

Aanvraagstukken – 10 Ontheffing provincie Noord-Brabant

Inhoudsopgave

002.678.20 1081989 Aanvraagbrief ontheffing omgevingsverordening Noord Brabant

A.0 Bijlagenoverzicht provincie Noord-Brabant

A.1 Overzichtskaart ZW380kV Oost

A.2 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N289 met uitrit op provinciale weg

A.3 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N640

A.4 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N268

A.5 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N265

A.6 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N289

B.1 Lengteprofielen kruisingen N-wegen

B.2 Generieke constructietekening juk

B.3 Memo amoveren geleiders, masten en fundatie

C.1 Vergunningsrapportage V_ en N289 provincie NB

Aanvullende stukken

A.2aA 002.678.20 1226873 Kruising N289 boring 150-380_ kV

002.678.20 1081989 Aanvraagbrief ontheffing omgevingsverordening Noord Brabant

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Provincie Noord-Brabant
t.a.v. [REDACTED]
Postbus 90151
5200 MC 's-Hertogenbosch

CLASSIFICATIE	C1 - Publieke Informatie
DATUM	17 november 2022
ONZE REFERENTIE	10
BEHANDELD DOOR	[REDACTED]
TELEFOON DIRECT	[REDACTED]
E-MAIL	[REDACTED]

BETREFT Aanvraag ontheffing omgevingsverordening - realisatie en instandhouding 380 kV
hoogspanningsverbinding Rilland - Tilburg (Zuid-West 380 kV Oost)

Geachte [REDACTED]

Hierbij vraagt TenneT een ontheffing aan, op het verbod zoals opgenomen in artikel 2.50 lid 1 Interim Omgevingsverordening Noord-Brabant, voor de realisatie en instandhouding van de 380kV hoogspanningsverbinding Rilland – Tilburg (Zuid-West 380kV Oost). Voor het verlenen van de ontheffing doen wij een beroep op de ‘Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant 2013’.

Achtergrond

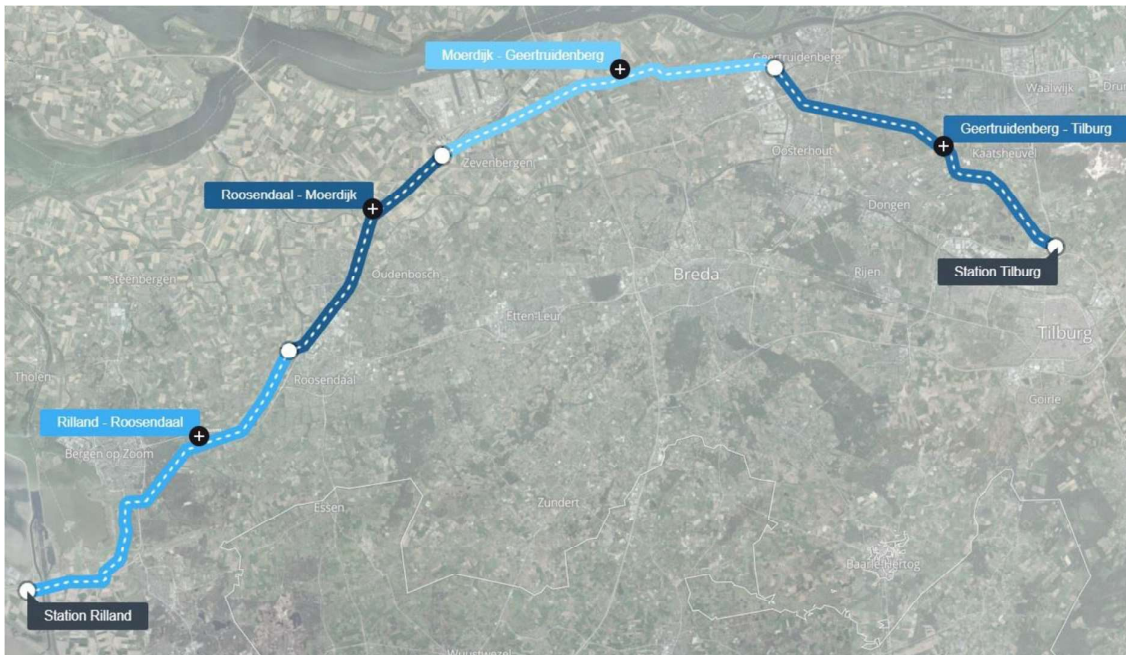
Om de levering van stroom in de toekomst te kunnen garanderen, is er behoefte aan uitbreiding van het bestaande elektriciteitsnet. Een van de projecten die hier aan bij moet dragen is de realisatie van een nieuwe 380 kV-verbinding tussen Borssele en de landelijke ring bij Tilburg: Zuid-West 380 kV (ZW380). Deze verbinding transporteert elektriciteit van de productielocaties in Zeeland en op zee naar Tilburg, waar verder transport via de landelijke 380 kV-ring plaatsvindt. De aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding is nodig om nu en in de toekomst te kunnen voldoen aan de wettelijke eisen voor leveringszekerheid van elektriciteit.

De nieuwe verbinding loopt van Borssele via Rilland naar Tilburg. In eerste instantie was dit één groot project. De bouw van het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Rilland bracht hier verandering in. Over het westelijke deel van de verbinding, tussen Borssele en Rilland, heeft al besluitvorming plaatsgevonden. Dit gedeelte van de verbinding (Zuid-West 380 kV West of ZW380 West) wordt momenteel gebouwd. De besluitvorming over het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation ten noorden van Tilburg en de realisatie hiervan is in een aparte procedure ondergebracht.

Om de hoogspanningsverbinding tussen het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Rilland en het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Tilburg mogelijk te maken, is een Rijksinpassingsplan vastgesteld door de minister voor Klimaat en Energie en de minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke ordening voor het oostelijk gedeelte van de verbinding (Zuid-West 380 kV-Oost of ZW380 Oost).

Tracé Zuid-West 380 kV Oost

De aanvraag voor een deze ontheffing heeft betrekking op het nieuwe 380 kV-hoogspanningstracé tussen Rilland en Tilburg. Dit tracé loopt in hoofdlijnen van Rilland via Bergen op Zoom, Roosendaal, Oud Gastel, Standdaarbuiten, Zevenbergen, Zevenbergschen Hoek, Hooge Zwaluwe, Geertruidenberg, Oosterhout en 's Gravenmoer naar Tilburg. In figuur 1 is de ligging van het nieuwe 380 kV-hoogspanningstracé weergegeven.



Figuur 1 Ligging tracé (bron: TenneT)

Het tracé loopt over het grondgebied van de gemeenten Reimerswaal, Woensdrecht, Bergen op Zoom, Roosendaal, Halderberge, Moerdijk, Drimmelen, Geertruidenberg, Oosterhout, Dongen, Waalwijk, Loon op Zand en Tilburg en de provincies Zeeland en Noord-Brabant.

Naast het tracé van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding omvat het project:

- de reconstructie van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Geertruidenberg-Rilland nabij Oud Gastel en Standdaarbuiten, alsmede nabij Hooge Zwaluwe;
- de reconstructie van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Geertruidenberg-Eindhoven in de gemeente Loon op Zand;
- de aansluiting van de 150 kV-hoogspanningsverbindingen op de 150 kV-stations;
- de aanpassing van de bestaande 150 kV-stations Zevenbergschen Hoek, Oosteind en 380 kV-station Rilland;
- amoveren van delen van de bestaande tracés van de 150 kV- en 380 kV-verbindingen;
- de aanleg van tijdelijke hoogspanningsverbindingen.

Activiteiten

Het veranderen van een weg

De ligging van het tracé binnen de provincie Noord-Brabant betekent dat op meerdere locaties in de provincie sprake is van een kruising tussen een provinciale N-weg en de nieuwe hoogspanningsverbinding. Daarnaast vindt op enkele locaties ook het amoveren van bestaande verbindingen of aanleg van tijdelijke nieuwe verbindingen plaats. In totaal betreft het kruisingen op 5 locaties, zowel boven- als ondergronds:

1. Kruisen N289 / *kilometrering 22,9 – 23,0*
(150 kV horizontaal gestuurde boring)
2. Kruisen N289 / *kilometrering 21,0 – 21,2*
(150 / 380 kV ondergronds aanleggen in leidingenstraat)
3. Kruisen N268/ *kilometrering 10,7 – 10,8*
(mast 1062 – 1063 bovengrondse verbinding)
4. Kruisen N640 / *kilometrering 2.5 – 2.7*
(mast 1068 – 1069 bovengrondse verbinding, amoveren 150 kV mast 095 - 094 en realiseren tijdelijke 150 kV kabel nabij Oud Gastel)
5. Kruisen N285 / *kilometrering 3,7 – 3,8*
(mast 1095 – 1096, bovengrondse verbinding)

Vanwege deze kruisingen is er (tijdelijk) sprake van de activiteit 'Het veranderen van een weg'. Om deze activiteit te vergunnen doen wij een beroep op artikel 3 onder c en d en artikel 5 van de 'Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant 2013'. Voor de behandeling van de aanvraag zijn verschillende bijlagen aan de aanvraag toegevoegd. Het betreft onder andere detailtekeningen van de kruisingen en rapportages aangaande de uit te voeren boringen. Een volledig overzicht van de bijlagen bij de aanvraag vindt u in het 'Bijlagenoverzicht ontheffing provincie Noord-Brabant'.

Tijdelijke uitweg

Ter hoogte van de kruising van de nieuwe hoogspanningsverbinding bij de N289 (150 / 380 kV ondergronds aanleggen in leidingenstraat) is sprake van een aansluiting van de werkweg op de provinciale weg. Het betreft hier een tijdelijke uitweg ten behoeve van de werkzaamheden die hier uitgevoerd moeten worden. De werkwegen staan ingetekend op de kaartbeelden behorende bij deze locaties.

Jukken

Ter hoogte van de kruisingen met wegen wordt waar mogelijk zoveel mogelijk gebruik gemaakt van zogenaamde jukken. Deze jukken dienen te voorkomen dat tijdens werkzaamheden voorwerpen op de rijbaan vallen. De locatie voor deze jukken staan weergegeven op de detailkaart van de kruisingen. Omdat de zwaarte en omvang van de jukken verschillen en uiteindelijk in het veld bepaald wordt hoe de constructie er uit komt te zien, kunnen er nu niet voor alle jukken afzonderlijke constructietekeningen worden aangeleverd. Voor alle te plaatsen jukken geldt echter hetzelfde principe. Om deze reden zit bij de vergunningaanvraag een tekening met daarop weergegeven de constructieprincipe voor de toe te passen jukken. Op die plekken waar geen ruimte is voor het plaatsen van jukken wordt met de aannemer ter plaatse gekeken naar de mogelijkheden (bijv. rollengordijn). De uitwerking en evt. gevolgen voor de provinciale wegen wordt uiteraard met u gecommuniceerd.

Verstoring stiltegebied

Naast de activiteit 'het veranderen van een weg' leidt de realisatie van de nieuwe hoogspanningsverbinding ook tot verstoring van de stiltegebieden binnen de provincie Noord-Brabant. Op dit moment is niet voldoende concreet hoe groot en wanneer de verstoring van de stiltegebieden plaatsvindt. De benodigde vergunning voor dit onderdeel wordt dan ook pas aangevraagd op het moment dat hier voldoende duidelijkheid over is. Uiteraard wordt de aanvraag bij u gedaan voordat wordt gestart met de werkzaamheden die van invloed zijn op de stiltegebieden.

Planning

Onderhavige vergunning wordt aangevraagd voor zowel de aanlegfase als de gebruiksfase van de hoogspanningsverbinding. De aanlegfase is voorzien voor de periode vanaf het derde kwartaal van 2024 tot eind 2030. Met de tijdelijke verbindingen wordt gestart vanaf het vierde kwartaal in 2023. Vooralsnog betreft het een planning op hoofdlijnen. De planning wordt in detail uitgewerkt door de aannemer en door TenneT gecommuniceerd.

Rijkscoördinatieregeling procedure

Ten aanzien van het besluit op deze aanvraag ingevolge de Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant 2013, is op grond van artikel 20c lid 2 Elektriciteitswet de rijkscoördinatieregeling uit de Wet ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35).

De rijkscoördinatieregeling voorziet in een gecoördineerde en parallelle besluitvorming over alle voor de uitvoering van de activiteit vereiste besluiten. Dit betekent dat de ontwerp-uitvoeringsbesluiten (vergunningen) gelijktijdig ter inzage worden gelegd. Ditzelfde geldt voor de definitieve uitvoeringsbesluiten (vergunningen). Hierbij is de minister voor Klimaat en Energie de aangewezen minister voor de coördinatie.

In verband daarmee heeft de minister voor Klimaat en Energie ons gevraagd het volgende op te nemen in deze aanvraag:

1. Ingevolge de rijkscoördinatieregeling dient u een kopie van onderhavige aanvraag te verzenden aan de minister voor Klimaat en Energie. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister voor Klimaat en Energie 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 ontwerp-besluit gereed te hebben.
3. Het ontwerp-besluit, en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT, maar aan de minister voor Klimaat en Energie, 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 vergunning valt onder de rijkscoördinatieregeling voor energieprojecten (artikel 3.35 Wro). Daarom wordt op grond van art. 3.35 lid 4 van de Wet ruimtelijke ordening de uitgebreide voorbereidingsprocedure gevolgd. U bent hierover reeds geïnformeerd door de projectleider voor de rijkscoördinatieregeling bij EZK en/of Bureau Energieprojecten. U kunt bij hem of haar nadere informatie over de voorbereidingsprocedure verkrijgen.

Correspondentie

Wij verzoeken u alle correspondentie met betrekking tot deze aanvraag te richten aan:

TenneT TSO B.V.T.a.v. **Postbus 718****6800 AS Arnhem**

Wij verzoeken u het ontwerpbesluit en het besluit te richten aan:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat / Rijksdienst voor Ondernemend Nederland**Bureau Energieprojecten****Postbus 93144****2509 AC Den Haag**

Wij verzoeken u de legesfactuur onder vermelding van projectnummer 002.678.20 te richten aan:

TenneT TSO B.V.T.a.v. **Crediteuren****Postbus 428****6800 AK Arnhem**

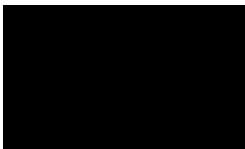
Een volledig overzicht van de bij de aanvraag behorende bijlagen vindt u op het bij de aanvraag gevoegde bijlagenoverzicht.

Voor procedure vragen verzoeken wij u contact op te nemen met Bureau Energieprojecten, telefoon 070 379 8979.

Graag ontvangen wij een ontvangstbevestiging van deze aanvraag.

Uw nader bericht zien wij met belangstelling tegemoet.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.



Lead Licensing

A.0 Bijlagenoverzicht provincie Noord-Brabant

Bijlagenoverzicht provincie Noord-Brabant
10 Ontheffing

	Documentnaam	Datum	Versie / revisie	Meridiannummer
A Bijlagen algemeen				
A.0	Bijlagenoverzicht provincie Noord-Brabant	25/10/2022	n.v.t.	002.678.20 1070875
A.1	Overzichtskaart ZW380kV Oost	22/04/2022	1.1	002.678.20 1030658
A.2	Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N289 met uitrit op provinciale weg	16/11/2022	VKA 2.0.1.	002.678.20 1081284
A.3	Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N640	20/07/2022	VKA 1.1	002.678.20 1081342
A.4	Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N268	20/07/2022	VKA 1.1	002.678.20 1081374
A.5	Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N265	16/11/2022	VKA 2.0.1	002.678.20 1081376
A.6	Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N289	13/06/2022	VKA 1.1	002.678.20 1030717
B Rapportages en constructieberekeningen masten, fundaties en opstijgpunten				
B.1	Lengteprofielen kruisingen N-wegen	12/07/2022	1.0	002.678.00 1015084
B.2	Generieke constructietekening juk	12/07/2022	1.0	002.678.00 1032616
B.3	Memo amoveren geleiders, masten en fundatie	14/02/2022	1.0	002.678.22 0998324
C Rapportages kabelverbinding (onder andere boorprofiel, uitlegstrook)				
C.1	Vergunningsrapportage V_ en N289 provincie NB	20/09/2022	D3	002.678.20 1030741

A.1 Overzichtskaart ZW380kV Oost



Legenda

VKA 2.0

- Combi 380 kV / 150 kV
- Solo 380 kV
- - - 380kV kabel
- Reconstructie bestaande 380 kV
- × × Te amoveren verbinding

150kV ondergronds

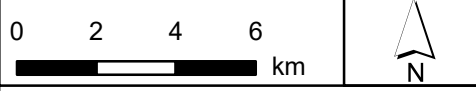
- - - boring
- - - open ontgraving

Bestaande bovengrondse verbinding

- 380 Kv
- 150 Kv
- Gemeentegrenzen
- Provinciegrenzen



Versie	1.1	Datum	22-4-2022
Status	Definitief	Schaal	1:190.000
Auteur	EM	Formaat	A3
Kenmerk	201021_zw380_Overzichtskaart_vergunning.mxd		



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

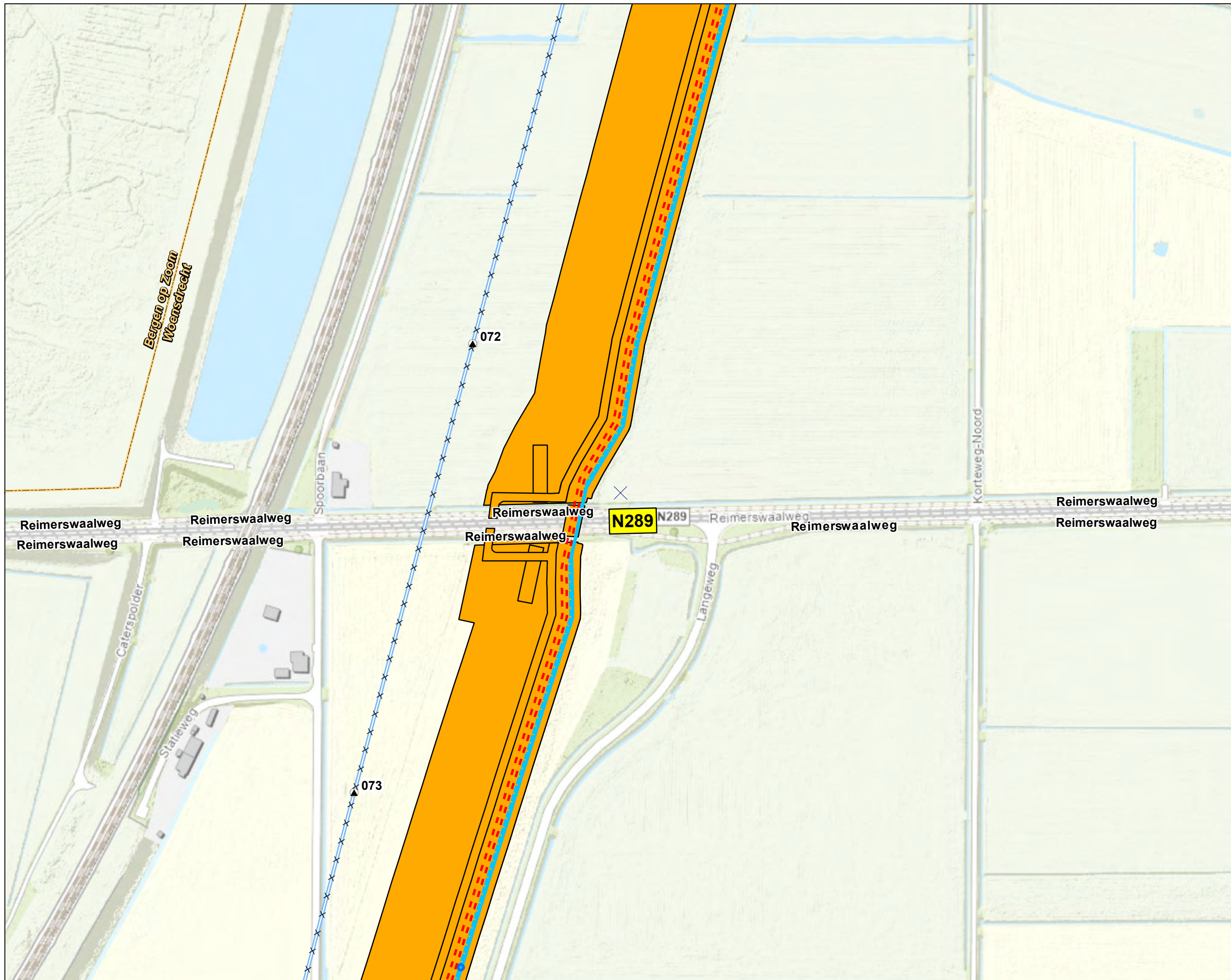
A.2 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N289 met uitrit op provinciale weg



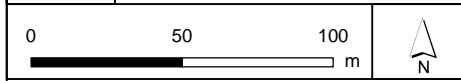
Legenda

VKA2.0.1

- - - 380kV kabel
- × × Te amoveren verbinding
- ▲ Te amoveren masten
- Bestaande verbinding**
- 150 kV bovengronds
- Masten
- Nieuwe 150kV kabeltracés**
- - - open ontgraving
- moflocatie
- Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	16-11-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>02022_wg@tennet.nl http://www.tennet.nl/overheid/overheidsinstellingen/02022_wg@tennet.nl/02022_wg@tennet.nl</small>		



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

A.3 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N640

A.4 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N268



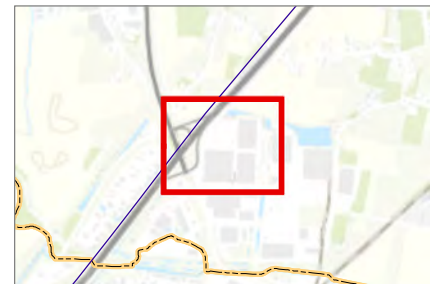
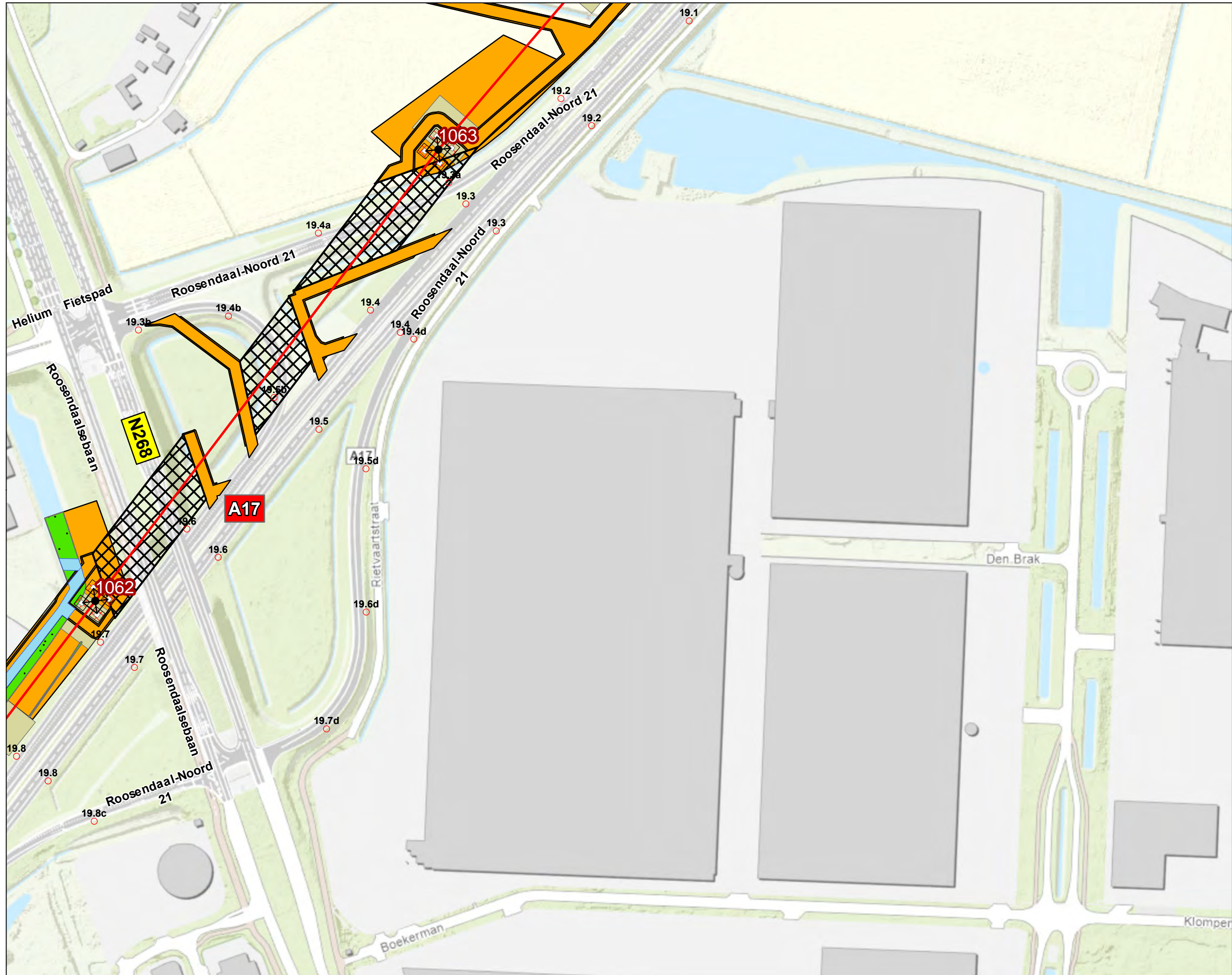
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Stalen jukken - Juk
- Watergang - Juk
- Werkweg 8 meter - Juk
- Werkweg 10 meter - Juk
- Tijdelijk dempen
- Lierterreinen
- Werkweg 8 meter
- Werkweg 10 meter
- Werkterreinen
- Fundaties
- Ontgravingsvlak
- Indicatieve mastpunten
- Traversen - symbool
- Gemeentegrenzen

Rijkwaterstaat

- hectometerpaal/bord



Versie	VKA 1.1	Datum	20-7-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>000002_wgkplanning.mxd 000002_wgkplanning.mxd 000002_wgkplanning.mxd</small>		
0 50 100 m		N	
<small>Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.</small>			

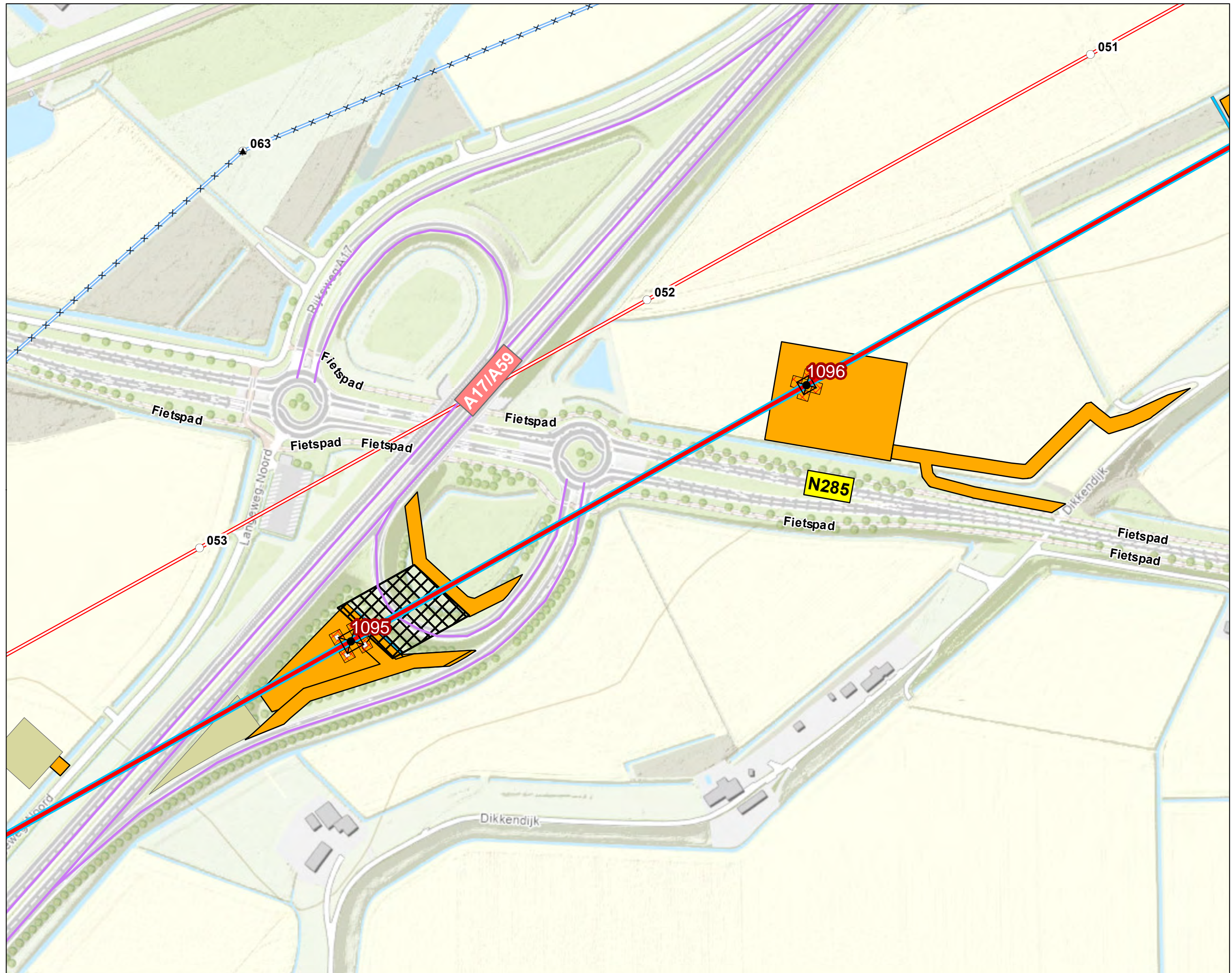
A.5 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N265



Legenda

VKA2.0.1

- Combi 380kV / 150kV
- × × Te amoveren verbinding
- Fundaties
- Ontgravingsvlak
- Indicatieve mastpunten
- ▲ Te amoveren masten
- Traversen - symbol
- Watergang tijdelijk dempen
- Watergang tijdelijk omleggen
- Stalen jukken
- Bestaande verbinding**
- 380 kV bovengronds
- 150 kV bovengronds
- Masten
- Gemeentegrenzen
- Stalen jukken
- Lierterreinen
- Werkterreinen/werkwegen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	16-11-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>02022_wg030101en001 http://www.rijksdienst.nl/ovp/02022_wg030101en001</small>		



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

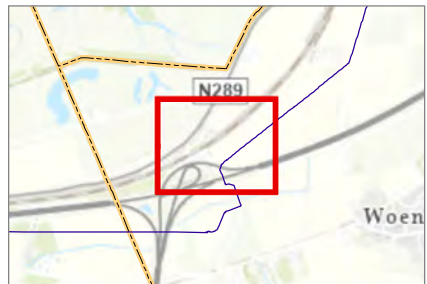
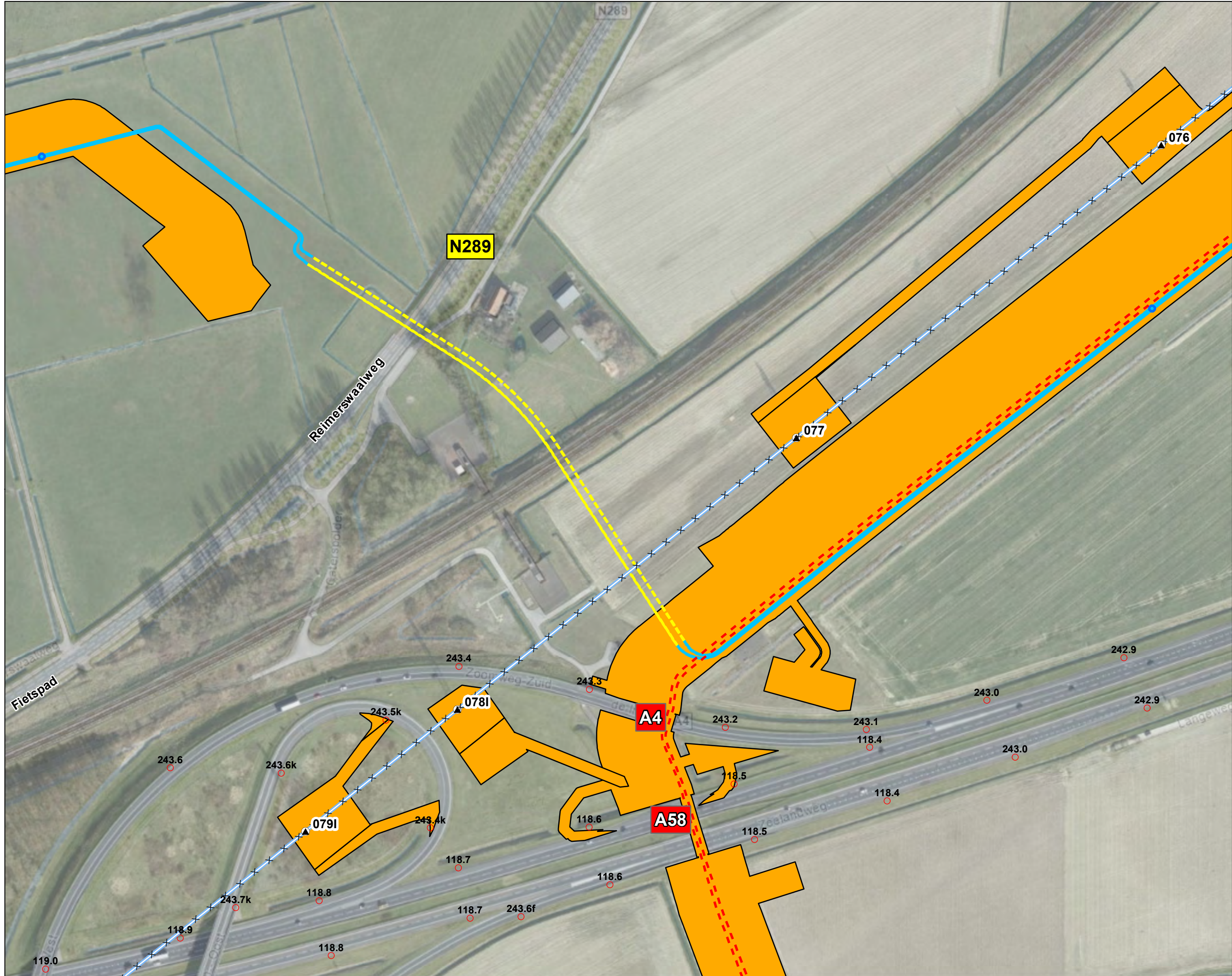
A.6 Detailkaarten werkwegen en werkterreinen N289



Legenda

VKA2.0

- - - 380kV kabel
- × × Te amoveren verbinding
- ▲ Te amoveren masten
- Bestaande verbinding**
- 150 kV bovengronds
- Masten
- Nieuwe 150kV kabeltracés**
- - - boring
- - - open ontgraving
- moflocatie
- Gemeentegrenzen
- Rijkwaterstaat**
- hectometerpaal/bord



Versie	VKA 1.1	Datum	13-6-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>2022_wgkabelplan_mnl http://idb.beeldbank.nl/Beeldbank/Overheid/20220613_20220613_wgkabelplan_mnl</small>		

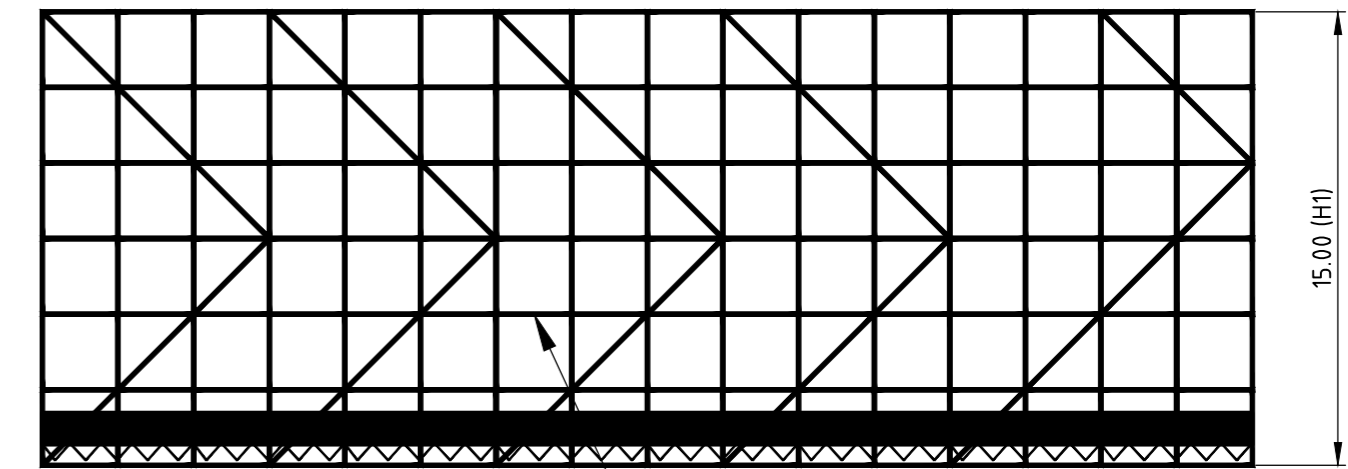
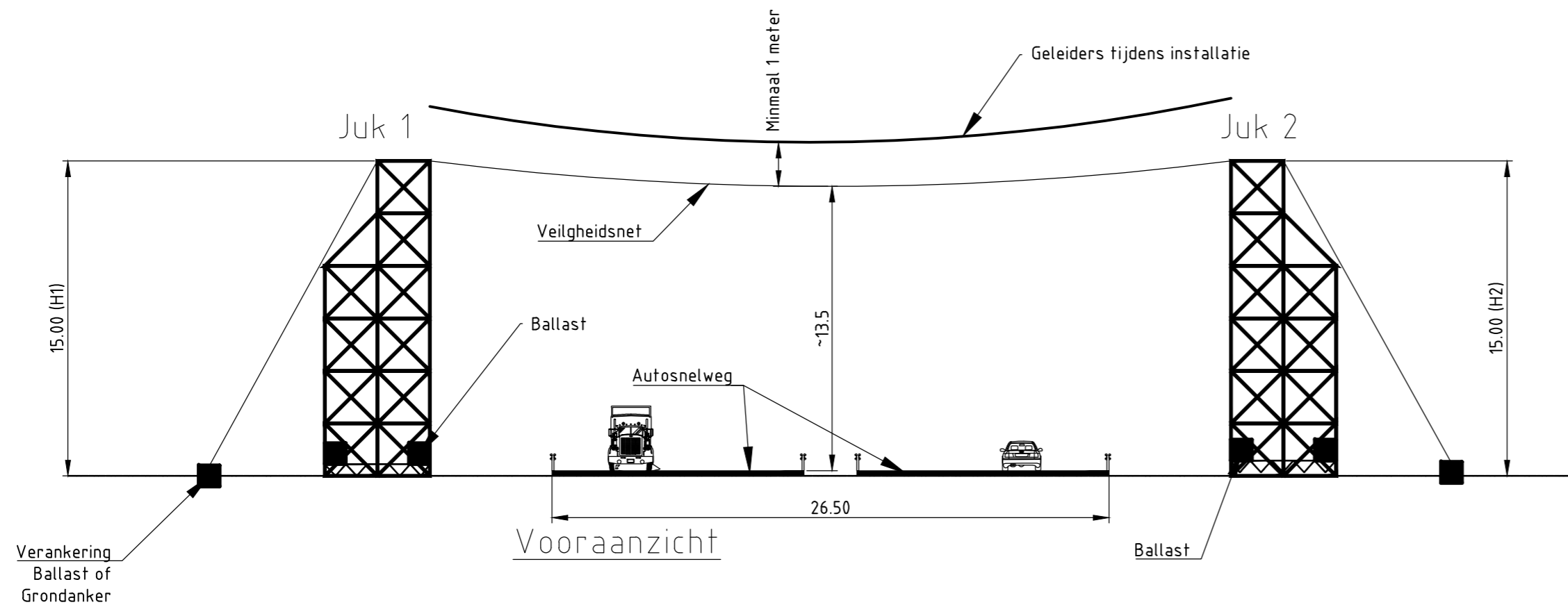
0 50 100 N

m

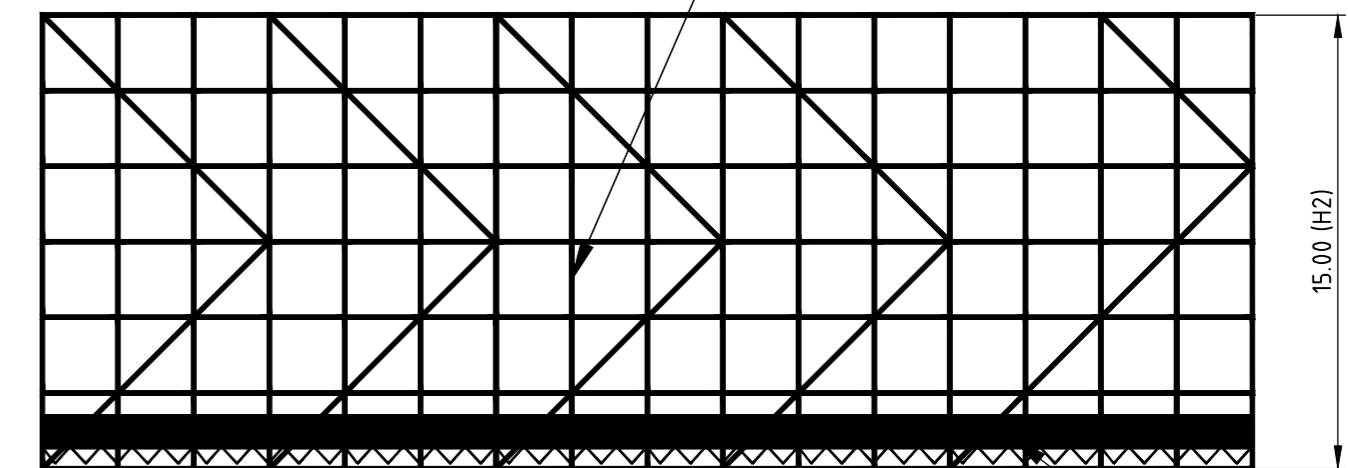
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

B.1 Lengteprofielen kruisingen N-wegen

B.2 Generieke constructietekening juk

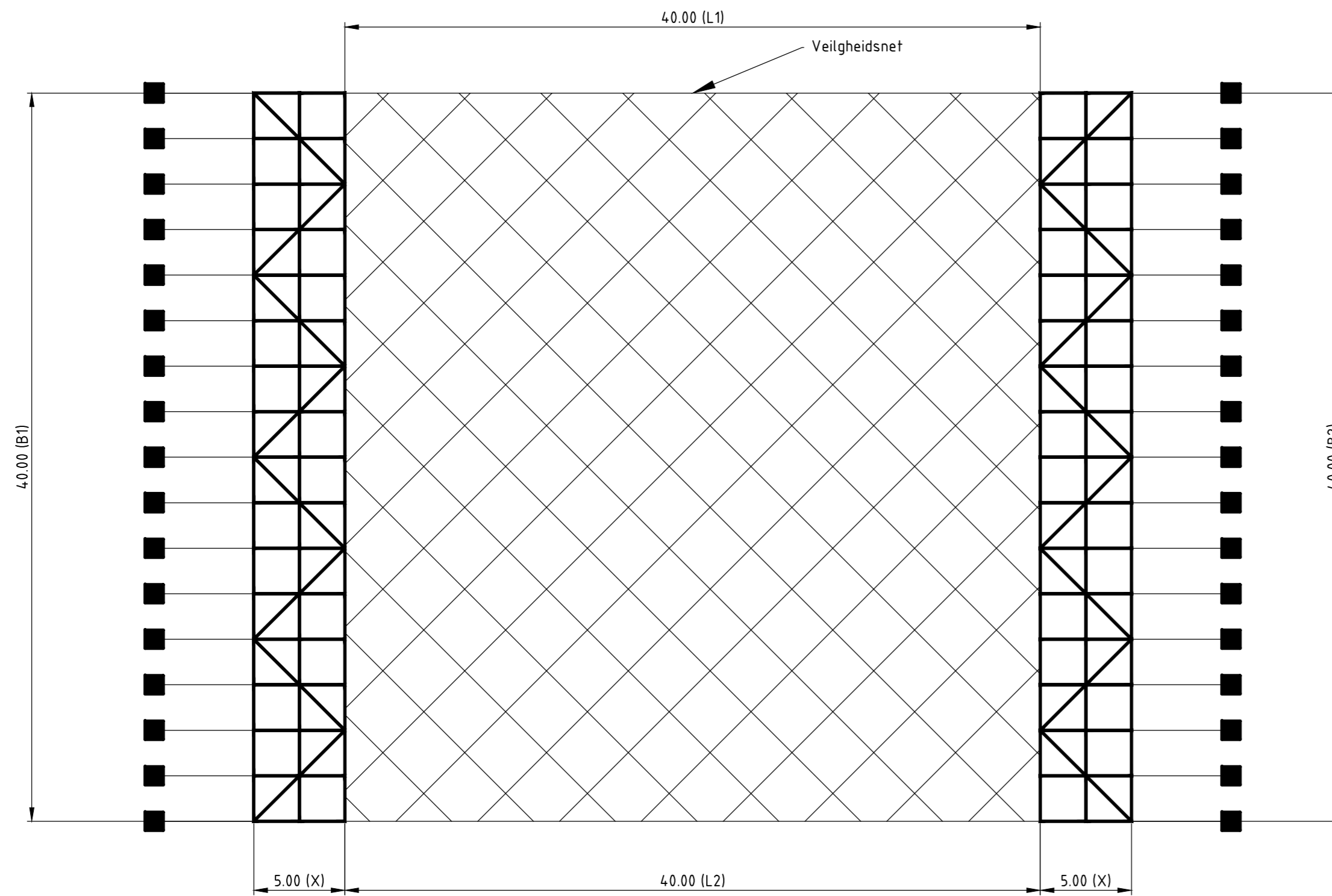


Linkerzijaanzicht (Juk1)



Rechterzijaanzicht (Juk2)

Oppervlakte Juk: Opp. Juk1 + Opp. Juk 2




Bovenaanzicht

Opmerking:

- Maatvoering is indicatief en dient nader te worden gespecificeerd per kruising
- De lengte en breedte (L1, L2, B1 en B2) zijn afhankelijk van de locatie vanwege variatie in totale wegbreedte en kruisingshoek.
- X=afmeting in uitvoeringsontwerp bepalen

DATUM: 12-07-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

0.0	08-07-2022	First issue				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam:	Zw380-Oost	Schaal:	1:250
DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel. +31 26 3 56 91 11			Status:	DRAFT	Units:	meter
			Datum:	08-07-2022	Projectnummer:	10124719
			Tekenaar:	Rlo	DNV documentnummer:	10124719-37-001
			Vrijgever:	HSE		
Naam			Tekeningstatus			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
			DNV		1:250	A2
Relatie		Thema				
		Categorie				
		Documenttype				
		Object ID				
Tekeningsnummer (oud of nieuw):		Omschrijving:				
		Principe tekening autosnelweg juk				
		TenneT nummer:				
		02.678.00 1032616				

B.3 Memo amoveren geleiders, masten en fundatie

AAN

CLASSIFICATIE
DATUM
REFERENTIE
VANC2 - Interne Informatie
14 februari 2022

██████████

ONDERWERP Memo amoveren geleiders, masten en fundatie.TER INFORMATIE TER BESLUITVORMING

Deze memo dient ter ondersteuning van vergunningsaanvragen voor het amoveren van hoogspanningsmasten, inclusief geleider, randcomponenten en funderingen t.b.v. het project Zuid-West 380kV Oost. Merk op dat de werkmethode zoals hieronder omschreven indicatief is, en gedurende het aanbestedingstraject pas vastgesteld zal worden, omdat deze afhankelijk is van (de beschikbaarheid van) het machinepark van de aannemer en de situatie ter plaatse van de te amoveren assets. Werkzaamheden zullen voldoen aan gestelde technische en contractuele eisen.

Amoveren geleiders

De werkwijze voor het amoveren van geleiders is zoals gezegd sterk afhankelijk van de omgeving en het beschikbare machinepark. Doorgaans komt het neer op het uitlieren van de geleiders:

1. Hoogspanningsmasten worden van wielen voorzien, de draad wordt losgehaald van de aanwezige klemmen en over de wielen gelegd.
2. Eventueel aanwezige bundelafstandhouders, vogelmarkeringen en/of vliegtuigmarkeringen worden verwijderd (d.m.v. een hoogwerker of met een kar die over de lijn rijdt).
3. De geleider wordt voorzien van een (stalen) trekdraad, welke aan de ene kant op een liermachine is gerold, en aan de andere zijde op de rem staat.
4. De geleiders worden fase voor fase uitgelierd, waarbij er een trekdraad achterblijft.
5. Deze trekdraad wordt vervolgens ook uitgelierd, waarbij er een dunnere trekdraad achterblijft. Zo kan deze trekdraad stap voor stap kleiner worden, waardoor er uiteindelijk een dunne (nylon) draad overblijft. Tot slot laat men de laatste draad op de grond zakken.
6. Het vrijgekomen materiaal wordt vervolgens als "oud ijzer", of aluminium in dit geval, afgevoerd.

Amoveren masten

Ook het amoveren van de masten is sterk afhankelijk van de situatie ter plaatse. Maar doorgaans omvat het:

1. Kettingmaterialen en ander materiaal, zoals isolatoren, klemmen, wielen, eventueel telecomapparatuur, wordt door middel van een hoogwerker, lier en/of hijskraan uit de mast verwijderd.
2. Afhankelijk van het gewicht van de mast wordt de mast in één- of meerdere delen opgetild door een kraan. De mast wordt hiervoor bij de voeten en/of hogere delen losgeknipt.
3. Boven een container wordt de mast in kleine stukken geknipt, waarna het schroot afgevoerd wordt.
4. Bij het amoveren van masten wordt vastgesteld of men te maken heeft met de aanwezigheid van zware metalen (zoals Chroom-6), de werkmethode wordt hierop aangepast.

5. Vrijgekomen materiaal (staal, glas (van isolatoren) en ander materiaal) wordt afgevoerd. Er wordt rekening gehouden met eventuele verontreiniging.

Amoveren funderingen

Bij de te slopen masten horen voornamelijk paalfunderingen. Deze worden volgens afspraak (doorgaans tot een diepte van 2 meter onder maaiveld) gearmoveerd. Grofweg worden de volgende stappen gevolgd:

1. Blootleggen van de fundering tot een diepte van 2 meter.
2. Indien noodzakelijk, toepassen van bemaling.
3. Weghakken van de bestaande betonpoer (indien aanwezig)
4. Lossnijden en verwijderen van de funderingspalen.
5. Uitgraven en verwijderen van een aardenet (indien aanwezig).
6. Afvoeren van vrijgekomen materialen.
7. Dichtzetten van het achtergebleven gat en opleveren volgens het CST (cultuurtechnisch herstel).

C.1 Vergunningsrapportage V_ en N289 provincie NB

Kruising 2 HDD's met N289, leidingenstraat LSNed en spoorlijn Roosendaal-Vlissingen

Vergunningsrapport provincie Brabant en
ProRail



Verantwoording

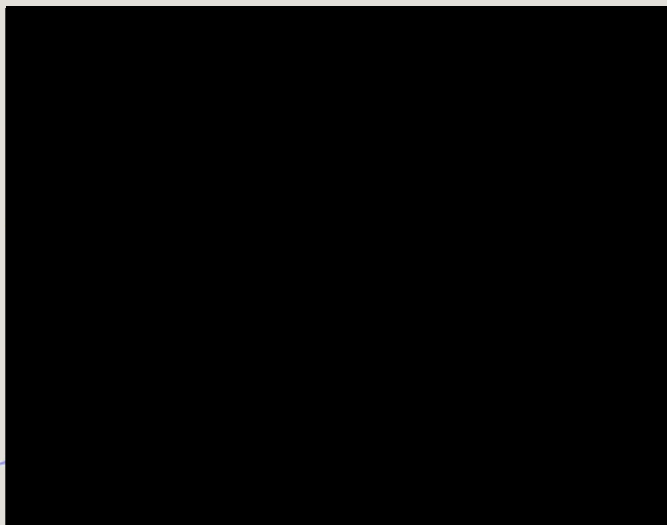
Titel: Krusing 2 HDD's met N289, leidingenstraat LSNed
en spoorlijn Roosendaal-Vlissingen
Onderwerp: Vergunningsrapport
voor provincie Brabant en ProRail
Projectnummer: 51001237
Klant: TenneT
Referentienummer: NL22-648800269-32283
Versie: D3

Datum: 20-9-2022

Auteurs:
E-mailadres:

Gecontroleerd door:
Paraaf gecontroleerd:

Vrijgegeven door:
Paraaf vrijgegeven:



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1	Situatie.....	4
1.2	Leeswijzer.....	5
2.	Uitgangspunten	6
2.1	Gebuurde documenten	6
2.2	Vigerende normen en richtlijnen.....	6
2.3	Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen.....	7
2.4	Diepteligging.....	7
2.5	Inwendige overdruk	8
2.6	Grondwaterstand	8
2.7	Belasting- en ondersteuningshoek	8
2.8	Importantiefactor.....	9
2.9	Geotechnische parameters	9
2.10	Boortechische gegevens	10
2.11	Verkeersbelasting.....	10
2.12	Boogstralen	11
3.	Ontwerp	12
3.1	Gegevens HDD	12
3.2	Boorparameters.....	13
3.3	Intredepunt	13
3.4	Uittredepunt en uitlegstrook	13
4.	Berekeningsresultaten.....	15
4.1	Trekkrachtberekening.....	16
4.2	Sterkteberekening bedrijfsfase.....	16
4.3	Muddrukberekening.....	16
4.4	Implosie	16
4.5	Kwelweg	17
4.5.1	Zoute ondergrond.....	17
4.5.2	Kwel uit het eerste watervoerende pakket	17
4.5.3	Kwel tussen de peilgebieden.....	18
4.5.4	Kwelmaatregelen.....	18
5.	Risico's en aandachtspunten	20
6.	Conclusie.....	21
6.1	Algemeen	21
6.2	Uitkomsten ontwerp en berekening.....	21
	Bijlage 1 – Ontwerptekening.....	22
	Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek	23
	Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline	24

1. Inleiding

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van *Zuid-West 380 kV Oost* ondergronds te verkabelen. Het projectgebied loopt vanaf Rilland aan de westzijde tot aan Tilburg aan de oostzijde. Bij het ondergronds brengen van de kabels moeten circa 45 kruisingen sleufloos worden uitgevoerd door middel van horizontaal gestuurde boringen (HDD's) en persingen.

Dit rapport betreft de kruising met de provinciale weg N289 (Reimerswaalweg) en de spoorlijn Roosendaal-Vlissingen en ligt in de leidingenstraat Antwerpen-Rotterdam van LSNed. De HDD's (met codering VKDP HDD03) zijn vergunningsplichtig bij provincie Brabant en ProRail. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, de Richtlijn Boortechnieken en de eisen van ProRail. Voor ligging in de leidingenstraat gelden de richtlijnen van LSNed.

1.1 Situatie

Het tracé van de HDD's ligt ten noordoosten van knooppunt Markiezaat en start in de leidingenstraat tussen de A58 en het spoor en eindigt in de leidingenstraat aan de noordzijde van de N289 (zie figuur 1). Het tracé bestaat uit twee 150kV-circuits, waardoor twee afzonderlijke parallelle HDD-bundels moeten worden gemaakt. Eén bundel bestaat uit 4 mantelbuizen PE100 Ø315 mm SDR 11. In drie van de mantelbuizen wordt een hoogspanningskabel ingetrokken en één mantelbuis is beschikbaar als reserve.

De twee HDD's liggen naast elkaar, met een dagmaat van 5 meter tussen de boorgaten. De HDD's hebben een lengte van circa 443 m en een maximale diepte van NAP -16,76 m (hart van de boring). De twee HDD's kruisen van zuid naar noord: de leidingenstraat van LSNed, de spoorlijn Roosendaal – Vlissingen, de provinciale weg N289 en nogmaals de leidingenstraat van LSNed.



Figuur 1 Overzicht situatie VKDP HDD03

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten, hoofdstuk 3 het ontwerp en de berekeningen, hoofdstuk 4 bevat de berekeningsresultaten, hoofdstuk 5 de risico's en aandachtspunten en hoofdstuk 6 de conclusies. Als bijlagen zijn toegevoegd de ontwerptekening, grondgegevens en de berekeningen.

2. Uitgangspunten

2.1 Gebruikte documenten

Bij het opstellen van de berekeningen is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Ontwerptekening van VKDP HDD03, tekeningnummer VKDP-HDD03-ProRail versie F, d.d. 19-9-2022 opgesteld door Sweco (bijlage 1).
- Geotechnisch onderzoek uit Dinoloket en uit de Sweco-database met historisch grondonderzoek (bijlage 2).
- Maaiveldhoogten zijn ontleend aan de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN-3).
- KLIC-levering 21O094476 en 21O094477 opgevraagd d.d. 21-09-2021.
- Peilbesluiten waterschap Scheldestromen, geraadpleegd d.d. 14-03-2022, website: <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/CVDR/CVDR333586/1/xml/i241828.pdf>
- Peilbesluiten waterschap Brabantse Delta, geraadpleegd d.d. 22-03-2022, website: <https://www.brabantsedelta.nl/peilbesluiten>
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant https://www.brabant.nl/actueel/regelingen/cvdr93041_2
- Waterbeheerplan 2016-2021, waterschap Brabantse Delta, website: <https://www.brabantsedelta.nl/flysystem/media/waterbeheerplan-2016-2021.pdf>
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant, Provincie Noord Brabant 2013, website: https://www.brabant.nl/actueel/regelingen/cvdr93041_2

2.2 Vigerende normen en richtlijnen

Het ontwerp van de boring voldoet aan:

- NEN 3650:2020;
- NEN 3651:2020;
- Richtlijn boortechnieken juni 2019 v1.0 van Rijkswaterstaat;
- Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50);
- ProRail Spoor kruising derden: RLN 00427-2, 31-3-2021;
- Indieningvereisten: Ten behoeve van het aanvragen van een vergunning op grond van artikel 19 Spoorwegwet en het aanvragen van een ontheffing op grond van artikel 13 lid 3 van de Regeling omgevingsregime hoofdspoorwegen, ProRail, 01-07-2021-versie-18 (bijlage 1)

- VELIN Richtlijn nr 2017/6 Versie september 2019;
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant, Noord-Brabant 2013;
- Voorschriften behorende bij de overeenkomst tot gebruik van de Buisleidingenstraat en tot exploitatie van daarin gelegen leidingen – januari 2017 van LSNed.

2.3 Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen

- NEN 3650-1: 2020, bijlage F.4.3 stelt: De afstand (dagmaat) tussen een parallelleiding of -boring moet minimaal 5 m bedragen, tenzij wordt aangetoond dat een kleinere afstand toelaatbaar is.
- De minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen conform de Richtlijn Boortechnieken is:
 - De minimale dagmaat bij een kruising met een bestaande HDD-boring is 5,0 meter, onafhankelijk van de grondslag.
 - De minimale dagmaat in zandgrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 5,0 meter.
 - De minimale dagmaat in klei-/veengrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 10,0 meter.
 - Bij gelijktijdige uitvoering van meerdere HDD-boringen is het risico op schade minder groot omdat de ligging onderling beter bekend is en omdat kabels en leidingen nog niet in bedrijf zijn. In deze situatie kan de onderlinge dagmaat verkleind worden, zodanig dat stuurcorrecties onbelemmerd kunnen plaatsvinden. De vergunningaanvrager dient een afwijkende dagmaat te onderbouwen, waarbij aantoonbaar wordt gemaakt dat er geen risico ontstaat voor het rijkswaterstaatswerk.

De Richtlijn is specifiekier dan de NEN 3650, voor het ontwerp houden we daarom de Richtlijn Boortechnieken aan. De eerste circa 10 m -mv bestaat uit wisselende klei- en veenlagen, maar omdat de HDD's voor circa 80% in de pleistocene zandlaag liggen is een dagmaat van 5 m als uitgangswaarde genomen. De HDD's zullen daarnaast met een gyroscoop geboord worden, zodat de afwijkingen minimaal zijn.

2.4 Diepteligging

De diepteligging dient aan de volgende eisen te voldoen:

- Voor de tussenafstand met (kruisende) kabels en leidingen is conform VELIN Richtlijn nr. 2017/6 Versie september 2019 minimaal een dagmaat van 5 m aangehouden.
 - De HDD's kruisen diverse leidingen van Gasunie en Air Liquide die gevaarlijke stoffen transporten binnen de leidingstraat van LSNed. De minimale dagmaat afstand tussen de leidingen en de HDD's is 8,8 m. Dit voldoet aan de minimale dagmaat van 5 m uit de VELIN-richtlijn.
 - De HDD's kruisen nabij het uittredepunt een hogedruk gasleiding. De minimale dagmaat afstand tussen de leidingen en de HDD's is 5 m. Dit voldoet aan de VELIN-richtlijn.

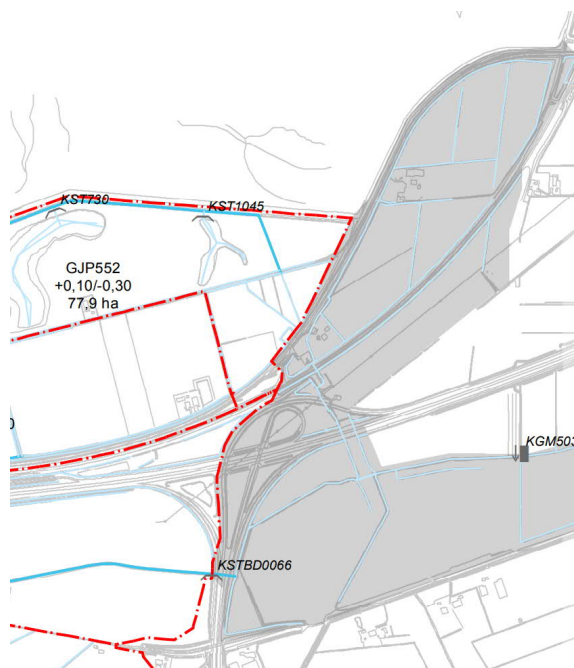
- De HDD's dienen minimaal 12 m beneden het laagstgelegen maaiveld binnen de druklijn 1:1,5 te liggen (paragraaf 7.1 van RLN0047-2 Spoorkruising derden)
 - De bovenkant van de leiding is op een diepte van 16,00 m geprojecteerd t.o.v. het laagstgelegen maaiveld. De leiding voldoet hiermee aan de dekkings- en afstandseisen.
- De HDD's dienen een minimale afstand tot gesloten verhardingen van Provincie Brabant hebben van 3 meter (Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant, 2013)
 - Bij de provinciale weg N289 liggen de HDD's dieper dan 10 m t.o.v. maaiveld. De leiding voldoet hiermee aan de dekkings- en afstandseisen.

2.5 Inwendige overdruk

Het betreft mantelbuizen. Er is dus niet gerekend met inwendige overdruk.

2.6 Grondwaterstand

Het uittredepunt ligt binnen het peilbesluit van Zuid-Beveland-Oost van waterschap Scheldestromen (zie figuur 2). Het zomerpeil is NAP +0,10 m en het winterpeil is NAP -0,30 m. We gaan in deze rapportage uit van een grondwaterstand van NAP +0,10 m.



Figuur 2 Peilbesluit Zuid-Beveland-Oost

2.7 Belasting- en ondersteuningshoek

Conform NEN3650-1:2020 paragraaf C.4.1.3 bedraagt voor een HDD de:

- belastingfactor voor trekkracht : 1,8;
- belastinghoek : 30°;

- ondersteuningshoek : 30°.

2.8 Importantiefactor

Voor de HDD's is conform paragraaf 6.5 van NEN 3651 een importantiefactor van 1,0 gehanteerd.

2.9 Geotechnische parameters

De geotechnische gegevens en parameters gebruikt zijn gebaseerd op grondonderzoek uit Dinoloket en uit de Sweco-database met historisch grondonderzoek. De ID-nummers, dieptes en de afstanden tot het boortracé van de gebruikte boringen en sonderingen staan in Tabel 2-1. De volledige boringen en sonderingen staan in bijlage 2 van deze rapportage. Op basis van dit grondonderzoek heeft Sweco een maatgevend bodemprofiel langs het geplande boortracé opgesteld. Dit bodemprofiel is gecontroleerd met behulp van het 3-D ondergrondmodel GeoTOP. Dit is een model van de grondlagen in de Nederlandse ondiepe ondergrond, opgesteld door de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO.

Tabel 2-1 Overzicht van het gebruikte grondonderzoek.

ID-nummer	Type	Diepte [NAP m]	Afstand tot boortrace [m]
CPT35000	Sondering	-10	20
CPT11849	Sondering	-22	10
118.S02	Sondering	-25	180
118.S04	Sondering	-25	180

De bovenkant van de vaste zandlaag bevindt zich op -6 m NAP aan de zuidkant van het geplande boortracé en op -9 m NAP aan de noordkant van het geplande boortracé. Uit het grondonderzoek blijkt dat boven de zandlaag de grond bestaat uit klei en veenlagen. Het verloop van de diepte van deze klei en veenlagen is met behulp van de beschikbare boringen en sonderingen vrij nauwkeurig vastgesteld. Hieruit kan geconcludeerd worden dat aanvullend grondonderzoek niet noodzakelijk is. Tabel 2- en Tabel 2-3 laten de in de berekeningen aangehouden grondparameters voor de in het grondonderzoek herkende grondlagen langs de zuidkant en noordkant van het profiel zien.

Tabel 2-2 Grondparameters gebruikt in de berekening langs de zuidzijde van het profiel gebaseerd op 118.S02 en 118.S04.

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]	Su top/bottom [kN/m ²]	E [kN/m ²]
1,4	-0,2	Klei, zwak zandig, matig	17	17	5,0	22,5	120,0	6000
-0,2	-2,5	Klei, schoon, slap	14	14	2,5	17,5	35,0	500

-2,5	-5,8	Veen, slap	11	11	1,5	15,0	25,0	200
-5,8	-14,0	Zand, schoon, los	17	19	0,0	30,0	0,0	15000
-14,0	-29,0	Zand, schoon, vast	19	21	0,0	35,0	0,0	60000

Tabel 2-3 Grondparameters gebruikt in de berekening langs de noordzijde van het profiel gebaseerd op CPT 35000 en CPT 11849.

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Su top/bottom [kN/m ²]	E [kN/m ²]
1,4	-0,2	Klei, zwak zandig, matig	17	17	5,0	22,5	120,0	6000
-0,2	-2,5	Klei, schoon, slap	14	14	2,5	17,5	35,0	500
-2,5	-5,8	Veen, slap	11	11	1,5	15,0	25,0	200
-5,8	-9,0	Klei, schoon, slap	14	14	2,5	17,5	35,0	500
-5,8	-14,0	Zand, schoon, los	17	19	0,0	30,0	0,0	15000
-14,0	-29,0	Zand, schoon, vast	19	21	0,0	35,0	0,0	60000

2.10 Boortechnische gegevens

De boortechnische parameters voor het ontwerp en de muddrukberoeeningen zijn betrokken uit het Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50), NEN 3650:2020 en NEN 3651:2020. De voor de berekeningen gehanteerde waarden zijn terug te vinden in de invoer van de muddrukberoeeningen in bijlage 3.

2.11 Verkeersbelasting

Ter plaatse van de kruising met de N289 (Reimerswaalweg) is verkeersklasse I gehanteerd conform figuur C17 uit NEN3650-1:2020. Voor secundaire wegen wordt verkeersklasse II gehanteerd.

2.12 Boogstralen

Het beleid van TenneT is dat HDD's met een gyroscoop geboord worden. De minimaal mogelijke boogstraal van een gyroscoop bedraagt volgens leverancier Brownline 180 m.

In dit ontwerp is sprake van horizontale bochten van 219 en 225 m en verticale bochten van 250 m. De boogstraal voldoet hiermee aan de minimaal vereiste straal van 180 m voor de gyroscoop.

Met de toepassing van een gyroscoop kan tijdens de pilotboring worden bijgestuurd om afwijkingen te compenseren. Het boren met gyroscoop zorgt er daarom voor dat de afwijkingstolerantie bij de uitvoering van de HDD's binnen de afwijkingstolerantie blijven zoals benoemd in de Richtlijn Boortechnieken.

RICHTING	MAXIMALE UITVOERINGS-AFWIJKING
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal:	
- in lengterichting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
- in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
- in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	< 10%

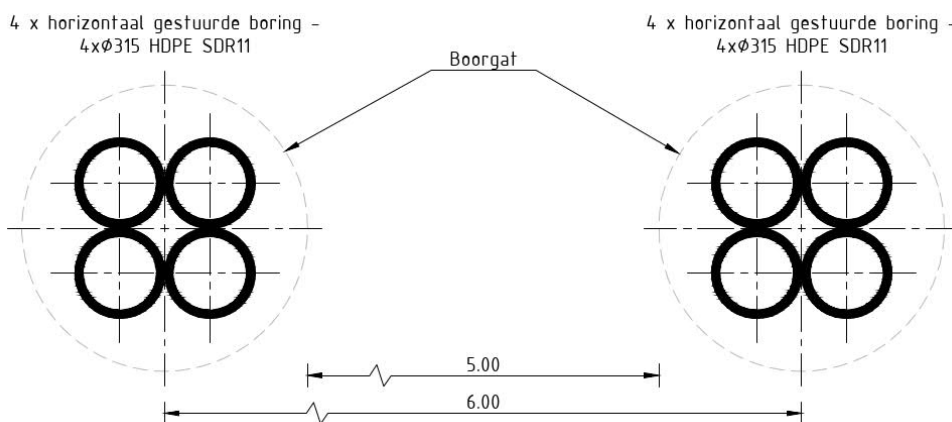
Figuur 3, afwijkingstoleranties HDD's (Bron: Richtlijn Boortechnieken)

3. Ontwerp

3.1 Gegevens HDD

Het ontwerp van de twee HDD's heeft de volgende kenmerkende parameters:

- materiaal: PE100 4x Ø315 mm SDR 11;
- lengte: 443 m;
- maximale diepte hart buis: NAP -16,76 m;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 250 m;
- horizontale boogstralen: 219 en 225 m.



Figuur 4 Doorsnede van de 2 HDD's

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651, de Richtlijn Boortechniek, de eisen van ProRail en de voorschriften van LSNed is een ontwerp gemaakt voor de HDD's. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp zijn:

- De diepteligging van de leiding zoals aangegeven in paragraaf 2.4.
- De aansluiting op de door LSNed aangewezen ligging van het 150 kV tracé binnen de leidingenstraat.
- De HDD dient een zodanig tracé te volgen dat er voldoende dekking aanwezig is in het gehele tracé om een blow-out te voorkomen.
- De sterkte van de leiding dient zodanig te zijn dat deze intact blijft gedurende de aanleg en in de bedrijfsfase.

3.2 Boorparameters

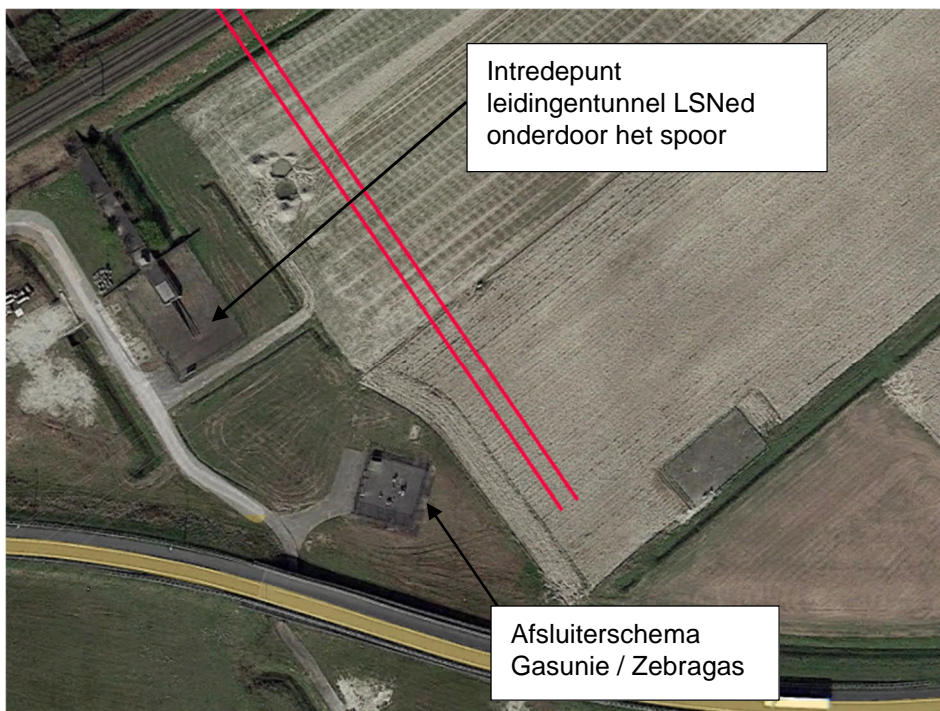
Bij de berekeningen zijn de volgende boorparameters aangehouden:

- boorinstallatie : maxi-rig 80 ton;
- diameter boorstang : 0,17 m;
- volumegewicht bentoniet : 11,5 kN/m³;
- gewicht drillrig : circa 18.000 kg (18 ton);
- diameter pilothole : Ø300 mm;
- ruimgat : Ø500 mm;
- boorgat : Ø1000 mm.

3.3 Intredepunt

Het intredepunt ligt aan de zuidzijde in de leidingenstraat waar ook de ondergrondse tracés voor 150 kV en 380 kV zijn geprojecteerd (zie figuur 5). De locatie van de intredepunten dienen in het werk geoptimaliseerd te worden, zodat de te graven aansluitlengte op het ondergrondse 150 kV tracé zo minimaal mogelijk is. Hiermee blijft ook de hoeveelheid beschikbare ruimte in de leidingenstraat zo groot mogelijk.

De locatie is bereikbaar via een afrit van de N289 richting het bouwland. De afrit kruist de spoorlijn en komt uit op het bouwland.



Figuur 5 Intredepunt VKDP HDD03 in de leidingenstraat van LSNed

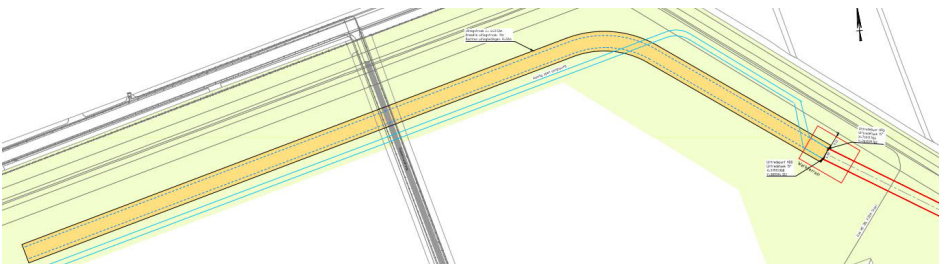
3.4 Uittredepunt en uitlegstrook

Het uittredepunt ligt in het bouwland aan de noordzijde van het boortracé (zie figuur 6).

De locatie is bereikbaar via de 3^e Hogerwaard Dwarsweg ten westen van het uittredepunt. De uitlegstrook ligt in het bouwland langs een sloot en buigt af naar het westen bij de Hogerwaardpolder (zie figuur 7). De uitlegstrook komt in de leidingenstraat van LSned te liggen.



Figuur 6 *Uittredepunt VKDP HDD03*



Figuur 7 *Uitlegstrook VKDP HDD03 in de leidingenstraat van LSned*

4. Berekeningsresultaten

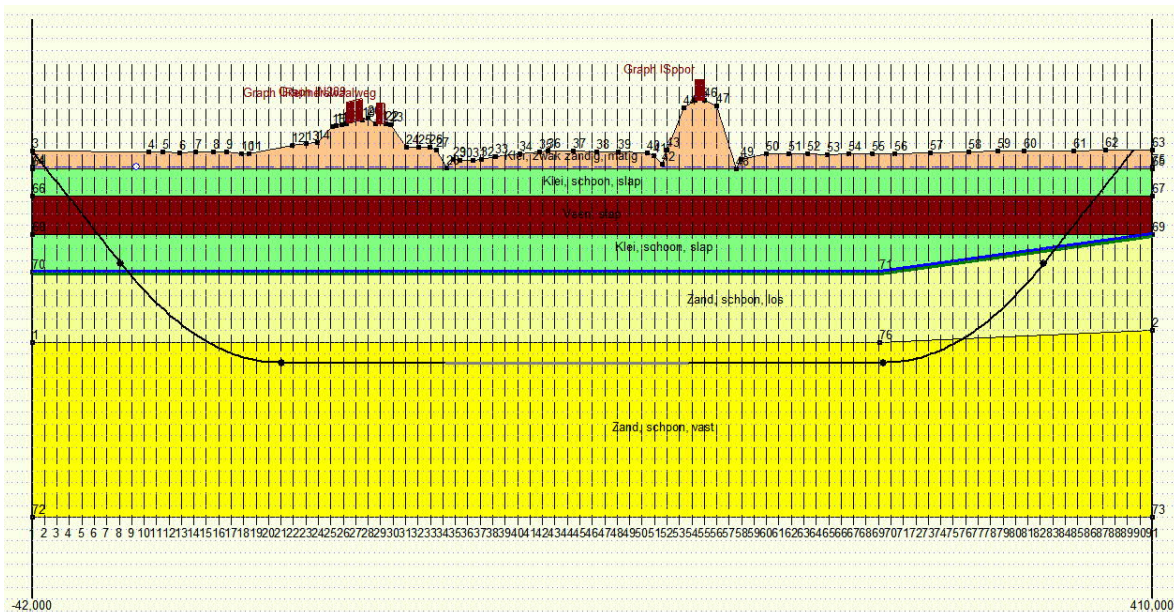
De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boring uitgevoerd:

- een trekkrachtberekening;
- een sterkteberekening voor de bedrijfsfase;
- een muddrukberekening;
- een implosieberekening;
- een kwelwegbeschouwing.

Er is één berekening, dus maar één profiel, opgesteld voor beide HDD's. Uitgangspunt is dat de verschillen tussen de profielen van de twee HDD's verwaarloosbaar klein zijn.

Bij de berekeningen is het profiel van de huidige situatie gebruikt, aangezien deze ten tijde van de uitvoering van de HDD nog aanwezig is en maatgevend is voor de muddruk en trekkracht.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline versie 20.1 en zijn toegevoegd als bijlage 3. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.



Figuur 8 D-Geo Pipeline-model van de HDD's

4.1 Trekkkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $346 \cdot 1,8 = 623$ kN bij niet-gevulde gevulde leidingen. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase van $6,67$ N/mm² aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm².

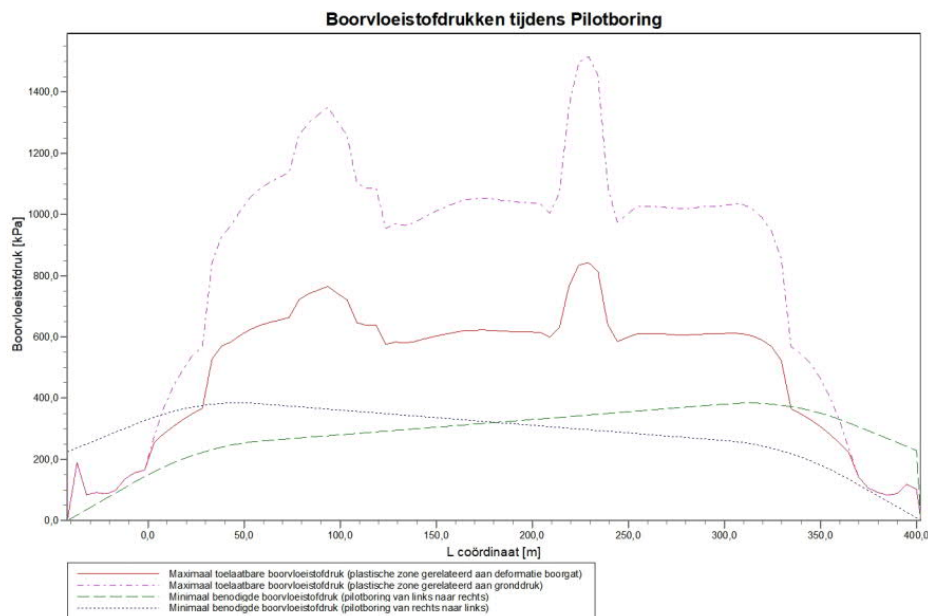
4.2 Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de mantelbuizen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Hieruit volgt een maximaal optredende spanning van $3,10$ N/mm². Toelaatbaar is 8 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11.

Uit de sterkteberekening blijkt dat een deflectie van $6,3$ mm ($2,01\% \times D_0$) optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van $25,20$ mm ($8\% \times S \times D_0$).

4.3 Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD's bestaat tijdens de pilotboring, getuige de berekeningsresultaten, de kans op muduitbraak in de laatste 50 m van het tracé. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt, bij met name de voor muduitbraak maatgevende pilotboring, de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.



Figuur 9 Muddrukberekening tijdens pilot fase

4.4 Implosie

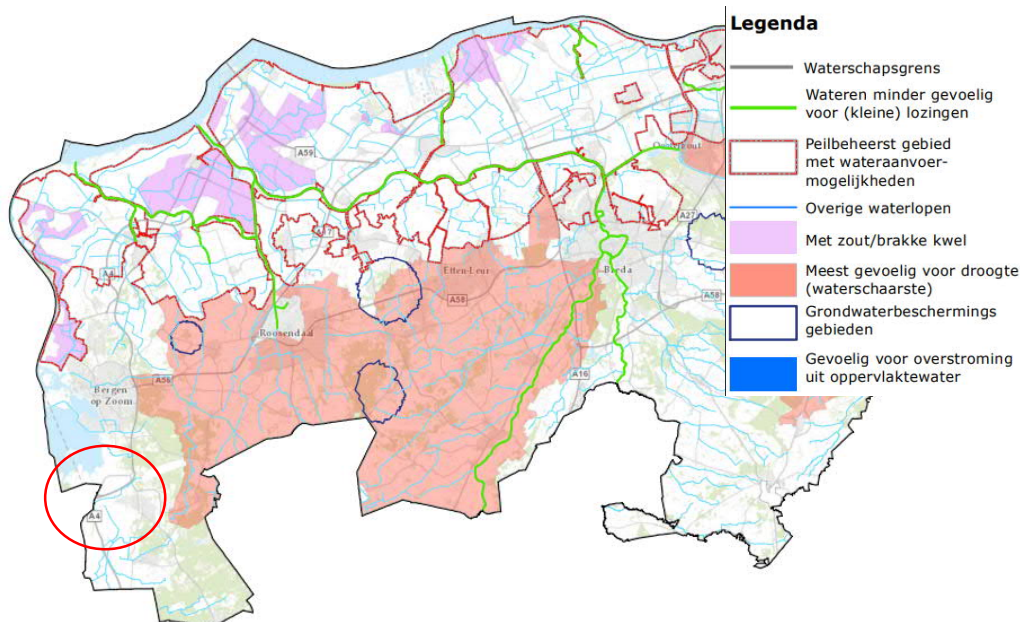
Zowel tijdens de intrekoperatie als de bedrijfstoestand blijkt uit de berekeningen dat geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op lege leiding bedraagt circa 168 kN/m², terwijl 280 kN/m² toelaatbaar is.

4.5 Kwelweg

Langs een HDD kan op twee wijzen kwel ontstaan. Ten eerste kan kwel ontstaan indien sprake is van overspannen water in de diepere grondlagen. In dat geval is de stijghoogte in het diepere watervoerende pakket hoger dan de freatische waterstand. Ten tweede kan kwel ontstaan indien een HDD twee verschillende peilgebieden verbindt. Hierdoor kan een kortsluitstroom langs de HDD ontstaan. In onderstaande paragraaf zijn beide situaties beschouwd.

4.5.1 Zoute ondergrond

Waterschap Brabantse Delta heeft in het waterbeheerplan een kaart gemaakt van de risicogebieden (droogte, zoute/brakke kwel, overstroming, ect) (zie figuur 10). Het gebied waar VKDP HDD3 wordt aangelegd (rode cirkel) betreft geen risicogebied. Daarom valt geen zoute/brakke kwel te verwachten.

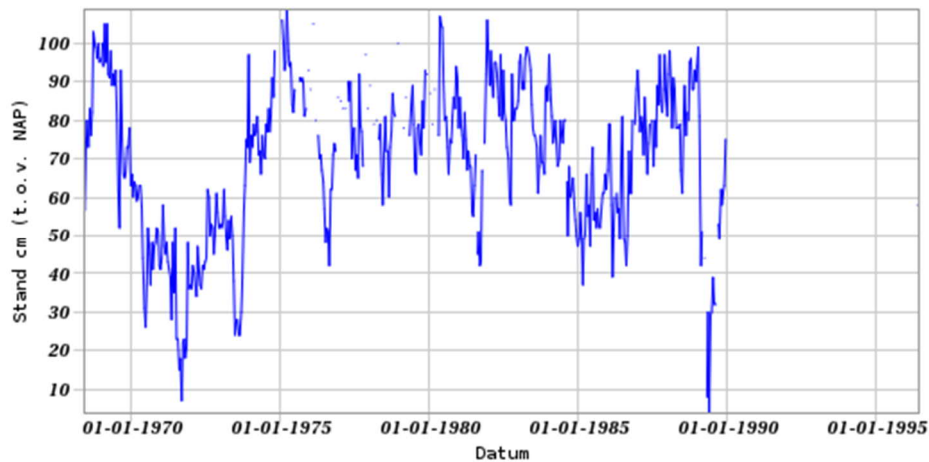


Figuur 10 Risicogebieden waterschap Brabantse Delta

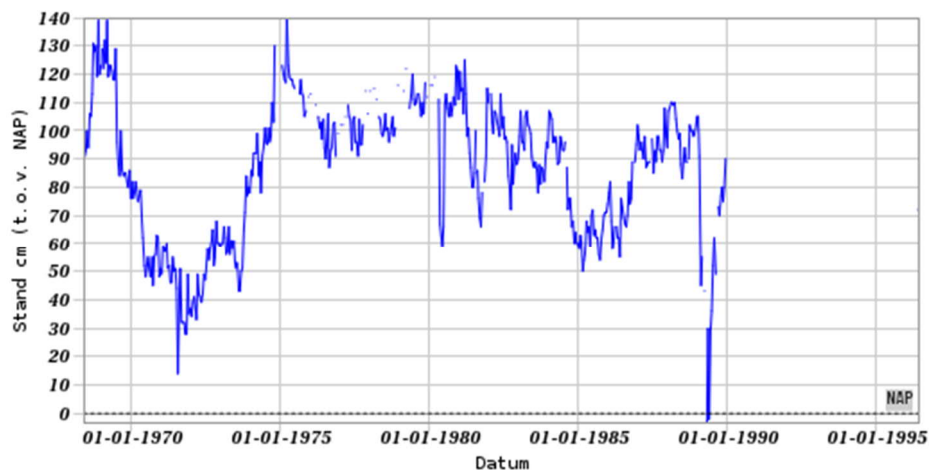
4.5.2 Kwel uit het eerste watervoerende pakket

Het uittredepunt van de HDD's liggen in het deelgebied Zuid-Beveland-Oost waar Waterschap Scheldestromen het peilbeheer voert.

Ter illustratie zijn de meetgegevens uit DINOloket van peilbuis B49D0096 hieronder weergegeven. Deze peilbuis ligt op circa 750 m afstand van het boortracé. Te zien is dat de freatische grondwaterstand B49D0096-001 in periodes iets lager ligt dan de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket B49D0096-002. De bovenliggende kleilagen sluiten het eerste watervoerende pakket af. Doordat de HDD's de afsluitende kleilagen doorkruisen bestaat het risico dat langs de boorgang van de HDD's kwel uit de diepere grondlagen ontstaat. Het is daarom noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen.



Figuur 11 Freatische grondwaterstand B49D0096-001 uit Dinoloket, filter op NAP 0,2 tot -0,8m



Figuur 12 Grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket, B30H0096-002 uit Dinoloket, filter op NAP -10,5 tot -11,5 m

4.5.3 Kwel tussen de peilgebieden

De twee HDD's hebben hun intredepunt in het beheergebied van waterschap Brabantse Delta en hun uitredepunt in het beheergebied van waterschap Scheldestromen.

Het waterschap Brabantse Delta heeft bij het intredepunt geen peilbesluit vastgesteld. Dit komt omdat dit gebied is gedefinieerd als 'vrij afwaterende gebieden'. In die gebieden kan het waterschap geen extra water aanvoeren, waardoor het meest optimale peil kan zakken. Een gegarandeerd waterpeil is dus niet mogelijk in deze gebieden en deze zal variëren met de hoeveelheid neerslag. Uitgangspunt is daarom dat, met name in natte perioden, een hogere grondwaterstand optreedt en mogelijk kwel via de HDD's kan ontstaan.

4.5.4 Kwelmaatregelen

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is op deze locatie hoger dan de laagste gemiddelde grondwaterstand. De bovenliggende kleilagen sluiten het eerste watervoerende pakket af. Doordat de HDD's de afsluitende kleilagen

doorkruisen bestaat het risico dat langs de boorgang van de HDD's kwel uit de diepere grondlagen ontstaat. Ook bestaat de mogelijkheid dat kwel tussen peilgebieden ontstaat. Het is daarom noodzakelijk om kwelmaatregelen te nemen.

Als kwelmaatregel stellen wij voor om aan beide zijden van de HDD's een grout-prop aan te brengen door middel van het nagrouten van de boorgang met mantelbuizen vanaf het maaiveld tot 2 à 3 m in het eerste watervoerende pakket (de vaste zandlaag). De ruimte tussen de kabel en mantelbuis dient afgesloten te worden met een sleeve aan de uiteinden van de mantelbuizen.

5. Risico's en aandachtspunten

De aannemer dient met de volgende specifieke risico's en aandachtspunten rekening te houden:

- Werken in de leidingenstraat van LSNed. De aannemer dient bij zijn werkzaamheden rekening te houden met de voorschriften van LSNed. Dit betekent dat de werkzaamheden plaatsvinden in de buurt van buisleidingen uit categorie 1: buisleidingen met gevaarlijke inhoud.
- Het nemen van de in paragraaf 4.5.4 benoemde kwelmaatregelen. Voorafgaand aan de uitvoering dienen de plannen hiervoor goedgekeurd te worden door waterschap Scheldestromen en waterschap Brabantse Delta.
- De mantelbuizen dienen met een sleeve afgesloten te worden om een kwelstroom door de buis te voorkomen.
- De boorrig en het materieel worden opgesteld aan de zuidzijde van de boring in de leidingenstraat van LSNed. De locaties van de intredepunten dienen in het werk geoptimaliseerd te worden, zodat de te graven aansluitlengte op het ondergrondse 150 kV tracé zo minimaal mogelijk is.
- Het uittredepunt komt boven voor de transportleiding van Zebragas. Voorafgaand aan de werkzaamheden dient de aannemer zich te vergewissen van de exacte ligging van deze leiding.
- Uitlegstrook: de mantelbuizen worden uitgelegd aan de noordzijde van de HDD in de leidingenstraat van LSNed.
- Om de werkterreinen te betreden zullen bouwinritten nodig zijn en de aannemer dient de benodigde verkeersplannen met de gemeente te bespreken.
- Spiegellassen aanbrengen conform NEN7200.
- Bij het spiegellassen van de leidingdelen dienen alle inwendige lasrillen verwijderd te worden; in overleg met de toezichthouder moeten de verwijderde lasrillen aangetoond kunnen worden.
- TenneT schrijft het gebruik van een gyroscoop als plaatsbepalingssysteem tijdens de pilotboring voor. Afwijking van de boorlijn heeft consequenties voor de daarna volgende HDD. De aannemer dient daarom na de pilotboring te controleren of de volgende HDD nog aangepast moeten worden. Ook dient de aannemer rekening te houden met de volgorde van uitvoeren in verband met afstanden tot obstakels, zoals hoogspanningsmasten.

6. Conclusie

6.1 Algemeen

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van Zuidwest-Oost ondergronds te verkabelen.

Dit rapport betreft de kruising met de provinciale weg N289, de leidingenstraat van LSNed en de spoorlijn Roosendaal-Vlissingen. Dit document betreft de vergunningsrapportage voor provincie Brabant en ProRail. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020, de Richtlijn Boortechnieken, de eisen van ProRail en de voorschriften van LSNed.

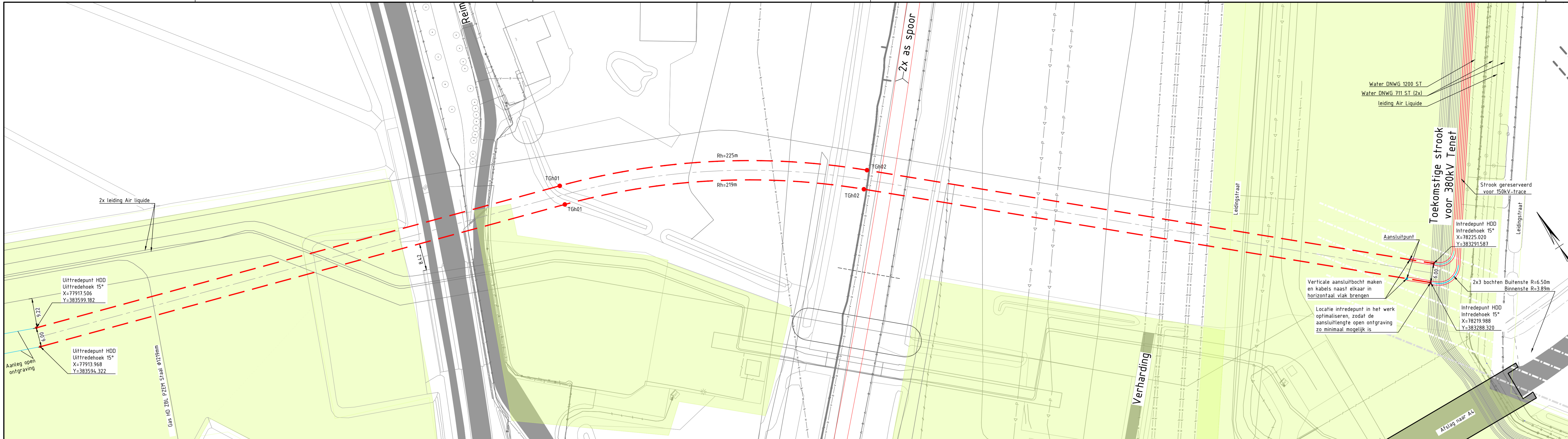
6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening

De HDD's, weergegeven op de tekeningen die zijn bijgevoegd als bijlage 1, zijn ontworpen en berekend volgens de vigerende eisen.

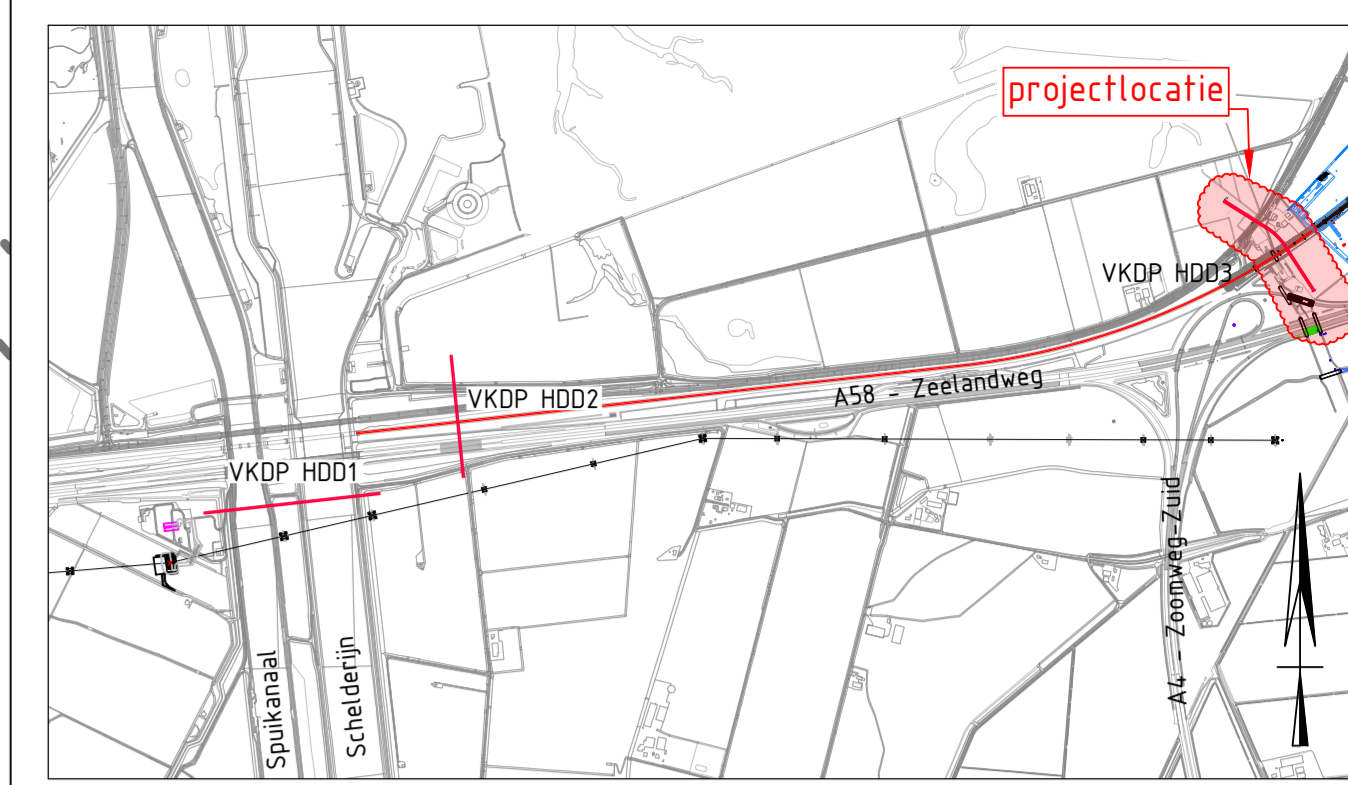
Uit de berekeningen, bijgevoegd als bijlage 3, blijkt dat de tracés van de twee parallelle HDD's met PE100 4x Ø315 mm SDR 11 voldoen aan de eisen.

Er dienen kwelmaatregelen genomen te worden. Als kwelmaatregel stellen wij voor om aan beide zijden van de HDD's een grout-prop aan te brengen door middel van het nagrouten van de boorgang met mantelbuizen vanaf het maaiveld tot 2 à 3 m in het eerste watervoerende pakket. De ruimte tussen de kabel en mantelbuis dient afgesloten te worden met een sleeve aan de uiteinden van de mantelbuizen.

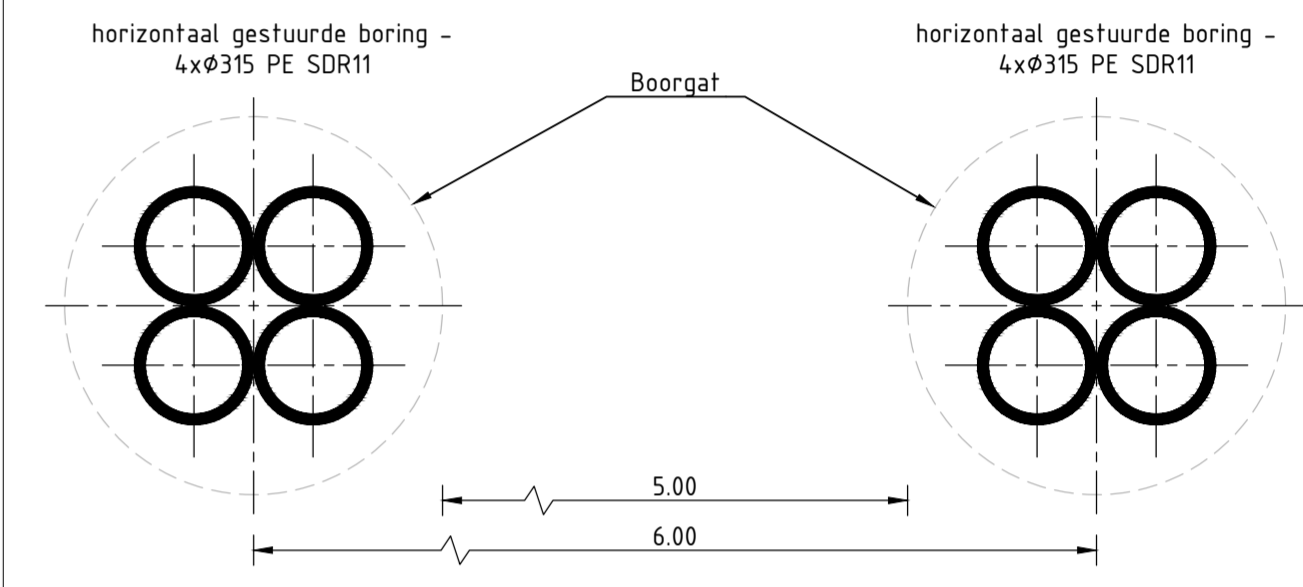
Bijlage 1 – Ontwerptekening



Bovenaanzicht schaal 1:500



Overzicht
Schaal n.v.t.

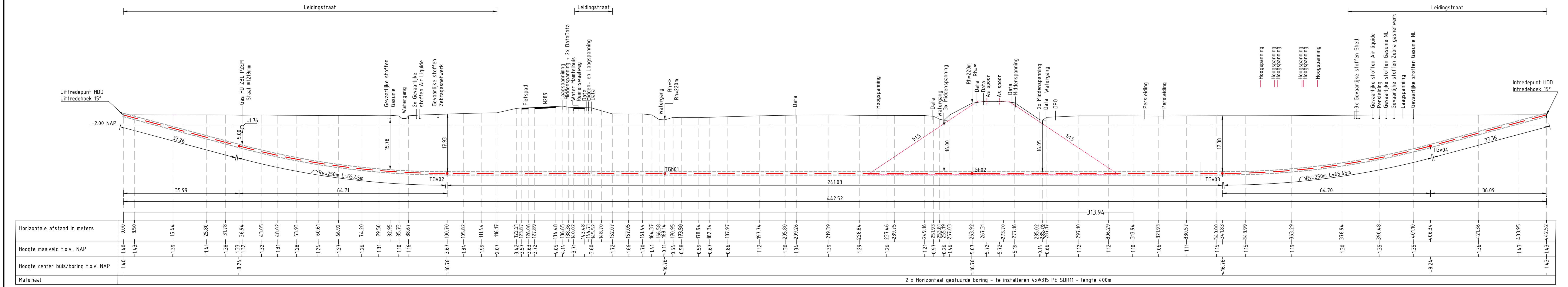


Principe doorsnede
Schaal 1:20

Legenda

—K—K—K—K—K—	Kadastrale grens	● 16	Locatie sondering met nummer
---	Leiding gevaarlijke inhoud	● TGV04	Verticaal tangentpunt
---	DPD-leiding	● TGH01	Horizontaal tangentpunt
---	Datatransport	— Rh=225m	Horizontale boogstraal
---	Landelijk hoogspanningsnet	— Rh=250m	Verticale boogstraal
---	Laagspanning		
---	Middenspanning		
---	Gasleiding hoge druk		
---	Gasleiding lage druk		
---	Waterleiding		
---	Drukiotering		
---	Rolering vrijverval		
---	Horizontaal gestuurde boring (HDD)		
---	Verharding (asfalt)		
---	Bestaande topografie		
---	Bebouwing		
---	Aanleg in open ontgraving		
---	Primaire waterkering		
---	Leidingsstrook LSNed		
---	Verharding/wegen		

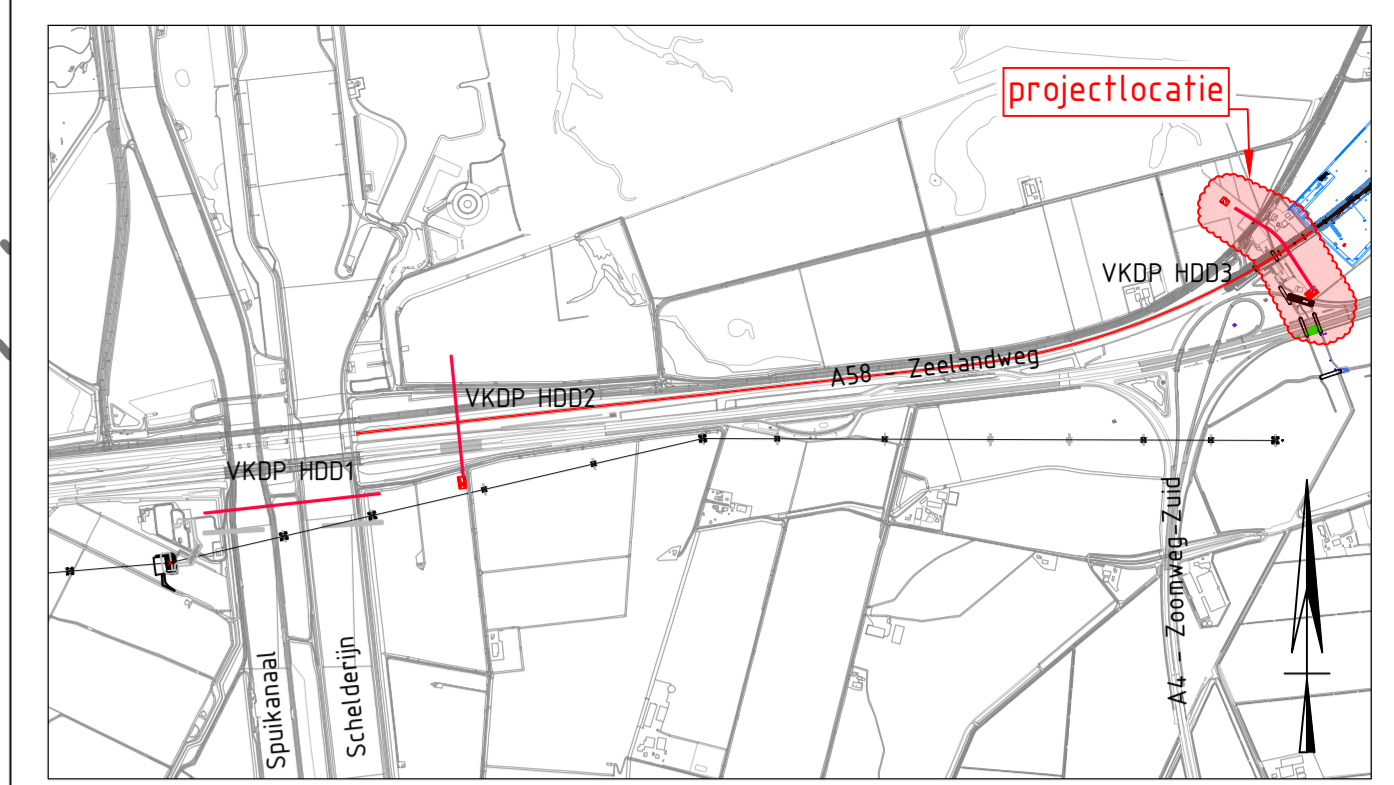
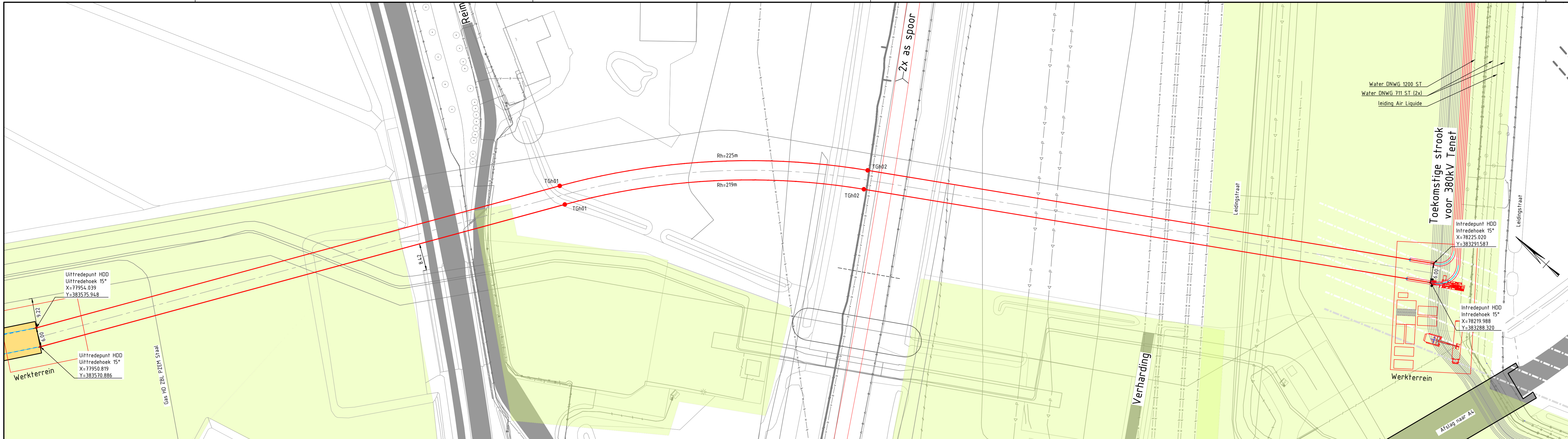
Vergunningstekening



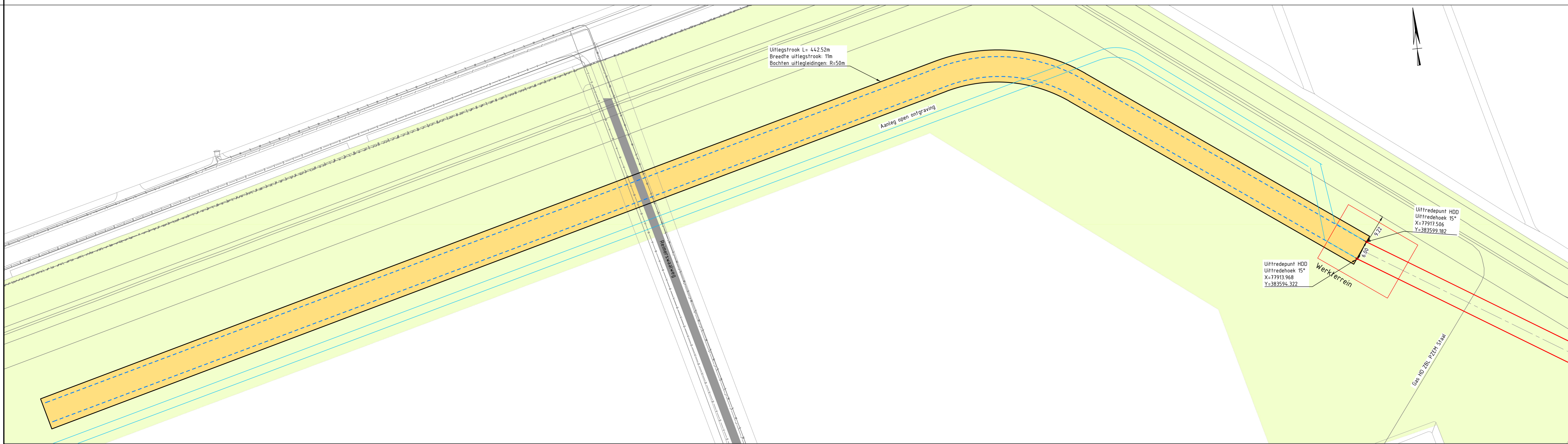
Lengteprofiel schaal 1:500

F	T.b.v. vergunningaanvraag II	19-09-2022	BB	MJ	JD
E	T.b.v. vergunningaanvraag	10-04-2022	JPR	MJ	JD
D	Definitief ontwerp	11-10-2020	BB	MJ	JD
C	Definitief (Overeen w.s. depliegging HDD)	03-07-2020	BB	MJ	JD
B	Variant 5	05-06-2020	BB	MJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	24-05-2020	BB	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Oversch.

TenneT TSO B.V. Project: HDD's 150 kV ZWO Oplever: VKDP-HDD3, Rilland-Volckerdorp-Markiezaat					
Projectnummer	Tekeningnummer	Revisie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
S1001237	VKDP-HDD3	F	19-09-2022	Definitief ontwerp	
Blad	Van	Schaal	Formaat	Kaartje	Get.
1	2	1:500 / 1:20	A1 L (1260x594)	De Bit	BB
					MJ
					JD



Overzicht
Schaal n.v.t.



Legenda

	Kadastrale grens		Locatie sondering met nummer
	Leiding gevaarlijke inhoud DP0-leiding		TGH01 Horizontaal tangentialpunt
	Data transport		Rh=225m Horizontale boogstraal
	Landelijk hoogspanningsnet		
	Laagspanning		
	Middenspanning		
	Gasleiding hoge druk		
	Gasleiding lage druk		
	Waterleiding		
	Drukriolering		
	Rolering vrijverval		
	Horizontaal gestuurde boring (HDD)		
	Verharding (asfalt)		
	Bestaande topo		
	Bebouwing		
	Primaire waterkering		
	Uitlegstrook		
	Leidingsstrook LSned		
	Verharding/wegen		

Vergunningstekening

F	T.b.v. vergunningaanraaq II	19-09-2022	BB	HJ	JD
E	T.b.v. vergunningaanraaq	10-04-2022	JPR	HJ	JD
D	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	HJ	JD
C	Definitief	03-07-2020	BB	HJ	JD
B	Variant 5	05-06-2020	BB	HJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	24-05-2020	BB	HJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Get.	Get.	Geveel

Opdrachtgever: **TenneT TSO B.V.**

Project: **HDD's 150 kV ZWO**

Opdracht: **VKDP-HDD3, Rilland-Volckerdorp-Markiezaat Uitlegstrook**

Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van uitgave	Ontwerpfase	Contractnummer
S1001237	VKDP-HDD3-U	F	19-09-2022	Definitief ontwerp	

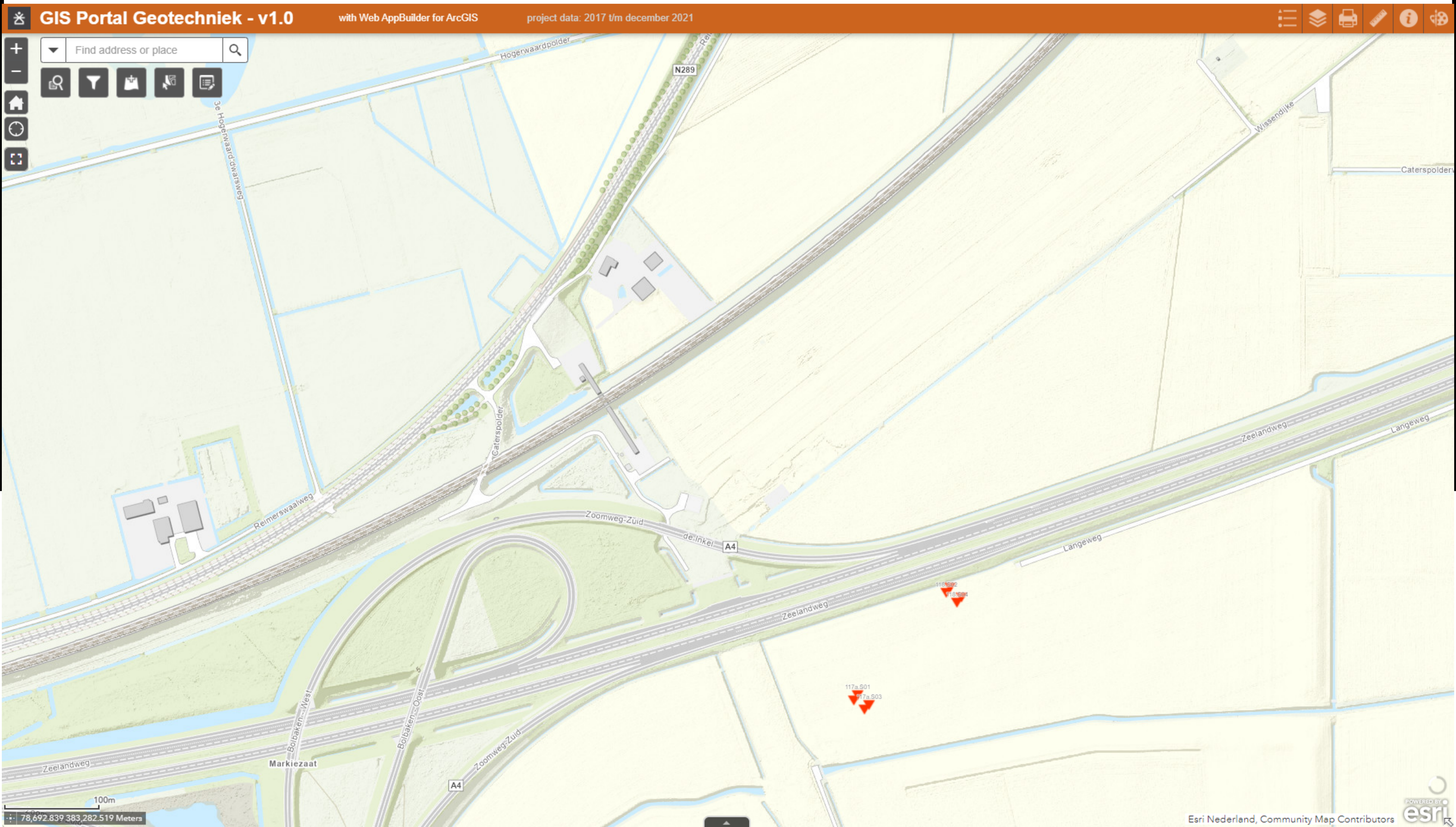
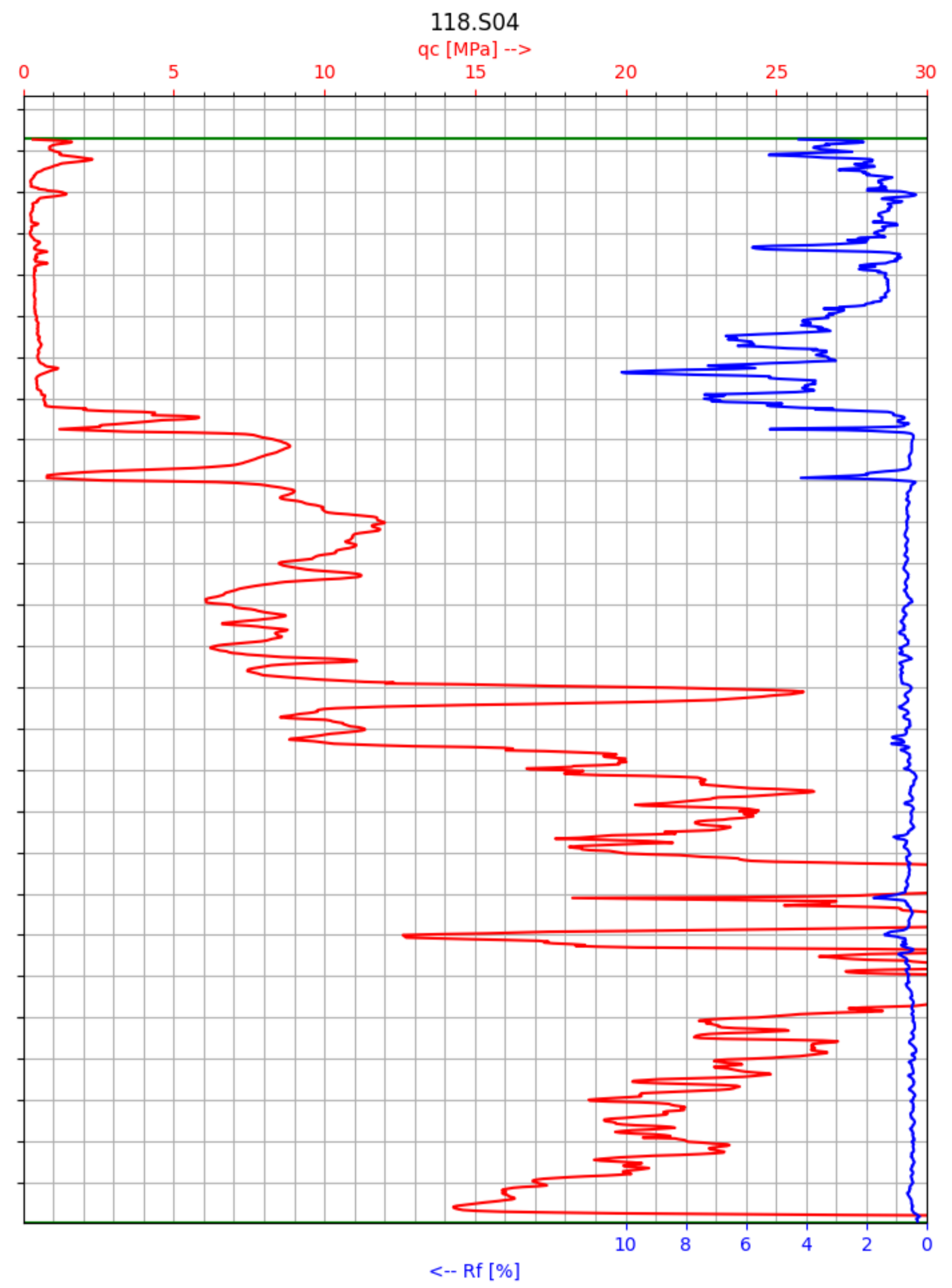
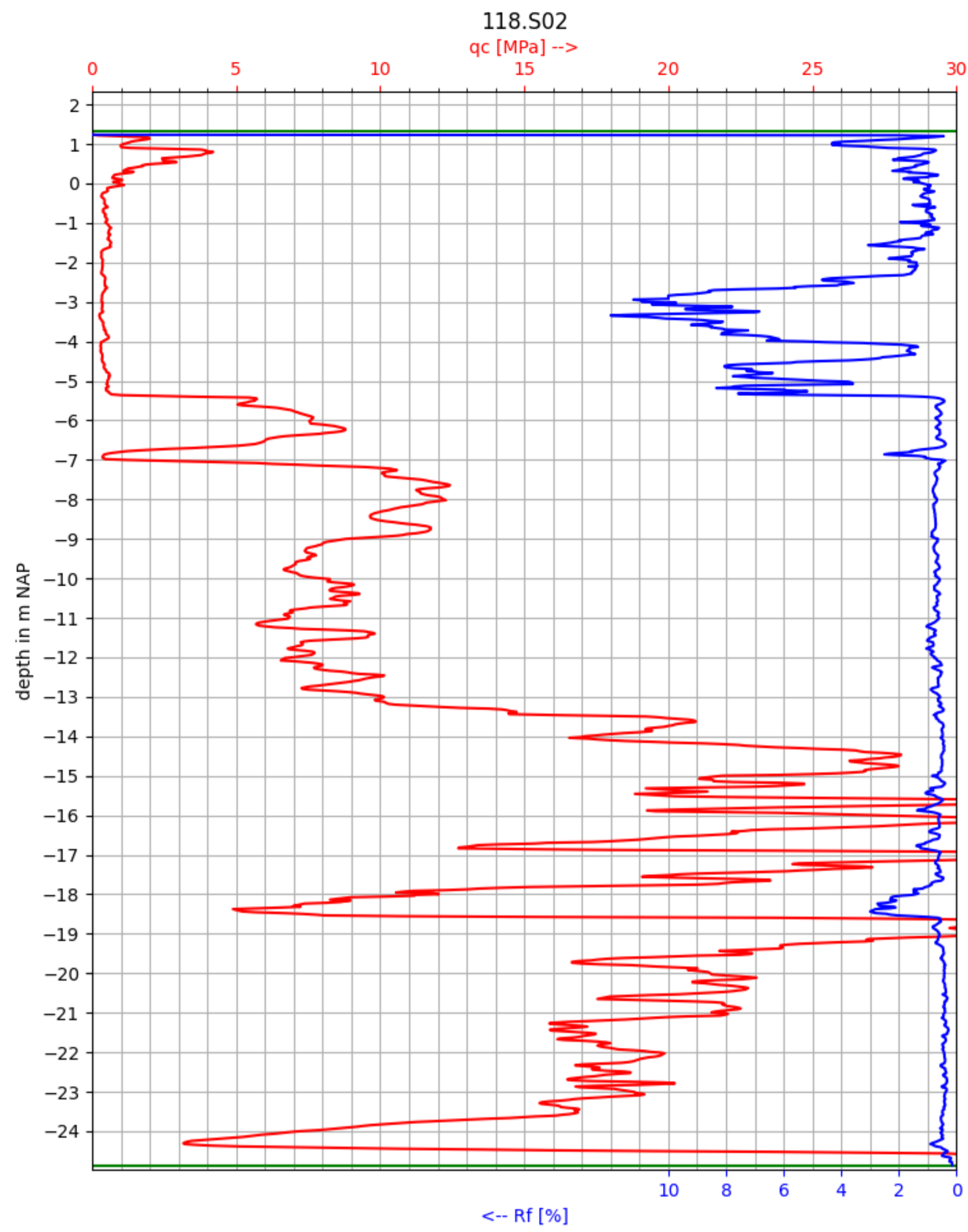
Blad	Van	Schaal	Formaat	Kaartje	Get.	Get.	Get.
2	2	1:500	A1 L (1260x594)	De Bit	BB	HJ	JD

www.sweco.nl
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

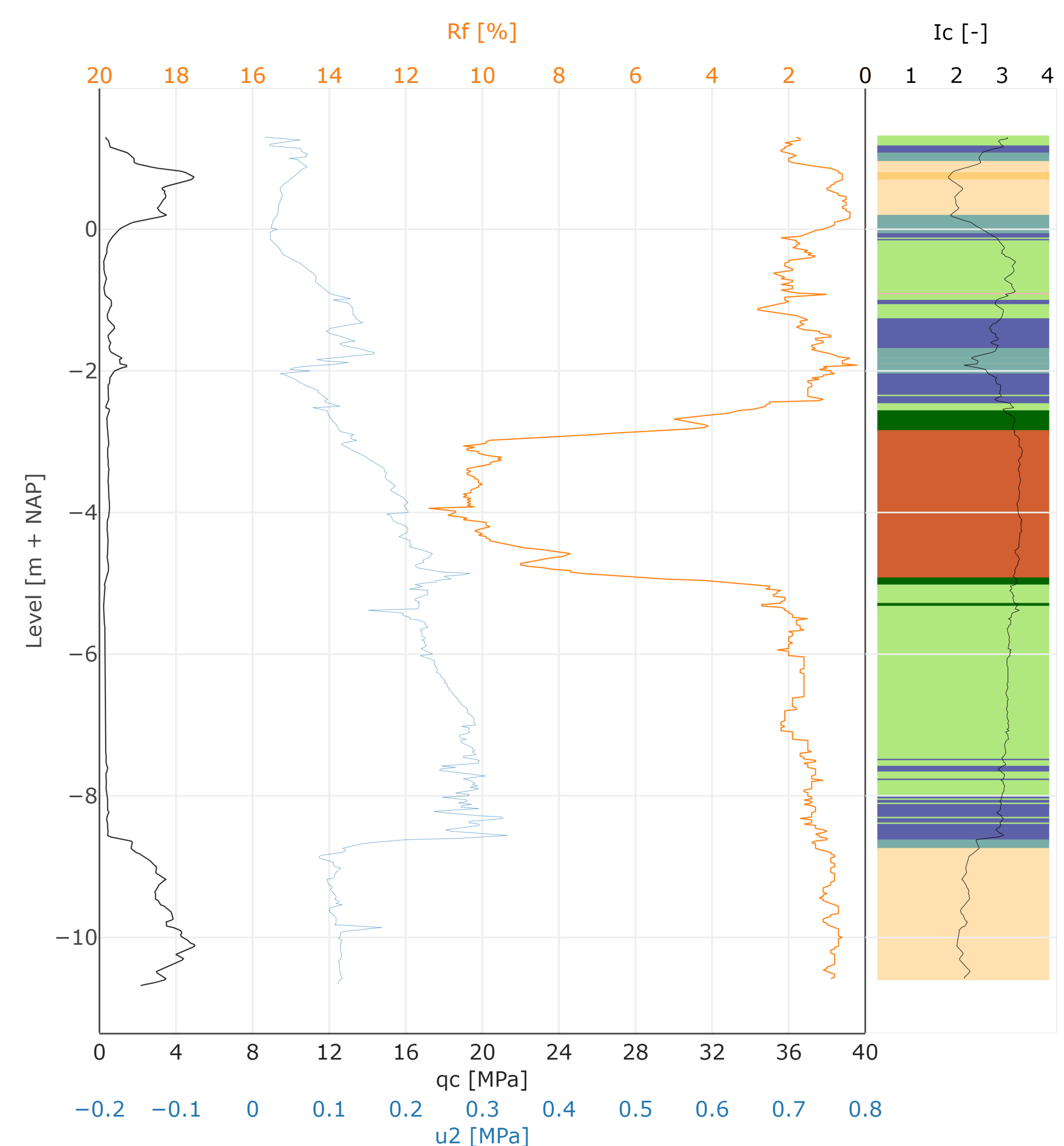
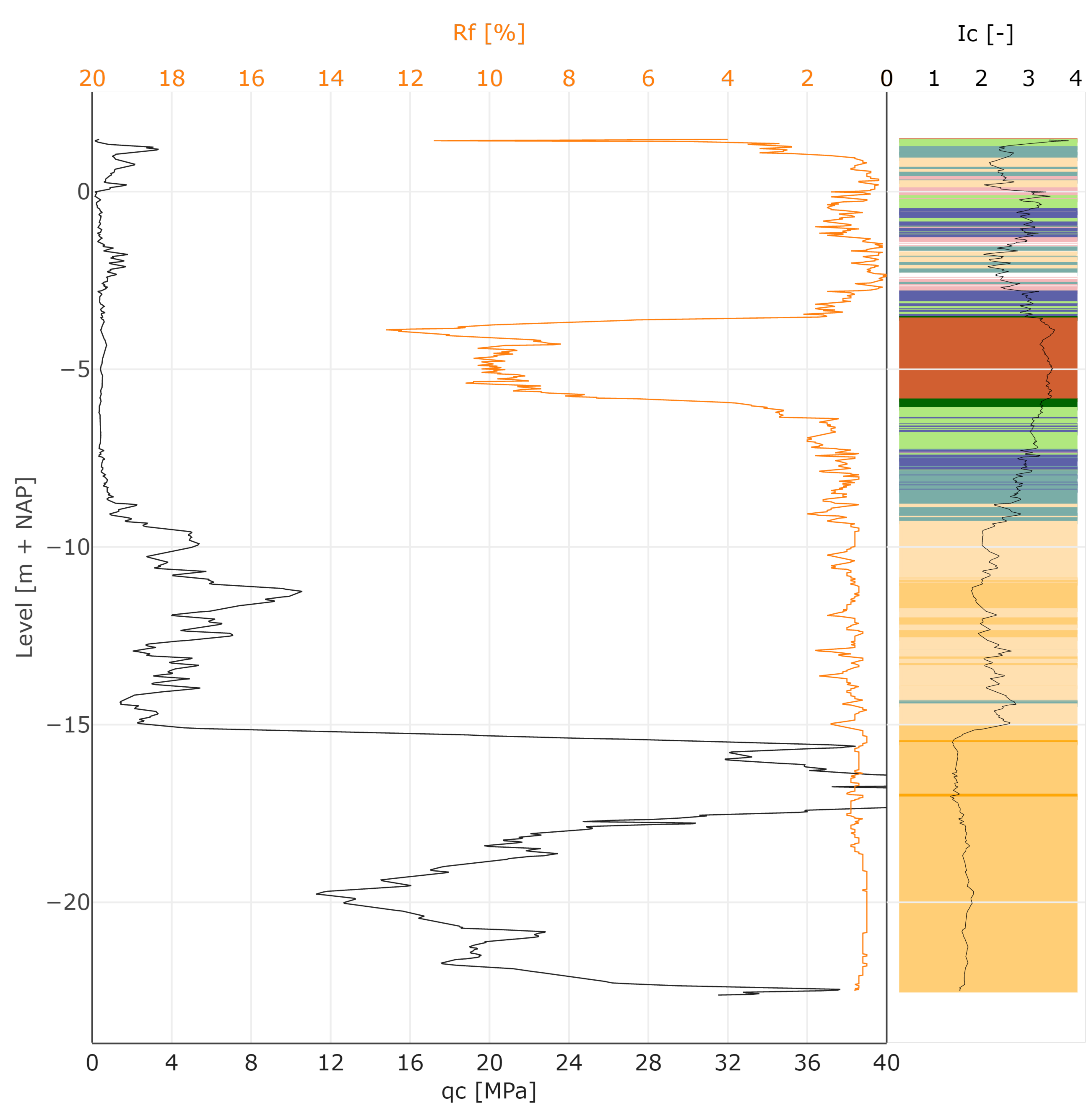
SWECO

Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek

VKDP HDD 3

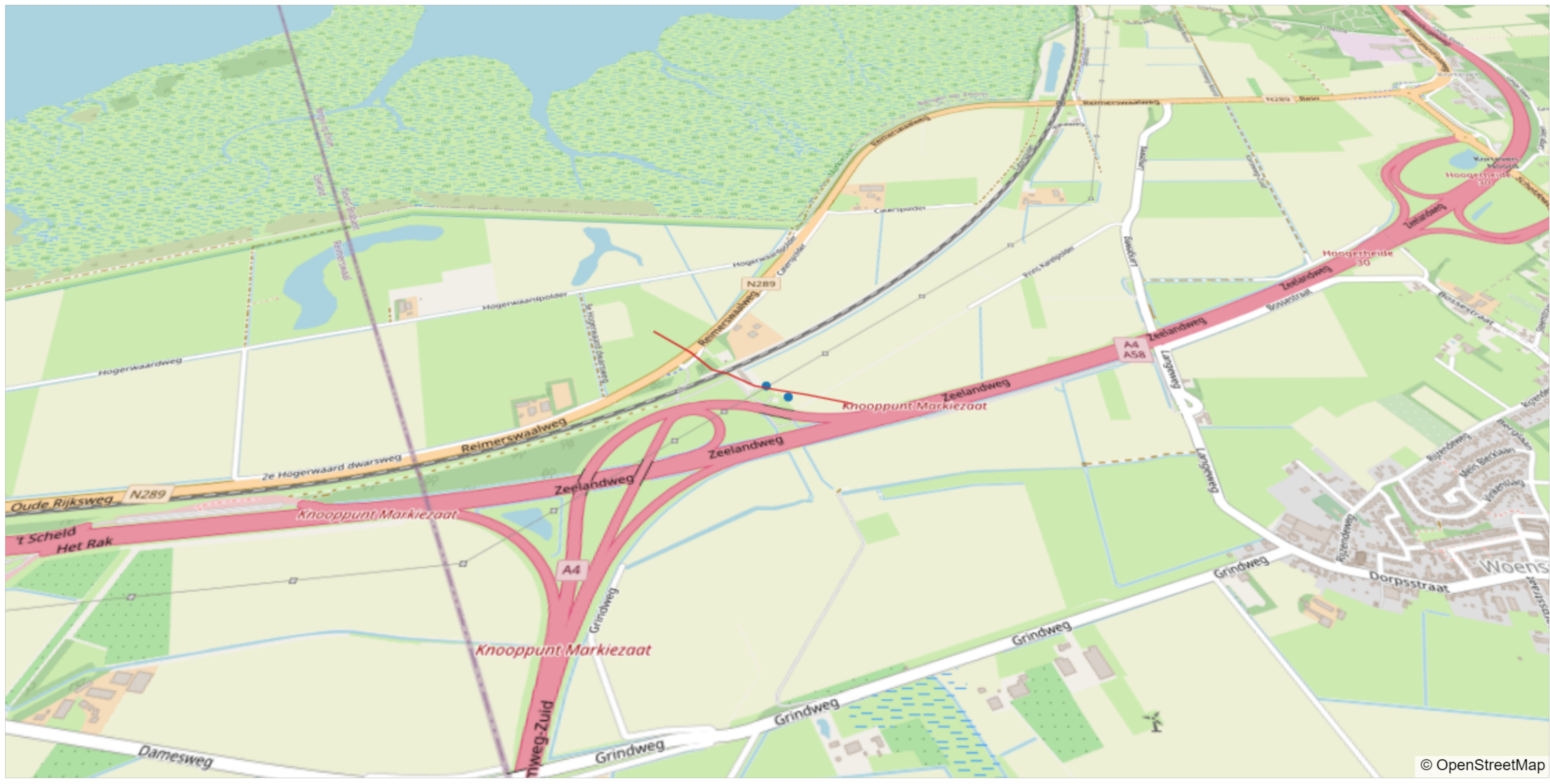


VKDP HDD 3

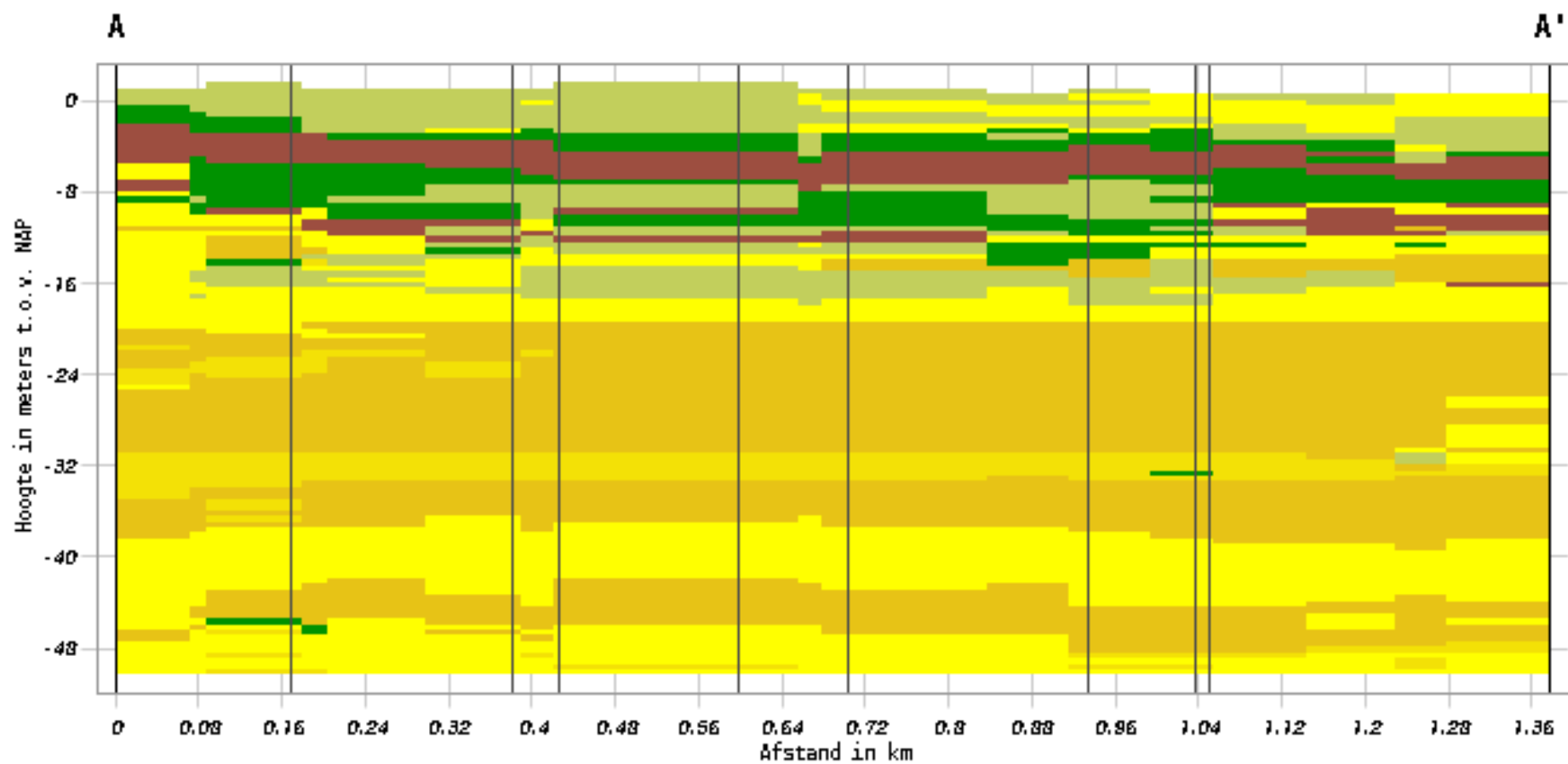


- Gravelly to dense sand
- Sand mixtures
- Clay
- Organic clay [15<N<30]
- Sensitive, fine grained
- Sands
- Silt mixtures
- Clay (org. mat) [3<N<15]
- Peat [N>30]
- Unknown

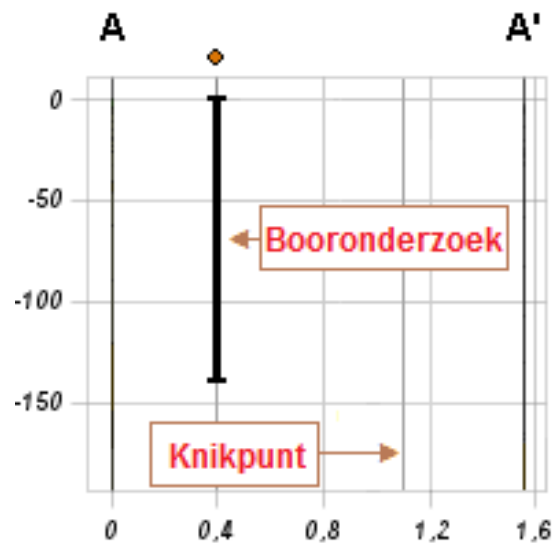
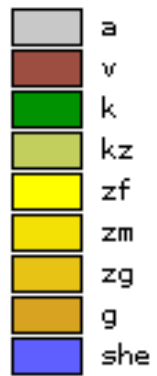
- Sands
- Silt mixtures
- Clay (org. mat) [3<N<15]
- Peat [N>30]
- Sand mixtures
- Clay
- Organic clay [15<N<30]
- Sensitive, fine grained



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Lithoklasse



Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline

Rapport voor D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 20-9-2022
Tijd van rapport: 09:18:11
Rapport met versie: 20.1.2.31161
Berekend met versie: 20.1.2.31161

Bestandsnaam: HDD berekening

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave	2
2	Invoergegevens	4
2.1	Gebruikt Model	4
2.2	Laagscheidingen	4
2.3	PN-Lijnen	4
2.4	Freatische Lijn	4
2.5	Grondprofielen	4
2.6	Grenslagen	5
2.7	Grondeigenschappen	5
2.8	Geometrie	6
2.8.1	Geometrie Sectie, Detail	6
2.8.2	Geometrie Bovenaanzicht	6
2.9	Berekenings Verticalen	7
2.10	Verkeersbelasting	8
2.11	Configuratie van de Pijpleiding	8
2.12	Materiaalgegevens van de Leiding	9
2.13	Gegevens voor Leidingberekening	10
2.14	Boorvloeistof Gegevens	10
2.15	Factoren	10
2.16	Rekenopties	11
3	Boorvloeistofdrukken	12
3.1	Boorvloeistof Gegevens	12
3.2	Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	16
3.3	Boorvloeistofdruk Grafieken	18
3.3.1	Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	18
3.3.2	Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	18
3.3.3	Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	19
4	Grondmechanische Data	20
4.1	Grondmechanische Parameters Pipe 1: leiding no. 1	20
4.2	Grondmechanische Parameters Pipe 2: leiding no. 2	23
4.3	Grondmechanische Parameters Pipe 3: leiding no. 3	26
4.4	Grondmechanische Parameters Pipe 4: leiding no. 4	29
4.5	Young's Modulus per Laag per Verticaal	33
5	Gegevens voor Sterkteberekening	38
5.1	Algemene Gegevens	38
5.2	Ballasten Leiding	38
5.3	Trekkrachtberekening	38
6	Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1	40
6.1	Materiaalgegevens van Pipe 1: leiding no. 1	40
6.2	Resultaten Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1	40
6.2.1	Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	40
6.2.2	Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	41
6.2.3	Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	41
6.2.4	Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	41
6.2.5	Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	41
6.3	Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 1: leiding no. 1	42
6.4	Toetsing op Implosie van Pipe 1: leiding no. 1	42
7	Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2	43
7.1	Materiaalgegevens van Pipe 2: leiding no. 2	43
7.2	Resultaten Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2	43
7.2.1	Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	43
7.2.2	Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	44
7.2.3	Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	44
7.2.4	Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	44
7.2.5	Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	44
7.3	Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 2: leiding no. 2	45
7.4	Toetsing op Implosie van Pipe 2: leiding no. 2	45
8	Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3	47
8.1	Materiaalgegevens van Pipe 3: leiding no. 3	47
8.2	Resultaten Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3	47
8.2.1	Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	47
8.2.2	Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	48
8.2.3	Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	48
8.2.4	Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	48

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	48
8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 3: leiding no. 3	49
8.4 Toetsing op Implosie van Pipe 3: leiding no. 3	49
9 Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4	50
9.1 Materiaalgegevens van Pipe 4: leiding no. 4	50
9.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4	50
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	50
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	51
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	51
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	51
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	51
9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 4: leiding no. 4	52
9.4 Toetsing op Implosie van Pipe 4: leiding no. 4	52

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt Model

Gebruikt Model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
6 - L -	-42,000	4,970	10,880	17,550	23,870
6 - Z -	1,370	1,310	1,280	1,240	1,270
6 - L -	31,150	36,450	42,670	45,610	62,770
6 - Z -	1,260	1,310	1,100	1,160	1,840
6 - L -	68,390	73,120	79,160	80,820	83,000
6 - Z -	1,990	2,070	3,420	3,570	3,630
6 - L -	84,830	91,430	93,600	96,670	100,570
6 - Z -	3,720	4,050	4,140	3,710	3,670
6 - L -	102,470	109,040	113,990	118,380	121,320
6 - Z -	3,600	1,720	1,660	1,700	1,410
6 - L -	125,320	127,890	130,440	135,880	139,280
6 - Z -	-0,110	0,640	0,580	0,590	0,670
6 - L -	144,910	154,690	162,750	166,210	176,340
6 - Z -	0,860	1,120	1,300	1,340	1,390
6 - L -	185,780	194,400	206,110	208,880	212,140
6 - Z -	1,290	1,260	1,210	0,970	0,260
6 - L -	213,980	220,860	225,440	229,390	234,110
6 - Z -	1,460	5,070	5,720	5,720	5,190
6 - L -	241,970	244,120	254,050	263,240	270,890
6 - Z -	-0,140	0,660	1,120	1,120	1,100
6 - L -	278,880	287,510	296,950	305,930	320,230
6 - Z -	1,060	1,110	1,150	1,150	1,190
6 - L -	335,880	347,430	358,050	378,310	390,900
6 - Z -	1,300	1,350	1,350	1,360	1,430
6 - L -	410,000				
6 - Z -	1,430				
5 - L -	-42,000	410,000			
5 - Z -	-0,200	-0,200			
4 - L -	-42,000	410,000			
4 - Z -	-2,500	-2,500			
3 - L -	-42,000	410,000			
3 - Z -	-5,800	-5,800			
2 - L -	-42,000	300,000	410,000		
2 - Z -	-9,000	-9,000	-5,800		
1 - L -	-42,000	300,000	410,000		
1 - Z -	-15,000	-15,000	-14,000		
0 - L -	-42,000	410,000			
0 - Z -	-30,000	-30,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - L -	-42,000	410,000			
1 - Z -	0,000	0,000			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
6	Klei, zwak zandig, m...	1	1
5	Klei, schoon, slap	1	1

Laag nummer	Materiaalnaam	Piezo lijn op boven	Piezo lijn op onder
4	Veen, slap	1	1
3	Klei, schoon, slap	1	1
2	Zand, schoon, los	1	1
1	Zand, schoon, vast	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen (cohesieve) ongedraineerde toplagen en onderliggende (niet-cohesieve) gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Zand, schoon, los

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Zand, schoon, los

2.7 Grondeigenschappen

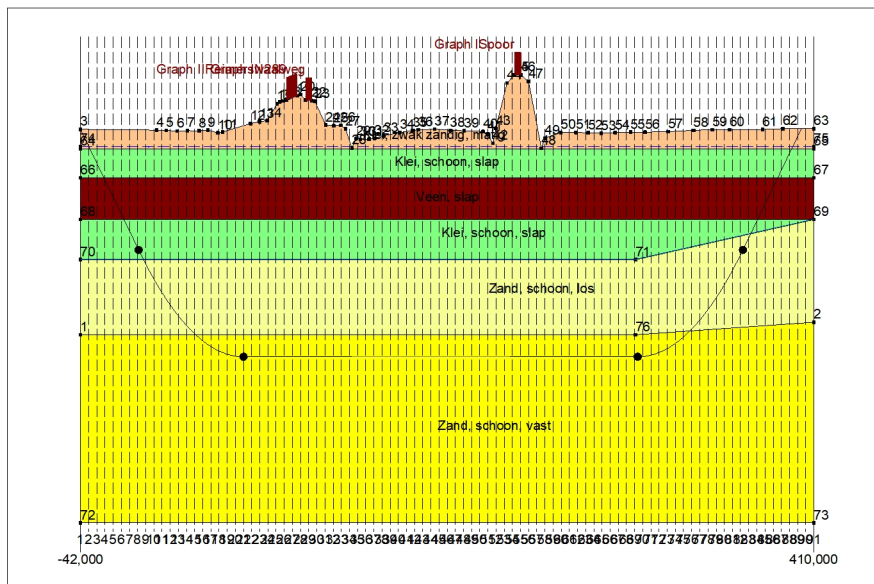
Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [grad]	Su top [kN/m ²]	Su onder [kN/m ²]
Klei, zwak zandig, matig	17,00	17,00	5,00	22,50	120,00	120,00
Klei, schoon, slap	14,00	14,00	2,50	17,50	35,00	35,00
Veen, slap	11,00	11,00	1,50	15,00	25,00	25,00
Zand, schoon, los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Zand, schoon, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

Naam	Grondtype	Emod 100 [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Klei, zwak zandig, matig	Clay	6000,00	-	-
Klei, schoon, slap	Clay	500,00	-	-
Veen, slap	Peat	200,00	-	-
Zand, schoon, los	Sand	15000,00	-	-
Zand, schoon, vast	Sand	60000,00	-	-

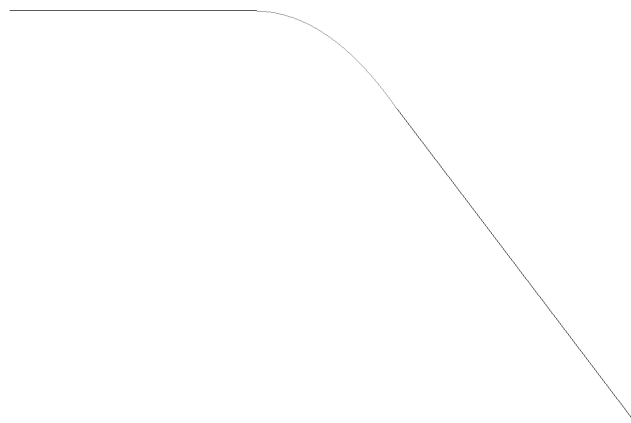
Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [grad]	Nu [-]
Klei, zwak zandig, matig	-	-	0,20
Klei, schoon, slap	-	-	0,20
Veen, slap	-	-	0,40
Zand, schoon, los	-	-	0,30
Zand, schoon, vast	-	-	0,30

2.8 Geometrie

2.8.1 Geometrie Sectie, Detail



2.8.2 Geometrie Bovenaanzicht



2.9 Berekenings Verticalen

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
1	-42,000	1,370
2	-36,978	0,024
3	-31,956	-1,321
4	-26,934	-2,667
5	-21,912	-4,013
6	-16,890	-5,358
7	-11,868	-6,704
8	-6,846	-8,049
9	-1,824	-9,354
10	3,198	-10,550
11	8,220	-11,636
12	13,242	-12,615
13	18,264	-13,489
14	23,286	-14,257
15	28,308	-14,921
16	33,330	-15,482
17	38,352	-15,941
18	43,374	-16,297
19	48,396	-16,553
20	53,418	-16,707
21	58,440	-16,760
22	63,462	-16,760
23	68,484	-16,760
24	73,506	-16,760
25	78,528	-16,760
26	83,550	-16,760
27	88,572	-16,760
28	93,594	-16,760
29	98,616	-16,760
30	103,638	-16,760
31	108,660	-16,760
32	113,682	-16,760
33	118,704	-16,760
34	123,726	-16,760
35	128,748	-16,760
36	133,770	-16,760
37	138,792	-16,760
38	143,814	-16,760
39	148,836	-16,760
40	153,858	-16,760
41	158,880	-16,760
42	163,902	-16,760
43	168,924	-16,760
44	173,946	-16,760
45	178,968	-16,760
46	183,990	-16,760
47	189,012	-16,760
48	194,034	-16,760
49	199,056	-16,760
50	204,078	-16,760
51	209,100	-16,760
52	214,122	-16,760
53	219,144	-16,760
54	224,166	-16,760
55	229,188	-16,760
56	234,210	-16,760
57	239,232	-16,760
58	244,254	-16,760
59	249,276	-16,760
60	254,298	-16,760
61	259,320	-16,760
62	264,342	-16,760

Verticaal nr.	L-coörd. [m]	Z-coörd. [m]
63	269,364	-16,760
64	274,386	-16,760
65	279,408	-16,760
66	284,430	-16,760
67	289,452	-16,760
68	294,474	-16,760
69	299,496	-16,760
70	304,518	-16,742
71	309,540	-16,631
72	314,562	-16,419
73	319,584	-16,105
74	324,606	-15,690
75	329,628	-15,173
76	334,650	-14,553
77	339,672	-13,829
78	344,694	-13,000
79	349,716	-12,067
80	354,738	-11,026
81	359,760	-9,877
82	364,782	-8,618
83	369,804	-7,277
84	374,826	-5,932
85	379,848	-4,586
86	384,870	-3,240
87	389,892	-1,895
88	394,914	-0,549
89	399,936	0,797
90	404,958	n.a.
91	409,980	n.a.

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coördinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coördinaat.

2.10 Verkeersbelasting

N289		
L begin	84,83	[m]
L einde	91,43	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	
Reimerswaalweg		
L begin	96,97	[m]
L einde	100,43	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph II	
Spoor		
L begin	225,44	[m]
L einde	229,39	[m]
Belastingsmodel (grafiektype)	Graph I	

2.11 Configuratie van de Pijpleiding

X coördinaat linker punt	-42,000	[m]
Y coördinaat linker punt	0,000	[m]
Z coördinaat linker punt	1,370	[m]
X coördinaat rechter punt	383,550	[m]
Y coördinaat rechter punt	-94,800	[m]
Z coördinaat rechter punt	1,430	[m]
Hoek links	15,0000	[grd]
Hoek rechts	15,0000	[grd]
Kromtestraal links, verticaal in/uit	250,000	[m]
Kromtestraal rechts, verticaal in/uit	250,000	[m]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	500,000	[m]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-16,760	[m]

Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen) 0,0000 [grad]
 Aantal horizontale bochten: 1
 De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

Bocht nr.	X1-coörd. [m]	Y1-coörd. [m]	X2-coörd. [m]	Y2-coörd. [m]	Kromtestraal [m]	Richting
1	125,300	0,000	219,800	-22,200	220,000	links

2.12 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975,00	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,00	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]

Lineaire uitzettingscoëff. (alfa_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Uitwendige diameter leiding	315,00	[mm]
Wanddikte (Nominiaal)	28,70	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[bar]
Incidentele druk	0,00	[bar]
Temperatuur variatie	0,00	[gr C]

2.13 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Opleghoek	30	[grd]
Belastingshoek	30	[grd]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[grd]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m²]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoëfficiënt leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]

2.14 Boorvloeistof Gegevens

Uitwendige diameter boorgat pilotboring	0,300	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,170	[m]
Uitwendige diameter boorgat voorruimen	0,500	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,170	[m]
Uitwendige diameter uiteindelijke boorgat	1,000	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,630	[m]
Debiet tijdens pilotboring	500,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens voorruimen	1000,0000	[liter/minuut]
Debiet tijdens intrekken	1000,0000	[liter/minuut]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,5	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

2.15 Factoren

(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
(Polyetheen)Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht		
van materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor (gedraineerde) cohesie C	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor ongedraineerde schuifsterkte Su	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie) (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor testdruk (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor aanlegbelasting (Polyetheen)	1,00	[-]
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q _n ;r (Polyetheen)	1,50	[-]
Belastingsfactor temperatuur (Polyetheen)	1,10	[-]
Belastingsfactor verkeersbelasting (Polyetheen)	1,35	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie stalen leiding	15,00	[%]
Toelaatb. deflectie stalen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaat. deflectie polyetheen leiding bij inspectie ('piggability')	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]

Veiligheidsfactor dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheidsfactor dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]
Verhouding H/Do voor grens tussen ondiepe en diepe situatie	7,50	[-]

2.16 Rekenopties

Stress analyse optie : Standaard

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistof Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	225
2	189	189	18	238
3	84	84	36	250
4	92	92	54	263
5	87	87	72	276
6	99	99	90	289
7	137	137	108	302
8	157	157	127	315
9	164	164	144	327
10	256	276	160	338
11	284	369	175	348
12	308	440	189	357
13	330	494	202	365
14	350	541	213	371
15	367	568	223	376
16	528	843	232	380
17	570	929	240	383
18	585	966	247	384
19	607	1016	252	385
20	625	1057	257	384
21	638	1085	260	382
22	648	1106	262	379
23	655	1121	265	377
24	664	1139	267	374
25	721	1259	270	372
26	741	1300	272	369
27	753	1326	275	367
28	765	1351	277	364
29	742	1303	280	362
30	721	1258	282	359
31	647	1103	285	357
32	638	1085	287	354
33	638	1085	290	352
34	576	955	292	349
35	583	969	295	347
36	581	965	297	344
37	585	974	300	342
38	594	992	302	339
39	601	1008	305	337
40	608	1022	307	334
41	614	1035	310	332
42	620	1046	312	329
43	622	1051	315	327
44	623	1053	317	324
45	622	1052	320	322
46	619	1046	322	319
47	618	1042	325	317
48	617	1040	327	314
49	616	1038	330	312
50	615	1036	332	309
51	599	1003	335	307
52	631	1071	337	304
53	766	1354	340	302
54	834	1497	342	299
55	843	1516	345	297
56	813	1454	348	294
57	641	1091	350	292

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
58	585	974	353	289
59	598	1000	355	287
60	609	1025	358	284
61	609	1025	360	282
62	609	1025	363	279
63	609	1023	365	277
64	607	1021	368	274
65	606	1019	370	272
66	608	1022	373	269
67	609	1025	375	267
68	610	1027	378	264
69	611	1028	380	262
70	613	1035	382	259
71	610	1033	384	255
72	603	1018	384	250
73	590	990	383	244
74	569	945	380	237
75	522	854	377	228
76	366	569	372	219
77	349	545	367	208
78	330	514	360	196
79	308	466	351	182
80	283	406	342	168
81	254	330	331	152
82	222	235	319	135
83	143	143	307	117
84	106	106	294	99
85	92	92	281	81
86	83	83	268	63
87	88	88	255	45
88	119	119	242	27
89	103	103	229	9

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	162	162	16	18
3	93	93	33	36
4	94	94	49	54
5	89	89	66	72
6	100	100	82	90
7	135	135	99	108
8	156	156	115	127
9	177	177	131	144
10	232	232	146	160
11	284	314	159	175
12	308	383	171	189
13	330	441	182	202
14	350	491	192	213
15	367	531	201	223
16	491	683	208	232
17	553	772	214	240
18	574	812	219	247
19	597	861	223	252
20	616	899	226	257
21	630	925	227	260
22	639	943	228	262
23	646	955	229	265
24	655	970	230	267
25	711	1075	231	269
26	730	1110	232	268
27	742	1133	233	267
28	754	1155	234	266

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
29	732	1113	234	265
30	711	1074	235	264
31	638	940	236	263
32	629	924	237	262
33	630	925	238	261
34	568	813	239	260
35	575	825	240	259
36	573	822	241	259
37	577	829	242	258
38	585	845	243	257
39	593	858	244	256
40	600	871	245	255
41	606	882	245	254
42	611	891	246	253
43	613	895	247	252
44	615	897	248	251
45	614	896	249	250
46	611	891	250	249
47	609	888	251	248
48	608	886	252	248
49	607	884	253	247
50	606	882	254	246
51	591	854	255	245
52	623	912	256	244
53	755	1157	256	243
54	822	1283	257	242
55	830	1299	258	241
56	802	1245	259	240
57	632	929	260	239
58	577	830	261	238
59	589	852	262	237
60	601	873	263	237
61	601	873	264	236
62	601	872	265	235
63	600	871	266	234
64	599	869	267	233
65	598	867	267	232
66	600	870	268	231
67	601	873	267	230
68	602	875	264	229
69	603	876	262	228
70	604	883	259	227
71	602	881	255	225
72	594	866	250	222
73	578	837	244	217
74	551	791	237	211
75	481	693	228	205
76	366	544	219	196
77	349	509	208	187
78	330	467	196	177
79	308	414	182	165
80	283	352	168	152
81	254	279	152	138
82	196	196	135	123
83	143	143	117	106
84	107	107	99	90
85	94	94	81	73
86	87	87	63	57
87	93	93	45	41
88	159	159	27	24
89	25	25	9	8

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	56	56	16	16
3	106	106	33	33
4	101	101	49	49
5	96	96	65	66
6	104	104	81	82
7	131	131	98	99
8	155	155	114	115
9	131	131	130	131
10	188	188	144	146
11	248	248	158	159
12	303	303	170	171
13	330	353	181	182
14	350	400	190	192
15	367	438	199	201
16	388	479	206	208
17	507	558	212	214
18	542	594	217	219
19	571	632	221	223
20	593	662	223	226
21	606	681	225	227
22	616	693	225	228
23	622	702	226	229
24	630	713	227	230
25	684	787	228	231
26	702	812	229	232
27	714	829	229	233
28	725	844	230	234
29	704	814	231	234
30	684	787	232	235
31	614	691	233	236
32	606	680	233	237
33	606	681	234	238
34	548	603	235	239
35	554	611	236	240
36	552	609	237	241
37	556	613	237	242
38	564	624	238	243
39	571	634	239	244
40	578	643	240	245
41	584	650	241	245
42	589	657	241	246
43	591	660	242	246
44	592	661	243	246
45	591	660	244	245
46	589	657	244	244
47	587	655	245	243
48	586	654	246	242
49	585	652	247	242
50	584	651	246	241
51	569	631	245	240
52	600	672	244	239
53	726	846	243	238
54	790	936	242	238
55	798	948	241	237
56	771	909	240	236
57	609	684	239	235
58	556	614	238	234
59	568	629	237	234
60	579	644	237	233
61	579	644	236	232
62	579	644	235	231
63	578	643	234	230

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
64	577	642	233	230
65	576	640	232	229
66	578	642	231	228
67	579	644	230	227
68	580	646	229	227
69	581	646	228	226
70	582	653	227	225
71	579	651	225	223
72	567	638	222	219
73	545	613	217	215
74	503	572	211	209
75	384	491	205	203
76	366	455	196	195
77	349	420	187	186
78	330	379	177	175
79	308	331	165	164
80	277	277	152	151
81	219	219	138	137
82	158	158	123	122
83	143	143	106	105
84	110	110	90	89
85	99	99	73	73
86	99	99	57	57
87	104	104	41	40
88	98	98	24	24
89	0	0	8	8

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

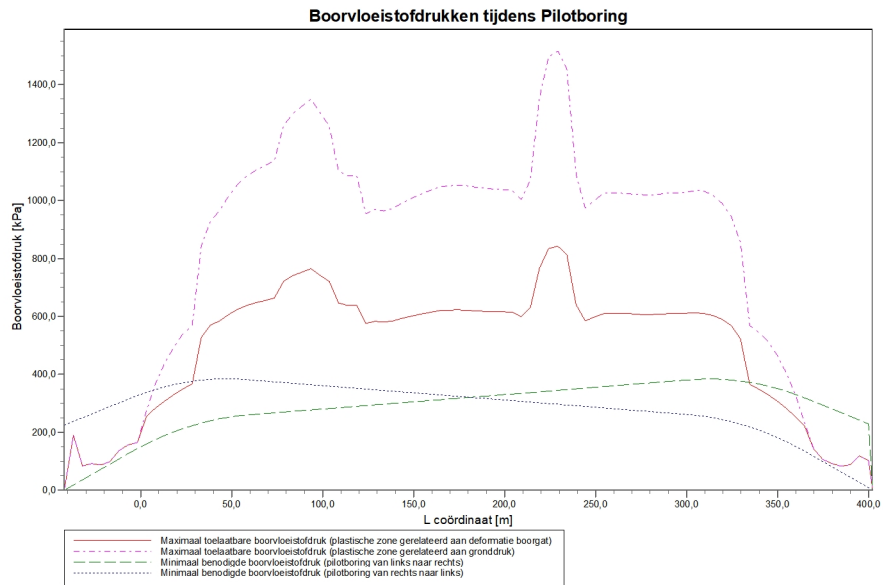
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	0	0	-	voldoet
2	15	0	-	voldoet
3	31	13	2,34	voldoet
4	46	27	1,74	voldoet
5	62	40	1,54	voldoet
6	77	54	1,44	voldoet
7	93	67	1,39	voldoet
8	108	80	1,35	voldoet
9	123	94	1,32	voldoet
10	137	105	1,30	voldoet
11	150	116	1,29	voldoet
12	161	126	1,28	voldoet
13	171	135	1,27	voldoet
14	180	143	1,26	voldoet
15	187	149	1,26	voldoet
16	194	155	1,25	voldoet
17	199	159	1,25	voldoet
18	203	163	1,25	voldoet
19	206	166	1,25	voldoet
20	208	167	1,24	voldoet
21	209	168	1,24	voldoet
22	209	168	1,24	voldoet
23	209	168	1,24	voldoet
24	209	168	1,24	voldoet
25	209	168	1,24	voldoet
26	209	168	1,25	voldoet
27	209	168	1,25	voldoet
28	209	168	1,25	voldoet
29	209	168	1,25	voldoet
30	209	168	1,25	voldoet
31	209	168	1,25	voldoet
32	209	168	1,25	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
33	209	168	1,25	voldoet
34	209	168	1,25	voldoet
35	209	168	1,25	voldoet
36	209	168	1,25	voldoet
37	209	168	1,25	voldoet
38	209	168	1,25	voldoet
39	209	168	1,25	voldoet
40	209	168	1,25	voldoet
41	209	168	1,25	voldoet
42	209	168	1,25	voldoet
43	209	168	1,25	voldoet
44	209	168	1,25	voldoet
45	209	168	1,25	voldoet
46	209	168	1,25	voldoet
47	209	168	1,25	voldoet
48	209	168	1,25	voldoet
49	209	168	1,25	voldoet
50	209	168	1,25	voldoet
51	209	168	1,25	voldoet
52	209	168	1,25	voldoet
53	209	168	1,25	voldoet
54	209	168	1,25	voldoet
55	209	168	1,25	voldoet
56	209	168	1,25	voldoet
57	209	168	1,25	voldoet
58	209	168	1,25	voldoet
59	209	168	1,25	voldoet
60	209	168	1,25	voldoet
61	209	168	1,25	voldoet
62	209	168	1,25	voldoet
63	209	168	1,25	voldoet
64	209	168	1,25	voldoet
65	209	168	1,25	voldoet
66	209	168	1,25	voldoet
67	209	168	1,25	voldoet
68	209	168	1,25	voldoet
69	209	168	1,25	voldoet
70	209	167	1,25	voldoet
71	208	166	1,25	voldoet
72	205	164	1,25	voldoet
73	202	161	1,25	voldoet
74	197	157	1,25	voldoet
75	191	152	1,26	voldoet
76	184	146	1,26	voldoet
77	175	138	1,27	voldoet
78	166	130	1,28	voldoet
79	155	121	1,29	voldoet
80	143	110	1,30	voldoet
81	130	99	1,32	voldoet
82	116	86	1,34	voldoet
83	100	73	1,38	voldoet
84	85	59	1,43	voldoet
85	69	46	1,51	voldoet
86	54	32	1,66	voldoet
87	38	19	2,02	voldoet
88	23	5	4,14	voldoet
89	7	0	-	voldoet

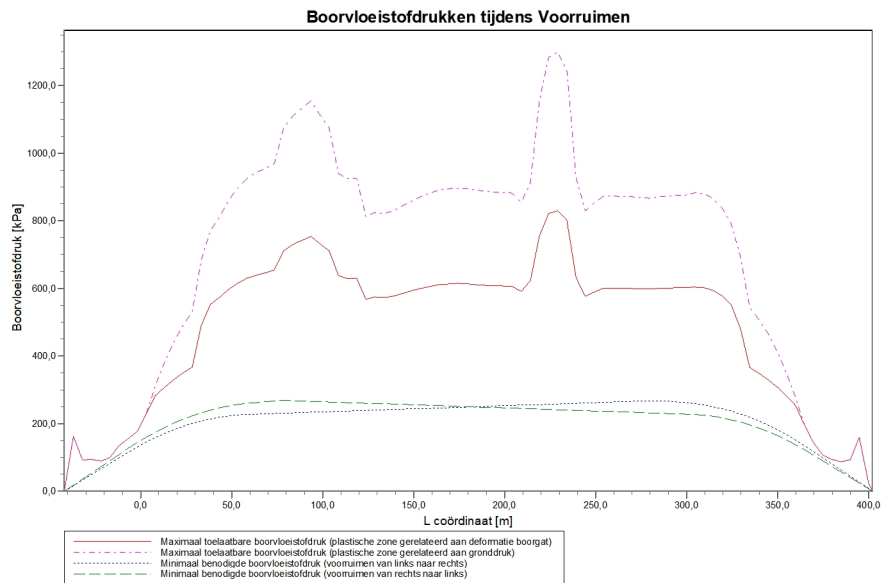
De statische boorvloeistofdruk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van boorvloeistofdruk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

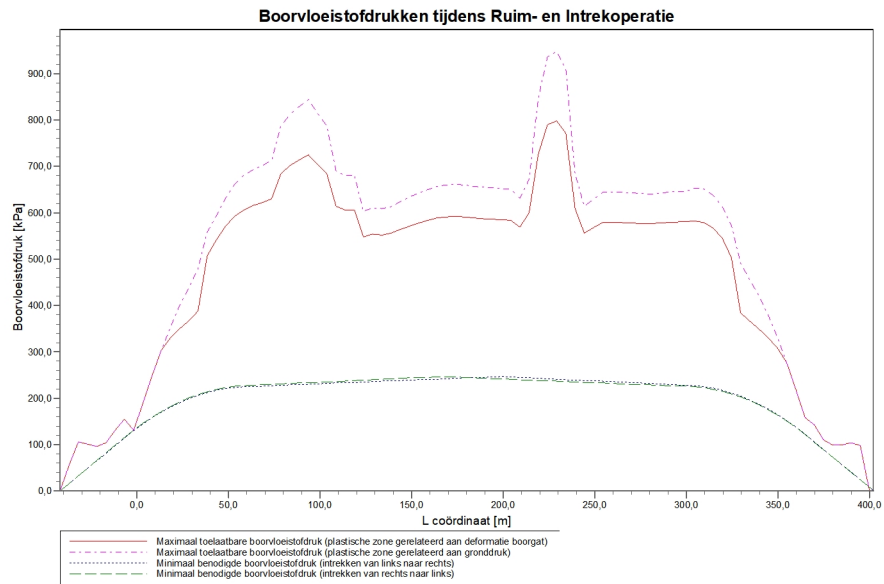
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Data

4.1 Grondmechanische Parameters Pipe 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q_v;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q_v;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q_h;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q_v;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q_verkeer	Verkeersbelasting	kN/m ²
q_v;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q_h;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k_v;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k_v;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k_h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t_max	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d_max	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	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	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5

Verticaal nr.	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]
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5

Verticaal nr.	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]
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q _v ;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q _{verkeer} ;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q _v ;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 407904 kN/m ³

4.2 Grondmechanische Parameters Pipe 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	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 _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	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	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5

Verticaal nr.	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]
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q _v ;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q _{verkeer} ;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q _v ;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 407904 kN/m ³

4.3 Grondmechanische Parameters Pipe 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
k _h	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
t _{max}	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
d _{max}	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	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 _{verkeer} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	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	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5

Verticaal nr.	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]
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q _v ;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q _{verkeer} ;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q _v ;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k _v ;max = 407904 kN/m ³

4.4 Grondmechanische Parameters Pipe 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast.

q _v ;p	Passieve grondspanning	kN/m ²
q _v ;n	Neutrale grondspanning	kN/m ²
q _h ;n	Neutrale horizontale grondspanning	kN/m ²
q _v ;r;n	Gereduceerde neutrale grondspanning	kN/m ²
q _{verkeer}	Verkeersbelasting	kN/m ²
q _v ;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
q _h ;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
k _v ;bot	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
k _v ;top	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³

k_h Horizontaal beddinggetal kN/m³
t_{max} Maximale wrijving leiding-boorvloeistof kN/m²
d_{max} Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	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 _{verkeer} [kN/m ²]	q _{v;e} [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	97
2	44	21	15	21	0	213
3	60	28	21	28	0	252
4	51	34	25	34	0	212
5	52	35	17	22	0	219
6	54	36	17	23	0	246
7	80	40	18	24	0	337
8	90	45	19	26	0	375
9	346	51	19	26	0	1376
10	405	62	19	26	0	1660
11	457	71	19	25	0	1912
12	501	80	16	21	0	2134
13	540	87	14	19	0	2333
14	577	94	13	18	0	2529
15	607	100	13	17	0	4736
16	1181	106	12	17	0	5019
17	1222	111	12	17	0	5227
18	1238	113	12	17	0	5306
19	1287	118	12	17	0	5562
20	1333	123	12	17	0	5799
21	1368	127	12	17	0	5985
22	1397	130	12	17	0	6136
23	1417	133	12	17	0	6241
24	1442	135	13	17	0	6372
25	1607	154	13	17	0	7264
26	1662	161	13	17	0	7565
27	1698	165	13	17	2	7764
28	1732	169	13	17	0	7949
29	1667	161	13	17	0	7591
30	1605	154	13	17	0	7254
31	1392	130	12	17	0	6112
32	1368	127	12	17	0	5981
33	1368	127	12	17	0	5984
34	1188	107	12	16	0	5053
35	1208	109	12	17	0	5152
36	1202	109	12	17	0	5125
37	1214	110	12	17	0	5182
38	1239	113	12	17	0	5313
39	1261	115	12	17	0	5425
40	1281	117	12	17	0	5531
41	1299	119	12	17	0	5623
42	1314	121	12	17	0	5703
43	1321	122	12	17	0	5734
44	1324	122	12	17	0	5754
45	1322	122	12	17	0	5741
46	1314	121	12	17	0	5699
47	1309	120	12	17	0	5675
48	1306	120	12	17	0	5661
49	1303	120	12	17	0	5644
50	1300	119	12	17	0	5627
51	1254	114	12	17	0	5392
52	1348	125	12	17	0	5878
53	1736	170	13	17	0	7972
54	1930	193	13	18	0	9061
55	1955	196	13	18	2	9205
56	1872	186	13	18	0	8730
57	1376	128	12	17	0	6023
58	1215	110	12	17	0	5188
59	1251	114	12	17	0	5373
60	1285	118	12	17	0	5549
61	1285	118	12	17	0	5549

Verticaal nr.	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_verkeer [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
62	1284	118	12	17	0	5547
63	1282	117	12	17	0	5536
64	1279	117	12	17	0	5519
65	1276	117	12	17	0	5504
66	1281	117	12	17	0	5527
67	1285	118	12	17	0	5548
68	1288	118	12	17	0	5564
69	1289	118	12	17	0	5573
70	1294	119	12	17	0	5598
71	1292	119	12	17	0	5587
72	1280	117	12	17	0	5527
73	1258	115	12	16	0	5416
74	1229	112	12	16	0	5266
75	1189	107	12	16	0	5066
76	618	103	12	16	0	4838
77	591	97	12	17	0	2601
78	559	91	13	17	0	2432
79	520	83	14	18	0	2233
80	474	75	15	20	0	2002
81	423	65	17	24	0	1747
82	364	55	17	23	0	1466
83	299	43	17	22	0	1165
84	76	37	16	22	0	318
85	54	36	16	22	0	225
86	53	35	16	22	0	220
87	66	32	24	32	0	277
88	56	27	20	27	0	236
89	12	9	6	9	0	226

Verticaal nr.	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	18	0	0	0	0,05	7,5
2	115	11052	430	7736	0,05	7,5
3	60	220	1106	154	0,05	7,5
4	51	127	260	89	0,05	7,5
5	52	131	148	92	0,05	7,5
6	54	290	129	203	0,05	7,5
7	80	356	221	249	0,05	7,5
8	90	9709	340	6796	0,05	7,5
9	346	22553	2426	15787	0,05	7,5
10	405	24643	18629	17250	0,05	7,5
11	457	26382	23177	18467	0,05	7,5
12	501	27840	24792	19488	0,05	7,5
13	540	43220	26168	30254	0,05	7,5
14	577	98280	27460	68796	0,05	7,5
15	607	144620	28469	101234	0,05	7,5
16	1181	149195	50393	104436	0,05	7,5
17	1222	152286	82761	106600	0,05	7,5
18	1238	153446	108288	107412	0,05	7,5
19	1287	157147	129710	110003	0,05	7,5
20	1333	160527	144396	112369	0,05	7,5
21	1368	163128	149097	114190	0,05	7,5
22	1397	165222	151346	115655	0,05	7,5
23	1417	166676	152906	116673	0,05	7,5
24	1442	168460	154817	117922	0,05	7,5
25	1607	180243	167373	126170	0,05	7,5
26	1662	184076	171437	128853	0,05	7,5
27	1698	186575	174081	130603	0,05	7,5
28	1732	188877	176513	132214	0,05	7,5
29	1667	184408	171788	129085	0,05	7,5
30	1605	180110	167233	126077	0,05	7,5
31	1392	164896	150996	115427	0,05	7,5
32	1368	163076	149041	114153	0,05	7,5
33	1368	163124	149093	114187	0,05	7,5
34	1188	149694	134559	104786	0,05	7,5

Verticaal nr.	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]
35	1208	151161	136156	105813	0,05	7,5
36	1202	150764	135724	105535	0,05	7,5
37	1214	151616	136651	106132	0,05	7,5
38	1239	153539	138740	107477	0,05	7,5
39	1261	155175	140515	108623	0,05	7,5
40	1281	156708	142174	109696	0,05	7,5
41	1299	158027	143600	110619	0,05	7,5
42	1314	159157	144820	111410	0,05	7,5
43	1321	159609	145308	111726	0,05	7,5
44	1324	159888	145609	111922	0,05	7,5
45	1322	159708	145414	111796	0,05	7,5
46	1314	159108	144767	111375	0,05	7,5
47	1309	158766	144398	111136	0,05	7,5
48	1306	158568	144184	110998	0,05	7,5
49	1303	158329	143925	110830	0,05	7,5
50	1300	158085	143662	110660	0,05	7,5
51	1254	154687	139986	108281	0,05	7,5
52	1348	161640	147496	113148	0,05	7,5
53	1736	189170	176823	132419	0,05	7,5
54	1930	202273	190608	141591	0,05	7,5
55	1955	203952	192368	142766	0,05	7,5
56	1872	198357	186497	138850	0,05	7,5
57	1376	163662	149671	114563	0,05	7,5
58	1215	151707	136750	106195	0,05	7,5
59	1251	154419	139694	108093	0,05	7,5
60	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
61	1285	156961	142448	109873	0,05	7,5
62	1284	156928	142412	109850	0,05	7,5
63	1282	156778	142250	109745	0,05	7,5
64	1279	156532	141984	109573	0,05	7,5
65	1276	156310	141743	109417	0,05	7,5
66	1281	156643	142103	109650	0,05	7,5
67	1285	156941	142426	109859	0,05	7,5
68	1288	157184	142689	110029	0,05	7,5
69	1289	157304	142818	110113	0,05	7,5
70	1294	157665	143208	110365	0,05	7,5
71	1292	157512	141957	110258	0,05	7,5
72	1280	156657	129110	109660	0,05	7,5
73	1258	155044	108611	108531	0,05	7,5
74	1229	152866	81270	107006	0,05	7,5
75	1189	149913	48043	104939	0,05	7,5
76	618	146109	28834	102276	0,05	7,5
77	591	94832	27933	66382	0,05	7,5
78	559	38727	26831	27109	0,05	7,5
79	520	28471	25485	19930	0,05	7,5
80	474	26989	23852	18893	0,05	7,5
81	423	25260	21921	17682	0,05	7,5
82	364	23235	16639	16265	0,05	7,5
83	299	20890	1730	14623	0,05	7,5
84	76	9590	132	6713	0,05	7,5
85	54	196	129	137	0,05	7,5
86	53	132	222	92	0,05	7,5
87	66	176	311	123	0,05	7,5
88	118	6735	1070	4715	0,05	7,5
89	95	48910	15	34237	0,05	7,5

Maximale grondspanning	:	q_v;n;max = 196 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning (incl. verkeersbelastingen)	:	q_verkeer;max = 34 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondspanning	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)		
alleen voor verticalen in diepe situatie	:	k_v;max = 407904 kN/m ³

4.5 Young's Modulus per Laag per Verticaal

Laag nummer	Materiaalnaam	Bepalingtype
6	Klei, zwak zandig, matig	Berekend met E100
5	Klei, schoon, slap	Berekend met E100
4	Veen, slap	Berekend met E100
3	Klei, schoon, slap	Berekend met E100
2	Zand, schoon, los	Berekend met E100
1	Zand, schoon, vast	Berekend met E100

Laag nummer	Verticaal 1 (L=-42 m)		Verticaal 2 (L=-36,978 m)		Verticaal 3 (L=-31,956 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,960	0,000	1,953	0,000	1,946
5	0,163	0,210	0,163	0,210	0,162	0,209
4	0,084	0,091	0,084	0,090	0,084	0,090
3	0,227	0,287	0,226	0,287	0,226	0,286
2	10,606	15,296	10,594	15,288	10,582	15,280
1	61,185	98,405	61,153	98,386	61,121	98,366

Laag nummer	Verticaal 4 (L=-26,934 m)		Verticaal 5 (L=-21,912 m)		Verticaal 6 (L=-16,89 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,939	0,000	1,932	0,000	1,925
5	0,162	0,209	0,161	0,208	0,160	0,208
4	0,084	0,090	0,083	0,090	0,083	0,090
3	0,225	0,286	0,224	0,285	0,224	0,285
2	10,571	15,272	10,559	15,264	10,548	15,256
1	61,089	98,346	61,057	98,326	61,025	98,306

Laag nummer	Verticaal 7 (L=-11,868 m)		Verticaal 8 (L=-6,846 m)		Verticaal 9 (L=-1,824 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,918	0,000	1,911	0,000	1,904
5	0,160	0,207	0,159	0,207	0,159	0,206
4	0,083	0,089	0,083	0,089	0,082	0,089
3	0,223	0,284	0,223	0,284	0,222	0,283
2	10,536	15,248	10,524	15,240	10,513	15,232
1	60,992	98,286	60,960	98,266	60,928	98,246

Laag nummer	Verticaal 10 (L=3,198 m)		Verticaal 11 (L=8,22 m)		Verticaal 12 (L=13,242 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,897	0,000	1,877	0,000	1,846
5	0,158	0,206	0,156	0,204	0,154	0,202
4	0,082	0,089	0,082	0,088	0,081	0,087
3	0,222	0,283	0,220	0,281	0,218	0,279
2	10,501	15,224	10,467	15,200	10,416	15,166
1	60,896	98,226	60,802	98,167	60,662	98,081

Laag nummer	Verticaal 13 (L=18,264 m)		Verticaal 14 (L=23,286 m)		Verticaal 15 (L=28,308 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,822	0,000	1,848	0,000	1,844
5	0,152	0,200	0,154	0,202	0,154	0,201
4	0,080	0,086	0,081	0,087	0,081	0,087
3	0,216	0,277	0,218	0,279	0,218	0,279
2	10,375	15,137	10,419	15,167	10,412	15,163
1	60,549	98,011	60,669	98,085	60,652	98,075

Laag nummer	Verticaal 16 (L=33,33 m)		Verticaal 17 (L=38,352 m)		Verticaal 18 (L=43,374 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,862	0,000	1,824	0,000	1,678

Laag nummer	Verticaal 16 (L=33,33 m)		Verticaal 17 (L=38,352 m)		Verticaal 18 (L=43,374 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
5	0,155	0,203	0,152	0,200	0,140	0,189
4	0,081	0,088	0,080	0,087	0,075	0,082
3	0,219	0,280	0,216	0,277	0,205	0,267
2	10,443	15,184	10,379	15,140	10,134	14,973
1	60,736	98,127	60,561	98,018	59,893	97,607

Laag nummer	Verticaal 19 (L=48,396 m)		Verticaal 20 (L=53,418 m)		Verticaal 21 (L=58,44 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,851	0,000	2,066	0,000	2,276
5	0,154	0,202	0,172	0,219	0,190	0,235
4	0,081	0,087	0,087	0,094	0,094	0,100
3	0,218	0,279	0,235	0,295	0,251	0,310
2	10,424	15,171	10,783	15,420	11,131	15,665
1	60,685	98,095	61,680	98,714	62,660	99,329

Laag nummer	Verticaal 22 (L=63,462 m)		Verticaal 23 (L=68,484 m)		Verticaal 24 (L=73,506 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,471	0,000	2,606	0,000	2,770
5	0,206	0,251	0,217	0,261	0,231	0,274
4	0,100	0,107	0,105	0,111	0,110	0,116
3	0,266	0,325	0,277	0,335	0,290	0,347
2	11,453	15,895	11,673	16,055	11,940	16,250
1	63,581	99,913	64,219	100,320	64,999	100,821

Laag nummer	Verticaal 25 (L=78,528 m)		Verticaal 26 (L=83,55 m)		Verticaal 27 (L=88,572 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	3,834	0,000	4,176	0,000	4,398
5	0,320	0,360	0,348	0,388	0,366	0,406
4	0,144	0,150	0,155	0,161	0,162	0,168
3	0,374	0,428	0,402	0,455	0,420	0,472
2	13,619	17,521	14,141	17,929	14,475	18,194
1	70,084	104,172	71,717	105,277	72,776	106,002

Laag nummer	Verticaal 28 (L=93,594 m)		Verticaal 29 (L=98,616 m)		Verticaal 30 (L=103,638 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	4,602	0,000	4,205	0,000	3,823
5	0,383	0,422	0,350	0,390	0,319	0,359
4	0,169	0,174	0,156	0,162	0,144	0,149
3	0,436	0,488	0,404	0,457	0,373	0,428
2	14,779	18,437	14,185	17,964	13,601	17,507
1	73,748	106,671	71,858	105,373	70,028	104,134

Laag nummer	Verticaal 31 (L=108,66 m)		Verticaal 32 (L=113,682 m)		Verticaal 33 (L=118,704 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,441	0,000	2,271	0,000	2,275
5	0,203	0,248	0,189	0,235	0,190	0,235
4	0,099	0,106	0,094	0,100	0,094	0,100
3	0,264	0,322	0,251	0,310	0,251	0,310
2	11,403	15,860	11,123	15,659	11,130	15,665
1	63,438	99,822	62,637	99,315	62,658	99,328

Laag nummer	Verticaal 34 (L=123,726 m)		Verticaal 35 (L=128,748 m)		Verticaal 36 (L=133,77 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	0,938	0,000	1,096	0,000	1,053
5	0,078	0,133	0,091	0,144	0,088	0,141
4	0,053	0,060	0,058	0,065	0,056	0,064
3	0,151	0,217	0,162	0,227	0,159	0,224
2	8,890	14,161	9,153	14,328	9,083	14,283

Laag nummer	Verticaal 34 (L=123,726 m)		Verticaal 35 (L=128,748 m)		Verticaal 36 (L=133,77 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
1	56,644	95,648	57,311	96,044	57,131	95,937

Laag nummer	Verticaal 37 (L=138,792 m)		Verticaal 38 (L=143,814 m)		Verticaal 39 (L=148,836 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,144	0,000	1,343	0,000	1,508
5	0,095	0,148	0,112	0,163	0,126	0,175
4	0,059	0,066	0,065	0,072	0,070	0,077
3	0,165	0,230	0,180	0,244	0,192	0,255
2	9,234	14,379	9,568	14,596	9,847	14,780
1	57,517	96,168	58,386	96,690	59,122	97,136

Laag nummer	Verticaal 40 (L=153,858 m)		Verticaal 41 (L=158,88 m)		Verticaal 42 (L=163,902 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,660	0,000	1,789	0,000	1,898
5	0,138	0,187	0,149	0,197	0,158	0,206
4	0,075	0,082	0,079	0,085	0,082	0,089
3	0,204	0,266	0,214	0,275	0,222	0,283
2	10,103	14,952	10,320	15,099	10,503	15,225
1	59,809	97,556	60,398	97,918	60,901	98,229

Laag nummer	Verticaal 43 (L=168,924 m)		Verticaal 44 (L=173,946 m)		Verticaal 45 (L=178,968 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,942	0,000	1,968	0,000	1,951
5	0,162	0,209	0,164	0,211	0,163	0,210
4	0,084	0,090	0,084	0,091	0,084	0,090
3	0,225	0,286	0,227	0,288	0,226	0,287
2	10,576	15,276	10,620	15,307	10,591	15,287
1	61,102	98,354	61,226	98,431	61,146	98,381

Laag nummer	Verticaal 46 (L=183,99 m)		Verticaal 47 (L=189,012 m)		Verticaal 48 (L=194,034 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,893	0,000	1,860	0,000	1,841
5	0,158	0,205	0,155	0,203	0,153	0,201
4	0,082	0,089	0,081	0,088	0,080	0,087
3	0,222	0,282	0,219	0,280	0,218	0,279
2	10,495	15,220	10,440	15,182	10,408	15,160
1	60,879	98,216	60,727	98,121	60,639	98,067

Laag nummer	Verticaal 49 (L=199,056 m)		Verticaal 50 (L=204,078 m)		Verticaal 51 (L=209,1 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,818	0,000	1,794	0,000	1,459
5	0,152	0,199	0,150	0,198	0,122	0,172
4	0,080	0,086	0,079	0,086	0,069	0,075
3	0,216	0,277	0,214	0,275	0,189	0,252
2	10,369	15,133	10,329	15,106	9,764	14,726
1	60,532	98,001	60,424	97,934	58,903	97,003

Laag nummer	Verticaal 52 (L=214,122 m)		Verticaal 53 (L=219,144 m)		Verticaal 54 (L=224,166 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,135	0,000	4,628	0,000	5,786
5	0,178	0,224	0,386	0,424	0,482	0,519
4	0,090	0,096	0,170	0,175	0,208	0,213
3	0,240	0,300	0,438	0,490	0,532	0,582
2	10,898	15,501	14,818	18,468	16,491	19,836
1	62,003	98,916	73,871	106,757	79,342	110,613

Laag nummer	Verticaal 55 (L=229,188 m)		Verticaal 56 (L=234,21 m)		Verticaal 57 (L=239,232 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	5,935	0,000	5,440	0,000	2,326
5	0,495	0,531	0,453	0,491	0,194	0,239
4	0,212	0,218	0,196	0,202	0,096	0,102
3	0,544	0,594	0,504	0,554	0,255	0,314
2	16,699	20,009	16,000	19,429	11,213	15,724
1	80,036	111,112	77,717	109,453	62,895	99,478

Laag nummer	Verticaal 58 (L=244,254 m)		Verticaal 59 (L=249,276 m)		Verticaal 60 (L=254,298 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,153	0,000	1,432	0,000	1,685
5	0,096	0,149	0,119	0,170	0,140	0,189
4	0,059	0,066	0,068	0,075	0,076	0,082
3	0,166	0,231	0,187	0,250	0,206	0,267
2	9,250	14,389	9,719	14,695	10,145	14,980
1	57,558	96,192	58,782	96,929	59,922	97,625

Laag nummer	Verticaal 61 (L=259,32 m)		Verticaal 62 (L=264,342 m)		Verticaal 63 (L=269,364 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,685	0,000	1,682	0,000	1,667
5	0,140	0,189	0,140	0,189	0,139	0,188
4	0,076	0,082	0,076	0,082	0,075	0,082
3	0,206	0,267	0,205	0,267	0,204	0,266
2	10,145	14,980	10,139	14,977	10,114	14,960
1	59,922	97,625	59,907	97,616	59,840	97,575

Laag nummer	Verticaal 64 (L=274,386 m)		Verticaal 65 (L=279,408 m)		Verticaal 66 (L=284,43 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,643	0,000	1,621	0,000	1,653
5	0,137	0,186	0,135	0,184	0,138	0,187
4	0,074	0,081	0,074	0,080	0,075	0,081
3	0,202	0,264	0,201	0,263	0,203	0,265
2	10,074	14,933	10,037	14,908	10,092	14,945
1	59,730	97,507	59,630	97,446	59,780	97,538

Laag nummer	Verticaal 67 (L=289,452 m)		Verticaal 68 (L=294,474 m)		Verticaal 69 (L=299,496 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,683	0,000	1,707	0,000	1,718
5	0,140	0,189	0,142	0,191	0,143	0,192
4	0,076	0,082	0,076	0,083	0,077	0,083
3	0,206	0,267	0,207	0,269	0,208	0,270
2	10,141	14,978	10,181	15,005	10,201	15,019
1	59,913	97,619	60,021	97,686	60,075	97,719

Laag nummer	Verticaal 70 (L=304,518 m)		Verticaal 71 (L=309,54 m)		Verticaal 72 (L=314,562 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,718	0,000	1,730	0,000	1,745
5	0,143	0,192	0,144	0,192	0,145	0,194
4	0,077	0,083	0,077	0,084	0,077	0,084
3	0,208	0,267	0,209	0,265	0,210	0,264
2	10,143	15,040	10,097	15,077	10,059	15,119
1	60,161	97,855	60,308	98,038	60,474	98,232

Laag nummer	Verticaal 73 (L=319,584 m)		Verticaal 74 (L=324,606 m)		Verticaal 75 (L=329,628 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,761	0,000	1,797	0,000	1,836
5	0,147	0,195	0,150	0,198	0,153	0,201
4	0,078	0,085	0,079	0,086	0,080	0,087

Laag nummer	Verticaal 73 (L=319,584 m)		Verticaal 74 (L=324,606 m)		Verticaal 75 (L=329,628 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
3	0,211	0,262	0,214	0,262	0,217	0,262
2	10,020	15,160	10,016	15,225	10,018	15,293
1	60,640	98,426	60,899	98,678	61,170	98,937

Laag nummer	Verticaal 76 (L=334,65 m)		Verticaal 77 (L=339,672 m)		Verticaal 78 (L=344,694 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,874	0,000	1,902	0,000	1,925
5	0,156	0,204	0,158	0,206	0,160	0,208
4	0,081	0,088	0,082	0,089	0,083	0,090
3	0,220	0,262	0,222	0,261	0,224	0,260
2	10,020	15,360	10,002	15,415	9,978	15,465
1	61,440	99,195	61,658	99,421	61,859	99,637

Laag nummer	Verticaal 79 (L=349,716 m)		Verticaal 80 (L=354,738 m)		Verticaal 81 (L=359,76 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,938	0,000	1,938	0,000	1,939
5	0,161	0,209	0,161	0,209	0,162	0,209
4	0,083	0,090	0,083	0,090	0,084	0,090
3	0,225	0,259	0,225	0,256	0,225	0,253
2	9,935	15,503	9,868	15,526	9,803	15,550
1	62,010	99,821	62,103	99,969	62,200	100,120

Laag nummer	Verticaal 82 (L=364,782 m)		Verticaal 83 (L=369,804 m)		Verticaal 84 (L=374,826 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,942	0,000	1,944	0,000	1,947
5	0,162	0,209	0,162	0,209	0,162	0,209
4	0,084	0,090	0,084	0,090	0,084	0,090
3	0,225	0,251	0,225	0,248	0,226	0,245
2	9,741	15,576	9,678	15,602	9,614	15,628
1	62,304	100,275	62,409	100,430	62,513	100,585

Laag nummer	Verticaal 85 (L=379,848 m)		Verticaal 86 (L=384,87 m)		Verticaal 87 (L=389,892 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	1,958	0,000	1,988	0,000	2,018
5	0,163	0,210	0,166	0,213	0,168	0,215
4	0,084	0,091	0,085	0,092	0,086	0,092
3	0,227	0,243	0,229	0,243	0,231	0,242
2	9,566	15,664	9,554	15,721	9,541	15,777
1	62,655	100,763	62,883	100,994	63,110	101,225

Laag nummer	Verticaal 88 (L=394,914 m)		Verticaal 89 (L=399,936 m)	
	E-top [MPa]	E-onder [MPa]	E-top [MPa]	E-onder [MPa]
6	0,000	2,024	0,000	2,024
5	0,169	0,215	0,169	0,215
4	0,086	0,093	0,086	0,093
3	0,232	0,240	0,232	0,237
2	9,483	15,807	9,413	15,830
1	63,228	101,388	63,319	101,534

5 Gegevens voor Sterkteberekening

5.1 Algemene Gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	Npipes = 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Equivalente diameter leiding	:	Do = 831,29 mm
Equivalente nominale wanddikte	:	t = 41,62 mm
Equivalente volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 107801 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,50 kN/m ³
Kromtestraal op rollenbaan (intrekboog)	:	Rrol = 500,000 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 0% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	365	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	100	[kg/m]
Resultaat	:	265	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan ($f_1 = 0,10$)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof ($f_2 = 0,000050$ [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond ($f_3 = 0,20$)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkraft in de leiding. De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken.

Bij het berekenen van de trekkraften wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekkoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkraft wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkraft (kN)
T1	0	44
T2	37	65

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Karakteristieke waarde voor de trekkracht (kN)
T3	103	110
T4	346	269
T5	411	326
T6	448	346

De berekende waarden van de trekkracht zijn karakteristieke waarden waarop nog een totaal factor voor stochastische variatie en modelonzekerheid (f) van tenminste 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening, volgens art. E.1.2.1 van NEN 3650-1:2012. In de sterkteberekening (volgend hoofdstuk) is een factor van 1,80 gebruikt en een belasting factor van 1,00.

6 Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens van Pipe 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 1: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f1)/A = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,98	N/mm ²
---	---	------	-------------------

$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

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

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

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	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 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,35	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb)$	=	0,35	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

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

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

6.4 Toetsing op Implosie van Pipe 1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m².

7 Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens van Pipe 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

7.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 2: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\begin{aligned} \sigma_b &= M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) &= & 0,43 & \text{N/mm}^2 \\ \sigma_t &= f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A &= & 0,77 & \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,98	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25}$	=	3,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	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
---	---	------	-------------------

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

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

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 2: leiding no. 2

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

7.4 Toetsing op Implosie van Pipe 2: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m^2 .

8 Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens van Pipe 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

8.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 3: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = Mb/Wb = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f1)/A = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,98	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

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

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

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	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
---	---	------	-------------------

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

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

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 3: leiding no. 3

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

8.4 Toetsing op Implosie van Pipe 3: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m².

9 Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens van Pipe 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 315,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 28,70 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 bar
Test druk	:	pt = 0,00 bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 deg Celcius
Lengte leiding	:	L = 448 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Volumegegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale gereduc. vert. grondbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v;r;n;max = 34 kN/m ²
Verkeersbelasting (zonder veiligheidsfactor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	k_v;max = 203952 kN/m ³
Gebruikte straal (exclusief veiligheidsfactoren)	:	Rmin = 220,000 m
Belastingsfactor aanlegbelasting	:	f_install = 1,00
Belastingsfactor gereduc. neut. grondspan. q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Belastingsfactor ontwerpdruk	:	f_pd = 1,00
Belastingsfactor ontwerpdruk (combinatie)	:	f_pd;comb = 1,00
Belastingsfactor testdruk	:	f_pt = 1,00
Belastingsfactor temperatuur	:	f_temp = 1,10
Belastingsfactor verkeersbelasting	:	f_v = 1,35
Onzekerheidsfactor kromte straal	:	f_R = 1,10
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	:	f_kv = 2,00
Onzekerheidsfactor buigend moment	:	f_k = 1,40
Totaalfactor op trekkracht voor stoch. varia. en modelonzekerheid	:	f = 1,80
Lineaire uitzettingscoëfficiënt gemiddeld tussen t1 en t2	:	alfa_g = 0,0001600 mm/mmK

9.2 Resultaten Sterkteberekening van Pipe 4: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 28,7 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 0,77 \text{ N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,05	N/mm ²
---	---	------	-------------------

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,98	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A$	=	6,04	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	6,67	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

Belasting q_r op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$\lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25}$	=	3,3E-3	1/mm
---	---	--------	------

q_r	=	0,0148	N/mm ²
-------	---	--------	-------------------

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,87	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,57	N/mm ²
---	---	------	-------------------

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$\sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2))$	=	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
---	---	------	-------------------

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Tangentele spanning:

$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	0,52	N/mm ²
--	---	------	-------------------

$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g/W_w) \cdot D_o$	=	4,25	N/mm ²
---	---	------	-------------------

Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²
---	---	------	-------------------

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$\sigma_b = M_b/W_b = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot W_b)$	=	0,35	N/mm ²
--	---	------	-------------------

Ten gevolge van inwendige druk :

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

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,23	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,52	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,25	N/mm ²
'Rerounding'-factor F_{rr}	=	1,000	
'Rerounding'-factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,10	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen van Pipe 4: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

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

Belasting combinatie 2

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

Belasting combinatie 3

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

Belasting combinatie 4

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

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie 1A	Spannings combinatie 1B	Spannings combinatie 2	Spannings combinatie 3	Spannings combinatie 4
Sigma_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axiaal}	10,00 (kort)	1,05	6,67	-	-	-
Sigma_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,23	0,23
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,57	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	3,10	3,10

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 6,3 mm (2,01% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 25,2 mm (8,00% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie bij inspectie ('piggability') is 15,8 mm (5,00% x Do). De deflectie is toelaatbaar.

9.4 Toetsing op Implosie van Pipe 4: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentoniedruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 246 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare zijdelingse uitwendige druk van 1559 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 168 kN/m^2 , dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 280 kN/m^2 .

Einde Rapport

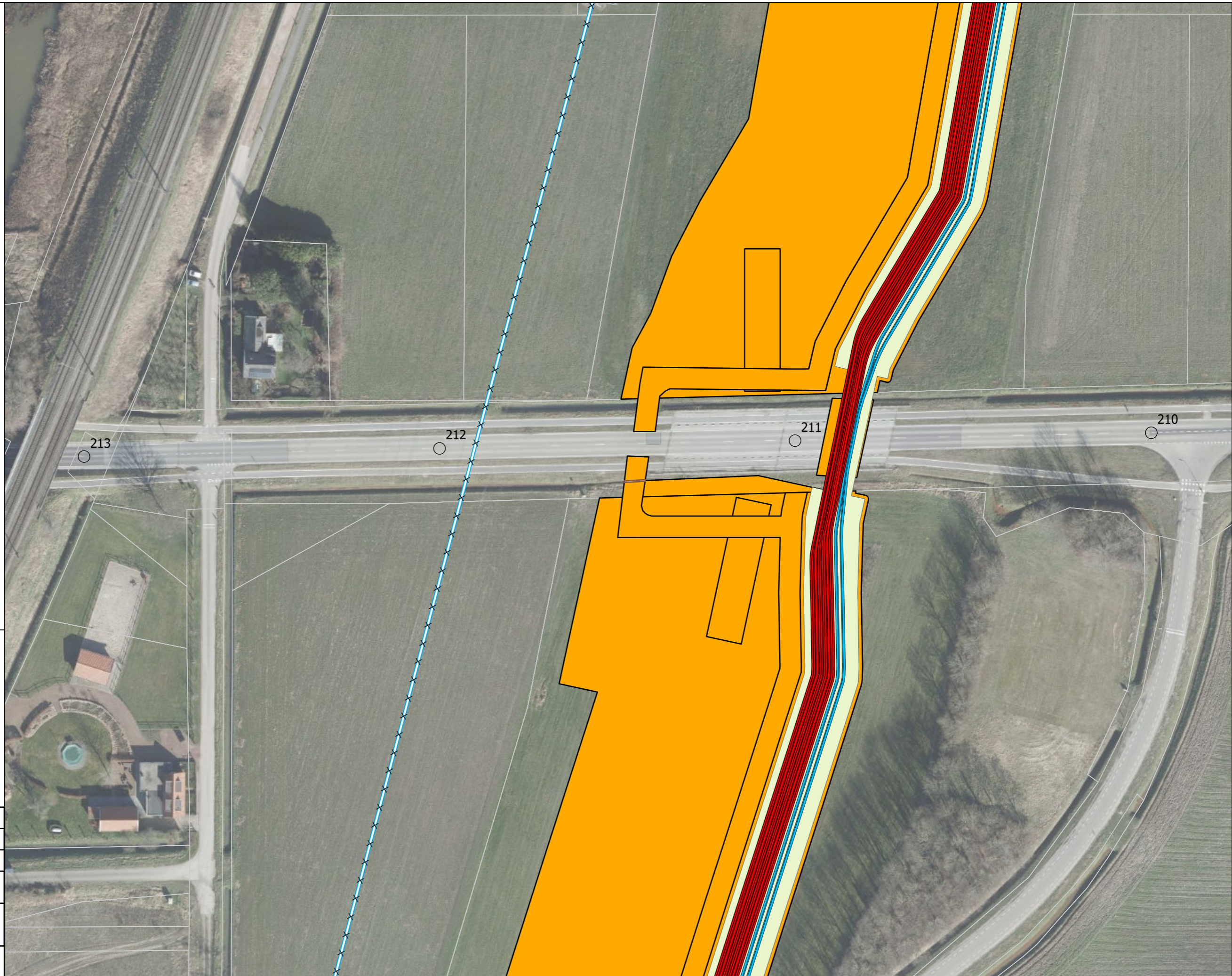
Aanvullende stukken

A.2aA 002.678.20 1226873 Kruising N289 boring 150-380_ kV



Legenda

- Bestaande 150 kV verbinding
- 150kV kabel (VKA2.0.1)
- 380kV kabel (VKA2.0.1)
- × × Te amoveren verbinding
- Werkterreinen
- Ontgraving
- Kadastrale percelen



Versie	2.0.1	Datum	5/25/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	DM-DA	Formaat	A3
Kenmerk	230525_Reimerswaalweg.aprx		

