diepte van 5 m onder maaiveld (ca. 2,5 m gronddekking onder de berekende afslagdiepte [20], die is weergegeven in Bijlage A) in te voeren in de mantelbuizen. Vanzelfsprekend zullen de ontgravingen plaatsvinden nadat de mantelbuizen zijn geïnstalleerd.

2.3 Boorlijn

De geometrie van de door TenneT voorgestelde boorlijn (HDD 1) heeft de volgende kenmerken (zie Figuur 2.2):

- In- en uittredehoek 15°.
- Vloerpijp diepte NAP-7 m.
- Verticale bochtstraal (Rv) 200 m (opgaande en neergaande bochten).

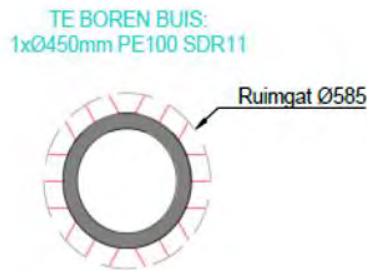
Het uittredepunt bevindt zich aan de zeezijde van de zeewering. De horizontale lengte van de boring is ca. 140,17 m.



Figuur 2.2 De door TenneT voorgestelde boorlijn voor HDD 1 Beta [4]

2.4 Aan te leggen mantelbuis

De aan te leggen mantelbuis is volgens opgave van TenneT 450 mm PE100 SDR 11. Deze mantelbuis zal in een geruimd boorgat van 585 mm (23") worden aangelegd (zie Figuur 2.3). De wanddikte van de mantelbuis bedraagt 41 mm. Het materiaal is PE 100 daardoor is de lange termijn sterkte 350 MPa en de korte termijn sterkte 975 MPa bij 20°C.



Figuur 2.3 Afmeting mantelbuis en geruimd boorgat [4]

2.5 Beschikbaar grondonderzoek

Het beschikbare grondonderzoek rondom het boortracé is in Figuur 2.4 weergegeven.



Figuur 2.4 Locatie van het beschikbare grondonderzoek (bron: Dinoloket en [5])

2.6 Zeewering

Het deel van de zeewering waar de aanlanding IJmuiden Ver Beta en Gamma zal kruisen is een zogenaamde zachte zeewering (ZZ, zie Figuur 2.5). De zeewering bestaat hier uit zand. In het achterland van dit deel van de zeewering bevindt zich de Slufterdam.



Figuur 2.5 Bovenaanzicht zeewering in Maasvlakte [1 en 6] en geplande locatie van de IJmuiden Ver Beta en Gamma

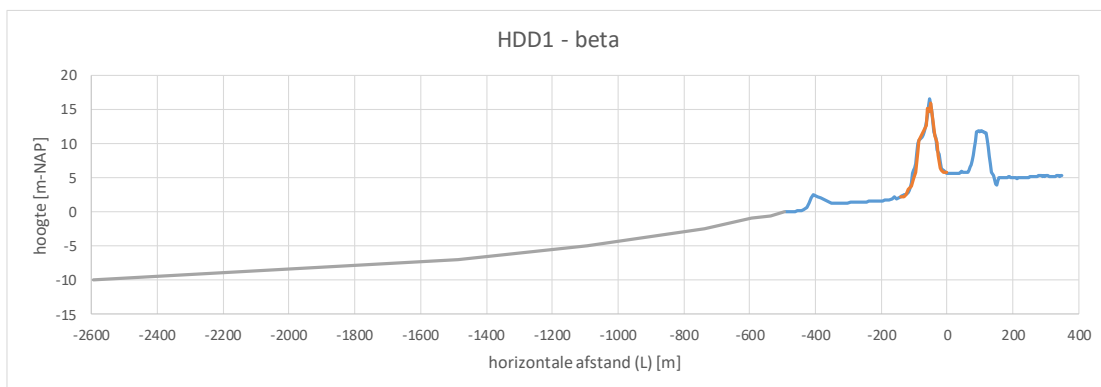
Voor deze zeewering is de veiligheidsnorm officieel niet vastgesteld door Rijkswaterstaat. De zeewering bevindt zich dicht bij de primaire waterkering traject 20-1 (zie Figuur 2.6) met een toelaatbare overstromingskans van 1/30000 per jaar [17]. Dit is een zeer conservatieve aanname omdat er geen overstroming kan optreden (de binnendijkse zijde staat in verbinding met de Noordzee). Voor de beschouwing van de waterveiligheid van de zeewering dient rekening te worden gehouden met de maatgevende hoogwaterstand NAP+5,77 m bij een toelaatbare overstromingskans van 1/30000 [17]. De maatgevende buiten hoogwaterstand van NAP+5,77 voor de zeewering is aan het punt Voorne_11_1002 ontleend (zie Figuur 2.6).



Figuur 2.6 Geplande locatie voor aanlanding IJmuiden Ver Beta-Gamma op een oude kaart voor aanleg van de zeewering, de locatie van primaire waterkering traject 20-1 (licht blauwe lijn) en het uitvoerpunt Voorne_11_1002 voor de maatgevende hoogwaterstand bepaling

2.7 Hoogteprofiel

In Figuur 2.2 is het maaiveld langs de boorlijn HDD 1 Beta inclusief de vooroever weergegeven. Aan de binnendijkse zijde van de zeewering is de Slufterdam aanwezig. De oranje lijn (zeewering) is gelegen boven de geplande boorlijn tussen het intredepunt en het uittredepunt van de door TenneT voorgestelde HDD 1 Beta (het intredepunt bij L = 0 m, het uittredepunt bij L ca. -140 m). Het vooroeverprofiel tussen L -495 m en -2600 m is op oude gegevens gebaseerd. Dit vooroeverprofiel dient te worden bevestigd met de bathymetriegegevens (tijdens het opstellen van dit rapport waren de bathymetriegegevens niet beschikbaar).



Figuur 2.7 Lengteprofiel maaiveldhoogte HDD 1 Beta inclusief de vooroever.

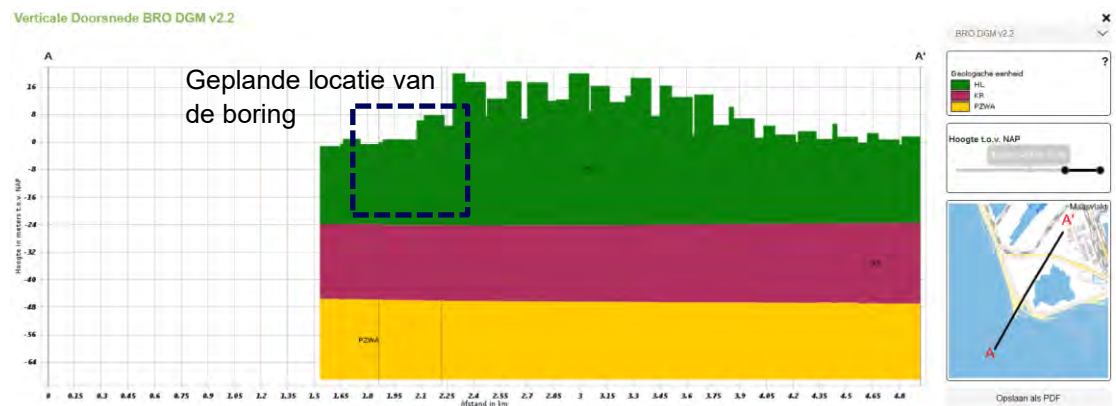
3 Geologie en geohydrologie

3.1 Geologie

3.1.1 Algemeen

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

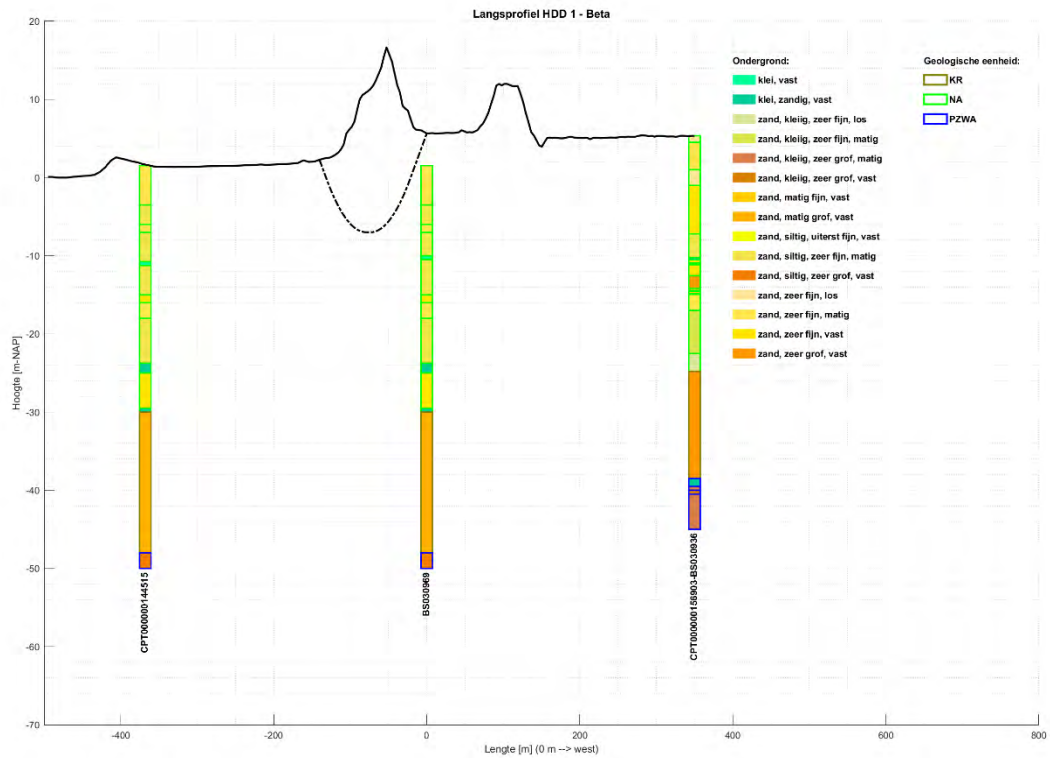
- HL (Holocene lagen, Formatie van Naaldwijk).
- KR (Formatie van Kreftenheye).
- PZWA (Formatie van Waalre).



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

3.1.2 Geologisch langsprofiel

Figuur 3.2 geeft het geologisch langsprofiel met de uit het grondonderzoek afgeleide grondlagen en de voorgestelde boorlijn weer. De ligging van de grondlagen is uit de beschikbare boringen en sonderingen geïnterpreteerd. De Holocene lagen (Formatie van Naaldwijk) bestaan voornamelijk uit zeer fijn zand. Er komen lokaal meer siltig en kleilig ontwikkelde lagen voor. De vloerpijp van de voorgestelde boorlijn ligt op NAP-7 m in een matig gepakt zeer fijn zandpakket van de Formatie van Naaldwijk (NA).



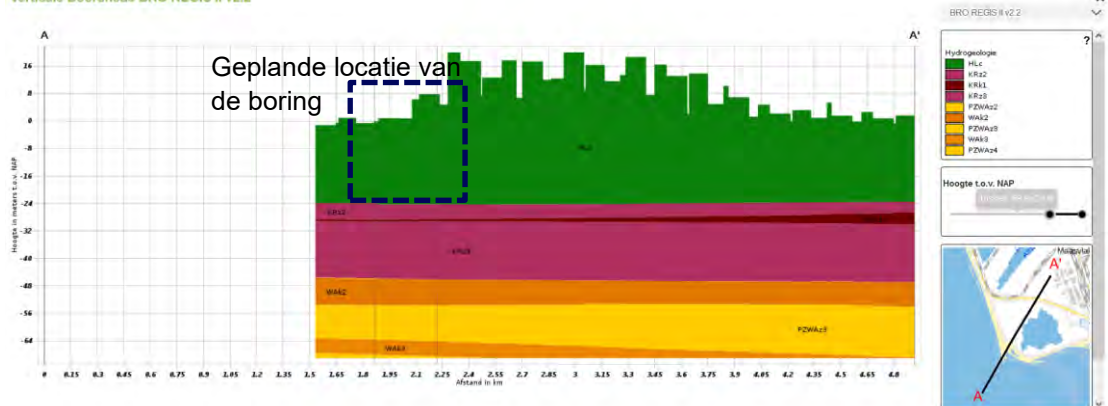
Figuur 3.2 Geologisch langspriet met grondlagen en de door TenneT voorgestelde boorlijn (vloerpijp op NAP-7 m)

3.2 Geohydrologie

3.2.1 Geohydrologisch langspriet

Het geohydrologische spriet ter plaatse van het boortracé is in Figuur 3.3 weergegeven. De Formatie van Kreftenheye (KR) en de Formatie van Waalre (PZWA) bestaan vooral uit matig grof tot zeer grof zand. Bij de overgang tussen de Holocene lagen (HL) en de Formatie van Kreftenheye (KR) is een zandige kleilaag (matig tot vast) aanwezig. Bij de overgang tussen de Formatie van Kreftenheye (KR) en de Formatie van Waalre (PZWA) kan een vaste zandige kleilaag voorkomen (in de classificatie die vroeger werd gebruikt werd dit klei uit de Kedichem formatie genoemd).

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2

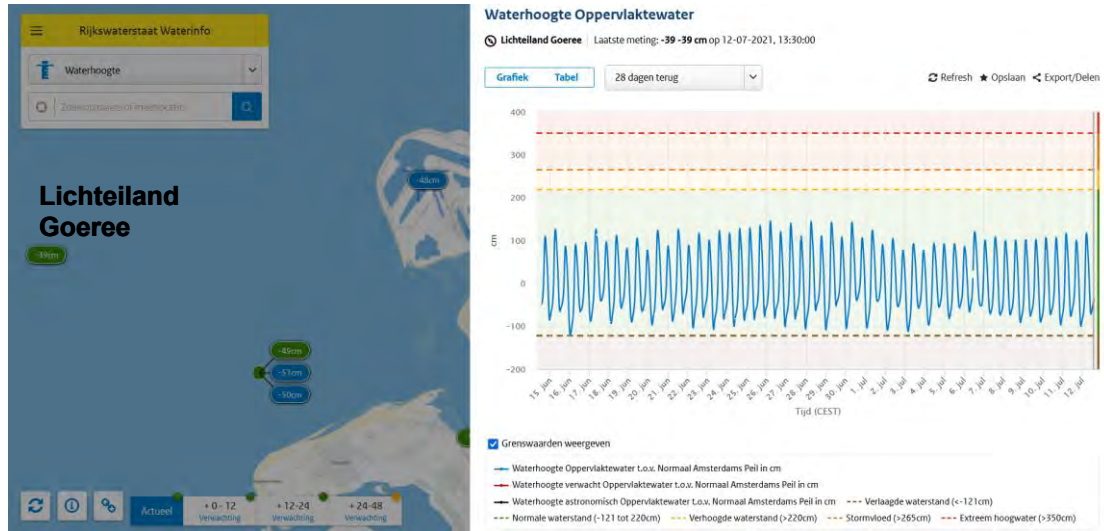


Figuur 3.3 Geohydrologisch spriet ter plaatse van het boortracé tot NAP-55 m diep (bron: Dinoloket)

De Holocene lagen bestaan grotendeels uit zand. Het Holocene zand en het Pleistocene zand van de Formatie van Kreftenheye vormen de 1^e watervoerende laag. De kleilaag aan de bovenkant van de Formatie van Waalre (Waalre klei / Kedichem klei) vormt de 1^e waterremmende laag.

3.2.2 Zee waterstand

De informatie over de buitenwaterstanden in de Noordzee kan worden ontleend aan de metingen bij Lichteiland Goeree (zie Figuur 2.8). De maximale dagelijkse buitenwaterstand (bij vloed) bedraagt ca NAP-2,2 m. De minimale dagelijkse buitenwaterstand bedraagt ca NAP-1,2 m.



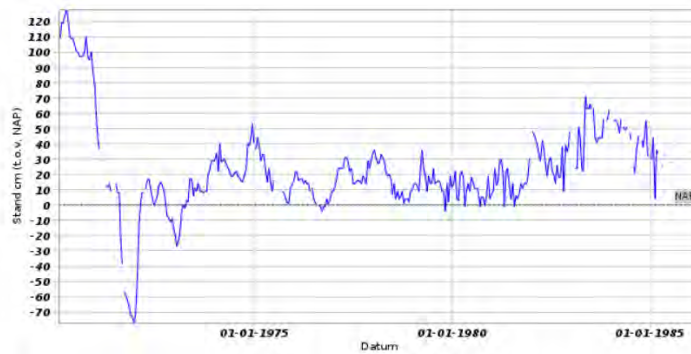
Figuur 3.4 Verloop waterstand buitendijks, periode 15 juni – 12 juli 2021, locatie Lichteiland Goeree (bron: <https://waterinfo.rws.nl>)

3.2.3 Freatische grondwaterstand en stijghoogte (van de 1^e watervoerende laag)

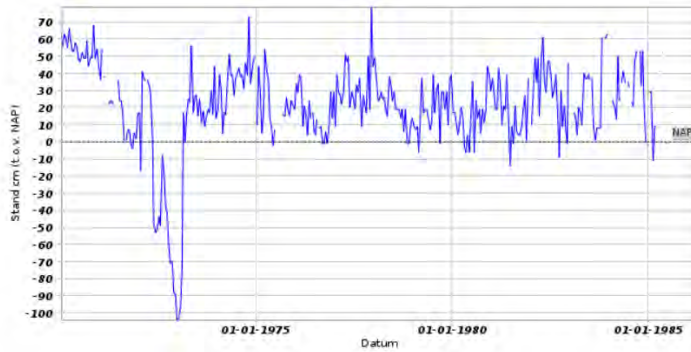
Er zijn geen recente metingen beschikbaar van de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van de 1^e watervoerende laag in de buurt van de te kruisen zeewering. Grondwaterput B37A0113 en B37A0104 geven enige informatie over de oude metingen (tussen 1970 en 1986) voor de aanleg van tweede Maasvlakte, maar deze grondwaterputten bevinden zich op ca. 5 km van de aanlandingslocatie (zie Figuur 3.5). De metingen van de freatische waterstand en de stijghoogte in B37Z0113 zijn in Figuur 3.6 weergegeven. De metingen aan de freatische waterstand en de stijghoogte in B37A0104 zijn in Figuur 3.6 weergegeven. Het volgt uit deze oude metingen (Figuur 3.5 en 3.6) dat de gemiddelde stijghoogte van de 1^e watervoerende laag ongeveer gelijk aan de gemiddelde freatische waterstand is.



Figuur 3.5 Beschikbare grondwaterputten in de buurt van de geplande aanlanding IJmuiden Ver Beta en Gamma in Maasvlakte Zuid (bron: Dinoloket)

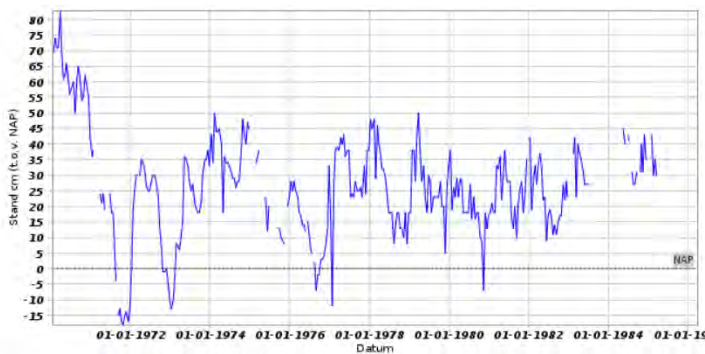


Identificatie buis: B37A0113-002
 Coördinaten: 63369, 438822 (RD)
 Maaiveld: 5 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -3.7 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -4.7 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 8.7 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 9.7 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 15-01-1970
 Einddatum: 26-03-1986
 Aantal metingen: 356

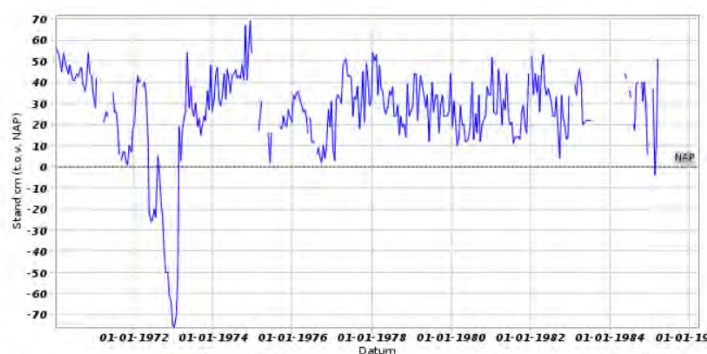


Identificatie buis: B37A0113-004
 Coördinaten: 63369, 438822 (RD)
 Maaiveld: 5 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -23.9 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -24.9 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 28.9 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 29.9 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 15-01-1970
 Einddatum: 26-03-1986
 Aantal metingen: 356

Figuur 3.6 Oude freatische waterstand en stijghoogte (van de 1^e watervoerende laag) metingen in B37A0113 (bron: Dinoloket)



Identificatie buis: B37A0104-001
 Coördinaten: 63415, 438724 (RD)
 Maaiveld: 0.8 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -2.4 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -3.4 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 3.2 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 4.2 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 15-01-1970
 Einddatum: 26-03-1986
 Aantal metingen: 334



Identificatie buis: B37A0104-003
 Coördinaten: 63415, 438724 (RD)
 Maaiveld: 0.8 m t.o.v. NAP
 Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP: -22.4 m
 Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP: -23.4 m
 Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld: 23.2 m
 Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld: 24.2 m
 Drukopnemer aanwezig: nee
 Begindatum: 15-01-1970
 Einddatum: 26-03-1986
 Aantal metingen: 335

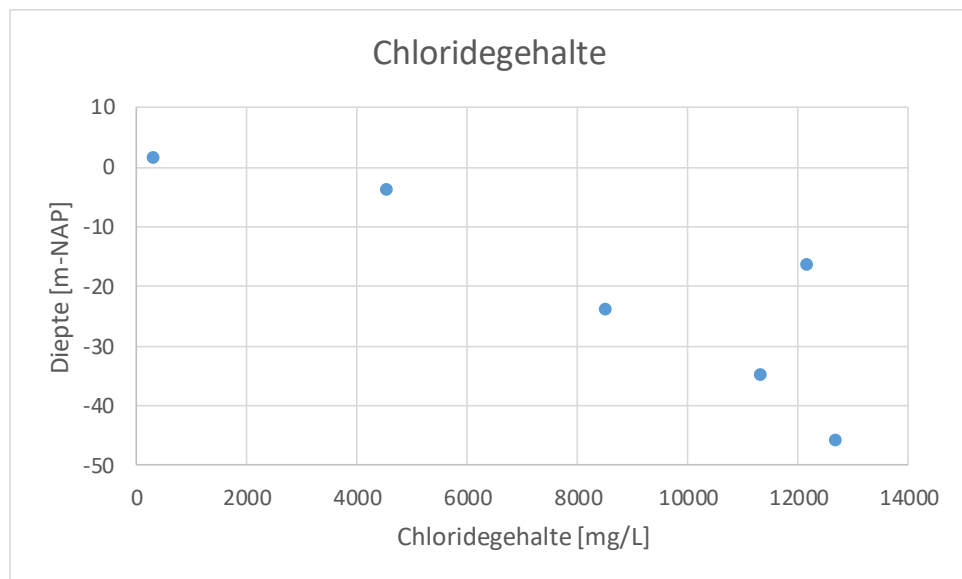
Figuur 3.7 Oude freatische waterstand en stijghoogte (van de 1^e watervoerende laag) metingen in B37A0104 (bron: Dinoloket)

Uit recent onderzoek volgt dat de freatische grondwaterstand bij de Slufter bevindt zich op tussen NAP+6 m en NAP+5,5m [7].

De informatie omtrent de freatische grondwaterstand en de stijghoogte (van de 1^e watervoerende laag) is summier en dient voorafgaand de uitvoering te worden gemeten. De metingen aan de freatische waterstand en stijghoogte (1^e watervoerende laag) zullen moeten worden uitgevoerd ter plaatse van de intredepunten.

3.2.4 Chloridegehalte

Het chloridegehalte in de ondergrond tot NAP-50 m is in grondwaterput B37A0113 gemeten (zie de locatie in Figuur 3.5). De chloridegehalte metingen op verschillende diepten uit B37A0113 zijn in Figuur 3.8 weergegeven. De meetdatum is 6 september 1971. Het volgt uit Figuur 3.8 dat zout grondwater (chloridegehalte ≥ 1000 mg/L) kan worden verwacht ter plaatse van de diepere grondlagen. Mogelijk kan er ter plaatse van het intredepunt in de bovenste grondlagen zoet water worden aangetroffen.



Figuur 3.8 Gemeten chloridegehalte in B37A0113 (bron: Dinoloket)

4 Uitgangspunten

4.1 Algemeen

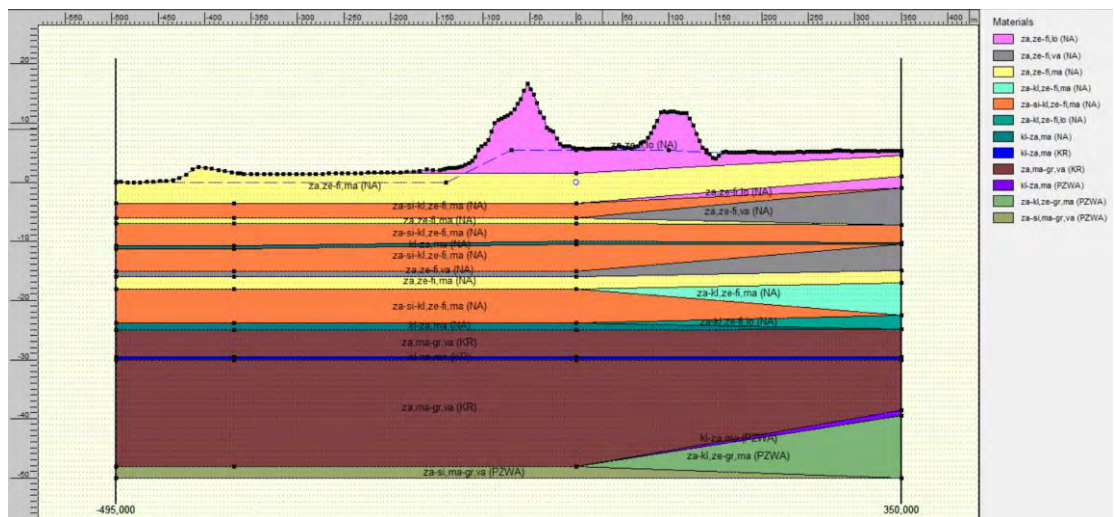
De belangrijkste uitgangspunten van de ontwerpberekeningen voor het globaal ontwerp zijn in dit hoofdstuk beschreven.

4.2 Ligging vloerpijp

De voorgestelde ligging van de vloerpijp (NAP-7 m) ligt in de Formatie van Naaldwijk (Holocene laag). De vloerpijp zal dan worden geboord in een matig gepakt zeer fijn zandpakket. De zeer fijne korrels van het zand leveren een verhoogd uitvoeringsrisico op aanzanding van de boorvloeistof en boorgatinstabiliteit op (vanwege de korte lengte van de boorlijn is de risico bijdrage door boren in een niet optimale grondlaag gering, maar desondanks is het altijd goed om zoveel mogelijk te optimaliseren). Door de vloerpijp iets dieper in een kleilig matig gepakt zandpakket van de Formatie van Naaldwijk te leggen op NAP-9 m te leggen kan de boorlijn worden geoptimaliseerd (zie Figuur 4.1). De aanwezigheid van de klei in het zandpakket draagt bij aan een stabiel boorgat. Vanzelfsprekend dient er voorafgaand aan de uitvoering nog grondonderzoek worden uitgevoerd om vast te stellen dat de kleilige laag inderdaad aanwezig is.

4.3 Doorsnede en grondparameters

De geschematiseerde ondergrond op basis van de beschikbare gegevens is met behulp van D-Geo Pipeline (versie 20.1) gemaakt en is in Figuur 4.1 gepresenteerd. In de doorsnede ligt de gemiddelde freatische grondwaterstand in het achterland van de zeewering en bij het intredepunt op NAP+5,5 m. De freatische grondwaterstand bij het uittrede punt ligt op NAP+0 m (gemiddelde zeeniveau, bij berekeningen wordt een conservatieve waarde voor de laag- of hoogwaterstand genomen).



Figuur 4.1 Langsdoorsnede horizontaal gestuurde boring aanlanding IJmuiden Ver Beta (met de gemiddelde freatische waterstand van NAP+0 m in het voorland)

De grondparameters voor de grondlagen zijn met behulp van tabel 2b NEN 9997-1:2016 [8] bepaald en zijn in Tabel 4.1 gegeven. De toelichting voor de gebruikte grondparametersymbolen is onder Tabel 4.1 te vinden.

Tabel 4.1 Grondparameters per grondlaag

Laag naam	$\gamma/\gamma_{\text{verz.}}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E ₁₀₀ [kPa]
Zand siltig kleilig, zeer fijn, matig (NA)	18/20	0	27	35000
Zand, zeer fijn, los (NA)	17/19	0	30	15000
Zand, zeer fijn, matig (NA)	18/20	0	32,5	45000
Zand, zeer fijn, vast (NA, KR) Zand siltig, matig grof, vast (KR, PZWA)	19/21	0	35	75000
Klei, zandig, matig (NA, KR)	18/18	5	22,5	3000

Toelichting:

γ = volumegewicht boven water.

$\gamma_{\text{verz.}}$ = volumegewicht onder water (verzadigd).

c' = gedraineerde cohesie.

ϕ' = gedraineerde inwendige wrijvingshoek.

E₁₀₀ = elasticiteitsmodulus onder 100 kPa effectieve verticale spanning.

4.4 Boorfasen

De volgende uitgangspunten per boorfase zijn in de ontwerpberekeningen toegepast.

- Pilot:
 - Boorgatdiameter: 254 mm.
 - Uitstroomdebiet: 900 liter/min.
 - Circulatieverlies: 30%.
- Ruimen (normale ruimfase):
 - Boorgatdiameter: 585 mm [3].
 - Uitstroomdebiet: 1500 liter/min.
 - Circulatieverlies: 20%.
- Intrekken:
 - Boorgatdiameter: 585 mm [3].
 - Uitstroomdebiet: 1000 liter/min.
 - Circulatieverlies: 20%.

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

4.5 Boorvloeistof

De volgende eigenschappen van boorvloeistof zijn in de berekening toegepast:

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

4.6 Leidingparameters

De aan te legen mantelbuis is 1 x 450 mm PE100 SDR 11 en heeft de volgende eigenschappen:

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

4.7 Temperatuurverschil in mantelbuis

Er is rekening gehouden met een piekbelasting van de kabels en een bijhorend temperatuurverschil van 50°C in de mantelbuis [9].

4.8 Partiele factor voor trekkracht

Een partiele trekkracht factor van 1,4 is in de leidingsterkte berekening meegenomen (conform NEN3650-1:2020 [10]).

4.9 Volumegewicht zeewater

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

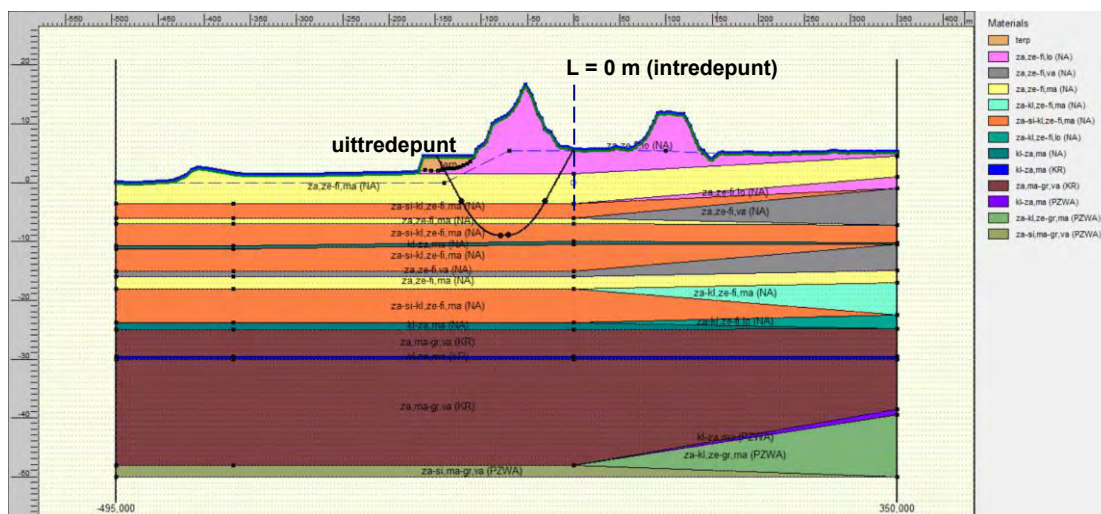
5 Globaal ontwerp

5.1 Aanpassing boorlijn

Voor het ontwerp berekening is de voorgestelde boorlijn (hoofdstuk 2.3) aangepast in verband met de optimalisatie van de boorlijn. Er is uitgegaan van een vloerpijp niveau van NAP-9 m.

Aangezien een hoogteverschil tussen het in- en uittredepunt van ca. 3,4 m aanwezig is dient een terp c.q. werkplateau ter plaatse van het uittredepunt te worden geconstrueerd. Om een voldoende overdruk in de boorgang tijdens de uitvoering te kunnen waarborgen dient de bovenkant van de terp ter plaatse van het uittredepunt te worden geconstrueerd tot NAP+4,5 m (zie Figuur 5.1, de terphoogteberekening is in hoofdstuk 5.2 beschreven). Deze terphoogte is ruim boven de hoge dagelijkse waterstand in de zee (bij vloed) die tot NAP+2,2 m kan oplopen. Voor de terp zal een bescherming tegen de golven nodig zijn (bijvoorbeeld damwand en/of geotubes). De hoogte van de buitenrand van het werkplateau en het centrum van het plateau dienen nader te worden uitgewerkt.

De langsdoorsnede met de aangepaste boorlijn is in Figuur 5.1 weergegeven. Bij de aangepaste boorlijn heeft de vloerpijp een diepte van NAP-9 m. De vloerpijp heeft een helling van $0,5^\circ$ voor het uitstromen van gas/luchtbellen in de mantelbuis. De in- en uittredehoek dienen vanwege de korte lengte te worden vergroot tot 16° (i.p.v. 15°). De totale lengte van de boring tot bovenkant terp is ca. 150 m.



Figuur 5.1 Langsdoorsnede met de aangepaste boorlijn

5.2 Overdruk in boorgang

Door een hoogteverschil van 3,4 m tussen het in- en uittredepunt dient de overdruk in de boorgang te worden gecontroleerd, zodat er voldoende boorgatstabiliteit is. Het boorgat wordt namelijk instabiel zijn wanneer de waterdruk op de boorgatwand groter is dan de statische boorvloeistofdruk.

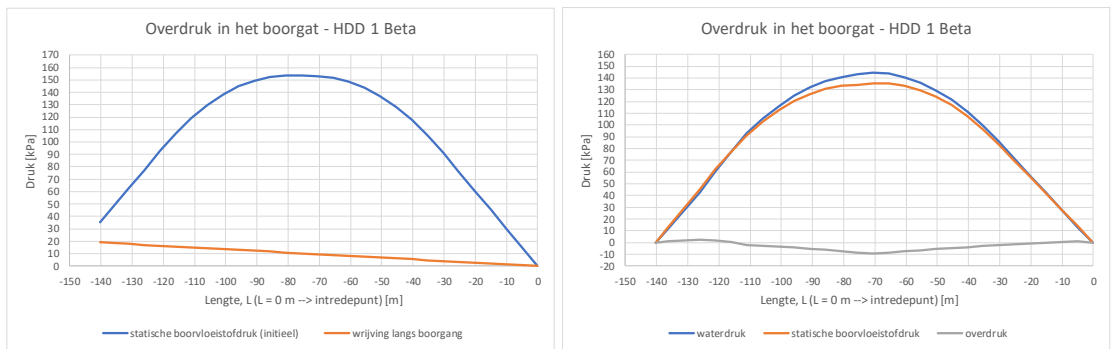
In de boorgang dient een voldoende overdruk altijd aanwezig te zijn. De gewenste minimale boorvloeistofdruk in de boorgang bedraagt 10 kPa vooral in de vloerpijp. In ieder geval dient de overdruk in de boorgang groter dan 0 kPa te zijn. In de overdrukberekening is een minimale boorvloeistofvolumegewicht van $10,5 \text{ kN/m}^3$ meegenomen.

5.2.1 Initiële overdruk (zonder terp)

Vanwege een hoogteverschil van 3,4 m tussen het in- en uittredepunt is de initiële statische boorvloeistofdruk bij het uittredepunt groter dan de totale wrijving langs de boorgang (zie L - 140 m in de linker grafiek van Figuur 5.2, met de huidige boorconfiguratie en een zwichspanning van 14 Pa van de boorvloeistof bedraagt de wrijving langs de boorgang 0,136 kPa/m’).

De boorvloeistof een evenwicht stand vinden bij het hoogteverschil van 3,4 m. Bij het evenwicht is de overdruk in de boorgang in de rechter grafiek van Figuur 5.2 weergegeven. De (conservatief aangenomen i.v.m. ontbreken van lokale metingen) grondwaterdruk tussen L - 115 m en -25 m is groter dan de statische boorvloeistofdruk (negatieve overdruk). De minimale overdruk bedraagt -10 kPa en bevindt zich bij L -70 m (einde neergaande bocht). Er is dus een risico op boorgatinstabiliteit over ca 90 m boorlijnlengthe (het dient te worden opgemerkt dat de ligging freatische lijn conservatief is aangenomen omdat grondwaterstandmetingen ter plaatse niet aanwezig zijn).

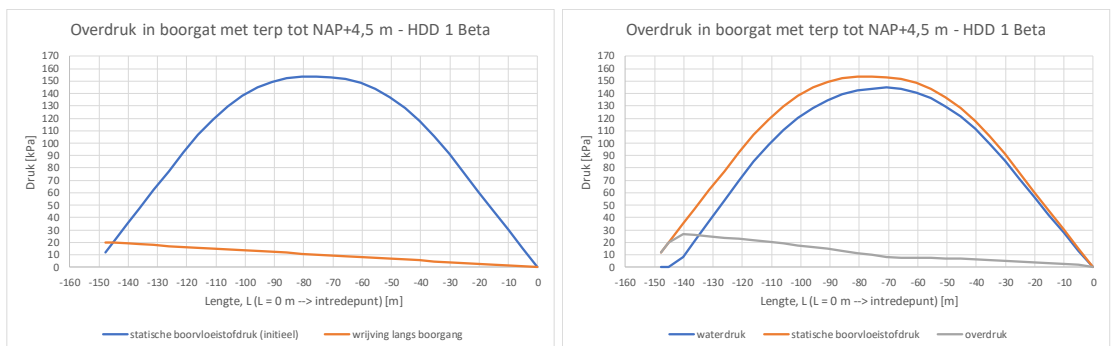
Een terpconstructie bij het uittredepunt kan worden aangebracht om voldoende overdruk in de boorgang te realiseren. De overdrukberekening met een terp bij het uittredepunt is in paragraaf 5.2.2 beschreven.



Figuur 5.2 Overdrukberekening voor de initiële situatie (zonder terp)

5.2.2 Overdruk in de boorgang met een terp tot NAP+4,5 m bij uittredepunt

In deze overdrukberekening is een terp bij het uittredepunt tot NAP+4,5 m toegepast. Door deze terp is de initiële statische boorvloeistofdruk bij het uittredepunt lager dan de totale wrijving langs de boorgang (zie de linker grafiek van Figuur 5.3). De boorvloeistofstroming van het intredepunt naar het uittredepunt treedt niet op. De grondwaterdruk langs de boorgang is lager dan de statische boorvloeistofdruk in evenwicht (positieve overdruk, zie de rechter grafiek van Figuur 5.3). Bij de einde van de neergaande bocht (bij L -70 m) bedraagt de overdruk 10 kPa. Met een terp tot NAP+4,5 m is er voldoende overdruk aanwezig in de boorgang.



Figuur 5.3 Overdrukberekening met een terp tot NAP+4,5 m bij het uittredepunt

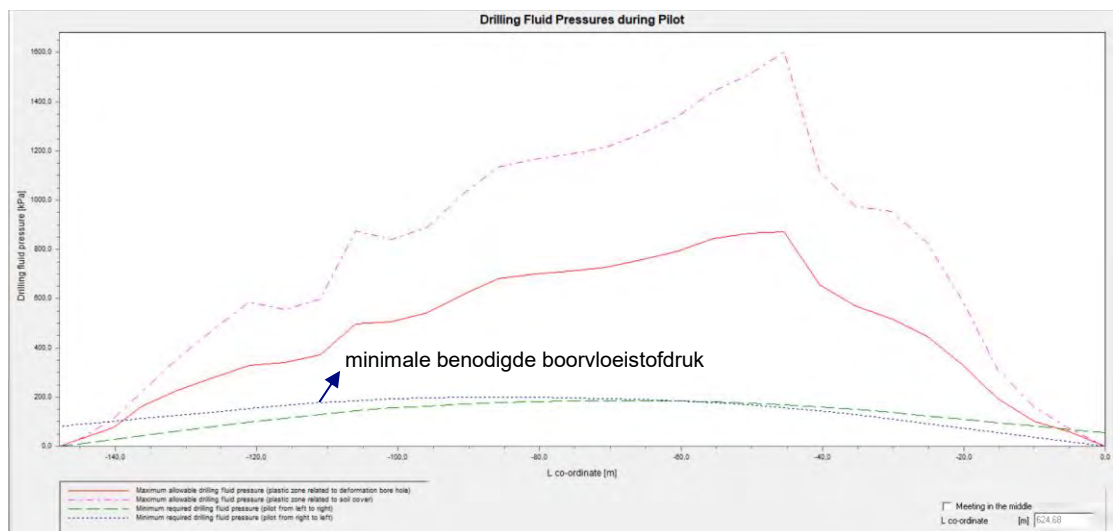
Vanzelfsprekend dient de terphoogte nog te worden getoetst aan de waterstanden en golfhoogten die tijdens de uitvoering op het strand te verwachten zijn.

Zoals beschreven in de vorige paragraaf is uitgegaan van een conservatieve ligging van de freatische lijn en is er eveneens nog marge in de berekende terphoogte om te optimaliseren. Na het beschikbaar komen van grondonderzoek met peilbuismetingen kan in het definitieve ontwerp de terphoogte nog worden geoptimaliseerd.

5.3 Minimale en maximale boorvloeistofdrukken

De grootste minimale benodigde boorvloeistofdruk treedt tijdens de pilotfase op. De minimale benodigde en maximale toelaatbare boorvloeistofdrukken tijdens pilotfase zijn in Figuur 5.4 weergegeven. In de boorvloeistofdruk berekeningen is een hoge gemiddelde freatische waterstand in de zee (bij vloed) van NAP+2,2 m meegenomen.

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



Figuur 5.4 Minimale benodigde en maximale boorvloeistofdrukken tijdens pilotfase ($L = 0$ m is uittredepunt)

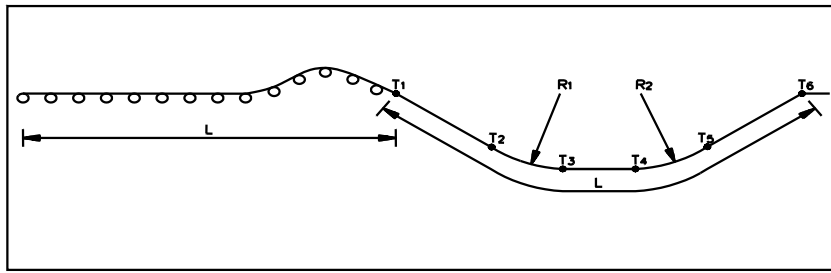
De minimale benodigde boorvloeistofdruk voor de laatste 10 m is hoger dan de maximale toelaatbare boorvloeistofdruk (zie Figuur 5.4). Over de lengte dient te worden geboord met een lagere druk en debiet zonder een volledige retourstroming, zodat geen blow out op het buitentalud van de zeewering optreedt.

5.4 Trekkracht

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de leiding een wrijving die (conform NEN 3650-1:2020 [10]) is opgebouwd uit:

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

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ontstaat een trekkracht in de leiding. Op geselecteerde punten in het boortracé volgens Figuur 5.5 zijn de trekkrachten berekend.



Figuur 5.5 Schema trekkrachtberekening [10]

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

5.4.1 100% gevulde leiding (met water)

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2020 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.1 gegeven voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water). De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 32 kN. Met de veiligheidsfactor van 1,4 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.8) bedraagt de maximale trekkracht 45 kN.

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

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	24
T2	28	22
T3	71	27
T4	79	27
T5	120	32
T6	151	31

5.4.2 Niet-gevulde leiding

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2012 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.2 gegeven voor het geval met een niet-gevulde leiding. De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 65 kN. Met de veiligheidsfactor van 1,4 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.8) bedraagt de maximale trekkracht 91 kN.

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

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkraft [kN]
T1	0	8
T2	28	15
T3	71	34
T4	79	37
T5	120	56
T6	151	65

5.5 Leidingsterkte

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

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

Belasting combinatie 2 is niet relevant, omdat de leiding een drukloze leiding is (een mantelbuis voor elektriciteitskabels). In belastingcombinatie 4 is tevens de bijdrage aan de spanning door temperatuurbelasting beschouwd. Door een hoog temperatuurverschil van 50° C (zie de uitgangspunten in hoofdstuk 4.7) worden de spanningen (axiaal en tangentieel) in belastingcombinatie 4 getoetst aan een lagere MRS waarde. Deze MRS waarde bedraagt 6,5 MPa [9]. Hieruit volgt de toelaatbare spanning op lange termijn. Deze bedraagt 5,2 MPa ($\gamma_m = 1,25$ [12]).

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

5.5.1 Spanningen

5.5.1.1 100% gevulde leiding (met water)

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

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

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	1,96	2,15	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,48	3,56
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,49	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	2,67***	2,67***

*toetswaarde voor belastingcombinatie 3 **toetswaarde voor belastingcombinatie 4

***bij lage gemiddelde freatische waterstand in de zee van NAP-1,2 m.

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

5.5.1.2 Niet-gevulde leiding

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

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

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	1,53	3,05	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,48	3,56
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,49	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	2,67***	2,67***

*toetswaarde voor belastingcombinatie 3 **toetswaarde voor belastingcombinatie 4

***bij lage gemiddelde freatische waterstand in de zee van NAP-1,2 m.

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

5.5.2 Deflectie

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

Tabel 5.5 Deflectie leiding

Berekende deflectie [mm]	Maximale deflectie [mm]	Maximale deflectie voor piggability [mm]
4,6 (1,01% van D _o *)	36	22,5

*uitwendige diameter van leiding

5.5.3 Implosie

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

5.5.3.1 100% gevulde leiding (met water)

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

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

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	173	1694
Tijdens gebruiksfase	145	415

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

5.5.3.2 Niet-gevulde leiding

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

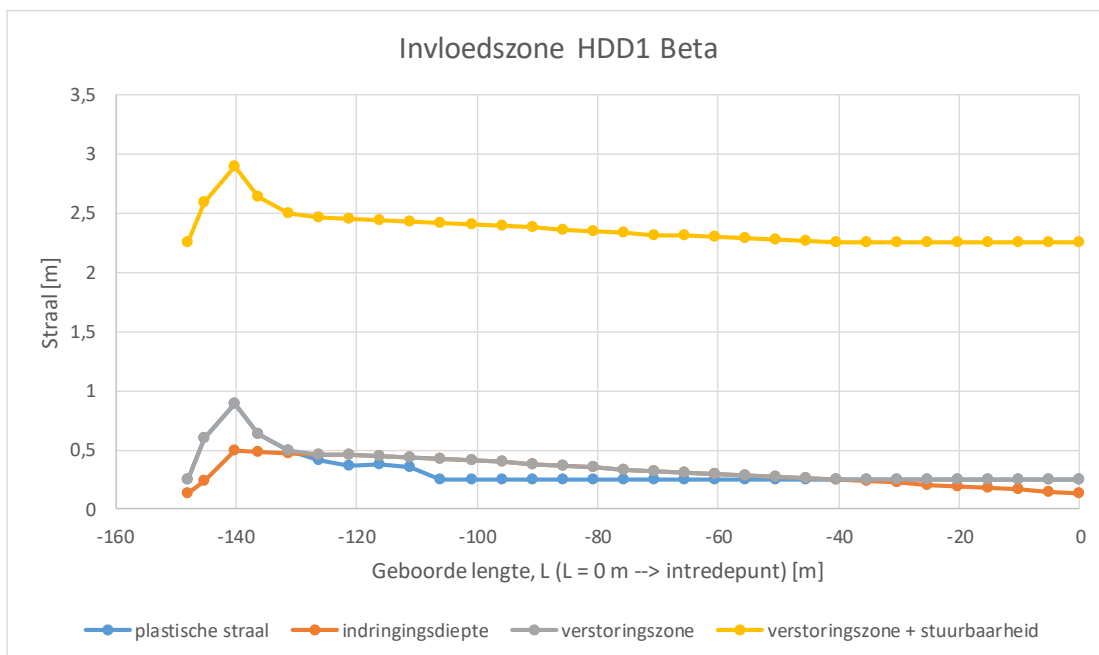
Tabel 5.7 Analyse aan implosie voor het geval met een niet-gevulde leiding

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	173	1559
Tijdens gebruiksfase	145	280

Het volgt uit Tabel 5.7 dat implosie voor het geval met een niet gevulde leiding niet zal optreden.

5.6 Tussenafstand tussen de boorlijnen van de HDD's

De berekende straal van de verstoringzone langs de geplande boorlijn is in Figuur 5.6 weergegeven. Een sturingsnauwkeurigheid van 2 m is in de berekening meegenomen. In de berekening is de minimale benodigde boorvloeiستفدرك van de laatste 10 m voor het uittredepunt gelijk aan de maximale toelaatbare boorvloeiستفدرك gezet in verband met de mogelijkheid van een blow-out (zie de opmerking in hoofdstuk 5.2).



Figuur 5.6 Straal van verstoringszone langs de boorlijn van geplande HDD kruising (HDD 1 Beta)

Er worden 4 parallelle HDD's uitgevoerd. De minimale afstand tussen twee HDD's dient groter te zijn dan de straal van de verstoringszone (maximale waarde van de plastische straal of indringingsdiepte van boorvloeistof) vermeerderd met de sturingsnauwkeurigheid (in dit geval 2 m) van de twee HDD's.

5.6.1 Intredepunt

De maximale verstoringszone inclusief stuurcorrectie is ca. 2,25 m (zie Figuur 5.6). Voor een boorgat van 0,585 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (2,25 m verstoringszone + 0,293 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,293 m boorgatstraal) 4,84 m. De voorgestelde tussenafstand van de intredepunten is 5 m en derhalve voldoende.

5.6.2 Uittredepunt

De maximale verstoringszone inclusief stuurcorrectie is ca. 2,9 m (zie Figuur 5.6). Voor een boorgat van 0,585 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (2,9 m verstoringszone + 0,293 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,293 m boorgatstraal) 5,5 m. De voorgestelde tussenafstand van de uittredepunten is 25 m tussen de boorlijnen en derhalve voldoende.

6 Invloed op de waterveiligheid van de zeewering

6.1 Algemeen

Voor de toets aan de waterveiligheid van de zeewering wordt de zeewering als een primaire waterkering beschouwd. Bij de beschouwing van de waterveiligheid van de te kruisen zeewering zullen 3 situaties moeten worden beschouwd:

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

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

1. Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU).
2. Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI).
3. Hoogte en erosie (GEKB).
4. Afschuiving (VLAF) en zettingsvloeiing voorland (VLZV).

Het mechanisme Piping (STPH) is niet relevant omdat het achterland van de zeewering in verbinding staat met de Noordzee en de locatie van het intrede punt hoog gelegen is.

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

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

In de eind situatie als de kabels in gebruik zijn genomen en er mogelijk hoogwater kan optreden, zal bij de beoordeling moeten worden gekeken naar een eventuele nazakking als gevolg van de volume afname van de boorvloeistof in de annulus van de boorgang en de gevolgen hiervan voor de hoogte en erosie van de zeewering.

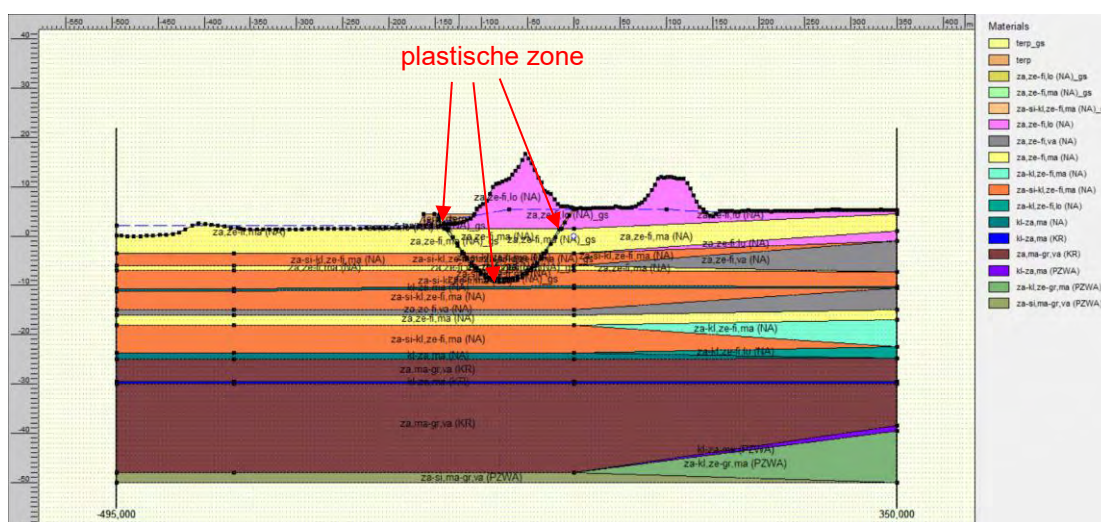
In dit hoofdstuk is de macrostabieliteit (STBI en STBU) analyse beschreven. De analyse voor afschuiving en zettingsvloeiing is in hoofdstuk 7 beschreven.

6.2 Macrostabiliteit

6.2.1 Uitgangspunten

6.2.1.1 Beoordeling invloed van boren

Tijdens het pilotboren van de HDD ontstaat een plastische zone langs de boorlijn door de boorvloei- en boorvloeistofdruk. In deze zone heeft de ondergrond tijdelijk nagenoeg geen schuifsterkte. Door de straal (omvang) van de plastische zone, kan de stabiliteitsfactor van de zeewering lager worden. De berekende plastische zone als een functie van de geboorde lengte is Figuur 5.6 weergegeven. De berekende plastische zone rondom de boorlijn in de langsdoorsnede is in Figuur 6.1 weergegeven.



Figuur 6.1 Plastische zone langs de geplande boorlijn in de langsdoorsnede

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

6.2.1.2 Norm voor analyse

Aangezien de ondergrond rondom de zeewering uit zand bestaat dient een stabiliteitsanalyse te worden uitgevoerd met Mohr-Coulomb (MC) parameters (c' en ϕ'). De analyse met MC parameters sluit aan het ontwerpinstrumentarium (OI) 2014 [13].

6.2.1.3 Glijvlakmodel

Bishop en Uplift Van.

6.2.1.4 Materiaalfactor (γ_c)

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

Tabel 6.1 Materiaalfactor voor c' en ϕ' [14]

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

6.2.2 Schematisering freatische waterstand voor faalmechanisme STBU

In de stabiliteitsanalyse zijn de gemiddelde freatische waterstand aan de zeezijde en een gemiddelde freatische waterstand aan de landzijde meegenomen (zie hoofdstuk 4.3). Er is uitgegaan van een HDD uitvoering buiten de stormseizoenen. Een hoge gemiddelde (NAP+2,2 m) en lage gemiddelde (NAP-1,2 m) freatische grondwaterstand aan de zeezijde zijn beschouwd om de maatgevende veiligheidsfactor te verkrijgen.

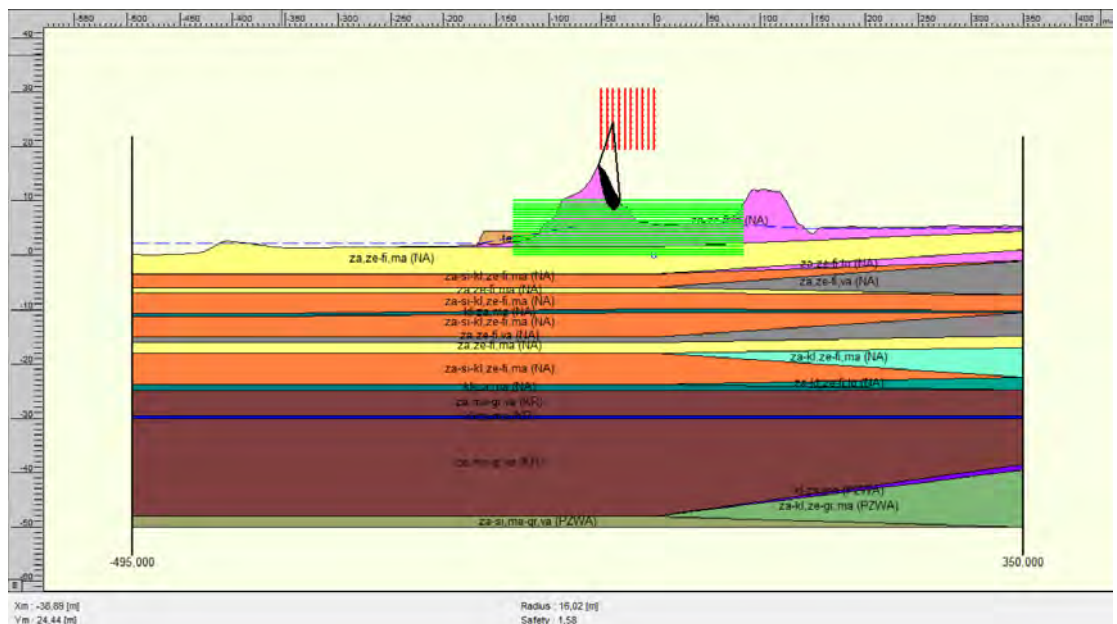
6.2.3 Software

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

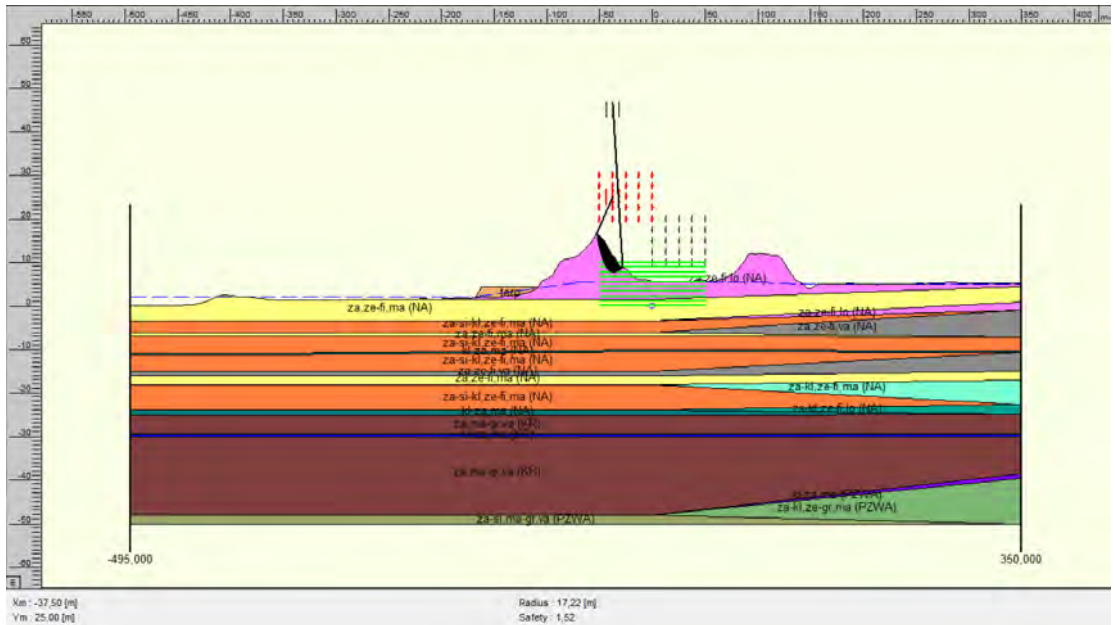
6.2.4 Macrostabiliteit binnentalud (STBI)

6.2.4.1 Zonder plastische straal (initiële situatie)

De initiële veiligheidsfactor van de zeewering voor het pilotboren (zonder plastische straal) bedraagt 1,58 (Bishop model) en 1,52 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.2 (Bishop model) en 6.3 (Uplift Van model) weergegeven.



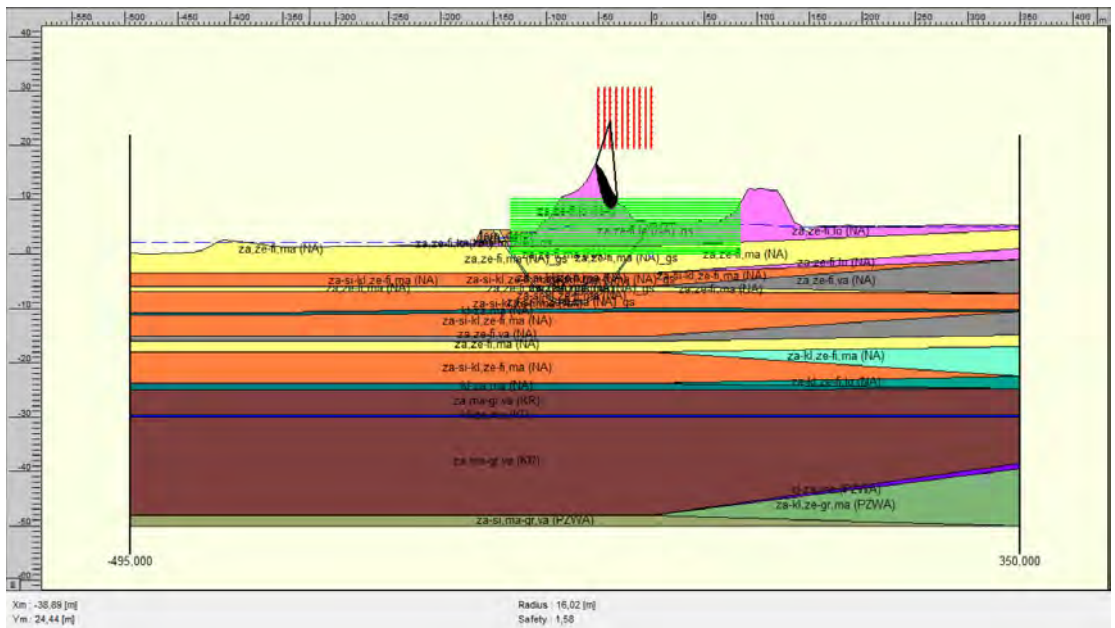
Figuur 6.2 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,58)



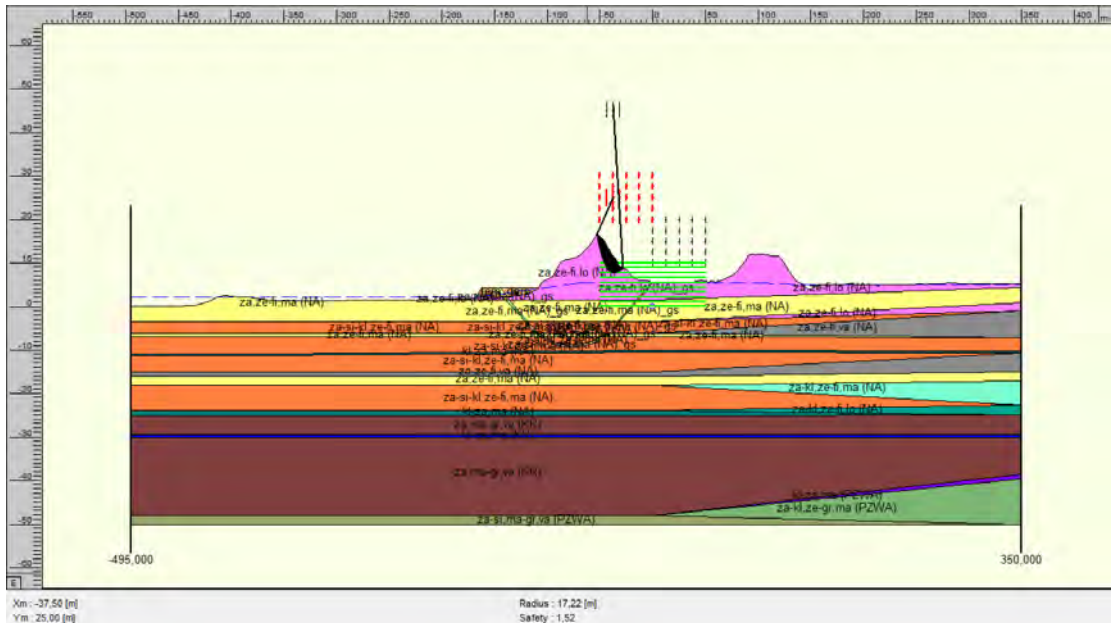
Figuur 6.3 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,52)

6.2.4.2 Met plastische straal (tijdens pilotboren)

De veiligheidsfactor van de zeewering tijdens het pilotboren (met plastische straal) bedraagt 1,58 (Bishop model) en 1,52 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.4 (Bishop model) en 6.5 (Uplift Van model) weergegeven. Het maatgevende glijvlak van beide modellen bereikt de plastische straal rondom het boorgat niet. De plastische straal door het pilotboren beïnvloedt de veiligheidsfactor van de zeewering derhalve niet.



Figuur 6.4 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,58)

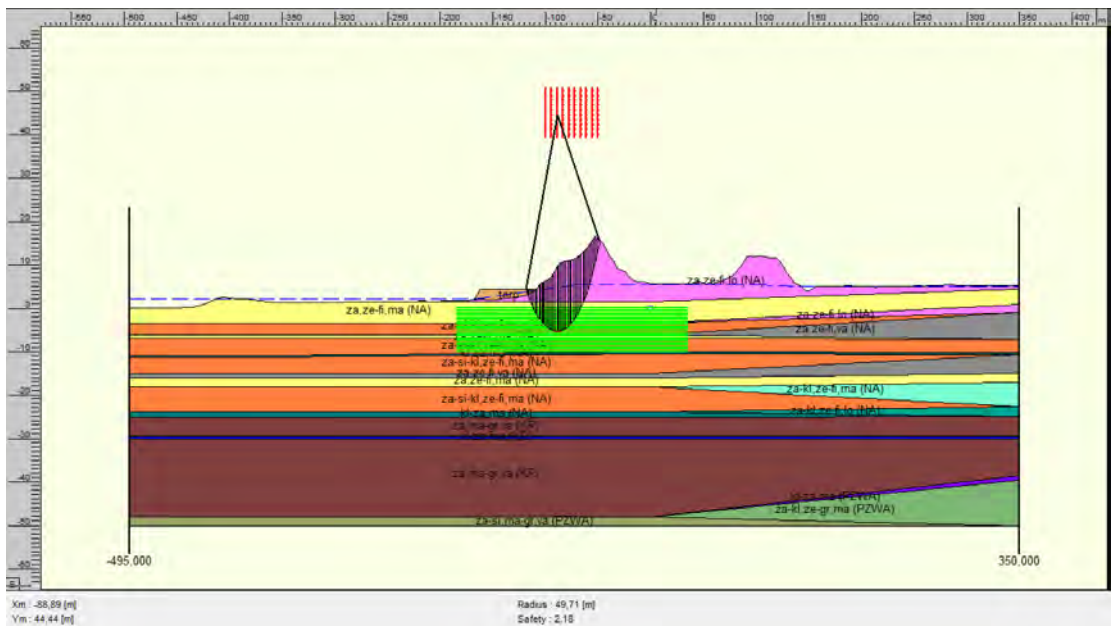


Figuur 6.5 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,52)

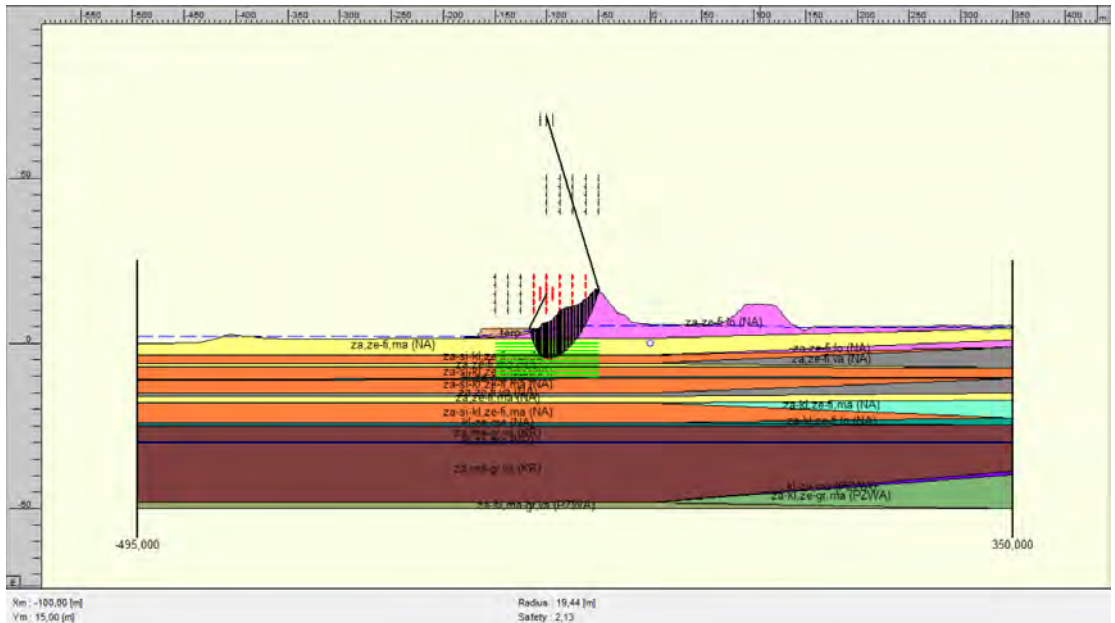
6.2.5 Macrostabiliteit buitentalud (STBU)

6.2.5.1 Zonder plastische straal (initiële situatie)

De initiële veiligheidsfactor van de zeewering voorafgaand aan het pilotboren (zonder plastische straal) bedraagt 2,18 (Bishop model) en 2,13 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak is in Figuur 6.6 (Bishop model) en 6.7 (Uplift Van model) weergegeven.



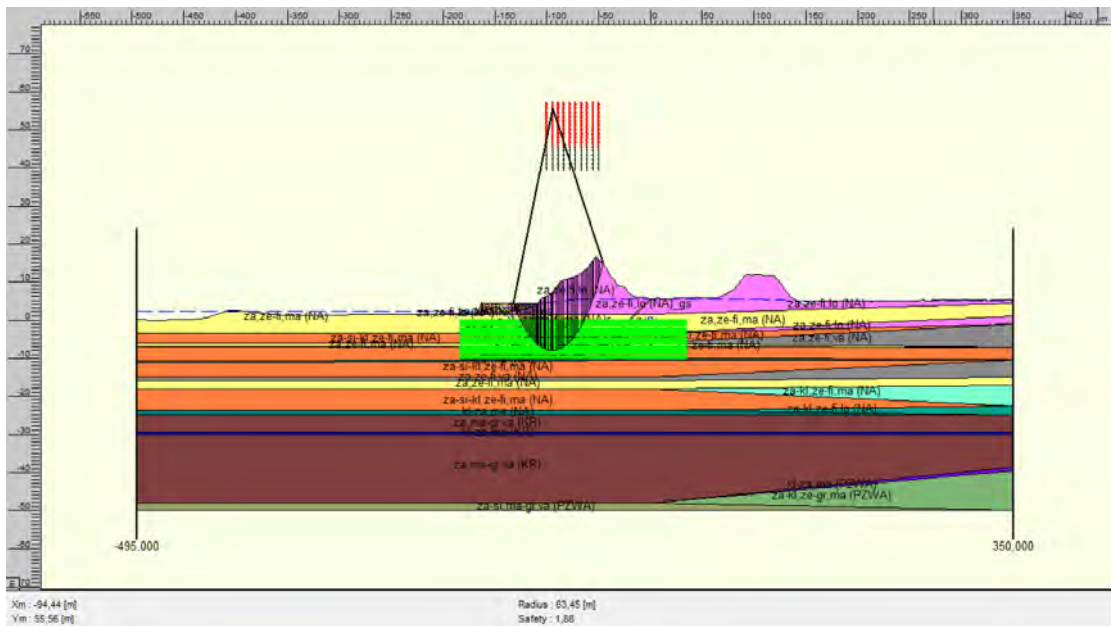
Figuur 6.6 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,18)



Figuur 6.7 Maatgevende glijvlak met Uplift Van model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 2,13)

6.2.5.2 Met plastische straal (tijdens pilotboren)

De veiligheidsfactor van de zeekering tijdens het pilotboren (met plastische straal) bedraagt 1,88 (Bishop model) en 2,02 (Uplift Van model). Het maatgevende glijvlak voor elk model is in Figuur 6.8 (Bishop model) en 6.9 (Uplift Van model) weergegeven. Het maatgevende glijvlak van beide modellen bereikt de plastische straal rondom het boorgat. De plastische straal door het pilotboren beïnvloedt de initiële veiligheidsfactor van de zeekering. De grootste afname van de veiligheidsfactor is ca. 14% (bij Bishop model).



Figuur 6.8 Maatgevende glijvlak met Bishop model voor de situatie zonder plastische straal (FS = 1,88)

7 Toetsing zettingsvloeiing en afschuiving voorland

7.1 Algemeen

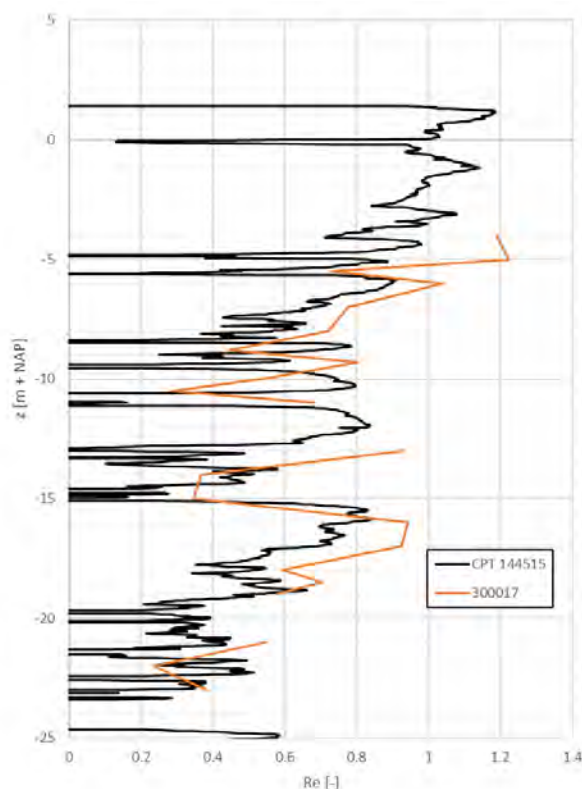
In dit hoofdstuk wordt de mogelijkheid van het ontstaan van een zettingsvloeiing in het voorland onderzocht. De beoordeling vindt plaats conform de toetsingsregels WBI 2017 [15].

7.2 Relevante gegevens ondergrond

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

- Landzijde (Slufter)
 - Sondering 30017 (SS0300017)
- Zeezijde
 - Sondering 144515 (CPT000000144515)

Beide sonderingen liggen op enige afstand (300m tot 500 m) van de boring. Van deze sonderingen is voor de zandlagen het verloop van de relatieve dichtheid met de diepte bepaald volgens de correlatie van Lunne. Figuur 7.1 toont het resultaat. Bij sondering 30017 is de bodemligging niet op de sondering aangegeven. Deze is daarom geschat op basis van de topografische kaart. De relatieve dichtheid ligt vrij constant tussen 60% en 80%. In de toplaag (tussen NAP-4 m en NAP+1 m) is de relatieve dichtheid hoger.



Figuur 7.1 Verloop relatieve dichtheid met diepte

7.3 Beoordeling verwekingsgevoeligheid op basis zandeigenschappen

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

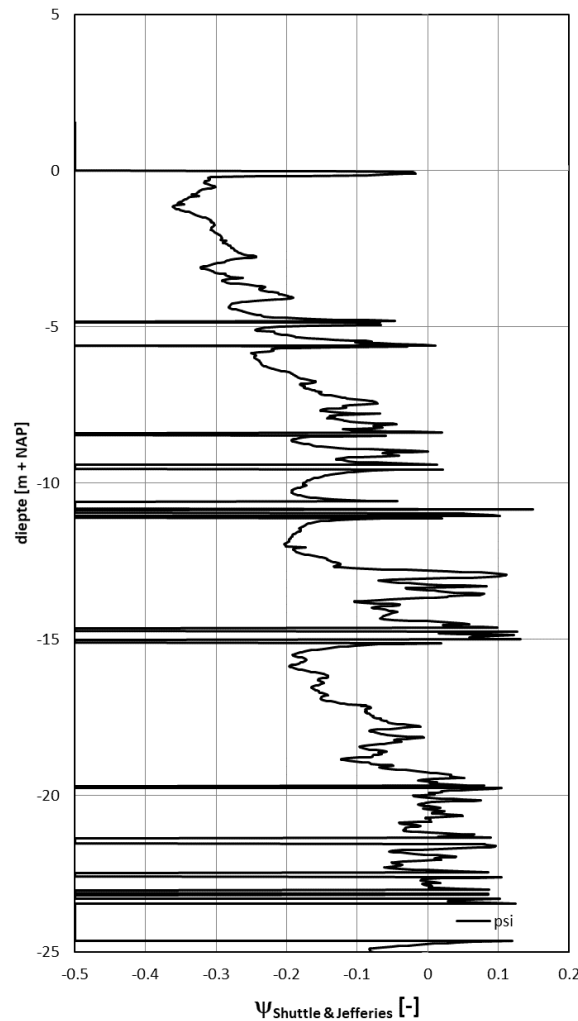
$$\psi = e - e_{crit}$$

Met:

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

Een negatieve waarde van de state parameter onder -0,05 betekent dat het zand zal dilateren bij schuifvervormingen. Bij een grotere waarde dan 0.05 is verdichting mogelijk en bestaat de kans op verweken en kan dus zettingsvloeiing optreden.

Voor sondering 144515 is de zogenaamde state parameter bepaald. Deze parameter is relevant voor het beoordelen van het risico op een zettingsvloeiing. Het resultaat staat in de onderstaande Figuur 7.2.



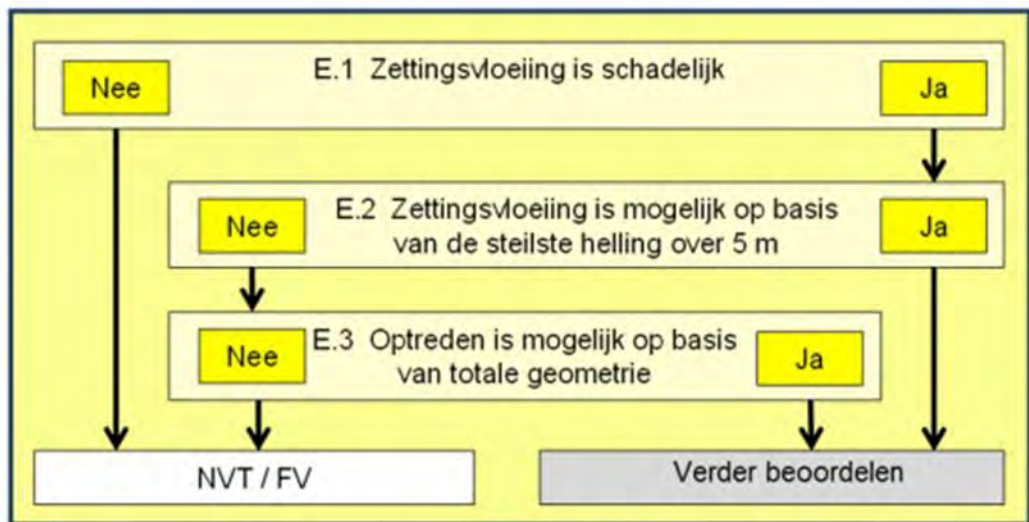
Figuur 7.2 State parameter sondering 144515

Zoals blijkt uit deze figuur ligt de state parameter meestal tussen -0,1 en -0,3. Tot NAP-13 m ligt de state parameter onder nul. Dieper dan NAP -13 m is de state parameter hoger. De diepte onder -13 m is ver onder de bestaande zeebodem gelegen en is daarmee voor het ontstaan van zettingsvloeiingen niet relevant. Dit betekent dat de zandlagen niet verwekingsgevoelig zijn. Er kan derhalve geen zettingsvloeiing optreden.

Aangezien het grondonderzoek beperkt is en er geen sonderingen ter plaatse van de kruising beschikbaar zijn is er een kans op afwijkende eigenschappen van de zandlagen. Daarom wordt in de volgende paragraaf tevens een geometrie toets uitgevoerd om zettingsvloeiing ter plaatse van het voorland te beoordelen.

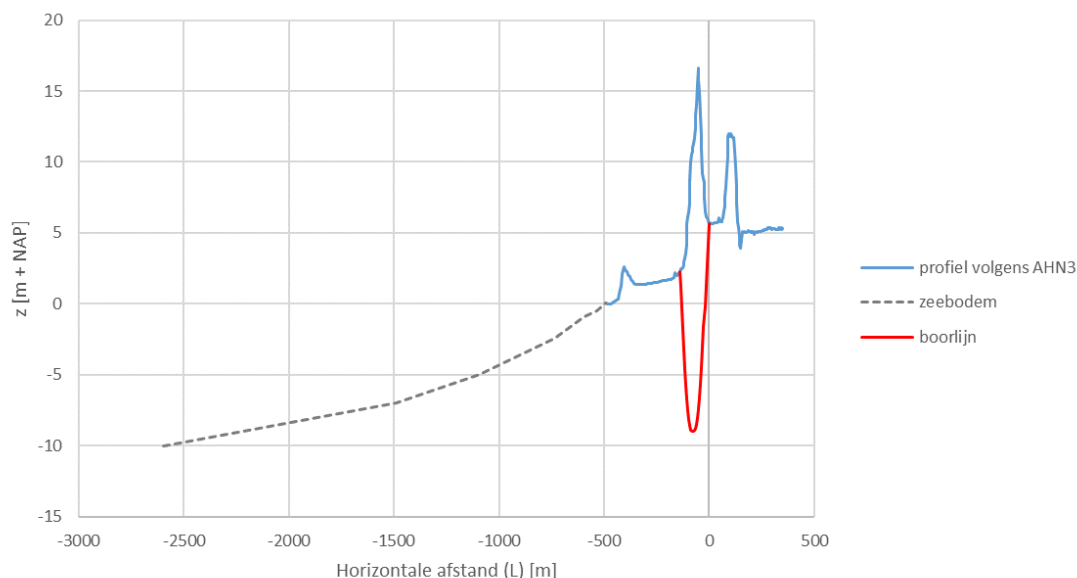
7.4 Geometrietoeets zettingsvloeiing

Voor het beoordelen van de waterkering op het optreden van zettingsvloeiing wordt gebruik gemaakt van de methodieken die in het kader van WBI 2017 zijn ontwikkeld. Hieronder zal de beoordeling met een geometrische toets worden beschreven. Met de methodiek van bijlage III van 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017' [16] is een geometrische toets uitgevoerd. Het bijbehorende schema is weergegeven in Figuur 7.3.



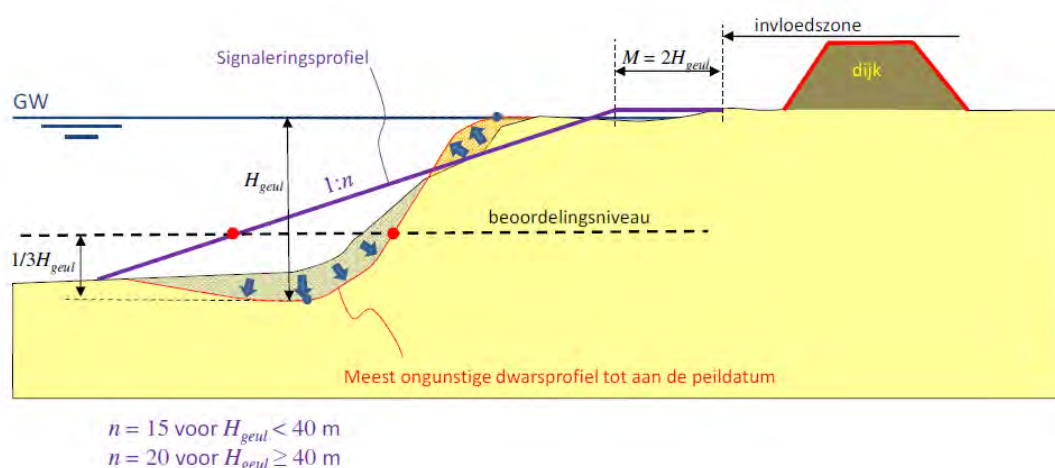
Figuur 7.3 Schema geometrische toets volgens bijlage III van 'Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017' [16]

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



Figuur 7.4 Lengteprofiel en boorlijn

Door het ontbreken van Bathymetrische gegevens dient te worden geverifieerd of de ligging van de onderwater bodem in figuur 7.4 conservatief is.



Figuur 7.5 Principe bepaling signaleringsprofiel

In dit geval is er sprake van een langzaam aflopende zeebodem, zodat er geen sprake is van een echte geulbodem. De taludhelling van de vooroever is nabij de waterlijn ongeveer 1:14 en verder zeewaarts flauwer. Dit is flauwer dan het evenwichtstalud van 1: 20, zodat er aan de geometrietoets, stap E1 van WBI 2017, wordt voldaan.

Omdat volgens stap E.1 een zettingsvloeiing niet schadelijk is voor de zeewering is verdere beoordeling volgens stap E.2 en E.3 niet nodig.

8 Toetsing op hoogte (GEKB)

8.1 Algemeen

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

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

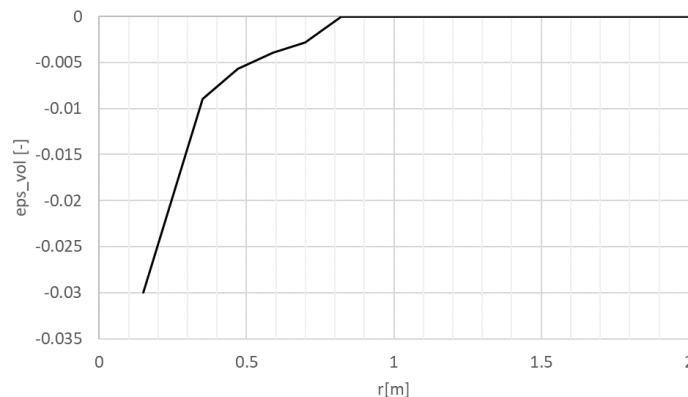
In de volgende paragrafen worden deze onderdelen behandeld. Vervolgens wordt de gesommeerde zakking bepaald.

8.2 Berekende zakking door trillingen

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

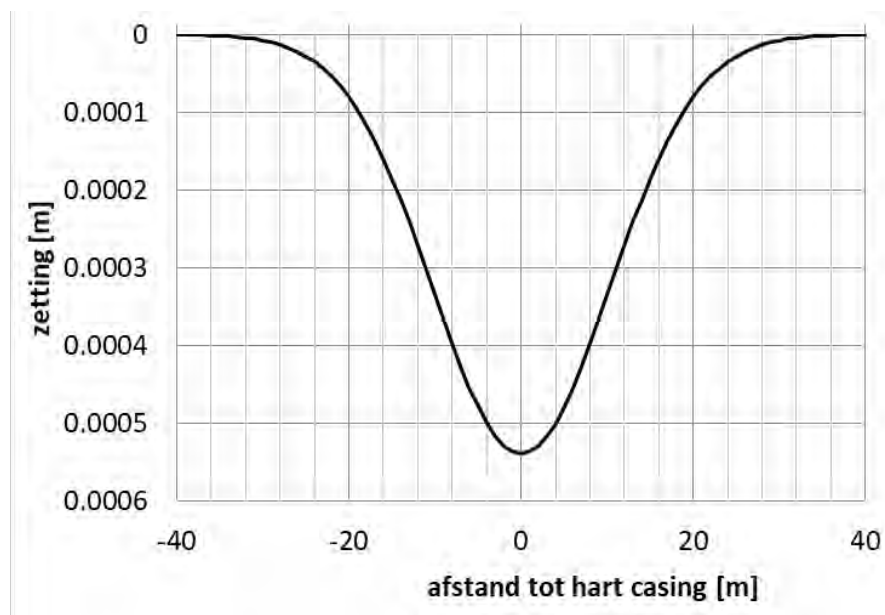
- Dichtheid zand $R_e = 60\%$.
- Frequentie 0,1 Hz.
- Triltijd 10 uur.

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



Figuur 8.1 Volumerekken door trillingen tijdens boren

Voor de berekening van de kruinzakking is de grond rond de leiding opgedeeld in een aantal elementen met afmetingen van ongeveer $0,5 \times 0,5$ m. Ieder element heeft dan een bijdrage aan de maaiveldzakking. Deze is bepaald met de methode Peck. Door sommatie van alle bijdragen wordt de totale maaiveldzakking gevonden. Uitgegaan is van de situatie ter plaatse van de kruin, met kruin op NAP+13,5 m en ligging HDD op NAP-9 m. Figuur 8.2 geeft de kruindaling per HDD. De maximale zakking door trillingen per HDD bedraagt 0.5 mm.



Figuur 8.2 Kruinzakking door trillingen, per HDD

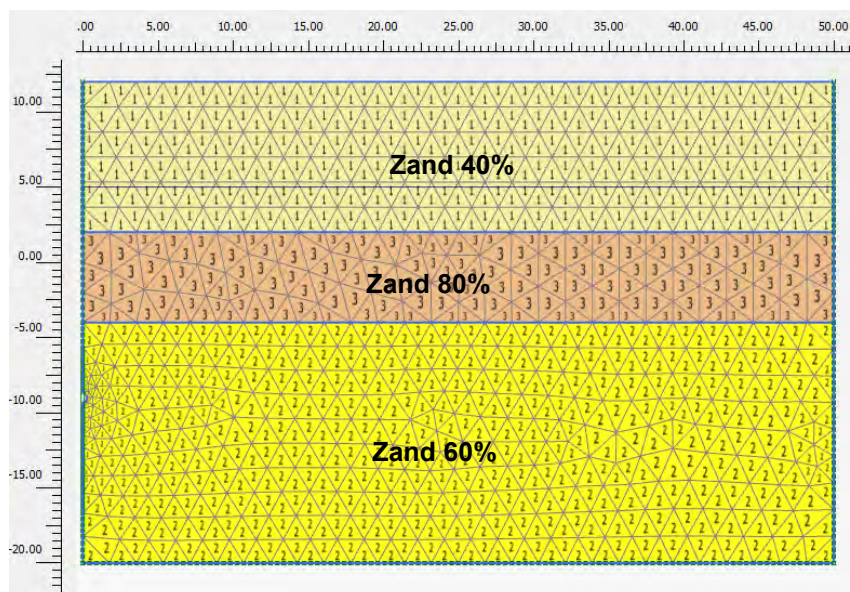
8.3 Kruinzakking door boogwerking

Om de zakking door boogwerking te bepalen is een berekening met PLAXIS 2D versie 2019 gemaakt. Als grondmodel is het Hardening-Soil model gebruikt. Tabel 8.1 geeft de gebruikte materiaalparameters. De gebruikte waarden zijn bepaald op basis van de relatieve dichtheid uit sondering 144515.

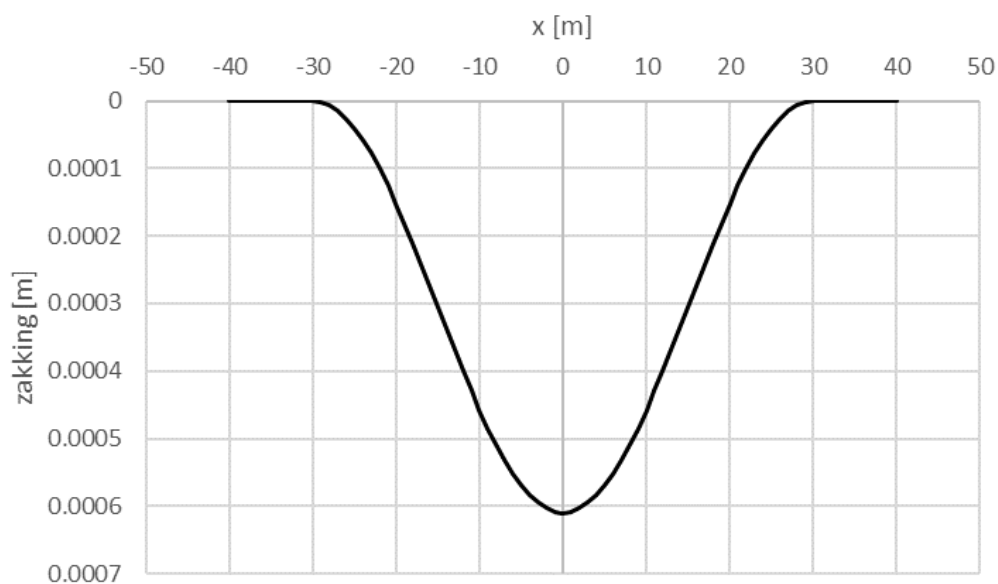
Tabel 8.1 Materiaalparameters in PLAXIS berekening

Parameter	Unit	Zand 40%	Zand 60%	Zand 80%
γ_{unsat}	kN/m ³	17	18	19
γ_{sat}	kN/m ³	19	20	21
E_{50}^{ref}	kN/m ²	15E3	30E3	60E3
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	15E3	30E3	60E3
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	45E3	90E3	180E3
power (m)	-	0,5	0,5	0,5
ϕ (phi)	°	30	32,5	35

Uit de zakkingstrog op maaiveld is het volume van de trog bepaald. Figuur 8.3 toont het vervormde elementennet en Figuur 8.4 de kruindaling door boogwerking. De maximale zakking door de boogwerking per HDD bedraagt 0,65 mm.



Figuur 8.3 Elementennet (vervormd) PLAXIS berekening



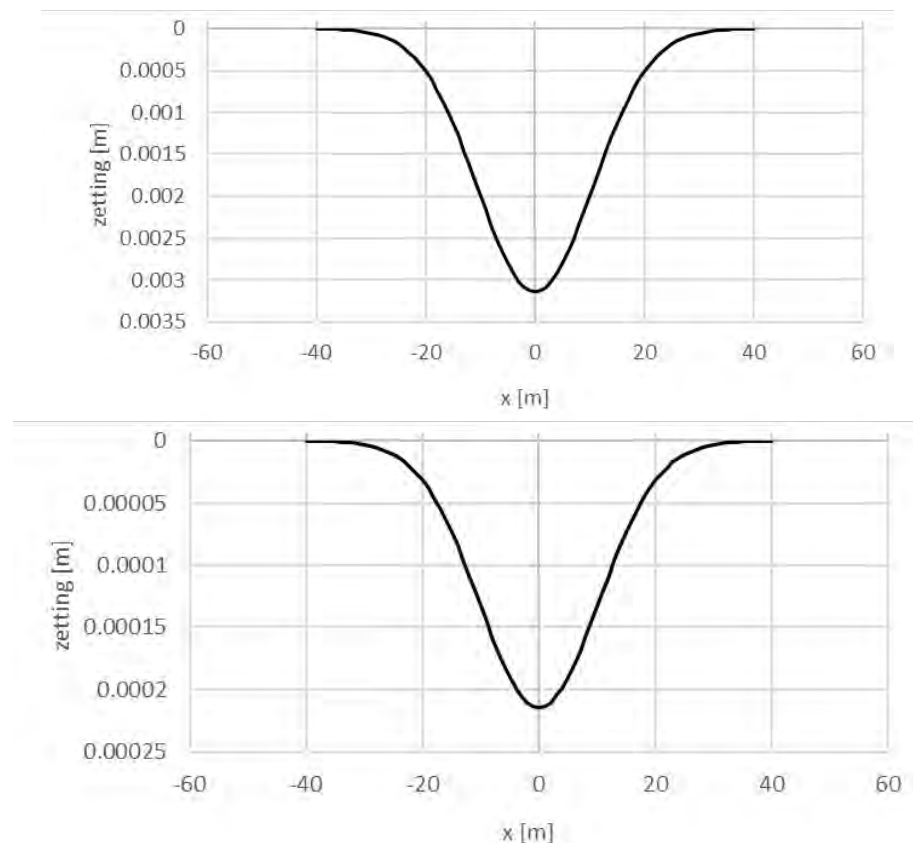
Figuur 8.4 Kruinzakking door boogwerking, per HDD ($x = 0$ is boorgat as)

8.4 Consolidatie boorvloeistof

Voor het berekenen van het volumeverlies door consolidatie van de boorvloeistof zijn de volgende waarden gehanteerd:

- Diameter boorgang: 0,585 m.
- Diameter casing: 0,450 m.
- Volumeverlies door consolidatie:
 - 75% (toepassing normale bentoniet suspensie)
 - 5% (toepassing drill-grout).

De maaiveldzakking door de consolidatie van de boorvloeistof (door normale bentoniet suspensie of drill-grout) per HDD is in Figuur 8.5 weergegeven. De maximale zakking door de consolidatie bedraagt ca 3 mm bij normale boorvloeistof en ca . 0,2 mm bij toepassing drillgrout



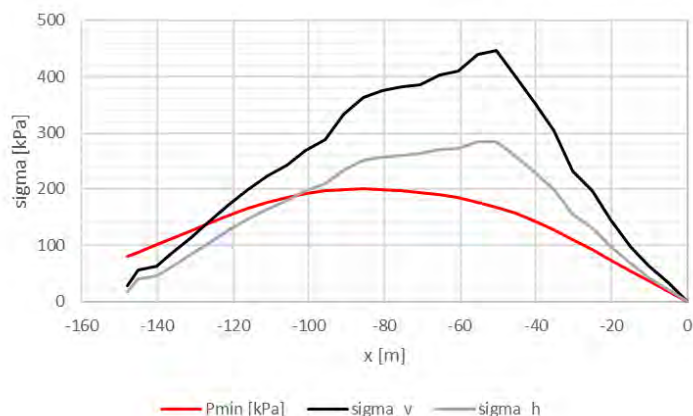
Figuur 8.5 Kruinzakking door consolidatie boorvloeistof, per HDD, bovenste figuur voor situatie 75 % volumeverlies en onderste figuur voor situatie 5% volumeverlies

Door de geringe zakking bij gebruik van een normale bentoniet suspensie wordt verder uitgegaan van gebruik van de standaard boorvloeistof.

8.5 Volumeverandering rond boorgat

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

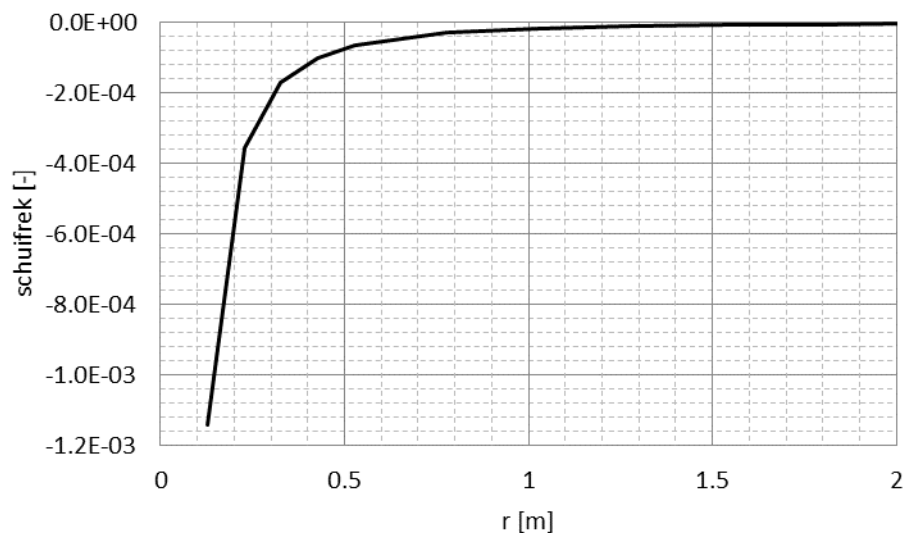
In Figuur 8.6 is het verloop van de boorvloeistofdruk tijdens de pilot boring weergegeven. De grootste schuifvorming is te verwachten daar waar het verschil tussen aanwezige gronddruk en boorvloeistofdruk het grootste is. Vanzelfsprekend volgt uit Figuur 8.6 dat dit nabij het uittredepunt is.



Figuur 8.6 Verloop boorvloeiستفدرك

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

- Diameter boorgat: het boorgat van de pilotfase is 0,254 m.
- Maximale boorvloeiستفدرك: $p = 168$ kPa.
- Aanwezige grondدرك: $q = 339$ kPa (isotrope grondspanning).
- Glijdingsmodulus (kleine rek): 150 MPa.

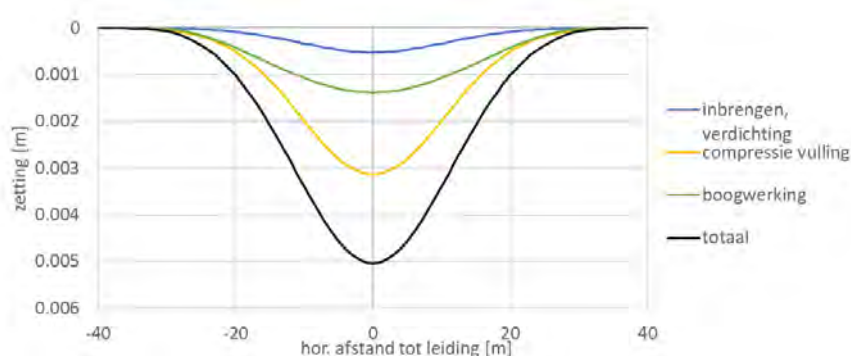


Figuur 8.7 Schuifvorming rond boorgat, pilot boring

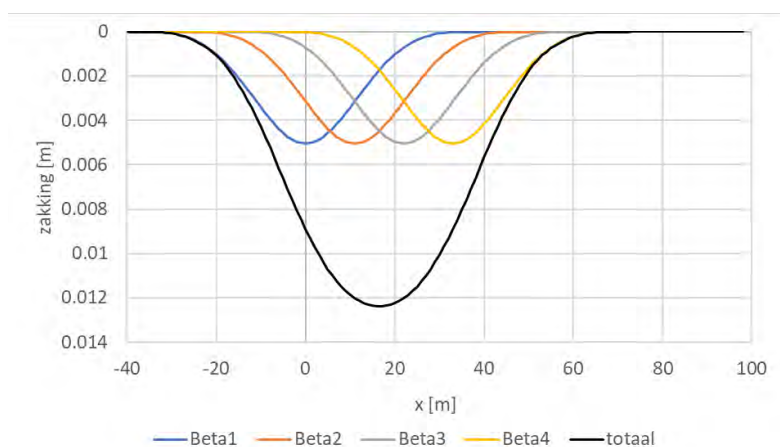
De optredende schuifrekken zijn klein. Vlak bij het boorgat is deze ongeveer 1×10^{-3} (zie Figuur 8.7). Op $r = 0,4$ m (ongeveer 0,3 m uit rand boorgat) is deze afgenomen tot 1×10^{-4} . Bij deze schuifrekken zijn enige volumeveranderingen te verwachten. Gezien de dichtheid van het zand en de waarde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

8.6 Sommatie componenten kruindaling

De resultaten van de verschillende componenten kunnen vervolgens worden gesommeerd. Figuur 8.8 geeft de zakking per HDD en Figuur 8.9 de gesommeerde zakking voor de 4 HDD's IJmuiden Ver Beta. Daarbij is uitgegaan van een onderlinge afstand tussen de HDD's van 11 m ter plaatse van de kruin.



Figuur 8.8 Sommatie kruinzakking per HDD



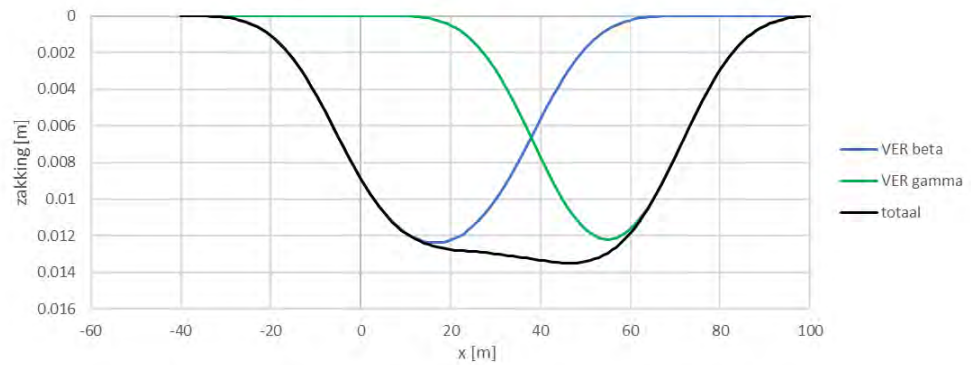
Figuur 8.9 Kruinzakking door boren, totaal voor 4 HDD's

Uit de bovenstaande figuur kan worden geconcludeerd dat de kruindaling die ten gevolge van de HDD's zal optreden marginaal is (12 mm) en geen invloed zal hebben op de waterveiligheid.

Het dient te worden opgemerkt dat de berekende zakking uitgaat van een normale uitvoering van de HDD's. Bij het toepassen van een te hoge of te lage boorvloeistofdruk kunnen er grotere grondvervormingen optreden.

8.7 Combinatie boringen IJmuiden Ver Beta en IJmuiden Ver Gamma

Op de plaats van de aanlanding voor IJmuiden Ver Gamma worden ook 3 HDD's geboord voor de aanlanding van IJmuiden Ver Gamma. De mogelijke kruindaling voor IJmuiden Ver Gamma is elders gerapporteerd (Deltares rapport 11207425-002-GEO-0003). In Figuur 8.10 zijn de resultaten voor alle boringen gecombineerd.



Figuur 8.10 Kruinzakking door boren, totaalzakking bij boren HDD's voor IJmuiden VER Beta en IJmuiden Ver Gamma.

Uit Figuur 8.10 blijkt dat er geen significant effect is op de maximale kruindaling. Wel neemt de breedte waarover sprake is van de (minimale) kruindaling groter wordt. Het verschil in kruindaling bij VER gamma en VER beta komt voornamelijk door een verschil in gehanteerde kruinhoogte.

9 Invloed bij ontgraving aanbrengen kabels

9.1 Uitgangspunten

Voor de te ontgraven put om de kabels in de mantelbuizen aan te brengen op het strand wordt uitgegaan van een ontgraving met damwanden aan de zijkanten en aan de kopse zijde. Een ontgraving zonder damwanden wordt gezien de omvang van de ontgraving niet wenselijk geacht.

De gewenste diepteligging van de leidingen is mv-5 m. Deze diepte moet volgens TenneT in ieder geval aanwezig zijn tijdens het intrekken van de kabels.

9.2 Afmetingen damwand

Voor het bepalen van de afmetingen van de damwand zijn verkennende berekeningen gemaakt met D-sheetpiling. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Homogene ondergrond (zand).
- Ontgraving tot mv-5 m.
- Kopwand op de plaats waar de boorlijn op mv-5 m ligt.
- Maaiveld aldaar ligt op NAP+4 m.
- Maatgevende situatie is laagwater:
 - Grondwaterstand op NAP+0 m.
 - Waterstand op NAP-1,2 m (laagwater)
 - Geen bemaling.
- Er is uitgegaan van een gestempelde damwand. Stempeling vindt plaats op mv+0 m.
- Veiligheidsklasse I.

De benodigde lengte is berekend met de optie “design sheet pile length”.

De volgende lengte wordt gevonden:

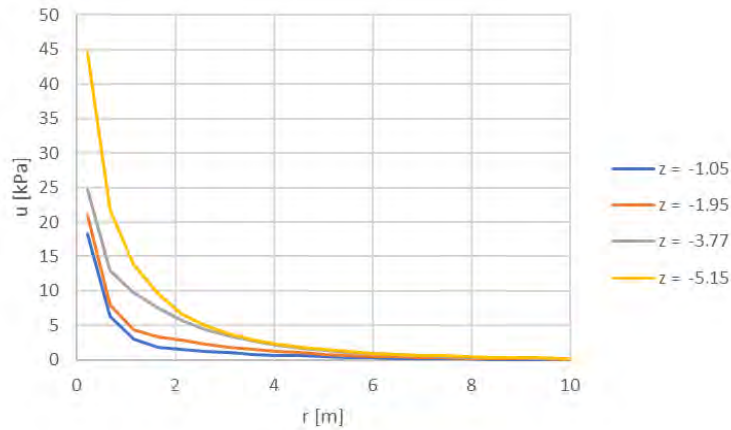
- Gestempeld: $L = 9,5$ m (kop op mv + 0.0 m = NAP+4.0 m, teen op NAP-5,50 m).

Het dient te worden opgemerkt dat deze berekeningen alleen dienen om een indicatie van de benodigde damwandlengte te krijgen. Het betreft uitdrukkelijk geen ontwerpberekening.

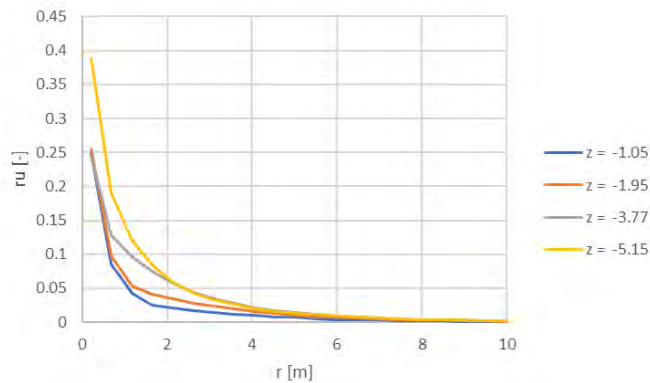
9.3 Wateroverspanning tijdens intrillen

Tijdens het intrillen van de damwanden zullen er wateroverspanningen ontstaan. De grootte van de wateroverspanning is bepaald met het in-house programma TRILDENS (Meijers 2010 [18], Meijers, Tol 2010, [19]). De berekening is gemaakt voor een damwand met een teenniveau van NAP- 5,5 m.

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



Figuur 9.1 Wateroverspanning rond damwand tijdens intrillen



Figuur 9.2 Relatieve wateroverspanning rond damwand tijdens intrillen

De wateroverspanning nabij de wand is beperkt, ongeveer 20 kPa in de vaste zandlaag (tussen NAP+1 m en NAP-4 m) en 40 kPa in de middelvaste zandlaag daaronder. Op 2 m uit de damwand is de wateroverspanning ongeveer 10 kPa.

9.4 Invloed ontgravingsput op stabiliteit zeewering

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

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

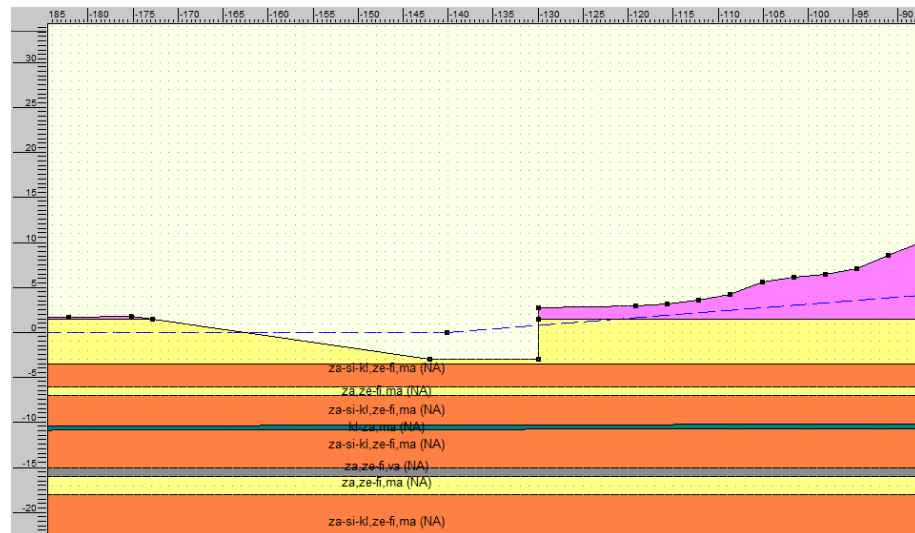
De eerste situatie met een ontgraving onder een talud is maatgevend voor de situatie dat er n aan de zijanten van de ontgravingsput korte damwanden staan tot aan het ontgravingenniveau (2D benadering). De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd met het programma D-Geo Stability versie 18.1.

9.4.1 Ontgraving met een damwand aan kopse zijde ontgravingspunt

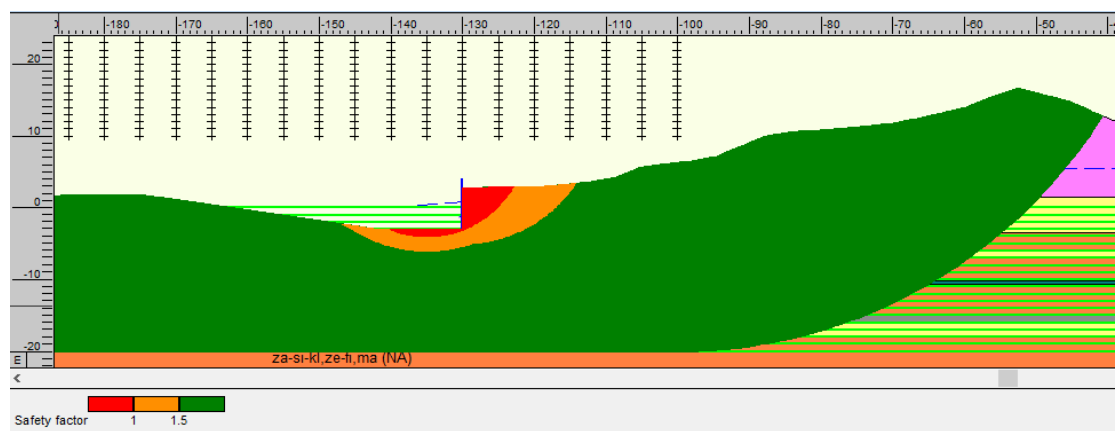
De situatie van een damwand aan de kopse zijde van de ontgravingsput is gemodelleerd (zie Figuur 9.3). In de berekening is uitgegaan van een damwand aan deze zijde met een teenniveau gelijk aan de ontgravingdiepte. Verondersteld wordt dat de stabiliteit van deze damwand wordt geleverd door de zijwanden van de damwandkuip.

De damwand is gemodelleerd als een zogenaamde *forbidden line*. Dit betekent dat glijcirkels niet door de damwand kunnen gaan, maar dat een glijcirkel die onder de damwand doorgaat de damwand wel meeneemt. De weerstand van de zijwanden tegen afschuiven wordt bij deze modellering niet meegenomen zodat dit een sterk conservatieve modellering is.

Nabij de ontgravingsput is de stabiliteitsfactor 0,98 en daarmee net iets kleiner dan 1. Het gebied met een lage stabiliteit is zeer beperkt. Hierdoor wordt de kruin van de zeewering niet aangetast (zie Figuur 9.4). Als tevens rekening wordt gehouden met het sterk conservatieve karakter van de gebruikte 2D modellering en het verwaarlozen van de weerstand tegen afschuiving van de damwand kan worden geconstateerd er geen risico's voor de waterkering zijn en er bij uitvoering mogelijk enige grondvervorming direct naast de damwand kan optreden.



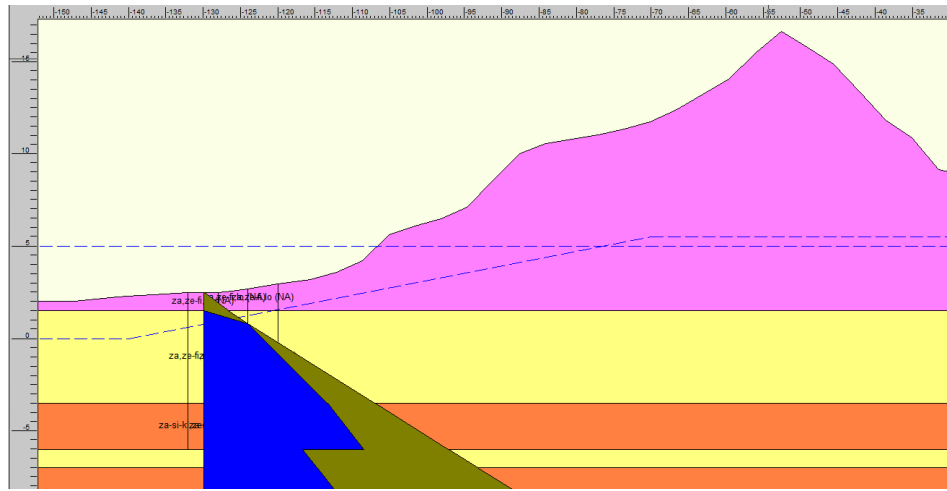
Figuur 9.3 Geometrie bij open ontgraving en damwand aan kopse zijde ontgravingspunt



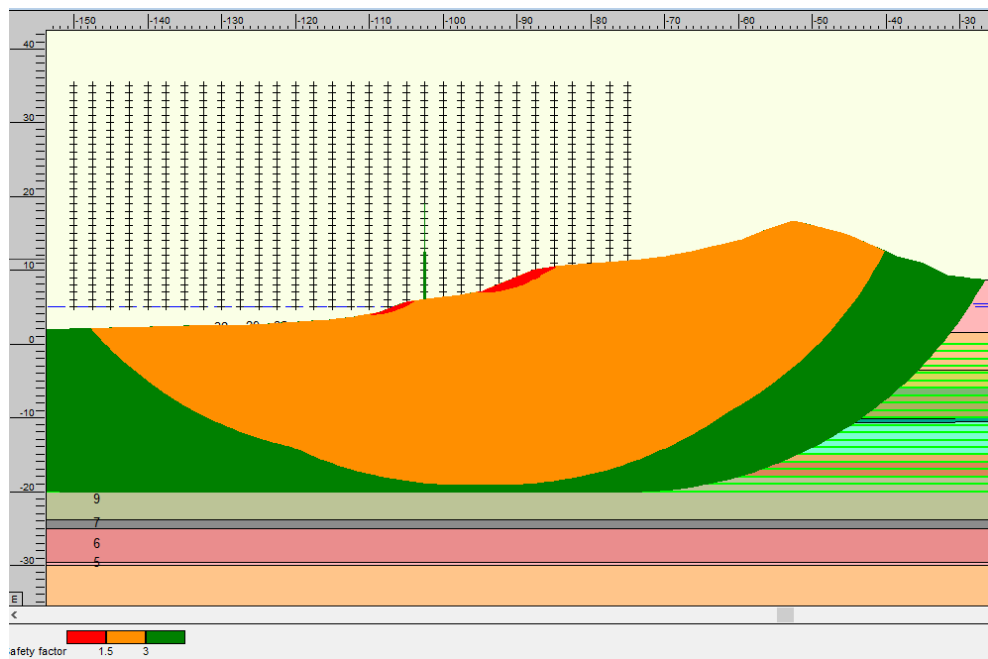
Figuur 9.4 Veiligheidsfactoren, minimumwaarde FS = 0,98

9.4.2 Effect wateroverspanning tijdens intrillen damwand

Voor het meenemen van het effect van wateroverspanning die ontstaat bij het inbrengen van de damwandplanken is er ter plaatse van de damwand een zone gemodelleerd met een breedte van 4 m en een wateroverspanning van 40 kPa (zie Figuur 9.5). Dit is een conservatieve benadering van de verwachte wateroverspanning. Omdat de geometrie in D-Geo Stability een 2D geometrie is betekent dit dat deze zone in de berekening over de volle lengte van de zeewering aanwezig is. Dit is een zeer conservatieve benadering.



Figuur 9.5 Geometrie met verloop waterspanning t.p.v. damwand



Figuur 9.6 Maatgevende glijcirkel, buitenwaarts

De stabiliteitsberekening geeft als maatgevend glijvlak een oppervlakkige grondmoot van een relatief steil gedeelte van de zanddijk. Dit deel is niet beïnvloed door de zone met wateroverspanning door intrillen damwand en is daarom hier niet relevant. Daarom wordt hier het resultaat gepresenteerd in de vorm van een 'safety overview', zie Figuur 9.6. Hieruit blijkt dat de glijcirkels die door de zone met wateroverspanning gaan een stabiliteitsfactor van meer dan 2 hebben. Dit is ruim voldoende, zodat geconcludeerd kan worden dat het intrillen van damwanden geen gevaar voor de zeewering vormt.

9.5 Conclusie

Uit de analyse hierboven blijkt dat de ontgraving voor ontgravingsput met damwanden zonder negatieve invloed op de stabiliteit van de zeewering kan worden uitgevoerd.

10 Conclusies

De aanlanding van de elektriciteitskabels van het windpark IJmuiden Ver Beta kruist de zeewering op de Maasvlakte Zuid. Bij de aanlanding wordt gebruik gemaakt van mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. De kabels zullen worden geïnstalleerd in 450 mm HDPE mantelbuizen. De 450 mm HDPE mantelbuizen zullen door middel van horizontaal gestuurde boringen worden aangelegd. Er zullen 4 HDD's worden uitgevoerd onder de zeewering voor de Beta kabels.

Dit rapport beschrijft de beoordeling van het effect van de aanleg van de mantelbuizen en het aanbrengen van de kabels op de zeewering en de aanwezigheid van mantelbuizen en kabels na installatie. Om de beoordeling uit te kunnen voeren is eerst een globaal ontwerp gemaakt op basis van de beschikbare gegevens.

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

- De diepte ligging van de boorlijn is geoptimaliseerd. In dit rapport is op basis van beschikbare informatie (dient nog te worden geverifieerd aan de hand van lokaal grondonderzoek) gekozen om het diepste punt van de vloerpijp op NAP-9 m te leggen.
- Om de boorlijn met een vloerpijpdiepte van NAP-9 m te kunnen realiseren dienen de in- en uittredehoek van de Beta boringen vanwege de lengte op 16° worden aangehouden.
- Het hoogteverschil tussen het in- en uittredepunt is ca. 3,4 m. Een terp c.q. werkplateau ter plaatse van het uittredepunt dient te worden geconstrueerd om te zorgen dat er een voldoende overdruk in de boorgang tijdens de uitvoering is. Uit een conservatieve aanname van de ligging van de freatische lijn volgt een terphoogte van NAP+4,5 m (bovenkant terp). Na uitvoering van grondwaterstandmetingen in peilbuizen kan deze terphoogte worden geoptimaliseerd.
- Bij de buitenrand van de terp c.q. werkplateau is een constructie benodigd om de golfaanval op te vangen. De constructie kan worden uitgevoerd met geotubes en damwanden.
- De spanningen in de mantelbuizen zijn tijdens de aanleg en in gebruiksfasen lager dan de toets waarden conform NEN 3650-1:2020. Hierbij is rekening gehouden met temperatuur effecten.
- Het is aan te raden om de PE-leidingen tijdens de intrekfase 100% te vullen, om spanningen in de mantelbuizen door optredende trekkrachten te reduceren (en om risico's op grotere trekkrachten te voorkomen).

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

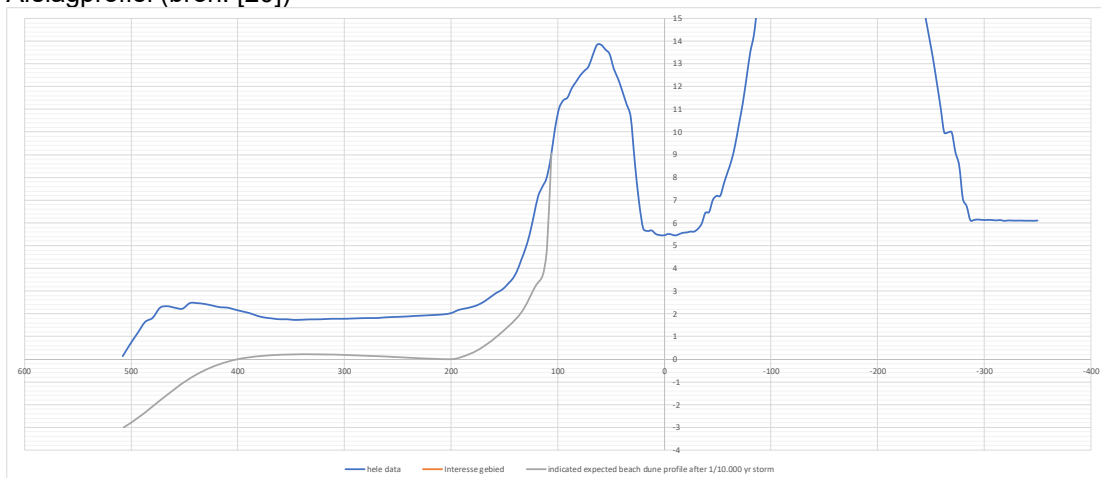
- De beschouwing van de verschillende dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de HDD's geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de zeewering.
- Naar verwachting zijn de zandlagen niet verwekingsgevoelig (dient nog te worden geverifieerd aan de hand van lokaal grondonderzoek). Bovendien is de geometrische toets voor zettingsvloeiing voldoende.
- De graafwerkzaamheden op het strand (bij het uittredepunt) en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de zeewering.
- De te verwachten zakking ter plaatse van de zeewering is gering en daardoor toelaatbaar. Het waterkerend vermogen wordt niet aangetast.

11 Referentie

- [1] Puma (2017). Buiten contour, raaien van monitoring, bovenaanzicht en dwarsprofielen (tekening zeewering). Tekeningnummer: puma-u-mme-utw270-1 rev. 6.
- [2] TenneT (2011). Ligging BritNed kabels. Filenaam: BritNed_Northern_Cable_NL_to_C2_29-09-2011_including_RD_for_IJV. xlsx en BritNed_Southern_Cable_NL_to_C2_29-09-2011_including_RD_for_IJV.xlsx.
- [3] Atron (2021). Horizontaal gestuurde boringen (HDPE 450 mm) t.b.v. aanleg kabelverbinding (GAMMA). Tekeningnummer: 3038-0621-01-BT-GAMMA.
- [4] Atron (2021). Horizontaal gestuurde boringen (HDPE 450 mm) t.b.v. aanleg kabelverbinding (BETA). Tekeningnummer: 3038-0621-01-BT-BETA.
- [5] Deltares (2012). Inventory soil investigation Maasmond for pipe installation. Rapportnummer: 1206275-000-GEO-0003.
- [6] Gemeente Rotterdam (2008). Toelichting bestemmingsplan Maasvlakte 2. IMRO-idn: NL.IMRO.0599.BP1111Maasvlakte2-on02.
- [7] Fugro (2012). Windturbinepark Slufterdam Maasvlakte: effecten op waterkering en grondlicham. Rapportnummer: 1012-0050-000.
- [8] NEN 9997-1. Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: algemene regels.
- [9] E-mail d.d. 15 april 2020 opgesteld door dhr. Andre Pietjouw (TenneT) met opmerking voor het conceptrapport Deltares 11204245-002-GEO-0014.
- [10] NEN 3650-1:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 1: algemene eisen.
- [11] PipeLife (2011). PE drukleidingen – verwerkingsrichtlijn en productinformatie. Uitgave april 2011.
- [12] NEN 3650-3:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 3: aanvullende eisen voor leidingen van kunststof.
- [13] Rijkswaterstaat (2014). Achtergrond ontwerpinstrumentarium 2014 – behorende bij handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI2014v4).
- [14] TRWG (2007). Addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructie.
- [15] WBI (2017). Schematiseringshandleiding macrostabiliteit.
- [16] RWS (2016). Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Bijlage III Sterkte en veiligheid Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Helpdesk Water, 22 april 2016, versie 1, status concept.
- [17] Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Factsheets normering primaire waterkeringen.
- [18] Meijers, P., (2010). Settlement during vibratory sheet piling, Ph.D thesis Delft University of Technology.
- [19] Meijers, P., Tol, A.F. van (2010). Voorspelling maaiveldzakking door het in- en uittrillen van damwanden. Geotechniek 2010, nr. 3.
- [20] Email d.d. 16 juli 2021 opgesteld door mw. K. Koudstaal (WaterProof B.V.) met de informatie over het afslaggebied op een langsgedraaid profiel van HDD 1 Gamma.

A Afslagprofiel

Afslagprofiel (bron: [20])



B D-Geo Pipeline berekeningsrapport

Report for D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontal Directional Drilling
Developed by Deltares

Date of report: 20-8-2021
Time of report: 17:27:48
Report with version: 20.1.2.31161
Calculated with version: 20.1.2.31161

File name: hdd1_beta_terp+4,5_ws_hoog_0p_def

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 Model Used	3
2.2 Layer Boundaries	3
2.3 PI-lines	6
2.4 Phreatic Line	6
2.5 Soil Profiles	6
2.6 Selected Boundaries	7
2.7 Soil Material Data	7
2.8 Geometry	8
2.8.1 Geometry Section, Detailed	8
2.8.2 Geometry Top View	9
2.9 Calculation Verticals	9
2.10 Configuration of the Pipeline	10
2.11 Product Pipe Material Data	10
2.12 Pipe Engineering Data	10
2.13 Drilling Fluid Data	11
2.14 Factors	11
2.15 Calculation Options	11
3 Drilling Fluid Pressures	12
3.1 Drilling Fluid Data	12
3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure	13
3.3 Drilling Fluid Pressure Plots	15
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot	15
3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming	16
3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation	17
4 Soil Mechanical Data	18
4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: pijp)	18
4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical	19
5 Data for Stress Analysis	25
5.1 General Data	25
5.2 Buoyancy Control	25
5.3 Calculation Pulling Force	25
6 Stress Analysis of Pipe: pijp	26
6.1 Material Data of Pipe: pijp	26
6.2 Results Stress Analysis of Pipe: pijp	26
6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation	26
6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation	27
6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure	27
6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	27
6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	28
6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: pijp	28
6.4 Check for Implosion of Pipe: pijp	29

2 Input Data

2.1 Model Used

Model Used : Horizontal Directional Drilling

2.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
22 - L -	-495,000	-490,171	-483,171	-476,171	-469,171
22 - Z -	0,079	0,079	0,000	0,000	0,000
22 - L -	-462,171	-455,171	-448,171	-441,171	-434,171
22 - Z -	0,090	0,148	0,204	0,250	0,353
22 - L -	-427,171	-420,171	-413,171	-406,171	-399,171
22 - Z -	0,726	1,321	2,152	2,586	2,428
22 - L -	-392,171	-385,171	-378,171	-371,171	-364,171
22 - Z -	2,263	2,075	1,950	1,722	1,591
22 - L -	-361,614	-357,171	-350,171	-343,171	-336,171
22 - Z -	1,530	1,424	1,390	1,385	1,354
22 - L -	-329,171	-322,171	-315,171	-308,171	-301,171
22 - Z -	1,346	1,359	1,370	1,384	1,392
22 - L -	-294,171	-287,171	-280,171	-273,171	-266,171
22 - Z -	1,420	1,447	1,460	1,457	1,475
22 - L -	-259,171	-252,171	-245,171	-238,171	-231,171
22 - Z -	1,497	1,517	1,530	1,571	1,570
22 - L -	-224,171	-217,171	-210,171	-203,171	-196,171
22 - Z -	1,618	1,671	1,625	1,648	1,683
22 - L -	-189,171	-182,171	-175,171	-168,171	-162,253
22 - Z -	1,712	1,750	1,788	1,874	4,500
22 - L -	-107,913	-105,435	-105,128	-101,624	-98,120
22 - Z -	4,500	5,500	5,624	6,102	6,479
22 - L -	-94,615	-91,111	-87,607	-84,103	-80,598
22 - Z -	7,129	8,589	10,002	10,540	10,787
22 - L -	-77,094	-73,590	-70,085	-66,581	-63,077
22 - Z -	11,026	11,333	11,754	12,413	13,231
22 - L -	-59,573	-56,068	-52,564	-49,060	-45,556
22 - Z -	14,049	15,468	16,648	15,761	14,875
22 - L -	-42,051	-38,547	-35,043	-31,538	-28,034
22 - Z -	13,344	11,813	10,882	9,167	8,826
22 - L -	-24,530	-21,026	-17,521	-14,017	-10,513
22 - Z -	8,553	7,460	6,462	6,116	6,082
22 - L -	-7,009	-3,504	0,000	3,500	7,000
22 - Z -	6,033	5,840	5,642	5,646	5,700
22 - L -	10,500	14,000	17,500	21,000	24,500
22 - Z -	5,626	5,625	5,657	5,681	5,712
22 - L -	28,000	31,500	35,000	38,500	42,000
22 - Z -	5,723	5,703	5,706	5,733	5,790
22 - L -	45,500	49,000	52,500	56,000	59,500
22 - Z -	6,055	5,912	5,768	5,817	5,766
22 - L -	63,000	66,500	70,000	73,500	77,000
22 - Z -	5,898	6,083	6,558	6,904	7,526
22 - L -	80,500	84,000	87,500	91,000	94,500
22 - Z -	8,288	9,387	10,433	11,771	11,976
22 - L -	98,000	101,500	105,000	108,500	112,000
22 - Z -	11,783	11,992	11,983	11,837	11,698
22 - L -	115,500	119,000	122,500	126,000	129,500
22 - Z -	11,670	11,696	10,736	9,656	8,246
22 - L -	133,000	136,500	140,000	143,500	147,000
22 - Z -	7,072	5,821	5,387	4,753	4,103
22 - L -	150,500	154,000	157,500	161,000	164,500

Boundary number	Co-ordinates [m]				
22 - Z -	3,947	4,544	5,066	5,116	5,042
22 - L -	168,000	171,500	175,000	178,500	182,000
22 - Z -	5,101	5,049	5,027	5,026	5,084
22 - L -	185,500	189,000	192,500	196,000	199,500
22 - Z -	5,190	5,201	5,125	5,101	5,074
22 - L -	203,000	206,500	210,000	213,500	217,000
22 - Z -	5,044	5,077	5,065	4,902	5,060
22 - L -	220,500	224,000	227,500	231,000	234,500
22 - Z -	5,063	5,092	5,041	5,063	5,069
22 - L -	238,000	241,500	245,000	248,500	252,000
22 - Z -	5,118	5,122	5,111	5,123	5,166
22 - L -	255,500	259,000	262,500	266,000	269,500
22 - Z -	5,184	5,155	5,236	5,207	5,209
22 - L -	273,000	276,500	280,000	283,500	287,000
22 - Z -	5,233	5,329	5,390	5,386	5,369
22 - L -	290,500	294,000	297,500	301,000	304,500
22 - Z -	5,275	5,342	5,234	5,314	5,314
22 - L -	308,000	311,500	315,000	318,500	322,000
22 - Z -	5,321	5,272	5,249	5,257	5,262
22 - L -	325,500	329,000	332,500	336,000	339,500
22 - Z -	5,212	5,266	5,353	5,346	5,302
22 - L -	343,000	346,500	350,000		
22 - Z -	5,268	5,348	5,334		
21 - L -	-495,000	-490,171	-483,171	-476,171	-469,171
21 - Z -	0,079	0,079	0,000	0,000	0,000
21 - L -	-462,171	-455,171	-448,171	-441,171	-434,171
21 - Z -	0,090	0,148	0,204	0,250	0,353
21 - L -	-427,171	-420,171	-413,171	-406,171	-399,171
21 - Z -	0,726	1,321	2,152	2,586	2,428
21 - L -	-392,171	-385,171	-378,171	-371,171	-364,171
21 - Z -	2,263	2,075	1,950	1,722	1,591
21 - L -	-361,614	-357,171	-350,171	-343,171	-336,171
21 - Z -	1,530	1,424	1,390	1,385	1,354
21 - L -	-329,171	-322,171	-315,171	-308,171	-301,171
21 - Z -	1,346	1,359	1,370	1,384	1,392
21 - L -	-294,171	-287,171	-280,171	-273,171	-266,171
21 - Z -	1,420	1,447	1,460	1,457	1,475
21 - L -	-259,171	-252,171	-245,171	-238,171	-231,171
21 - Z -	1,497	1,517	1,530	1,571	1,570
21 - L -	-224,171	-217,171	-210,171	-203,171	-196,171
21 - Z -	1,618	1,671	1,625	1,648	1,683
21 - L -	-189,171	-182,171	-175,171	-168,171	-161,171
21 - Z -	1,712	1,750	1,788	1,874	2,202
21 - L -	-154,171	-147,171	-142,466	-140,171	-136,667
21 - Z -	2,003	2,038	2,200	2,279	2,376
21 - L -	-133,162	-129,658	-126,154	-122,650	-119,145
21 - Z -	2,474	2,496	2,571	2,734	2,943
21 - L -	-115,641	-112,137	-108,632	-107,913	-105,435
21 - Z -	3,200	3,600	4,210	4,500	5,500
21 - L -	-105,128	-101,624	-98,120	-94,615	-91,111
21 - Z -	5,624	6,102	6,479	7,129	8,589
21 - L -	-87,607	-84,103	-80,598	-77,094	-73,590
21 - Z -	10,002	10,540	10,787	11,026	11,333
21 - L -	-70,085	-66,581	-63,077	-59,573	-56,068
21 - Z -	11,754	12,413	13,231	14,049	15,468
21 - L -	-52,564	-49,060	-45,556	-42,051	-38,547
21 - Z -	16,648	15,761	14,875	13,344	11,813
21 - L -	-35,043	-31,538	-28,034	-24,530	-21,026
21 - Z -	10,882	9,167	8,826	8,553	7,460
21 - L -	-17,521	-14,017	-10,513	-7,009	-3,504
21 - Z -	6,462	6,116	6,082	6,033	5,840

Boundary number	Co-ordinates [m]				
21 - L -	0,000	3,500	7,000	10,500	14,000
21 - Z -	5,642	5,646	5,700	5,626	5,625
21 - L -	17,500	21,000	24,500	28,000	31,500
21 - Z -	5,657	5,681	5,712	5,723	5,703
21 - L -	35,000	38,500	42,000	45,500	49,000
21 - Z -	5,706	5,733	5,790	6,055	5,912
21 - L -	52,500	56,000	59,500	63,000	66,500
21 - Z -	5,768	5,817	5,766	5,898	6,083
21 - L -	70,000	73,500	77,000	80,500	84,000
21 - Z -	6,558	6,904	7,526	8,288	9,387
21 - L -	87,500	91,000	94,500	98,000	101,500
21 - Z -	10,433	11,771	11,976	11,783	11,992
21 - L -	105,000	108,500	112,000	115,500	119,000
21 - Z -	11,983	11,837	11,698	11,670	11,696
21 - L -	122,500	126,000	129,500	133,000	136,500
21 - Z -	10,736	9,656	8,246	7,072	5,821
21 - L -	140,000	143,500	147,000	150,500	154,000
21 - Z -	5,387	4,753	4,103	3,947	4,544
21 - L -	157,500	161,000	164,500	168,000	171,500
21 - Z -	5,066	5,116	5,042	5,101	5,049
21 - L -	175,000	178,500	182,000	185,500	189,000
21 - Z -	5,027	5,026	5,084	5,190	5,201
21 - L -	192,500	196,000	199,500	203,000	206,500
21 - Z -	5,125	5,101	5,074	5,044	5,077
21 - L -	210,000	213,500	217,000	220,500	224,000
21 - Z -	5,065	4,902	5,060	5,063	5,092
21 - L -	227,500	231,000	234,500	238,000	241,500
21 - Z -	5,041	5,063	5,069	5,118	5,122
21 - L -	245,000	248,500	252,000	255,500	259,000
21 - Z -	5,111	5,123	5,166	5,184	5,155
21 - L -	262,500	266,000	269,500	273,000	276,500
21 - Z -	5,236	5,207	5,209	5,233	5,329
21 - L -	280,000	283,500	287,000	290,500	294,000
21 - Z -	5,390	5,386	5,369	5,275	5,342
21 - L -	297,500	301,000	304,500	308,000	311,500
21 - Z -	5,234	5,314	5,314	5,321	5,272
21 - L -	315,000	318,500	322,000	325,500	329,000
21 - Z -	5,249	5,257	5,262	5,212	5,266
21 - L -	332,500	336,000	339,500	343,000	346,500
21 - Z -	5,353	5,346	5,302	5,268	5,348
21 - L -	350,000				
21 - Z -	5,334				
20 - L -	-495,000	-490,171	-483,171	-476,171	-469,171
20 - Z -	0,079	0,079	0,000	0,000	0,000
20 - L -	-462,171	-455,171	-448,171	-441,171	-434,171
20 - Z -	0,090	0,148	0,204	0,250	0,353
20 - L -	-427,171	-420,171	-413,171	-406,171	-399,171
20 - Z -	0,726	1,321	2,152	2,586	2,428
20 - L -	-392,171	-385,171	-378,171	-371,171	-364,171
20 - Z -	2,263	2,075	1,950	1,722	1,591
20 - L -	-361,614	-357,171	-350,171	-343,171	-336,171
20 - Z -	1,530	1,424	1,390	1,385	1,354
20 - L -	-329,171	-322,171	-315,171	-308,171	-301,171
20 - Z -	1,346	1,359	1,370	1,384	1,392
20 - L -	-294,171	-287,171	-280,171	-273,171	-266,171
20 - Z -	1,420	1,447	1,460	1,457	1,475
20 - L -	-259,171	-252,171	-245,171	0,000	350,000
20 - Z -	1,497	1,517	1,530	1,530	4,500
19 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000	
19 - Z -	-3,500	-3,500	-3,500	1,000	
18 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000	

Boundary number	Co-ordinates [m]			
18 - Z -	-3,500	-3,500	-3,500	-1,000
17 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
17 - Z -	-6,000	-6,000	-6,000	-1,000
16 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
16 - Z -	-6,000	-6,000	-6,000	-7,200
15 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
15 - Z -	-7,000	-7,000	-7,000	-7,200
14 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
14 - Z -	-10,750	-10,750	-10,000	-10,230
13 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
13 - Z -	-11,250	-11,250	-10,500	-10,530
12 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
12 - Z -	-15,000	-15,000	-15,000	-10,530
11 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
11 - Z -	-16,000	-16,000	-16,000	-14,950
10 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
10 - Z -	-18,000	-18,000	-18,000	-17,000
9 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
9 - Z -	-18,000	-18,000	-18,000	-22,500
8 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
8 - Z -	-23,750	-23,750	-23,750	-22,500
7 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
7 - Z -	-23,750	-23,750	-23,750	-24,800
6 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
6 - Z -	-25,000	-25,000	-25,000	-24,800
5 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
5 - Z -	-29,500	-29,500	-29,500	-29,500
4 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
4 - Z -	-30,000	-30,000	-30,000	-30,000
3 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
3 - Z -	-48,000	-48,000	-48,000	-38,500
2 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
2 - Z -	-48,000	-48,000	-48,000	-39,500
1 - L -	-495,000	-368,000	0,000	350,000
1 - Z -	-48,000	-48,000	-48,000	-50,000
0 - L -	-495,000	350,000		
0 - Z -	-50,000	-50,000		

2.3 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - L -	-495,000	-167,210	-70,000	100,000	140,000
1 - Z -	2,200	2,200	5,500	5,500	5,000
1 - L -	350,000				
1 - Z -	5,000				

2.4 Phreatic Line

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

2.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
22	terp	1	1
21	za,ze-fi,lo (NA)	1	1
20	za,ze-fi,ma (NA)	1	1
19	za,ze-fi,lo (NA)	1	1
18	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	1	1
17	za,ze-fi,va (NA)	1	1
16	za,ze-fi,ma (NA)	1	1

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
15	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	1	1
14	kl-za,ma (NA)	1	1
13	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	1	1
12	za,ze-fi,va (NA)	1	1
11	za,ze-fi,ma (NA)	1	1
10	za-kl,ze-fi,ma (NA)	1	1
9	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	1	1
8	za-kl,ze-fi,lo (NA)	1	1
7	kl-za,ma (NA)	1	1
6	za,ma-gr,va (KR)	1	1
5	kl-za,ma (KR)	1	1
4	za,ma-gr,va (KR)	1	1
3	kl-za,ma (PZWA)	1	1
2	za-kl,ze-gr,ma (PZ...	1	1
1	za-si,ma-gr,va (PZ...	1	1

2.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlying (non-cohesive) drained layers, is situated at the top of layer number 22: terp

The boundary between compressible top layers and underlying non-compressible layers, is situated at the top of layer number 22: terp

2.7 Soil Material Data

Name	Gamma unsat [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Cohesion [kN/m ²]	Phi [deg]	Su top [kN/m ²]	Su bottom [kN/m ²]
Soft Clay	14,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Undetermined	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
za,ze-fi,lo (NA)	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za,ze-fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
kl-za,ma (NA)	18,00	18,00	5,00	22,50	0,00	0,00
za,ze-fi,va (NA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ze-fi,va (KR)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma-gr,va (KR)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za-si,ma-gr,va (PZWA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
kl-za,ma (KR)	18,00	18,00	5,00	22,50	0,00	0,00
terp	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za-kl,ze-fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za-kl,ze-fi,lo (NA)	17,00	19,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl-za,ma (PZWA)	18,00	18,00	5,00	22,50	0,00	0,00
za-kl,ze-gr,ma (PZWA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00

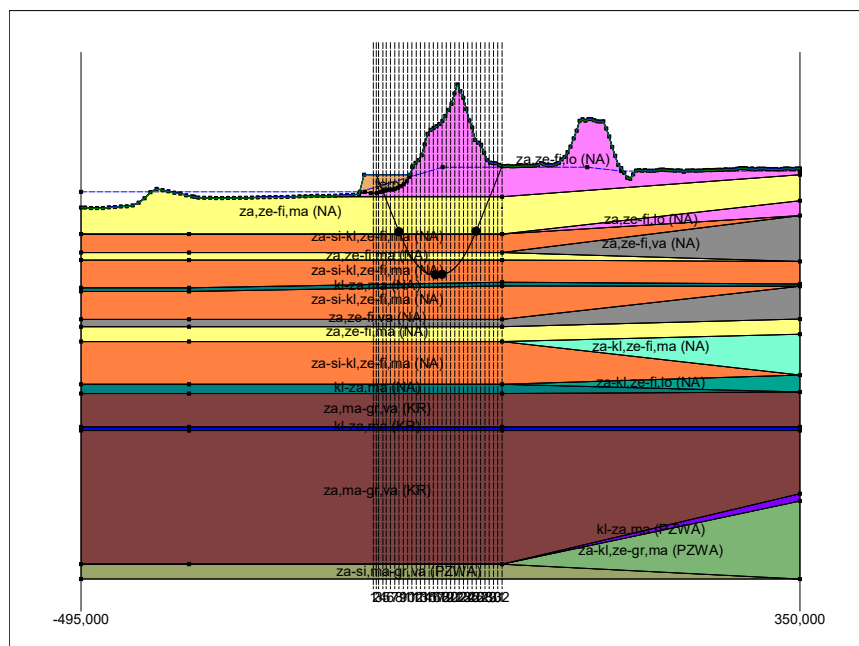
Name	Soil type	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod bottom [kN/m ²]
Soft Clay	-	-	0,01	0,01
Undetermined	-	-	0,01	0,01
za,ze-fi,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
za,ze-fi,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
kl-za,ma (NA)	Clay	3000,00	-	-
za,ze-fi,va (NA)	Sand	75000,00	-	-
za,ze-fi,va (KR)	Sand	75000,00	-	-
za,ma-gr,va (KR)	Sand	75000,00	-	-
za-si,ma-gr,va (PZWA)	Sand	75000,00	-	-
kl-za,ma (KR)	Clay	3000,00	-	-
terp	Sand	15000,00	-	-

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod bottom [kN/m ²]
za-kl,ze-fi,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
za-kl,ze-fi,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl-za,ma (PZWA)	Clay	3000,00	-	-
za-kl,ze-gr,ma (PZWA)	Sand	35000,00	-	-

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

2.8 Geometry

2.8.1 Geometry Section, Detailed



2.8.2 Geometry Top View

2.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	-151,403	n.a.
2	-147,918	4,500
3	-145,190	3,718
4	-140,170	2,278
5	-136,262	1,158
6	-131,215	-0,290
7	-126,168	-1,737
8	-121,121	-3,184
9	-116,074	-4,538
10	-111,027	-5,706
11	-105,980	-6,692
12	-100,933	-7,501
13	-95,886	-8,134
14	-90,839	-8,594
15	-85,792	-8,883
16	-80,745	-9,002
17	-75,698	-8,976
18	-70,651	-8,932
19	-65,604	-8,804
20	-60,557	-8,506
21	-55,510	-8,037
22	-50,463	-7,394
23	-45,416	-6,576

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
24	-40,369	-5,580
25	-35,322	-4,403
26	-30,275	-3,039
27	-25,228	-1,592
28	-20,181	-0,145
29	-15,134	1,302
30	-10,087	2,750
31	-5,040	4,197
32	0,000	5,642

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

2.10 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	-147,918	[m]
Y co-ordinate left point	0,000	[m]
Z co-ordinate left point	4,500	[m]
X co-ordinate right point	0,000	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	5,642	[m]
Angle left	16,0000	[deg]
Angle right	16,0000	[deg]
Bending radius left, vertical in/out	150,000	[m]
Bending radius right, vertical in/out	150,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	150,000	[m]
Lowest level of pipe (center bore hole)	-9,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	0,5000	[deg]
Number of horizontal bends	0	

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

2.11 Product Pipe Material Data

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	450,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	41,00	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	50,00	[deg C]

2.12 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	No	
Part of cross section filled with fluid	0	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m ³]
Bedding angle	120	[deg]
Load angle	180	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]

Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m ²]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]

2.13 Drilling Fluid Data

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

2.14 Factors

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

2.15 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

3 Drilling Fluid Pressures

3.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	80
2	27	27	10	88
3	76	114	28	101
4	162	222	43	112
5	228	357	61	126
6	280	477	79	139
7	329	587	98	153
8	339	554	115	166
9	371	599	130	177
10	496	873	144	185
11	507	841	155	192
12	542	890	164	197
13	618	1024	172	199
14	681	1134	177	200
15	700	1167	181	199
16	712	1186	183	197
17	728	1216	184	194
18	758	1271	185	191
19	791	1336	184	185
20	844	1441	181	177
21	866	1510	176	168
22	872	1601	170	157
23	658	1117	161	143
24	572	974	150	128
25	519	953	137	110
26	449	827	124	92
27	330	591	110	74
28	192	310	96	55
29	101	160	82	37
30	57	72	69	18
31	0	0	55	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	16	16	9	10
3	76	79	26	28
4	136	141	39	43
5	224	247	55	61
6	278	355	72	79
7	328	466	89	98
8	343	494	104	115
9	373	551	118	130
10	477	771	130	144
11	525	869	139	155
12	548	908	147	164
13	622	1036	153	169
14	684	1145	156	172
15	704	1178	158	173
16	715	1197	159	172
17	732	1227	159	171
18	762	1285	158	169

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
19	797	1355	155	165
20	855	1476	151	159
21	911	1641	144	151
22	833	1495	136	141
23	662	1131	125	130
24	583	1010	113	116
25	515	889	98	100
26	444	724	83	84
27	322	452	68	67
28	144	206	52	50
29	101	124	37	33
30	50	50	18	17
31	0	0	0	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	16	16	10	9
3	76	79	28	26
4	136	141	43	39
5	224	247	61	55
6	278	355	79	72
7	328	466	98	89
8	343	494	115	104
9	373	551	130	118
10	477	771	144	130
11	525	869	155	139
12	548	908	164	147
13	622	1036	169	153
14	684	1145	172	156
15	704	1178	173	158
16	715	1197	172	159
17	732	1227	171	159
18	762	1285	169	158
19	797	1355	165	155
20	855	1476	159	151
21	911	1641	151	144
22	833	1495	141	136
23	662	1131	130	125
24	583	1010	116	113
25	515	889	100	98
26	444	724	84	83
27	322	452	67	68
28	144	206	50	52
29	101	124	33	37
30	50	50	17	18
31	0	0	0	0

3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

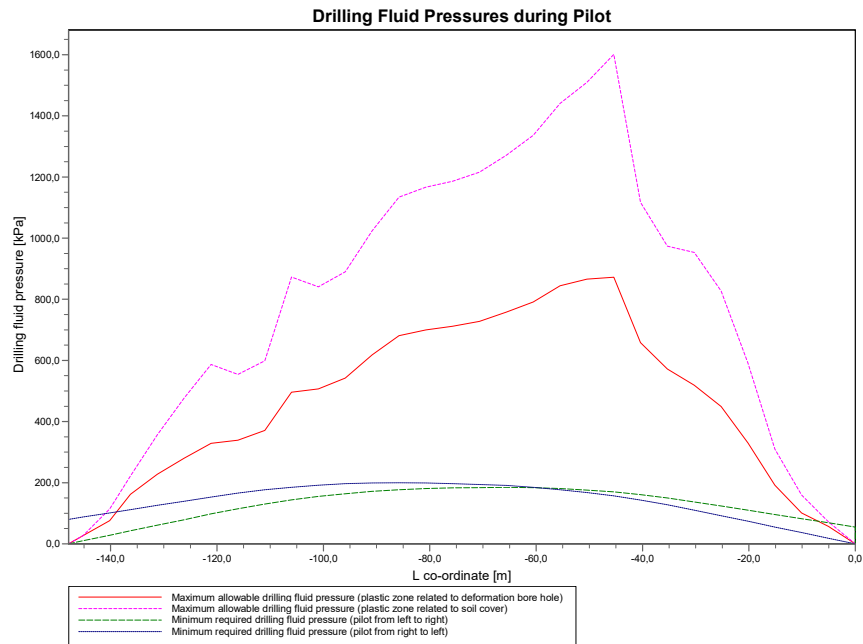
Vertical no.	Static column pressure			Result
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	
1	0	0	-	sufficient
2	9	0	-	sufficient
3	25	8	2,92	sufficient
4	37	21	1,76	sufficient
5	53	37	1,42	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			Result
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	
6	69	54	1,29	sufficient
7	85	70	1,22	sufficient
8	101	85	1,19	sufficient
9	115	99	1,16	sufficient
10	126	110	1,14	sufficient
11	136	120	1,13	sufficient
12	144	128	1,12	sufficient
13	150	135	1,11	sufficient
14	153	139	1,10	sufficient
15	156	142	1,09	not sufficient
16	156	144	1,09	not sufficient
17	156	145	1,08	not sufficient
18	155	144	1,08	not sufficient
19	153	141	1,08	not sufficient
20	148	136	1,09	not sufficient
21	142	130	1,09	not sufficient
22	134	121	1,10	not sufficient
23	123	111	1,11	sufficient
24	111	100	1,11	sufficient
25	96	86	1,12	sufficient
26	80	71	1,13	sufficient
27	64	57	1,13	sufficient
28	48	42	1,14	sufficient
29	32	28	1,16	sufficient
30	16	13	1,22	sufficient
31	0	0	-	sufficient

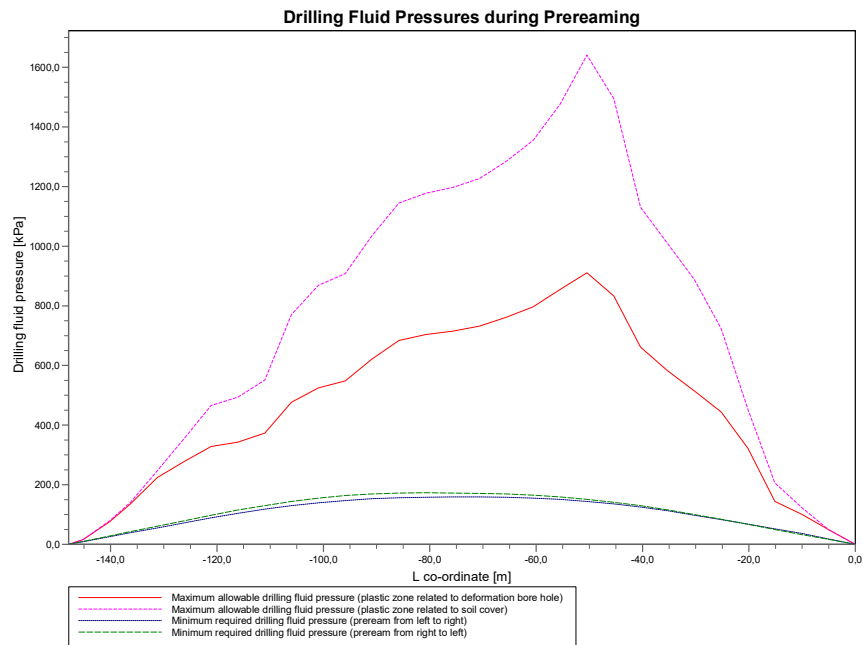
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safety factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

3.3 Drilling Fluid Pressure Plots

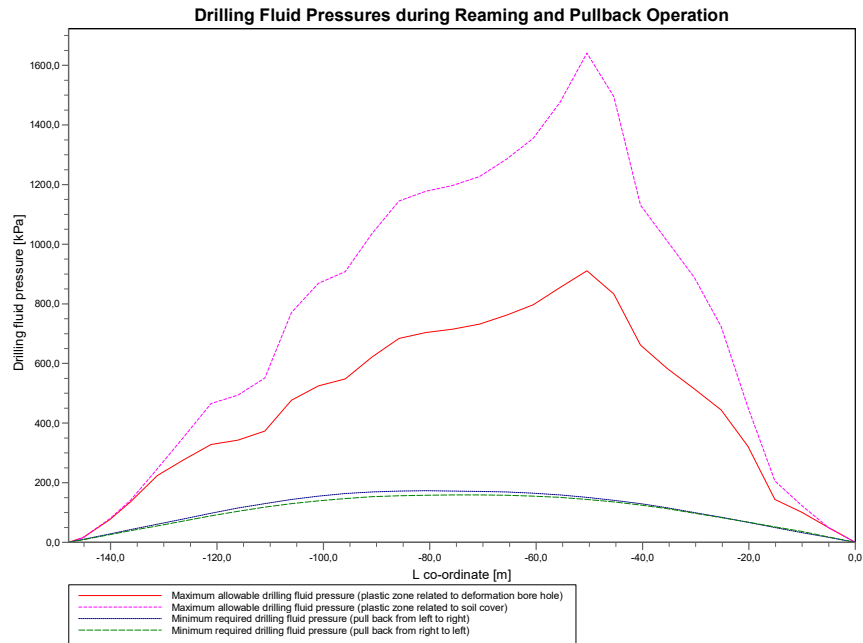
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot



3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Preaming



3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



4 Soil Mechanical Data

4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: pijp)

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

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

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v,r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	53
2	14	10	8	10	0	286
3	68	29	22	29	0	882
4	118	39	29	39	0	1365
5	208	52	13	17	0	1824
6	323	65	12	17	0	2282
7	462	78	12	16	0	1600
8	616	90	13	17	0	1736
9	686	100	13	17	0	3376
10	1060	122	12	17	0	2494
11	951	143	14	18	0	2778
12	1050	161	14	19	0	3109
13	1240	194	15	20	0	3764
14	1394	223	15	20	0	4313
15	1439	231	15	20	0	4473
16	1464	236	15	20	0	4563
17	1502	243	15	21	0	4705
18	1580	258	16	21	0	4991
19	1669	275	16	21	0	5320
20	1805	301	16	22	0	5834
21	1812	303	17	22	0	5861
22	2122	273	16	21	0	6037
23	1406	225	16	22	0	6997
24	1187	185	16	21	0	3588
25	1189	139	14	19	0	3162
26	898	118	14	19	0	4143
27	458	80	13	18	0	2810
28	199	48	12	16	0	1714
29	100	33	24	33	0	878
30	34	17	13	17	0	464
31	0	0	0	0	0	28

Vertical no.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	0	0	0	0	0,05	7,5
2	90	3363	70	2354	0,05	7,5
3	285	24966	1830	17476	0,05	7,5
4	454	49748	6958	34823	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h,e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
5	416	57559	35067	40291	0,05	7,5
6	554	58491	50531	40944	0,05	7,5
7	683	53050	57158	37135	0,05	7,5
8	617	64268	57072	44988	0,05	7,5
9	686	67219	52815	47053	0,05	7,5
10	1060	65705	61534	45994	0,05	7,5
11	951	70538	72798	49376	0,05	7,5
12	1051	60861	77656	42603	0,05	7,5
13	1240	64251	85602	44976	0,05	7,5
14	1394	69116	89384	48381	0,05	7,5
15	1439	70489	89899	49343	0,05	7,5
16	1464	71237	91267	49866	0,05	7,5
17	1502	72392	93442	50674	0,05	7,5
18	1580	74671	98317	52270	0,05	7,5
19	1669	77199	105967	54039	0,05	7,5
20	1805	85516	112311	59861	0,05	7,5
21	1812	103632	112772	72542	0,05	7,5
22	2122	100748	97569	70524	0,05	7,5
23	1406	101214	87671	70850	0,05	7,5
24	1187	90450	90563	63315	0,05	7,5
25	1189	71769	82566	50239	0,05	7,5
26	1015	79017	74425	55312	0,05	7,5
27	692	69972	44051	48980	0,05	7,5
28	397	55987	12610	39191	0,05	7,5
29	359	21670	5169	15169	0,05	7,5
30	160	4242	611	2969	0,05	7,5
31	0	0	0	0	0,05	7,5

Maximum soil stress	: q _{v;n;max} = 303 kN/m ²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	: q _{traffic;max} = 38 kN/m ²
Maximum reduced soil stress	: q _{v;r;n;max} = 38 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	: k _{v;max} = 112772 kN/m ³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	: k _{v;max} = 225544 kN/m ³

4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
22	terp	Calculated with E100
21	za,ze-fi,lo (NA)	Calculated with E100
20	za,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
19	za,ze-fi,lo (NA)	Calculated with E100
18	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
17	za,ze-fi,va (NA)	Calculated with E100
16	za,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
15	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
14	kl-za,ma (NA)	Calculated with E100
13	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
12	za,ze-fi,va (NA)	Calculated with E100
11	za,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
10	za-kl,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
9	za-si-kl,ze-fi,ma (NA)	Calculated with E100
8	za-kl,ze-fi,lo (NA)	Calculated with E100
7	kl-za,ma (NA)	Calculated with E100
6	za,ma-gr,va (KR)	Calculated with E100
5	kl-za,ma (KR)	Calculated with E100
4	za,ma-gr,va (KR)	Calculated with E100

Layer number	Material name	Type of determination
3	kl-za,ma (PZWA)	Calculated with E100
2	za-kl,ze-gr,ma (PZWA)	Calculated with E100
1	za-si,ma-gr,va (PZWA)	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (L=-151,403 m)		Vertical 2 (L=-147,918 m)		Vertical 3 (L=-145,19 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	0,000	8,912	0,000	8,735	0,000	8,351
21	8,912	9,464	8,735	9,375	8,351	9,209
20	28,393	42,646	28,126	42,468	27,627	42,139
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	33,169	37,478	33,031	37,356	32,775	37,130
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	48,186	50,231	48,029	50,080	47,738	49,802
15	39,068	43,913	38,951	43,801	38,735	43,594
14	4,313	4,400	4,295	4,382	4,263	4,350
13	44,463	49,882	44,353	49,790	44,148	49,621
12	106,890	109,731	106,693	109,539	106,331	109,186
11	65,838	68,828	65,724	68,718	65,512	68,515
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	53,533	59,715	53,447	59,639	53,290	59,497
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	7,053	7,244	7,038	7,230	7,011	7,203
6	130,124	140,362	129,963	140,213	129,665	139,937
5	8,178	8,252	8,164	8,238	8,138	8,212
4	141,155	176,073	141,007	175,953	140,732	175,734
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	176,073	179,534	175,953	179,417	175,734	179,201

Layer number	Vertical 4 (L=-140,17 m)		Vertical 5 (L=-136,262 m)		Vertical 6 (L=-131,215 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	0,000	8,072	0,000	7,750	0,000	7,433
21	8,072	9,077	7,750	8,905	7,433	8,728
20	27,232	41,881	26,714	41,546	26,185	41,208
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	32,574	36,953	32,314	36,723	32,051	36,492
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	47,511	49,584	47,216	49,301	46,918	49,017
15	38,565	43,433	38,345	43,223	38,124	43,012
14	4,238	4,325	4,205	4,292	4,172	4,260
13	43,989	49,489	43,782	49,318	43,574	49,146
12	106,048	108,910	105,681	108,553	105,312	108,195
11	65,346	68,357	65,132	68,152	64,917	67,947
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	53,167	59,387	53,007	59,245	52,847	59,102
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	6,991	7,183	6,964	7,156	6,937	7,130
6	129,433	139,722	129,133	139,443	128,832	139,165
5	8,118	8,192	8,092	8,166	8,066	8,141
4	140,519	175,563	140,242	175,341	139,965	175,120
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	175,563	179,033	175,341	178,816	175,120	178,599

Layer number	Vertical 7 (L=-126,168 m)		Vertical 8 (L=-121,121 m)		Vertical 9 (L=-116,074 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	0,000	6,858	0,000	6,084	0,000	4,620

Layer number	Vertical 7 (L=-126,168 m)		Vertical 8 (L=-121,121 m)		Vertical 9 (L=-116,074 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
21	6,858	8,549	6,084	8,365	4,620	8,177
20	25,646	40,868	25,095	40,524	24,531	40,178
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	31,786	36,260	31,519	36,026	31,249	35,790
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	46,620	48,731	46,319	48,443	46,016	48,153
15	37,902	42,800	37,678	42,588	37,453	42,374
14	4,139	4,227	4,106	4,194	4,074	4,162
13	43,365	48,973	43,155	48,800	42,944	48,627
12	104,943	107,835	104,572	107,474	104,200	107,112
11	64,701	67,741	64,485	67,534	64,267	67,327
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	52,687	58,958	52,526	58,815	52,365	58,671
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	6,910	7,103	6,883	7,076	6,856	7,049
6	128,530	138,885	128,227	138,605	127,924	138,325
5	8,040	8,115	8,014	8,089	7,988	8,063
4	139,687	174,898	139,409	174,675	139,130	174,453
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	174,898	178,381	174,675	178,164	174,453	177,945

Layer number	Vertical 10 (L=-111,027 m)		Vertical 11 (L=-105,98 m)		Vertical 12 (L=-100,933 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	9,674	0,000	11,170	0,000	12,210
20	29,023	43,068	33,510	46,210	36,630	48,521
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	33,497	37,769	35,941	39,952	37,738	41,576
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	48,560	50,590	51,367	53,291	53,455	55,306
15	39,347	44,043	41,448	45,916	43,016	47,323
14	4,333	4,420	4,632	4,717	4,861	4,945
13	44,592	50,101	46,443	51,767	47,834	53,030
12	107,359	110,188	110,929	113,669	113,636	116,313
11	66,113	69,090	68,202	71,092	69,788	72,615
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	53,737	59,898	55,294	61,299	56,478	62,369
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	7,087	7,279	7,354	7,544	7,561	7,749
6	130,510	140,720	133,462	143,462	135,721	145,565
5	8,211	8,285	8,468	8,542	8,668	8,741
4	141,511	176,358	144,238	178,554	146,331	180,248
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	176,358	179,813	178,554	181,968	180,248	183,630

Layer number	Vertical 13 (L=-95,886 m)		Vertical 14 (L=-90,839 m)		Vertical 15 (L=-85,792 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	14,664	0,000	16,506	0,000	16,979
20	43,992	54,293	49,517	58,859	50,938	60,060
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	42,228	45,691	45,779	48,992	46,713	49,865
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	58,745	60,434	62,989	64,567	64,112	65,663
15	47,004	50,963	50,219	53,931	51,072	54,714

Layer number	Vertical 13 (L=-95,886 m)		Vertical 14 (L=-90,839 m)		Vertical 15 (L=-85,792 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
14	5,473	5,555	5,992	6,072	6,132	6,211
13	51,438	56,314	54,380	59,024	55,157	59,751
12	120,673	123,196	126,480	128,889	128,038	130,419
11	73,918	76,593	77,334	79,894	78,251	80,783
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	59,572	65,184	62,140	67,539	62,831	68,175
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	8,114	8,299	8,588	8,771	8,718	8,900
6	141,665	151,123	146,642	155,798	147,988	157,066
5	9,203	9,275	9,663	9,734	9,789	9,860
4	151,860	184,765	156,513	188,609	157,775	189,657
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	184,765	188,066	188,609	191,844	189,657	192,874

Layer number	Vertical 16 (L=-80,745 m)		Vertical 17 (L=-75,698 m)		Vertical 18 (L=-70,651 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	17,304	0,000	17,801	0,000	18,788
20	51,911	60,887	53,403	62,164	56,365	64,726
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	47,356	50,468	48,349	51,401	50,343	53,280
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	64,887	66,420	66,087	67,593	68,503	69,957
15	51,660	55,253	52,572	56,095	54,411	57,811
14	6,228	6,308	6,381	6,460	6,696	6,774
13	55,691	60,255	56,527	61,039	58,230	62,629
12	129,118	131,479	130,797	133,129	134,206	136,479
11	78,887	81,399	79,877	82,359	81,887	84,310
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	63,310	68,617	64,057	69,307	65,574	70,712
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	8,809	8,990	8,951	9,131	9,243	9,422
6	148,924	157,948	150,382	159,323	153,356	162,133
5	9,877	9,948	10,015	10,086	10,300	10,370
4	158,653	190,388	160,023	191,531	162,821	193,874
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	190,388	193,593	191,531	194,717	193,874	197,023

Layer number	Vertical 19 (L=-65,604 m)		Vertical 20 (L=-60,557 m)		Vertical 21 (L=-55,51 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	19,952	0,000	21,641	0,000	22,044
20	59,855	67,787	64,922	72,300	66,131	73,388
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	52,723	55,535	56,234	58,878	57,079	59,687
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	71,402	72,798	75,700	77,018	76,740	78,040
15	56,621	59,885	59,903	62,988	60,698	63,734
14	7,085	7,162	7,681	7,756	7,827	7,902
13	60,290	64,558	63,373	67,456	64,115	68,162
12	138,340	140,546	144,548	146,661	146,062	148,154
11	84,328	86,682	87,997	90,255	88,892	91,129
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	67,419	72,426	70,198	75,020	70,878	75,656
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 19 (L=-65,604 m)		Vertical 20 (L=-60,557 m)		Vertical 21 (L=-55,51 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
7	9,604	9,781	10,160	10,335	10,298	10,473
6	156,986	165,571	162,484	170,793	163,832	172,076
5	10,651	10,721	11,194	11,262	11,329	11,397
4	166,244	196,759	171,445	201,172	172,724	202,263
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	196,759	199,862	201,172	204,208	202,263	205,283

Layer number	Vertical 22 (L=-50,463 m)		Vertical 23 (L=-45,416 m)		Vertical 24 (L=-40,369 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	20,883	0,000	18,756	0,000	16,987
20	62,650	70,267	56,267	64,641	50,961	60,079
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	54,652	57,370	50,276	53,218	46,728	49,879
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	73,761	75,113	68,423	69,878	64,130	65,681
15	58,421	61,560	54,350	57,699	51,085	54,624
14	7,404	7,480	6,676	6,753	6,115	6,195
13	61,954	66,143	58,119	62,576	55,067	59,762
12	141,735	143,890	134,092	136,367	128,062	130,443
11	86,334	88,635	81,820	84,244	78,266	80,797
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	68,938	73,842	65,523	70,664	62,842	68,185
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	9,906	10,082	9,233	9,412	8,720	8,902
6	159,987	168,419	153,256	162,039	148,009	157,086
5	10,946	11,015	10,290	10,360	9,791	9,862
4	169,081	199,161	162,727	193,795	157,795	189,674
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	199,161	202,227	193,795	196,945	189,674	192,891

Layer number	Vertical 25 (L=-35,322 m)		Vertical 26 (L=-30,275 m)		Vertical 27 (L=-25,228 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	14,677	0,000	14,097	0,000	12,067
20	44,031	54,325	42,290	52,923	36,202	48,198
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	42,253	45,713	41,163	44,708	37,488	41,349
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	58,774	60,463	57,481	59,206	53,163	55,023
15	47,026	50,836	46,049	49,921	42,796	46,923
14	5,451	5,533	5,295	5,377	4,796	4,880
13	51,312	56,333	50,406	55,519	47,439	52,852
12	120,713	123,235	118,970	121,529	113,255	115,940
11	73,941	76,615	72,917	75,628	69,564	72,400
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	59,589	65,200	58,821	64,499	56,311	62,218
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	8,117	8,302	7,978	8,164	7,531	7,720
6	141,698	151,154	140,217	149,766	135,401	145,268
5	9,207	9,278	9,072	9,144	8,640	8,713
4	151,891	184,791	150,510	183,657	146,034	180,008
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	184,791	188,091	183,657	186,978	180,008	183,395

Layer number	Vertical 28 (L=-20,181 m)		Vertical 29 (L=-15,134 m)		Vertical 30 (L=-10,087 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	0,000	10,375	0,000	10,094	0,000	9,803
20	31,125	44,511	30,282	43,926	29,409	43,328
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	34,619	38,767	34,165	38,362	33,700	37,948
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	49,844	51,824	49,322	51,322	48,791	50,812
15	40,307	44,651	39,917	44,285	39,520	43,913
14	4,429	4,516	4,371	4,458	4,313	4,400
13	45,193	50,858	44,831	50,550	44,464	50,237
12	108,982	111,769	108,321	111,125	107,650	110,471
11	67,062	69,999	66,675	69,628	66,283	69,253
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	54,444	60,533	54,155	60,274	53,863	60,012
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	7,208	7,398	7,158	7,349	7,109	7,300
6	131,848	141,962	131,302	141,455	130,749	140,942
5	8,327	8,401	8,280	8,353	8,232	8,306
4	142,746	177,350	142,242	176,945	141,732	176,535
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	177,350	180,787	176,945	180,389	176,535	179,987

Layer number	Vertical 31 (L=-5,04 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
22	n.a.	n.a.
21	0,000	9,235
20	27,705	42,191
19	n.a.	n.a.
18	32,815	37,165
17	n.a.	n.a.
16	47,784	49,845
15	38,769	43,224
14	4,205	4,292
13	43,783	49,647
12	106,387	109,241
11	65,545	68,547
10	n.a.	n.a.
9	53,314	59,519
8	n.a.	n.a.
7	7,016	7,208
6	129,712	139,980
5	8,142	8,216
4	140,775	175,768
3	n.a.	n.a.
2	n.a.	n.a.
1	175,768	179,235

5 Data for Stress Analysis

5.1 General Data

Equivalent pipeline diameter	:	Do = 450,00 mm
Equivalent wall thickness	:	t = 41,00 mm
Equivalent unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 112772 kN/m ³
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,10 kN/m ³
Bending radius on rollers	:	Rrol = 150,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20

5.2 Buoyancy Control

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

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 0%

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

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

5.3 Calculation Pulling Force

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

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

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

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

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	8
T2	28	15
T3	71	34
T4	79	37
T5	120	56
T6	151	65

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

The maximum representative pulling force is 457 kN, calculation factor excluded. At this pulling force level the stresses in the pipeline are equal to the maximum allowable stress.

6 Stress Analysis of Pipe: pijp

6.1 Material Data of Pipe: pijp

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 450,00 mm
Wall thickness	:	t = 41,00 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 50,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 151 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 120 degrees
Load angle	:	alpha = 180 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,061
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,083
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,131
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,138
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,089
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 38 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 112772 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 150,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,40
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Results Stress Analysis of Pipe: pijp

In the calculation 5 load combinations are considered:

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

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

6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot Wb)$	=	2,05	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f1)/A$	=	0,20	N/mm ²
Maximum axial stress $\sigma_{a,max}$	=	1,53	N/mm ²

In this load combination the tangential stress is negligible.

6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	2,05	N/mm ²
$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	1,72	N/mm ²
Maximum axial stress $\sigma_{a,max}$	=	3,05	N/mm ²

Tangential stress:

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

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

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25}$	=	2,2E-3	1/mm
q_r	=	0,0275	N/mm ²
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,75	N/mm ²
Maximum tangential stress $\sigma_{t,max}$	=	0,49	N/mm ²

6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{px} = 0.5 \cdot \sigma_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	0,00	N/mm ²

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

Axial stress:

$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,74	N/mm ²
Maximum axial stress $\sigma_{a,max}$	=	0,48	N/mm ²

Tangential stress:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,45	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	2,62	N/mm ²
Maximum tangential stress $\sigma_{t,max}$	=	1,99	N/mm ²

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

Axial stress:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = \text{f}_k \cdot \text{E} \cdot \text{I}_b / (\text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,74 \quad \text{N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{f}_{pd} \cdot \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2)/(\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{f}_{pt} \cdot \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2)/(\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 3,08 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress Sigma}_{a,max} = 3,56 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot \text{qr} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,45 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 2,62 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Rerounding factor Frr} = 1,000$$

$$\text{Rerounding factor F'rr} = 1,000$$

$$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((\text{F'rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (\text{Frr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$$

$$\text{Maximum tangential stress Sigma}_{t,max} = 1,99 \quad \text{N/mm}^2$$

6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: pijp

Load combination 1

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

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

Load combination 2

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

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

Load combination 3

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

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

Load combination 4

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

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

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axial	10,00 (short)	1,53	3,05	-	-	-
Sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,48	3,56
Sigma_tang...	10,00 (short)	-	0,49	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (long)	-	-	-	1,99	1,99

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 4,6 mm (1,01% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 36,0 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

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

6.4 Check for Implosion of Pipe: pijp

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 173 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 145 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m².

End of Report

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

Deltares

www.deltares.nl



Stabiliteitsanalyse Slufterdam langs kabeltracé Net op zee IJmuiden Ver (Beta)

Rapportage waterbouw | Slufterdam op de Maasvlakte

1221-190311 | 19 augustus 2021

Definitief

TenneT TSO B.V.



Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Stabiliteitsanalyse Slufterdam langs kabeltracé Net op zee IJmuiden Ver (Beta)
Documentnaam	Rapportage waterbouw
Fugro-projectnr.	1221-190311
Fugro-documentnr.	1221-190311.R01
Versienummer	4.0
Versiestatus	Definitief
Fugro entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Blaeuwaan 60A 3528 AD Utrecht T +31 30 602 8175

Klantgegevens

Klant	TenneT TSO B.V.
Adres klant	Postbus 718, 680 AS Arnhem
Contactpersoon klant	De heer S. Schennink
Documentnr. klant	T345923

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	15-06-2021	Concept	Uitgangspuntennotitie	MV	WH	WH
2.0	22-06-2021	Concept ter controle	Uitgangspuntennotitie: Aanpassen maatgevende dwarsprofielen	MV	WH	WH
3.0	12-08-2021	Concept	Stabiliteitsanalyse	MV	WH	WH
4.0	19-08-2021	Definitief	Opmerkingen klant en aanvullende informatie verwerkt	MV	WH	WH

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
WH	Werner Halter	Principal Consultant
MV	Mitchell Vollering	Adviseur Waterbouw

Inhoudsopgave

Inhoud

1. Inleiding	1
1.1 Projectbeschrijving	1
1.2 Beschikbare informatie	2
1.3 Doel	2
1.4 Leeswijzer	2
2. Uitgangspunten	3
2.1 Normen en richtlijnen	3
2.2 Rekenmethode	3
2.3 Vakindeling	3
2.4 Geometrie	4
2.5 Bodemopbouw	6
2.6 Grondparameters	7
2.7 (Grond)waterstanden en stijghoogten	8
2.8 Bovenbelastingen	9
2.8.1 Verkeersbelasting	9
2.8.2 Fundering windturbine	9
2.8.3 Trillingsintensiteit	10
3. Stabiliteitsanalyse	12
3.1 Resultaat	12
3.1.1 Dwarsprofiel 1	12
3.1.2 Dwarsprofiel 2	13
3.1.3 Dwarsprofiel 3	14
3.1.4 Dwarsprofiel 4	15
4. Stabiliserende maatregelen	17
5. Conclusies en aanbevelingen	19
5.1 Conclusies	19
5.2 Aanbevelingen	19

Bijlagen

"Richtlijnen Grondverbetering"

1. Inleiding

Op 26 mei 2021 ontving Fugro te Utrecht van TenneT TSO B.V. te Arnhem, de opdracht voor het uitvoeren van een stabiliteitsanalyse en het opstellen van een advies omtrent de aanleg van het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver langs de Slufterdam op de Maasvlakte.

1.1 Projectbeschrijving

In de Noordzee wordt in het windenergiegebied IJmuiden Ver gebouwd. Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver zal aanlanden bij de Maasvlakte ter hoogte van de zuidzijde van de Slufterdam en middels een landkabeltracé verbonden worden met een nieuw te bouwen converterstation ten noorden van de Slufterdam. Hier wordt de gelijkspanning getransformeerd naar wisselspanning en aangesloten op het huidige elektriciteitsnet. Momenteel is TenneT bezig met de kabelrouting en kabelengineering voor deze landtracés, waarbij momenteel de tracés in de teen van de Slufterdam gepositioneerd zijn. Voor een toekomstige installatie van de kabels zal hier een gedeelte van de Slufterdam tijdelijk worden afgegraven. Hiervoor dient middels berekeningen de stabiliteit van de Slufterdam te worden aangetoond aan de Port of Rotterdam en Rijkswaterstaat. Een overzichtstekening van het projectgebied is weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Bovenaanzicht kabeltracé langs de Slufterdam

1.2 Beschikbare informatie

Door de opdrachtgever is de volgende informatie beschikbaar gesteld:

- Slufterdamproject, Rijkswaterstaat Gemeente Rotterdam, september 1982.
- Slufterdam; evaluatie van de gemeten grondwaterstanden in de bouwfase van de opgespoten zanddam, Rijkswaterstaat DWW, december 1987.
- Dimensies van het voorziene cunet van de kabelsleuf (e-mail Wouter van Doeland, Ensol d.d. 1 juni 2021).
- "Hoogtekaart Slufterdam" (DWG bestand), Geomaat, projectnummer 911602, tekeningnummer E01.
- "Profielen Slufterdam" (DWG bestand), Geomaat, projectnummer 911602, tekeningnummer P01a, 01-08-2019.
- ENSOL-05.542-DRW-BETA-VKA (1.4 GIS) Ligging kabeltracé (DWG bestand).
- "Grondmechanisch rapport, Net op zee IJmuiden Ver Verbinding Maasvlakte (Beta)", Antea Group, documentnummer 464270-GMO-01, 15 december 2020.
- "Geothermisch onderzoek, Net op zee IJmuiden Ver Verbinding Maasvlakte (Beta)", Antea Group, documentnummer 464270-GMO-01, concept revisie, 12 mei 2021.

Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

In het Fugro-archief is de volgende door Fugro uitgevoerd grondonderzoek beschikbaar:

- [1] "Geotechnisch veldwerk betreffende Windturbines Slufterdam Maasvlakte", Fugro, documentnummer 1012-0050-006_21.KRV01, 17 juni 2017.

1.3 Doel

Het doel van deze rapportage is door middel van een stabiliteitsanalyse aan te tonen dat er geen instabiliteit van het talud van de Slufterdam en de aangrenzende taluds optreedt bij het ontgraven van het cunet ten behoeve van het kabeltracé.

1.4 Leeswijzer

In deze rapportage wordt de stabiliteitsanalyse van de Slufterdam beschreven die is uitgevoerd te behoeve van het aanleggen van het kabeltracé voor Net op zee IJmuiden Ver. De uitgangspunten worden beschreven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 beschrijft de stabiliteitsanalyse. In hoofdstuk 4 worden oplossingsrichtingen beschreven om de stabiliteit te verbeteren. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en aanbevelingen.

2. Uitgangspunten

Voor het opstellen van stabiliteitsanalyse zijn de verschillende uitgangspunten en aannamen van belang. Deze worden in dit hoofdstuk beschreven en toegelicht.

Voorafgaande aan het opstellen van het ontwerp zijn deze geverifieerd met de opdrachtgever en het bevoegd gezag. Daarnaast wordt aanbevolen om bij de uitvoering van de werkzaamheden de gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van de aanwezige situatie op juistheid te controleren.

2.1 Normen en richtlijnen

Voor het opstellen van het advies zijn de volgende normen en richtlijnen in acht genomen:

[NEN-EN 1990, 2011] Eurocode: Grondslagen voor het constructief ontwerp.

[NEN 9997-1, 2011] Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1, algemene regels, december 2011.

[TRWG, 2001] Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies – Geotechnische aspecten van dijken, dammen en boezemkaden, juni 2001.

[TRAS, 2009] Technisch Rapport Actuele Sterkte bij Dijken. ENW, 27 maart 2009.

Het betreft een kabel en geen leiding. Daarom hoeft niet naar lekkage of explosie van gas of vloeistof te worden gekeken conform NEN3650/3651.

2.2 Rekenmethode

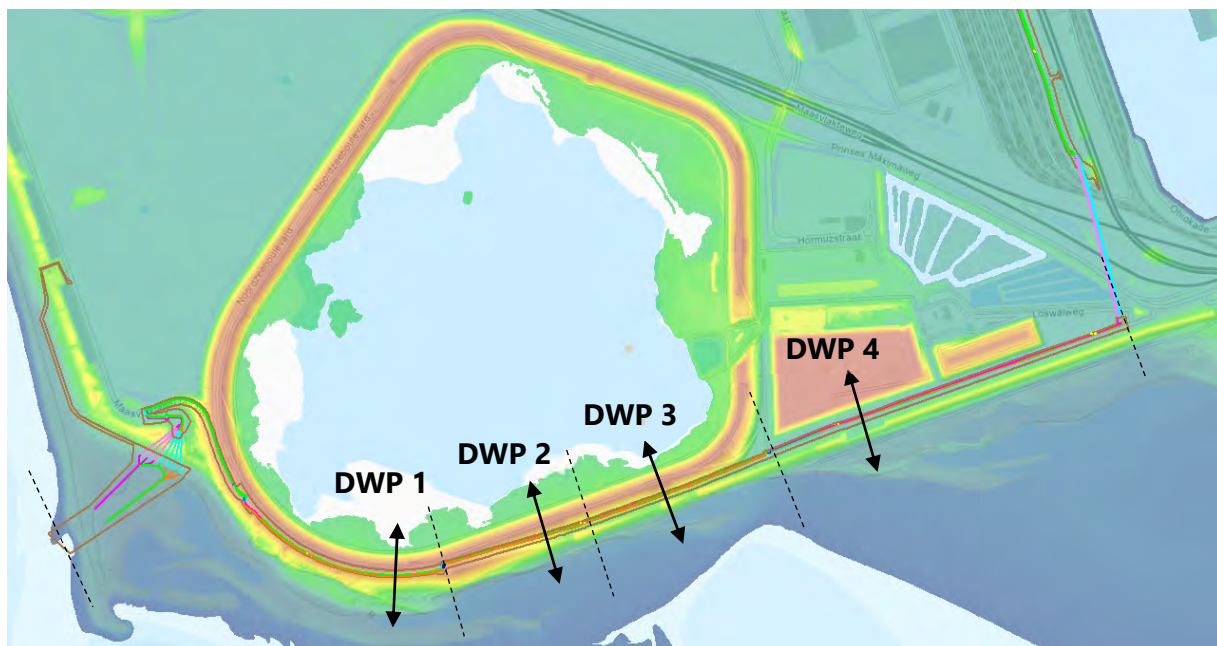
De stabiliteitssituatie is berekend met behulp van een glijvlakberekening volgens de methode Bishop. Deze rekenmethode gaat uit van een cirkelvormig glijvlak welke, in de richting loodrecht op de doorsnede, oneindig groot wordt verondersteld (2D benadering). Hierbij wordt het momentenevenwicht bepaald van de grondmoot welke zich binnen het maatgevende cirkelvormige glijvlak bevindt. Uitgangspunt bij deze analytische glijvlakbenadering is dat de vervormingen langs het glijvlak overal gelijk zijn.

De stabiliteitsberekening is uitgevoerd met het programma D-Geo Stability, versie 18.2. In de berekening zijn de rekenwaarde van de sterkteparameters gebruikt en volgt een stabiliteitsfactor. Deze stabiliteitsfactor is een maat voor de veiligheid tegen afschuiven. Bij toetsing van de stabiliteit wordt getoetst aan de vereiste stabiliteitsfactor. Er wordt aan de stabiliteitseis voldaan als de stabiliteitsfactor $\geq 1,0$ of als uit de berekeningen volgt dat het graven van het cunet niet leidt tot een stabiliteitsfactorverandering.

2.3 Vakindeling

Het traject is opgedeeld in 4 vakken, zie de stippellijnen in Figuur 2-1. Voor het beschouwde traject langs de aan te leggen kabeltracé zijn 4 maatgevende dwarsprofielen beschouwd. De

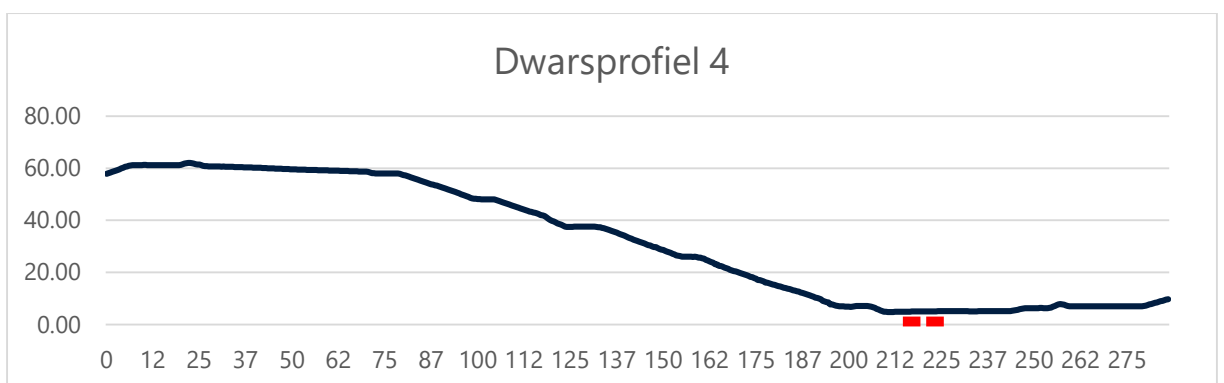
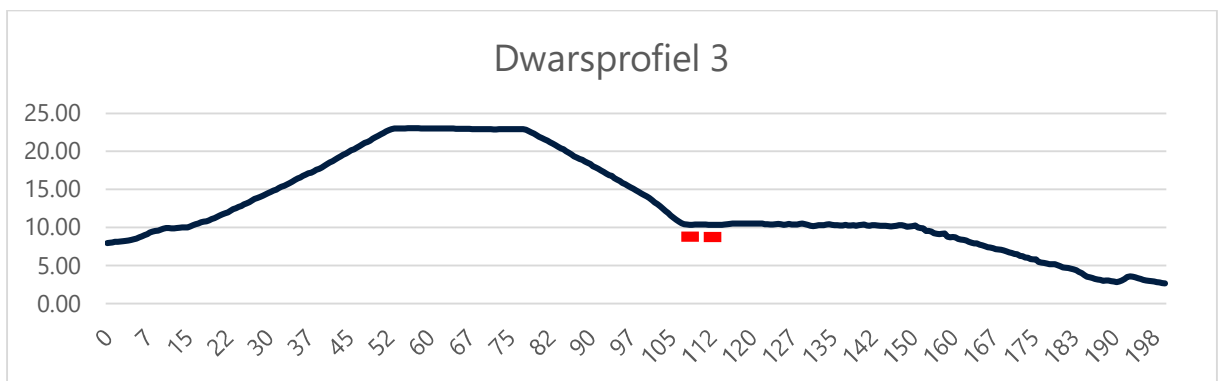
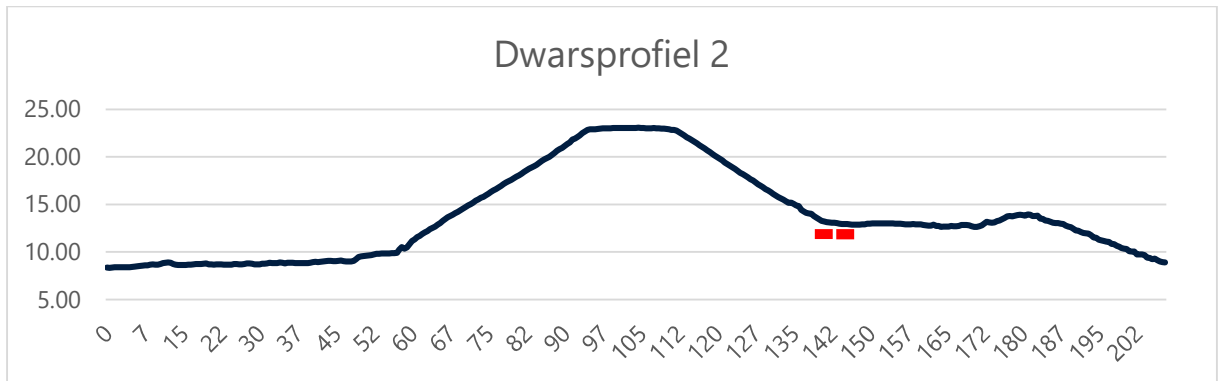
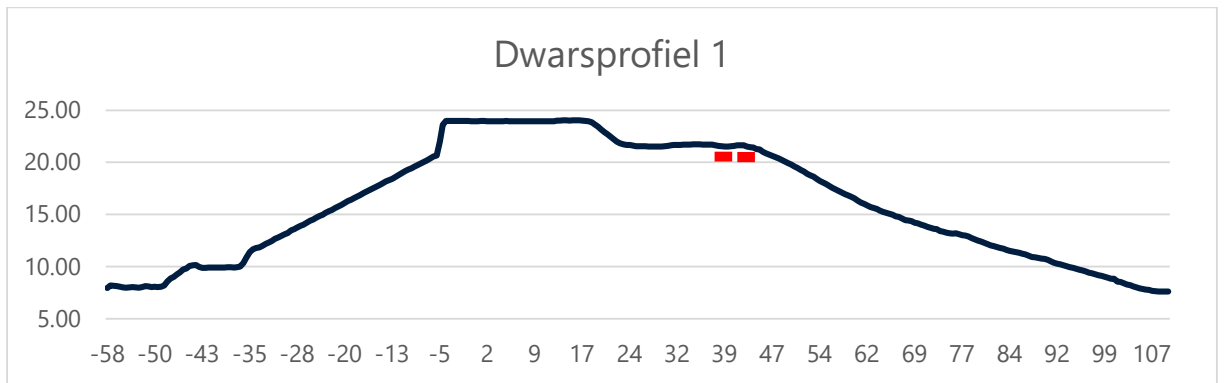
dwarsprofielen 1 t/m 4 zijn representatief voor het betreffende trajectvak. De vakken zijn ingedeeld op basis van de verschillende geometrie, het niveau en locatie van de kabelsleuf ten opzicht van de binnenteen.

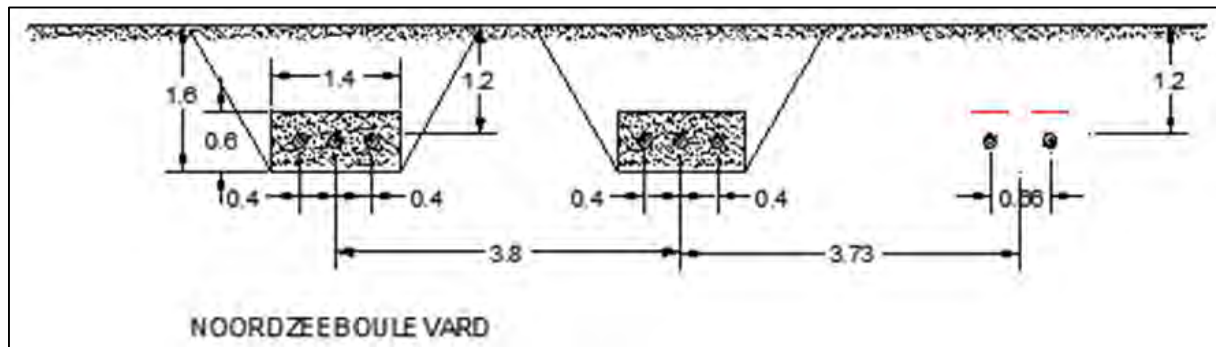


Figuur 2-1: Indeling trajectvakken en locatie maatgevende dwarsprofielen op een AHN4-achtergrond

2.4 Geometrie

De geometrie is gebaseerd op de profielen van de Slufterdam en de dimensies van het cunet die zijn aangeleverd door de opdrachtgever en het AHN4. De taluds van de naastgelegen deponie zijn bepaald op basis van AHN4. De situatie na ontgraven van het cunet is maatgevend voor de stabiliteit. Bij DWP 2 en DWP3 bevindt de ontgraving van het cunet zich direct bij het knikpunt van de binnenteen in de maatgevende situatie. De ligging van het kabeltracé volgt het verloop van de weg "Noordzeeboulevard". Bij aankomst aan de westzijde van de Slufterdam ligt de weg op een maximaal niveau van circa NAP +22 m. Het kabeltracé volgt de weg langs de zuidzijde van de Slufterdam naar oostelijke richting en loopt langs het talud van de Slufterdam af tot een niveau van NAP + 10,5 m. Langs de oostelijk daarvan gelegen afvaldeponie bevindt de weg zich uiteindelijk op een niveau van NAP + 5,0 m. Voor het beschouwde traject van de Slufterdam zijn 4 maatgevende profielen beschouwd, zie de figuren hieronder. In de dwarsprofielen zijn de kabelsleuven indicatief ingetekend.





Figuur 2-2: Geometrie dwarsprofiel en dimensies cunet ten behoeve van het kabeltracé

Op een aantal locaties wordt de weg doorkruist door middel van een tijdelijke open ontgraving. Er wordt aangenomen dat deze ontgraving niet dieper wordt gegraven dan in de Figuur 2-2 vermelde dimensies.

2.5 Bodemopbouw

Op basis van de sonderingen, door Fugro gemaakt in mei 2014, is de bodemgesteldheid bepaald. Deze is in combinatie met de grondmechanische onderzoeken van Antea uit 2020 en 2021 beschouwd bij de analyses voor de stabiliteit. Daarnaast is ook gekeken of het beschikbare grondonderzoek op DinoLoket.nl leidt tot andere inzichten. Tot op grote diepte is overwegend zand aanwezig, waarbij de pakking varieert van matig vast tot zeer vast gepakt. Met het vanaf de kruin uitgevoerde grondonderzoek is een diepere kleilaag aangetoond. Op basis van het beschikbare grondonderzoek is de bodemgesteldheid globaal geschematiseerd zoals in Tabel 2-1 is weergegeven.

Tabel 2-1: Globale bodemgesteldheid

Bovenkant laag [m NAP]		Bodembeschrijving
+24,2	à +2,5	Zand, los tot zeer vast gepakt, plaatselijk doorsneden met silt-/kleilagen
-15,5	à -17,0	Klei, plaatselijk sterk siltig/zandig
-21,0	à -24,0	Klei
-23,8	à -26,0	Zand, zeer vast gepakt
-14,0	à -28,0	Maximaal verkende diepte

De omvang van het beschikbare grondonderzoek voldoet niet aan de minimum eisen die daaraan zijn gesteld voor geotechnische stabiliteitsanalyses in NEN-9997-1. De norm schrijft voor dat voor grondconstructies in RC2 en RC3 in gebieden waar weinig zakkingsverschillen worden verwacht, de afstand tussen grondonderzoekspunten ten hoogste 100 m mag zijn.

(c) Geotechnisch onderzoek in de geotechnische categorieën 2 en 3 – Grondwerken en grondkerende constructies

Indien bij geotechnisch onderzoek voor grondwerken en grondkerende constructies in de geotechnische categorieën 2 en 3 op basis van de geologische kennis van het gebied wordt verwacht dat afwijkingen in dikte van aanwezige klei-, veen- en leemlagen op het bouwterrein kleiner zijn dan 0,5 m, waardoor geen zakkingsverschillen groter dan 0,10 m over een afstand van 10 m zullen optreden, mag de afstand tussen de punten van onderzoek ten hoogste 100 m zijn.

De beschikbare sonderingen zijn vooral uitgevoerd in de kruin van de Slufterdam. Bij het geothermisch onderzoek zijn handboringen in de teen van de Slufterdam gedaan. Daarnaast zijn aanlegtekeningen en ontwerprapporten beschikbaar. Over de opbouw van de taluds oostelijk van de Slufter (ter hoogte van de afvaldeponie) is weinig bekend. Daarvoor zullen veilige aannames worden gedaan. Als dit in de berekeningen niet leidt tot voldoende stabiliteit, dan zal met gevoeligheidsanalyses worden verkend wat het mogelijke effect is van gunstigere grondparameters. Op basis hiervan zal worden aangegeven of en in hoeverre er nog aanvullend grondonderzoek nodig is om de stabiliteitsanalyse voldoende te onderbouwen.

2.6 Grondparameters

Door het beheer van de Slufterdam zijn geen basisgegevens van grondeigenschappen beschikbaar gesteld. Derhalve zijn deze afgeleid op basis van de Eurocode en opgenomen in Tabel 2-3.

Aangehouden volgens Eurocode NEN 9997-1 valt deze constructie in veiligheidsklasse 3 (RC3). Volgens NEN-EN 1990 geldt deze hoogste veiligheidsklasse als er bij falen grote gevolgen zijn ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of zeer grote economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.

In het ontwerprapport van de Slufterdam uit 1982 wordt bevestigd, dat gevolgen van damfalen groot zijn. Er wordt gesteld dat de dam moet voldoen aan strenge veiligheidseisen, omdat de hierachter opgeslagen baggerspecie gedurende enige tijd nog zodanig dunvloeibaar zal zijn, dat bij een eventueel bezwijken van de zanddam grote hoeveelheden specie in de zee zouden kunnen stromen. Daarom is voorgeschreven dat de dam zijn speciewerende functie moet behouden bij een waterstand op de Noordzee met een kans van optreden van 1 keer per 5000 jaar. In dit geval is een hoge waterstand in de Noordzee weliswaar niet maatgevend, maar het illustreert dat de keuze voor de RC3, de strengste klasse uit de Eurocode, gerechtvaardigd is. Daarnaast geldt dat de gevolgen van damfalen nu groter zijn, dan direct na aanleg, door de plaatsing van windturbines op de kruin.

De veiligheidsklasse wordt in de stabiliteitsberekening verwerkt door de representatieve sterkteparameters te delen door materiaalfactoren. Hoe strenger de veiligheidsklasse is, hoe hoger de materiaalfactoren zijn. Hogere materiaalfactoren resulteren in lagere grondsterktes in de berekening. Lagere grondsterktes leiden in berekeningen tot een lagere stabiliteitsfactor. De vereiste stabiliteitsfactor moet echter voor alle veiligheidsklassen minimaal 1,00 zijn. Bij RC3 zijn de in Tabel 2-2 opgenomen materiaalfactoren van toepassing.

Tabel 2-2: Materiaalfactoren

Grondsoort	Eurocode	
	c'	ϕ'
Zand	-	1,30
Klei	1,60	1,30
Veen	1,60	1,30

Tabel 2-3: Representatieve en rekenwaarden sterkteparameters

Grondsoort	γ/γ_{sat} [kN/m ³]	c'_{kar} [kPa]	ϕ'_{kar} [°]	c'_d [kPa]	ϕ'_d [°]
Baggerspecie	12,0 / 12,0	0,0	15,0	0,0	11,6
Zand, matig vast gepakt	18,0 / 20,0	0,0	27,0	0,0	21,4
Zand, vast gepakt	19,0 / 21,0	0,0	35,0	0,0	28,3
Opmerkingen γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd c'_{kar} = effectieve cohesie ϕ'_{kar} = effectieve hoek van inwendige wrijving c'_d = effectieve cohesie ϕ'_d = rekenwaarde effectieve hoek van inwendige wrijving					

2.7 (Grond)waterstanden en stijghoogten

Bij die analyse zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor de (grond)waterstanden en stijghoogten:

De (grond)waterstanden en slibniveau zijn als volgt aangenomen:

- Op basis van waterstandmetingen wordt aangenomen dat het gemiddeld hoogwater in de Noordzee op ca. NAP +2,0 m ligt. Het maatgevende hoogwaterpeil op de Noordzee is aangenomen op NAP + 5,5 m. Laatstgenoemde waterstand is echter niet maatgevend voor de macrostabiliteit en is derhalve niet beschouwd. Gelet op de hoogteligging van de kabelsleuf wordt niet verwacht dat deze zal overstromen of anderzijds overlast zal ondervinden van hoogwater in de Noordzee.
- Het waterpeil in de Slufter in 2014 ligt op ca. NAP +6,0 m (bron: AHN3)
- Het waterpeil in de Slufter in 2020 ligt op ca. NAP +8,0 m (bron: AHN4)
- De Slufter is ontworpen voor een toekomstige waterstand van NAP +23,0 m (bron: Port of Rotterdam).
- Voor de toekomstige situatie (komende jaren) wordt de waterstand op 1 m onder het niveau van de onderhoudsweg in de Slufter aangehouden (NAP +16 m).
- Het slibniveau ligt ca. 2,0 m onder de waterstand in de Slufter.

De waterstand in de Slufter tijdens het graven van het cunet zal zich ergens binnen de bandbreedte tussen NAP +8 m en NAP + 23 m bevinden. Omdat aangenomen dat de kabeltracé binnen nu en enkele jaren wordt aangelegd wordt de situatie met een waterstand

in de Slufter van NAP +16,0 m en een slibniveau van NAP + 14,0 m als maatgevend beschouwd. Het exacte slibniveau heeft naar verwachting een beperkte invloed op de stabiliteit bij het cunet aan de andere zijde van de dam.

Het grondwaterstandsverloop is hydrostatisch in de diepte aangenomen (geen kwel / inzijgsituatie), omdat er sprake is van een doorlatende ondergrond. Het verloop van de freatische lijn in de Slufterdam is lineair aangenomen met een opbolling van circa 1 m in verband met de aanwezigheid van dunne, horizontale kleilagen. Voor de grondwaterstand bij de teen is uitgegaan dat deze zich 0,5 m onder de ontgraving van het cunet bevindt en maximaal op het extreme waterpeil in de Noordzee van NAP + 5,5 m, uitgaande dat, indien nodig, drainage wordt gehanteerd voor het droog maken van de kabelsleuf.

2.8 Bovenbelastingen

2.8.1 Verkeersbelasting

Voor maatgevende omstandigheden is conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies [TRWG, 2001] uitgegaan van een ongedraineerde bovenbelasting van $13,3 \text{ kN/m}^2$ op de kruin van de Slufterdam over een breedte van 2,5 m.

De verkeersbelasting op de weg langs de teen van de Slufterdam is niet meegenomen in de berekening, omdat deze een gunstig heeft op de stabiliteit van het damtalud en niet permanent aanwezig is.

2.8.2 Fundering windturbine

Bij dwarsprofielen 1 en 2 wordt het effect van de windturbines op de dam meegenomen in de berekening. De windturbines op de Slufterdam zijn van het type Vestas V112-3.45 MW, zie de website van Vattenfall. Deze windturbines hebben volgens (<https://www.rampionoffshore.com/wind-farm/components/turbines/>) een totaal gewicht van ca. 366 ton. Op basis van openbare data zoals google maps en een timelapse op de website van Vattenfall van de bouw van een windturbine is aangenomen dat de fundering een diameter heeft van 15 m en een hoogte van 2,5 m. Dit komt neer op ca. 440 m^3 gewapend verdicht beton met een gewicht van ca. 1100 ton. Het eigen gewicht van de totale constructie inclusief fundering bedraagt ca. 1466 ton. Wanneer de belasting gelijkmatig verdeeld wordt over de oppervlakte van de fundering bedraagt de belasting 82 kN/m^2 over een breedte van 15 m. De afstand van de belasting tot de insteek van de kruin wordt bepaald in GIS. De afdracht van het gewicht van de windturbine wordt in eerste instantie vanuit conservatief oogpunt gemodelleerd als een gedraineerde uniforme belasting op de kruin/aanlegniveau van de fundering van de windturbine. De belasting van de windturbines heeft geen significant effect op het wel of niet voldoen van de stabiliteitsanalyses. Daarom is de afdracht van de bovenbelasting naar diepere grondlagen via de paalfundering niet gedetailleerder gemodelleerd.

2.8.3 Trillingsintensiteit

Om inzicht te krijgen in trillingsintensiteiten in bedrijfssituatie heeft Fugro in het verleden aan een aantal windturbines trilling metingen uitgevoerd: bij 3 MW windturbines in de Afrikahaven te Amsterdam (oktober/november 2008) en bij 3 MW turbines, opgesteld op Noordland (eiland Neeltje Jans) (januari/februari 2009). Er is toen gemeten buiten aan de buitenzijde aan het funderingsblok en binnen op de vloer van de toren. De windturbines zijn in beide gevallen gefundeerd op prefab betonpalen.

In de periode van januari tot mei 2013 is in de Eemshaven aan een 6 MW turbine gemeten, waarbij in 25 meetpunten verdeeld over 4, haaks op elkaar staande, raaien op maaiveld en op diepte gemeten is.

Het doel van de uitgevoerde metingen was het inzichtelijk maken van de optredende trillingsintensiteiten tijdens het regulier in bedrijf zijn van de windturbine. De metingen zijn uitgevoerd in 3 orthogonaal op elkaar staande richtingen (X-, Y-, en Z-richting). Tijdens de meetperiode voor Noordland in 2009 is een windkracht van 3 tot 6 Bft (d.i. tot 14 m/s) opgetreden. Tijdens de metingen in de Eemshaven is bij een windkracht 2 tot 8 Bft gemeten. In Tabel 2-4 zijn de tijdens in bedrijf zijn van de turbine gemeten intensiteiten opgenomen.

Tabel 2-4: Meetresultaten funderingsblok 3 MW turbine Afrikahaven en 3 MW turbine Noordland

Locatie	Versnelling [m/s^2]		
	Noordland 3 MW	Afrikahaven 3 MW	Eemshaven 6 MW
X-richting	0,010 tot 0,025	0,015 tot 0,030	0,015 tot 0,035
Y-richting	0,000 tot 0,020	0,010 tot 0,035	0,010 tot 0,040
Z-richting	0,020 tot 0,075	0,015 tot 0,050	0,015 tot 0,065

Verwacht wordt dat de in Tabel 2-4 vermelde trillingsintensiteiten ook geldig zijn voor de type windturbines die voorzien zijn op de Slufterdam.

Bij de analyses van de stabiliteit is onderscheid gemaakt in de aan te houden trillingsintensiteit. De invloed van de trillingen wordt geschematiseerd door op het dwarsprofiel een aardbevingscomponent aan te brengen. Deze component geldt voor het gehele dwarsprofiel en is niet "op locatie" ergens in het dwarsprofiel aan te brengen. In Tabel 2-5 is een samenvatting voor de te verwachte trillingsintensiteiten opgenomen.

Tabel 2-5: Trillingsintensiteiten

Richting	Versnelling [m/s^2]
Horizontaal bij teen	0,075
Verticaal bij teen	0,150

Voor de stabiliteitsbeschouwing bij dwarsprofielen 1, 2 en 3 zijn de in tabel 2.5 vermelde versnellingswaarden aangehouden. Bij dwarsprofiel 3 staat er een windturbine bij de weg en dus niet op de bovenkant van het talud.

Voor de stabiliteit van een grondlichaam is een horizontale versnellingscomponent ongunstiger dan een verticale versnellingscomponent. De verhouding van de horizontale/verticale component is afhankelijk van de afstand van de trillingsbron tot de waterkering. Afhankelijk van de grondgesteldheid ligt het omslagpunt waarbij de horizontale component groter is dan de verticale component, doorgaans op een afstand van circa 1,5 tot 2 maal de paallengte. In de berekeningen is voor de verticale versnelling uitgegaan van 50% van de horizontale versnelling. De verhouding van 1:2 voor de horizontale en verticale versnelling volgt ook uit de meetresultaten bij vergelijkbare projecten waar geheid is.

3. Stabiliteitsanalyse

In dit hoofdstuk wordt de invloed beschouwd van de ontgravingen ten behoeve van de aanleg van het kabeltracé op de taludstabiliteit van de Slufterdam en de deponie.

3.1 Resultaat

De stabiliteit is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma D-Geo Stability. Hierbij wordt een stabiliteitsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend. Per dwarsprofiel is het resultaat van de stabiliteitsanalyse beschreven. In onderstaande tabel zijn alle berekende stabiliteitsfactoren samengevat.

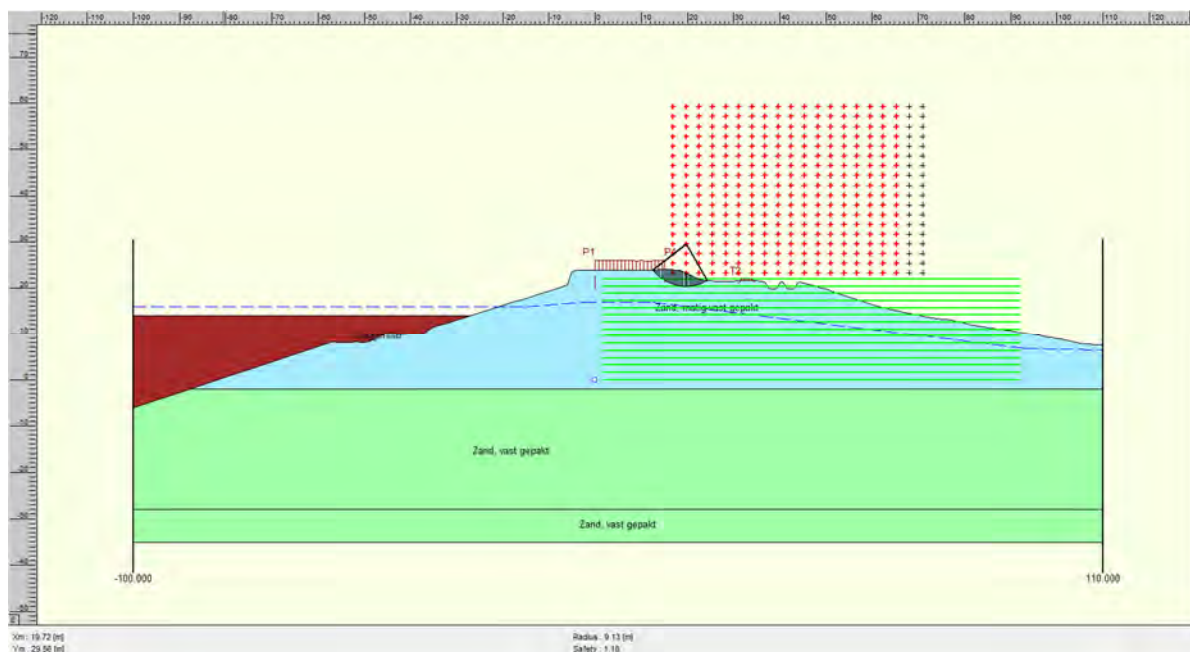
Tabel 3-1: Resultaten stabiliteitsanalyse

Dwarsprofiel	Windturbine op kruin	SF met turbine zonder cunet	SF met turbine met cunet	SF zonder turbine zonder cunet	SF zonder turbine met cunet
1	Ja	1,18	1,18	1,18	1,18
2	Ja	1,01	1,01	1,16	1,12
3	Ja	0,91	0,75	0,91	0,75
4	Nee	-	-	0,81	0,81

3.1.1 Dwarsprofiel 1

Bij dwarsprofiel 1 bevindt het kabeltracé zich aan de bovenzijde van de Slufterdam op ca. NAP +21,5 m. De weg Noordzeeboulevard waar het kabeltracé langs wordt gelegd, bevindt zich hier bijna op kruinniveau. Het cunet zal ontgraven worden boven het binnentalud, langs de binnenkruinlijn.

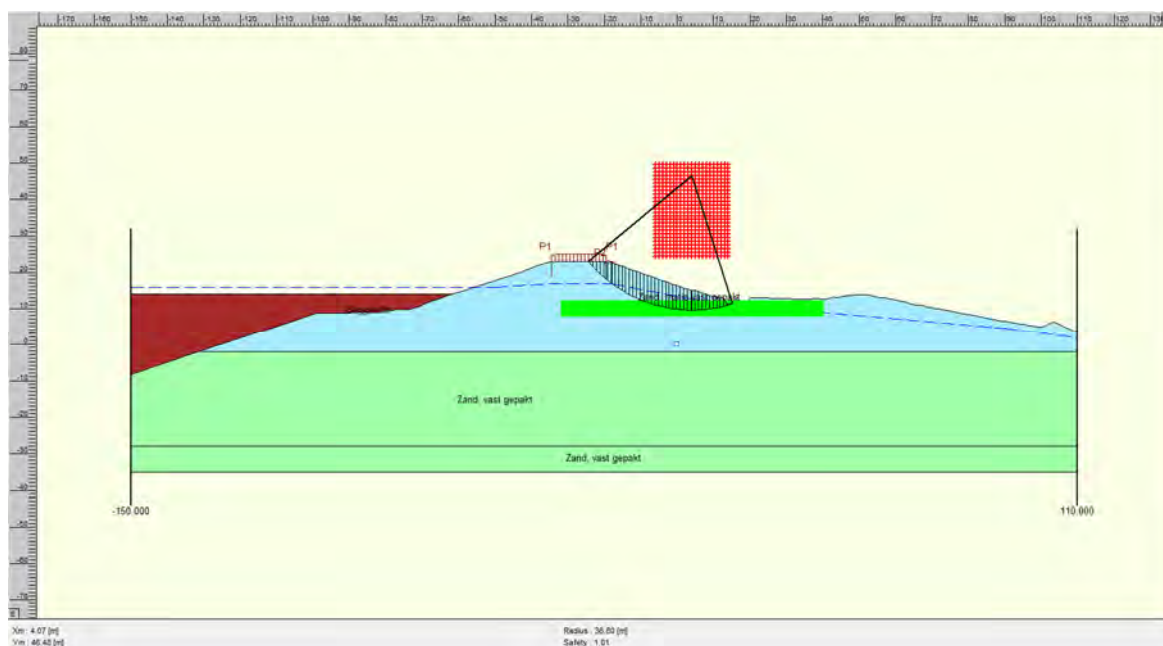
De stabiliteit langs het binnentalud bedraagt $SF = 1,18$. Hierbij wordt voldaan aan de stabiliteitseis van $SF > 1,0$. Bovendien wordt de maatgevende glijcirkel niet beïnvloed door het cunet.



Figuur 3-1: Dwarsprofiel 1, maatgevende glijcirkel volgens Bishop (S.F. = 1,18)

3.1.2 Dwarsprofiel 2

Bij dwarsprofiel 2 bevindt het kabeltracé zich in de binnenteen van de Slufterdam op een hoogte van ca. NAP +13,0 m. Volgens GIS bevindt het kabeltracé zich direct bij het knikpunt van de binnenteen. De stabiliteit langs het binnentalud bedraagt $SF = 1,01$. Hierbij wordt net voldaan aan de stabiliteitseis van $SF > 1,0$. Als de afdracht van de funderingsdruk van de windturbine preciezer wordt gemodelleerd dan is de SF maximaal 10% groter. Bij de huidige situatie, zonder cunet, wordt een zelfde stabiliteitsfactor berekend. Dit betekent dat het cunet hier niet leidt tot een afname van de stabiliteit.

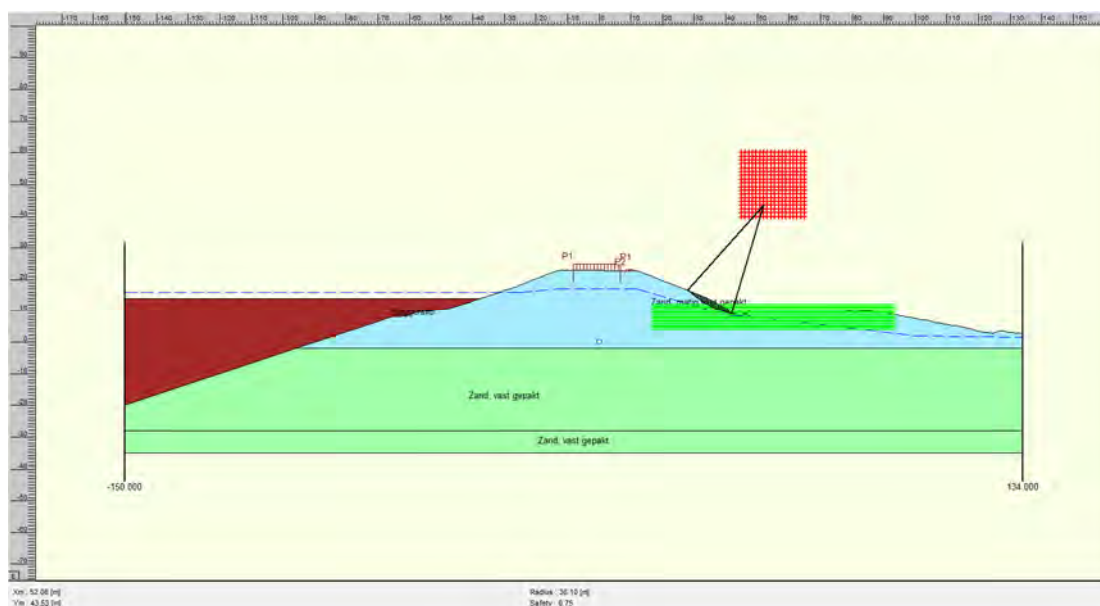


Figuur 3-2: Dwarsprofiel 2, maatgevende glijcirkel volgens Bishop (S.F. = 1,01)

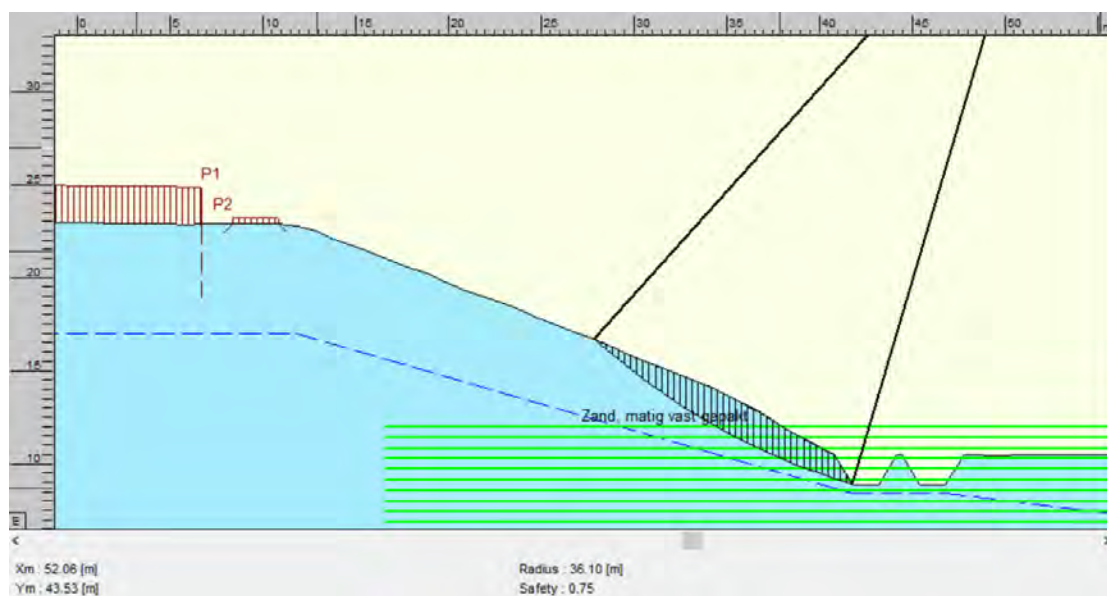
3.1.3 Dwarsprofiel 3

Bij dwarsprofiel 3 bevindt het kabeltracé zich in de binnenteen van de Slufterdam op een hoogte van ca. NAP +13,0 m. Volgens GIS bevindt het kabeltracé zich direct bij het knikpunt van de binnenteen.

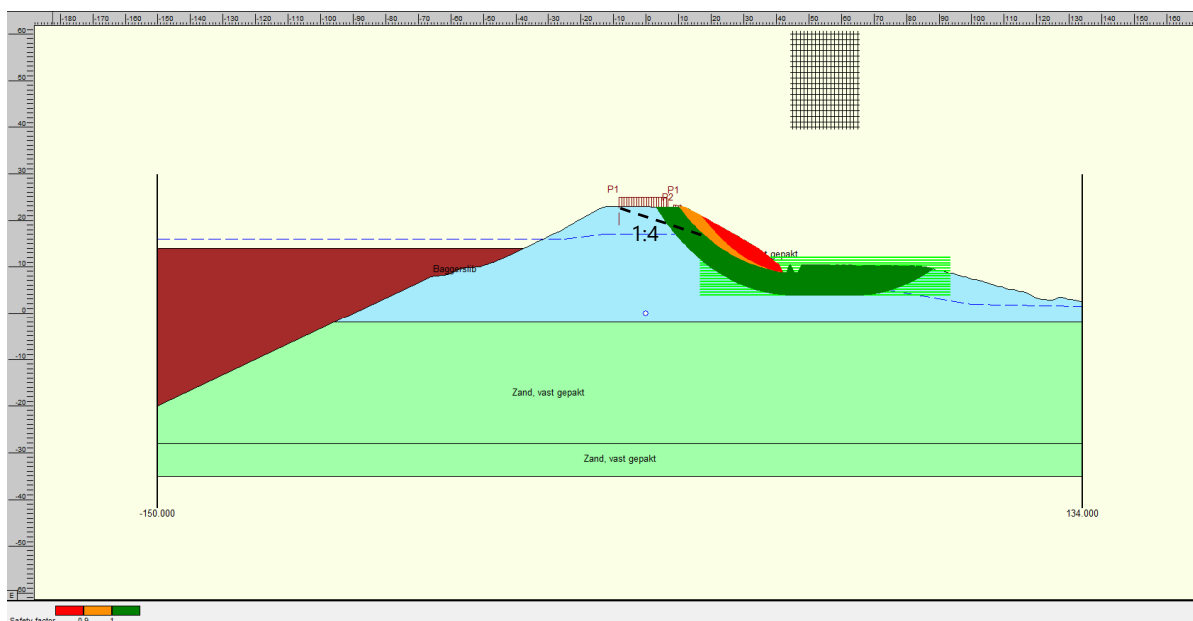
De stabiliteit langs het binnentalud bedraagt $SF = 0,75$. Hierbij wordt niet voldaan aan de stabiliteitseis van $SF > 1,0$. Bij de huidige situatie, zonder cunet, wordt een stabiliteitsfactor berekend van $SF = 0,95$. Dit betekent een afname van de stabiliteit van ca. 20 %. Dezelfde stabiliteitsfactoren wordt berekend wanneer de belasting van de windturbine buiten beschouwing wordt gelaten.



Figuur 3-3a: Dwarsprofiel 3, maatgevende glijcirkel volgens Bishop (S.F. = 0,75)



Figuur 3-4b: Dwarsprofiel 3, maatgevende glijcirkel volgens Bishop, detailuitsnede (S.F. = 0,75)



Figuur 3-4: Dwarsprofiel 3, safety overview en secundair glijvlak

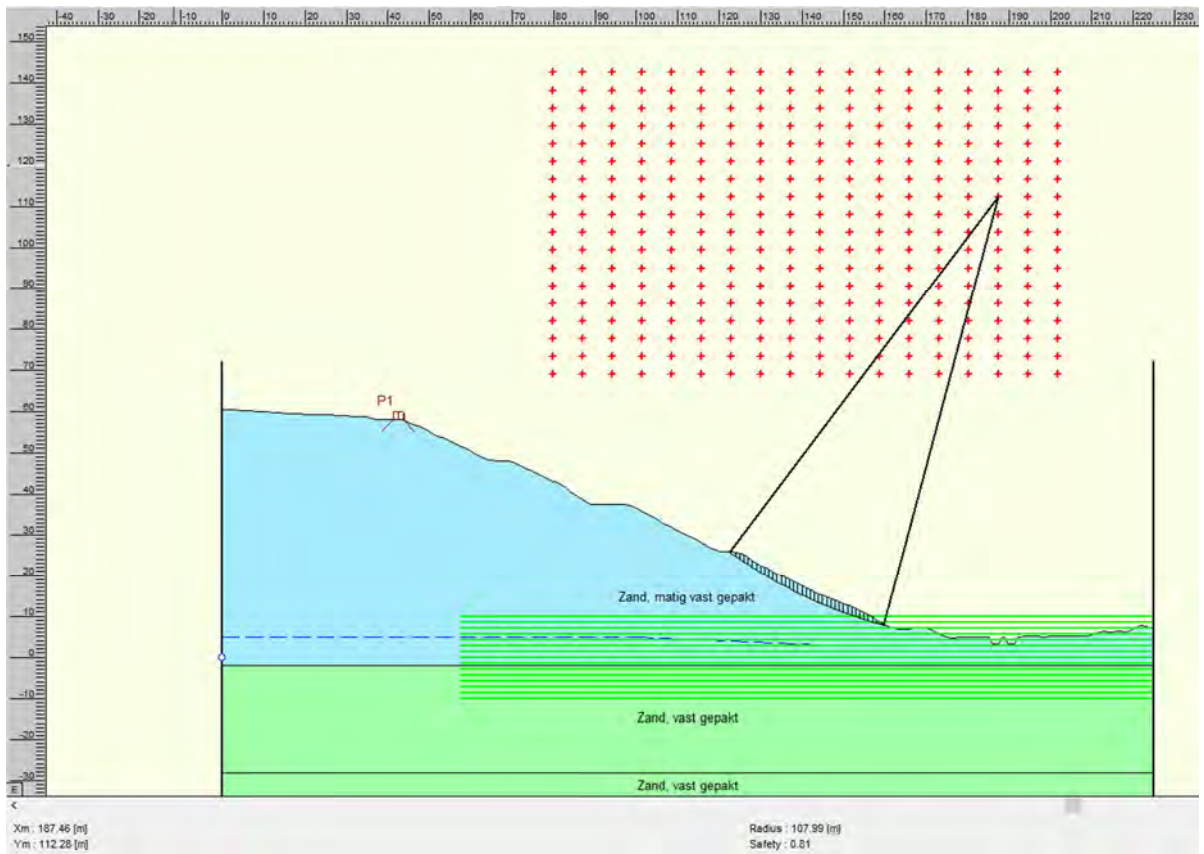
In figuur 3-4 is te zien, wat de maximale omvang van de berekende glijcirkel is, de contouren van het oranje vlak. Daarnaast is het mogelijke secundaire glijvlak te zien. Conform het Technisch Rapport Actuele Sterkte bij Dijken is hiervoor een 1 : 4-talud aangehouden, omdat het een zanddijk betreft. Hieruit volgt dat een afschuiving niet zal leiden tot het wegstromen van baggerspecie, maar er kan wel aanzienlijke schade ontstaan aan het damlichaam en de daarop aanwezige windturbine.

3.1.4 Dwarsprofiel 4

Bij dwarsprofiel 4 bevindt het kabeltracé zich op ca. 20 m van de binnenteen van de ophoging bij de deponie, op een hoogte van ca. NAP +5,0 m.

De stabiliteit langs het binnentalud bedraagt zowel met als zonder cunet $SF = 0,81$. Hierbij wordt niet voldaan aan de stabiliteitseis van $SF > 1,0$. De glijcirkel bevindt zich echter enkel in het binnentalud en blijft ruim buiten het te ontgraven cunet. De ontgraving heeft dus geen invloed op de taludstabiliteit van de deponie.

De te lage berekende stabiliteitsfactor voor het huidige talud hoeft overigens niet te betekenen, dat er daadwerkelijk sprake is van een te lage stabiliteit. Het kan ook komen door te conservatieve uitgangspunten door gebrek aan informatie over de opbouw van dit dwarsprofiel. De stabiliteit zou preciezer bepaald kunnen worden als er informatie was over de opbouw van de taluds, maar dat is voor de doel van dit onderzoek niet nodig,



Figuur 3-5: Dwarsprofiel 4, maatgevende glijcirkel volgens Bishop (S.F. = 0,81)

4. Stabiliserende maatregelen

Bij vak 3 zijn maatregelen nodig om de stabiliteit te garanderen voor het voorziene kabeltracé. Mogelijkheden zijn:

Verhoging van de kabelligging in een berm

De kabel kan hoger worden aangelegd in een berm langs de teen van het Sluftertalud. Dit is niet allen gunstig voor de macrostabiliteit tijdens uitvoering, maar zou ook na aanleg leiden tot een permanent stabielere situatie. Nadelen zijn dat er extra grond nodig is en dat de aanleg van de kabel leidt tot een zichtbare verandering in het landschap.

Plaatsing van een damwand tussen het talud en het cunet

De stabiliteitsafname kan worden gecompenseerd door een tijdelijke damwand te plaatsen tussen het talud en het cunet. Het maatgevende glijvlak wordt hierdoor omlaag gedwongen. Een nadeel van een damwand is dat de installatie en verwijdering ervan kan leiden tot trillingen, verzakkingen en verdichting van zand.

Aanleg van het kabeltracé in stroken

Het maatgevende glijvlak is circa 20 m breed. Als er steeds stroken van maximaal 10 m lang worden ontgraven en de ontgraven grond in het verlengde hiervan wordt opgeslagen dan zal de stabiliteitsafname verderop deels worden gecompenseerd en zal door de driedimensionale spanningsspreiding in het glijvlak de stabiliteitsafname worden beperkt. Uiteraard wordt het leggen van de kabels hierdoor aanzienlijk complexer.

Aanvullend onderzoek naar de sterkte van het zand in de dam

Er is nu gerekend met conservatieve grondparameters. Het uitvoeren van aanvullend grondonderzoek op het zand in de Slufterdam kan leiden tot optimalisatie, maar er is een flinke verbetering nodig om een stabiele situatie uit te rekenen. Nu is gerekend met een representatieve hoek van inwendige wrijving van 27 graden, omdat het zand matig gepakt lijkt en er melding wordt gemaakt van klei- en sliblaagjes in het zand. Als in een zeer gunstig geval zou kunnen worden aangetoond dat er sprake is van schoon, hoekig en vast gepakt zand, dan kan worden gerekend met een representatieve hoek van inwendige wrijving van zand in de Slufterdam van maximaal 35 graden. In dat geval gaat de berekende stabiliteitsfactor omhoog van 0,75 naar 1,03 en zou net worden voldaan aan de eis. Aanvullend grondonderzoek alleen zal dus naar verwachting niet leiden tot voldoende stabiliteitsverhoging.

Een combinatie van bovenstaande mogelijkheden is ook een optie. De voorkeursoplossing dient nog rekenkundig te worden uitgewerkt.

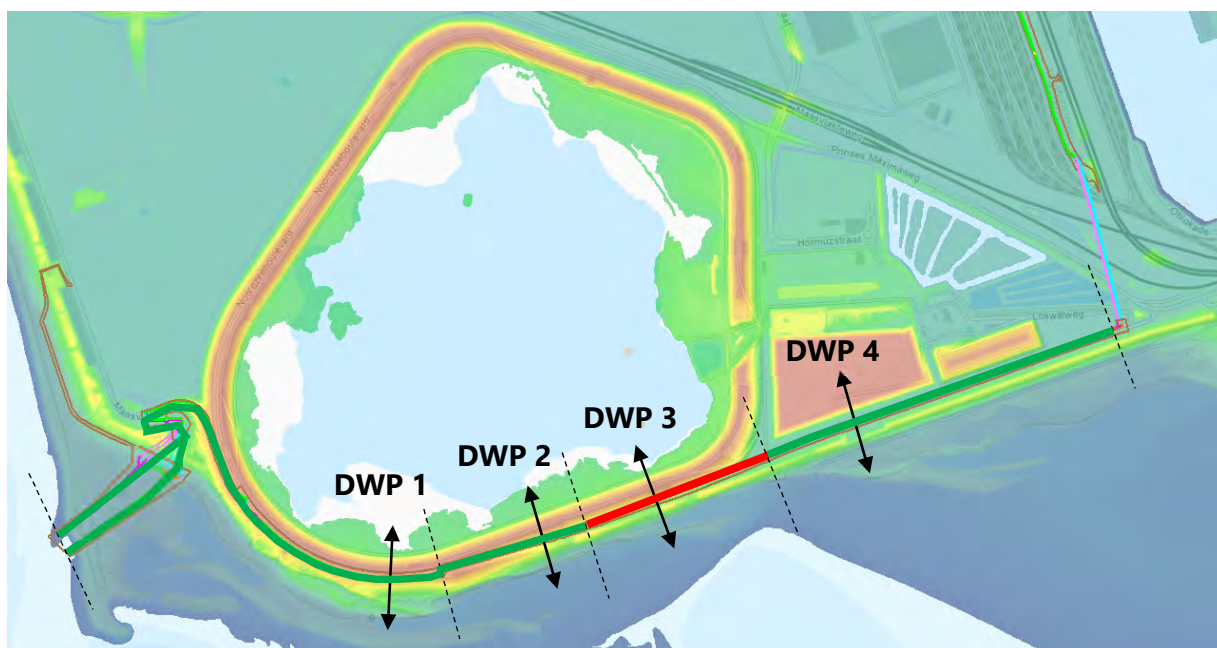
De macrostabiliteit is volledig afhankelijk van de sterkte van het zand in de dam en de geometrie bij de onderzijde van het talud van de Slufterdam. Zaken als optimalisatie van de

grondwaterstanden, het preciezer meenemen van de bovenbelasting op de kruin en het inwinnen van extra gegevens over de bodemopbouw onder het kabelcunet hebben dus geen meerwaarde.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Langs de zuidzijde van de Slufterdam op de Maasvlakte zullen middels het Net op zee IJmuiden Ver Beta aan te leggen windparken in het windenergiegebied IJmuiden Ver verbonden moeten worden met een nieuw te bouwen converterstation. Dit kabeltracé is gepositioneerd in de teen van de Slufterdam. Voor de aanleg van de kabeltracé zal er tijdelijk een cunet gegraven worden. Middels een stabiliteitsanalyse is een beschouwing uitgevoerd naar de invloed van de ontgravingen op de stabiliteit van de Slufterdam. Hierbij is het traject opgedeeld in vier vakken. Per vak is het maatgevende dwarsprofiel beschouwd.



Figuur 5-1: Resultaten stabiliteitsanalyse per trajectvak, groen is voldoende, rood is onvoldoende.

Bij vakken 1, 2 en 4 heeft de voorziene ontgraving geen nadelig effect op de macrostabiliteit van het naastgelegen talud.

Bij vak 3 leidt de voorziene ontgraving van het kabelcunet tot een significante stabiliteitsafname en voldoet de macrostabiliteit van het naastgelegen talud niet aan de eisen uit de norm. Dit komt doordat het talud hier relatief hoog en steil is.

Het beschikbare grondonderzoek is voldoende om bovenstaande conclusies te onderbouwen.

5.2 Aanbevelingen

Bij vak 3 zijn maatregelen nodig om de stabiliteit van het voorziene kabeltracé te garanderen. Mogelijkheden zijn:

- verhoging van de kabelligging in een berm;
- plaatsing van een damwand tussen het talud en het cunet;

- aanleg van het kabeltracé in stroken;
- een combinatie van bovenstaande mogelijkheden.

Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 4. De voorkeursmaatregel dient nog rekenkundig te worden uitgewerkt.

Er is gerekend met conservatieve grondparameters. Het uitvoeren van aanvullend grondonderzoek kan leiden tot optimalisatie. Dit zal echter naar verwachting niet leiden tot voldoende stabiliteitsverhoging.

Micro-instabiliteit is in dit rapport niet beschouwd. Hieronder worden kleinschalige afschuivingen verstaan door bijvoorbeeld regenval of geconcentreerde bovenbelasting langs de bovenkant van de ontgraving. Het is de verantwoordelijkheid van de aannemer om micro-instabiliteit te beperken door een zorgvuldige werkwijze en eventuele schades door micro-instabiliteit direct te herstellen.

Na aanleg van de kabel moet de sleuf zo zorgvuldig mogelijk worden aangevuld met zand dat door middel van aantrillen wordt verdicht. Voor aanbevelingen ten behoeve van de uitvoering van de grondverbetering wordt verwezen naar de bijlage "Richtlijnen Grondverbetering".

In de stabiliteitsberekeningen is uitgegaan van een grondwaterstand van 0,5 m onder ontgravingsniveau, ofwel van 2,1 m onder het huidige maaiveld. Volgende peilbuismetingen van Antea ligt het gemiddeld hoogste grondwaterniveau tussen 1,80 m en 2,70 m onder maaiveld. De grondwaterstand moet plaatselijk dus tijdelijk worden verlaagd. Daarom wordt aanbevolen om een bemalingsplan op te stellen.

Richtlijnen grondverbetering

Aan het zand te stellen eisen

De grondverbetering dient uitgevoerd te worden met geschikt zand, dat goed verdichtbaar is. Het zand moet worden onderzocht op korrelverdeling, korrelvorm, humusgehalte en verdichtbaarheid. Dit geldt zowel voor het van nature aanwezige zand als voor eventueel aan te voeren zand. De vereiste eigenschappen zijn:

- De korrelfractie kleiner dan 0,063 mm dient bij voorkeur niet meer te bedragen dan 5%; indien minder strenge eisen worden gesteld aan de grondverbetering is 10% [m/m] toelaatbaar (6.9(c) van NEN 9997-1);
- De korrelfractie < 0,016 mm dient niet meer te bedragen dan 5% (6.9(c) van NEN 9997-1);
- De gelijkmatigheidscoëfficiënt D60/D10 van de zandfractie dient bij voorkeur ten minste 2,0 te bedragen, waarbij:
 - D10 = korreldiameter met een zeefdoorval van 10 % [m/m];
 - D60 = korreldiameter met een zeefdoorval van 60 %;
- De korrelvorm dient bij voorkeur hoekig te zijn;
- Het organisch stofgehalte mag maximaal 3% [m/m] bedragen;
- De "Proctor"-curve, waarmee de verdichtbaarheid wordt aangegeven en waarin het watergehalte is uitgezet tegen de droge dichtheid, dient rond de maximum dichtheid een flauw verloop te hebben.

Zand dat minder goede eigenschappen heeft, is vaak nog wel verdichtbaar. De benodigde verdichtingsenergie kan dan echter aanzienlijk toenemen.

Verdichtingswijze

Voor een optimale verdichting van zand met bovengenoemde eigenschappen wordt de volgende werkwijze geadviseerd:

- Het ontgravingsniveau aftrillen in minimaal 4 gangen, kruiselings en overlappend alvorens de eerste laag wordt aangebracht;
- De grondverbetering in lagen aanbrengen en verdichten met een trilplaat of trilwals in minimaal 4 gangen, kruiselings en overlappend;
- De laagdikte afstemmen op de aan te wenden verdichtingsapparatuur en de eigenschappen van het zand. In de onderstaande tabel is hiervoor een indicatie gegeven.

Tabel 1

Apparaat	Gewicht	Laagdikte
Trilplaat	1 à 2 kN	0,2 m
Trilplaat	3 à 5 kN	0,3 m
Hand trilwals	6 à 8 kN	0,2 m
Tandem trilwals	12 à 15 kN	0,2 m
Tandem trilwals	ca 20 kN	0,3 m
Zelfrijdende (tril)wals	8 à 120 kN	0,3 à 0,5 m
Zelfrijdende (tril)wals	≥ 120 kN	0,5 m

Opmerking:
Voor een grote dieptewerking in het algemeen wordt een groot aantal gangen (10 à 15) vereist doordat de effectiviteit met de diepte snel afneemt. Daarnaast is de staat van onderhoud van de apparatuur ook een belangrijk aspect.

- Het funderingsniveau verdichten met een lichte trilplaat indien de bovenlaag los is geschud door het gebruik van zware trilapparatuur;
- De aanlegbreedte van de grondverbetering zodanig kiezen, dat spreiding van de funderingsdruk mogelijk is onder een hoek van 45° met de verticaal gerekend vanaf de rand van de fundering.

Grondwaterstand en watergehalte

Tijdens de verdichting dient het grondwater dieper dan 0,5 m beneden het werkniveau te staan. Bij te hoge grondwaterstand zal, afhankelijk van de doorlatendheid van het zand en de eigenschappen van de trilapparatuur, drijfzand kunnen ontstaan, waardoor verdichting onmogelijk wordt. Voor uitvoering van grondverbeteringen onder de grondwaterstand dient een bemaling te worden geïnstalleerd om de grondwaterstand tot tenminste 0,5 m beneden het werkniveau te verlagen.

Het watergehalte van het te verdichten zand dient bij voorkeur 8 tot 15 % (m/m) te bedragen. Eén en ander is af te leiden uit de Proctor-proef, waarbij het optimale watergehalte wordt bepaald in relatie tot de hoogst verkregen droge dichtheid.

Controle grondverbetering

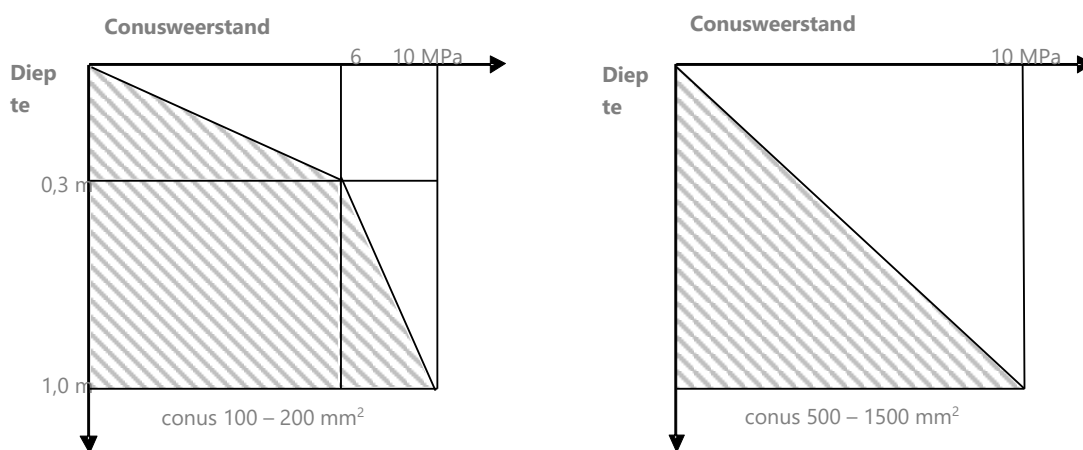
De kwaliteit van de grondverbetering dient zodanig te zijn, dat minstens de hoek van inwendige wrijving wordt bereikt die in de berekening van de draagkracht is gehanteerd. De controle op de kwaliteit van de uitgevoerde grondverbetering kan geschieden op de navolgende wijze:

- Sonderingen met conus met een conusoppervlak van 100 à 200 mm². Met een minisondeerrups (Landscout) zijn nauwkeurige sonderingen met automatische registratie tot een diepte van maximaal 5 m mogelijk;
- Met handsonderingen zijn de mogelijkheden beperkt, zowel voor wat betreft de nauwkeurigheid als de diepte; een verdichte zandlaag van 0,4 à 0,5 m is hiermee te controleren, eventueel in combinatie met een handboor;

- Sonderingen conform NEN 5140 of NEN-EN-ISO 22476-12 met conus met een conusoppervlak van 500 à 2000 mm². Hierbij kan de grondverbetering over grote laagdikten nauwkeurig worden gecontroleerd;
- Dichtheidsbepalingen met behulp van volumesteekringen, nucleaire meetapparatuur, de CMC-methode, de kunststoffoliemethode of de zand-vervangingsmethode. De onderzoek diepte is beperkt, zodat iedere laag afzonderlijk moet worden gecontroleerd alvorens de volgende laag wordt aangebracht.

In een goed uitgevoerde grondverbetering voor een fundering op staal loopt de conusweerstand gelijkmatig op tot:

- sonderingen met Ac 100 à 200 mm² 6 MPa op 0,3 m diepte en 10 MPa op 1,0 m diepte;
- sonderingen met Ac 500 à 2000 mm² 10 MPa op 1,0 m diepte.



De gemeten conusweerstand moet buiten het gearceerde gebied liggen.

Figuur 1

Bovengenoemde waarden komen overeen met een Proctordichtheid van gemiddeld 95% waarbij in zand een φ' -waarde aanwezig is van circa 35° hetgeen voor een fundering op staal een gebruikelijke eis is. Als de grondverbetering primair ten doel heeft de zetting te verminderen en minder strenge eisen aan de draagkracht worden gesteld, zijn in specifieke gevallen en in overleg met de geotechnisch adviseur lagere waarden acceptabel.

Voor de wegenbouw zijn verdichtingseisen onder andere gegeven in het door CROW uitgegeven Infoblad 'Infrastructuur - Verdichtingscontrole via handsonderingen'.

NET OP ZEE IJMUIDEN VER BETA

Horizontaal gestuurde boring beschermzone Waterschap

TenneT TSO B.V.

28 JULI 2021



Contactpersoon

LINDA BOUWMAN

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

INHOUDSOPGAVE

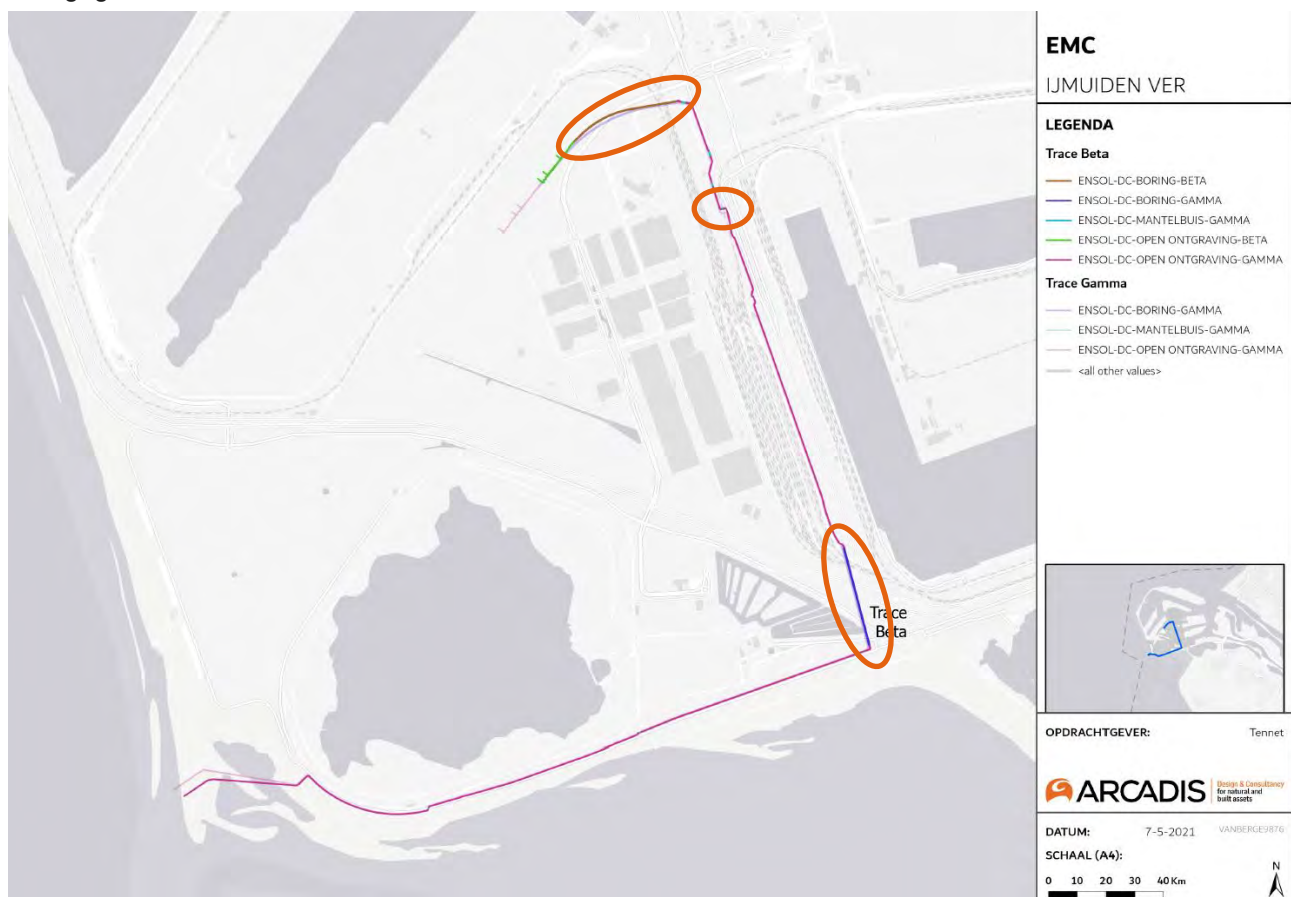
1	INLEIDING	5
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	6
2.1	Diameter en SDR-klasse algemeen	6
2.2	Leidinggegevens	6
2.3	Vooronderzoek	6
2.4	Grondmechanische gegevens	6
2.5	Grondwaterstanden	7
3	ONTWERP VAN DE KRUISING	8
3.1	Configuratie van de kruisingen	8
3.2	Tracé en diepteligging	9
3.2.1	Kruising Prinses Maximaweg	9
3.2.2	Kruising Missouriweg	9
3.2.3	Kruising Dardanellenstraat	10
3.3	In- en uittredepunt	10
3.4	Kabels en leidingen	10
4	LEIDINGBEREKENING	11
4.1	Algemeen	11
4.2	Sterkteberekening	11
4.2.1	Kruising Prinses Maximaweg	11
4.2.2	Kruising Missouriweg	11
4.2.3	Kruising Dardanellenstraat	12
4.2.3.1	Dardanellenstraat tracé A	12
4.2.3.2	Dardanellenstraat tracé B	12
5	GROND MECHANISCH EN HYDROLOGISCH ADVIES	13
5.1	Boorspoeldrukken	13
5.2	Kwelsituatie	13
5.2.1	Kwelsituatie kruising Prinses Maximaweg	13
5.2.1.1	Kwel uit het watervoerende pakket	13

5.2.1.2	Kwel van buitendijks naar buitendijks	13
5.2.2	Kwelsituatie kruising Missouriweg	14
5.2.2.1	Kwel uit het watervoerende pakket	14
5.2.2.2	Kwel van buitendijks naar buitendijks	14
5.2.3	Kwelsituatie kruising Dardanellenstraat	14
5.2.3.1	Kwel uit het watervoerende pakket	14
5.2.3.2	Kwel van buitendijks naar buitendijks	14
6	UITVOERINGSASPECTEN	15
6.1	Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water	15
6.2	Controle en registratie tijdens de uitvoering	15
6.3	Keuring en inspectie	15
6.4	Overige uitvoeringseisen	15
7	CONCLUSIE EN ADVIES	16
	BIJLAGEN	17
	Bijlage 1: Tekening Prinses Maximaweg	17
	Bijlage 2: Tekening Missouriweg	17
	Bijlage 3: Tekening Dardanellenstraat	17
	Bijlage 4: Sonderingen en boringen	17
	Bijlage 5: Gegevens Geothermisch onderzoek (grondwaterstanden)	17
	Bijlage 6: Veiligheidszone Primaire waterkering	17
	Bijlage 7: Gegevens Primaire waterkering	17
	Bijlage 8: Sterkteberekening HDD Prinses Maximaweg	17
	Bijlage 9: Sterkteberekening persing spoor Missouriweg	17
	Bijlage 10: Sterkteberekening HDD Dardanellenstraat	17
	COLOFON	18

1 INLEIDING

In het kader van het project IJmuiden Ver worden DC-kabelverbindingen gelegd om de windmolenparken IJmuiden Ver Alpha (aanlanding: Walcheren) en Beta (aanlanding: Maasvlakte) aan te sluiten via een converterstation op het Hoogspanningsnet op land. In het kabeltracé op land worden horizontaal gestuurde boringen (HDD's) en open frontboringen (OFT'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 voor de berekeningen 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 het spoor (ProRail). Kruisingen met het spoor zijn nabij de Prinses Maximaweg, Missouriweg en Dardanellenstraat. In onderstaande figuur zijn de locaties van HDD's weergegeven.



Figuur 1: Kabeltracé Net op Zee IJV Beta

De situering en de langprofielen zijn als bijlage 1 t/m 3 aan dit rapport toegevoegd. 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);
- ProRail Spoorkruisingen derden, RLN00427-2 (Sleuf loze Techniek) versie 001, d.d. 31-3-2021;
- Richtlijnen boortechnieken van Rijkswaterstaat 2019;
- Standaard RAW 2020 bepalingen, van toepassing voor het grondwerk, het aanvullen van de sleuven en overig civieltechnisch werk.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Diameter en SDR-klasse algemeen

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 inbedrijfname 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, die middels HDD-techniek worden aangebracht, blijkt dat dekking op de buizen ligt tussen 16 meter en 22 meter. In de berekening is uitgegaan van een PE 100 mantelbuis met een SDR-klasse 11. Uit de berekeningen zal blijken of de SDR-klasse voldoet of er een andere SDR-klasse moet worden toegepast. De mantelbuizen die middels OFT-techniek worden aangebracht, worden uitgevoerd in staal, waarvan de specificaties (wanddikte, staalsoort) worden bepaald door de (door ProRail goedgekeurde) aannemer in de realisatiefase.

Onderdeel mantelbuis	Gegevens mantelbuis
Diameter Prinses Maximaweg (HDD)	Ø250 mm (inw. 204,5 mm), HDPE 100 SDR 11
Diameter Missouriweg/Spoor (OFT)	Ø273 mm (wanddikte 4,5mm staal)
Diameter Darnellenstraat (HDD)	Ø250 mm (inw. 204,5 mm), HDPE 100 SDR 11
Inwendige druk	0 N/mm ²
Medium	HS-kabel

Tabel 1: Gegevens HDD mantelbuis

2.2 Leidinggegevens

De leidingen dienen als mantelbuis voor het kabeltracé 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 sonderingen en boringen uitgevoerd door Koops Grondmechanica BV te Roden. De sonderingen en boringen zijn opgenomen in Bijlage 4. De diverse parameters zijn bepaald door de sondering in te lezen in het programma Sigma 2020 van Adviesbureau Schrijvers.

De bodemopbouw ten opzichte van het maaiveld bestaat voornamelijk uit:

- 0-25 m : Zandig, sterk ziltig kleilig;
- 25-35 m : Vast zand;

De mantelbuizen zijn gesitueerd in het (samendrukbaar) homogeen zand, in de onderlaag zitten verschillende lagen zandige klei, zekerheidshalve is daarom alleen gerekend met horizontale steundruk.

In het voortraject zijn sonderingen en mechanische boringen geplaatst. Na overleg met de verschillende stakeholders is het tracé op enkele punten gewijzigd, waardoor de sonderingen niet meer conform de vigerende normen, op de juiste locatie zijn uitgevoerd. Het uitgevoerde grondonderzoek aangeleverd door TenneT en de gegevens uit het DINOloket geven een redelijk homogeen beeld van de ondergrond. De verwachting is dat deze ondergrond, ter plaatse van het gewijzigde tracé, hetzelfde beeld zal weergeven. Voor de berekeningen zijn de gegevens gebruikt uit de in het voortraject uitgevoerde grondonderzoeken. Wel dienen voorafgaand aan de uitvoering, ter controle, nog aanvullende sonderingen te worden uitgevoerd om dit te bevestigen. Deze 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 (doc.nr. 464270-GMO-01, concept rev. 0A, d.d. 17-11-2020). In dit onderzoek zijn de grondwaterstanden van de geplaatste peilbuizen in het gebied weergegeven (tabel 3.1 van betreffende rapportage). Het onderzoek in is Bijlage 5 opgenomen.

Hieronder zijn de relevante gemeten (AG) (grond)waterstanden (van zuid naar noord) uit het onderzoek weergegeven:

- Kruising Prinses Maximaweg:
 - B003: AG N.A.P. + 2,67 m.
 - B004: AG N.A.P. + 2,84 m.
 - B005: AG N.A.P. + 2,84 m.
- Kruising Missouriweg/Spoor:
 - B006: AG N.A.P. + 3,03 m.
 - B007: AG N.A.P. + 3,22 m.
 - B008: AG N.A.P. + 3,27 m.
- Kruising Dardanellenstraat:
 - B014: AG N.A.P. + 3,19 m.
 - B015: AG N.A.P. + 3,11 m.
 - B018: AG N.A.P. + 3,23 m.
- Stijghoogte: uit de gegevens het DINOloket ligt de stijghoogte van het 1^{ste} watervoerende pakket ter plaatse van de Maasvlakte tussen N.A.P. +0,0 m. en N.A.P. 1,0 m.

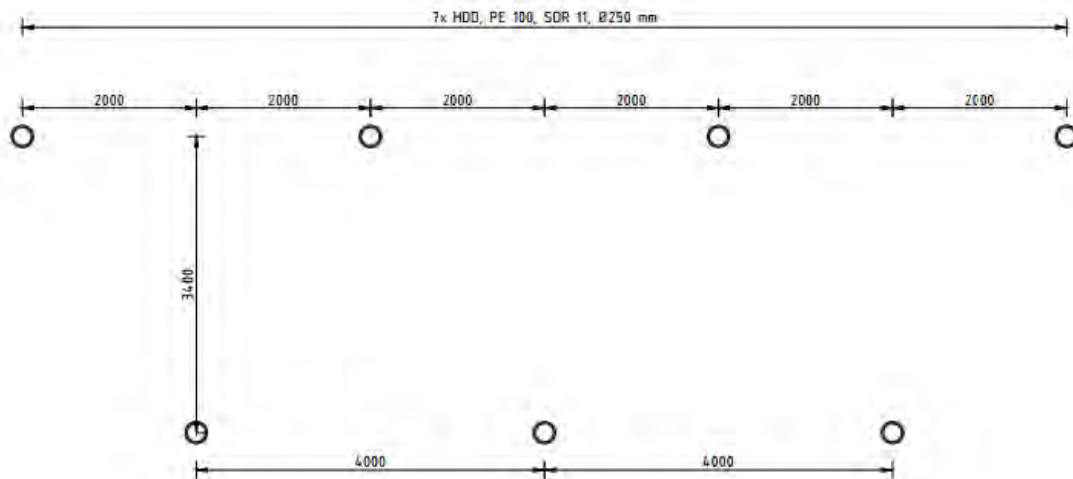
Op de Maasvlakte is er sprake van zout (grond)water, tijdens de uitvoering (boorplan van de booraannemer) moeten maatregelen genomen om de stabiliteit van de boorspoeling te waarborgen en eventueel kwel langs de leiding te voorkomen.

3 ONTWERP VAN DE KRUISSING

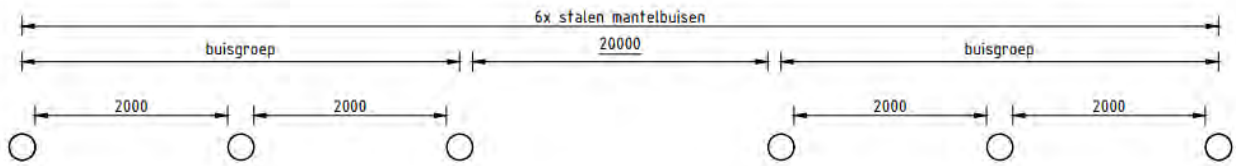
Om het tracé te kunnen realiseren is ervoor gekozen het spoor door middel van een horizontaal gestuurde boring te kruisen.

3.1 Configuratie van de kruisingen

Voor ProRail betreft het 3 kruisingen, die als volgt worden uitgevoerd:



Figuur 2: Boorconfiguratie HDD's Prinses Maximaweg en Darnellenstraat



Figuur 3: Boorconfiguratie Missouriweg/Spoor (OFT)

Locatie	Uitvoering	Tussenafstand
Prinses Maximaweg (HDD)	3x boordiameter 325mm, lengte 596,5 meter t.b.v. HDPE 100 SDR 11, Ø250 mm 4x boordiameter 325mm, lengte 573,0 meter t.b.v. HDPE 100 SDR 11, Ø250 mm	h.o.h. 4,0 meter
Missouriweg/Spoor (OFT)	Kruising I: 3x persing Ø300 mm, lengte 20,5 meter t.b.v. staal 273mm, wanddikte 4,5mm Kruising II: 3x persing Ø300 mm, lengte 20,5 meter t.b.v. staal 273mm, wanddikte 4,5mm	2,0 meter tussen persingen
Darnellenstraat (HDD) Tracé A	2x boordiameter 325mm, lengte 625,5 meter t.b.v. HDPE 100 SDR 11, Ø250 mm 2x boordiameter 325mm, lengte 600,0 meter t.b.v. HDPE 100 SDR 11, Ø250 mm	h.o.h. 4,0 meter
Darnellenstraat (HDD), Trace B	2x boordiameter 325mm, lengte 625,5 meter t.b.v. HDPE 100 SDR 11, Ø250 mm 2x boordiameter 325mm, lengte 600,0 meter t.b.v. HDPE 100 SDR 11, Ø250 mm	h.o.h. 4,0 meter

3.2 Tracé en diepteligging

3.2.1 Kruising Prinses Maximaweg

Kruising Prinses Maximaweg betreft een bijna haakse kruising met de weg en het spoor. Daarnaast wordt de beschermzone van de primaire waterkering gekruist. Voor de berekening is ervoor gekozen om het intredepunt aan de zuidzijde te situeren en het uitredepunt aan de noordzijde. Dit in verband met de aanwezige ruimte van een uitlegtracé in de strook parallel aan de hoogspanningsmasten. Het intredepunt en een deel van het boortracé is gesitueerd binnen de beschermzone van de waterkering (zie voor ook paragraaf 3.3).

Er is gekozen voor een in- en uitreidehoek van 20°. De het diepste punt van het maatgevende boortracé ligt op N.A.P. -14 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 18 meter onder het spoor. Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens ProRail (minimaal 8 meter onder het spoor bij boorgat Ø400-800mm). De boorlijn kruist de spoorbaan schuin, hetgeen volgens eis 7.4 van de (nieuwe) richtlijn RLN00427-2 is toegestaan. Door ProRail is in het voortraject aangegeven dat een schuine kruising en het onderdoor kruisen is toegestaan mits de minimale diepte van 16 m wordt aangehouden. Het ontwerp voldoet aan deze diepte eis.

Naast het schuin kruisen wordt onder de portalen doorgeboord. In het vervoltraject moet getoetst worden of het, meerdere keren, aanbrengen van HDD's invloed heeft op funderingen van deze portalen. De uitkomsten van deze (zettings)berekening dienen aan ProRail te worden voorgelegd. Afhankelijk van de uitkomsten kan ProRail aangeven dat de ruimte tussen de mantelbuis en het boorgat worden gevuld met een plastische blijvende en afsluitende boorvloeistof (bv. Drill Grout of gelijkwaardig).

Dekkingseis voor de afrit van de N15 volgens paragraaf 2.4.1 van 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 x 0,250 meter = 1,5 meter)

De maatgevende diepte van het boortracé onder de Provincialeweg N57 is ca. N.A.P. -14,0 meter, wat overeenkomt met een dekking van ca. 18 meter. (Inclusief verharding laag).
18 meter > 1,5 meter → voldoet

3.2.2 Kruising Missouriweg

Kruising Missouriweg betreft een haakse kruising met een enkel spoor, nabij km 602.4. Het kabeltracé bestaat uit twee nabijgelegen kruisingslocaties met elk drie persingen die worden uitgevoerd door middel van de open front techniek (OFT). Aan de westzijde wordt een perssleuf gerealiseerd. Het uitredepunt is aan de oostzijde van het spoor. Voor deze positionering is gekozen vanwege de kabels en leidingen aan de oostzijde van de spoorbaan.

De bovenzijde van de boorbuis ligt op N.A.P. 3,43 meter, wat overeenkomt met een diepte van 1,90 meter onder bovenkant spoorstaaf (BS). Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens ProRail (minimaal 1,5 meter onder BS).

De hoogst gemeten grondwaterstand in de nabijheid van het boortracé bedraagt circa N.A.P. +3,20 m (zie paragraaf 2.5). De onderzijde van de boorbuis ligt op N.A.P. 3,13 meter en daarmee ligt de boorbuis 0,07 meter boven grondwater. Hiermee wordt niet voldaan aan de eis van ProRail dat de onderkant boorbuis ten minste 0,50 meter boven GWS dient te zijn (eis 4.7 van RLN00427-2). Geadviseerd wordt om plaatselijke bemaling toe te passen tijdens de realisatie.

3.2.3 Krusing Dardanellenstraat

Krusing Dardanellenstraat betreft een bijna haakse krusing met het spoor. Voor de berekening is ervoor gekozen om het intredepunt aan de oostzijde te situeren en het uittredepunt aan de westzijde. Dit in verband met de aanwezige ruimte van een uitlegtracé in de strook parallel aan de hoogspanningsmasten.

Er is gekozen voor een intredehoek van 17° en uittredehoek van 20°. De as van het maatgevende boortracé op het ondiepste punt, ligt op N.A.P. -6,1 meter, wat overeenkomt met een diepte van minimaal 11,6 meter het spoor. Hiermee wordt voldaan aan de diepteliggingseis volgens ProRail (minimaal 8 meter onder het spoor bij boorgat Ø400-800mm). De boring kruist ook de westelijk gelegen spoorwegovergang. Dit is toegestaan mits de minimale diepte van 12 m wordt aangehouden (volgens eis 3.55 van RLN00427-2)

De mantelbuizen lopen tot na het spoor parallel aan elkaar, waarna ze in twee delen zich afsplitsen. Vier mantelbuizen hebben een horizontaal bochtstraal van 500 meter (tracé A) en drie mantelbuizen hebben horizontaal gestuurde bochtstraal 750 meter (tracé B). De uittredepunten van de eerste vier mantelbuizen zijn gesitueerd aan de rand van het toekomstige TenneT station (Beta). De uittredepunten van de overige driemantelbuizen zijn gesitueerd in het midden van het toekomstige TenneT station (Gamma), en zijn daardoor ongeveer 375 m langer.

3.3 In- en uittredepunt

De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen zijn zodanig gekozen dat deze buiten de veiligheidszone van ProRail liggen.

Ter plaatse van de krusing Prinses Maximaweg is het intredepunt en een deel van het boortracé gesitueerd binnen de beschermingszone van de primaire kering. Om vast te stellen of dit een risico is op de veiligheid voor de primaire kering is, naast het vaststellen van deze beschermzones, nog een extra check geweest op de veiligheidszone van de waterkeringen volgens art. 6.2.2.1 en 8.6.1 van NEN3651:2020. In Bijlage 7 zijn de gegevens van de primaire waterkering van het Waterschap Hollandse Delta weergegeven. Het intredepunt staat linksboven op de eerste situatiekaart en ligt ca. 70 meter buiten de veiligheidszone van de primaire kering. In Bijlage 6 is de berekening van de veiligheidszone opgenomen.

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 maatgevende kruisingen zijn uitgevoerd met het programma Sigma 2020 van de Adviesbureau Schrijvers BV. De berekeningsresultaten zijn in Bijlage 7 t/m 9 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;
- Maatgevende HDD (diepste boring) is berekend;
- In verband met uitvoerbaarheid en beschikbare ruimte is er gekozen voor verticale bochtstralen van tussen R = 200 meter en R= 300 m;
- De volgende in- en uittredehoeken zijn aangehouden:
 - Kruising Prinses Maximaweg heeft een in- en uittredehoek van 20°;
 - Kruising Dardanellensraat heeft een intredehoek van 20° en een uittredehoek van 17°.
- 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 Prinses Maximaweg

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, **met horizontale steundruk**: Ø250 mm, PE100, SDR11, wanddikte = 22,8 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> • Leiding 50% gevuld 	$\sigma_x = 5,82$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,62$ $\sigma_y = 6,30$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis (<8% x D_{inw}). De optredende deflectie is circa 17,60 mm < 18,18 mm, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfge vulde leidingen bedraagt circa 87 kN, inclusief een onzekerheidsfactor van 1,4. Indien meer dan 28,07 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 21 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 Missouriweg

Samengevat zijn de berekende spanningen in de leidingen, Staal L245, Ø273 mm, wanddikte = 4,5 mm

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,0$ $\sigma_y = 56,3$	196

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ($<15\% \times D_{inw}$). De optredende deflectie is circa $1,22 \text{ mm} < 40,28 \text{ mm}$, dus voldoet.

Indien meer dan $70,98 \text{ m}$ grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de stalen mantelbuis. Uitgaande van een grondwaterstand van $3,2 \text{ meter}$ minus maaiveld is er geen grondwater aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

4.2.3 Kruising Dardanellenstraat

4.2.3.1 Dardanellenstraat tracé A

Samengevat zijn de berekende spanningen in de maatgevende leidingen (lengte 625 m en as N.A.P. $-14,50 \text{ m}$), **met horizontale steundruk**:

- $\text{Ø}250 \text{ mm}$, PE100, SDR11, wanddikte = $22,8 \text{ mm}$

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> • Leiding 50% gevuld 	$\sigma_x = 6,23$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,62$ $\sigma_y = 5,44$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ($<8\% \times D_{inw}$). De optredende deflectie is circa $15,17 \text{ mm} < 18,18 \text{ mm}$, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfge vulde leidingen bedraagt circa 95 kN , inclusief een onzekerheidsfactor van $1,4$. Indien meer dan $28,07 \text{ m}$ grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE-leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van $2,5 \text{ meter}$ minus maaiveld is er maximaal $18,5 \text{ m}$ water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

4.2.3.2 Dardanellenstraat tracé B

Samengevat zijn de berekende spanningen in de maatgevende leidingen (lengte 917 m en as N.A.P. $-14,50 \text{ m}$), **met horizontale steundruk**:

- $\text{Ø}250 \text{ mm}$, PE100, SDR11, wanddikte = $22,8 \text{ mm}$

Fase	Optredende spanning [N/mm ²]	Toelaatbare spanning [N/mm ²]
1 Tijdens de trekoperatie <ul style="list-style-type: none"> • Leiding 50% gevuld 	$\sigma_x = 8,89$	10
2 Gebruiksfase	$\sigma_x = 0,62$ $\sigma_y = 5,44$	8

De maximale deflectie in de gebruiksfase dient te voldoen aan de gestelde eis ($<8\% \times D_{inw}$). De optredende deflectie is circa $15,25 \text{ mm} < 18,18 \text{ mm}$, dus voldoet.

De benodigde trekkracht tijdens het intrekken van de halfge vulde leidingen bedraagt circa 138 kN , inclusief een onzekerheidsfactor van $1,4$. Indien meer dan $280,7 \text{ m}$ grondwater boven de leidingen aanwezig is, is er implosiegevaar voor de PE-leiding. Uitgaande van een grondwaterstand van $2,5 \text{ meter}$ minus maaiveld is er maximaal 19 m water aanwezig, er is dus géén gevaar voor implosie.

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 7 t/m 9), 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 langloopsheid (kwel) op de (middel)lange termijn. In hoofdstuk 2.5 zijn de verschillende (grond)waterpeilen geïnventariseerd.

Er kunnen verschillende kwelsituaties voorkomen, die per kruising hierna zijn beschreven.

5.2.1 Kwelsituatie kruising Prinses Maximaweg

5.2.1.1 Kwel uit het watervoerende pakket

Het diepste punt van de boring ligt op N.A.P. -18,00 m. Uit de gegevens van het Dinoloket en de sondering blijkt dat de afsluitende laag zich bevindt rond NAP -30,0 m. Uit deze gegevens blijkt dat de boring ruim boven de afsluitende laag is gesitueerd. Daarnaast zijn de waterpeilen hoger gelegen dan de stijghoogte (N.A.P. 0,0 m./ N.A.P. 1,0 m) van het 1^e watervoerende pakket.

5.2.1.2 Kwel van buitendijks naar buitendijks

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): $\sum L_v + \sum \alpha \cdot L_h \geq C_l \cdot h$ (absolute toetsing), waarin:

$C_l = 7$ (fijn zand);

$h = \text{hier } 2,84 - 2,67 = 0,17$ m. (peilverschil t.p.v. in- en uittredepunt);

$\sum L_v = 0$ (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

$\sum L_h =$ lengte horizontale kwelweg = 596,5 m. (lengte boring).

Invulling van bovenstaande gegevens levert:

$0,1 \times 596,5 \geq 7 \times 0,17 \rightarrow 59,7 \geq 1,20$ 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 dient deze lucht- en waterdicht te worden afgedicht.

5.2.2 Kwelsituatie kruising Missouriweg

5.2.2.1 Kwel uit het watervoerende pakket

Het diepste punt van de persing ligt op N.A.P. +3,20 m. Uit de gegevens van het DINOloket en de sondering blijkt dat de afsluitende laag zich bevindt rond NAP -30,0 m. Uit deze gegevens blijkt dat de boring ruim boven de afsluitende laag is gesitueerd. Daarnaast zijn de waterpeilen hoger gelegen dan de stijghoogte (N.A.P. 0,0 m./N.A.P. 1,0 m) van het 1^e watervoerende pakket.

5.2.2.2 Kwel van buitendijks naar buitendijks

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de pers- en ontvangstuip kan kwel langs de leiding kunnen ontstaan. Ter plaatse van de kruising is het peilverschil tussen het de pers- en ontvangstuip verwaarloosbaar (ca. 0,05 m). Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van kwel.

5.2.3 Kwelsituatie kruising Dardanellenstraat

5.2.3.1 Kwel uit het watervoerende pakket

Het diepste punt van de boring ligt op N.A.P. -14,50 m. Uit de gegevens van het DINOloket en de sondering blijkt dat de afsluitende laag zich bevindt rond NAP -30,0 m. Uit deze gegevens blijkt dat de boring ruim boven de afsluitende laag is gesitueerd. Daarnaast zijn de waterpeilen hoger gelegen dan de stijghoogte (N.A.P. 0,0 m./N.A.P. 1,0 m) van het 1^e watervoerende pakket.

5.2.3.2 Kwel van buitendijks naar buitendijks

Ten gevolge van een (grond)waterverschil ter plaatse van de in- en uitredepunten van de HDD kan kwel langs de leiding ontstaan. Ter plaatse van de kruising is het peilverschil tussen het in- en uitredepunt verwaarloosbaar (ca. 0,03 m). Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen sprake is van kwel.

6 UITVOERINGSASPECTEN

6.1 Boren bij verhoogd zoutgehalte in het (grond)water

Volgens de grondwaterkaart van TNO is er sprake van brak tot zout grondwater. Voor uitvoering van de boring dient het zoutgehalte van het grond- en oppervlaktewater te worden bepaald. De kwaliteit van het toegepaste bentoniet dient te worden afgestemd op het zoute grondwater. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van 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 bijgestuurd. In verband met de vereiste nauwkeurigheid, de art op hart afstand, van HDD's, en de aard van de te kruisen objecten dienen de HDD's uitgevoerd te worden met gyro-streeringtool, (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 Overige uitvoeringseisen

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

Naast de uitvoeringseisen van TenneT dient de aannemer te voldoen aan uitvoeringseisen van ProRail en van de NEN 3650/3651:2020.

Voor uitvoering dient, ter plaatse van kruising Prinses Maximaweg, getoetst (zettingberekeningen) te worden of er zettingen optreden bij het kruisen van portalen. Een 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 dient de Standaard RAW bepaling (Standaard 2020) van toepassing te worden verklaard.

7 CONCLUSIE EN ADVIES

Geadviseerd wordt om voor de twee HDD-kruisingen de mantelbuizen uit te voeren in PE 100, SDR 11. In het vervolgtraject moet getoetst worden of het, meerdere keren, aanbrengen van HDD's invloed heeft op funderingen van deze portalen. De uitkomsten van deze (zettings)berekening dient aan ProRail te worden voorgelegd. Afhankelijk van de uitkomsten kan ProRail aangeven dat de ruimte tussen de mantelbuis en het boorgat worden gevuld met een plastische blijvende en afsluitende boorvloeistof (bv. Drill Grout of gelijkwaardig).

Voor de toetsing van de uitvoerbaarheid van de OFT is er voor de berekening gekozen voor staal L245, Ø273 mm, met een wanddikte = 4,5 mm. De exacte toe te passen stalen mantelbuizen die middels OFT-techniek worden aangebracht, worden uitgevoerd in staal, waarvan de specificaties (wanddikte, staalsoort) dienen worden bepaald door de (door ProRail goedgekeurde) aannemer in de realisatiefase.

De mantelbuizen van de horizontaal gestuurde boringen dienen voor de uitvoering te worden gevuld met schoonwater (of door de opdrachtgever goed te keuren medium). Na installatie van de kabels dienen de PE mantelbuizen en stalen mantelbuizen lucht- en waterdicht te worden afgesloten om een kwelweg door de mantelbuizen te voorkomen.

Bij de kruising van de Prinses Maximaweg dient aan beide zijden een kleikist met kwelscherm of een kwel reducerende maatregel te worden toegepast (conform de artikelen 8.1.2.3 en 8.1.7.2 van NEN 3651:2020). Voorafgaand aan de uitvoering dient door de aannemer een werkplan te worden opgesteld voor deze maatregel. Een en ander in overleg met ProRail en het Waterschap.

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 Prinses Maximaweg

Bijlage 2: Tekening Missouriweg

Bijlage 3: Tekening Dardanellenstraat

Bijlage 4: Sonderingen en boringen

Bijlage 5: Gegevens Geothermisch onderzoek (grondwaterstanden)

Bijlage 6: Veiligheidszone Primaire waterkering

Bijlage 7: Gegevens Primaire waterkering

Bijlage 8: Sterkteberekening HDD Prinses Maximaweg

Bijlage 9: Sterkteberekening persing spoor Missouriweg

Bijlage 10: Sterkteberekening HDD Dardanellenstraat

COLOFON

NET OP ZEE IJMUIDEN VER BETA
HORIZONTAAL GESTUURDE BORING BESCHERMZONE WATERSCHAP

KLANT

TenneT TSO B.V.

AUTEUR

Linda Bouwman

PROJECTNUMMER

D06031.000122

ONZE REFERENTIE

D10027219:17

DATUM

28 juli 2021

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Jeroen Hulzebos
Adviseur Watertechnologie

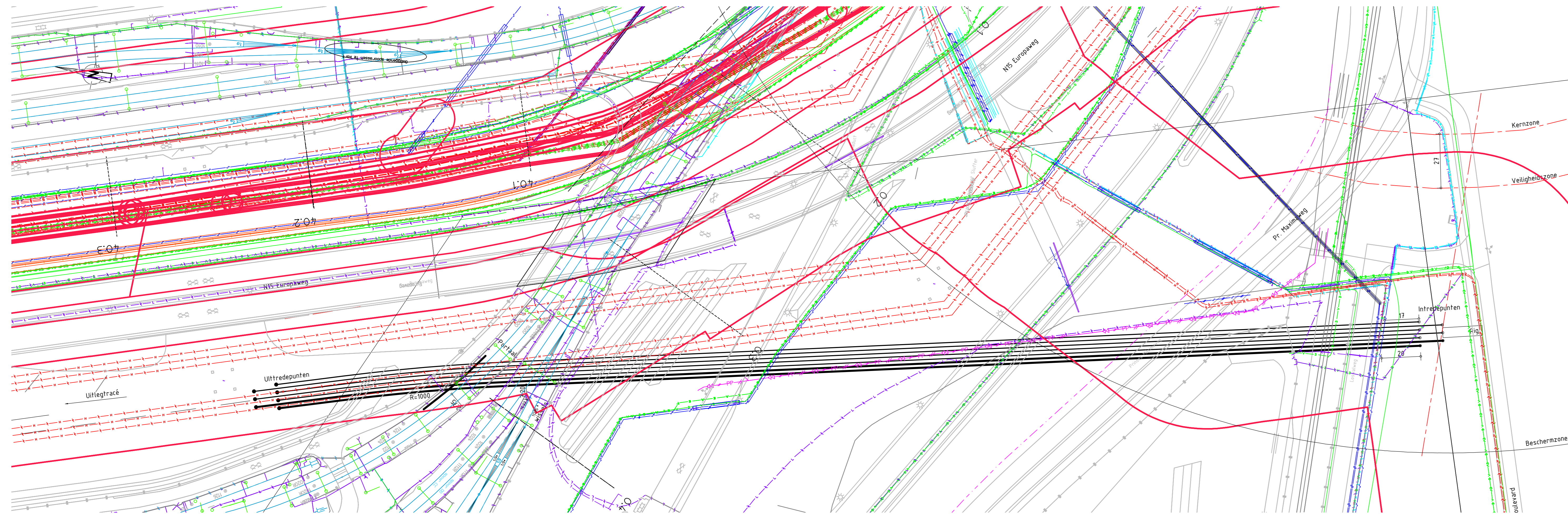
VRIJGEGEVEN DOOR

Tom Bogaert
Projectmanager

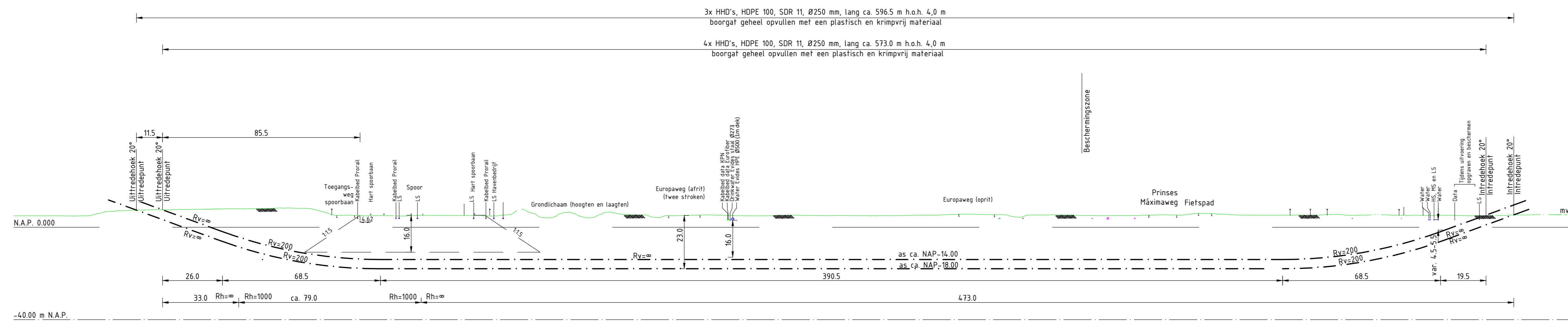
Arcadis Nederland B.V.

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

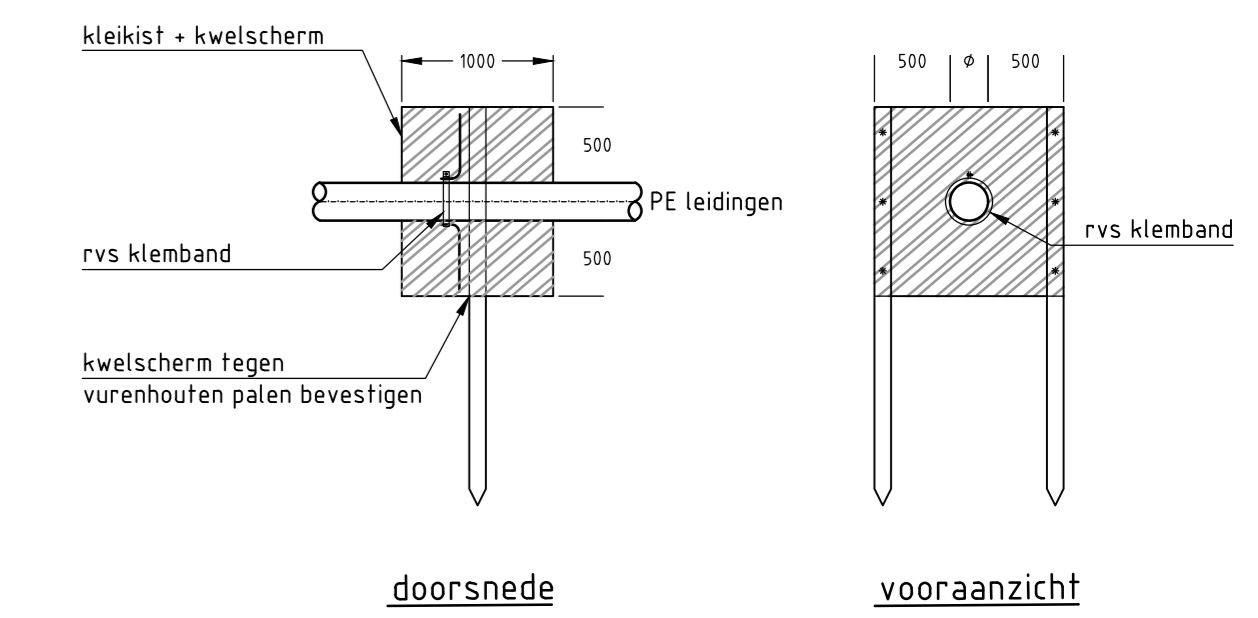
www.arcadis.com



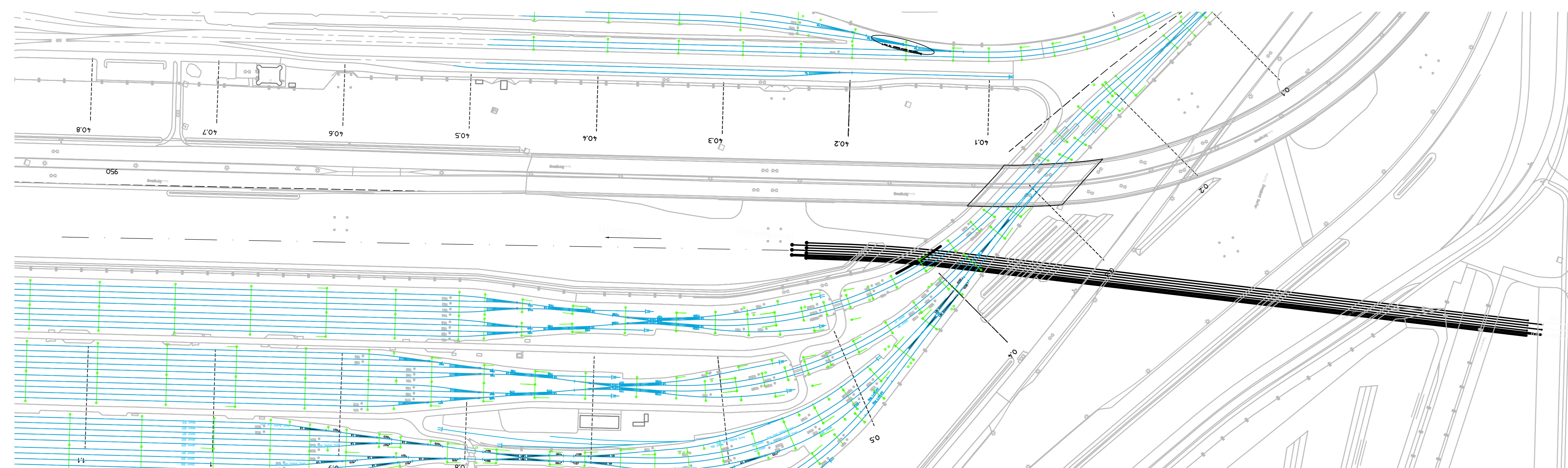
Situatie
schaal 1:1000



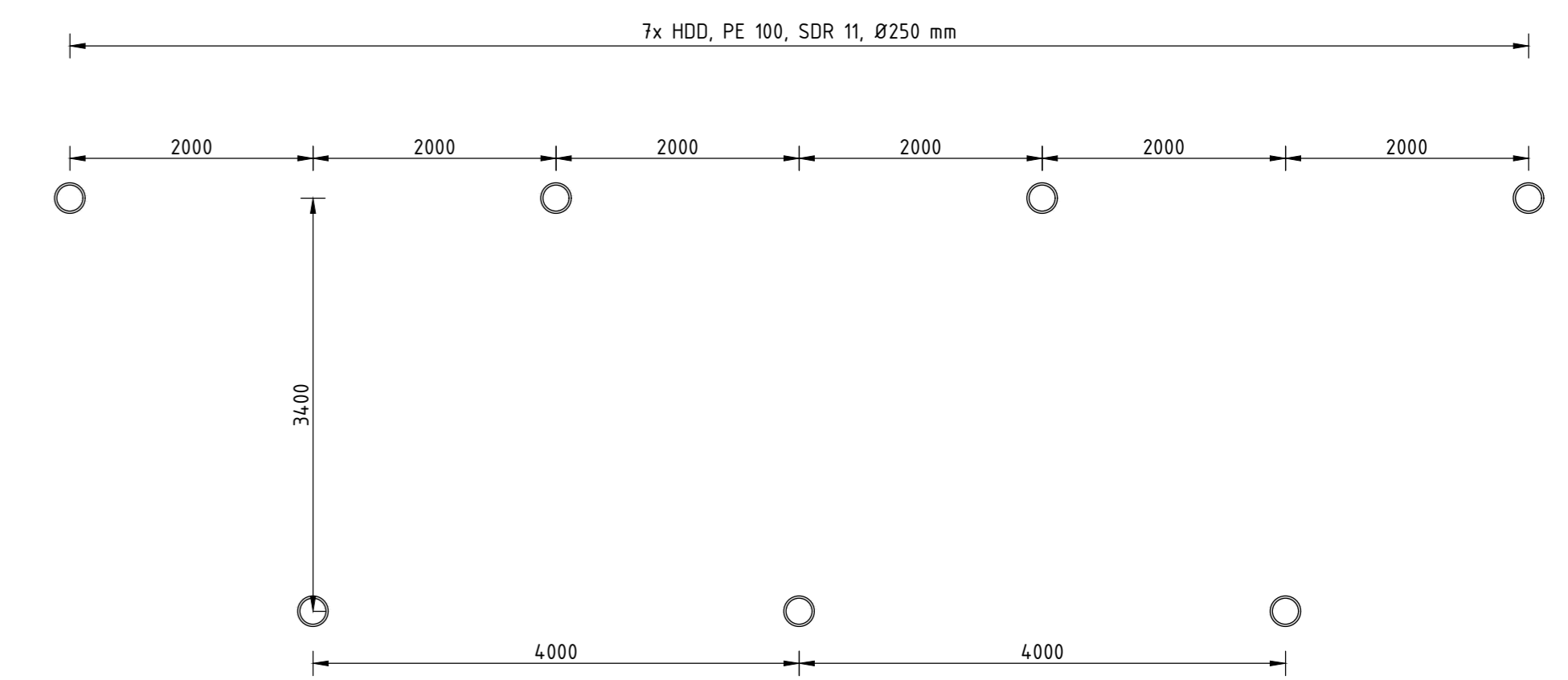
Lengte profiel boring Prinses Maximaweg (4)
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)
schaal 1:1000



Principe detail
klekist + kwelscherm
schaal 1:50



Overzicht
schaal 1:2000



Doorsnede HDD tracé
schaal 1:50

Legenda bestaande K&L

Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding
Electric LS	Electric LS
Electric HS	Electric HS
LD gasleiding	LD gasleiding
LD gasleiding	LD gasleiding
Gasne leiding	Gasne leiding
Drinking	Drinking
Risic	Risic
Overstroom	Overstroom
RPN	RPN
Overse Telecom (IUPC Eurofiber, Tele2, enz)	Overse Telecom (IUPC Eurofiber, Tele2, enz)
Waterleiding	Waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Waste SV	Waste SV
Sondering	Sondering
Grondbooring	Grondbooring

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 proefsterven

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

3	27-7-2021	L&P	JH	Vergunningstekening de final
2	14-05-2021	L&P	JH	Vergunningstekening
1	04-02-2021	L&P	JH	Schaakontwerp

Rev. Datum. Get. Gez. WIJZING

OPDRACHTGEVER: Tennet

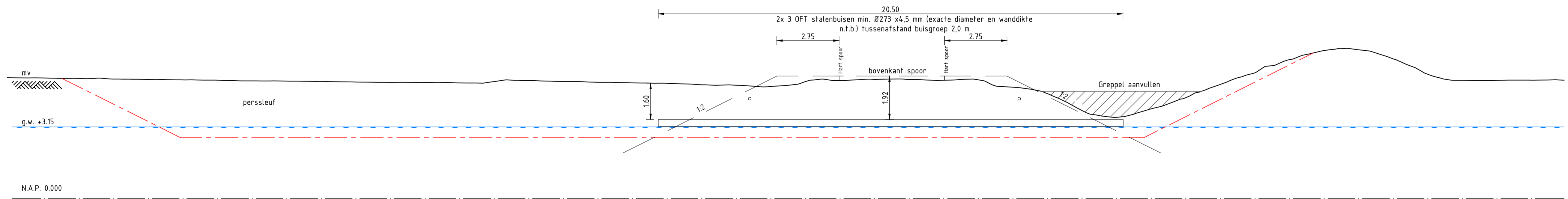
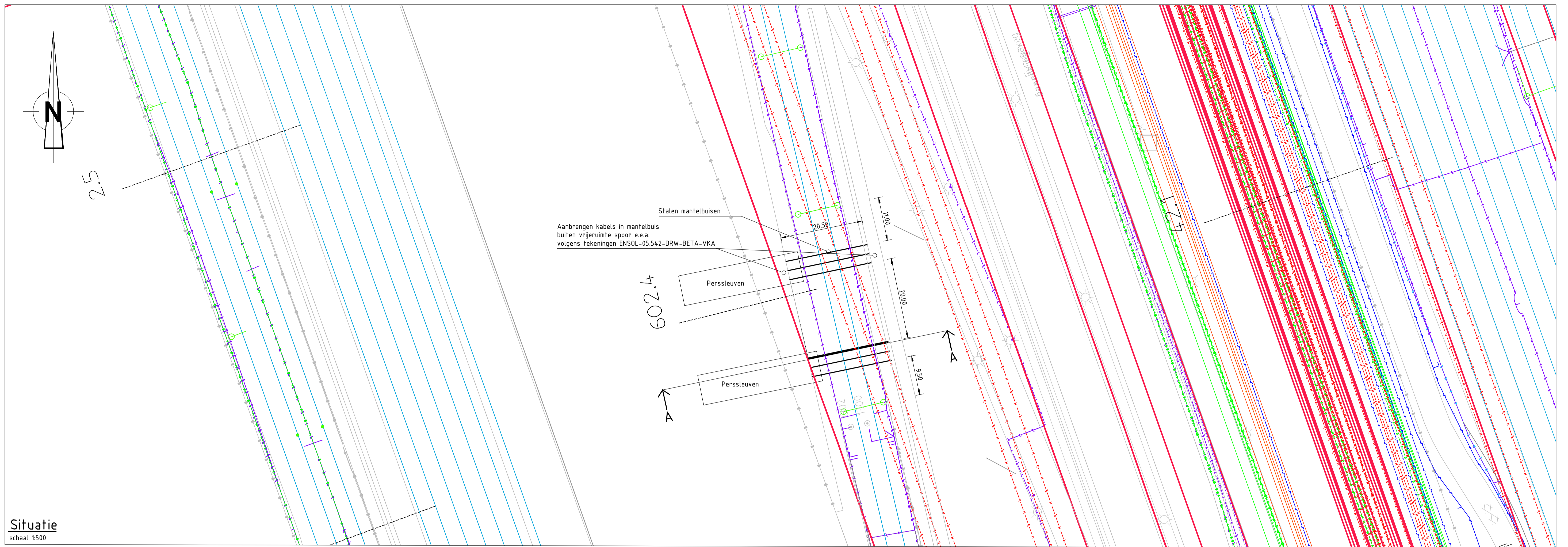
ONTWERP: Tennet | **GETEKEND:** L. Bouman | **DATUM:** 27-7-2021

PROJEC: Net op Zee IJmuiden Ver | **SCHAAL:** zie tek | **FORMAAT:** A0

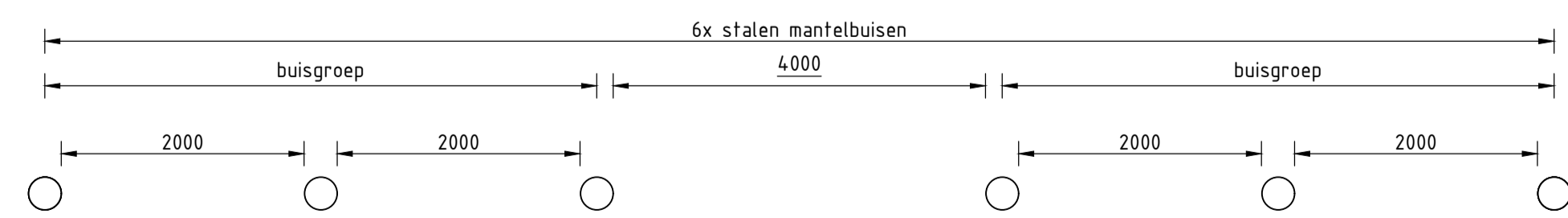
PROJECT: Net op Zee IJmuiden Ver
Beta

ONDERWERP: Vergunningstekening
Horizontaal gestuurde boring Prinses Maximaweg (4)

TEKENING NR.: 1



Lengteprofiel OFT Spoor (A-A)
(Lengte profiel gegenereerd uit de AHN)
schaal 1:100



Doorsnede OFT
schaal 1:50

Legenda bestaande K&L

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

KLIC melding nr(s): 200111922

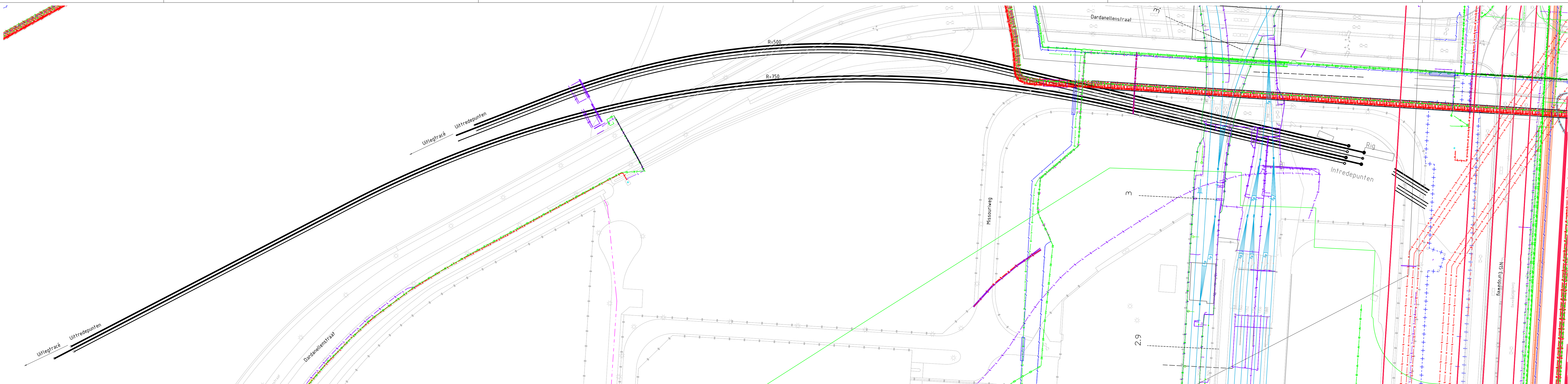
- Opmerkingen:**
- Bestaande kabels en leidingen zijn ingetekend aan de hand van KLIC melding(en)
 - Exacte locatie van de bestaande kabels en leidingen tijdens uitvoering bepalen door middel van proefsleuven

Opmerkingen:

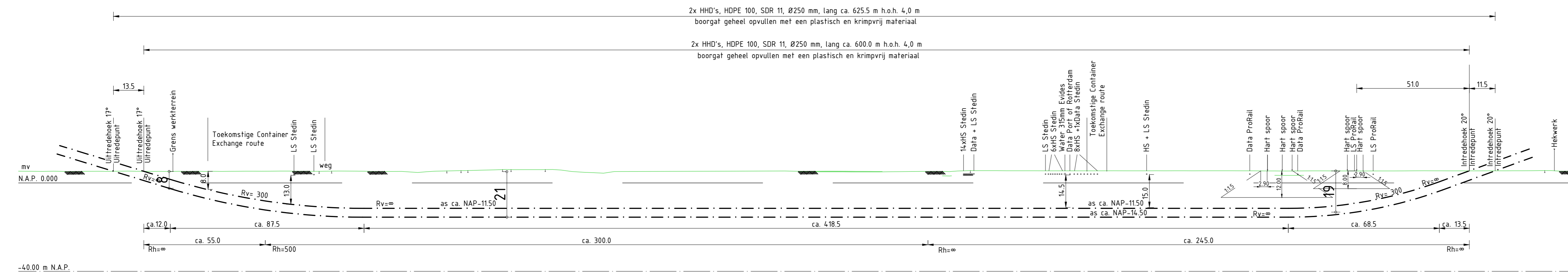
Alle maten in m, tenzij anders vermeld.
Alle hoogtematen in m, ten opzichte van N.A.P.

3	27-7-2021	LB	JH	Vergunningstekening definitief
2	14-05-2021	LB	JH	Vergunningstekening
1	17-04-2021	LB	JH	Scheikantwerp
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING

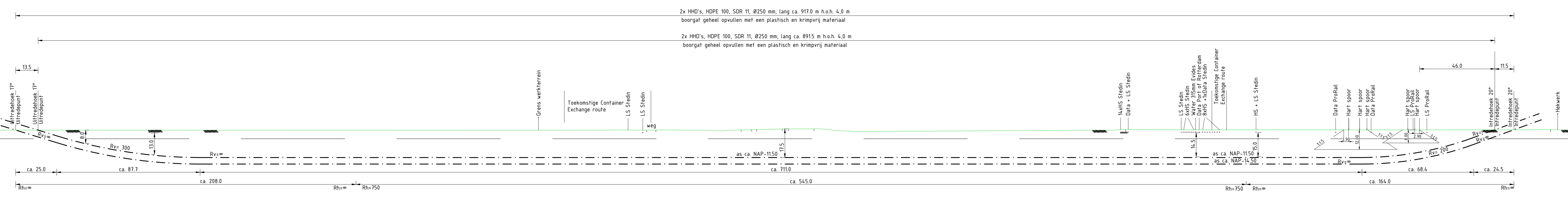
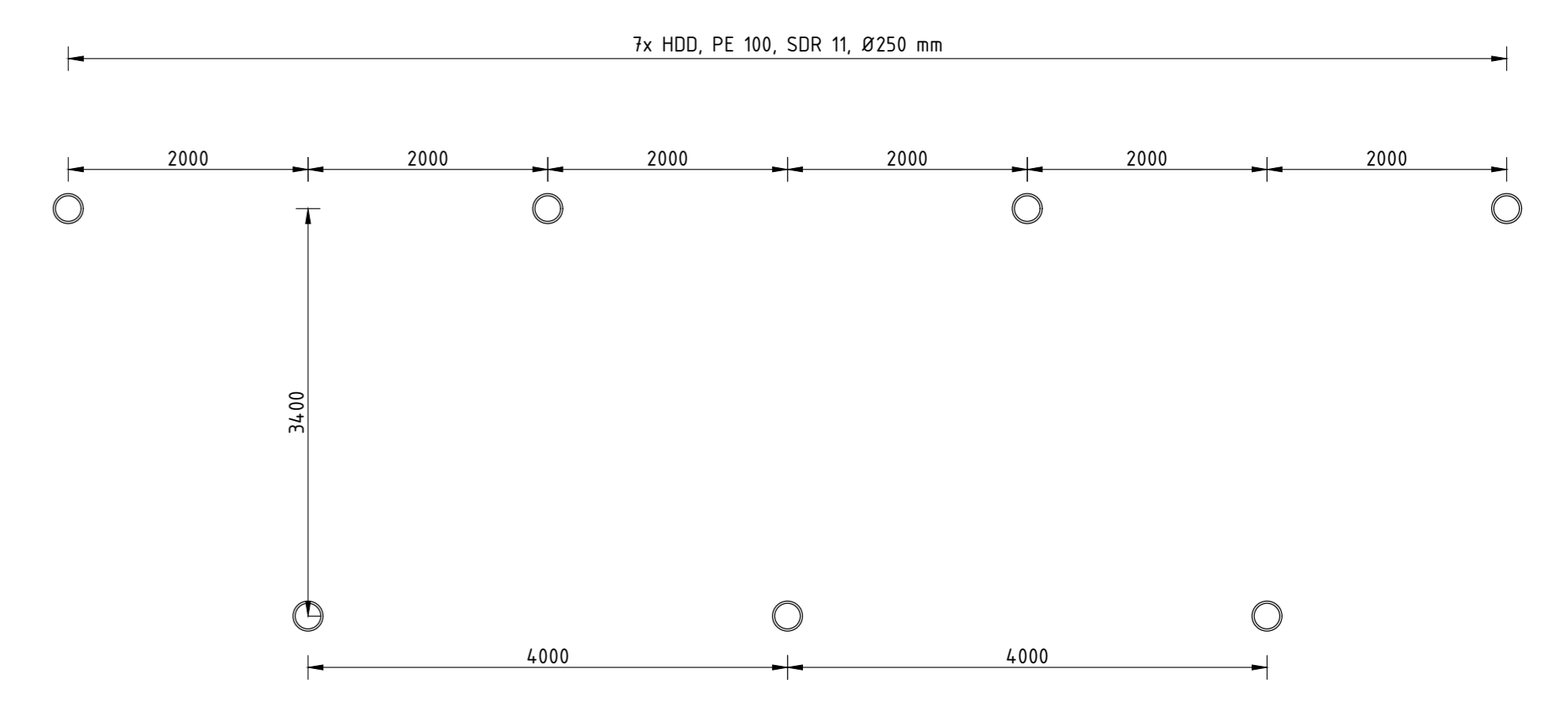
OPDRACHTGEVER :			
ONTWERP : Tennet	GETEKEND : LB	DATUM : 17-4-2021	
PROJ.NR. :	SCHAAL : zie tek.	FORMAAT : A1	
PROJECT :	Net op Zee IJmuiden Ver Beta		
ONDERWERP :	Vergunningstekening Persingen OFT Missouriweg spoorkruising (5)		
TEKENING NR. :	2		



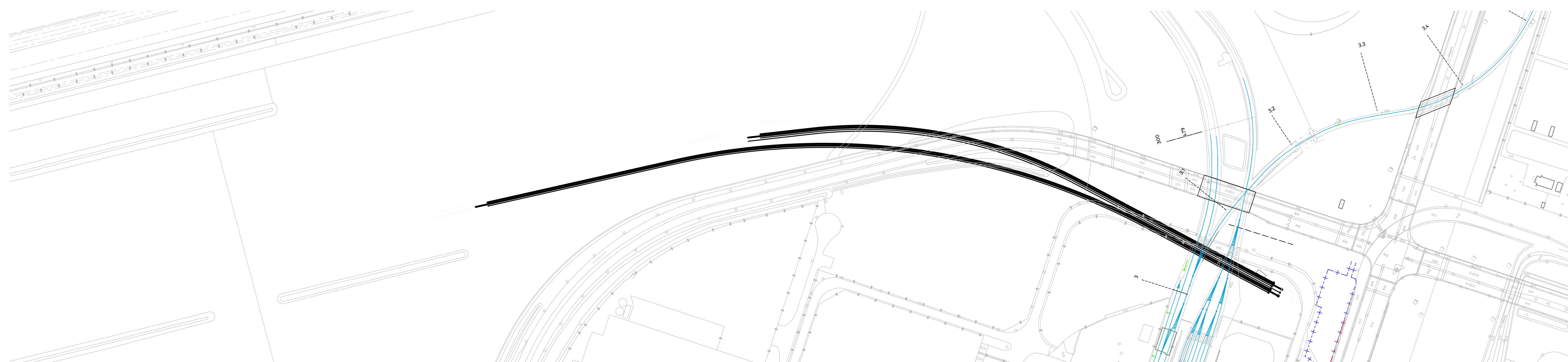
Situatie
schaal 1:1000



Lengte profiel boring Dardanelenstraat (tracé A)
(Lengte profiel gegeneerd uit de AHN)
schaal 1:1000



Lengte profiel boring Dardanelenstraat (tracé B)
(Lengte profiel gegeneerd uit de AHN)
schaal 1:1000



Overzicht
schaal 1:2000

Legenda bestaande K&L

Ca	Ca
CO2 leiding	CO2 leiding
Electra LS	Electra LS
Electra HS	Electra HS
LD gasleiding	LD gasleiding
Gaswv leiding	Gaswv leiding
Obaleiding	Obaleiding
Rood	Rood
Drukloos	Drukloos
WV	WV
Diverse Telecom (LFPE, Eurofiber, Tele2, enz)	Diverse Telecom (LFPE, Eurofiber, Tele2, enz)
waterleiding	waterleiding
Transport waterleiding	Transport waterleiding
Waternet St	Waternet St
Sendring	Sendring
Grondbooring	Grondbooring

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 proefstevens

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

3	27-7-2021	LB	TB	Vergunningstekening d/infocaf
2	16-05-2021	LB	JH	Vergunningstekening
1	17-04-2021	LB		Schetsontwerp
Rev.	Datum	Get.	Gez.	WIJZIGING

OPDRACHTGEVER: **Tennet**
Taking power further

ONTWERP: Tennef
GETEKEND: LB
DATUM: 27-7-2021

PROJ.EIT: **Net op Zee IJmuiden Ver**
Beta

ONDERWERP: Vergunningstekening
Horizontaal gestuurde boring Dardanelenstraat (B)

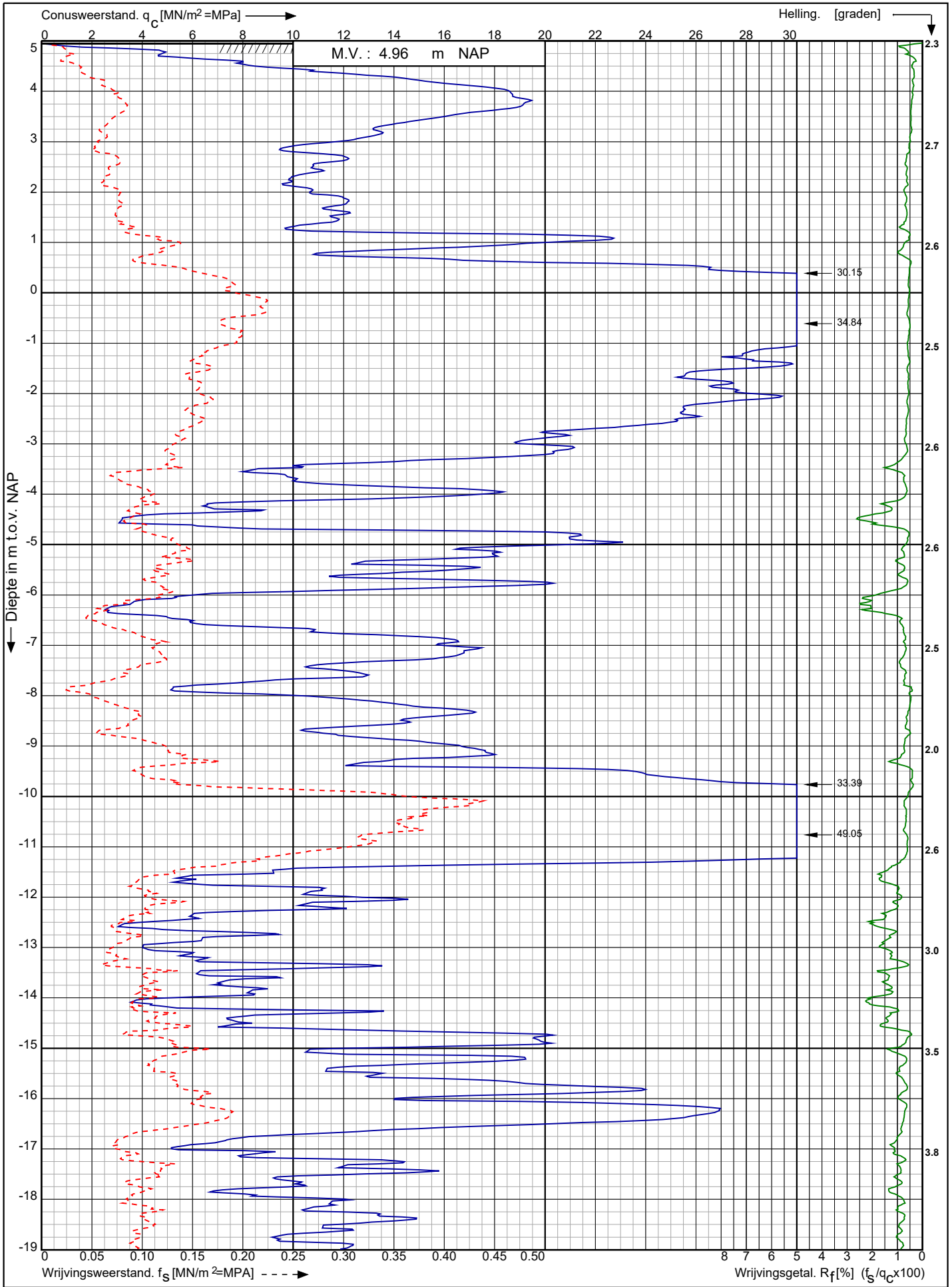
TEKENING NR.: 3

Bevoegd gezag: Rijkswaterstaat, Dienst Terreinonderzoek, afdeling 100000, Postbus 10000, 2200 AA, The Hague, The Netherlands

Conusserienummer: 190218

Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15

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



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 1-9-2020

Sond. nr. : 3



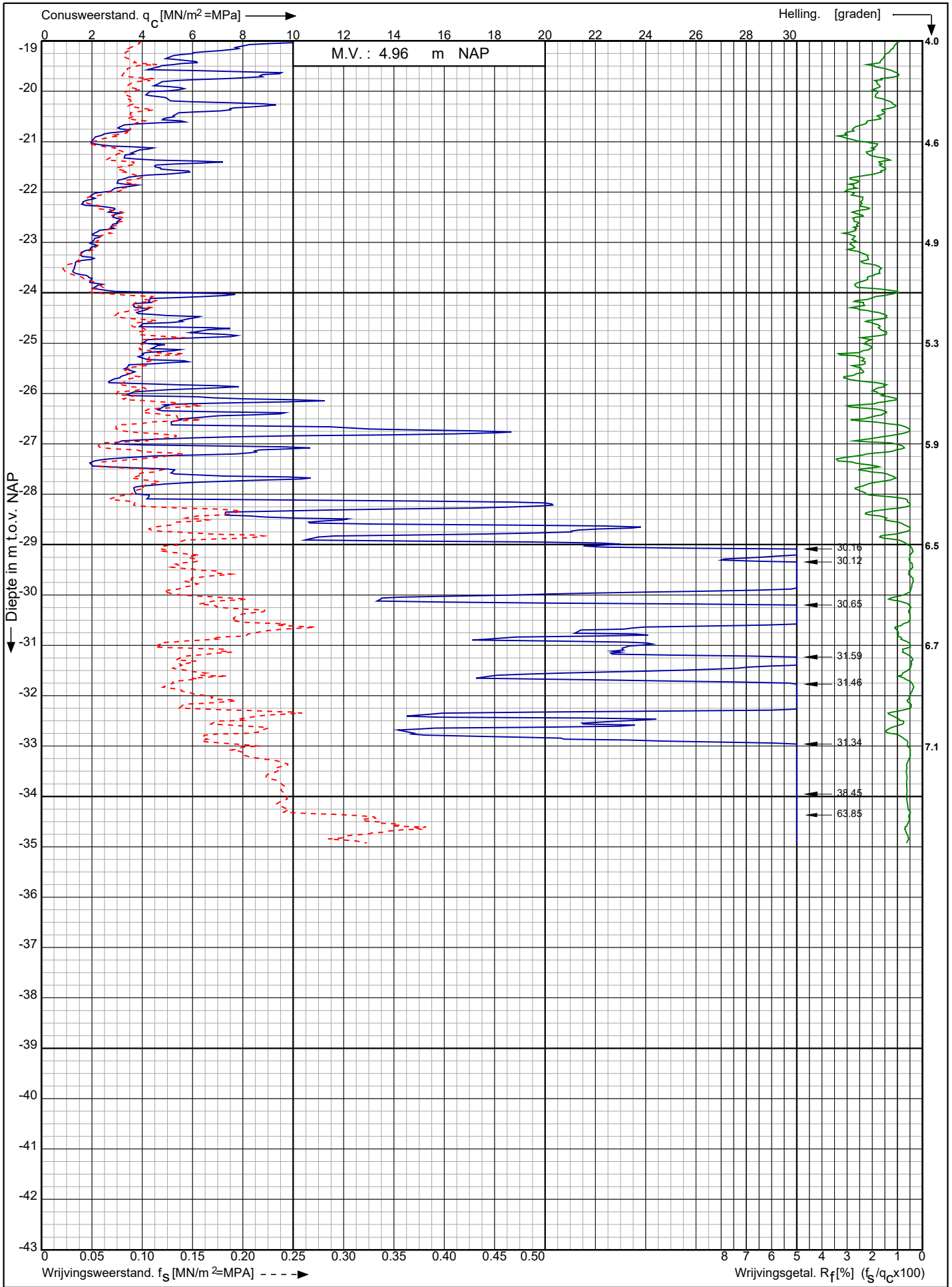
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 62066,72 Y = 438351,82

Conusserienummer: 190218

Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15

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



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 1-9-2020

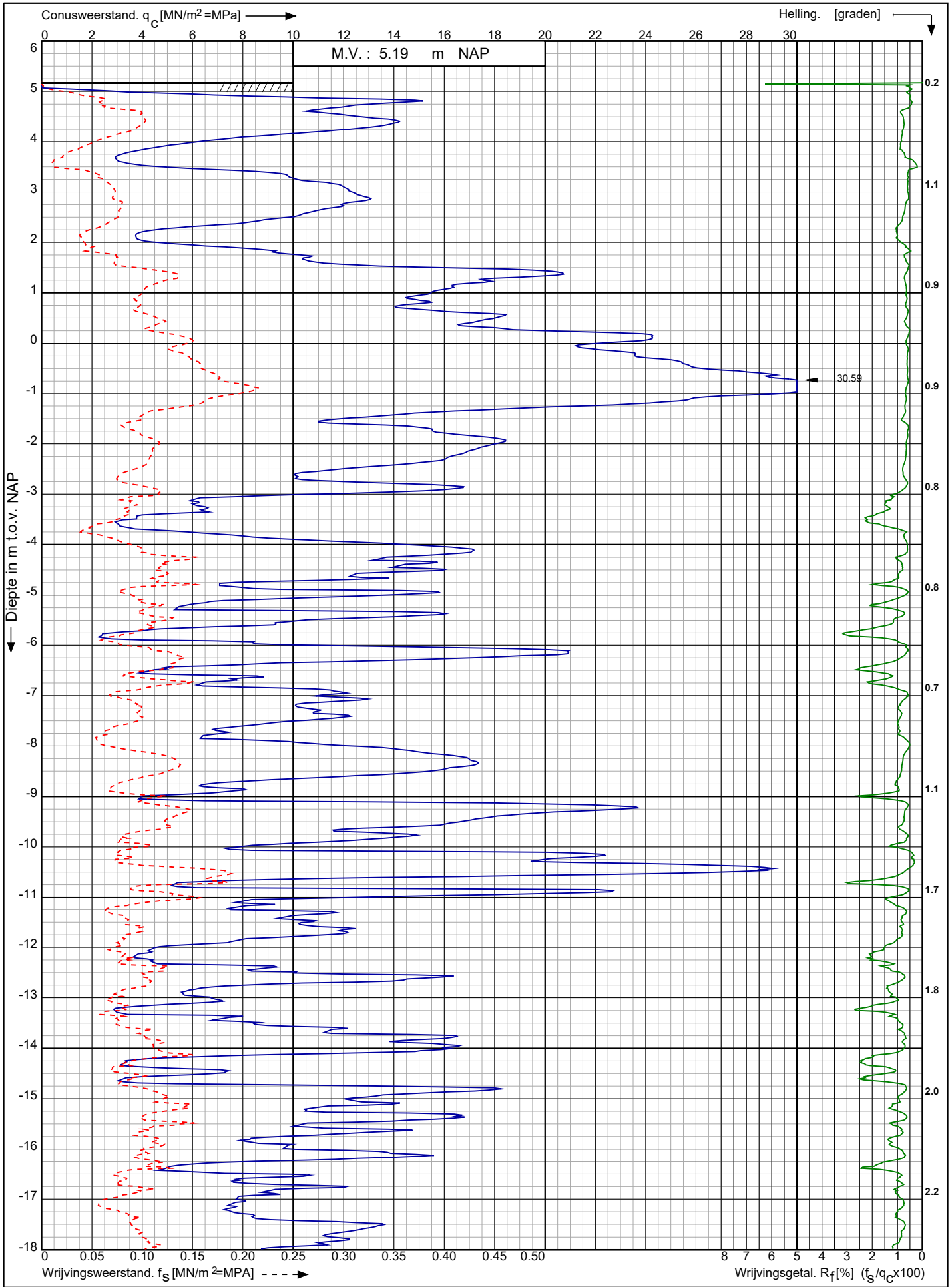
Sond. nr. : 3




0522 - 260 084

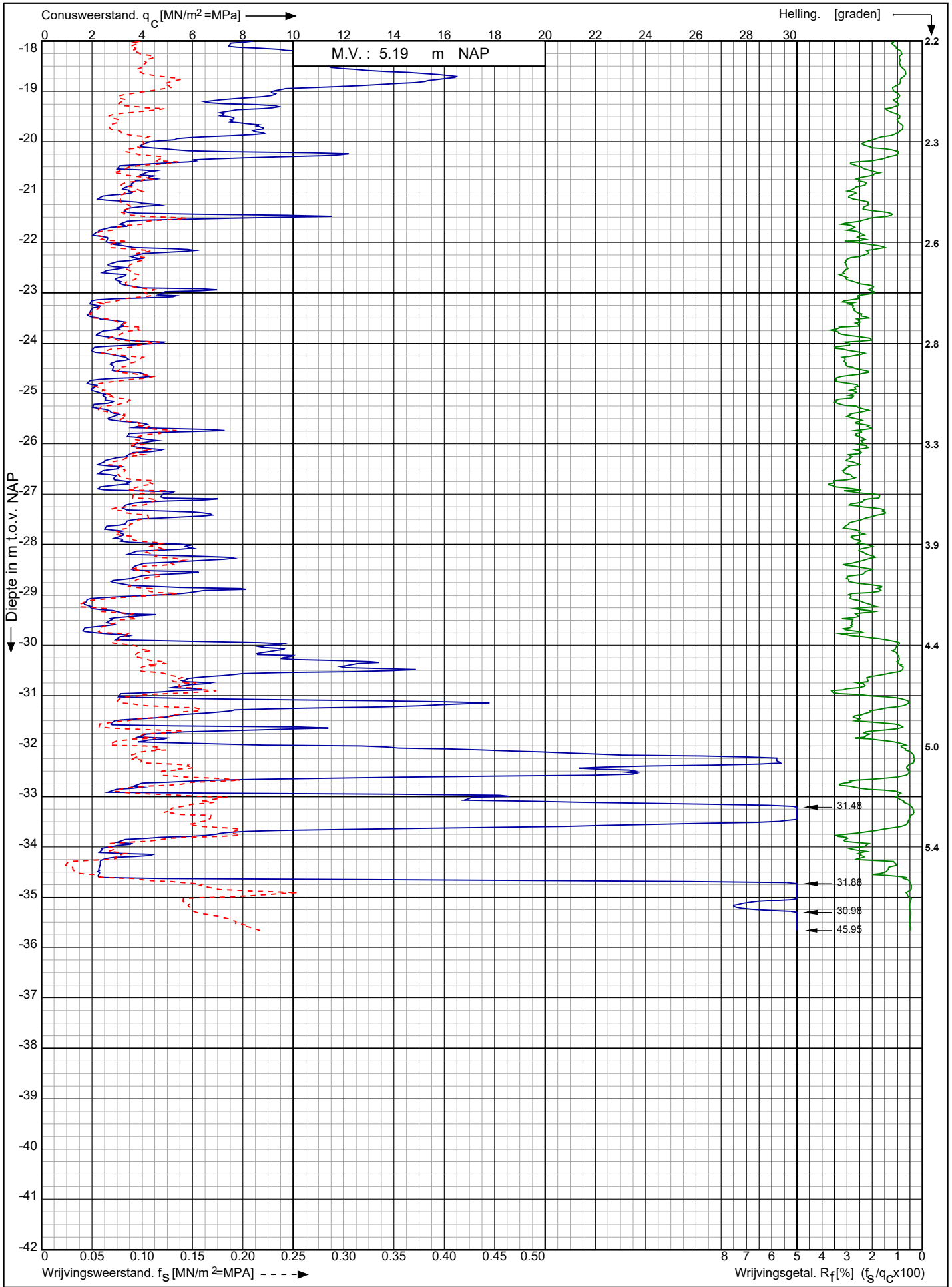
RD-coördinaten : X = 62066,72 Y = 438351,82


Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 190218



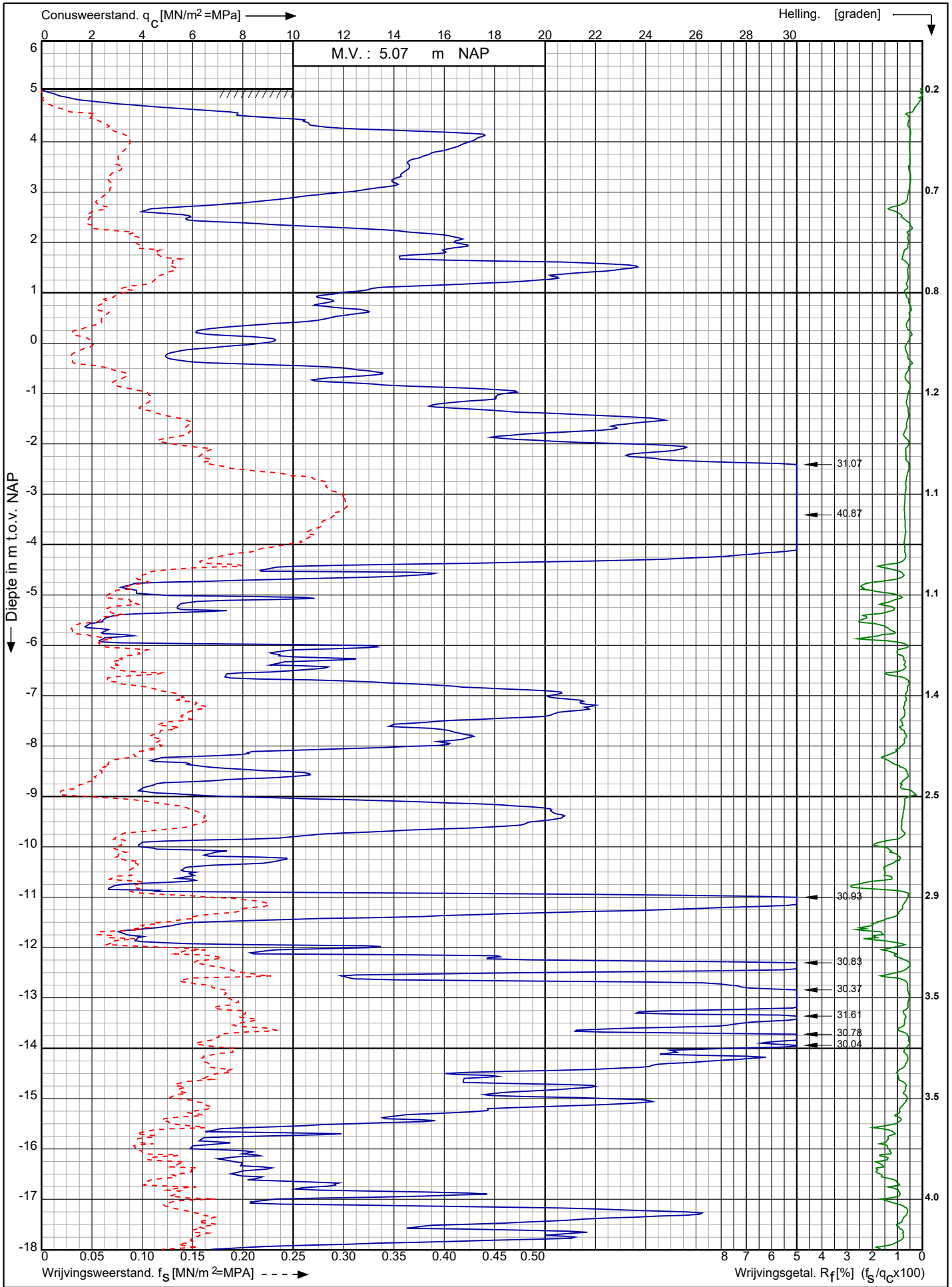
Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142-A	 Koops grondmechanica 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 13-8-2020	
	Sond. nr. : 4	
RD-coördinaten : X = 62032,01 Y = 438524,24		

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 190218



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden RD-coördinaten : X = 62032,01 Y = 438524,24	Opdr. nr. : 2020-1142-A	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 13-8-2020	
	Sond. nr. : 4	

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 190218



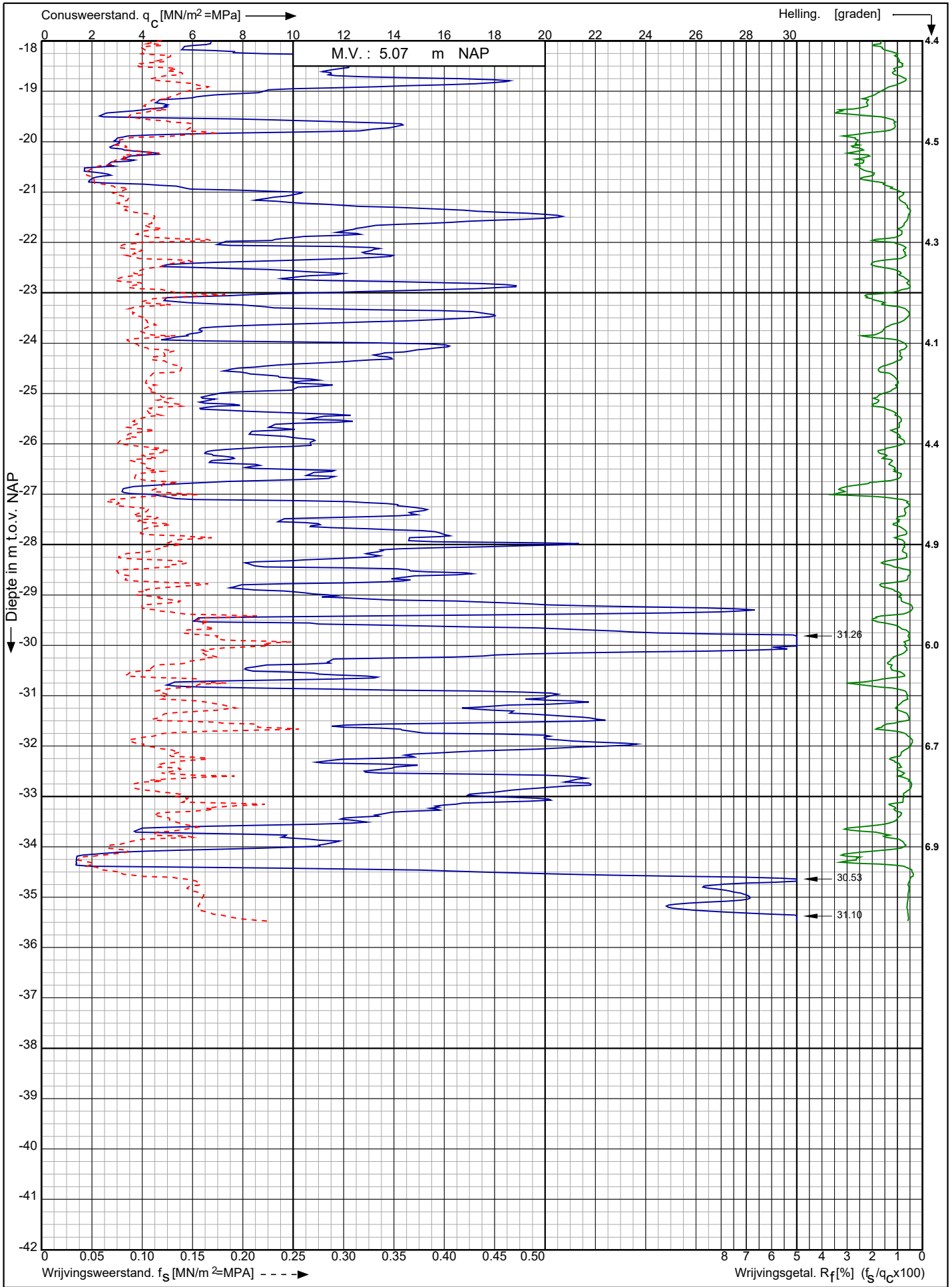
Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A
 Datum uitv. : 19-8-2020
 Sond. nr. : 5



RD-coördinaten : X = 61962,65 Y = 438830,25

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 190218



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 19-8-2020

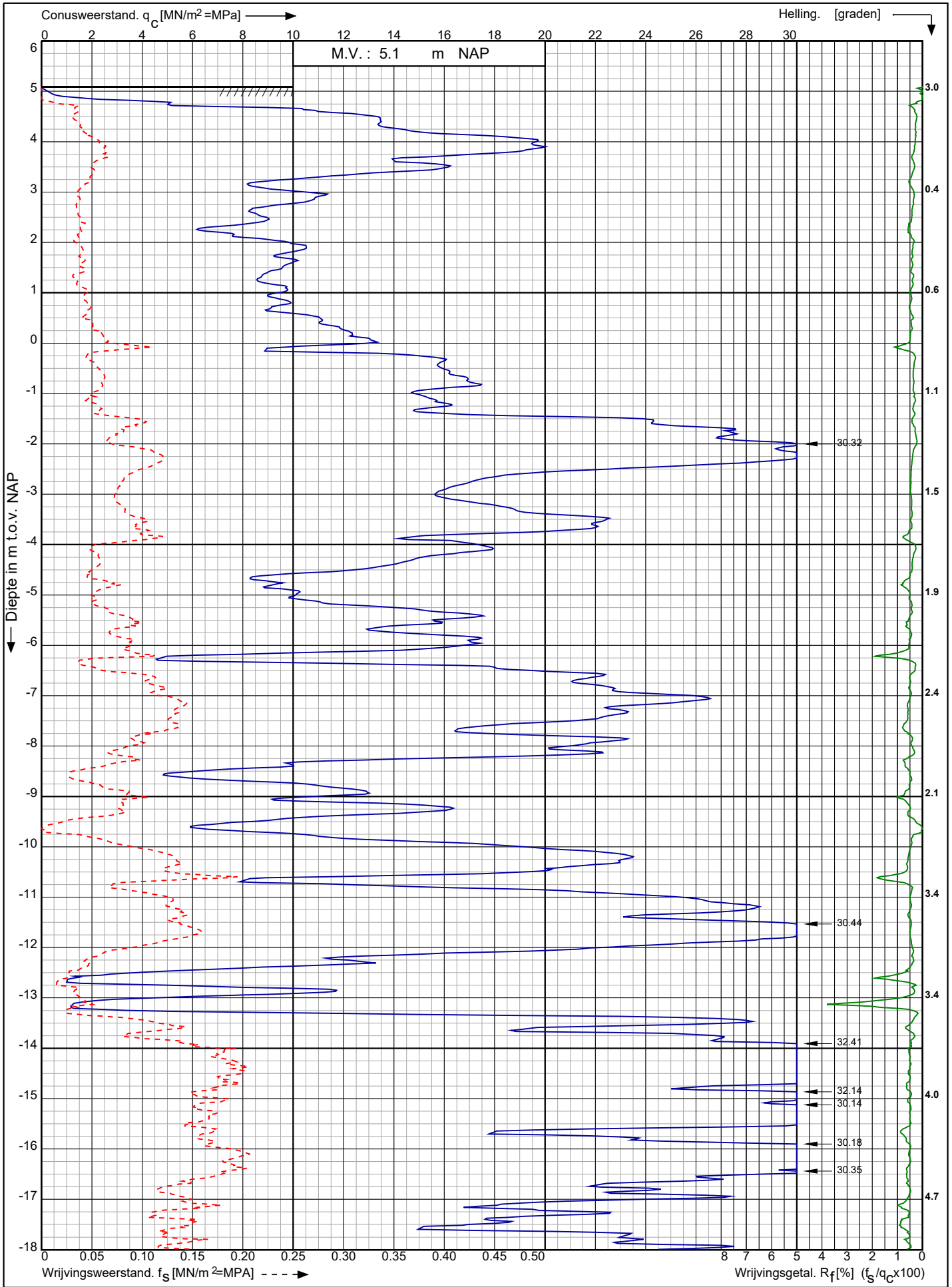
Sond. nr. : 5




0522 - 260 084

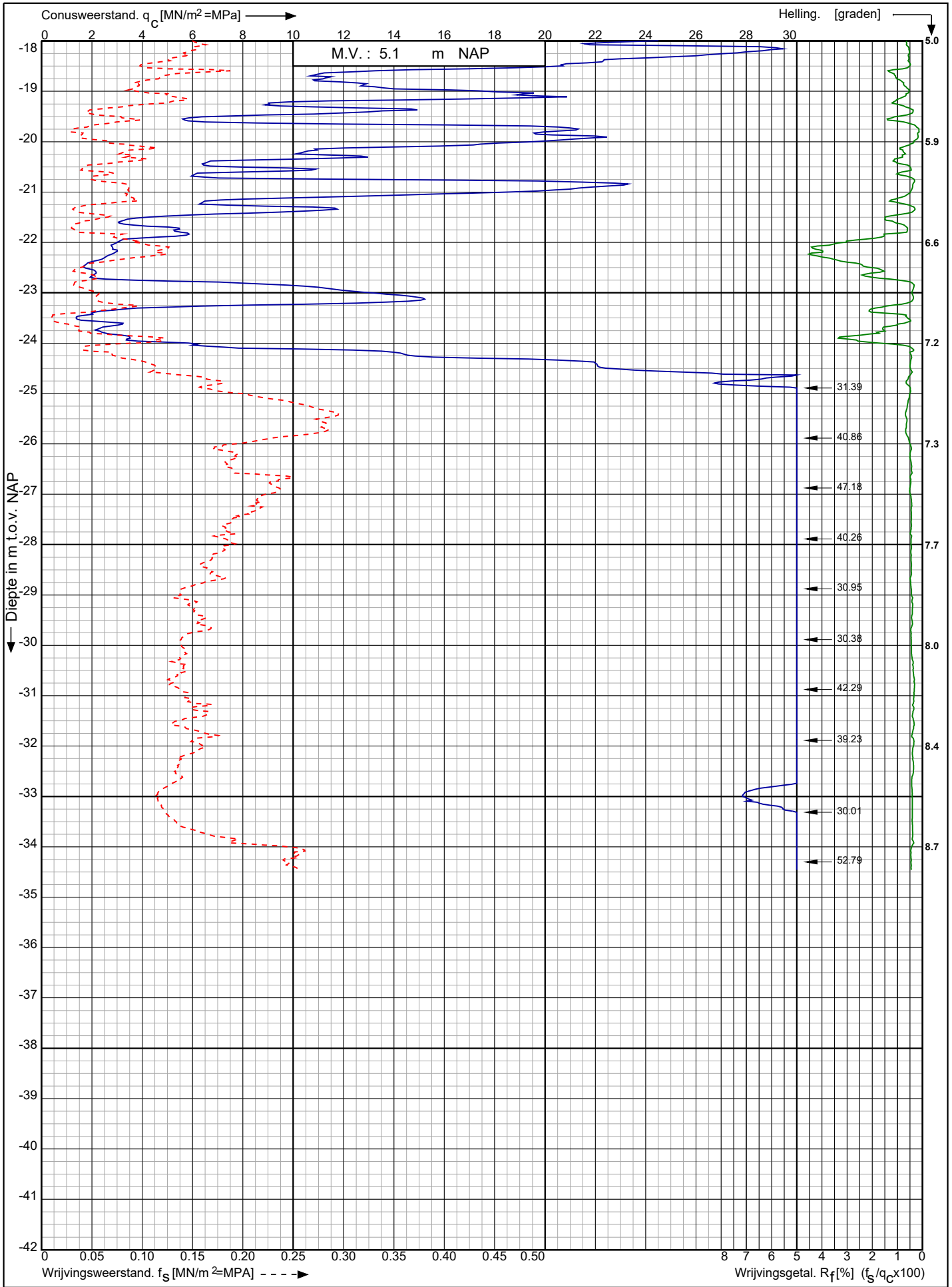
RD-coördinaten : X = 61962,65 Y = 438830,25


Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 180907



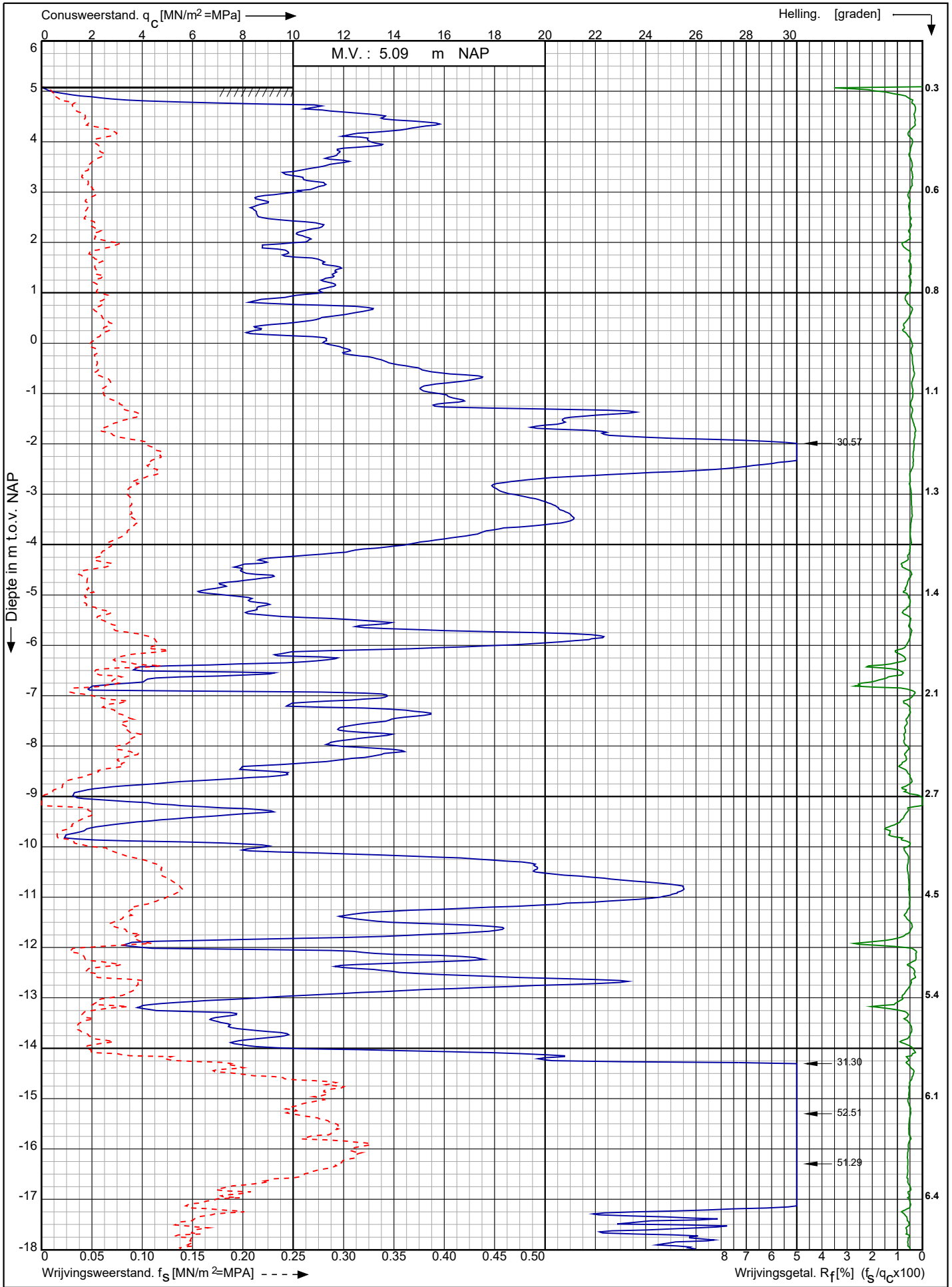
Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden RD-coördinaten : X = 61235,42 Y = 440801,39	Opdr. nr. : 2020-1142-A	 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 1-9-2020	
	Sond. nr. : 7	


Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 180907



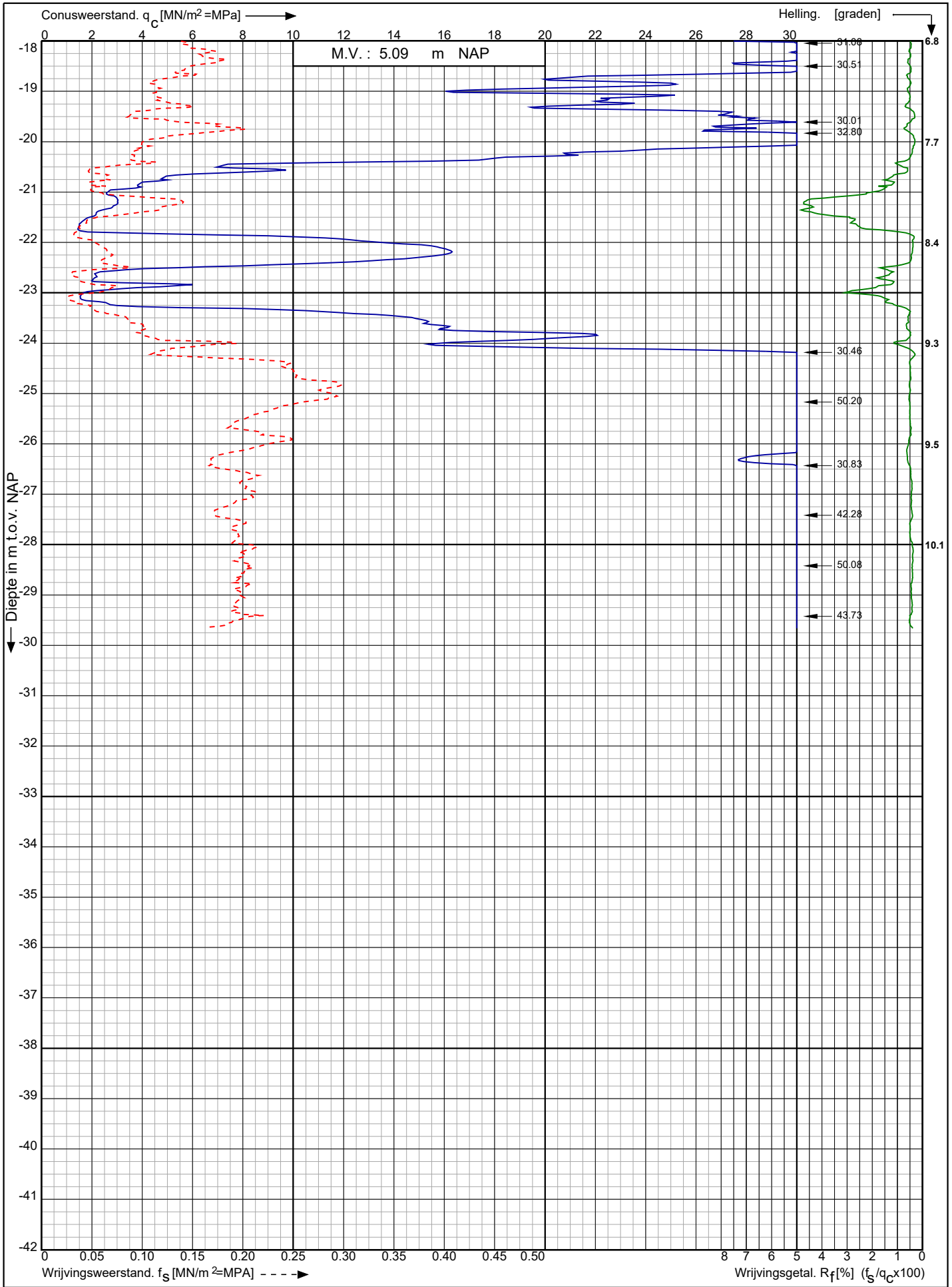
Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Beta te Ijmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142-A	 Koops grondmechanica 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 1-9-2020	
	Sond. nr. : 7	
RD-coördinaten : X = 61235,42 Y = 440801,39		

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 180907



Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Beta te Ijmuiden	Opdr. nr. : 2020-1142-A	 Koops grondmechanica 0522 - 260 084
	Datum uitv. : 1-9-2020	
	Sond. nr. : 8	
RD-coördinaten : X = 61205,81 Y = 440880,36		

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 180907



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 1-9-2020

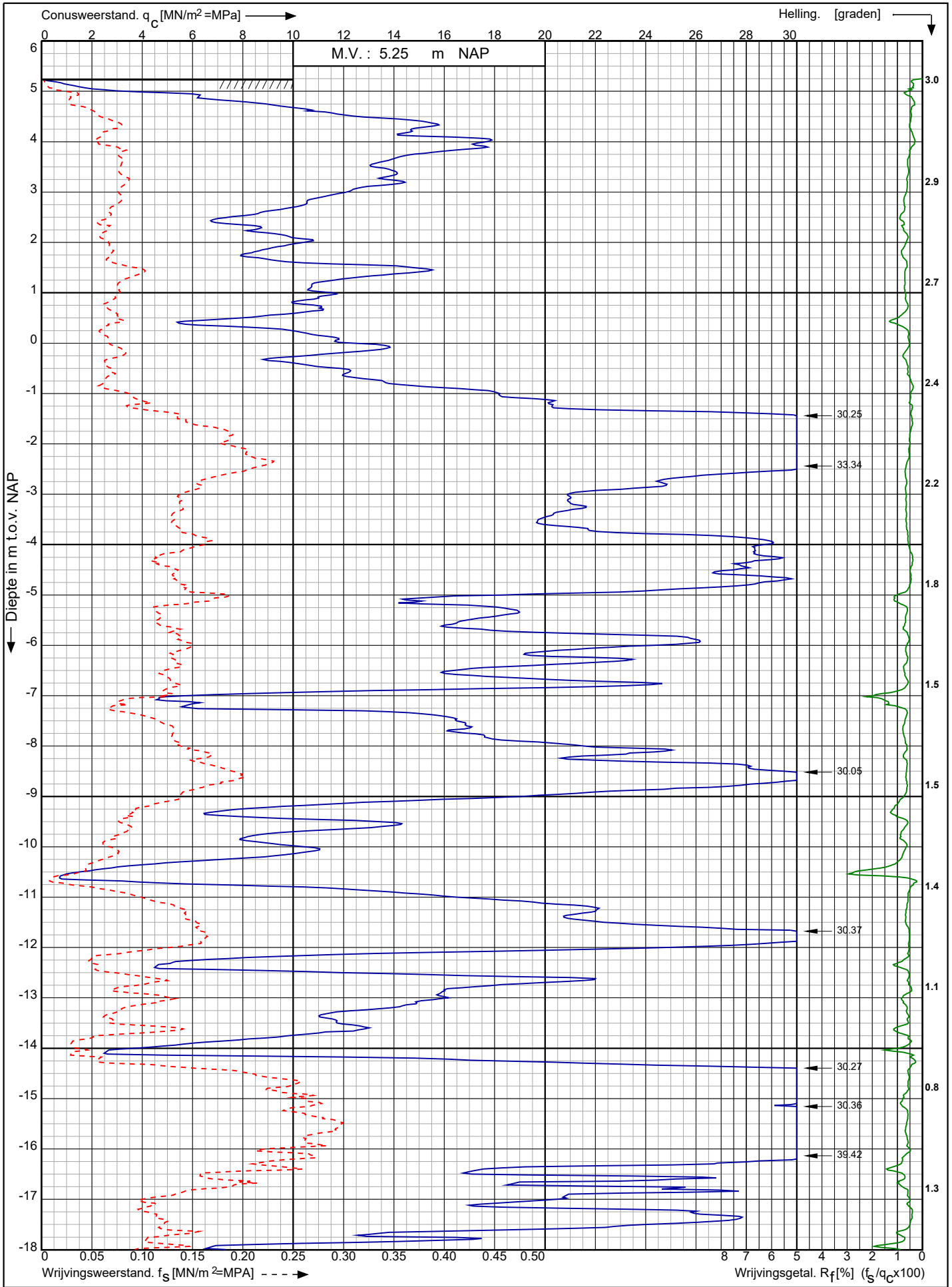
Sond. nr. : 8



0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 61205,81 Y = 440880,36

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 200316



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 31-8-2020

Sond. nr. : 14



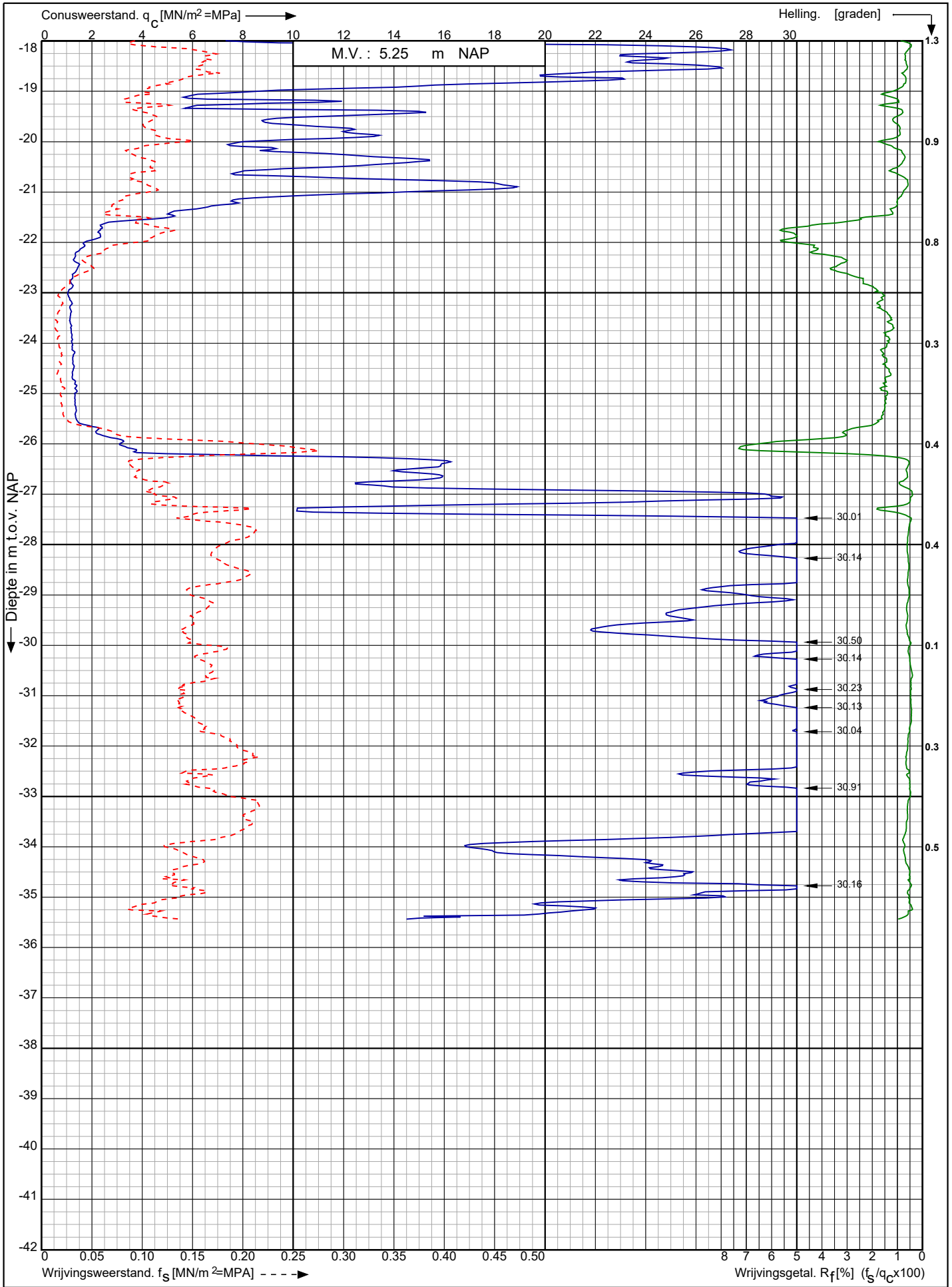
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 61109,7 Y = 441274,06

Conusserienummer: 200316

Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15

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



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 31-8-2020

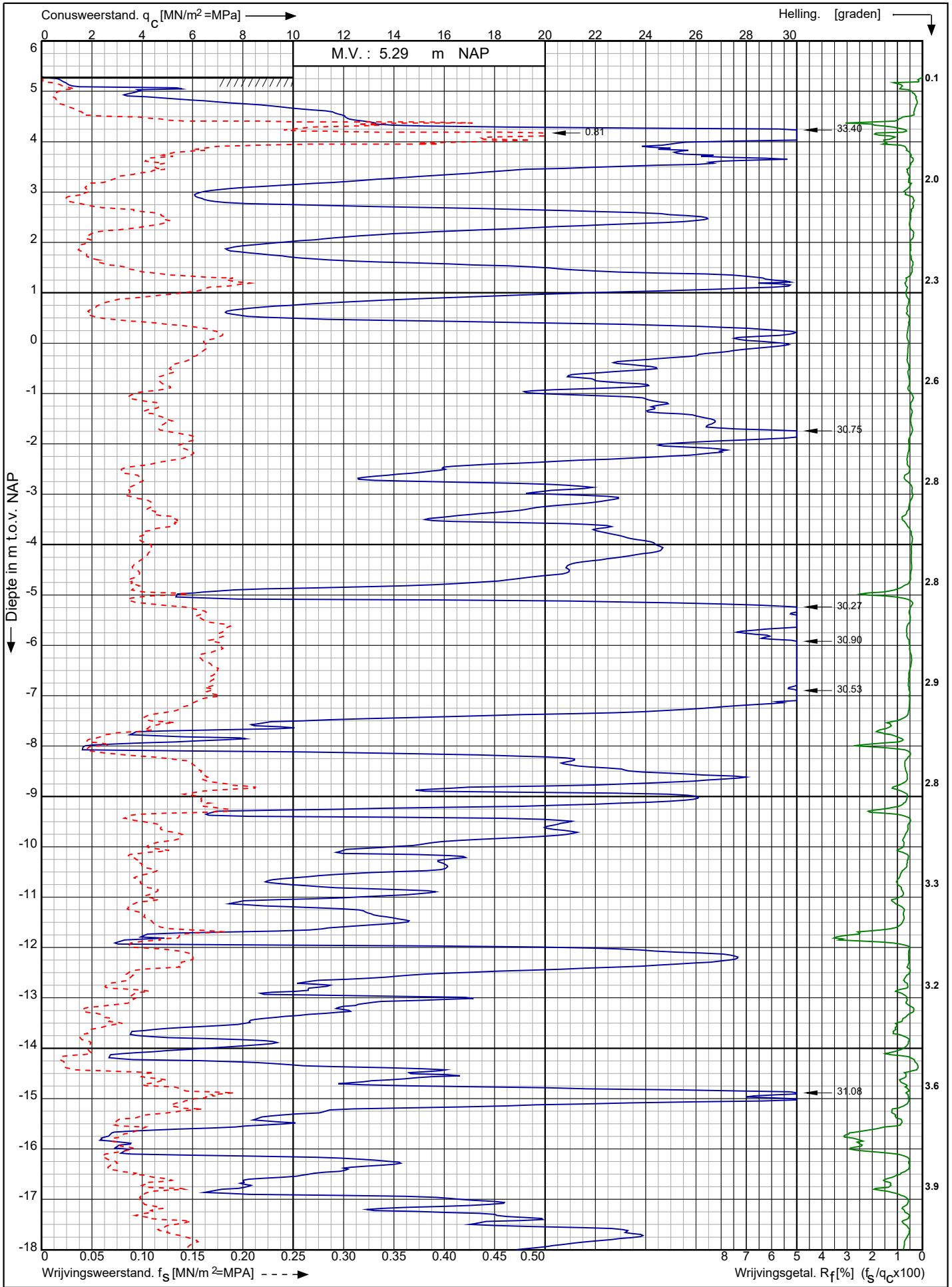
Sond. nr. : 14



0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 61109,7 Y = 441274,06

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15
 Conusserienummer: 180907



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A
 Datum uitv. : 26-8-2020
 Sond. nr. : 15

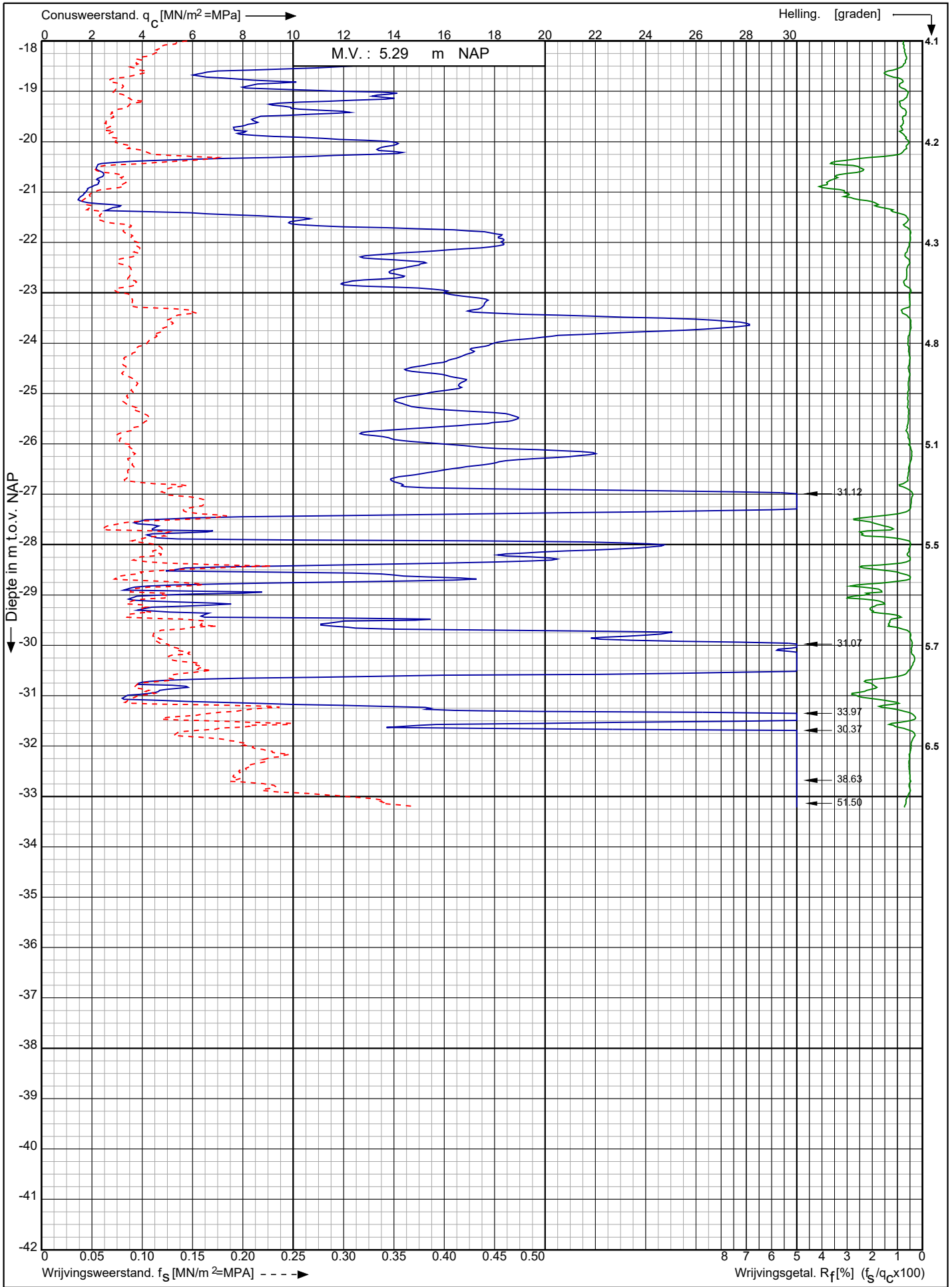


RD-coördinaten : X = 60877,39 Y = 441267,94

Conusserienummer: 180907

Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15

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



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 26-8-2020

Sond. nr. : 15



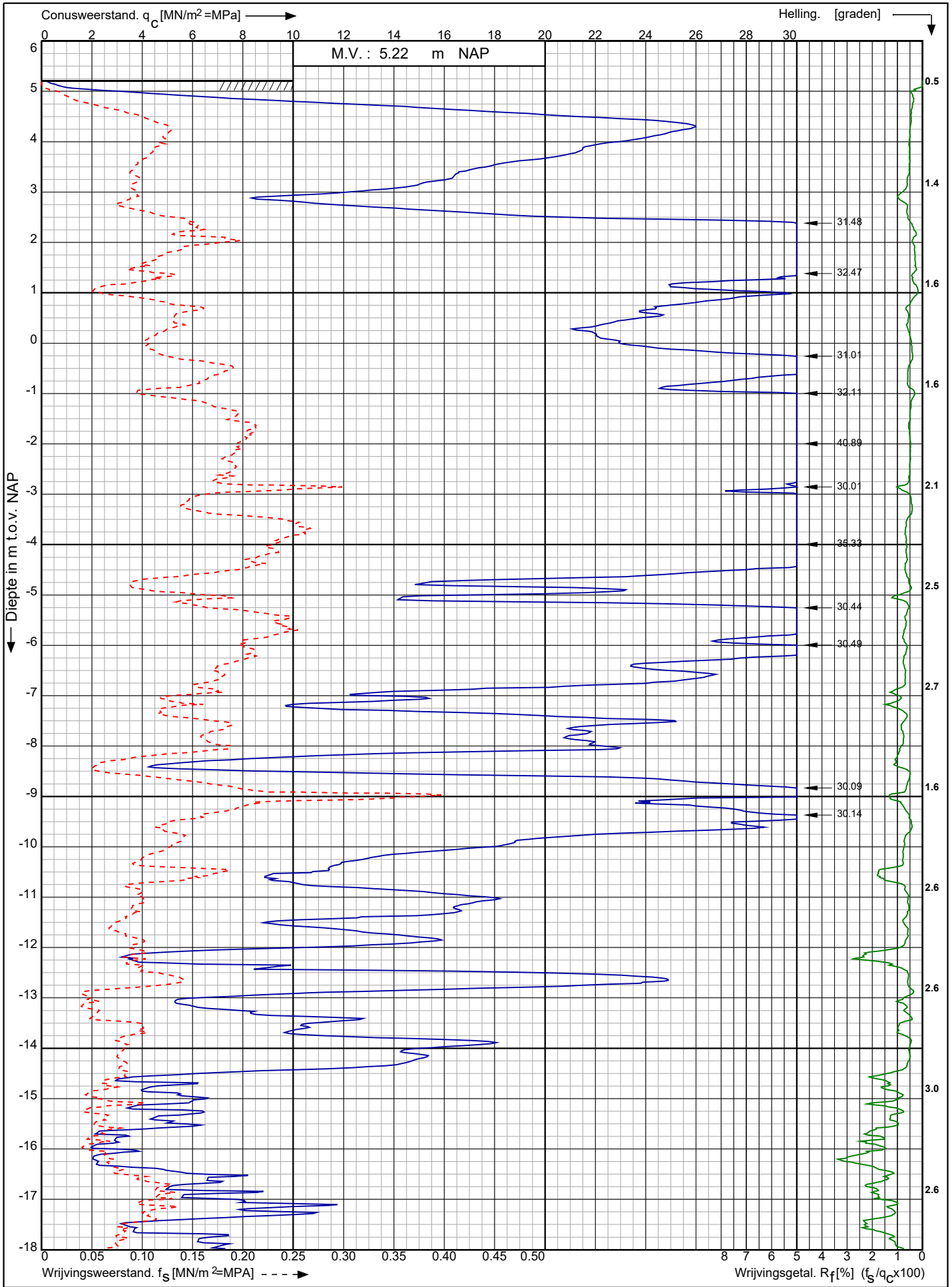
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 60877,39 Y = 441267,94

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

Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15

Conusserienummer: 180907



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 17-8-2020

Sond. nr. : 18



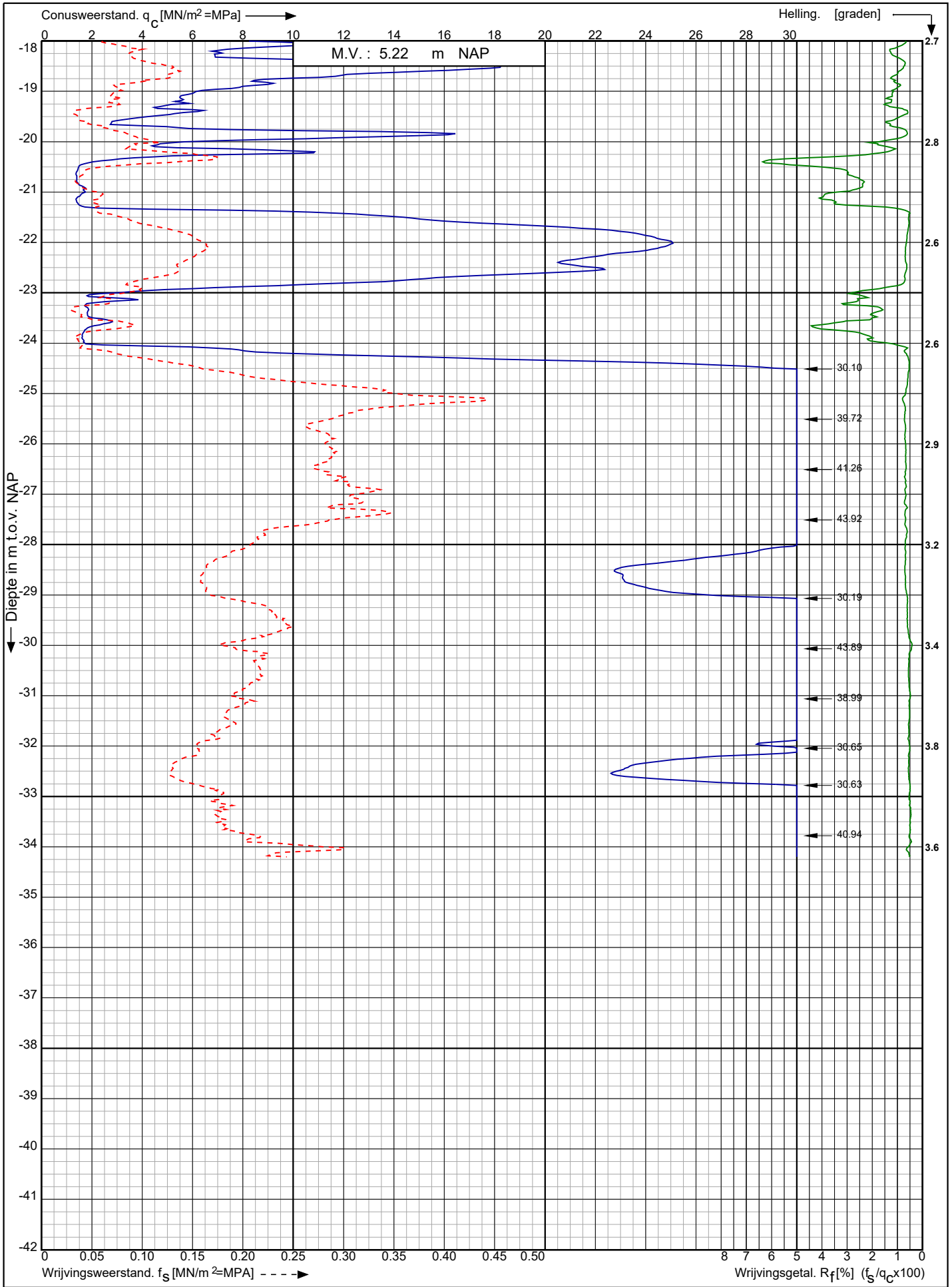
0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 60557,86 Y = 441134,34

Conusserienummer: 180907

Conustype: cilindrisch elektrisch I-CFYYP20-15

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



Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Beta te IJmuiden

Opdr. nr. : 2020-1142-A

Datum uitv. : 17-8-2020

Sond. nr. : 18



0522 - 260 084

RD-coördinaten : X = 60557,86 Y = 441134,34



Geothermisch onderzoek

**Net op Zee IJmuiden Ver
Verbinding Maasvlakte (Beta)**

projectnummer 0464270.100
concept revisie 0A
17 november 2020

Geothermisch onderzoek

Net op Zee IJmuiden Ver

Verbinding Maasvlakte (Beta)

projectnummer 0464270.100
documentnummer 464270-GMO-01
concept revisie 0A
17 november 2020

Auteurs

H. Koopmans


Opdrachtgever

TenneT TSO B.V.
Postbus 718
6800 AS Arnhem

Datum	Revisie AG	Beschrijving revisie (reden van uitgifte)
17-11-2020	concept 0A	Concept ter goedkeuring aangeboden

datum vrijgave
17-11-2020

beschrijving revisie 0A
concept

goedkeuring 
B. van Meekeren

vrijgave 
R.S. Raap

Inhoudsopgave

Blz.

1	Projectomschrijving	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Doel en status rapport	1
1.3	Leeswijzer	2
2	Onderzoeksopzet	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Veldonderzoek	3
2.3	Laboratoriumonderzoek	3
2.4	Berekeningen en advies	3
3	Resultaten	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.3	Freatische grondwaterstanden	8
3.4	Berekening g-waarde en thermische diffusiviteit per grondmonster	8
3.5	G-waarde middels naaldmethode	9
3.6	Minimale verzadigingsgraad veldstrekkingen	9
4	Conclusies	10
4.1	Conclusies	10
4.2	Disclaimer	10
	Bronnenlijst	11
	Bijlagen	
	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 Maasvlakte (Beta)'. De verbinding is benodigd om het 4GW-windenergiegebied "IJmuiden Ver" aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet van TenneT. Vanaf de aanlanding zijn er twee tracéopties welke ten behoeve van het geothermisch onderzoek beide zijn onderzocht. Het projectgebied is in figuur 1.1 weergegeven.



Figuur 1.1: Ligging tracés Maasvlakte (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.

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 20 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/m³:

$$\log g = 1,35 - 0,00115 \times \rho_d + \frac{0,017}{w_f + 0,0179}$$

waarin:

- g = g-waarde in m K W⁻¹
- ρ_d = droge dichtheid in kg m⁻³
- 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 m K W^{-1}

λ_{sat} = thermische geleidbaarheid verzadigde grond in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$

λ_{dry} = thermische geleidbaarheid droge grond in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$

K_e = Kerstengetal (-)

α = grondspecifieke factor (0,27 voor klei)

S_r = verzadiginggraad in %

λ_s = thermische geleidbaarheid vaste gronddelen in $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$

n = porositeit (-)

λ_w = thermische geleidbaarheid water ($0,594 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)

λ_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%)

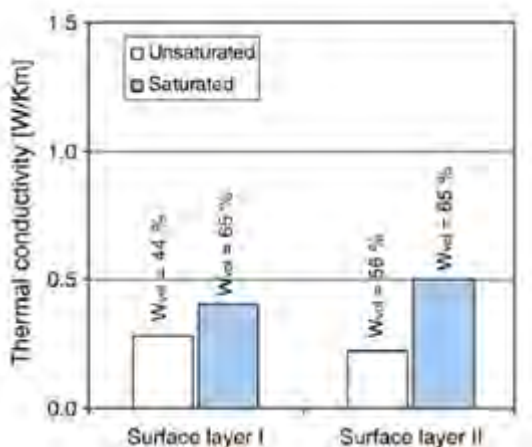
λ_o = thermische geleidbaarheid overige mineralen ($2,0 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)

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:

- δ = thermische diffusiviteit in $m^2 s^{-1}$
- g = g-waarde in $m K W^{-1}$
- ρ_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 (δ).

Equivalente 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 als 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

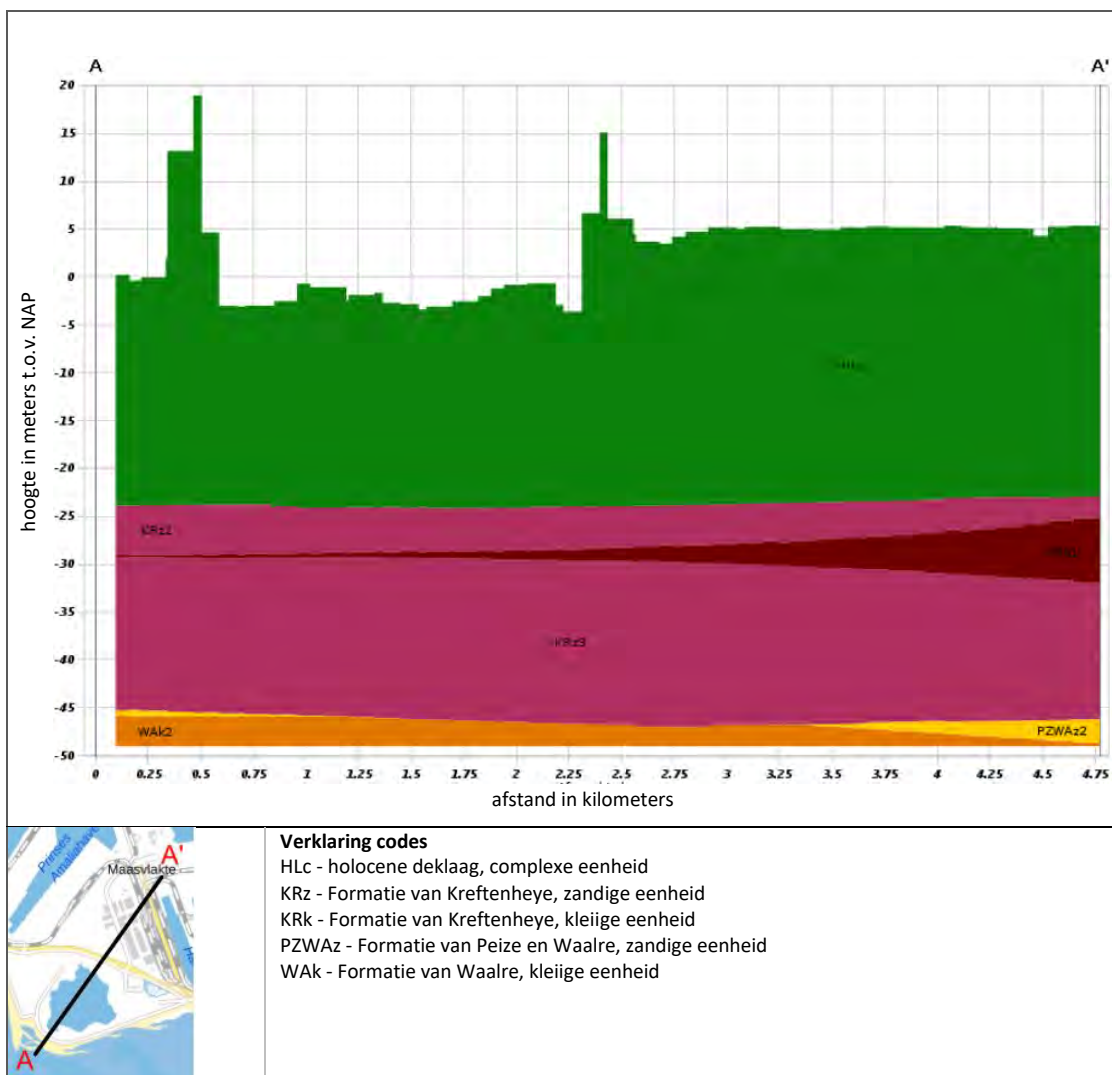
De resultaten van het veld- en laboratoriumonderzoek zijn opgenomen in bijlage 3 van dit rapport. De nummering van de boringen zijn weergegeven op de situatietekeningen in bijlage 3. Er zijn 20 mechanische boringen gebruikt om de g-waarde te bepalen voor de HDD trajecten.

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

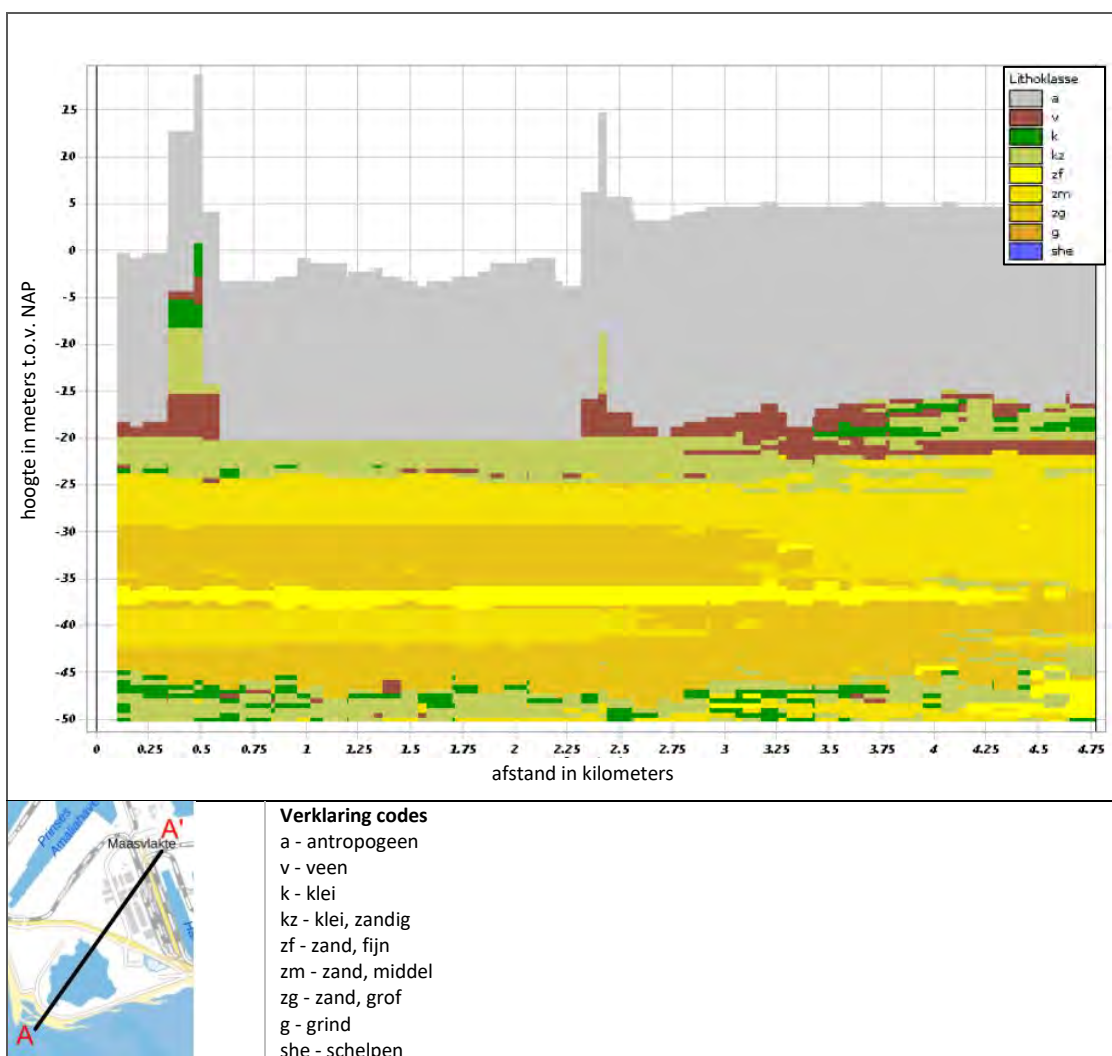
De diepere bodemopbouw is in figuur 3.1 weergegeven als hydrogeologisch profiel volgens REGIS II v2.2 [lit. 5]. In dit profiel worden de lagen aangeduid als de stratigrafische eenheid waartoe zij behoren en de aard van de afzettingen waaruit zij bestaan.



Figuur 3.1: Geohydrologische bodemopbouw

Volgens het REGIS model bestaat de bodem ter plaatse van het tracé vanaf het maaiveld (ca. NAP +5,0 m) tot NAP -24,0 m uit een holocene deklaag. Hieronder zijn tot een diepte van NAP -45,0 m zandige afzettingen aanwezig welke behoren tot de Formatie van Kreftenheye. Op een diepte rond NAP -30,0 m is een dunne kleiige laag van deze Formatie aanwezig. Vanaf NAP -45,0 m wordt de kleiige afzetting van Waalre aangetroffen.

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 met name uit antropogeen materiaal. Dit komt doordat het gebied voormalig in de Noordzee lag en recentelijk is aangewonnen. De samenstelling van het materiaal is hiermee onbekend.

Veldonderzoek

Uit het veldonderzoek blijkt dat de bodemopbouw vooral uit fijn tot matig grof zand met klei(laagjes) bestaat. Plaatselijk wordt een venige bijmenging aangetroffen of komen veel schelpen voor.

3.3 Freatische grondwaterstanden

In het veld zijn met verschillende peilbuizen de grondwaterstanden gemeten en geanalyseerd. In tabel 3.1 zijn de gemeten grondwaterstanden (AG) vermeld. 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.

Tabel 3.1: Gemeten grondwaterstanden op tracé

Boring-nummer	Maaiveldniveau	datum meting AG	AG	Aangehouden GLG		Bron
	(m NAP)		(m NAP)	(m NAP)	(m -mv.)	
B001	+2,55	12-10-2020	+1,31	+0,00	2,55	Gelijk aan zeeniveau
B002	+5,31	12-10-2020	+2,85	+1,80	3,51	inschatting o.b.v. gemeten gws mechanische boringen
B003	+4,97	12-10-2020	+2,67	+1,80	3,17	
B004	+5,35	12-10-2020	+2,84	+2,00	3,35	Grondwatermeetnet gemeente Rotterdam, peilbuis 98569-2
B005	+5,10	12-10-2020	+2,84	+2,00	3,10	
B006	+5,13	12-10-2020	+3,03	+2,50	2,63	Grondwatermeetnet gemeente Rotterdam, peilbuis 97570-806
B007	+5,16	12-10-2020	+3,22	+2,50	2,66	
B008	+5,18	12-10-2020	+3,27	+2,50	2,68	
B009	+5,10	12-10-2020	+3,13	+2,50	2,60	
B010	+5,13	12-10-2020	+3,04	+2,50	2,63	
B011	+4,60	12-10-2020	+3,00	+2,50	2,10	
B014	+5,16	12-10-2020	+3,19	+2,50	2,66	
B015	+5,26	12-10-2020	+3,11	+2,50	2,76	
B016	+5,21	12-10-2020	+2,84	+2,50	2,71	
B017	+5,41	12-10-2020	+2,82	+2,50	2,91	
B018	+5,27	12-10-2020	+3,23	+2,50	2,77	
B019	+5,06	12-10-2020	+3,43	+2,75	2,31	
B020	+5,09	12-10-2020	+3,50	+2,75	2,34	inschatting o.b.v. gemeten gws mechanische boringen
B021	+5,18	12-10-2020	+3,30	+2,75	2,43	
B022	+5,18	12-10-2020	+3,24	+2,75	2,43	

Opgemerkt wordt dat op het tracé zeer weinig gegevens bekend zijn over de fluctuatie van de grondwaterstand. Aanbevolen wordt om de grondwaterstanden op het tracé te monitoren zodat de GLG niveau's 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.

Tenslotte is per grondmonster de thermische diffusiviteit (δ) 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 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 met name met de schelplagen geen rekening worden gehouden waardoor deze waarden lager 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

4 Conclusies

4.1 Conclusies

Op basis van het uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoek wordt geconcludeerd dat de bodem ter plaatse van het kabeltracé tot grote diepte bestaat uit zand met enkele kleilagen of kleilagen. Deze lagen zijn veelal schelphoudend. Het gemiddeld laagste grondwaterstandsniveau varieert van ongeveer NAP 0,00 m tot NAP +2,75 m. Opgemerkt wordt dat op het tracé zeer weinig gegevens bekend zijn over de fluctuatie van de grondwaterstand. Aanbevolen wordt om de grondwaterstanden op het tracé te monitoren zodat de GLG niveau's 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-waarden 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 met name met de schelplagen geen rekening worden gehouden waardoor deze waarden lager 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, november 2020

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; TNO
6. Cultuurtechnisch Vademecum, Elsevier bedrijfsinformatie B.V., bijlage A, tabellen van de Staringsreeks, Tabel 4, pagina 963, 2000

Bijlage 1 Berekende G-waarde

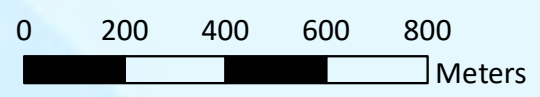
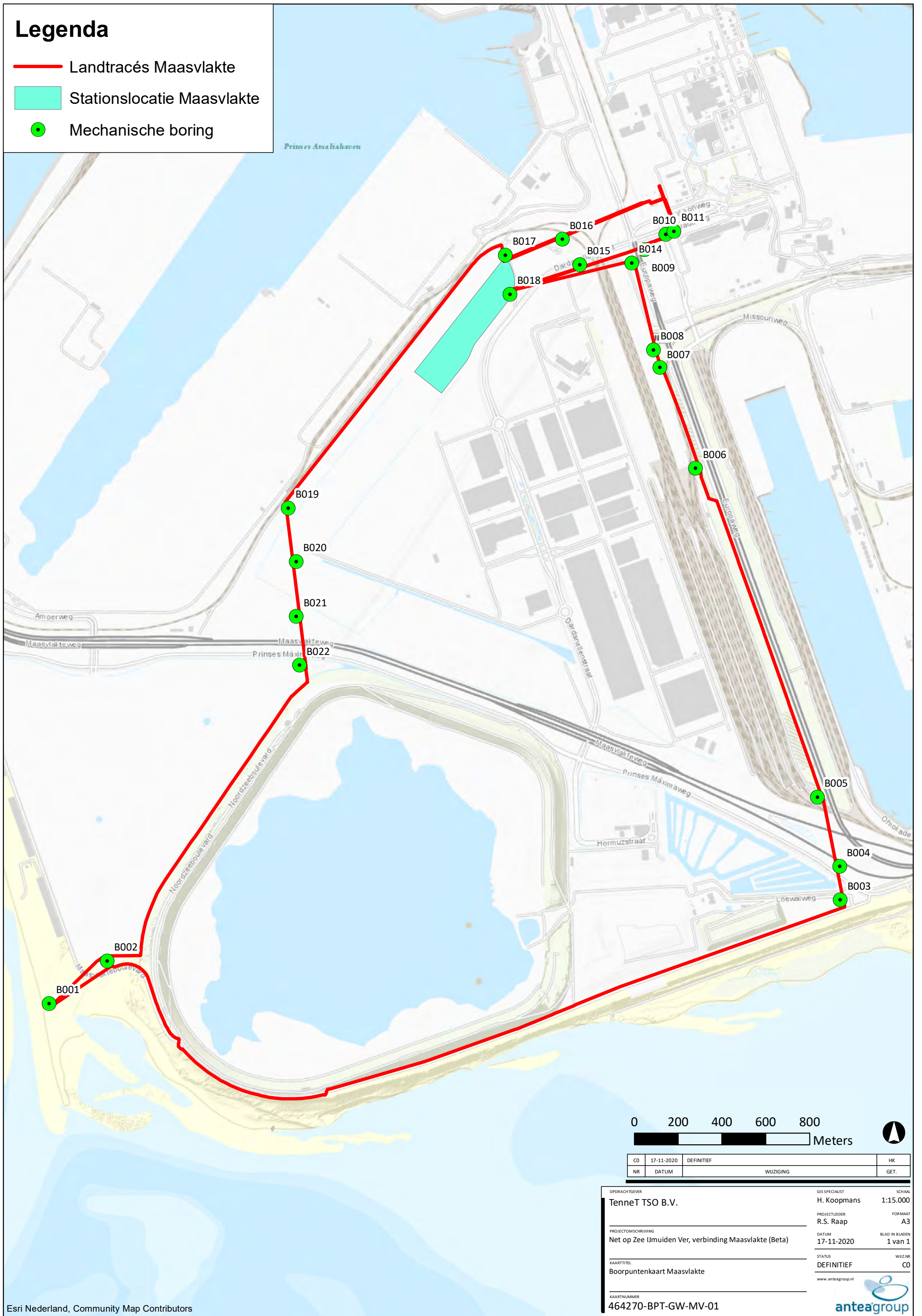
Boeing	Modèle	Localité	Semi-décollage (mètres)	Décollage (mètres)	Type de terrain	Drapeau (code)	Wahrscheinlichkeit (in Prozent)	Parité	Verstärkung	Verstärkung	Grundriss	G. werte (Verstärkung)	Verstärkung (in Prozent)	Wahrscheinlichkeit (in Prozent)	G. werte (Verstärkung)	Verstärkung (in Prozent)	G. werte (Verstärkung)
			(m)	(m)		(Drapeau)	(%)	(+/-)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(%)	(m)	(m/m)	(%)	(m/m)
MB006	1	MB006	271	127	sand	1447,1	18,8	47,1	60,0	33	1	0,50	100,0	33	0,50	100,0	0,44
MB006	2	MB006	271	27	sand	1483,0	20,0	51,1	65,0	30	1	0,50	100,0	32	0,50	100,0	0,44
MB006	3	MB006	271	37	sand	1444,3	21,2	46,5	65,8	32	-	0,55	100,0	32	0,55	100,0	0,38
MB006	4	MB006	271	47	sand	1555,7	19,3	42,4	70,6	27	-	0,42	100,0	27	0,42	100,0	0,34
MB006	5	MB006	271	57	sand	1510,7	18,1	44,1	67,1	29	-	0,46	100,0	29	0,46	100,0	0,36
MB006	6	MB006	271	67	sand	1505,5	19,8	48,1	67,8	29	-	0,47	100,0	29	0,47	100,0	0,36
MB006	7	MB006	271	77	sand	1512,8	18,8	44,0	64,7	29	-	0,46	100,0	29	0,46	100,0	0,36
MB006	8	MB006	271	87	sand	1536,7	18,4	43,1	65,7	28	-	0,44	100,0	28	0,44	100,0	0,36
MB006	9	MB006	271	97	sand	1515,7	18,8	43,9	64,9	29	-	0,46	100,0	29	0,46	100,0	0,36
MB006	10	MB006	271	107	sand	1526,0	18,3	43,5	64,2	29	-	0,45	100,0	29	0,45	100,0	0,35
MB006	11	MB006	271	117	sand	1482,9	22,3	46,7	71,7	31	-	0,52	100,0	31	0,52	100,0	0,37
MB006	12	MB006	271	127	sand	1438,6	24,1	47,4	72,0	33	-	0,58	100,0	33	0,58	100,0	0,40
MB006	13	MB006	271	137	sand	1427,8	23,8	47,1	72,3	33	-	0,57	100,0	33	0,57	100,0	0,38
MB006	14	MB006	271	147	sand	1392,2	25,7	46,5	72,5	35	-	0,63	100,0	35	0,63	100,0	0,37
MB006	15	MB006	271	157	sand	1438,1	24,0	46,8	71,8	33	-	0,56	100,0	33	0,56	100,0	0,37
MB006	16	MB006	271	167	sand	1453,5	21,6	46,2	68,1	32	-	0,54	100,0	32	0,54	100,0	0,38
MB006	17	MB006	271	177	sand	1344,0	26,8	50,1	72,4	37	-	0,70	100,0	37	0,70	100,0	0,40
MB006	18	MB006	271	187	sand	1379,0	22,0	50,8	72,7	38	-	0,75	100,0	38	0,75	100,0	0,37
MB006	19	MB006	271	197	sand	1468,3	22,4	49,6	72,0	31	-	0,52	100,0	31	0,52	100,0	0,40
MB006	20	MB006	271	207	sand	1528,1	18,4	43,4	68,3	28	-	0,44	100,0	28	0,44	100,0	0,37
MB006	21	MB006	271	217	sand	1476,1	22,8	46,4	70,7	31	-	0,55	100,0	31	0,55	100,0	0,38
MB006	22	MB006	271	227	sand	1452,2	22,5	45,8	73,8	31	-	0,52	100,0	31	0,52	100,0	0,37
MB006	23	MB006	271	237	sand	1463,2	24,0	48,8	76,6	31	-	0,52	100,0	31	0,52	100,0	0,37
MB006	24	MB006	271	247	sand	1370,7	28,0	49,3	80,6	36	-	0,74	100,0	36	0,74	100,0	0,34
MB006	25	MB006	271	257	sand	1377,0	26,8	46,0	74,6	36	-	0,68	100,0	36	0,68	100,0	0,36
MB006	26	MB006	271	267	sand	1375,6	28,0	43,6	79,2	37	-	0,80	100,0	37	0,80	100,0	0,37
MB006	27	MB006	271	277	sand	1379,7	18,4	41,5	70,0	26	-	0,39	100,0	26	0,39	100,0	0,35
MB006	28	MB006	271	287	sand	1516,0	20,5	43,9	70,9	29	-	0,46	100,0	29	0,46	100,0	0,36
MB006	29	MB006	271	297	sand	1525,2	20,3	43,5	70,8	29	-	0,45	100,0	29	0,45	100,0	0,36
MB006	30	MB006	271	307	sand	1490,6	20,3	44,8	67,6	30	-	0,49	100,0	30	0,49	100,0	0,36
MB006	31	MB006	271	317	sand	1440,0	19,8	42,7	71,7	28	-	0,42	100,0	28	0,42	100,0	0,37
MB006	32	MB006	271	327	sand	1457,5	19,7	42,7	71,5	28	-	0,42	100,0	28	0,42	100,0	0,36
MB006	33	MB006	271	337	sand	1500,3	18,3	44,5	65,0	30	-	0,48	100,0	30	0,48	100,0	0,36
MB006	34	MB006	271	347	sand	1491,0	11,2	44,8	57,3	30	-	0,49	100,0	30	0,49	100,0	0,36
MB006	35	MB006	271	357	sand	1448,9	15,6	46,4	66,5	32	-	0,54	100,0	32	0,54	100,0	0,36
MB006	36	MB006	271	367	sand	1497,5	18,4	44,6	62,9	30	-	0,48	100,0	30	0,48	100,0	0,36
MB006	37	MB006	271	377	sand	1373,8	13,5	49,2	57,7	36	-	0,86	100,0	36	0,86	100,0	0,36
MB006	38	MB006	271	387	sand	1463,0	19,1	45,8	68,8	31	-	0,52	100,0	31	0,52	100,0	0,37
MB006	39	MB006	271	397	sand	1538,1	19,3	44,1	66,8	28	-	0,45	100,0	28	0,45	100,0	0,36
MB007	1	MB007	291	1,7	sand	1328,8	17,7	41,4	62,3	28	1	0,44	90,5	9	0,57	179,0	0,35
MB007	2	MB007	291	2,7	sand	1567,0	17,3	42,0	64,5	27	1	0,40	80,8	22	0,42	88,6	0,35
MB007	3	MB007	291	3,7	sand	1541,0	19,3	43,0	68,1	28	-	0,43	100,0	28	0,43	100,0	0,30
MB007	4	MB007	291	4,7	sand	1539,8	17,9	43,7	62,0	29	-	0,45	100,0	29	0,45	100,0	0,31
MB007	5	MB007	291	5,7	sand	1468,8	22,2	46,3	68,6	32	-	0,54	100,0	32	0,54	100,0	0,30
MB007	6	MB007	291	6,7	sand	1507,7	20,3	44,2	68,2	29	-	0,47	100,0	29	0,47	100,0	0,30
MB007	7	MB007	291	7,7	sand	1523,0	18,8	43,6	68,0	29	-	0,45	100,0	29	0,45	100,0	0,30
MB007	8	MB007	291	8,7	sand	1512,1	19,4	44,0	66,7	29	-	0,46	100,0	29	0,46	100,0	0,30
MB007	9	MB007	291	9,7	sand	1510,7	18,3	43,2	65,1	28	-	0,44	100,0	28	0,44	100,0	0,30
MB007	10	MB007	291	10,7	sand	1483,3	22,0	46,8	70,4	31	-	0,52	100,0	31	0,52	100,0	0,30
MB007	11	MB007	291	11,7	sand	1476,6	21,8	45,4	70,9	31	-	0,51	100,0	31	0,51	100,0	0,30
MB007	12	MB007	291	12,7	sand	1482,9	21,5	45,2	70,5	31	-	0,50	100,0	31	0,50	100,0	0,30
MB007	13	MB007	291	13,7	sand	1470,3	22,8	46,8	71,8	31	-	0,51	100,0	31	0,51	100,0	0,31
MB007	14	MB007	291	14,7	sand	1476,9	22,4	46,3	71,1	31	-	0,51	100,0	31	0,51	100,0	0,31
MB007	15	MB007	291	15,7	sand	1426,7	23,8	47,2	72,0	33	-	0,57	100,0	33	0,57	100,0	0,30
MB007	16	MB007	291	16,7	sand	1436,5	24,0	46,8	71,7	33	-	0,56	100,0	33	0,56	100,0	0,30
MB007	17	MB007	291	17,7	sand	1462,0	23,1	45,9	73,5	33	-	0,52	100,0	33	0,52	100,0	0,30
MB007	18	MB007	291	18,7	sand	1430,7	24,7	47,0	75,3	33	-	0,57	100,0	33	0,57	100,0	0,30
MB007	19	MB007	291	19,7	sand	1458,0	24,8	46,0	72,0	32	-	0,54	100,0	32	0,54	100,0	0,30
MB007	20	MB007	291	20,7	sand	1297,0	11,8	52,0	76,4	40	-	0,79	100,0	40	0,79	100,0	0,30
MB007	21	MB007	291	21,7	sand	1421,8	26,1	47,4	78,3	33	-	0,58	100,0	33	0,58	100,0	0,30
MB007	22	MB007	291	22,7	sand	1481,5	23,5	46,2	71,9	30	-	0,50	100,0	30	0,50	100,0	0,30
MB007	23	MB007	291	23,7	sand	1407,8	24,8	46,8	76,7	33	-	0,56	100,0	33	0,56	100,0	0,30
MB007	24	MB007	291	24,7	sand	1411,4	25,3	47,8	74,7	34	-	0,60	100,0	34	0,60	100,0	0,30
MB007	25	MB007	291	25,7	sand	1330,0	30,6	50,6	80,8	38	-	0,76	100,0	38	0,76	100,0	0,30
MB007	26	MB007	291	26,7	sand	1394,1	27,9	48,4	80,4	35	-	0,62	100,0	35	0,62	100,0	0,30
MB007	27	MB007	291	27,7	sand	1459,7	18,1	43,0	71,7	29	-	0,48	100,0	29	0,48	100,0	0,30
MB007	28	MB007	291	28,7	sand	1584,3	17,6	41,0	68,4	26	-	0,38	100,0	26	0,38	100,0	0,34
MB007	29	MB007	291	29,7	sand	1613,8	18,1	40,3	72,6	25	-	0,36	100,0	25	0,36	100,0	0,30
MB008	1	MB008	277	1,7	sand	1366,9	15,5	42,0	57,7	27	1	0,41	81,0	9	0,51	100,0	0,32
MB008	2	MB008	277	2,7	sand	1552,3	16,8	42,6	62,5	27	1	0,42	81,0	24	0,43	81,0	0,34
MB008	3	MB008	277	3,7	sand	1487,3	19,5	44,9	64,6	30	-	0,49	100,0	30	0,49	100,0	0,33
MB008	4	MB008	277	4,7	sand	1483,8	14,3	45,1	47,1	30	-	0,50	100,0	30	0,50	100,0	0,34
MB008	5	MB008	277	5,7	sand	1504,6	19,8	44,1	67,3	29	-	0,47	100,0	29	0,47	100,0	0,33
MB008	6	MB008	277	6,7	sand	1480,7	18,2	43,6	60,0	29	-	0,48	100,0	29	0,48	100,0	0,30
MB008	7	MB008	277	7,7	sand	1519,5	19,5	43,8	67,6	29	-	0,46	100,0	29	0,46	100,0	0,30
MB008	8	MB008	277	8,7	sand	1436,9	21,8	46,8	67,0	33	-	0,56	100,0	33	0,56	100,0	0,31
MB008	9	MB008	277	9,7	sand	1422,5	23,6	47,0	71,9	33	-	0,56	100,0	33	0,56	100,0	0,30
MB00																	

Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)	Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)	Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)	Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)	Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)	Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)	Ring	Kabeltype	G-waarde (equivalent)	[l]	(m-mm)	(Nm/W)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
MB001	-2	0.48	MB003	-2	0.67	MB005	-2	0.63	MB008	-2	0.59	MB010	-2	0.64	MB015	-2	0.53	MB017	-2	0.50	MB019	-2	0.53	MB021	-2	0.47	MB001	-2.5	0.47	MB003	-2.5	0.62	MB005	-2.5	0.59	MB008	-2.5	0.55	MB010	-2.5	0.59	MB015	-2.5	0.53	MB017	-2.5	0.48	MB019	-2.5	0.51	MB021	-2.5	0.46	MB001	-3	0.46	MB003	-3	0.60	MB005	-3	0.57	MB008	-3	0.53	MB010	-3	0.57	MB015	-3	0.53	MB017	-3	0.47	MB019	-3	0.49	MB021	-3	0.45	MB001	-3.5	0.46	MB003	-3.5	0.58	MB005	-3.5	0.56	MB008	-3.5	0.51	MB010	-3.5	0.55	MB015	-3.5	0.52	MB017	-3.5	0.47	MB019	-3.5	0.48	MB021	-3.5	0.45	MB001	-4	0.46	MB003	-4	0.58	MB005	-4	0.56	MB008	-4	0.51	MB010	-4	0.54	MB015	-4	0.51	MB017	-4	0.47	MB019	-4	0.47	MB021	-4	0.46	MB001	-4.5	0.46	MB003	-4.5	0.58	MB005	-4.5	0.57	MB008	-4.5	0.50	MB010	-4.5	0.53	MB015	-4.5	0.49	MB017	-4.5	0.48	MB019	-4.5	0.47	MB021	-4.5	0.46	MB001	-5	0.45	MB003	-5	0.58	MB005	-5	0.58	MB008	-5	0.50	MB010	-5	0.52	MB015	-5	0.48	MB017	-5	0.49	MB019	-5	0.47	MB021	-5	0.47	MB001	-5.5	0.45	MB003	-5.5	0.58	MB005	-5.5	0.59	MB008	-5.5	0.50	MB010	-5.5	0.51	MB015	-5.5	0.47	MB017	-5.5	0.49	MB019	-5.5	0.46	MB021	-5.5	0.48	MB001	-6	0.45	MB003	-6	0.58	MB005	-6	0.60	MB008	-6	0.51	MB010	-6	0.51	MB015	-6	0.47	MB017	-6	0.49	MB019	-6	0.46	MB021	-6	0.49	MB001	-6.5	0.45	MB003	-6.5	0.57	MB005	-6.5	0.60	MB008	-6.5	0.52	MB010	-6.5	0.51	MB015	-6.5	0.47	MB017	-6.5	0.48	MB019	-6.5	0.45	MB021	-6.5	0.50	MB001	-7	0.45	MB003	-7	0.60	MB005	-7	0.60	MB008	-7	0.52	MB010	-7	0.51	MB015	-7	0.47	MB017	-7	0.48	MB019	-7	0.45	MB021	-7	0.51	MB001	-7.5	0.46	MB003	-7.5	0.59	MB005	-7.5	0.61	MB008	-7.5	0.53	MB010	-7.5	0.50	MB015	-7.5	0.46	MB017	-7.5	0.47	MB019	-7.5	0.46	MB021	-7.5	0.50	MB001	-8	0.48	MB003	-8	0.59	MB005	-8	0.63	MB008	-8	0.54	MB010	-8	0.50	MB015	-8	0.46	MB017	-8	0.47	MB019	-8	0.46	MB021	-8	0.49	MB001	-8.5	0.50	MB003	-8.5	0.60	MB005	-8.5	0.67	MB008	-8.5	0.55	MB010	-8.5	0.49	MB015	-8.5	0.46	MB017	-8.5	0.47	MB019	-8.5	0.47	MB021	-8.5	0.48	MB001	-9	0.51	MB003	-9	0.60	MB005	-9	0.69	MB008	-9	0.56	MB010	-9	0.49	MB015	-9	0.47	MB017	-9	0.48	MB019	-9	0.48	MB021	-9	0.47	MB001	-9.5	0.52	MB003	-9.5	0.62	MB005	-9.5	0.70	MB008	-9.5	0.57	MB010	-9.5	0.49	MB015	-9.5	0.48	MB017	-9.5	0.48	MB019	-9.5	0.49	MB021	-9.5	0.47	MB001	-10	0.52	MB003	-10	0.64	MB005	-10	0.68	MB008	-10	0.60	MB010	-10	0.49	MB015	-10	0.49	MB017	-10	0.49	MB019	-10	0.49	MB021	-10	0.47	MB001	-10.5	0.52	MB003	-10.5	0.66	MB005	-10.5	0.66	MB008	-10.5	0.65	MB010	-10.5	0.50	MB015	-10.5	0.50	MB017	-10.5	0.50	MB019	-10.5	0.49	MB021	-10.5	0.48	MB001	-11	0.52	MB003	-11	0.67	MB005	-11	0.64	MB008	-11	0.71	MB010	-11	0.50	MB015	-11	0.50	MB017	-11	0.50	MB019	-11	0.50	MB021	-11	0.51	MB001	-11.5	0.52	MB003	-11.5	0.66	MB005	-11.5	0.63	MB008	-11.5	0.73	MB010	-11.5	0.52	MB015	-11.5	0.51	MB017	-11.5	0.51	MB019	-11.5	0.51	MB021	-11.5	0.53	MB001	-12	0.53	MB003	-12	0.66	MB005	-12	0.62	MB008	-12	0.71	MB010	-12	0.51	MB015	-12	0.51	MB017	-12	0.50	MB019	-12	0.50	MB021	-12	0.51	MB001	-12.5	0.55	MB003	-12.5	0.66	MB005	-12.5	0.62	MB008	-12.5	0.65	MB010	-12.5	0.54	MB015	-12.5	0.53	MB017	-12.5	0.51	MB019	-12.5	0.51	MB021	-12.5	0.56	MB001	-13	0.55	MB003	-13	0.67	MB005	-13	0.62	MB008	-13	0.65	MB010	-13	0.54	MB015	-13	0.53	MB017	-13	0.51	MB019	-13	0.52	MB021	-13	0.58	MB001	-13.5	0.54	MB003	-13.5	0.69	MB005	-13.5	0.62	MB008	-13.5	0.64	MB010	-13.5	0.55	MB015	-13.5	0.54	MB017	-13.5	0.51	MB019	-13.5	0.53	MB021	-13.5	0.60	MB001	-14	0.53	MB003	-14	0.70	MB005	-14	0.61	MB008	-14	0.62	MB010	-14	0.55	MB015	-14	0.54	MB017	-14	0.51	MB019	-14	0.55	MB021	-14	0.62	MB001	-14.5	0.51	MB003	-14.5	0.70	MB005	-14.5	0.61	MB008	-14.5	0.61	MB010	-14.5	0.56	MB015	-14.5	0.54	MB017	-14.5	0.52	MB019	-14.5	0.56	MB021	-14.5	0.65	MB001	-15	0.50	MB003	-15	0.69	MB005	-15	0.61	MB008	-15	0.60	MB010	-15	0.56	MB015	-15	0.54	MB017	-15	0.52	MB019	-15	0.57	MB021	-15	0.66	MB001	-15.5	0.48	MB003	-15.5	0.68	MB005	-15.5	0.61	MB008	-15.5	0.58	MB010	-15.5	0.56	MB015	-15.5	0.54	MB017	-15.5	0.53	MB019	-15.5	0.58	MB021	-15.5	0.67	MB001	-16	0.48	MB003	-16	0.68	MB005	-16	0.60	MB008	-16	0.57	MB010	-16	0.56	MB015	-16	0.55	MB017	-16	0.53	MB019	-16	0.58	MB021	-16	0.70	MB001	-16.5	0.47	MB003	-16.5	0.68	MB005	-16.5	0.59	MB008	-16.5	0.57	MB010	-16.5	0.57	MB015	-16.5	0.55	MB017	-16.5	0.53	MB019	-16.5	0.57	MB021	-16.5	0.73	MB001	-17	0.47	MB003	-17	0.67	MB005	-17	0.58	MB008	-17	0.56	MB010	-17	0.58	MB015	-17	0.55	MB017	-17	0.53	MB019	-17	0.56	MB021	-17	0.72	MB001	-17.5	0.47	MB003	-17.5	0.66	MB005	-17.5	0.58	MB008	-17.5	0.56	MB010	-17.5	0.58	MB015	-17.5	0.55	MB017	-17.5	0.53	MB019	-17.5	0.56	MB021	-17.5	0.68	MB001	-18	0.48	MB003	-18	0.64	MB005	-18	0.58	MB008	-18	0.56	MB010	-18	0.57	MB015	-18	0.55	MB017	-18	0.53	MB019	-18	0.56	MB021	-18	0.65	MB001	-18.5	0.48	MB003	-18.5	0.63	MB005	-18.5	0.59	MB008	-18.5	0.56	MB010	-18.5	0.56	MB015	-18.5	0.56	MB017	-18.5	0.54	MB019	-18.5	0.56	MB021	-18.5	0.63	MB001	-19	0.49	MB003	-19	0.63	MB005	-19	0.60	MB008	-19	0.56	MB010	-19	0.55	MB015	-19	0.55	MB017	-19	0.54	MB019	-19	0.57	MB021	-19	0.63	MB001	-19.5	0.50	MB003	-19.5	0.63	MB005	-19.5	0.63	MB008	-19.5	0.55	MB010	-19.5	0.55	MB015	-19.5	0.55	MB017	-19.5	0.56	MB019	-19.5	0.58	MB021	-19.5	0.65	MB001	-20	0.51	MB003	-20	0.63	MB005	-20	0.65	MB008	-20	0.55	MB010	-20	0.54	MB015	-20	0.63	MB017	-20	0.57	MB019	-20	0.61	MB021	-20	0.68	MB001	-20.5	0.51	MB003	-20.5	0.64	MB005	-20.5	0.67	MB008	-20.5	0.55	MB010	-20.5	0.54	MB015	-20.5	0.64	MB017	-20.5	0.57	MB019	-20.5	0.64	MB021	-20.5	0.70	MB001	-21	0.50	MB003	-21	0.64	MB005	-21	0.67	MB008	-21	0.56	MB010	-21	0.54	MB015	-21	0.62	MB017	-21	0.62	MB019	-21	0.68	MB021	-21	0.70	MB001	-21.5	0.50	MB003	-21.5	0.65	MB005	-21.5	0.66	MB008	-21.5	0.57	MB010	-21.5	0.54	MB015	-21.5	0.58	MB017	-21.5	0.54	MB019	-21.5	0.72	MB021	-21.5	0.69	MB001	-22	0.50	MB003	-22	0.67	MB005	-22	0.68	MB008	-22	0.58	MB010	-22	0.54	MB015	-22	0.56	MB017	-22	0.52	MB019	-22	0.70	MB021	-22	0.68	MB001	-22.5	0.50	MB003	-22.5	0.69	MB005	-22.5	0.72	MB008	-22.5	0.58	MB010	-22.5	0.55	MB015	-22.5	0.54	MB017	-22.5	0.53	MB019	-22.5	0.71	MB021	-22.5	0.67	MB001	-23	0.50	MB003	-23	0.72	MB005	-23	0.75	MB008	-23	0.58	MB010	-23	0.54	MB015	-23	0.53	MB017	-23	0.53	MB019	-23	0.71	MB021	-23	0.67	MB001	-23.5	0.50	MB003	-23.5	0.74	MB005	-23.5	0.77	MB008	-23.5	0.58	MB010	-23.5	0.56	MB015	-23.5	0.53	MB017	-23.5	0.54	MB019	-23.5	0.72	MB021	-23.5	0.68	MB001	-24	0.50	MB003	-24	0.74	MB005	-24	0.79	MB008	-24	0.60	MB010	-24	0.56	MB015	-24	0.59	MB017	-24	0.54	MB019	-24	0.73	MB021	-24	0.70	MB001	-24.5	0.51	MB003	-24.5	0.74	MB005	-24.5	0.73	MB008	-24.5	0.63	MB010	-24.5	0.57	MB015	-24.5	0.57	MB017	-24.5	0.55	MB019	-24.5	0.73	MB021	-24.5	0.72	MB001	-25	0.51	MB003	-25	0.74	MB005	-25	0.71	MB008	-25	0.65	MB010	-25	0.57	MB015	-25	0.56	MB017	-25	0.55	MB019	-25	0.74	MB021	-25	0.73	MB001	-25.5	0.51	MB003	-25.5	0.76	MB005	-25.5	0.71	MB008	-25.5	0.64	MB010	-25.5	0.57	MB015	-25.5	0.57	MB017	-25.5	0.54	MB019	-25.5	0.73	MB021	-25.5	0.72	MB001	-26	0.50	MB003	-26	0.77	MB005	-26	0.73	MB008	-26	0.61	MB010	-26	0.57	MB015	-26	0.56	MB017	-26	0.52	MB019	-26	0.73	MB021	-26	0.73	MB001	-26.5	0.50	MB003	-26.5	0.77	MB005	-26.5	0.75	MB008	-26.5	0.60	MB010	-26.5	0.55	MB015	-26.5	0.55	MB017	-26.5	0.48	MB019	-26.5	0.72	MB021	-26.5	0.72	MB001	-27	0.50	MB003	-27	0.78	MB005	-27	0.75	MB008	-27	0.58	MB010	-27	0.54	MB015	-27	0.55	MB017	-27	0.46	MB019	-27	0.69	MB021	-27	0.70	MB001	-27.5	0.50	MB003	-27.5	0.78	MB005	-27.5	0.75	MB008	-27.5	0.55	MB010	-27.5	0.52	MB015	-27.5	0.55	MB017	-27.5	0.44	MB019	-27.5	0.65	MB021	-27.5	0.68	MB001

Bijlage 2 Grondonderzoek en labanalyses

Legenda

- Landtracés Maasvlakte
- Stationslocatie Maasvlakte
- Mechanische boring



CO	17-11-2020	DEFINITIEF	HK
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER TenneT TSO B.V.	GIS SPECIALIST H. Koopmans	SCHAAL 1:15.000
PROJECTOMSCHRIJVING Net op Zee IJmuiden Ver, verbinding Maasvlakte (Beta)	PROJECTLEIDER R.S. Raap	FORMAAT A3
KAARTITEL Boorpuntenkaart Maasvlakte	DATUM 17-11-2020	BLAD IN BLADEN 1 van 1
KAARTNUMMER 464270-BPT-GW-MV-01	STATUS DEFINITIEF	WIJZNR CO
	www.anteagroup.nl	



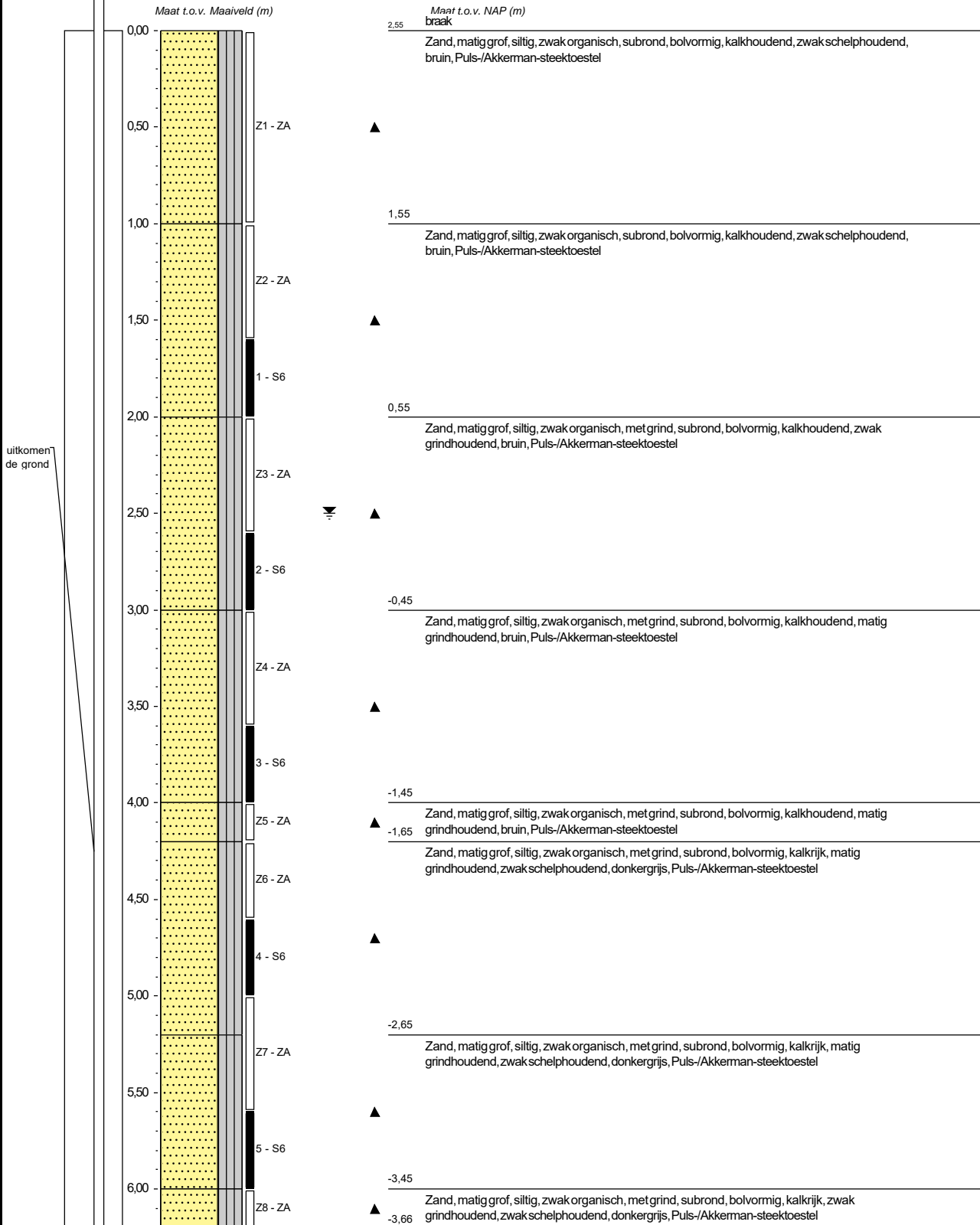
Boring: B001

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B001

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

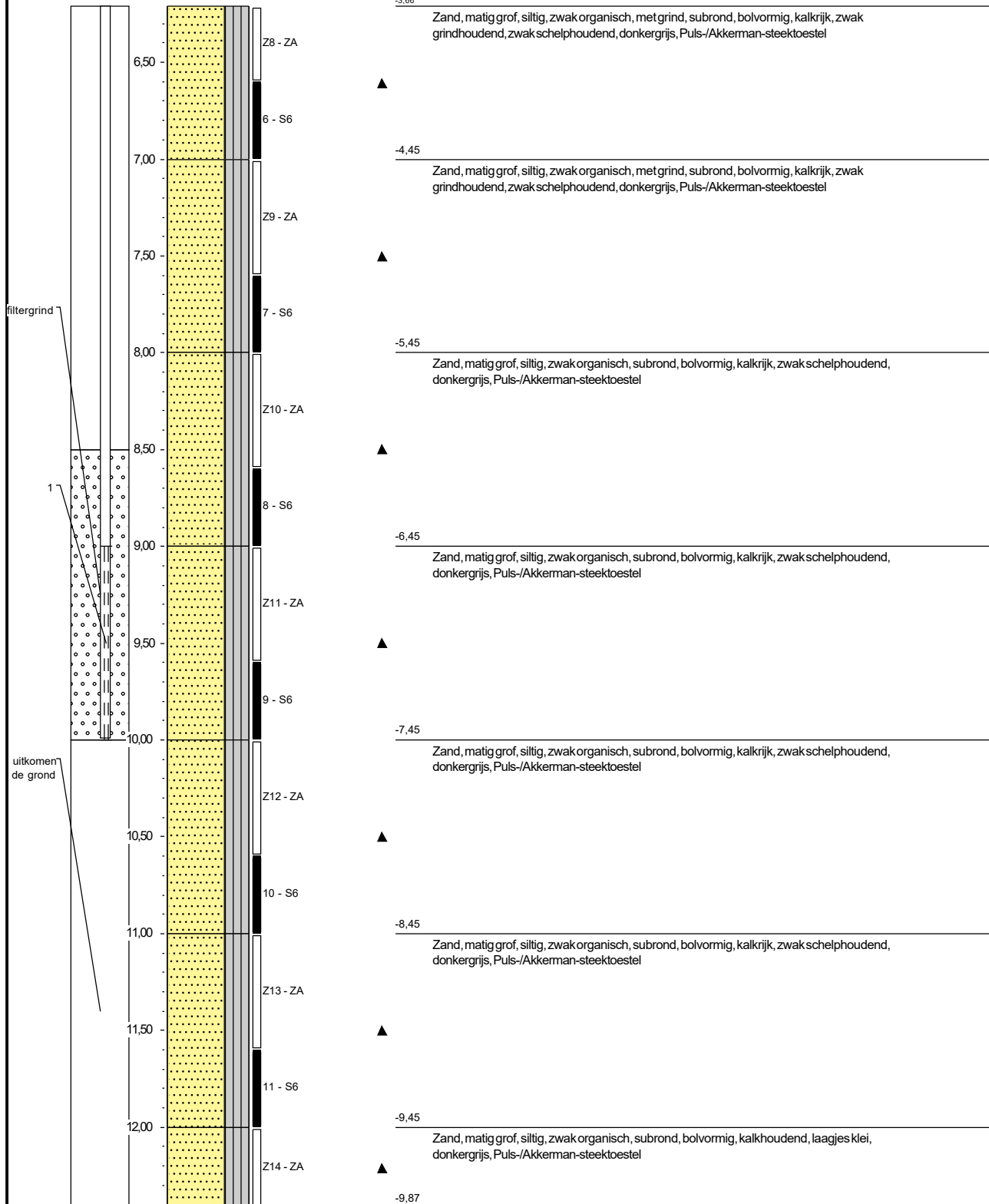
Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)



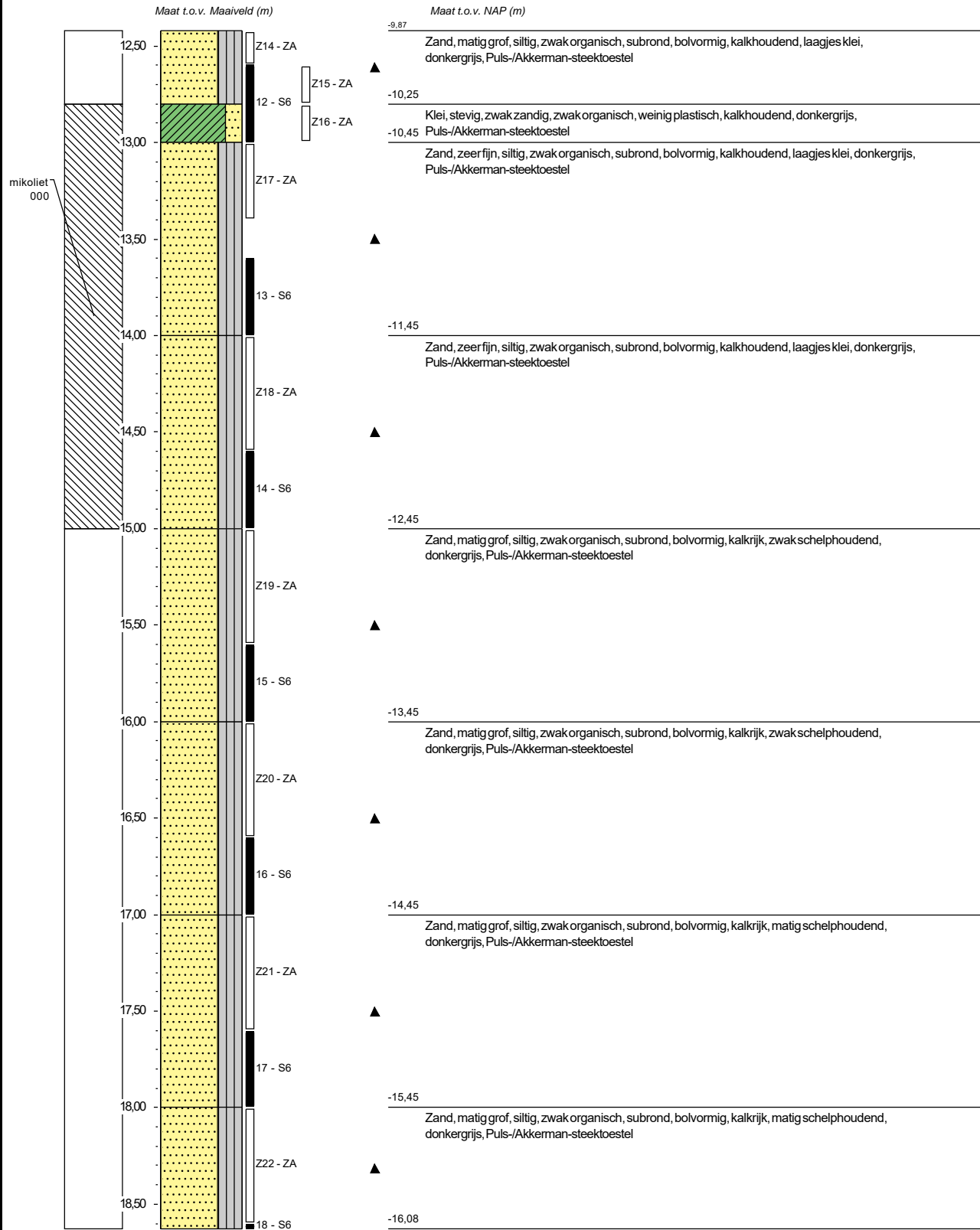


Boring: B001

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





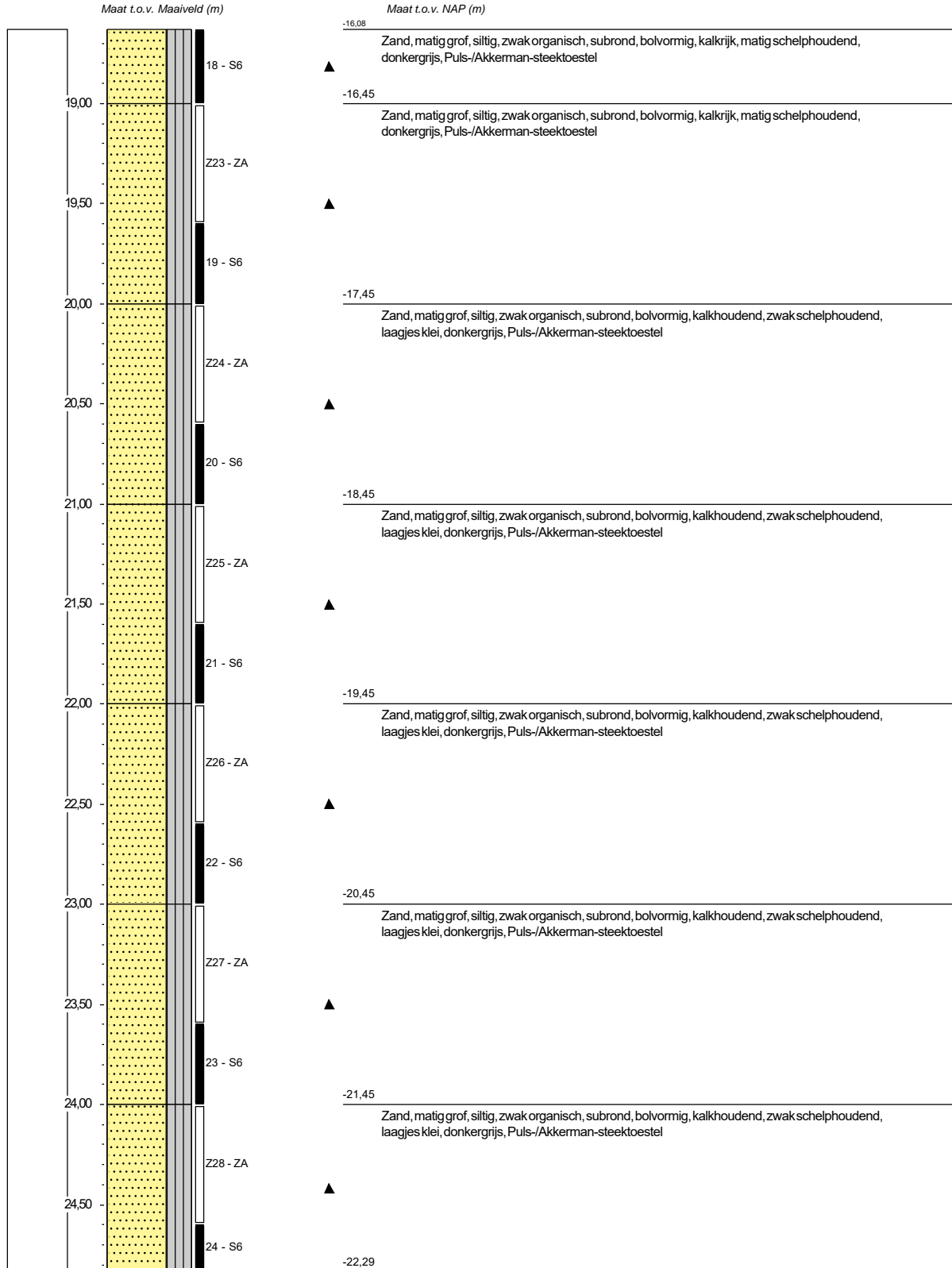
Boring: B001

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B001

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

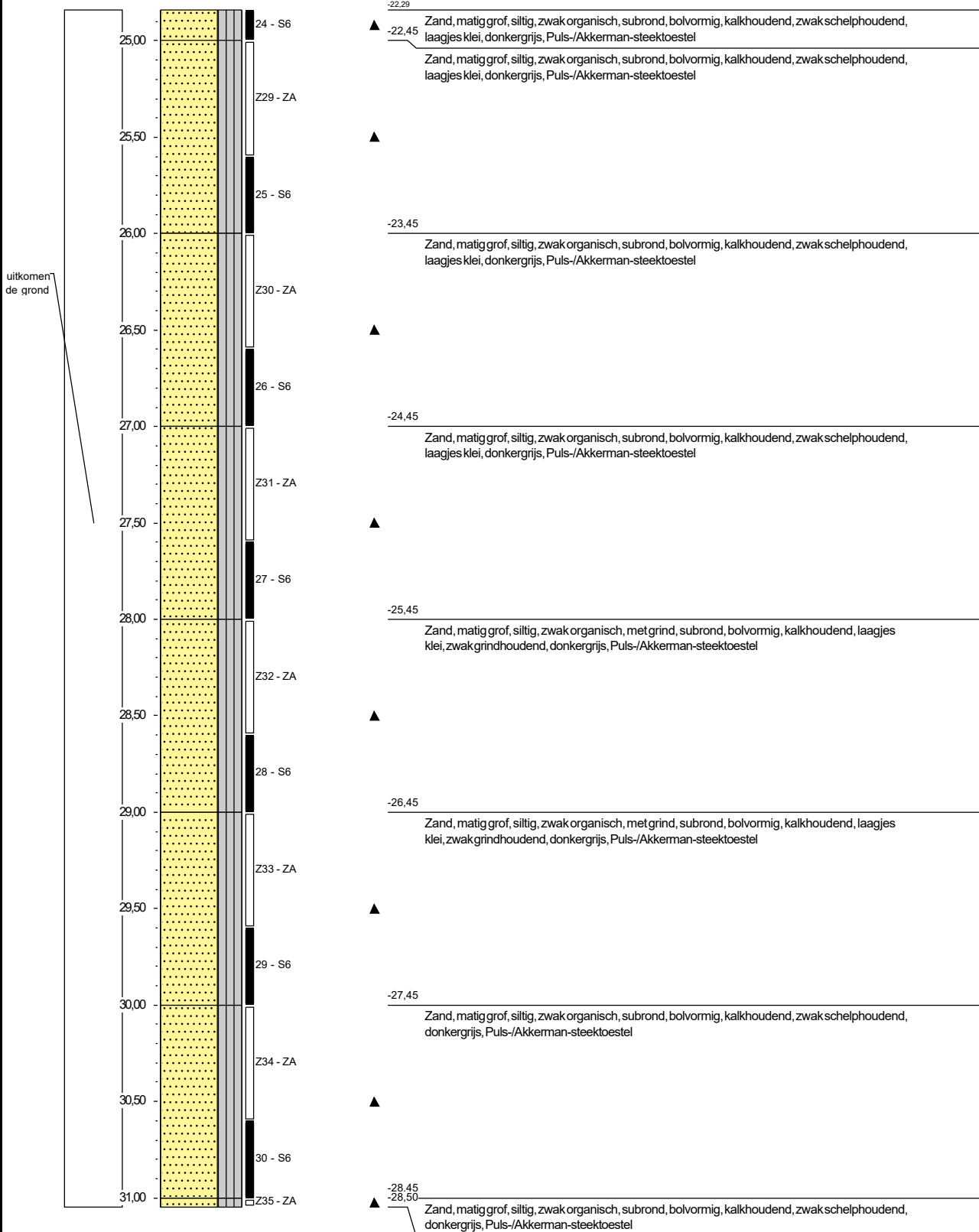
Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)



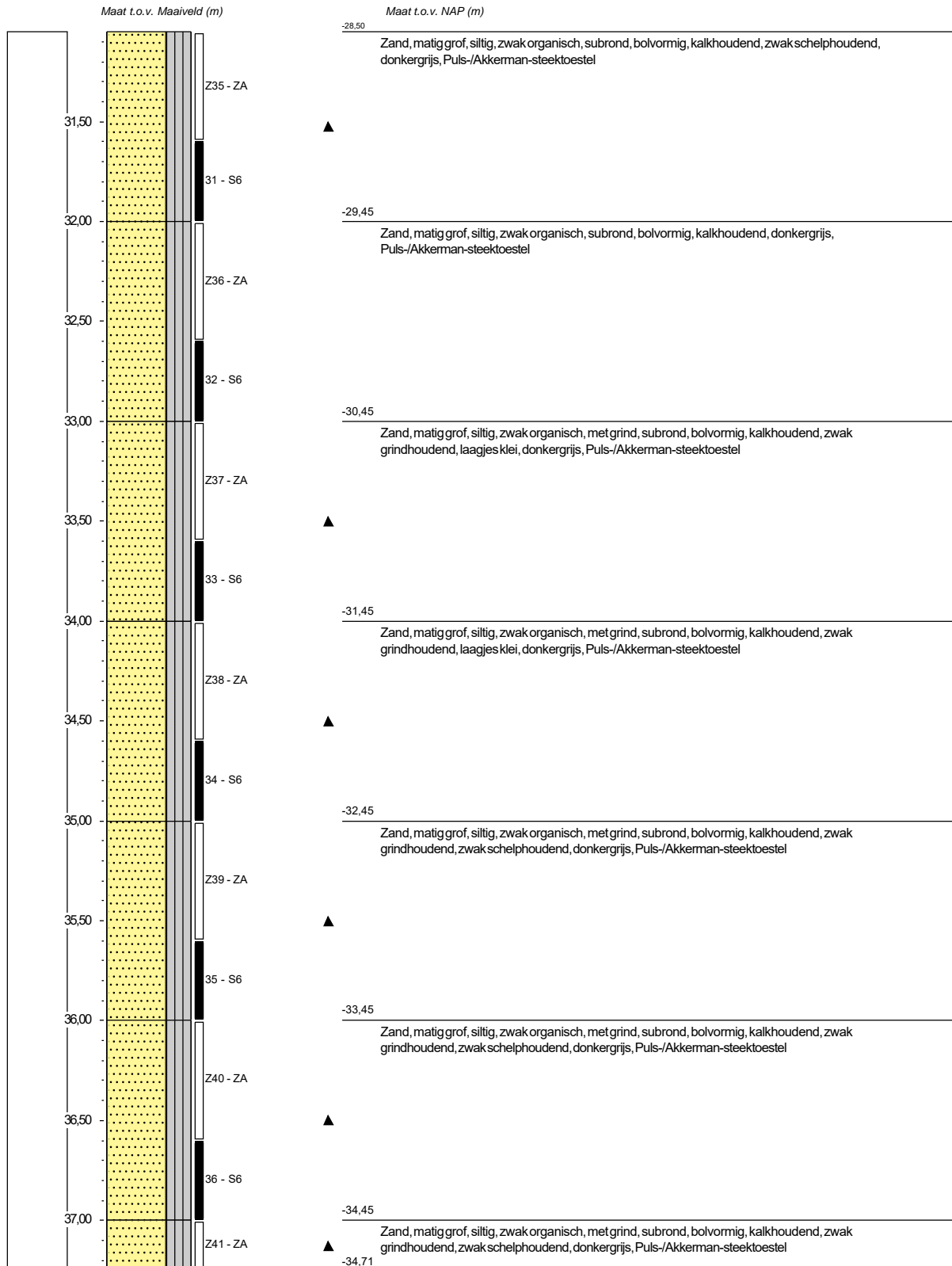
Boring: B001

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



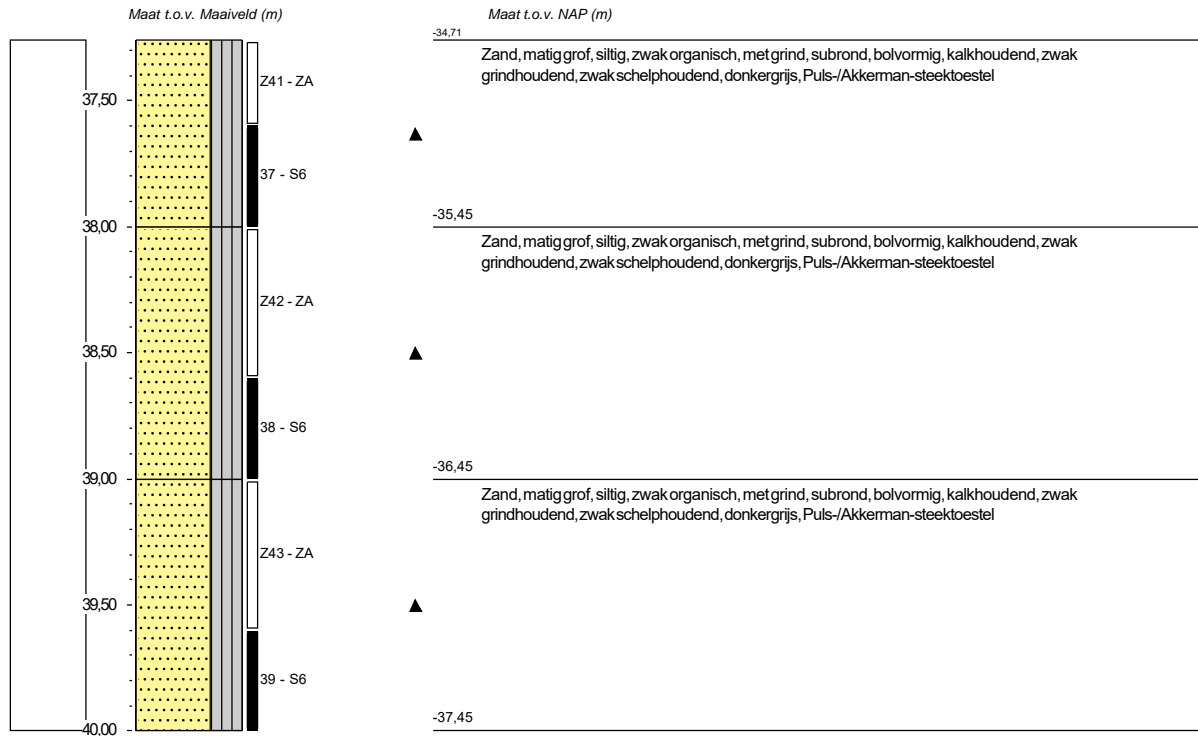
**Boring: B001**

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58450,53
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 437890,96
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 2,547
 GWS in cm t.o.v. mv: 250

Boormeester: Danny & Alex

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

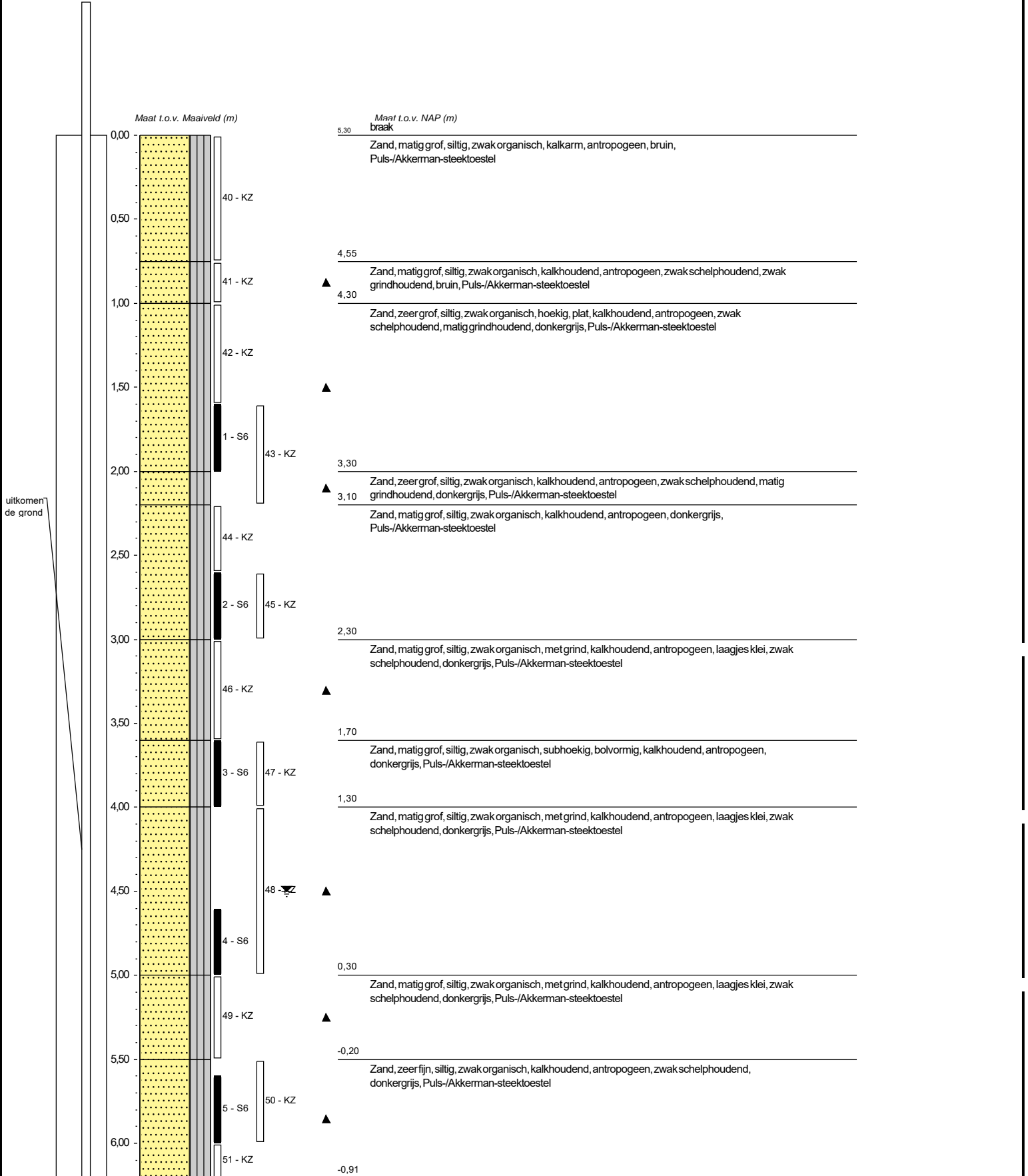




Boring: B002

Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





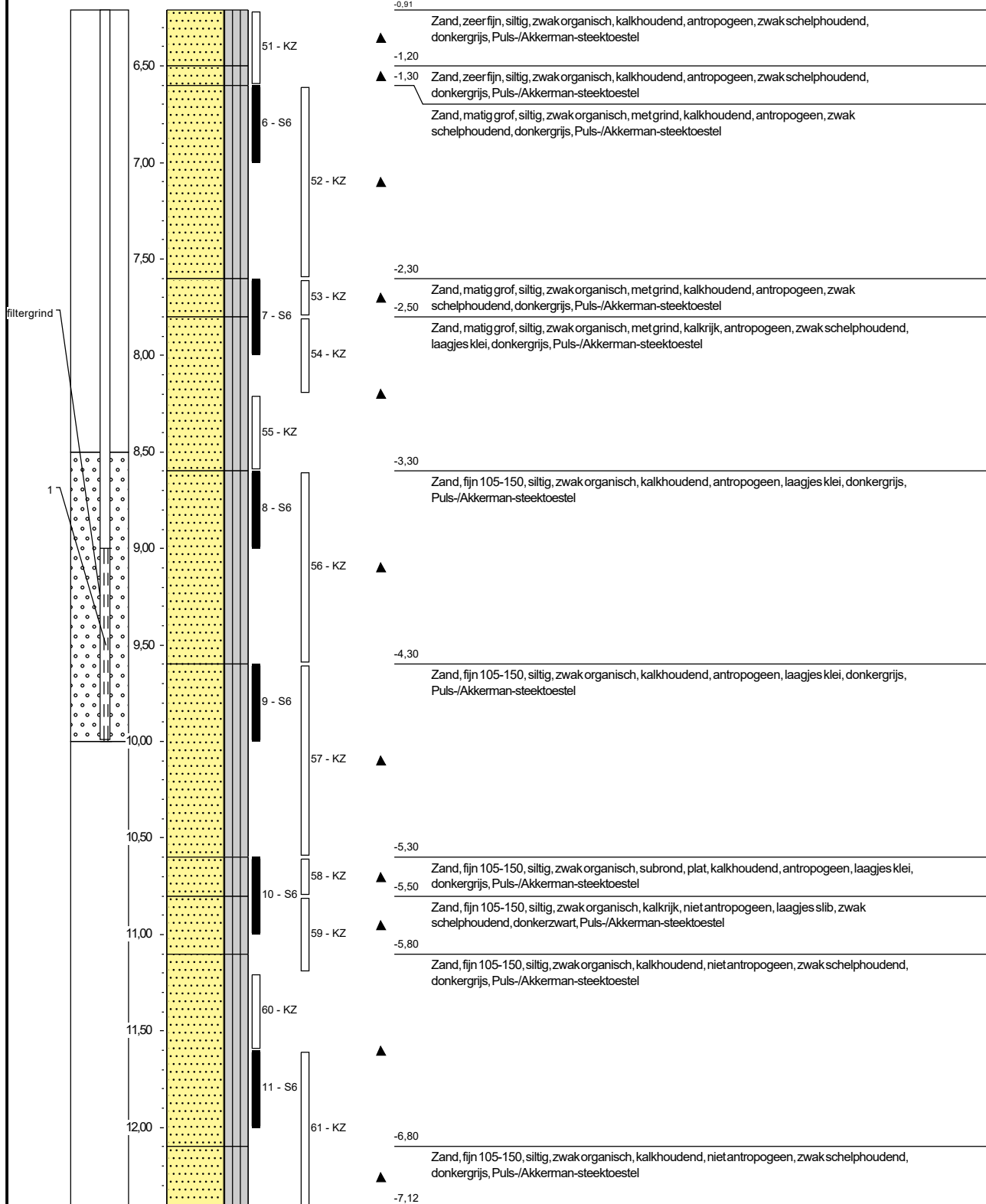
Boring: B002

Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

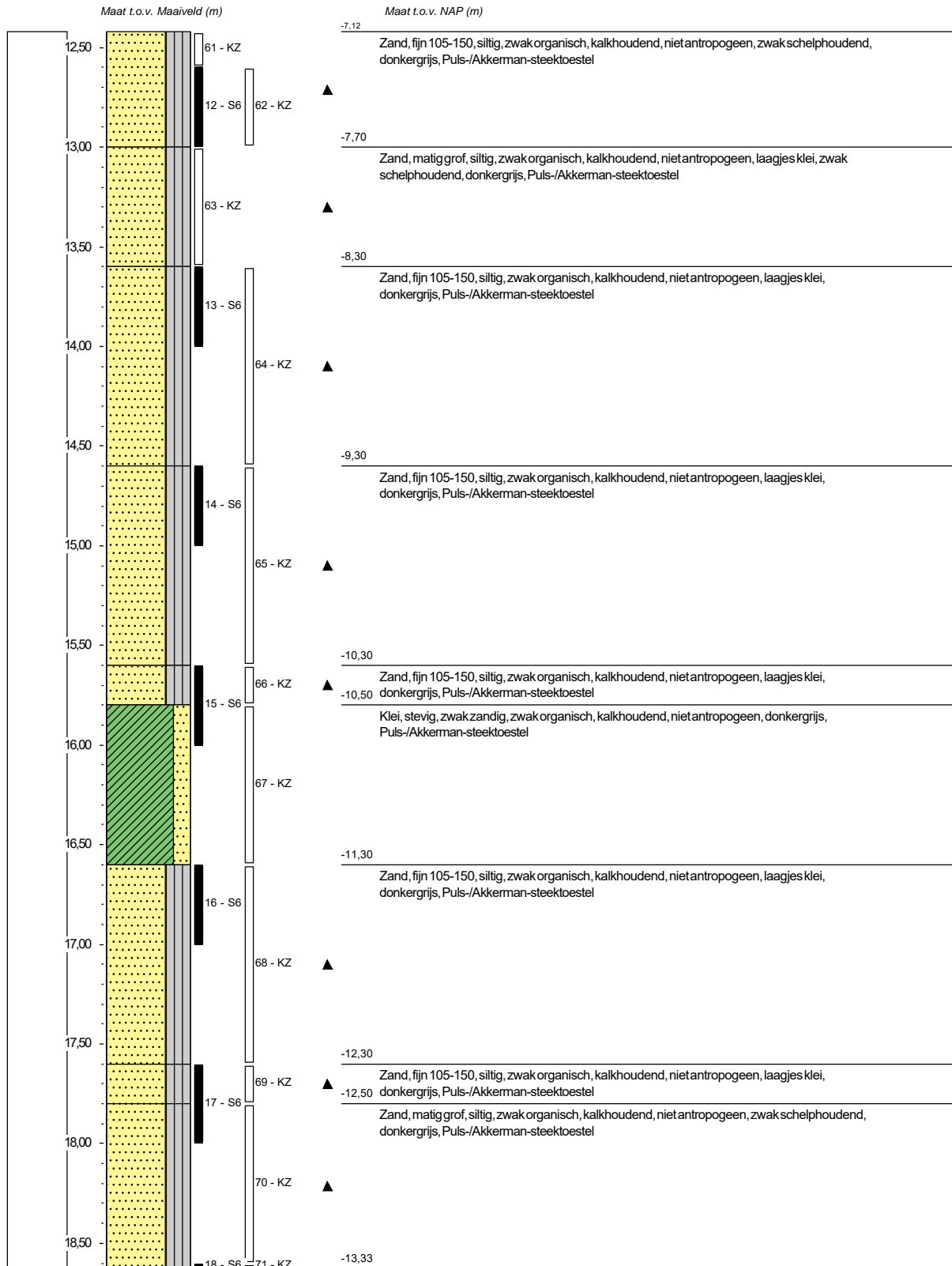




Boring: B002

Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



**Boring: B002**

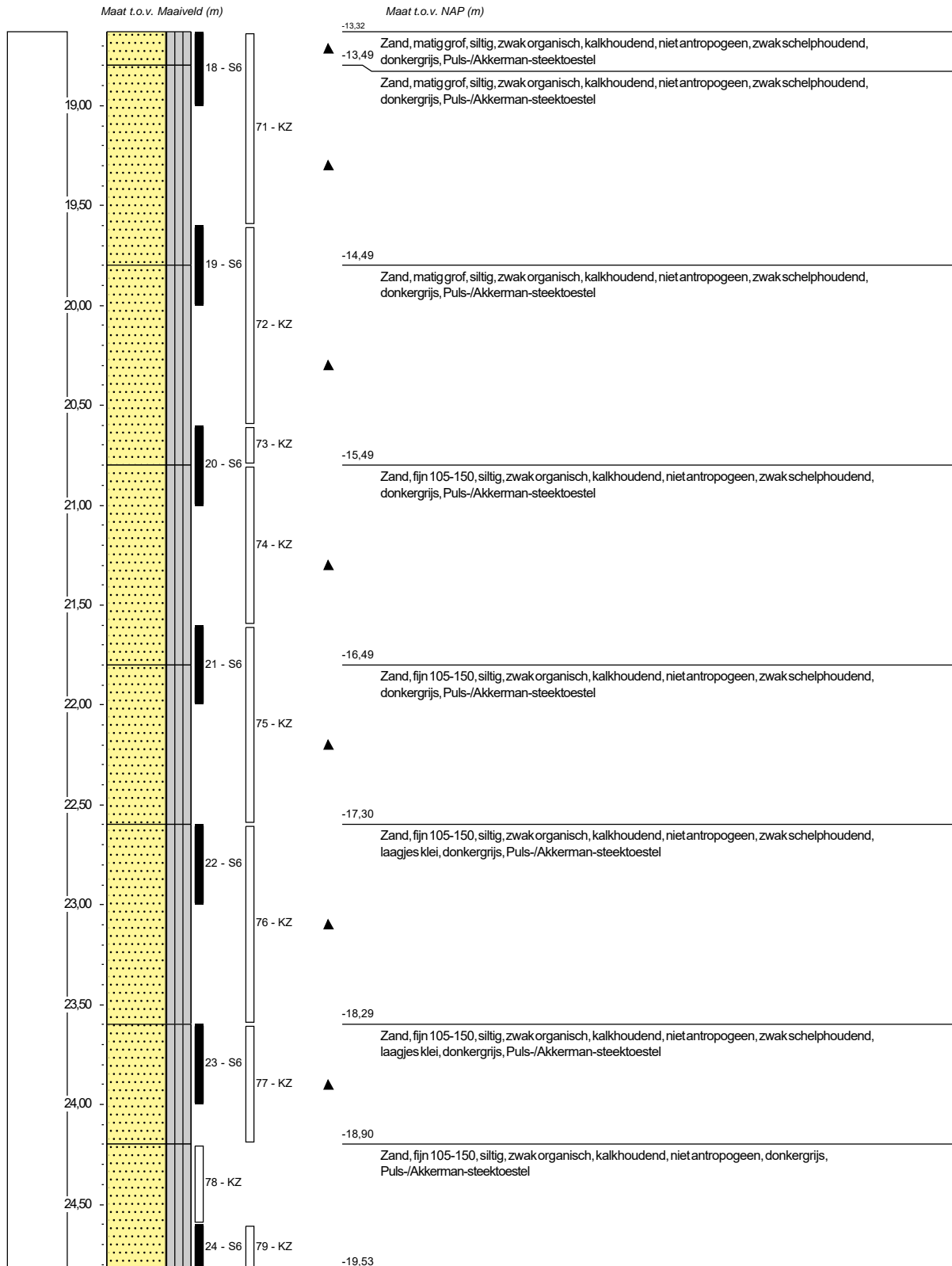
Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

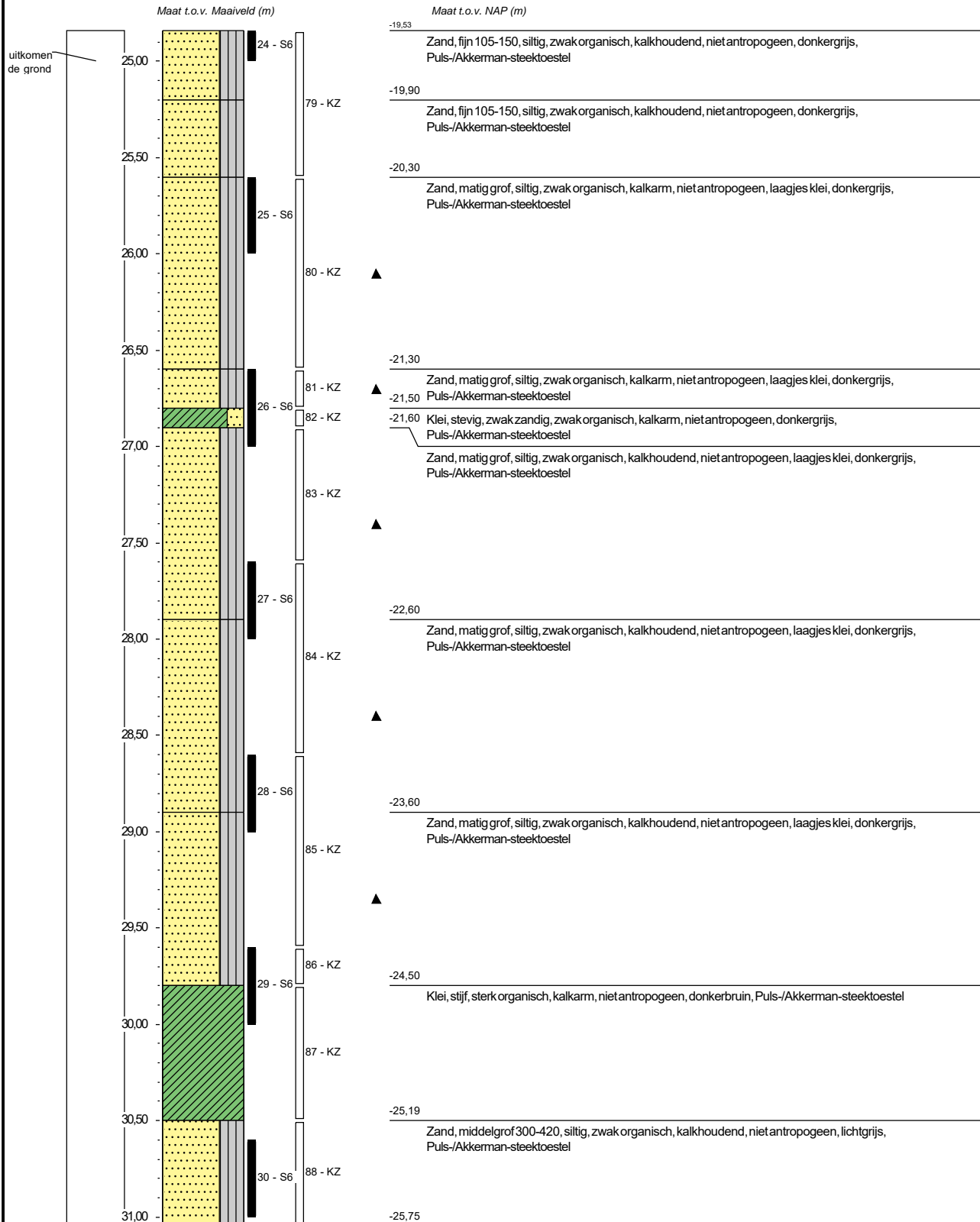




Boring: B002

Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

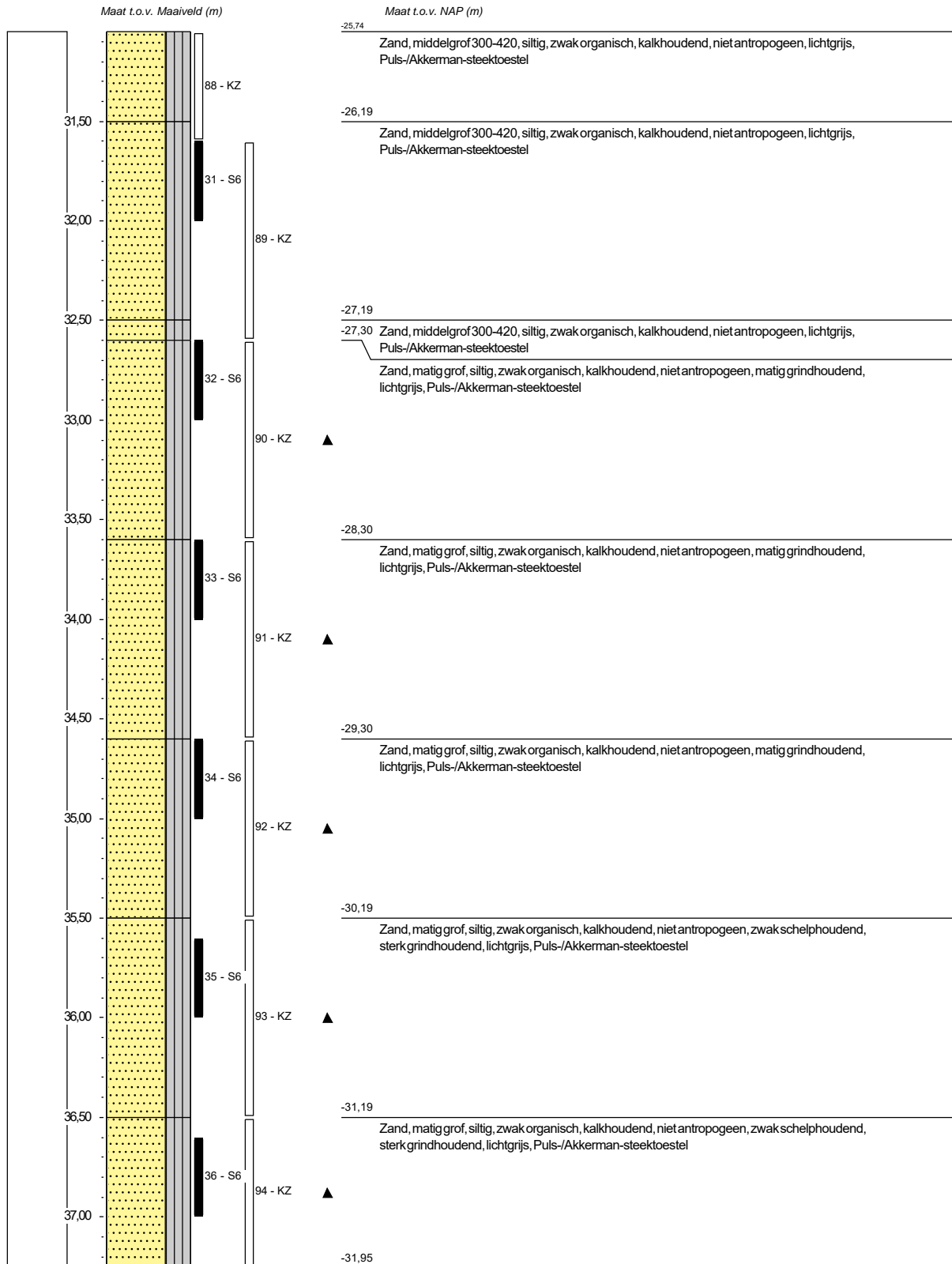




Boring: B002

Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



Boring: B002

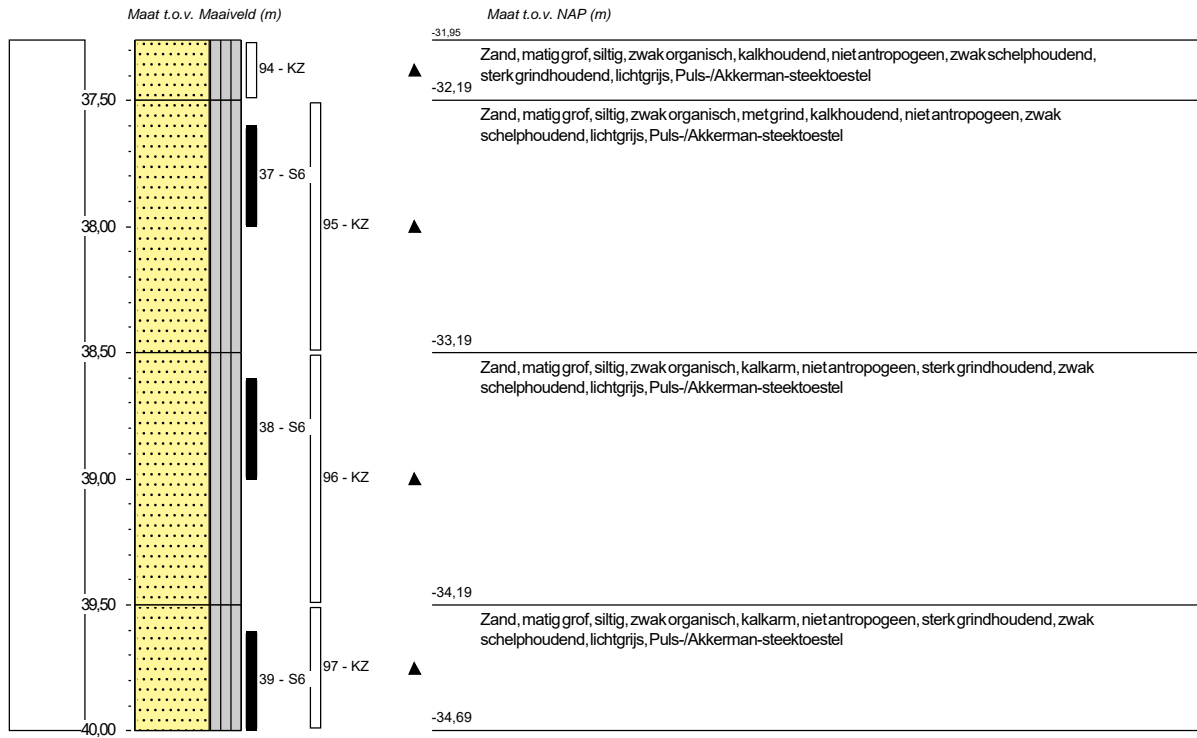
Datum plaatsing: 18-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 58715,84
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438086,15
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,305
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B003

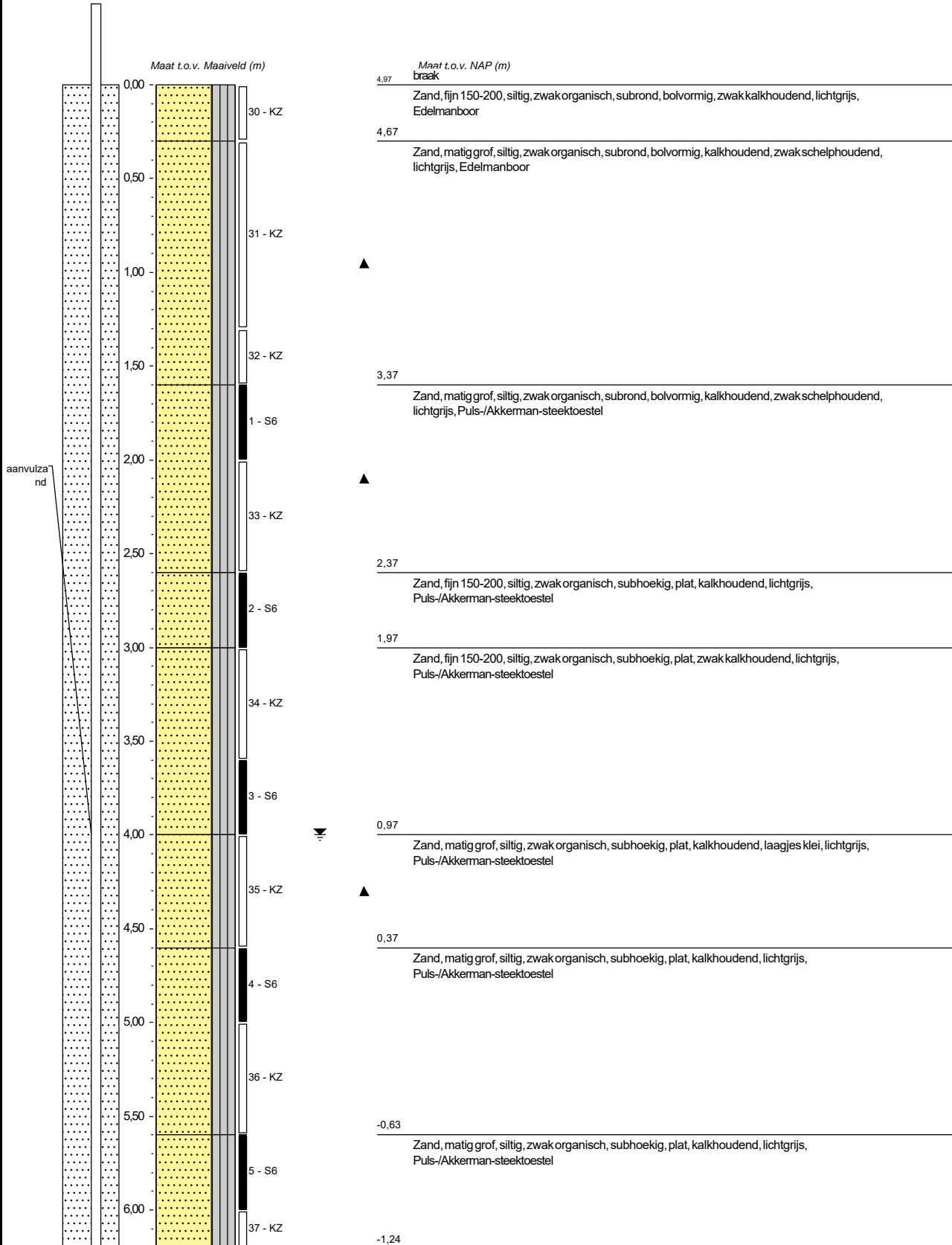
Datum plaatsing: 2-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62063,05
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438364,22
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,972
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





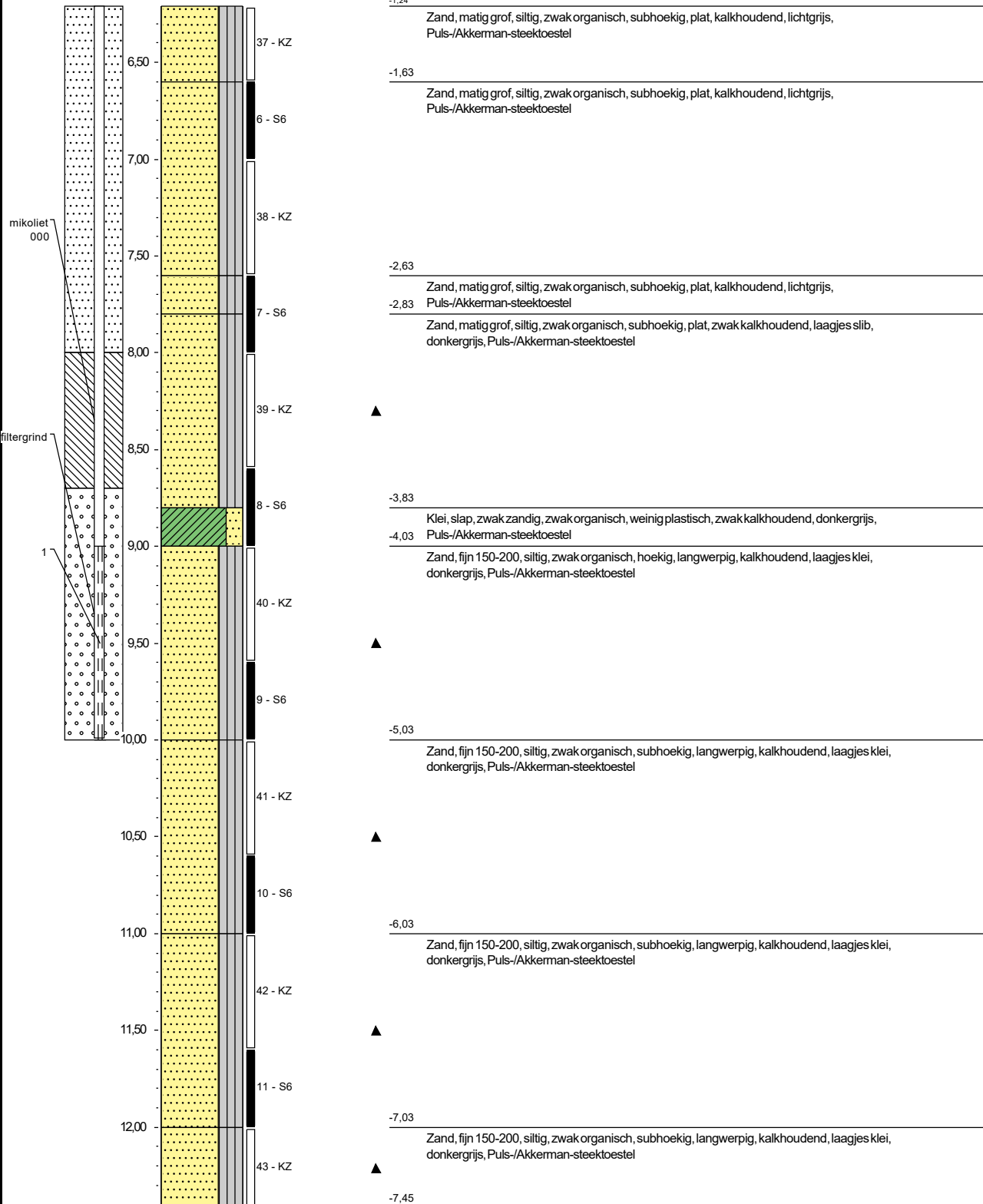
Boring: B003

Datum plaatsing: 2-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62063,05
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438364,22
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,972
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

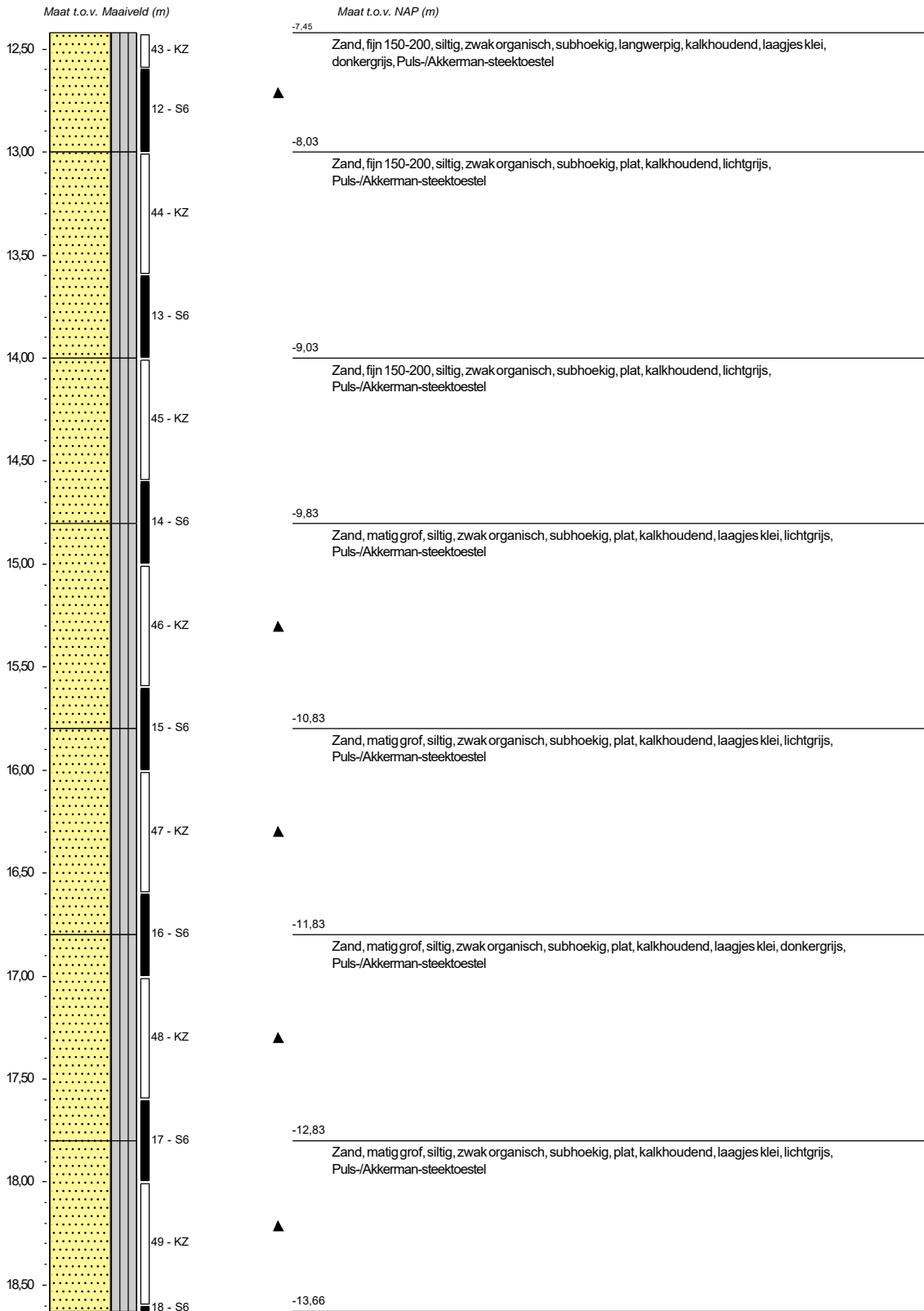




Boring: B003

Datum plaatsing: 2-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62063,05
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438364,22
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,972
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

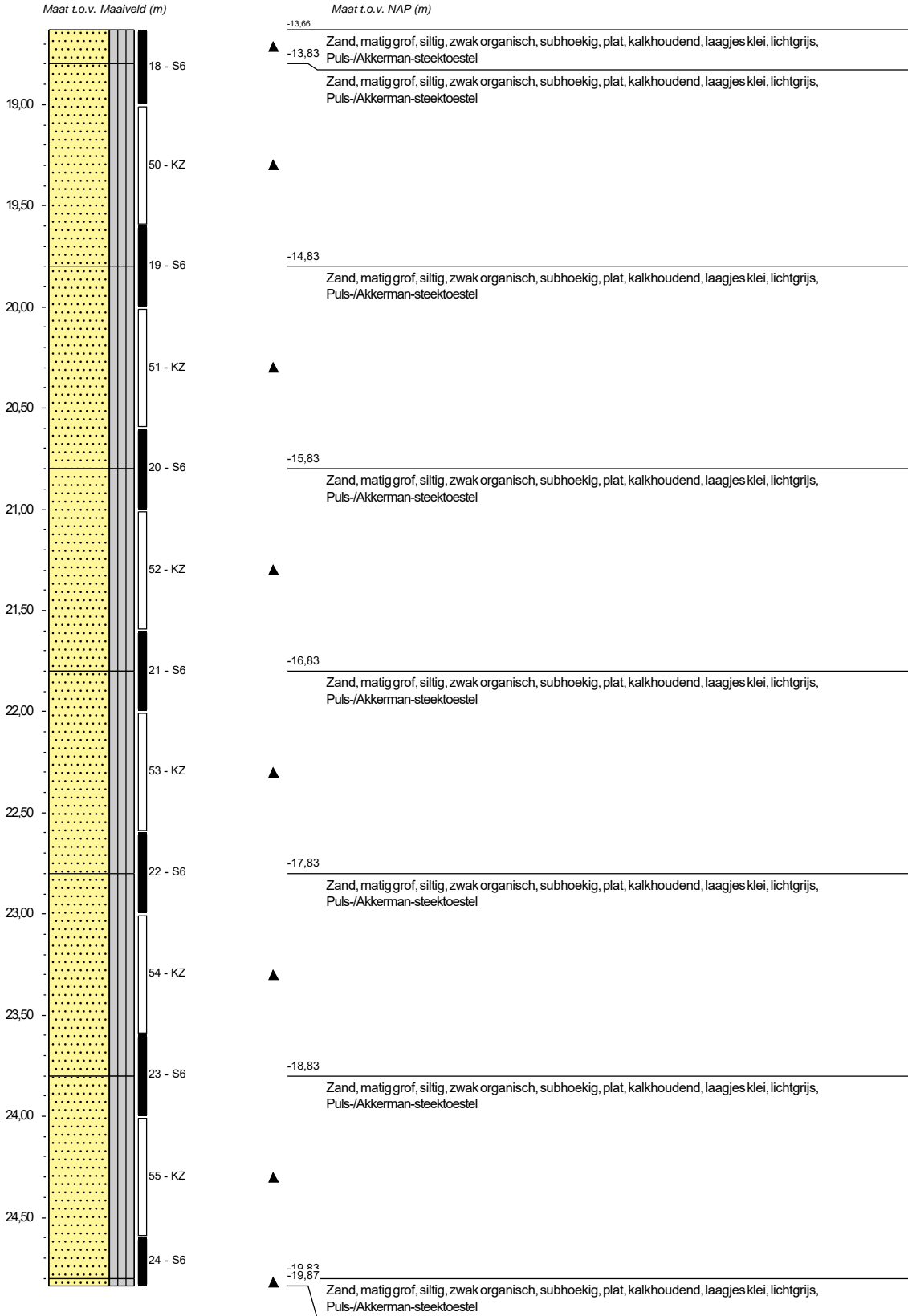




Boring: B003

Datum plaatsing: 2-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62063,05
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438364,22
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,972
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

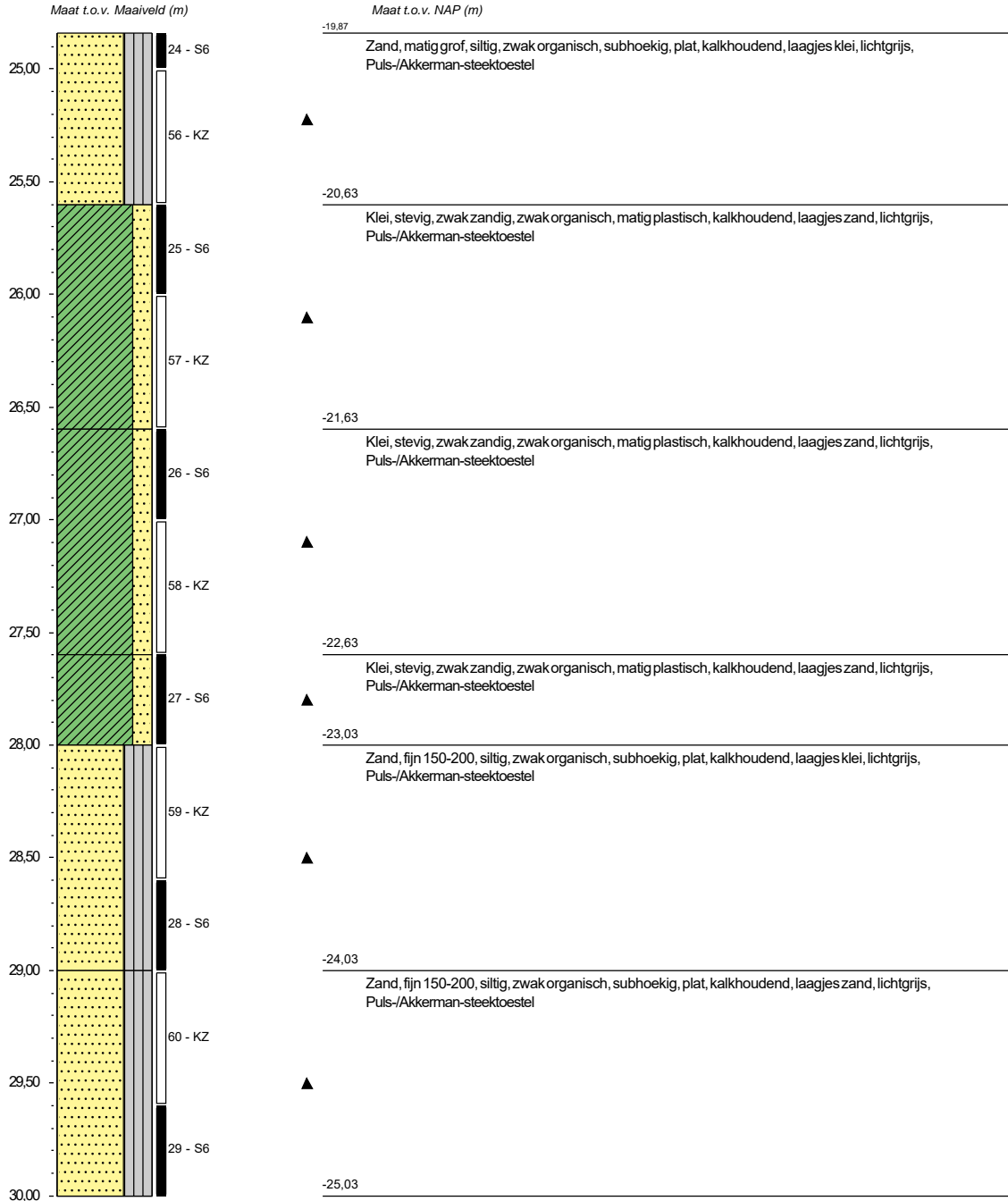




Boring: B003

Datum plaatsing: 2-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62063,05
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438364,22
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,972
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

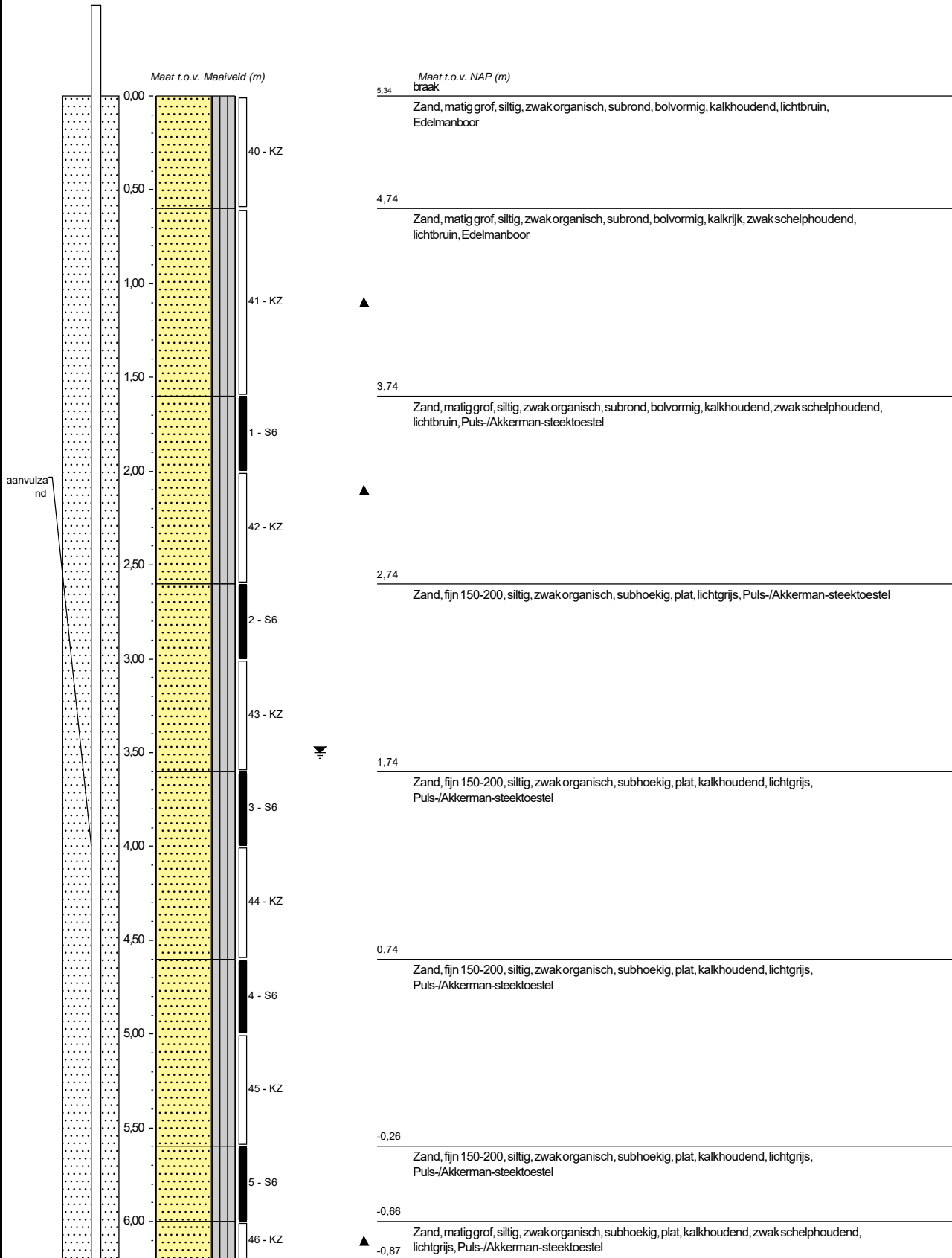




Boring: B004

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





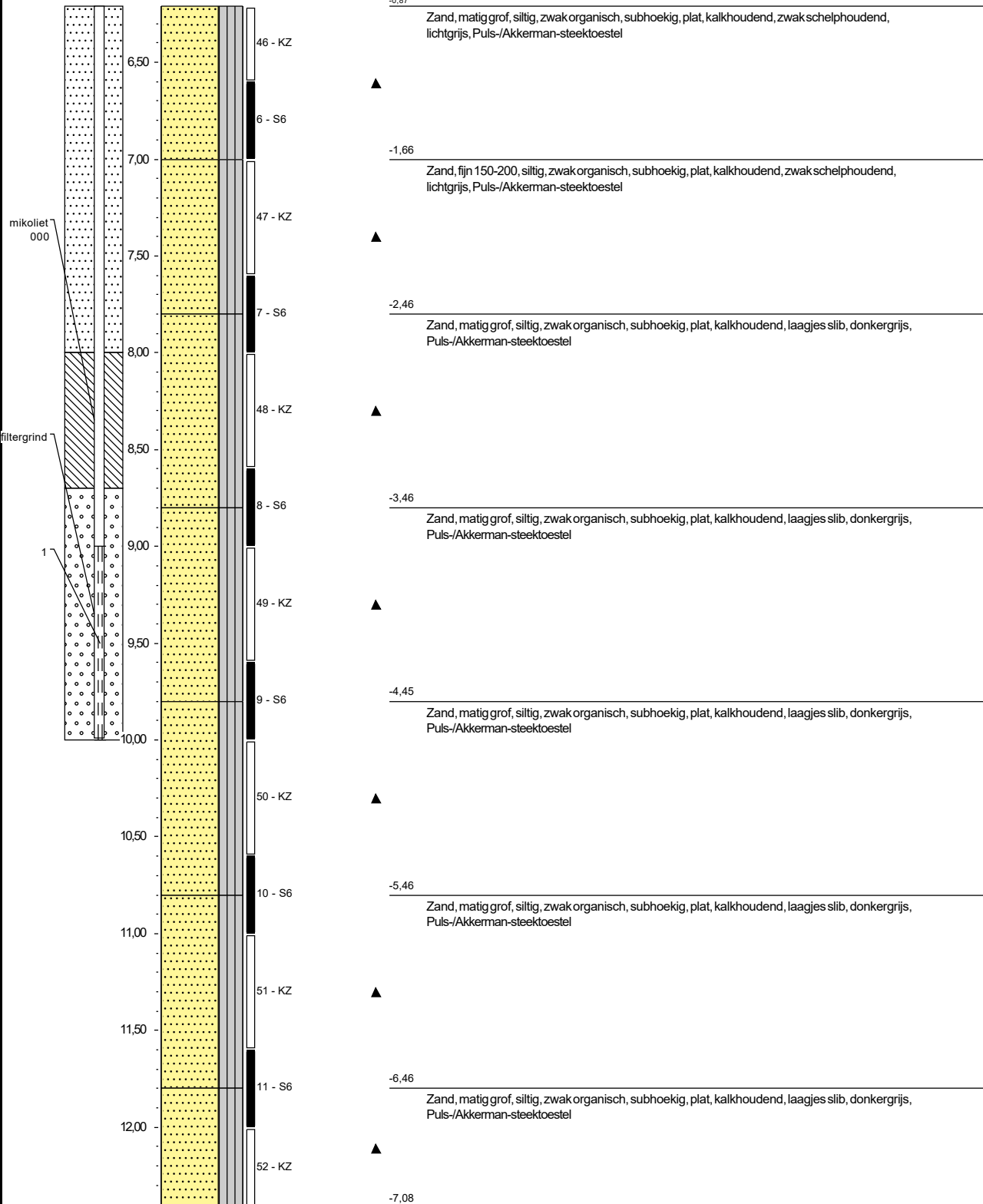
Boring: B004

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)



Boring: B004

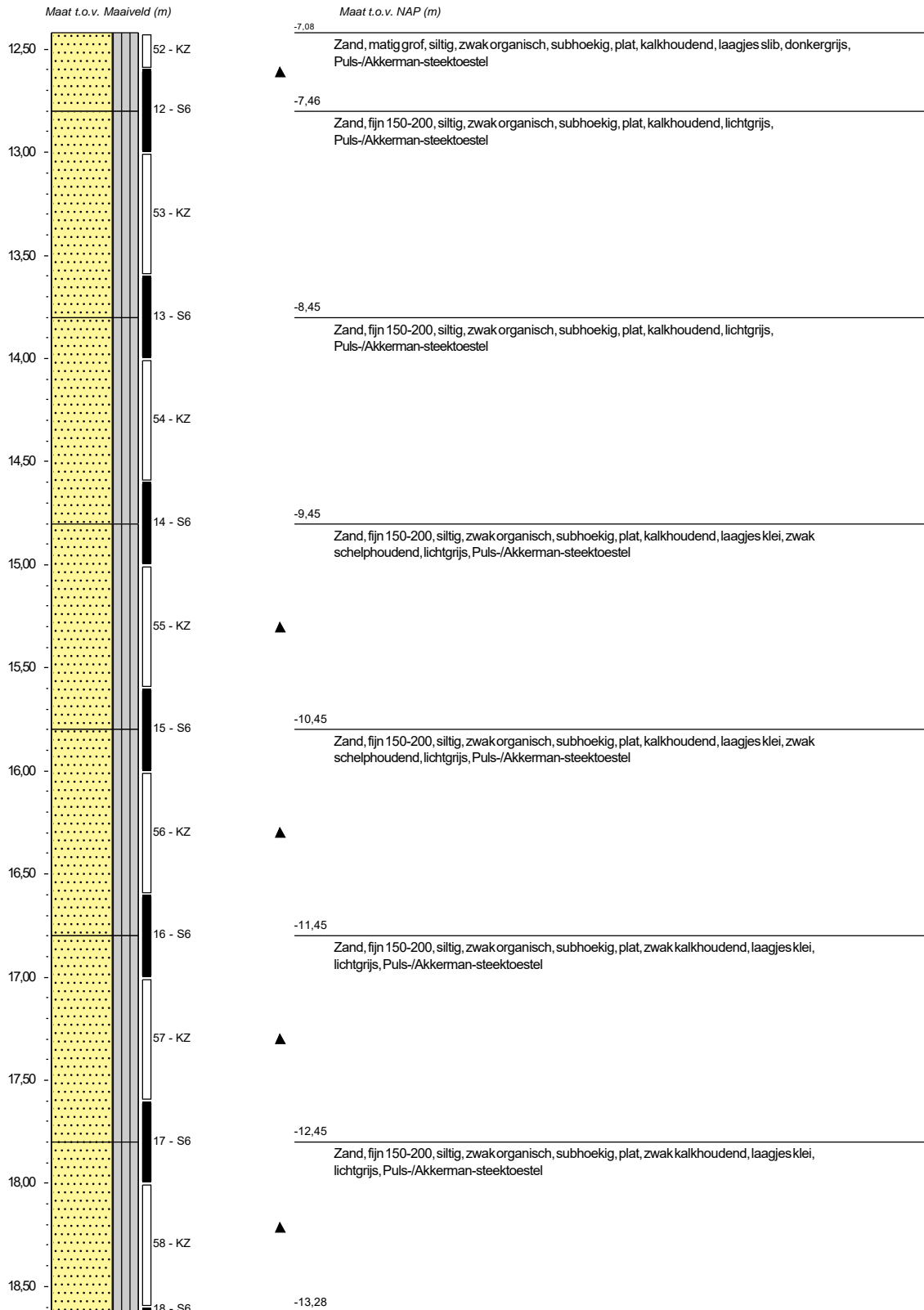
Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



**Boring: B004**

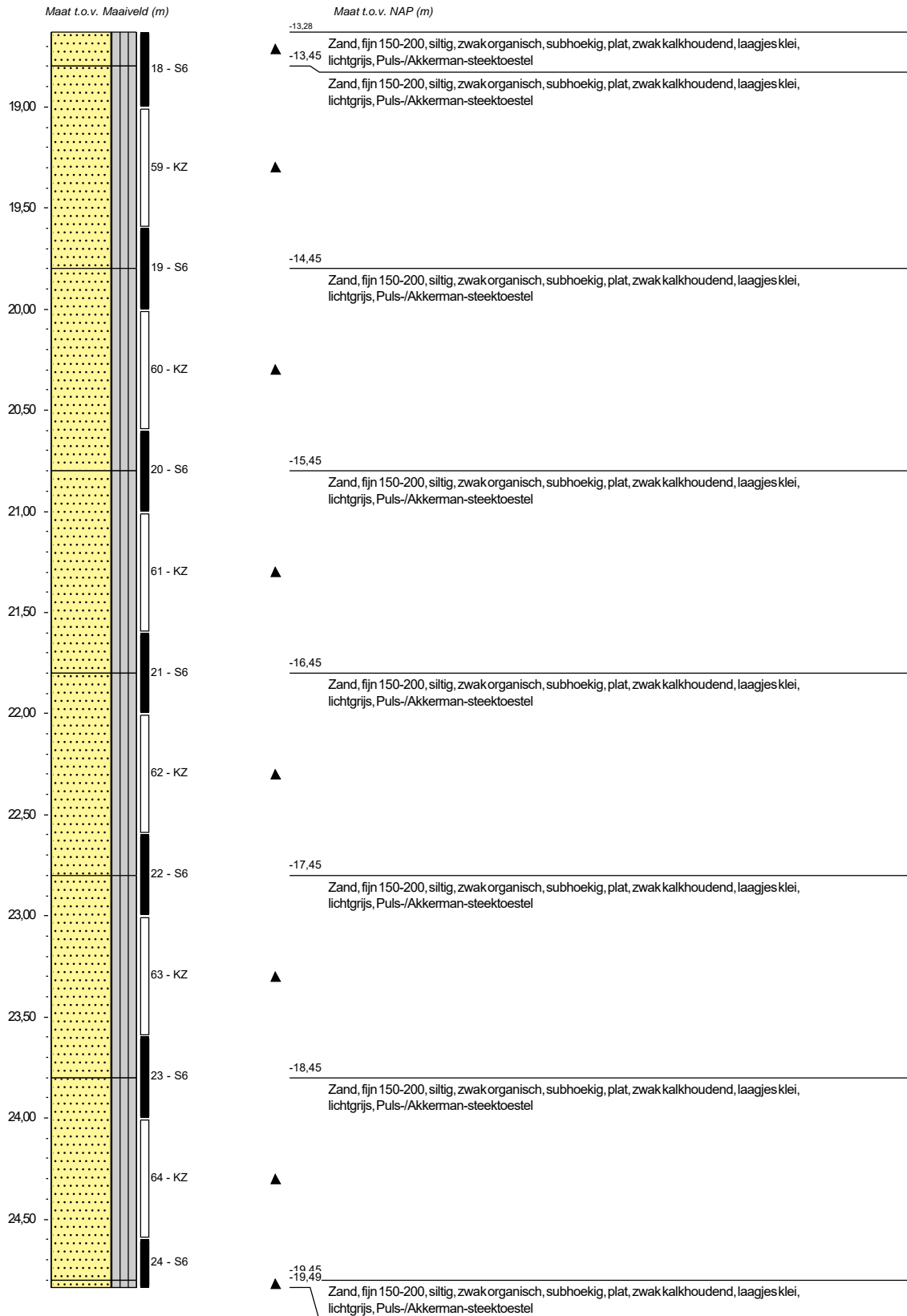
Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

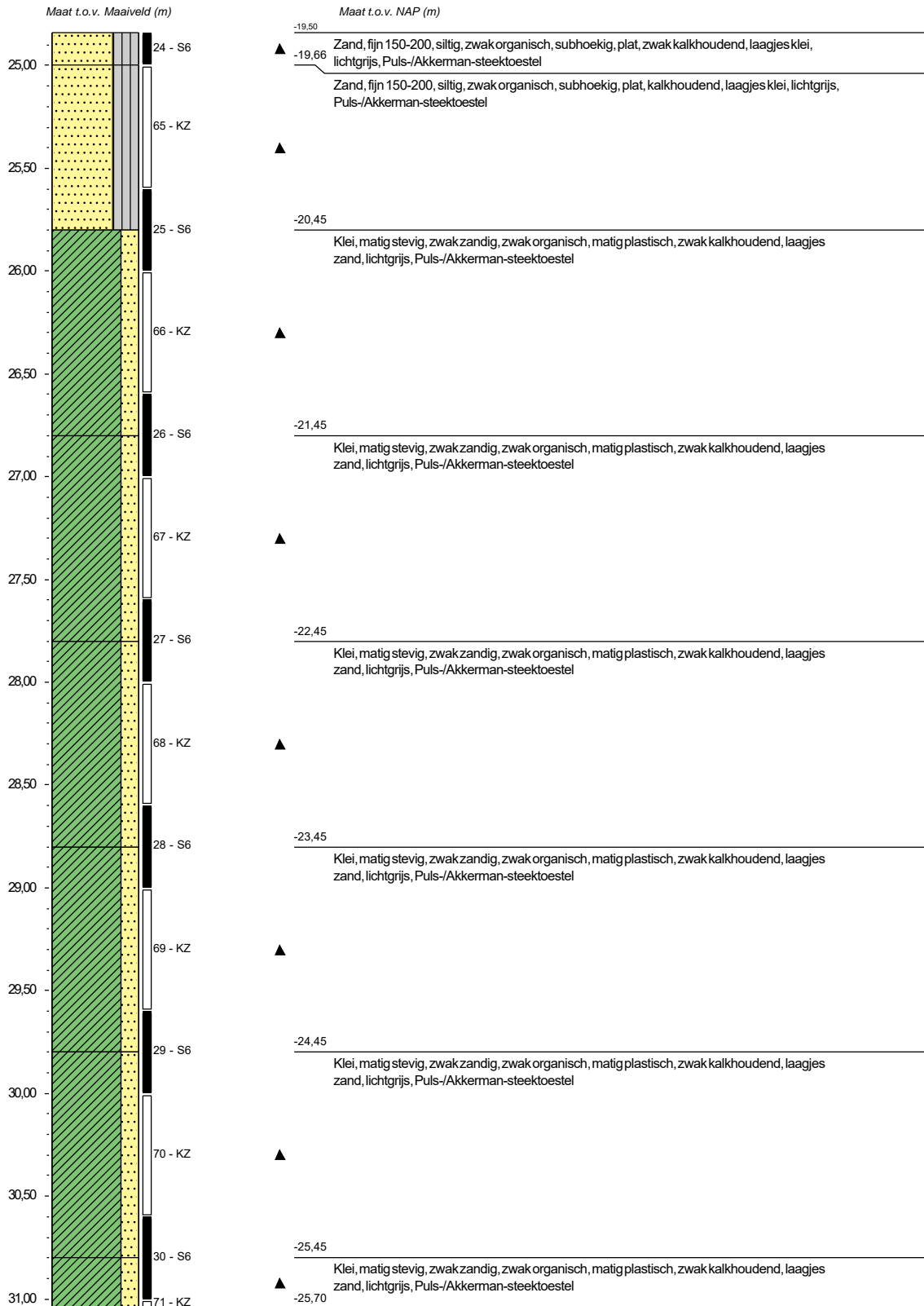




Boring: B004

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

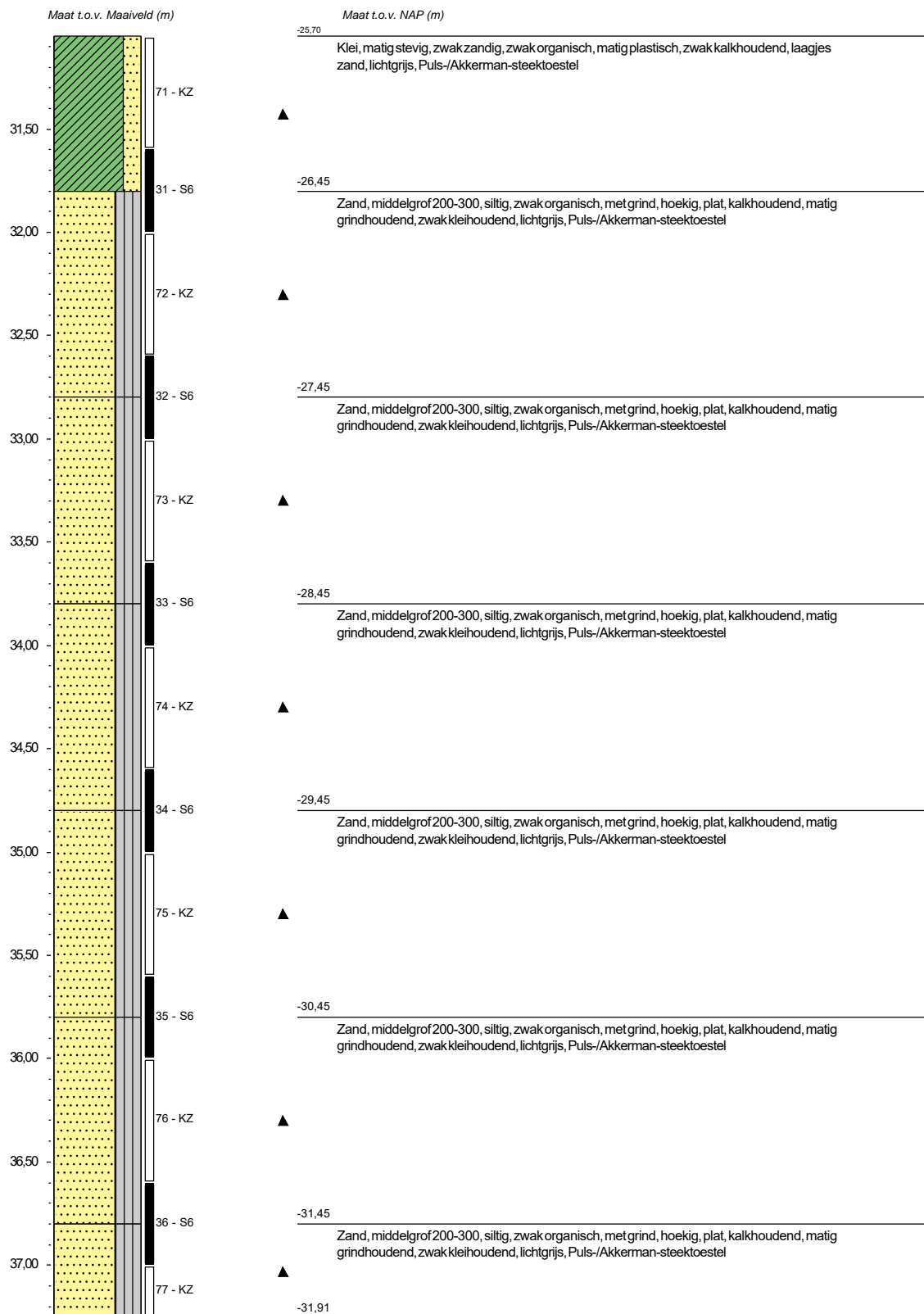




Boring: B004

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



**Boring: B004**

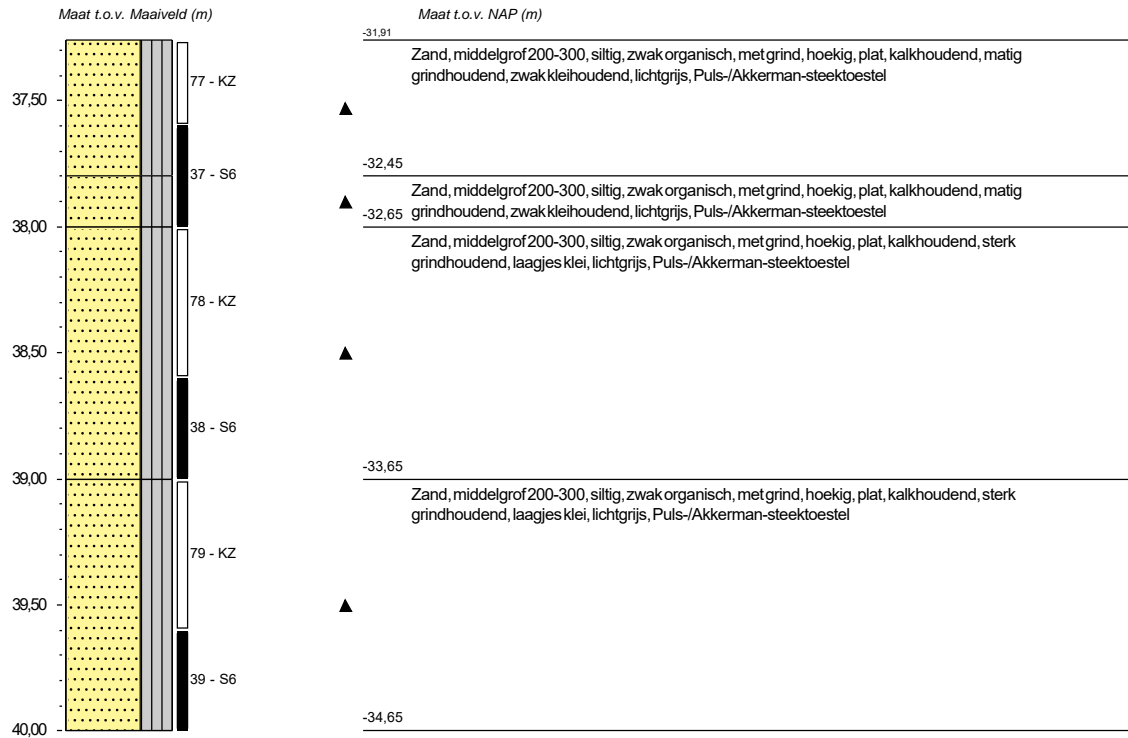
Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 62061,41
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438517,37
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,345
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

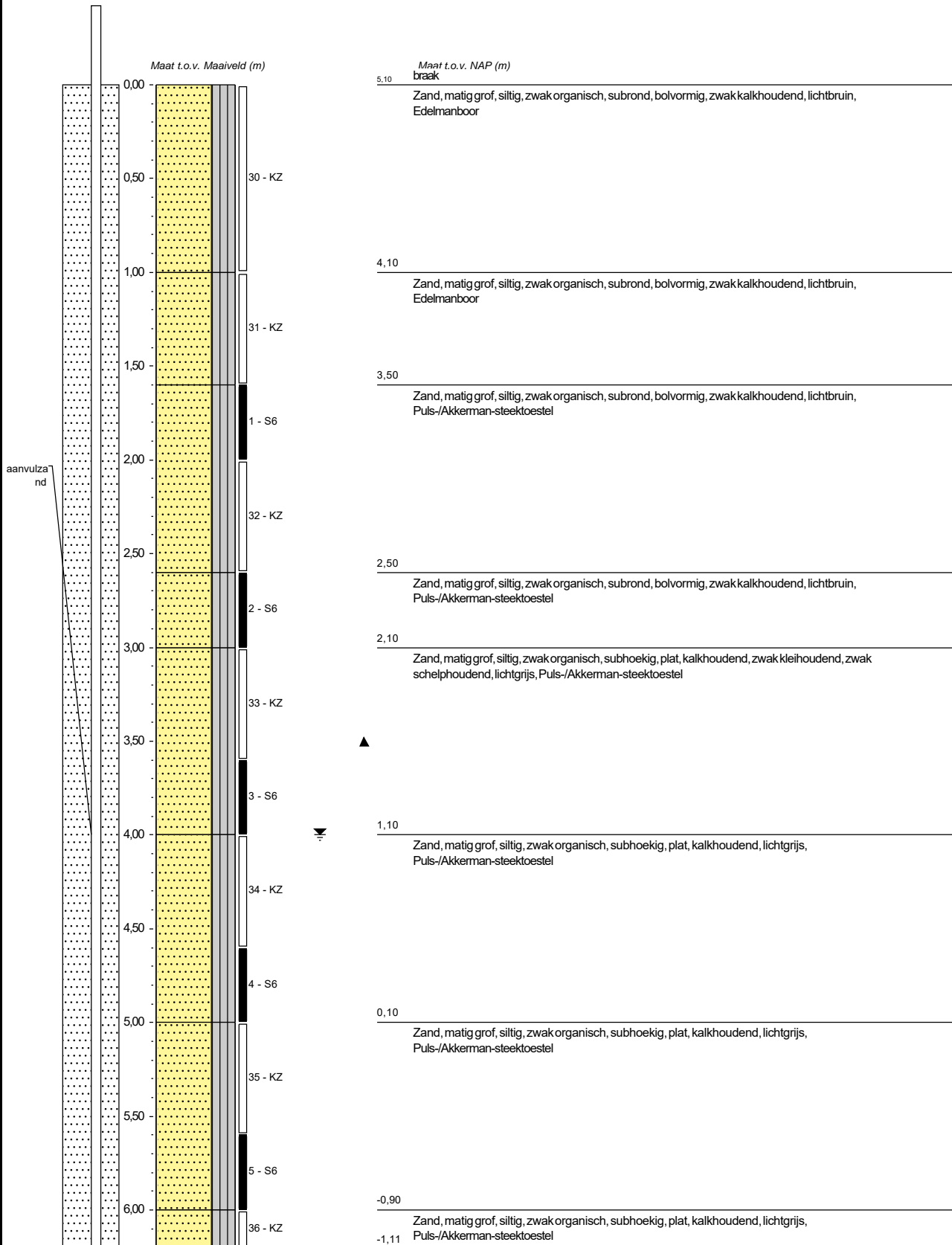




Boring: B005

Datum plaatsing: 23-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61958,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438833,88
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,1
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



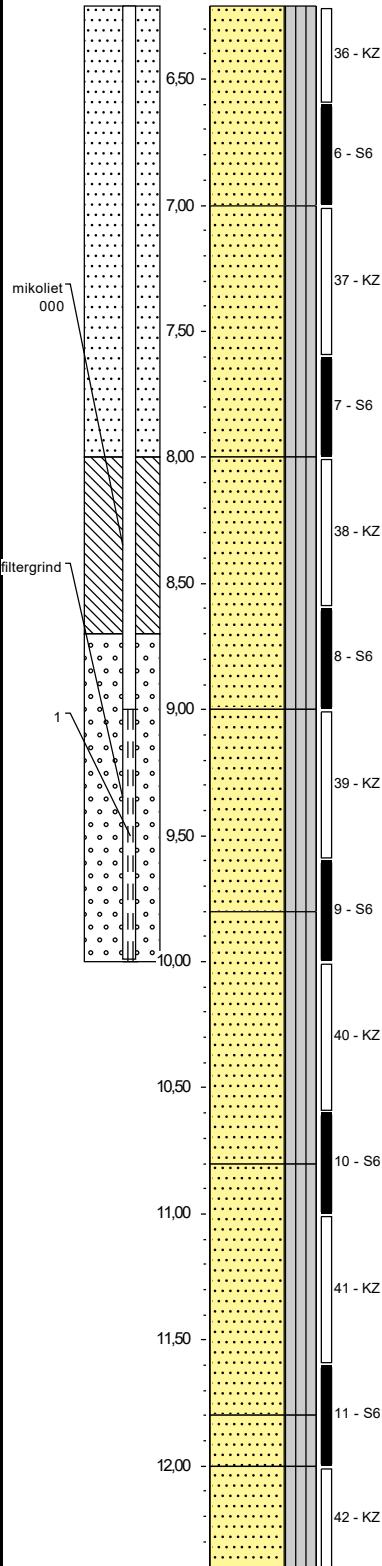


Boring: B005

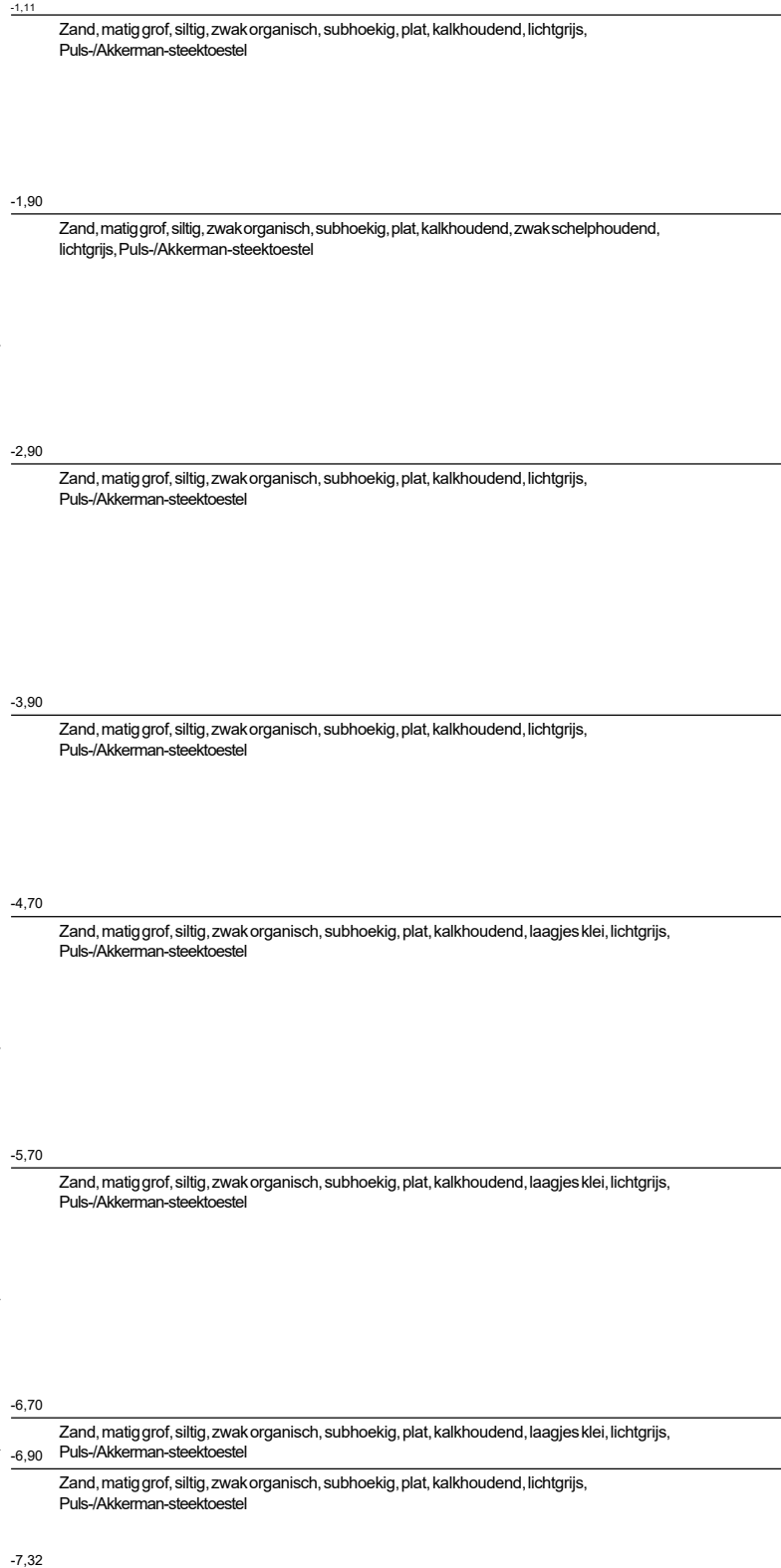
Datum plaatsing: 23-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61958,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438833,88
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,1
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)



Maat t.o.v. NAP (m)



Boring: B005

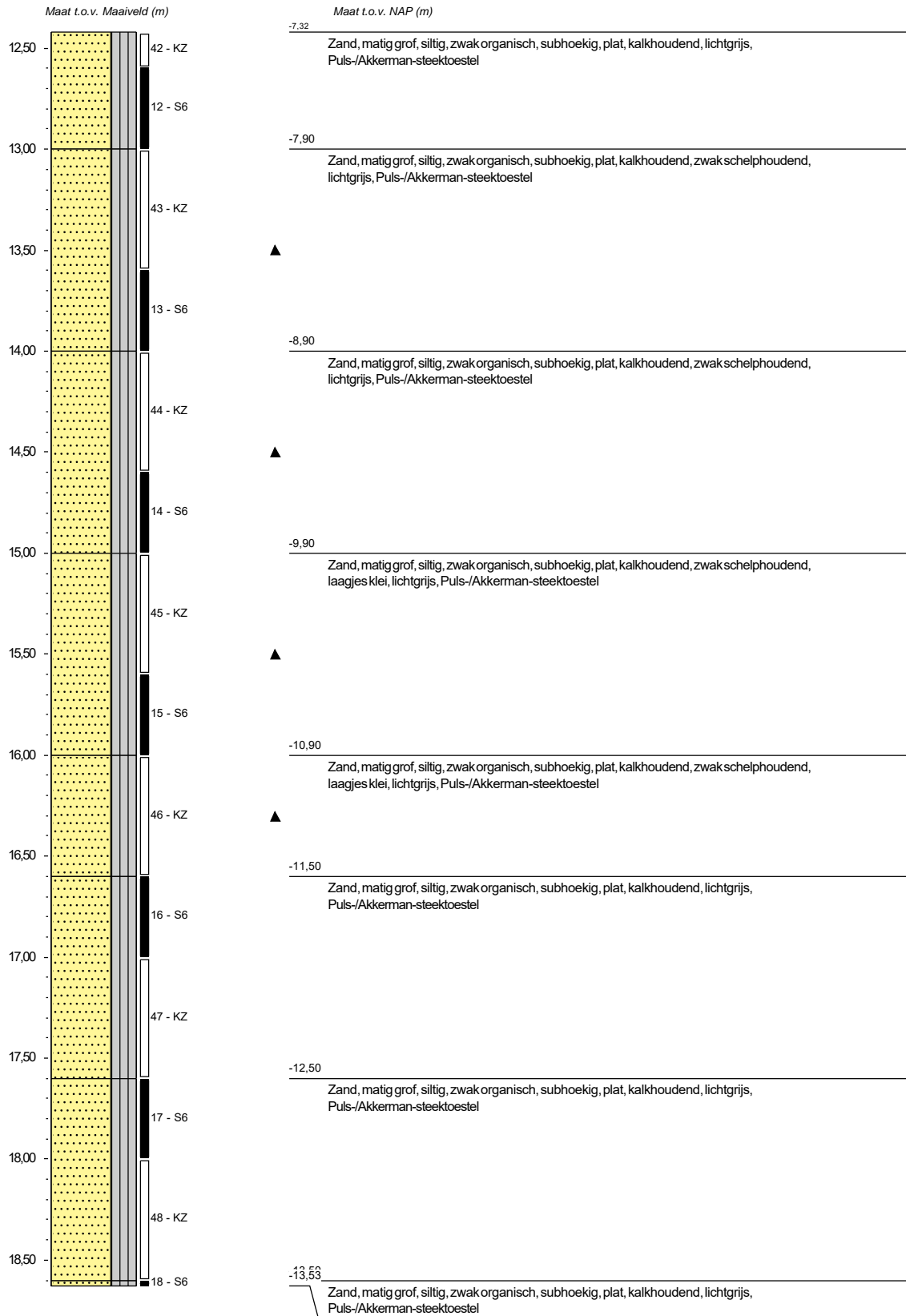
Datum plaatsing: 23-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61958,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438833,88
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,1
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

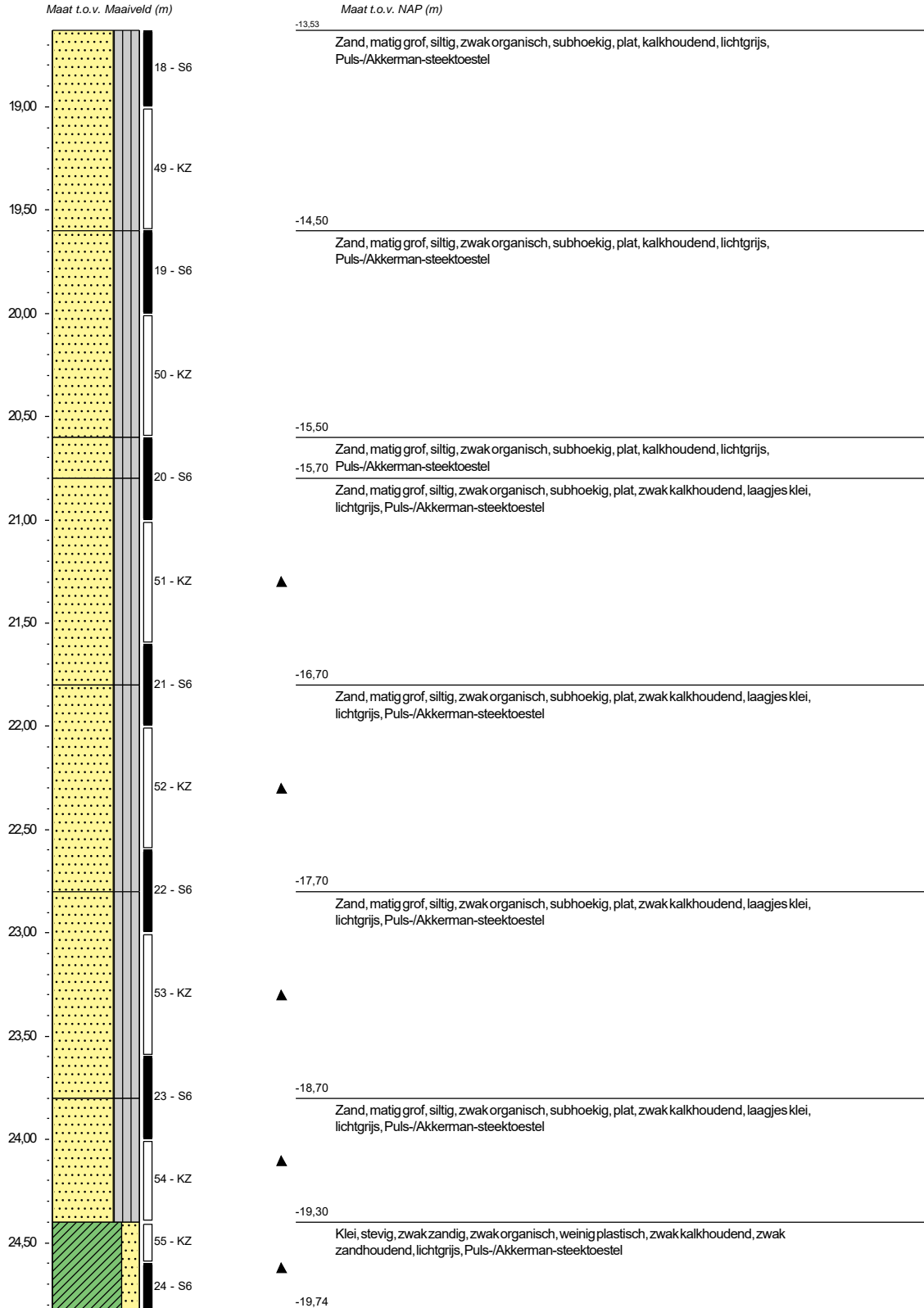




Boring: B005

Datum plaatsing: 23-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61958,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438833,88
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,1
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

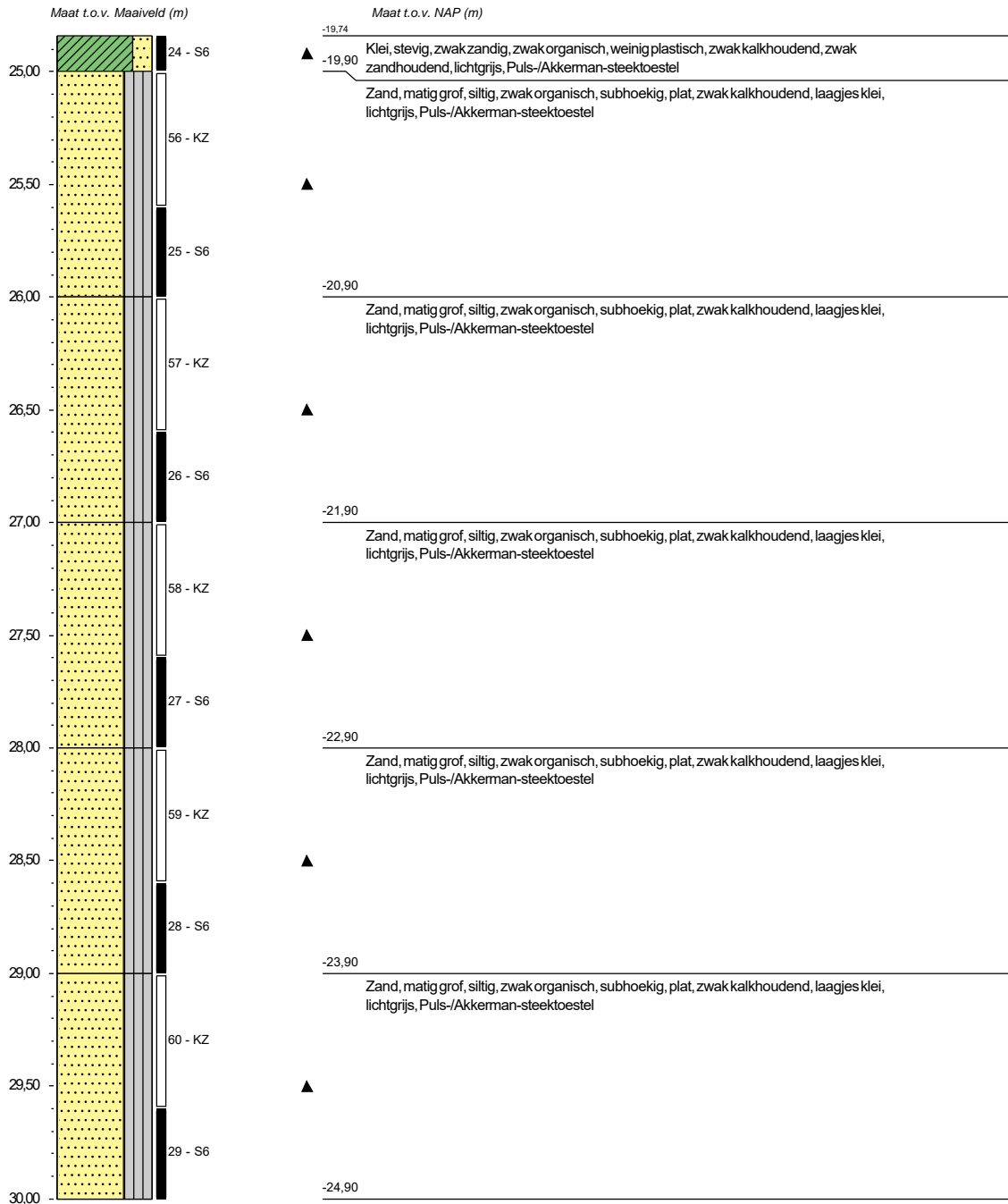




Boring: B005

Datum plaatsing: 23-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61958,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 438833,88
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,1
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

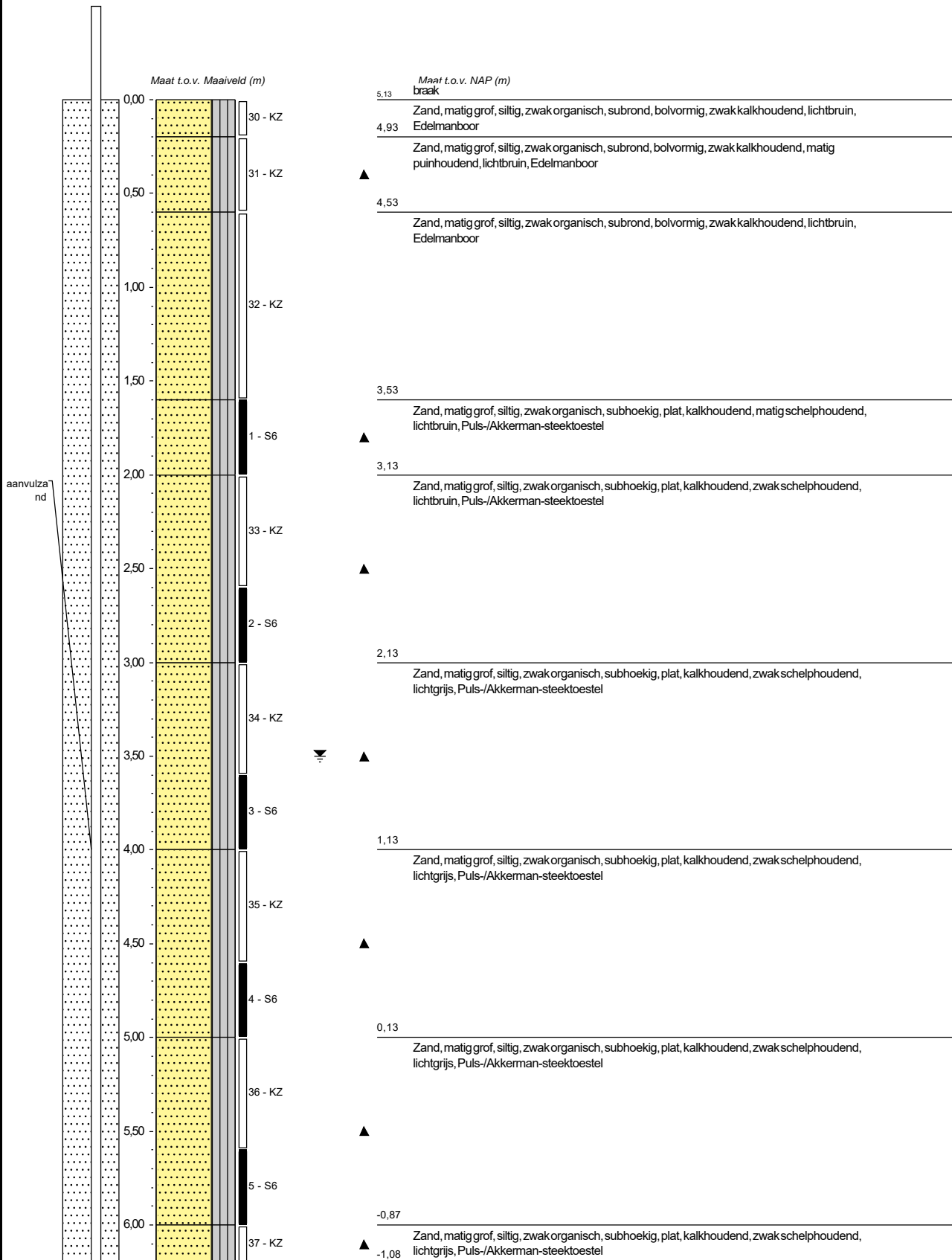




Boring: B006

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61402,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440336,61
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,134
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



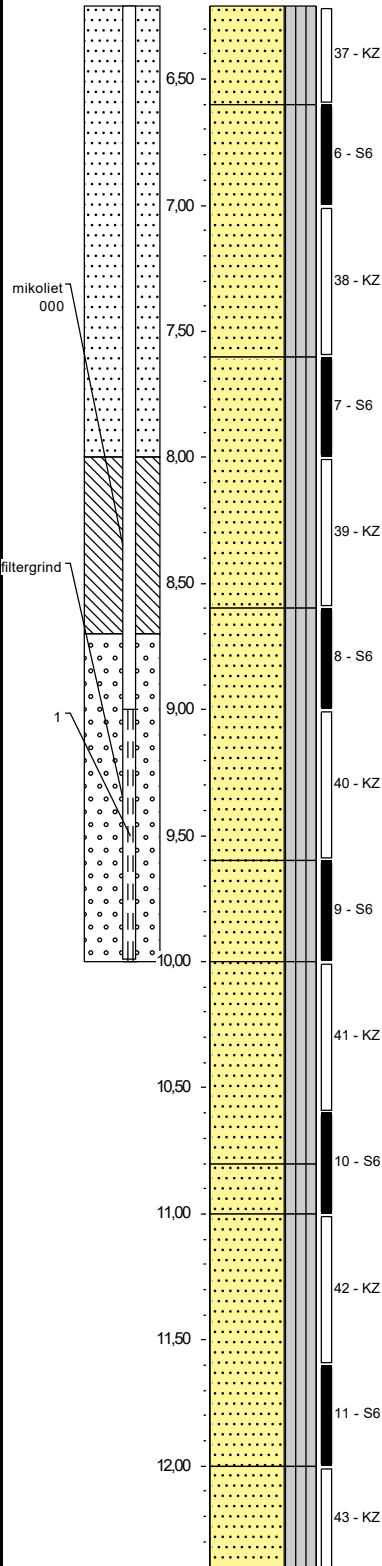


Boring: B006

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61402,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440336,61
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,134
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)



Maat t.o.v. NAP (m)

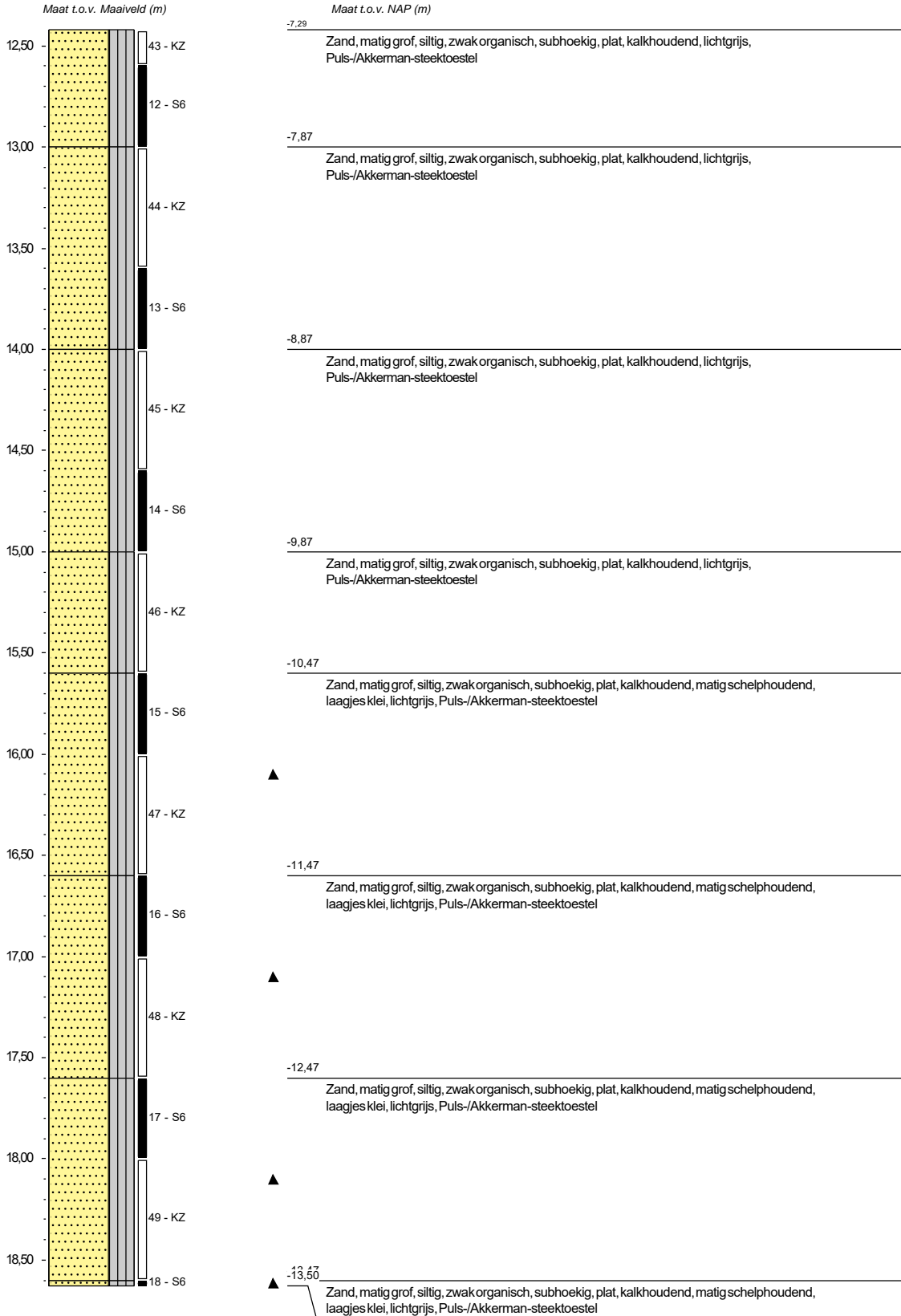
Maat t.o.v. NAP (m)	Soil Description
-1,08	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, zwak schelphoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-1,47	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-2,47	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-3,47	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,47	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,87	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, laagjes sliib, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,67	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, laagjes sliib, zwak schelphoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,87	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-6,87	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-7,29	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel



Boring: B006

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61402,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440336,61
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,134
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B006

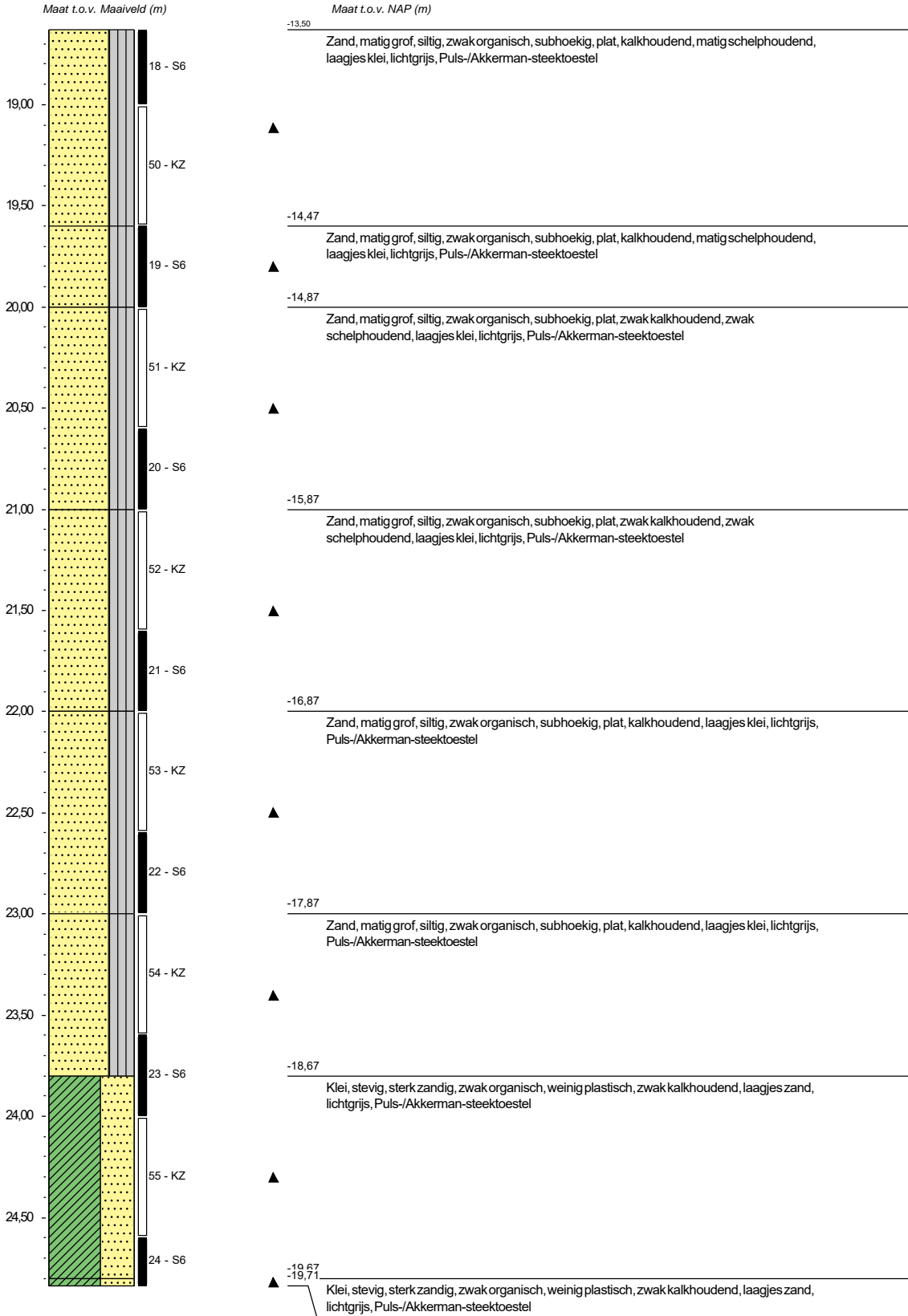
Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61402,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440336,61
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,134
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

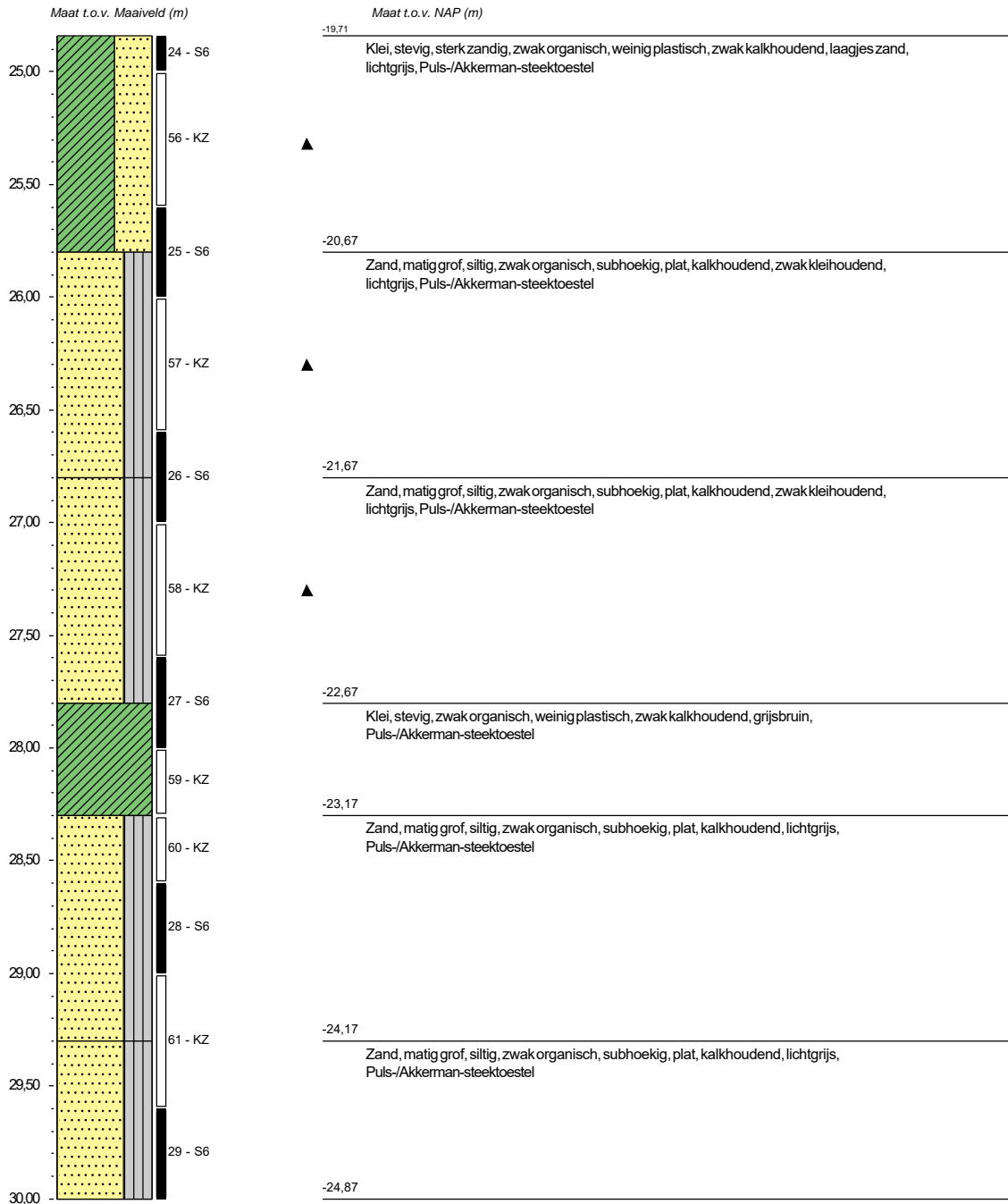




Boring: B006

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61402,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440336,61
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,134
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

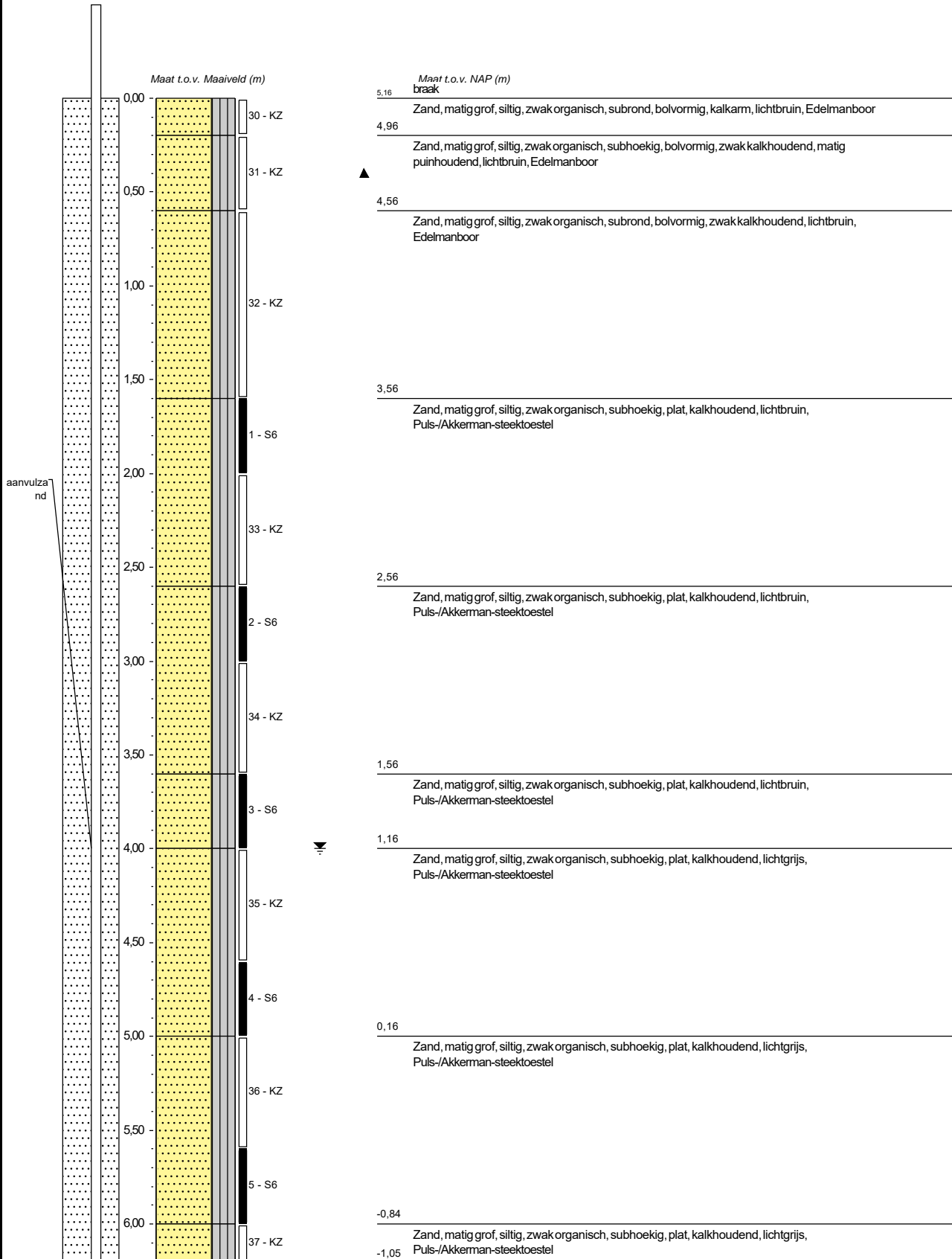




Boring: B007

Datum plaatsing: 15-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61238,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440796,79
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,157
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



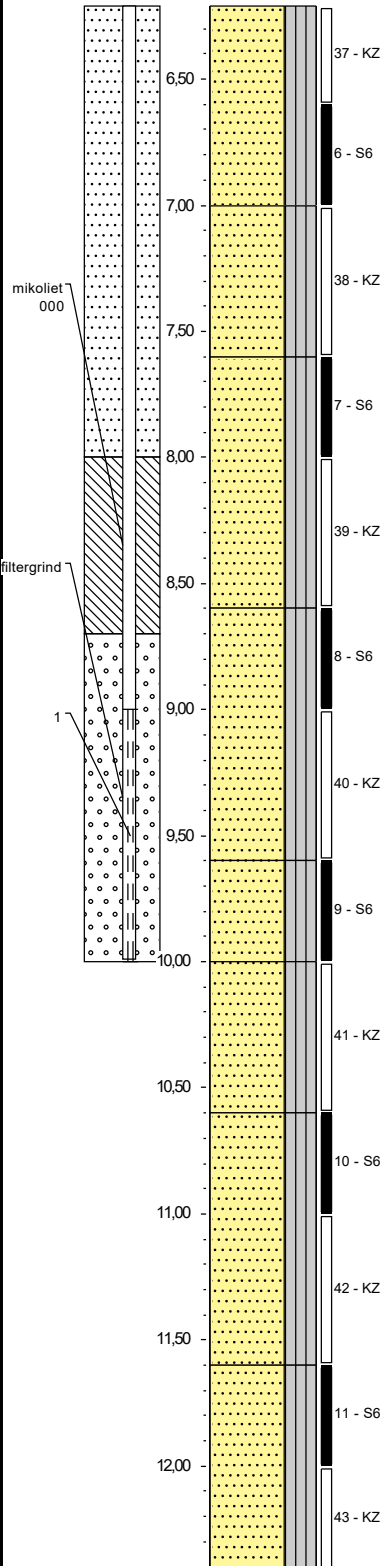


Boring: B007

Datum plaatsing: 15-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61238,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440796,79
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,157
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)



Maat t.o.v. NAP (m)

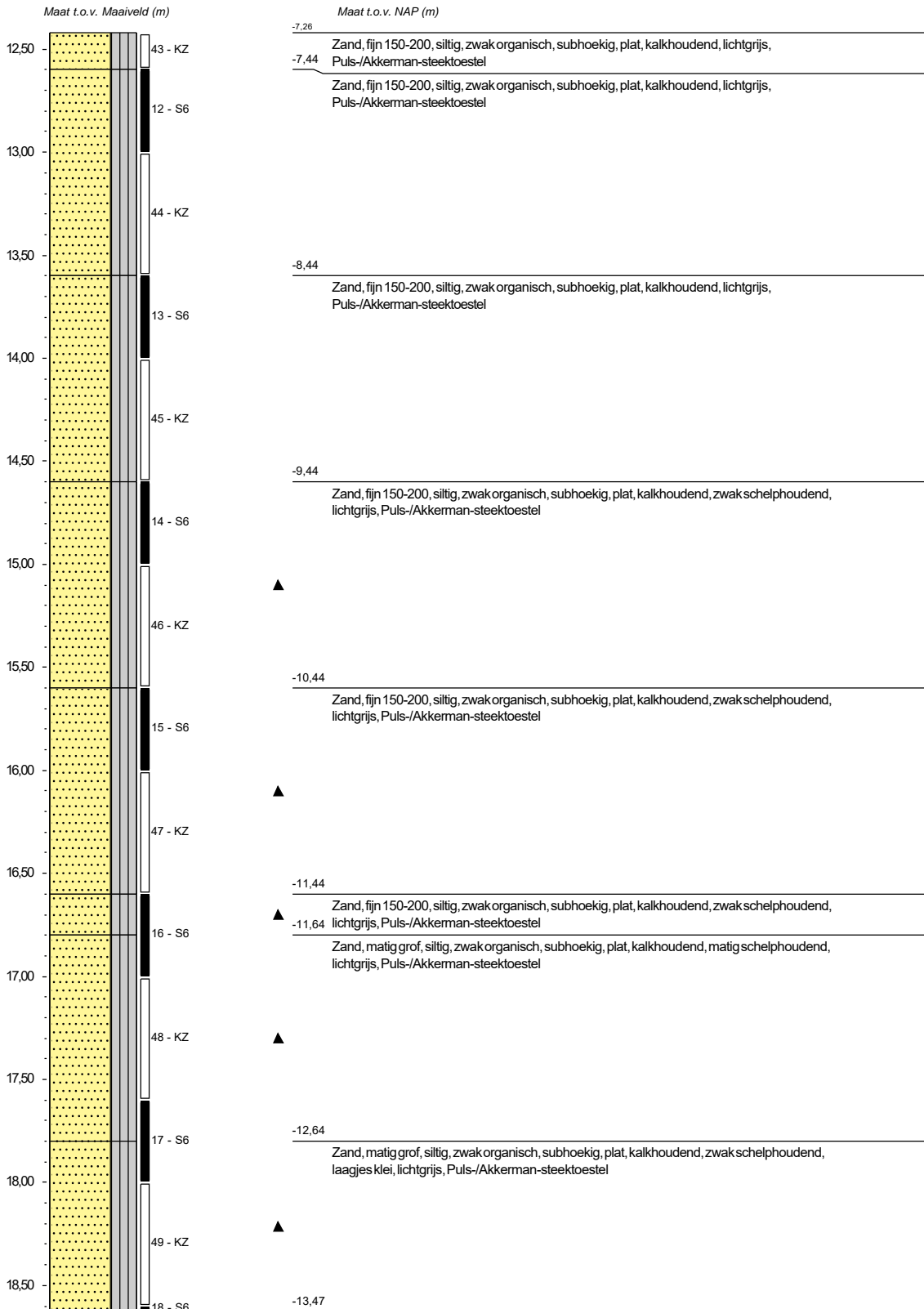
Maat t.o.v. NAP (m)	Soil Description
-1,05	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-1,84	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-2,44	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-3,44	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,44	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,84	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, zwak kleihoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,44	Zand, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-6,44	Zand, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-7,26	



Boring: B007

Datum plaatsing: 15-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61238,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440796,79
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,157
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B007

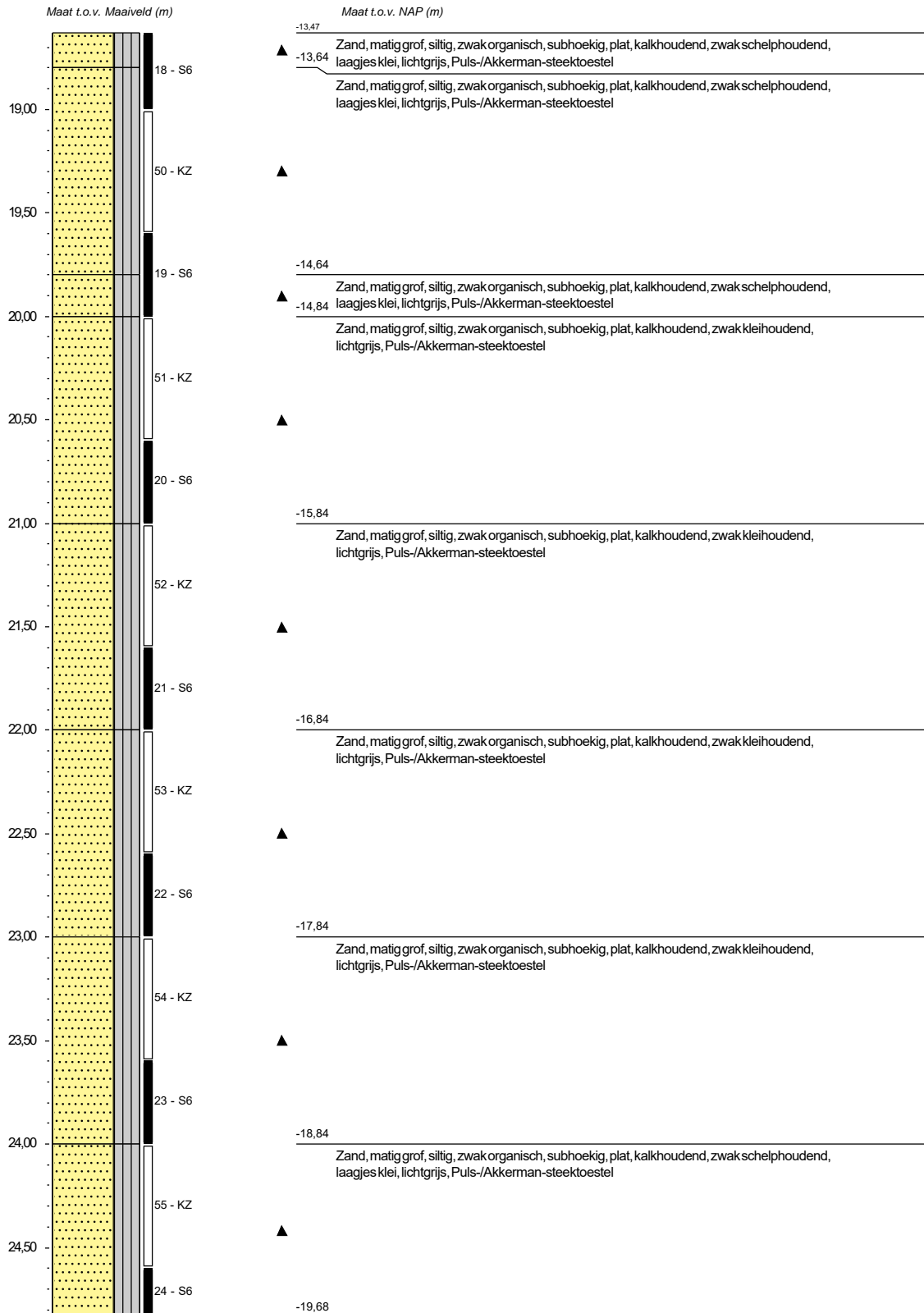
Datum plaatsing: 15-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61238,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440796,79
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,157
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

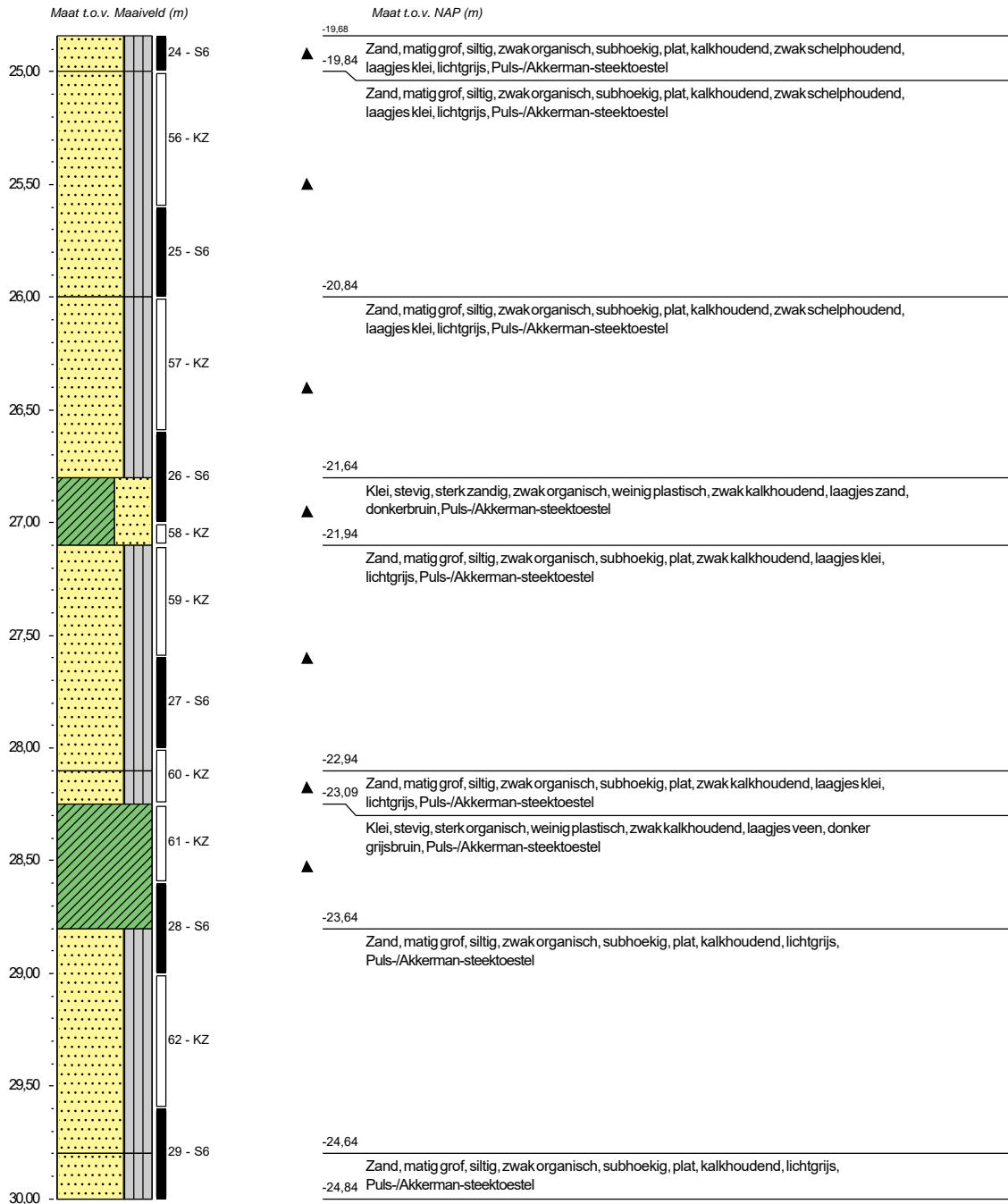




Boring: B007

Datum plaatsing: 15-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61238,87
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440796,79
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,157
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B008

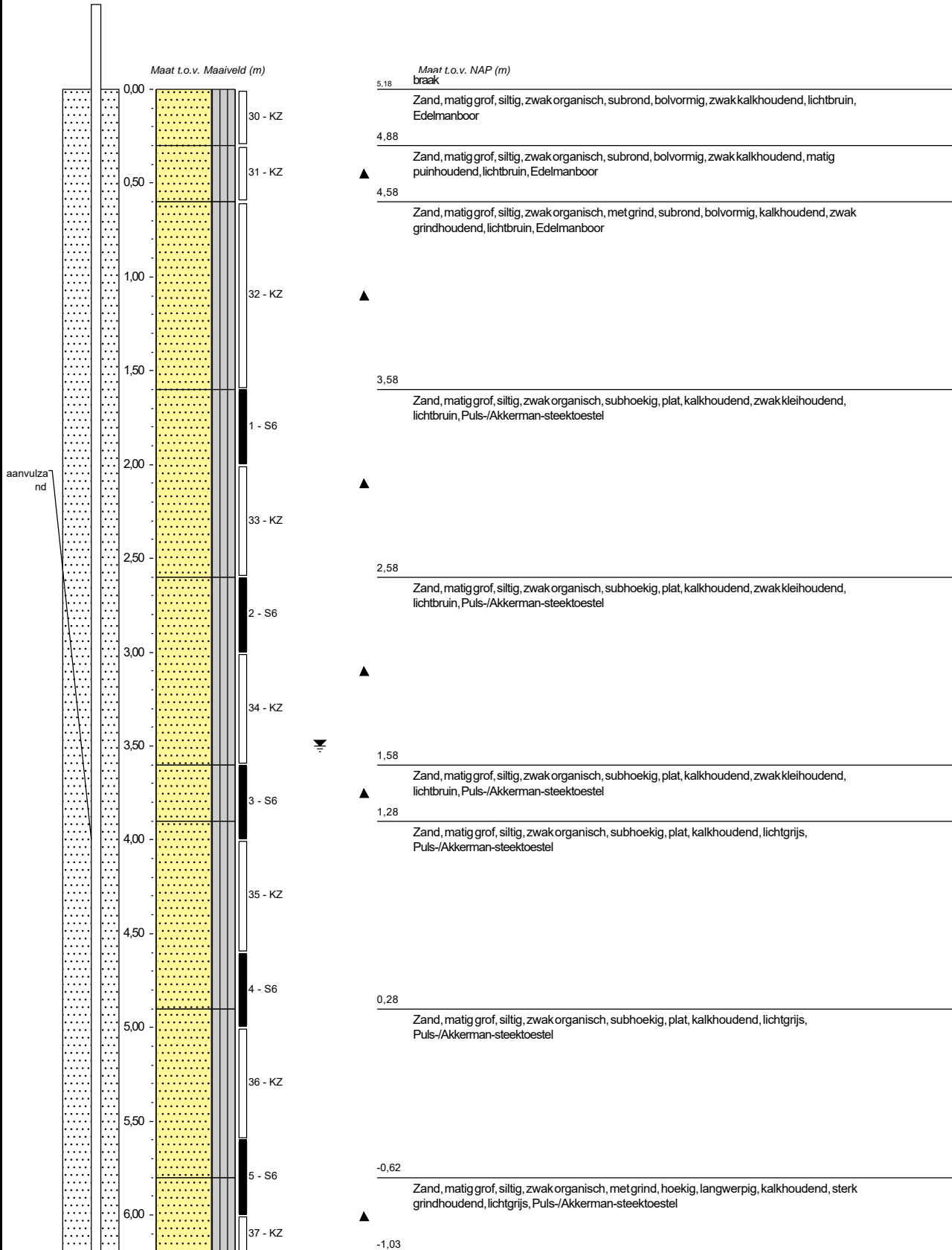
Datum plaatsing: 11-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61210,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440877,09
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,184
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





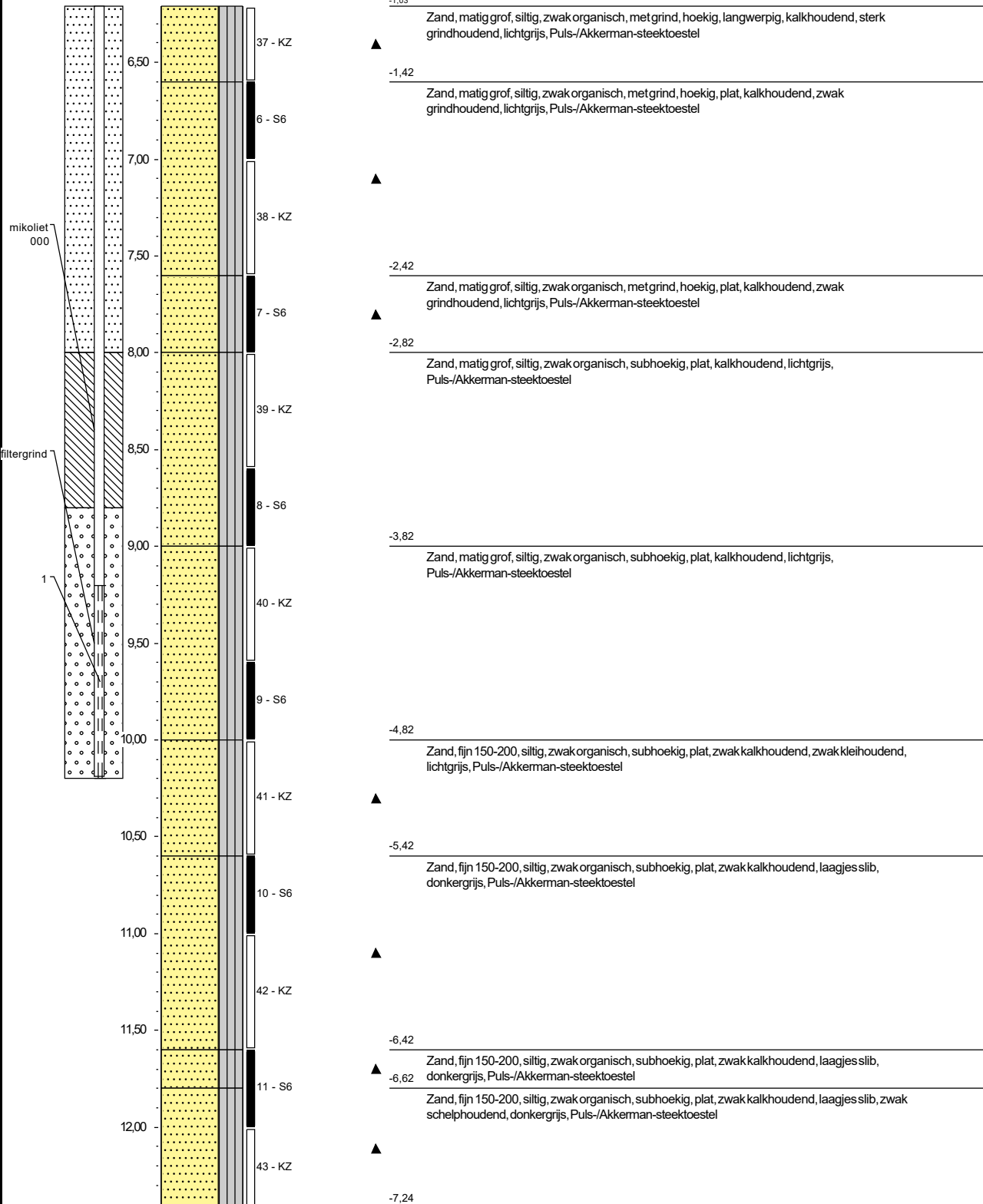
Boring: B008

Datum plaatsing: 11-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61210,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440877,09
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,184
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)



**Boring: B008**

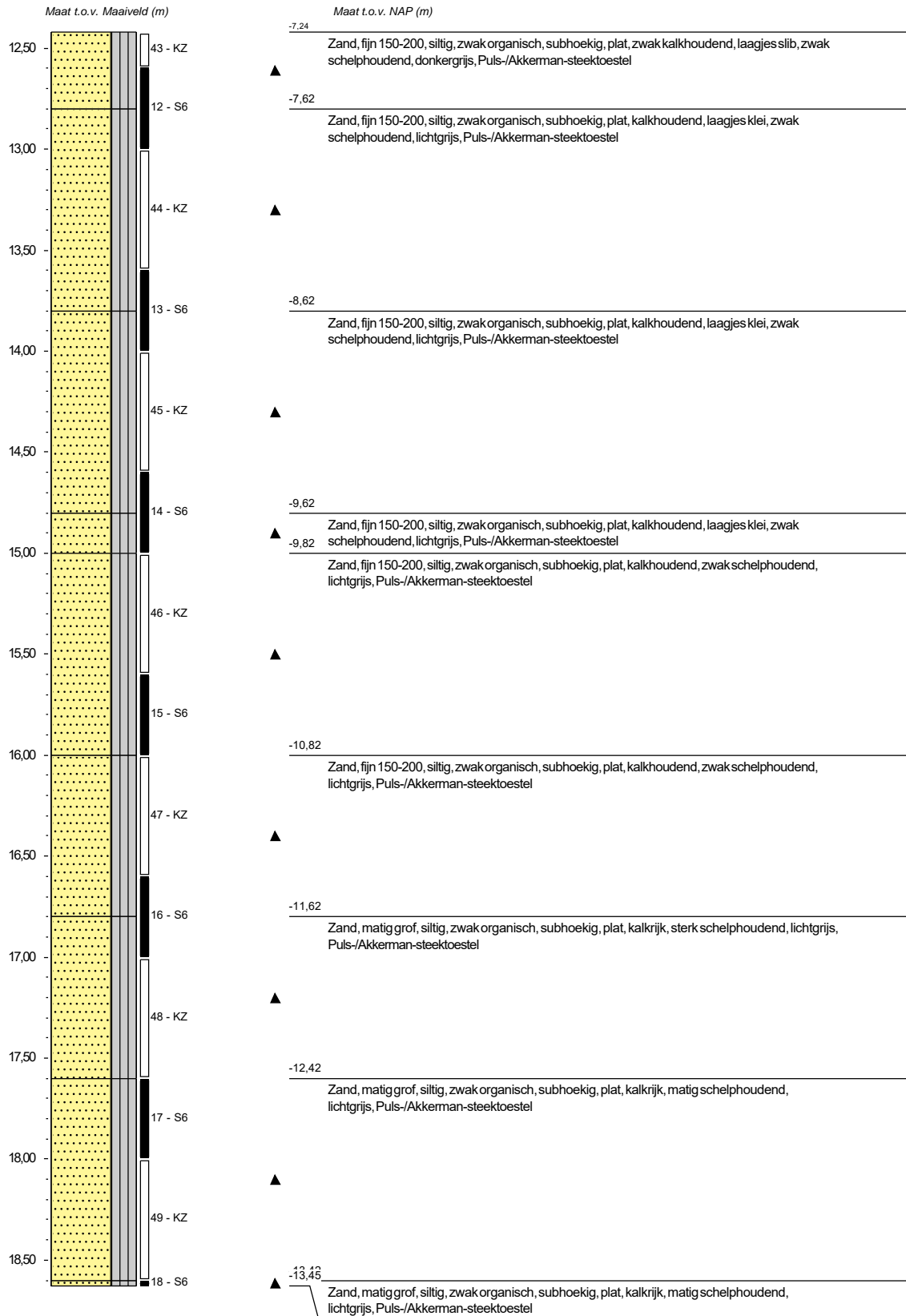
Datum plaatsing: 11-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61210,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440877,09
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,184
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

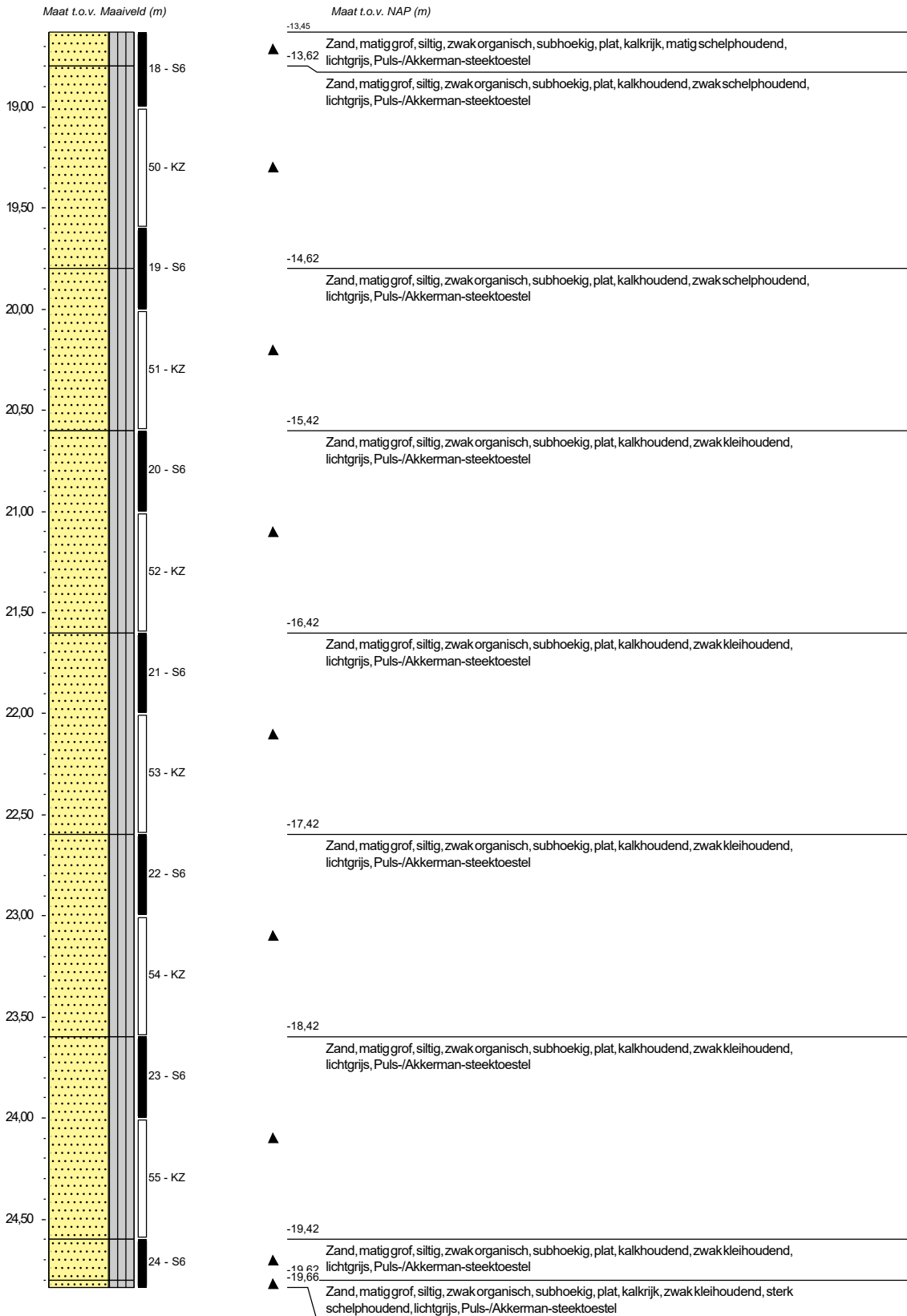




Boring: B008

Datum plaatsing: 11-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61210,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440877,09
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,184
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



Boring: B008

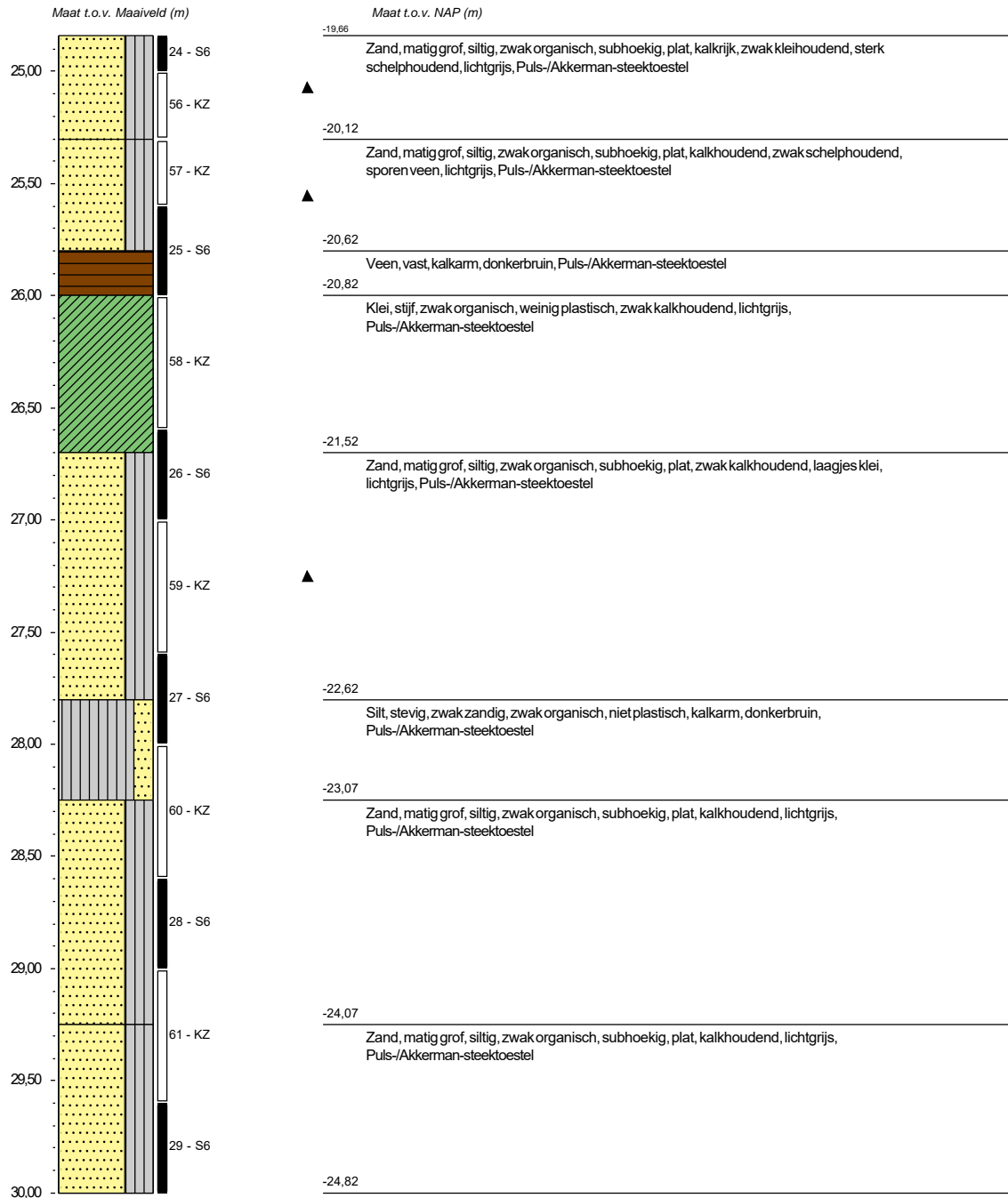
Datum plaatsing: 11-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61210,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440877,09
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,184
 GWS in cm t.o.v. mv: 350

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

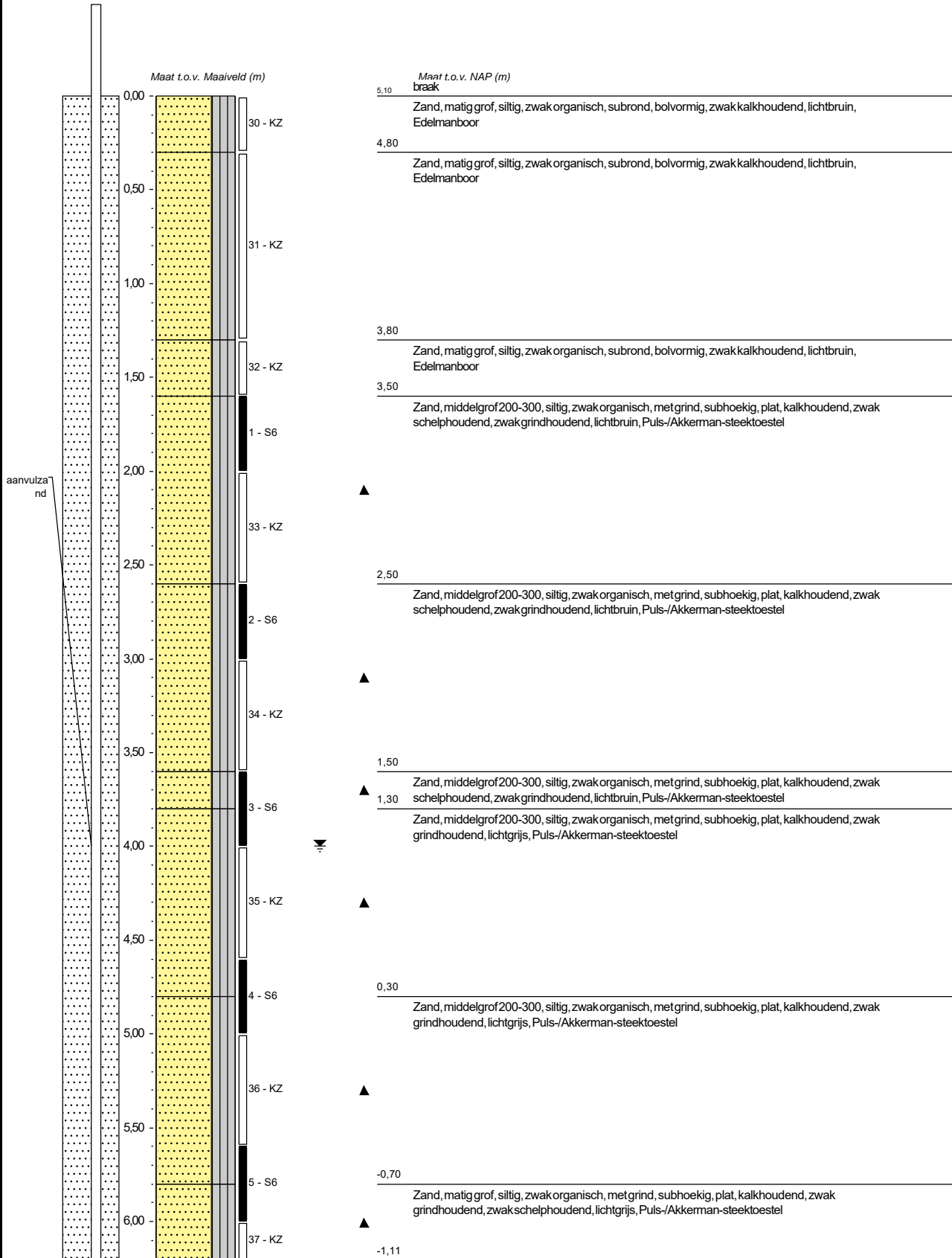




Boring: B009

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61169,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441335,08
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,101
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



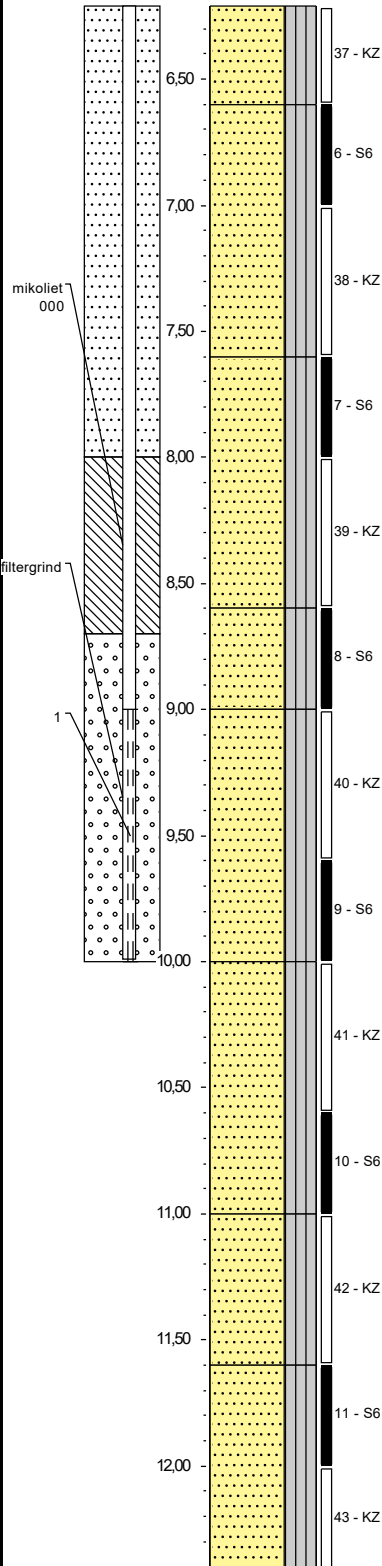


Boring: B009

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61169,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441335,08
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,101
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)



Maat t.o.v. NAP (m)

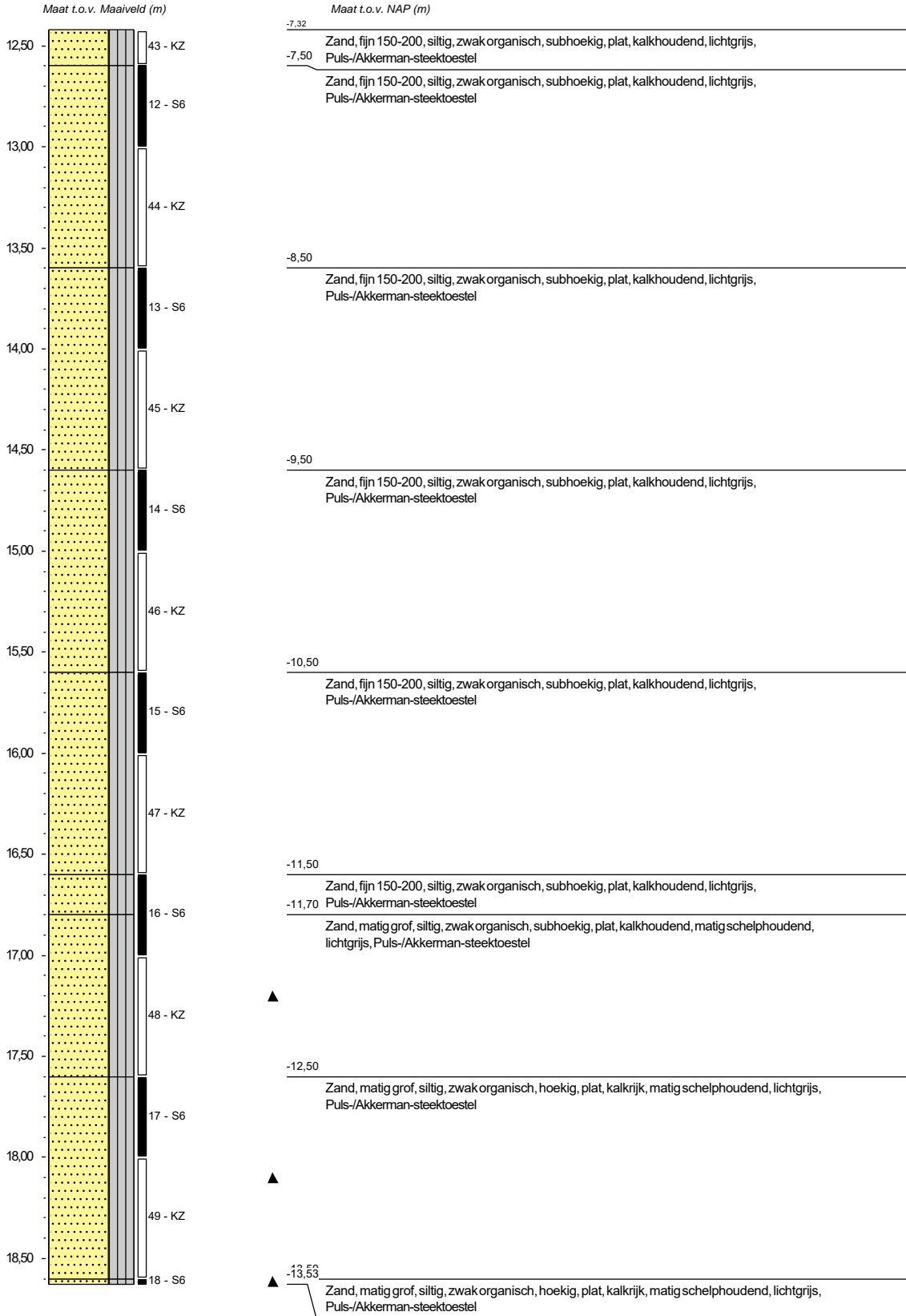
Maat t.o.v. NAP (m)	Soil Description
-1,11	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, metgrind, subhoekig, plat, kalkhoudend, zwak grindhoudend, zwak schelphoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-1,50	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-2,50	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-3,50	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, metgrind, subhoekig, plat, kalkhoudend, zwak grindhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-3,90	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,90	Zand, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, zwak kleihoudend, zwak houthoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,90	Zand, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, zwak kleihoudend, zwak houthoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-6,50	Zand, fijn 150-200, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel



Boring: B009

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61169,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441335,08
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,101
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

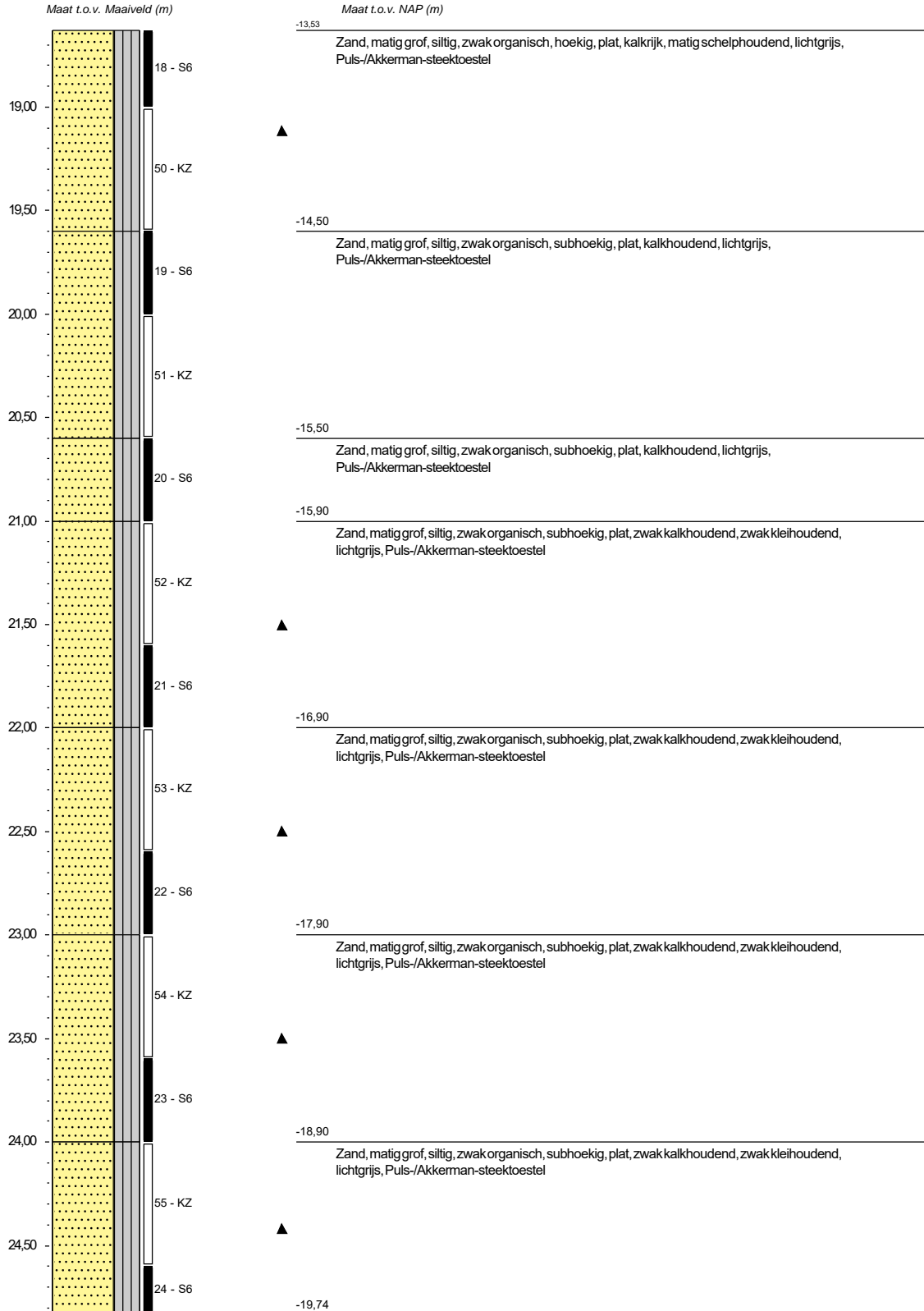




Boring: B009

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61169,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441335,08
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,101
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

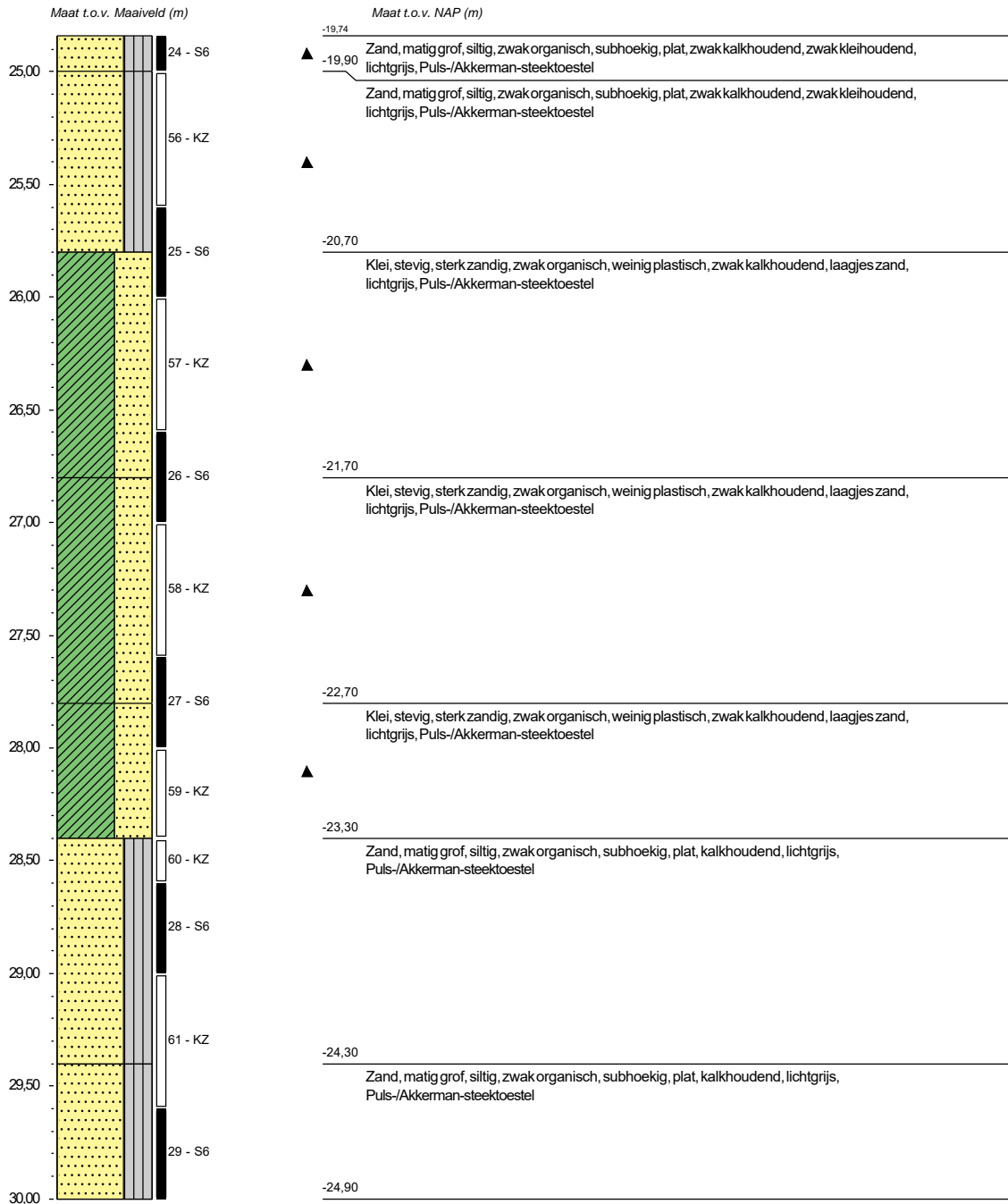




Boring: B009

Datum plaatsing: 17-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61169,46
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441335,08
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,101
 GWS in cm t.o.v. mv: 400

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B010

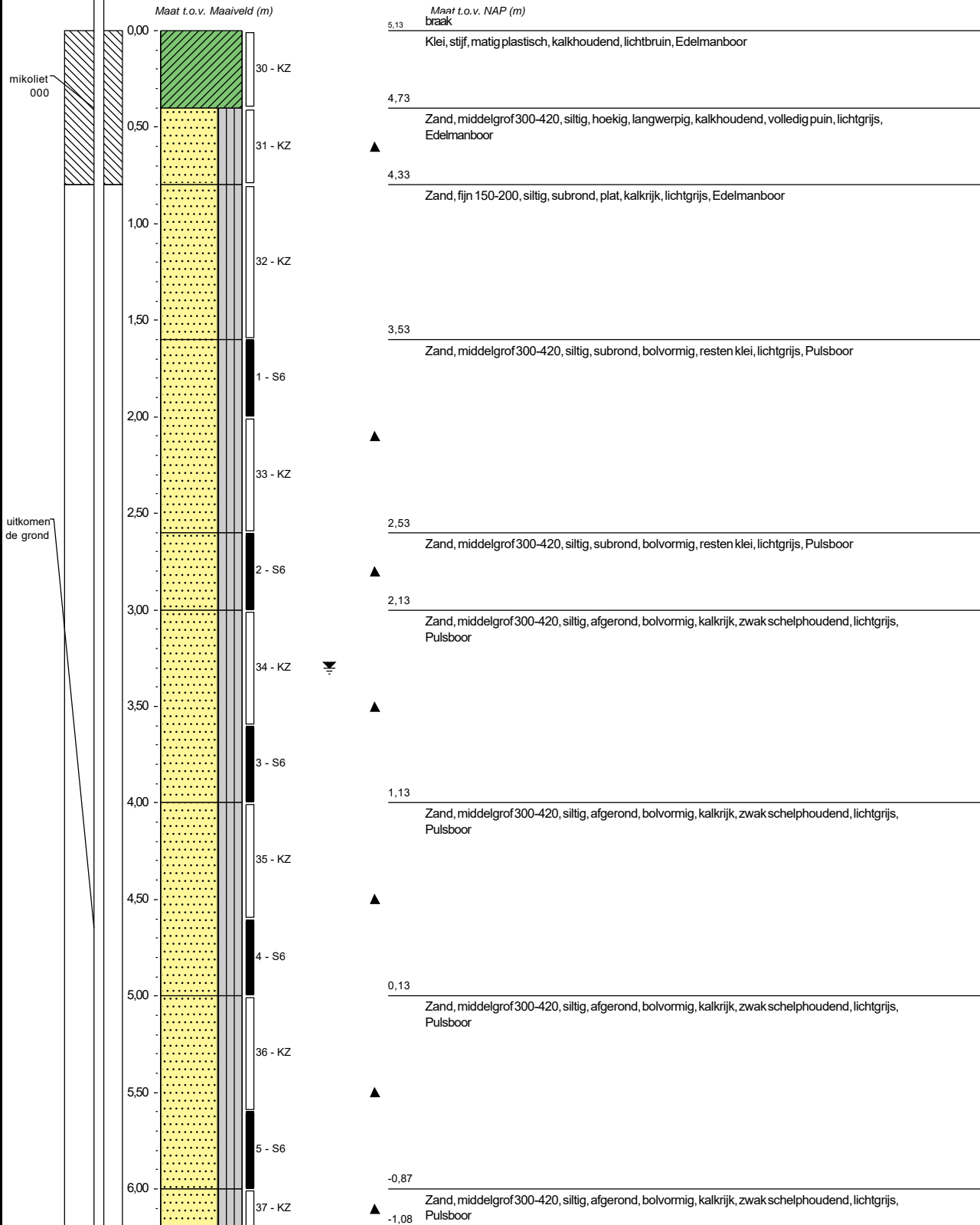
Datum plaatsing: 5-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61267,62
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441404,33
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,128
 GWS in cm t.o.v. mv: 330

Boormeester: Alex en Brian

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





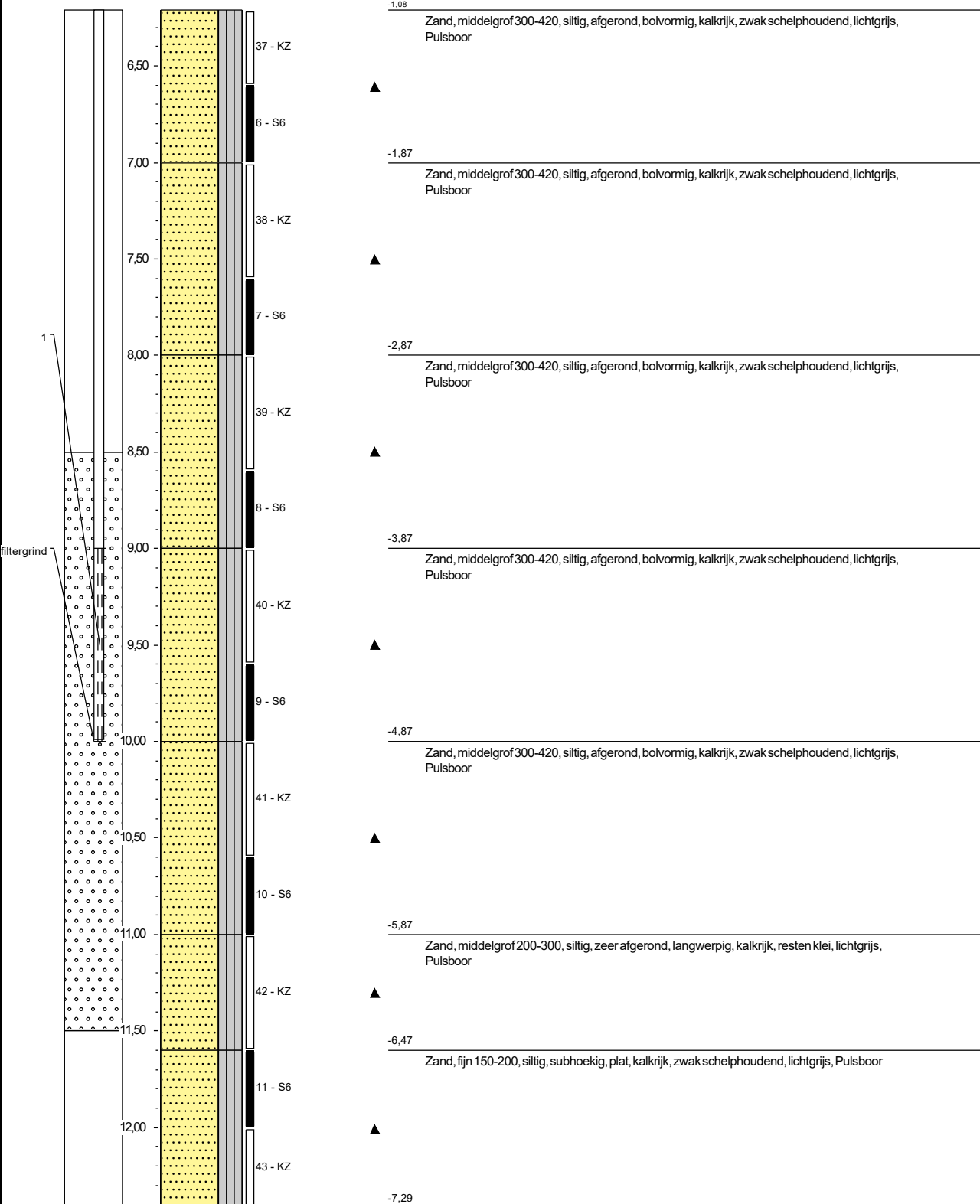
Boring: B010

Datum plaatsing: 5-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61267,62
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441404,33
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,128
 GWS in cm t.o.v. mv: 330

Boormeester: Alex en Brian
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)





Boring: B010

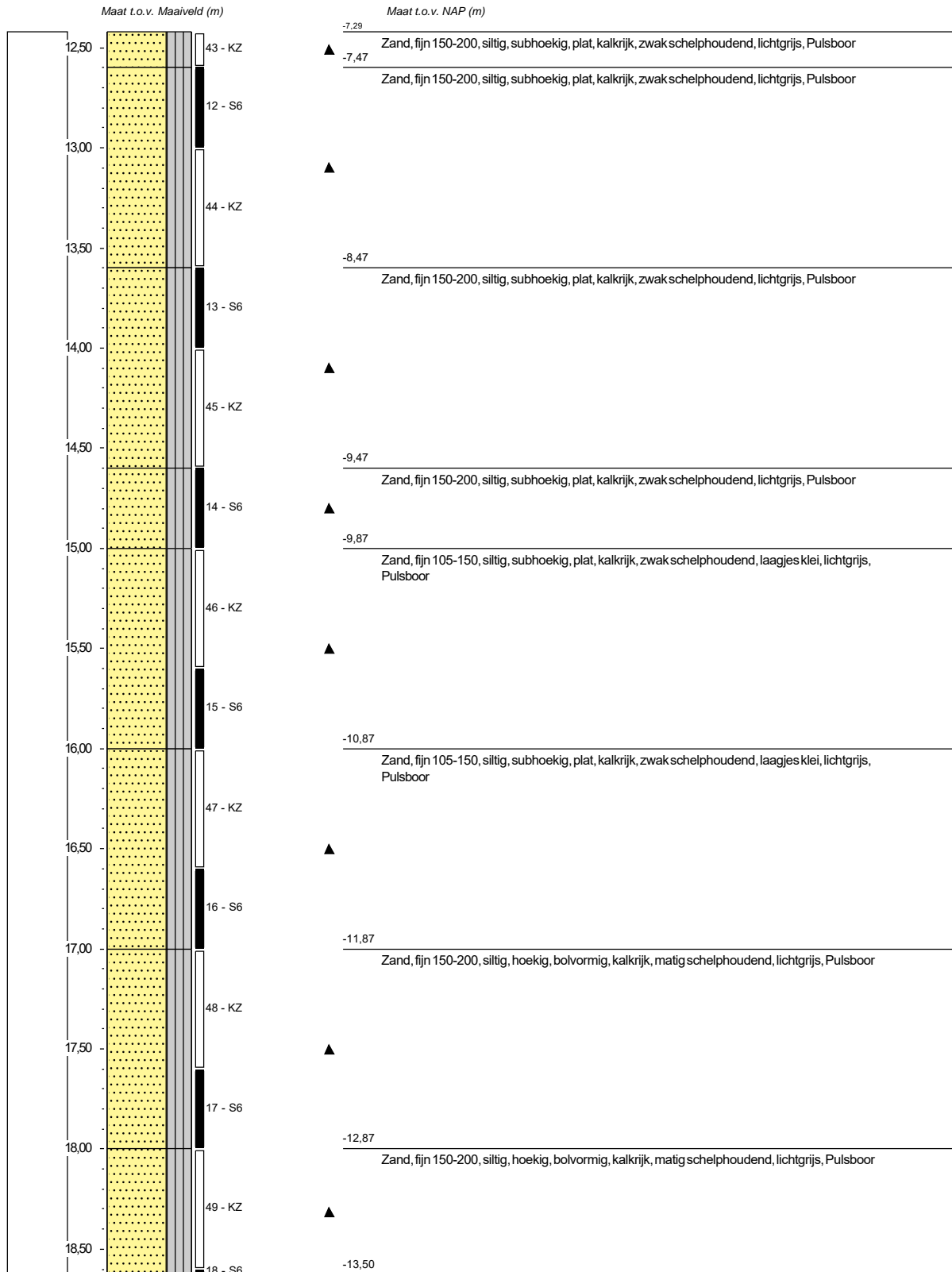
Datum plaatsing: 5-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61267,62
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441404,33
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,128
 GWS in cm t.o.v. mv: 330

Boormeester: Alex en Brian

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B010

Datum plaatsing: 5-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61267,62
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441404,33
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,128
 GWS in cm t.o.v. mv: 330

Boormeester: Alex en Brian

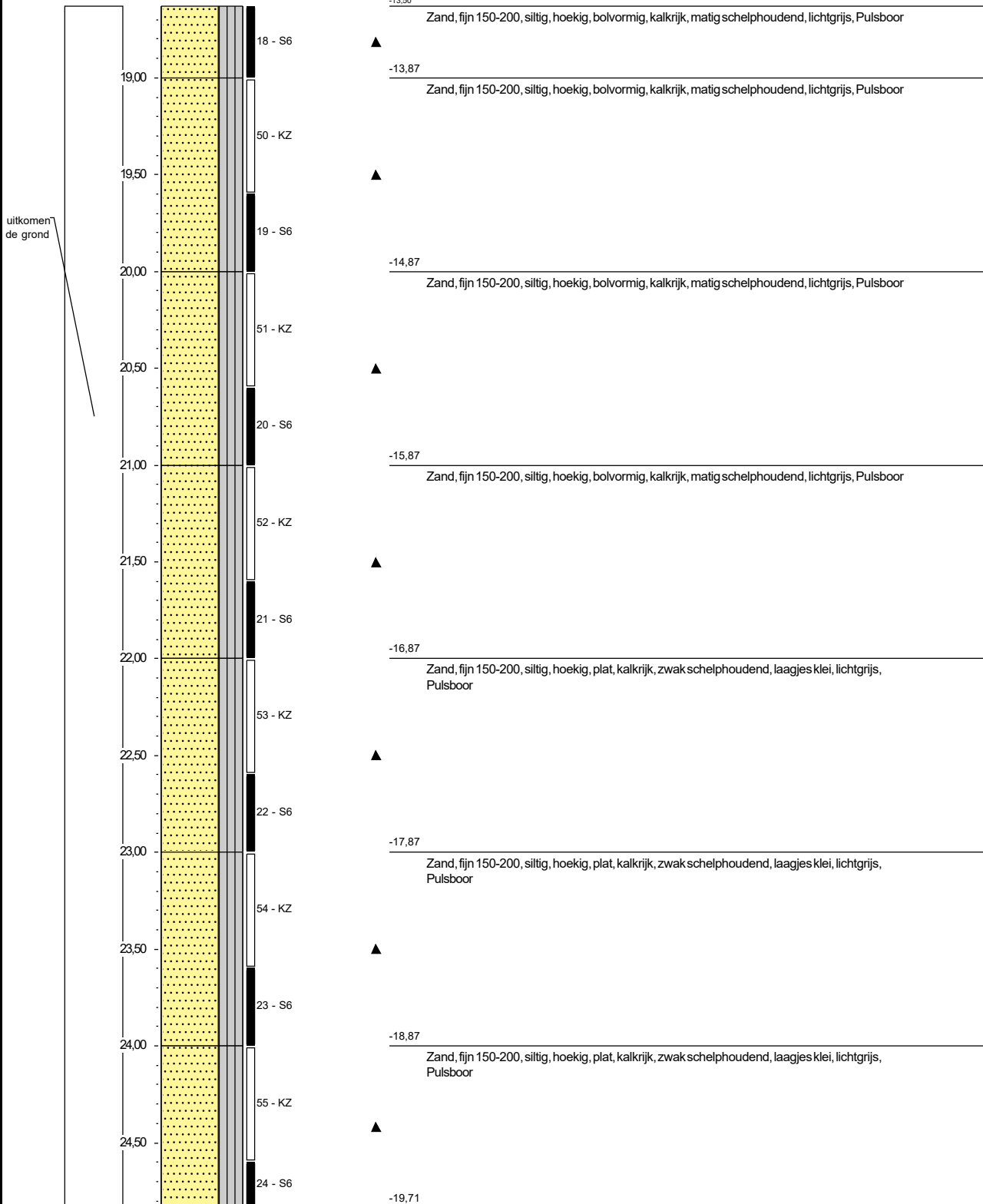
Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)





Boring: B010

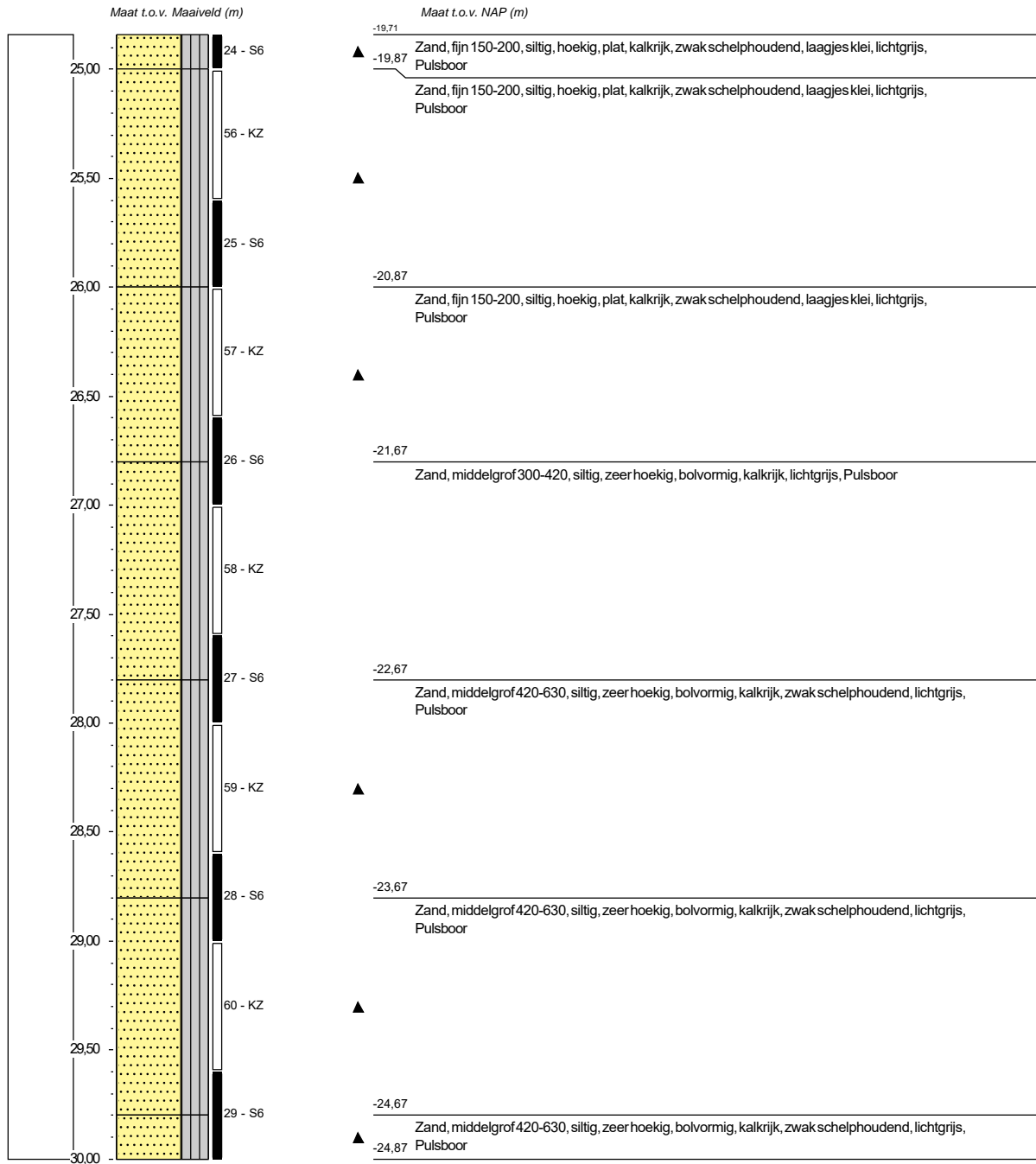
Datum plaatsing: 5-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61267,62
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441404,33
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,128
 GWS in cm t.o.v. mv: 330

Boormeester: Alex en Brian

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

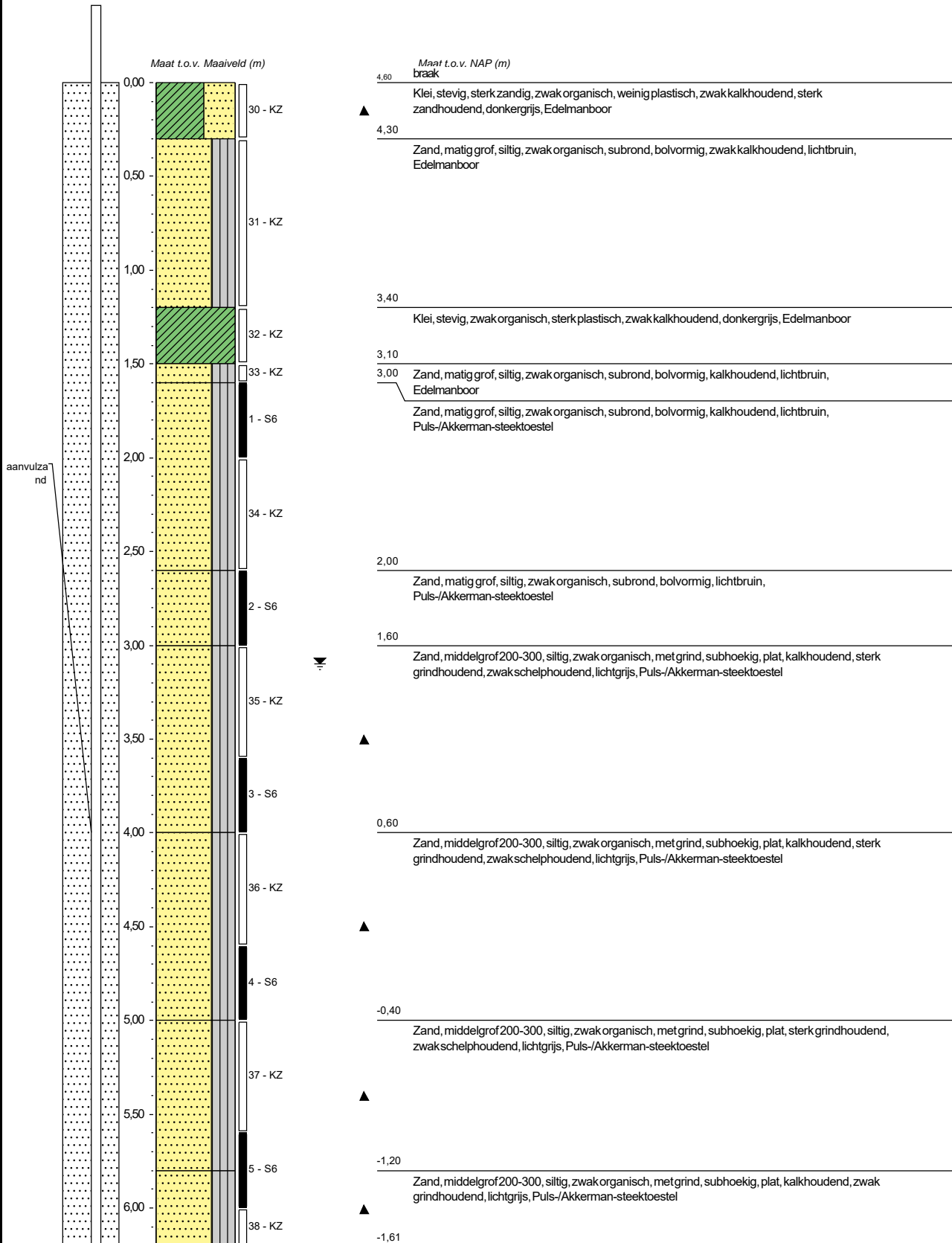




Boring: B011

Datum plaatsing: 8-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61303,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441418,25
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,599
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



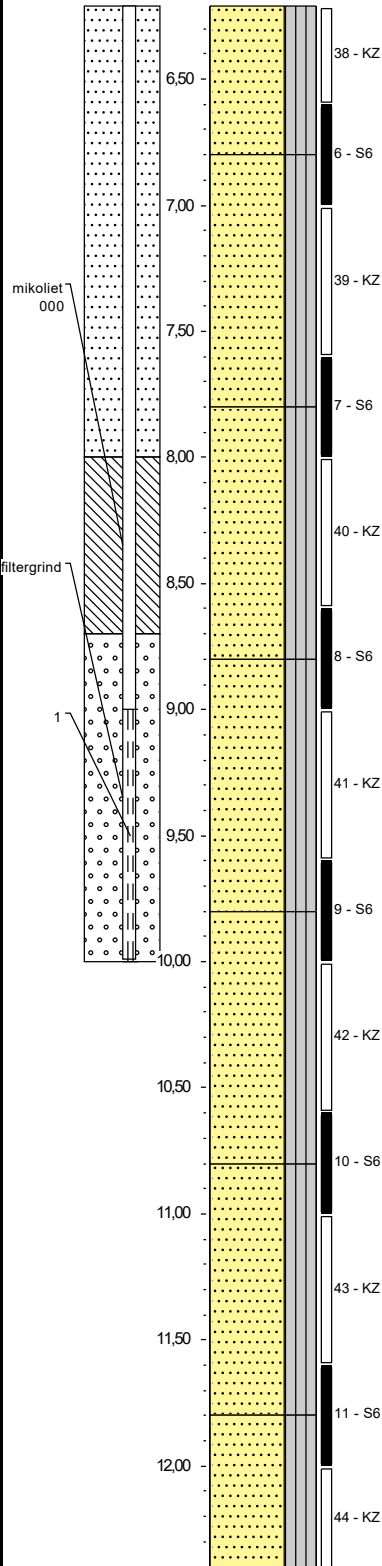


Boring: B011

Datum plaatsing: 8-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61303,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441418,25
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,599
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)



Maat t.o.v. NAP (m)

Maat t.o.v. NAP (m)	Soil Description
-1,61	Zand, middelgrof 200-300, siltig, zwak organisch, met grind, subhoekig, plat, kalkhoudend, zwak grindhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-2,20	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-3,20	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,20	Zand, matig grof, siltig, sterk organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,20	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-6,20	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, laagjes slib, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-7,20	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, laagjes slib, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel

**Boring: B011**

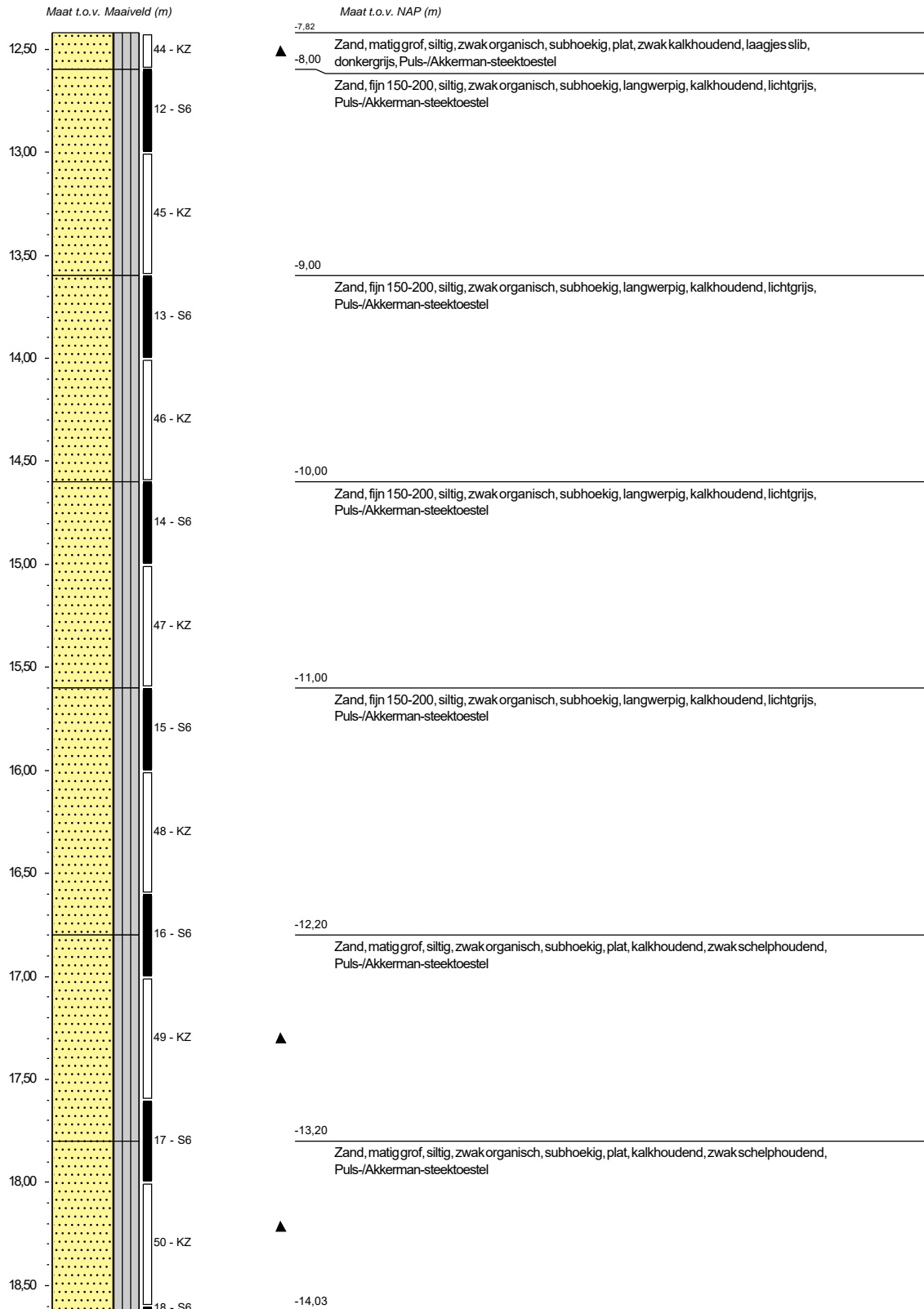
Datum plaatsing: 8-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61303,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441418,25
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,599
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

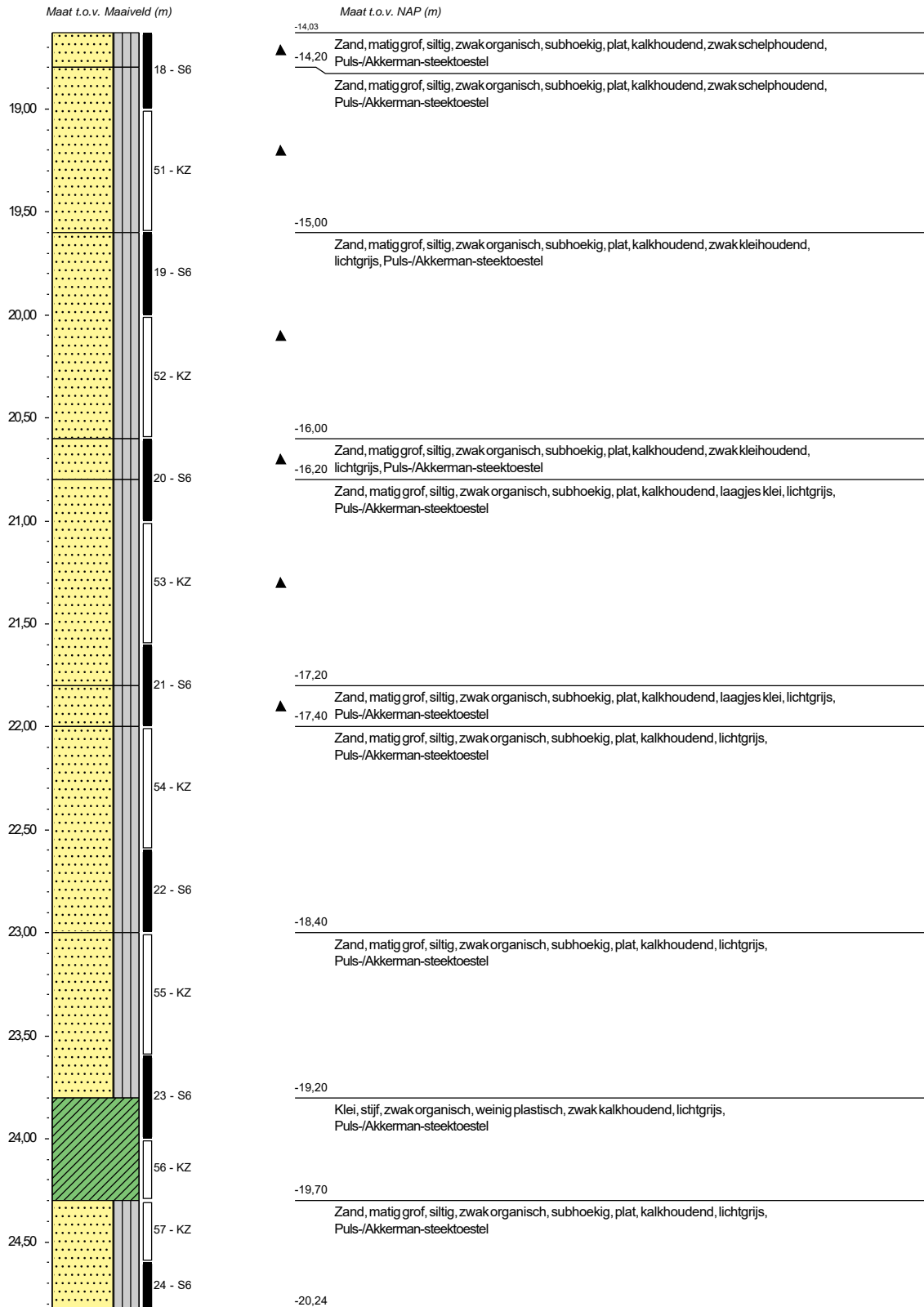
Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



**Boring: B011**

Datum plaatsing: 8-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61303,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441418,25
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,599
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Henk en Michel
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



**Boring: B011**

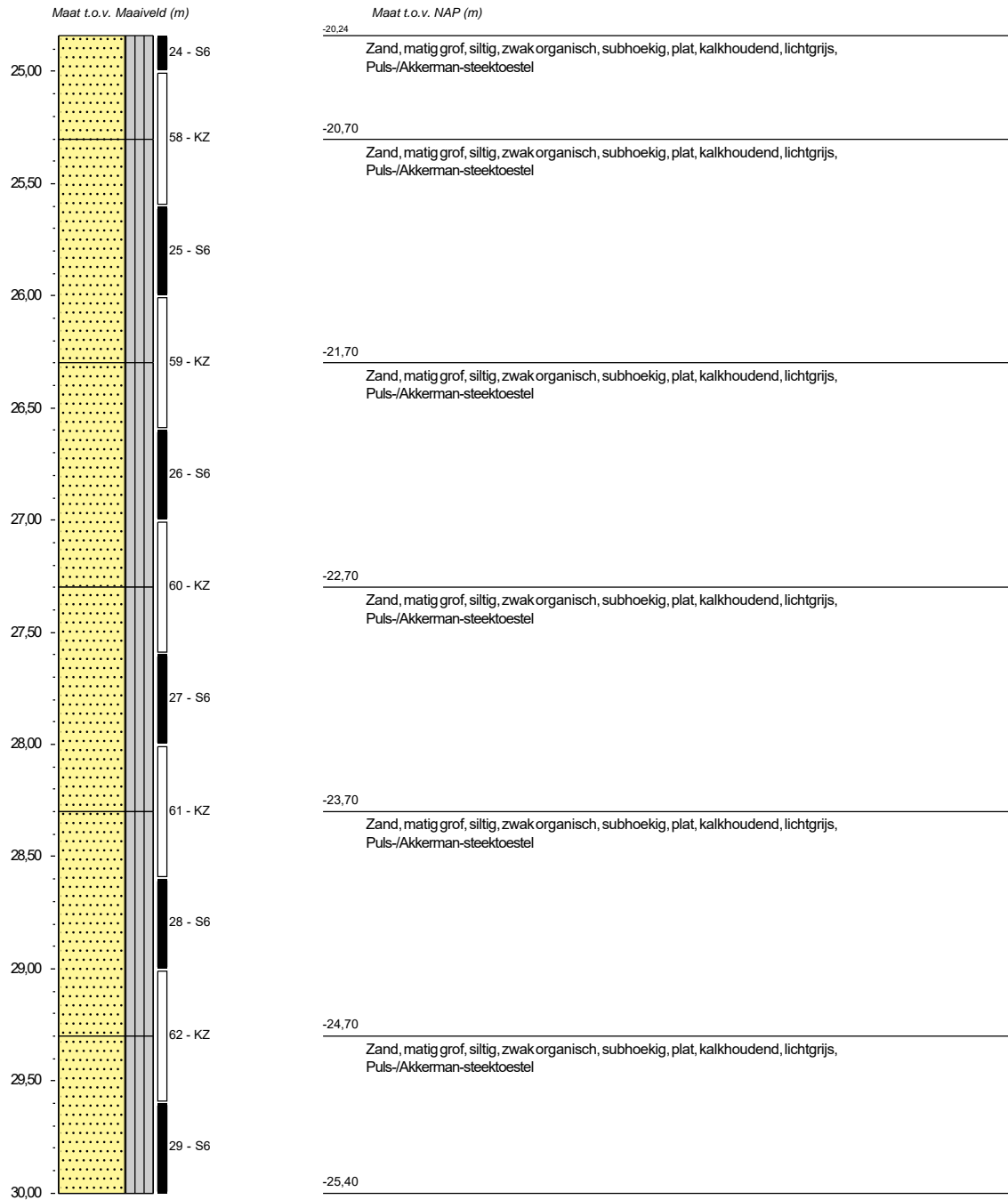
Datum plaatsing: 8-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61303,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441418,25
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 4,599
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Henk en Michel

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



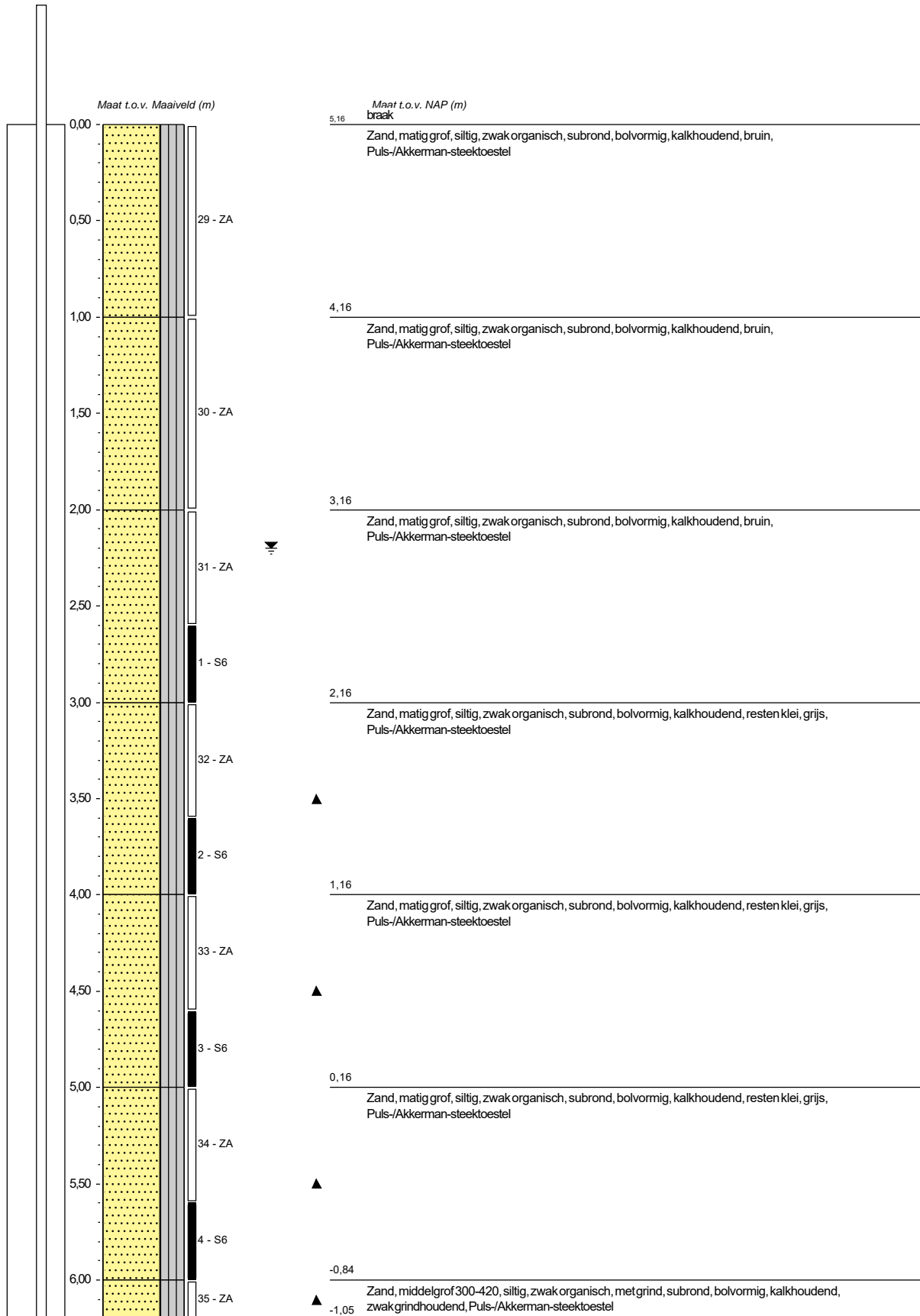


Boring: B014

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61110,93
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441274,16
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,162
 GWS in cm t.o.v. mv: 220

Boormeester: Alex en danny

Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





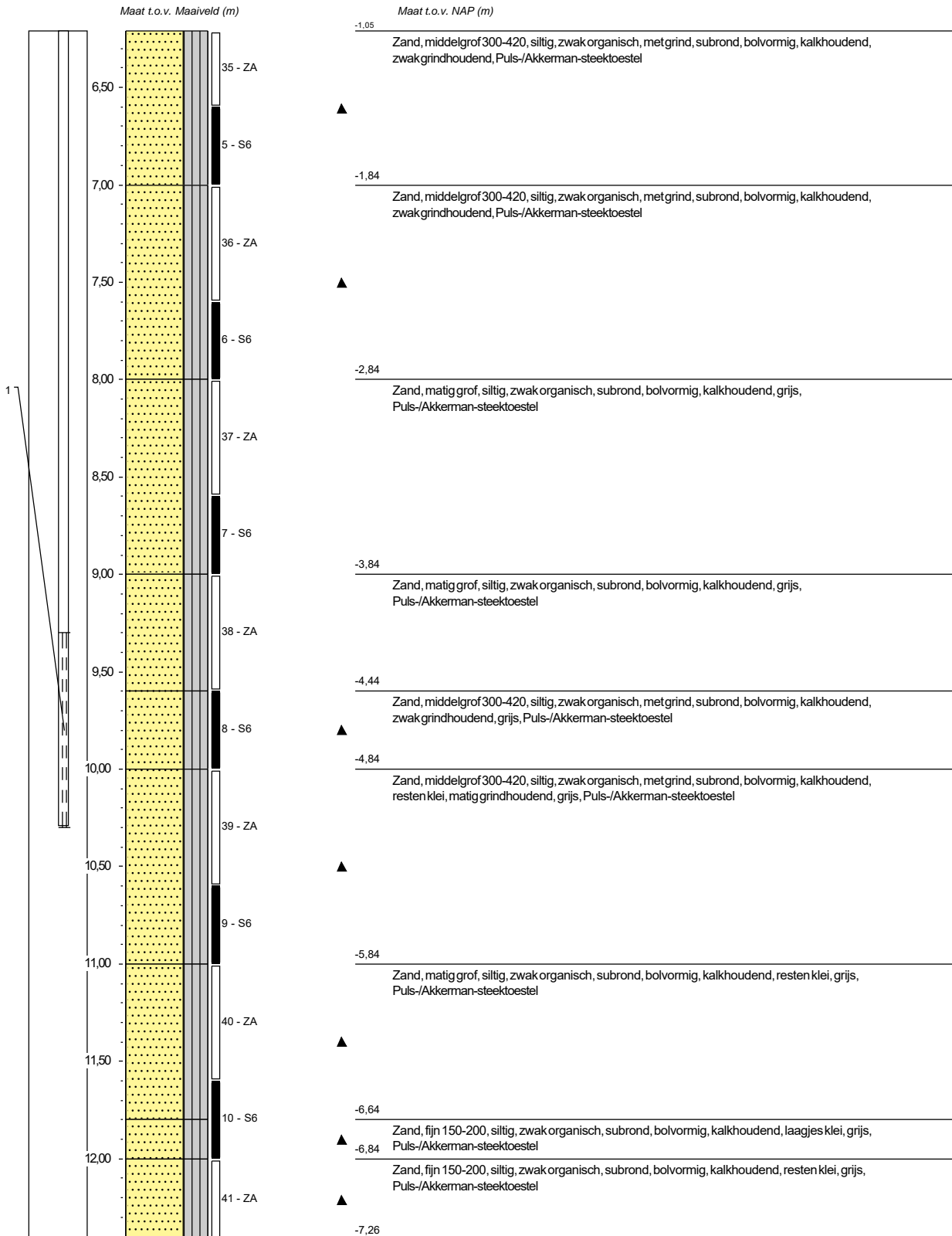
Boring: B014

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61110,93
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441274,16
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,162
 GWS in cm t.o.v. mv: 220

Boormeester: Alex en danny

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





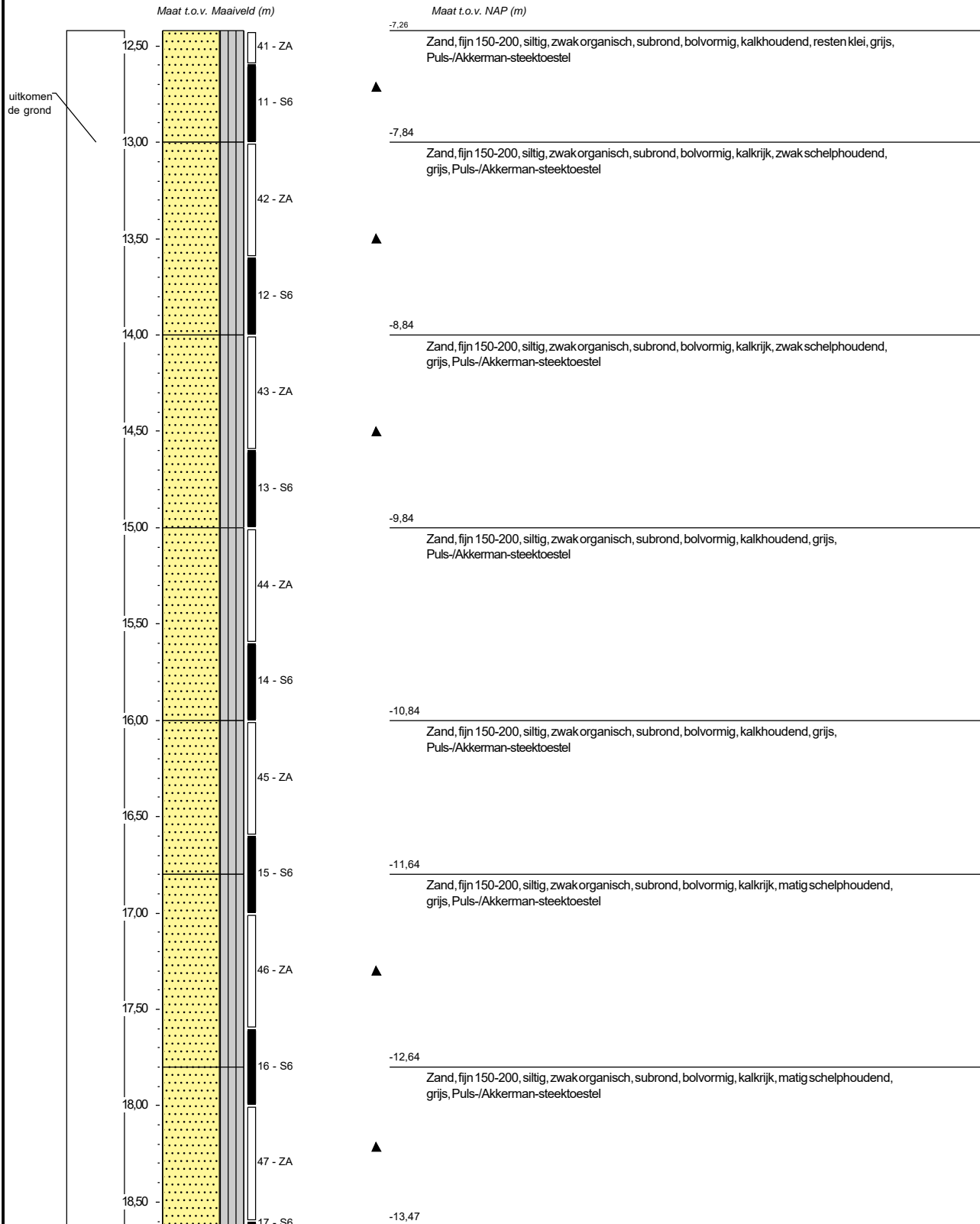
Boring: B014

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61110,93
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441274,16
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,162
 GWS in cm t.o.v. mv: 220

Boormeester: Alex en danny

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



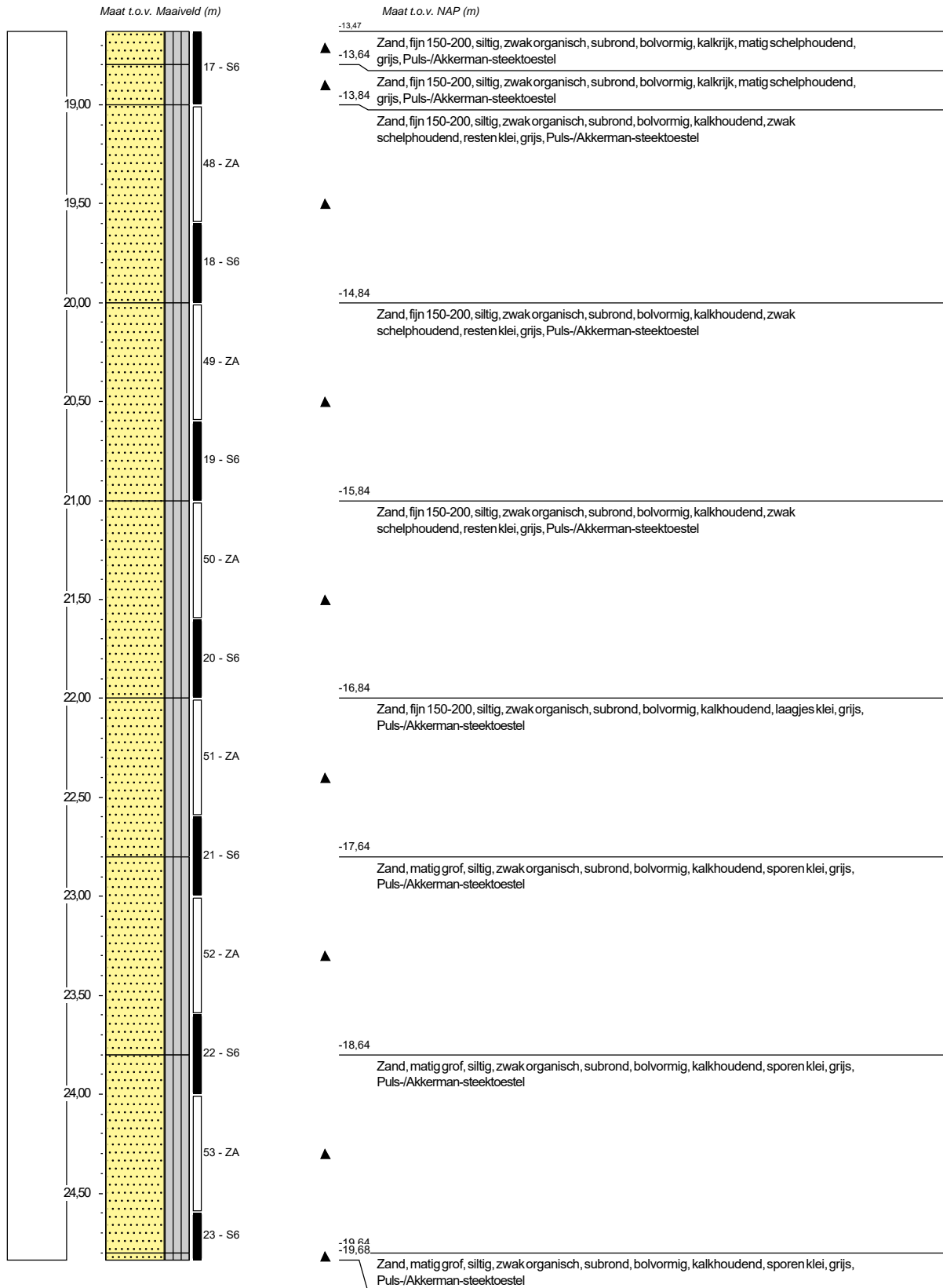
Boring: B014

Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61110,93
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441274,16
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,162
 GWS in cm t.o.v. mv: 220

Boormeester: Alex en danny

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B014

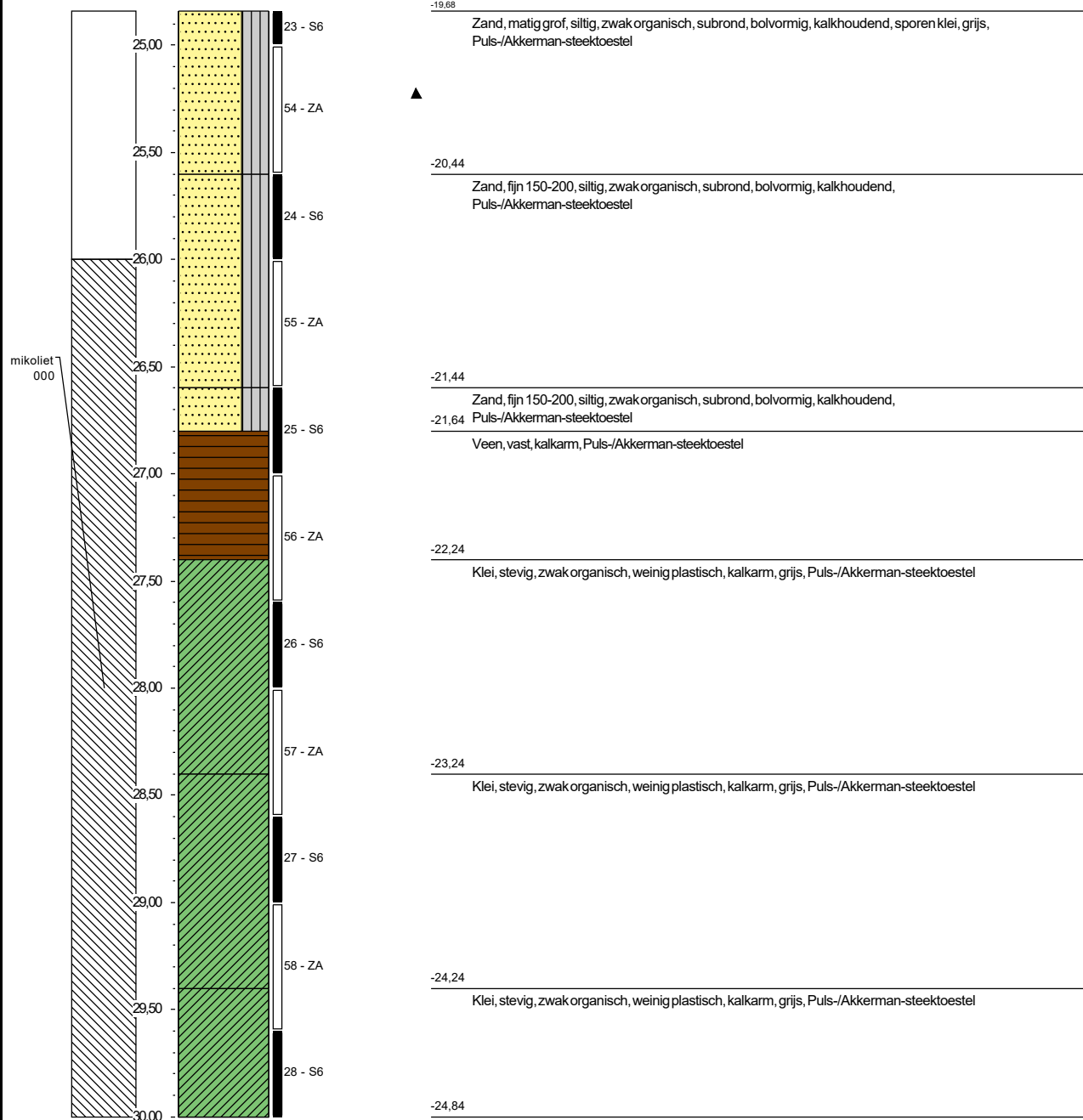
Datum plaatsing: 22-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 61110,93
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441274,16
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,162
 GWS in cm t.o.v. mv: 220

Boormeester: Alex en danny

Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

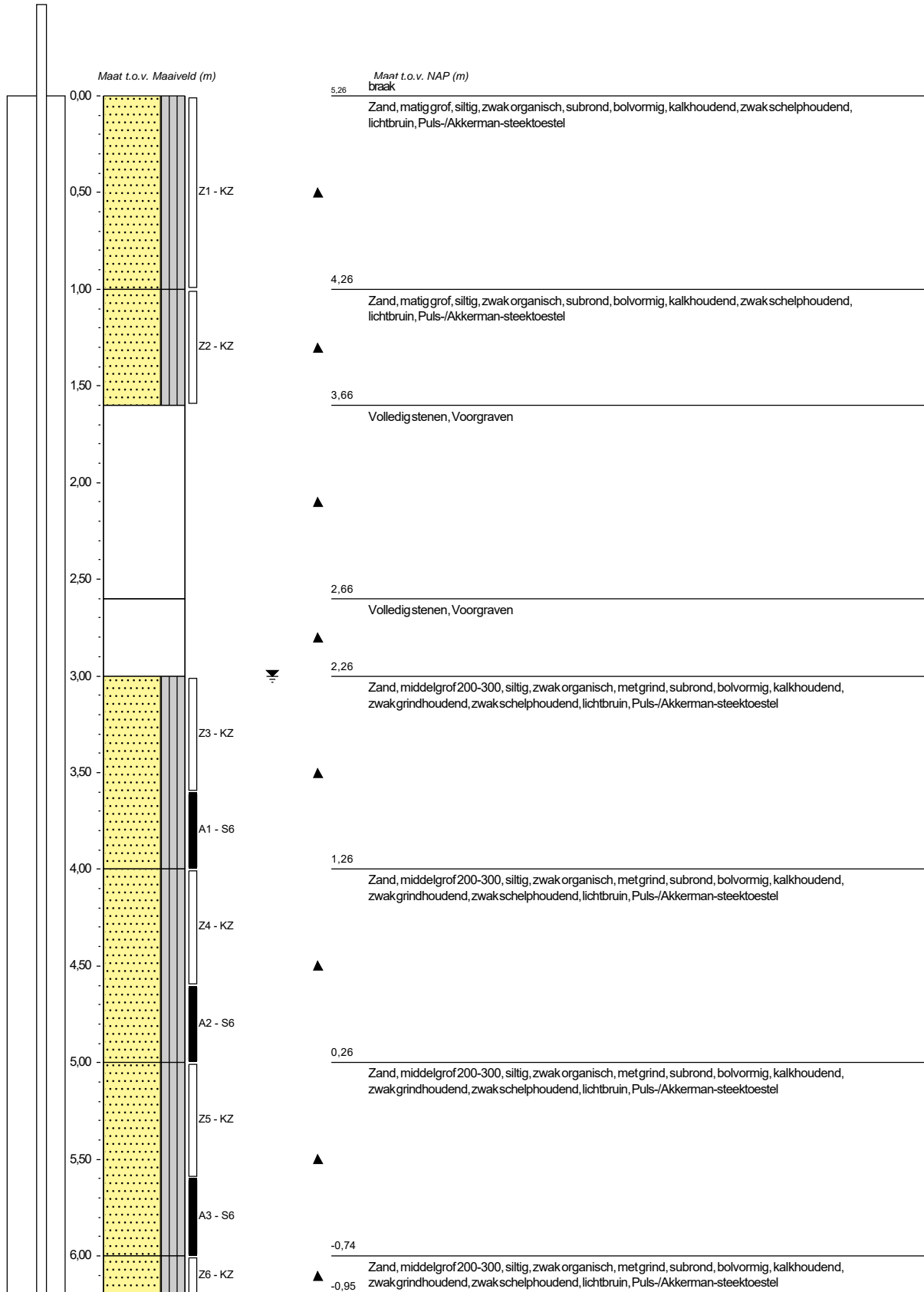




Boring: B015

Datum plaatsing: 28-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60874,27
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441265,42
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,263
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Henk & Pit
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





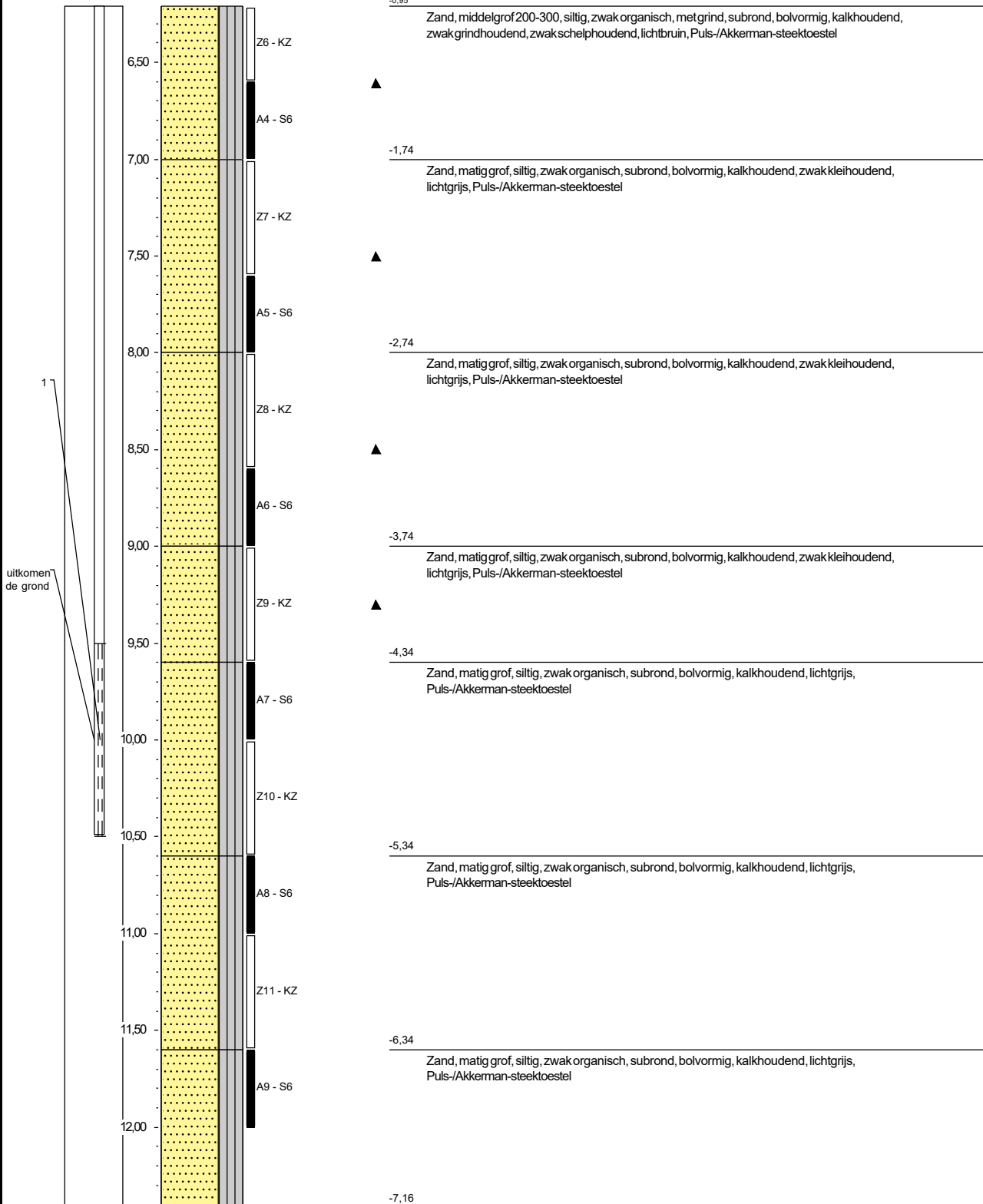
Boring: B015

Datum plaatsing: 28-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60874,27
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441265,42
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,263
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Henk & Pit
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)





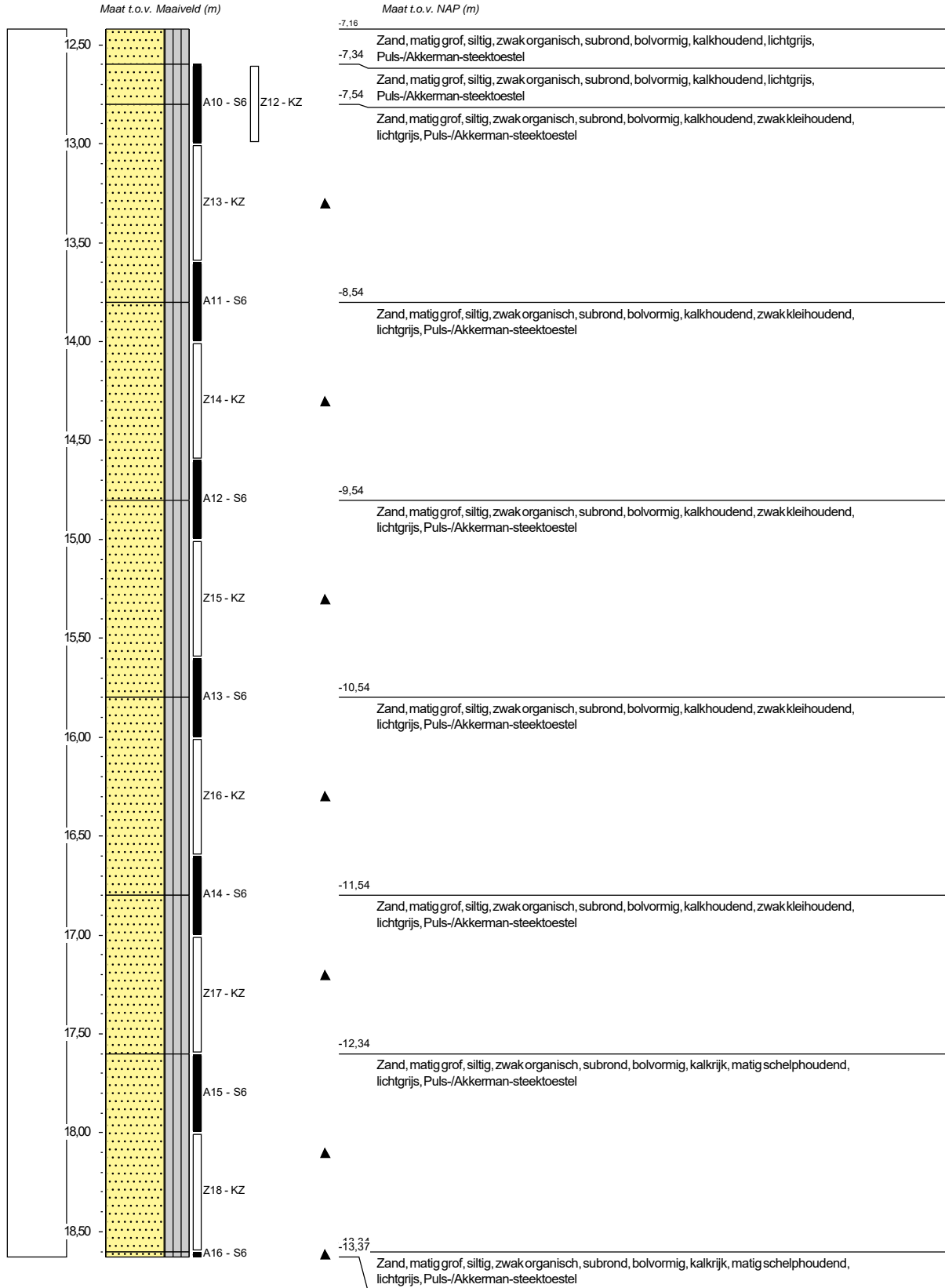
Boring: B015

Datum plaatsing: 28-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60874,27
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441265,42
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,263
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Henk & Pit

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





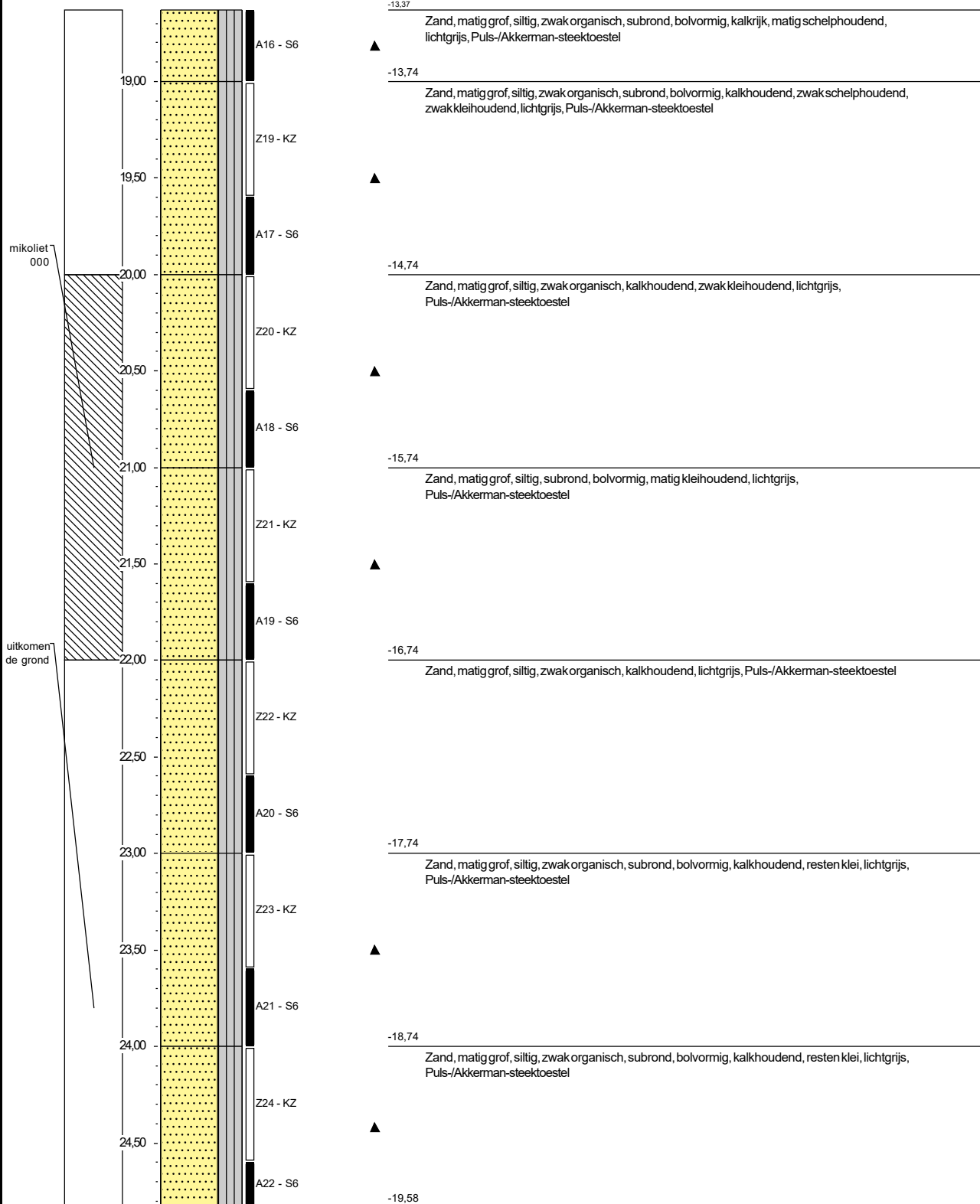
Boring: B015

Datum plaatsing: 28-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60874,27
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441265,42
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,263
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Henk & Pit
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)





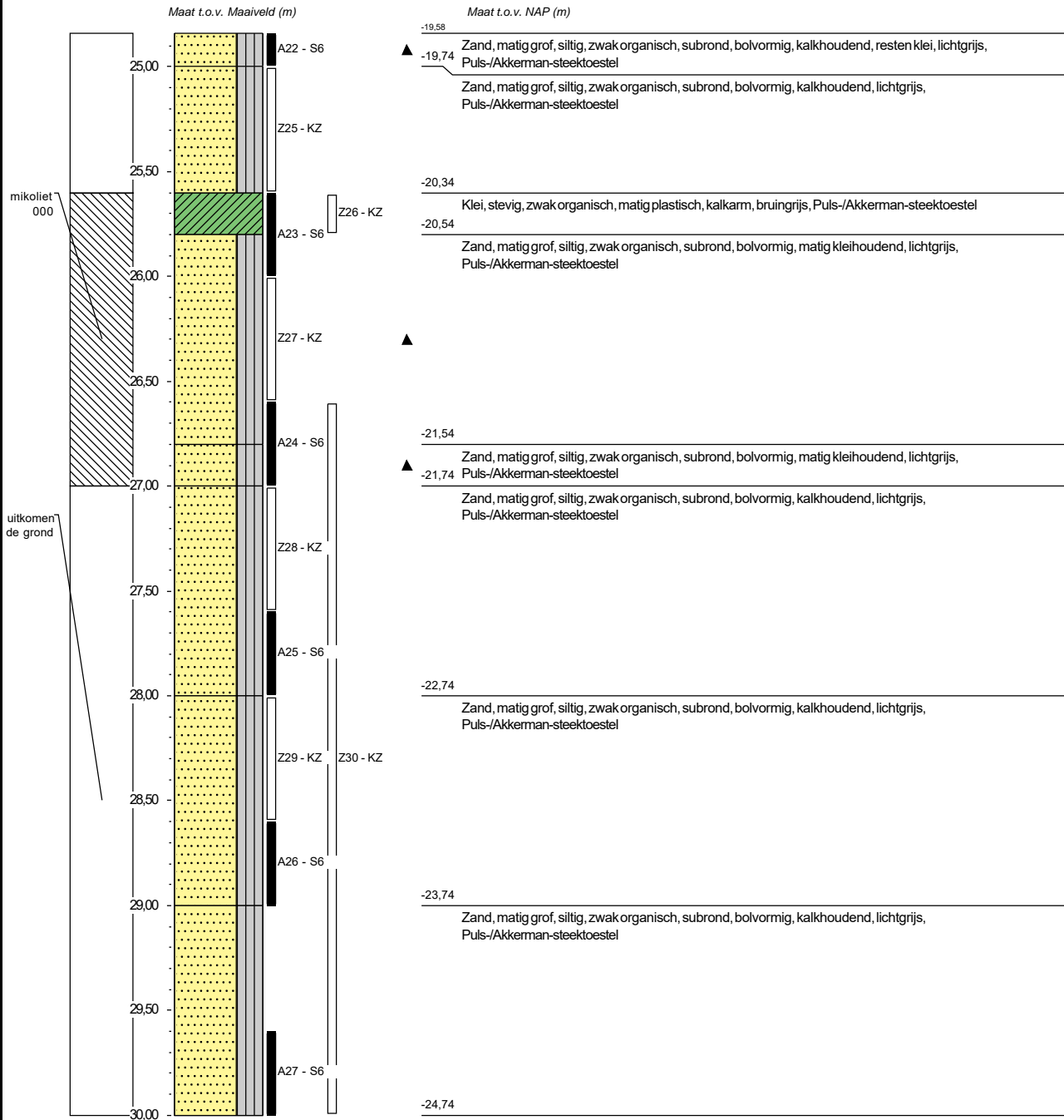
Boring: B015

Datum plaatsing: 28-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60874,27
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441265,42
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,263
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Henk & Pit

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B016

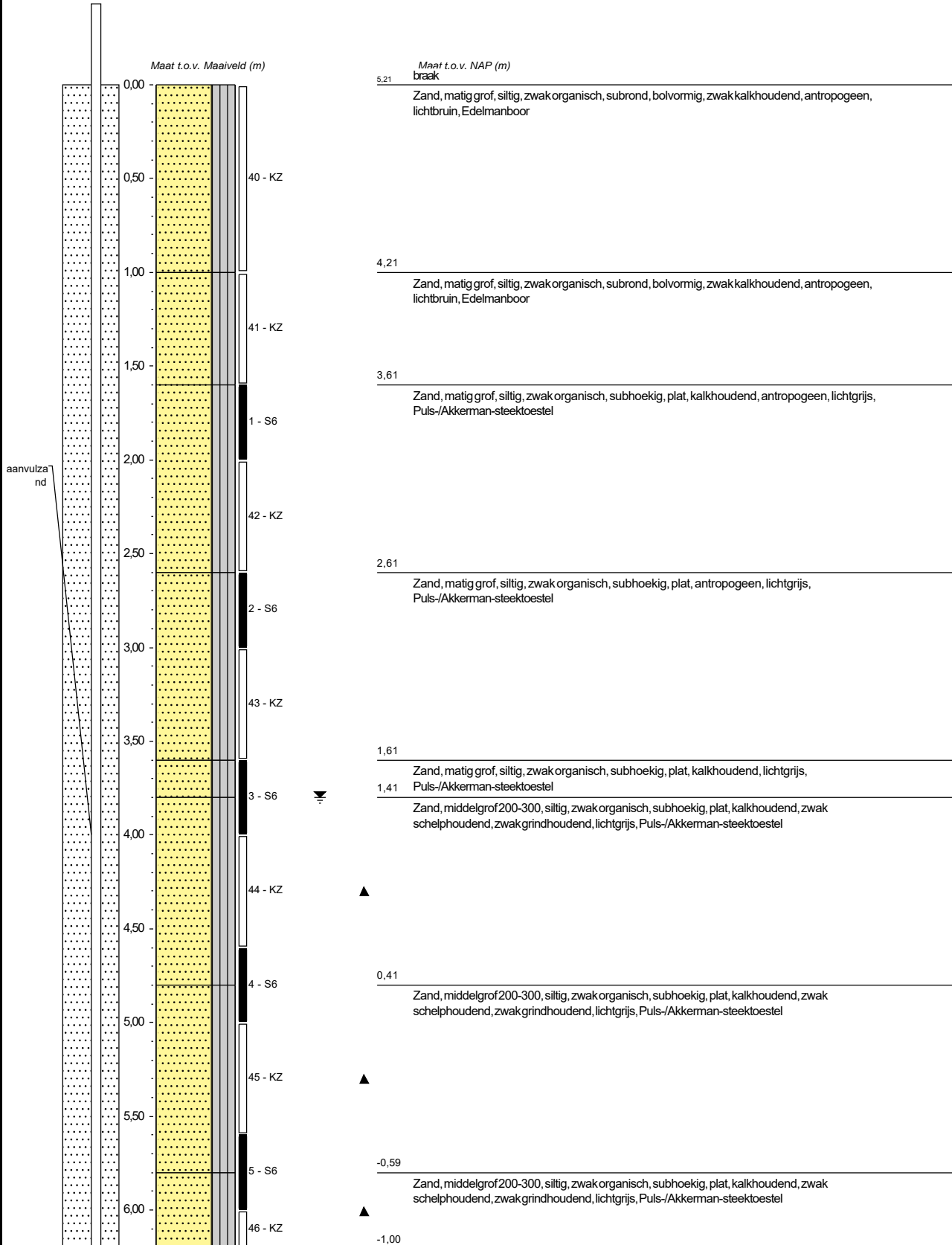
Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



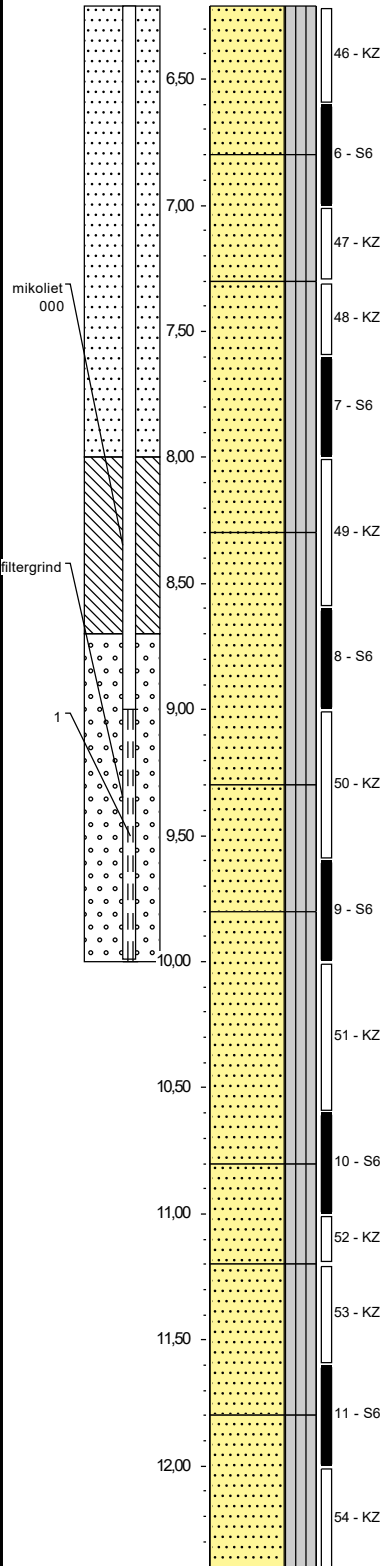


Boring: B016

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)



Maat t.o.v. NAP (m)

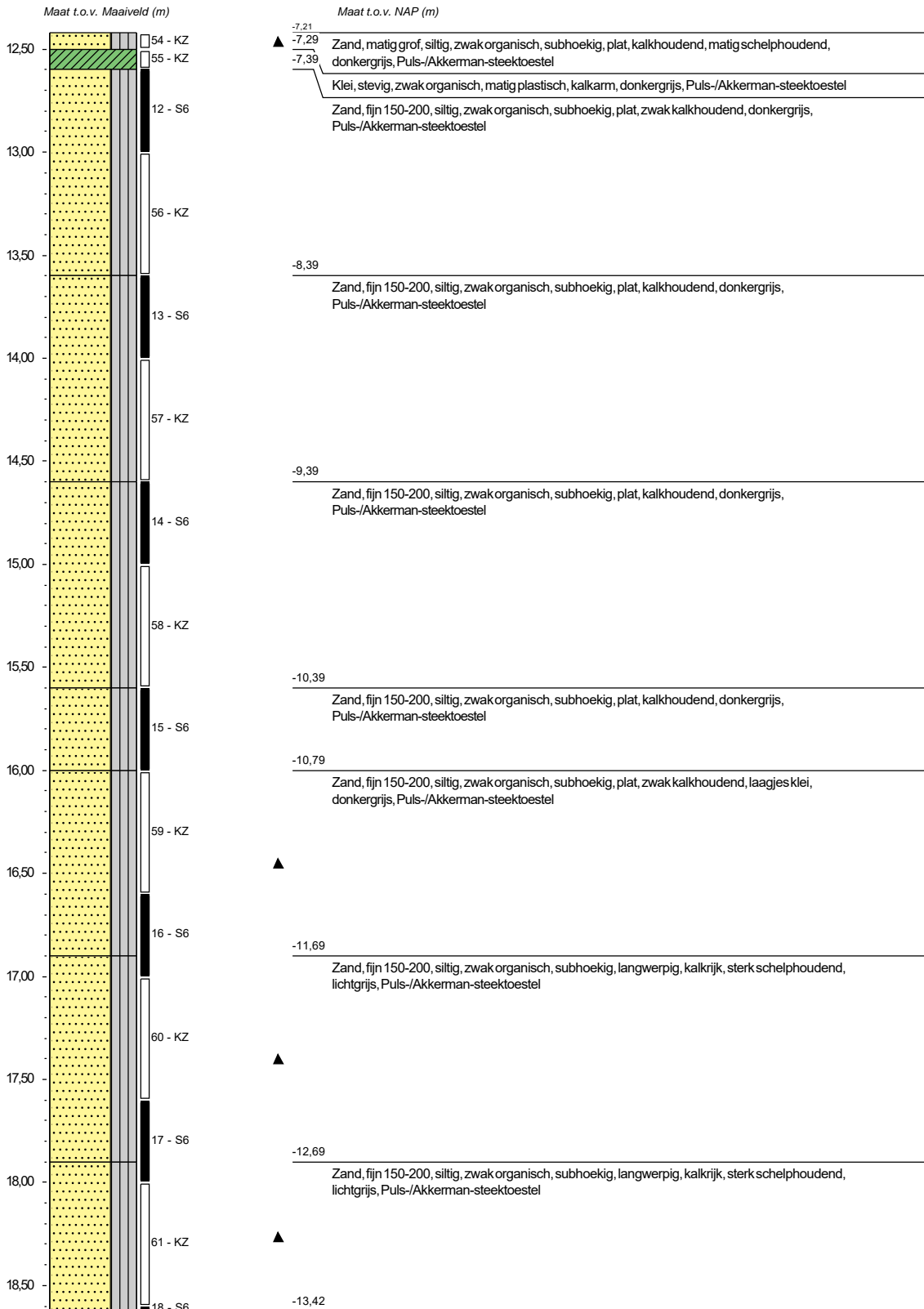
Maat t.o.v. NAP (m)	Soil Description
-1,00	Zand, middelgrof200-300, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, zwak schelphoudend, zwakgrindhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-1,59	Zand, middelgrof200-300, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak schelphoudend, zwak grindhoudend, lichtgrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-2,09	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, langwerpig, kalkhoudend, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-3,09	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, langwerpig, kalkhoudend, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,09	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, langwerpig, kalkhoudend, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-4,59	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, laagjes klei, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,59	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, zwak kalkhoudend, laagjes klei, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-5,99	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel
-6,59	Zand, matig grof, siltig, zwak organisch, subhoekig, plat, kalkhoudend, matig schelphoudend, donkergrijs, Puls-/Akkerman-steektoestel



Boring: B016

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

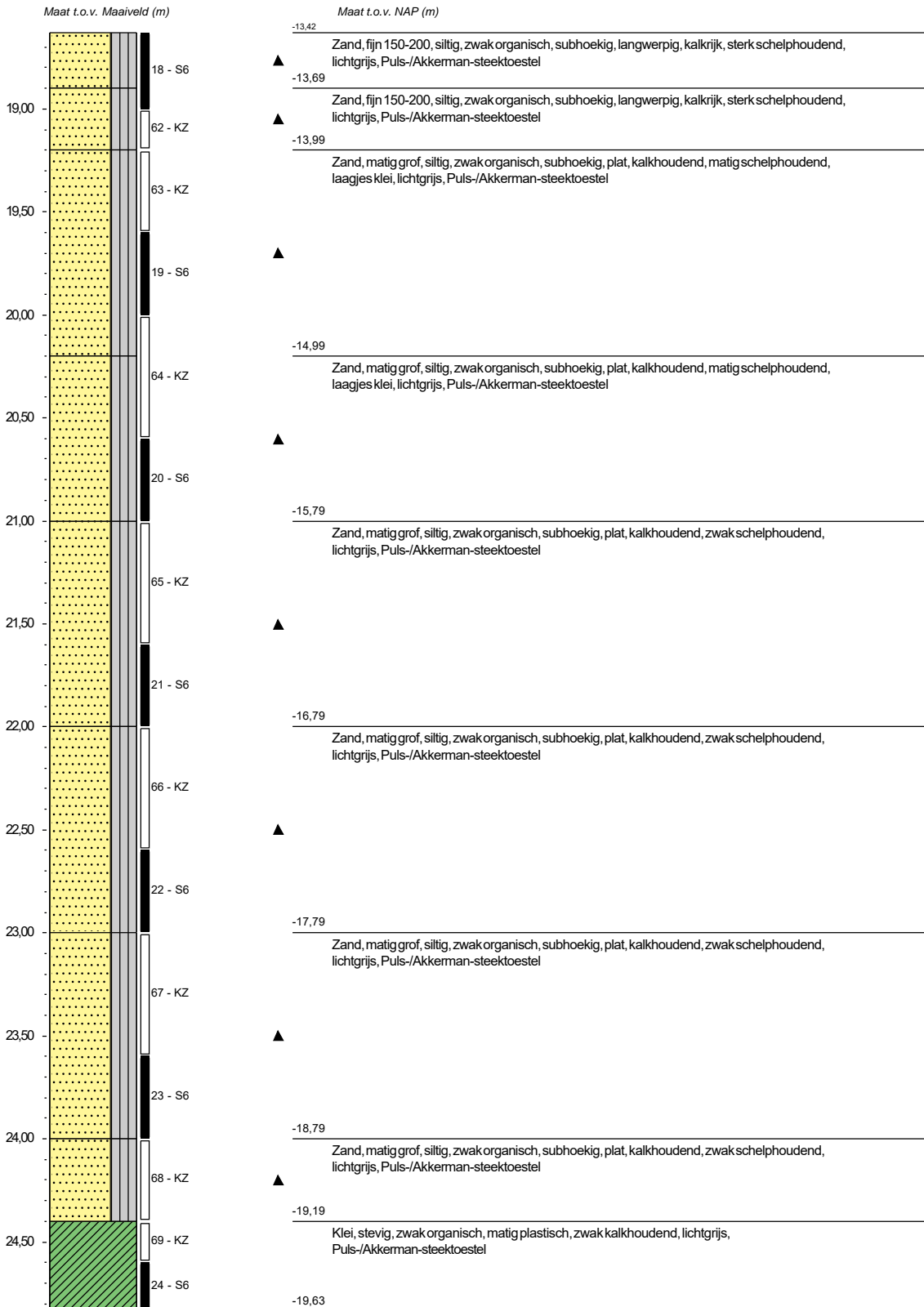




Boring: B016

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

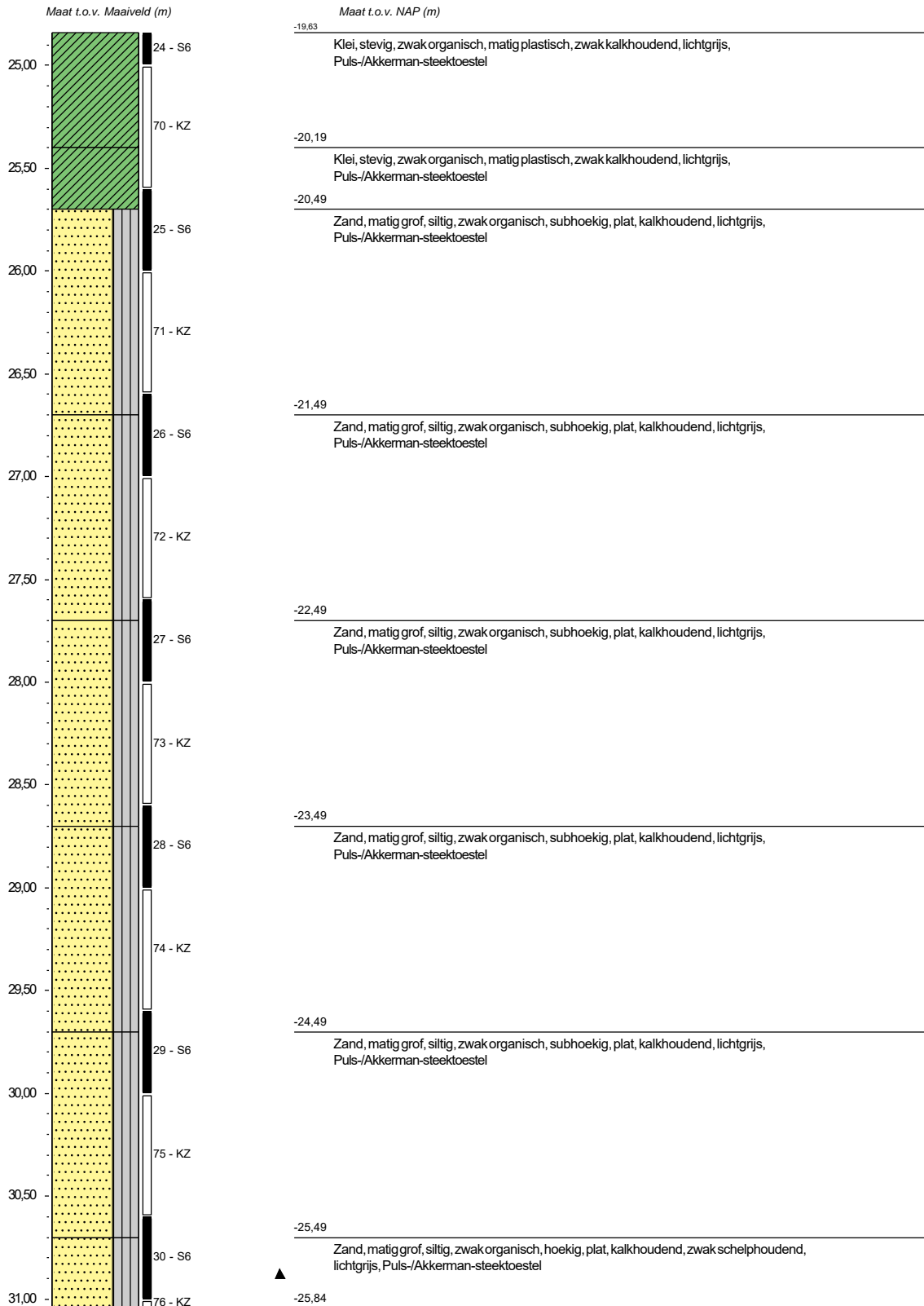




Boring: B016

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

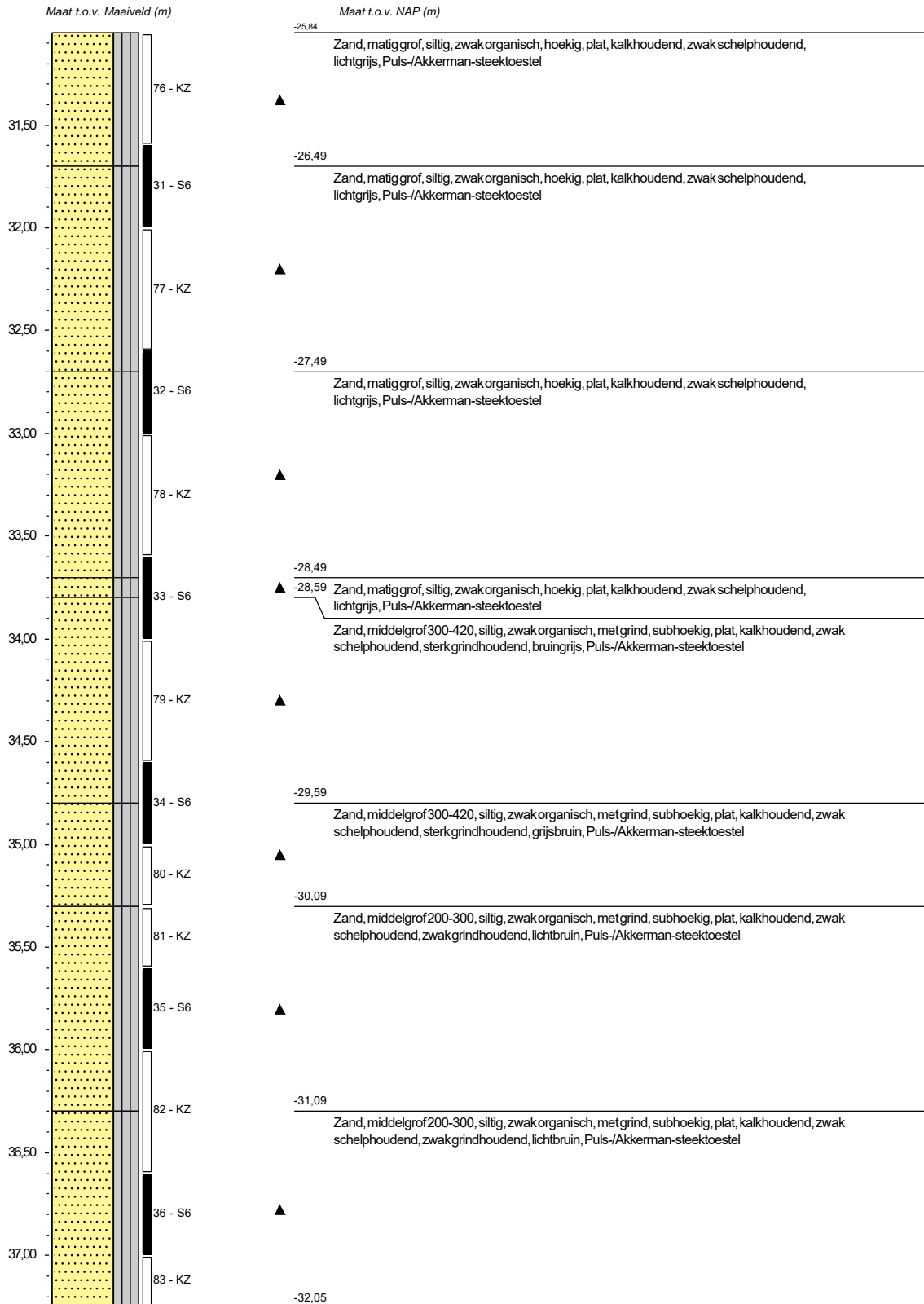




Boring: B016

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



**Boring: B016**

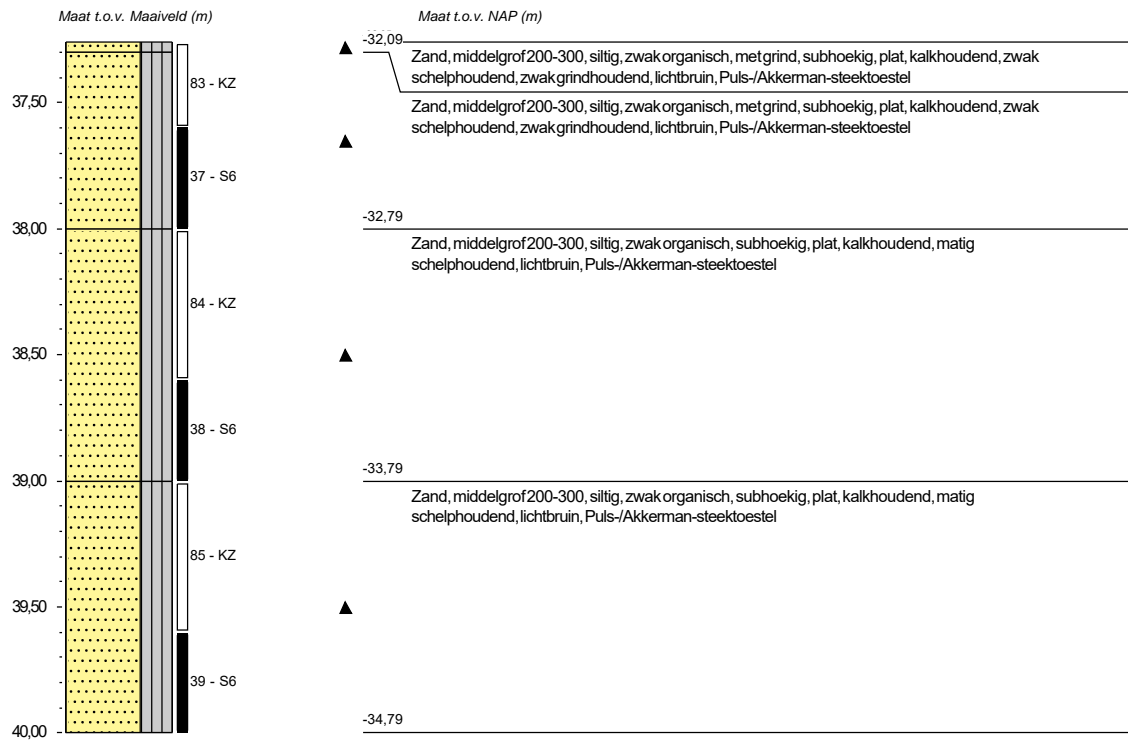
Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60794,67
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441382,66
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,214
 GWS in cm t.o.v. mv: 380

Boormeester: Alex en Henk

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

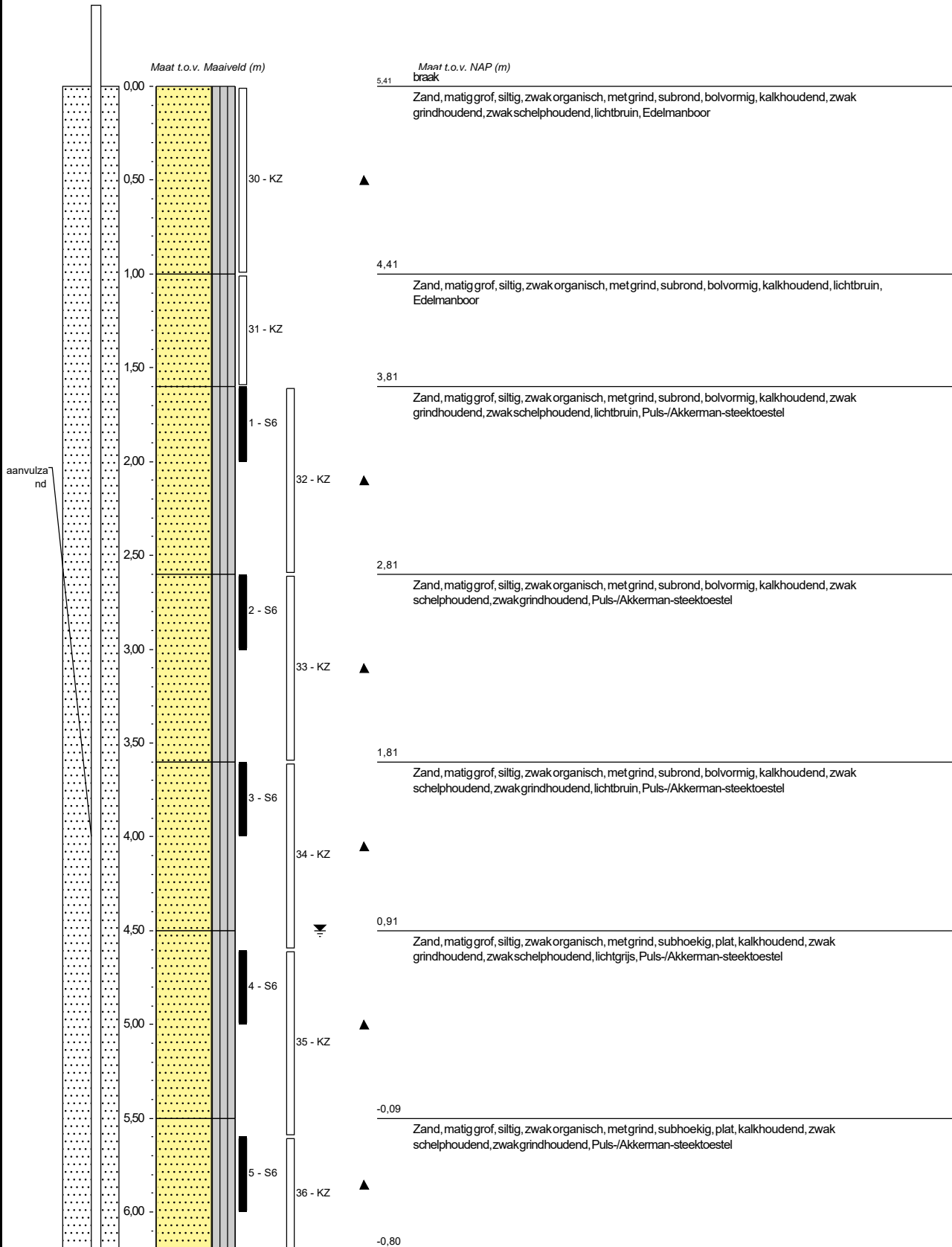




Boring: B017

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60533,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441310,94
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,41
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





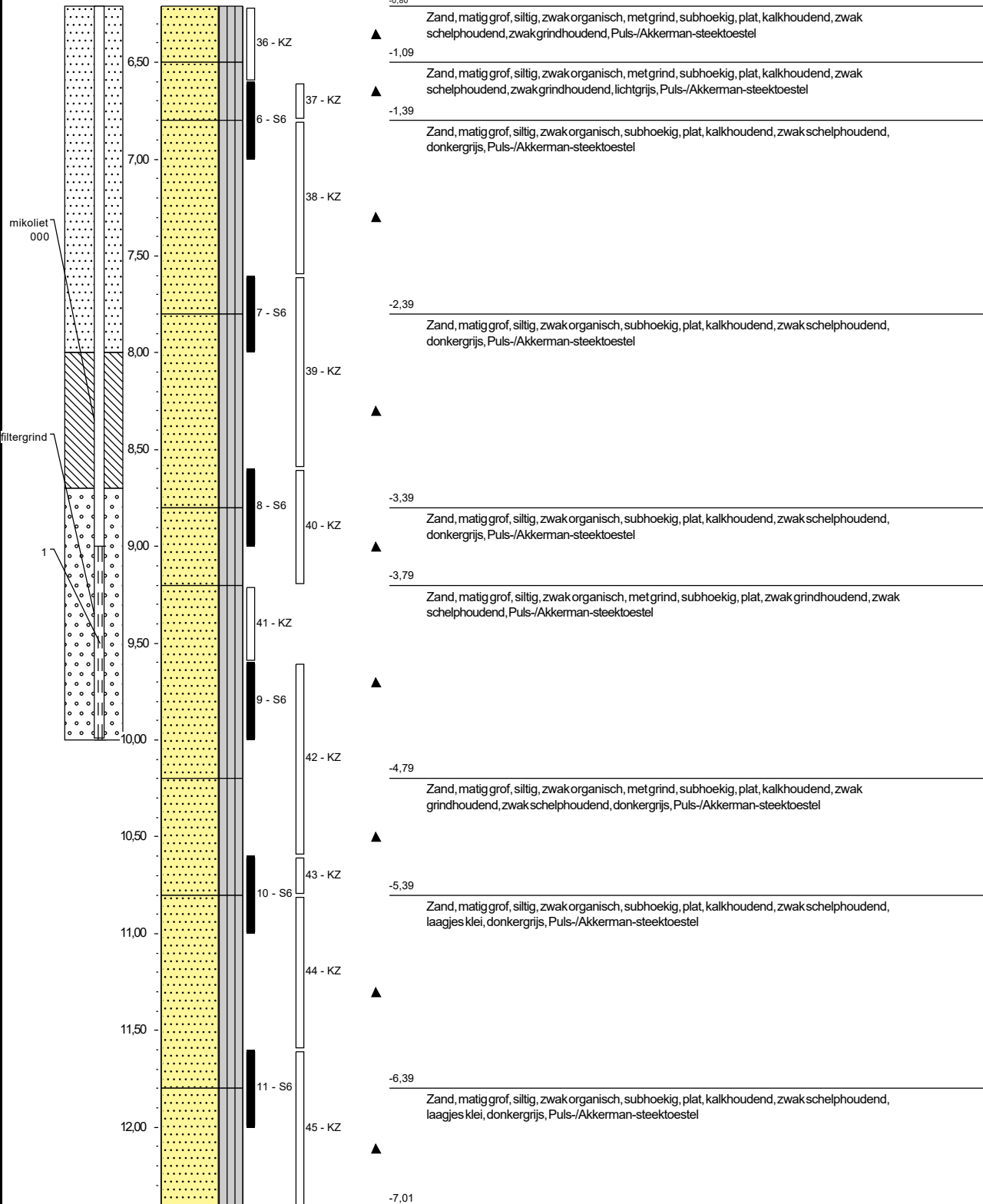
Boring: B017

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60533,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441310,94
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,41
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

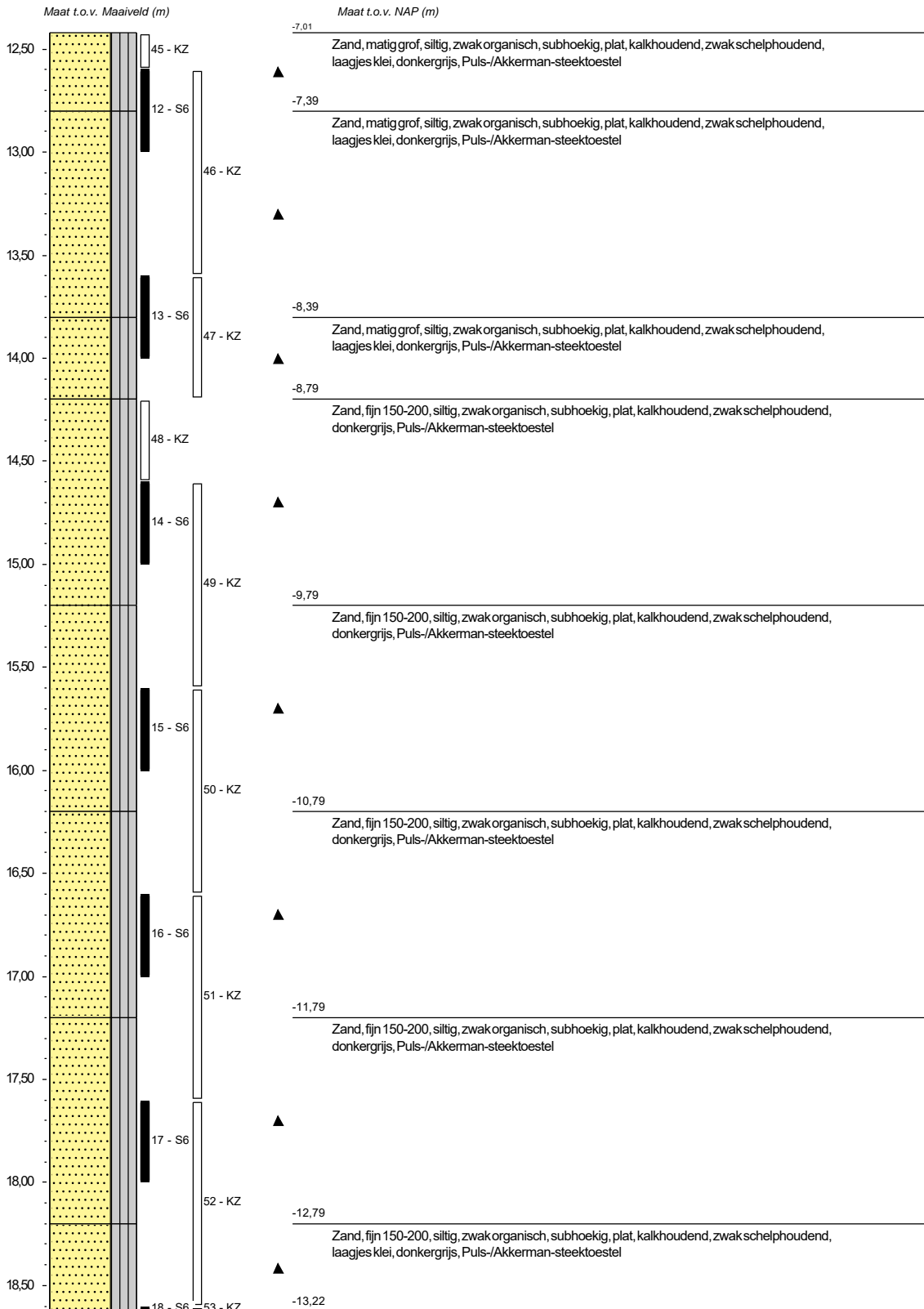




Boring: B017

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60533,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441310,94
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,41
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

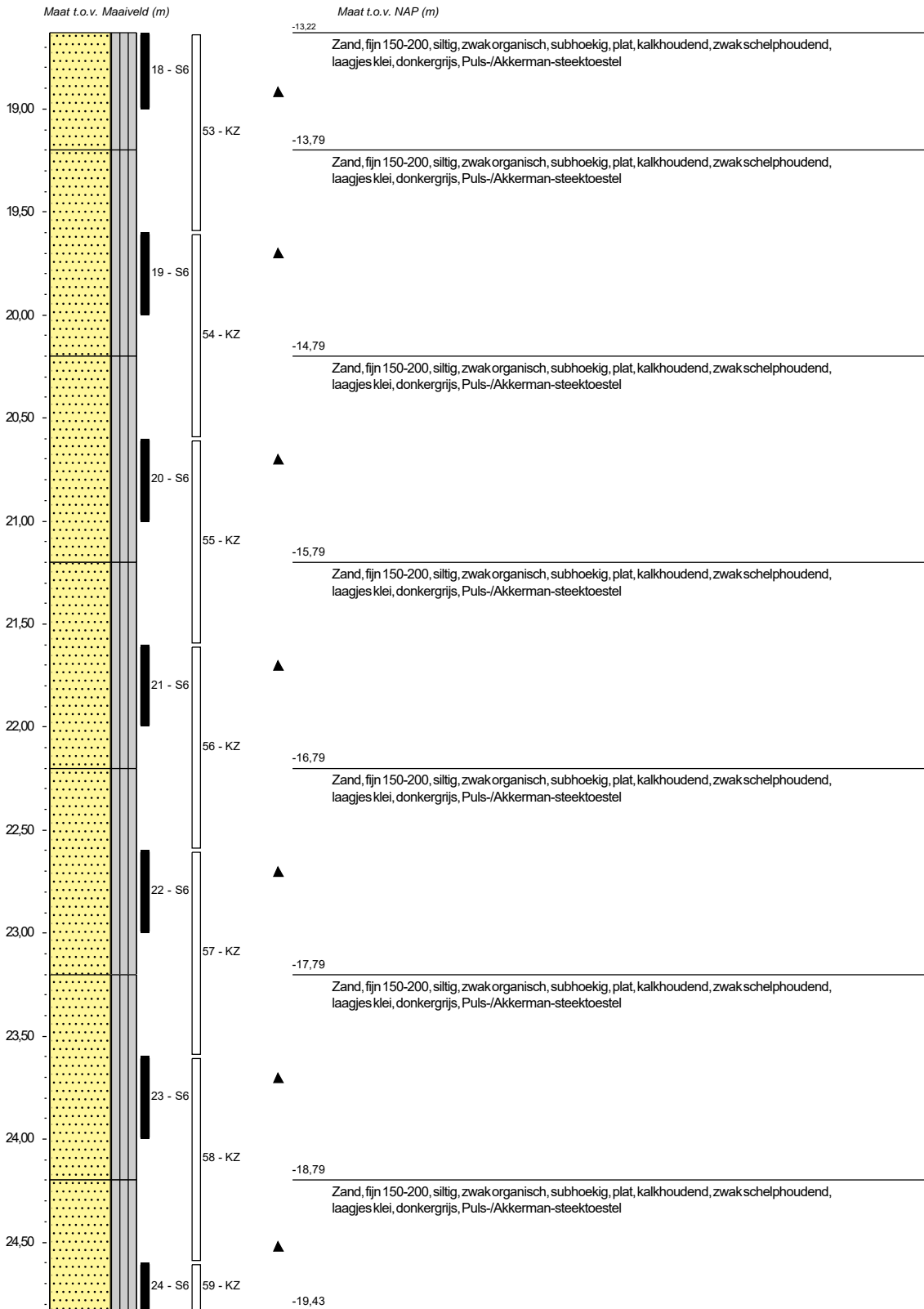




Boring: B017

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60533,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441310,94
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,41
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

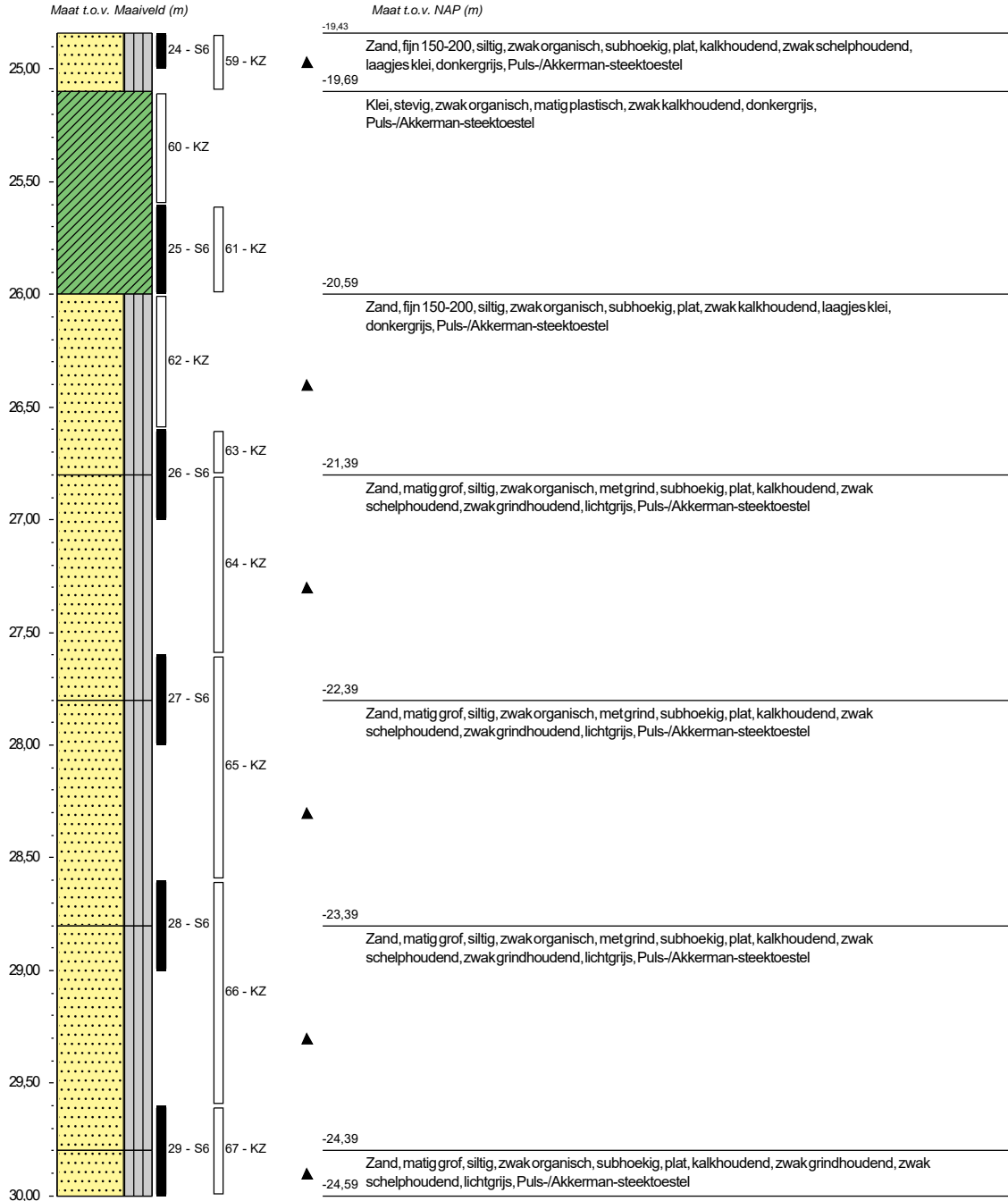




Boring: B017

Datum plaatsing: 27-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60533,83
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441310,94
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,41
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

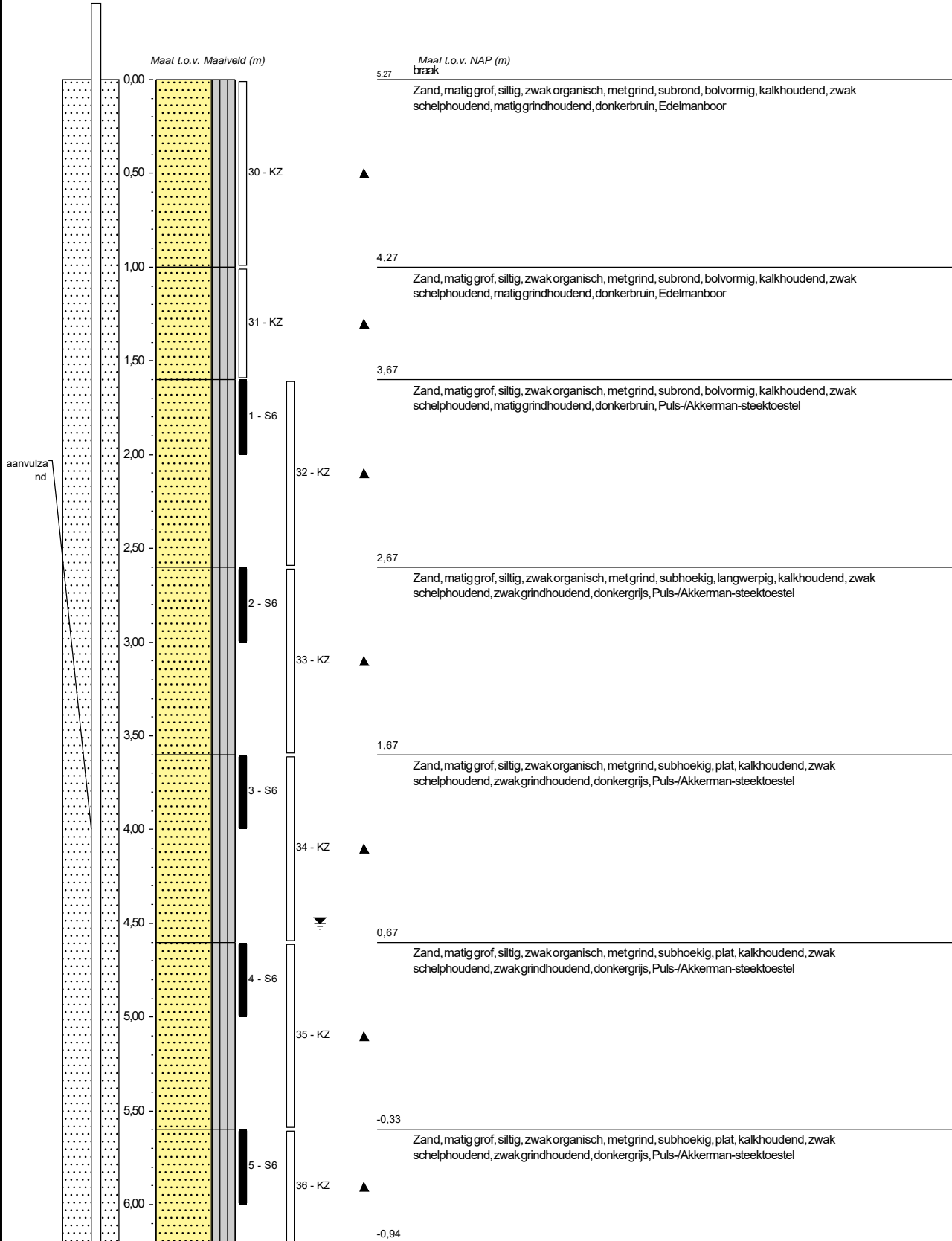




Boring: B018

Datum plaatsing: 28-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60555,40
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441130,59
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,271
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B018

Datum plaatsing: 28-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60555,40
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441130,59
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,271
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk

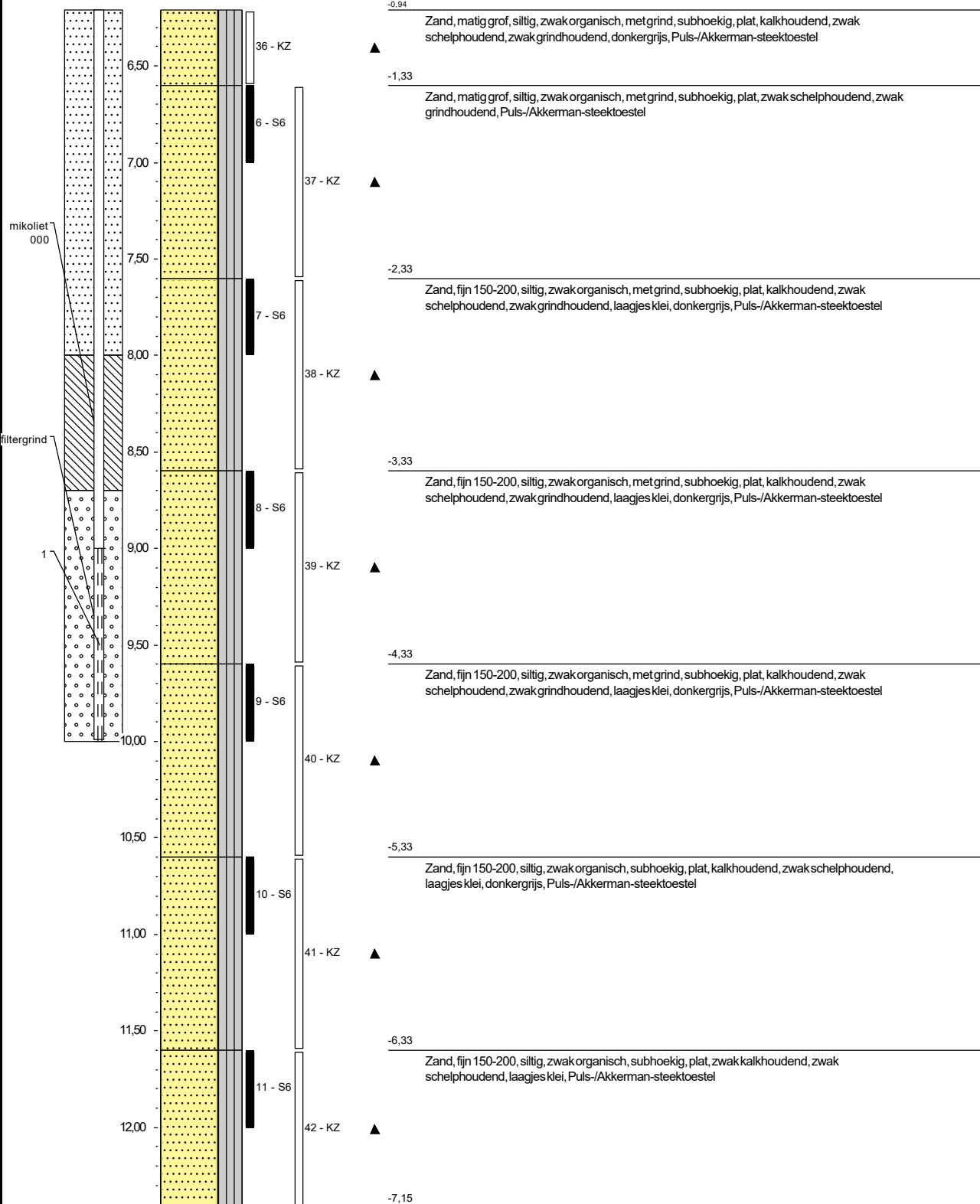
Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

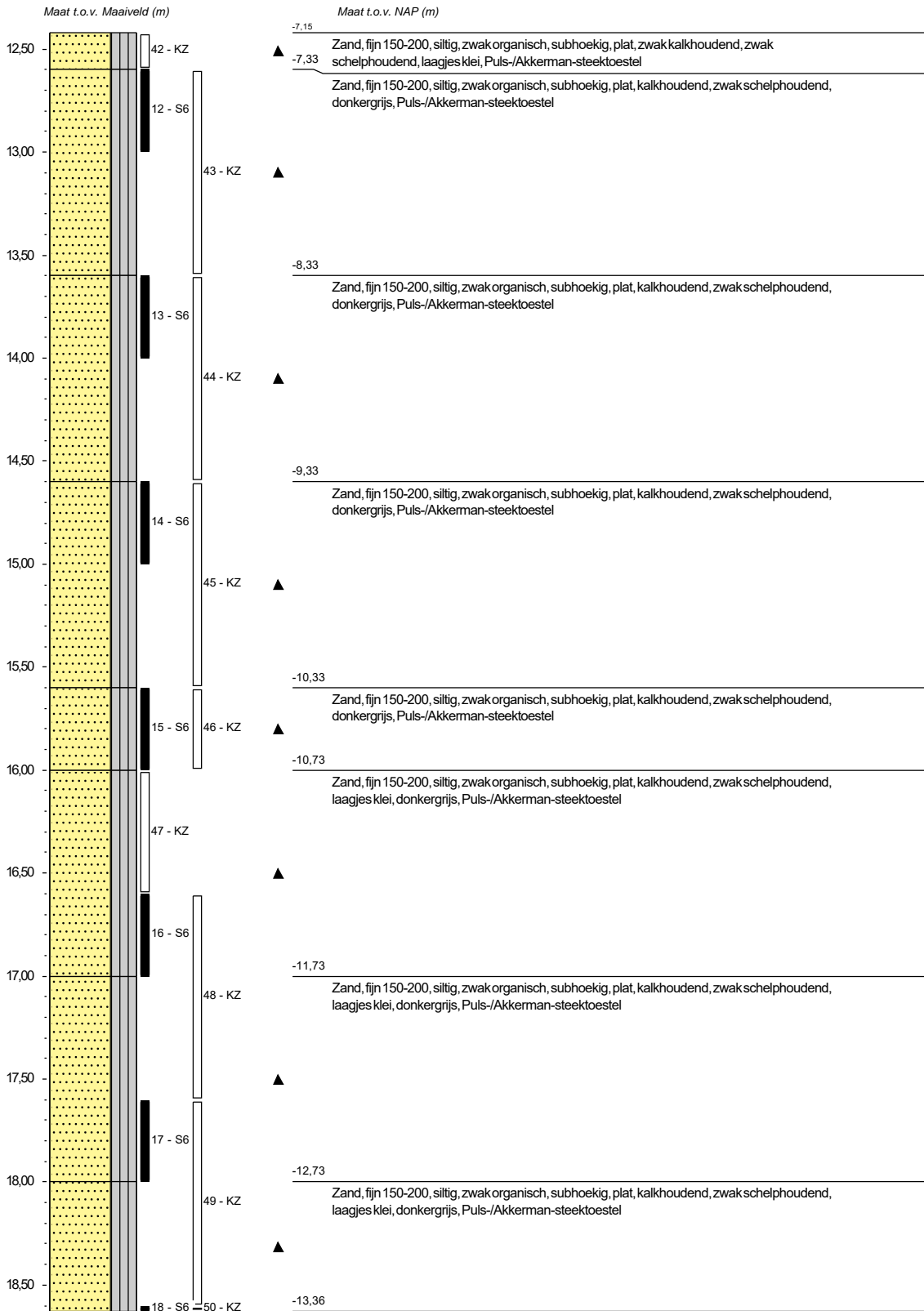




Boring: B018

Datum plaatsing: 28-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60555,40
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441130,59
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,271
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B018

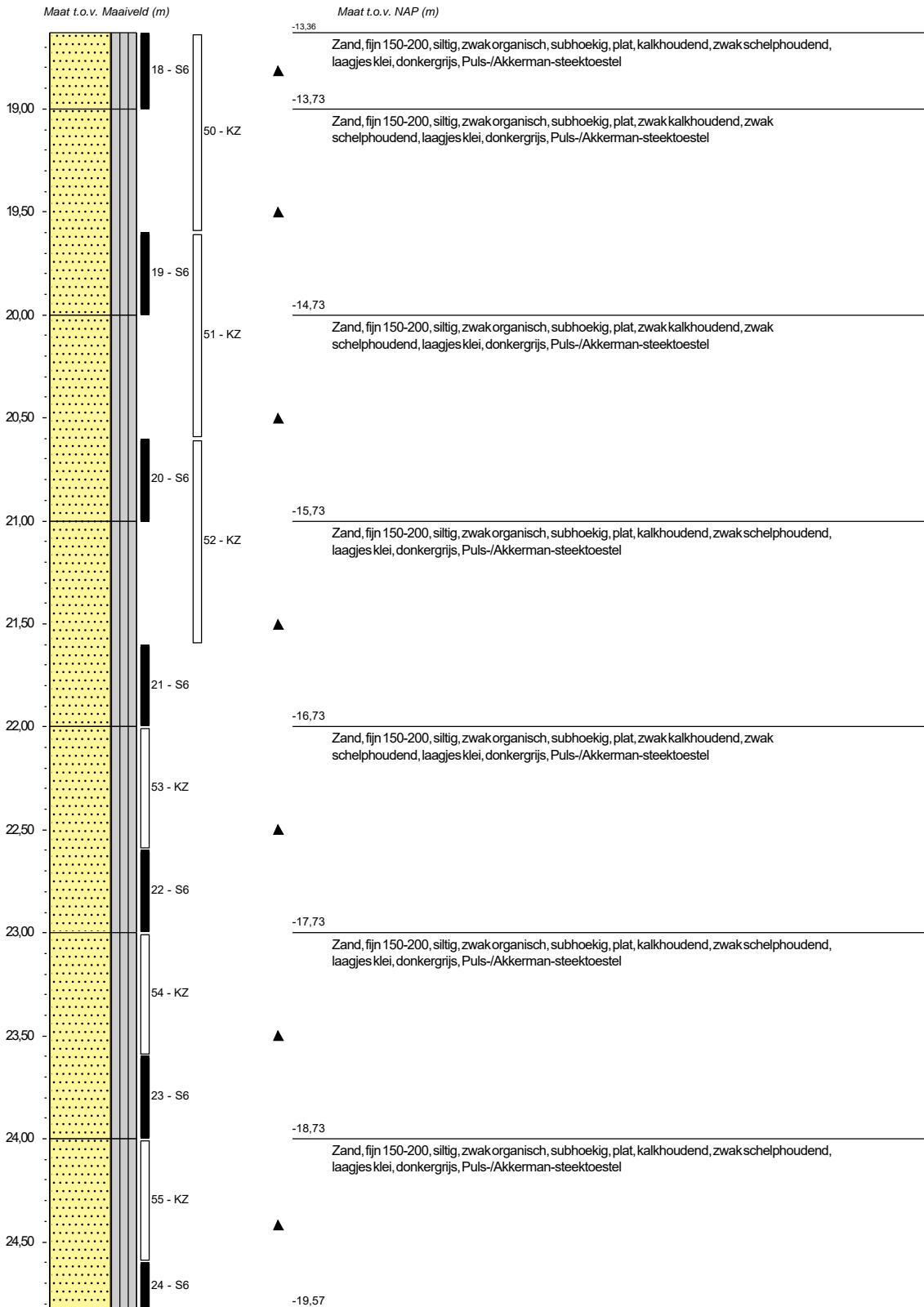
Datum plaatsing: 28-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60555,40
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441130,59
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,271
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

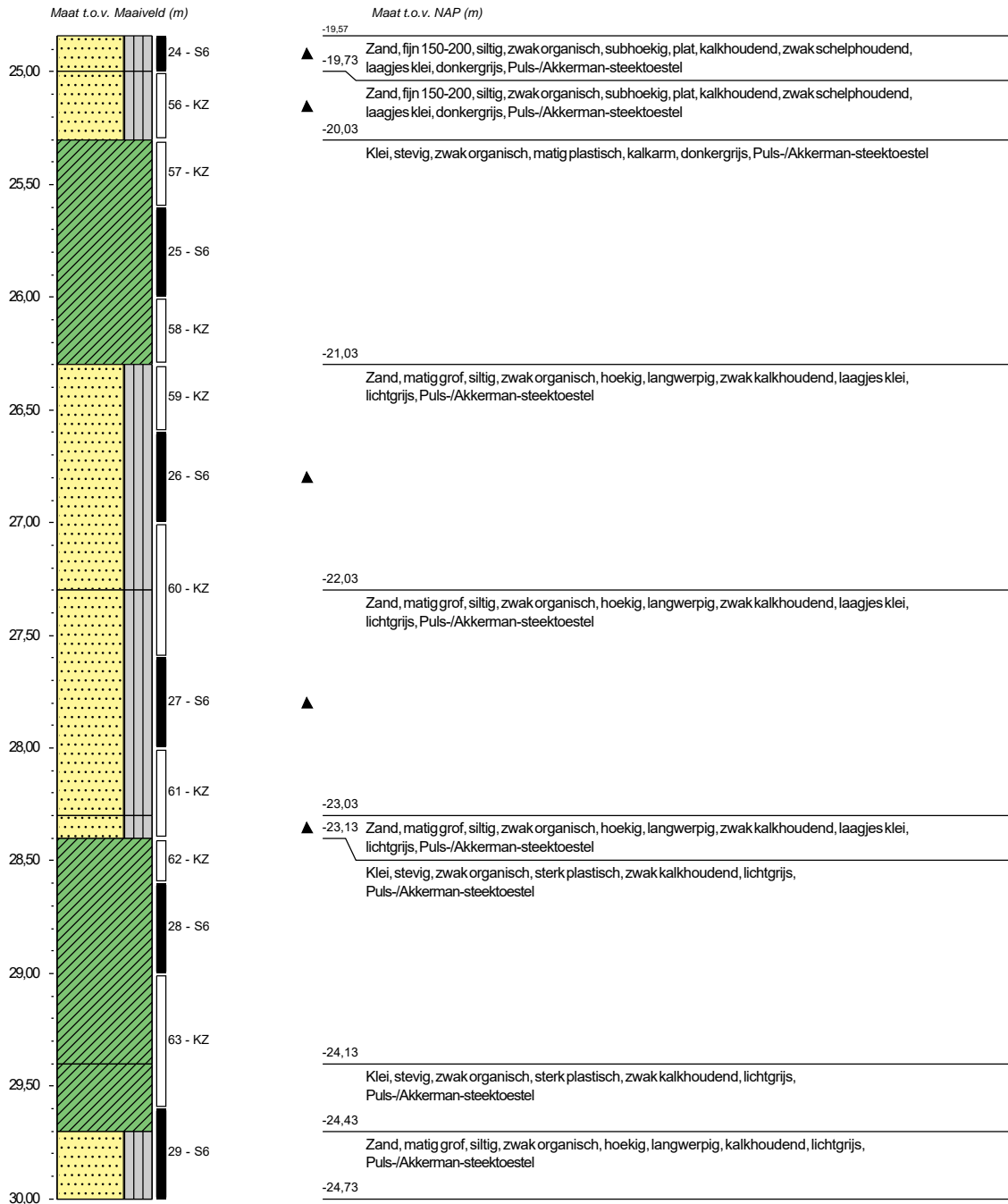




Boring: B018

Datum plaatsing: 28-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 60555,40
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 441130,59
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,271
 GWS in cm t.o.v. mv: 450

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B019

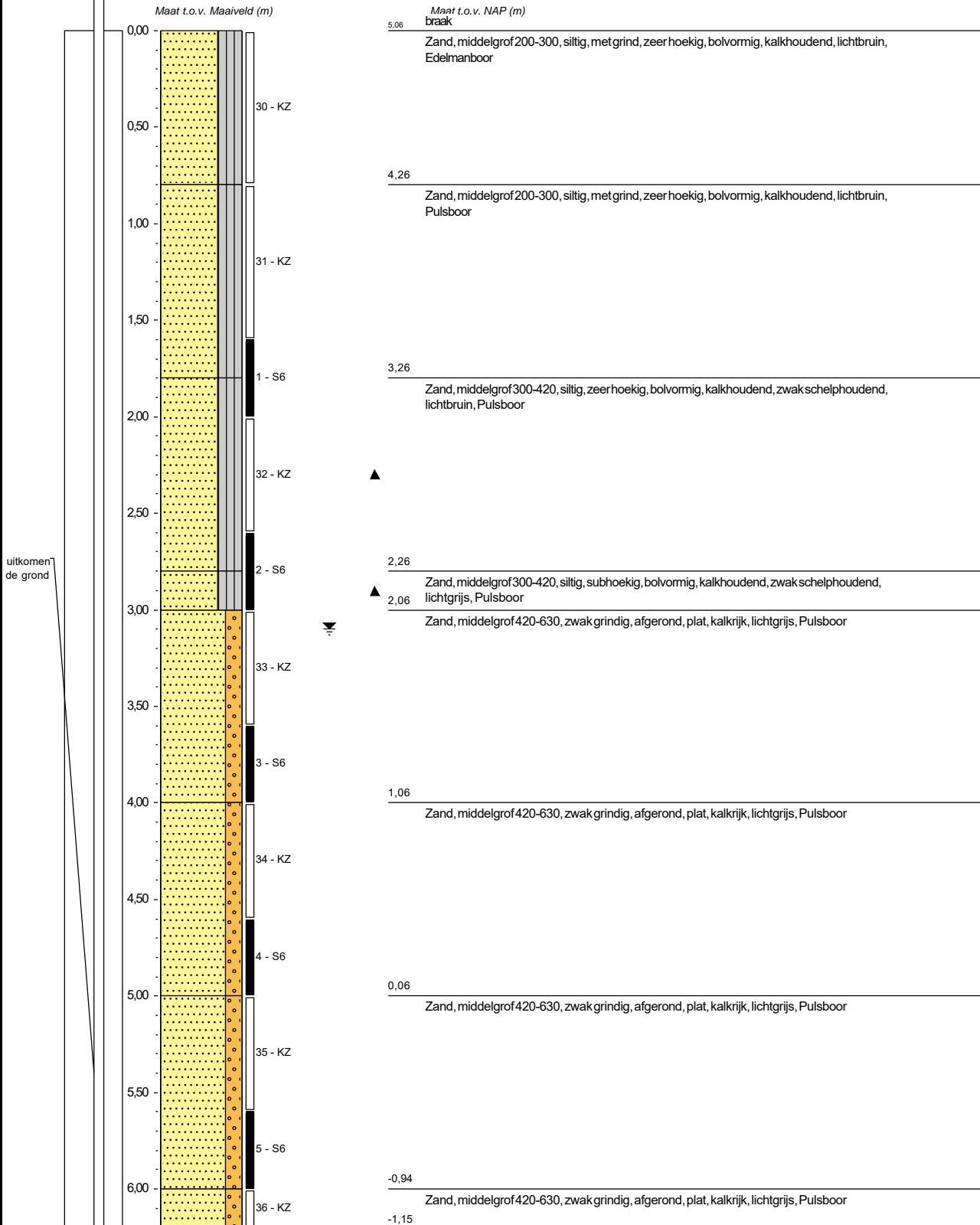
Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59542,72
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440155,23
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,062
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Brian En Wim

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B019

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59542,72
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440155,23
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,062
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Brian En Wim

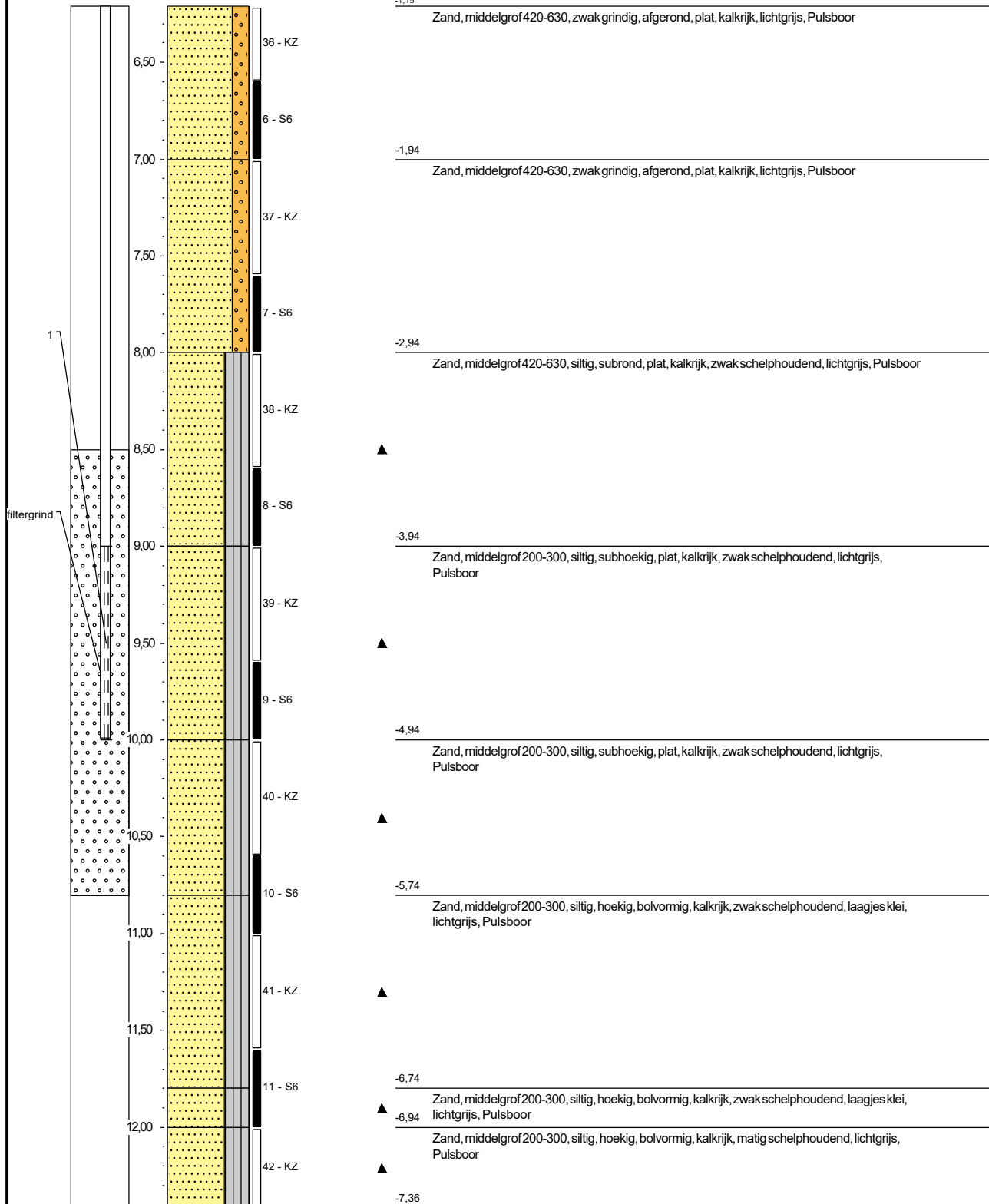
Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)





Boring: B019

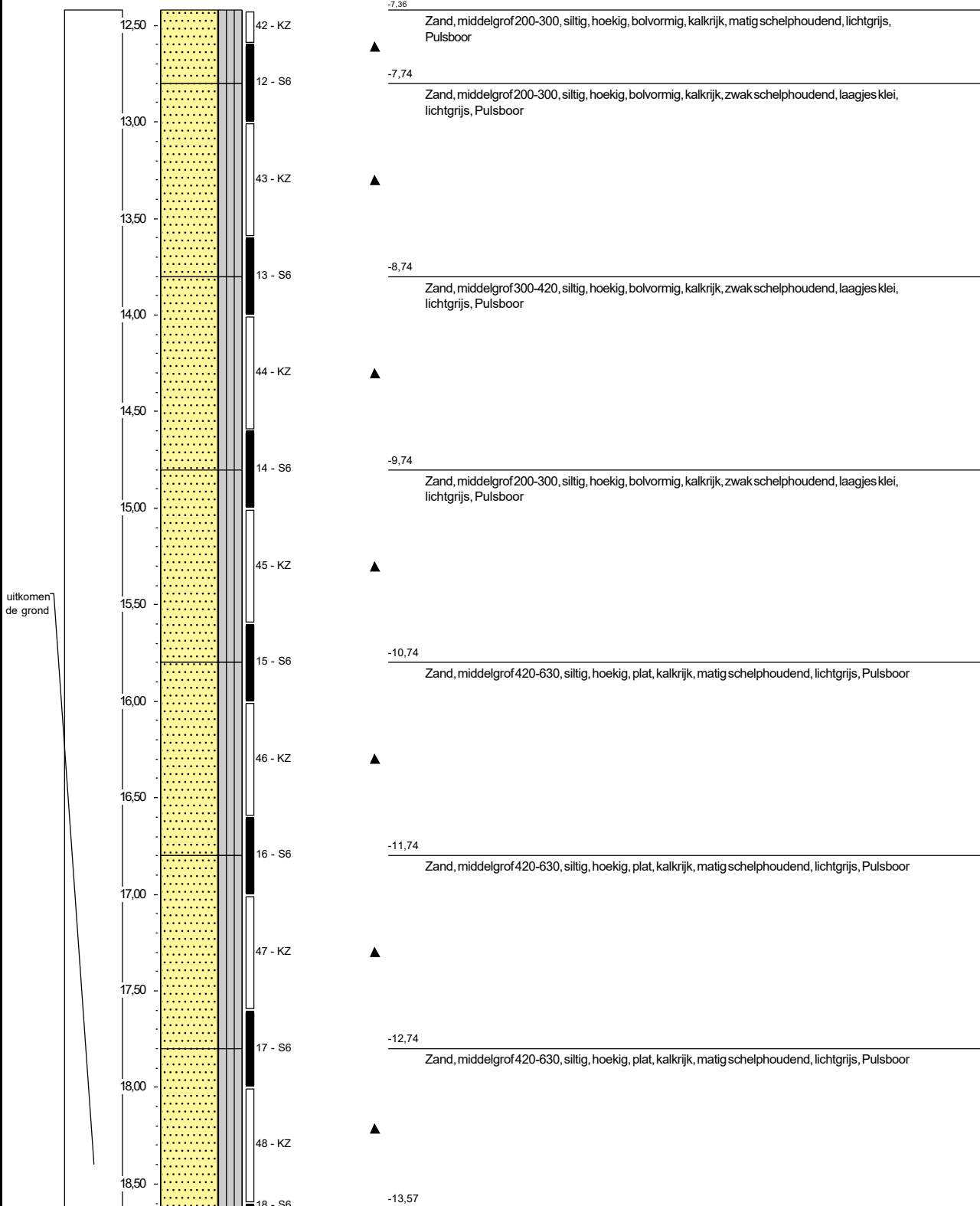
Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59542,72
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440155,23
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,062
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Brian En Wim

Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

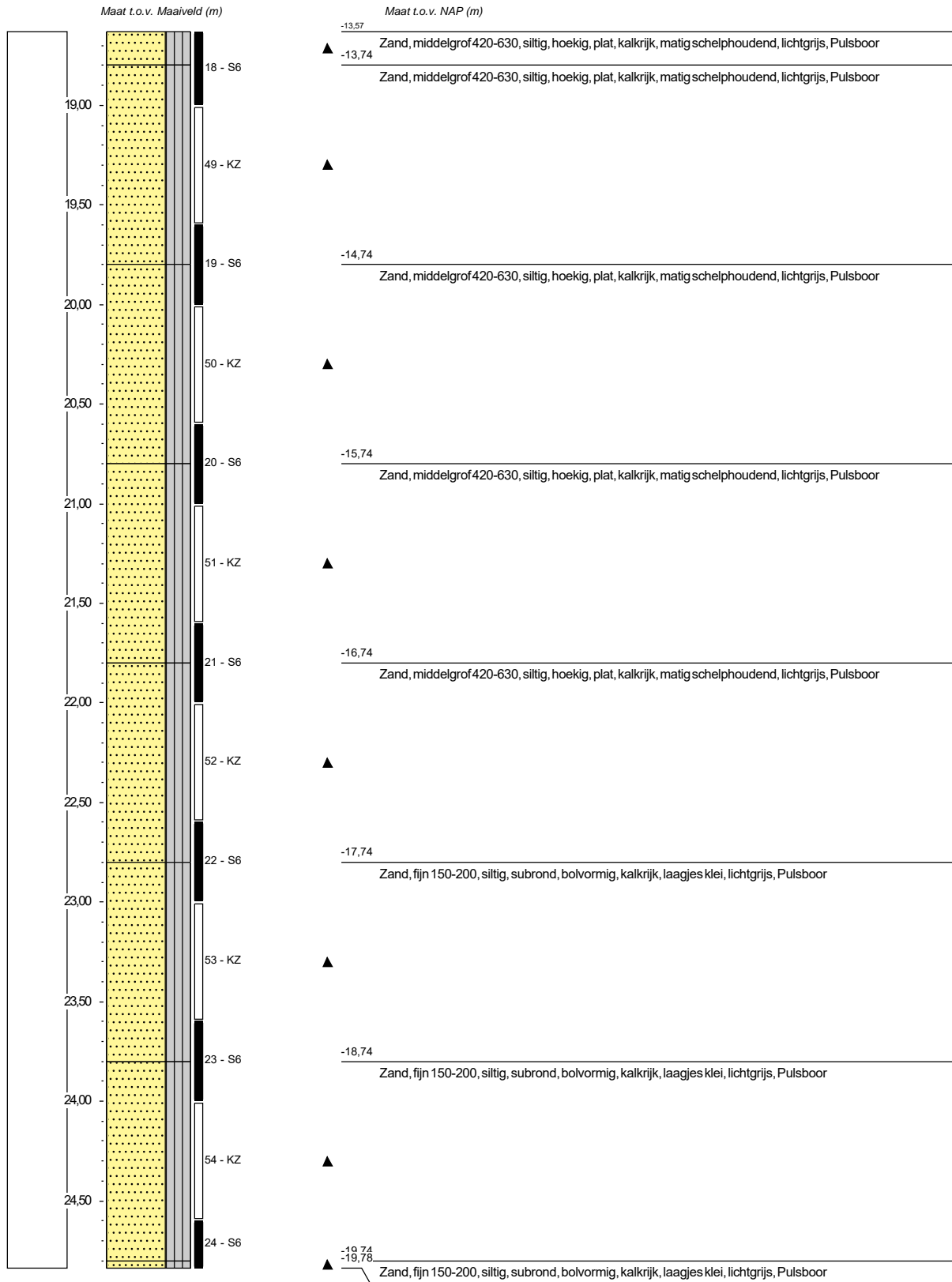




Boring: B019

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59542,72
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440155,23
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,062
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Brian En Wim
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

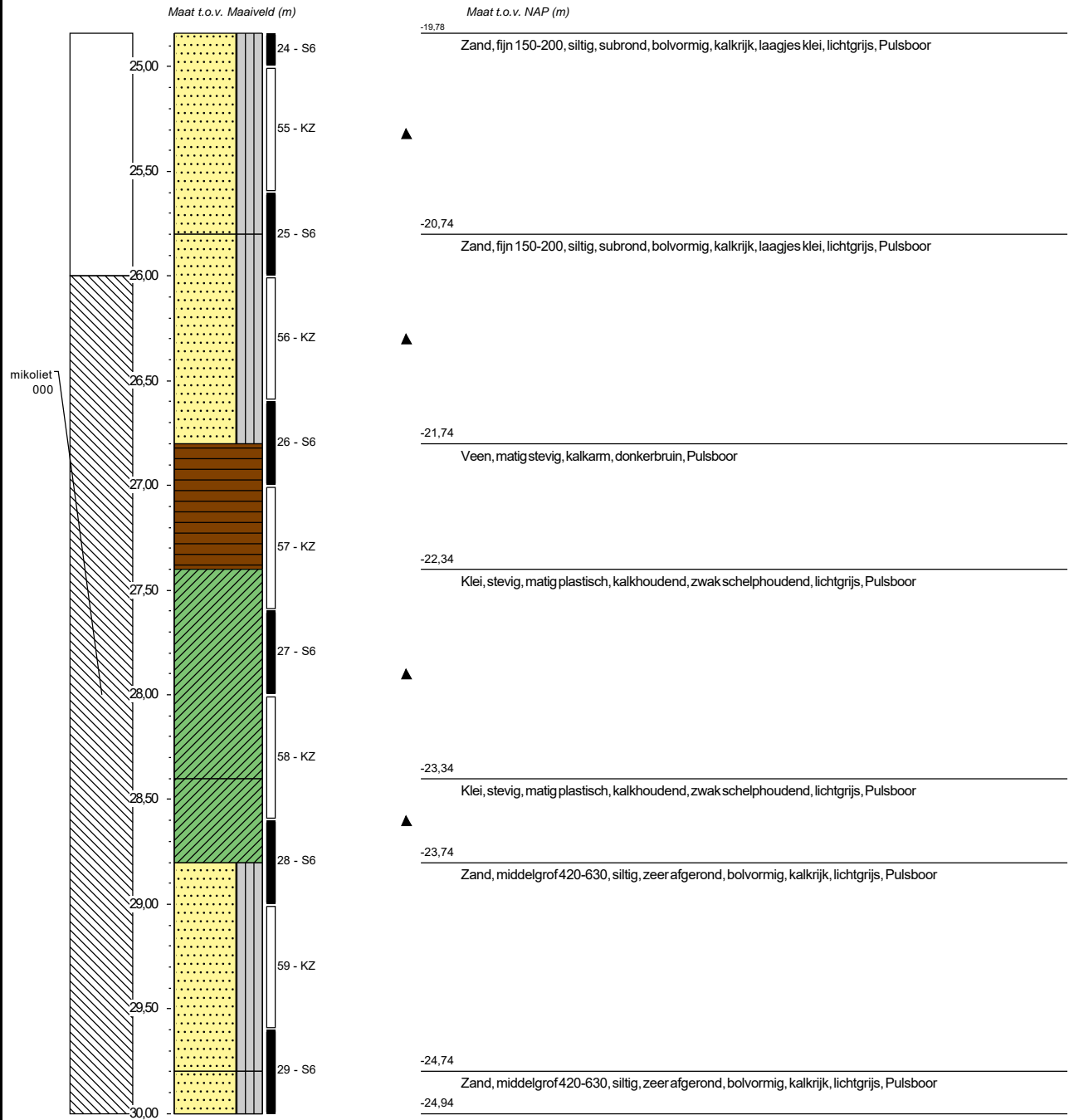




Boring: B019

Datum plaatsing: 4-9-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59542,72
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 440155,23
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,062
 GWS in cm t.o.v. mv: 310

Boormeester: Brian En Wim
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B020

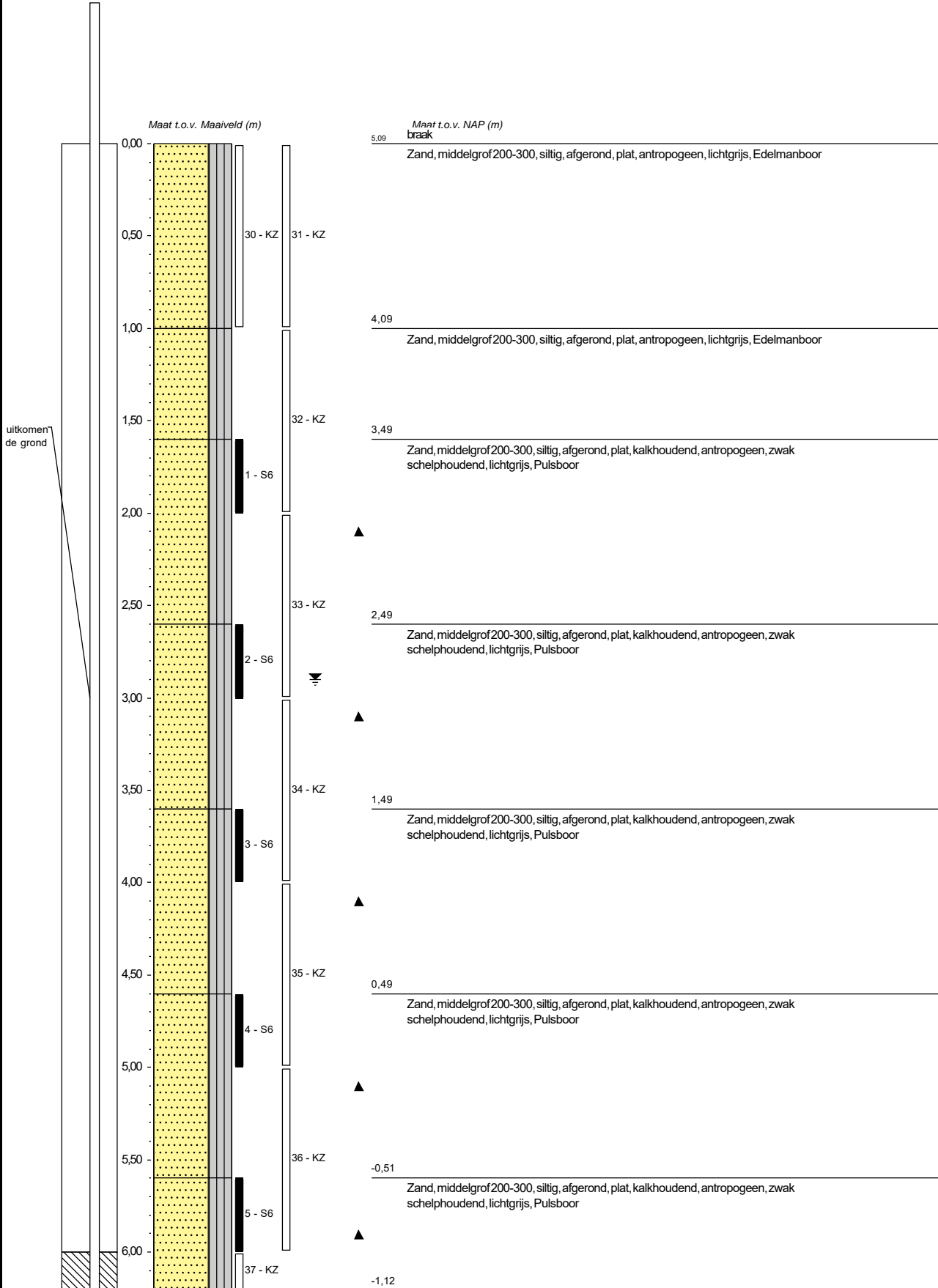
Datum plaatsing: 26-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59578,39
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439910,53
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,092
 GWS in cm t.o.v. mv: 290

Boormeester: Brian Eliasberg

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





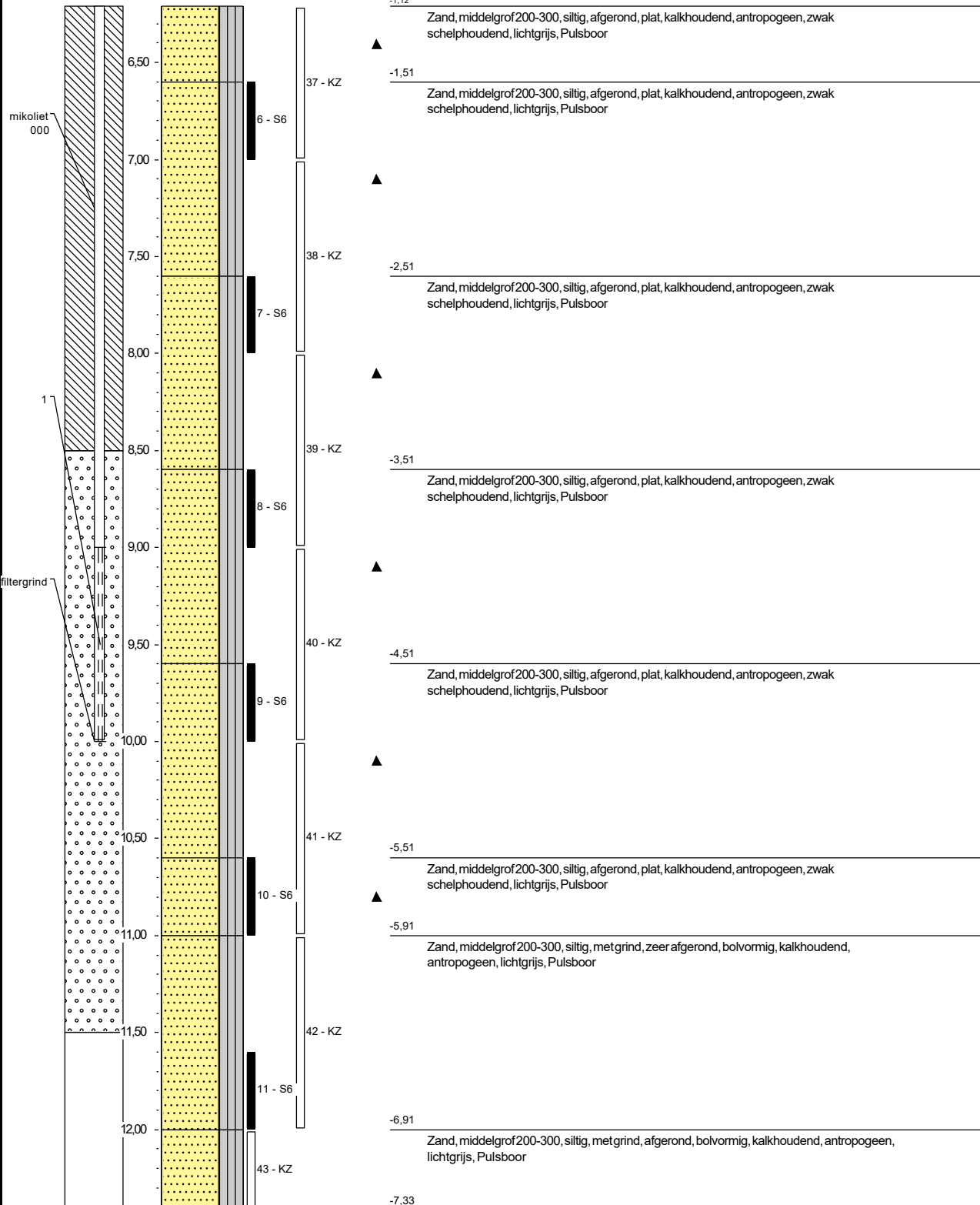
Boring: B020

Datum plaatsing: 26-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59578,39
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439910,53
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,092
 GWS in cm t.o.v. mv: 290

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)





Boring: B020

Datum plaatsing: 26-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59578,39
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439910,53
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,092
 GWS in cm t.o.v. mv: 290

Boormeester: Brian Eliasberg

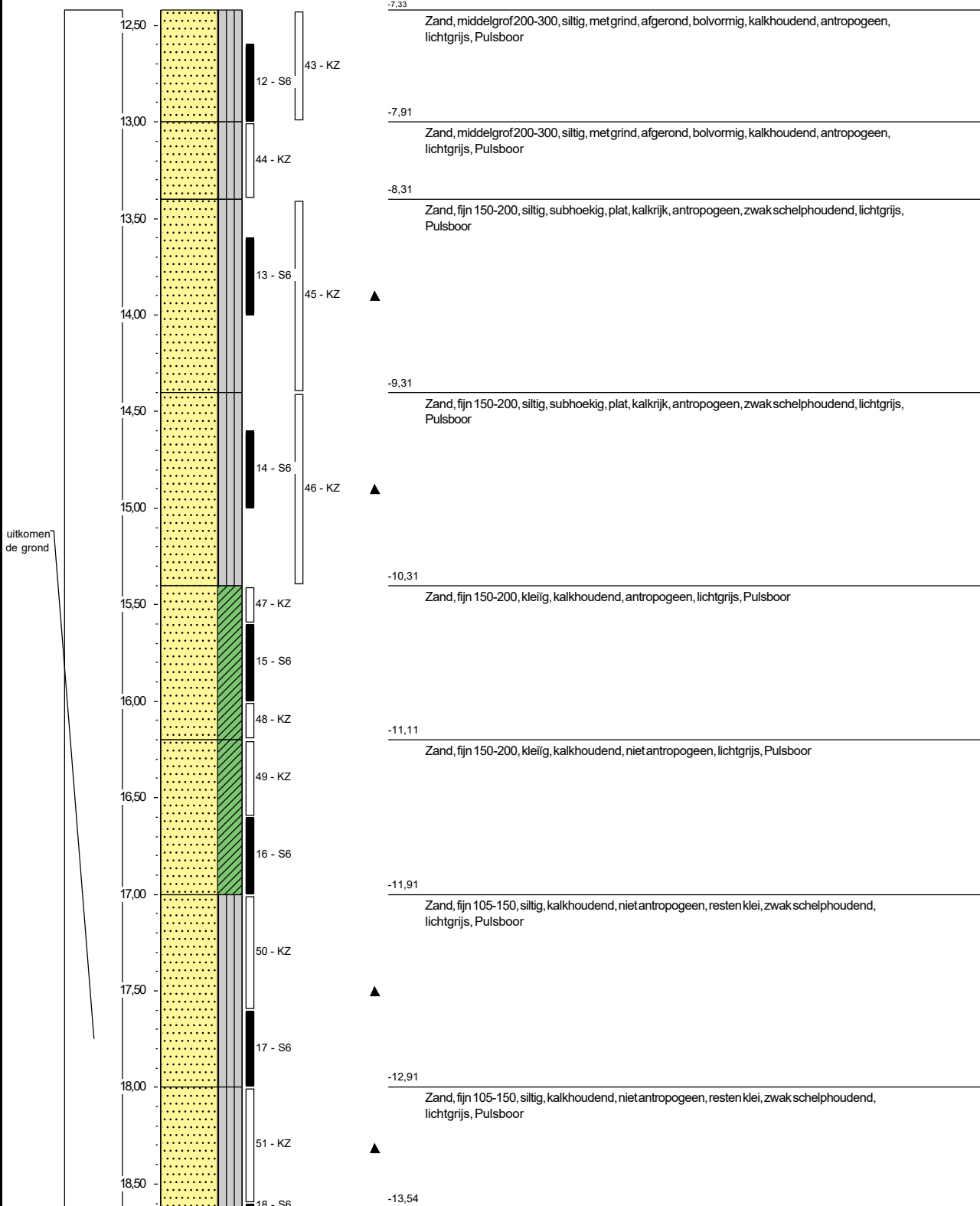
Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)



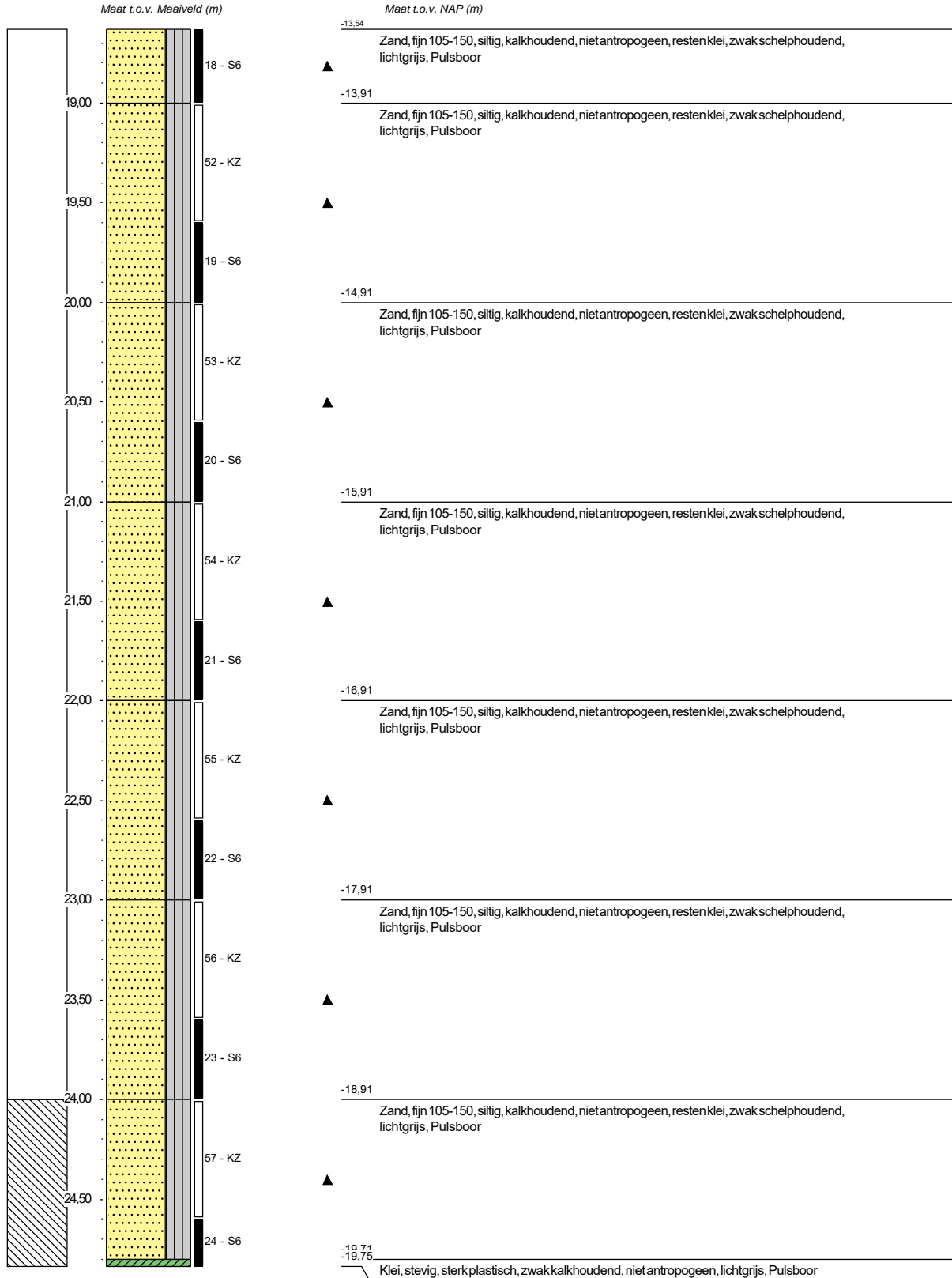
uitkomen de grond



Boring: B020

Datum plaatsing: 26-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59578,39
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439910,53
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,092
 GWS in cm t.o.v. mv: 290

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

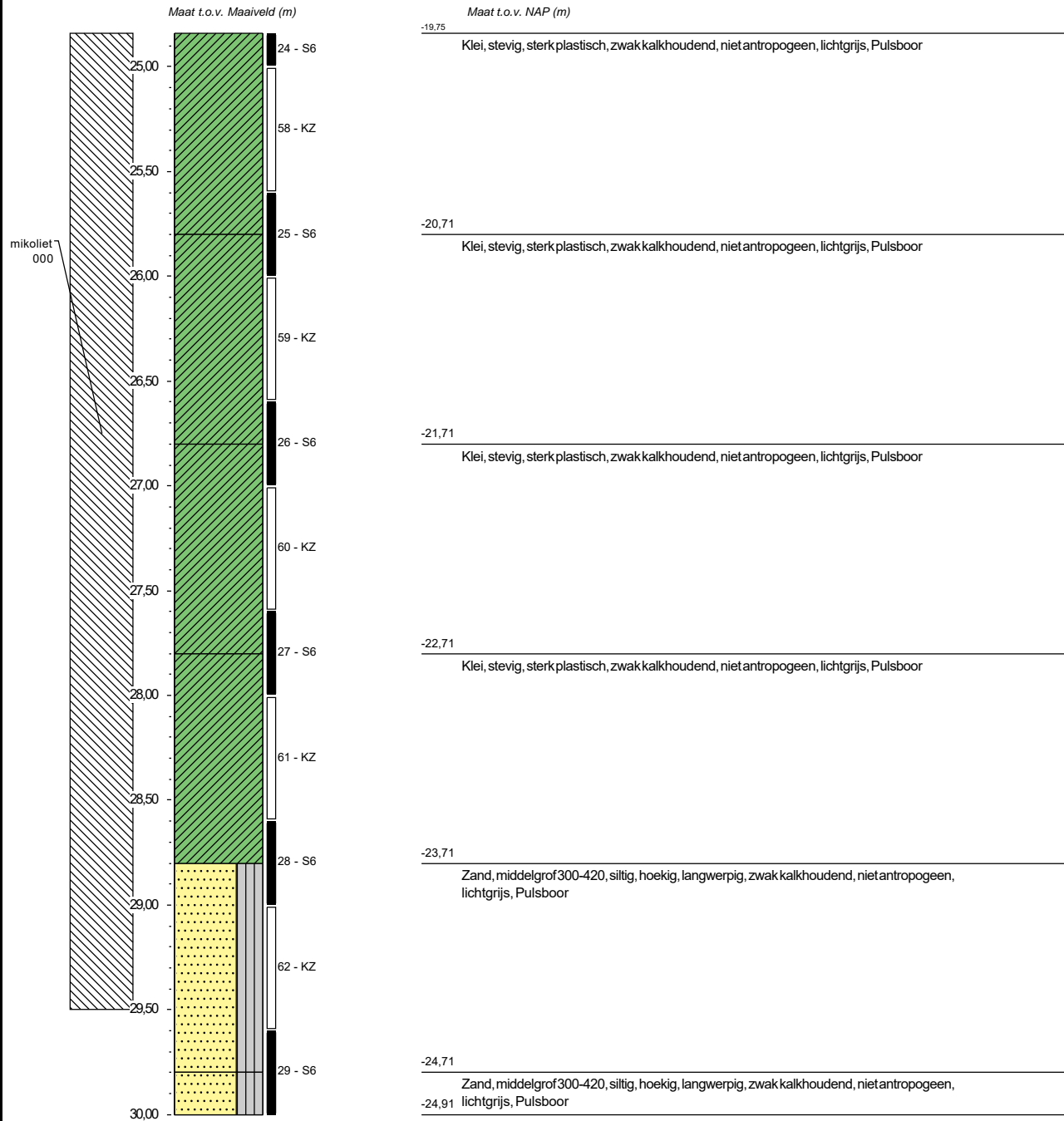




Boring: B020

Datum plaatsing: 26-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59578,39
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439910,53
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,092
 GWS in cm t.o.v. mv: 290

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B021

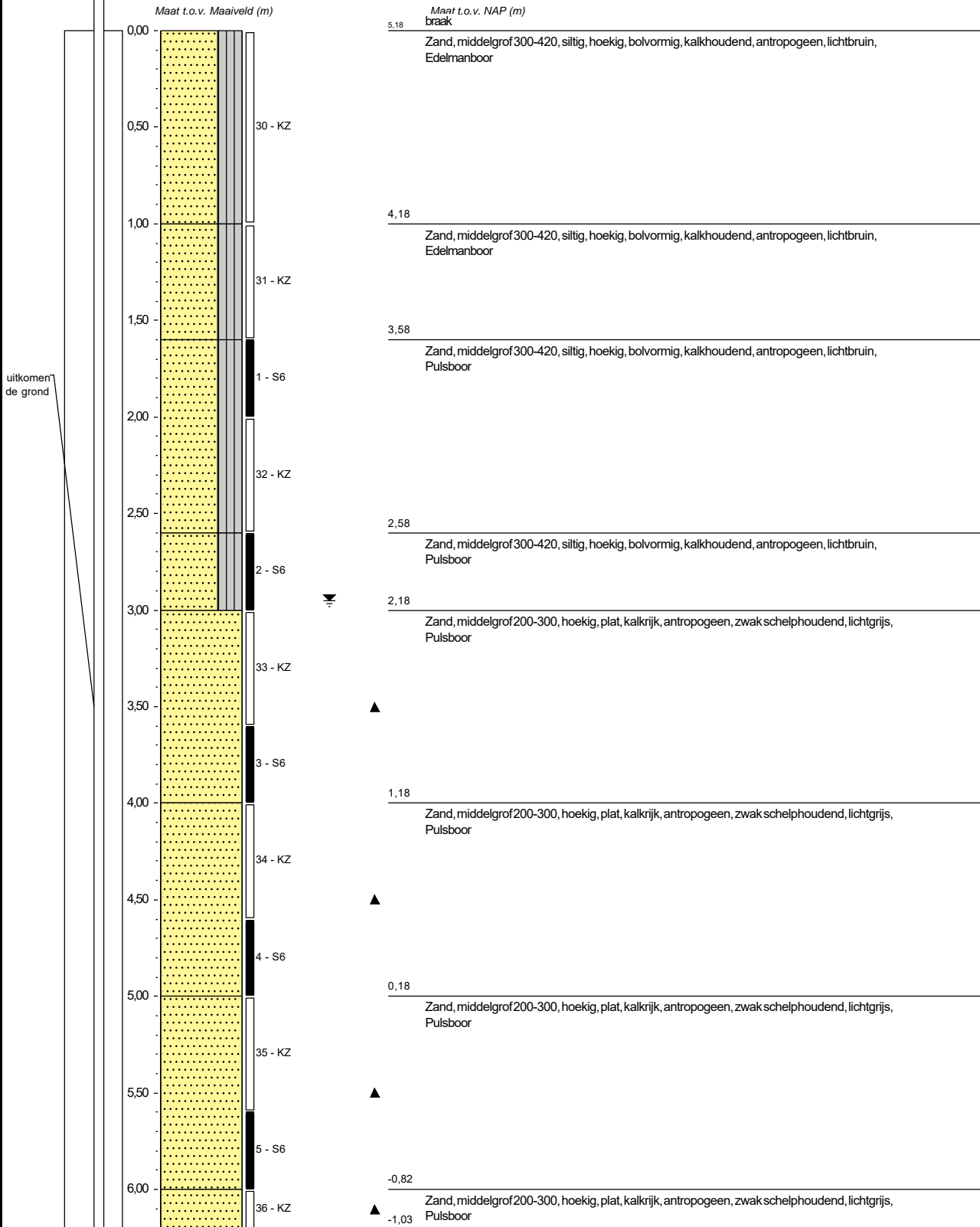
Datum plaatsing: 29-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59579,61
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439659,47
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,183
 GWS in cm t.o.v. mv: 295

Boormeester: Brian Eliasberg

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





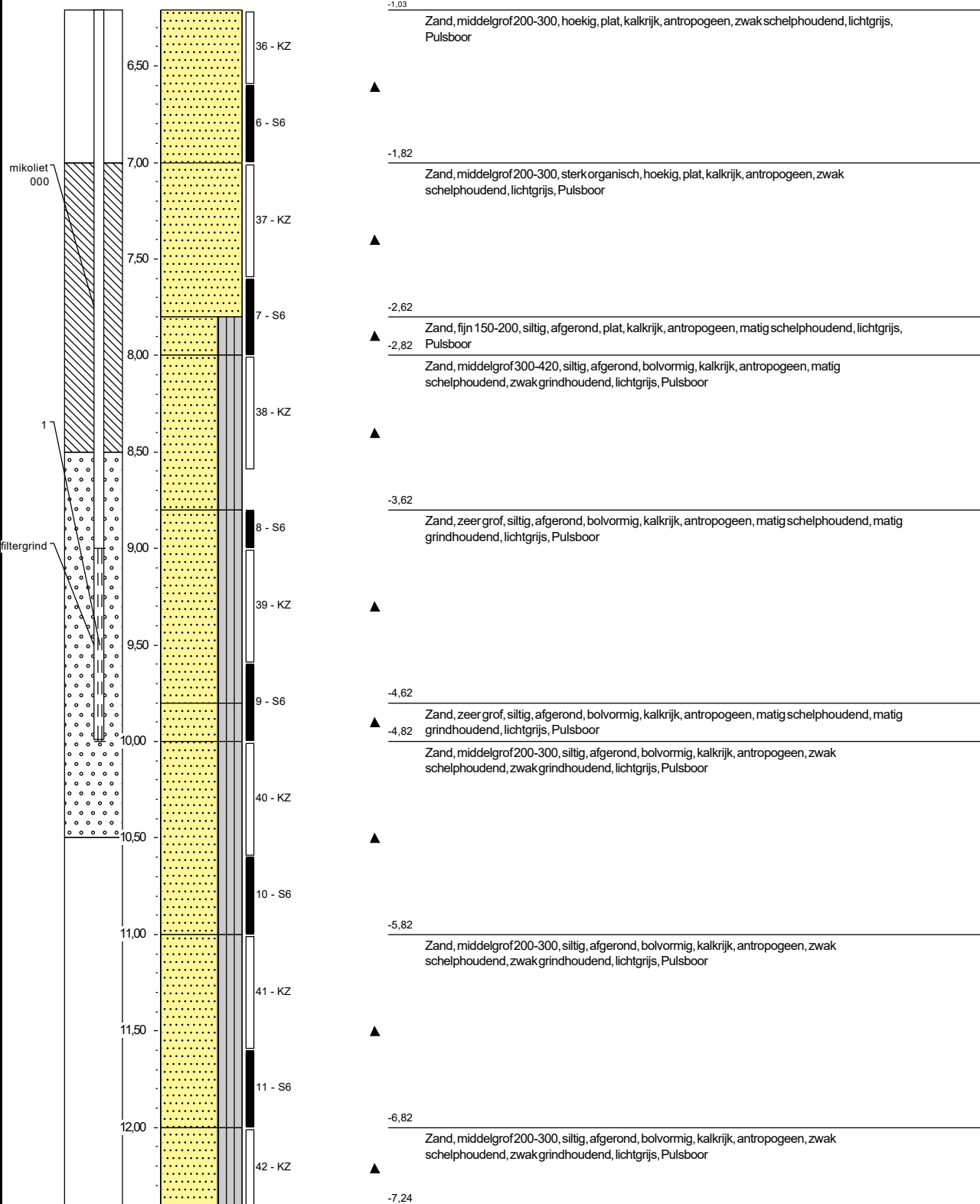
Boring: B021

Datum plaatsing: 29-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59579,61
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439659,47
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,183
 GWS in cm t.o.v. mv: 295

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

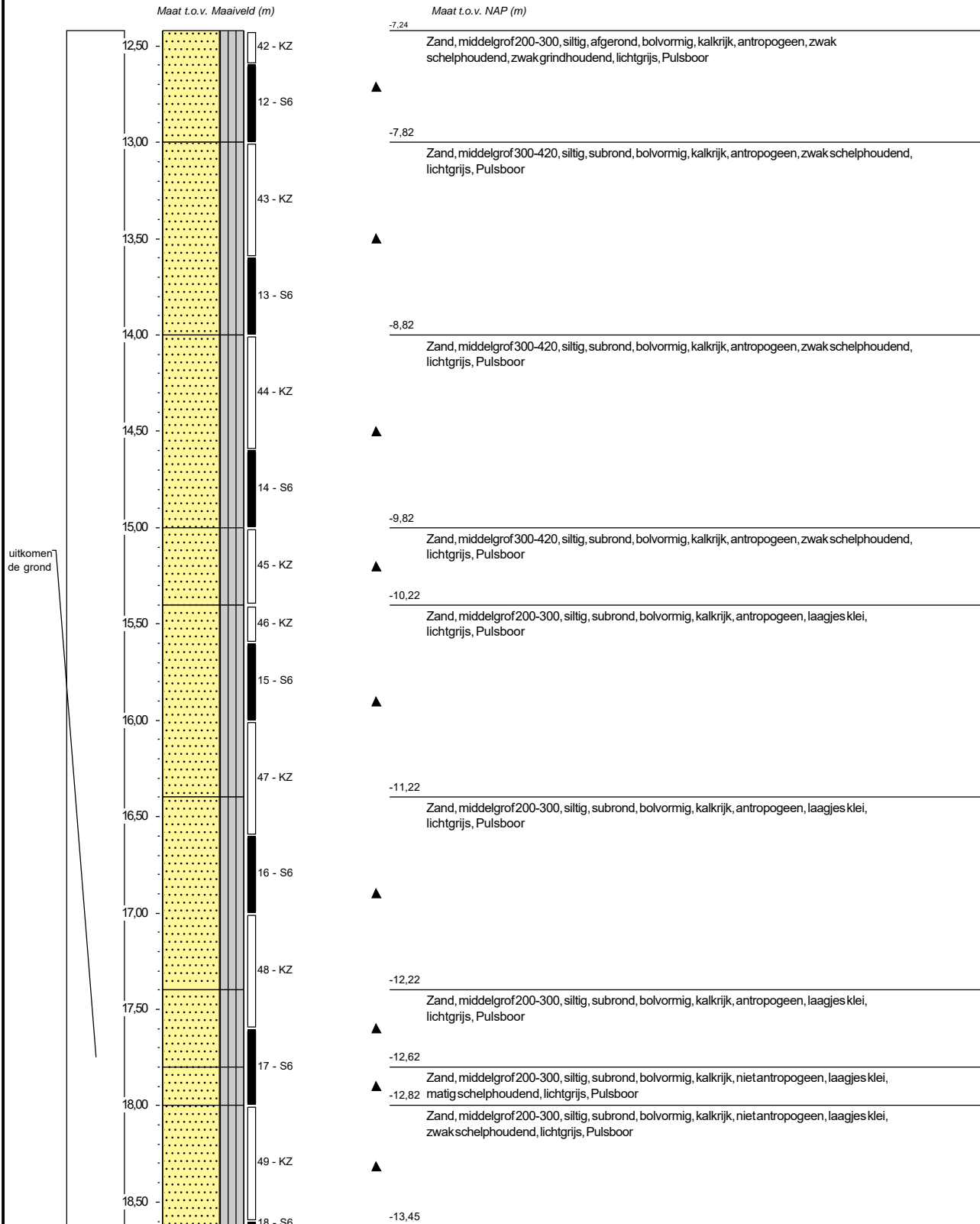




Boring: B021

Datum plaatsing: 29-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59579,61
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439659,47
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,183
 GWS in cm t.o.v. mv: 295

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

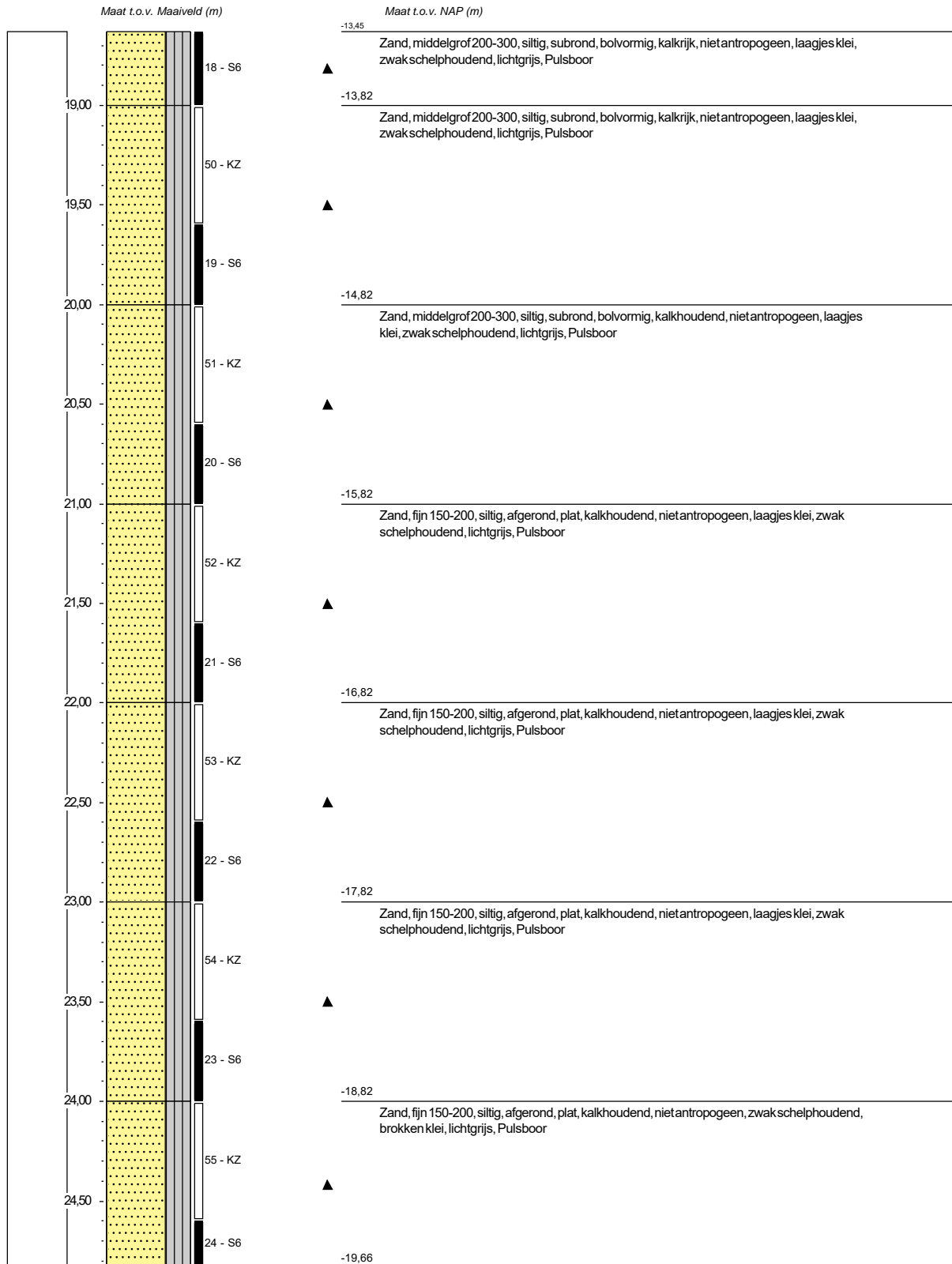




Boring: B021

Datum plaatsing: 29-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59579,61
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439659,47
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,183
 GWS in cm t.o.v. mv: 295

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

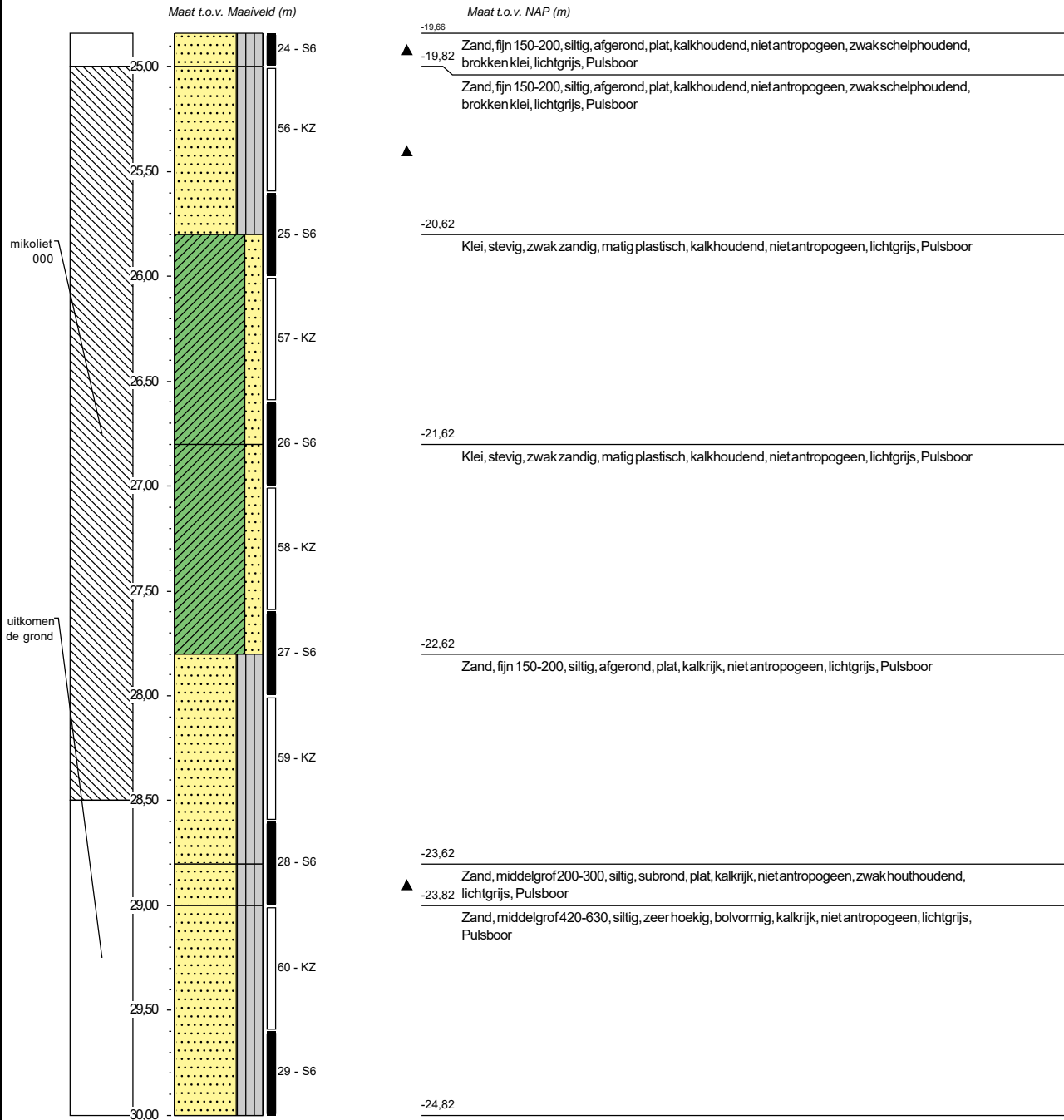




Boring: B021

Datum plaatsing: 29-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59579,61
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439659,47
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,183
 GWS in cm t.o.v. mv: 295

Boormeester: Brian Eliasberg
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





Boring: B022

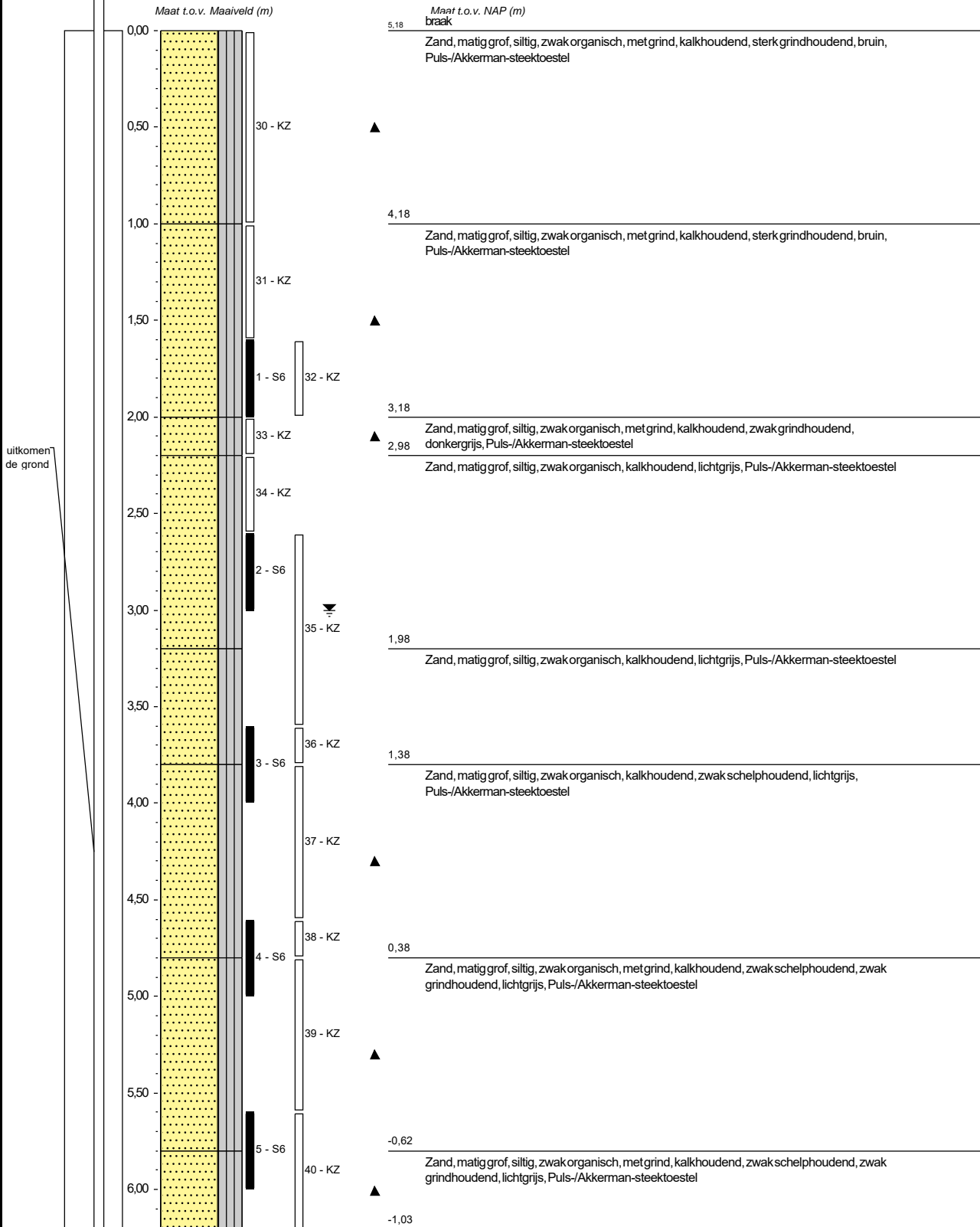
Datum plaatsing: 20-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59593,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439437,05
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,179
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Alex en Henk

Diameter peilbuis in mm: 32

Materiaal peilbuis: HDPE

Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2





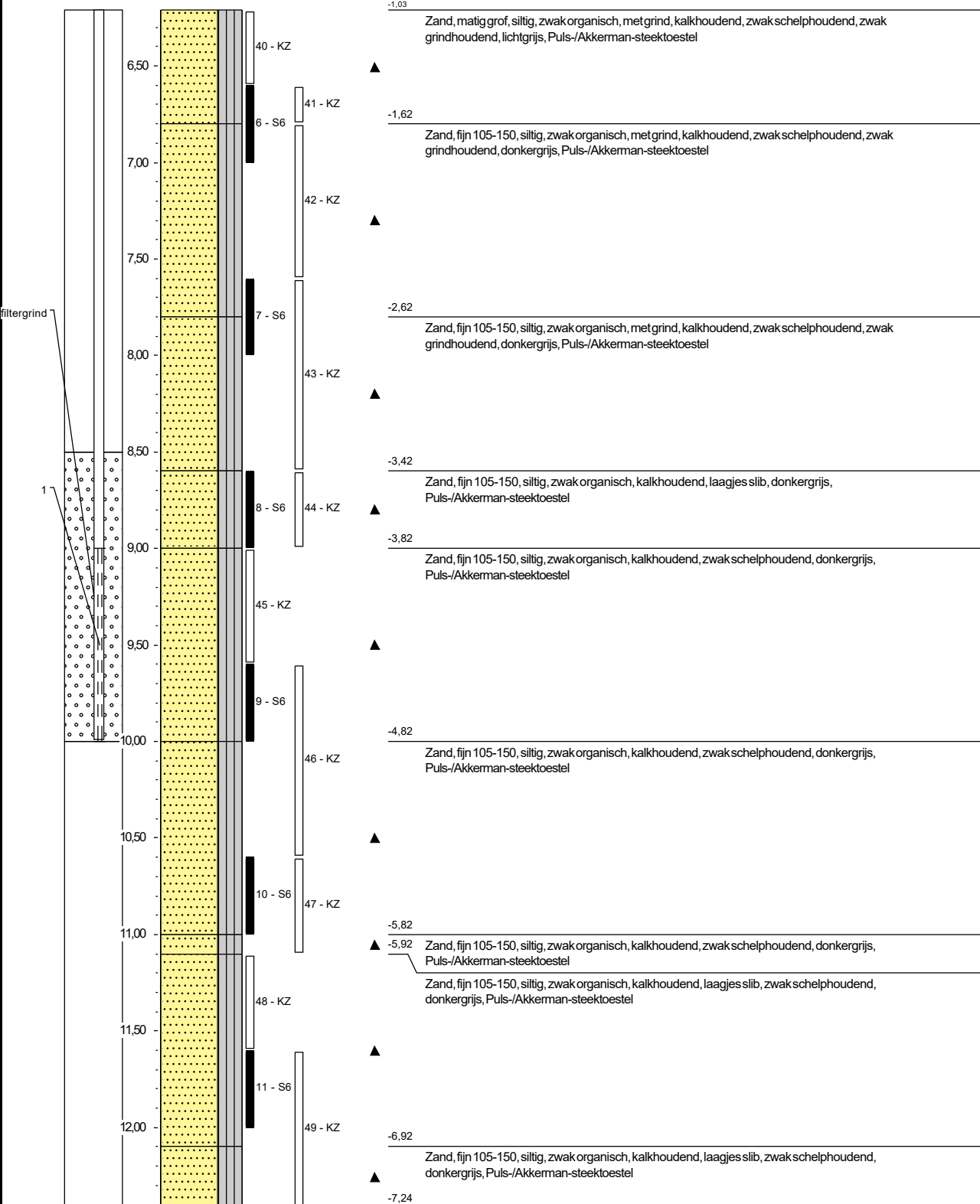
Boring: B022

Datum plaatsing: 20-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59593,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439437,05
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,179
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

Maat t.o.v. Maaiveld (m)

Maat t.o.v. NAP (m)

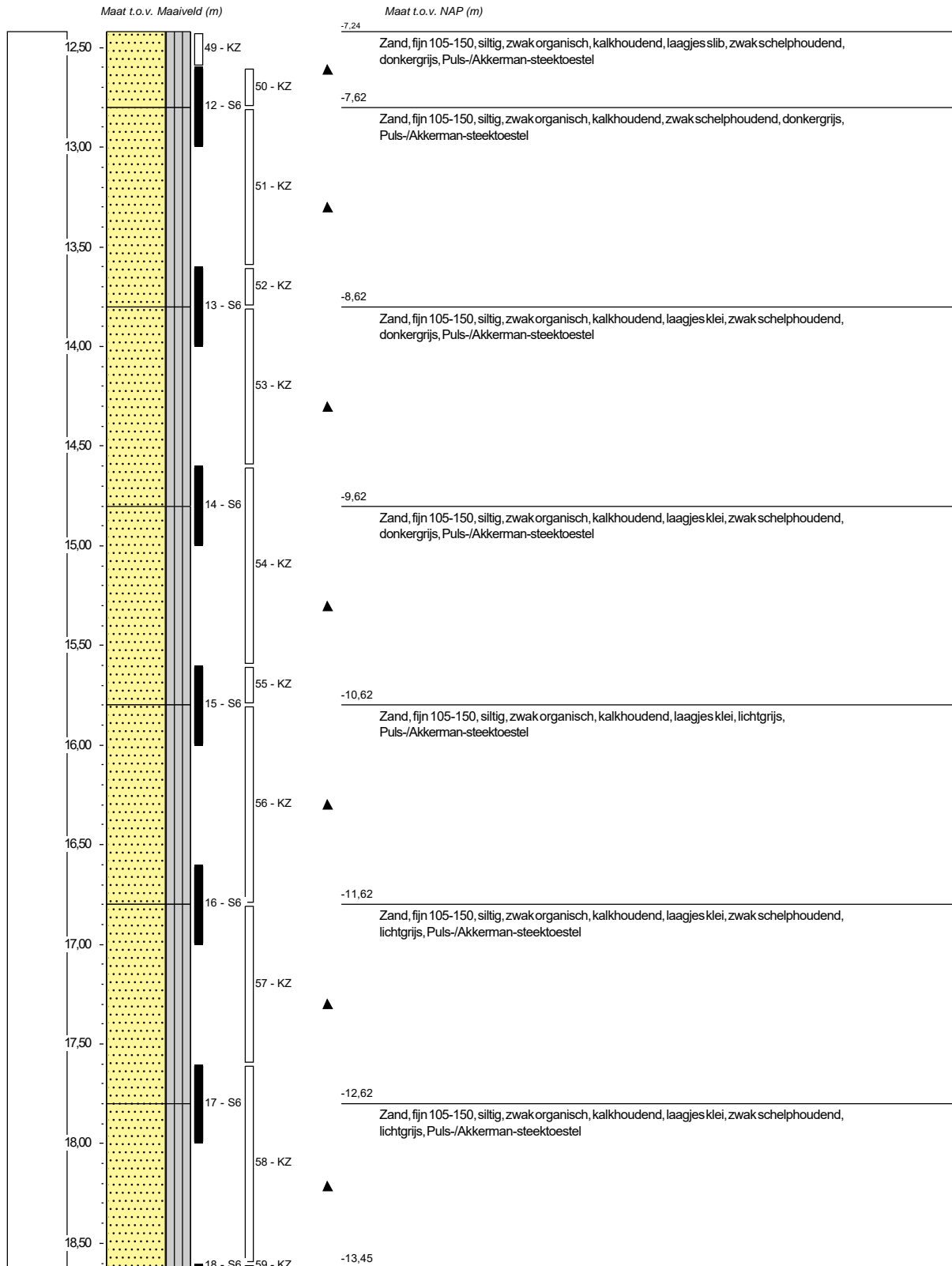




Boring: B022

Datum plaatsing: 20-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59593,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439437,05
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,179
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

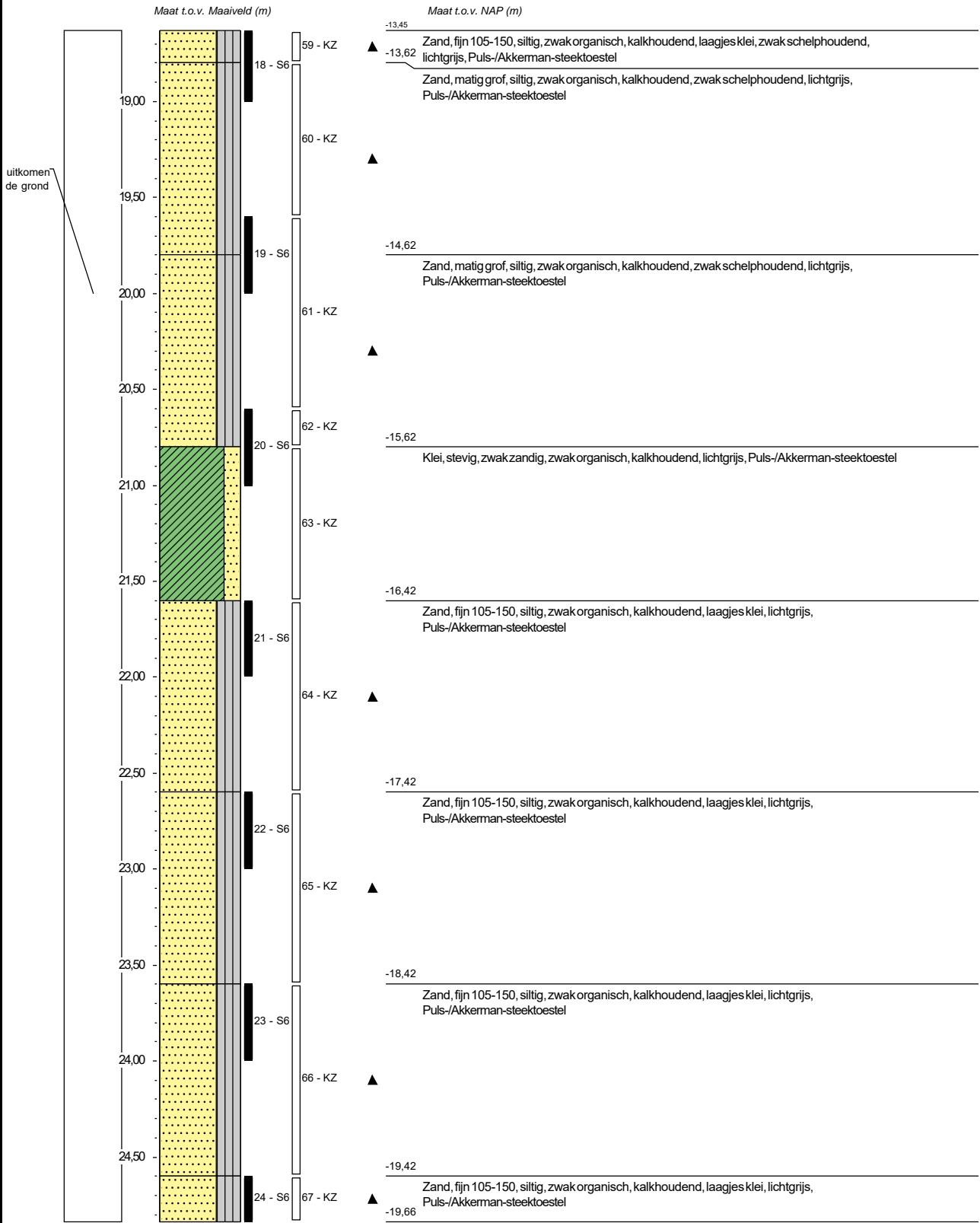




Boring: B022

Datum plaatsing: 20-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59593,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439437,05
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,179
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2

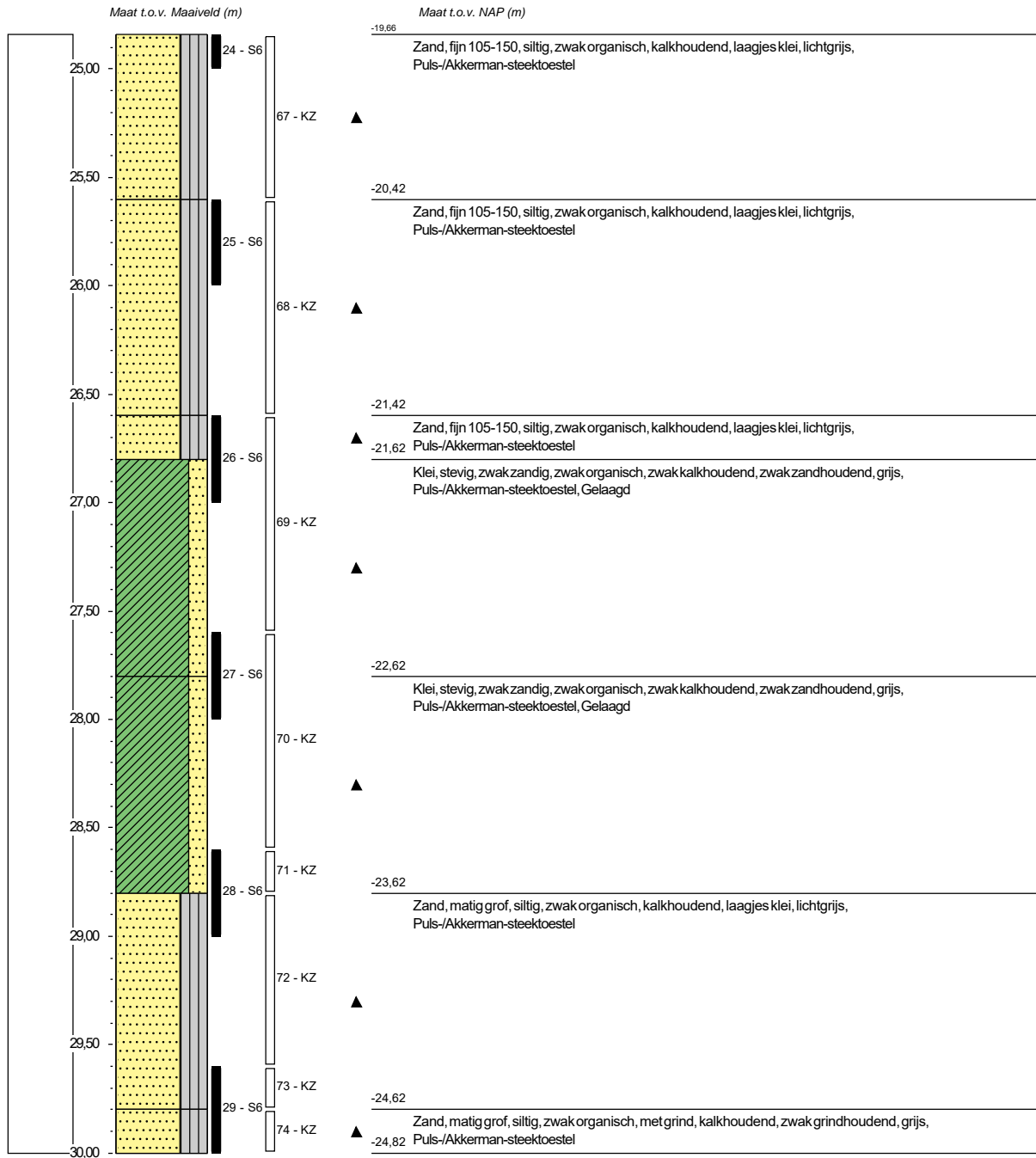




Boring: B022

Datum plaatsing: 20-8-2020
 X-coördinaat in m t.o.v. RD: 59593,95
 Y-coördinaat in m t.o.v. RD: 439437,05
 Maaiveld in m t.o.v. NAP: 5,179
 GWS in cm t.o.v. mv: 300

Boormeester: Alex en Henk
 Diameter peilbuis in mm: 32
 Materiaal peilbuis: HDPE
 Opmerking: Boorbeschrijving conform QM5. Lab aanvullen conform QM2



Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]							
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_g %	e	n %	W_v %	S_r %		
MB03	1	0,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr	18,4	13,7	33,8	0,93	48,15	47,41	98,46		
MB03	2	1,70	Z(mf)s1, sporen schelpen, lbr	18,6	14,0	32,5	0,89	47,17	46,41	98,40		
MB03	3	2,70	Z(mf)s1	18,5	13,9	32,9	0,91	47,59	46,59	97,89		
MB03	4	3,70	Z(mf)s1	18,8	14,4	30,4	0,84	45,66	44,65	97,78		
MB03	5	4,70	Z(mf)s1	18,6	14,1	31,7	0,88	46,70	45,69	97,84		
MB03	6	5,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,5	0,82	45,01	43,85	97,42		
MB03	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,7	29,2	0,81	44,65	43,58	97,61		
MB03	8A	7,70	Z(mf)s1	19,0	14,7	28,7	0,80	44,34	43,22	97,47		
MB03	8B	7,80	Ks2h1, slihboudend, dgr	75	14,9	8,3	78,6	2,18	68,52	66,83	97,54	
MB03	9	8,70	Ks2h1, slihboudend, dgr	38	15,2	8,7	74,4	2,04	67,14	66,02	98,33	
MB03	10	9,70	Ks2h1, slihboudend, dgr	48	14,9	8,3	79,3	2,19	68,65	67,18	97,86	
MB03	11	10,70	Ks2h1, slihboudend, dgr	53	15,3	9,0	71,4	1,96	66,21	65,15	98,39	
MB03	12	11,70	Ks2h1, slihboudend, 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)s1, resten schelpen, gr	18,3	13,6	34,7	0,95	48,72	48,10	98,73		
MB03	17	16,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,8	14,5	30,0	0,83	45,30	44,36	97,92		
MB03	18	17,70	Z(mf)s1, gr	18,8	14,5	29,9	0,83	45,27	44,27	97,78		
MB03	19	18,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,8	28,8	0,79	44,22	43,37	98,08		
MB03	20	19,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,7	29,2	0,80	44,49	43,81	98,48		
MB03	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,5	29,9	0,83	45,23	44,30	97,96		
MB03	22	21,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,8	14,5	30,2	0,83	45,36	44,54	98,19		
MB03	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,9	28,5	0,78	43,90	43,26	98,53		
MB03	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,6	14,2	31,7	0,87	46,56	45,75	98,26		
MB03	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,8	14,4	30,2	0,84	45,53	44,39	97,50		
MB03	26	25,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,7	0,82	45,06	44,11	97,88		
MB03	27	26,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,3	13,6	34,1	0,94	48,51	47,49	97,90		
MB03	28	27,70	Z(mf)s1, gr	18,8	14,4	30,7	0,84	45,74	45,04	98,45		
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)s1, gr	19,1	14,9	28,4	0,78	43,90	43,11	98,20		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (verzadigd)

Booring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]							
				γ_n [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]	W_g %	e %	n %	W_v %	S_r %		
MB04	1	0,70	Z(mf)s1, resten klei en schelpen, lgr	18,2	13,5	35,0	0,97	49,11	48,07	97,87		
MB04	2	1,70	Z(mf)	18,6	14,2	31,6	0,87	46,51	45,61	98,06		
MB04	3	2,70	Z(mg), gr	18,6	14,1	32,0	0,88	46,81	46,05	98,38		
MB04	4	3,70	Z(mg), gr	18,6	14,1	31,9	0,88	46,71	45,95	98,38		
MB04	5	4,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,8	14,3	30,8	0,85	45,88	44,97	98,01		
MB04	6	5,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,5	13,9	32,8	0,90	47,38	46,66	98,48		
MB04	7	6,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,2	0,81	44,73	43,65	97,59		
MB04	8	7,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,8	14,4	30,4	0,84	45,52	44,74	98,29		
MB04	9	8,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,6	0,81	44,88	44,01	98,06		
MB04	10	9,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,6	14,0	32,4	0,89	47,00	46,38	98,69		
MB04	11	10,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,8	14,4	30,1	0,84	45,51	44,33	97,42		
MB04	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,4	0,81	44,80	43,78	97,72		
MB04	13	12,70	Z(mg), gr	18,9	14,5	29,9	0,82	45,14	44,34	98,24		
MB04	14	13,70	Z(mg), gr	18,9	14,5	29,7	0,82	45,10	44,00	97,54		
MB04	15	14,70	Z(mg), gr	18,8	14,4	30,6	0,84	45,63	44,92	98,45		
MB04	16	15,70	Z(mg), gr	18,9	14,7	29,0	0,81	44,69	43,38	97,07		
MB04	17	16,70	Z(mg), gr	18,7	14,3	30,7	0,85	45,94	44,82	97,57		
MB04	18	17,70	Z(mg), gr	18,8	14,4	30,2	0,84	45,53	44,48	97,69		
MB04	19	18,70	Z(mf)s1, gr	18,9	14,5	29,8	0,82	45,17	44,14	97,71		
MB04	20	19,70	Z(mf)s1, gr	18,7	14,2	31,2	0,86	46,30	45,27	97,78		
MB04	21	20,70	Z(mf)s1, gr	18,8	14,5	29,8	0,83	45,25	44,07	97,40		
MB04	22	21,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	28,8	0,80	44,44	43,20	97,21		
MB04	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,1	15,0	28,1	0,77	43,58	42,79	98,17		
MB04	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,2	15,0	27,5	0,76	43,22	42,24	97,75		
MB04	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,79	44,27	43,23	97,65		
MB04	26	25,70	Z(mf)s1h1, resten schelpen en hout, gr	18,8	14,4	30,7	0,84	45,72	44,98	98,37		
MB04	27A	26,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	19,0	14,8	28,7	0,80	44,33	43,19	97,42		
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	18,7	14,3	31,0	0,86	46,15	45,14	97,81		
MB04	29A	28,70	Z(zf)s1, gr	19,2	15,1	27,3	0,76	43,03	42,08	97,80		
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	18,8	14,4	30,6	0,84	45,63	45,01	98,63		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n	γ_{dr}							
				[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	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		18,4	13,7	33,9	0,93	48,24	47,46	98,38	
MB10	10	9,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		19,1	14,8	28,7	0,79	44,05	43,31	98,33	
MB10	11	10,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		19,5	15,5	25,7	0,71	41,52	40,61	97,81	
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		19,4	15,4	26,2	0,73	42,05	41,05	97,63	
MB10	15	14,70	Z(mf)s3, lgr		19,3	15,2	26,9	0,74	42,47	41,82	98,46	
MB10	16	15,70	Z(mf)s3, gr		19,2	15,0	27,6	0,76	43,22	42,33	97,94	
MB10	17	16,70	Z(mf)s3, gr		19,4	15,3	26,7	0,73	42,34	41,64	98,37	
MB10	18	17,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,4	15,3	26,9	0,74	42,43	41,82	98,58	
MB10	19	18,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		19,0	14,7	29,4	0,81	44,68	43,91	98,27	
MB10	20A	19,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr		19,3	15,2	27,1	0,74	42,61	41,97	98,51	
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		19,6	15,6	25,2	0,69	41,00	40,20	98,05	
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		18,6	14,1	31,8	0,88	46,80	45,77	97,79	
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		19,0	14,7	29,1	0,80	44,46	43,70	98,29	
MB10	25	24,70	Z(zf)s1, resten schelpen, groen		18,6	14,1	31,9	0,88	46,88	45,84	97,78	
MB10	26	25,70	Z(zf)s1, groen		18,3	13,6	34,6	0,95	48,72	47,91	98,35	
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 (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-6104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Poriën getal	Poriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_{ar} [kN/m ³]							
				W_g %	e %	n %	W_v %	S_r %				
MB28	1	0,80	Z(mg)s1, resten schelpen, lgr	18,2	13,5	34,7	0,96	48,91	47,94	98,02		
MB28	2	1,80	Z(mg)s2, resten schelpen, lgr	17,9	13,0	37,4	1,03	50,78	49,68	97,84		
MB28	3	2,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	19,1	14,9	28,4	0,78	43,89	43,03	98,05		
MB28	4	3,80	Z(mg), veel schelpen, lgr	19,0	14,7	29,3	0,81	44,62	43,90	98,39		
MB28	5	4,80	Z(mg), resten schelpen, lgr	18,4	13,8	33,4	0,92	47,86	47,02	98,24		
MB28	6	5,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	19,1	14,8	28,7	0,79	44,03	43,39	98,54		
MB28	7	6,80	Z(mf)s1, gr	18,7	14,3	31,0	0,85	46,04	45,18	98,13		
MB28	8	7,80	Z(mf)s1, gr	18,9	14,6	29,8	0,82	45,04	44,18	98,09		
MB28	9	8,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,8	28,5	0,79	43,98	43,17	98,16		
MB28	10	9,80	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,5	0,81	44,70	44,12	98,70		
MB28	11	10,80	Z(mf)s1, gr	18,7	14,3	30,9	0,85	46,08	44,94	97,52		
MB28	12	11,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,9	28,3	0,78	43,87	42,98	97,98		
MB28	13	12,80	Z(mf)s1, gr	19,1	14,8	28,6	0,79	44,01	43,27	98,31		
MB28	14	13,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,9	28,2	0,78	43,96	42,76	97,27		
MB28	15	14,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	19,1	14,8	28,9	0,79	44,23	43,55	98,46		
MB28	16	15,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,6	14,1	32,1	0,88	46,87	46,01	98,15		
MB28	17	16,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,6	14,2	31,6	0,87	46,54	45,63	98,07		
MB28	18	17,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,6	29,4	0,81	44,83	43,86	97,86		
MB28	19	18,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,7	29,0	0,81	44,62	43,42	97,32		
MB28	20	19,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,9	14,7	29,0	0,81	44,62	43,42	97,32		
MB28	21	20,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,8	14,4	30,7	0,84	45,58	45,05	98,84		
MB28	22	21,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,6	14,0	32,5	0,89	47,16	46,36	98,30		
MB28	23	22,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,8	14,4	30,2	0,84	45,61	44,32	97,19		
MB28	24	23,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	18,7	14,2	31,2	0,86	46,24	45,34	98,04		
MB28	25	24,80	Z(mf), resten schelpen, gr	18,8	14,3	30,8	0,85	45,87	44,98	98,07		
MB28	26	25,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,2	12,0	43,5	1,21	54,75	53,16	97,10		
MB28	27	26,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,2	12,0	43,7	1,21	54,80	53,33	97,32		
MB28	28	27,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	18,5	13,8	33,8	0,92	47,95	47,51	99,08		
MB28	29	28,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,9	12,9	38,7	1,06	51,38	50,81	98,89		
MB28	30	29,80	Z(mf)s2, gr	18,9	14,6	29,9	0,82	45,05	44,42	98,60		

Project omschr.: Tennet kabeltracé Ijmuiden Ver Alpha

Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (verzadigd)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>codeform NBR-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Poriën getal	Poriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ²]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_g %	e%	n %	W_v %	S_v %		
MB29	1	0,70	Z(mf)s1, lbr	18,2	13,5	35,4	0,97	49,22	48,52	98,58		
MB29	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lbr	18,5	13,9	32,7	0,90	47,40	46,40	97,89		
MB29	3	2,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr	19,0	14,7	29,0	0,80	44,53	43,47	97,62		
MB29	4	3,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr	18,7	14,3	30,9	0,85	46,07	44,99	97,64		
MB29	5	4,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,9	14,7	28,9	0,80	44,60	43,32	97,14		
MB29	6	5,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	19,0	14,7	29,4	0,81	44,64	43,91	98,37		
MB29	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,4	13,8	33,7	0,92	48,03	47,30	98,48		
MB29	8	7,70	Z(mf)s1, slihoudend, dgr/zw	16,8	11,3	48,8	1,35	57,48	56,09	97,58		
MB29	9	8,70	Z(mf)s1, slihoudend, dgr/zw	17,9	13,0	37,2	1,03	50,82	49,37	97,15		
MB29	10	9,70	Z(mf)s1, slihoudend, dgr/zw	17,9	12,9	38,3	1,05	51,26	50,37	98,28		
MB29	11	10,70	Z(mf)s1, gr	18,7	14,3	30,7	0,85	45,99	44,80	97,41		
MB29	12	11,70	Z(mf)s1, gr	18,9	14,6	29,6	0,82	44,99	44,00	97,79		
MB29	13	12,70	Z(mf)s1, gr	18,9	14,5	29,8	0,82	45,12	44,18	97,92		
MB29	14	13,70	Z(mf)s1, resten klei, gr	16,7	11,1	50,2	1,38	57,93	57,05	98,49		
MB29	15	14,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	19,2	15,1	27,5	0,76	43,06	42,27	98,17		
MB29	16	15,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	19,1	15,0	27,9	0,77	43,55	42,61	97,84		
MB29	17	16,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	19,0	14,8	28,5	0,79	44,18	42,98	97,28		
MB29	18	17,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	18,6	14,1	32,0	0,88	46,74	46,06	98,53		
MB29	19	18,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	18,8	14,5	30,1	0,83	45,36	44,49	98,08		
MB29	20	19,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	18,7	14,2	31,6	0,87	46,50	45,68	98,23		
MB29	21	20,70	Z(mf)s1, gr	18,9	14,5	30,3	0,83	45,37	44,67	98,45		
MB29	22	21,70	Z(mf)s1, gr	19,0	14,7	29,5	0,81	44,71	44,13	98,69		
MB29	23	22,70	Z(mf)s1, gr	18,6	14,1	32,0	0,88	46,76	45,99	98,36		
MB29	24	23,70	Z(mg), resten schelpen, gr	18,8	14,4	30,5	0,84	45,51	44,87	98,60		
MB29	25	24,70	Z(mg), gr	19,0	14,6	29,8	0,81	44,87	44,30	98,74		
MB29	26	25,70	Z(zg), brokjes klei, resten schelpen, gr	18,7	14,2	31,5	0,86	46,36	45,59	98,34		
MB29	27	26,70	Kz3, dgr	18,6	14,2	31,3	0,87	46,41	45,24	97,49		
MB29	28	27,70	Z(mf)s1, resten klei, gr	18,6	14,2	31,3	0,87	46,47	45,31	97,51		
MB29	29	28,70	Z(mf)s1, gr	18,6	14,2	31,2	0,87	46,44	45,12	97,16		
MB29	30	29,70	Z(mf)s1, gr	18,6	14,1	31,4	0,87	46,63	45,34	97,23		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porïën getal	Porïën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]							
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_g %	e	n %	W_v %	S_r %		
MB03	1	0,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr	14,8	13,7	7,4	0,93	48,15	10,42	21,63		
MB03	2	1,70	Z(mf)s1, sporen schelpen, lbr	16,5	14,0	17,9	0,89	47,17	25,50	54,06		
MB03	3	2,70	Z(mf)s1	17,3	13,9	24,4	0,91	47,59	34,48	72,45		
MB03	4	3,70	Z(mf)s1	17,6	14,4	22,5	0,84	45,66	32,96	72,18		
MB03	5	4,70	Z(mf)s1	17,4	14,1	23,5	0,88	46,70	33,81	72,41		
MB03	6	5,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,6	21,7	0,82	45,01	32,17	71,47		
MB03	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,7	20,7	0,81	44,65	30,90	69,20		
MB03	8A	7,70	Z(mf)s1	17,8	14,7	21,0	0,80	44,34	31,54	71,13		
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	16,7	13,6	22,7	0,95	48,72	31,38	64,41		
MB03	17	16,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,6	14,5	21,8	0,83	45,30	32,15	70,96		
MB03	18	17,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,5	22,1	0,83	45,27	32,62	72,04		
MB03	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,9	14,8	20,8	0,79	44,22	31,35	70,90		
MB03	20	19,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,7	20,6	0,80	44,49	30,87	69,40		
MB03	21	20,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,5	21,9	0,83	45,23	32,45	71,74		
MB03	22	21,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,6	14,5	21,2	0,83	45,36	31,32	69,05		
MB03	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,8	14,9	19,7	0,78	43,90	29,85	67,99		
MB03	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,4	14,2	23,0	0,87	46,56	33,22	71,36		
MB03	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,3	14,4	19,8	0,84	45,53	29,17	64,06		
MB03	26	25,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,6	21,6	0,82	45,06	32,02	71,07		
MB03	27	26,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	16,7	13,6	22,1	0,94	48,51	30,80	63,49		
MB03	28	27,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	22,5	0,84	45,74	33,02	72,18		
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	17,8	14,9	20,0	0,78	43,90	30,35	69,14		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (in-situ)

Booring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]							
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_g %	e	n	W_v %	S_r %		
MB04	1	0,70	Z(mf)s1, resten klei en schelpen, lgr	14,0	13,5	4,1	0,97	49,11	5,57	11,35		
MB04	2	1,70	Z(mf)	16,3	14,2	14,9	0,87	46,51	21,46	46,14		
MB04	3	2,70	Z(mg), gr	17,5	14,1	24,0	0,88	46,81	34,42	73,54		
MB04	4	3,70	Z(mg), gr	17,4	14,1	23,3	0,88	46,71	33,54	71,81		
MB04	5	4,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,6	14,3	22,7	0,85	45,88	33,16	72,27		
MB04	6	5,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,1	13,9	22,9	0,90	47,38	32,59	68,78		
MB04	7	6,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,6	14,6	20,4	0,81	44,73	30,44	68,06		
MB04	8	7,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,5	14,4	21,2	0,84	45,52	31,28	68,71		
MB04	9	8,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,5	14,6	19,6	0,81	44,88	29,21	65,09		
MB04	10	9,70	Z(mg), resten schelpen, gr	16,9	14,0	20,3	0,89	47,00	29,08	61,88		
MB04	11	10,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,7	14,4	22,2	0,84	45,51	32,75	71,96		
MB04	12	11,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,6	21,7	0,81	44,80	32,41	72,34		
MB04	13	12,70	Z(mg), gr	17,7	14,5	21,7	0,82	45,14	32,09	71,09		
MB04	14	13,70	Z(mg), gr	17,7	14,5	21,9	0,82	45,10	32,47	72,00		
MB04	15	14,70	Z(mg), gr	17,6	14,4	21,9	0,84	45,63	32,17	70,49		
MB04	16	15,70	Z(mg), gr	17,8	14,7	21,6	0,81	44,69	32,26	72,19		
MB04	17	16,70	Z(mg), gr	17,5	14,3	22,1	0,85	45,94	32,32	70,35		
MB04	18	17,70	Z(mg), gr	17,7	14,4	22,7	0,84	45,53	33,41	73,38		
MB04	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,5	21,9	0,82	45,17	32,42	71,77		
MB04	20	19,70	Z(mf)s1, gr	17,5	14,2	23,0	0,86	46,30	33,31	71,94		
MB04	21	20,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,5	21,8	0,83	45,25	32,26	71,30		
MB04	22	21,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,7	21,0	0,80	44,44	31,58	71,08		
MB04	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,9	15,0	19,9	0,77	43,58	30,35	69,63		
MB04	24	23,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	18,0	15,0	19,6	0,76	43,22	30,00	69,42		
MB04	25	24,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,6	14,8	18,8	0,79	44,27	28,37	64,09		
MB04	26	25,70	Z(mf)s1h1, resten schelpen en hout, gr	17,6	14,4	22,2	0,84	45,72	32,56	71,21		
MB04	27A	26,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr	17,3	14,8	17,3	0,80	44,33	25,98	58,61		
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	16,7	14,3	17,0	0,86	46,15	24,67	53,46		
MB04	29A	28,70	Z(zf)s1, gr	18,0	15,1	19,0	0,76	43,03	29,26	68,00		
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	17,6	14,4	22,4	0,84	45,63	32,90	72,09		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest			W _g %	e	n %	W _v %	S _r %
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]	γ_{gr} [kN/m ³]					
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		16,8	12,7	32,6	1,09	52,25	42,09	80,56
MB07	5	4,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr		16,5	12,2	35,4	1,17	53,99	44,00	81,49
MB07	6	5,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr		16,1	11,6	38,6	1,29	56,25	45,62	81,09
MB07	7	6,70	Z(mf)s2h1, laagjes klei, dgr		16,5	12,4	32,8	1,13	53,03	41,64	78,53
MB07	8A	7,70	Z(mf)s1h1, gr		17,2	13,7	25,8	0,94	48,42	35,89	74,13
MB07	8B	7,80	Z(mf)s2h1, resten klei, dgr		15,2	10,3	48,3	1,58	61,28	50,49	82,39
MB07	9	8,70	Z(mf)s2h1, resten klei, dgr		17,1	13,4	28,1	0,98	49,51	38,33	77,42
MB07	10	9,70	Z(zf)s2, resten klei, gr		16,6	12,5	32,3	1,12	52,76	41,24	78,16
MB07	11	10,70	Z(zf)s2, resten klei, gr		15,4	10,6	45,9	1,51	60,13	49,45	82,23
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		17,6	14,4	22,1	0,84	45,61	32,47	71,19
MB07	15	14,70	Z(mf)s1,gr		17,8	14,7	21,7	0,81	44,70	32,47	72,65
MB07	16	15,70	Z(mf)s1,gr		17,6	14,3	23,0	0,86	46,14	33,50	72,59
MB07	17	16,70	Z(mf)s1,gr		17,6	14,2	23,9	0,87	46,47	34,62	74,50
MB07	18	17,70	Z(mf)s1,gr		17,8	14,6	21,8	0,81	44,72	32,55	72,78
MB07	19	18,70	Z(mf)s1,gr		17,7	14,5	21,6	0,82	45,13	31,95	70,79
MB07	20	19,70	Z(mf)s1,gr		17,6	14,7	20,3	0,81	44,67	30,40	68,04
MB07	21	20,70	Z(mf)s1,resten schelpen, gr		17,8	14,9	19,5	0,78	43,71	29,63	67,78
MB07	22	21,70	Z(mf)s1,gr		16,6	13,9	19,7	0,91	47,68	27,81	58,33
MB07	23	22,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,3	14,3	20,6	0,85	46,04	30,07	65,31
MB07	24	23,70	Z(mf)s1,gr		17,9	15,0	19,5	0,77	43,48	29,79	68,51
MB07	25	24,70	Z(mg), resten schelpen, lgr		17,6	14,8	18,7	0,79	44,18	28,20	63,83
MB07	26	25,70	Z(zg), resten schelpen, lgr		17,4	14,8	18,2	0,80	44,32	27,33	61,67
MB07	27	26,70	Z(mg), resten schelpen, lgr		17,4	14,4	20,6	0,84	45,65	30,20	66,15
MB07	28	27,70	Z(mg), gr		18,0	14,8	21,0	0,79	44,01	31,74	72,12
MB07	29	28,70	Z(mf)s1, gr		17,8	14,8	20,1	0,79	44,13	30,39	68,86
MB07	30A	29,65	Z(mf)s1, gr		17,7	14,8	19,7	0,80	44,30	29,61	66,83
MB07	30B	29,70	Vm, zw		9,2	2,8	229,8	4,04	89,52	65,01	72,62
MB07	30C	29,75	Z(mf)s1,gr								

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>									
				Torvanetest	Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Porïen getal	Porïen volume	Watergehalte in volume	Verz. graad	
				γ_n	γ_{dr}	W_g	e	n	W_v	S_r		
				[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	%	%	%	%		
MB10	1	0,70	Kz1, 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		17,2	13,7	25,7	0,93	48,24	35,91	74,44	
MB10	10	9,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		17,7	14,8	19,7	0,79	44,05	29,78	67,61	
MB10	11	10,70	Z(mf)s3, lenzen klei, gr		18,4	15,5	18,5	0,71	41,52	29,21	70,33	
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		18,1	15,4	17,8	0,73	42,05	27,89	66,33	
MB10	15	14,70	Z(mf)s3, lgr		18,2	15,2	19,3	0,74	42,47	29,97	70,57	
MB10	16	15,70	Z(mf)s3, lgr		18,1	15,0	20,1	0,76	43,22	30,79	71,24	
MB10	17	16,70	Z(mf)s3, lgr		18,2	15,3	19,1	0,73	42,34	29,74	70,25	
MB10	18	17,70	Z(mf), resten schelpen, gr		18,2	15,3	19,0	0,74	42,43	29,60	69,77	
MB10	19	18,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr		17,3	14,7	17,9	0,81	44,68	26,78	59,93	
MB10	20A	19,70	Z(mf)s1, veel schelpen, gr		18,0	15,2	18,1	0,74	42,61	28,01	65,73	
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		18,4	15,6	17,9	0,69	41,00	28,61	69,77	
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		17,4	14,1	23,7	0,88	46,80	34,06	72,77	
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		18,0	14,7	22,2	0,80	44,46	33,38	75,09	
MB10	25	24,70	Z(zf)s1, resten schelpen, groen		17,5	14,1	24,3	0,88	46,88	34,91	74,46	
MB10	26	25,70	Z(zf)s1, groen		17,1	13,6	25,7	0,95	48,72	35,63	73,14	
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 (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-6104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Poriën getal	Poriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_{ar} [kN/m ³]							
				W_g %	e %	n %	W_v %	S_r %				
MB28	1	0,80	Z(mg)s1, resten schelpen, lgr	14,3	13,5	5,9	0,96	48,91	8,13	16,62		
MB28	2	1,80	Z(mg)s2, resten schelpen, lgr	14,5	13,0	11,4	1,03	50,78	15,16	29,86		
MB28	3	2,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	17,8	14,9	19,8	0,78	43,89	30,08	68,53		
MB28	4	3,80	Z(mg), veel schelpen, lgr	17,3	14,7	18,0	0,81	44,62	26,89	60,27		
MB28	5	4,80	Z(mg), resten schelpen, lgr	16,6	13,8	20,2	0,92	47,86	28,41	59,36		
MB28	6	5,80	Z(mg)s1, veel schelpen, lgr	17,7	14,8	19,7	0,79	44,03	29,74	67,54		
MB28	7	6,80	Z(mf)s1, gr	17,3	14,3	21,0	0,85	46,04	30,60	66,47		
MB28	8	7,80	Z(mf)s1, gr	17,6	14,6	20,8	0,82	45,04	30,92	68,64		
MB28	9	8,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,8	19,8	0,79	43,98	30,01	68,24		
MB28	10	9,80	Z(mf)s1, gr	17,6	14,7	20,3	0,81	44,70	30,35	67,90		
MB28	11	10,80	Z(mf)s1, gr	17,5	14,3	22,3	0,85	46,08	32,45	70,41		
MB28	12	11,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,9	19,8	0,78	43,87	30,01	68,41		
MB28	13	12,80	Z(mf)s1, gr	17,8	14,8	19,8	0,79	44,01	30,00	68,17		
MB28	14	13,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,9	19,4	0,78	43,96	29,43	66,95		
MB28	15	14,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,8	19,8	0,79	44,23	29,79	67,35		
MB28	16	15,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,0	14,1	21,0	0,88	46,87	30,14	64,30		
MB28	17	16,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	16,5	14,2	16,7	0,87	46,54	24,08	51,75		
MB28	18	17,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,6	14,6	20,7	0,81	44,83	30,84	68,81		
MB28	19	18,80	Z(mg)s1, resten schelpen, gr	17,7	14,7	20,6	0,81	44,68	30,74	68,80		
MB28	20	19,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,6	14,7	20,1	0,81	44,62	30,06	67,36		
MB28	21	20,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,5	14,4	21,4	0,84	45,58	31,49	69,08		
MB28	22	21,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,0	14,0	21,1	0,89	47,16	30,09	63,80		
MB28	23	22,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,5	14,4	21,1	0,84	45,61	30,99	67,96		
MB28	24	23,80	Z(mf)s1, resten planten, gr	17,3	14,2	21,2	0,86	46,24	30,75	66,50		
MB28	25	24,80	Z(mf), resten schelpen, gr	17,0	14,3	18,8	0,85	45,87	27,53	60,02		
MB28	26	25,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,3	12,0	35,8	1,21	54,75	43,74	79,90		
MB28	27	26,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,2	12,0	35,3	1,21	54,80	43,08	78,61		
MB28	28	27,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	17,3	13,8	25,7	0,92	47,95	36,17	75,44		
MB28	29	28,80	Z(mf)s3, laagjes klei, gr	16,6	12,9	29,0	1,06	51,38	38,08	74,10		
MB28	30	29,80	Z(mf)s2, gr	17,6	14,6	20,6	0,82	45,05	30,59	67,91		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten (in-situ)

Boring	Monster nummer	Diepte in m-nv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichtspercentage	Poriën getal	Poriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ²]	γ_{dr} [kN/m ³]							
				γ_n [kN/m ²]	γ_{dr} [kN/m ³]	W_g %	e	n	W_v %	S_r %		
MB29	1	0,70	Z(mf)s1, lbr	14,0	13,5	3,7	0,97	49,22	5,06	10,28		
MB29	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lbr	15,9	13,9	13,8	0,90	47,40	19,58	41,30		
MB29	3	2,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr	17,8	14,7	21,1	0,80	44,53	31,63	71,03		
MB29	4	3,70	Z(mf)s1, resten schelpen, lbr	17,3	14,3	21,3	0,85	46,07	31,06	67,41		
MB29	5	4,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,6	14,7	19,7	0,80	44,60	29,54	66,24		
MB29	6	5,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,6	14,7	19,7	0,81	44,64	29,53	66,16		
MB29	7	6,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,3	13,8	25,3	0,92	48,03	35,47	73,85		
MB29	8	7,70	Z(mf)s1, slibhoudend, dgr/zw	15,7	11,3	39,2	1,35	57,48	44,97	78,24		
MB29	9	8,70	Z(mf)s1, slibhoudend, dgr/zw	16,9	13,0	29,3	1,03	50,82	38,95	76,64		
MB29	10	9,70	Z(mf)s1, slibhoudend, dgr/zw	16,9	12,9	30,5	1,05	51,26	40,19	78,41		
MB29	11	10,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,3	22,7	0,85	45,99	33,16	72,10		
MB29	12	11,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,6	20,9	0,82	44,99	31,08	69,08		
MB29	13	12,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,5	21,3	0,82	45,12	31,52	69,86		
MB29	14	13,70	Z(mf)s1, resten klei, gr	15,7	11,1	41,3	1,38	57,93	46,88	80,93		
MB29	15	14,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	18,1	15,1	19,7	0,76	43,06	30,26	70,28		
MB29	16	15,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	17,9	15,0	19,3	0,77	43,55	29,51	67,75		
MB29	17	16,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	17,8	14,8	20,5	0,79	44,18	30,95	70,04		
MB29	18	17,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	17,0	14,1	20,3	0,88	46,74	29,26	62,60		
MB29	19	18,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	17,6	14,5	21,7	0,83	45,36	32,00	70,54		
MB29	20	19,70	Z(mf)s1, resten planten en schelpen, gr	17,4	14,2	22,4	0,87	46,50	32,44	69,75		
MB29	21	20,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,5	21,3	0,83	45,37	31,43	69,28		
MB29	22	21,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,7	20,6	0,81	44,71	30,69	68,65		
MB29	23	22,70	Z(mf)s1, gr	17,3	14,1	22,6	0,88	46,76	32,54	69,59		
MB29	24	23,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,3	14,4	19,8	0,84	45,51	29,07	63,89		
MB29	25	24,70	Z(mg), gr	17,5	14,6	19,8	0,81	44,87	29,49	65,71		
MB29	26	25,70	Z(zg), brokjes klei, resten schelpen, gr	17,0	14,2	19,6	0,86	46,36	28,43	61,32		
MB29	27	26,70	Kz3, dgr	17,7	14,2	24,4	0,87	46,41	35,28	76,01		
MB29	28	27,70	Z(mf)s1, resten klei, gr	17,6	14,2	24,0	0,87	46,47	34,72	74,73		
MB29	29	28,70	Z(mf)s1, gr	17,0	14,2	20,1	0,87	46,44	29,07	62,61		
MB29	30	29,70	Z(mf)s1, gr	16,8	14,1	18,9	0,87	46,63	27,23	58,40		

Project omschr.: Tennet kabeltracé IJmuiden Ver Alpha
 Projectnr.: 2020-1142

Volumegewichten

Boring	Monster nummer	Diepte in m-mv	Grondsoort <small>conform NEN-5104</small>	Torvanetest		Nat volumegewicht	Droog volumegewicht	Watergehalte in gewichts percentage	Porriën getal	Porriën volume	Watergehalte in volume	Verz. graad
				γ_n [kN/m ³]	γ_{dr} [kN/m ³]							
				W_g %	e %	n %	W_v %	S_r %				
MB30	1	0,70	Z(mg), resten wortels, lgr	17,7	14,6	21,3	0,82	45,06	31,67	70,27		
MB30	2	1,70	Z(mg), resten schelpen, lgr	17,4	14,6	19,6	0,82	45,00	29,14	64,76		
MB30	3	2,70	Z(mg), gr	17,5	14,5	20,5	0,82	45,11	30,34	67,26		
MB30	4	3,70	Z(zf)s1, gr	17,4	14,0	24,1	0,89	47,10	34,45	73,14		
MB30	5	4,70	Z(zf)s1, gr	17,5	14,2	23,3	0,87	46,44	33,77	72,70		
MB30	6	5,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	21,6	0,83	45,48	31,76	69,83		
MB30	7	6,70	Z(mf)s1, gr	17,5	14,4	21,7	0,85	45,81	31,79	69,40		
MB30	8	7,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	21,7	0,84	45,55	31,88	70,00		
MB30	9	8,70	Z(mf)s1, gr	17,3	14,2	21,7	0,87	46,40	31,38	67,63		
MB30	10	9,70	Z(mf)s1, gr	17,4	14,1	23,4	0,87	46,66	33,70	72,23		
MB30	11	10,70	Z(mf)s1, gr	17,4	13,9	25,1	0,91	47,60	35,48	74,55		
MB30	12	11,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,6	20,7	0,82	44,99	30,79	68,44		
MB30	13	12,70	Z(mf)s1, resten schelpen, gr	17,5	14,5	21,1	0,83	45,43	31,16	68,59		
MB30	14	13,70	Z(mf)s1, gr	17,5	14,6	20,0	0,81	44,82	29,75	66,37		
MB30	15	14,70	Z(mf)s1, gr	17,5	14,6	19,9	0,82	45,04	29,56	65,63		
MB30	16	15,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,6	20,6	0,81	44,78	30,72	68,61		
MB30	17	16,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,5	21,2	0,83	45,34	31,36	69,17		
MB30	18	17,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,5	21,2	0,83	45,25	31,42	69,42		
MB30	19	18,70	Z(mf)s1, gr	17,5	14,5	20,6	0,83	45,37	30,34	66,87		
MB30	20	19,70	Z(zg), veel schelpen, lgr	17,0	14,0	21,6	0,90	47,26	30,84	65,25		
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	17,7	14,8	19,8	0,80	44,32	29,71	67,04		
MB30	23	21,90	Z(mg), gr	17,7	14,7	20,6	0,81	44,66	30,73	68,82		
MB30	24	22,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,9	20,0	0,78	43,91	30,27	68,95		
MB30	25	23,70	Z(mf)s1, gr	17,7	14,7	20,3	0,80	44,39	30,48	68,66		
MB30	26	24,70	Z(mg), resten schelpen, gr	17,8	14,6	21,3	0,81	44,77	31,77	70,96		
MB30	27	25,70	Z(mf)s1, gr	17,8	14,6	21,6	0,81	44,82	32,19	71,83		
MB30	28	26,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	22,4	0,84	45,70	32,78	71,73		
MB30	29	27,70	Z(mf)s1, gr	17,6	14,4	22,3	0,84	45,80	32,63	71,26		
MB30	30	28,70	Z(mf)s1, gr	17,4	14,1	23,1	0,88	46,70	33,23	71,16		
MB30	31	29,80	Z(mf)s1, gr	17,3	14,1	22,5	0,87	46,64	32,38	69,43		

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

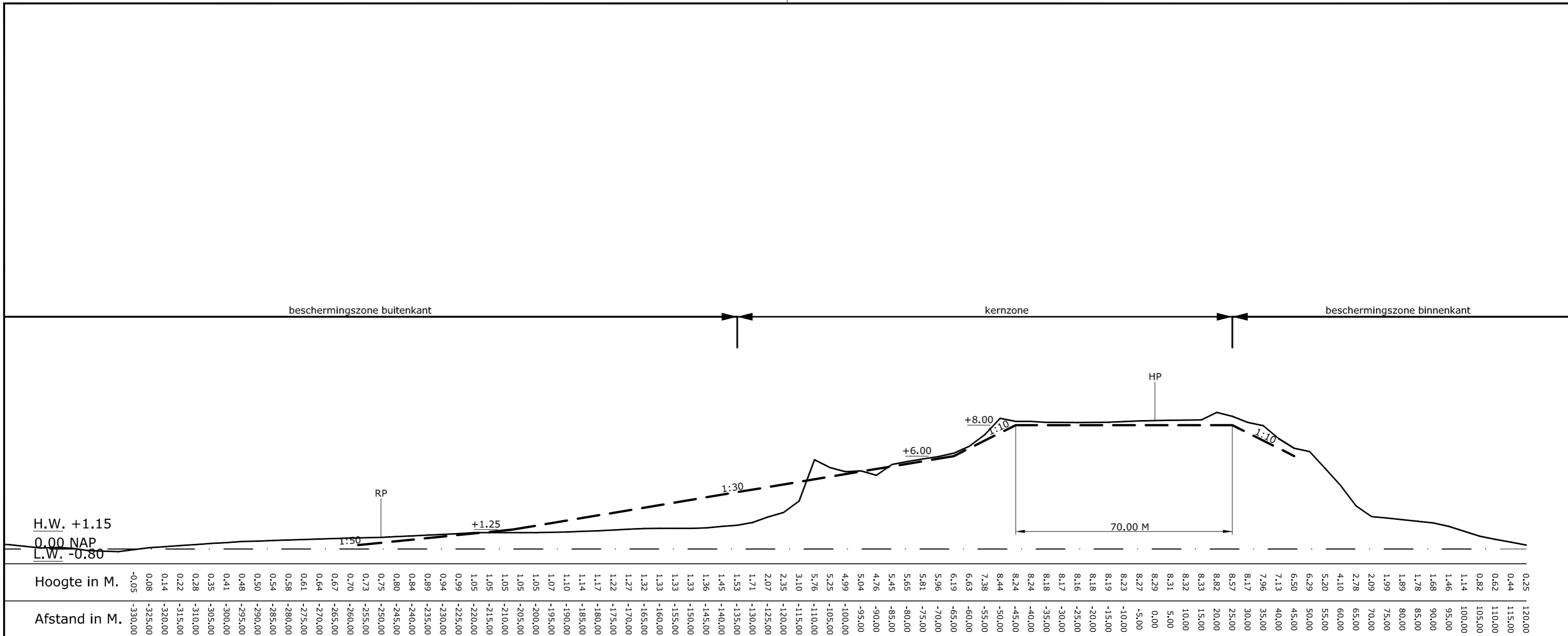
E. hielke.koopmans@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2020

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.

Berekening van de veiligheidszone conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Beta			
Projectonderdeel : Beta HDD4 Prinses Maximaweg 7xØ250 mm, SDR 11			
Gegevens van de leiding			
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
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Niet Verheeld			
Hoogteverschil kruin-maaiveld	H _{werk}	= 6,75	m
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater			
Breedte erosiekrater = 0 m			
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater			
Lengte erosiekrater = 0 m			
Berekening van de veiligheidszone			
Veiligheidszone = 4 · H _{werk} = 4 · 6,75 = 27,00 m			
Sterkteberekening		23-04-2021 16:48:26	

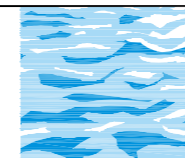


MAATGEVEND PROFIEL BRIELSE GATDAM (DUINVAK 02)

Topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

Verklaring

- BKL Basiskustlijn
- HP Hoofdpaal
- RP Raaipaal
- — Leggerprofiel



DWARSPROFIEL LEGGER

DUINEN 4.80
REGIO VOORNE PUTTEN



waterschap
**Hollandse
Delta**

Versie : 13-03-2009
Schaal : 1:250 1:1250
Project :
Blad 1 van 1

Behoort bij :
Referentie : VPDU480
Auteur : C.P. van Putten

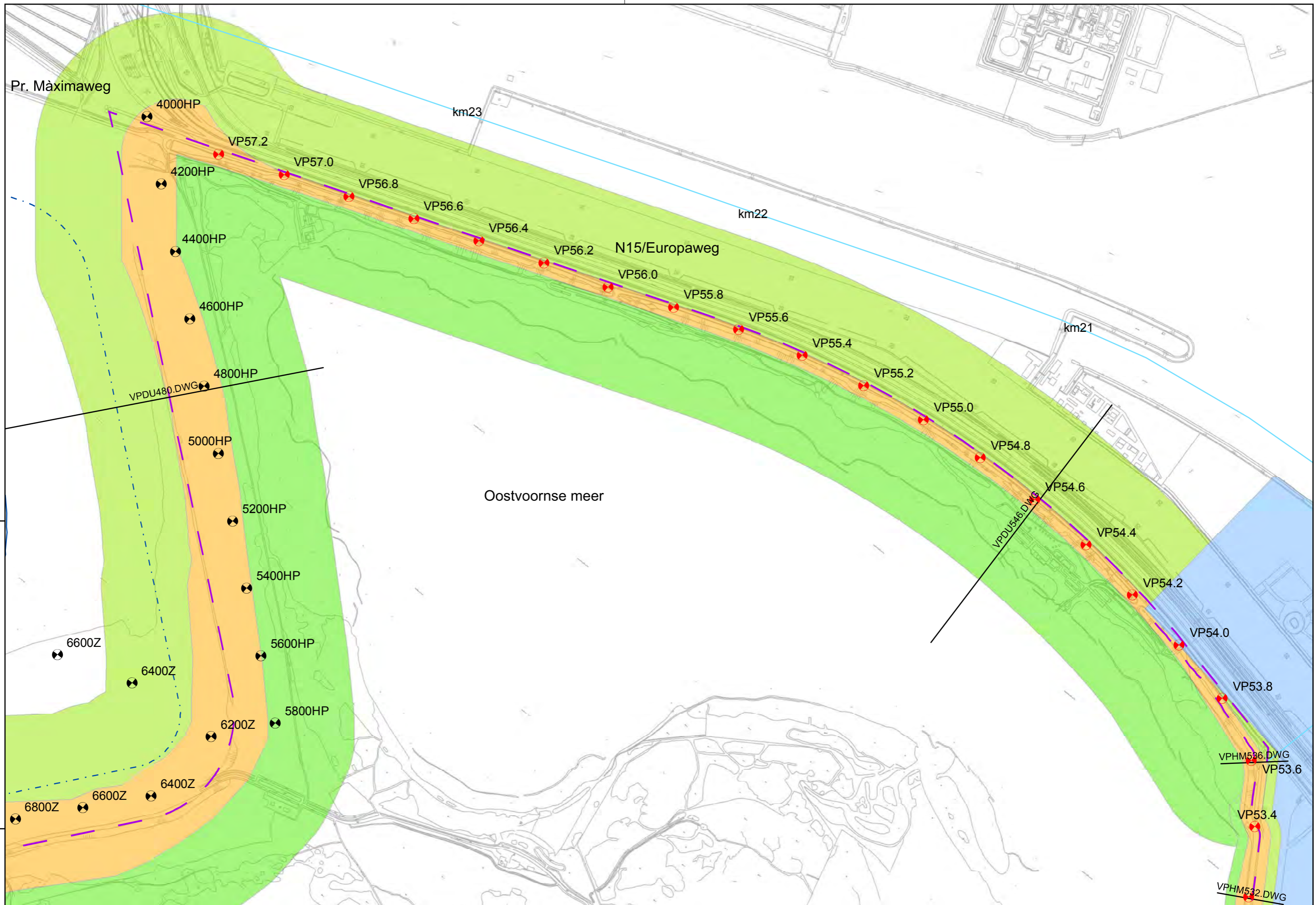


waterschap
Hollandse
Delta

waterschap Hollandse Delta

Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC Ridderkerk
tel. 088 9743000 fax 088 9743001 www.wshd.nl info@wshd.nl

**Legger primaire waterkering
28-1-2010**



Regio: Duinen Voorne Putten

Schaal: 1:10.000

Auteur: C.P. van Putten

Referentie: 08176G01

Bladnummer: DUV_P_1

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Beta			
Projectonderdeel : Beta HDD Prinses Maximaweg 7x Ø250 mm, SDR 11			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm ²
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350		N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g = 16,0 \cdot 10^{-5}$		mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma = 0,65$		-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L = 9,55$		kN/m ³
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8,00$		%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e = 250,00		mm
Wanddikte	d _n = 22,8		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 ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y = 15$		Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r} = 0,16$		N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b} = 0,16$		N/mm ¹
Diameter boorstang	D _b = 114		mm
Diameter boorkop	D _p = 170		mm
Diameter ruimer	D _g = 325,0		mm
Totale lengte	L = 602,15		m
Lengte 1e rechte deel	L ₁ = 32,25		m
Lengte neergaande bocht	L ₂ = 69,81		m
Lengte 2e rechte deel	L ₃ = 391,39		m
Lengte opgaande bocht	L ₄ = 69,81		m
Lengte 3e rechte deel	L ₅ = 38,89		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r = 200,00		m
Straal neergaande bocht	R ₁ = 200,00		m
Straal opgaande bocht	R ₂ = 200,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 20,00 / 36,4$		° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2 = 20,00 / 36,4$		° / %
Belastinghoek	$\alpha = 180$		°
Ondersteuningshoek	$\beta = 120$		°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma = 120$		°
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma = 1,1$		

Onzekerheids- en wrijvingsfactoren

Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
Belastingfactor, bovengronds	$f_{k,b}$	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	$f_{k,o}$	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	$f_{r,o}$	= 0,9	
Wrijvingscoëff. met rollenbaan	f_1	= 0,1	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f_2	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	f_3	= 0,2	

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 ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
3e rechte deel	30,5	11,00	2,50	Zand	19,94	20,78	25,00
Rv bocht	100	23,00	2,50	Zand	19,94	20,59	35,00
PMweg	146	23,00	2,50	Zand	19,92	20,45	32,50
PMweg	158	23,00	2,50	Zand	19,92	20,45	32,50
gr. 4	370,5	22,00	2,00	Zand	20,00	20,58	35,00
gr. 3	392,5	24,50	3,70	Klei	19,87	20,51	17,50
gr. 2	419	22,00	2,00	Zand	20,00	20,58	35,00
gr. 1	429,5	25,50	5,00	Klei	19,91	20,38	27,50
sp 2	450	23,00	2,50	Zand	19,83	20,58	27,00
Rv bocht	491,5	23,00	2,50	Zand	19,83	20,58	27,00
sp1	495	23,00	2,50	Zand	19,83	20,58	27,00
spw	510	22,50	2,50	Zand	19,83	20,58	35,00
mv	522,5	23,50	5,00	Zand	19,91	20,51	35,00
1e rechte deel	560	14,00	5,00	Zand	19,91	20,66	35,00

Locatie	Hor. steundruk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
3e rechte deel	✓	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
Rv bocht	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
PMweg	✓	-	0,00	45,00	Grafiek I
PMweg	✓	-	0,00	45,00	Grafiek I
gr. 4	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
gr. 3	✓	-	5,00	2,00	Grafiek I
gr. 2	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
gr. 1	✓	-	1,00	5,00	Grafiek I
sp 2	✓	-	0,00	35,00	Grafiek I
Rv bocht	✓	-	0,00	35,00	Grafiek I
sp1	✓	0,0490	0,00	35,00	Grafiek I
spw	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
mv	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
1e rechte deel	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek ½ x II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
3e rechte deel	Geen	3
Rv bocht	Geen	3
PMweg	Geen	4
PMweg	Geen	4
gr. 4	Geen	5
gr. 3	Geen	5
gr. 2	Geen	5
gr. 1	Geen	5
sp 2	Geen	5
Rv bocht	Geen	5
sp1	Geen	5
spw	Geen	5
mv	Geen	5
1e rechte deel	Geen	5



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	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	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 106.064.835,12	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.273,95	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1554	N/mm ¹

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

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,160 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,160 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,3154 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,3154 \text{ N/mm}^1$

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

Trekkraft T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	602,15	26.590
Na intrekken van L_5	563,26	24.873
Na intrekken van $L_5 + L_4$	493,45	21.790
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	102,06	4.507
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	32,25	1.424

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,3154 \cdot 0,1$$

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	26.590	1,63
Na intrekken van L_5	24.873	1,53
Na intrekken van $L_5 + L_4$	21.790	1,34
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	4.507	0,28
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	1.424	0,09

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.273,95}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835}{200.000} = 568.772,68 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{568.772,68}{848.519} = \mathbf{0,67 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	1,63	2,07
Na intrekken van L ₅	1,53	1,96
Na intrekken van L ₅ + L ₄	1,34	1,77
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	0,28	0,71
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	0,09	0,52

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,67 + \sigma_t$$

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 $g_{gat} = 0,315 \text{ N/mm}^1$

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 $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,249 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
Na intrekken van L_5	38,89	4.850	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	108,70	-	13.557
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	500,09	62.373	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	569,90	-	71.079
Geheel ingetrokken	602,15	75.102	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,249 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,249 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Rv bocht	0,0023	200,0	0,0040	759
sp1	0,0023	200,0	0,0040	759
spw	0,0023	200,0	0,0040	759
mv	0,0023	200,0	0,0040	759
1e rechte deel	0,0023	200,0	0,0040	759

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	21.790	13.557	759	-	36.106
Opgaande bocht	1.424	71.079	759	759	74.022

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]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	36.106	3.511
Opgaande bocht	10,00	74.022	7.198

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

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	24.873	4.850	-	-	-	-	29.723
Na intrekken van $L_5 + L_4$	21.790	13.557	759	3.511	-	-	39.618
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	4.507	62.373	759	3.511	-	-	71.150
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	1.424	71.079	759	3.511	759	7.198	84.731
Geheel ingetrokken	0	75.102	759	3.511	759	7.198	87.329

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	29.723	1,83
Na intrekken van $L_5 + L_4$	39.618	2,43
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	71.150	4,37
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	84.731	5,21
Geheel ingetrokken	87.329	5,37

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95}$$

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

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 200.000} = 804.325,00 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{804.325,00}{848.518,68} = \mathbf{0,95 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 200.000} = 804.325,00 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{804.325,00}{848.518,68} = \mathbf{0,95 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van L ₅	29.723	1,83	-	1,83
Na intrekken van L ₅ + L ₄	39.618	2,43	0,95	3,05
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	71.150	4,37	-	4,37
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	84.731	5,21	0,95	5,82
Geheel ingetrokken	87.329	5,37	-	5,37

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Q_{droog} [kN/m ²]	Q_{nat} [kN/m ²]	Q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
3e rechte deel	11,00	2,50	Zand	54,84	194,29	249,13	41,03
Rv bocht	23,00	2,50	Zand	54,84	464,30	519,14	78,53
PMweg	23,00	2,50	Zand	54,78	461,15	515,93	77,73
PMweg	23,00	2,50	Zand	54,78	461,15	515,93	77,73
gr. 4	22,00	2,00	Zand	44,00	452,76	496,76	74,19
gr. 3	24,50	3,70	Klei	80,87	469,27	550,14	85,53
gr. 2	22,00	2,00	Zand	44,00	452,76	496,76	74,19
gr. 1	25,50	5,00	Klei	109,51	459,57	569,07	91,02
sp 2	23,00	2,50	Zand	54,53	464,08	518,61	78,40
Rv bocht	23,00	2,50	Zand	54,53	464,08	518,61	78,40
sp1	23,00	2,50	Zand	54,53	464,08	518,61	78,40
spw	22,50	2,50	Zand	54,53	452,76	507,29	76,82
mv	23,50	5,00	Zand	109,51	417,38	526,88	85,47
1e rechte deel	14,00	5,00	Zand	109,51	204,53	314,04	56,01

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
3e rechte deel	11,00	Grafiek ½ x II	0,73	0,18
Rv bocht	23,00	Grafiek ½ x II	0,22	0,06
PMweg	23,00	Grafiek I	1,01	0,25
PMweg	23,00	Grafiek I	1,01	0,25
gr. 4	22,00	Grafiek I	1,10	0,28
gr. 3	24,50	Grafiek I	0,90	0,22
gr. 2	22,00	Grafiek I	1,10	0,28
gr. 1	25,50	Grafiek I	0,83	0,21
sp 2	23,00	Grafiek I	1,01	0,25
Rv bocht	23,00	Grafiek I	1,01	0,25
sp1	23,00	Grafiek I	1,01	0,25
spw	22,50	Grafiek I	1,06	0,26
mv	23,50	Grafiek I	0,97	0,24
1e rechte deel	14,00	Grafiek ½ x II	0,51	0,13

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
3e rechte deel	✓	41,03	0,18	41,22	311,34 ⁽¹⁾	3,59
Rv bocht	✓	78,53	0,06	78,59	760,58 ⁽¹⁾	8,78
PMweg	✓	77,73	0,25	77,99	714,92 ⁽¹⁾	8,25
PMweg	✓	77,73	0,25	77,99	714,92 ⁽¹⁾	8,25
gr. 4	✓	74,19	0,28	74,47	720,65 ⁽¹⁾	8,32
gr. 3	✓	85,53	0,22	85,76	500,74 ⁽¹⁾	5,78
gr. 2	✓	74,19	0,28	74,47	720,65 ⁽¹⁾	8,32
gr. 1	✓	91,02	0,21	91,23	739,35 ⁽¹⁾	8,53
sp 2	✓	78,40	0,25	78,66	628,88 ⁽¹⁾	7,26
Rv bocht	✓	78,40	0,25	78,66	628,88 ⁽¹⁾	7,26
sp1	✓	78,40	0,25	78,66	628,88 ⁽¹⁾	7,26
spw	✓	76,82	0,26	77,09	746,03 ⁽¹⁾	8,61
mv	✓	85,47	0,24	85,71	829,52 ⁽¹⁾	9,57
1e rechte deel	✓	56,01	0,13	56,14	543,29 ⁽¹⁾	6,27

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

$$M_q = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{86,64}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Rv bocht	200,0	0,0040	0,12
sp1	200,0	0,0040	0,12
spw	200,0	0,0040	0,12
mv	200,0	0,0040	0,12
1e rechte deel	200,0	0,0040	0,12

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{86,64}$$

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{987,70}{227,2^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m²****8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07** m grondwater boven de leiding

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

Locatie	σ_{ql} [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
3e rechte deel	3,59	-	0,65	2,34
Rv bocht	8,78	0,12	0,65	5,78
PMweg	8,25	-	0,65	5,36
PMweg	8,25	-	0,65	5,36
gr. 4	8,32	-	0,65	5,41
gr. 3	5,78	-	0,65	3,76
gr. 2	8,32	-	0,65	5,41
gr. 1	8,53	-	0,65	5,55
sp 2	7,26	-	0,65	4,72
Rv bocht	7,26	-	0,65	4,72
sp1	7,26	0,12	0,65	4,80
spw	8,61	0,12	0,65	5,68
mv	9,57	0,12	0,65	6,30
1e rechte deel	6,27	0,12	0,65	4,15

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = 8,00$ N/mm²*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Rv bocht	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
PMweg	0,00	0,00	-	-	0,00
PMweg	0,00	0,00	-	-	0,00
gr. 4	0,00	0,00	-	-	0,00
gr. 3	0,00	0,00	-	-	0,00
gr. 2	0,00	0,00	-	-	0,00
gr. 1	0,00	0,00	-	-	0,00
sp 2	0,00	0,00	-	-	0,00
Rv bocht	0,00	0,00	-	-	0,00
sp1	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
spw	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
mv	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
1e rechte deel	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62

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

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
3e rechte deel	41,03	0,18	-	5,96	2,62
Rv bocht	78,53	0,06	0,0040	16,16	7,11
PMweg	77,73	0,25	-	14,87	6,55
PMweg	77,73	0,25	-	14,87	6,55
gr. 4	74,19	0,28	-	15,28	6,73
gr. 3	85,53	0,22	-	8,20	3,61
gr. 2	74,19	0,28	-	15,28	6,73
gr. 1	91,02	0,21	-	14,63	6,44
sp 2	78,40	0,25	-	12,36	5,44
Rv bocht	78,40	0,25	-	12,36	5,44
sp1	78,40	0,25	0,0040	12,37	5,44
spw	76,82	0,26	0,0040	15,83	6,97
mv	85,47	0,24	0,0040	17,60	7,75
1e rechte deel	56,01	0,13	0,0040	11,53	5,08

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D_g = 0,08 · 227,20 = **18,18 mm**

11. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	E_{100} [MN/m ²]
3e rechte deel	11,00	120,89	69,80	95,35	135,64	19,22
Rv bocht	23,00	224,04	95,54	159,79	251,44	132,93
PMweg	23,00	221,39	102,44	161,91	248,91	79,35
PMweg	23,00	221,39	102,44	161,91	248,91	79,35
gr. 4	22,00	210,55	89,78	150,16	236,29	129,20
gr. 3	24,50	246,66	172,49	209,57	277,36	5,35
gr. 2	22,00	210,55	89,78	150,16	236,29	129,20
gr. 1	25,50	265,31	142,80	204,06	299,17	14,06
sp 2	23,00	223,60	122,09	172,85	251,32	61,98
Rv bocht	23,00	223,60	122,09	172,85	251,32	61,98
sp1	23,00	223,60	122,09	172,85	251,32	61,98
spw	22,50	219,25	93,49	156,37	246,06	131,47
mv	23,50	250,44	106,79	178,62	281,07	138,68
1e rechte deel	14,00	169,54	72,29	120,92	190,27	112,26

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	p _{st} [N/mm ²]	p _{lim} [N/mm ²]	90% p _{lim} [bar] 1
3e rechte deel	12,18	0,0033	0,0850	0,09589	0,83	7,43
Rv bocht	68,68	0,0013	0,2050	0,2313	3,01	27,11
PMweg	42,62	0,0020	0,2050	0,2313	2,37	21,37
PMweg	42,62	0,0020	0,2050	0,2313	2,37	21,37
gr. 4	66,75	0,0013	0,2000	0,2256	2,87	25,84
gr. 3	4,47	0,015	0,2080	0,2347	0,96	8,68
gr. 2	66,75	0,0013	0,2000	0,2256	2,87	25,84
gr. 1	8,35	0,011	0,2050	0,2313	1,44	12,97
sp 2	37,28	0,0021	0,2050	0,2313	1,93	17,34
Rv bocht	37,28	0,0021	0,2050	0,2313	1,93	17,34
sp1	37,28	0,0021	0,2050	0,2313	1,93	17,34
spw	67,93	0,0013	0,2000	0,2256	2,96	26,62
mv	71,65	0,0014	0,1850	0,2087	3,24	29,20
1e rechte deel	58,00	0,0012	0,0900	0,1015	2,30	20,71

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

11.1 Tijdens pilot

Locatie	R _{p,max} [m]	Δp [N/mm ²]	p _{max} [N/mm ²]	p _{max} [bar] 2	p _{min} [N/mm ²]	p _{min} [bar] 3
3e rechte deel	0,47	0,03	0,45	4,48	0,13	1,29
Rv bocht	0,74	0,11	1,38	13,76	0,34	3,38
PMweg	0,59	0,16	1,14	11,43	0,39	3,88
PMweg	0,59	0,17	1,14	11,43	0,40	4,01
gr. 4	0,75	0,40	1,31	13,14	0,62	6,23
gr. 3	12,25	0,42	0,96	9,64	0,66	6,55
gr. 2	0,75	0,45	1,31	13,14	0,67	6,75
gr. 1	12,75	0,46	1,44	14,39	0,69	6,91
sp 2	0,59	0,48	1,02	10,19	0,71	7,13
Rv bocht	0,59	0,53	1,02	10,19	0,76	7,58
sp1	0,59	0,53	1,02	10,19	0,76	7,62
spw	0,74	0,55	1,35	13,51	0,77	7,72
mv	0,71	0,56	1,46	14,62	0,77	7,69
1e rechte deel	0,78	0,60	1,01	10,13	0,70	7,02

11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δp [N/mm ²]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 4	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 5
3e rechte deel	0,89	0,16	0,45	4,48	0,26	2,58
Rv bocht	1,41	0,14	1,38	13,76	0,37	3,74
PMweg	1,14	0,13	1,14	11,43	0,36	3,61
PMweg	1,14	0,13	1,14	11,43	0,36	3,58
gr. 4	1,43	0,07	1,31	13,14	0,29	2,92
gr. 3	12,25	0,06	0,96	9,62	0,29	2,94
gr. 2	1,43	0,05	1,31	13,14	0,28	2,78
gr. 1	12,75	0,05	1,44	14,35	0,28	2,80
sp 2	1,12	0,04	1,02	10,19	0,27	2,75
Rv bocht	1,12	0,03	1,02	10,19	0,26	2,63
sp1	1,12	0,03	1,02	10,19	0,26	2,62
spw	1,41	0,03	1,35	13,51	0,25	2,52
mv	1,36	0,02	1,46	14,62	0,23	2,31
1e rechte deel	1,49	0,01	1,01	10,13	0,11	1,14

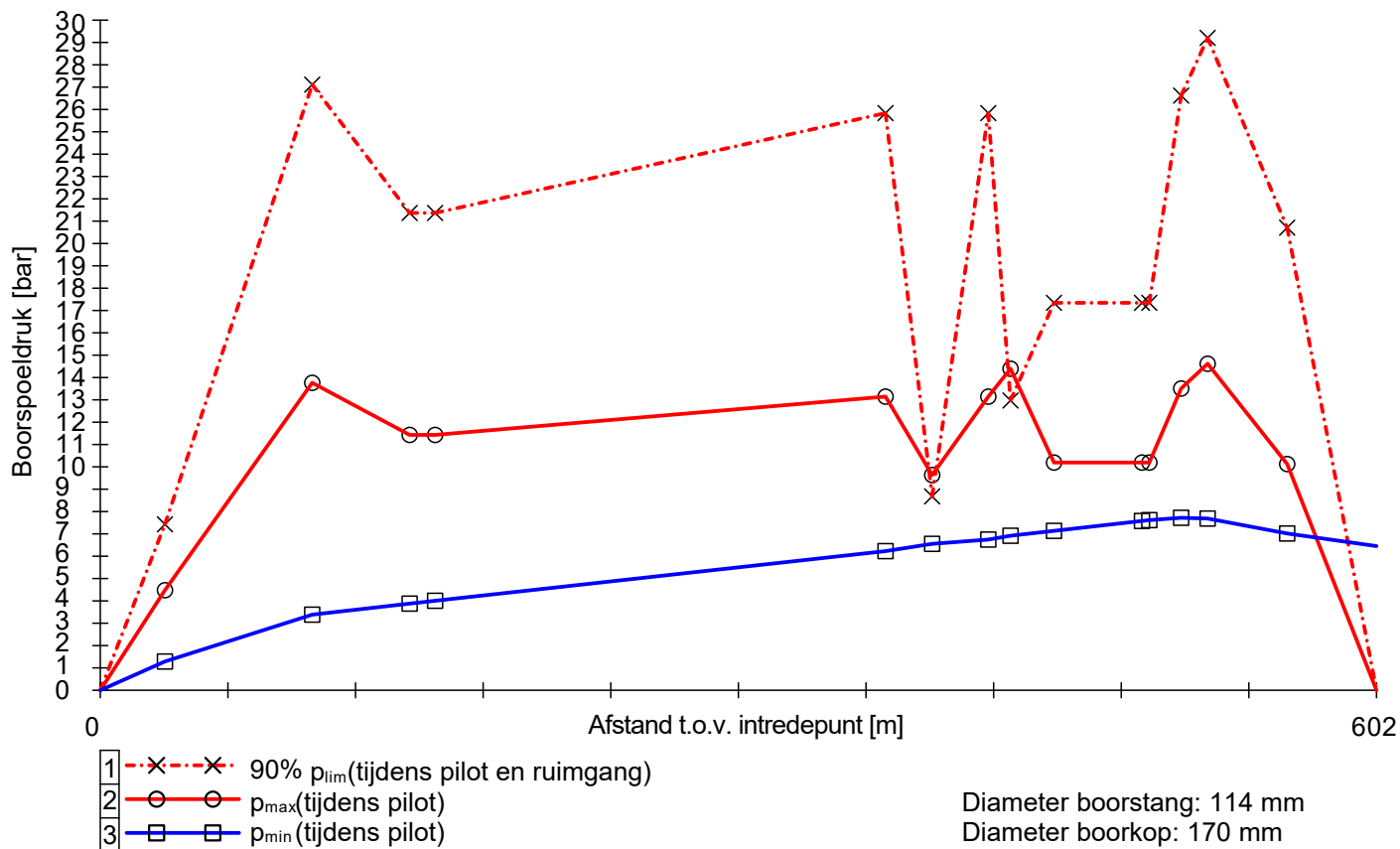
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}, R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

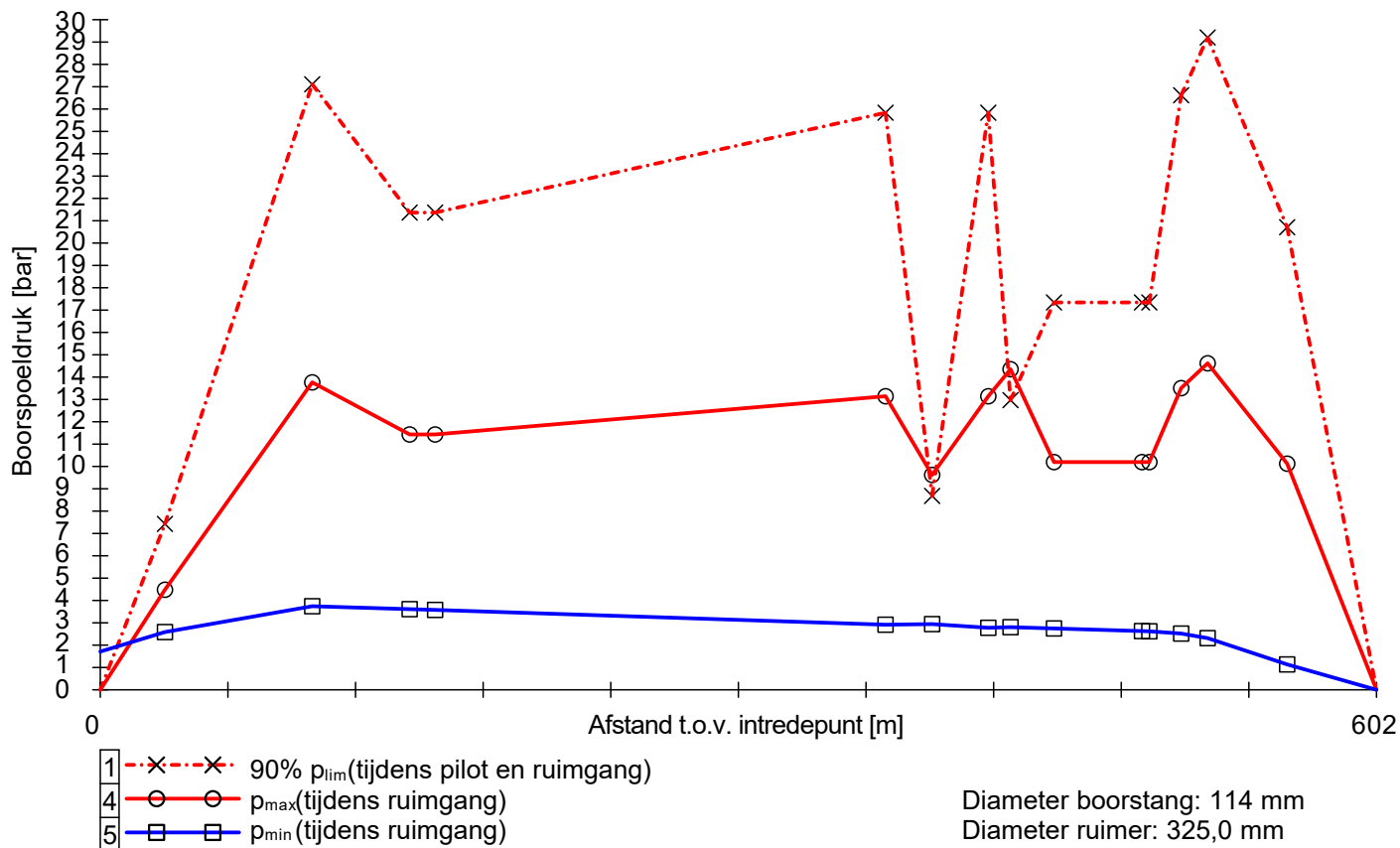
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot

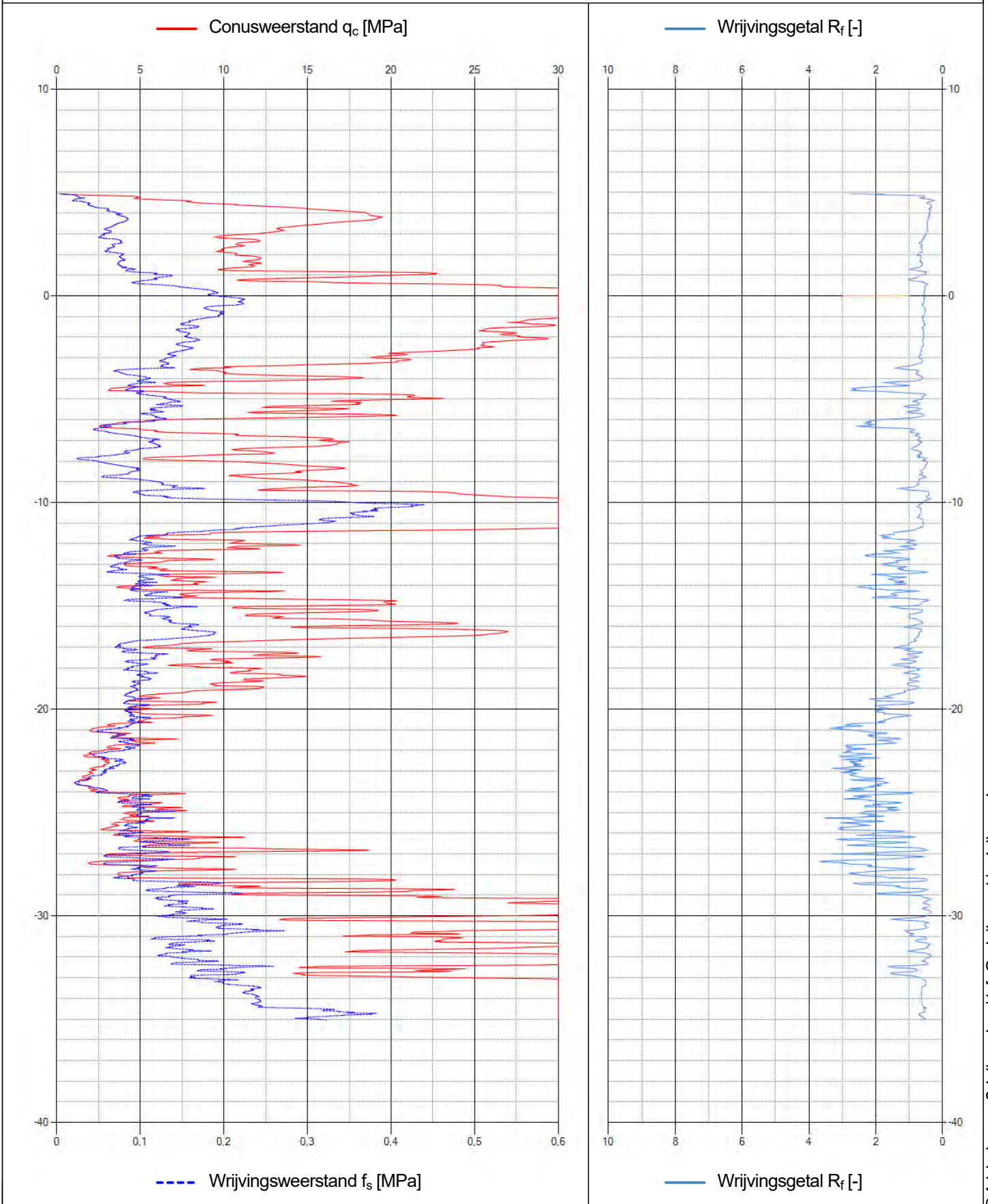


11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



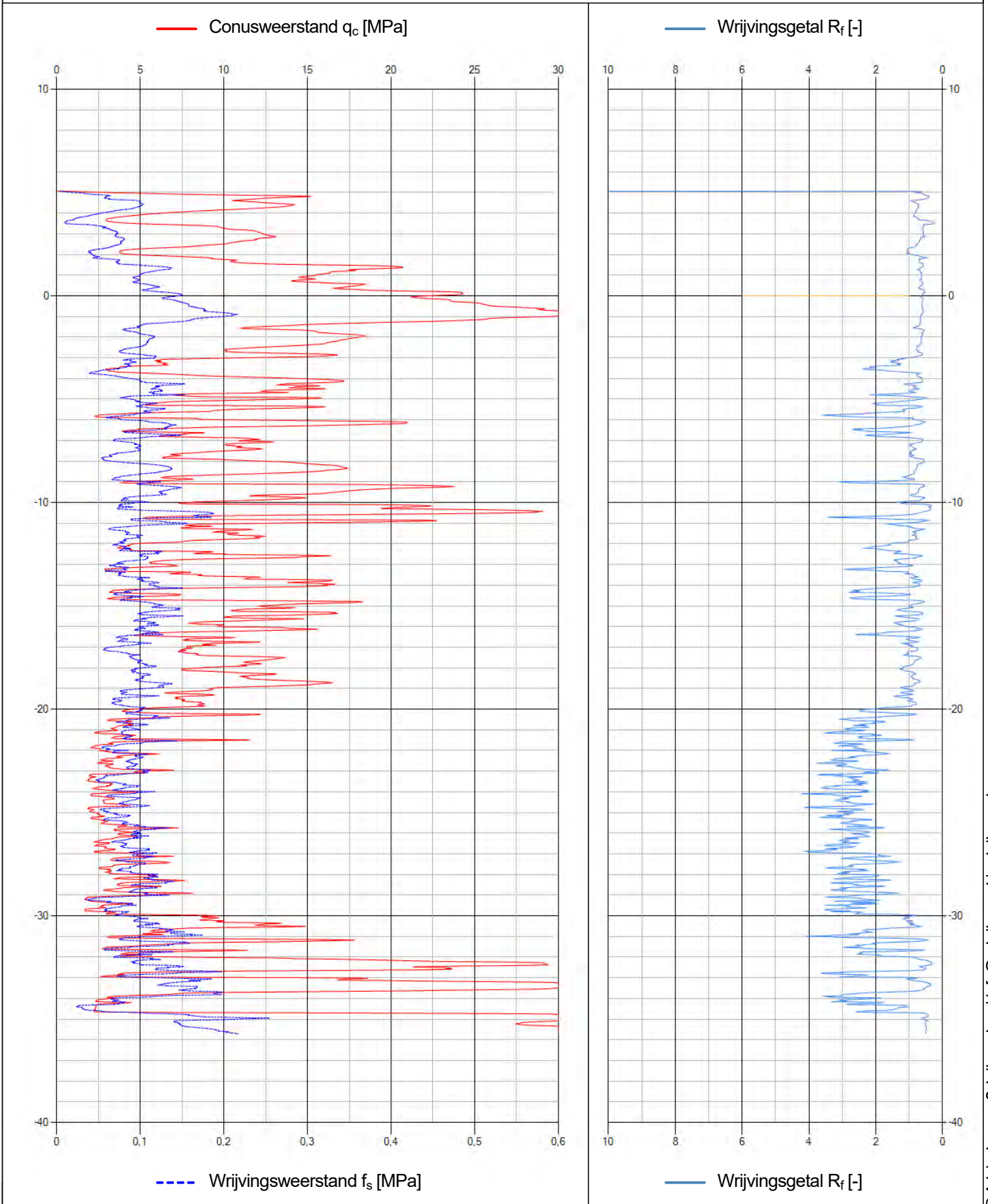
Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Beta

Projectonderdeel : Beta HDD Prinses Maximaweg 7x Ø250 mm, SDR 11



Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Beta

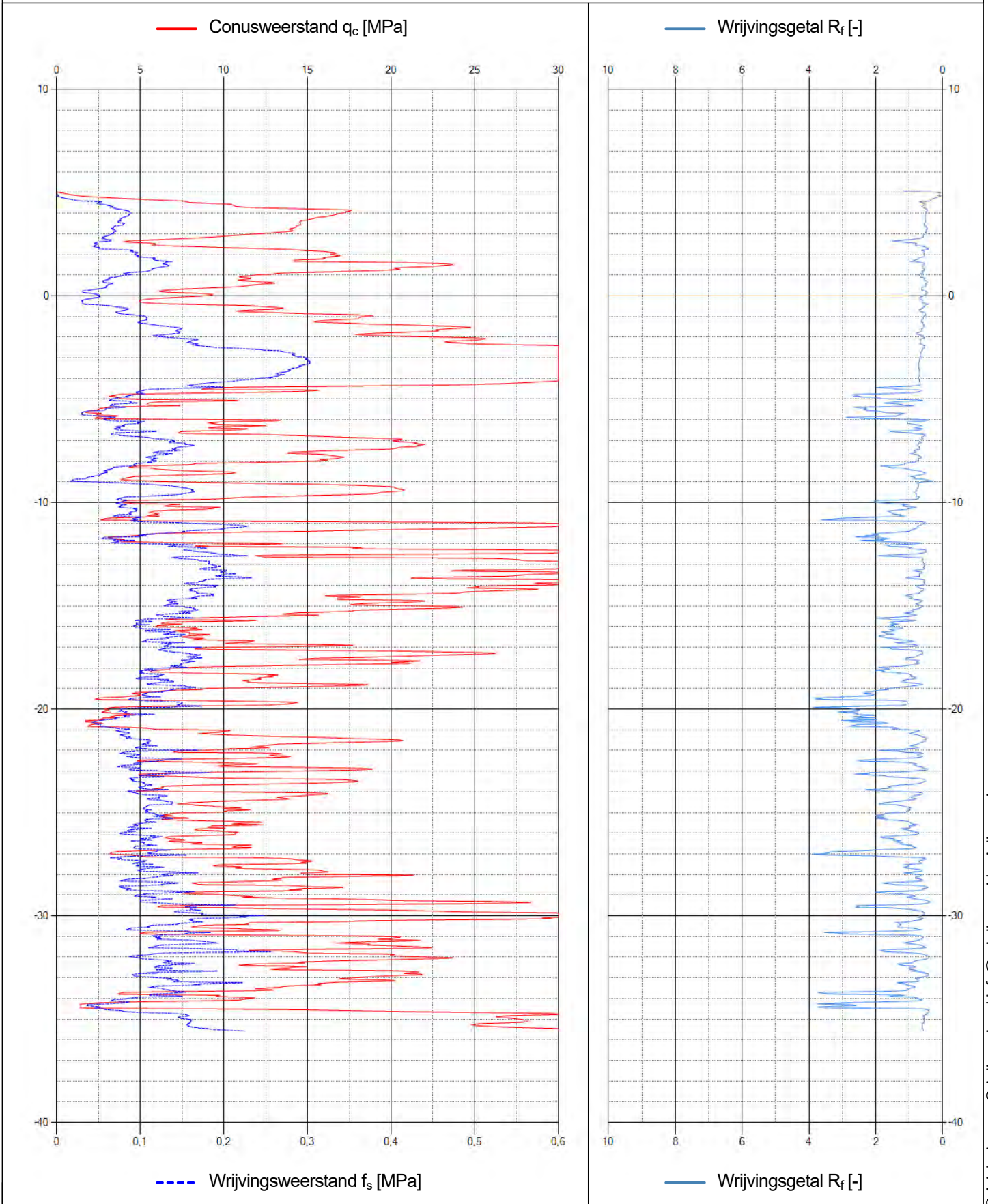
Projectonderdeel : Beta HDD Prinses Maximaweg 7x Ø250 mm, SDR 11



5

Naam van het project : TenneT IJmuiden Ver Beta

Projectonderdeel : Beta HDD Prinses Maximaweg 7x Ø250 mm, SDR 11



Sterkteberekening van een doorpersing conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: IJV A+B Boorplannen		
Projectonderdeel	: Beta persing spoor Missouriweg, tbv MB Ø250 mm, SDR 11		
Importatiefactor S	: 1		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	Staal		
Kwaliteit:	NEN-EN ISO 3183 L245		
Rekgrens van het materiaal bij 20°C	Re	= 245	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus	E	= 205800	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 1,2·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 1	-
Toelaatbare deflectie	δ	= 15,00	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 273,00	mm
Wanddikte	d _n	= 4,5	mm
Minimale wanddikte	d	= 4,5	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,96	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone			
Waterstaatswerk: Verheeld			
Grondmechanische gegevens			
Grondsoort	= Zand		
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 18	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	φ	= 32,5	°
Rekenen met horizontale steundruk			
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Verkeersbelasting			
Grafiek I:	Fatigue Load Model 3		
Niet rekenen met ontlastende invloed wegdek			

Sterkteberekening van een doorpersing conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.0 ©	
1. Eigenschappen van de leiding			
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 264,00	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 268,50	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 273,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 136,50	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 132,00	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 134,25	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 34.215.842,76	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 250.665,51	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 7,59	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 3,38	mm ³ /mm ¹
2. Toetsing of vereenvoudigde berekeningsmethode is toegestaan			
Leiding is drukloos: Controle is niet mogelijk.			
3. Berekening van de veiligheidszone			
Veiligheidszone = $4 \cdot H_{\text{werk}} = 4 \cdot 0,00 = 0,00$ m			
4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk			
Leiding is drukloos: $\sigma_p = 0,00$ N/mm ²			
5. Berekening reroundingfactor f_{rr}			
Leiding is drukloos: $f_{rr} = 1,00$			
6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n			
$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$			
$q_n = 1,1 \cdot 18 \cdot 1,96 = 38,81$ kN/m ²			
$Q_n = q_n \cdot D_o$			
$Q_n = 38,81 \cdot 10^{-3} \cdot 273 = 10,59$ N/mm ¹			
7. Berekening van de verkeersbelasting Q_v volgens Grafiek I NEN 3650-1:C.17			
Niet rekenen met ontlastende invloed			
$q_v = 25,51$ kN/m ²			
$Q_v = q_v \cdot D_o$			
$Q_v = 25,51 \cdot 10^{-3} \cdot 273 = 6,97$ N/mm ¹			
8. Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen			
<i>Moment t.g.v. Q_n en Q_v</i>			
$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g - K_b \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot \gamma) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g$			
$M_q = 0,138 \cdot (10,59 + 6,97) \cdot 134,25 - 0,143 \cdot (1 - \sin(32,5^\circ)) \cdot \sin(1/2 \cdot 120^\circ) \cdot (10,59 + 6,97) \cdot 134,25$			
$M_q = 190,24$ Nmm/mm ¹			
<i>Spanning t.g.v. M_q</i>			
$\sigma_q = f_{rr} \cdot M_q / W_w$			
$\sigma_q = 1,00 \cdot 190,24 / 3,38 = 56,37$ N/mm ²			
Sterkteberekening		06-05-2021 15:17:21	

Sterkteberekening van een doorpersing conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2020 2.0 ©
9. Berekening van de spanning σ_{ax} t.g.v. temperatuurverschil	
Leiding is drukloos $\sigma_{ax} = 0 \text{ N/mm}^2$	
10. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N	
$S_N = E \cdot \frac{I_w}{D_g^3}$ $S_N = 205800 \cdot \frac{7,59}{268,5^3} = 0,0807 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{80,74 \text{ kN/m}^2}$ Minimaal vereiste ringstijfheid = 0 kN/m²	
11. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk	
Veiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$ $p_o = \frac{1}{\gamma \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \frac{24 \cdot E \cdot I_w}{D_g^3}$ $p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \frac{24 \cdot 205.800,00 \cdot 7,59}{268,50^3} = 1,42 \text{ N/mm}^2$ $p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \frac{24 \cdot 205.800,00 \cdot 7,59}{268,50^3} = 0,71 \text{ N/mm}^2$ Conclusie: Kans op implosie bij 70,98 m grondwater boven de leiding	
12. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie	
$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + Q_v) + 0,048 \cdot Q_d) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$ $\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (10,59 + 6,97) - 0,095 \cdot (1 - \sin(32,5^\circ)) \cdot (10,59 + 6,97) + 0,048 \cdot 0,00) \cdot 134,25^3}{205800 \cdot 7,59} = \mathbf{1,22 \text{ mm} (= 0,46\%)}$ Toelaatbare deflectie = 15% · importantiefactor S · $D_g = 0,15 \cdot 1 \cdot 268,50 = \mathbf{40,28 \text{ mm}}$	
13. Berekening van het totaal aan optredende spanningen	
Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ $\sigma_{y2} = 1 \cdot 56,37 = \mathbf{56,37 \text{ N/mm}^2}$ Optredende spanningen in langsrichting van de leiding $\sigma_x = \alpha_\sigma \cdot \sigma_{bx}$ $\sigma_x = 1 \cdot 0,00 = \mathbf{0,00 \text{ N/mm}^2}$ Toelaatbare spanning = $0,8 \cdot Re \cdot S = 0,8 \cdot 245 \cdot 1,00 = \mathbf{196,00 \text{ N/mm}^2}$	
Sterkteberekening	06-05-2021 15:17:21

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project	: IJV A+B Boorplannen		
Projectonderdeel	: Beta HDD Dardanellenstraat tracé A, 4x Ø250 mm, SDR 11		
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS	= 10	N/mm ²
Materiaalfactor	γ_M	= 1,25	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t$	= 8,00	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E	= 975	N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E'	= 350	N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	α_g	= 16,0·10 ⁻⁵	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	α_σ	= 0,65	-
Soortelijk gewicht buis	ρ_L	= 9,55	kN/m ³
Toelaatbare deflectie	δ	= 8,00	%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e	= 250,00	mm
Wanddikte	d _n	= 22,8	mm
Procesgegevens			
Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos		
Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken			
Percentage omtrek in aanraking met bentoniet			= 100 %
Soortelijk gewicht boorvloeistof	ρ_m	= 11,5	kN/m ³
Zwichtspanning boorvloeistof	τ_y	= 15	Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r}$	= 0,16	N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b}$	= 0,16	N/mm ¹
Diameter boorstang	D _b	= 114	mm
Diameter boorkop	D _p	= 170	mm
Diameter ruimer	D _g	= 325	mm
Totale lengte	L	= 630,03	m
Lengte 1e rechte deel	L ₁	= 25,42	m
Lengte neergaande bocht	L ₂	= 69,81	m
Lengte 2e rechte deel	L ₃	= 419,06	m
Lengte opgaande bocht	L ₄	= 89,01	m
Lengte 3e rechte deel	L ₅	= 26,73	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r	= 200,00	m
Straal neergaande bocht	R ₁	= 200,00	m
Straal opgaande bocht	R ₂	= 300,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	α_1	= 20,00 / 36,4	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	α_2	= 17,00 / 30,57	° / %
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°
Horizontale steundrukhoek	γ	= 120	°
Geen grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	

Onzekerheids- en wrijvingsfactoren

Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
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 ²
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 ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
1e rechte deel	25,42	8,50	2,50	Zand	19,98	20,96	35,00
Sp5	65,84	19,00	2,50	Zand	19,98	20,85	35,00
Neergaande bocht	95,23	21,00	2,50	Zand	19,98	20,86	35,00
Sp5	98,94	21,00	2,50	Zand	19,98	20,86	35,00
2e rechte deel	307,56	20,85	2,50	Zand	19,48	20,76	30,00
Opgaande bocht	514,29	20,85	2,50	Klei	19,92	20,78	22,50
D2	530,43	20,50	2,50	Zand	19,92	20,80	30,00
D1	587,43	12,40	2,50	Zand	19,92	20,94	32,50
3e rechte deel	603,30	7,60	2,50	Zand	19,92	21,00	35,00

Locatie	Hor. steundruk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
1e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Sp5	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
Neergaande bocht	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
Sp5	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
2e rechte deel	✓	-	0,00	15,00	Grafiek I
Opgaande bocht	✓	0,0490	5,00	3,00	Grafiek I
D2	✓	0,0490	0,00	15,00	Grafiek I
D1	✓	0,0490	0,00	45,00	Grafiek I
3e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
1e rechte deel	Geen	14
Sp5	Geen	14
Neergaande bocht	Geen	14
Sp5	Geen	14
2e rechte deel	Geen	15
Opgaande bocht	Geen	18
D2	Geen	18
D1	Geen	18
3e rechte deel	Geen	18



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	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	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 106.064.835,12	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.273,95	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1554	N/mm ¹

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

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = 0,160 \text{ N/mm}^1 +$	$g_{vul} = 0,160 \text{ N/mm}^1 +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,3154 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,3154 \text{ N/mm}^1$

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

Trekkraft T_1 tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_1 [N]
Starten met trekken	630,03	83.463
Na intrekken van L_5	603,30	79.922
Na intrekken van $L_5 + L_4$	514,29	68.130
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	95,23	12.616
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	25,42	3.368

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,3154 \cdot 0,3$$

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_1 [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	83.463	5,13
Na intrekken van L_5	79.922	4,91
Na intrekken van $L_5 + L_4$	68.130	4,19
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	12.616	0,78
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	3.368	0,21

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.273,95}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835}{200.000} = 568.772,68 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{568.772,68}{848.519} = \mathbf{0,67 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	5,13	5,56
Na intrekken van L ₅	4,91	5,35
Na intrekken van L ₅ + L ₄	4,19	4,62
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	0,78	1,21
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	0,21	0,64

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,67 + \sigma_t$$

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 $g_{gat} = 0,315 \text{ N/mm}^1$

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 $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,249 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
Na intrekken van L_5	26,73	3.334	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	115,74	-	14.435
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	534,80	66.702	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	604,61	-	75.409
Geheel ingetrokken	630,03	78.579	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,249 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,249 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Sp5	0,0023	200	0,0040	759
Neergaande bocht	0,0023	200	0,0040	759
Opgaande bocht	0,0023	300	0,0027	506
D2	0,0023	300	0,0027	506
D1	0,0023	300	0,0027	506

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	68.130	14.435	759	-	83.325
Opgaande bocht	3.368	75.409	759	506	80.041

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]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	83.325	8.103
Opgaande bocht	8,50	80.041	7.783

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

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	79.922	3.334	-	-	-	-	83.256
Na intrekken van $L_5 + L_4$	68.130	14.435	759	8.103	-	-	91.428
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	12.616	66.702	759	8.103	-	-	88.179
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	3.368	75.409	759	8.103	506	7.783	94.770
Geheel ingetrokken	0	78.579	759	8.103	506	7.783	94.573

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	83.256	5,12
Na intrekken van $L_5 + L_4$	91.428	5,62
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	88.179	5,42
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	94.770	5,82
Geheel ingetrokken	94.573	5,81

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95}$$

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

5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 200.000} = 804.325,00 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{804.325,00}{848.518,68} = \mathbf{0,95 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 300.000} = 536.216,67 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{536.216,67}{848.518,68} = \mathbf{0,63 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	83.256	5,12	-	5,12
Na intrekken van $L_5 + L_4$	91.428	5,62	0,95	6,23
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	88.179	5,42	-	5,42
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	94.770	5,82	0,63	6,23
Geheel ingetrokken	94.573	5,81	-	5,81

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
1e rechte deel	8,50	2,50	Zand	54,95	138,34	193,28	33,32
Sp5	19,00	2,50	Zand	54,95	378,43	433,37	67,09
Neergaande bocht	21,00	2,50	Zand	54,95	424,50	479,45	73,61
Sp5	21,00	2,50	Zand	54,95	424,50	479,45	73,61
2e rechte deel	20,85	2,50	Zand	53,57	419,04	472,61	72,28
Opgaande bocht	20,85	2,50	Klei	54,78	419,44	474,22	72,68
D2	20,50	2,50	Zand	54,78	411,84	466,62	71,66
D1	12,40	2,50	Zand	54,78	228,04	282,82	45,95
3e rechte deel	7,60	2,50	Zand	54,78	117,81	172,59	30,40

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
1e rechte deel	8,50	Grafiek ½ x II	1,04	0,26
Sp5	19,00	Grafiek I	1,44	0,36
Neergaande bocht	21,00	Grafiek I	1,20	0,30
Sp5	21,00	Grafiek I	1,20	0,30
2e rechte deel	20,85	Grafiek I	1,22	0,30
Opgaande bocht	20,85	Grafiek I	1,22	0,30
D2	20,50	Grafiek I	1,25	0,31
D1	12,40	Grafiek I	3,02	0,76
3e rechte deel	7,60	Grafiek ½ x II	1,20	0,30

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
1e rechte deel	✓	33,32	0,26	33,58	324,98 ⁽¹⁾	3,75
Sp5	✓	67,09	0,36	67,45	652,80 ⁽¹⁾	7,53
Neergaande bocht	✓	73,61	0,30	73,91	715,29 ⁽¹⁾	8,26
Sp5	✓	73,61	0,30	73,91	715,29 ⁽¹⁾	8,26
2e rechte deel	✓	72,28	0,30	72,58	627,29 ⁽¹⁾	7,24
Opgaande bocht	✓	72,68	0,30	72,99	510,32 ⁽¹⁾	5,89
D2	✓	71,66	0,31	71,97	622,00 ⁽¹⁾	7,18
D1	✓	45,95	0,76	46,71	428,20 ⁽¹⁾	4,94
3e rechte deel	✓	30,40	0,30	30,70	297,08 ⁽¹⁾	3,43

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)

$$M_q = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{86,64}$$

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

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Sp5	200	0,0040	0,12
Neergaande bocht	200	0,0040	0,12
Opgaande bocht	300	0,0027	0,080
D2	300	0,0027	0,080
D1	300	0,0027	0,080

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{86,64}$$

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{987,70}{227,2^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

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

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07** m grondwater boven de leiding

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

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
1e rechte deel	3,75	-	0,65	2,44
Sp5	7,53	0,12	0,65	4,98
Neergaande bocht	8,26	0,12	0,65	5,44
Sp5	8,26	-	0,65	5,37
2e rechte deel	7,24	-	0,65	4,71
Opgaande bocht	5,89	0,080	0,65	3,88
D2	7,18	0,080	0,65	4,72
D1	4,94	0,080	0,65	3,26
3e rechte deel	3,43	-	0,65	2,23

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$

Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Sp5	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
Sp5	0,00	0,00	-	-	0,00
2e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,63	0,65	0,41
D2	0,00	0,00	0,63	0,65	0,41
D1	0,00	0,00	0,63	0,65	0,41
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen: $\sigma_x = \sigma_{ax}$

Bochten: $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$

Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00 \text{ N/mm}^2}$

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_Y [mm]	δ_Y/D_g [%]
1e rechte deel	33,32	0,26	-	6,88	3,03
Sp5	67,09	0,36	0,0040	13,83	6,09
Neergaande bocht	73,61	0,30	0,0040	15,17	6,68
Sp5	73,61	0,30	-	15,17	6,68
2e rechte deel	72,28	0,30	-	12,75	5,61
Opgaande bocht	72,68	0,30	0,0027	9,38	4,13
D2	71,66	0,31	0,0027	12,64	5,56
D1	45,95	0,76	0,0027	8,85	3,90
3e rechte deel	30,40	0,30	-	6,28	2,76

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 227,20 = \mathbf{18,18 \text{ mm}}$$

11. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	E_{100} [MN/m ²]
1e rechte deel	8,50	99,74	42,53	71,13	111,93	86,59
Sp5	19,00	193,16	82,37	137,76	216,78	122,87
Neergaande bocht	21,00	211,24	90,08	150,66	237,07	128,70
Sp5	21,00	211,24	90,08	150,66	237,07	128,70
2e rechte deel	20,85	207,09	103,54	155,32	232,97	25,50
Opgaande bocht	20,85	208,42	128,66	168,54	237,66	7,05
D2	20,50	205,64	102,82	154,23	231,34	25,39
D1	12,40	134,73	62,34	98,54	151,48	61,01
3e rechte deel	7,60	91,64	39,08	65,36	102,84	82,70

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_r/100)^m$$

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]	90% p_{lim} [bar] 1
1e rechte deel	44,73	0,00091	0,0600	0,06769	1,50	13,46
Sp5	63,48	0,0012	0,1650	0,1861	2,65	23,83
Neergaande bocht	66,49	0,0013	0,1850	0,2087	2,86	25,72
Sp5	66,49	0,0013	0,1850	0,2087	2,86	25,72
2e rechte deel	14,35	0,0054	0,1835	0,2070	1,51	13,59
Opgaande bocht	4,82	0,014	0,1835	0,2070	0,98	8,82
D2	14,28	0,0054	0,1800	0,2031	1,50	13,49
D1	32,77	0,0016	0,0990	0,1117	1,53	13,78
3e rechte deel	42,73	0,00088	0,0510	0,05754	1,39	12,50

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δp [N/mm ²]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 2	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 3
1e rechte deel	0,89	0,03	0,66	6,59	0,09	0,95
Sp5	0,76	0,07	1,20	12,01	0,26	2,57
Neergaande bocht	0,75	0,10	1,30	13,00	0,31	3,11
Sp5	0,75	0,11	1,30	13,00	0,31	3,15
2e rechte deel	0,37	0,33	0,78	7,80	0,54	5,37
Opgaande bocht	10,43	0,55	0,98	9,79	0,76	7,58
D2	0,37	0,57	0,77	7,73	0,77	7,71
D1	0,67	0,63	0,72	7,19	0,74	7,41
3e rechte deel	0,91	0,65	0,61	6,09	0,70	7,04

11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δp [N/mm ²]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 4	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 5
1e rechte deel	1,70	0,17	0,66	6,59	0,24	2,40
Sp5	1,46	0,16	1,20	12,01	0,35	3,47
Neergaande bocht	1,43	0,15	1,30	13,00	0,36	3,61
Sp5	1,43	0,15	1,30	13,00	0,36	3,60
2e rechte deel	0,70	0,09	0,78	7,80	0,30	2,99
Opgaande bocht	10,43	0,03	0,98	9,76	0,24	2,40
D2	0,70	0,03	0,77	7,73	0,23	2,31
D1	1,28	0,01	0,72	7,19	0,12	1,24
3e rechte deel	1,73	0,01	0,61	6,09	0,07	0,65

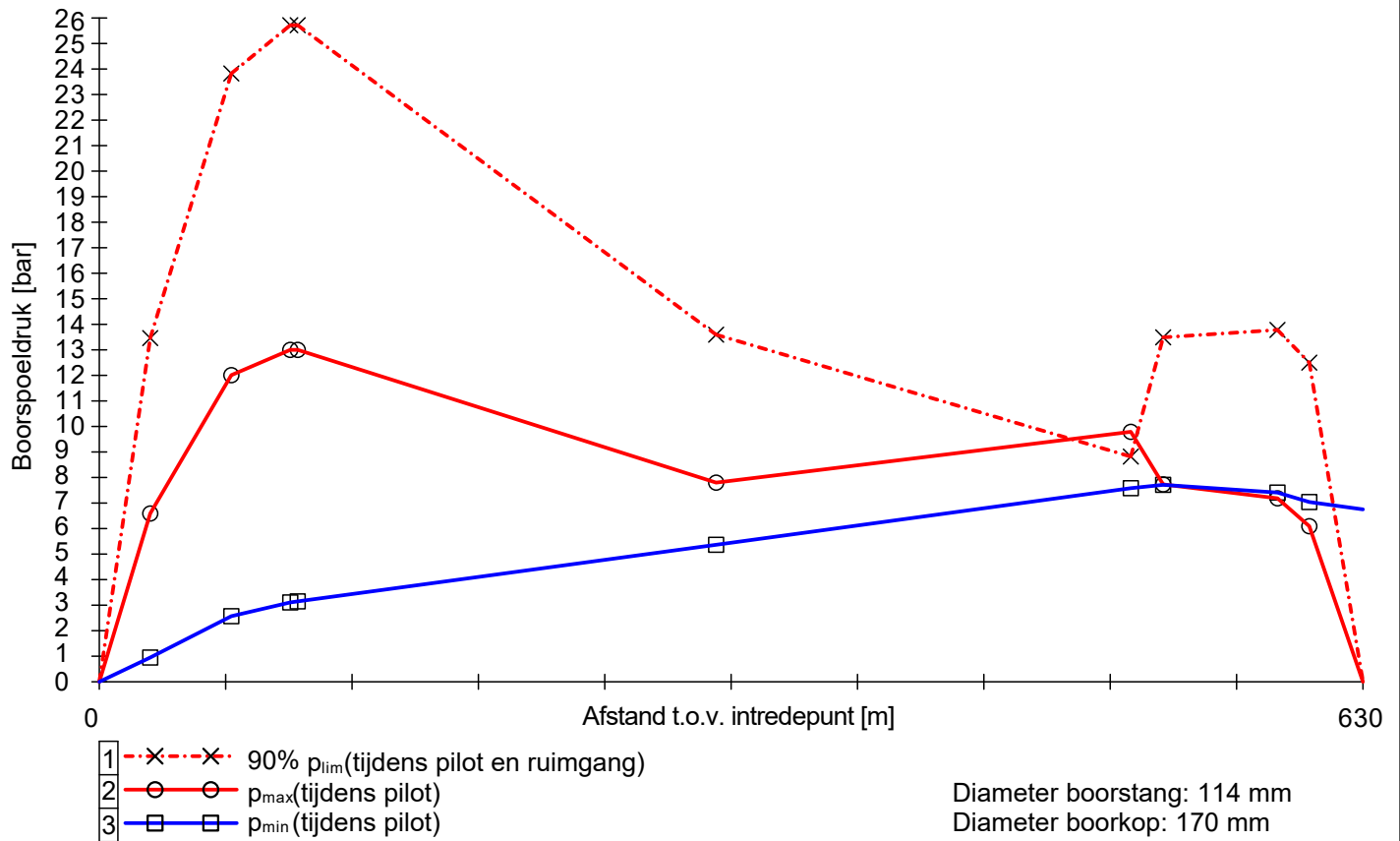
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

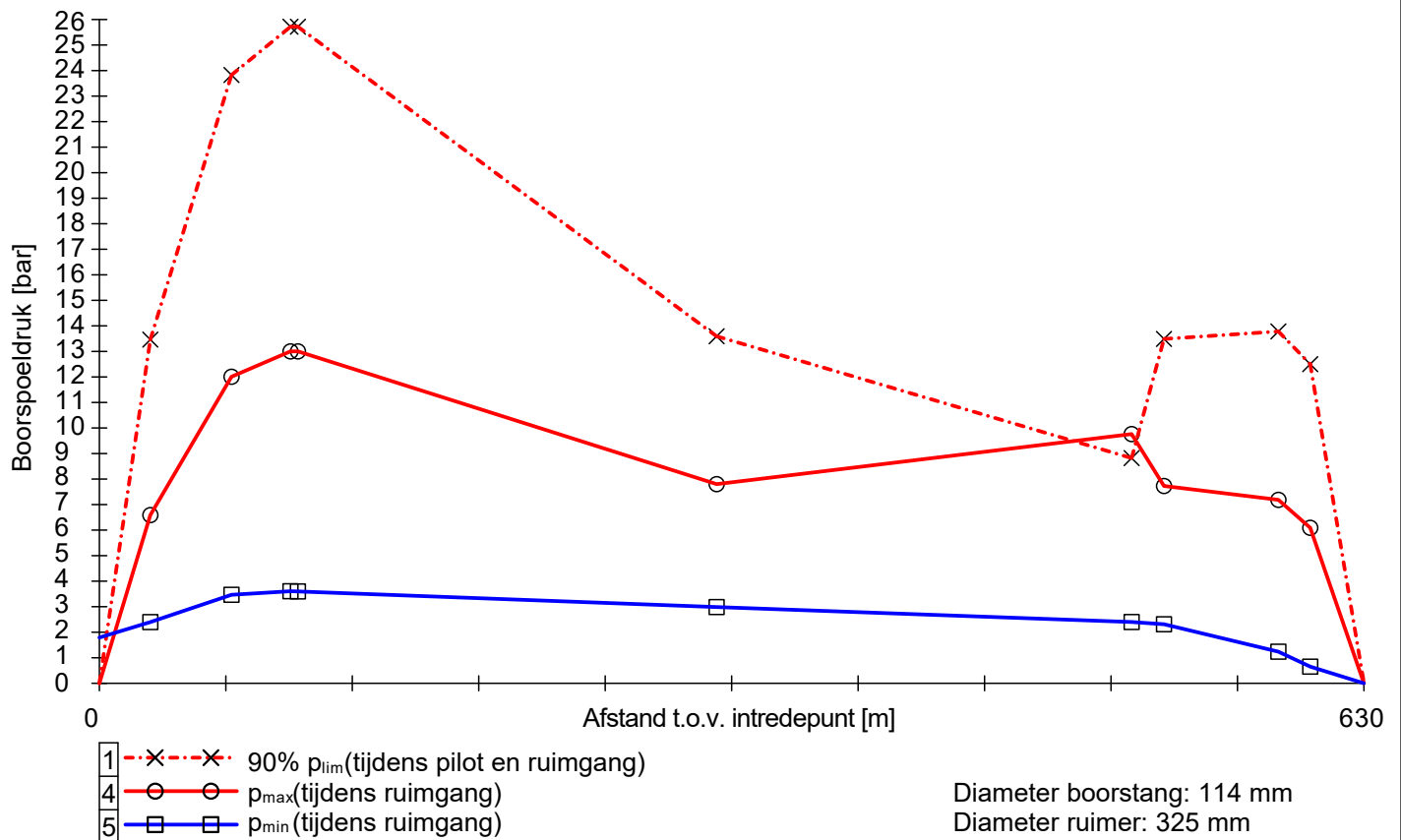
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot

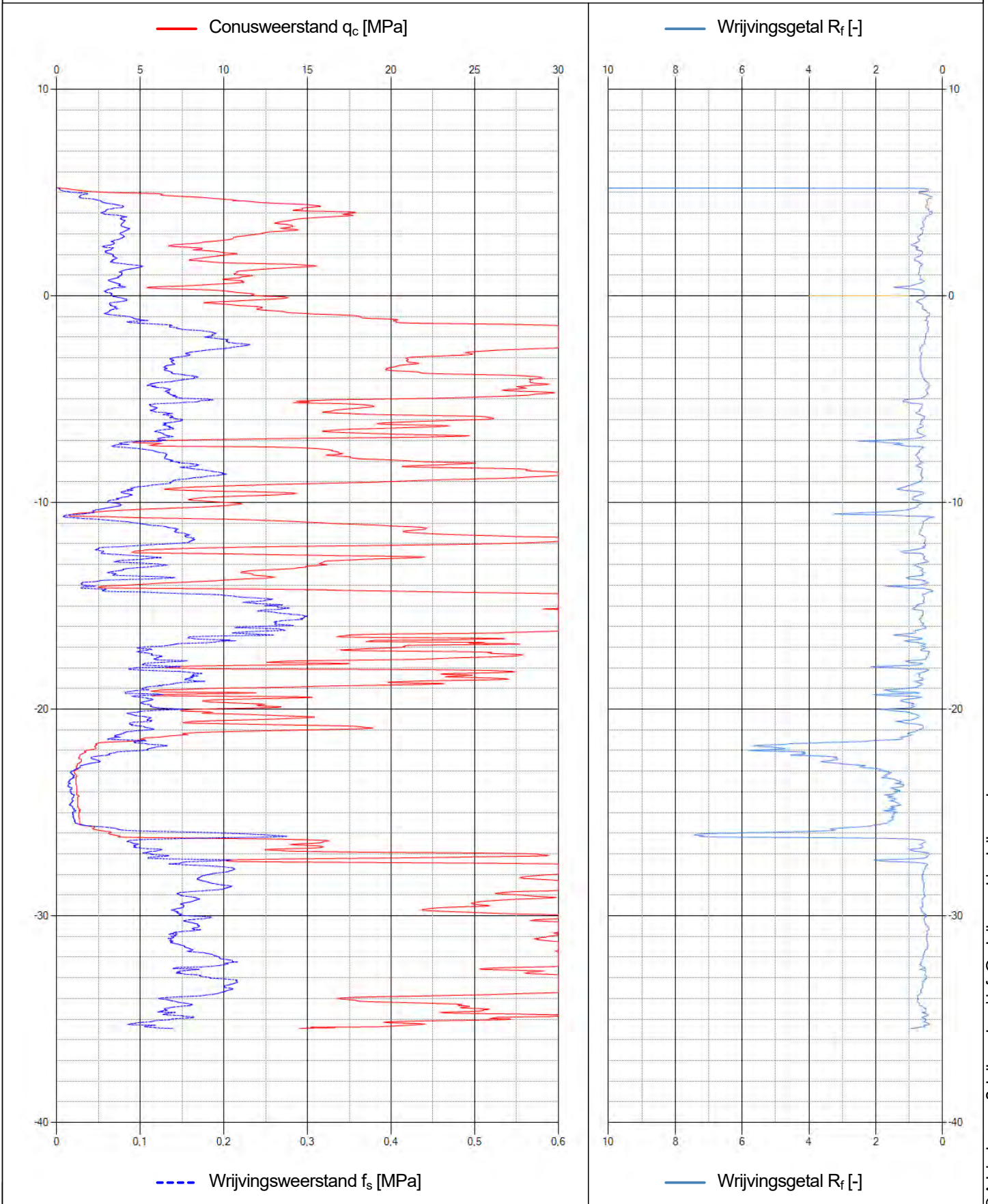


11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



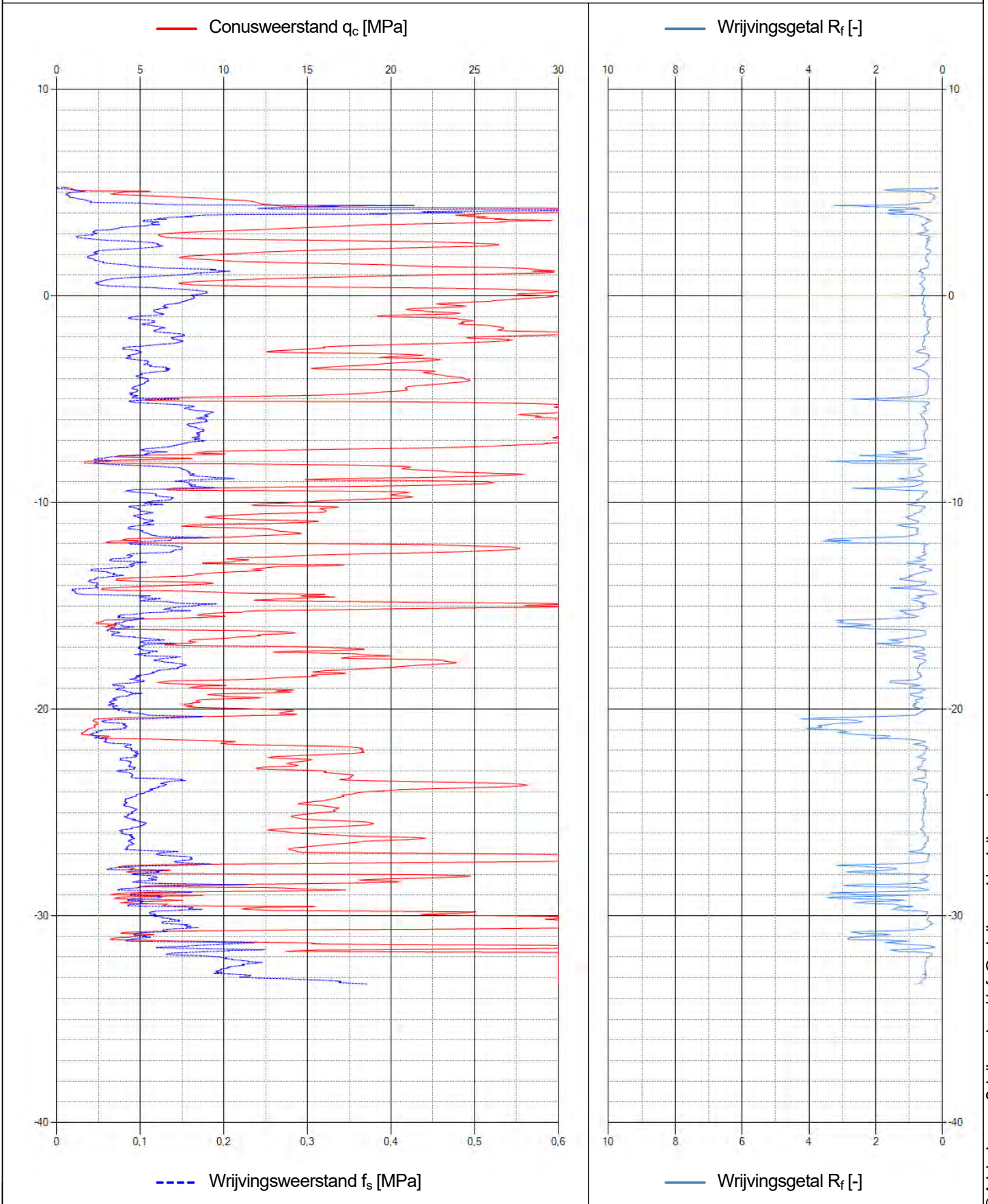
Naam van het project : IJV A+B Boorplannen

Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé A, 4x Ø250 mm, SDR 11



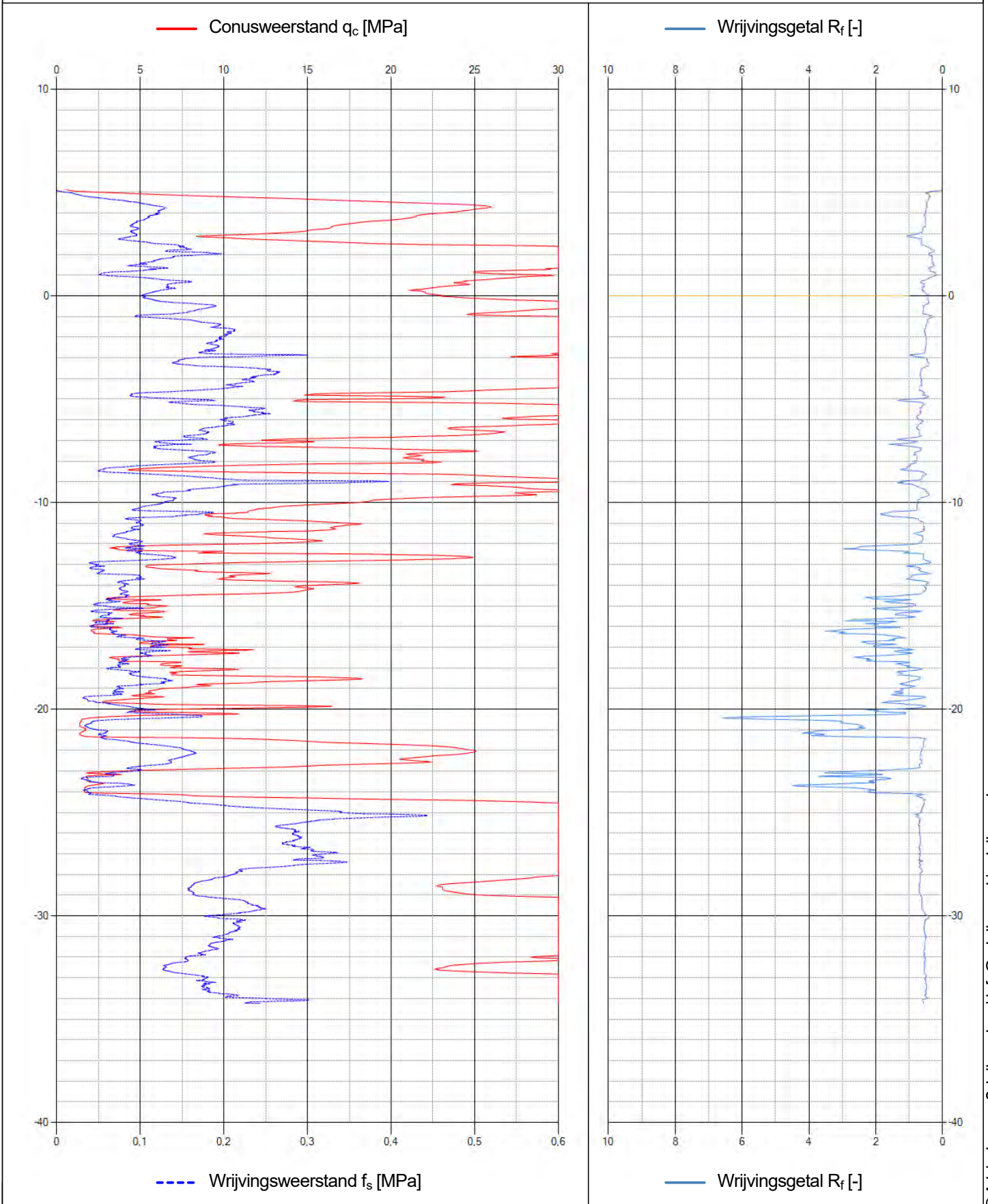
Naam van het project : IJV A+B Boorplannen

Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé A, 4x Ø250 mm, SDR 11



Naam van het project : IJV A+B Boorplannen

Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé A, 4x Ø250 mm, SDR 11



Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2020 2.1 ©	
Algemene gegevens			
Naam van het project : IJV A+B Boorplannen			
Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé B, 3x Ø250 mm, SDR 11			
Materiaalgegevens			
Materiaalsoort:	PE		
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11		
Lange-duur treksterkte	MRS = 10		N/mm ²
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$		-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975		N/mm ²
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350		N/mm ²
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g = 16,0 \cdot 10^{-5}$		mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma = 0,65$		-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L = 9,55$		kN/m ³
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8,00$		%
Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D _e = 250,00		mm
Wanddikte	d _n = 22,8		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 ³
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_y = 15$		Pa
Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan	$g_{vul,r} = 0,16$		N/mm ¹
Gewicht vulling/extra gewicht tpv boorgang	$g_{vul,b} = 0,16$		N/mm ¹
Diameter boorstang	D _b = 90		mm
Diameter boorkop	D _p = 170		mm
Diameter ruimer	D _g = 350		mm
Totale lengte	L = 922,03		m
Lengte 1e rechte deel	L ₁ = 26,07		m
Lengte neergaande bocht	L ₂ = 69,81		m
Lengte 2e rechte deel	L ₃ = 711,00		m
Lengte opgaande bocht	L ₄ = 89,01		m
Lengte 3e rechte deel	L ₅ = 26,14		m
Straal maaiveld/rollenbaan	R _r = 200,00		m
Straal neergaande bocht	R ₁ = 200,00		m
Straal opgaande bocht	R ₂ = 300,00		m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 20,00 / 36,4$		° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2 = 17,00 / 30,57$		° / %
Belastinghoek	$\alpha = 180$		°
Ondersteuningshoek	$\beta = 120$		°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma = 120$		°
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma = 1,1$		

Onzekerheids- en wrijvingsfactoren

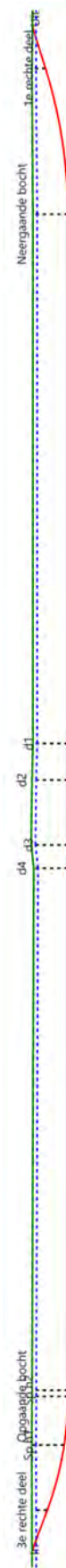
Totaalfactor bij normale boring	f	= 1,4	
Belastingfactor, bovengronds	f _{k,b}	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	f _{k,o}	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	f _{r,o}	= 0,9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	f ₁	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	f ₂	= 0,00005	N/mm ²
Wrijving tussen 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 ³]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m ³]	Wrijvingshoek grond [°]
3e rechte deel	26,07	9,00	2,50	Zand	19,98	20,96	35,00
Sp h1	65,47	19,00	2,50	Zand	19,98	20,85	35,00
Opgaande bocht	95,88	21,00	2,50	Zand	19,98	20,86	35,00
Sp h2	99,59	21,00	2,50	Zand	19,98	20,86	35,00
d4	413,59	20,00	2,50	Zand	19,48	20,77	35,00
d3	427,59	21,50	2,50	Zand	19,48	20,69	35,00
d2	466,59	21,00	2,50	Klei	19,48	20,75	22,50
d1	488,59	20,50	2,50	Zand	19,48	20,77	30,00
Neergaande bocht	806,88	20,50	2,50	Zand	19,92	20,80	30,00
1e rechte deel	895,89	8,00	2,50	Zand	19,92	21,00	32,50

Locatie	Hor. steundruk	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm ³]	Effectieve cohesie [kN/m ²]	E-modulus ondergrond [MN/m ²]	Verkeersbelasting
3e rechte deel	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
Sp h1	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
Opgaande bocht	✓	0,0490	0,00	75,00	Grafiek I
Sp h2	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
d4	✓	-	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
d3	✓	-	0,00	75,00	Grafiek I
d2	✓	-	5,00	3,00	Grafiek I
d1	✓	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
Neergaande bocht	✓	0,0490	0,00	15,00	Grafiek II
1e rechte deel	✓	-	0,00	45,00	Grafiek ½ x II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
3e rechte deel	Geen	14
Sp h1	Geen	14
Opgaande bocht	Geen	14
Sp h2	Geen	14
d4	Geen	15
d3	Geen	15
d2	Geen	15
d1	Geen	15
Neergaande bocht	Geen	18
1e rechte deel	Geen	18



* Niet op schaal

2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 227,20	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	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi/64$	= 106.064.835,12	mm ⁴
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm ³
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm ⁴ /mm ¹
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm ³ /mm ¹
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.273,95	mm ²
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1554	N/mm ¹

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

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>		<i>Leiding in boorgat</i>	
Gewicht mediumleiding	g	= 0,1554 N/mm ¹	g	= 0,1554 N/mm ¹
Gewicht vulling	g _{vul}	= 0,160 N/mm ¹ +	g _{vul}	= 0,160 N/mm ¹ +
Totaal gewicht	g _{rol}	= 0,3154 N/mm ¹	g _{gat}	= 0,3154 N/mm ¹

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

Trekkraft T ₁ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T ₁ [N]
Starten met trekken	922,03	122.146
Na intrekken van L ₅	895,89	118.683
Na intrekken van L ₅ + L ₄	806,88	106.891
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	95,88	12.702
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	26,07	3.454

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,3154 \cdot 0,3$$

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T ₁ [N]	σ_t [N/mm ²]
Starten met trekken	122.146	7,51
Na intrekken van L ₅	118.683	7,29
Na intrekken van L ₅ + L ₄	106.891	6,57
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	12.702	0,78
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	3.454	0,21

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.273,95}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835}{200.000} = 568.772,68 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{568.772,68}{848.519} = \mathbf{0,67 \text{ N/mm}^2}$$

4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	σ_t [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Starten met trekken	7,51	7,94
Na intrekken van L ₅	7,29	7,73
Na intrekken van L ₅ + L ₄	6,57	7,00
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	0,78	1,22
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	0,21	0,65

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 0,67 + \sigma_t$$

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 $g_{gat} = 0,315 \text{ N/mm}^1$

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 $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,249 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht T_2 en T_{3a} tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	T_2 [N]	T_{3a} [N]
Na intrekken van L_5	26,14	3.260	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	115,15	-	14.362
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	826,15	103.040	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	895,96	-	111.747
Geheel ingetrokken	922,03	114.998	-

Rechte delen: $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,249 \cdot 0,2)$

Gebogen delen: $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,249 \cdot 0,2)$

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

Locatie	λ [mm ⁻¹]	R [m]	Q_r [N/mm ²]	T_{3b} [N]
Sp h1	0,0023	200	0,0040	759
Opgaande bocht	0,0023	200	0,0040	759
Neergaande bocht	0,0023	300,0	0,0027	506

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

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	106.891	14.362	759	-	122.012
Opgaande bocht	3.454	111.747	759	506	116.466

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]	α [°]	T_{bocht} [N]	T_{3c} [N]
Neergaande bocht	10,00	122.012	11.865
Opgaande bocht	8,50	116.466	11.325

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{bocht} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

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	118.683	3.260	-	-	-	-	121.943
Na intrekken van $L_5 + L_4$	106.891	14.362	759	11.865	-	-	133.877
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	12.702	103.040	759	11.865	-	-	128.365
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	3.454	111.747	759	11.865	506	11.325	137.971
Geheel ingetrokken	0	114.998	759	11.865	506	11.325	137.769

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

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

Spanningen σ_t tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]
Na intrekken van L_5	121.943	7,49
Na intrekken van $L_5 + L_4$	133.877	8,23
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	128.365	7,89
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	137.971	8,48
Geheel ingetrokken	137.769	8,47

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95}$$

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

5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 200.000} = 804.325,00 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{804.325,00}{848.518,68} = \mathbf{0,95 \text{ N/mm}^2}$$

5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 300.000} = 536.216,67 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{536.216,67}{848.518,68} = \mathbf{0,63 \text{ N/mm}^2}$$

5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen σ_a tijdens verschillende stadia [N/mm ²]	T_{tot} [N]	σ_t [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	σ_a [N/mm ²]
Na intrekken van L ₅	121.943	7,49	-	7,49
Na intrekken van L ₅ + L ₄	133.877	8,23	0,95	8,84
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃	128.365	7,89	-	7,89
Na intrekken van L ₅ + L ₄ + L ₃ + L ₂	137.971	8,48	0,63	8,89
Geheel ingetrokken	137.769	8,47	-	8,47

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

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

Leiding is drukloos:

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

6.2 Berekening reroundingfactor f_{rr}

Leiding is drukloos:

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

6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	q_{droog} [kN/m ²]	q_{nat} [kN/m ²]	q_{totaal} [kN/m ²]	Q_n [N/mm ¹]
3e rechte deel	9,00	2,50	Zand	54,95	149,86	204,81	34,95
Sp h1	19,00	2,50	Zand	54,95	378,43	433,37	67,09
Opgaande bocht	21,00	2,50	Zand	54,95	424,50	479,45	73,61
Sp h2	21,00	2,50	Zand	54,95	424,50	479,45	73,61
d4	20,00	2,50	Zand	53,57	399,82	453,39	69,60
d3	21,50	2,50	Zand	53,57	432,42	485,99	74,00
d2	21,00	2,50	Klei	53,57	422,26	475,83	72,71
d1	20,50	2,50	Zand	53,57	411,25	464,82	71,20
Neergaande bocht	20,50	2,50	Zand	54,78	411,84	466,62	71,66
1e rechte deel	8,00	2,50	Zand	54,78	127,05	181,83	31,71

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

6.4 Berekening van de verkeersbelasting Q_v

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeers- belasting	q_v [kN/m ²]	Q_v [N/mm ¹]
3e rechte deel	9,00	Grafiek ½ x II	0,96	0,24
Sp h1	19,00	Grafiek I	1,44	0,36
Opgaande bocht	21,00	Grafiek I	1,20	0,30
Sp h2	21,00	Grafiek I	1,20	0,30
d4	20,00	Grafiek ½ x II	0,29	0,07
d3	21,50	Grafiek I	1,15	0,29
d2	21,00	Grafiek I	1,20	0,30
d1	20,50	Grafiek ½ x II	0,27	0,07
Neergaande bocht	20,50	Grafiek II	0,55	0,14
1e rechte deel	8,00	Grafiek ½ x II	1,12	0,28

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$

6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen

Locatie	Hor. steundruk	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_{boven} [N/mm ¹]	M_q [Nmm]	σ_q [N/mm ²]
3e rechte deel	✓	34,95	0,24	35,19	340,59 ⁽¹⁾	3,93
Sp h1	✓	67,09	0,36	67,45	652,80 ⁽¹⁾	7,53
Opgaande bocht	✓	73,61	0,30	73,91	715,29 ⁽¹⁾	8,26
Sp h2	✓	73,61	0,30	73,91	715,29 ⁽¹⁾	8,26
d4	✓	69,60	0,07	69,67	674,24 ⁽¹⁾	7,78
d3	✓	74,00	0,29	74,29	718,91 ⁽¹⁾	8,30
d2	✓	72,71	0,30	73,01	510,48 ⁽¹⁾	5,89
d1	✓	71,20	0,07	71,27	615,98 ⁽¹⁾	7,11
Neergaande bocht	✓	71,66	0,14	71,79	620,47 ⁽¹⁾	7,16
1e rechte deel	✓	31,71	0,28	31,99	293,25 ⁽¹⁾	3,38

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)

$$M_q = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60 - 0,143 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot \sin(1/2 \cdot 120) \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{86,64}$$

6.6 Optredende spanning σ_{qr} tgv. grondreactie in de bochten

Locatie	R [m]	Q_r [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]
Sp h1	200	0,0040	0,12
Opgaande bocht	200	0,0040	0,12
Neergaande bocht	300,0	0,0027	0,080

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{86,64}$$

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

Leiding is drukloos

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

7. Toetsing op minimale ringstijfheid S_N

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{987,70}{227,2^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

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

8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdrukVeiligheidsfactor γ voor langdurige onderdruk: $\gamma = 3$ Veiligheidsfactor γ voor kortdurende onderdruk: $\gamma = 1,5$

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

Conclusie: Kans op implosie bij **28,07** m grondwater boven de leiding**9. Berekening van het totaal aan optredende spanningen***9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding*

Locatie	σ_q [N/mm ²]	σ_{qr} [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_{y2} [N/mm ²]
3e rechte deel	3,93	-	0,65	2,56
Sp h1	7,53	0,12	0,65	4,98
Opgaande bocht	8,26	0,12	0,65	5,44
Sp h2	8,26	-	0,65	5,37
d4	7,78	-	0,65	5,06
d3	8,30	-	0,65	5,39
d2	5,89	-	0,65	3,83
d1	7,11	-	0,65	4,62
Neergaande bocht	7,16	0,080	0,65	4,71
1e rechte deel	3,38	-	0,65	2,20

Rechte delen: $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$ Bochten: $\sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ Toelaatbare spanning: $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$ N/mm²*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	σ_{pl} [N/mm ²]	σ_{ax} [N/mm ²]	σ_b [N/mm ²]	α_{σ} [-]	σ_x [N/mm ²]
3e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00
Sp h1	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
Opgaande bocht	0,00	0,00	0,95	0,65	0,62
Sp h2	0,00	0,00	-	-	0,00
d4	0,00	0,00	-	-	0,00
d3	0,00	0,00	-	-	0,00
d2	0,00	0,00	-	-	0,00
d1	0,00	0,00	-	-	0,00
Neergaande bocht	0,00	0,00	0,63	0,65	0,41
1e rechte deel	0,00	0,00	-	-	0,00

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

10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q_n [N/mm ¹]	Q_v [N/mm ¹]	Q_r [N/mm ²]	δ_y [mm]	δ_y/D_g [%]
3e rechte deel	34,95	0,24	-	7,21	3,17
Sp h1	67,09	0,36	0,0040	13,83	6,09
Opgaande bocht	73,61	0,30	0,0040	15,17	6,68
Sp h2	73,61	0,30	-	15,17	6,68
d4	69,60	0,07	-	14,32	6,30
d3	74,00	0,29	-	15,25	6,71
d2	72,71	0,30	-	9,38	4,13
d1	71,20	0,07	-	12,54	5,52
Neergaande bocht	71,66	0,14	0,0027	12,62	5,56
1e rechte deel	31,71	0,28	-	6,08	2,68

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot Q() - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 227,20 = \mathbf{18,18 \text{ mm}}$$

11. Berekening van de boorspoeldrukken

Locatie	H [m]	σ_{vert} [kN/m ²]	σ_{hor} [kN/m ²]	σ_o' [kN/m ²]	p'_f [kN/m ²]	E_{100} [MN/m ²]
3e rechte deel	9,00	104,26	44,46	74,36	117,01	88,68
Sp h1	19,00	193,16	82,37	137,76	216,78	122,87
Opgaande bocht	21,00	211,24	90,08	150,66	237,07	128,70
Sp h2	21,00	211,24	90,08	150,66	237,07	128,70
d4	20,00	199,70	85,16	142,43	224,13	125,14
d3	21,50	211,65	90,25	150,95	237,53	129,03
d2	21,00	208,25	128,56	168,40	237,47	7,05
d1	20,50	204,15	102,07	153,11	229,66	25,31
Neergaande bocht	20,50	205,64	102,82	154,23	231,34	25,39
1e rechte deel	8,00	95,27	44,08	69,68	107,12	50,68

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m$$

Locatie	G [MN/m ²]	Q [-]	u [N/mm ²]	p_{st} [N/mm ²]	p_{lim} [N/mm ²]	90% p_{lim} [bar] 1
3e rechte deel	45,82	0,00093	0,0650	0,07333	1,55	13,99
Sp h1	63,48	0,0012	0,1650	0,1861	2,65	23,83
Opgaande bocht	66,49	0,0013	0,1850	0,2087	2,86	25,72
Sp h2	66,49	0,0013	0,1850	0,2087	2,86	25,72
d4	64,65	0,0013	0,1750	0,1974	2,73	24,55
d3	66,66	0,0013	0,1900	0,2143	2,87	25,81
d2	4,82	0,014	0,1850	0,2087	0,98	8,83
d1	14,24	0,0054	0,1800	0,2031	1,49	13,42
Neergaande bocht	14,28	0,0054	0,1800	0,2031	1,50	13,49
1e rechte deel	27,22	0,0014	0,0550	0,06205	1,13	10,14

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

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

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

11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δp [N/mm ²]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 2	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 3
3e rechte deel	0,88	0,02	0,69	6,87	0,09	0,93
Sp h1	0,76	0,05	1,20	12,01	0,24	2,35
Opgaande bocht	0,75	0,07	1,30	13,00	0,28	2,81
Sp h2	0,75	0,07	1,30	13,00	0,28	2,83
d4	0,76	0,31	1,24	12,40	0,51	5,08
d3	0,75	0,32	1,31	13,08	0,54	5,35
d2	10,50	0,35	0,98	9,80	0,56	5,59
d1	0,37	0,37	0,77	7,69	0,57	5,70
Neergaande bocht	0,37	0,61	0,77	7,73	0,81	8,08
1e rechte deel	0,72	0,67	0,52	5,18	0,73	7,34

11.2 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	Δp [N/mm ²]	p_{max} [N/mm ²]	p_{max} [bar] 4	p_{min} [N/mm ²]	p_{min} [bar] 5
3e rechte deel	1,81	0,21	0,69	6,87	0,28	2,80
Sp h1	1,57	0,20	1,20	12,01	0,38	3,84
Opgaande bocht	1,54	0,19	1,30	13,00	0,40	3,99
Sp h2	1,54	0,19	1,30	13,00	0,40	3,99
d4	1,56	0,12	1,24	12,40	0,31	3,15
d3	1,54	0,11	1,31	13,08	0,33	3,28
d2	10,50	0,11	0,98	9,77	0,31	3,14
d1	0,75	0,10	0,77	7,69	0,30	3,03
Neergaande bocht	0,75	0,03	0,77	7,73	0,23	2,30
1e rechte deel	1,49	0,01	0,52	5,18	0,07	0,68

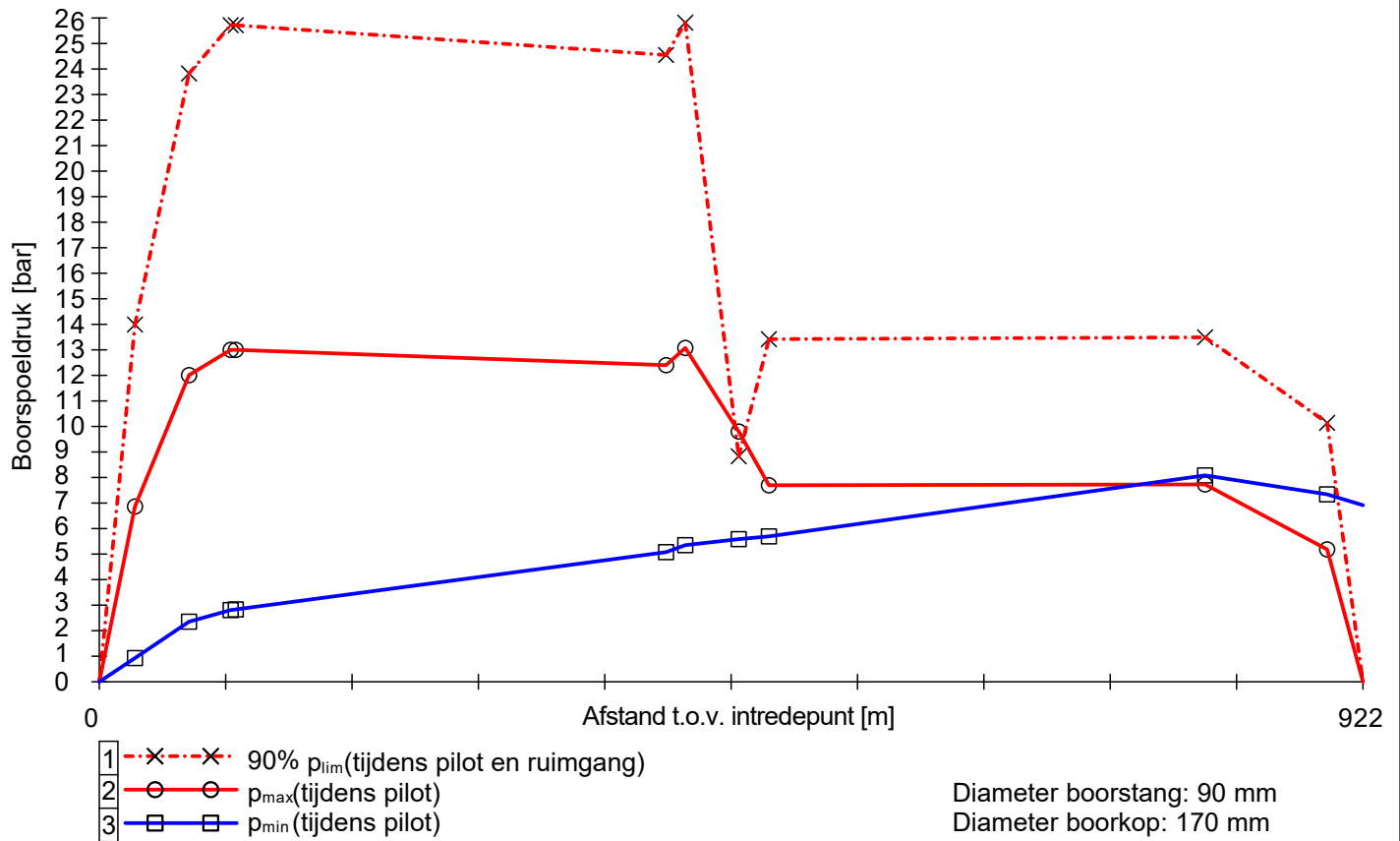
$$R_{p,max} = \frac{H}{2}; R_{p,max,zand} = \sqrt{\frac{R_o^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{g,max}} \text{ of } \frac{H}{2}$$

$$\Delta p = 4 \cdot \frac{\tau_y}{D_{g/p} - D_b} \cdot L$$

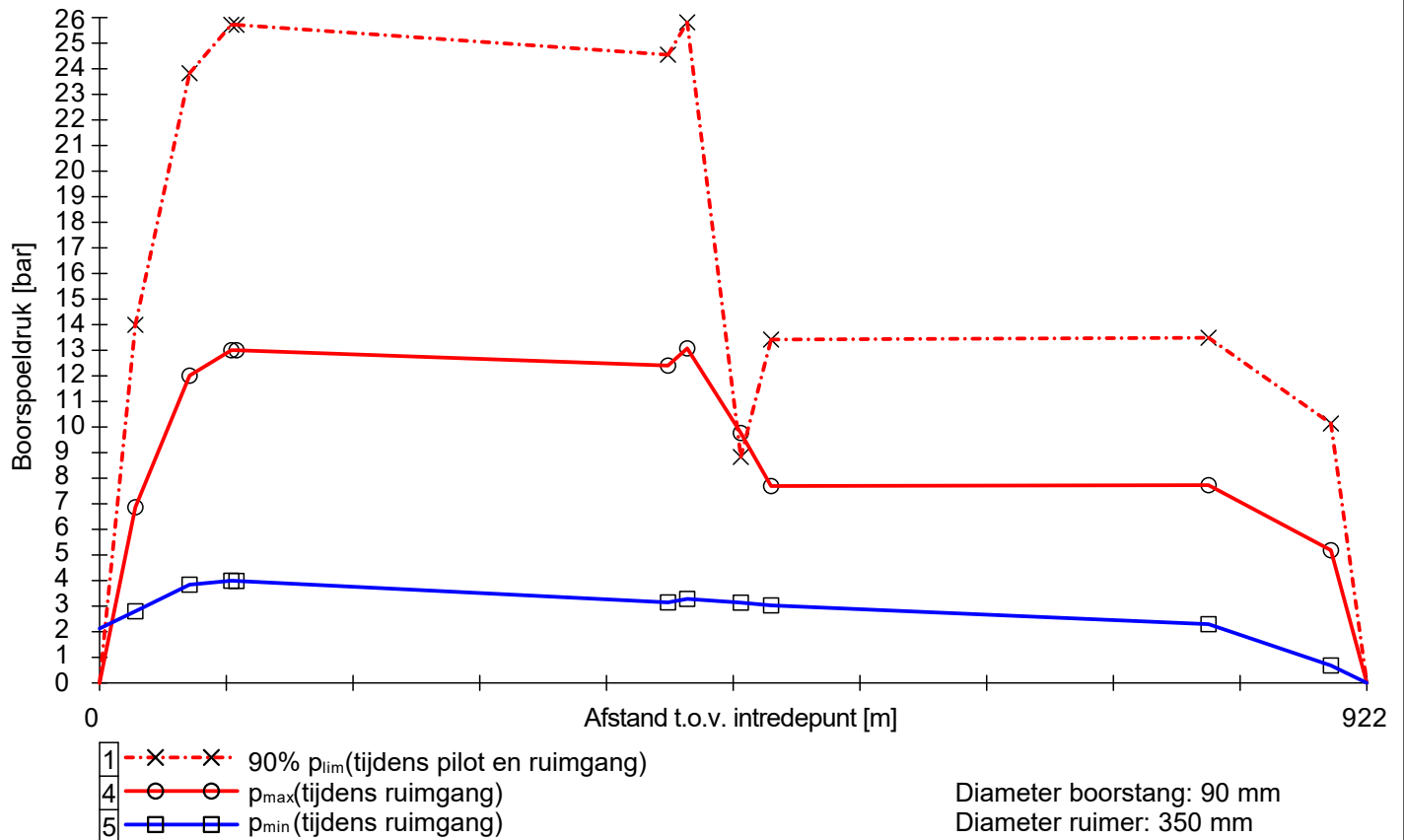
$$p_{max} = (p'_f + c \cdot \cot(\varphi)) \cdot \left(\frac{R_o^2}{R_{p,max}^2} + Q \right)^{\frac{-\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - c \cdot \cot(\varphi) + u$$

$$p_{min} = p_{st} + \Delta p$$

11.3 Boorspoeldrukken tijdens pilot

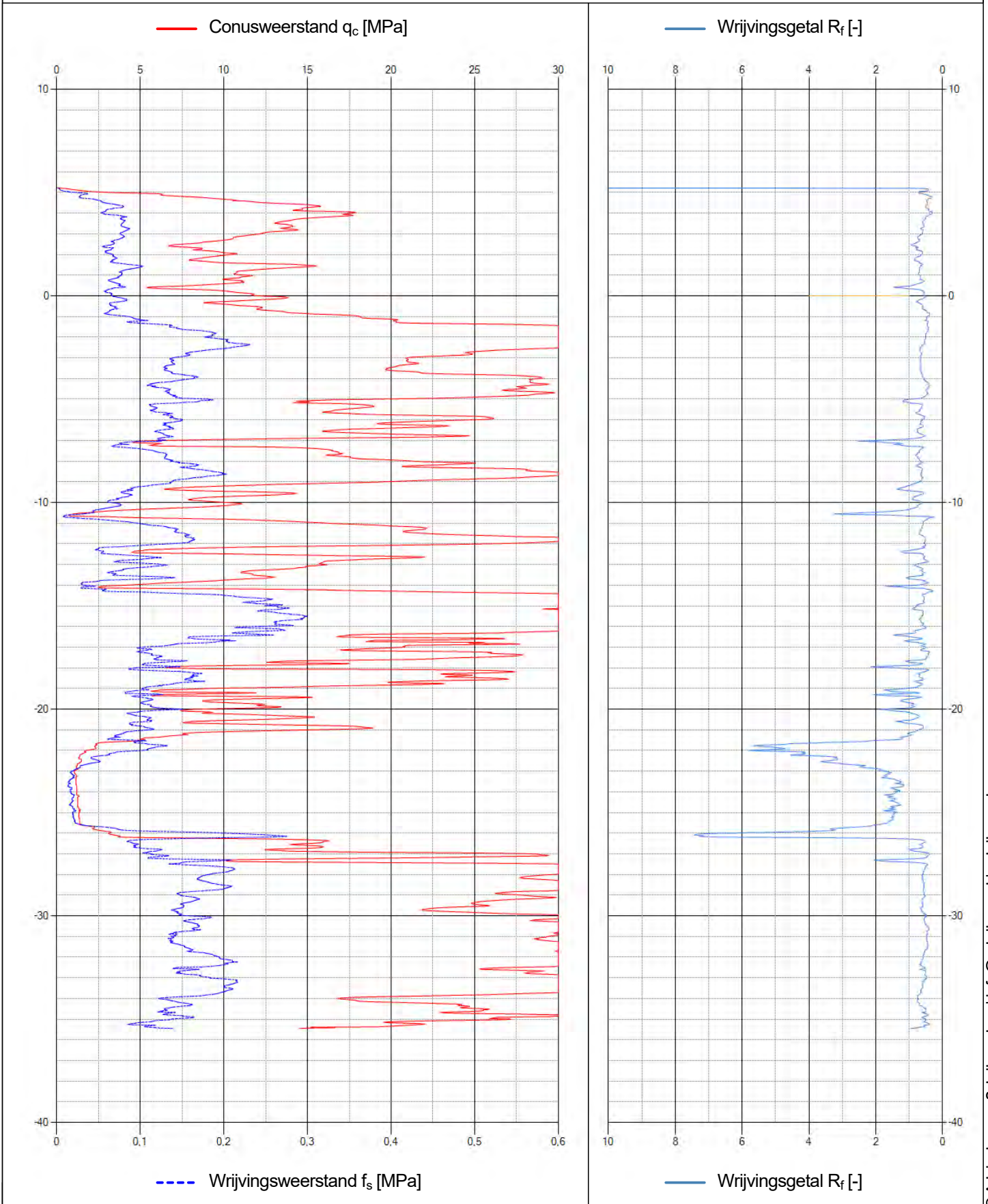


11.4 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



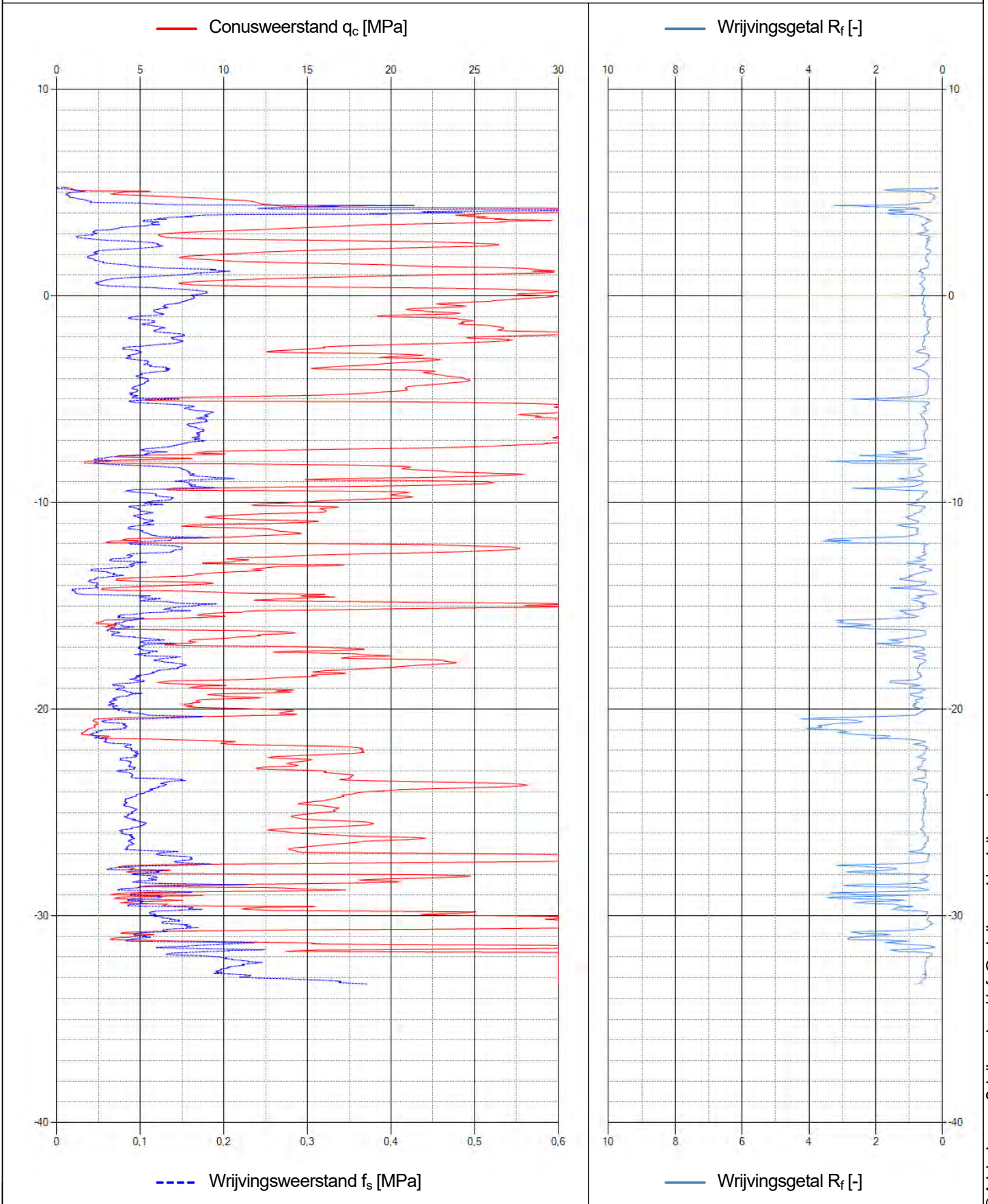
Naam van het project : IJV A+B Boorplannen

Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé B, 3x Ø250 mm, SDR 11



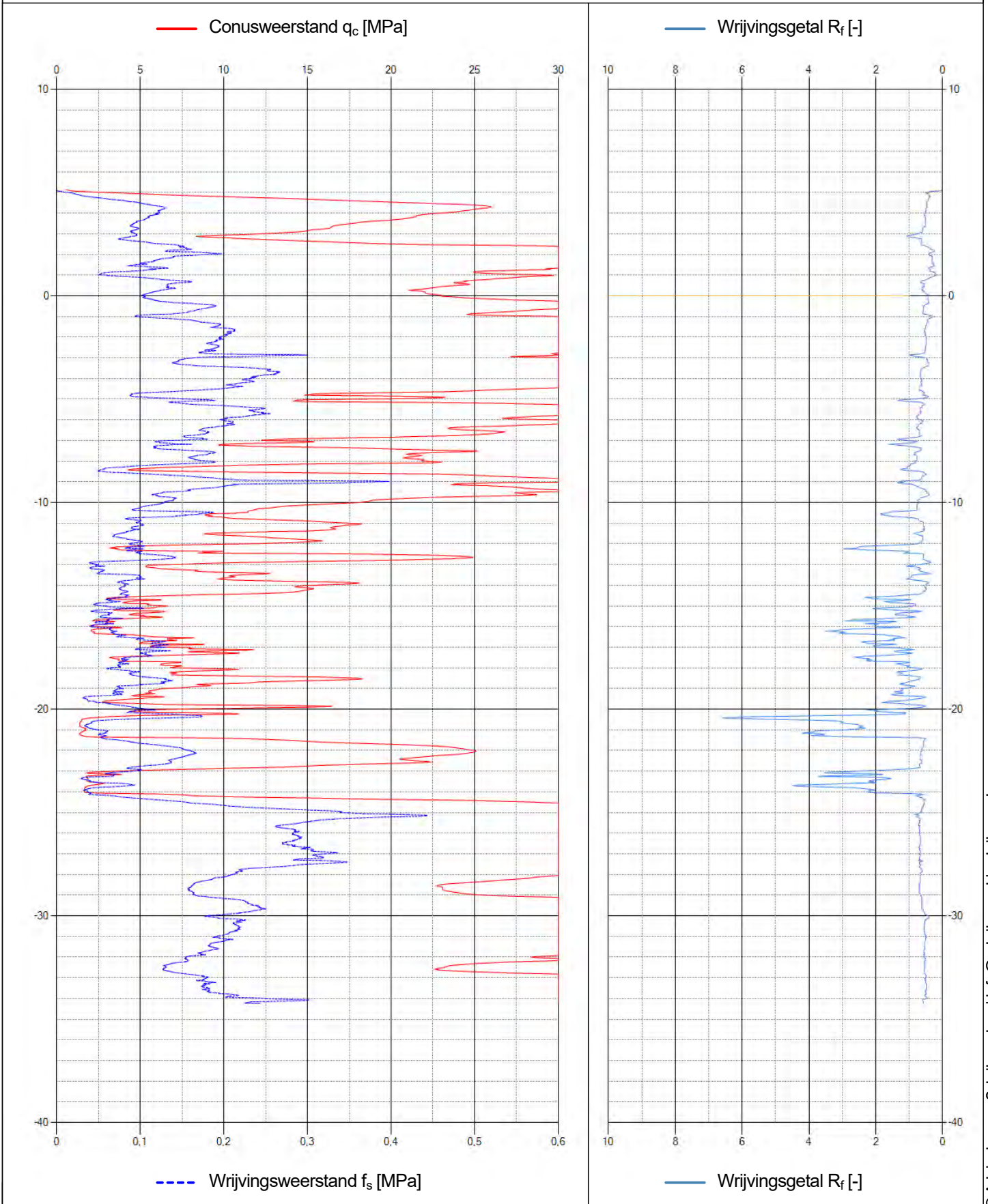
Naam van het project : IJV A+B Boorplannen

Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé B, 3x Ø250 mm, SDR 11



Naam van het project : IJV A+B Boorplannen

Projectonderdeel : Beta HDD Dardanellenstraat tracé B, 3x Ø250 mm, SDR 11



Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Minister van I&W
Rijkswaterstaat Zee en Delta
T.a.v. de heer J. van Zoonen
Postbus 2232
3500 GE UTRECHT

CLASSIFICATIE C1 - publieksinformatie

DATUM 16 november 2021

BEHANDELD DOOR Monique Leenen

BETREFT: Aanvulling aanvraag watervergunning project Net op zee IJmuiden Ver Beta

Bijlagen: 2

Geachte heer Van Zoonen,

Op 27 augustus jl. heeft TenneT een watervergunning aangevraagd voor het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Graag vullen wij de aanvraag als volgt aan.

Kaartenbijlage 5

Op de kaarten in bijlage 5 van de aanvraag is de vergunningszone niet op alle punten correct weergegeven, dat is nu aangepast. De duur van de werkzaamheden is ongewijzigd. De aanpassing van de realisatieperiode heeft dan ook geen invloed op de gevolgen van de aanleg en/of exploitatie van het project.

Wij verzoeken u bijlage 5 uit de aanvraag (datum 26-07-2021) te vervangen door de bijlage 5 die ter aanvulling is toegezonden met datum 22-09-2021.

MER

Het MER is aangepast op een aantal punten en de definitieve eindversie wordt u toegezonden ter vervanging van bijlage 4 bij de aanvraag. Wij verzoeken u de oorspronkelijke bijlage 4 te vervangen door de toegezonden bijlage.

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

Hoogachtend,

TenneT TSO B.V.

Johan Dekkers
Projectleider vergunningen en MER Net op zee IJmuiden Ver Beta

Formuliersversie
2020.01

Aanvraaggegevens

Algemeen

Aanvraagnummer	5748703
Aanvraagnaam	IJV Beta watervergunning
Uw referentiecode	C05057.000221

Ingediend op	27-08-2021
Soort procedure	Onbekend

Projectomschrijving	Voor het project Net op zee IJmuiden Ver Beta 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:	Rijkswaterstaat
Bezoekadres:	Avenue Ceramique 125 6221 KV Maastricht
Postadres:	Service Center Vergunningen Rijkswaterstaat Postbus 4142 6202 PA Maastricht
Telefoonnummer:	088-7974300
E-mailadres:	omgevingsloket@rws.nl
Website:	www.rijkswaterstaat.nl
Contactpersoon:	ServiceCentreVergunningen
Bereikbaar op:	ma - vr: 9:00 - 16:30 uur

Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

- Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Kabels of leidingen aanleggen

- 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 checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	J.
Voorvoegsels	-
Achternaam	Dekkers
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 29360328
Faxnummer	-
E-mailadres	johan.dekkers@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 Locatieaanduiding

Locatie waar de werkzaamheden plaatsvinden

- Adres
- Kadastraal perceelnummer
- Locatie op Noordzee, Waddenzee of IJsselmeer

2 Aanvulling locatieaanduiding

Coördinatenstelsel

- RD
- ETRS89 / WGS84

Invoerwijze

- Graden.decimale graden
- Graden.minuten.decimale minuten
- Graden.minuten.seconden.decimale seconden

Lengte

003° 34,833 '

Breedte

52° 54,874 '

3 Toelichting

Eventuele toelichting op locatie zie bijlage



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten op de Noordzee of het strand 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?	01-01-2070
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	zie bijlage 1
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Zie bijlagen.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Zie bijlagen.



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

1 Bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee

Welk bouwwerk wilt u oprichten in de Noordzee?

Platform op zee

Plaatst u het bouwwerk in de exclusieve economische zone?

Ja
 Nee



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten op de Noordzee of het strand uitvoeren

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



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

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?	01-01-2070
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	zie bijlage 1
Omschrijf de activiteit die u wilt uitvoeren.	Zie bijlagen.
Waarom wilt u de activiteit uitvoeren?	Zie bijlagen.



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Activiteiten in, op of nabij een waterkering uitvoeren

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



Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Kabels of leidingen aanleggen

1 Waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken

Wilt u een bestaande vergunning wijzigen?	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nee
Wat is de geplande begindatum van deze activiteit?	01-01-2023
Geef eventueel een toelichting op de begindatum.	-
Wat is de geplande einddatum van deze activiteit?	01-01-2070
Geef eventueel een toelichting op de einddatum.	zie bijlage 1
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

Bijlagen

Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
Aanbiedingsbrief_wa- terwet_IJV_Beta_pdf	Aanbiedingsbrief waterwet IJV Beta.pdf	Anders	27-08-2021	In behandeling
nvraag_waterwetverg- unning_IJver_Beta_pdf	Bijlage 1 Toelichting op de aanvraag waterwetvergunning IJver Beta.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_2_Machtigingsfor- mulier_pdf	Bijlage 2 Machtigingsformulier.pdf	Anders	27-08-2021	In behandeling
ge_3_Typical_Installatio- n_Method_TIM_pdf	Bijlage 3 Typical Installation Method TIM.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
rplan_kruising_besc- hermingszone_WS- HD_pdf	Bijlage 19 Boorplan kruising beschermingszone WSHD.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
c_Design_Rapport_-_ offshore_platform_pdf	Bijlage 6 Basic Design Rapport - offshore platform.pdf	Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	27-08-2021	In behandeling
_Constructietekening- g_Jacket_platform_pdf	Bijlage 7 Constructietekening Jacket platform.pdf	Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	27-08-2021	In behandeling
ijlage_8_Plotplans_offsh- ore_platform_pdf	Bijlage 8 Plotplans offshore platform.pdf	Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	27-08-2021	In behandeling
Tekeningen_verblijfsruim- ten_platform_pdf	Bijlage 9 Tekeningen verblijfsruimten platform.pdf	Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	27-08-2021	In behandeling
ge_10_Standard_Escape- plan_platform_pdf	Bijlage 10 Standard Escape plan platform .pdf	Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	27-08-2021	In behandeling
rcheologische_burea- uonderzoek_op_zee_pdf	Bijlage 11 Archeologische bureauonderzoek op zee.pdf	Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee	27-08-2021	In behandeling

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
Bijlage_12_Watertoetsen_pdf	Bijlage 12 Watertoetsen.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
4_principetekeningen_kabelkruisingen_pdf	Bijlage 14 principetekeningen kabelkruisingen.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
_boring_aanlanding_-_Tweede_Maasvlakte_pdf	Bijlage 16 Technische tekening boring aanlanding Tweede Maasvlakte.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
oring_aanlanding_Tweede_Maasvlakte_pdf_1	Bijlage 17 Stabiliteitsonderzoek Deltares boring aanlanding Tweede Maasvlakte.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_5_Traceoverzicht_offshore_pdf	Bijlage 5 Traceoverzicht offshore.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
Bijlage_15_traceoverzicht_onshore_pdf	Bijlage 15 traceoverzicht onshore.pdf	Situatietekening, kaart of foto	27-08-2021	In behandeling
ek_Fugro_kabeltrace_langs_Slufterdam_pdf	Bijlage 18 Stabiliteitsonderzoek Fugro kabeltrace langs Slufterdam.pdf	Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken	27-08-2021	In behandeling
e_4_MER_net_op_zee_-_IJmuiden_Ver_Beta_pdf	Bijlage 4 MER net op zee IJmuiden Ver Beta.pdf	Situatietekening, kaart of foto Gegevens kabels of leidingen aanleggen Gegevens bouwwerken, niet zijnde gebouwen, oprichten in de Noordzee Gegevens waterstaatswerk of beschermingszone gebruiken Anders	27-08-2021	In behandeling

Achtergrondinformatie

Naam bijlage	Bestandsnaam	Datum ingediend	Status document
fshore_platform_en_kabelsysteem_RPL_xlsx	Bijlage 13 Coördinaten offshore platform en kabelsysteem RPL.xlsx	27-08-2021	In behandeling