

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland  
Gemeente Geldrop-Mierlo  
T.a.v. college van burgemeester en wethouders  
De Meent 2  
5664 GC GELDROPP  
Nederland

CLASSIFICATIE	C1 - Publieke Informatie
DATUM	18 augustus 2022
ONZE REFERENTIE	MBT-EHV-016.02
BEHANDELD DOOR	██████████
TELEFOON DIRECT	██████████
E-MAIL	████████████████████

**BETREFT** Aanvraag vergunning Verordening ondergrondse infrastructuur tijdelijke kabelverbinding MBT-EHV 380 kV

Geacht college,

Hierbij vraagt TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) een vergunning op grond van de Verordening ondergrondse infrastructuur Geldrop-Mierlo 2014 aan voor het realiseren van een tijdelijke kabelverbinding middels drie korte horizontaal gestuurde boringen (HDD) ter plaatse van de kruising met de Heiderschoor in de gemeente Geldrop-Mierlo. De tijdelijke kabelverbinding wordt gerealiseerd in het kader van het project Beter Benutten Bestaande 380 kV Maasbracht-Eindhoven.

## 1. Achtergrond

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt. Om die reden is TenneT voornemens de bestaande landelijke 380 kV ring, de 'ruggengraat' van het landelijk hoogspanningsnet, op te waarderen. Dit gebeurt binnen het programma Beter Benutten Bestaande 380 kV. Binnen het betreffende programma valt ook het deelproject Opwaardering 380 kV-verbinding Maasbracht-Eindhoven (MBT-EHV380).

Het opwaarderen van de 380kV ring, inclusief de hieronder vallende deelprojecten vallen onder de Rijkscoördinatierегeling.

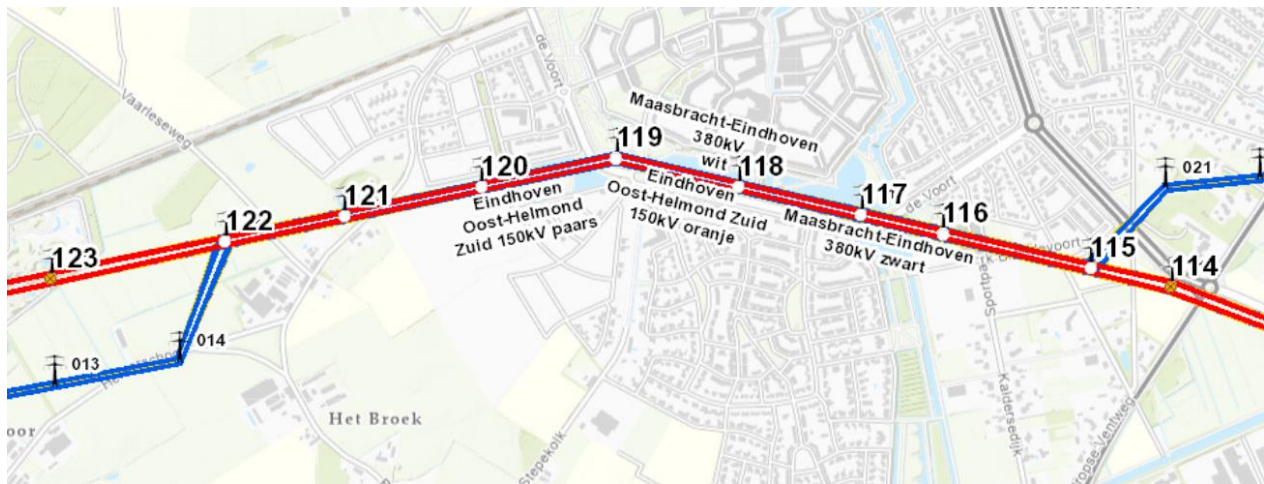
## 2. Werkzaamheden

Voor de opwaardering van de bestaande 380 kV verbinding MBT-EHV moeten diverse werkzaamheden worden uitgevoerd. In de basis betreft dit het ophangen van nieuwe HTLS (High Temperature Low Sag) geleiders met een hogere transportcapaciteit dan de huidige geleiders. De nieuwe geleiders zijn qua omvang en aantal gelijk aan de bestaande maar kunnen meer stroom transporteren, doordat ze hogere temperaturen kunnen weerstaan zonder te ver door te gaan hangen. De huidige hoogspanningsverbinding is bovendien inmiddels 50 jaar oud. Om deze reden worden ook andere onderdelen, zoals de isolatorkettingen en bliksemraden als levensduur verlengende activiteit vervangen. In dit kader zijn ook de hoogspanningsmasten en de mastfunderingen opnieuw constructief beschouwd en worden deze waar nodig versterkt.

Deze vergunningaanvraag heeft betrekking op het realiseren van een tijdelijke kabelverbinding, middels drie korte HDD-boringen, welke noodzakelijk is om de hierboven beschreven werkzaamheden uit te kunnen voeren. De werkzaamheden omtrent de tijdelijke kabelverbinding worden hieronder nader toegelicht.

### 2.1 Werkzaamheden tijdelijke kabelverbinding

Op de verbinding MBT-EHV 380kV is tussen mast 115 en mast 122 sprake van een zogenaamde combi-verbinding. Hier is de 150kV verbinding Eindhoven Oost – Helmond Zuid samen met de 380kV Maasbracht verbinding –Eindhoven opgenomen in één mast. In onderstaande afbeelding is de situatie weergegeven.

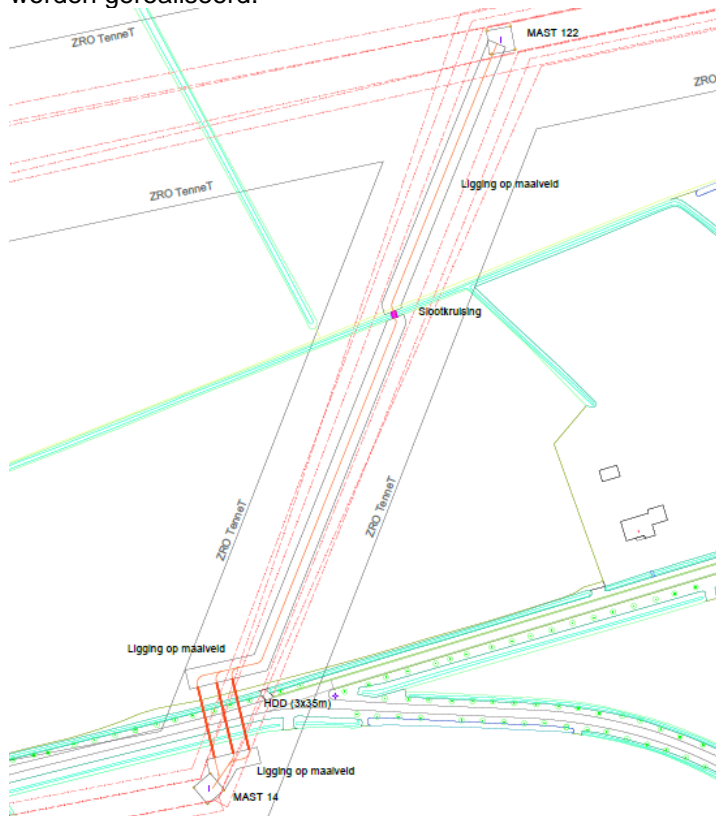


Figuur 1: Situatie hoogspanningsnet ter hoogte van Geldrop-Mierlo en Helmond

Gedurende de werkzaamheden aan de 380 kV verbinding zal één van beide circuits voor een bepaalde periode uit bedrijf worden genomen. De 380 kV verbinding bestaat uit een wit en een zwart circuit. De periode dat de spanning van het circuit af gaat wordt de VNB (Voorziene Niet Beschikbaarheid) periode genoemd. Gedurende de VNB-periode is er altijd 1 circuit in bedrijf van de 380 kV verbinding. Het vervangen van de geleiders aan het witte circuit ter plaatse van mast 122 (380 kV) kan vanwege veiligheidsredenen alleen plaatsvinden als de onderliggende 150 kV óók spanningsloos is. Dit betreft het oranje circuit van de 150 kV verbinding. De geleiders van de 150 kV verbinding bevinden zich namelijk onder de geleiders van de 380 kV verbinding en het is vanwege veiligheid niet toegestaan boven een in bedrijf zijnde verbinding te werken.

Bij het vervangen van de geleiders in het zwarte circuit, zal het paarse circuit eveneens spanningsloos zijn. Echter bij mast 122 kruist de 380kV verbinding ook het oranje circuit dat afbuigt naar mast 014 (150 kV). De bovengrondse verbinding zal dan ook uit bedrijf moeten om veilig te kunnen werken. Dan zou de situatie ontstaan dat beide 150kV circuit uit bedrijf zijn – hetgeen een niet acceptabele netsituatie is. Daarom is de oplossing gevonden om het lijndeel tussen mast 122 en 014 tijdelijk te verkabelen om op deze wijze dit circuit toch in bedrijf te kunnen houden. De bovengrondse geleiders zullen hierbij tussen de masten blijven hangen, maar deze zullen in de tijdelijke situatie spanningsloos zijn. De tijdelijke kabelverbinding zal wel onder spanning staan en de elektrische stroom transporteren.

De tijdelijke kabelverbinding wordt in beginsel aangebracht op het maaiveld en ter plaatse van de kruising met de Heiderschoor zal de tijdelijke kabelverbinding middels drie korte HDD-boringen (van circa 35 meter) worden gerealiseerd.



Figuur 2: Situatie ter hoogte van mast 122 (380kV) en mast 014 (150 kV)

Om de werkzaamheden uit te voeren zullen werkterreinen ingericht moeten worden waar materieel en materiaal opgesteld wordt (zoals een boorrig). Daarnaast worden in- en uittredepunten gerealiseerd en zijn uitlegstroken voor de mantelbuizen noodzakelijk. Vanaf de in- en uittredepunten wordt de tijdelijke kabelverbinding op het maaiveld naar de mastlocaties gebracht. Bij de slootkruising zal de verbinding op draglineschotten worden geplaatst. Er worden tijdelijke hekwerken geplaatst om de kabelverbinding op het maaiveld af te schermen. Onder de bestaande masten zal een tijdelijk opstijgpunt worden gebouwd. De tijdelijke opstijpunten worden op grond van bijlage 2 artikel 2 lid 20 van het Besluit omgevingsrecht (bouw)vergunningvrij gerealiseerd. Na afloop van de werkzaamheden zal het terrein weer in oorspronkelijk staat worden teruggebracht. De mantelbuizen van de HDD-boringen blijven wel achter en worden in afstemming met de grondeigenaren op diepte afgedopt.

Voor een gedetailleerde omschrijving van de werkzaamheden en het ontwerp van de tijdelijke kabelverbinding wordt verwezen naar het bijgevoegde systeemontwerp (bijlage 2) en de werkomschrijving van de HDD-boringen in bijlage 3.

### **3. Vergunning en procedures**

#### *3.1 Vergunning Verordening ondergrondse infrastructuur*

Voor de werkzaamheden als benoemd in paragraaf 2.1 vraagt TenneT hierbij een vergunning aan op grond van artikel 2.1 lid 1 van de Verordening ondergrondse infrastructuur Geldrop-Mierlo 2014.

#### *3.2 Rijkscoördinatieregeling*

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c Elektriciteitswet j° artikel 2 lid 1 onder a Uitvoeringsbesluit Rijkscoördinatieregeling energie-infrastructuurprojecten de Rijkscoördinatieregeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35). Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie van de besluiten.

In verband daarmee heeft de minister van Economische Zaken 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 van Economische Zaken. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerpbesluit gereed te hebben.
3. U wordt verzocht het ontwerpbesluit en later ook het besluit aan de minister van Economische Zaken te verzenden. Deze zal het besluit doorzenden naar TenneT.

### **4. Werkproces en overige vergunningen**

Voor het feitelijk uitvoeren van de werkzaamheden zullen nog diverse andere vergunningen en meldingen benodigd zijn, zoals bijvoorbeeld voor bemalingen, uitritten en verkeersmaatregelen. Voor deze aanvragen of meldingen zijn veel details nodig die door de aannemer worden uitgewerkt. Het aanvragen van deze vergunningen/meldingen zal daarom door de aannemer worden gedaan.

Met de eigenaren van de gronden waarop de masten staan heeft TenneT privaatrechtelijke overeenkomsten gesloten. De werkzaamheden worden in nauw overleg met alle rechthebbenden uitgevoerd.

#### *4.1 Planning*

De verwachting is dat de tijdelijke kabelverbinding gedurende één VNB-periode van het zwarte circuit van MBT-EHV 380kV aanwezig zal zijn. De gehele VNB-periode staat voorsnog gepland van circa juli 2024 tot en met februari 2025. Binnen deze periode zullen de werkzaamheden van de tijdelijke kabelverbinding ook moeten plaatsvinden. In totaal verwachten wij dat de tijdelijke kabelverbinding maximaal 6 maanden aanwezig zal zijn. Dit is inclusief voorbereidende- en opruimwerkzaamheden.

#### *4.2 Omgevingsveiligheid*

Aannemers worden contractueel verplicht te werken volgens de veiligheidsvoorschriften van TenneT, te weten:

- "General SHE requirements for contractors, referentie SSC 15-037"
- "Operational SHE requirements for contractors – Onshore NL, referentie SSC 16-004"

[\(https://www.tennet.eu/nl/bedrijf/safety-bij-tennet/safety-publicaties/\)](https://www.tennet.eu/nl/bedrijf/safety-bij-tennet/safety-publicaties/)



## 5. Ondertekening

Wij verzoeken u de vergunning op naam te stellen van TenneT TSO B.V.

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

**TenneT TSO B.V.**

T.a.v. [REDACTED]  
[REDACTED]

**Postbus 718  
6800 AS Arnhem**

Wij verzoeken u het ontwerpbesluit en het definitieve besluit te zenden naar:

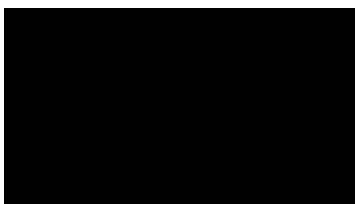
**Ministerie van Economische Zaken**

**T.a.v. Bureau Energieprojecten**

**Postbus 93144  
2509 AC Den Haag**

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor vragen of opmerkingen verzoeken wij u om contact op te nemen.

Hoogachtend,  
TenneT TSO B.V.



[REDACTED]  
Adviseur vergunningen

<b>Bijlagenblad ten behoeve van aanvraag vergunning VOI tijdelijke kabelverbinding gemeente Geldrop-Mierlo</b>						
<b>Project: Beter Benutten MBT-EHV 380 kV</b>						
<b>Status: Definitief</b>						
<b>Datum: 18-08-2022</b>						
<b>Nr.</b>	<b>Type</b>	<b>Omschrijving</b>	<b>Auteur</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Datum</b>	<b>Versie</b>
1	Tekening	Ontwerp en situatietekeningen HDD boringen EHVO-HMZ150 Oranje	Atron	3587-0622-01-BT01a  3587-0622-01-BT01b  3587-0622-01-BT01a	25-7-2022	Rev.3
2	Rapportage	Systeemontwerp tijdelijke kabelverbinding EHVO-HMZ150 Oranje	Ensol	ENSOL-RPT-2022-055	29-7-2022	Rev.3
3	MEMO	Memo ontwerp en werkschrijving HDD boringen kabelverbinding	Atron	3587-0622-01	27-7-2022	Rev.2

**Samenvatting**

Vergunning Id 404353  
Kenmerk (weg)beheerder  
Vergunninghouder TenneT TSO  
KvK nummer 09155985  
Status Goedkeuring aangevraagd

**Wegbeheerder****Gemeente Geldrop-Mierlo**

Adres De Meent 2  
5664GC Geldrop  
E-mail [REDACTED]  
Telefoon [REDACTED]

**Aanvrager****TenneT TSO B.V.**

Adres Limaweg 51  
2743 CC Waddinxveen  
E-mail [REDACTED]  
Telefoon [REDACTED]  
Kenmerk  
netbeheerder

**Aangevraagd door**

Gecreëerd door [REDACTED]  
E-mail [REDACTED]

Kantoor tel. [REDACTED]  
Mobiele Tel. [REDACTED]

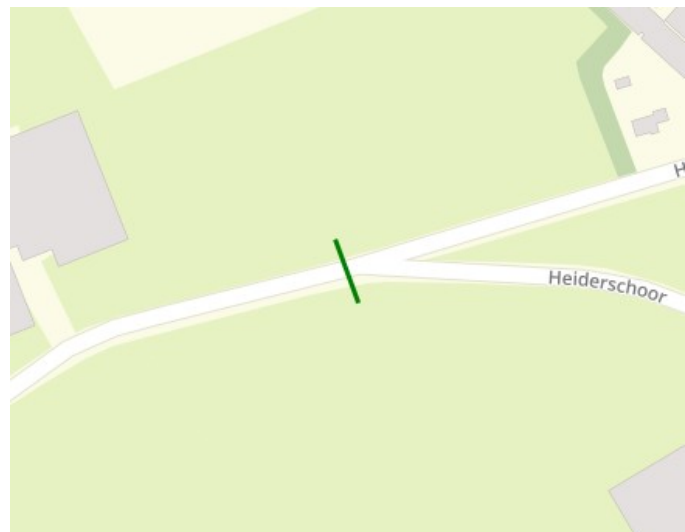
**Debiteur****TenneT TSO B.V.**

Adres Postbus 428 T.a.v.  
Crediteuren administratie  
6800 AK Arnhem  
KvK nummer 09155985

Digitale factuur [REDACTED]  
Telefoon [REDACTED]

**Vergunning locatie**

Adres Heiderschoor 2 A ,  
5731RG, Mierlo,  
Geldrop-Mierlo



### Aanvraagdetails

Aangevraagde geldigheidsperiode 1-7-2024 tot 1-3-2025

Type werk Groot Geprogrammeerd Werk

Type aanvraag Vergunning

Functie van locatie Weg

Opdrachtgever TenneT TSO B.V. ( ) ( ) Limaweg  
51, 2743 CC, Waddinxveen)

Vergunninghouder TenneT TSO ( ; ; Utrechtseweg 310, 6812 AR, Arnhem)  
KvK nummer: 09155985

Debiteur TenneT TSO B.V. ( ) Postbus 428 T.a.v.  
Crediteuren administratie, 6800 AK, Arnhem)  
KvK nummer: 09155985

Doel van de activiteiten Aanleg tijdelijke kabelverbinding middels drie korte HDD boringen onder  
de Heiderschoor ten behoeve van het project Beter Benutten Bestaande  
380 kV Maasbracht-Eindhoven

Voorziene verkeersmaatregelen Nog nader af te stemmen wanneer aannemer geselecteerd is.

Kabels en leidingen Materiaal:  
Buis - PE  
Anders:

Doel:  
Transportleiding

Beschrijving werkzaamheden en tracé Werkzaamheden:  
Aanleg leidingen

Omvang werkzaamheden:

3 Totaal aantal boringen

0 Totaal aantal persingen

0,00 Totale oppervlakte werkzaamheden (m2)

30,00 Totale lengte tracé op grond (weg-)beheerder (m)

Overige opmerkingen Lengte boring is 10 meter binnen perceel L 859 (Heiderschoor) per  
boring.

### Voorlopige leges berekening

Leges 2022 per m1 binnen bebouwde kom	Leges 2022 per m1 binnen bebouwde kom	per m	€ 57,90
	<b>Toegepaste lengte:</b> 30,00 m		
bebouwde kom	1,93 per m € 57,90		
Vaste leges 2022	Vaste leges 2022		€ 200,92
	0-100 m € 200,92		
<b>Totaal</b>			<b>€ 258,82</b>

Berekening op basis van de door de wegbeheerder standaard ingestelde leges onderdelen,  
zonder rekening te houden met eventuele extra kosten.

### Ingevuld door wegbeheerder

Datum ingediend 18-8-2022 16:44

Commentaar voor aanvrager

### Werken

*Er zijn geen werken voor deze aanvraag.*

### Commentaar

Commentaar	Status	Datum	Gebruiker	Organisatie
Waarschuwing beheergebied: Voor uitvoering werkzaamheden contact opnemen met de heer ( )	Concept	18-8-2022 16:44	( )	TenneT TSO B.V.
Waarschuwing beheergebied: Contact opnemen met de wijkopzichter de heer ( )	Concept	18-8-2022 16:44	( )	TenneT TSO B.V.

### Bijlagen

Bestandsnaam	Omschrijving	Gebruiker	Organisatie	Datum	Foto datum	Status
20220818_MBT-EHV-016-02_begeleidend schrijven gemeente Geldrop-Mierlo.pdf	Begeleidend schrijven tijdelijke kabelverbinding Geldrop-Mierlo	██████████	TenneT TSO B.V.	18-8-2022	16:34	Concept
03_Memo HDD boringen kabelverbinding Geldrop-Mierlo V2.0.pdf	Memo ontwerp en werkomschrijving HDD boringen kabelverbinding	██████████	TenneT TSO B.V.	18-8-2022	16:34	Concept
02_Systeemontwerp Tijdelijke kabelverbinding Geldrop-Mierlo V3.0.pdf	Systeemontwerp tijdelijke kabelverbinding EHVO-HMZ150 Oranje	██████████	TenneT TSO B.V.	18-8-2022	16:34	Concept
01_Ontwerp en situatietekeningen HDD boringen Geldrop-Mierlo.pdf	Ontwerp en situatietekeningen HDD boringen EHVO-HMZ150 Oranje	██████████	TenneT TSO B.V.	18-8-2022	16:34	Concept

✔ - Bijlage is door (weg)beheerder aangeduid als Definitief.

### Export details

Nummer export  
Leges geëxporteerd

### Historie

Datum	Status	Gebruiker
18-8-2022 16:44	Goedkeuring aangevraagd	██████████
18-8-2022 16:38	Concept	██████████

### Projecten

Er zijn op dit moment geen projecten met deze aanvraag geassocieerd.

Bijlagenoverzicht: tijdelijke kabelverbinding vergunning VOI gemeente Geldrop

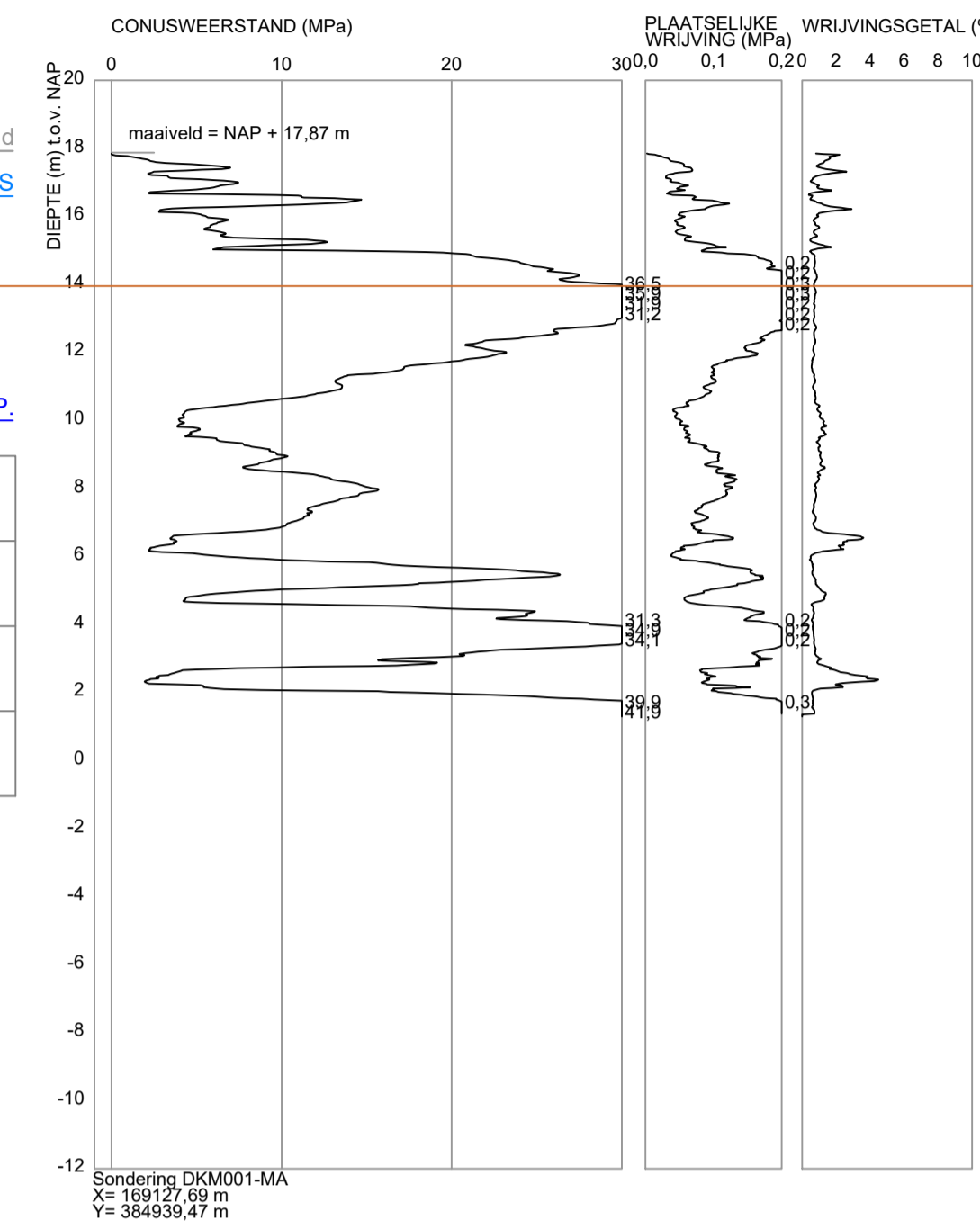
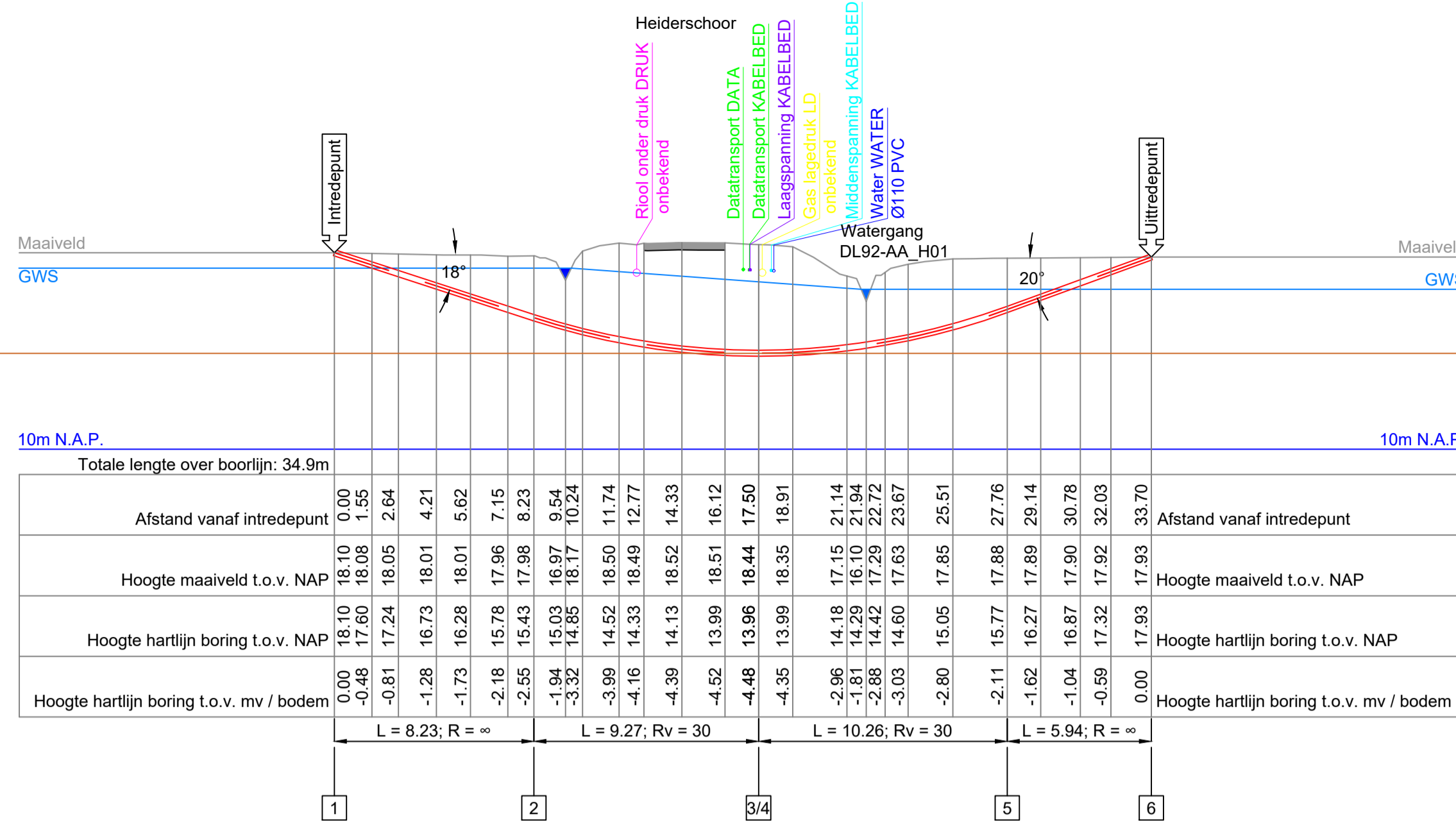
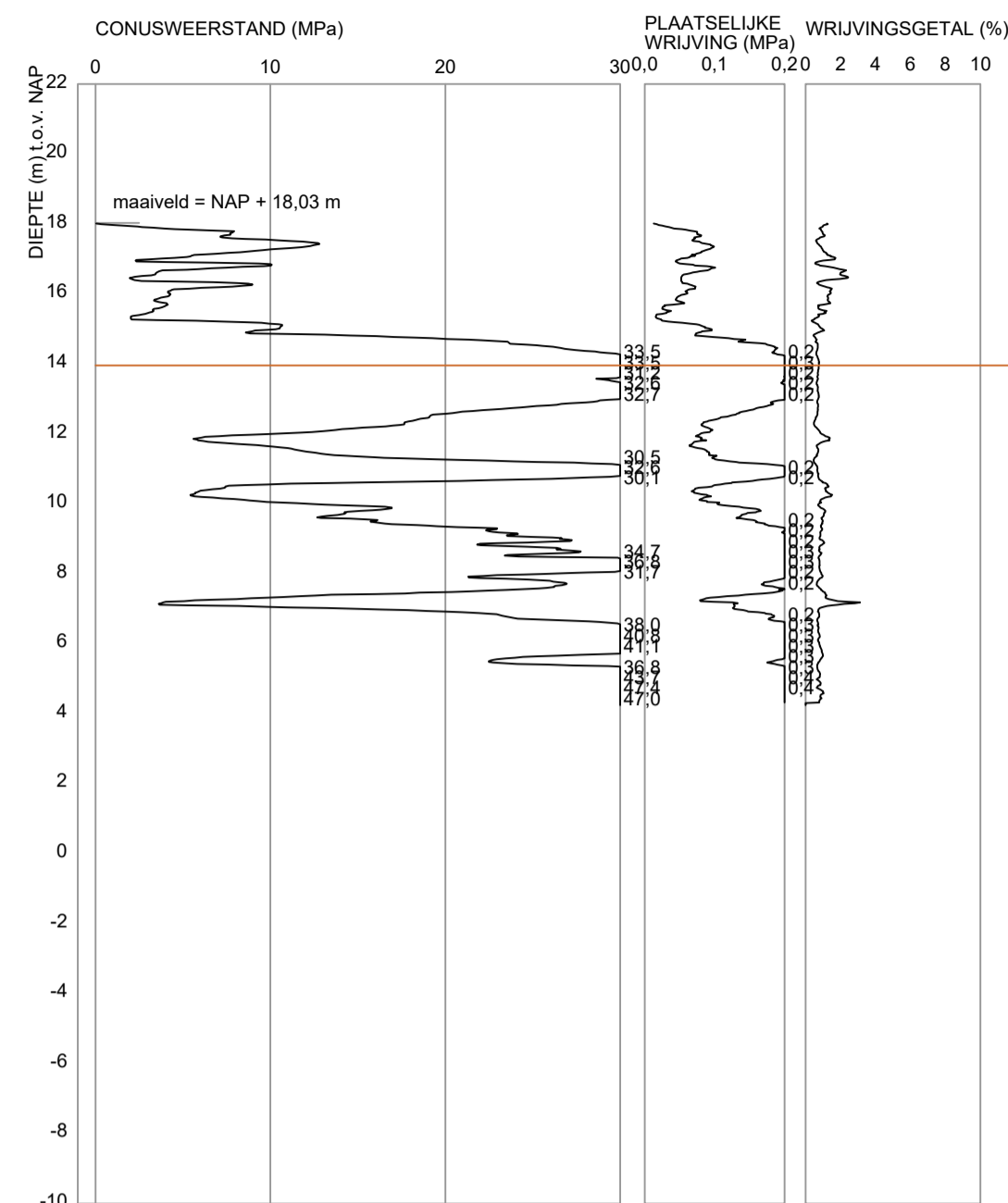
Nr.	Titel	Datum
1	Ontwerp en situatietekening HDD boring EHVO-HMZ150 Oranje	25-7-2022
2	Systeemontwerp tijdelijke kabelverbinding EHVO-HMZ150 Oranje	29-7-2022
3	Memo ontwerp en werkomschrijving HDD boringen kabelverbinding	27-7-2022



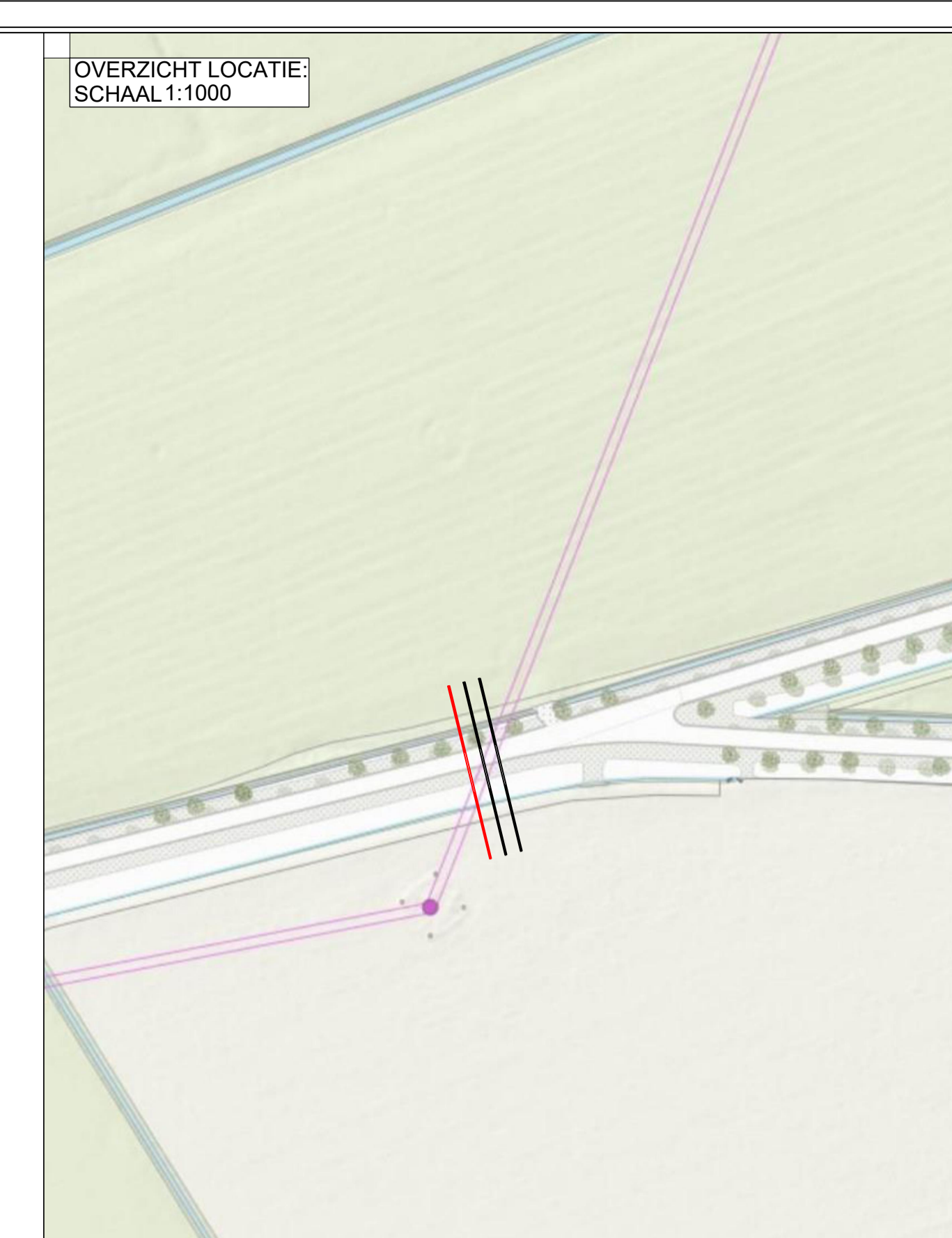
Bijlage 1

Ontwerp en situatietekening HDD boring EHVO-HMZ150 Oranje

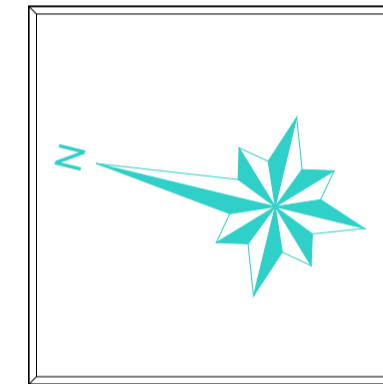
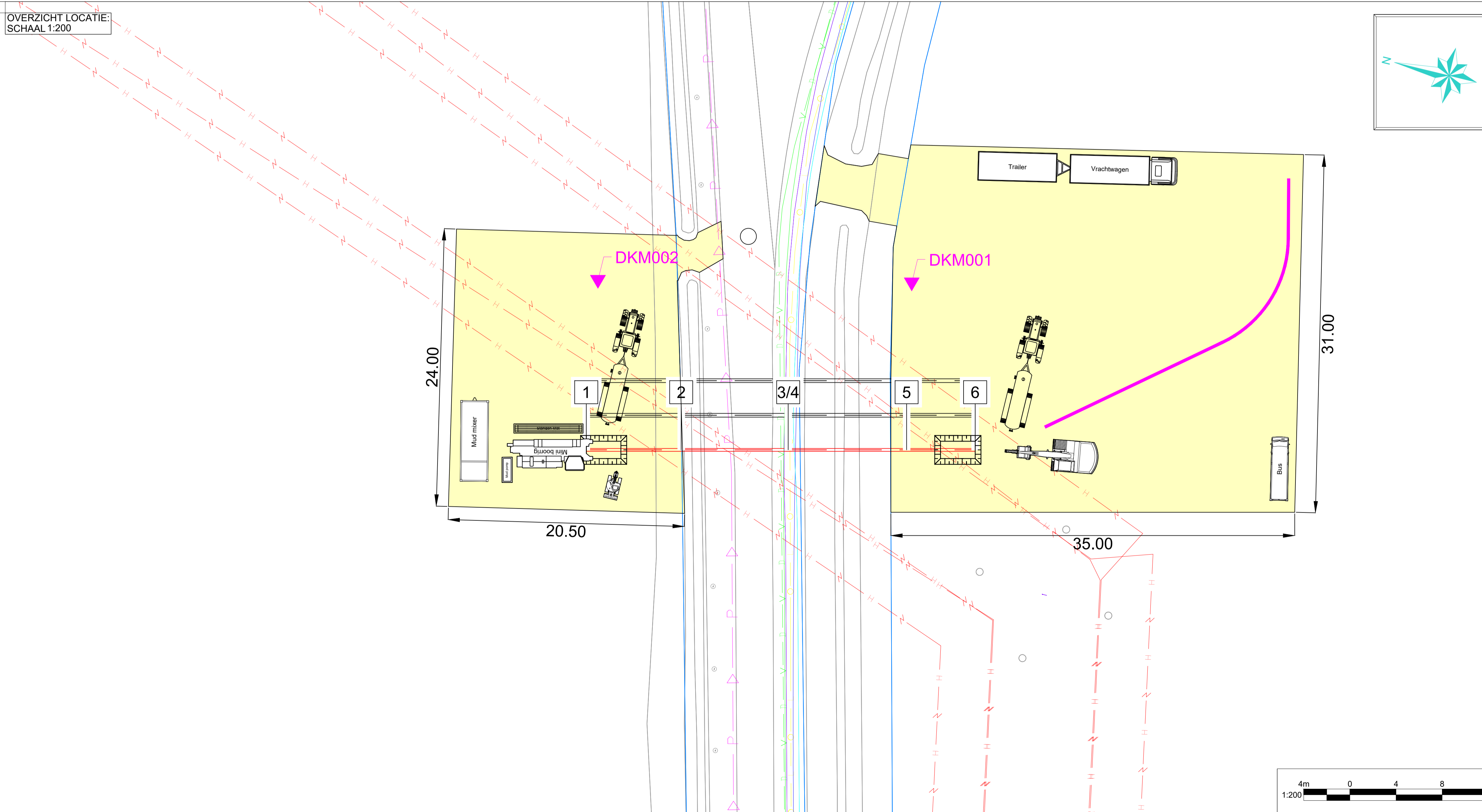
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

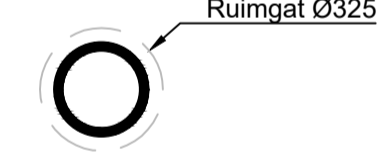


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169107,66	384963,64	18,10
2	169109,60	384955,64	15,43
3	169111,78	384946,63	13,96
4	169111,78	384946,63	13,96
5	169114,19	384936,66	15,77
6	169115,59	384930,88	17,93

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Data transport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warmte transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

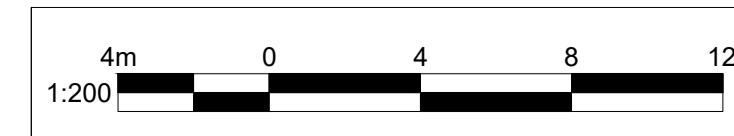
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitlocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Isolering werkterrein	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

**ATRON Engineering**  
Advies & Infra

Hoofvestiging | Nevenvestiging | T 0183-216020  
Hulzenboschstraat 22 B-1 | Tjalk 43 | E info@atron-engineering.nl  
4291 LR Werkendam | 2411 NZ Bodegraven | www.atron-engineering.nl

Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartcode:	04.873	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Tekeningnummer:	3587-0622-01-BT01a

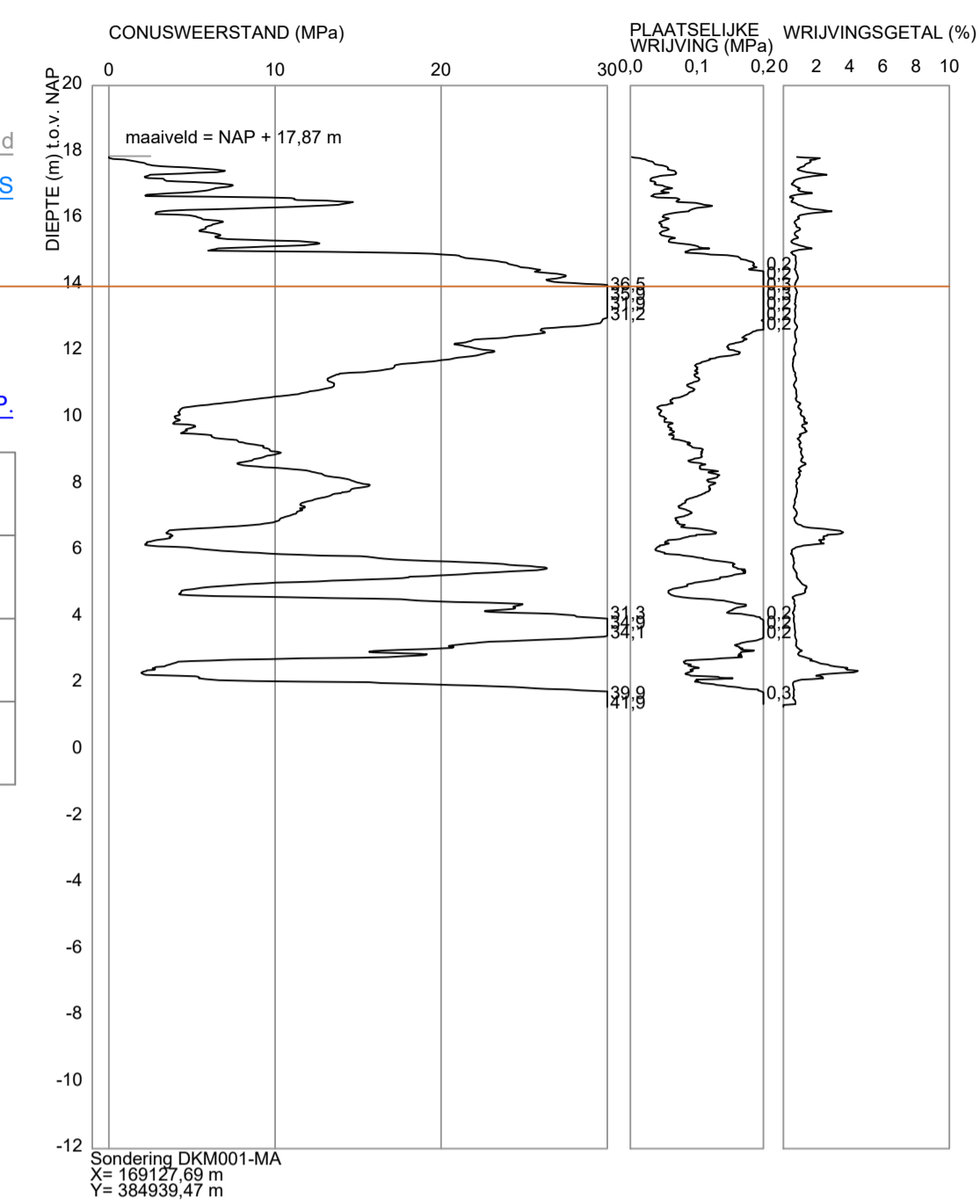
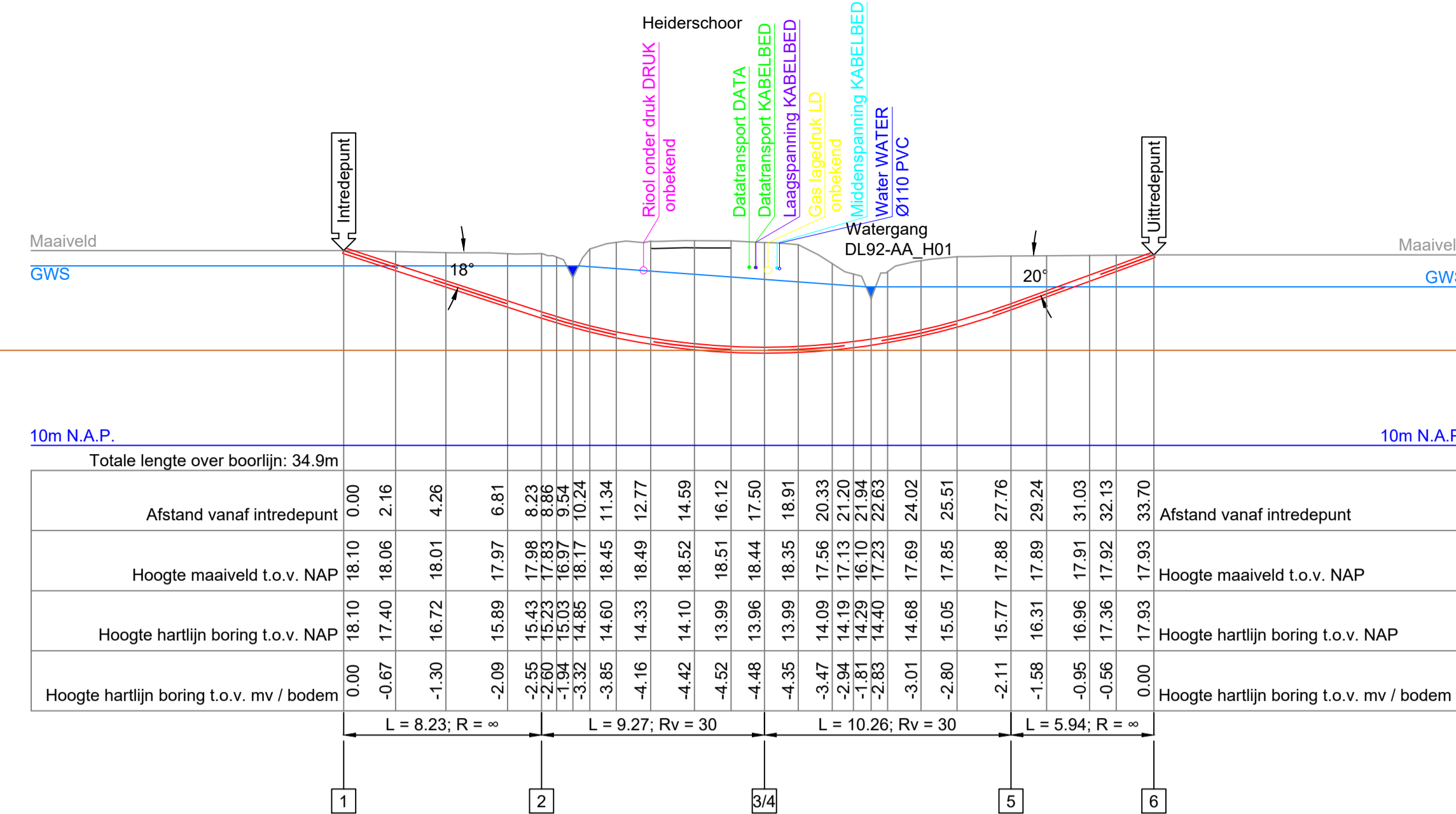
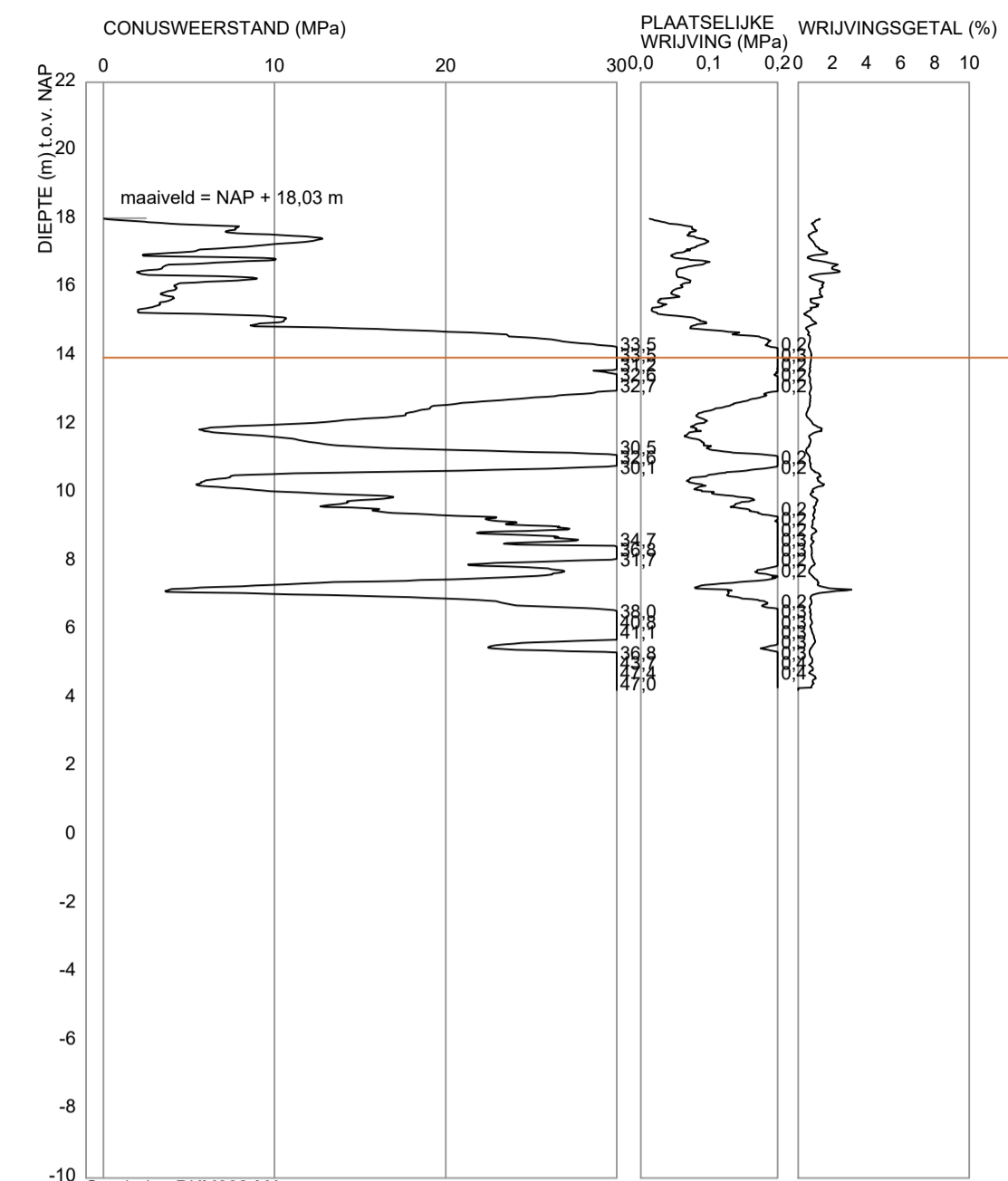


Tekenaar:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	
BvdV	WH	RvdM	
Blad:	Aantal:	Schaal:	Formaat:
1	1	Diverse	A1
Datum eerste uitgave:	Status:		
21-03-2022	VERGUNNING		

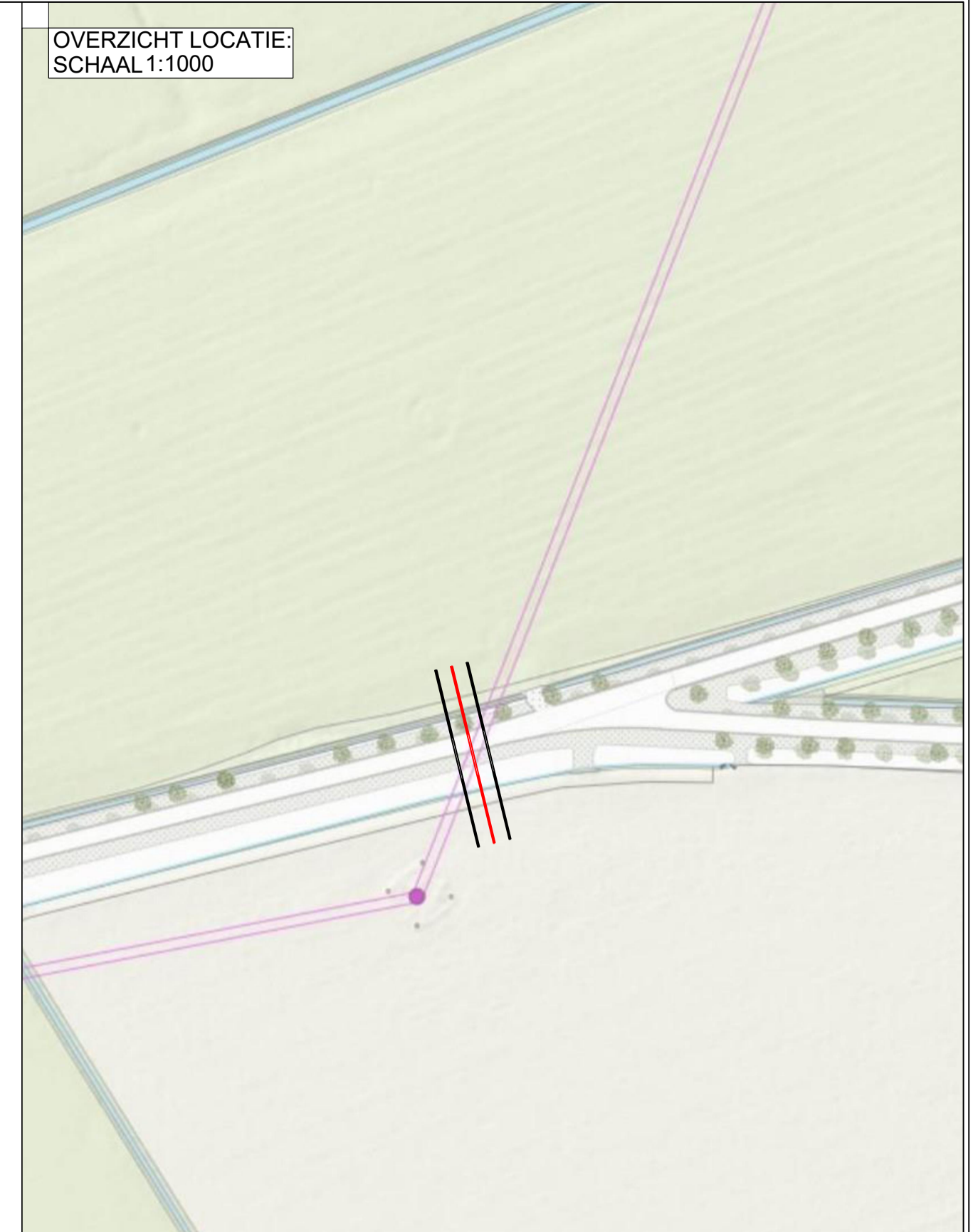
Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.



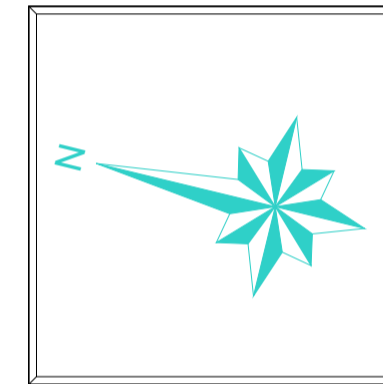
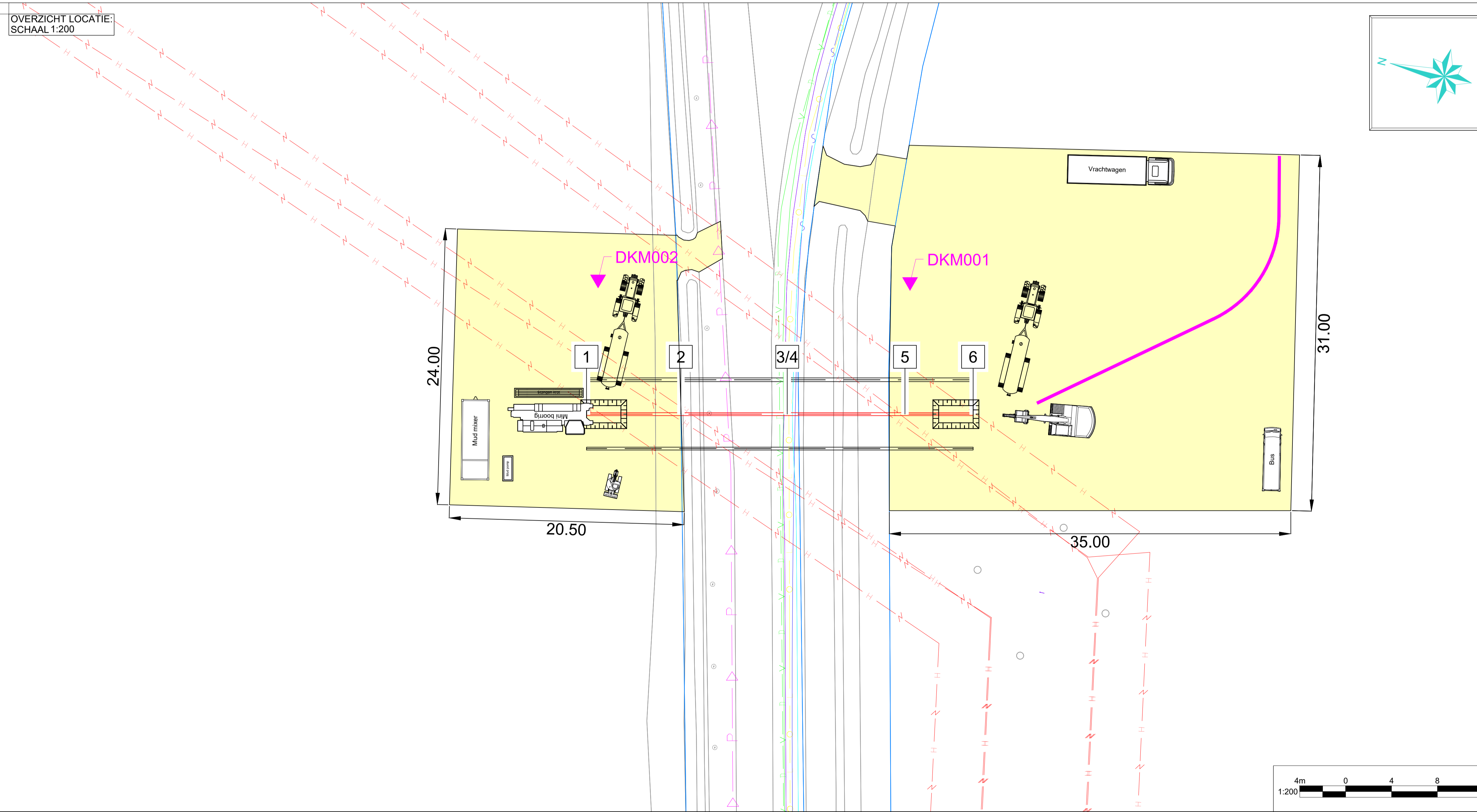
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



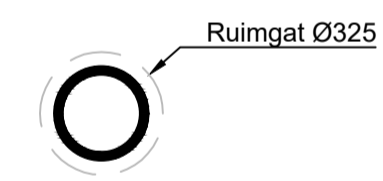
OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200



COORDINATENLIJST			
	X	Y	Z(NAP)
1	169110.57	384964.34	36.20
2	169112.51	384956.35	33.53
3	169114.69	384947.34	32.06
4	169114.69	384947.33	32.06
5	169117.11	384937.36	33.87
6	169118.51	384931.59	36.03

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

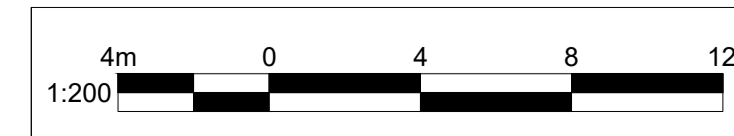
- Legenda horizontaal gestuurde boring:**
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:**
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Datatransport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warme transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitleglocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inlegging werken	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022



Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartcode:	04.873		
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft

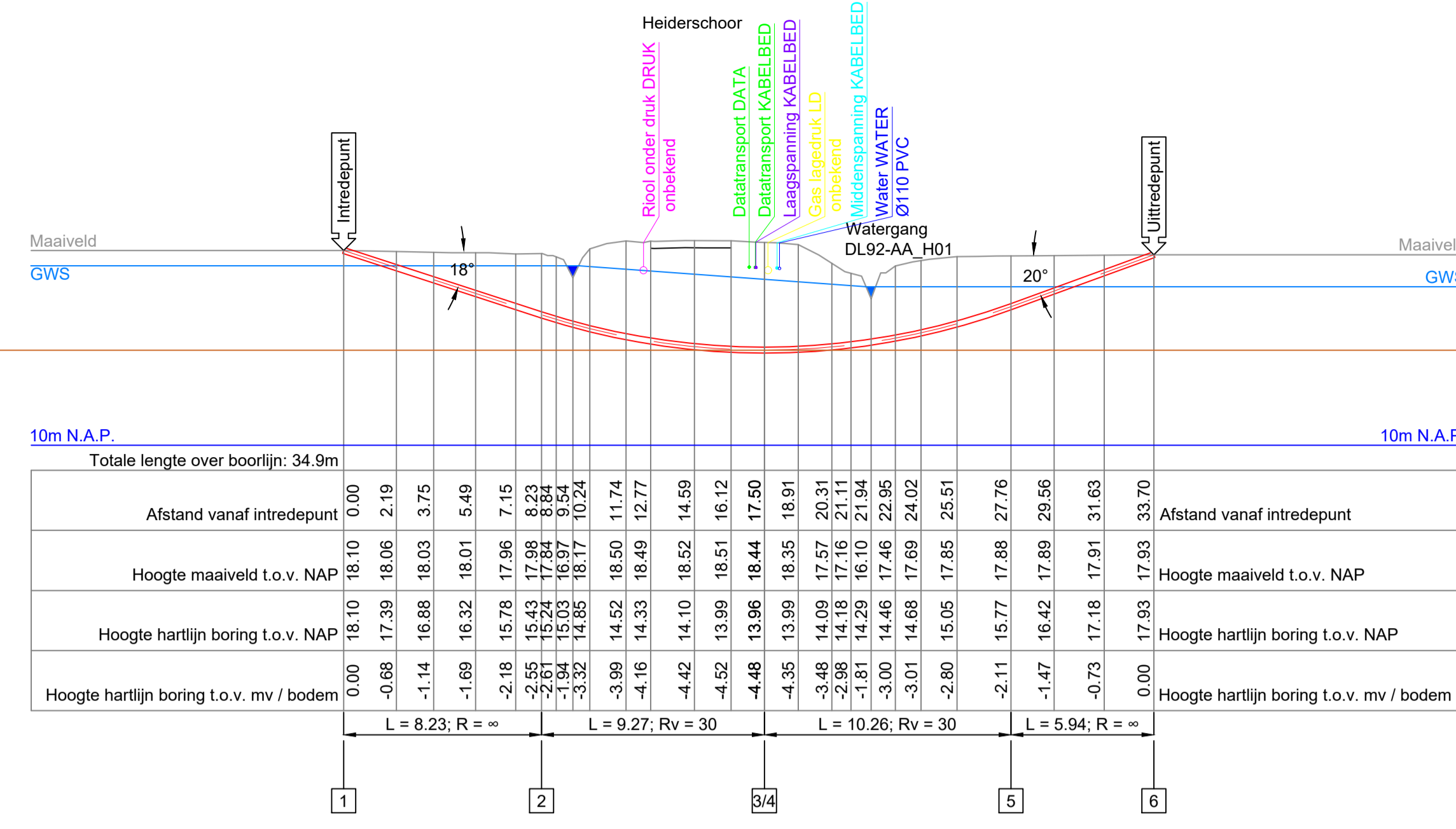
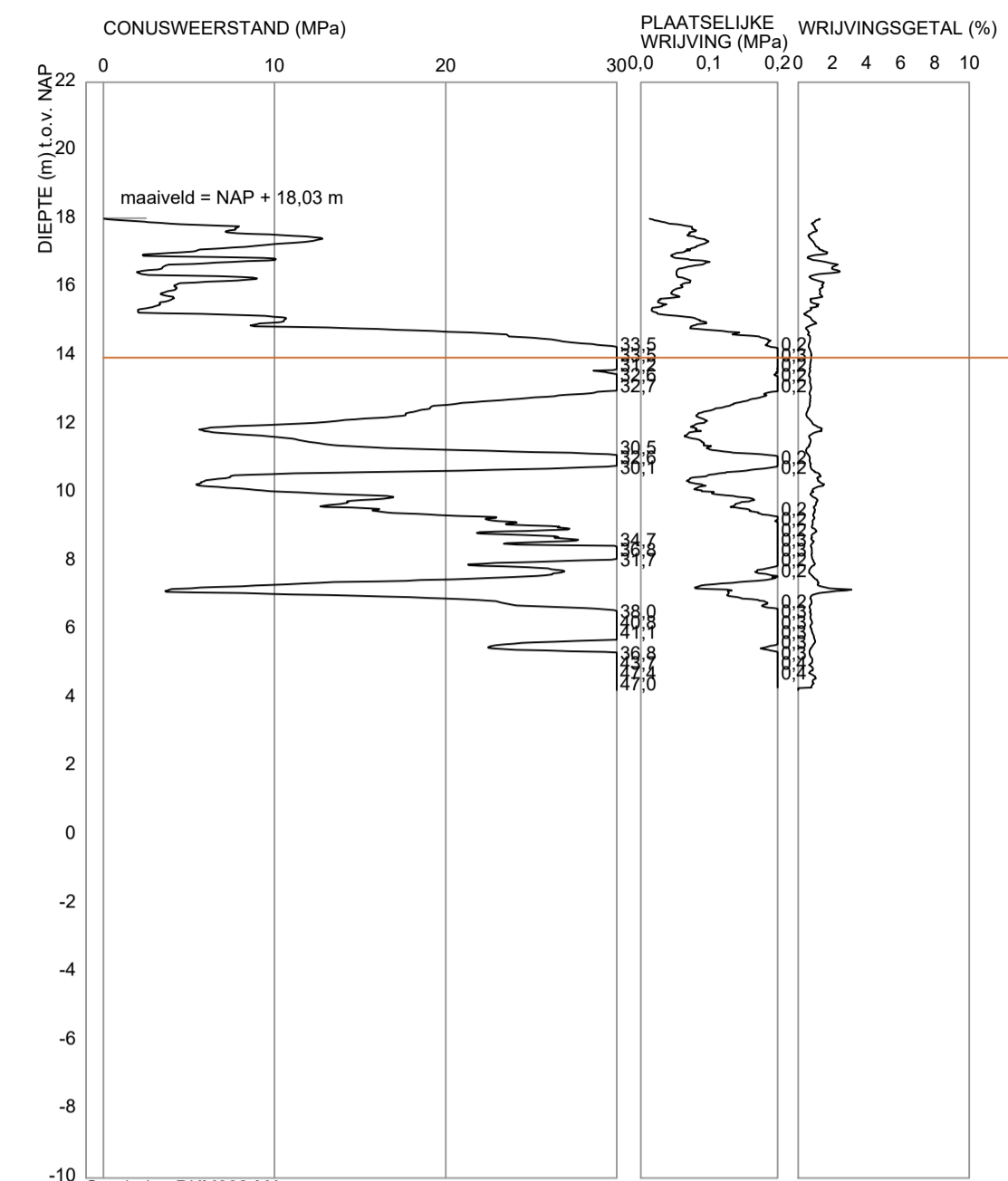


Tekenaar:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Tekeningnummer:
BvdV	WH	RvdM	3587-0622-01-BT01b
Blad:	Schaal:	Formaat:	Status:
1	1	Diverse A1	VERGUNNING
Datum eerste uitgave:		21-03-2022	

Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.



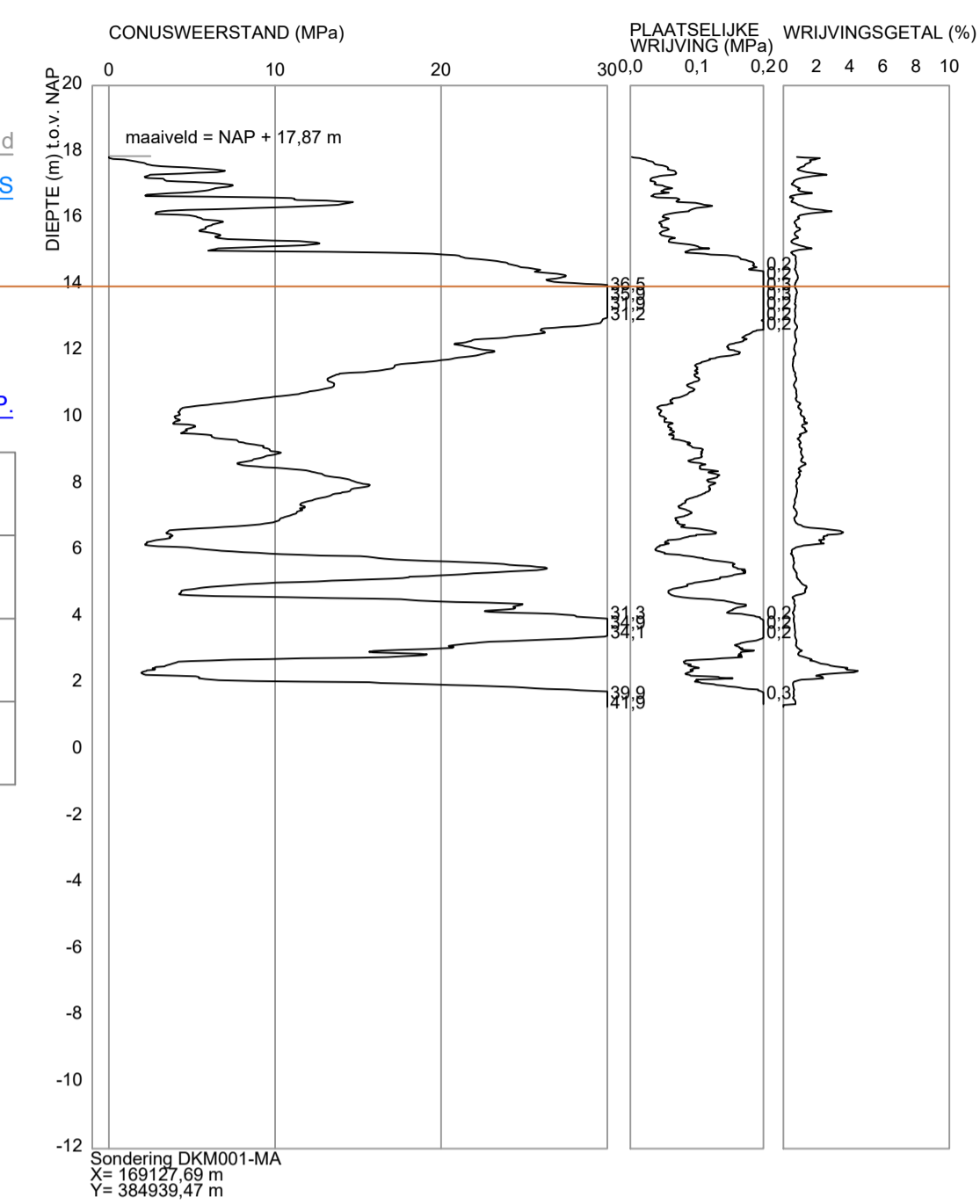
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



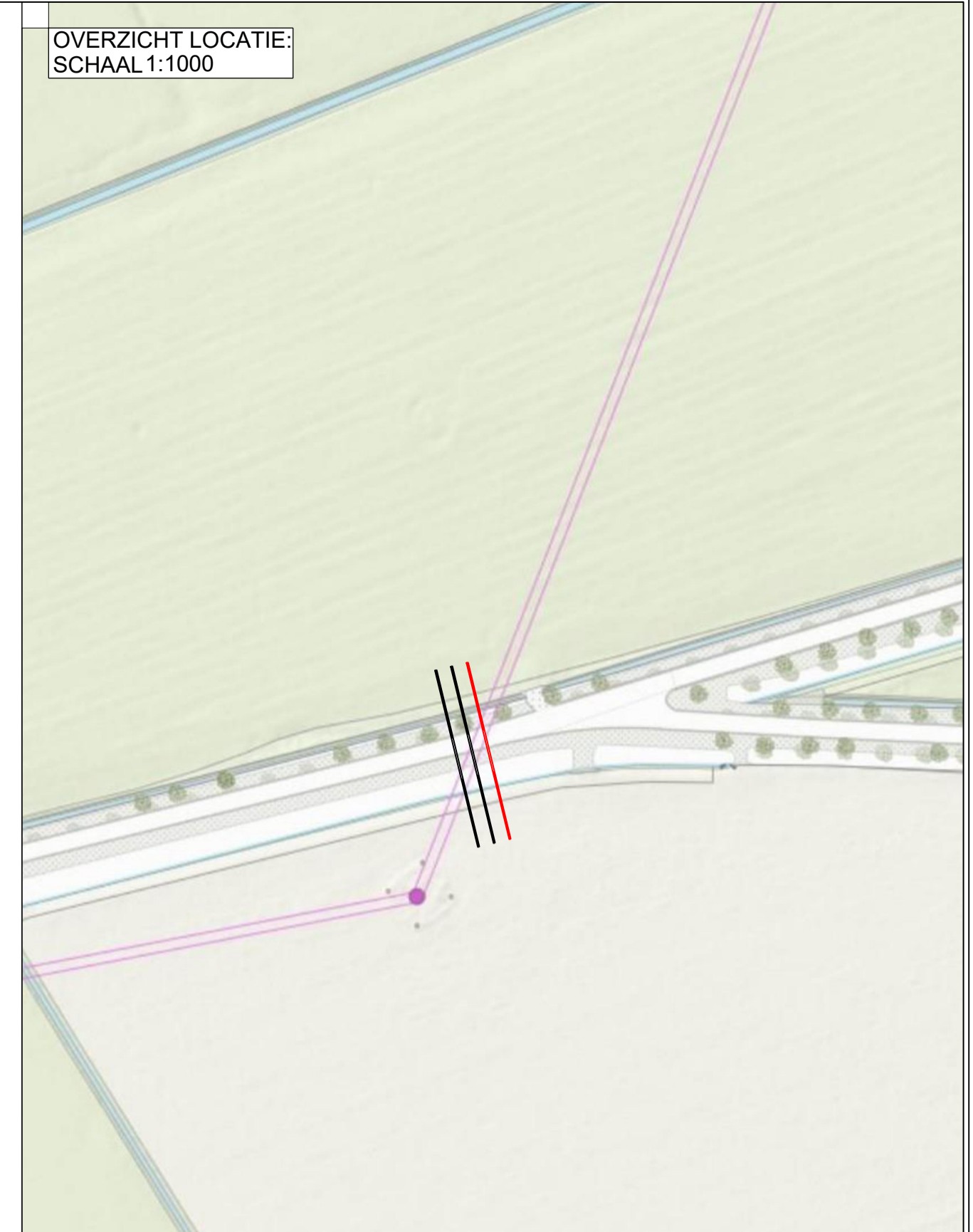
Totale lengte over boorlijn: 34.9m

Afstand vanaf intredepunt	Hoogte maaiveld t.o.v. NAP	Hoogte hartlijn boring t.o.v. NAP	Hoogte hartlijn boring t.o.v. mv / bodem
0.00	18.10	18.10	0.00
0.68	17.39	18.06	2.19
1.14	16.88	18.03	3.75
1.69	16.32	18.01	5.49
2.18	15.78	17.96	7.15
2.55	15.43	17.88	8.23
2.61	15.24	17.84	8.94
2.61	15.24	17.84	8.94
3.32	14.85	18.17	10.24
3.99	14.52	18.50	11.74
4.16	14.33	18.49	12.77
4.42	14.10	18.52	14.59
4.52	13.99	18.51	16.12
4.48	13.96	18.44	17.50
4.35	13.99	18.35	18.91
3.48	14.09	17.57	20.31
2.98	14.18	17.16	21.11
1.81	14.29	16.10	21.94
3.00	14.46	17.46	22.95
3.01	14.68	17.69	24.02
2.80	15.05	17.85	25.51
2.11	15.77	17.88	27.76
1.47	16.42	17.89	29.56
0.73	17.18	17.91	31.63
0.00	17.93	17.93	33.70

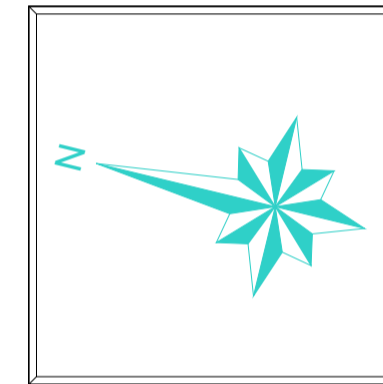
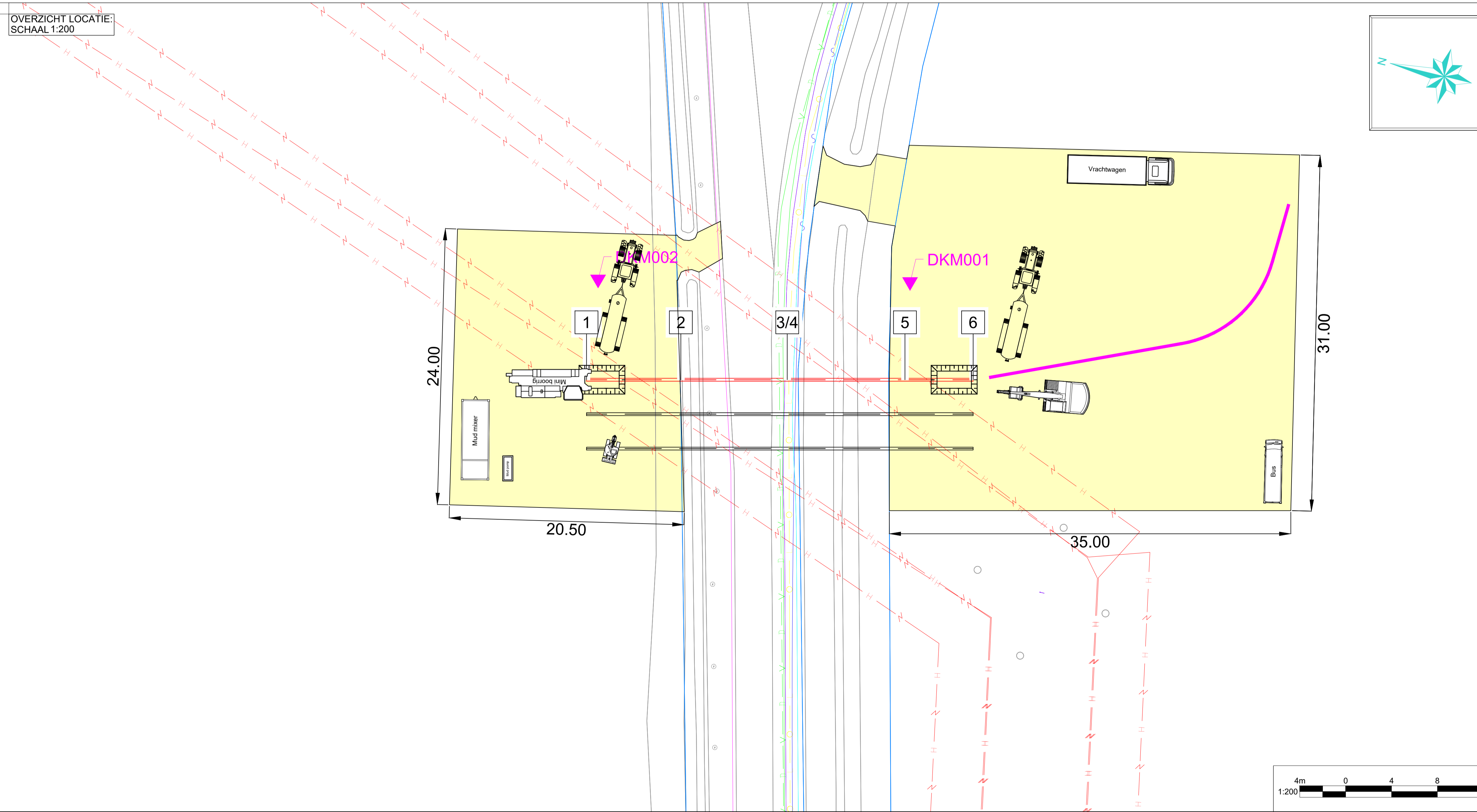
Curvature data: L = 8.23; R = ∞; L = 9.27; Rv = 30; L = 10.26; Rv = 30; L = 5.94; R = ∞



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

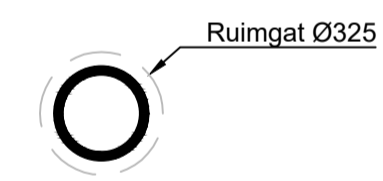


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169113.49	384965.05	36.20
2	169115.43	384957.05	33.53
3	169117.61	384948.04	32.06
4	169117.61	384948.04	32.06
5	169120.03	384938.07	33.87
6	169121.42	384932.30	36.03

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Data transport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warme transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

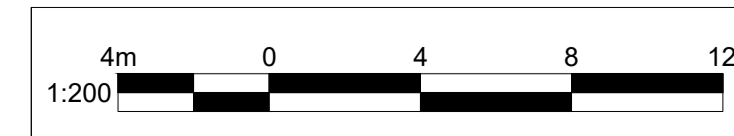
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitleglocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inlegging werken	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

**ATRON Engineering**  
Advies & Infra

Hoofvestiging (overnamekantoor): Hulzenboschstraat 22 B-1, 4291 LR Werkendam  
Nieuwvestiging: Tjalk 43, 2411 NZ Bodegraven  
T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

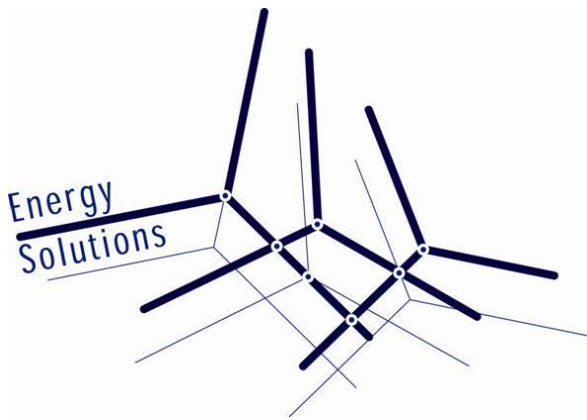
Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartnummer:	04.873	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Tekeningnummer:	3587-0622-01-BT01c



Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.

Bijlage 2

Systeemontwerp tijdelijke kabelverbinding EHVO-HMZ150 Oranje



Systeemontwerp EHVO – HMZ150 Oranje

## Systeemontwerp tijdelijke 150kV kabelverbindingen

### verbinding EHVO - HMZ 150 Oranje

Meridian nummer: 002.586.40 1023117

#### Revisie gegevens

Revisie	Datum	Auteur	Opmerkingen
3.0	29-07-2022	██████████	Wijzigingen naar aanleiding van RFA V2 opdrachtgever
2.0	01-07-2022	██████████	Wijzigingen naar aanleiding van RFA opdrachtgever
1.0	20-05-2022	██████████	Definitief
0.9	17-05-2022	██████████	Grondonderzoek verwerkt
0.1	6-05-2022	██████████	Gereed voor interne review

Document nummer: ENSOL-RPT-2022-055

Auteur: ██████████

Revisie: 3.0

Datum: 29-07-2022

Gecontroleerd: ██████████





## Inhoud

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN BEREKENING .....</b>	<b>4</b>
2.1	ALGEMEEN.....	4
2.2	BELASTBAARHEID.....	4
2.3	LIGGINGSCONFIGURATIES .....	5
2.4	G-WAARDE.....	6
<b>3</b>	<b>SELECTIE GELEIDERDOORSNEDE .....</b>	<b>8</b>
3.1	KORTSLUITBEREKENINGEN.....	9
<b>4</b>	<b>SYSTEEMONTWERP .....</b>	<b>10</b>
4.1	PRIMAIR ONTWERP .....	10
4.2	MANTELSPANNINGEN.....	10
4.1	OVERSPANNINGSAFLEIDERS .....	10
4.2	OPSTIJGPUNT.....	11
4.3	BENODIGDE COMPONENTEN.....	12
<b>BIJLAGE A:</b>	<b>TRACÉTEKENING .....</b>	<b>A</b>
<b>BIJLAGE B:</b>	<b>LIJNDIAGRAM VERBINDING.....</b>	<b>B</b>
<b>BIJLAGE C:</b>	<b>SPECIFICATIESHEET ABB SVL'S .....</b>	<b>C</b>
<b>BIJLAGE D:</b>	<b>SCHETSONTWERP OSP.....</b>	<b>D</b>
<b>BIJLAGE E:</b>	<b>BOORONTWERP ATRON .....</b>	<b>E</b>
<b>BIJLAGE F:</b>	<b>STERKTEBEREKENINGEN HDD.....</b>	<b>F</b>
<b>BIJLAGE G:</b>	<b>RESULTATEN GRONDONDERZOEK.....</b>	<b>G</b>
<b>BIJLAGE H:</b>	<b>UITWERKINGEN BEREKENINGEN .....</b>	<b>H</b>



## 1 Inleiding

Gedurende de werkzaamheden aan de 380 kV lijnverbinding Maasbracht – Eindhoven (MBT-EHV380) zal één van beide circuits voor een bepaalde periode uit bedrijf worden genomen. De 380 kV verbinding bestaat uit een wit en een zwart circuit en gedurende werkzaamheden is er altijd 1 circuit van de 380 kV verbinding in bedrijf (onder spanning).

In de 380kV verbinding MBT-EHV380 zitten op drie locatie kruisingen met 150 kV verbindingen, waarbij de 150 kV geleiders zich onder de geleiders van de 380 kV verbinding bevinden.

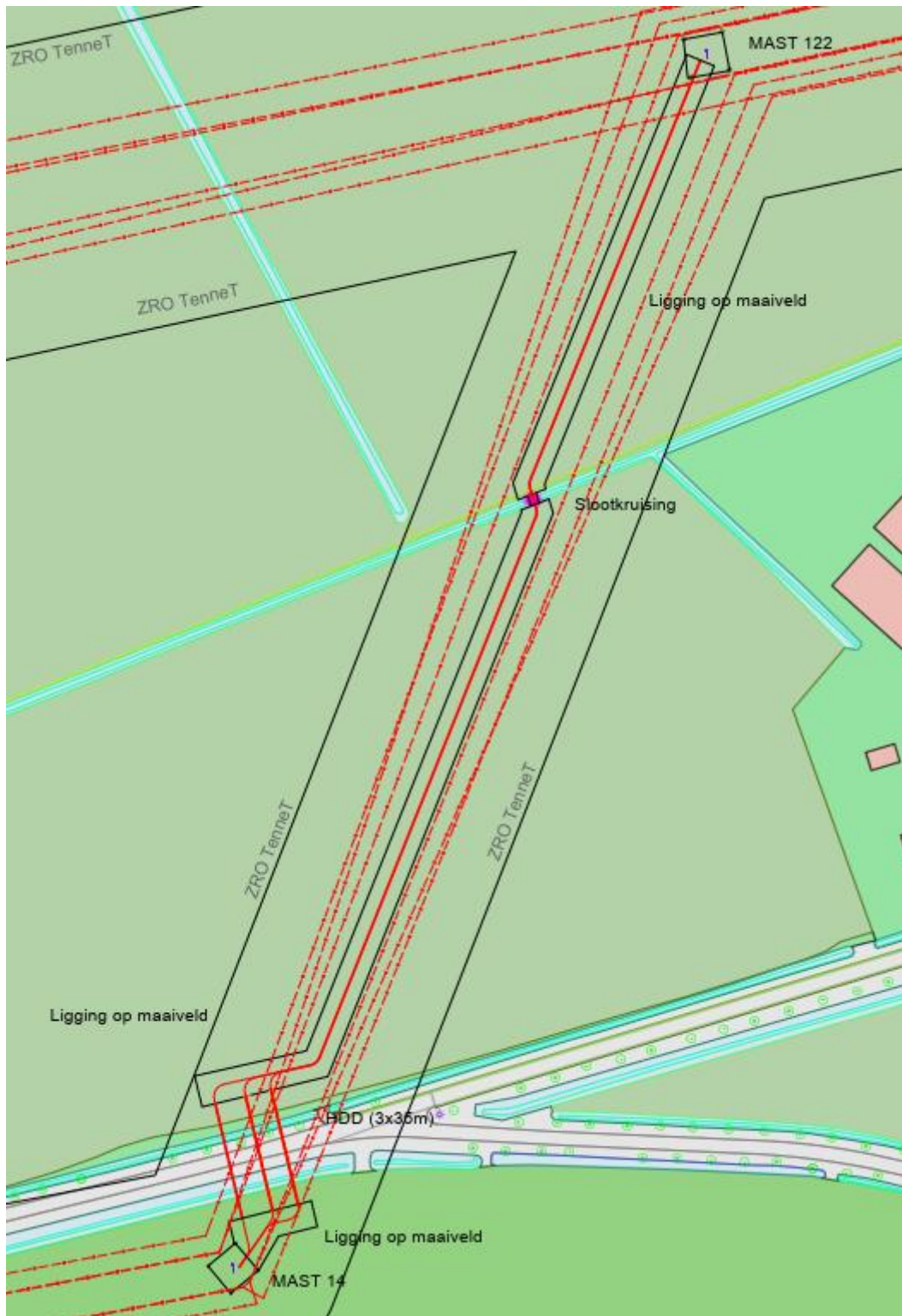
Het vervangen van de geleiders aan een 380 kV circuit kan vanwege veiligheidsredenen alleen plaatsvinden als de kruisende 150 kV verbinding spanningsloos is. Als de geleiders van de 380 kV verbinding vervangen gaan worden kunnen de oude en nieuwe geleiders de 150 kV circuits raken dan wel te dicht in de buurt komen. Omdat het in het kader van de energievoorziening niet mogelijk is om beide circuits van de 150kV verbinding uit bedrijf te nemen/spanningsloos te maken, zal er een tijdelijke oplossing moeten worden gezocht. Deze oplossing is het tijdelijk aanbrengen van een 150kV kabelverbinding van één 150 kV circuit ter plaatse van de kruising.

Het betreft drie locaties met tijdelijk verkabelingen van onderstaande 150kV lijncircuits :

150 kV Circuit met tijdelijke verkabeling	Locatie van tijdelijke verkabeling t.o.v. 150kV verbinding
BUGG-KELP150 wit	Vak tussen mast 031 en 030
EHVO-HMZ150 paars	Vak tussen mast 115 en 021
EHVO-HMZ150 oranje	Vak tussen mast 122 en 014

Dit document bevat het systeemontwerp van de tijdelijke 150kV verbinding Helmond Zuid en Eindhoven Oost (EHVO - HMZ 150) Oranje tussen mast 122 en mast 014, zoals weergegeven in Figuur 1 en bijlage A. De verbinding kruist de Heiderschoor met drie korte boringen.

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten (functionele eisen) zijn per voorkomende liggingconfiguratie belastbaarheids-berekeningen uitgevoerd.



**Figuur 1: Overzicht EHVO-HMZ150 oranje, tracé tijdelijke 150kV kabels M122 - M14**

## 2 Uitgangspunten berekening

Voor het uitvoeren van de berekeningen en het ontwerpen van de verbindingen zijn de volgende brondocumenten verstrekt door TenneT:

- PVE.06.000 Kabels v2.3
- SPE.06.359 Technical Specification for 110 \_ 150 kV AC Land Cable connections with Insulation made of extruded Polyethylene V2.2
- 002.586.40 1002236 technische uitgangspunten

Op basis van deze brondocumenten is het volgende uitgangspuntendocument opgesteld en akkoord bevonden door TenneT:

- IN2022-007 - TenneT - Uitgangspunten tijdelijke 150kV verbindingen MBT - EHV v0.3

De volgende documenten<sup>1</sup> zijn door Atron Engineering opgesteld m.b.t. de kruising van de Brandevoortsedreef:

- Boorontwerp (meridian nummer 002.586.40 102993)
- Boortekening (meridian nummer 002.586.40 1029939)
- Sterkteberekeningen voor de HDD (toegevoegd als bijlage F, dit is een uittreksel van het boorontwerp)

### 2.1 Algemeen

De volgende gegevens worden gehanteerd t.a.v. de functionele eisen voor de kabelverbinding.

Verbinding	: Eindhoven – Helmond zuid Oranje
Spanningsklasse	: 150 kV
Uitvoering	: N-0 veilig
Aantal circuits	: 1
Kabeltype	: EYAKrvlwd 87/150 kV
Geleider	: doorsnede te bepalen
Metaalmantel	: aluminium
Aarding metaalmantel	: éénzijdig
Maximale geleider temperatuur	: 90°C
Omgevingstemperatuur grond	: op maaiveld = 30 °C
	: HDD = 12°C

### 2.2 Belastbaarheid

Gevraagd vermogen	
Voorbelasting	: 205MVA / 789 A (1 jaar met loadfactor 0,8)
Overbelasting	: 410 MVA / 1578A (gedurende 24 uur met loadfactor 1)
Optredende kortsluitstromen	
1-fase	: 15 kA / 1s
3-fase	: 40 kA / 1s

<sup>1</sup> Deze documenten zijn tijdens het maken van dit rapport nog niet gereed en zullen achteraf onder deze vooraf aangemaakte nummers in meridian worden toegevoegd.

## Gronduitdroging

### Op maaiveld

Tijdens voorbelasting : Maximale manteltemperatuur van 45°C

Tijdens overbelasting : Geen gronduitdroging

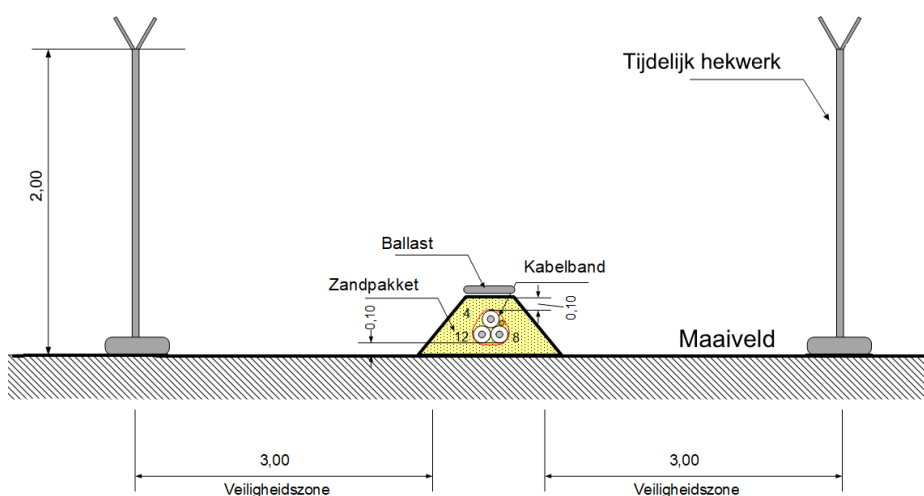
In HDD : Geen gronduitdroging

## 2.3 Liggingsconfiguraties

Voor de tijdelijke kabelverbindingen wordt het tracé zoveel mogelijk op maaiveld aangelegd. De hoogspanningskabels worden in driehoek gebundeld met kabelbanden. Deze dienen tegen de kortsluitkrachten bestand te zijn. Het aantal en type kabelbanden wordt door de kabelleverancier gespecificeerd. Onder de kabels dient een zandlaag van 10cm te worden aangebracht als bescherming tegen scherpe voorwerpen op het maaiveld. Na aanleg worden de kabels bedekt met een zandpakket om de circuits te positioneren en visueel af te schermen. Het zandpakket en de bodem worden bedekt met worteldoek. Dit houdt het zandpakket bijeen en voorkomt begroeiing tussen de hekken. Hiermee wordt voorkomen dat er gemaaid moet worden nabij hoogspanningskabels. Om het effect van zoninstraling te minimaliseren wordt geadviseerd om geen zwart worteldoek toe te passen. Er worden ballast blokken op het worteldoek gelegd om dit te fixeren.

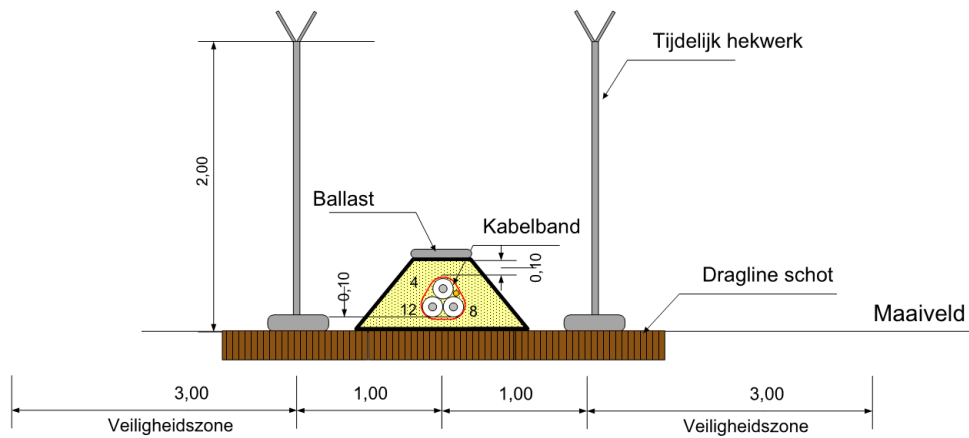
De verbinding wordt afgeschermd van de omgeving door een tijdelijk hekwerk met overklimbeveiliging aan weerszijden van het circuit te plaatsen. Deze bouwhekken worden voorzien van waarschuwingsborden en dienen vandalisme en diefstal tegen te gaan. Het tijdelijke hekwerk dient te voldoen aan: SPE.04.002 Algemene specificatie hekwerken en poorten. De afstand van het hekken tot aan de hoogspanningskabels dient zo gekozen te worden dat personen niet in aanraking kunnen komen met een magneetveld > 100 $\mu$ T. Dit dient door de aannemer geverifieerd te worden. Daarnaast is er voldoende ruimte gekozen om de bouwhekken te kunnen ondersteunen. Deze afstand kan mogelijk geoptimaliseerd worden in het uitvoeringsontwerp (UO). In onderstaande figuur is de ligging op maaiveld schematisch weergegeven. De hekwerken kunnen qua aarding worden gesegmenteerd door middel van het toepassen van composieten klemmen tussen de hekken.

In onderstaande figuur is de ligging op maaiveld schematisch weergegeven.

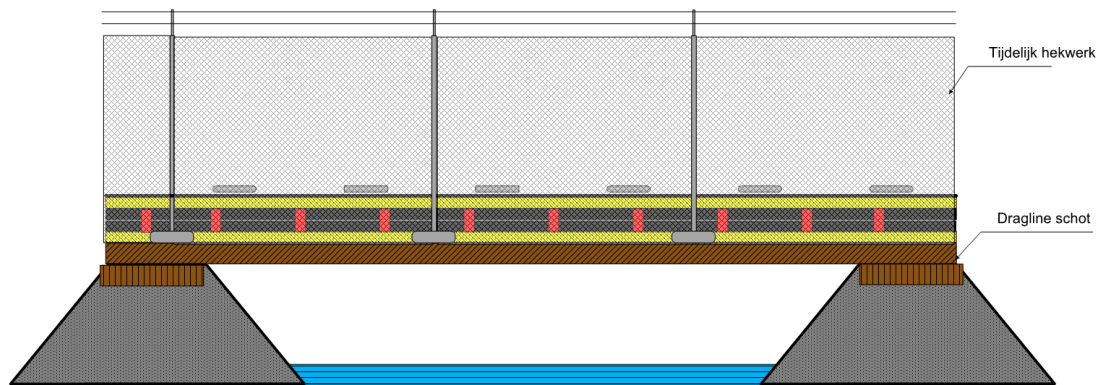


**Figuur 2: Tijdelijke verbinding op maaiveld**

Bij een slootkruising wordt de verbinding op dragline schotten geplaatst, zie onderstaande figuren.



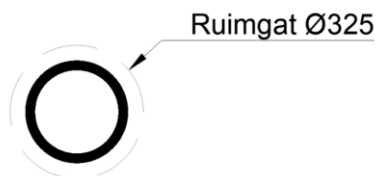
Figuur 3: Tijdelijke slootkruising.



Figuur 4: Zijaanzicht tijdelijke slootkruising.

De drie HDD's worden conform onderstaande schets uitgevoerd tot een diepte van 4,5m-mv. Zie de boorontwerpen van Atron in Bijlage E voor meer details.

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



## 2.4 G-waarde

Voor de tijdelijke verbinding worden de kabels op het maaiveld in zand geïnstalleerd. Voor de belastbaarheidsberekeningen wordt er vanuit gegaan dat het gebruikte zand een g-waarde heeft van 0,5 Km/W. Voor ligging in de HDD's zijn de twee mechanische boringen uitgevoerd en geanalyseerd (MB-E01 en MB-E02). De resultaten zijn weergegeven in Bijlage G. Om de g-waarde op een diepte van 4,5m-mv te bepalen is gebruik gemaakt van de conformal mapping methode. De equivalente g-





waarde is (worst-case) bepaald op 0,53Km/W. Bij het in- en uitredpunt van de HDD dient de kleilaag vervangen te worden schoon zand vanwege de hoge g-waarde van het klei.

*Tabel 1: Equivalente g-waarde uit grondonderzoek [Km/W]*

Diepte (m-mv)	MB-E01	MBE02
1,6	0,67	1,5
4,5	0,53	0,5

### 3 Selectie geleiderdoorsnede

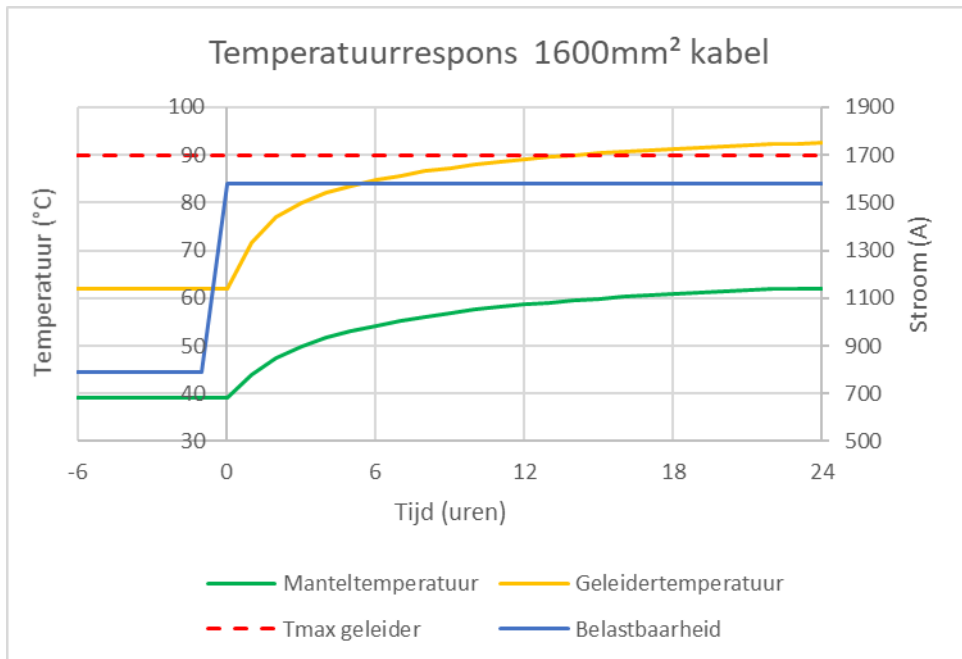
De belastbaarheidsberekeningen zijn uitgevoerd op basis van het volgende rekenmodel.

IEC60853: Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables

Part 2: Cyclic ratings of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages

In de onderstaande tabellen is per liggingsconfiguratie voor verschillende kabels gekeken naar de manteltemperatuur na de overbelasting van het opgegeven belastingsprofiel (24 uur overbelasting van 1578 A, met een voorbelasting van 789A en een loadfactor van 0,8). De manteltemperatuur van de kabel mag niet boven de 45 °C uitkomen tijdens de voorbelasting om rekening te houden met gronduitdroging.

In onderstaande grafiek is ter illustratie de temperatuurrepons van de geleider en de metaalmantel weergegeven van een 1600mm<sup>2</sup> Alrm kabel voor de situatie “op maaiveld” met éénzijdige aarding van de metaalmantel.



Figuur 5: Temperatuurrepons 1600mm<sup>2</sup> kabel.



**Tabel 1: Mantel temperatuur na voorbelasting en geleider temperatuur na overbelasting**

	Maaiveld		HDD (4,5m)
	Mantel	Geleider	Geleider
1200mm <sup>2</sup> Al-rm	39	118	74
1600mm <sup>2</sup> Al-rm	36	92	50
2000mm <sup>2</sup> Al-Mil	33	66	39

Uit bovenstaande berekeningen kan worden geconcludeerd dat de verkabeling van de 150kV verbinding Eindhoven en Helmond Zuid Oranje uitgevoerd moet worden met een aluminium geleiderdoorsnede van minimaal 2000mm<sup>2</sup>.

### 3.1 Kortsluitberekeningen

Conform de IEC60949, zijn er kortsluitberekeningen uitgevoerd. Dit resulteert in een minimale geleider doorsnede en metaalmanteldoorsnede, zoals weergegeven in onderstaand tabel. Een uitwerking van de berekening voor de 3-fase kortsluitstroom voor een aluminium geleider is te vinden in Bijlage H.

De in dit rapport geselecteerde kabels voldoen aan de vermelde minimale doorsnedes. De toepassing van lood moet zoveel mogelijk worden vermeden, daarom heeft de toepassing van aluminium voor de metaalmantel de voorkeur.

**Tabel 2: benodigde geleider- en manteldoorsnede.**

Spanningsklasse	Eis	Geleider	Min. doorsnede mm <sup>2</sup>
150kV	3-fase 40 kA / 1s	Min. Geleider doorsnede AL	367
		Min. Geleider doorsnede CU	280
	1-fase 15,0 kA /1s	Min. doorsnede metaalmantel AL	159
		Min. doorsnede aardkabel CU*	105

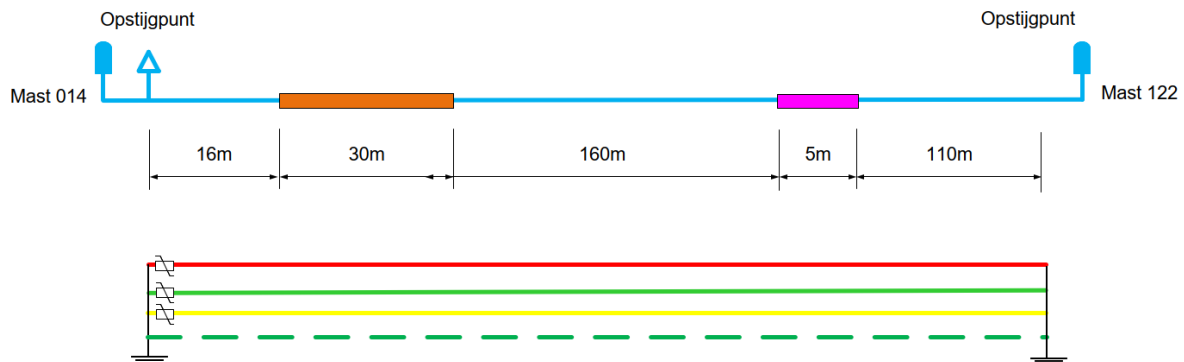
\* alle componenten die onderdeel uitmaken van het aardingssysteem dienen kortsluitvast te worden uitgevoerd volgens bovenstaande kortsluitstromen. De geselecteerde aardkabels zijn 1x120mm<sup>2</sup> CU.

## 4 Systeemontwerp

In dit hoofdstuk is het systeemontwerp van de verbinding omschreven voor verbinding.

### 4.1 Primair ontwerp

In de onderstaande figuur is het systeemontwerp inclusief aardingsontwerp van de verbinding EHVO - HMZ 150 Oranje tussen mast 014 en Mast 122 weergegeven. Deze is tevens te vinden in Bijlage B.



**Figuur 6: Lijndiagram situatie.**

### 4.2 Mantelspanningen

In onderstaand tabel zijn de maximale mantelspanningen weergegeven die optreden tijdens nominaal gebruik, bij 1-fase kortsluitstroom en bij 3-fase kortsluitstroom. In de tabel is ook aangegeven welke houdspanning<sup>2</sup> de SVL's dienen te hebben. In bijlage C zijn de specificaties van de SVL te vinden. In Bijlage H is een uitdraai te vinden van berekeningen die zijn gedaan voor de optredende mantelspanningen tijdens een 1-fase kortsluiting van 15kA/1s.

N.B.: dit betreft een voorbeeld berekening voor de tijdelijke kabel verbinding BUGG – KELP150 tussen mast 030 en 031.

**Tabel 3: optredende mantelspanningen.**

Verbinding	Lengte [m]	Mantelspanningen			Toe te passen SVL's
		Nominaal vermogen (375 A)	kortsluitstroom		
			3-fase (40kA/1s)	1-fase (15kA/1s)	
EHVO-HMZ150 Oranje mast 014 – mast 122	321	13V	630 V	3,4 kV	ABB MWD 6,3 kV (rated voltage) of vergelijkbaar

### 4.1 Overspanningsafleiders

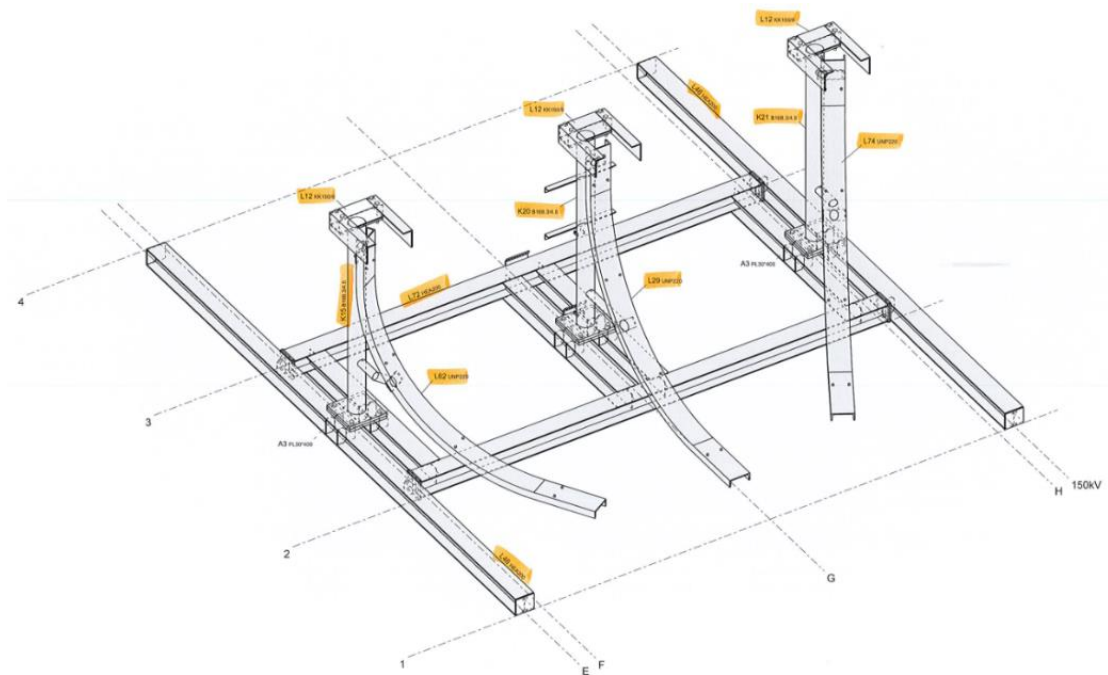
De verbinding is getoetst aan document TBD.014.1 B Bijlage A v1.5. Omdat de 150kV verbinding korter dan 2,5km is, dienen er overspanningsafleiders te worden toegepast. Deze dienen te worden geïnstalleerd op één van de OSPs.

<sup>2</sup> Er is een veiligheidsmarge van 1.5 gehanteerd

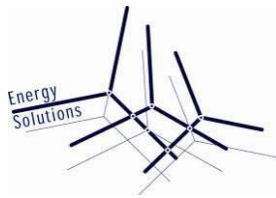
## 4.2 Opstijgpunt

Onder de bestaande masten zullen opstijgpunten (OSP's) gerealiseerd worden, zie het schetsontwerp voor een tijdelijk OSP in Figuur 7 en Bijlage D. Hier dient voldoende overlengte te worden weggelegd om minimaal twee keer een nieuwe eindsluiting te kunnen maken.

De kabeleindsluitingen zullen op een staalconstructie geplaatst worden. Er dient een aardnet geïnstalleerd te worden bij elk OSP voor het afvoeren van de kortsluitstroom. Hier worden de kabelmantels en de aardkabel via een 3-fase aardingskast op aangesloten. Op één van de OSP's zijn tevens overspanningsafleiders voorzien, welke op de staalconstructie gemonteerd worden.



**Figuur 7: schetsontwerp tijdelijk OSP.**



### 4.3 Benodigde componenten

In de onderstaande tabel zijn de benodigde componenten weergegeven voor de tijdelijke kabelverbinding:

*Tabel 4: Benodigde componenten tijdelijke kabelverbinding.*

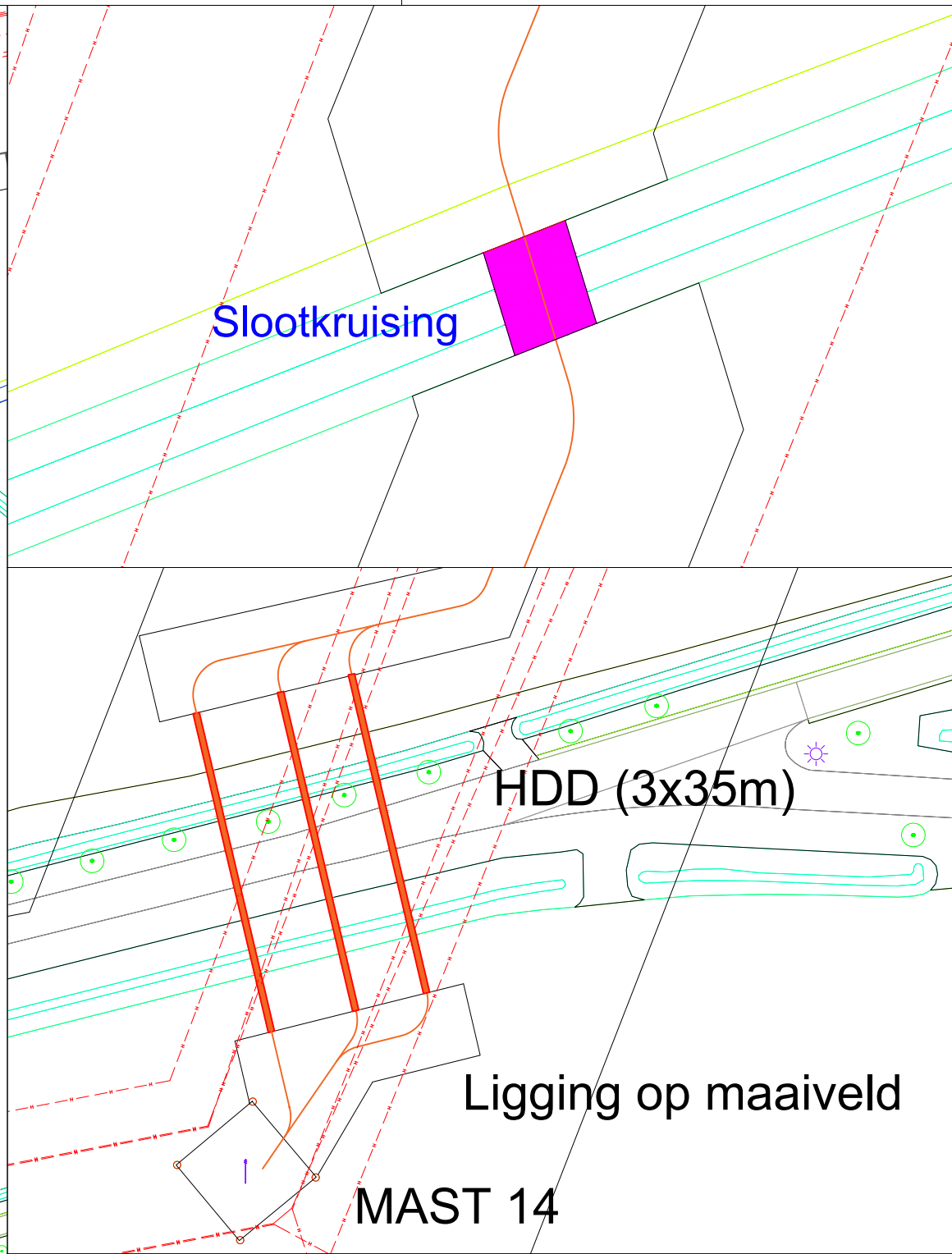
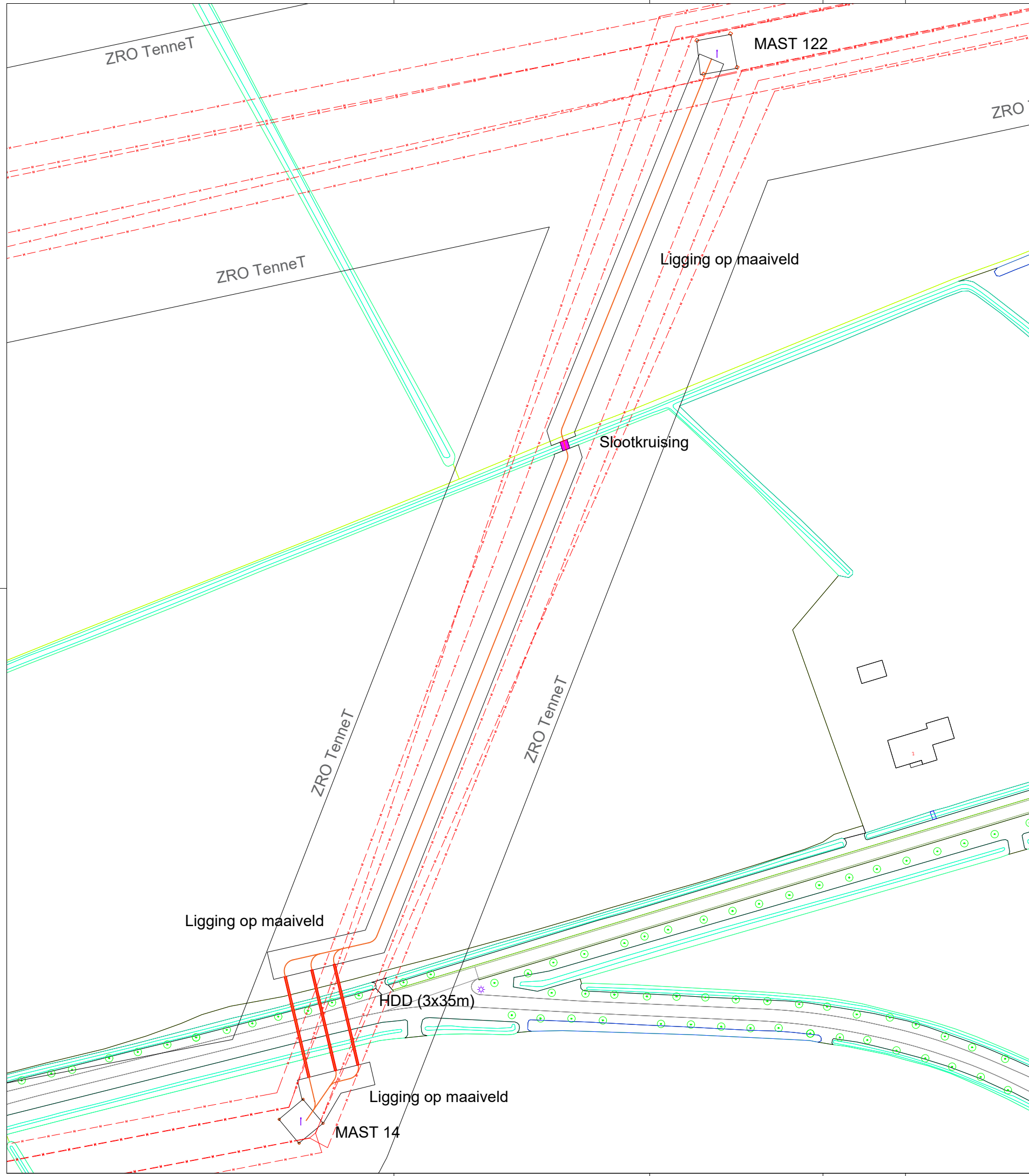
Component	Type	Aantal	Eenheid
87/150kV kabel	EYAKrvlwd 1x2000Alrm	1048	m
Aardkabel	120mm <sup>2</sup> Curs	367	m
Mantelbuis	HDPE 250 SDR 11 PE100	84	m
Eindsluiting	Leverancier	6	stuks
Overspanningsafleiders	Uit raamcontract	3	stuks
Kabelbanden	Leverancier	319	stuks
Hekwerk	Conform SPE.04.002	640	m
Worteldoek	Te bepalen door aannemer	2074	m <sup>2</sup>
Balastblokken	Te bepalen door aannemer	64	stuks
Aardpennen (hekwerk)	Te bepalen door aannemer	13	stuks
Aardingskast	3-fase	1	stuks
Aardingskast met SVL	3-fase	1	stuks
Zand	schoon, g-waarde $\leq 0,5$ Km/W	96	m <sup>3</sup>

De lengte van de kabels is inclusief 15m per eindsluiting voor de verticale lengte en twee maal een herkansing voor een eindsluiting. De exacte aantallen van de componenten dient door de aannemer te worden geverifieerd in het DO.





## Bijlage A: Tracétekening



LEGENDA:

-  HS Kabel
-  HS lijn
-  Hekwerk
-  Kruising in mantelbuis
-  Slootkruising
-  Bebouwing
-  Sloot/greppel
-  Bebossing
-  Grasland

OPMERKINGEN:  
 - AAN DEZE TEKENING ZIJN GEEN RECHTEN TE ONTLENEN

WIJZ.	DATUM	OMSCHRIJVING	GET.	GEC.	STATUS
5	26-07-2022	Update naar RFA V2	RM		Concept
4	29-06-2022	Update naar RFA	RM		Concept
3	04-05-2022	update met buigstralen	RM		Concept
2	21-03-2022	EHVO - HMZ150 Oranje	AW		Concept
1	15-02-2022	EHVO - HMZ150 Oranje	RM		Concept

Energy Solutions  
 High Voltage Engineering & Consultancy  
 Ampereweg 27  
 2627 BG Delft  
 Telefoon : 015-7505460  
 Website : www.ensol.nl

OPDRACHTGEVER:  M

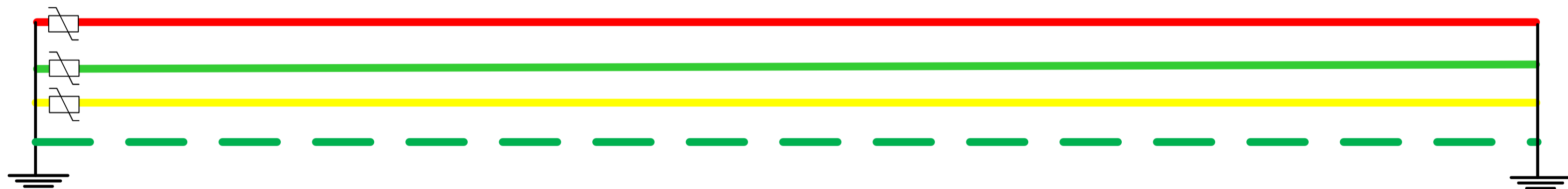
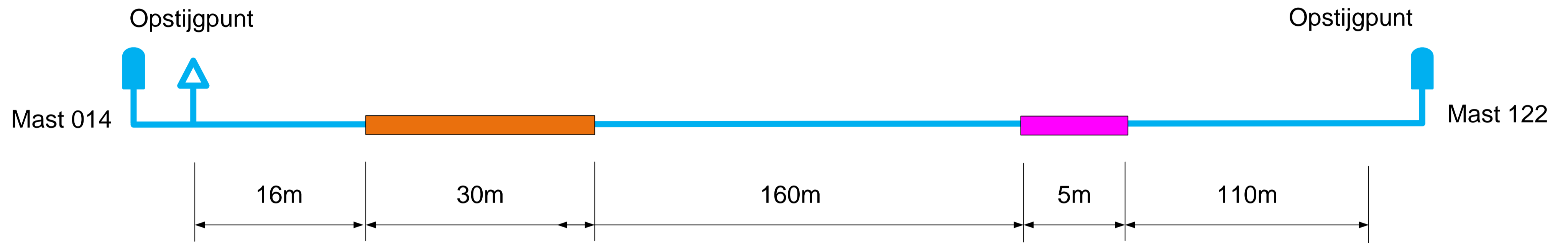
WERK: **Concept** ONDERWERP:

SCHAAL	FORM.	WERK NR.	TEKENING NR.	BLAD:	VAN:	WIJZ.
	A3	ENSOL-	04.873-DRW-001	1	3	5



## Bijlage B: Lijndiagram verbinding

# TenneT 150kV verbinding EHVO -HMZ150 Oranje



	Stoorkruising			
	Boring			
	Aardkabel	120mm <sup>2</sup> Curs		
	Hoogspanningskabel	EYAKrvvd 1x2000ALMI		
	SVL	6.3kV rated voltage		
	Overspanningsafleider			
	Eindsluiting			
Symbol	Omschrijving	Type		
2	20-05-2022	A. Winters		Definitief
1	05-04-2022	R. van der Molen		Concept
Revisie	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Status
				Opmerkingen
Energy Solutions B.V. Ampereweg 27 2628BG Delft		110kV verbinding EHVO -HMZ150 Oranje		
Projectnummer:	ENSOL 873	Format		
Tekeningnummer:	1	A3		



# Bijlage C: Specificatiesheet ABB SVL's

# Surge arrester MWD



### Overvoltage protection of

- Transformers
- Motors
- Cables
- Cable sheath
- Medium voltage equipment

### Application

- Alternating current (AC)
- Indoor

### Technical data

Surge arresters with metal oxide resistors without spark gaps (MO surge arresters), direct molded silicon housing, grey color, designed and tested according to IEC 60099-4.

Nominal discharge current $I_n$ 8/20 $\mu$ s	10 kA (pv)
Line discharge class (LD)	2
High current impulse $I_{hc}$ 4/10 $\mu$ s	100 kA (pv)
Long duration current impulse	550 A / 2000 $\mu$ s
Short circuit rating $I_s$ 50 Hz	20 kA (rms) for 0.2 s
Classification according to IEEE (ANSI) C62.11	intermediate

The thermal stability of the MO surge arrester is proved in the operating duty test according to LD 2, which gives an energy input of 5.5 kJ/kV ( $U_c$ ).

### Power frequency voltage versus time characteristic (TOV) with prior energy input

$t = 1$ s	$U_{TOV} = 1.317 \times U_c$
$t = 3$ s	$U_{TOV} = 1.287 \times U_c$
$t = 10$ s	$U_{TOV} = 1.256 \times U_c$

### Mechanical loads

Torque moment	50 Nm
Tensile strength axial	1200 N
Short term load SSL horizontal to axis	153 Nm
Long term load SLL horizontal to axis	88 Nm

### General data

Ambient air temperature	-60 to +40 °C (for higher values contact manufacturer)
Altitude	up to 1800 m (for higher values contact manufacturer)
Frequency of system voltage	50/60 Hz

# Electrical data

$U_c$ Continuous operating voltage	$U_r$ Rated voltage	Residual voltage $U_{res}$ in kV (pV) at specified impulse current									
		wave 1/... $\mu$ s		wave 8/20 $\mu$ s					wave 30/60 $\mu$ s		
kV	kV	5 kA	10 kA	1 kA	2.5 kA	5 kA	10 kA	20 kA	125 A	250 A	500 A
rms	rms	pV	pV	pV	pV	pV	pV	pV	pV	pV	pV
4	5.0	12.7	13.5	10.5	11.1	11.7	<b>12.3</b>	14.1	9.2	9.5	9.9
5	6.3	15.9	16.8	13.1	13.9	14.6	<b>15.4</b>	17.6	11.4	11.9	12.4
6	7.5	19.1	20.2	15.8	16.7	17.5	<b>18.5</b>	21.1	13.7	14.3	14.8
7	8.8	22.2	23.5	18.3	19.4	20.3	<b>21.5</b>	24.6	16.0	16.6	17.2
8	10.0	25.4	26.9	21.0	22.2	23.3	<b>24.6</b>	28.1	18.3	19.0	19.7
9	11.3	28.6	30.2	23.6	25.0	26.2	<b>27.7</b>	31.6	20.5	21.4	22.2
10	12.5	31.7	33.5	26.1	27.7	29.0	<b>30.7</b>	35.0	22.8	23.7	24.6
11	13.8	34.9	36.9	28.8	30.5	32.0	<b>33.8</b>	38.6	25.1	26.1	27.1
12	15.0	38.1	40.3	31.4	33.3	34.9	<b>36.9</b>	42.1	27.4	28.5	29.6
13	16.3	41.2	43.6	34.0	36.0	37.8	<b>40.0</b>	45.6	29.6	30.8	32.0
14	17.5	44.3	46.9	36.6	38.7	40.6	<b>43.0</b>	49.1	31.9	33.2	34.4
15	18.8	47.5	50.3	39.2	41.5	43.6	<b>46.1</b>	52.6	34.2	35.5	36.9
16	20.0	50.7	53.7	41.9	44.3	46.5	<b>49.2</b>	56.1	36.5	37.9	39.4
17	21.3	53.8	56.9	44.4	47.0	49.3	<b>52.2</b>	59.6	38.7	40.2	41.8
18	22.5	57.0	60.3	47.1	49.8	52.3	<b>55.3</b>	63.1	41.0	42.6	44.3
19	23.8	60.2	63.7	49.7	52.6	55.2	<b>58.4</b>	66.6	43.3	45.0	46.8
20	25.0	63.3	67.0	52.2	55.3	58.0	<b>61.4</b>	70.0	45.5	47.3	49.2
21	26.3	66.5	70.4	54.9	58.1	60.9	<b>64.5</b>	73.6	47.8	49.7	51.6
22	27.5	69.7	73.7	57.5	60.9	63.9	<b>67.6</b>	77.1	50.1	52.1	54.1
23	28.8	72.9	77.1	60.1	63.7	66.8	<b>70.7</b>	80.6	52.4	54.5	56.6
24	30.0	76.0	80.4	62.7	66.4	69.6	<b>73.7</b>	84.1	54.6	56.8	59.0
25	31.3	79.2	83.8	65.3	69.2	72.5	<b>76.8</b>	87.6	56.9	59.2	61.5
26	32.5	82.3	87.1	68.0	72.0	75.5	<b>79.9</b>	91.1	59.2	61.6	64.0
27	33.8	85.4	90.4	70.5	74.7	78.3	<b>82.9</b>	94.6	61.4	63.9	66.4
28	35.0	88.6	93.8	73.1	77.4	81.2	<b>86.0</b>	98.1	63.7	66.3	68.8
29	36.3	91.8	97.2	75.8	80.2	84.2	<b>89.1</b>	101.6	66.0	68.7	71.3
30	37.5	94.9	100.4	78.3	82.9	87.0	<b>92.1</b>	105.0	68.2	71.0	73.7
31	38.8	98.1	103.8	81.0	85.7	89.9	<b>95.2</b>	108.6	70.5	73.4	76.2
32	40.0	101.3	107.2	83.6	88.5	92.8	<b>98.3</b>	112.1	72.8	75.7	78.7
33	41.3	104.5	110.6	86.2	91.3	95.8	<b>101.4</b>	115.6	75.1	78.1	81.2
34	42.5	107.6	113.8	88.8	94.0	98.6	<b>104.4</b>	119.1	77.3	80.4	83.6
35	43.8	110.8	117.2	91.4	96.8	101.5	<b>107.5</b>	122.6	79.6	82.8	86.0
36	45.0	114.0	120.6	94.1	99.6	104.5	<b>110.6</b>	126.1	81.9	85.2	88.5
37	46.3	117.1	123.9	96.6	102.3	107.3	<b>113.6</b>	129.6	84.1	87.5	90.9
38	47.5	120.3	127.3	99.2	105.1	110.2	<b>116.7</b>	133.1	86.4	89.9	93.4
39	48.8	123.4	130.6	101.9	107.9	113.1	<b>119.8</b>	136.6	88.7	92.3	95.9
40	50.0	126.5	133.9	104.4	110.6	116.0	<b>122.8</b>	140.0	90.9	94.6	98.3
41	51.3	129.7	137.3	107.1	113.4	118.9	<b>125.9</b>	143.6	93.2	97.0	100.8
42	52.5	132.9	140.7	109.7	116.1	121.8	<b>129.0</b>	147.1	95.5	99.4	103.2
43	53.8	136.1	144.0	112.3	118.9	124.8	<b>132.1</b>	150.6	97.8	101.8	105.7
44	55.0	139.2	147.3	114.9	121.6	127.6	<b>135.1</b>	154.1	100.0	104.1	108.1

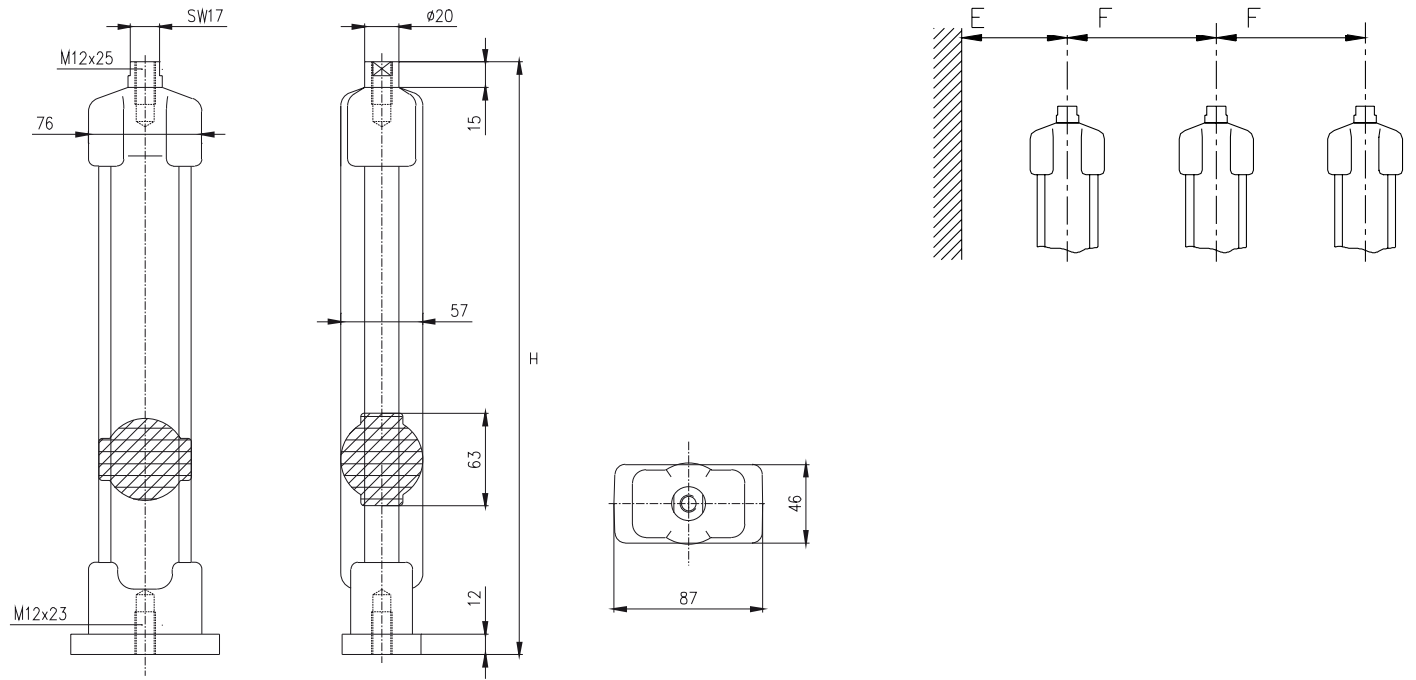
# Housing

$U_c$ Continuous operating voltage	Creepage distance	Flashover distance	Minimum clearances		Height H	Weight	Insulation withstand voltage on empty housing			
			$E_{min}$	$F_{min}$			1.2/50 $\mu$ s		50 Hz, 60 s dry	
							req. values acc. to IEC	tested	req. values acc. to IEC	tested
kV rms	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kV pv	kV pv	kV rms	kV rms
4	170	165	50	90	187	1.3	16	66	8	42
5	170	165	60	90	187	1.3	21	66	10	42
6	170	165	70	90	187	1.4	25	66	12	42
7	170	165	80	90	187	1.4	28	66	13	42
8	170	165	90	100	187	1.5	32	66	15	42
9	210	205	100	110	227	1.8	37	81	17	52
10	210	205	110	120	227	1.8	40	81	19	52
11	250	245	120	130	267	2.1	44	97	21	62
12	250	245	130	140	267	2.1	48	97	23	62
13	250	245	140	150	267	2.2	52	97	24	62
14	250	245	150	160	267	2.2	56	97	26	62
15	250	245	160	170	267	2.3	60	97	28	62
16	290	285	170	180	307	2.5	64	113	30	72
17	290	285	180	190	307	2.5	68	113	32	72
18	290	285	190	200	307	2.6	72	113	34	72
19	290	285	200	210	307	2.6	76	113	36	72
20	290	285	209	220	307	2.7	80	113	37	72
21	330	325	220	230	347	3.0	84	129	39	82
22	330	325	229	240	347	3.0	88	129	41	82
23	330	325	239	250	347	3.1	92	129	43	82
24	330	325	249	260	347	3.1	96	129	45	82
25	370	365	259	270	387	3.4	100	145	47	92
26	370	365	269	280	387	3.4	104	145	48	92
27	370	365	279	290	387	3.5	108	145	50	92
28	370	365	289	300	387	3.5	112	145	52	92
29	370	365	299	310	387	3.6	116	145	54	92
30	370	365	309	320	387	3.6	120	145	56	92
31	490	485	319	330	507	4.4	124	192	58	122
32	490	485	329	340	507	4.4	128	192	59	122
33	490	485	339	350	507	4.5	132	192	61	122
34	490	485	349	360	507	4.5	136	192	63	122
35	490	485	359	370	507	4.6	140	192	65	122
36	490	485	369	380	507	4.6	144	192	67	122
37	490	485	379	390	507	4.7	148	192	69	122
38	490	485	389	400	507	4.7	152	192	71	122
39	490	485	398	409	507	4.8	156	192	72	122
40	490	485	408	419	507	4.8	160	192	74	122
41	490	485	418	429	507	4.9	164	192	76	122
42	530	525	428	439	547	5.1	168	208	78	132
43	530	525	438	449	547	5.3	172	208	80	132
44	530	525	448	459	547	5.3	176	208	82	132



# Housing

## Dimensions (in mm)



For further information please contact:

**ABB Switzerland Ltd**  
**High Voltage Products**

Surge Arresters

Jurastrasse 45

CH-5430 Wettingen/Switzerland

Tel. +41 58 585 29 11

Fax +41 58 585 55 70

E-mail: [sales.sa@ch.abb.com](mailto:sales.sa@ch.abb.com)

**[www.abb.com/arrestersonline](http://www.abb.com/arrestersonline)**

For detailed information for dimensioning of our products  
see following ABB documents:

- Application guidelines Overvoltage protection Metal oxide surge arresters in medium voltage systems
- Application guidelines Overvoltage protection Metal oxide surge arresters in railway facilities

For pdf or print version please send E-mail to:  
[sales.sa@ch.abb.com](mailto:sales.sa@ch.abb.com)

**Note**

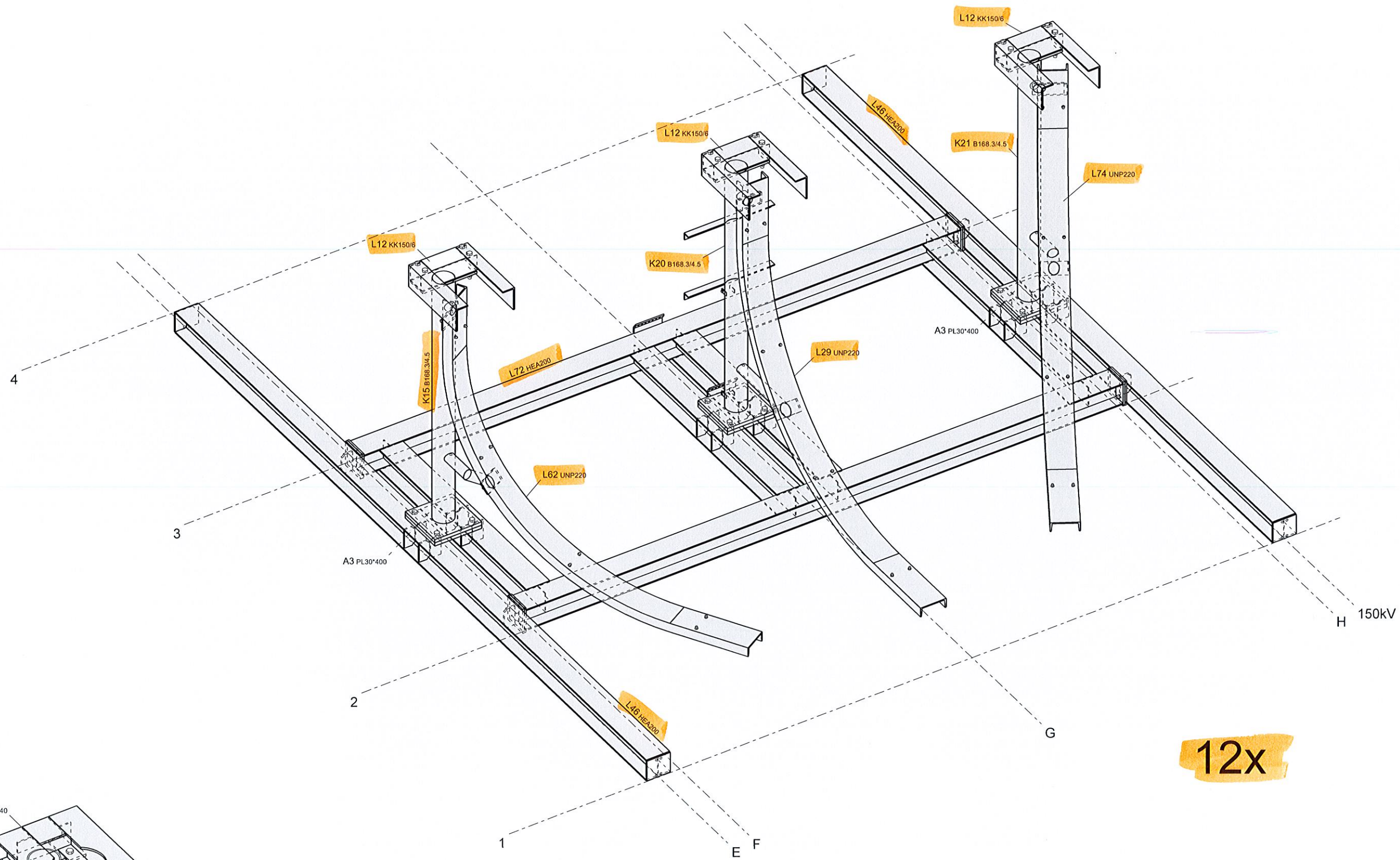
We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document. We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AG.

Copyright © 2012 ABB  
All rights reserved

Our products are certified according ISO 9001, 14001, 18001 and IRIS



## Bijlage D: Schetsontwerp OSP



12x

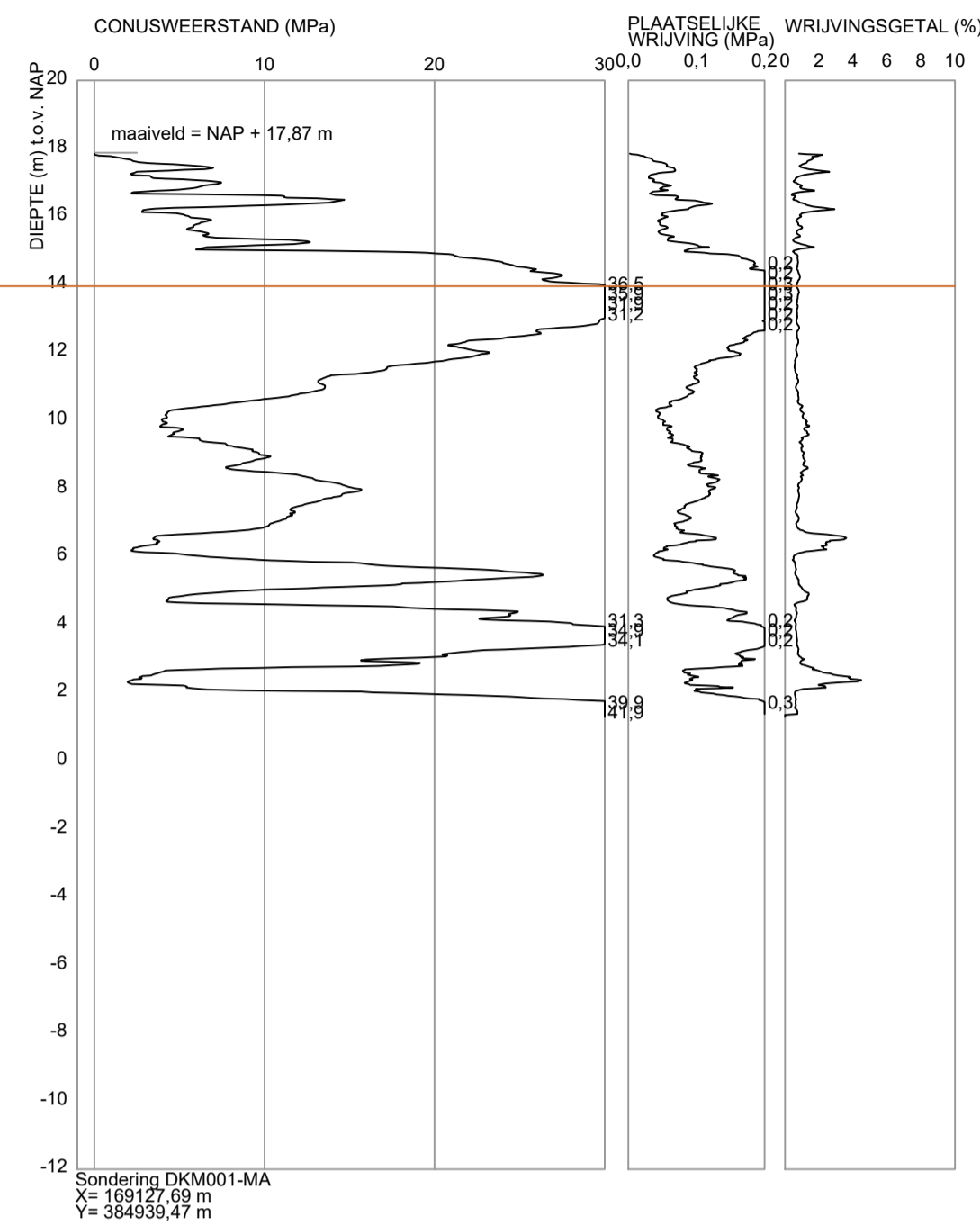
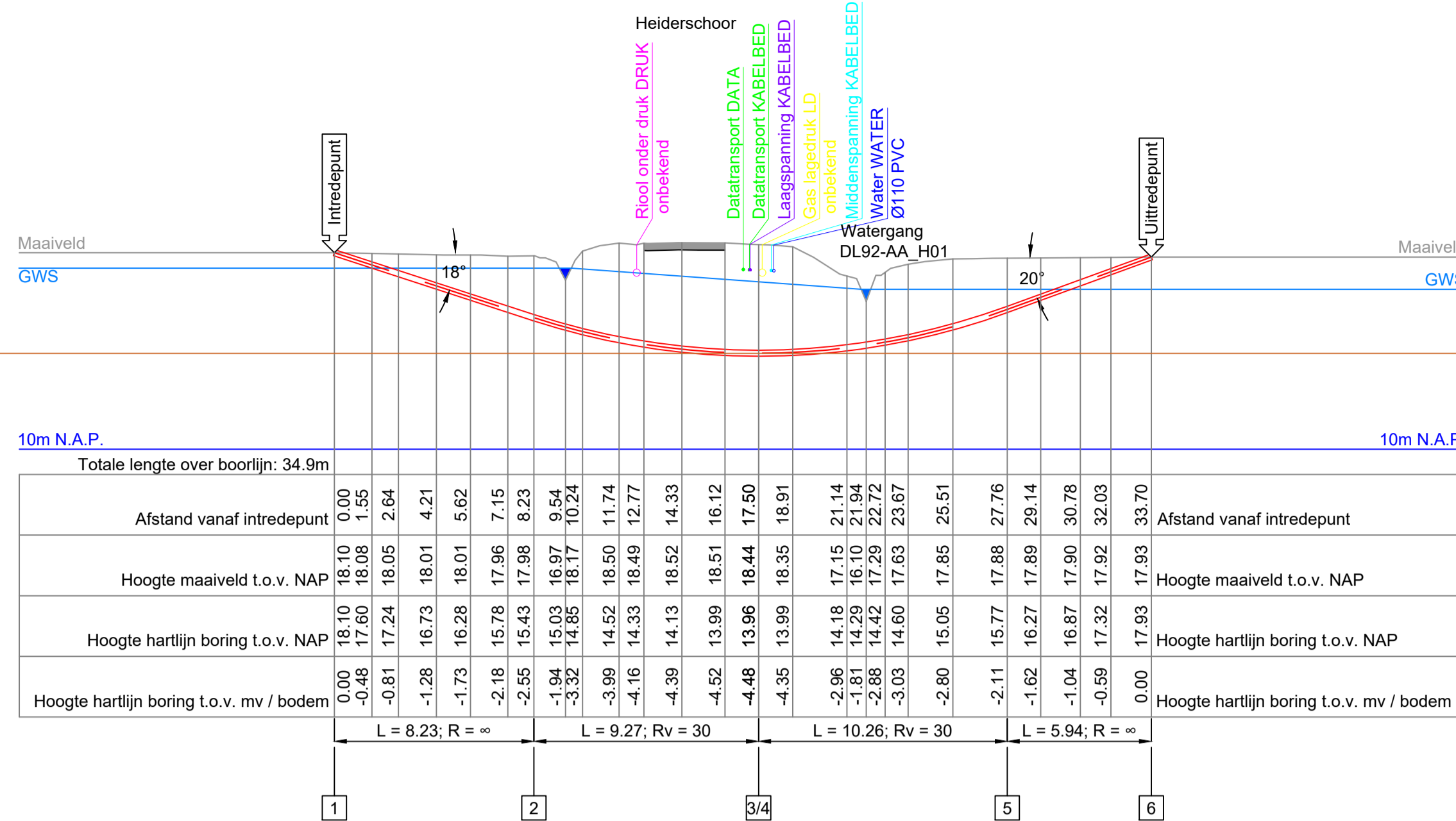
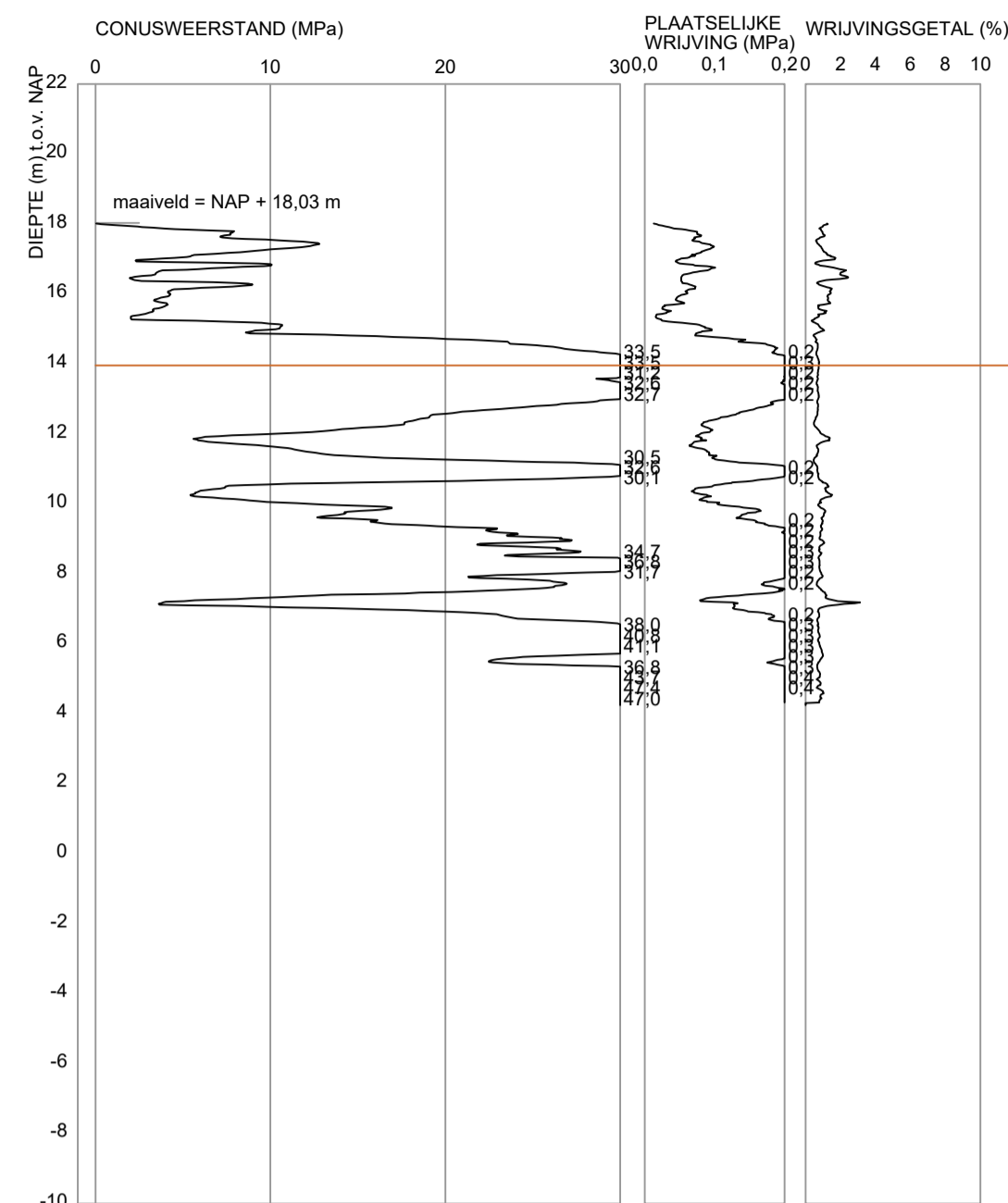


## Bijlage E: Boorontwerp Atron

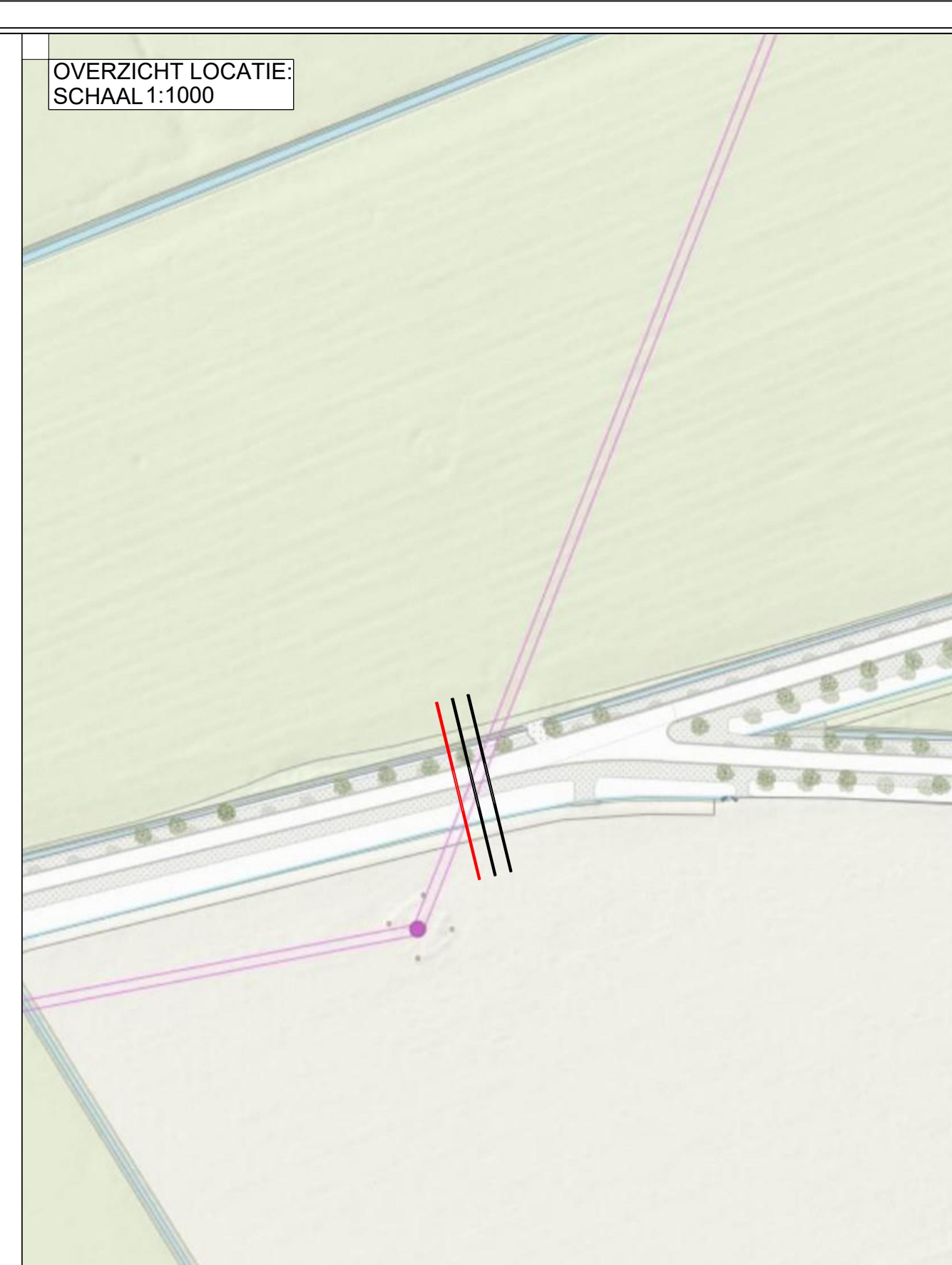
- Boorontwerp: meridian nummer 002.586.40 1029938
- Boortekening: meridian nummer 002.586.40 1029939



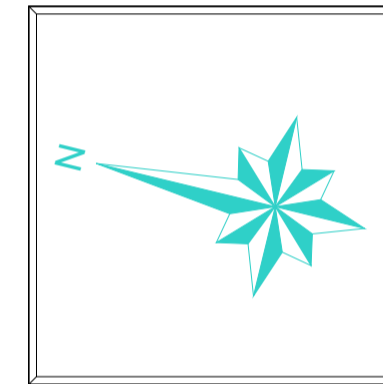
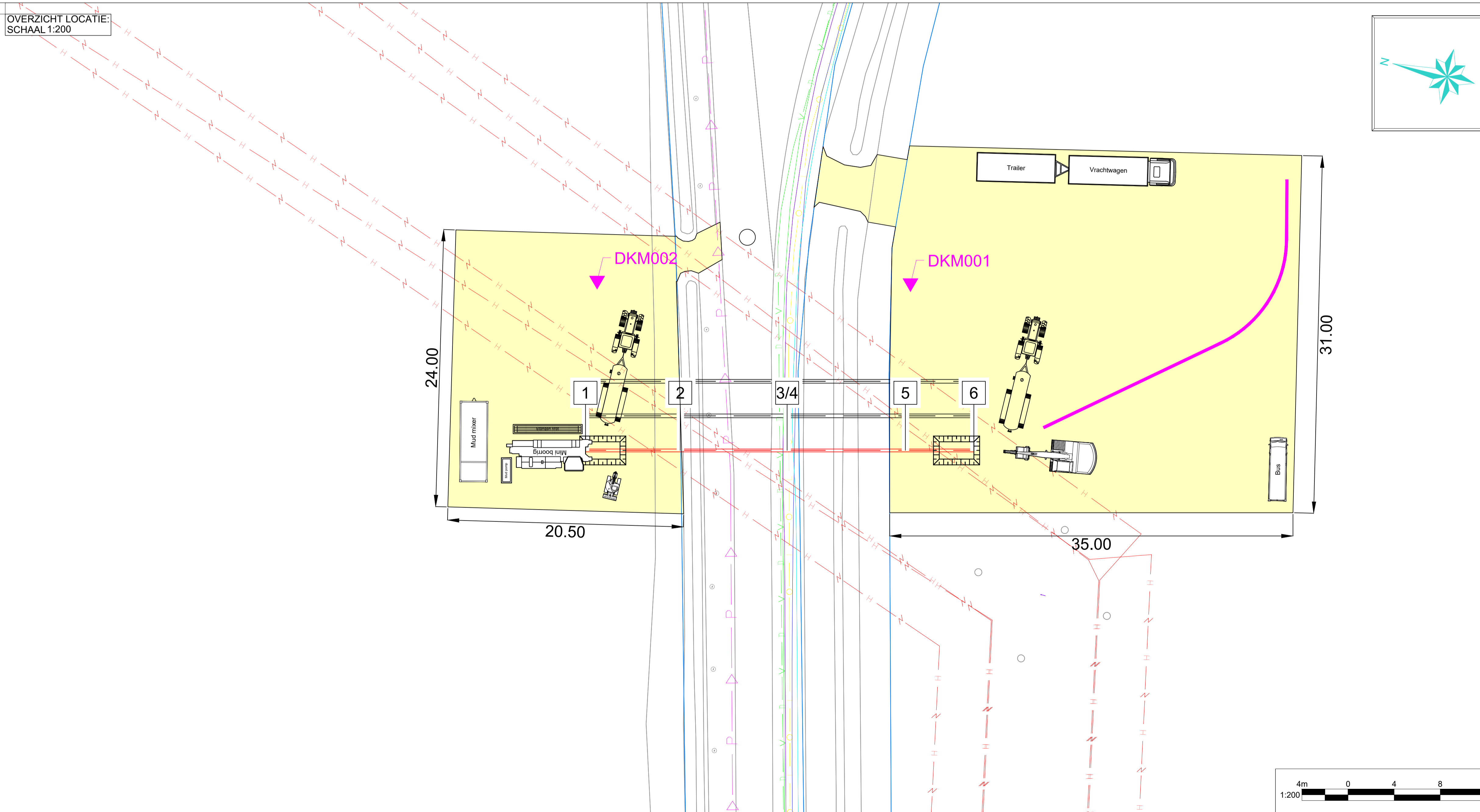
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

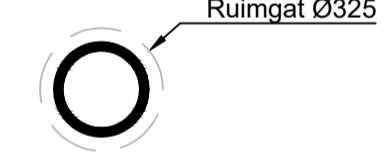


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169107.66	384963.64	18.10
2	169109.60	384955.64	15.43
3	169111.78	384946.63	13.96
4	169111.78	384946.63	13.96
5	169114.19	384936.66	15.77
6	169115.59	384930.88	17.93

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Data transport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warmte transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

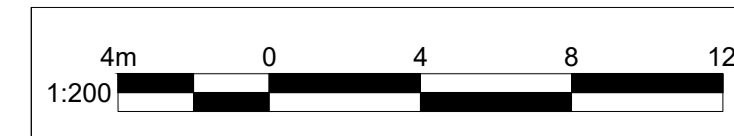
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitleglocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inschrijving	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

**ATRON Engineering**  
Advies & Infra

Hoofvestiging (overnamekantoor) | Nevestiging | T 0183-216020  
Hulzenboschstraat 22 B-1 | Tjalk 43 | E info@atron-engineering.nl  
4291 LR Werkendam | 2411 NZ Bodegraven | www.atron-engineering.nl

Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartnummer:	04.873	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Tekeningnummer:	3587-0622-01-BT01a

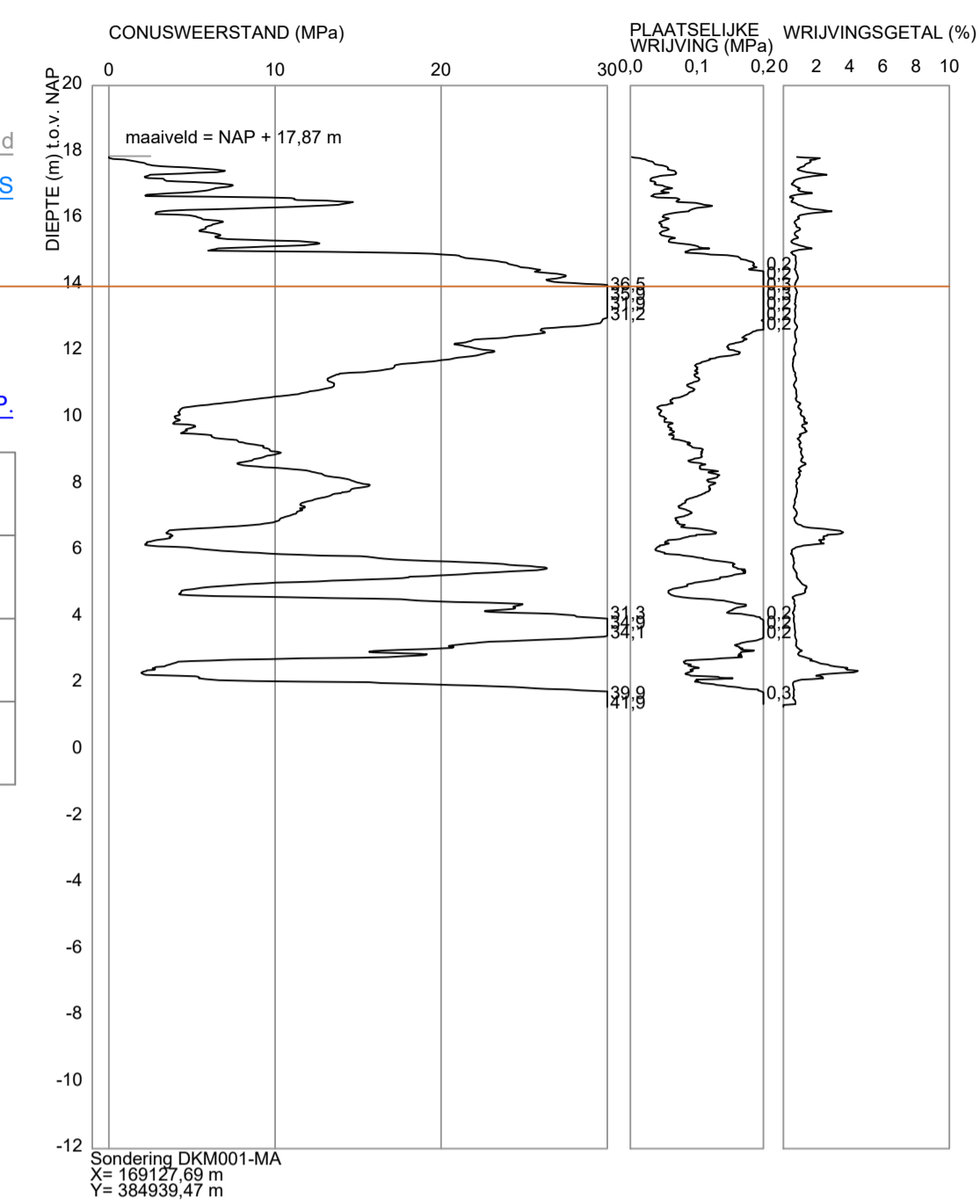
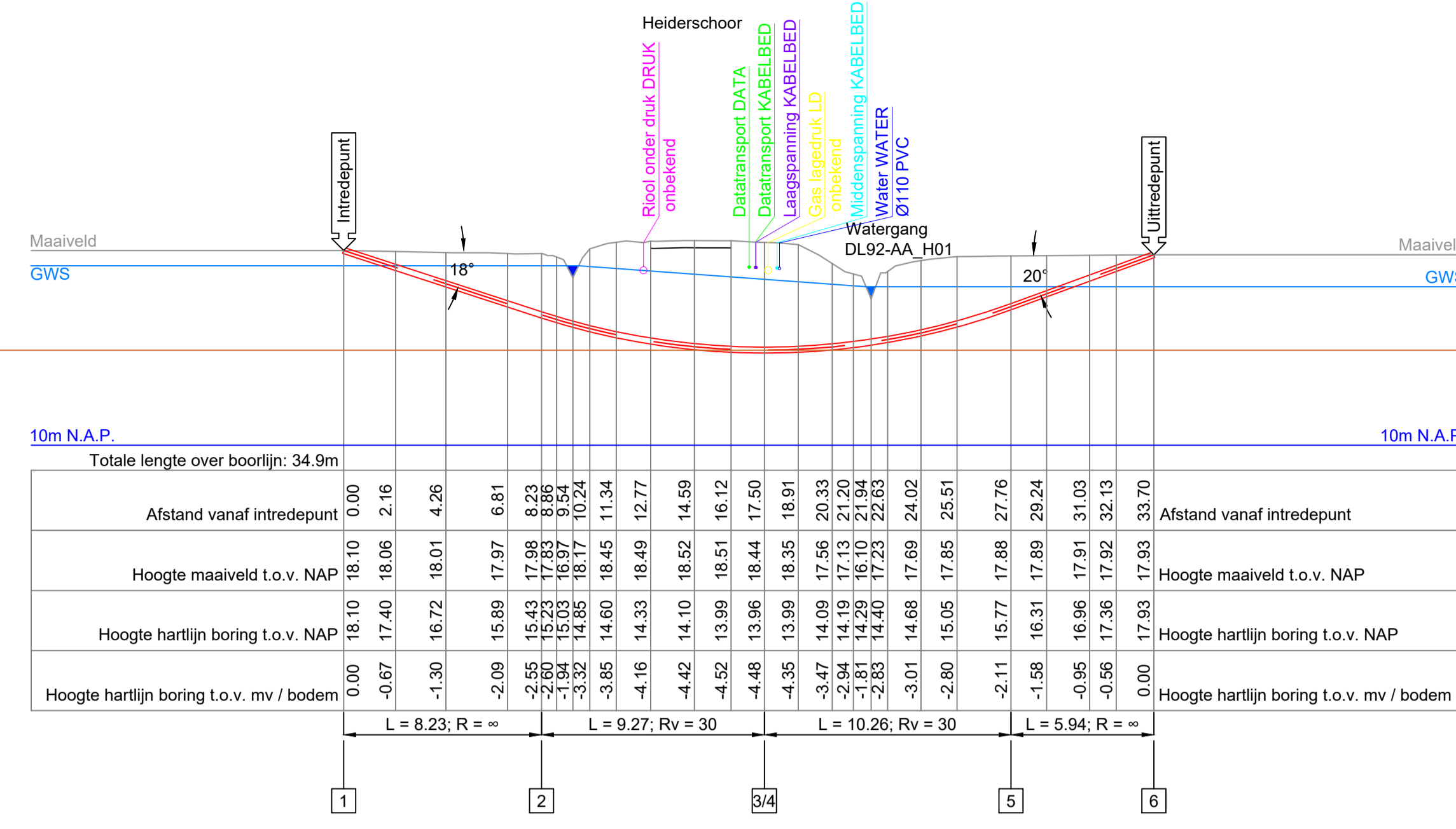
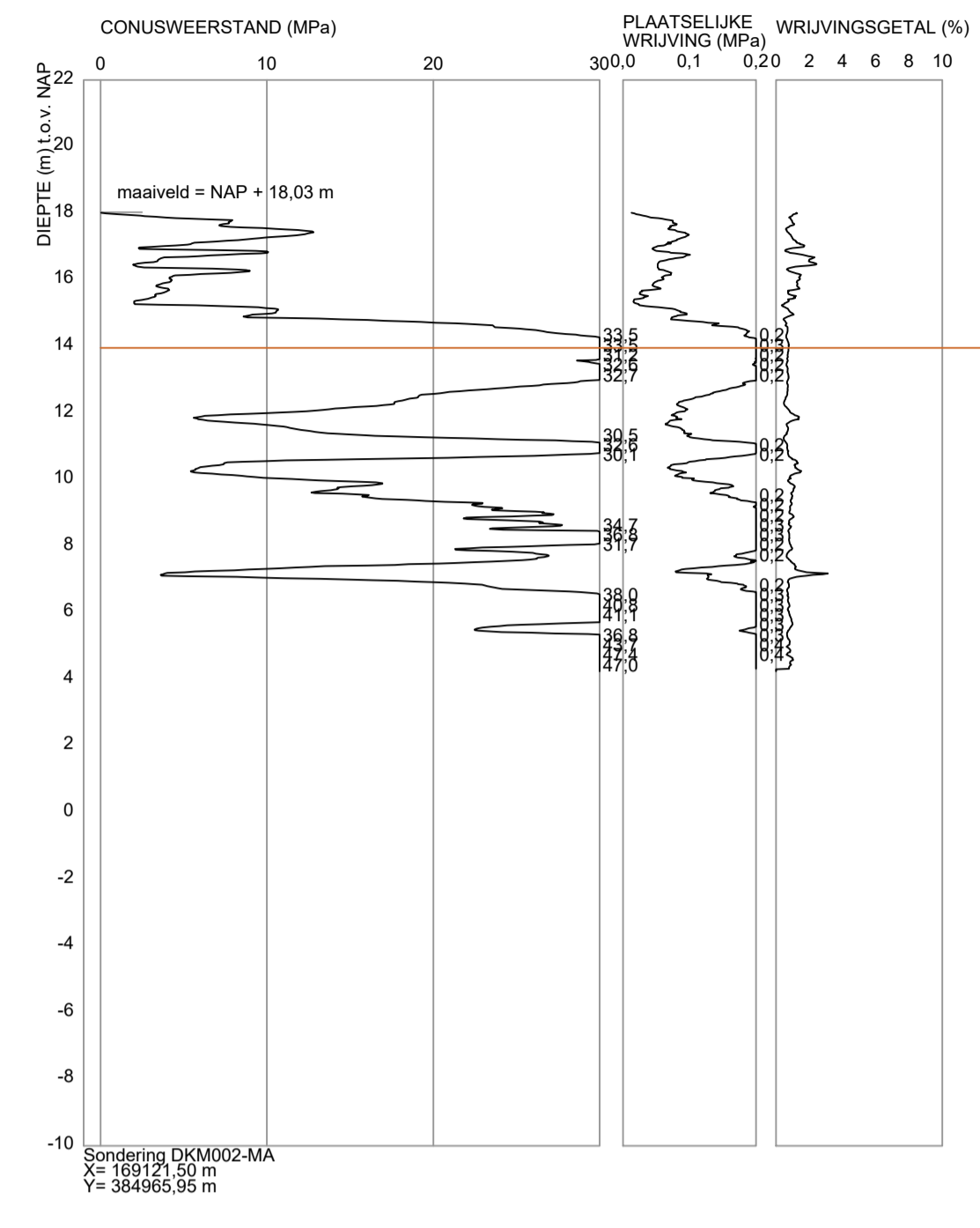


Tekenaar:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	
BvdV	WH	RvdM	
Blad:	Aantal:	Schaal:	Formaat:
1	1	Diverse	A1
Datum eerste uitgave:	Status:		
21-03-2022	VERGUNNING		

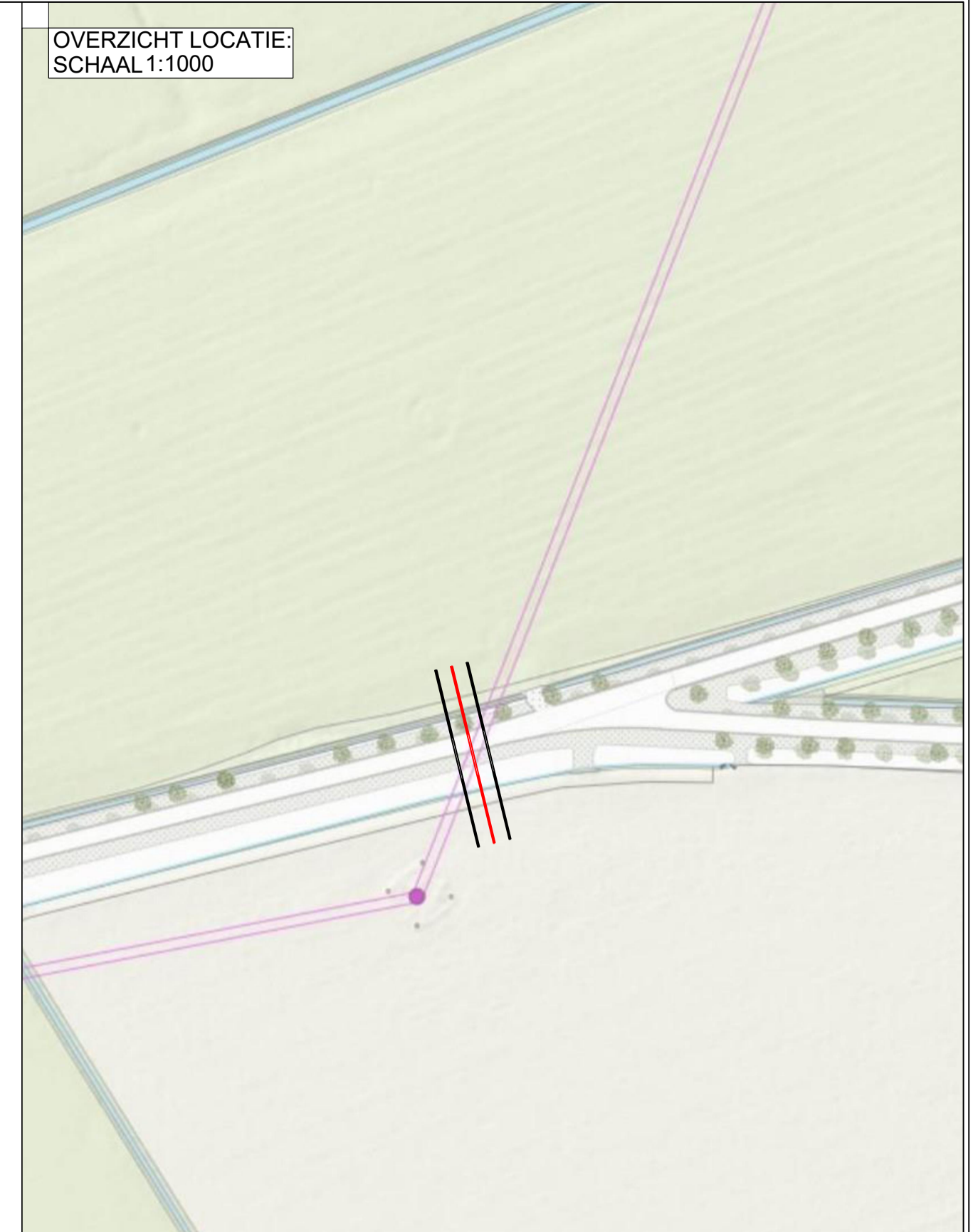
Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.



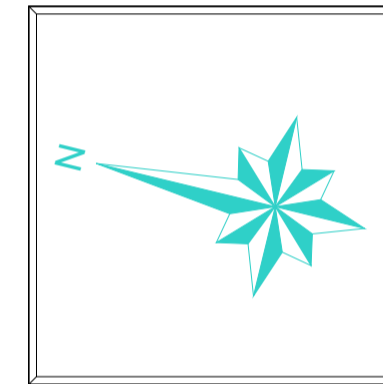
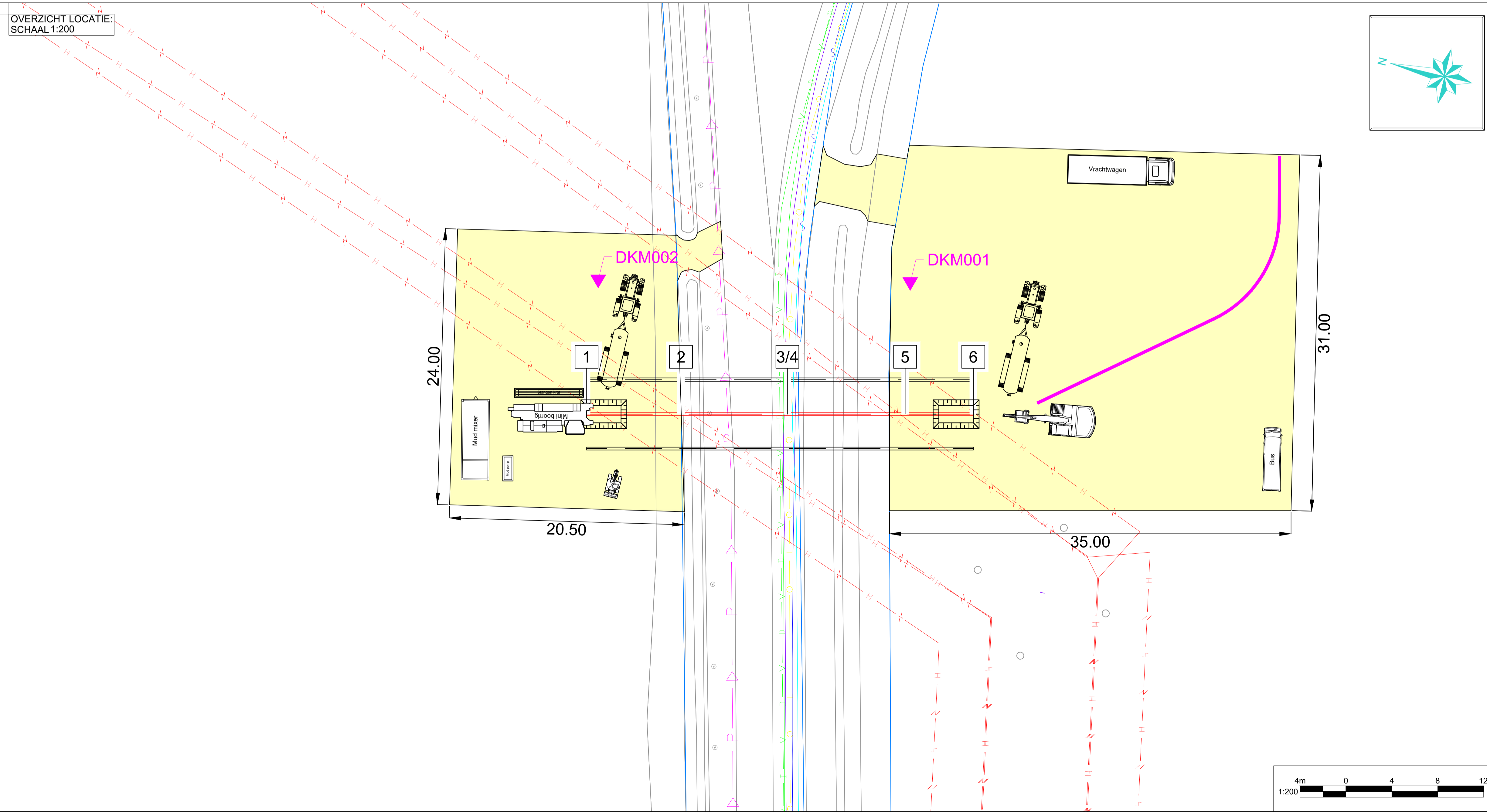
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

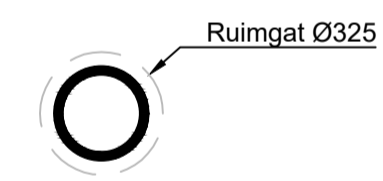


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169110,57	384964,34	36,20
2	169112,51	384956,35	33,53
3	169114,69	384947,34	32,06
4	169114,69	384947,33	32,06
5	169117,11	384937,36	33,87
6	169118,51	384931,59	36,03

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIENT TIJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Datatransport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warme transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

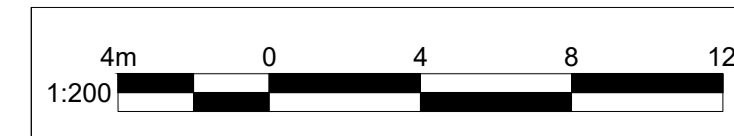
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitleglocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inschrijving werken	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

**ATRON Engineering**  
Advies & Infra

Hoofvestiging (overheidskantoor) | Nevenvestiging | T 0183-216020  
Hulsenboschstraat 22 B-1 | Tjalk 43 | E info@atron-engineering.nl  
4291 LR Werkendam | 2411 NZ Bodegraven | www.atron-engineering.nl

Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartcode:	04.873		
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft



Tekenaar:	BvdV	Gecontroleerd:	WH	Goedgekeurd:	RvdM
Bladz:	1	Aantal:	1	Datum eerste uitghe:	21-03-2022
Schaal:	Diverse	Formaat:	A1	Status:	VERGUNNING
					Tekeningnummer:
					3587-0622-01-BT01b

Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.









# Bijlage F: Sterkteberekeningen HDD

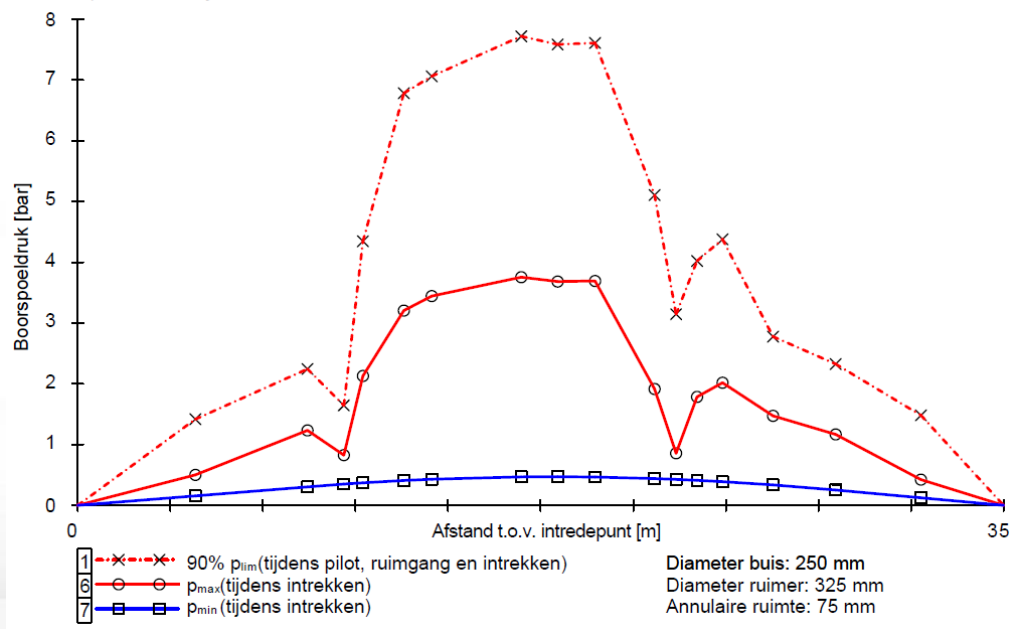
## 7. Berekeningsresultaten

In onderstaande hoofdstukken zijn de resultaten weergegeven uit de sterkte- en mud-druk berekeningen vervaardigd in het programma Sigma van Deltares conform de NEN 3650. Deze berekeningen zijn toegevoegd als bijlage 3. De uiteindelijke civiele aannemer dient vooruitlopend op de werkzaamheden deze berekeningen te controleren en/of controleberekeningen op te stellen ter verificatie van onderstaande conclusies.

### 7.1 Boorspoeldrukken

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is getoetst door middel van de uitvoering van een mud-druk berekening. Onderstaande figuur 11 geeft de verwachtingswaarde weer voor de boorspoeldrukken gedurende de realisatie van de pilotboring.

11.6 Boorspoeldrukken tijdens intrekken



Figuur 11 boorspoeldrukken tijdens pilotboring

De benodigde boorspoeldrukken zijn indicatief en onder andere afhankelijk van de boorapparatuur die de aannemer zal inzetten. Uit de grafieken blijkt dat de pilotboring de meest kritische fase is. In bovenstaande figuur is deze fase weergegeven.

*Uit de berekening komt naar voren dat er geen bijzonderheden zijn te verwachten.*

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

## 7.2 Opbouw berekening

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is getoetst door middel van de uitvoering van een sterkteberekening. In de Sigma berekening worden de volgende onderdelen getoetst:

- ❖ Totaal krachten in de verschillende stadia
- ❖ Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie
- ❖ Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding
- ❖ Optredende spanningen in langsrichting van de leiding
- ❖ Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

## 7.3 Berekening benodigde trekkracht

Onderstaande tabel geeft de verwachting weer van de verschillende trekkrachten welke tijdens de uitvoering van deze horizontaal gestuurde boring verwacht worden.

### 5.5 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

Wanneer geen totaalactor wordt toegepast ( $f = 1$ ), gelden de volgende karakteristieke waarden voor de trekkrachten.

Trekkracht $T_{tot}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{tot}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	1.331	740	-	-	-	-	<b>2.071</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	843	1.967	3.559	398	-	-	<b>6.767</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	843	1.967	3.559	398	-	-	<b>6.767</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	403	3.071	3.559	398	3.559	663	<b>11.726</b>
Geheel ingetrokken	0	4.084	3.559	398	3.559	663	<b>12.336</b>

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **12.336 N** ( $\approx 1,3$  ton).

Volgens het voorschrift van de Drilling Contractors Association (DCA - Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht 2 tot 3 keer deze maximale waarde.

**Tabel 7** Trekkrachten in verschillende stadia

*Bij deze trekkrachtberekening is rekening gehouden met een onzekerheidsfactor van 1,4. Er is geen rekening gehouden met andere (model)onzekerheidsfactoren voor het opstellen van de trekkrachtberekening. Het wel-/niet afvullen van de mantelbuis/leiding is ter keuze aannemer en moet op haalbaarheid worden getoetst. De aannemer dient rekening te houden met alle factoren welke van invloed kunnen zijn op de benodigde trekkracht en hier de inzet van zijn materieel (o.a. dodemansbed, verankering en keuze boor-rig) op af te stemmen.*

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

#### 7.4 Berekening spanningen tijdens de trekoperatie

De totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie zijn berekend in paragraaf 5.8 van de sterkteberekening in bijlage 3

##### 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2.900	0,18	-	<b>0,18</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	9.474	0,58	6,32	<b>4,69</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	9.474	0,58	-	<b>0,58</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	16.416	1,01	6,32	<b>5,12</b>
Geheel ingetrokken	17.270	1,06	-	<b>1,06</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

Tabel 8 Spanningen tijdens trekoperatie

Uit de uitkomst van de berekening blijkt dat deze binnen de gestelde eis van 10,0 N/mm<sup>2</sup> blijft en de mantelbuis voldoende sterk is tijdens het intrekproces

#### 7.5 Berekening spanningen in de omtreksrichting

De spanningen in de omtreksrichting ten gevolge van de bovenbelasting worden berekend in paragraaf 9.1 van de sterkteberekening in bijlage 3. Tabel 9 geeft inzicht aan de te verwachten spanningen.

##### 9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	1,49	-	0,65	<b>0,97</b>
2	1,78	-	0,65	<b>1,16</b>
B	1,06	0,78	0,65	<b>1,20</b>
C	2,24	0,78	0,65	<b>1,96</b>
D	2,75	0,76	0,65	<b>2,28</b>
E	2,99	0,76	0,65	<b>2,44</b>
F	3,28	0,76	0,65	<b>2,62</b>
3/4	3,22	0,76	0,65	<b>2,59</b>
G	3,12	0,76	0,65	<b>2,52</b>
H	2,06	0,76	0,65	<b>1,83</b>
I	1,05	0,76	0,65	<b>1,18</b>
J	2,26	0,78	0,65	<b>1,98</b>
K	2,26	0,78	0,65	<b>1,98</b>
L	2,21	0,78	0,65	<b>1,94</b>
5	1,91	-	0,65	<b>1,24</b>
M	1,77	-	0,65	<b>1,15</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\text{Bochten: } \sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = \bar{\sigma}_t = 8,00 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 9 Optredende spanningen in de omtreksrichting van de leiding.

De te verwachten spanningen in de omtreksrichting blijven binnen de gestelde grens van 8,00 N/mm<sup>2</sup> en voldoet.

ATRON-Engineering B.V

Project: 3587-0622-01

Datum: 25-08-2022

Versie: 02

Hoofdvesting (correspondentieadres)

Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

Nevenvestiging

Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

BTW NL858166173B01

IBAN NL42INGB0006956686

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op [www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl) of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.





## 7.6 Berekening spanningen in de langsrichting

De spanning in de langsrichting ten gevolge van de inwendige druk worden in paragraaf 9.2 van de sterkteberekening in bijlage 3 berekend. Tabel 10 geeft de verwachte spanningen weer in de rechte delen en de bochten in de langsrichting.

### 9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	0,00	0,00	-	-	0,00
2	0,00	0,00	-	-	0,00
B	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
C	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
D	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
E	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
F	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
3/4	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
G	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
H	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
I	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
J	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
K	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
L	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
5	0,00	0,00	-	-	0,00
M	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen:  $\sigma_x = \sigma_{ax}$

Bochten:  $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$

Toelaatbare spanning:  $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = 8,00$  N/mm<sup>2</sup>

**Tabel 10** Optredende spanningen in de langsrichting van de leiding.

*Uit deze berekening komt naar voren dat de spanningen binnen de gestelde norm van 8,00 N/mm<sup>2</sup> blijft. Hiermee is aangetoond dat de spanningen in de omtreksrichting voldoen.*

**Hoofdvestinging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

## 7.7 Berekening van optredende en toelaatbare deflectie

De maximale deflectie op de buis bedraagt 3,61mm (1,59% x Do) voor de 250mm. De maximaal toelaatbare deflectie bedraagt 18,18mm. De optredende maximale deflectie is dus toelaatbaar. Tabel 11 geeft de berekende vervorming aan van de mantelbuis aan tussen de rechte en gebogen delen in het boortracé.

### 10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>Y</sub> [mm]	δ <sub>Y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
A	5,03	3,23	-	1,17	0,51
2	8,69	1,17	-	1,63	0,72
B	5,86	0,00	0,026	1,04	0,46
C	11,56	0,83	0,026	2,29	1,01
D	14,55	0,66	0,025	3,06	1,35
E	15,27	1,26	0,025	3,27	1,44
F	16,97	1,14	0,025	3,61	1,59
3/4	16,59	1,18	0,025	3,54	1,56
G	16,65	0,60	0,025	3,49	1,54
H	10,41	0,96	0,025	2,24	0,99
I	5,79	0,00	0,025	1,20	0,53
J	10,51	2,00	0,026	2,20	0,97
K	11,57	0,94	0,026	2,31	1,01
L	11,18	1,04	0,026	2,06	0,91
5	9,05	1,52	-	1,73	0,76
M	5,27	4,50	-	1,32	0,58

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 227,20 = **18,18 mm**

Tabel 11 Berekening van optredende en toelaatbare deflectie

De uitwendige druk (toetsing implosie) blijft tijdens de uitvoering en in de eindsituatie tevens onder de toelaatbare uitwendige druk. Het toegepaste materiaal PE100 SDR11 is hiermee voldoende sterk. Dit geldt zowel tijdens het intrekken van de buizen als in de bedrijfsfase van de mediumleiding.

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686



# Bijlage G: Resultaten Grondonderzoek

Boornummer	Monster van tot	Monster tot	Analysediepte	1/Lambda
[-]	[cm -mv]	[cm -mv]	[cm -mv]	[m K/W] (G-waarde naaldmethode veldvochtig)
MB-E01	40	80	66	0,59315851
MB-E01	120	160	135	0,710180365
MB-E01	160	200	186	0,550094644
MB-E01	400	440	423	0,426707266
MB-E01	500	540	520	0,572750151
MB-E01	700	740	721	0,487183897
MB-E01	800	840	826	0,444119941
MB-E01	1000	1040	1025	0,189481251
MB-E01	1100	1140	1130	0,889363216
MB-E01	1180	1220	1202	0,411728498
MB-E01	1300	1340	1330	0,235540909
MB-E01	1400	1440	1425	0,835440035
MB-E02	40	80	67	1,157108755
MB-E02	120	160	151	1,506300856
MB-E02	160	200	192	1,159248923
MB-E02	400	440	470	0,484188345
MB-E02	580	620	605	0,346196375
MB-E02	660	700	692	0,324477267
MB-E02	750	790	775	0,555711772
MB-E02	950	990	969	0,333277343
MB-E02	1050	1090	1076	0,389073115
MB-E02	1100	1140	1113	0,202378928
MB-E02	1250	1290	1268	0,113754824
MB-E02	1400	1440	1465	0,032067656





# Bijlage H: Uitwerkingen berekeningen

# Optredende mantelspanningen bij een 1-fase kortsluitstroom van 15kA/1s in de tijdelijke verbinding BUGG-KELP150 tussen mast 030 en 031.

## Lengte van de deelsecties

$L_{\text{totaal}} := 345$  [m] lengte kabelsectie

## Kabel gegevens

$f := 50$  [Hz] frequentie

$i := 1..3$

87/150 (123) kV 1x1000 mm<sup>2</sup> Al

$\alpha_1 := 0.779$  factor type geleider (zie table 1)

$d_1 := 0.035$  [m] geleiderdiameter  $r_1 := \alpha_1 \cdot 0.5 \cdot d_1$   $r_1 = 0.014$

$d_4 := 0.0797$  [m] gem dia loodmantel  $r_4 := 0.5 \cdot d_4$   $r_4 = 0.040$

$t_{\text{ath}} := 0.0011$  [m] dikte aardscherm

$d_0 := 0.90$  [m] buitendiameter  $r_0 := 0.5 \cdot d_0$   $r_0 = 0.450$

$R_{\text{geleiders}} := 0.040 \cdot 10^{-3}$  [ $\Omega$ /m] geleiders

$R_{\text{schermen}} := 0.16 \cdot 10^{-3}$  [ $\Omega$ /m] schermen

Aardkabel (parallel) 1x185mm<sup>2</sup> Cu

$d_2 := 0.0157$  [m] geleiderdiameter  $r_2 := \alpha_1 \cdot 0.5 \cdot d_2$   $r_2 = 0.006$

$d_{20} := 0.025$  [m] buitendiameter  $r_{20} := 0.5 \cdot d_{20}$   $r_{20} = 0.013$

$R_{\text{aardkabels}} := 99^{100}$  [ $\Omega$ /m] aardkabels

## Fictieve Retour Aardleiding

$R_0 := 1$  [ohm] weerstand van aard elektrode [Ohm]

$\sigma := 0.05$  [S/m] conductivity of the soil: **5.00 S/m for sea water**  
0.05 S/m for wet soil  
0.02 S/m for average soil  
0.01 S/m for dry soil

$L_{\text{route}} := L_{\text{totaal}}$  [m] Gemiddelde lengte van de aarde

$\mu := 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  [-] constant

$\gamma := 0.5772156649$  [-] eulers constante

$\omega := 2 \cdot \pi \cdot f$

$R_g := \frac{\mu \cdot \omega}{8}$  Aardingsweerstand  $R_g = 49.3 \times 10^{-6}$  [ohm/m]

$R_{\text{earth}} := \frac{R_g}{1000} \cdot L_{\text{route}} + (2 \cdot R_0)$  Totale aardingsweerstand  $R_{\text{earth}} = 0.0058$  [ohm/m]

$S_{\text{earth}} := \frac{2 \cdot e^{0.5 - \gamma}}{\sqrt{\mu \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \sigma}}$  Diepte retour aarde  $S_{\text{earth}} = 416.7$  [m]

$D_e := S_{\text{earth}}$  [m] diepte retour aarde

$R_{g, \text{earth}} := R_{\text{earth}}$  [ $\Omega$ /m] retour aarde

Table 1 – Values of  $\alpha$  for conductors

Number of wires	Value of $\alpha$
1 (solid)	0,779
3	0,678
7	0,726
19	0,758
37	0,768
61	0,772
91	0,774
127	0,776

## Invoeren stromen

ORIGIN = 1  $j := \sqrt{-1}$   $\omega := 2 \cdot \pi \cdot f$   $\alpha := \frac{2}{3} \cdot \pi$

$I_a := 750$  [A] Stroom circuit A (XLPE)

$I_1 := I_a \cdot e^{j \cdot \alpha}$   $I_2 := 15000$   $I_3 := I_a \cdot e^{-j \cdot \alpha}$  Stroom per fase circuit A

In geval van 1-fase kortsluiting. Hierboven de kortsluitstroom "geforceerd" invoeren in 1 van de fase.

$$I_1 = \begin{pmatrix} -375 + 649.5i \\ 15000 \\ -375 - 649.5i \end{pmatrix}$$

**Invoeren ligging (Driehoek)**

Circuit A

$$\begin{aligned} x_1 &:= 0 & y_1 &:= 0.5 \cdot d_0 \cdot \sqrt{3} & \text{fase R} \\ x_2 &:= 0.5 \cdot d_0 & y_2 &:= 0 & \text{fase S} \\ x_3 &:= -0.5 \cdot d_0 & y_3 &:= 0 & \text{fase T} \end{aligned}$$

Ligging mantels (X en Y coördinaten), = geleider 4 t/m 6

$$\begin{aligned} i &:= 1..8 & \text{Middenpunt van de mantels is gelijk aan het middenpunt van de geleiders} \\ x_{i+3} &:= x_i \\ y_{i+3} &:= y_i \end{aligned}$$

Ligging retour aardleiding (X en Y coördinaten), = geleider 7

$$\begin{aligned} x_7 &:= 0 & x_8 &:= 0 \\ y_7 &:= 1000 & y_8 &:= D_e \end{aligned}$$

Invullen s-matrix = onderlinge afstanden geleiders/mantels/retour aardleiding

$$\begin{aligned} i &:= 1..8 & k &:= 1..8 & s_{a_{i,k}} &:= \sqrt{(y_i - y_k)^2 + (x_i - x_k)^2} \\ i &:= 1..3 & s_{a_{i,i}} &:= r_1 & s_{a_{i,i+3}} &:= r_3 & s_{a_{i+3,i}} &:= r_3 & s_{a_{i+3,i+3}} &:= r_3 \\ s_{a_{7,7}} &:= r_2 & s_{a_{8,8}} &:= D_e \end{aligned}$$

$$s_{i,j} = \begin{pmatrix} 0.014 & 0.900 & 0.900 & 0.040 & 0.900 & 0.900 & 999.221 & 415.928 \\ 0.900 & 0.014 & 0.900 & 0.900 & 0.040 & 0.900 & 1000.000 & 416.707 \\ 0.900 & 0.900 & 0.014 & 0.900 & 0.900 & 0.040 & 1000.000 & 416.707 \\ 0.040 & 0.900 & 0.900 & 0.040 & 0.900 & 0.900 & 999.221 & 415.928 \\ 0.900 & 0.040 & 0.900 & 0.900 & 0.040 & 0.900 & 1000.000 & 416.707 \\ 0.900 & 0.900 & 0.040 & 0.900 & 0.900 & 0.040 & 1000.000 & 416.707 \\ 999.221 & 1000.000 & 1000.000 & 999.221 & 1000.000 & 1000.000 & 0.006 & 583.293 \\ 415.928 & 416.707 & 416.707 & 415.928 & 416.707 & 416.707 & 583.293 & 416.707 \end{pmatrix}$$

**Berekening inductie en impedantie per deelsectie**

$$i := 1..8 \quad k := 1..8$$

$$\begin{array}{ccc} \text{Deelsectie} & \text{Inductie} & \text{Impedantie} \\ 1 & M_{i,k} := -2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln(s_{a_{i,k}}) & Z_1 := (R + j \cdot \omega \cdot M) \cdot L_{\text{total}} \end{array}$$

**Berekening totale impedantie per meter**

$$Z := \frac{Z_1}{L_{\text{total}}} \quad [\Omega/m]$$

**Hulpmatrixen om geïnduceerde stroom/spanning te berekenen**

$$P := (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ -1) \quad M := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} \quad Q := \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

**Berekening (geïnduceerde) stroom in geleider/aardmantel/aardleiding**

$$i := 1..8$$

$$I := [M \cdot (P \cdot Z \cdot M)^{-1} \cdot P \cdot Z \cdot Q - Q] \cdot I$$

$$|I_i| = \begin{pmatrix} -375 + 649.52i \\ 15000 \\ -375 - 649.52i \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -14010.12 + 1875.35i \\ -239.88 - 1875.35i \end{pmatrix}$$

Circuit 1 - Geleider fase R  
Circuit 1 - Geleider fase S  
Circuit 1 - Geleider fase T  
Circuit 1 - Aardmantel fase R  
Circuit 1 - Aardmantel fase S  
Circuit 1 - Aardmantel fase T  
Retour aardleiding

**Resultaat mantelspanningen**

$$i := 4..8$$

$$\Delta E1 := Z_1 \cdot I \quad [\text{Volt}]$$

Geïnduceerde mantelspanning aan het einde van de kabelverbinding

$$i = \begin{pmatrix} 4.000 \\ 5.000 \\ 6.000 \\ 7.000 \\ 8.000 \end{pmatrix} \quad |\Delta E1_i| = \begin{pmatrix} 2136.209 \\ 3175.575 \\ 2137.917 \\ 3678.269 \\ 3678.269 \end{pmatrix}$$

## Minimaal benodigde geleiderdoorsnede bij een optredende 3-fase kortsluitstroom van 40kA/1s.

### Parameters

$\theta_i := 50$	[°C]	geleider temperatuur voor aanvang kortsluitstroom
$I_{sc} := 40$	[kA]	gevraagde kortsluitstroom
$t := 1.0$	[s]	tijdsduur van de kortsluitstroom
$\theta_f := 250$	[°C]	maximaal toegestane eindtemperatuur van de geleider volgens NEN 3630 (1996) en NEN 3620 (1998)

Berekening van de gevraagde geleiderdoorsnede volgens paragraaf 3.

$K_{Al} := 148$	[As <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup> ]	constante voor aluminium
$\beta := 228$	[K]	reciproke waarde van de weerstand-temperatuurcoëfficiënt van aluminium

$$S_{AD} := \sqrt{\frac{(I_{sc} \cdot 10^3)^2 \cdot t}{K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}} \quad [\text{mm}^2] \quad \text{vereiste geleider doorsnede (ten aanzien van de gespecificeerde kortsluitstroom)} \quad S_{AD} = 367$$

Bijlage 3

Memo ontwerp en werkschrijving HDD boringen kabelverbinding



Opdrachtgever : Energy Solutions B.V.  
Contactpersoon : Dhr.  
Adres : Ampèreweg 27  
Plaats : 2627 BG Delft

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

## MEMO

Onderwerp: Werkomschrijving horizontaal gestuurde boring Heideschoor Mierlo

# Horizontaal gestuurde boringen

t.b.v. tijdelijke aanleg hoogspannings kabel

Heideschoor te Mierlo



Figuur 1 overzicht werklocatie (Bron: Google Earth)

Versie	Datum	Status	Opgesteld	Gecontroleerd	Akkoord
1	14-07-2022	Voor vergunning			
2	25-07-2022	Voor vergunning			

Tabel 1 Versie- en wijzigingsoverzicht



## Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Uitgangspunten</b> .....	<b>5</b>
2.1	Informatie .....	5
2.2	Voorschriften en literatuur .....	5
2.3	Ontwerp .....	5
<b>3.</b>	<b>Beschrijving werkmethode</b> .....	<b>7</b>
3.1	Algemeen .....	7
<b>4.</b>	<b>Omschrijving project</b> .....	<b>10</b>
4.1	Projectlocatie .....	10
4.2	Locatie intredepunt .....	10
4.3	Locatie uittredepunt en uitleglocatie .....	10
4.4	Betrokken objecten boortracé .....	11
4.5	Overzicht aandachtspunten bestaande kabels en/of leidingen .....	11
4.6	Tijdschema .....	11
<b>5.</b>	<b>Realisatie werkzaamheden</b> .....	<b>12</b>
5.1	Voorstel in te zetten boormaterieel .....	12
5.2	Inrichten werkterrein .....	13
5.3	Vorbereiden leidingstreng(en) en uitleglocatie .....	13
5.4	Graven in- en uittredepunt .....	13
5.5	Controle werkwater .....	13
5.6	Pilotboring .....	14
5.7	In te zetten meetsysteem .....	15
5.8	Afwijkingen .....	15
5.9	Ruimfase(n) .....	16
5.10	Intrekfase horizontaal gestuurde boring .....	17
5.11	Ballasten van de leiding(en) .....	18
5.12	Boorvloeistof .....	18
5.13	Aanlevering registratie .....	18
5.14	Vrijkomende grond / boorspoeling .....	18
<b>6.</b>	<b>Grond en grondwater</b> .....	<b>19</b>
6.1	Geotechnisch onderzoek .....	19
6.2	Beschrijving grondgesteldheid .....	19
6.3	Grondwaterstanden .....	20
<b>7.</b>	<b>Berekeningsresultaten</b> .....	<b>21</b>
7.1	Boorspoeldrukken .....	21
7.2	Opbouw berekening .....	22
7.3	Berekening benodigde trekkracht .....	22
7.4	Berekening spanningen tijdens de trekoperatie .....	23
7.5	Berekening spanningen in de omtreksrichting .....	23
7.6	Berekening spanningen in de langsrichting .....	24
7.7	Berekening van optredende en toelaatbare deflectie .....	25

**Hoofdvesting** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E [info@atron-engineering.nl](mailto:info@atron-engineering.nl)  
[www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl)

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686





### Lijst met tabellen

Tabel 1	Versie- en wijzigingsoverzicht .....	1
Tabel 2	Specificaties horizontaal gestuurde boring .....	5
Tabel 3	Specificaties mantelbuis .....	6
Tabel 4	Overzicht raakvlakken bestaande kabels en leidingen .....	11
Tabel 5	Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650) .....	16
Tabel 6	Grondwaterstanden (indicatief) .....	20
Tabel 7	Trekkrachten in verschillende stadia .....	22
Tabel 8	Spanningen tijdens trekoperatie .....	23
Tabel 9	Optredende spanningen in de omtreksrichting van de leiding. ....	23
Tabel 10	Optredende spanningen in de langsrichting van de leiding. ....	24
Tabel 11	Berekening van optredende en toelaatbare deflectie .....	25

### Lijst met figuren

Figuur 1	overzicht werklocatie (Bron: Google Earth) .....	1		
Figuur 2	pilotboring .....	7		
Figuur 3	ruimfase .....	8		
Figuur 4	intrefase .....	9		
Figuur 5	overzicht werklocatie (bron: Open street-maps) .....	10		
Figuur 6	Boormachine .....	12		
Figuur 7	Afwijkingen conform Richtlijn boortechnieken 2019-RWS .....	16		
Figuur 8	Voorbeeld Fly-cutter	Figuur 9	In te trekken mantelbuis .....	17
Figuur 10	Bodemopbouw (sonderingen 02P017784_DKM001 & DKM002) .....			19
Figuur 11	boorspoeldrukken tijdens pilotboring .....			21

### Lijst met bijlagen

Bijlage 1	Ontwerptekening horizontaal gestuurde boring 1a-b-c .....	26
Bijlage 2	Grondonderzoek .....	27
Bijlage 3	Resultaten sterkteberekening (Sigma 2022) .....	28
Bijlage 4	Beschrijving meetsysteem .....	29
Bijlage 5	Beschrijving boorvloeistof .....	30
Bijlage 6	Leaflet Veilig werken onder of nabij bovengrondse hoogspanningsverbinding .....	31

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

#### Nevenvestiging

Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E [info@atron-engineering.nl](mailto:info@atron-engineering.nl)  
[www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl)

KvK 70156689

BTW NL858166173B01

IBAN NL42INGB0006956686

## 1. Inleiding

Energy Solutions B.V. heeft opdracht verleend aan ATRON Engineering B.V. voor de engineering van een horizontaal gestuurde boring. Energie Solutions is momenteel bezig met de voorbereiding van de verkabeling van de masten, waarvoor een tijdelijke 150kV verbinding moet worden aangebracht. De aanvraag betrof één horizontaal gestuurde boring met een bundel van drie mantelbuizen met elk een diameter van Ø250mm. De diameter van de te ruimen beoogde boring in combinatie met de gewenste lengte van de boring (ca. 35m) is technisch niet uitvoerbaar. Een zogenaamde mini-rig is niet in staat om een dergelijke bundel te kunnen realiseren en een grotere boorrig kan geen boring van 35m maken, daar de boogstralen van de stangen al groter zijn dan de horizontaal gestuurde boring.

Voor de realisatie van deze kabelverbinding is ervoor gekozen de horizontaal gestuurde boring op te knippen in drie identieke parallelboringen met elk een buis van Ø250mm. Hierdoor kan de aanleg van de mantelbuizen gerealiseerd worden met een mini-rig. Voor deze identieke boringen is één berekening gemaakt welke volstaat voor deze drie horizontaal gestuurde boringen.

Voor de tijdelijke aanleg van 150kV kabel is de realisatie van een horizontaal gestuurde boring noodzakelijk. De horizontaal gestuurde boring kruist diverse watergangen en het Heiderschoor te Mierlo.

Voorliggende werkmethodebeschrijving beschrijft het boorproces en de werkzaamheden welke benodigd zijn voor de realisatie van deze horizontaal gestuurde boringen. Deze werkmethodebeschrijving kan uitsluitend worden gebruikt voor de vergunningaanvraag voor deze werkzaamheden op basis waarvan de uiteindelijke civiele aannemer zijn werkplan kan opstellen.

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E [info@atron-engineering.nl](mailto:info@atron-engineering.nl)  
[www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl)

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op [www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl) of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.

## 2. Uitgangspunten

### 2.1 Informatie

Voor deze werkmethodebeschrijving hebben de volgende documenten als input gediend:

- Tekening(en):
  - o Boorlijnen Helmond.dwg (aangeleverd door Energy Solutions)
- Document(en):
  - o Oriëntatie KLIC-melding
    - 22O037921
- Grondonderzoek
  - o Aangeleverde sonderingen Inpijn Blokpoel met kenmerk 02P017784

### 2.2 Voorschriften en literatuur

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring en de berekeningen zijn gebaseerd op de volgende normen en voorschriften:

- NEN3650-1:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 1: Algemeen
- NEN3650-3:2012 Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 3: Kunststoffen
- NEN3651:2012 Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
- Keur en leggers van het Waterschap Aa en Maas
- VELIN voorwaarden en EV-eisen vanuit andere netbeheerders o.b.v. de verrichte KLIC-meldingen.
- Richtlijn boortechneken Rijkswaterstaat juni 2019
- DCA (Drilling Contractors Association) Technical Guidelines 2<sup>nd</sup> February 2001

### 2.3 Ontwerp

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is weergegeven op de ontwerptekening welke is opgenomen in Bijlage 1. In onderstaande tabel zijn de eigenschappen van de horizontaal gestuurde boring gespecificeerd.

De uiteindelijke civiele aannemer dient het ontwerp te beoordelen op uitvoerbaarheid, risico's en afwijkingen in het ontwerp, grondslag en KLIC. Na controle zal hij hiervoor de ontwerpverantwoordelijkheid overnemen van opdrachtgever.

Omschrijving	HDD	Eenheid
Lengte	34,9	m
Intredehoek	18	o
Uittredehoek	20	o
Neergaande bochtstraal	30	m
Opgaande bochtstraal	30	m
Horizontale bochtstraal	-	m
Gecombineerde bochtstraal	-	m
Maximale gronddekking (maaiveld)	4,52	m

Tabel 2 Specificaties horizontaal gestuurde boring

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op [www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl) of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.





Omschrijving	
Materiaal	PE100 SDR11
Uitwendige diameter	250mm
Wanddikte	22,8mm
Aantal	1

Tabel 3 Specificaties mantelbuis

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E [info@atron-engineering.nl](mailto:info@atron-engineering.nl)  
[www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl)

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686

### 3. Beschrijving werkmethode

#### 3.1 Algemeen

Bij het aanleggen van ondergrondse netwerken die bestaan uit kabels en leidingen kunnen horizontaal gestuurde boringen worden toegepast om o.a. wegen, watergangen en andere bovengrondse- en ondergrondse infrastructurele constructies te kruisen. Door het toepassen van deze sleufloze techniek wordt de overlast voor de omgeving tot een minimum beperkt.

Een horizontaal gestuurde boring bestaat uit 3 fasen, te weten:

- Fase 1: Pilotboring
- Fase 2: Ruimen
- Fase 3: Intrekken mantelbuis

Tijdens alle fasen wordt er gebruik gemaakt van boorspoeling. De boorspoeling bestaat uit een water-bentonietmengsel waar eventueel additieven aan toegevoegd kunnen worden om gewenste eigenschappen te verkrijgen. De samenstelling van de boorspoeling is met name afhankelijk van het in te zetten materieel, de grondsoort en de kwaliteit van het grondwater.

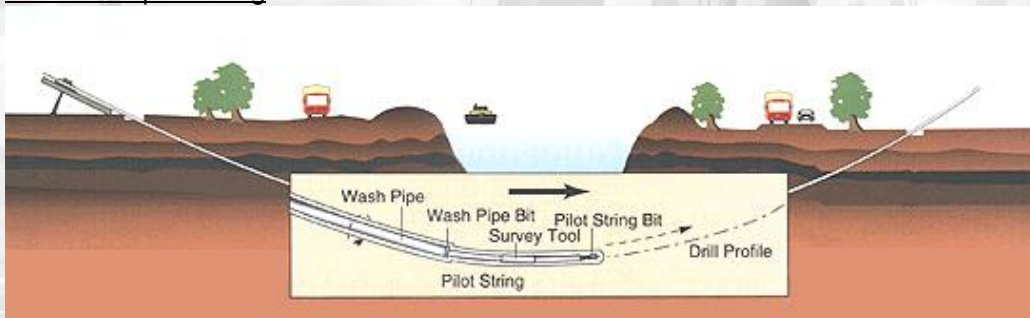
De voornaamste functies van de boorspoeling zijn:

- Medium voor lossputten van grond via nozzles in de boorkop of ruimer
- Afvoeren/transporteren van de losgespoten grond
- In stand houden van het boorgat
- Afpleisteren van de tunnelwand (filtercake)
- Smering van de boorstreng en de in te trekken mediumleiding
- Koeling van de boorkop/boorbit en het aandrijven van de mudmotor

De boorspoeling wordt door middel van een hogedrukpomp door de boorstangen naar de boorkop of ruimer gepompt. Vervolgens zal de boorspoeling onder hoge druk via diverse nozzles in de boorkop of ruimer de grond of tunnel in worden gepompt.

Bij een horizontaal gestuurde boring worden de werkzaamheden vanaf het maaiveld uitgevoerd. Een gestuurde boring bestaat doorgaans uit twee werkerreinen: een rig-site (intredepunt) waar onder andere de boor-rig opgesteld is en een pipe-site (uittredepunt) waar de in te trekken buis samengesteld en klaargelegd wordt.

#### Fase 1: De pilotboring



**Figuur 2 pilotboring**

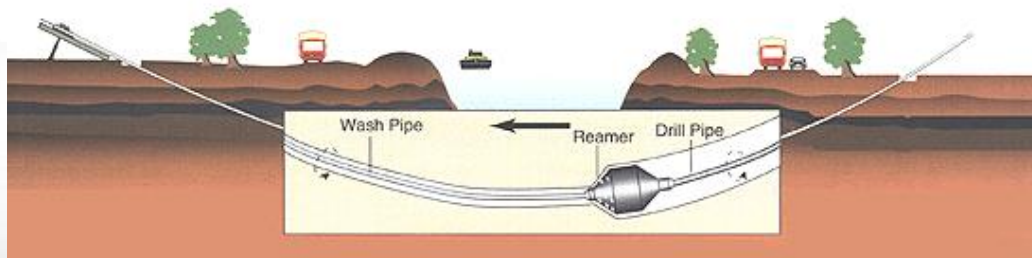
Aan de voorkant van de boorstreng is een boorkop aangebracht. De boorspoeling wordt via de boorstreng naar de boorkop gepompt en wordt samen met de losgewoelde grond langs de buitenzijde van de boorstreng door de boortunnel afgevoerd. Over het eerste gedeelte van de boorstreng kan eventueel een casing/beschermhuis worden aangebracht in de volgende gevallen:

- indien de boorgatstabiliteit in gevaar komt;
- indien gevaar bestaat voor een blow-out op een kwetsbare plek;
- indien gevaar bestaat voor knikken van de boorstang.

Het eerste deel van een horizontaal gestuurde boring bestaat uit een rechtstand onder een vooraf bepaalde intredehoek. Deze rechtstand gaat over in een neergaande verticale of gecombineerde bocht gevolgd door een horizontale rechtstand (eventueel met een horizontale bocht). Hierna volgt er een opgaande verticale of gecombineerde bocht met aan het einde een rechtstand tot het uittredepunt, eveneens onder een vooraf bepaalde uittredehoek.

De driedimensionale plaatsbepaling van de boring wordt tijdens deze eerste fase verkregen door de geregistreerde coördinaten tijdens de pilotboring. De locatie van de boring, de eisen van de opdrachtgever, de eisen en wensen van de vergunningverlener, het te kruisen obstakel, storende externe invloeden en de diepte zijn bepalend voor het toe te passen meetsysteem.

#### Fase 2: Ruimen van het boorgat



**Figuur 3** ruimfase

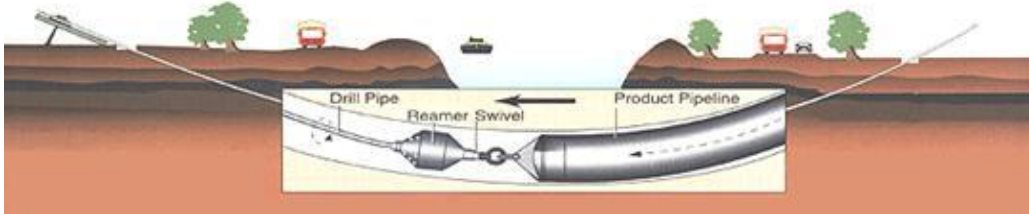
Nadat de boorstreng bij het uittredepunt boven de grond is gekomen wordt de boorkop verwijderd en wordt op het uiteinde van de boorstreng een ruimer gemonteerd. Vervolgens wordt de boorstreng met ruimer teruggetrokken richting intredepunt. De ruimer wordt met een draaiende beweging door het voorgeboorde pilotboorgat teruggetrokken. Op de ruimer zijn behalve nozzles, waardoor de boorspoeling naar buiten gespoten wordt, soms ook messen, kammen of tanden aangebracht (afhankelijk van de grondslag waarin geboord wordt). De losgewoelde grond wordt langs de buitenzijde van de boorstreng door het geruimde boorgat in de retourstroom van de boorspoeling afgevoerd naar het maaiveld.

Achter de ruimer worden opnieuw boorstangen gekoppeld zodat de verbinding tussen in- en uittredepunt behouden blijft. Afhankelijk van de grondslag, het pompvermogen en de vereiste boorgatdiameter kunnen meerdere ruimeroperaties achter elkaar worden uitgevoerd.





## Fase 3: Intrekken van de mantelbuis:



**Figuur 4** intrekfase

Tijdens de laatste fase van het boorproces wordt de buis samen met een trekkop achter een ruimer gekoppeld en in het geruimde boorgat getrokken. Het boorgat blijft tijdens de intrekoperatie geheel gevuld met de boorspoeling. De boorgatdiameter dient tussen de 30% en 50% groter te zijn dan de diameter van de in te trekken buis.

Ten behoeve van het inbrengen van de mantelbuis wordt tussen de ruimer en de buis een swivel (wartellager) gemonteerd zodat geen rotatie van de buis kan optreden. Nadat de medium voerende buis in zijn geheel door de boortunnel is getrokken en indien nodig succesvol is beproefd/getest, is de boring voltooid.

Tijdens de verschillende fasen worden de boorspoeldrukken gecontroleerd en geregistreerd. Bij alle fasen dient de gehele boortunnel gevuld te blijven met boorspoeling zodat er continu druk in de boortunnel blijft staan. Dit is belangrijk om achterblijvende holle ruimten in de grond en instorten van de boortunnel te voorkomen.

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E [info@atron-engineering.nl](mailto:info@atron-engineering.nl)  
[www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl)

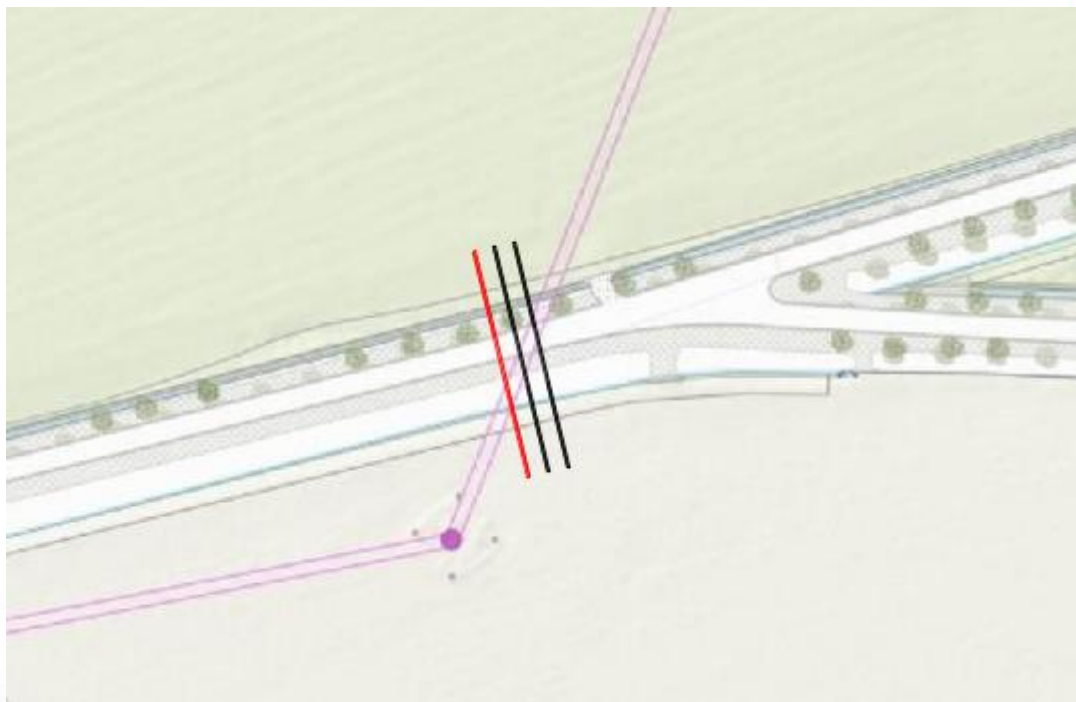
**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686



## 4. Omschrijving project

### 4.1 Projectlocatie

De horizontaal gestuurde boring is gelegen in een weiland naast het Heiderschoor en kruist de weg en een watergang met kenmerk DL92-AA\_H01 welke in beheer is bij Waterschap Aa en Maas. In onderstaand overzicht is de projectlocatie weergegeven en de locatie (indicatief) van de horizontaal gestuurde boring.



Figuur 5 overzicht werklocatie (bron: Open street-maps)

### 4.2 Locatie intredepunt

Het intredepunt van de horizontaal gestuurde boring is gelegen in het weiland aan de noordkant van het Heiderschoor. De locatie van het intredepunt is toegankelijk via de openbare weg via het Heiderschoor. Nabij het intredepunt is voldoende opstelruimte aanwezig voor het benodigde materiaal en materieel.

### 4.3 Locatie uittredepunt en uitleglocatie

Het uittredepunt van de horizontaal gestuurde boring is gelegen in het weiland aan de zuidkant van het Heiderschoor. De horizontaal gestuurde boring treedt uit in het weiland. Nabij het uittredepunt is voldoende ruimte beschikbaar voor het benodigde materieel en materiaal. De mantelbuis zal voorafgaand aan de intrekfase worden samengesteld op het werkterrein. Na gereedkomen van de boorgang zal de mantelbuis worden ingetrokken in de boortunnel.

De aannemer dient rekening te houden met de bereikbaarheid voor belanghebbenden. Voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden zullen door de aannemer de benodigde verkeersplannen opgesteld dienen te worden om goedkeuring te verkrijgen van de wegbeheerders.

Het vaststellen van de precieze omvang van het werkterrein is onderdeel van de voorbereidingen voor de uitvoering en behoeft goedkeuring van de opdrachtgever. De aannemer dient zich ten tijde van de aanbidding te vergewissen dat er voldoende werkruimte aanwezig is.

#### 4.4 Betrokken objecten boortracé

Bij de realisatie van de horizontaal gestuurde boring worden de volgende objecten gekruist:

- ❖ Kruising van watergang
- ❖ Kruising van Heiderschoor
- ❖ Kruising van watergang met kenmerk DL92-AA\_H01

#### 4.5 Overzicht aandachtspunten bestaande kabels en/of leidingen

In navolgend overzicht zijn de stakeholders weergegeven zoals bestaande kabel- en leidingbeheerders welke een aandachtspunt zijn voor deze horizontaal gestuurde boring. Kabels en leidingen met een standaardligging welke geen conflict geven worden in navolgende tabel niet behandeld.

Eigenaar	Discipline	Opmerking
Enexis	MS kabel	Kan verstoring veroorzaken in meetsysteem
TenneT	Hoogspanningsmast	Kan verstoring veroorzaken in meetsysteem

Tabel 4 Overzicht raakvlakken bestaande kabels en leidingen

#### 4.6 Tijdschema

De bepaling van de tijdsduur voor het realiseren van de gestuurde boring is mede afhankelijk van het in te zetten materieel, de locatie, de in te trekken leiding(en) en de grondslag. Voor de uitvoering van deze horizontaal gestuurde boring zal onderstaand gemiddelde tijdsschema van toepassing zijn:

- |                                      |        |         |
|--------------------------------------|--------|---------|
| - Aanleg van bouw-/toegangswegen     | : 5.00 | dag(en) |
| - Inrichten werkterrein              | : 1.00 | dag(en) |
| - Samenstellen van de mantelbuis     | : 1.00 | dag(en) |
| - Uitvoeren van de pilotboring       | : 0.25 | dag(en) |
| - Uitvoeren van ruimgang             | : 0.25 | dag(en) |
| - Intrekken van de mantelbuis        | : 0.25 | dag(en) |
| - Afvoer en opruimen werkterrein(en) | : 5.00 | dag(en) |

De startdatum wordt bepaald in overleg met de opdrachtgever. Hierbij dient rekening gehouden te worden met eventuele vergunningen en toestemmingen.

De boorwerkzaamheden mogen pas aanvangen na het verkrijgen van alle goedkeuringen/toestemmingen.

## 5. Realisatie werkzaamheden

### 5.1 Voorstel in te zetten boormaterieel

De processen van sleufloze technieken worden bij horizontaal gestuurde boringen verdeeld in drie categorieën (S-A, S-B en S-C)

De indeling voor de horizontaal gestuurde boringen is ingegeven door de omvang van de boring.

- ❖ “Kleine gestuurde boringen” (S-A) worden uitgevoerd met een mini-rig tot een maximale trekkracht van 12 ton (120 kN).
- ❖ “Grote gestuurde boringen” (S-B) worden uitgevoerd met een midi-rig tot een maximale trekkracht van 80 ton (800 kN).
- ❖ “Zeer grote boringen” (S-C) worden over uitgevoerd met een maxi-rig met een trekkracht van meer dan 80 ton (800 kN).

De regeling geeft aan dat onder bepaalde omstandigheden besloten kan worden om hiervan af te wijken. Enkele voorbeelden zijn:

- ❖ Aard en omvang van het te kruisen object
- ❖ Grondslag
- ❖ Leidingmateriaal
- ❖ Diepte
- ❖ Detectiemethode van de zender in de boorkop
- ❖ Risico in geval van schades

Onderstaand treft u een voorstel voor het in te zetten boormaterieel en de daarbij behorende technische specificaties waarmee de horizontaal gestuurde boring uitgevoerd zou kunnen worden.

De berekeningen en het boorontwerp dienen door de uiteindelijke civiele aannemer gecontroleerd en indien nodig aangepast te worden in overeenstemming met het in te zetten materieel.

Boormachine	4,5 tonner	
	Rig-klasse	Mini-rig
	Merk:	Ditch Witch JT10
	Motor:	49 kW, 66 pk
	Gewicht:	3,350 kg
	Max. drukkracht:	4 ton
	Max. opneembare trekkracht	4,5 ton
	Max. in-/uitrede hoek	8-22 graden

Figuur 6 Boormachine





## **5.2 Inrichten werkterrein**

Het werkterrein voor de realisatie van de horizontaal gestuurde boring zal in overleg met de opdrachtgever en eventueel andere betrokken stakeholders worden bepaald en ingericht.

Ter plaatse van het intredepunt dient ervan uitgegaan te worden dat er een werkterrein benodigd is van 480m<sup>2</sup> voor het opstellen van het benodigde materieel. Dit gaat naast de boor-rig om pompen, mix-units, aggregaten, voorraadcontainers, schaft- en materiaalvoorzieningen, recycling-unit, bentonietopslag en opstelruimte voor transportmaterieel, vacuümwag en andere vervoersmiddelen.

Ter plaatse van het uitredepunt dient rekening gehouden te worden met een werkterrein van minimaal 1000m<sup>2</sup> voor het opstellen van het benodigde materieel. Dit gaat om o.a. opslag voor boorstangen, voorraadcontainers en opstelruimte voor transportmaterieel, vacuümwag en andere vervoersmiddelen en uitleggen mantelbuis.

De boorstelling zal worden opgesteld op draglineschotten/rijplaten om de belasting van de boorstelling gelijkmatig te verdelen over de ondergrond.

## **5.3 Voorbereiden leidingstreng(en) en uitleglocatie**

Voorafgaand aan de boorwerkzaamheden worden de High Density Polyethyleen (HDPE)-buizen samengesteld door middel van spiegellassen conform de NEN7200. Tijdens het lasproces worden de lasrillen verwijderd, tenzij anders voorgeschreven door de opdrachtgever.

De leidingstreng wordt uitgelegd op rollenstellen voorafgaand aan de intrekfase ofwel de mantelbuizen kunnen vanaf haspel worden ingetrokken.

## **5.4 Graven in- en uitredepunt**

Het eerste grondverzet welke plaats vindt is met het graven van de in- en uitredepunten ofwel proefsleuven door de civiele aannemer. Voorafgaand aan deze grondroeringen dient er een KLIC-graafmelding te worden verricht.

De aanwezige kabels en leidingen in de ontwerptekening(en) zijn afkomstig vanuit een oudere KLIC-oriëntatiemelding en dienen te worden geverifieerd met de kabels en leidingen vanuit de nieuwe KLIC-melding. Eventuele afwijkingen dienen te worden overlegd met de opdrachtgever.

Eventuele EV-meldingen dienen voor aanvang van de graafwerkzaamheden afgehandeld te worden met de betreffende kabel- of leidingbeheerder. Eventuele aanvullende werkafspraken dienen schriftelijk te worden vastgelegd.

## **5.5 Controle werkwater**

Voor uitvoering van de werkzaamheden dient het werkwater te worden gecontroleerd met betrekking tot de pH-waarde, hardheid en geleidbaarheid voordat de boorvloeistof wordt aangemaakt.

Het werkwater kan afkomstig zijn vanuit een nabijgelegen watergang ofwel vanuit een aanwezige brandkaan. De civiele aannemer zal zorg moeten dragen voor het verzorgen van het benodigde werkwater.

Van het water wat tijdens het aanmaken van bentoniet of andere toevoegstoffen wordt gebruikt (zowel tijdens de pilotboring, het ruimen van het boorgat en het intrekken) zullen de volgende gegevens geregistreerd moeten worden:

❖ datum	[dd-mm-jj]
❖ meettijdstip	[uur : min]
❖ pH waarde	[ - ]
❖ chloridegehalte	[ $\mu$ S/cm]
❖ hardheid	[ - ]
❖ eventuele toevoegingen	[soort – kg/M3]

Bij gebruik van werkwater vanuit het 'oppervlaktewater' zal tevens een watermonster genomen moeten worden om eventuele verontreinigingen uit te sluiten. Indien er verontreinigingen aanwezig zijn in het gebruikte werkwater kunnen deze een verontreiniging veroorzaken op de locatie van de horizontaal gestuurde boring. De civiele aannemer is verantwoordelijk voor het controleren op verontreinigingen in het gebruikte werkwater.

## 5.6 Pilotboring

De pilotboring zorgt ervoor dat de verbinding tussen het intredepunt en het uitredepunt tot stand wordt gebracht conform de opgestelde ontwerptekening.

Tijdens de pilot is er nog geen verbinding met het uitredepunt. Daarom zal de boorspoeling terugkomen naar het intredepunt. De terugontvangen boorspoeling wordt daarbij opgevangen en verpompt naar de recyclinginstallatie voor hergebruik.

Tijdens de pilotboring dienen de volgende parameters geregistreerd te worden (per stang):

❖ Stangnummer:	[-]
❖ Stanglengte:	[m]
❖ Begin- en stoptijd:	[uur:min]
❖ Duur:	[min:sec]
❖ Debiet bentoniet:	[l/min]
❖ Druk aan de rig:	[bar]
❖ Viscositeit	[sec]
❖ Soortelijk gewicht	[kg/M3]
❖ Duwkracht:	[ton]
❖ Torsie:	[kNm]
❖ Returns:	% en de richting
❖ Eventuele opmerkingen	



Gedurende de pilotboring worden de volgende waarden live gemeten en geregistreerd:

❖ X (t.o.v. referentiepunt):	[m]
❖ Y (t.o.v. referentiepunt):	[m]
❖ Z (t.o.v. referentiepunt):	[m]
❖ Easting:	[m]
❖ Northing:	[m]
❖ Depth:	[m]
❖ Pitch:	[°]
❖ Azimuth:	[°]
❖ Minimum Mud pressure:	[bar]
❖ Maximum Mud pressure:	[bar]
❖ Average Mud pressure:	[bar]
❖ Total Length	[m]



Tijdens de pilotboring dient een drillingreport opgesteld te worden door de Surveyor welke wordt opgenomen in de As-Build documentatie.

### **5.7 In te zetten meetsysteem**

Momenteel worden er doorgaans de volgende drie typen meetsystemen toegepast voor de pilotboring van een horizontaal gestuurde boring.

#### **1. Walk-over meetsysteem**

Een 'Walk-over' meetsysteem maakt gebruik van sondes die vanuit de boorkop een signaal uitzenden. Deze signalen bevatten gegevens over de richting, de diepte en de hellingshoek van de boorkop.

Om het signaal van de boorkop te kunnen ontvangen moet de ontvanger loodrecht boven de boorkop op het maaiveld geplaatst zijn. De signalen van de sonde kunnen beïnvloed worden door omgevingsfactoren zoals damwanden, (tram)rails en andere kabels en leidingen in de nabijheid van de boring. Dit meetsysteem is tevens slechts toepasbaar bij geringe boordieptes.

#### **2. Steeringtool**

De Steeringtool is een zeer nauwkeurig meetsysteem waarbij de boorkop gedetecteerd kan worden vanaf de boorslede zonder een (continue) ontvanger boven de boorkop. Ook deze signalen kunnen beïnvloed worden door omgevingsfactoren zoals damwanden, (tram)rails en andere kabels en leidingen. Voordelen ten opzichte van het Walk-over meetsysteem zijn dat de Steeringtool toepasbaar is bij grotere dieptes echter dient voor het bepalen van de 'richting' alsnog een meting op het maaiveld loodrecht boven de boorkop plaats te vinden.

#### **3. Gyro-steeringtool**

De gyroscoop is een computergestuurde optische meettechniek waarmee lange, diepe en zéér nauwkeurige horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd kunnen worden. De meting met behulp van een gyroscoop werkt met een data-uitwisseling via een PC. De gyroscoop is een zéér accuraat optisch meetsysteem dat volledig storingsvrij werkt en perfect een vooropgesteld traject volgt (AutoCAD).

Voor de uitvoering van deze horizontaal gestuurde boring is gezien de lengte van e boring het enkel mogelijk om een walk-over meetsysteem in te zetten. De specificaties van dit meetsysteem zijn opgenomen in Bijlage 4

### **5.8 Afwijkingen**

Tijdens de pilotboring kunnen er in het horizontale en verticale vlak afwijkingen optreden ten opzichte van de ontworpen boorlijn. Bijvoorbeeld veroorzaakt door slappe grondlagen, obstakels in de ondergrond (bijvoorbeeld stenen), overgangslagen van harde naar zachte ondergrond of andersom, etc.

De boormeester en assistent-boormeester dienen continu en nauwlettend het boorproces in de gaten te houden en eventuele afwijkingen te registreren.

De boormeester en assistent-boormeester op locatie zullen aangeven welke correctie/sturing benodigd is om terug te komen in het originele tracé. Door te sterk terug te sturen in de richting van de ontworpen boorlijn kunnen er extra spanningen in de leidingen optreden en kan er een kwalitatief mindere boring ontstaan. Indien dit voorkomt

is het advies een iets grotere afwijking te accepteren om zo een kwalitatief betere boring te verkrijgen.

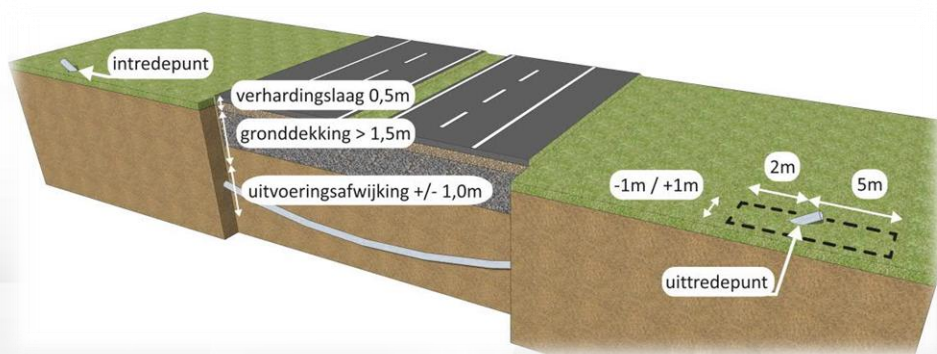
Indien het boortracé niet meer richting het geplande tracé kan worden gecorrigeerd dient de boring tot voor de afwijking teruggetrokken te worden en zal een nieuwe poging moeten worden gedaan om het geplande tracé aan te houden. Wanneer de boring buiten de 'maximale toegestane afwijking' treedt zal door de aannemer contact moeten worden opgenomen met de opdrachtgever en vergunningverlener(s).

Volgens de NEN 3650-01 mag de afwijking in de lengte-, breedte- en diepteligging van de hartlijn van de leiding niet groter zijn dan aangegeven in onderstaande tabel.

Richting	Maximale afwijking
Verticaal	+1m / -1m
Horizontaal (in lengterichting t.p.v. uittredepunt)	+5m / -2m
Horizontaal (in dwarsrichting t.p.v. uittredepunt)	+1m / -1m
Horizontaal (in dwarsrichting tracé tussen in-/uittredepunt)	+5m / -5m

Tabel 5 Maximale afwijking pilotboring (volgens NEN 3650)

In onderstaande figuur is tevens de maximale afwijking (conform 'Richtlijn boortechnieken 2019' van Rijkswaterstaat) visueel gemaakt.



Figuur 7 Afwijkingen conform Richtlijn boortechnieken 2019-RWS

Aan de maximaal toegestane afwijkingen kunnen strengere eisen worden gesteld wanneer dit voor lokale situaties gewenst is, bijvoorbeeld wanneer bijzondere objecten worden gepasseerd. De minimale gronddekking dient hierbij te allen tijde gewaarborgd te blijven.

## 5.9 Ruimfase(n)

Als de boorkop, het meetsysteem verwijderd is kan gestart worden met het vergroten van het boorgat. Hiervoor wordt een ruimer geplaatst op de boorstangen.

De buitendiameter van de in te trekken mantelbuis bedraagt ca.250mm

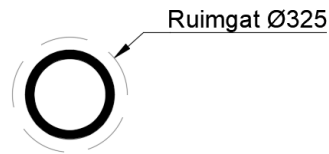
Conform de Richtlijn Boortechniek 2019 mag de ruimerdiameter maximaal 1,3 maal de leidingdiameter bedragen (bundelboring). Voor deze boring kan een zogenaamde Fly-cutter worden toegepast met een diameter van ca. 325mm.





Figuur 8 Voorbeeld Fly-cutter

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



Figuur 9 In te trekken mantelbuis

De benodigde ruimerafmeting kan worden bereikt door het uitvoeren van één of meerdere ruimfasen wat vooraf door de civiele aannemer dient te worden bepaald.

Tijdens de ruimfase worden de volgende parameters geregistreerd per stang:

- ❖ Stangnummer/lengte: [m]
- ❖ Begin- en stoptijd: [uur:min]
- ❖ Duur: [min:sec]
- ❖ Debiet bentoniet: [l/min]
- ❖ Druk aan de rig: [bar]
- ❖ Torsie: [kNm]
- ❖ Trekkracht: [ton]
- ❖ Returns: hoeveelheid en positie
- ❖ Viscositeit [sec]
- ❖ Soortelijk gewicht [kg/M3]
- ❖ Cuttings in/ Cuttings uit [-]
- ❖ Eventuele toevoegingen [soort – kg/M3]
- ❖ Eventuele opmerkingen

### 5.10 Intrekfase horizontaal gestuurde boring

De intrekfase zal direct na het uitvoeren van de laatste ruimgang plaatsvinden'. Voor deze fase zal een Barrel-reamer gebruikt worden welke voor de in te trekken mantelbuis geplaatst wordt en 'twee inches' groter is dan de buitendiameter van de in te trekken mantelbuis

Tijdens de intrekfase worden de volgende parameters geregistreerd:

- ❖ Stangnummer/lengte: [m]
- ❖ Begin- en stoptijd: [uur:min]
- ❖ Duur: [min:sec]
- ❖ Debiet bentoniet: [l/min]
- ❖ Druk aan de rig: [bar]
- ❖ Torsie: [kNm]
- ❖ Trekkracht: [ton]
- ❖ Returns: hoeveelheid en positie
- ❖ Viscositeit [sec]
- ❖ Soortelijk gewicht [kg/M3]
- ❖ Cuttings in/ Cuttings uit [-]
- ❖ Eventuele toevoegingen [soort – kg/M3]
- ❖ Eventuele opmerkingen

### 5.11 Ballasten van de leiding(en)

Gedurende de intrekfase kan de mantelbuis worden afgevuld met water om zodoende de wrijving gedurende de intrekfase te reduceren.

De civiele aannemer zal o.b.v. de benodigde trekkracht, aanwezige grondslag en het in te zetten materiaal moeten bepalen of afvullen noodzakelijk is. Indien hij ervoor kiest over te gaan tot ballasten dient dit te gebeuren met schoon (leiding)water.

### 5.12 Boorvloeistof

Boorvloeistof dient te bestaan uit een mengsel van schoon water en bentoniet. De mix-hoeveelheid kan variëren omdat de mengverhouding wordt aangepast aan de lokaal geconstateerde grondslag.

Op de projectlocatie mag enkel gerecyclede boorspoeling worden toegepast als deze is voorzien van een geldig keuringscertificaat. In andere gevallen dient de boorspoeling vers te worden aangemaakt op de projectlocatie.

In bijlage 3 is een voorbeeld toegevoegd voor de toepassing en eigenschappen van boorspoeling. De boorvloeistof dient over de navolgende functie te beschikken:

- ❖ Hydraulisch ontgraven / lossputten van de grond ter plaatse van de boorkop
- ❖ Vertransporteren van de geboorde massa
- ❖ In suspensie houden van de losgeboorde grond
- ❖ Stabilisatie van het boorgat
- ❖ Afpleistering van het boorgat
- ❖ Smering van de leiding in het boorgat tijdens de intrekfase
- ❖ Koeling en smering van de tandenruimers en de draaiende boorstangen.

Indien dit noodzakelijk is voor de uitvoering van de werkzaamheden of welslagen van de horizontaal gestuurde boring zal de aannemer eventueel benodigde toevoegstoffen gebruiken.

### 5.13 Aanlevering registratie

Alle gegevens worden opgenomen in een "boormap registratiesheet". Dit document wordt door het boorbedrijf gearchiveerd. De geregistreerde gegevens worden tijdens uitvoering van de werkzaamheden verwerkt. Deze stukken zullen ter beschikking gesteld worden aan de opdrachtgever of eventuele vergunningverleners en moeten worden toegevoegd aan het revisiepakket.

### 5.14 Vrijkomende grond / boorspoeling

Alle vrijkomende grond die, op basis van chemische verontreinigingen dan wel op basis van fysische eigenschappen, niet geschikt is om herverwerkt te worden, boorspoeling of overtollige grond wordt geacht voor de opdrachtgever geen waarde te hebben.

De civiele aannemer dient overtollige boorspoeling of vrijgekomen cuttings af te voeren naar een bewerkings-, verwerkings- of eindverwerkingsinrichting als bedoeld in de Wet milieubeheer. Hierbij behoort tevens het afgeven van de grond aan de desbetreffende inrichting inclusief alle kosten zoals leges, acceptatiekosten en vervoerskosten tot klasse industrie. Bij oplevering zullen geleide bewijzen, transportbrieven, stortbewijzen etc. dienen te worden getoond dan wel als hardcopy bij de opleverbescheiden te worden aangeleverd.



## 6. Grond en grondwater

### 6.1 Geotechnisch onderzoek

Voorafgaand aan de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring dient de lokale geotechnische informatie te worden verzameld. Indien er geen geotechnische informatie beschikbaar is kan een geotechnisch onderzoek worden uitgevoerd.

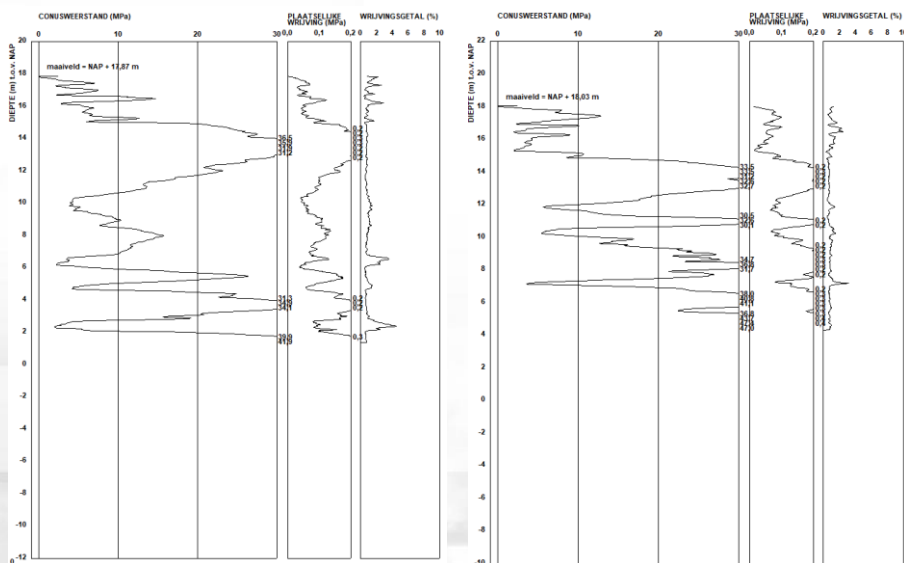
Voor deze horizontaal gestuurde boring is aanvullend geotechnisch onderzoek uitgevoerd door Inpijn Blokpoel. De resultaten van deze onderzoeken zijn opgenomen als Bijlage 2.

Deze geotechnische informatie is als input gebruikt voor de sterkte- en mud-druk berekeningen welke middels het programma Sigma 2022 zijn vervaardigd.

Indien de civiele aannemer het noodzakelijk acht aanvullend grondonderzoek uit te voeren dient hij dit mee te nemen in zijn aanbieding.

### 6.2 Beschrijving grondgesteldheid

Onderstaande interpretatie van de sonderingen zijn afkomstig uit de geotechnische rapportage welke is uitgevoerd door Inpijn Blokpoel (zie bijlage 2).



Figuur 10 Bodemopbouw (sonderingen 02P017784\_DKM001 & DKM002)

Op basis van de beschikbare grondonderzoeken kan worden aangenomen dat de boring zich in de bovengrond voornamelijk bevindt in een los zandpakket en vanaf 15m +NAP overgaat naar een hard zandpakket.

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686



### 6.3 Grondwaterstanden

De freatische grondwaterstand van watergangen in de directe omgeving van de horizontaal gestuurde boring zijn middels GPS opgemeten. De resultaten van deze metingen zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Omschrijving	+/- N.A.P./Maaiveld	Waarde
GWS nabij intredepunt (freatisch)	+	17.47m
GWS nabij uittredepunt (freatisch)	+	16.60m

Tabel 6 Grondwaterstanden (indicatief)

Het betreffen hier eenmalige metingen waardoor deze waarneming slechts als indicatie kan gelden. Daarnaast kan als gevolg van spanningswater, lagenopbouw en lokale omstandigheden een afwijkende waarde worden aangetroffen. De uiteindelijke civiele aannemer zal deze waarden moeten controleren en indien noodzakelijk de bijbehorende berekeningen en het boorplan voor de uiteindelijke uitvoering van de werkzaamheden hierop aanpassen.

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E [info@atron-engineering.nl](mailto:info@atron-engineering.nl)  
[www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl)

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686

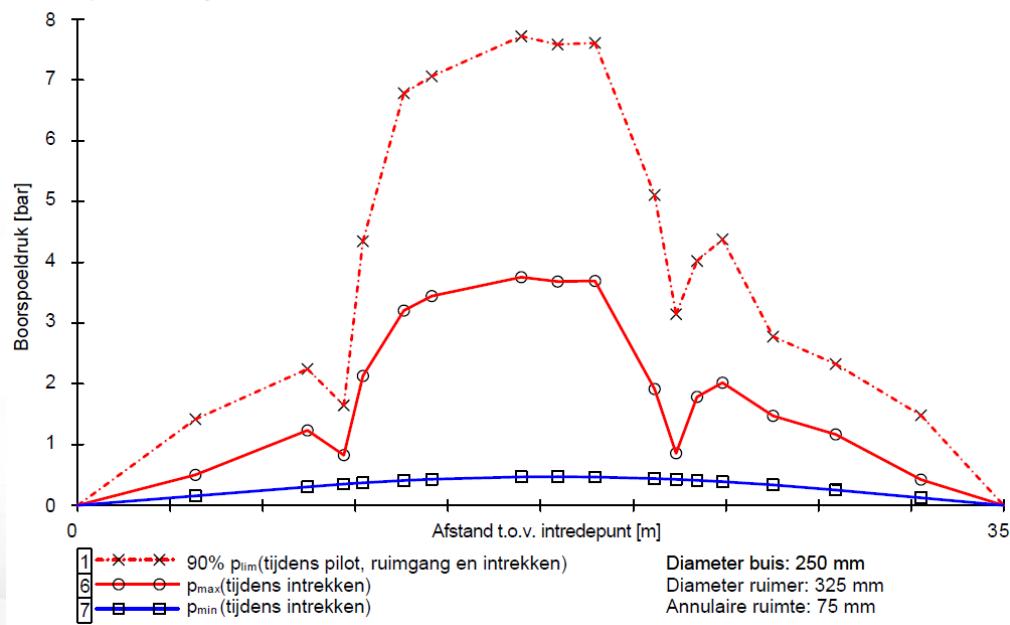
## 7. Berekeningsresultaten

In onderstaande hoofdstukken zijn de resultaten weergegeven uit de sterkte- en mud-druk berekeningen vervaardigd in het programma Sigma van Deltares conform de NEN 3650. Deze berekeningen zijn toegevoegd als bijlage 3. De uiteindelijke civiele aannemer dient vooruitlopend op de werkzaamheden deze berekeningen te controleren en/of controleberekeningen op te stellen ter verificatie van onderstaande conclusies.

### 7.1 Boorspoeldrukken

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is getoetst door middel van de uitvoering van een mud-druk berekening. Onderstaande figuur 11 geeft de verwachtingswaarde weer voor de boorspoeldrukken gedurende de realisatie van de pilotboring.

11.6 Boorspoeldrukken tijdens intrekken



Figuur 11 boorspoeldrukken tijdens pilotboring

De benodigde boorspoeldrukken zijn indicatief en onder andere afhankelijk van de boorapparatuur die de aannemer zal inzetten. Uit de grafieken blijkt dat de pilotboring de meest kritische fase is. In bovenstaande figuur is deze fase weergegeven.

*Uit de berekening komt naar voren dat er geen bijzonderheden zijn te verwachten.*

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020

E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689

BTW NL858166173B01

IBAN NL42INGB0006956686



## 7.2 Opbouw berekening

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring is getoetst door middel van de uitvoering van een sterkteberekening. In de Sigma berekening worden de volgende onderdelen getoetst:

- ❖ Totaal krachten in de verschillende stadia
- ❖ Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie
- ❖ Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding
- ❖ Optredende spanningen in langsrichting van de leiding
- ❖ Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

## 7.3 Berekening benodigde trekkracht

Onderstaande tabel geeft de verwachting weer van de verschillende trekkrachten welke tijdens de uitvoering van deze horizontaal gestuurde boring verwacht worden.

### 5.5 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II

Wanneer geen totaalfactor wordt toegepast ( $f = 1$ ), gelden de volgende karakteristieke waarden voor de trekkrachten.

Trekkracht $T_{tot}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{tot}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	1.331	740	-	-	-	-	<b>2.071</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	843	1.967	3.559	398	-	-	<b>6.767</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	843	1.967	3.559	398	-	-	<b>6.767</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	403	3.071	3.559	398	3.559	663	<b>11.726</b>
Geheel ingetrokken	0	4.084	3.559	398	3.559	663	<b>12.336</b>

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **12.336 N** ( $\approx 1,3$  ton).

Volgens het voorschrift van de Drilling Contractors Association (DCA - Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht 2 tot 3 keer deze maximale waarde.

**Tabel 7** Trekkrachten in verschillende stadia

*Bij deze trekkrachtberekening is rekening gehouden met een onzekerheidsfactor van 1,4. Er is geen rekening gehouden met andere (model)onzekerheidsfactoren voor het opstellen van de trekkrachtberekening. Het wel-/niet afvullen van de mantelbuis/leiding is ter keuze aannemer en moet op haalbaarheid worden getoetst. De aannemer dient rekening te houden met alle factoren welke van invloed kunnen zijn op de benodigde trekkracht en hier de inzet van zijn materieel (o.a. dodemansbed, verankering en keuze boor-rig) op af te stemmen.*

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686



#### 7.4 Berekening spanningen tijdens de trekoperatie

De totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie zijn berekend in paragraaf 5.8 van de sterkteberekening in bijlage 3

##### 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2.900	0,18	-	<b>0,18</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	9.474	0,58	6,32	<b>4,69</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	9.474	0,58	-	<b>0,58</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	16.416	1,01	6,32	<b>5,12</b>
Geheel ingetrokken	17.270	1,06	-	<b>1,06</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

**Tabel 8** Spanningen tijdens trekoperatie

Uit de uitkomst van de berekening blijkt dat deze binnen de gestelde eis van 10,0 N/mm<sup>2</sup> blijft en de mantelbuis voldoende sterk is tijdens het intrekproces

#### 7.5 Berekening spanningen in de omtreksrichting

De spanningen in de omtreksrichting ten gevolge van de bovenbelasting worden berekend in paragraaf 9.1 van de sterkteberekening in bijlage 3. Tabel 9 geeft inzicht aan de te verwachten spanningen.

##### 9.1 Optredende spanningen in omtreksrichting van de leiding

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	1,49	-	0,65	<b>0,97</b>
2	1,78	-	0,65	<b>1,16</b>
B	1,06	0,78	0,65	<b>1,20</b>
C	2,24	0,78	0,65	<b>1,96</b>
D	2,75	0,76	0,65	<b>2,28</b>
E	2,99	0,76	0,65	<b>2,44</b>
F	3,28	0,76	0,65	<b>2,62</b>
3/4	3,22	0,76	0,65	<b>2,59</b>
G	3,12	0,76	0,65	<b>2,52</b>
H	2,06	0,76	0,65	<b>1,83</b>
I	1,05	0,76	0,65	<b>1,18</b>
J	2,26	0,78	0,65	<b>1,98</b>
K	2,26	0,78	0,65	<b>1,98</b>
L	2,21	0,78	0,65	<b>1,94</b>
5	1,91	-	0,65	<b>1,24</b>
M	1,77	-	0,65	<b>1,15</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_q$$

$$\text{Bochten: } \sigma_{y2} = \alpha_{\sigma} \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } \sigma_{kd} = \bar{\sigma}_t = 8,00 \text{ N/mm}^2$$

**Tabel 9** Optredende spanningen in de omtreksrichting van de leiding.

De te verwachten spanningen in de omtreksrichting blijven binnen de gestelde grens van 8,00 N/mm<sup>2</sup> en voldoet.

ATRON-Engineering B.V

Project: 3587-0622-01

Datum: 25-08-2022

Versie: 02



## 7.6 Berekening spanningen in de langsrichting

De spanning in de langsrichting ten gevolge van de inwendige druk worden in paragraaf 9.2 van de sterkteberekening in bijlage 3 berekend. Tabel 10 geeft de verwachte spanningen weer in de rechte delen en de bochten in de langsrichting.

### 9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{\sigma}$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	0,00	0,00	-	-	0,00
2	0,00	0,00	-	-	0,00
B	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
C	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
D	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
E	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
F	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
3/4	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
G	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
H	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
I	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
J	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
K	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
L	0,00	0,00	6,32	0,65	4,11
5	0,00	0,00	-	-	0,00
M	0,00	0,00	-	-	0,00

Rechte delen:  $\sigma_x = \sigma_{ax}$

Bochten:  $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b$

Toelaatbare spanning:  $\sigma_{td} = \bar{\sigma}_t = 8,00$  N/mm<sup>2</sup>

**Tabel 10** Optredende spanningen in de langsrichting van de leiding.

*Uit deze berekening komt naar voren dat de spanningen binnen de gestelde norm van 8,00 N/mm<sup>2</sup> blijft. Hiermee is aangetoond dat de spanningen in de omtreksrichting voldoen.*

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686

## 7.7 Berekening van optredende en toelaatbare deflectie

De maximale deflectie op de buis bedraagt 3,61mm (1,59% x Do) voor de 250mm. De maximaal toelaatbare deflectie bedraagt 18,18mm. De optredende maximale deflectie is dus toelaatbaar. Tabel 11 geeft de berekende vervorming aan van de mantelbuis aan tussen de rechte en gebogen delen in het boortracé.

### 10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>Y</sub> [mm]	δ <sub>Y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
A	5,03	3,23	-	1,17	0,51
2	8,69	1,17	-	1,63	0,72
B	5,86	0,00	0,026	1,04	0,46
C	11,56	0,83	0,026	2,29	1,01
D	14,55	0,66	0,025	3,06	1,35
E	15,27	1,26	0,025	3,27	1,44
F	16,97	1,14	0,025	3,61	1,59
3/4	16,59	1,18	0,025	3,54	1,56
G	16,65	0,60	0,025	3,49	1,54
H	10,41	0,96	0,025	2,24	0,99
I	5,79	0,00	0,025	1,20	0,53
J	10,51	2,00	0,026	2,20	0,97
K	11,57	0,94	0,026	2,31	1,01
L	11,18	1,04	0,026	2,06	0,91
5	9,05	1,52	-	1,73	0,76
M	5,27	4,50	-	1,32	0,58

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

Toelaatbare deflectie = 8% · D<sub>g</sub> = 0,08 · 227,20 = **18,18 mm**

Tabel 11 Berekening van optredende en toelaatbare deflectie

De uitwendige druk (toetsing implosie) blijft tijdens de uitvoering en in de eindsituatie tevens onder de toelaatbare uitwendige druk. Het toegepaste materiaal PE100 SDR11 is hiermee voldoende sterk. Dit geldt zowel tijdens het intrekken van de buizen als in de bedrijfsfase van de mediumleiding.

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

KvK 70156689  
BTW NL858166173B01  
IBAN NL42INGB0006956686



**Bijlage 1 Ontwerptekening horizontaal gestuurde boring 1a-b-c**

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

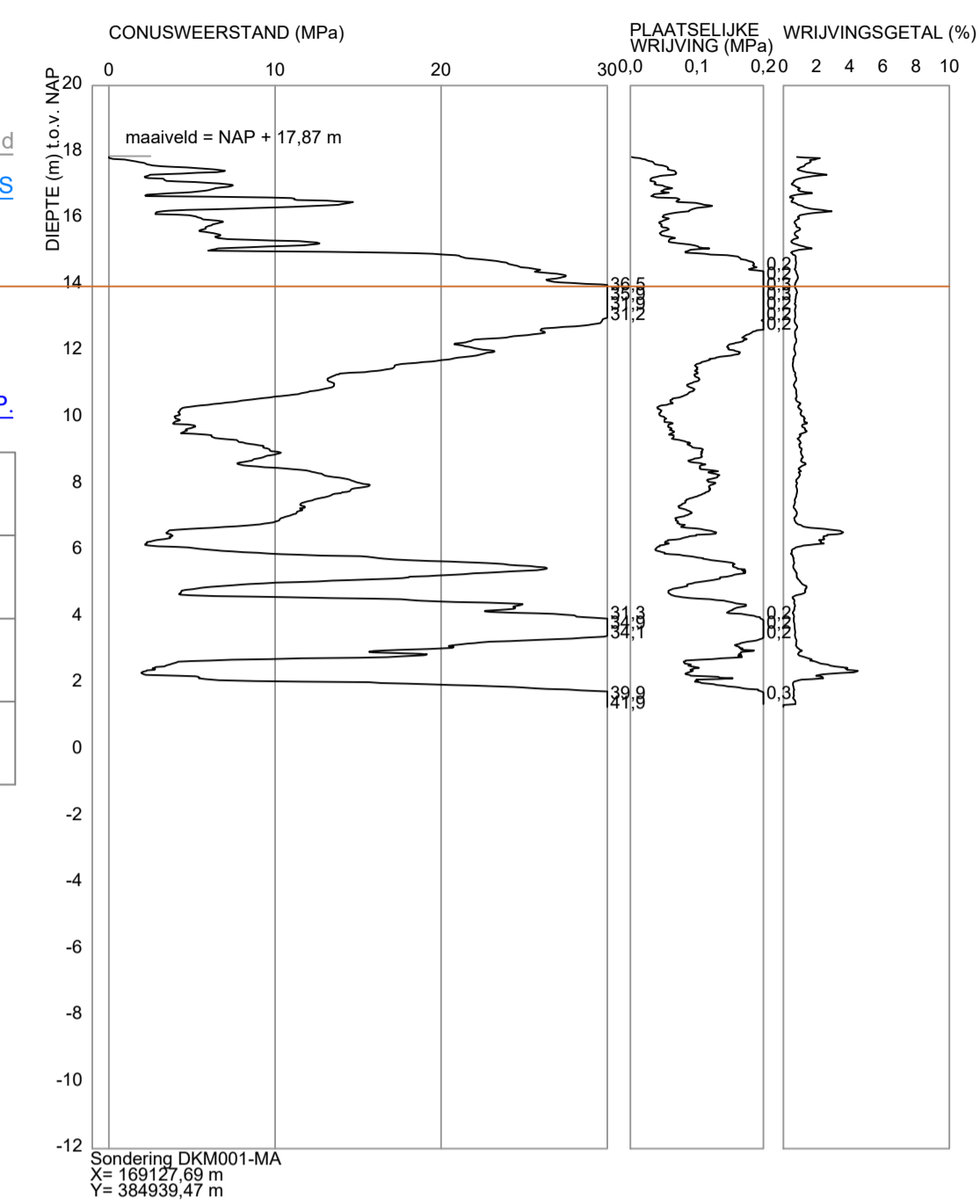
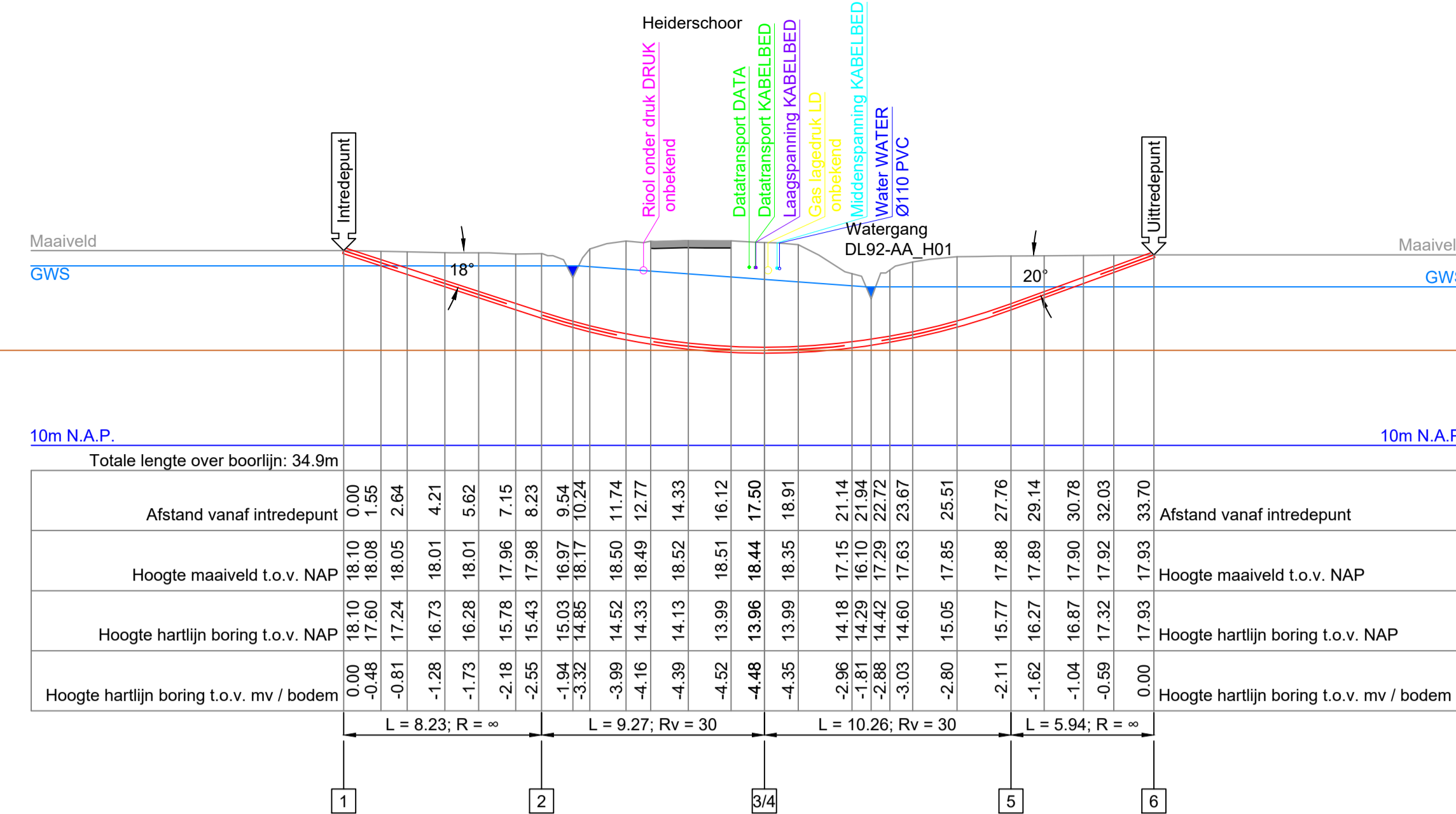
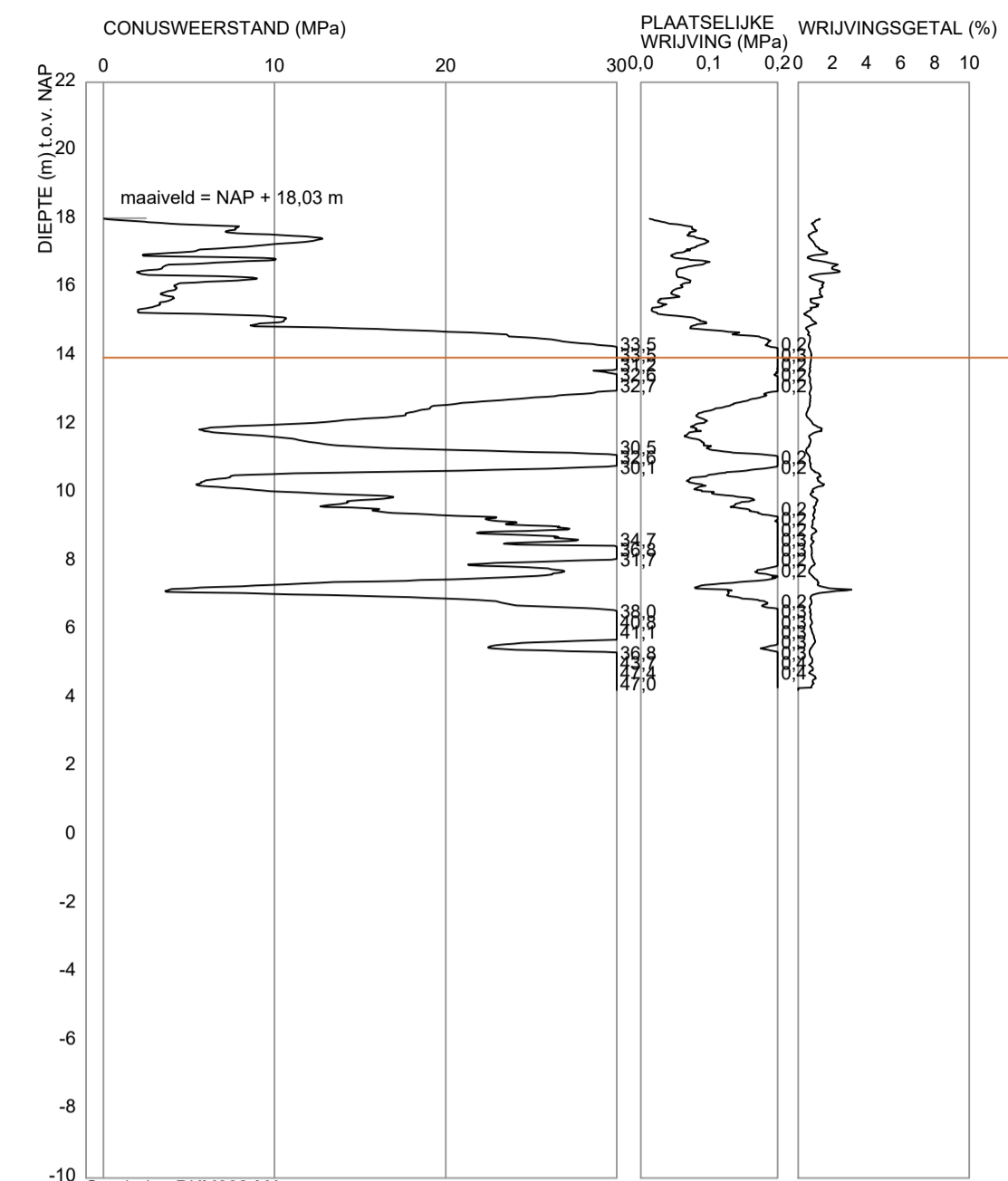
**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

**T** 0183-216020  
**E** info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

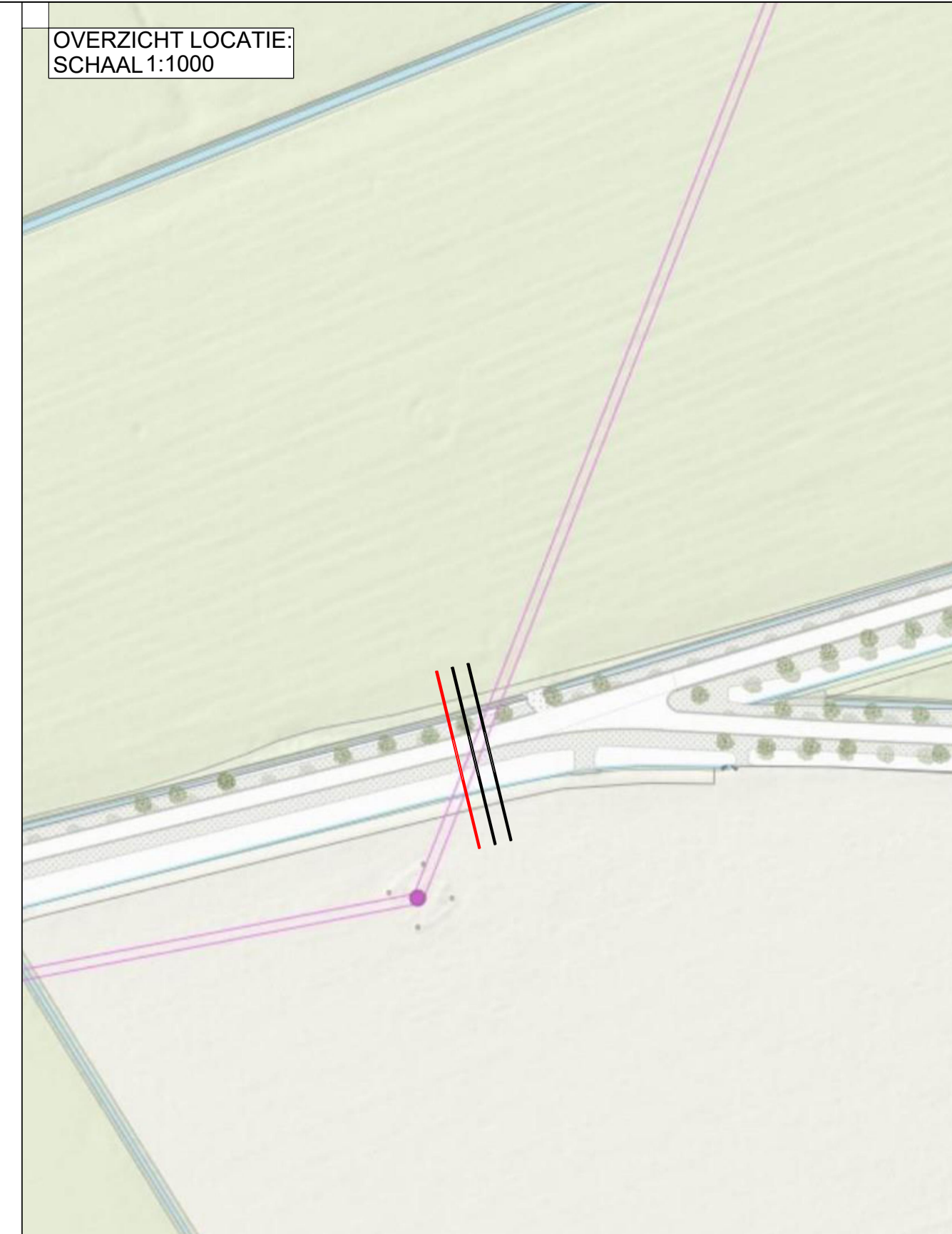
**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686



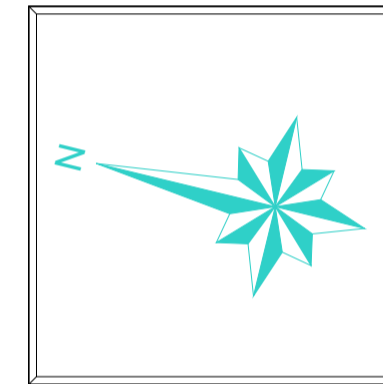
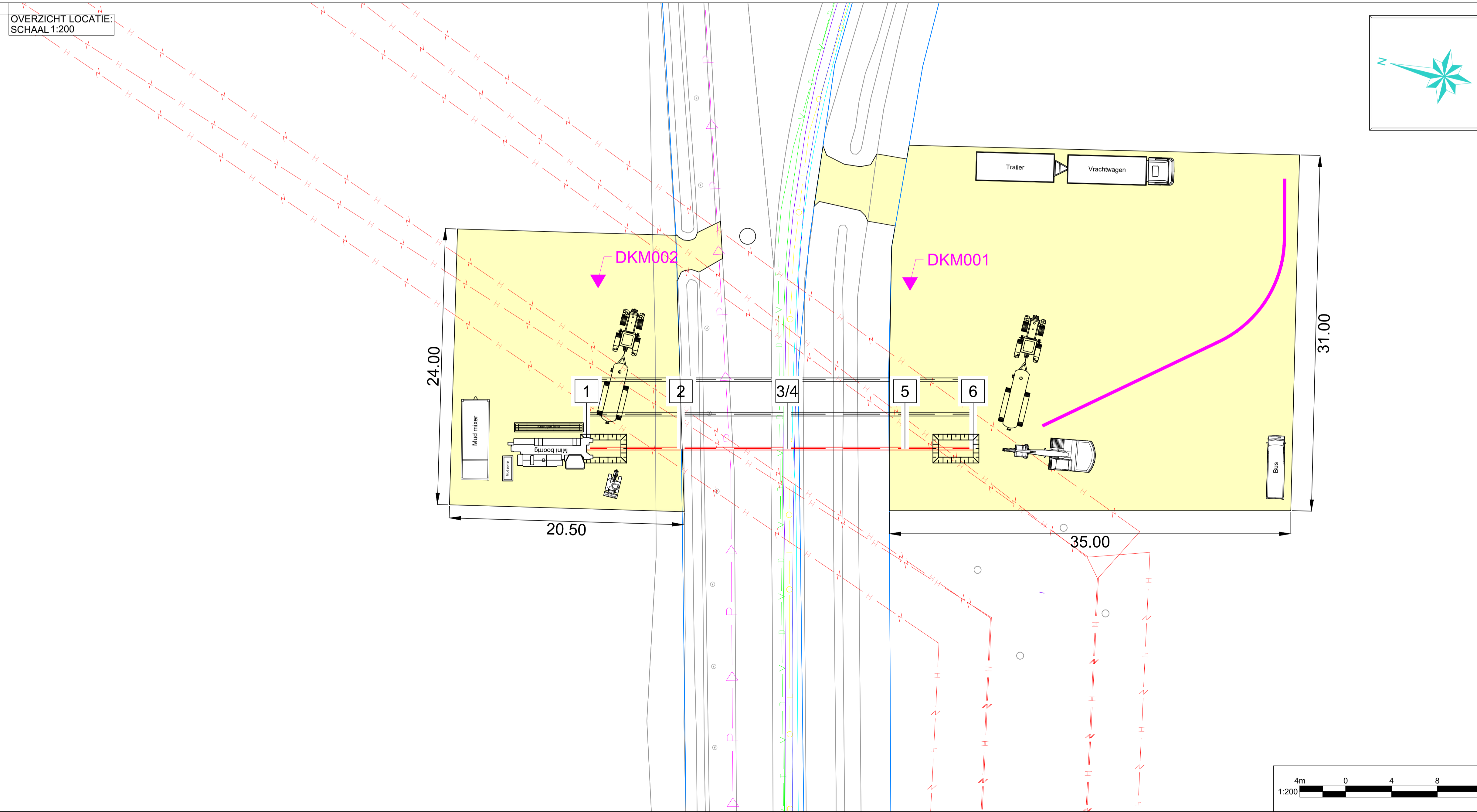
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

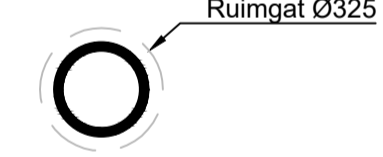


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169107,66	384963,64	18,10
2	169109,60	384955,64	15,43
3	169111,78	384946,63	13,96
4	169111,78	384946,63	13,96
5	169114,19	384936,66	15,77
6	169115,59	384930,88	17,93

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster

- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Data transport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warmte transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

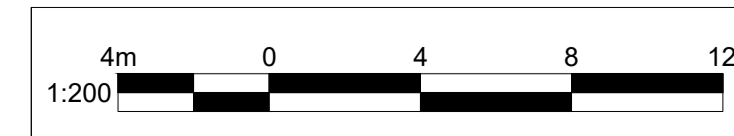
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitleglocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inschrijving werken	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

ATRON Engineering Advies & Infra

Hoofvestiging | Nevestiging | T 0183-216020  
Hulzenboschstraat 22 B-1 | Tjalk 43 | E info@atron-engineering.nl  
4291 LR Werkendam | 2411 NZ Bodegraven | www.atron-engineering.nl

Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kennmerk opdrachtgever:	04.873	Opdrachtgever:	Energy Solutions Amperweg 27 2627 BG Delft
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Tekeningnummer:	3587-0622-01-BT01a

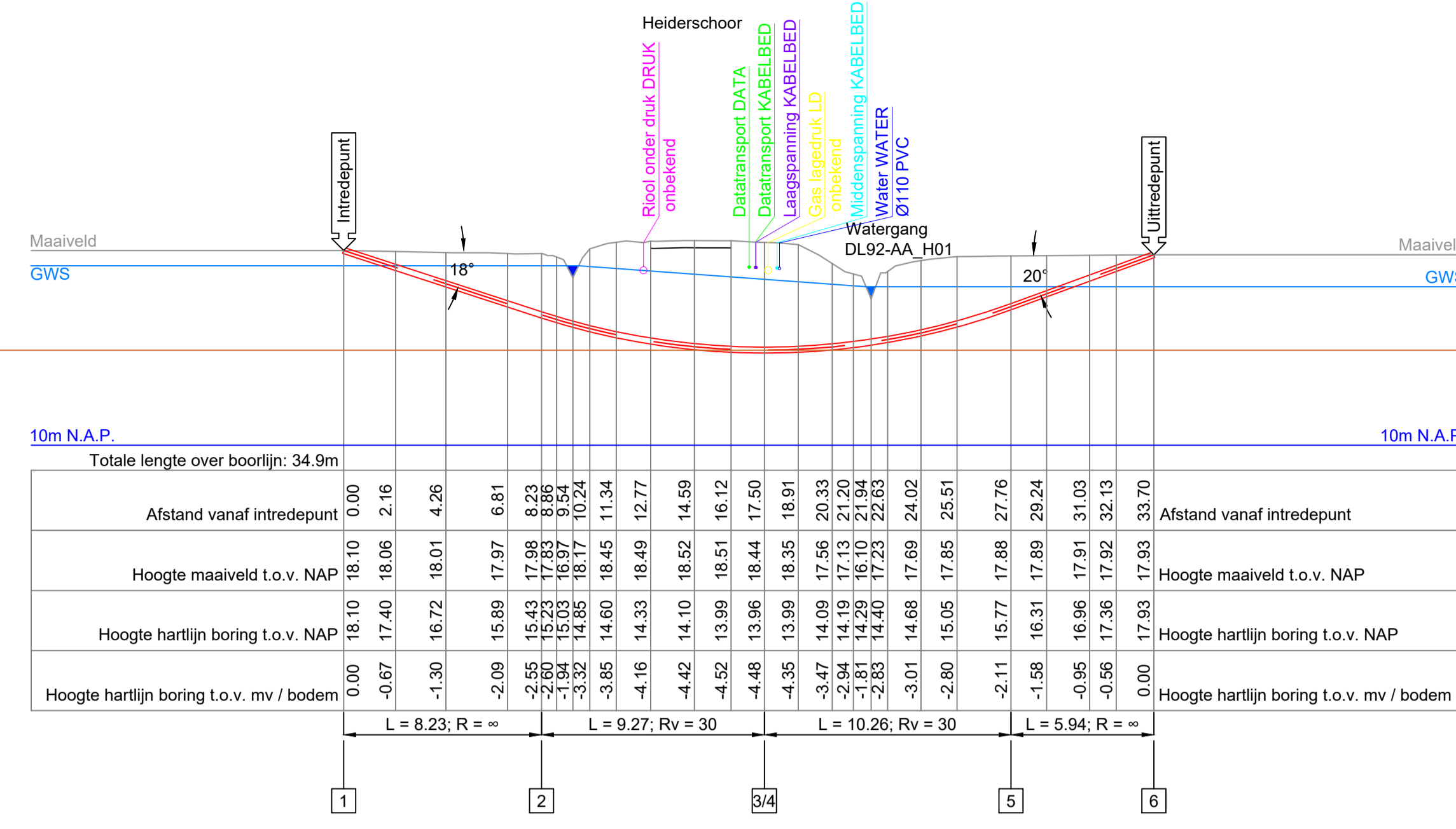
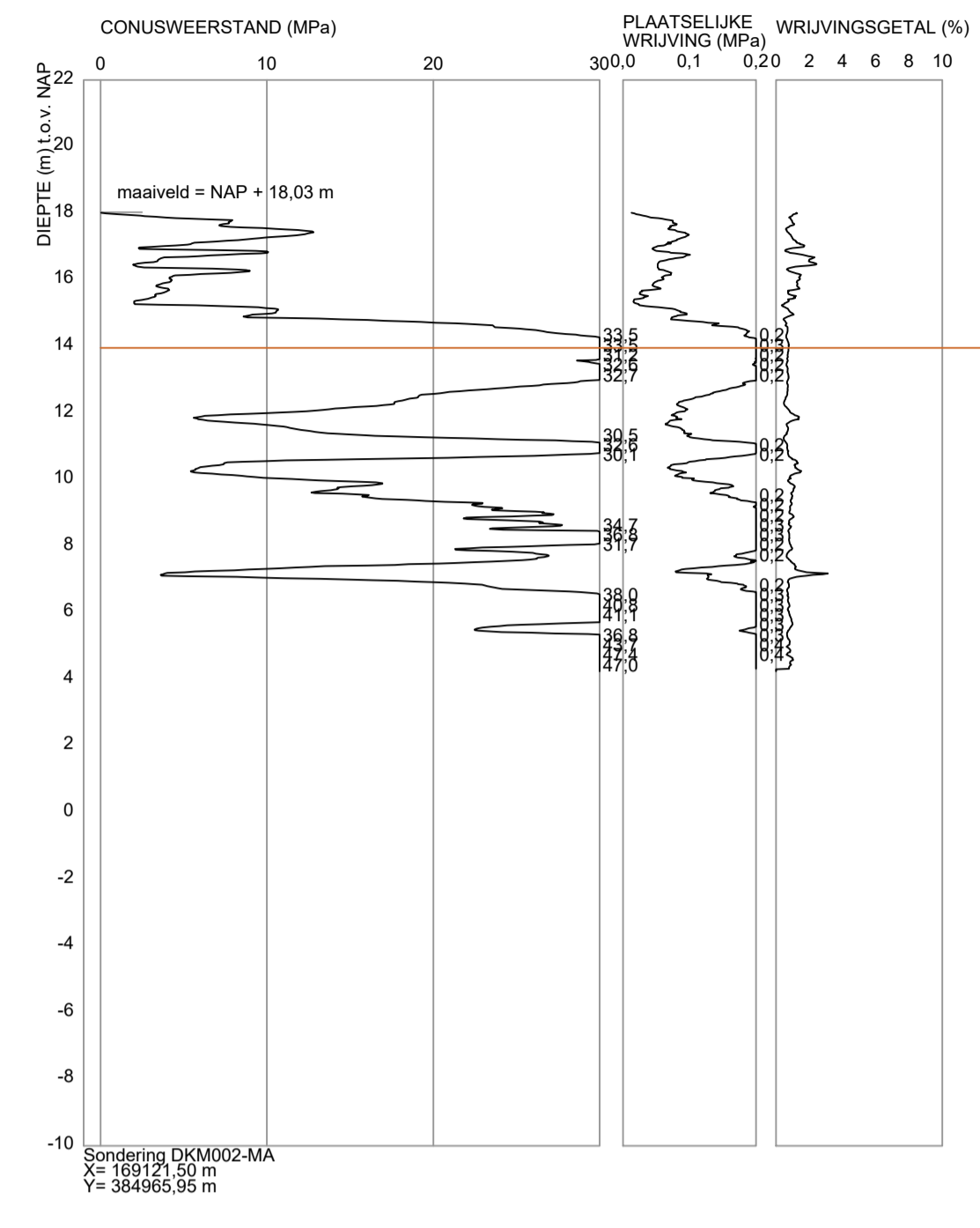


Tekenaar: BvdV | Gecontroleerd: WH | Goedgekeurd: RvdM  
Blad: 1 | Aantal: 1 | Schaal: Diverse | Formaat: A1 | Datum eerste uitgifte: 21-03-2022 | Status: VERGUNNING

Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.



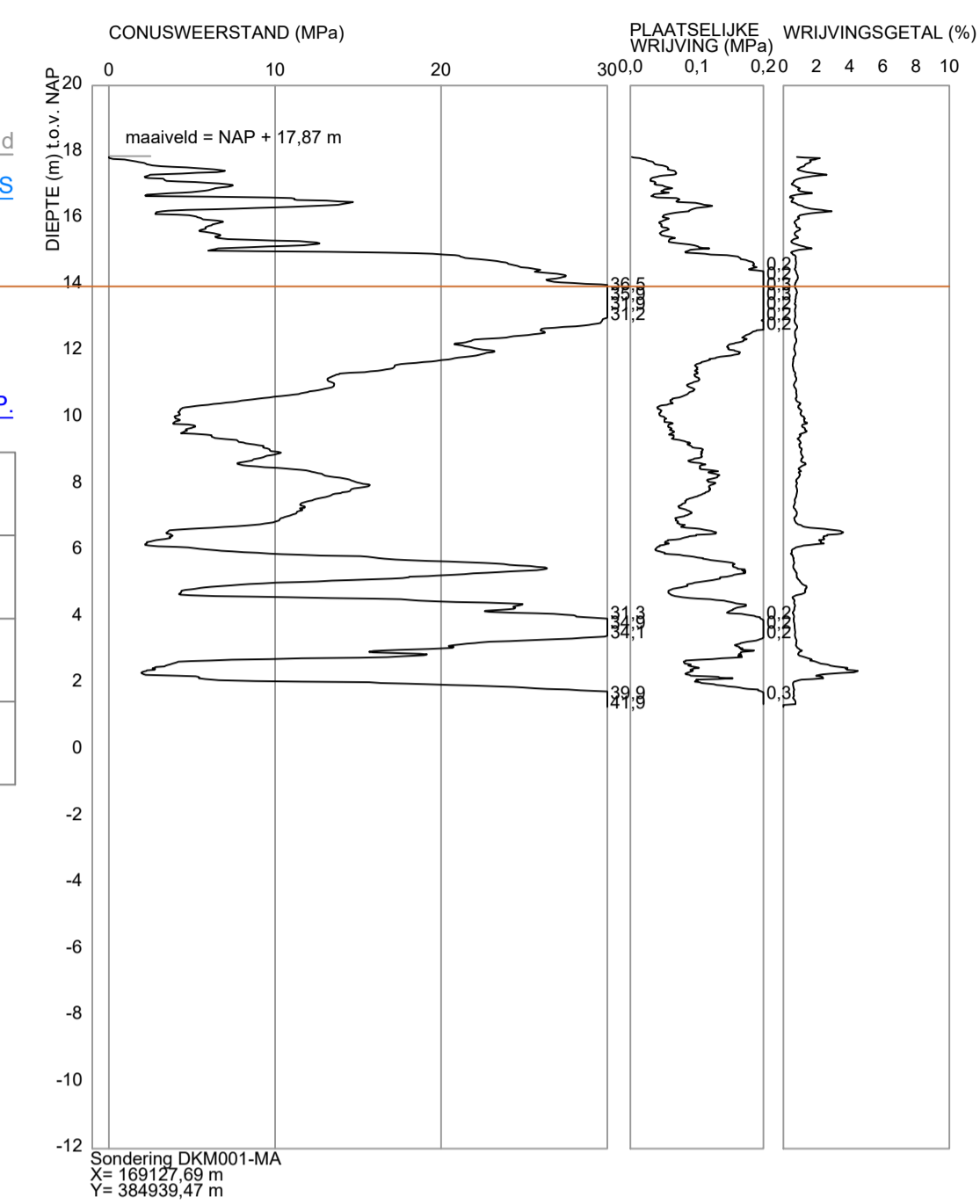
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



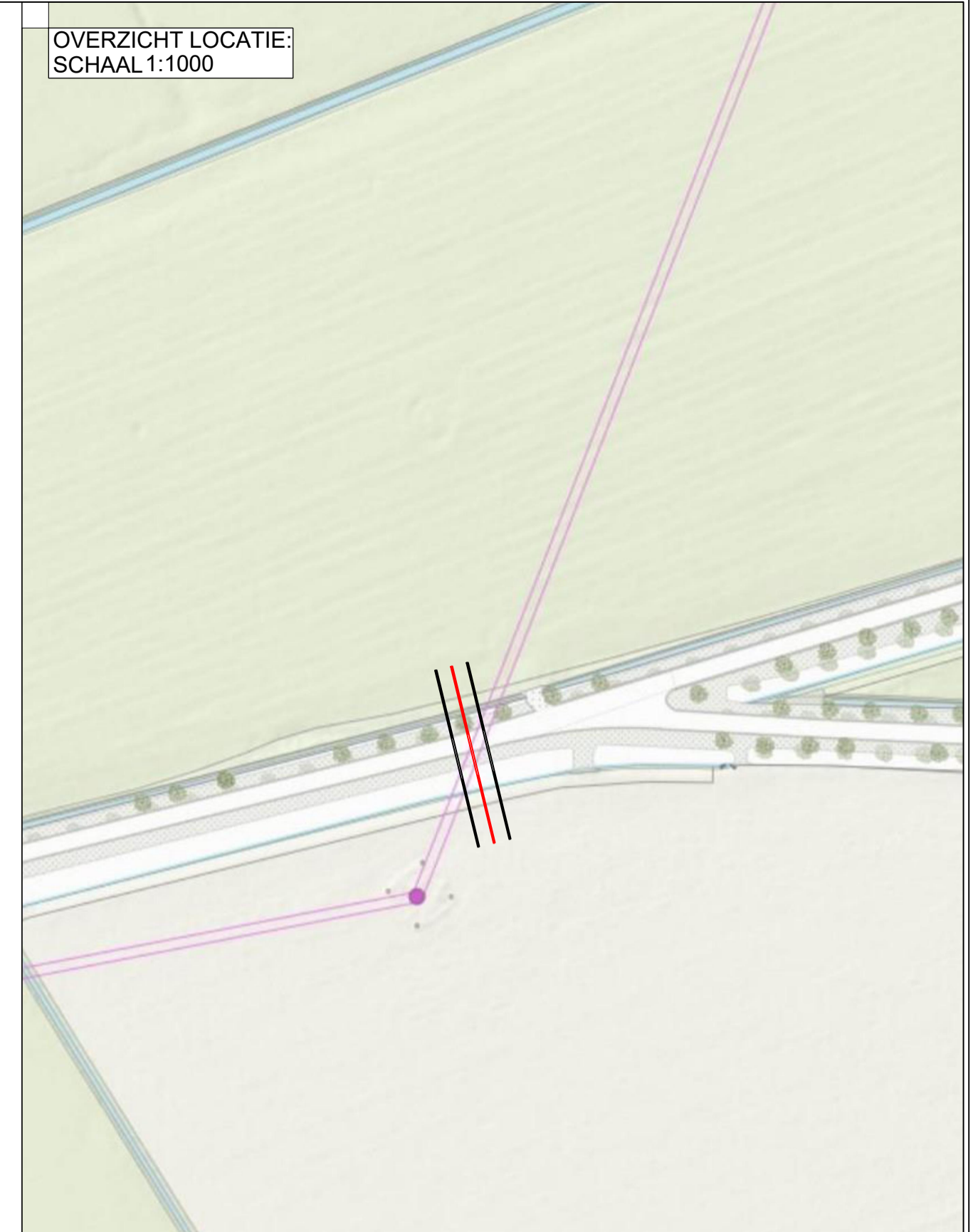
Totale lengte over boorlijn: 34,9m

Afstand vanaf intredepunt	Hoogte maaiveld t.o.v. NAP	Hoogte hartlijn boring t.o.v. NAP	Hoogte hartlijn boring t.o.v. mv / bodem
0,00	18,10	18,10	0,00
0,00	18,06	18,06	-0,67
2,16	18,01	18,01	-1,30
4,26	17,97	17,97	-2,09
6,81	17,88	17,88	-2,55
8,23	17,86	17,86	-2,55
8,23	17,83	17,83	-2,60
8,23	17,83	17,83	-2,60
8,23	17,83	17,83	-2,60
8,23	17,83	17,83	-2,60
10,24	17,85	17,85	-3,32
11,34	18,45	18,45	-3,85
12,77	18,49	18,49	-4,16
14,59	18,52	18,52	-4,42
16,12	18,51	18,51	-4,52
17,50	18,44	18,44	-4,48
18,91	18,35	18,35	-4,35
20,33	17,56	17,56	-3,47
21,20	17,13	17,13	-2,94
21,94	16,10	16,10	-1,81
22,63	17,23	17,23	-2,83
24,02	17,89	17,89	-3,01
25,51	17,85	17,85	-2,80
27,76	17,88	17,88	-2,11
29,24	17,89	17,89	-1,58
31,03	17,91	17,91	-0,95
32,13	17,92	17,92	-0,56
33,70	17,93	17,93	0,00

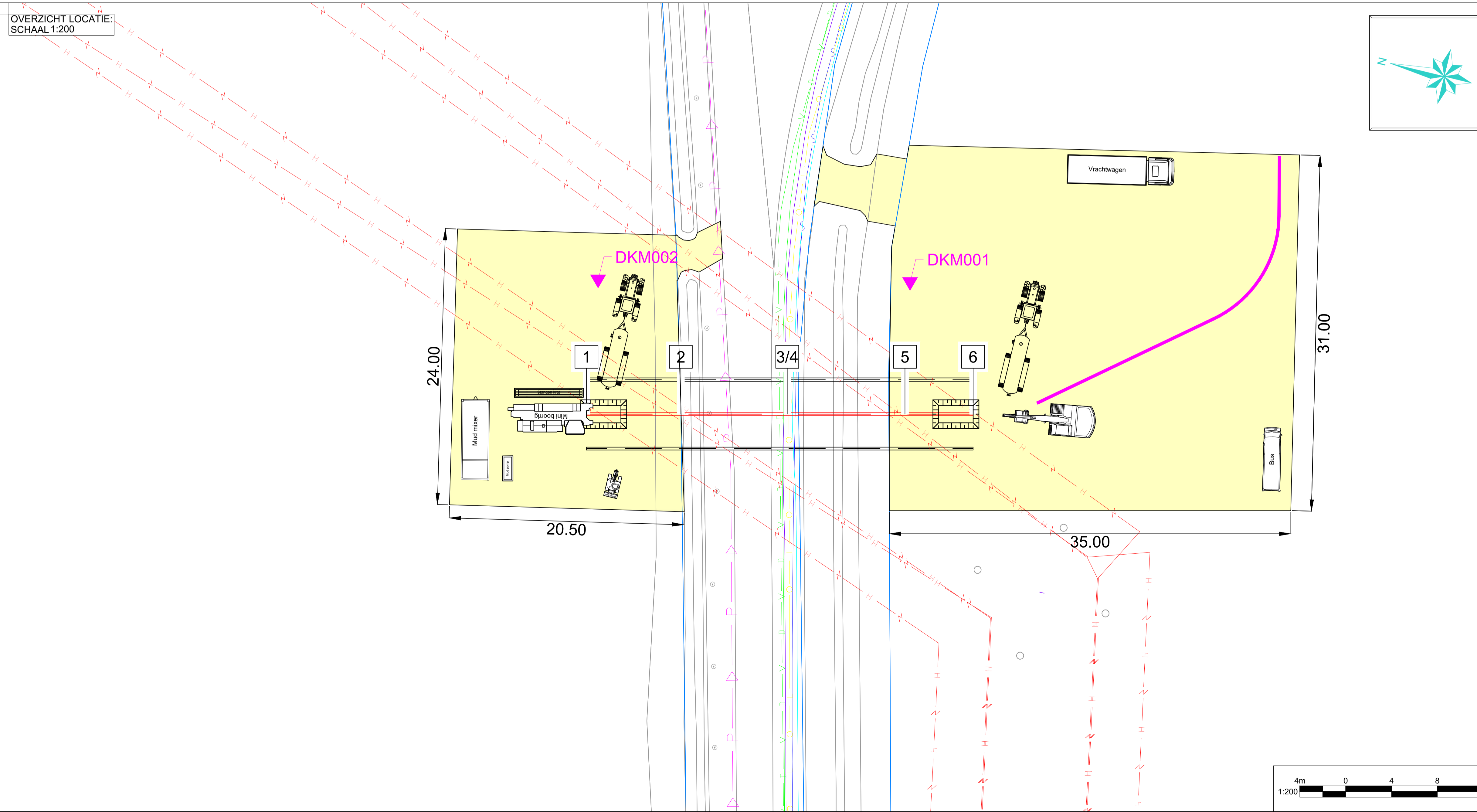
Curve data: L = 8,23; R = ∞; L = 9,27; Rv = 30; L = 10,26; Rv = 30; L = 5,94; R = ∞



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

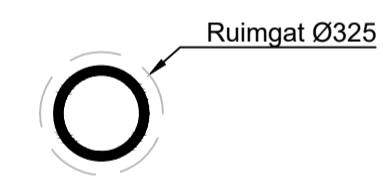


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169110,57	384964,34	36,20
2	169112,51	384956,35	33,53
3	169114,69	384947,34	32,06
4	169114,69	384947,33	32,06
5	169117,11	384937,36	33,87
6	169118,51	384931,59	36,03

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Data transport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warme transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

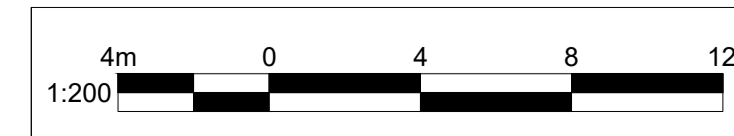
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovroegen uitlocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inlegging werken	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

**ATRON Engineering Advies & Infra**

Hoofvestiging (overheidsaandelen): Hulzenboschstraat 22 B-1 4291 LR Werkendam  
 Nieuwvestiging: Tjalk 43 2411 NZ Bodegraven  
 T 0183-216020  
 E info@atron-engineering.nl  
 www.atron-engineering.nl

Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartnummer:	04.873	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Tekeningnummer:	3587-0622-01-BT01b

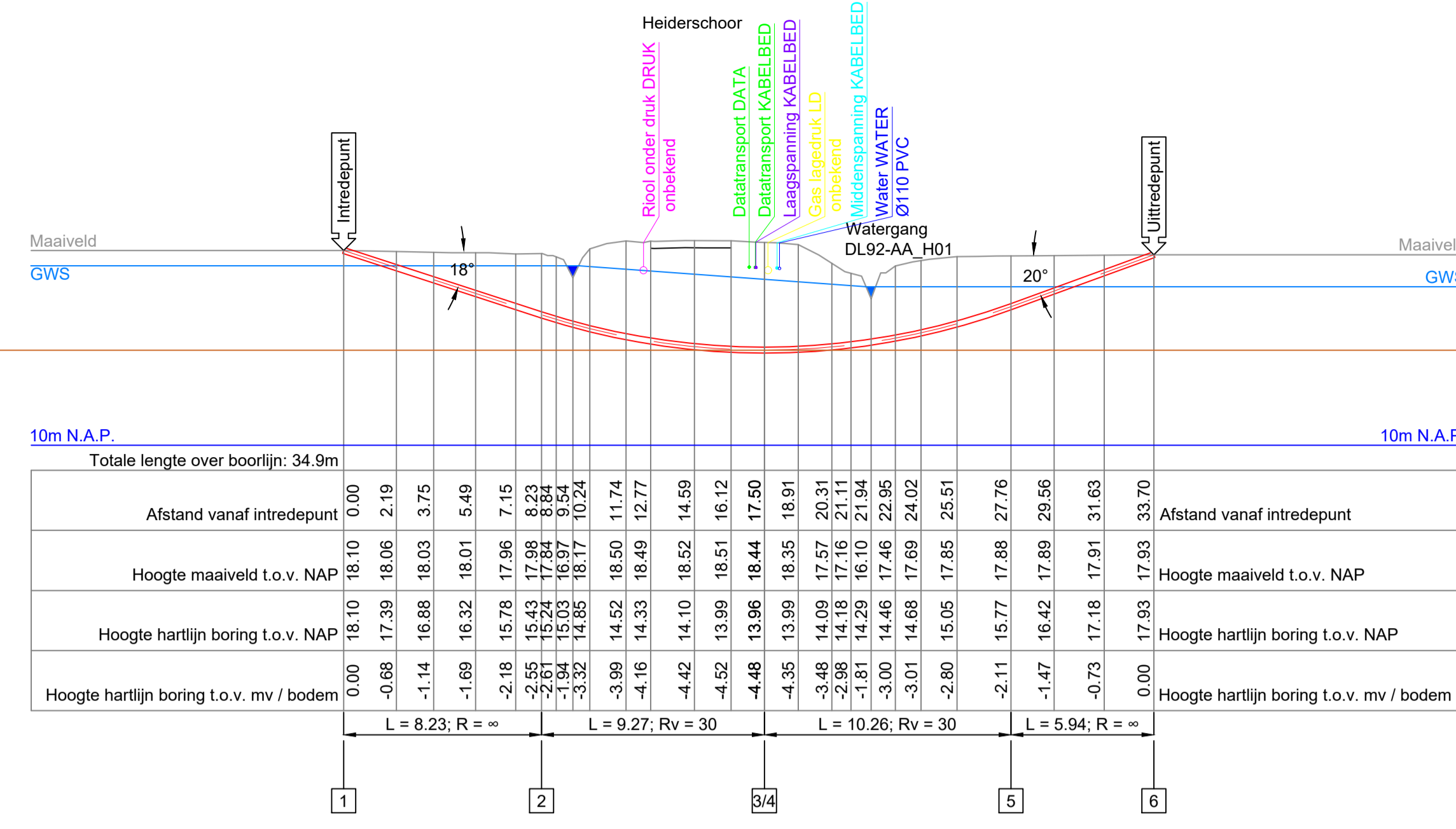
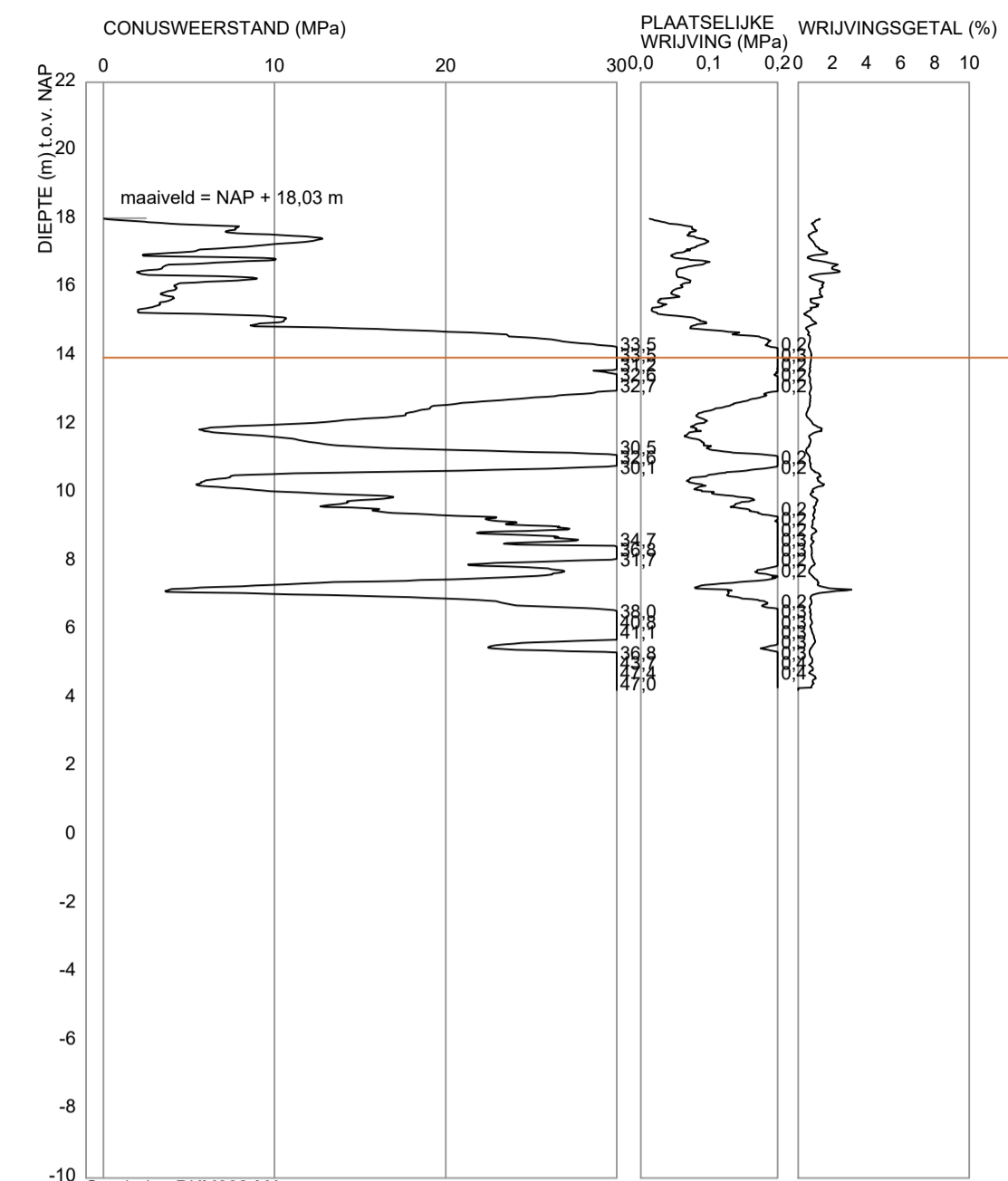


Tekenaar: BvdV  
 Schaal: Diverse  
 Formaat: A1  
 Datum eerste uitgave: 21-03-2022  
 Status: VERGUNNING

Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.



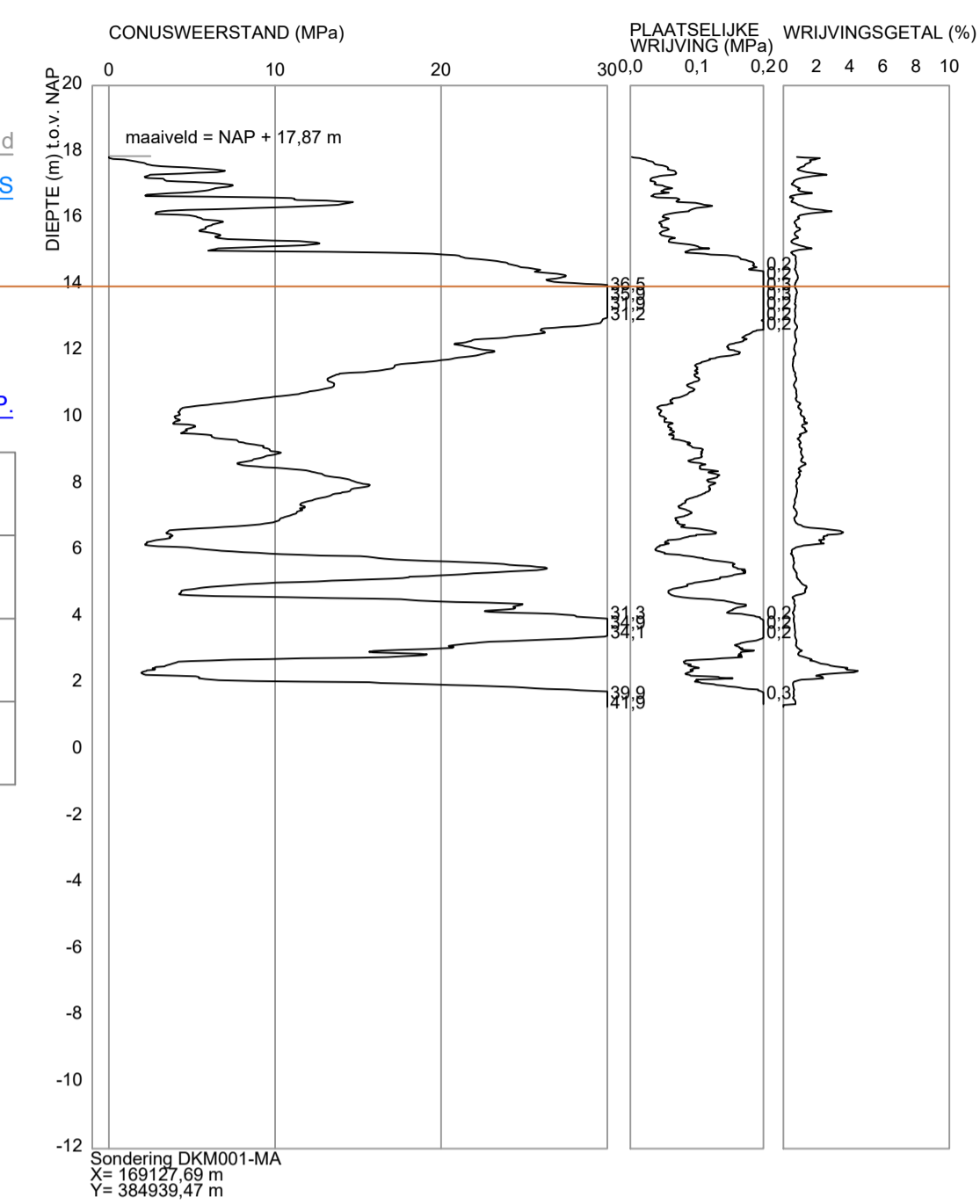
DWARSPROFIEL:  
SCHAAL 1:200



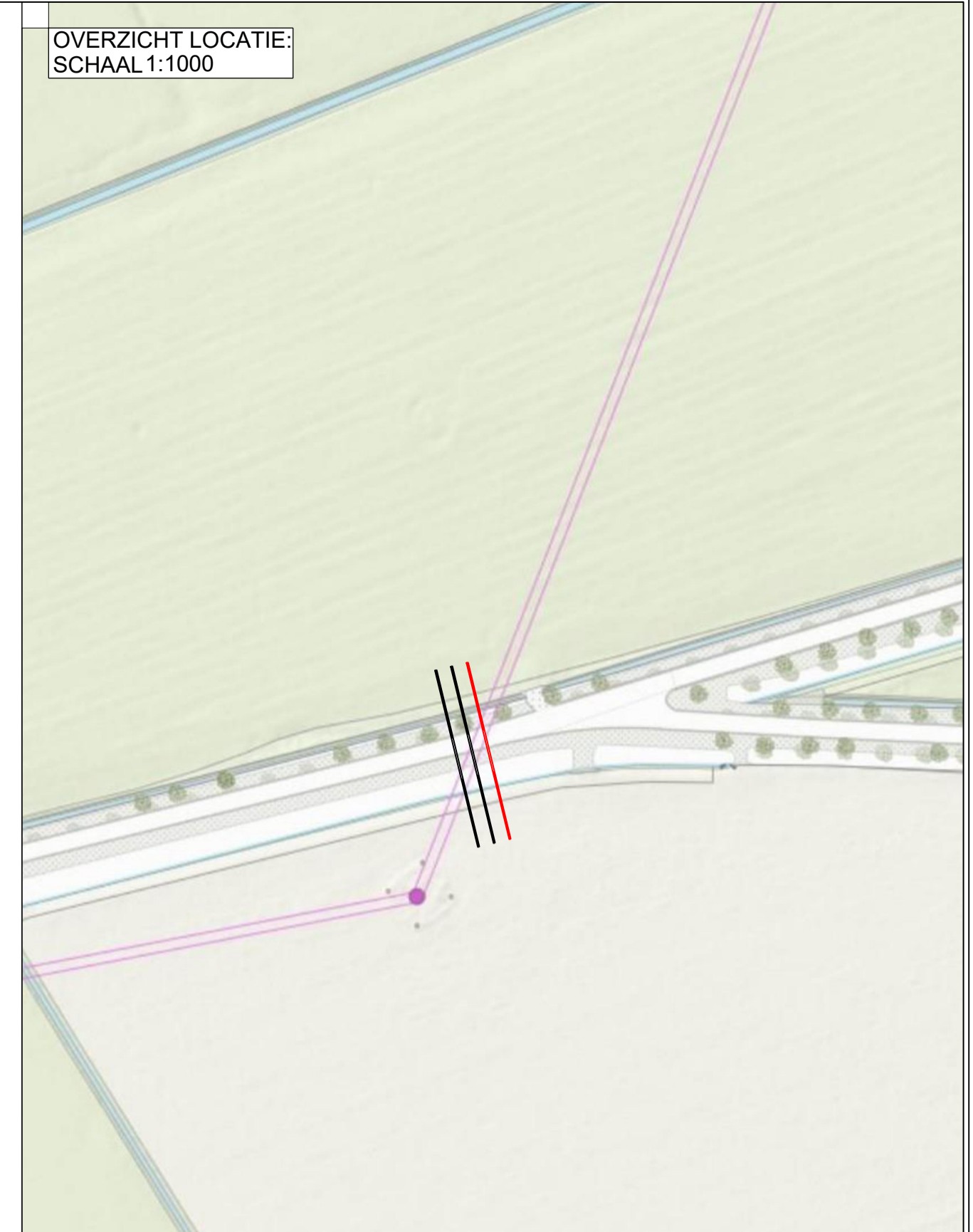
Totale lengte over boorlijn: 34.9m

Afstand vanaf intredepunt	Hoogte maaiveld t.o.v. NAP	Hoogte hartlijn boring t.o.v. NAP	Hoogte hartlijn boring t.o.v. mv / bodem
0.00	18.10	18.10	0.00
0.68	17.39	18.06	2.19
1.14	16.88	18.03	3.75
1.69	16.32	18.01	5.49
2.18	15.78	17.96	7.15
2.55	15.43	17.88	8.23
2.61	15.24	17.84	8.94
2.61	15.24	17.84	8.94
3.32	14.85	18.17	10.24
3.99	14.52	18.50	11.74
4.16	14.33	18.49	12.77
4.42	14.10	18.52	14.59
4.52	13.99	18.51	16.12
4.48	13.96	18.44	17.50
4.35	13.99	18.35	18.91
3.48	14.09	17.57	20.31
2.98	14.18	17.16	21.11
1.81	14.29	16.10	21.94
3.00	14.46	17.46	22.95
3.01	14.68	17.69	24.02
2.80	15.05	17.85	25.51
2.11	15.77	17.88	27.76
1.47	16.42	17.89	29.56
0.73	17.18	17.91	31.63
0.00	17.93	17.93	33.70

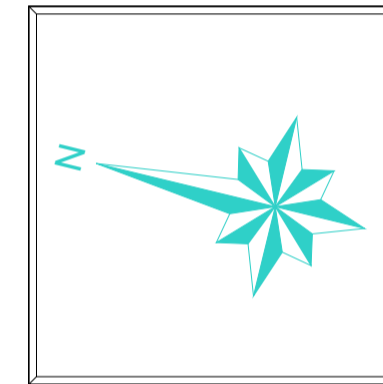
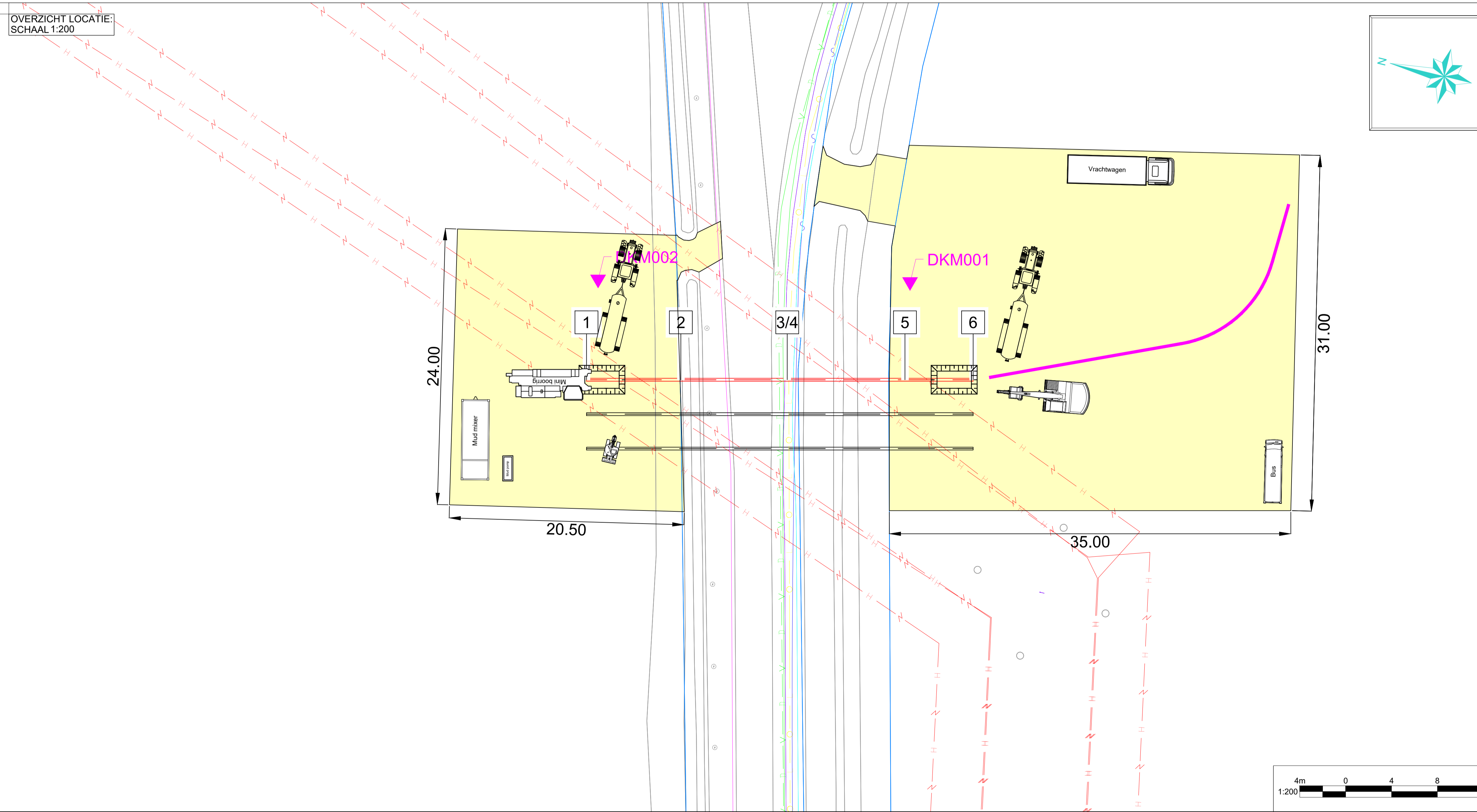
Curve parameters: L = 8.23; R = ∞; L = 9.27; Rv = 30; L = 10.26; Rv = 30; L = 5.94; R = ∞



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE:  
SCHAAL 1:200

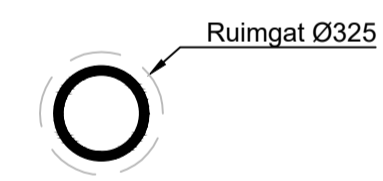


COORDINATENLIJST

	X	Y	Z(NAP)
1	169113.49	384965.05	36.20
2	169115.43	384957.05	33.53
3	169117.61	384948.04	32.06
4	169117.61	384948.04	32.06
5	169120.03	384938.07	33.87
6	169121.42	384932.30	36.03

DOORSNEDE:  
SCHAAL 1:20

TE BOREN BUIS:  
1xØ250mm PE100 SDR11



- Lengte(s) 34,9 m
- Buisdiameter(s) Ø250 mm
- Verwachte trekkracht 12,4 kN

KLIC NUMMER: 220037921  
ONTVANGST DATUM: 18-03-2022

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN. DEZE ZIJN INDICATIEF  
JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIEN TJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN.

- Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
  - Horizontaal gestuurde boring / boogzinker / mantelbuis (bestaand)
  - Uitleg locatie
  - Topografie (bestaand)
  - Topografie (nieuw)
  - Kadaster
- Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
  - Middenspanningskabel(s)
  - Hoogspanningskabel(s)
  - Gasleiding(en) lage druk
  - Gasleiding(en) hoge druk
  - Datatransport
  - Waterleiding(en)
  - Vrij verval riolering
  - Persriool
  - Warmte transport
  - Gevaarlijke buisleiding(en)

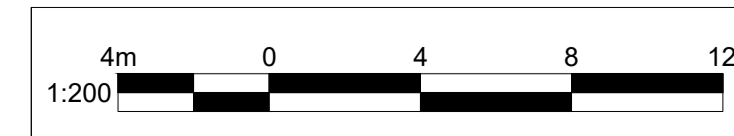
Opmerkingen:

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum:
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	Tovoregen uitleglocatie	BvdV	WH	RvdM	25-07-2022
2	Inlegging werken	BvdV	WH	RvdM	07-07-2022

**ATRON Engineering**  
Advies & Infra

Hoofvestiging (overnamekantoor) Hulzenboschstraat 22 B-1 4291 LR Werkendam  
Nieuwvestiging Tjalk 43 2411 NZ Bodegraven  
T 0183-216020  
E info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

Project:	Tijdelijke verkabeling TenneT	Plaats:	Mierlo
Locatie:	Heiderschoor		
Titel:	Horizontaal gestuurde boring onder Heiderschoor te Mierlo	Vergunninghouder:	TenneT
In te trekken buis:	1x Ø250mm PE100 SDR11		
Kaartnum. opdrachtgever:	04.873	Opdrachtgever:	Energy Solutions Ampèreweg 27 2627 BG Delft
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel	Tekeningnummer:	3587-0622-01-BT01c



Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.



**Bijlage 2 Grondonderzoek**

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

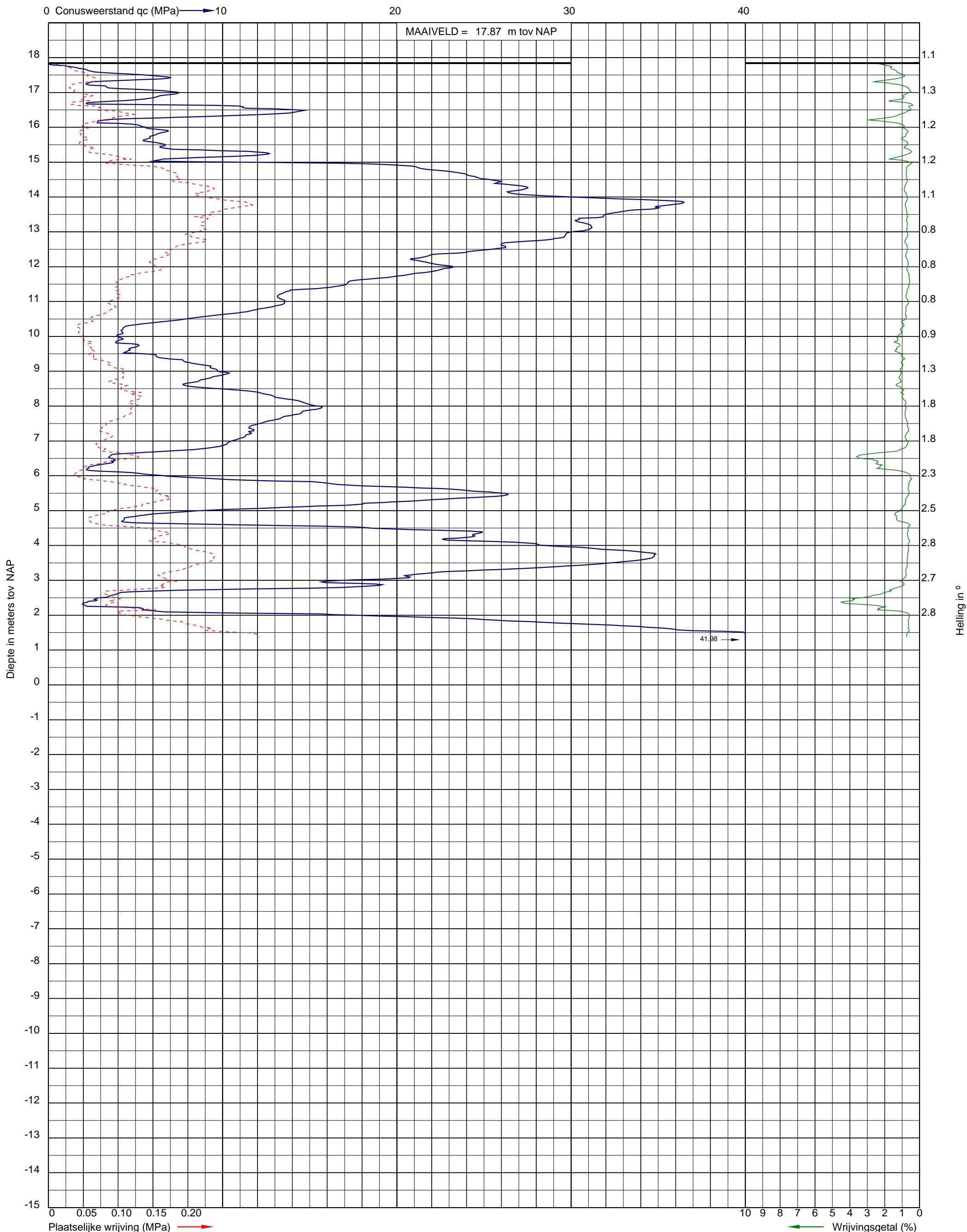
**T** 0183-216020  
**E** info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686





Project: Opwaardering 380 kV tussen Maasbracht-Eindhoven  
Opdracht: 02P017784  
Betreft: Sondeergrafiek



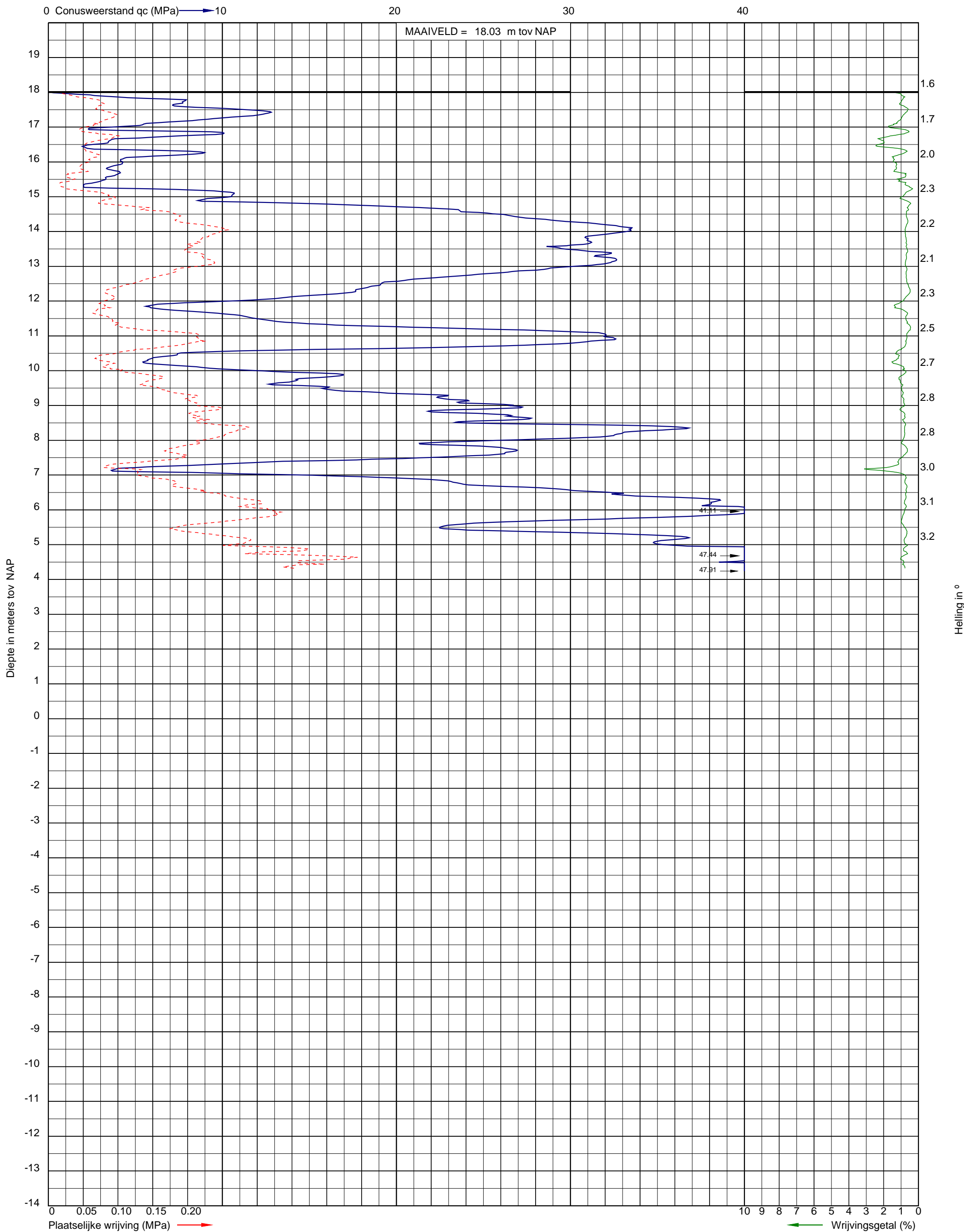
Uitvoeringsdatum: 24-3-2022  
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1  
Toepassingsklasse: 2  
Conusnummer: 060185

X: 169127.7  
Y: 384939.5

DKM001-MA



Project: Opwaardering 380 kV tussen Maasbracht-Eindhoven  
Opdracht: 02P017784  
Betreft: Sondeergrafiek



Uitvoeringsdatum: 24-3-2022  
Norm: NEN-EN-ISO 22476-1  
Toepassingsklasse: 2  
Conusnummer: 060185

X: 169121.5  
Y: 384966.0

DKM002-MA



**Bijlage 3 Resultaten sterkteberekening (Sigma 2022)**

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

**T** 0183-216020  
**E** info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.1 ©
---	------------------

### Algemene gegevens

Naam van het project	: 3587-0622-01-BT01a-b-c	
Projectonderdeel	: 1x Ø250mm PE100 SDR11	

### Materiaalgegevens

Materiaalsoort:	PE	
Kwaliteit:	PE 100 SDR 11	
Lange-duur treksterkte	MRS = 10	N/mm <sup>2</sup>
Materiaalfactor	$\gamma_M = 1,25$	-
Toelaatbare langeduur spanning	$\bar{\sigma}_t = 8,00$	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus korte duur	E = 975	N/mm <sup>2</sup>
Elasticiteitsmodulus lange duur	E' = 350	N/mm <sup>2</sup>
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_g = 16,0 \cdot 10^{-5}$	mm/(mm·K)
Alfa Tangentieel / Alfa Axiaal	$\alpha_\sigma = 0,65$	-
Soortelijk gewicht buis	$\rho_L = 9,55$	kN/m <sup>3</sup>
Toelaatbare deflectie	$\delta = 8,00$	%

### Leidinggegevens

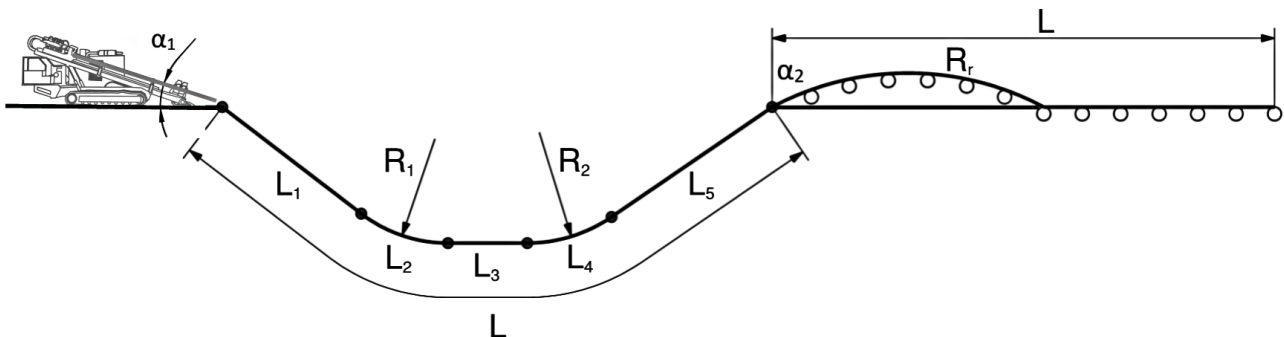
Uitwendige middellijn	D <sub>e</sub> = 250,00	mm
Wanddikte	d <sub>n</sub> = 22,8	mm

### Procesgegevens

Soort leiding (Vloeistof / Gas / Drukloos)	= Drukloos
--	------------

### Uitvoeringsaspecten, tracé boring, in- en uittredehoeken

Totale lengte	L = 34,86	m
Lengte 1e rechte deel	L <sub>1</sub> = 8,65	m
Lengte neergaande bocht	L <sub>2</sub> = 9,42	m
Lengte 2e rechte deel	L <sub>3</sub> = 0,00	m
Lengte opgaande bocht	L <sub>4</sub> = 10,47	m
Lengte 3e rechte deel	L <sub>5</sub> = 6,32	m
Straal maaiveld/rollenbaan	R <sub>r</sub> = 100,00	m
Straal neergaande bocht	R <sub>1</sub> = 30,00	m
Straal opgaande bocht	R <sub>2</sub> = 30,00	m
Intrede-hoek (bij boorstelling)	$\alpha_1 = 18,00 / 32,49$	° / %
Uittrede-hoek (bij rollenbaan)	$\alpha_2 = 20,00 / 36,4$	° / %
Belastinghoek	$\alpha = 180$	°
Ondersteuningshoek	$\beta = 120$	°
Horizontale steundrukhoek	$\gamma = 120$	°
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	$\gamma = 1,1$	





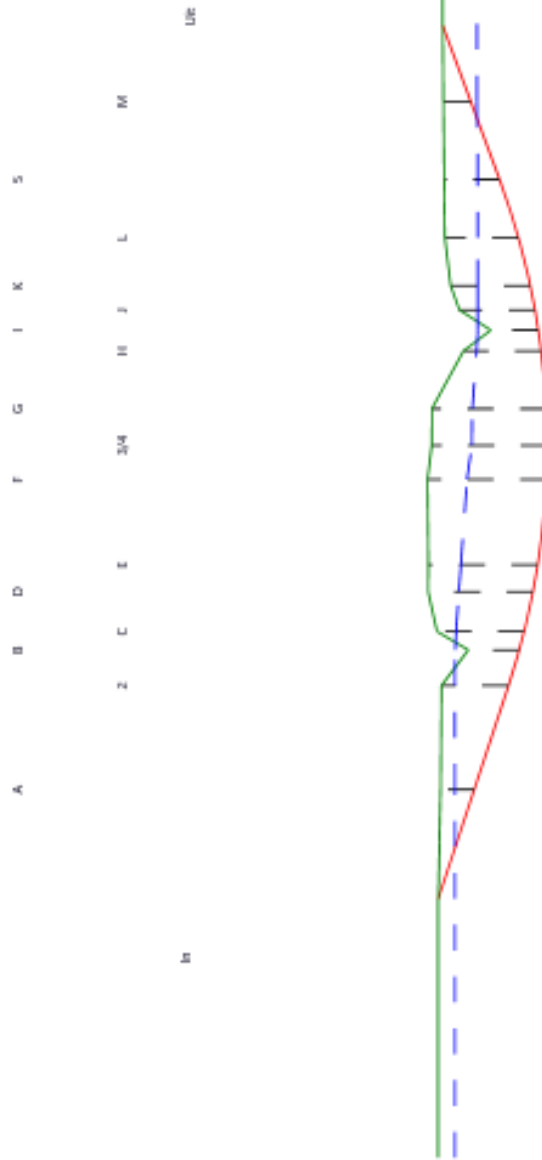
Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020		Sigma 2022 1.1 ©	
<b>Uitvoeringsaspecten</b>			
Diameter boorstang	$D_b$	= 51	mm
<i>Tijdens pilot</i>			
Diameter boorkop/boorgat	$D_p$	= 110	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,p}$	= 11,1	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,p}$	= 13,4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	$\eta_p$	= 0,009	Pa-s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,p}$	= 40	l/min
<i>Tijdens ruimgang</i>			
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,r}$	= 250	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,r}$	= 11,1	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,r}$	= 13,4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	$\eta_r$	= 0,009	Pa-s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,r}$	= 76	l/min
<i>Tijdens intrekken</i>			
Gecombineerd ruimen/intrekken			
Diameter ruimer/boorgat	$D_{g,i}$	= 325	mm
Soortelijk gewicht boorvloeistof	$\rho_{m,i}$	= 11,1	kN/m <sup>3</sup>
Zwichtspanning boorvloeistof	$\tau_{y,i}$	= 13,4	Pa
Plastische viscositeit boorvloeistof	$\eta_i$	= 0,009	Pa-s
Debiet boorvloeistof	$Q_{m,i}$	= 76	l/min
Leiding wordt niet verzwaid t.p.v. rollenbaan			
Leiding wordt niet verzwaid t.p.v. boorgang			
<b>Onzekerheids- en wrijvingsfactoren</b>			
Totaalfactor bij normale boring	$f$	= 1,4	
Belastingfactor, bovengronds	$f_{k,b}$	= 1,1	
Belastingfactor, ondergronds	$f_{k,o}$	= 1,4	
Onzekerheidsfactor straal, ondergronds	$f_{r,o}$	= 0,9	
Wrijvingscoëff. zonder rollenbaan	$f_1$	= 0,3	
Wrijving tussen leiding/boorvloeistof	$f_2$	= 0,00005	N/mm <sup>2</sup>
Wrijving tussen leiding/boorgangwand	$f_3$	= 0,2	
			07-07-2022 14:30:05

**Grondmechanische gegevens en verkeersbelasting**

Locatie	Afstand t.o.v. intredepunt [m]	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	Volumiek gewicht droge grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Volumiek gewicht natte grond [kN/m <sup>3</sup> ]	Wrijvingshoek grond [°]
A	4,43	1,28	0,55	Zand	18,31	20,33	30,00
2	8,65	2,55	0,51	Zand	18,48	19,96	30,00
B	10,02	1,94	-0,50	Zand	0,00	20,07	30,00
C	10,74	3,32	0,73	Zand	18,29	20,16	32,50
D	12,28	3,99	1,17	Zand	18,39	20,22	35,00
E	13,33	4,16	1,24	Zand	18,50	20,25	35,00
F	16,70	4,52	1,50	Zand	18,41	20,38	35,00
3/4	18,07	4,39	1,53	Zand	18,39	20,35	35,00
G	19,48	4,35	1,54	Zand	18,36	20,57	35,00
H	21,72	2,96	0,50	Zand	19,00	20,61	35,00
I	22,53	1,81	-0,50	Zand	0,00	20,73	35,00
J	23,32	2,88	0,69	Zand	18,94	20,57	32,50
K	24,28	3,03	1,03	Zand	18,64	20,53	32,50
L	26,18	2,80	1,25	Zand	18,44	20,45	30,00
5	28,54	2,11	1,28	Zand	18,43	20,32	30,00
M	31,75	1,04	-	Zand	18,42	-	30,00

Locatie	Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm <sup>3</sup> ]	Effectieve cohesie [kN/m <sup>2</sup> ]	E-modulus ondergrond [MN/m <sup>2</sup> ]	Verkeersbelasting
A	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
2	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
B	0,0460	0,00	15,00	Geen
C	0,0460	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
D	0,0440	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
E	0,0440	0,00	75,00	Grafiek II
F	0,0440	0,00	75,00	Grafiek II
3/4	0,0440	0,00	75,00	Grafiek II
G	0,0440	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
H	0,0440	0,00	75,00	Grafiek ½ x II
I	0,0440	0,00	75,00	Geen
J	0,0460	0,00	45,00	Grafiek II
K	0,0460	0,00	45,00	Grafiek ½ x II
L	0,0460	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
5	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II
M	-	0,00	15,00	Grafiek ½ x II

Locatie	Gereduceerde grondbelasting	Sondering
A	Geen	DKM2-MA
2	Geen	DKM2-MA
B	Geen	DKM2-MA
C	Geen	DKM2-MA
D	Geen	DKM2-MA
E	Geen	DKM2-MA
F	Geen	DKM2-MA
3/4	Geen	DKM2-MA
G	Geen	DKM1-MA
H	Geen	DKM1-MA
I	Geen	DKM1-MA
J	Geen	DKM1-MA
K	Geen	DKM1-MA
L	Geen	DKM1-MA
5	Geen	DKM1-MA
M	Geen	DKM1-MA



\* Niet op schaal



## 2. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 204,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i) / 2$	= 227,20	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 250,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 125,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 102,20	mm
Gemiddelde straal	$r_g = (r_e + r_i) / 2$	= 113,60	mm
Traagheidsmoment buis	$I_b = (D_e^4 - D_i^4) \cdot \pi / 64$	= 106.064.835,12	mm <sup>4</sup>
Weerstandsmoment buis	$W_b = I_b / r_e$	= 848.518,68	mm <sup>3</sup>
Wandtraagheidsmoment	$I_w = d_n^3 / 12$	= 987,70	mm <sup>4</sup> /mm <sup>1</sup>
Wandweerstandsmoment	$W_w = d_n^2 / 6$	= 86,64	mm <sup>3</sup> /mm <sup>1</sup>
Oppervlakte leiding	$A = \pi \cdot (D_e^2 - D_i^2) / 4$	= 16.273,95	mm <sup>2</sup>
Gewicht leiding	$g = \rho_L \cdot A$	= 0,1554	N/mm <sup>1</sup>

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

	<i>Leiding op rollenbaan/maaiveld</i>	<i>Leiding in boorgat</i>
Gewicht mediumleiding	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g = 0,1554 \text{ N/mm}^1$
Gewicht vulling	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$	$g_{vul} = \text{N.v.t.} +$
Totaal gewicht	$g_{rol} = 0,1554 \text{ N/mm}^1$	$g_{gat} = 0,1554 \text{ N/mm}^1$

## 4. Berekening van de trekkrachten en spanningen bovengronds

### 4.1 Berekening van de benodigde trekkrachten op rollenbaan/maaiveld

Trekkraft $T_1$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_1$ [N]
Starten met trekken	34,86	<b>2.275</b>
Na intrekken van $L_5$	28,54	<b>1.863</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	18,07	<b>1.180</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	18,07	<b>1.180</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	8,65	<b>565</b>

$$T_1 = f \cdot L \cdot g_{rol} \cdot f_1 = 1,4 \cdot L \cdot 0,1554 \cdot 0,3$$

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_1$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	2.275	<b>0,14</b>
Na intrekken van $L_5$	1.863	<b>0,11</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	1.180	<b>0,07</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	1.180	<b>0,07</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	565	<b>0,03</b>

$$\sigma_t = \frac{T_1}{A} = \frac{T_1}{16.273,95}$$

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

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

$$M_b = 1,1 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835}{100.000} = 1.137.545,36 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{1.137.545,36}{848.519} = \mathbf{1,34 \text{ N/mm}^2}$$

**4.4 Totalisatie van de optredende spanningen op rollenbaan/maaiveld**

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Starten met trekken	0,14	<b>1,01</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub>	0,11	<b>0,99</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	0,07	<b>0,94</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	0,07	<b>0,94</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	0,03	<b>0,91</b>

$$\sigma_a = \alpha_{\sigma} \cdot \sigma_b + \sigma_t = 0,65 \cdot 1,34 + \sigma_t$$

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

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

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

100% van de omtrek van de leiding komt in aanraking met bentoniet.

Hieruit volgt:  $D_{e,omtrek} = 785,40 \text{ mm}^1$

Gewicht van de leiding (+vulling) in het boorgat  $g_{gat} = 0,155 \text{ N/mm}^1$

Gelet op het gewicht van de boorvloeistof:  $g_{opw} = \rho_{m,i} \cdot D_e^2 \cdot \pi/4 = 11,1 \cdot 250,00^2 \cdot \pi/4 = 0,545 \text{ N/mm}^1$

Gelet hierop is  $g_{eff} = |g_{gat} - g_{opw}| = 0,389 \text{ N/mm}^1$

Trekkracht $T_2$ en $T_{3a}$ tijdens verschillende stadia [N]	L [m]	$T_2$ [N]	$T_{3a}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	6,32	<b>1.037</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4$	16,79	-	<b>2.754</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	16,79	<b>2.754</b>	-
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	26,21	-	<b>4.299</b>
Geheel ingetrokken	34,86	<b>5.718</b>	-

Rechte delen:  $T_2 = f \cdot L \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,389 \cdot 0,2)$

Gebogen delen:  $T_{3a} = f \cdot L_B \cdot (D_{e,omtr} \cdot f_2 + g_{eff} \cdot f_3) = 1,4 \cdot L \cdot (785,40 \cdot 0,00005 + 0,389 \cdot 0,2)$

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

Locatie	$\lambda$ [mm <sup>-1</sup> ]	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{3b}$ [N]
B	0,0023	30,0	0,026	<b>4.982</b>
C	0,0023	30,0	0,026	<b>4.982</b>
D	0,0023	30,0	0,025	<b>4.927</b>
E	0,0023	30,0	0,025	<b>4.927</b>
F	0,0023	30,0	0,025	<b>4.927</b>
3/4	0,0023	30,0	0,025	<b>4.927</b>
G	0,0023	30	0,025	<b>4.927</b>
H	0,0023	30	0,025	<b>4.927</b>
I	0,0023	30	0,025	<b>4.927</b>
J	0,0023	30	0,026	<b>4.982</b>
K	0,0023	30	0,026	<b>4.982</b>
L	0,0023	30	0,026	<b>4.982</b>

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

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

$$T_{3b} = f \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot D_o \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot f_3 = 1,4 \cdot 4 \cdot \frac{Q_r}{2} \cdot 250 \cdot \frac{\pi}{\lambda} \cdot 0,2$$

**5.3 Berekening van de wrijving door bochtcracht  $T_{3c}$** 

Trekkraft $T_{\text{bocht}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N] (f = 1)	$T_2 / T_{3a}$ [N] (f = 1)	$T_{3b,neer}$ [N] (f = 1)	$T_{3b,op}$ [N] (f = 1)	$T_{\text{bocht}}$ [N]
Neergaande bocht	843	1.967	3.559	-	<b>6.368</b>
Opgaande bocht	403	3.071	3.559	3.559	<b>10.592</b>

 Neergaande bocht:  $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_2 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max}$ 

 Opgaande bocht:  $T_{\text{bocht}} = T_1 + T_2 + T_{3a,neer} + T_{3b,neer,max} + T_{3a,op} + T_{3b,op,max}$ 

Trekkraft $T_{3c}$ tijdens verschillende stadia [N]	$\alpha$ [°]	$T_{\text{bocht}}$ [N]	$T_{3c}$ [N]
Neergaande bocht	9,00	6.368	<b>558</b>
Opgaande bocht	10,00	10.592	<b>928</b>

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

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

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

$$\rightarrow T_{3c} = f \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot f_3 = 1,4 \cdot 2 \cdot T_{\text{bocht}} \cdot \sin(\alpha) \cdot 0,2$$

**5.4 Totalisatie van de trekkrachten in fase II**

Trekkraft $T_{\text{tot}}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{\text{tot}}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	1.863	1.037	-	-	-	-	<b>2.900</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	1.180	2.754	4.982	558	-	-	<b>9.474</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	1.180	2.754	4.982	558	-	-	<b>9.474</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	565	4.299	4.982	558	4.982	928	<b>16.416</b>
Geheel ingetrokken	0	5.718	4.982	558	4.982	928	<b>17.270</b>

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



**5.5 Karakteristieke waarden van de benodigde trekkrachten in fase II**

Wanneer geen totaalfactor wordt toegepast ( $f = 1$ ), gelden de volgende karakteristieke waarden voor de trekkrachten.

Trekkracht $T_{tot}$ tijdens verschillende stadia [N]	$T_1$ [N]	$T_2 / T_{3a}$ [N]	$T_{3b,neer}$ [N]	$T_{3c,neer}$ [N]	$T_{3b,op}$ [N]	$T_{3c,op}$ [N]	$T_{tot}$ [N]
Na intrekken van $L_5$	1.331	740	-	-	-	-	<b>2.071</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	843	1.967	3.559	398	-	-	<b>6.767</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	843	1.967	3.559	398	-	-	<b>6.767</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	403	3.071	3.559	398	3.559	663	<b>11.726</b>
Geheel ingetrokken	0	4.084	3.559	398	3.559	663	<b>12.336</b>

De maximale karakteristieke waarde voor de benodigde trekkracht bedraagt **12.336 N** (» **1,3 ton**).

Volgens het voorschrift van de Drilling Contractors Association (DCA - Europe) wordt een boormachine voorgeschreven met een trekkracht 2 tot 3 keer deze maximale waarde.

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

Spanningen $\sigma_t$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van $L_5$	2.900	<b>0,18</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4$	9.474	<b>0,58</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3$	9.474	<b>0,58</b>
Na intrekken van $L_5 + L_4 + L_3 + L_2$	16.416	<b>1,01</b>
Geheel ingetrokken	17.270	<b>1,06</b>

$$\sigma_t = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95}$$

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

## 5.7.1 Neergaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 30.000} = 5.362.166,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{5.362.166,66}{848.518,68} = \mathbf{6,32 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.7.2 Opgaande bocht

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

$$M_b = 1,4 \cdot 975 \cdot \frac{106.064.835,12}{0,9 \cdot 30.000} = 5.362.166,66 \text{ Nmm}$$

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

$$\sigma_b = \frac{5.362.166,66}{848.518,68} = \mathbf{6,32 \text{ N/mm}^2}$$

## 5.8 Totalisatie van de spanningen in het boorgat tijdens de trekoperatie

Spanningen $\sigma_a$ tijdens verschillende stadia [N/mm <sup>2</sup> ]	$T_{tot}$ [N]	$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_a$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Na intrekken van L <sub>5</sub>	2.900	0,18	-	<b>0,18</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub>	9.474	0,58	6,32	<b>4,69</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub>	9.474	0,58	-	<b>0,58</b>
Na intrekken van L <sub>5</sub> + L <sub>4</sub> + L <sub>3</sub> + L <sub>2</sub>	16.416	1,01	6,32	<b>5,12</b>
Geheel ingetrokken	17.270	1,06	-	<b>1,06</b>

$$\text{Rechte delen: } \sigma_a = \frac{T_{tot}}{A} = \frac{T_{tot}}{16.273,95} = \sigma_t$$

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

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

Sterkteberekening van een horizontaal gestuurde boring conform NEN 3650/3651:2020	Sigma 2022 1.1 ©
---	------------------

### 6. Fase III: Berekening van de optredende spanningen tijdens de gebruiksfase

#### 6.1 Berekening van de spanningen $\sigma_p$ en $\sigma_{pl}$ t.g.v. inwendige druk

Leiding is drukloos:

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

#### 6.2 Berekening reroundingfactor $f_{rr}$

Leiding is drukloos:

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

#### 6.3 Berekening van de neutrale grondbelasting $Q_n$

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]	Grondsoort	$q_{droog}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{nat}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_n$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]
A	1,28	0,55	Zand	11,08	9,02	20,10	5,03
2	2,55	0,51	Zand	10,37	24,39	34,76	8,69
B	1,94	-0,50	Zand	0,00	42,83	23,43	5,86
C	3,32	0,73	Zand	14,69	31,54	46,22	11,56
D	3,99	1,17	Zand	23,67	34,52	58,19	14,55
E	4,16	1,24	Zand	25,23	35,84	61,08	15,27
F	4,52	1,50	Zand	30,38	37,50	67,88	16,97
3/4	4,39	1,53	Zand	30,95	35,42	66,37	16,59
G	4,35	1,54	Zand	31,10	35,48	66,58	16,65
H	2,96	0,50	Zand	10,45	31,17	41,62	10,41
I	1,81	-0,50	Zand	0,00	41,27	23,17	5,79
J	2,88	0,69	Zand	14,38	27,65	42,03	10,51
K	3,03	1,03	Zand	21,12	25,17	46,29	11,57
L	2,80	1,25	Zand	25,36	19,37	44,72	11,18
5	2,11	1,28	Zand	25,95	10,25	36,20	9,05
M	1,04	-	Zand	-	-	21,07	5,27

$$q_{droog} = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$$

$$q_{nat} = \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o = (1,1 \cdot \gamma_d \cdot H_d + 1,1 \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w) \cdot 250$$

**6.4 Berekening van de verkeersbelasting  $Q_v$** 

Locatie	Dekking t.o.v. maaiveld [m]	Verkeersbelasting	$q_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]
A	1,28	Grafiek ½ x II	12,93	3,23
2	2,55	Grafiek ½ x II	4,69	1,17
B	1,94	Geen	0,00	0,00
C	3,32	Grafiek ½ x II	3,34	0,83
D	3,99	Grafiek ½ x II	2,65	0,66
E	4,16	Grafiek II	5,04	1,26
F	4,52	Grafiek II	4,55	1,14
3/4	4,39	Grafiek II	4,72	1,18
G	4,35	Grafiek ½ x II	2,38	0,60
H	2,96	Grafiek ½ x II	3,86	0,96
I	1,81	Geen	0,00	0,00
J	2,88	Grafiek II	8,00	2,00
K	3,03	Grafiek ½ x II	3,75	0,94
L	2,80	Grafiek ½ x II	4,15	1,04
5	2,11	Grafiek ½ x II	6,07	1,52
M	1,04	Grafiek ½ x II	17,99	4,50

$$Q_v = q_v \cdot D_o = q_v \cdot 250$$

**6.5 Momenten en spanningen t.g.v. bovenbelastingen**

Locatie	$Q_n$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_v$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$Q_{\text{boven}}$ [N/mm <sup>1</sup> ]	$M_q$ [Nmm]	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	5,03	3,23	8,26	129,44	<b>1,49</b>
2	8,69	1,17	9,86	154,60	<b>1,78</b>
B	5,86	0,00	5,86	91,82	<b>1,06</b>
C	11,56	0,83	12,39	194,23	<b>2,24</b>
D	14,55	0,66	15,21	238,45	<b>2,75</b>
E	15,27	1,26	16,53	259,12	<b>2,99</b>
F	16,97	1,14	18,11	283,86	<b>3,28</b>
3/4	16,59	1,18	17,77	278,61	<b>3,22</b>
G	16,65	0,60	17,24	270,30	<b>3,12</b>
H	10,41	0,96	11,37	178,25	<b>2,06</b>
I	5,79	0,00	5,79	90,82	<b>1,05</b>
J	10,51	2,00	12,51	196,06	<b>2,26</b>
K	11,57	0,94	12,51	196,08	<b>2,26</b>
L	11,18	1,04	12,22	191,53	<b>2,21</b>
5	9,05	1,52	10,57	165,68	<b>1,91</b>
M	5,27	4,50	9,77	153,10	<b>1,77</b>

$$M_q = K_b \cdot (Q_n + Q_v) \cdot r_g = 0,138 \cdot (Q_n + Q_v) \cdot 113,60$$

$$\sigma_q = f_{rr} \cdot \frac{M_q}{W_w} = 1,00 \cdot \frac{M_q}{86,64}$$



**6.6 Optredende spanning  $\sigma_{qr}$  t.g.v. grondreactie in de bochten**

Locatie	R [m]	$Q_r$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
B	30,0	0,026	0,78
C	30,0	0,026	0,78
D	30,0	0,025	0,76
E	30,0	0,025	0,76
F	30,0	0,025	0,76
3/4	30,0	0,025	0,76
G	30	0,025	0,76
H	30	0,025	0,76
I	30	0,025	0,76
J	30	0,026	0,78
K	30	0,026	0,78
L	30	0,026	0,78

$$\sigma_{qr} = K_{b,ind} \cdot Q_r \cdot D_o \cdot \frac{r_u}{W_w} = 0,083 \cdot Q_r \cdot 250 \cdot \frac{125,00}{86,64}$$

**6.7 Berekening van de spanning  $\sigma_{ax}$  t.g.v. temperatuurverschil**

Leiding is drukloos

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

**7. Toetsing op minimale ringstijfheid  $S_N$** 

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

$$S_N = 975 \cdot \frac{987,70}{227,2^3} = 0,0821 \text{ N/mm}^2 = \mathbf{82,11 \text{ kN/m}^2}$$

 Minimaal vereiste ringstijfheid = **2 kN/m<sup>2</sup>**
**8. Toetsing op implosie: berekening van de alzijdige overdruk**

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

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

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

$$p_{o,kort} = \frac{1}{1,5 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 975,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 1,56 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{o,lang} = \frac{1}{3 \cdot (1 - 0,4^2)} \cdot \frac{24 \cdot 350,00 \cdot 987,70}{227,20^3} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

 Conclusie: Kans op implosie bij **28,07 m** grondwater boven de leiding

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

Locatie	$\sigma_q$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{qr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_{y2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	1,49	-	0,65	<b>0,97</b>
2	1,78	-	0,65	<b>1,16</b>
B	1,06	0,78	0,65	<b>1,20</b>
C	2,24	0,78	0,65	<b>1,96</b>
D	2,75	0,76	0,65	<b>2,28</b>
E	2,99	0,76	0,65	<b>2,44</b>
F	3,28	0,76	0,65	<b>2,62</b>
3/4	3,22	0,76	0,65	<b>2,59</b>
G	3,12	0,76	0,65	<b>2,52</b>
H	2,06	0,76	0,65	<b>1,83</b>
I	1,05	0,76	0,65	<b>1,18</b>
J	2,26	0,78	0,65	<b>1,98</b>
K	2,26	0,78	0,65	<b>1,98</b>
L	2,21	0,78	0,65	<b>1,94</b>
5	1,91	-	0,65	<b>1,24</b>
M	1,77	-	0,65	<b>1,15</b>

 Rechte delen:  $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot \sigma_q$ 

 Bochten:  $\sigma_{y2} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_q + \sigma_{qr})$ 

 Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$  N/mm<sup>2</sup>
*9.2 Optredende spanningen in langsrichting van de leiding*

Locatie	$\sigma_{pl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ax}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha_\sigma$ [-]	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
2	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
B	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
C	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
D	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
E	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
F	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
3/4	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
G	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
H	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
I	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
J	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
K	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
L	0,00	0,00	6,32	0,65	<b>4,11</b>
5	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>
M	0,00	0,00	-	-	<b>0,00</b>

 Rechte delen:  $\sigma_x = \sigma_{ax}$ 

 Bochten:  $\sigma_x = \sigma_{ax} + \alpha_\sigma \cdot \sigma_b$ 

 Toelaatbare spanning:  $\sigma_{ld} = \bar{\sigma}_t = \mathbf{8,00}$  N/mm<sup>2</sup>

**10. Berekening van de optredende en toelaatbare deflectie**

Locatie	Q <sub>n</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>v</sub> [N/mm <sup>1</sup> ]	Q <sub>r</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	δ <sub>y</sub> [mm]	δ <sub>y</sub> /D <sub>g</sub> [%]
A	5,03	3,23	-	<b>1,17</b>	0,51
2	8,69	1,17	-	<b>1,63</b>	0,72
B	5,86	0,00	0,026	<b>1,04</b>	0,46
C	11,56	0,83	0,026	<b>2,29</b>	1,01
D	14,55	0,66	0,025	<b>3,06</b>	1,35
E	15,27	1,26	0,025	<b>3,27</b>	1,44
F	16,97	1,14	0,025	<b>3,61</b>	1,59
3/4	16,59	1,18	0,025	<b>3,54</b>	1,56
G	16,65	0,60	0,025	<b>3,49</b>	1,54
H	10,41	0,96	0,025	<b>2,24</b>	0,99
I	5,79	0,00	0,025	<b>1,20</b>	0,53
J	10,51	2,00	0,026	<b>2,20</b>	0,97
K	11,57	0,94	0,026	<b>2,31</b>	1,01
L	11,18	1,04	0,026	<b>2,06</b>	0,91
5	9,05	1,52	-	<b>1,73</b>	0,76
M	5,27	4,50	-	<b>1,32</b>	0,58

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot Q - 0,095 \cdot Q_{n,h} + 0,048 \cdot Q_r) \cdot r_g^3}{E' \cdot I_w}$$

$$\delta_Y = \frac{(0,089 \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) - 0,095 \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot (Q_n + \frac{1}{2} \cdot Q_v) + 0,048 \cdot Q_r) \cdot 113,60^3}{350 \cdot 987,70}$$

$$\text{Toelaatbare deflectie} = 8\% \cdot D_g = 0,08 \cdot 227,20 = \mathbf{18,18 \text{ mm}}$$

**11. Berekening van de boorspoeldrukken**

Locatie	H [m]	$\sigma_{vert}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hor}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_o'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$p'_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{100}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
A	1,28	15,35	7,67	11,51	17,27	6,73
2	2,55	25,18	12,59	18,89	28,33	8,84
B	1,94	16,00	8,00	12,00	18,00	7,26
C	3,32	33,71	15,60	24,65	37,90	30,59
D	3,99	43,20	18,42	30,81	48,48	57,21
E	4,16	45,41	19,36	32,39	50,96	58,61
F	4,52	50,86	21,69	36,27	57,08	61,79
3/4	4,39	49,89	21,27	35,58	55,99	61,10
G	4,35	50,15	21,39	35,77	56,28	61,20
H	2,96	30,13	12,85	21,49	33,81	48,39
I	1,81	16,01	6,83	11,42	17,97	36,10
J	2,88	30,93	14,31	22,62	34,78	29,17
K	3,03	34,78	16,09	25,44	39,10	30,61
L	2,80	34,27	17,14	25,70	38,55	10,03
5	2,11	28,48	14,24	21,36	32,04	9,03
M	1,04	17,42	8,71	13,06	19,59	6,89

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

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

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

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

$$E_{100, norm} = E_{100} \cdot (q_n/100)^m \quad (\text{Zand/Leem/Grind} \rightarrow m = 0,5; \text{Veen/Klei} \rightarrow m = 0,8)$$



Locatie	G [MN/m <sup>2</sup> ]	Q [-]	u [N/mm <sup>2</sup> ]	v [-]	p <sub>lim</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	90% p <sub>lim</sub> [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>
A	3,78	0,0015	0,0073	0,3333	0,16	<b>1,42</b>
2	4,97	0,0019	0,0204	0,3333	0,25	<b>2,24</b>
B	4,08	0,0015	0,0244	0,3333	0,18	<b>1,64</b>
C	16,43	0,00081	0,0259	0,3163	0,48	<b>4,35</b>
D	29,56	0,00060	0,0282	0,2989	0,75	<b>6,78</b>
E	30,28	0,00061	0,0292	0,2989	0,78	<b>7,06</b>
F	31,92	0,00065	0,0302	0,2989	0,86	<b>7,72</b>
3/4	31,57	0,00065	0,0286	0,2989	0,84	<b>7,58</b>
G	31,62	0,00065	0,0281	0,2989	0,85	<b>7,61</b>
H	25,00	0,00049	0,0246	0,2989	0,57	<b>5,11</b>
I	18,65	0,00035	0,0231	0,2989	0,35	<b>3,15</b>
J	15,67	0,00078	0,0219	0,3163	0,45	<b>4,02</b>
K	16,44	0,00083	0,0200	0,3163	0,49	<b>4,38</b>
L	5,64	0,0023	0,0155	0,3333	0,31	<b>2,78</b>
5	5,08	0,0021	0,0083	0,3333	0,26	<b>2,33</b>
M	3,87	0,0017	0,0000	0,3333	0,16	<b>1,48</b>

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

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

$$u = \gamma_w \cdot H_n$$

$$K = 1 - \sin(\varphi)$$

$$\nu = \frac{K}{1 + K}$$

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

## 11.1 Tijdens pilot

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta h_{in}$ [m]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>
A	0,45	1,37	0,07	<b>0,75</b>	0,02	<b>0,16</b>
2	0,40	2,67	0,12	<b>1,23</b>	0,03	<b>0,32</b>
B	0,45	3,08	0,10	<b>0,96</b>	0,04	<b>0,37</b>
C	0,61	3,27	0,22	<b>2,24</b>	0,04	<b>0,39</b>
D	0,71	3,60	0,33	<b>3,31</b>	0,04	<b>0,43</b>
E	0,70	3,79	0,34	<b>3,44</b>	0,05	<b>0,45</b>
F	0,68	4,11	0,38	<b>3,75</b>	0,05	<b>0,49</b>
3/4	0,68	4,14	0,37	<b>3,68</b>	0,05	<b>0,50</b>
G	0,68	4,11	0,37	<b>3,69</b>	0,05	<b>0,50</b>
H	0,78	3,92	0,25	<b>2,51</b>	0,05	<b>0,49</b>
I	0,91	3,81	0,16	<b>1,57</b>	0,05	<b>0,47</b>
J	0,62	3,68	0,21	<b>2,06</b>	0,05	<b>0,46</b>
K	0,60	3,50	0,22	<b>2,22</b>	0,04	<b>0,44</b>
L	0,36	3,05	0,15	<b>1,47</b>	0,04	<b>0,40</b>
5	0,38	2,33	0,12	<b>1,21</b>	0,03	<b>0,32</b>
M	0,42	1,23	0,07	<b>0,74</b>	0,02	<b>0,21</b>

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

$$R_o = \frac{D_p}{2} = \frac{110}{2} = 55 \text{ mm}$$

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

$$v_{m,p} = \frac{Q_{m,p}}{A_p} = \frac{40}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{40}{1/4 \cdot \pi \cdot (110^2 - 51^2)} = 0,089 \text{ m/s}$$

$$p_{min} = \left( \frac{14580 \cdot \eta_p \cdot v_{m,p}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,p}}{D_p - D_b} \right) \cdot L + \rho_{m,p} \cdot \Delta h_{in}$$

## 112 Tijdens ruimgang

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta h_{uit}$ [m]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span>
M	0,52	1,06	0,05	<b>0,50</b>	0,01 <sup>(1)</sup>	<b>0,12</b>
5	0,86	2,16	0,12	<b>1,21</b>	0,02 <sup>(1)</sup>	<b>0,24</b>
L	0,83	2,88	0,15	<b>1,47</b>	0,03 <sup>(1)</sup>	<b>0,32</b>
K	1,37	3,33	0,22	<b>2,22</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,38</b>
J	1,42	3,51	0,21	<b>2,06</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,40</b>
I	0,91	3,64	0,10	<b>0,99</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,41</b>
H	1,48	3,75	0,22	<b>2,25</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,42</b>
G	1,55	3,94	0,37	<b>3,69</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,45</b>
3/4	1,55	3,97	0,37	<b>3,68</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,45</b>
F	1,55	3,94	0,38	<b>3,75</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,45</b>
E	1,60	3,61	0,34	<b>3,44</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,41</b>
D	1,62	3,43	0,33	<b>3,31</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,39</b>
C	1,39	3,10	0,22	<b>2,24</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,36</b>
B	0,97	2,91	0,09	<b>0,93</b>	0,03 <sup>(1)</sup>	<b>0,34</b>
2	0,91	2,50	0,12	<b>1,23</b>	0,03 <sup>(1)</sup>	<b>0,29</b>
A	0,64	1,20	0,06	<b>0,58</b>	0,01 <sup>(1)</sup>	<b>0,15</b>

$$R_o = \frac{D_{g,r}}{2} = \frac{250}{2} = 125 \text{ mm}$$

$$v_{m,r,uit} = \frac{Q_{m,r}}{A_r} = \frac{76}{1/4 \cdot \pi \cdot D_{g,r}^2} = \frac{76}{1/4 \cdot \pi \cdot 250^2} = 0,006 \text{ m/s}$$

$$v_{m,r,in} = \frac{Q_{m,r}}{A_p} = \frac{76}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_p^2 - D_b^2)} = \frac{76}{1/4 \cdot \pi \cdot (110^2 - 51^2)} = 0,170 \text{ m/s}$$

$$p_{min,uit} = \left( \frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r,uit}}{D_{g,r}^2} + \frac{\tau_{y,r}}{D_{g,r}} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

$$p_{min,in} = \left( \frac{14580 \cdot \eta_r \cdot v_{m,r,in}}{(D_p - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,r}}{D_p - D_b} \right) \cdot L + \rho_{m,r} \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$

## 11.3 Tijdens intrekken

Locatie	$R_{p,max}$ [m]	$\Delta h_{uit}$ [m]	$p_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{max}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span>	$p_{min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$p_{min}$ [bar] <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span>
M	0,52	1,06	0,04	<b>0,42</b>	0,01 <sup>(1)</sup>	<b>0,12</b>
5	1,06	2,16	0,12	<b>1,17</b>	0,03 <sup>(1)</sup>	<b>0,25</b>
L	1,08	2,88	0,15	<b>1,47</b>	0,03 <sup>(1)</sup>	<b>0,34</b>
K	1,52	3,33	0,20	<b>2,02</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,39</b>
J	1,44	3,51	0,18	<b>1,78</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,41</b>
I	0,91	3,64	0,09	<b>0,86</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,43</b>
H	1,48	3,75	0,19	<b>1,91</b>	0,04 <sup>(1)</sup>	<b>0,44</b>
G	2,02	3,94	0,37	<b>3,69</b>	0,05 <sup>(1)</sup>	<b>0,46</b>
3/4	2,02	3,97	0,37	<b>3,68</b>	0,05 <sup>(1)</sup>	<b>0,47</b>
F	2,01	3,94	0,38	<b>3,75</b>	0,05 <sup>(2)</sup>	<b>0,47</b>
E	2,07	3,61	0,34	<b>3,44</b>	0,04 <sup>(2)</sup>	<b>0,43</b>
D	2,00	3,43	0,32	<b>3,21</b>	0,04 <sup>(2)</sup>	<b>0,41</b>
C	1,66	3,10	0,21	<b>2,13</b>	0,04 <sup>(2)</sup>	<b>0,37</b>
B	0,97	2,91	0,08	<b>0,83</b>	0,03 <sup>(2)</sup>	<b>0,35</b>
2	1,18	2,50	0,12	<b>1,23</b>	0,03 <sup>(2)</sup>	<b>0,30</b>
A	0,64	1,20	0,05	<b>0,50</b>	0,02 <sup>(2)</sup>	<b>0,15</b>

$$R_o = \frac{D_{g,i}}{2} = \frac{325}{2} = 162,5 \text{ mm}$$

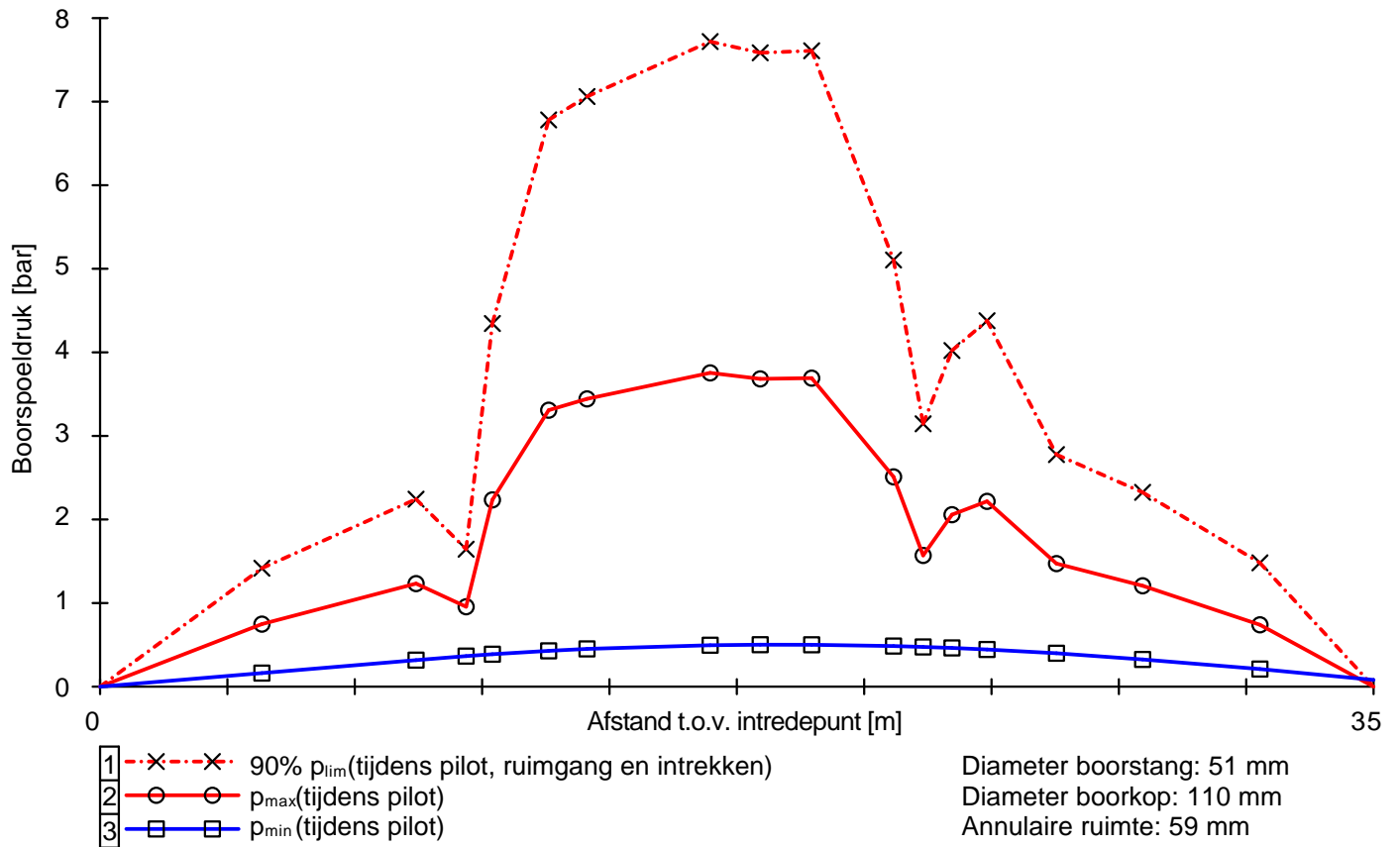
$$v_{m,i,uit} = \frac{Q_{m,i}}{A_i} = \frac{76}{1/4 \cdot \pi \cdot (D_{g,i}^2 - D_o^2)} = \frac{76}{1/4 \cdot \pi \cdot (325^2 - 250^2)} = 0,037 \text{ m/s}$$

$$p_{min,uit} = \left( \frac{14580 \cdot \eta_i \cdot v_{m,i,uit}}{(D_{g,i} - D_o)^2} + \frac{\tau_{y,i}}{D_{g,i} - D_o} \right) \cdot (L_{tot} - L) + \rho_{m,i} \cdot \Delta h_{uit} \quad (1)$$

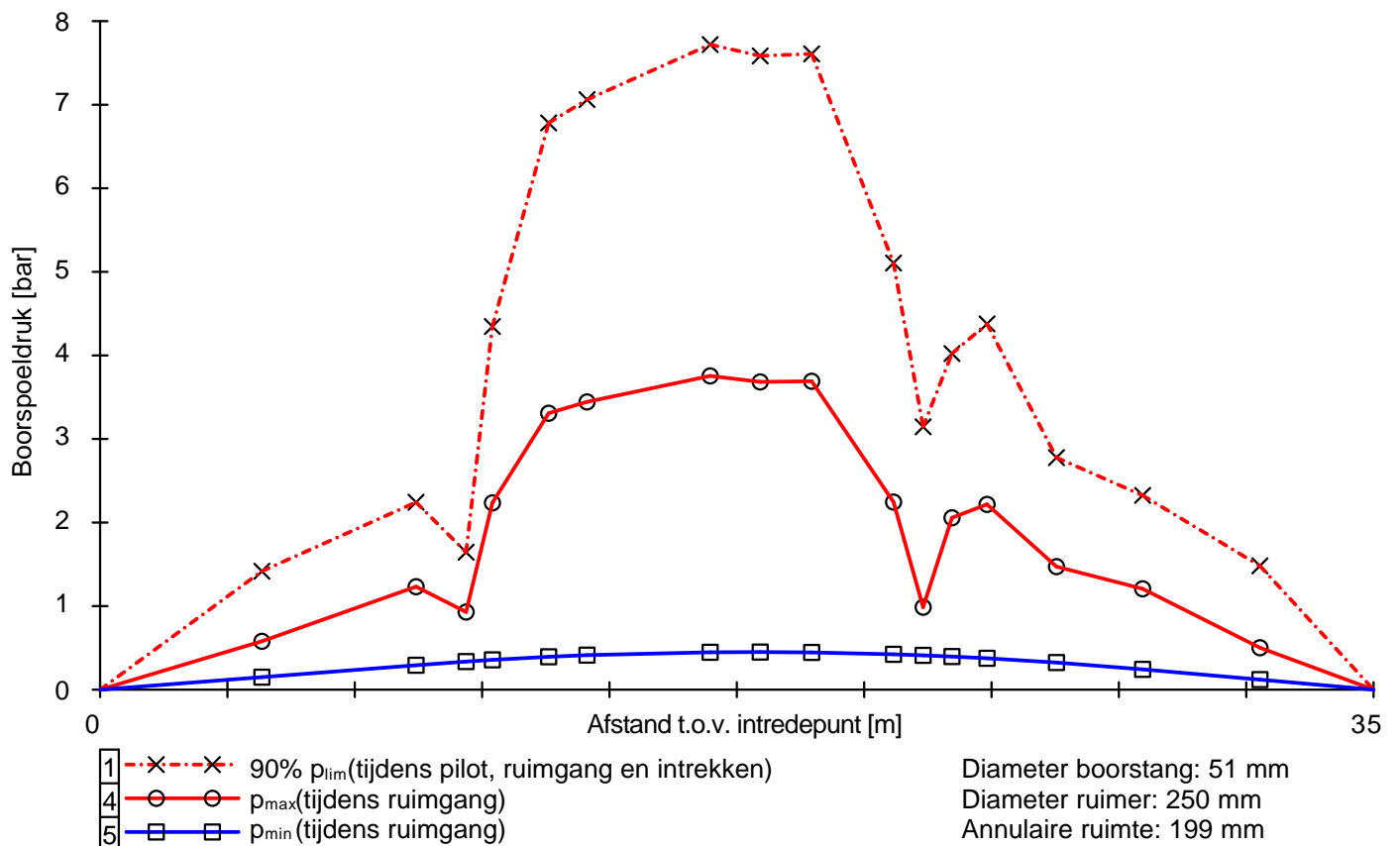
$$p_{min,in} = \left( \frac{14580 \cdot \eta_i \cdot v_{m,in}}{(D_{g,r} - D_b)^2} + \frac{\tau_{y,i}}{D_{g,r} - D_b} \right) \cdot L + \rho_{m,i} \cdot \Delta h_{in} \quad (2)$$



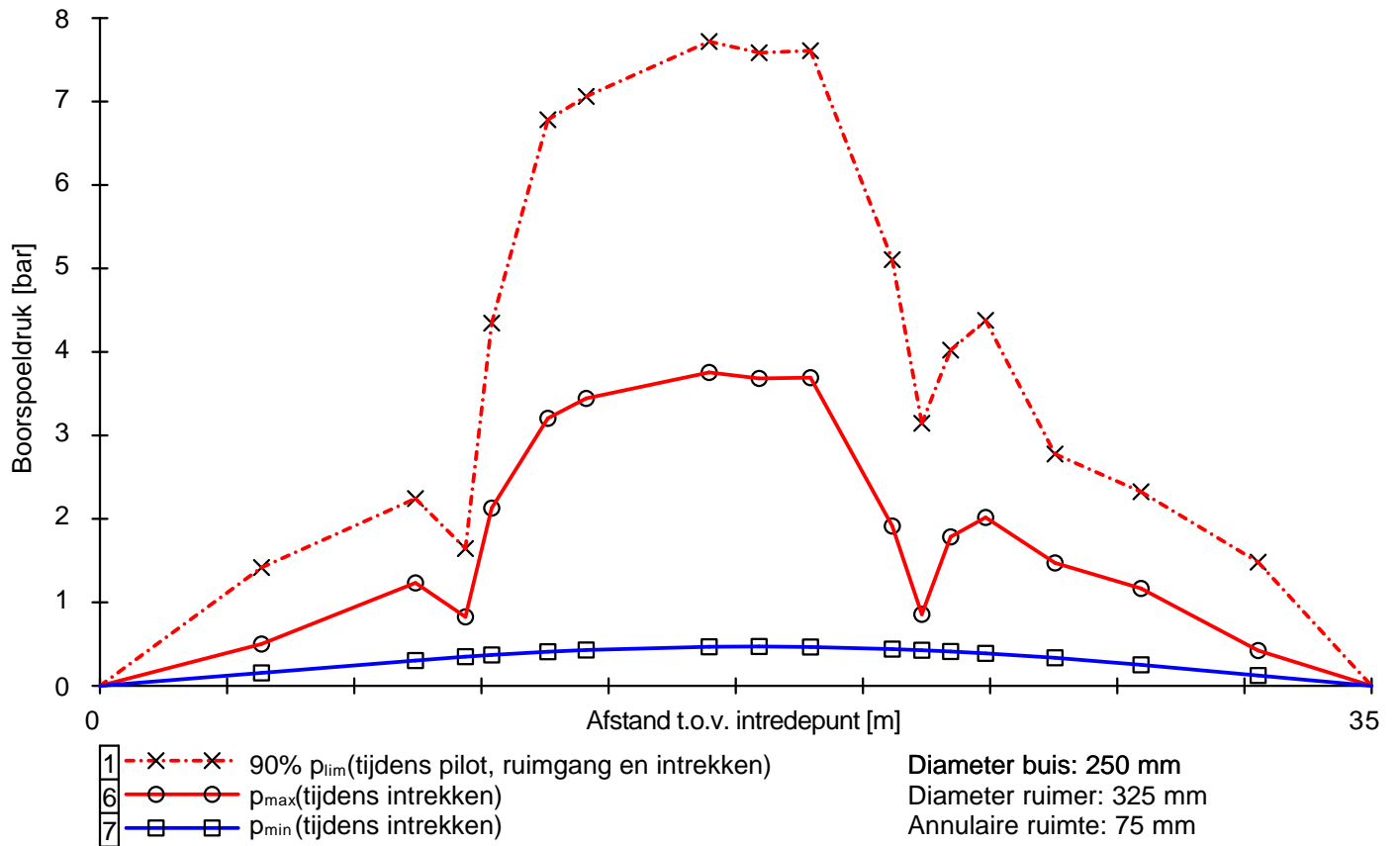
11.4 Boorspoeldrukken tijdens pilot



11.5 Boorspoeldrukken tijdens ruimen



11.6 Boorspoeldrukken tijdens intrekken





**Bijlage 4 Beschrijving meetsysteem**

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

**T** 0183-216020  
**E** info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686



# TK RECON™ SERIES

## HDD GUIDANCE SYSTEM

The Subsite® TK RECON Series HDD Guidance System features proven TK performance with dual locating methods (walkover and DrillTo™), making it easy for experienced and novice operators. Plus, only the TK RECON lets you map your bore using GPS. With an industry-leading depth range of up to 110 feet (33.5 m) and new features including improved radio performance with increased interference immunity and faster information transfer, you can be more productive and efficient on every jobsite.

### KEY FEATURES

- :: Two locating methods let you use your preferred method of locating, while using the second method to verify your results.
  - Walkover enables the operator to pinpoint drill head location with peak and null techniques.
  - Time-saving DrillTo™ mode enables the drill operator to make real-time corrections to improve bore accuracy or avoid obstacles.
- :: Map your bore using GPS for more accuracy and efficiency.
- :: Robust radio offers increased interference immunity and faster information transfer for more efficiency on the jobsite.
- :: Louder speaker is clear even in high ambient noise areas, providing an additional peak locating method—by number or sound.
- :: Integrated Compass allows users to determine the magnetic heading of the tracker and the tool head (beacon) for faster orientation.
- :: Walkover tracking up to 110 feet with standard-size beacons (15" and 17") is deeper than anything else available. The long 2,000-foot range between the tracker and drill operator helps keep you more productive.
- :: Communicate with the tracker, update TK & TD software, and download bore information into TSR mobile with Android® or iOS (iPhone® / iPad®) mobile devices.
- :: TSR Mobile software provides As-Built report of completed bore path. Bore-path analyzer software shows which frequency works best for your particular job and conditions.
- :: Choose Li Ion, NiMH, or “C” Alkaline batteries for cost flexibility and better cold-weather performance.
  - Rechargeable Li Ion batteries deliver twice the battery life of Alkaline.
  - “C” batteries offer a “safety net” should you forget to recharge or lose charge on the jobsite.



**SUBSITE®**  
ELECTRONICS  
subsite.com





## TK RECON™ SERIES HDD GUIDANCE SYSTEM

Proven TK performance cuts through interference and the simple, four-button layout is easy to learn and simple to use.

### TK RECON SERIES HDD GUIDANCE SYSTEM SPECIFICATIONS

#### TRACKER

Dimensions	13 x 7 x 30 in. (330 x 178 x 762 mm)
Weight (with battery)	9 lbs (4.1 kg)
Operating temperature	-4 to 140°F (-20 to 60°C)
Environmental rating	IP65
Power source	C-Cell alkaline or NiMH rechargeable or Inspired Energy NB2038 Li Ion rechargeable
Battery life	10-16 hours
Display	Hi-resolution graphic
Audio output	Speaker
Telemetry range	2000 ft (610 m)
Telemetry channels	8-12
Accuracy	+/- 5% over testable range

#### TK RECON1™

Receiving frequencies	29 kHz
Depth with B pwr beacon (max)	45 - 50 ft (13.7 - 15.2 m)
Depth with H pwr beacon (max)	50 - 60 ft (15.2 - 18.3 m)
Depth with X pwr beacon (max)	65 - 70 ft (19.8 - 21.3 m)

#### TK RECON2™

Receiving frequencies	12 or 29 kHz
Depth with B pwr beacon	50 - 80 ft (15.2 - 24.3 m)
Depth with H pwr beacon (max)	60 - 95 ft (18.3 - 28.9 m)
Depth with X pwr beacon (max)	70 - 120 ft (21.3 - 36.5 m)

#### TK RECON4™

Receiving frequencies	1.5, 12, 20 or 29 kHz
Depth with B pwr beacon (max)	15 - 80 ft (4.7 - 24.3 m)
Depth with H pwr beacon (max)	35 - 95 ft (10.7 - 28.9 m)
Depth with X pwr beacon (max)	40 - 120 ft (12.2 - 36.5 m)

Depth Range numbers are based on the minimum and maximum of the individual tracker's receiving frequencies, using 15T, 17T, and 19T beacons

#### DISPLAY

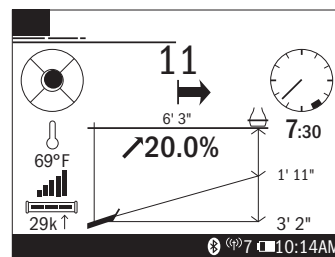
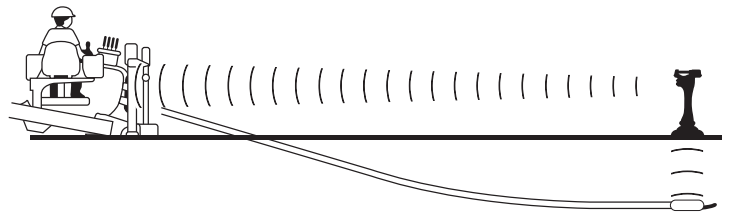
Operating temperature	-4 to 140°F
Environmental rating	IP65
Power source	Powered off the HDD unit power
Display	Hi-resolution graphic
Telemetry range	2000 ft (610 m)
Telemetry channels	8-12

#### TDR RECON REMOTE DISPLAY

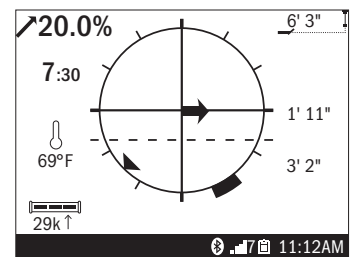
Dimensions	6 x 6 x 6 in. (152.4 x 152.4 x 152.4 mm)
------------	--

#### TD RECON IN-DASH DISPLAY

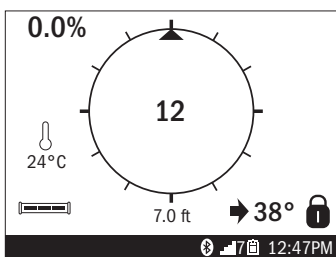
Dimensions	7 x 7 x 6.5 in. (177.8 x 177.8 x 165.1 mm)
------------	--



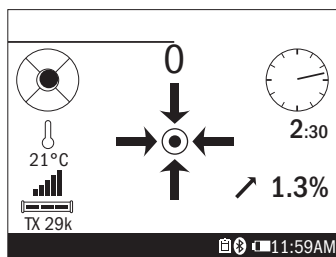
DrillTo™ Tracker Screen



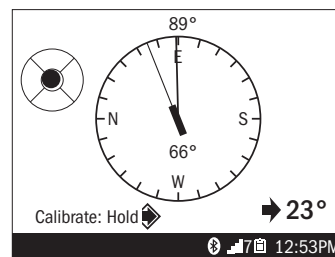
DrillTo™ Remote Display Screen



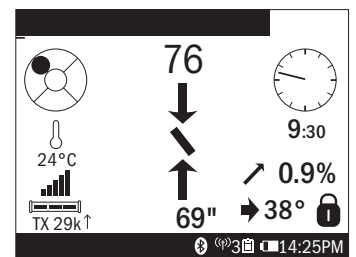
Remote Display Screen Walkover



Walkover Null Locate



Magnetic Compass Display



Walkover Peak Locate





**Bijlage 5 Beschrijving boorvloeistof**

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

**T** 0183-216020  
**E** info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686

Op al onze aanbiedingen, aanvaarding van opdrachten, mededelingen en overeenkomsten, zijn van toepassing de algemene branchevoorwaarden conform de DNR 2011. Deze voorwaarden zijn te vinden op [www.atron-engineering.nl](http://www.atron-engineering.nl) of op verzoek kunnen wij u deze kosteloos toezenden. Eventuele afwijkingen t.o.v. de DNR 2011 zijn vastgelegd in deze offerte.



## Product Datablad

# CEBOGEL® OCMA

### Constructie

**CEBOGEL® OCMA** is een natrium geactiveerde Bentoniet, gedefinieerd als ons meest geconcentreerde Bentoniet boorproduct (tot 8%). Tijdens het circuleren is de CEBOGEL OCMA dun vloeïend; tijdens stilstand dikt de spoeling in tot een gelachtige structuur, waardoor grof boorgruis effectief wordt gesuspenderd. De hoge gelsterkte en stabiele viscositeit maken de CEBOGEL OCMA een veelzijdige boor-Bentoniet, ideaal voor grote diameter Horizontaal Gestuurde Boringen. CEBOGEL OCMA kan zeer effectief worden gerecycled en worden hergebruikt.

#### Typische Eigenschappen

Parameter	Test methode / Conform	Eis
Vochtgehalte	DIN 18121-1	≤ 13%
Korrelgrootte	Passeert 125 µm droge zeef	≥ 95% < 125 µm
Soortelijk gewicht	-	≈ 2300 kg/m <sup>3</sup>
Stortgewicht	-	≈ 900 kg/m <sup>3</sup>
Yield Point (6,4%)	Fann Viscometer	≥ 18 lbs / 100 ft <sup>2</sup>
Vrij water (6,4%)	-	0%
7,5 min. Filtraatwaterverlies, 24 uur. (6,4%)	API Filter Pers	≤ 10 ml

#### Mengen & aanmaken

De eigenschappen van CEBOGEL OCMA worden optimaal benut als het aanmaakwater een geleidbaarheid heeft van < 1000 µS/cm, een pH tussen 7.5 - 10 en hardheid van < 100 ppm. Langzaam en gelijkmatig toevoegen door een Venturi-Hopper aan een hoog circulatie mixer. Blijf de slurry rond circuleren totdat de Bentoniet volledig is gedispergeerd.

Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.

### **Aanbevolen gebruik**

**Geconsolideerde formaties 60 – 70 kg/m<sup>3</sup>**

**Niet-geconsolideerde formaties 65 – 75 kg/m<sup>3</sup>**

### **Certificering & Accreditatie**

- **Voldoet aan OCMA specificaties zoals vastgelegd door API specificatie 13A.**
- **Wordt geleverd met het KIWA Water Merk certificaat.**
- **CEBOGEL OCMA is in Duitsland LAGA gecertificeerd door Horn & Co. Analytics, wat aantoonst dat het onschadelijk is voor het milieu.**



**CEBOGEL OCMA is beschikbaar in 25 kg zakken, 1000 kg big bags en in bulk.**

**Versie; 01-2021**

**Voor zover wij kunnen beoordelen is bovengenoemde informatie correct. Wij kunnen u echter geen garanties geven over de resultaten die u hiermee zult bereiken. Deze beschrijving wordt u aangeboden op voorwaarde dat u zelf bepaalt in hoeverre zij geschikt is voor uw doeleinden.**

**Cebo Holland BV  
Westerduinweg 1  
NL-1976 BV IJmuiden  
Nederland**

**info@cebo.com  
www.cebo.com  
Tel. +31(0)255-546262**







**Bijlage 6 Leaflet Veilig werken onder of nabij bovengrondse  
hoogspanningsverbinding**

**Hoofdvestiging** (correspondentieadres)  
Hulsenboschstraat 22 B-1  
4251 LR Werkendam

**Nevenvestiging**  
Tjalk 43  
2411 NZ Bodegraven

**T** 0183-216020  
**E** info@atron-engineering.nl  
www.atron-engineering.nl

**KvK** 70156689  
**BTW** NL858166173B01  
**IBAN** NL42INGB0006956686

# Uw veiligheid en werkzaamheden

onder of nabij de bovengrondse  
hoogspanningsverbinding



Samen met u zorgen wij voor veiligheid en betrouwbare hoogspanningsverbindingen. Met duidelijke afspraken voorkomen wij onveilige situaties en kunnen we de leveringszekerheid van de hoogspanningsverbinding garanderen.





Beschadigingen aan een bovengrondse hoogspanningsverbinding kunnen gevaarlijk zijn voor mens en dier. Als bijvoorbeeld een werktuig te dichtbij een bovengrondse hoogspanningsverbinding gebruikt wordt kan overslag plaatsvinden met dodelijke elektrocutie tot gevolg. Veiligheid en een ongestoorde werking van een hoogspanningsverbinding vragen altijd om zorgvuldig handelen van iedereen. In uw persoonlijk belang én in het belang van ons allen.



Met deze leaflet informeren wij u over de gevaren van werken onder of in de nabijheid van bovengrondse hoogspanningsverbindingen.

### Belemmerde strook

De veiligheidsaanbevelingen in deze leaflet gelden voor de strook grond direct onder en aan weerszijden van de bovengrondse hoogspanningsverbinding. Wij noemen dit de 'belaste of belemmerde strook'. Deze strook grond staat vaak ook in het bestemmingsplan beschreven. De breedte van de strook is onder andere afhankelijk van het spanningsniveau en varieert van 19 tot 162 meter.

### Voorkom onveilige situaties

#### ✔ Zorg voor een veilige plaatsing van materieel

Bij gebruik van grote of hoge hulpmiddel- en is het van belang deze zodanig op te

stellen dat deze niet in de richting van de hoogspanningsverbinding kunnen vallen.

#### ✔ Blokkeer materieel op veilige maximale hoogte

Bij gebruik van een werktuig is het van belang om de draaicirkel en de hoogte mechanisch, elektrisch of elektronisch te blokkeren. Als u hiernaar handelt, voorkomt u dat de werktuigen de hoogspanningsverbinding te dicht naderen.

#### ✔ Werk op veilige hoogte

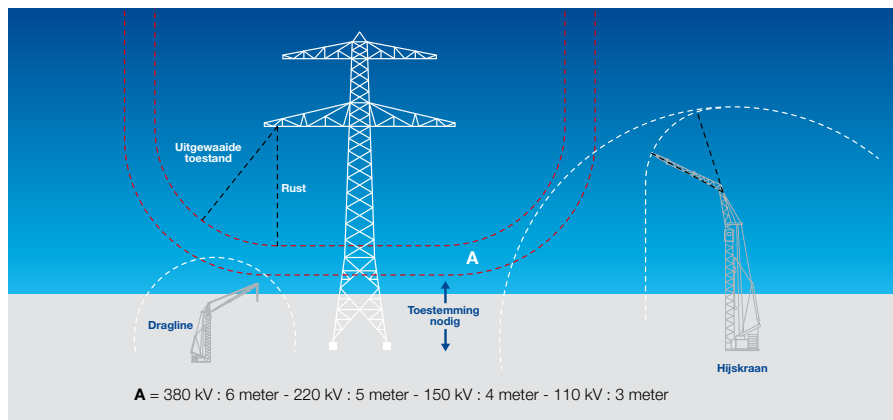
Bij gebruik van (mechanische) werktuigen zoals een graafmachine, dragline, heisting, (hij)s kraan of een ander werktuig, mag de hijsarm van het werktuig of de daaraan hangende last nooit in de risicozone van de hoogspanningsverbinding komen. Wij vertellen u graag wat de ter plaatse geldende maximale vrije werkhoogte is.

#### ✔ Zorg voor goede aarding

Om gevaarlijke inductiespanningen te voorkomen, is het van belang om (mobiele) werktuigen bij werkzaamheden in de belaste strook te aarden met een staalkabel van voldoende dikte of een sleepketting. Dit adviseren wij ook voor werktuigen in de nabijheid van de belaste strook. Dit geldt niet voor werktuigen voorzien van stalen rupsen. Deze moeten goed contact maken met de grond.

#### ✔ Opslag

Wees alert bij het oprichten of uitbreiden van opslagplaatsen en of materialen. Houd er rekening mee dat de hoogspanningsmasten goed bereikbaar blijven.



Risicozone hoogspanningsverbinding. Dit geldt ook voor masttypen zoals de wintrackmast.

### Heeft u na het lezen nog vragen?

Neem dan contact met ons op.

TenneT GSN-REM:

telefoon: 0800 8366388

e-mail: grondzaken@tennet.eu

Is er een incident of ontdekt u een storing aan een hoogspanningslijn, bel dan direct naar 0800-0230459 (24/7 bereikbaar). Lees ook de uitgebreide brochure 'Uw veiligheid en de ongestoorde werking van de bovengrondse hoogspanningsverbinding'. Deze vindt u op [www.tennet.eu](http://www.tennet.eu)