

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Provincie Gelderland
T.a.v. De heer P.J. Wegdam
Postbus 9090
6800 GX ARNHEM

DATUM	20 juni 2014
ONZE REFERENTIE	000.133.11 0254537
BEHANDELD DOOR	Gerda Heemskerk
TELEFOON DIRECT	026 373 36 05
E-MAIL	gerda.heemskerk@tennet.eu

BETREFT Aanvraag vergunning wegenverordening Gelderland 2010 - onderdeel 150kV werkzaamheden

Geachte heer Wegdam,

Voor het project Doetinchem-Wesel 380 kV, onderdeel 150kV ontvangt u hierbij een aanvraag om vergunning op basis van artikel 2.2, lid 1b en c, Wegenverordening Gelderland 2010.

Om de aanleg van het project Doetinchem-Wesel 380 kV, onderdeel 150kV, mogelijk te maken, worden de volgende werkzaamheden aangevraagd:

- Het aanbrengen van een permanente ondergrondse 150kV hoogspanningsverbinding onder wegen in provinciaal beheer.
- Het aanbrengen van een tijdelijke bovengrondse 150kV hoogspanningsverbinding tussen masten over wegen in provinciaal beheer.
- Het amoveren van een bestaande bovengrondse 150kV hoogspanningsverbinding tussen masten over wegen in provinciaal beheer.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag zal de rijkscoördinatie-regeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing worden verklaard. Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie.

1. Op grond van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) dient u als bevoegd gezag een afschrift van deze aanvraag aan de Minister van EZ te versturen. TenneT TSO B.V. 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 ontwerp-besluit gereed te hebben.
3. Het ontwerp-besluit, en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT TSO B.V., maar aan de minister van Economische Zaken.

De volgende documenten maken onderdeel uit van deze aanvraag:

Aanvraagformulier vergunning Wegenverordening

- Bijlage 1 Overzichtskaart werkzaamheden 150kV
- Bijlage 2 Situatietekeningen kruisingen
- Bijlage 3 Technische tekeningen boringen
- Bijlage 4 Globaal werkplan

Een volledig overzicht van de vergunningsgegevens vindt u ook op het bijgevoegde vrijgaveblad. Wij merken op dat het aanvraagformulier verwijst naar artikel 2.2, lid 1b Wegenverordening Gelderland 2010. Lid 1b heeft betrekking op het graven of op andere wijze aantasten van een provinciale weg. De aanvraag heeft echter ook betrekking op artikel 2.2, lid 1c, te weten: andere werkzaamheden... boven de weg. Omdat hiervoor geen aanvraagformulier beschikbaar is, is zoals met u overeengekomen dit formulier gebruikt.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij u op korte termijn contact met ons op te nemen (zie aanhef brief voor contactgegevens). Voor procedurele vragen verzoeken wij u contact op te nemen met Jol Moors van Bureau Energieprojecten, tel. 070 379 8979.

Met vriendelijke groet,
TenneT TSO B.V.



Klaas Bakker
Manager Large Projects

ONDERWERP volmacht vergunningsaanvragen Doetinchem-Wesel 380 kV

Ondergetekende:

De heer ir. B.G.M. Voorhorst, in zijn hoedanigheid van operationeel directeur van TenneT TSO B.V., gevestigd te Arnhem (hierna te noemen "TenneT") en als zodanig bevoegd TenneT te dezer zake te vertegenwoordigen, verklaart door ondertekening dezes machtiging te verlenen aan:

Klaas Bakker, werkzaam bij TenneT als manager Large Projects,

Om namens TenneT alle vereiste vergunningen en/of ontheffingen en/of (publiekrechtelijke) toestemmingen aan te vragen voor haar project Doetinchem-Wesel 380kV.

Aldus opgemaakt en ondertekend,

Arnhem, 26 maart 2014



ir. B.G.M. Voorhorst
operationeel directeur

Aanvraagformulier ontheffing Wegenverkeerswet

Doetinchem-Wesel 380 kV



LET OP! De behandelingstermijn is 8 weken!

**Verzoek om vergunning van artikel 2.2, lid 1b, Wegenverordening Gelderland 2010
voor het graven of op andere wijze aantasten van een provinciale weg**

VUL IN MET BLOKLETTERS

Naam bedrijf/organisatie TenneT TSO BV

Contactpersoon Gerda Heemskerk
(Voorletter(s)/Naam)

Straatnaam/huisnummer Utrechtseweg 310

en/of Postbus Postbus 718

Postcode/Plaatsnaam 6800 AS Arnhem

Telefoonnummer 026 3733605 (secretariaat)

Mobiel

E-mail Gerda.Heemskerk@tennet.eu (secretariaat)

Website www.tennet.eu

Wordt de vergunning aangevraagd in opdracht van een ander bedrijf/organisatie?

Zo ja, vul gegevens dan hier in: *

Naam bedrijf/organisatie

Contactpersoon
(Voorletter(s)/Naam)

Straatnaam/huisnummer

en/of Postbus

Postcode/Plaatsnaam

Telefoonnummer

Mobiel

E-mail

Website

Verzoek om een vergunning van artikel 2.2, lid 1b, Wegenverordening Gelderland 2010 voor het graven of op andere wijze aantasten van een provinciale weg:

Provinciaal wegnummer N betreft meerdere provinciale wegen, zie overzicht in bijgevoegde toelichting

Naam provinciale weg

Plaats

Gemeente gemeenten Doetinchem en Oude IJsselstreek

Datum uitvoeren werkzaamheden 1 juni 2015

* **Bij de aanvraag toevoegen: een volmacht van het bedrijf/organisatie waarvoor u de werkzaamheden uitvoert.**

Opslaan



De werkzaamheden vinden plaats bij km x

Beschrijving van de werkzaamheden die verricht zullen worden T.b.v. de 150kV onderdelen van het project Doetinchem-Wesel 380kV worden boven provinciale wegen: 1. permanente 150kV kabels aangelegd, 2. tijdelijke 150kV kabels aangelegd en 3. bestaande 150kV draden geamoveerd.

De werkzaamheden worden verricht ten behoeve van het:

- aanbrenge(n) en gebruik maken van kabels
- aanbrenge(n) en gebruik maken van leidingen
- onderhoud aan kabels
- onderhoud aan leidingen
- wijzigen van bestaande kabels
- wijzigen van bestaande leidingen
- anders, namelijk:

Aanleg ondergronds en bovengronds hoogspanningstracé 150kV alsmede sloop bovengronds hoogspanningstracé 150kV. Het betreft zodoende de bovengrondse en ondergrondse kruisingen met provinciale wegen alsmede de sloop van bovengrondse kruisingen met provinciale wegen.

U moet als bijlage bij deze aanvraag (een) tekening/tekeningen bijvoegen, van de aan te leggen/te wijzigen/te onderhouden kabels en/of leidingen. Tevens moet u (indien nodig) een verkeersplan volgens het CROW-handboek bijvoegen (in vijfvoud).

Aantal bijlagen

Dagtekening 20 juni 2014

Plaats Arnhem

Ondergetekende verleent hierbij:

wel

geen

toestemming voor digitale verzending van stukken.

handtekening

Het aanvraagformulier (ondertekend) met bijlage(n) per post sturen naar:

PROVINCIE GELDERLAND
Afdeling Vergunningverlening/team KCC
Postbus 9090
6800 GX Arnhem

of

Het aanvraagformulier (ondertekend) met bijlagen per mail naar:
post@gelderland.nl








Niet ondertekende aanvraagformulieren worden niet in behandeling genomen.

* Aanvinken wat van toepassing is.

Opslaan

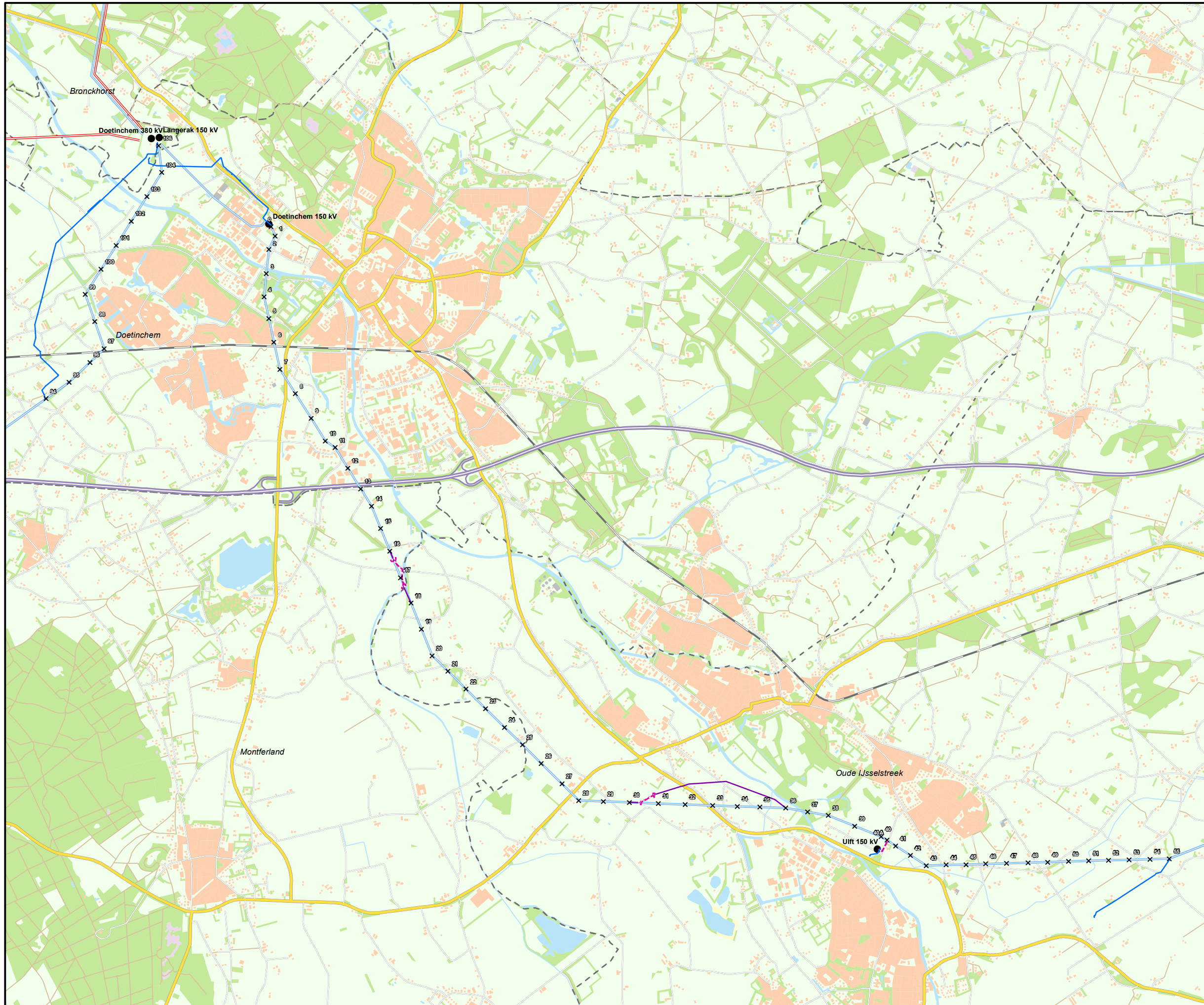
DATUM 20 juni 2014
REFERENTIE 000.133.11 0254537

ONDERWERP Vergunningaanvraag Project Doetinchem – Wesel 380 kV, onderdeel vergunning
Wegenverordening Gelderland 2010 werkzaamheden 150 kV-net

Bijlage	Naam – kenmerk – revisiedatum	Gezien engineer	Paraaf voor vrijgave
1	<ul style="list-style-type: none"> • Overzichtskaart werkzaamheden 150 kV • Kenmerk: 140611_p_dw380_Trajectkaart_150kV_A3 • d.d. 12 juni 2014 	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	J.J.F.M. van Haeren 
2	<ul style="list-style-type: none"> • Situatietekeningen kruisingen • Kenmerk: 140606p_dw380_Overzicht_Prov_Geld_A3 • d.d. 6 juni 2014 	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
3	<ul style="list-style-type: none"> • Technische tekeningen boringen • Kenmerk: GM-0135816 • d.d. 20 april 2014 	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 
4	<ul style="list-style-type: none"> • Globaal werkplan • Kenmerk: - • d.d. 16 juni 2014 	M.A. van der Vliet <i>ba</i> 	R.J. van Essen 

Bijlage 1: Overzichtskaart 150kV werkzaamheden

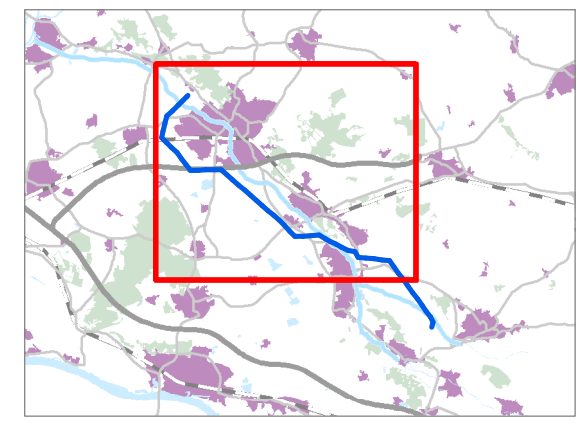
Doetinchem-Wesel 380 kV



Legenda

- Schakelstation
- TenneT 380kV
- TenneT 150kV
- × Te amoveren masten
- Ondergronds 150 kV tracé
- - - Tijdelijke Kabel (op maaiveld)
- Tijdelijke Lijn
- - - Gemeentegrens

Doetinchem • Wesel 380 kV 150 kV



Versie	342-11-6-001-H-KABEL-NM-ZV-LGK-TenneT		Datum
	490-11-4-001-I-KABEL-SILVOLDE		
Schaal	1:45.000		Formaat
	A3		
Kenmerk	140611_p_dw380_Trajectkaart_150kV_A3		



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

Bijlage 2: Situatietekeningen kruisingen

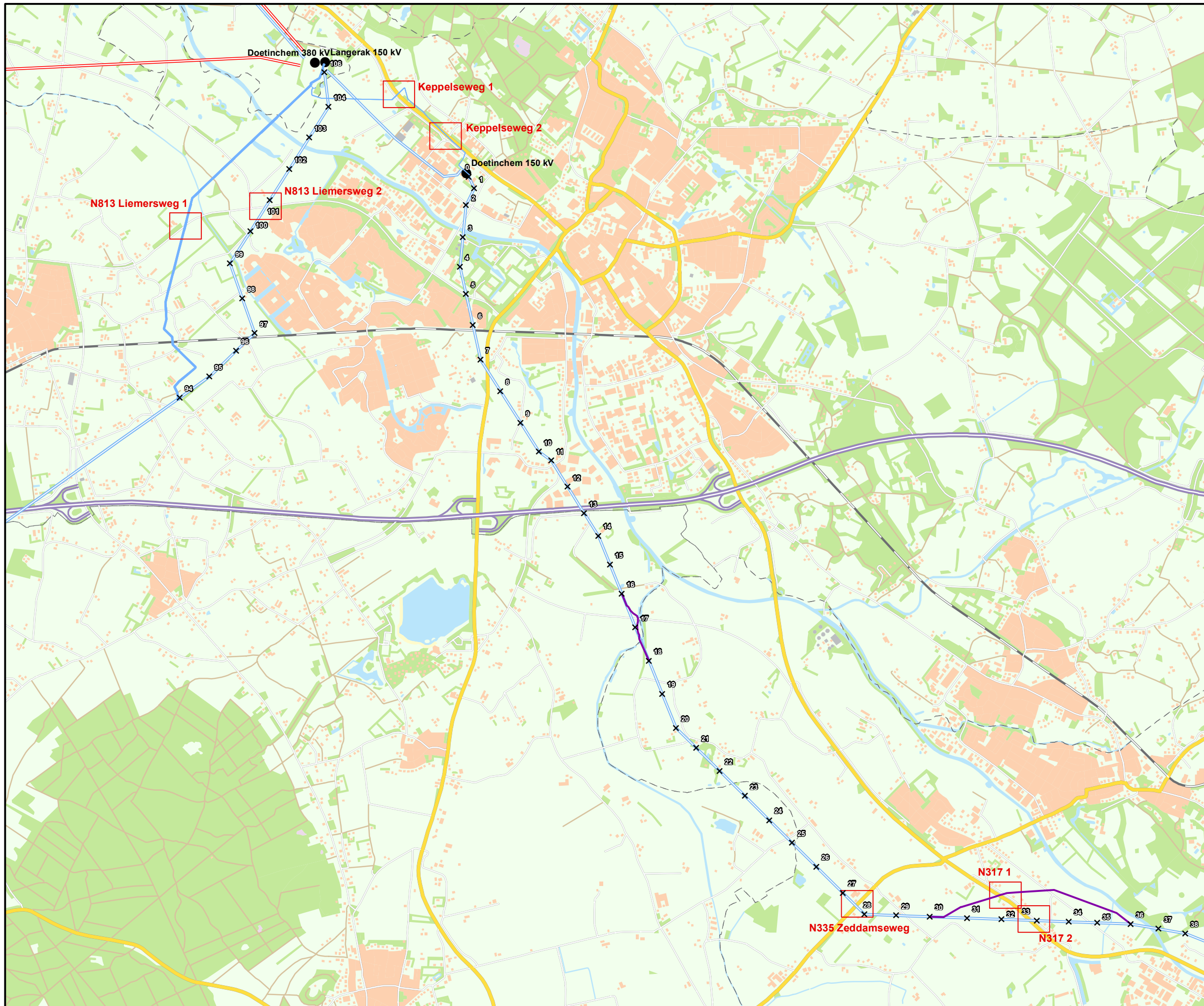
Doetinchem-Wesel 380 kV



Kaartenboek Vergunningen 150 kV Provincie Gelderland

490-11-2-001-F-KABEL-OS-DTC-MAST01
342-11-6-001-G-KABEL-NM-ZV-LGK NM-LGK 150
DTC-DAL 150
RTO 195-L02 & L03 RevE

datum: 06-06-2014



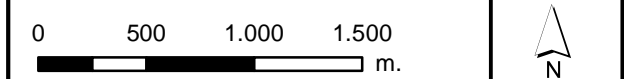
Legenda

- × Te amoveren masten
- Tijdelijke Lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- Schakelstation
- TenneT 380kV
- TenneT 150kV
- Landsgrens
- - Gemeentegrens

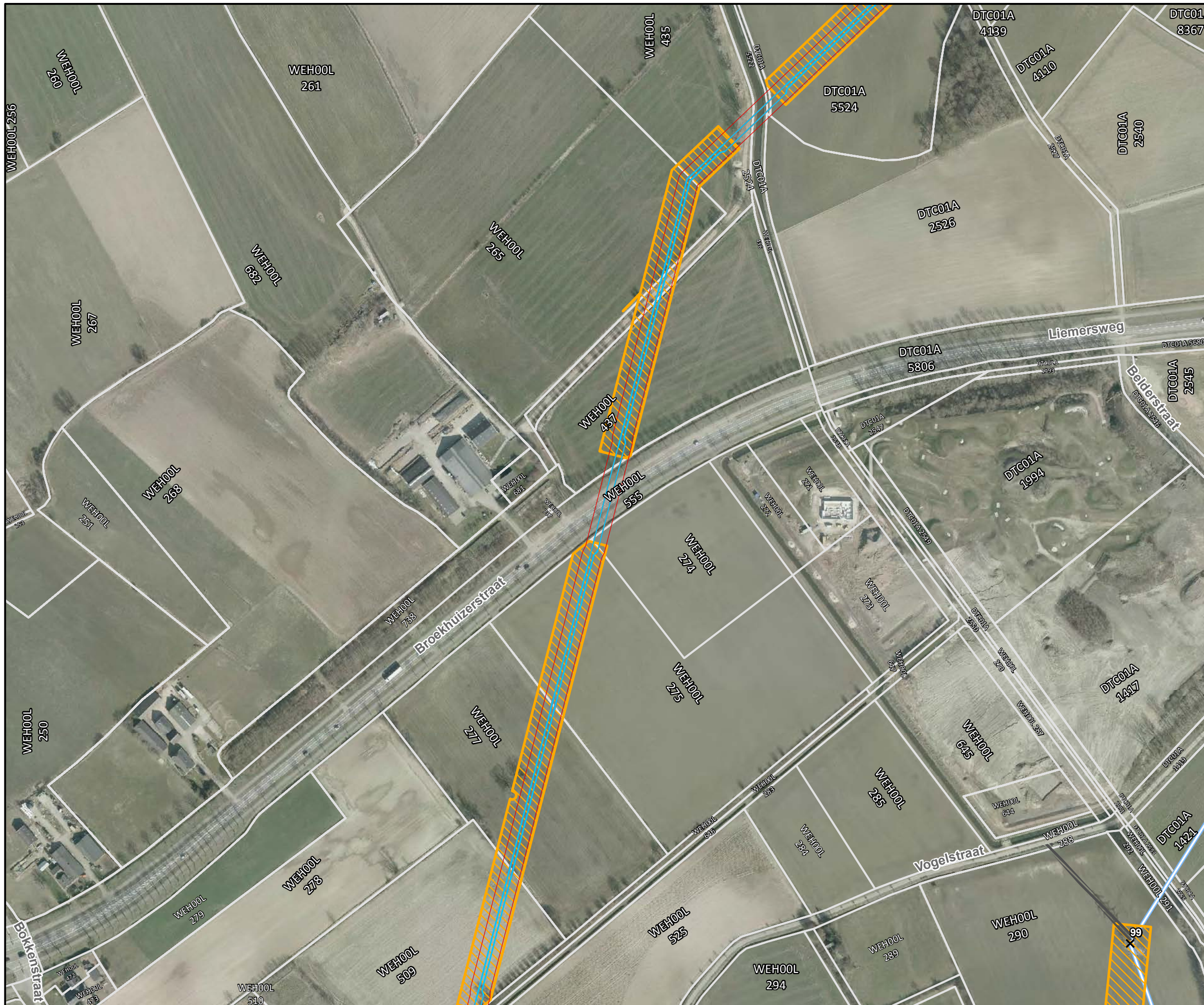
Doetinchem • Wesel 380 kV tracé



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:35.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606p_dw380_Overzicht_Prov_Geld_A3		



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

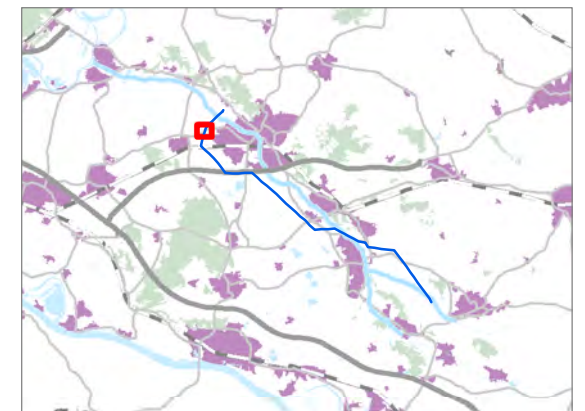


Legenda

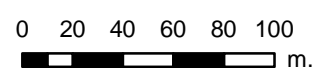
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▨ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

342-11-6-001-G-KABEL-NM-ZV-LGK

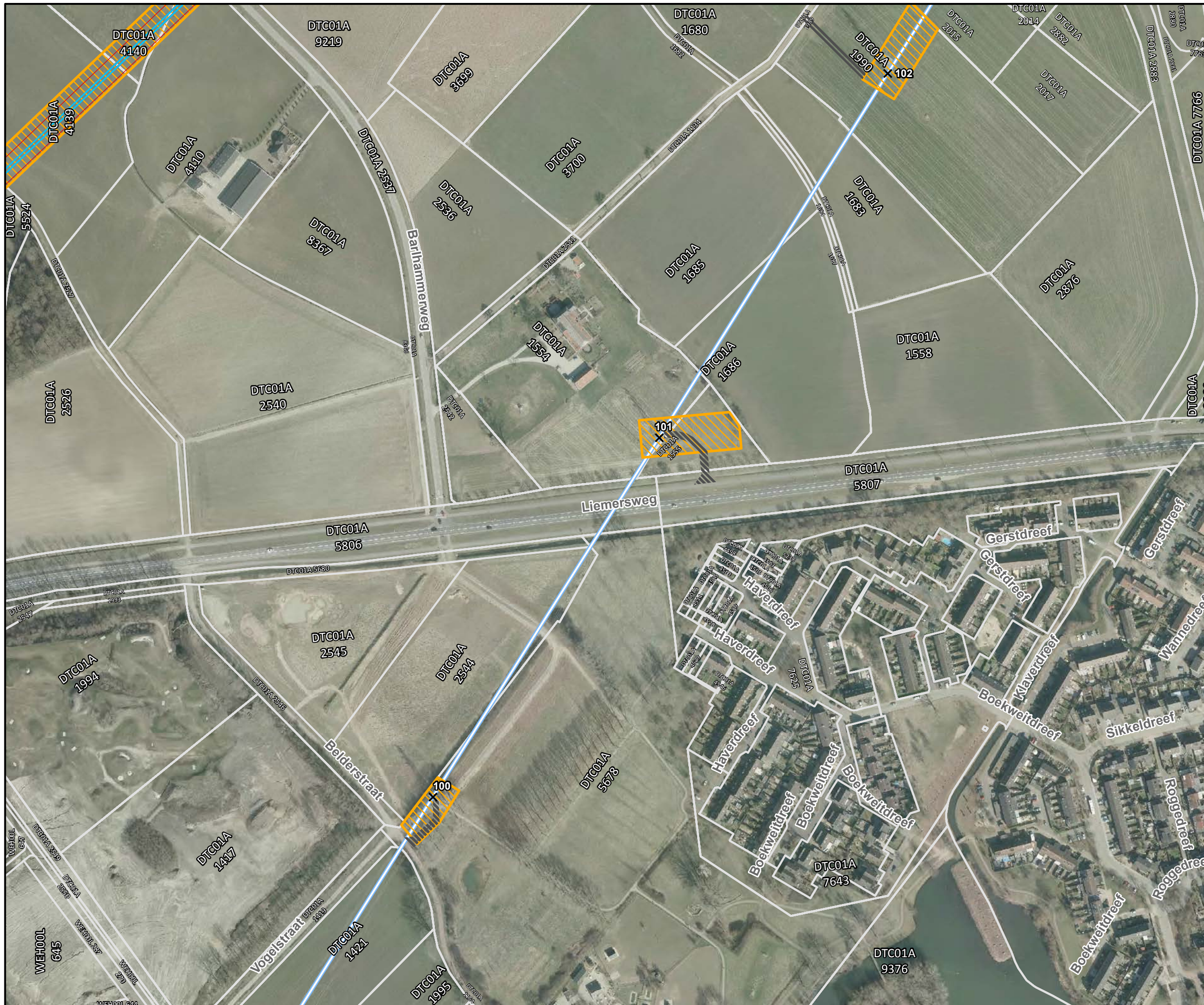
Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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

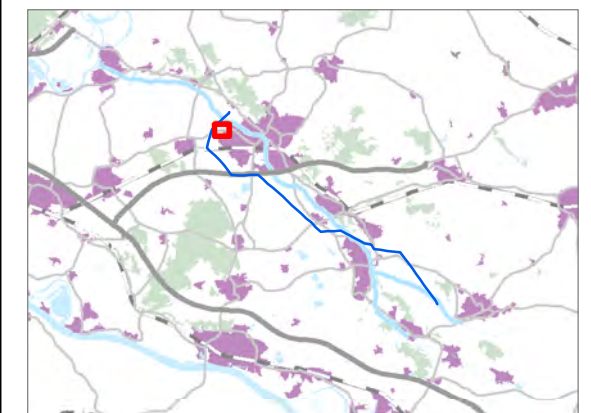


Legenda

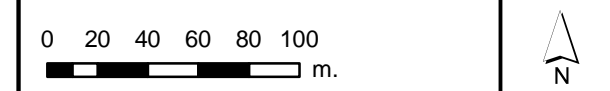
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▨ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

NM-LGK 150

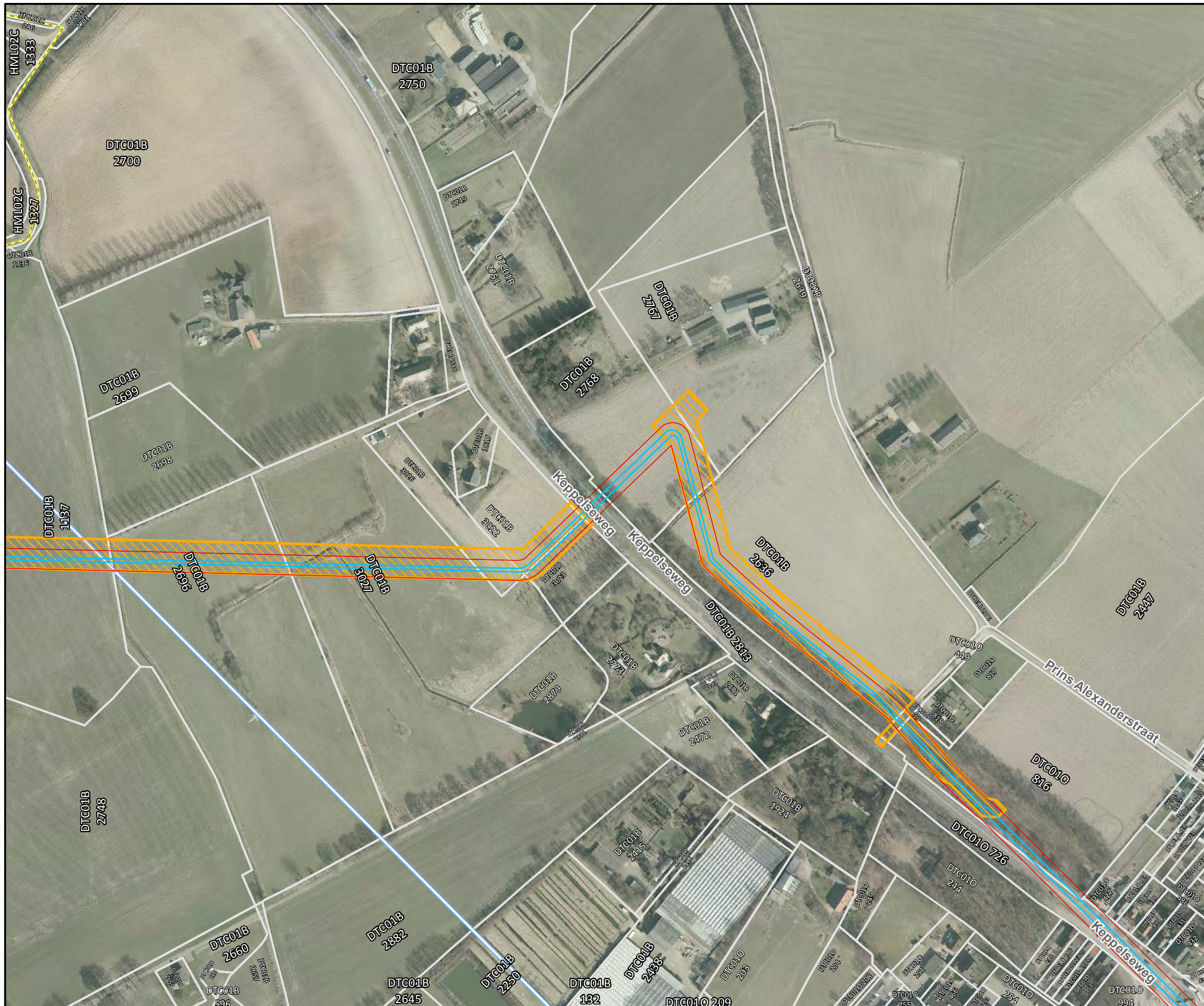
Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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



Legenda

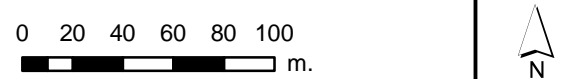
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▤ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

490-11-2-001-F-KABEL-OS-DTC-MAST01

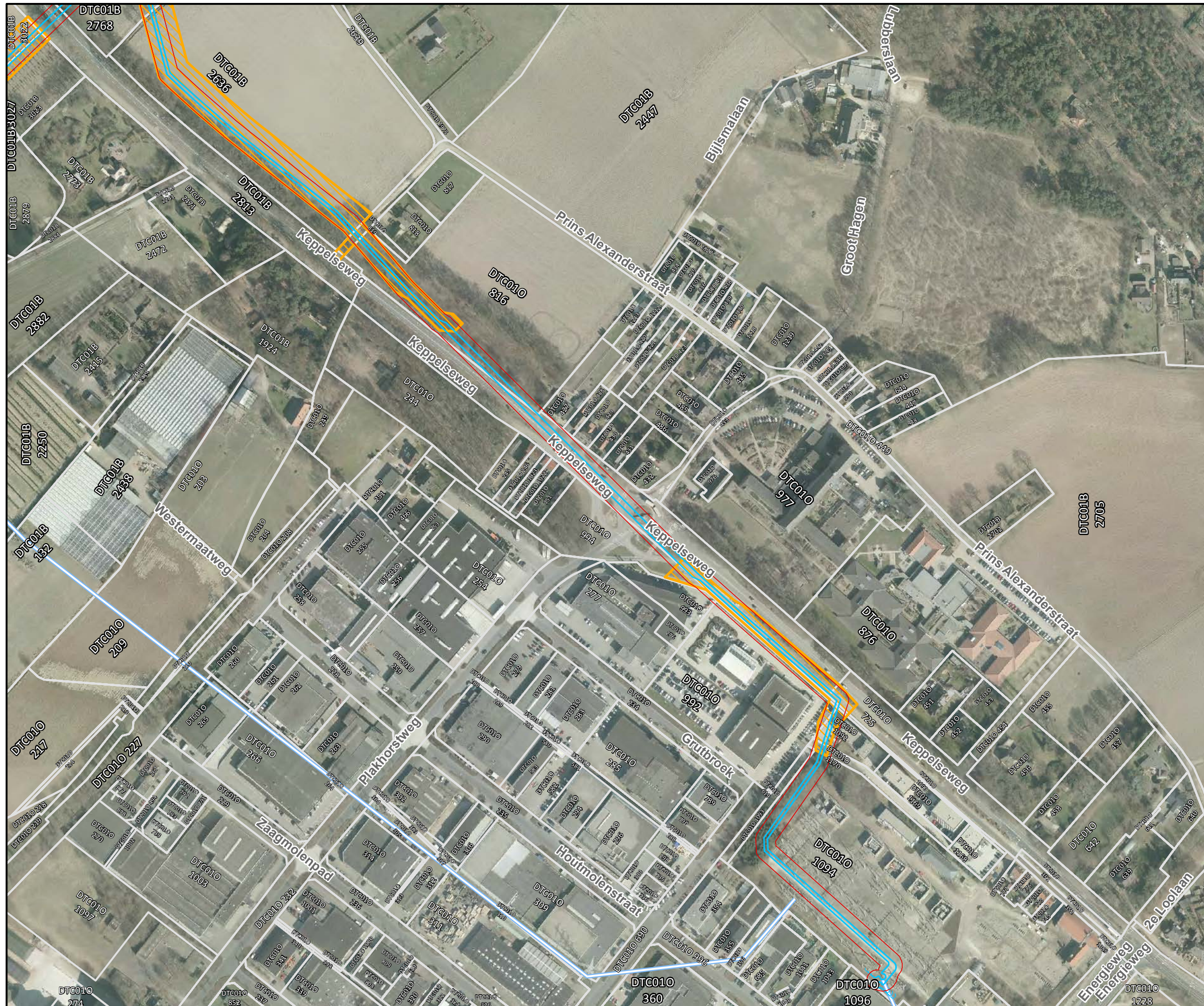
Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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



Legenda

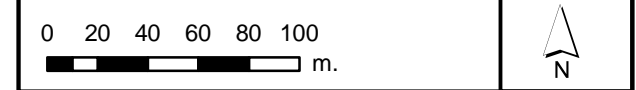
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▨ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

490-11-2-001-F-KABEL-OS-DTC-MAST01

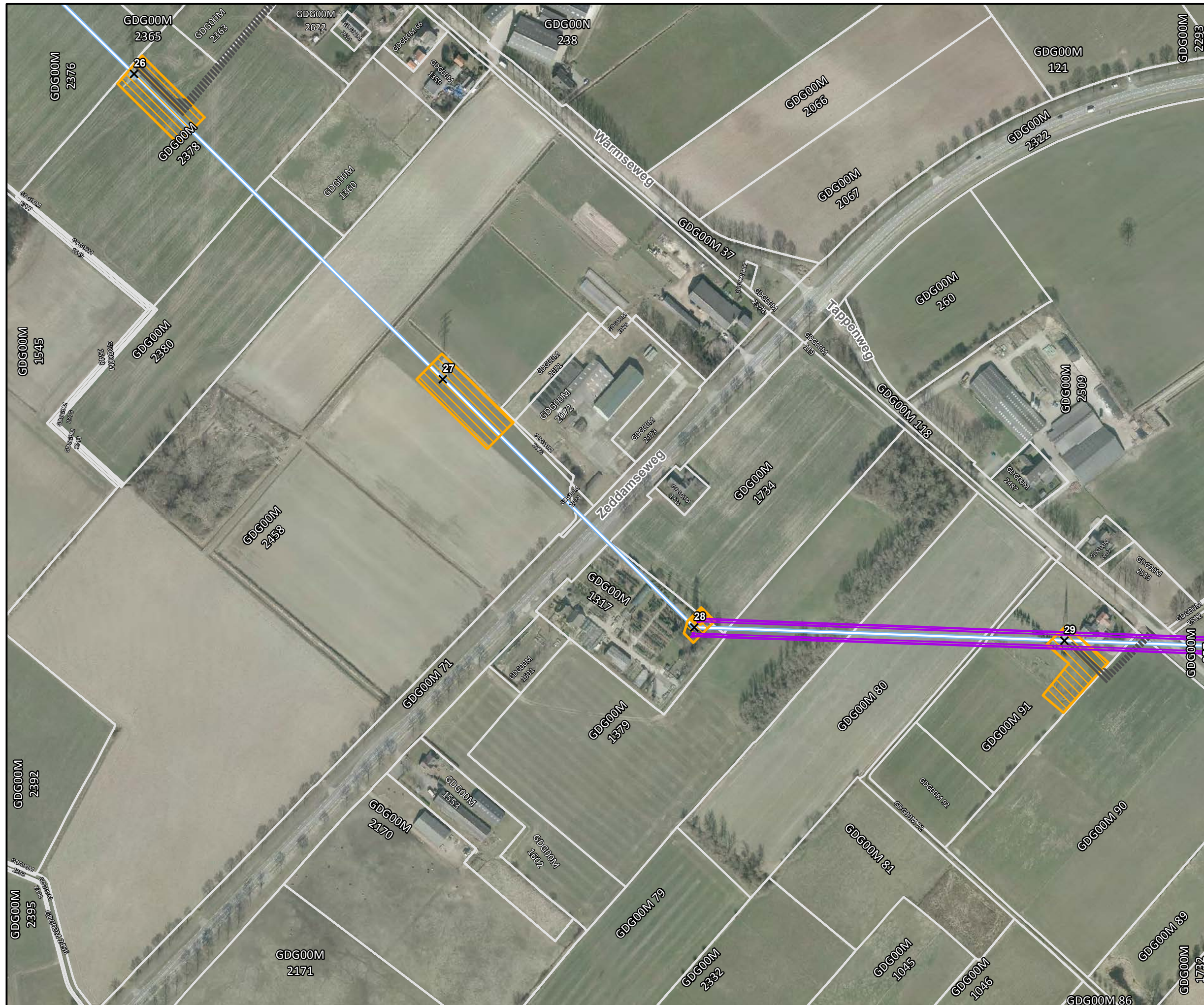
Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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



Legenda

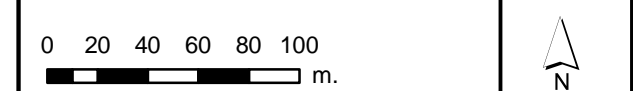
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▤ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

DTC-DAL 150

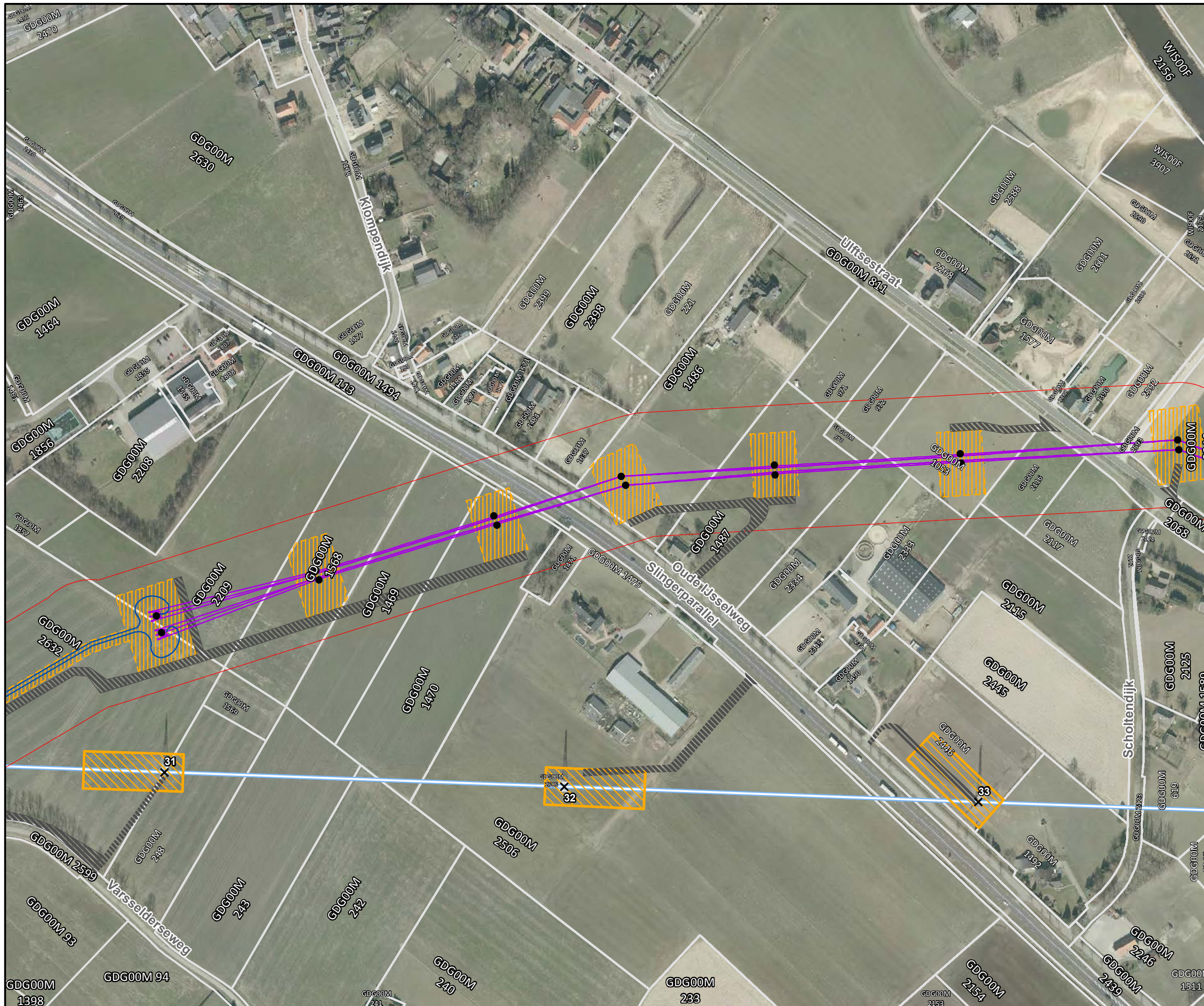
Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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



Legenda

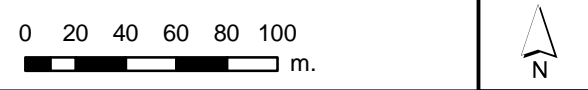
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▨ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

RTO195-L02 & L03 RevE

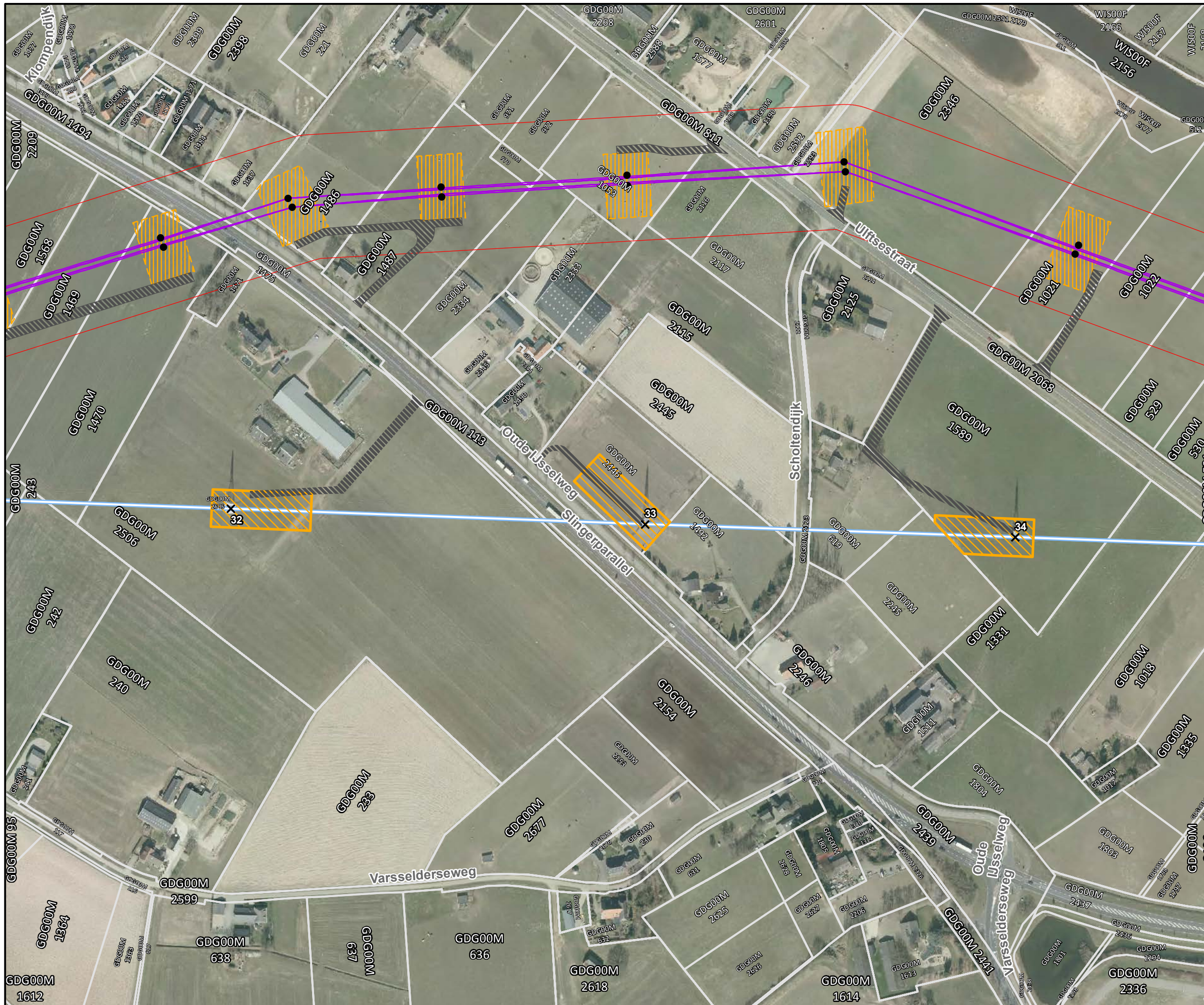
Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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



Legenda

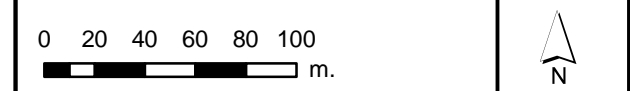
- × Te amoveren masten
- Masten tijdelijke lijn
- Tijdelijke kabel
- Tijdelijke lijn
- Ondergronds 150kV tracé
- TenneT 150kV
- ▨ Toegangswegen
- ▨ Werkterrein
- ▭ Plangrens RIP
- ▭ Gemeentegrenzen
- ▭ kadastrale percelen

DTC-DAL 150

Doetinchem • Wesel 380 kV Gelderland



Versie	V3.0	Datum	6-6-2014
Schaal	1:3.000	Formaat	A3
Kenmerk	140606_mastenboek_Prov_Gelderland		



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

Bijlage 3: Technische tekeningen boringen

Doetinchem-Wesel 380 kV

Horizontaal gestuurde boringen TenneT Doetinchem-Wesel

Vergunningaanvraag, T208610, d.d. 3 oktober 2012

Definitief

TenneT TSO B.V.

Grontmij Nederland B.V.
Arnhem, 15 augustus 2014

Verantwoording

Titel : Horizontaal gestuurde boringen
TenneT Doetinchem-Wesel

Subtitel : Vergunningaanvraag, T208610, d.d. 3 oktober 2012

Projectnummer : 323386

Referentienummer : GM-0135816

Revisie : D4

Datum : 15 augustus 2014

Auteur(s) : drs. ing. W. Rijnders

E-mail adres : wijnand.rijnders@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. M. Jasperse

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : ir. W.R. Nijhoving

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Grontmij Nederland B.V.
Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 88 811 54 83
F +31 26 445 92 81
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Opdracht	4
1.2	Doel.....	4
1.3	Situatieschets.....	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Uitgangspunten.....	5
2.1	Ontwerp.....	5
2.2	NEN 3650 en 3651	5
2.3	Eisen Waterschap Rijn en IJssel	5
2.4	Trekkraft	5
2.5	Inwendige en uitwendige overdruk	5
2.6	Importantiefactor	5
2.7	Geotechnische parameters.....	6
2.8	Boortechische gegevens.....	6
2.9	Verkeersbelasting	6
3	Berekende locaties	7
3.1	Ontwerp horizontaal gestuurde boring (algemeen)	7
3.2	Berekeningen horizontaal gestuurde boring	7
4	Resultaten	8
4.1	Algemeen.....	8
4.2	Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg I en primaire waterkering	8
4.3	Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg II	9
4.4	Horizontaal gestuurde boring Liemersweg	10
5	Conclusie	11
5.1	Algemeen.....	11
5.2	Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg I.....	11
5.3	Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg II	11
5.4	Horizontaal gestuurde boring Liemersweg	11

Bijlage 1: Ontwerptekeningen

Bijlage 2: Sonderingen

Bijlage 3: Invoer en uitvoer D Geo Pipeline

1 Inleiding

1.1 Opdracht

TenneT is voornemens het traject 380kV DTC-Wesel aan te passen. De kruisingen zullen plaatsvinden door middel van horizontaal gestuurde boringen (HDD).

1.2 Doel

Het doel van deze rapportage is het opstellen van vergunningsberekeningen conform NEN 3650 en NEN 3651 voor de volgende kruisingen (in volgorde van het traject) :

1. HDD Keppelseweg I, zowel primaire waterkering alsmede provinciale weg;
2. HDD Keppelseweg II, zowel primaire waterkering alsmede provinciale weg;
3. HDD Liemersweg, provinciale weg.

De horizontaal gestuurde boring (HDD) onder de primaire waterkering dijkkring 48, dijkvak Barlham zal vanwege de grindpercentages, in een aparte rapportage worden behandeld.

De HDD Keppelseweg II en HDD Liemersweg betreffen het HDD boringen onder bestaande wegen door. De HDD Keppelseweg II komt wel uit in de beschermingszone van een primaire waterkering.

Bij de HDD Keppelseweg I en II betreft het ook een kruising van de primaire waterkering, die in beheer is bij het Waterschap Rijn en IJssel.

1.3 Situatieschets



1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten, hoofdstuk 3 het ontwerp en de berekeningen, hoofdstuk 4 bevat de berekeningsresultaten en hoofdstuk 5 de conclusies. In de bijlagen staan de ontwerptekeningen, grondgegevens, en de berekeningen van de horizontaal gestuurde boring.

2 Uitgangspunten

Voor de horizontaal gestuurde boringen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

2.1 Ontwerp

In opdracht van TenneT zijn door de firma Reddyn een drietal ontwerpen gemaakt, te weten:

Plaats	Tekeningnr.	Naam	Datum
Keppelseweg I	490-78-1	KABEL-OS-DTC-MAST.01	05-08-2014
Keppelseweg II	342-78-21	KABEL-DTC-UF-DAL: OS DTC-MAST.01 versie A	03-06-2014
Liemersweg	342-48-19	GEULDOORSNEDES EN BOORPROFIELEN KABEL NM- ZV-LGK, versie F	05-08-2014

De kruisingen bestaan uit:

- Keppelseweg I: twee separate boringen, elk bestaande uit een buis Ø 630 mm PE100 SDR 11, naderhand wordt de kabelbundel in de mantelbuis getrokken;
- Keppelseweg II: twee separate boringen, elke bestaande uit een bundel van drie buizen Ø 200 mm en één buis Ø 110 mm PE100 SDR 11;
- Liemersweg: twee separate boringen, elke bestaande uit een bundel van drie buizen Ø 200 mm en één buis Ø 110 mm.

2.2 NEN 3650 en 3651

Het ontwerp van de boring dient te voldoen aan de NEN 3650:2012 en de NEN 3651:2012.

2.3 Eisen Waterschap Rijn en IJssel

Het ontwerp van de boring dient te voldoen aan de notitie van Waterschap Rijn en IJssel 'Werkwijze HDD'.

De HDD boringen zullen moeten voldoen aan NEN 3650 serie, dus een ligging van minimaal 10 m -maaiveld binnen de beschermingszones van de primaire waterkeringen. Bij een grindgehalte hoger dan 40% zal een aanpassing van de boorlijn gemaakt moeten worden, maar altijd minimaal 10 m - maaiveld.

2.4 Trekkraft

In verband met risico op grind wordt in de berekeningen een veiligheidsfactor van 2,0 aangehouden, conform NEN 3650-1 bijlage E § 1.2.3. OPMERKING 1.

2.5 Inwendige en uitwendige overdruk

Voor de uitwendige druk is de alzijdige druk ten gevolge van de grondwaterstand aangehouden. De grondwaterstand bedraagt circa +9,0 m NAP. Omdat het mantelbuizen betreft zijn de leidingen drukloos.

2.6 Importantiefactor

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

2.7 Geotechnische parameters

Geotechnische gegevens en parameters zijn betrokken uit het rapport 'Kabeltracé Keppelseweg Hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetichem tot Wesel, resultaten geotechnisch onderzoek' (zie bijlage 2).

2.8 Boortechnische gegevens

De parameters voor het ontwerp en de muddrukberoeeningen zijn betrokken uit het Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50), NEN 3650:2012 en NEN 3651:2012.

De voor de berekeningen gehanteerde waardes zijn terug te vinden in de invoer van de muddrukberoeeningen in bijlage 3.

2.9 Verkeersbelasting

De HDD ligt op een dusdanige diepte dat verkeersbelastingen geen invloed hebben.

3 Berekende locaties

3.1 Ontwerp horizontaal gestuurde boring (algemeen)

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651 heeft Reddyn een ontwerp gemaakt voor een HDD. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp zijn:

- NEN 3650/3651 serie;
- Notitie Waterschap Rijn en IJssel 'werkwijze HDD'.

3.2 Berekeningen horizontaal gestuurde boring

De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boringen uitgevoerd:

- een trekkrachtberekening;
- een sterkteberekening voor de bedrijfsfase;
- een muddrukberekening;
- een implosieberekening;
- kwelwegberekening langs de leiding.

Deze berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline en zijn toegevoegd in bijlage 3.

Bij de berekeningen zijn de volgende parameters aangehouden:

- boorinstallatie: midi-rig;
- diameter boorstang: 0,08 m;
- volumegewicht bentoniet: 12,1 kN/m³;
- diameter boorgat: 0,80 m voor de mantelbuis \varnothing 630 mm bij de Keppelseweg I en 0,60 m voor de bundel met 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm bij Keppelseweg II en Liemersweg.

4 Resultaten

4.1 Algemeen

De berekeningen voor de HDD zijn uitgevoerd met het softwarepakket D-Geo Pipeline (voorheen M-Drill). In dit hoofdstuk zijn de resultaten hiervan weergegeven. De in- en uitvoergegevens van de berekeningen en de gebruikte invoer zijn terug te vinden in bijlage 3.

4.2 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg I en primaire waterkering

Specificatie boring

Zie tekening: 490-78-1, d.d. 5-8-2014, dit levert voor het ontwerp van twee horizontaal gestuurde boringen de volgende kenmerkende parameters:

- lengte: circa 155 meter;
- maximale diepte bovenzijde buis: circa NAP + 2,90 m.
- materiaal: \varnothing 630 mm PE100 SDR 11;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 100 m.

Grind

Op de voorgenomen diepteligging bevindt zich geen grind. Bij de Keppelseweg I is het grindpercentage in het boorprofiel maximaal 22,2%, dit komt niet uit boven de door het Waterschap Rijn en IJssel gestelde kritische grens van 40%. (zie bijlage 2)

Trekkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $2 * 89 = 178$ kN bij een ongevlude leiding. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase voor de \varnothing 630 mm leiding $6,2$ N/mm² aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoet.

Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de leidingen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Tijdens de bedrijfsfase is voor \varnothing 630 mm leiding een spanning van $2,9$ N/mm². Toelaatbaar is 10 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoet.

Uit de sterkteberekening blijkt dat voor de leiding \varnothing 630 mm een deflectie van $9,6$ mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van $50,4$ mm. Dit voldoet.

Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD is, getuige de berekeningsresultaten, bij het uittredepunt kans op muduitbraak. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt en de sloten bij met name voor muduitbraak maatgevende pilotboring de druk op de boorspoeling te vermindere. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.

Implosie

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leiding \varnothing 630 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa 70 kN/m², terwijl 278 kN/m² toelaatbaar is.

Kwelscherm

Conform de NEN 3651 § 8.1.3.3. moet aan weerszijden bij de in- en uitredepunten van de leidingen een kwelscherm worden aangebracht die minimaal 0,75 m buiten de leiding steekt en met aan beide zijden van het kwelscherm 0,5 m klei. In totaal heeft het kwelscherm een afmeting van 2,25 x 2,25 m.

4.3 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg II

Specificatie boring

Zie tekening: 342-78-21, d.d. 3-6-2014, dit levert voor het ontwerp van de horizontaal gestuurde boringen de volgende kenmerkende parameters:

- lengte: circa 340 meter;
- maximale diepte bovenzijde buis: circa NAP + 7,15 m;
- materiaal: 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm PE100 SDR 11;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 100 m.

Bijzonderheden

Deze HDD ligt met een intredepunt in de beschermingszone (BZ) van een Primaire Waterkering, en is vergunningplichtig. Bovendien ligt de aansluitende veldstrekking dan ook in de beschermingszone, dit is ook vergunningplichtig.

Trekkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $2 * 31 = 62$ kN bij een onge vulde leiding. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase voor \varnothing 110 mm leiding = $6,7$ N/mm² en voor \varnothing 200 mm leidingen $7,1$ N/mm² aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoen.

Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de leidingen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Tijdens de bedrijfsfase is voor \varnothing 110 mm leiding een spanning van $0,9$ N/mm² en voor de \varnothing 200 mm leidingen $1,0$ N/mm² berekend. Toelaatbaar is 10 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoen.

Uit de sterkteberekening blijkt dat voor de leiding \varnothing 110 mm een deflectie van 0,5 mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van 8,8 mm. Dit voldoet.

Uit de sterkteberekeningen blijkt voor de leidingen \varnothing 200 mm een deflectie van 0,9 mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van 13,8 mm. Deze voldoen.

Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD is, getuige de berekeningsresultaten, bij het uittredepunt kans op muduitbraak. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt en de sloten bij met name voor muduitbraak maatgevende pilotboring de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.

Implosie

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leiding \varnothing 110 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa 48 kN/m², terwijl 278 kN/m² toelaatbaar is.

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leidingen \varnothing 200 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa 48 kN/m², terwijl 279 kN/m² toelaatbaar is.

4.4 Horizontaal gestuurde boring Liemersweg

Geen waterkering

Het betreft hier geen kruising met een waterkering, maar de Liemersweg is een provinciale weg en voor de Provincie vergunningplichtig.

Specificatie boring

Zie tekening: 342-48-19 d.d. 5-8-2014, dit levert voor het ontwerp van de horizontaal gestuurde boringen de volgende kenmerkende parameters:

- lengte: circa 95 meter;
- maximale diepte bovenzijde buis: circa 5,3 - maaiveld.
- materiaal: 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm PE100 SDR 11;
- intredehoek: 15° ;
- uittredehoek: 15° ;
- verticale boogstralen: 100 m.

Trekkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $2 \cdot 17 = 34$ kN bij een onge vulde leiding. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase voor \varnothing 110 mm leiding = $1,9 \text{ N/mm}^2$ en voor \varnothing 200 mm leidingen $2,3 \text{ N/mm}^2$ aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm^2 waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoen.

Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de leidingen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Tijdens de bedrijfsfase is voor \varnothing 110 mm leiding een spanning van $1,5 \text{ N/mm}^2$ en voor de \varnothing 200 mm leidingen $1,5 \text{ N/mm}^2$ berekend. Toelaatbaar is 10 N/mm^2 waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11. Deze voldoen.

Uit de sterkteberekening blijkt dat voor de leiding \varnothing 110 mm een deflectie van 0,7 mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van 8,8 mm. Dit voldoet.

Uit de sterkteberekeningen blijkt voor de leidingen \varnothing 200 mm een deflectie van 1,4 mm optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van 18,2 mm. Deze voldoen.

Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD is, getuige de berekeningsresultaten, bij het uittredepunt kans op muduitbraak. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt en de sloten bij met name voor muduitbraak maatgevende pilotboring de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.

Implosie

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leiding \varnothing 110 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa 30 kN/m^2 , terwijl 278 kN/m^2 toelaatbaar is.

Tijdens de intrekoperatie blijkt uit de berekeningen voor de leidingen \varnothing 200 mm dat geen implosie optreedt. Uit de langeduur implosieberekening blijkt dat bij de maatgevende situatie van een leegstaande leiding geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op de leiding bedraagt circa 30 kN/m^2 , terwijl 279 kN/m^2 toelaatbaar is.

5 Conclusie

5.1 Algemeen

In verband met het traject 'Kabeltrace Keppelseweg: Hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetichem tot Wesel' vindt een viertal kruisingen, waaronder met de primaire waterkeringen van de Keppelseweg I en de Oude IJssel, die in beheer zijn bij het waterschap Rijn en IJssel, plaats. De kruisingen zullen plaatsvinden door middel van een horizontaal gestuurde boringen (HDD). Deze vergunningrapportage betreft:

- de kruising met twee mantelbuizen \varnothing 630 mm PE100 SDR 11 door middel van HDD's bij de primaire waterkering Keppelseweg I .
- de kruising met twee separate boringen, leidingbundel 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm PE100 SDR 11 door middel van een HDD bij de primaire waterkering Keppelseweg II.
- de kruising met twee separate boringen, leidingbundel 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm PE100 SDR 11 door middel van een HDD bij de Liemersweg.

5.2 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg I

Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring, zoals weergegeven in bijlage 1, is ontworpen en berekend volgens de in NEN 3650-2012 en NEN 3651-2012 gestelde eisen. Uit de berekeningen blijkt dat het gekozen tracé met een leidingtype met \varnothing 630 mm PE100 SDR 11 voldoet aan de eis. Wel dienen vier kwelschermen te worden aangebracht.

5.3 Horizontaal gestuurde boring Keppelseweg II

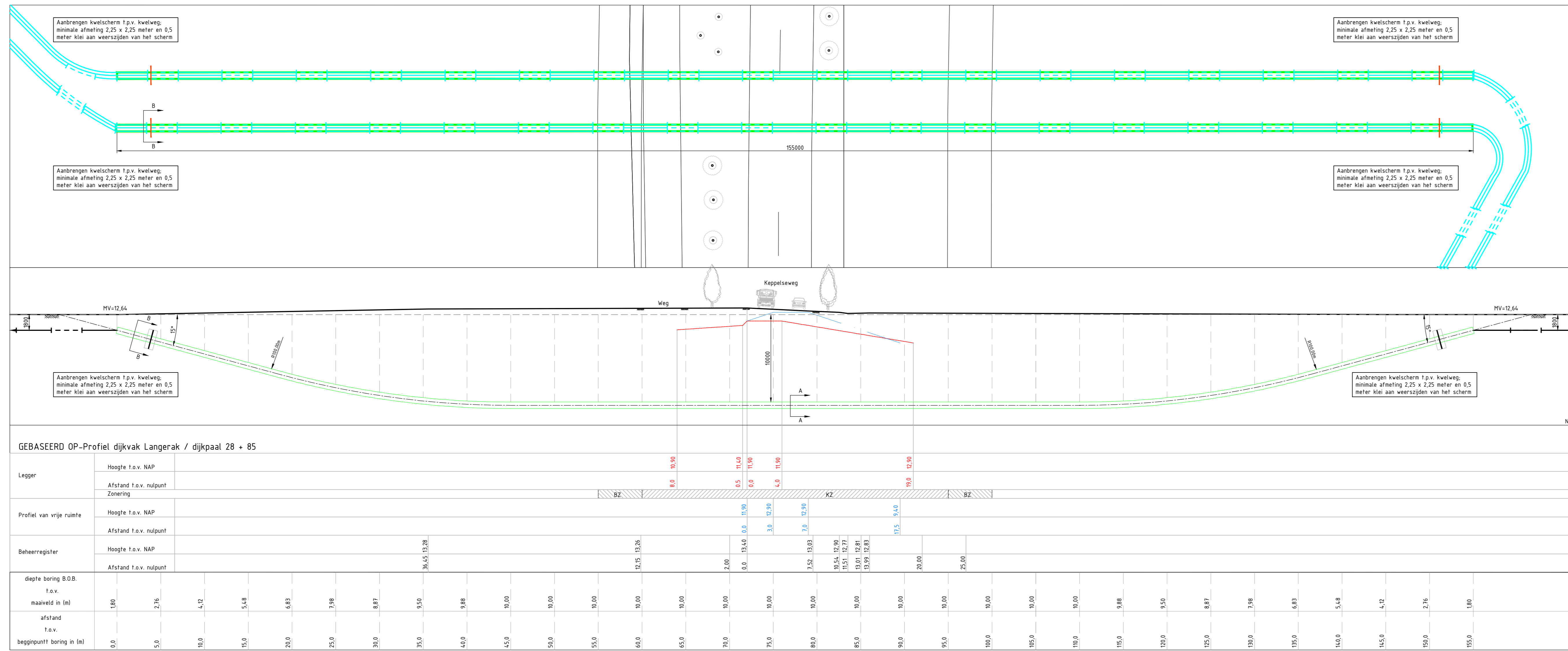
Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring, zoals weergegeven in bijlage 1, is ontworpen en berekend volgens de in NEN 3650-2012 en NEN 3651-2012 gestelde eisen. Uit de berekeningen blijkt dat het gekozen tracé met een leidingtypen met 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm PE100 SDR 11 voldoet aan de eis.

5.4 Horizontaal gestuurde boring Liemersweg

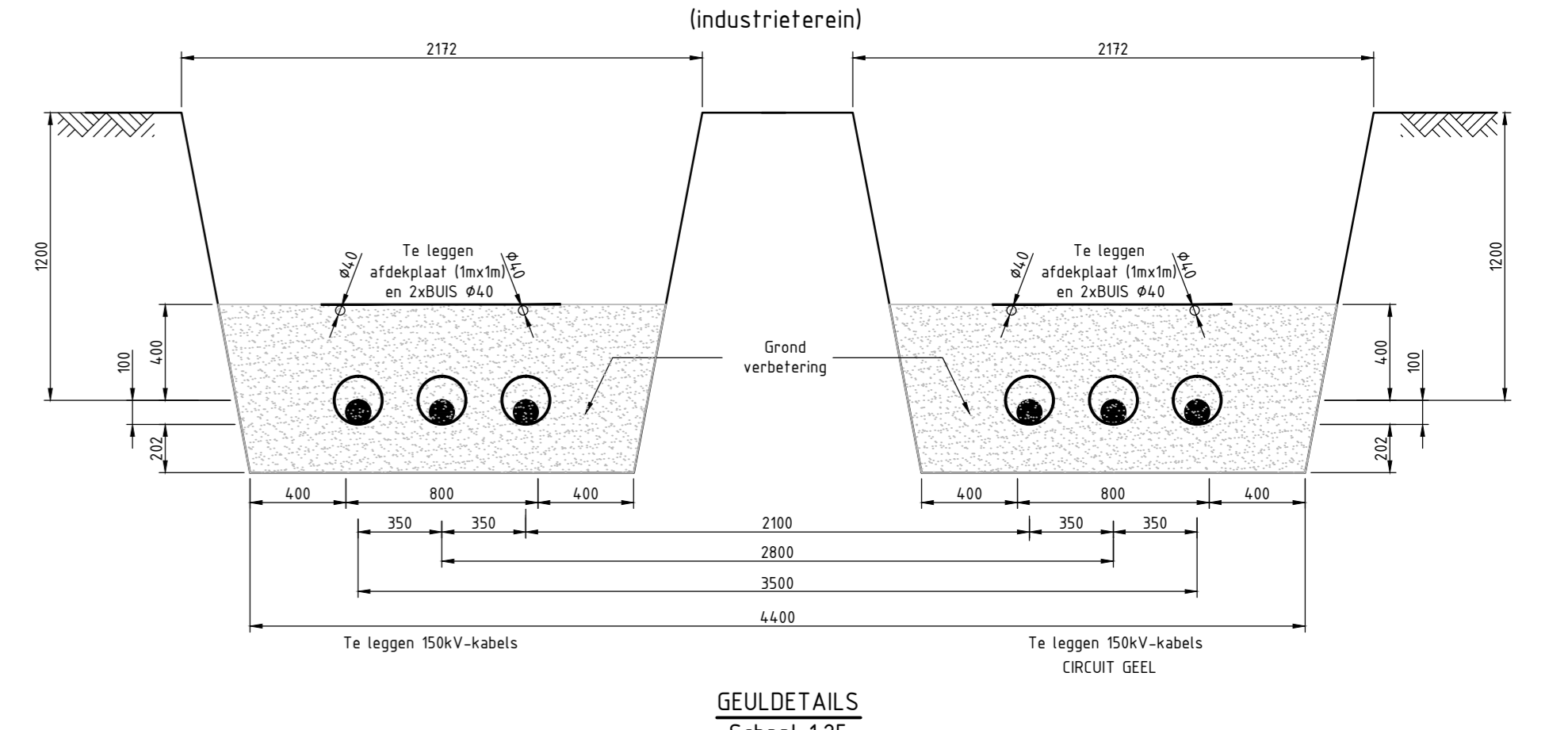
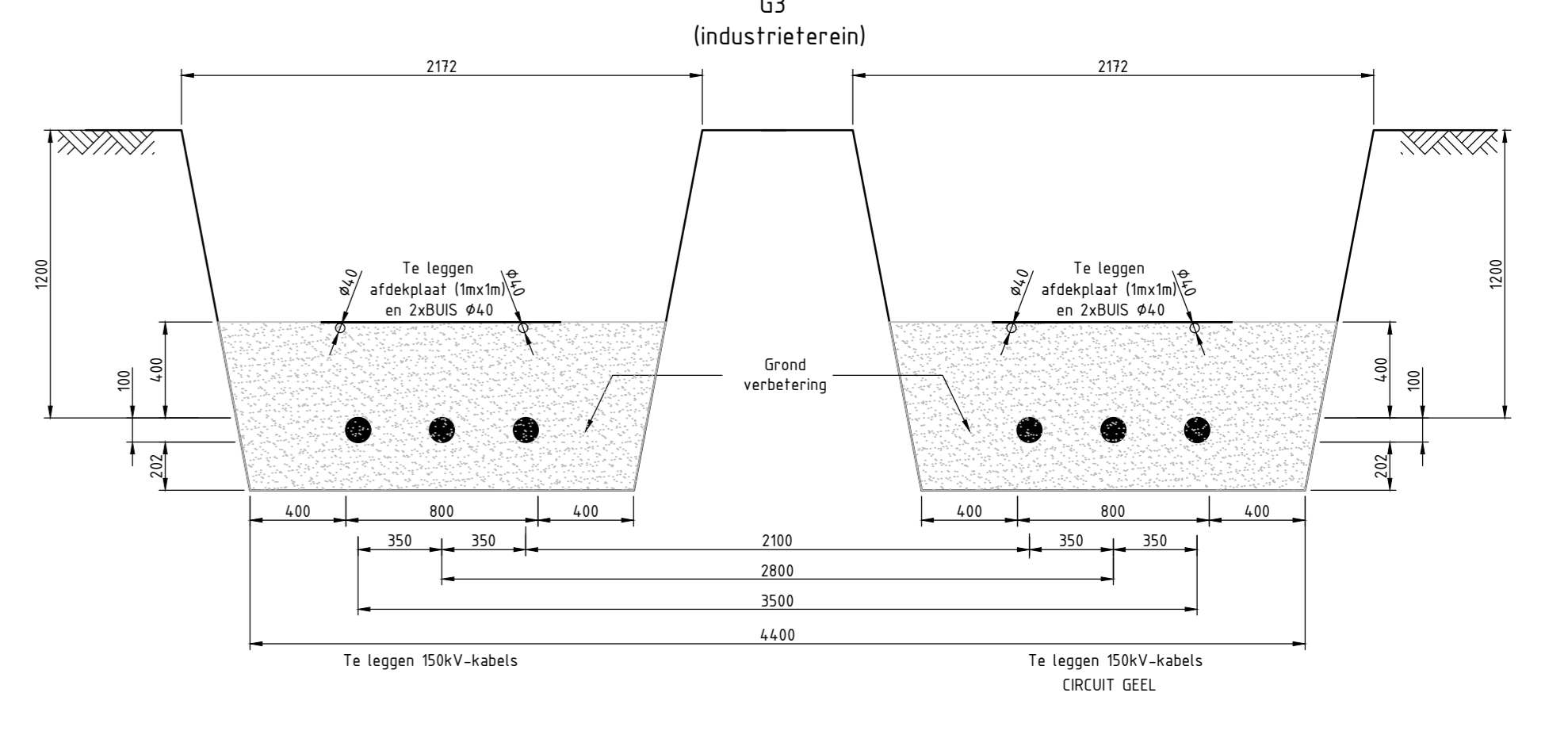
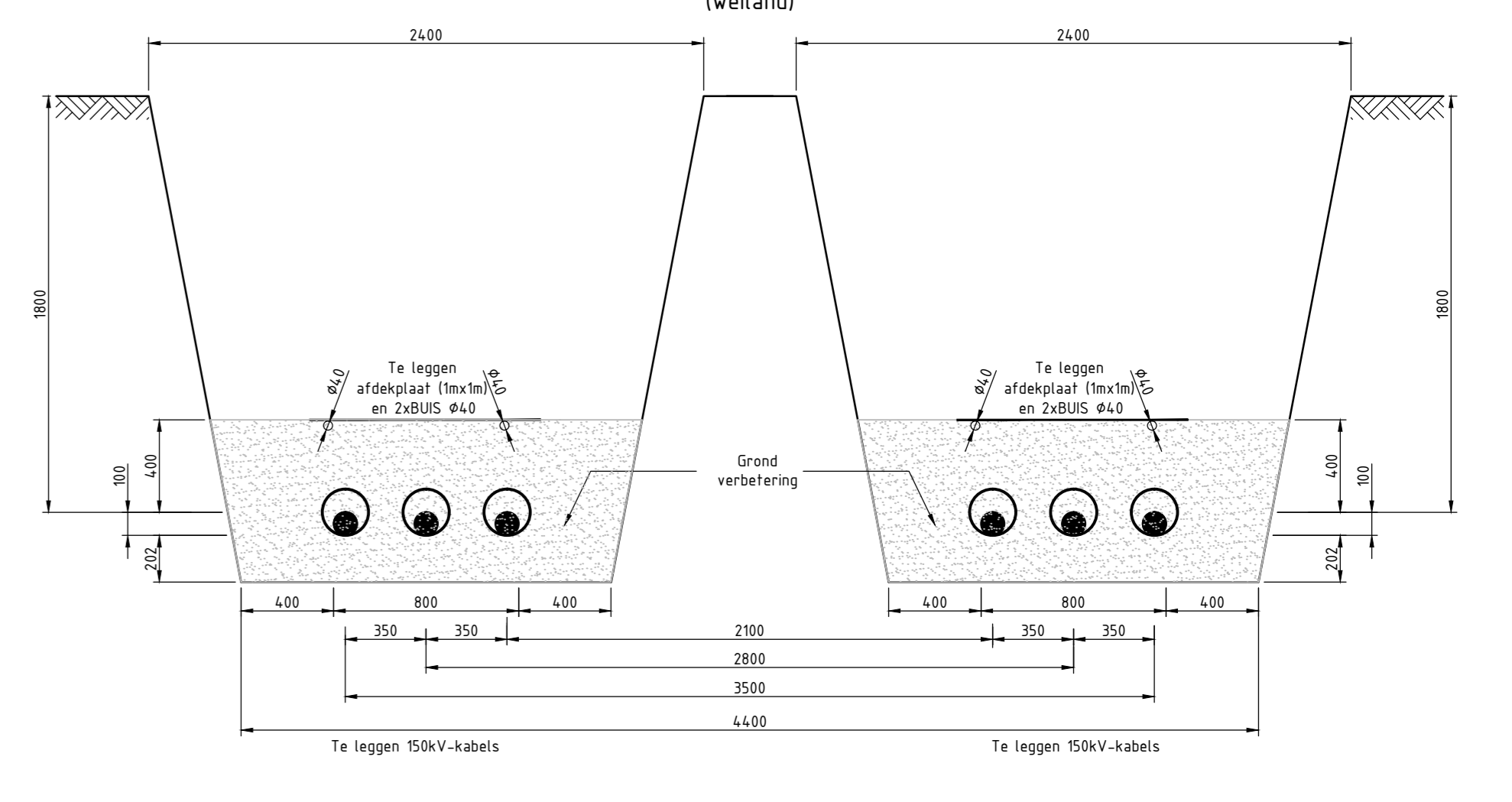
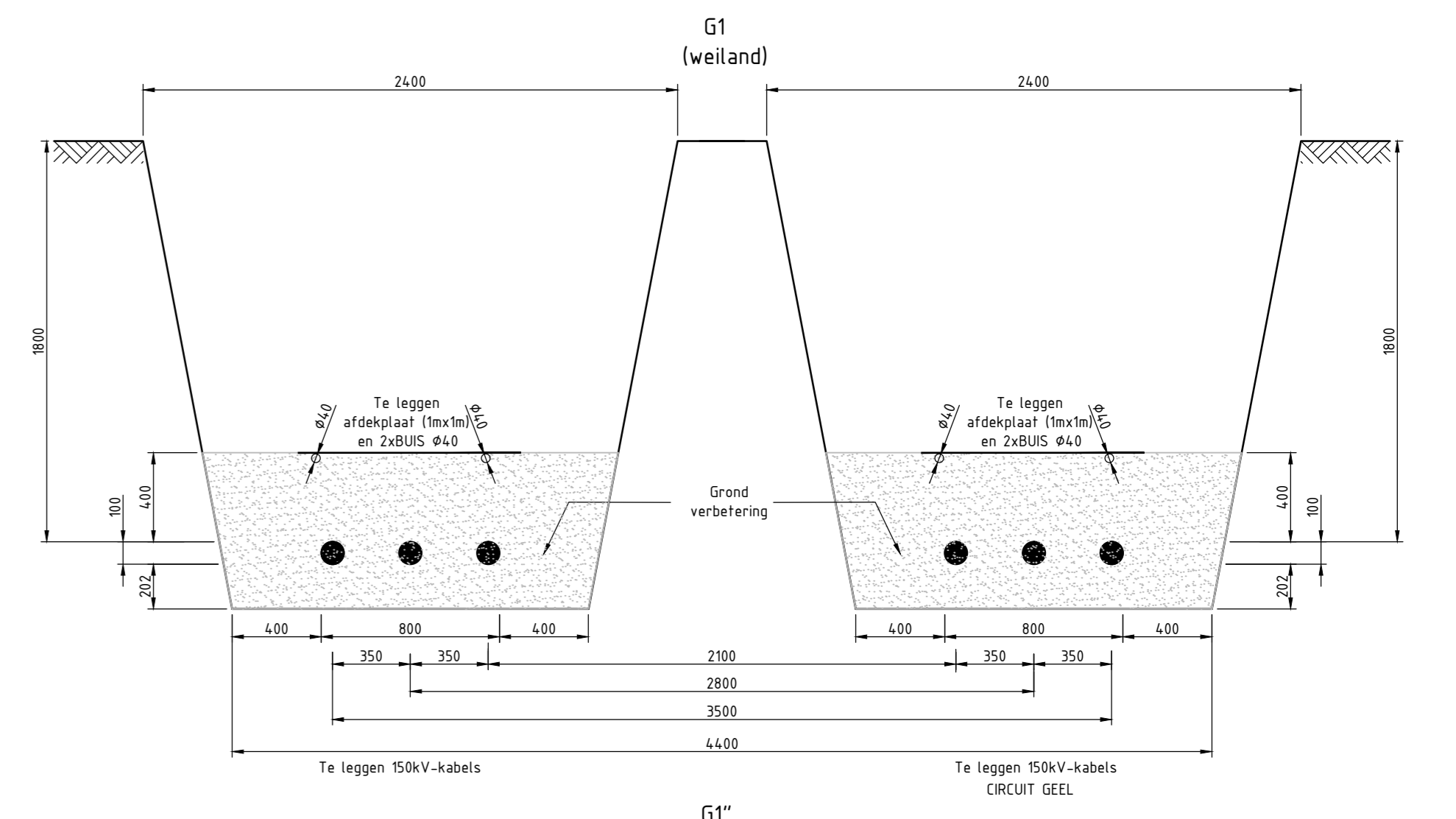
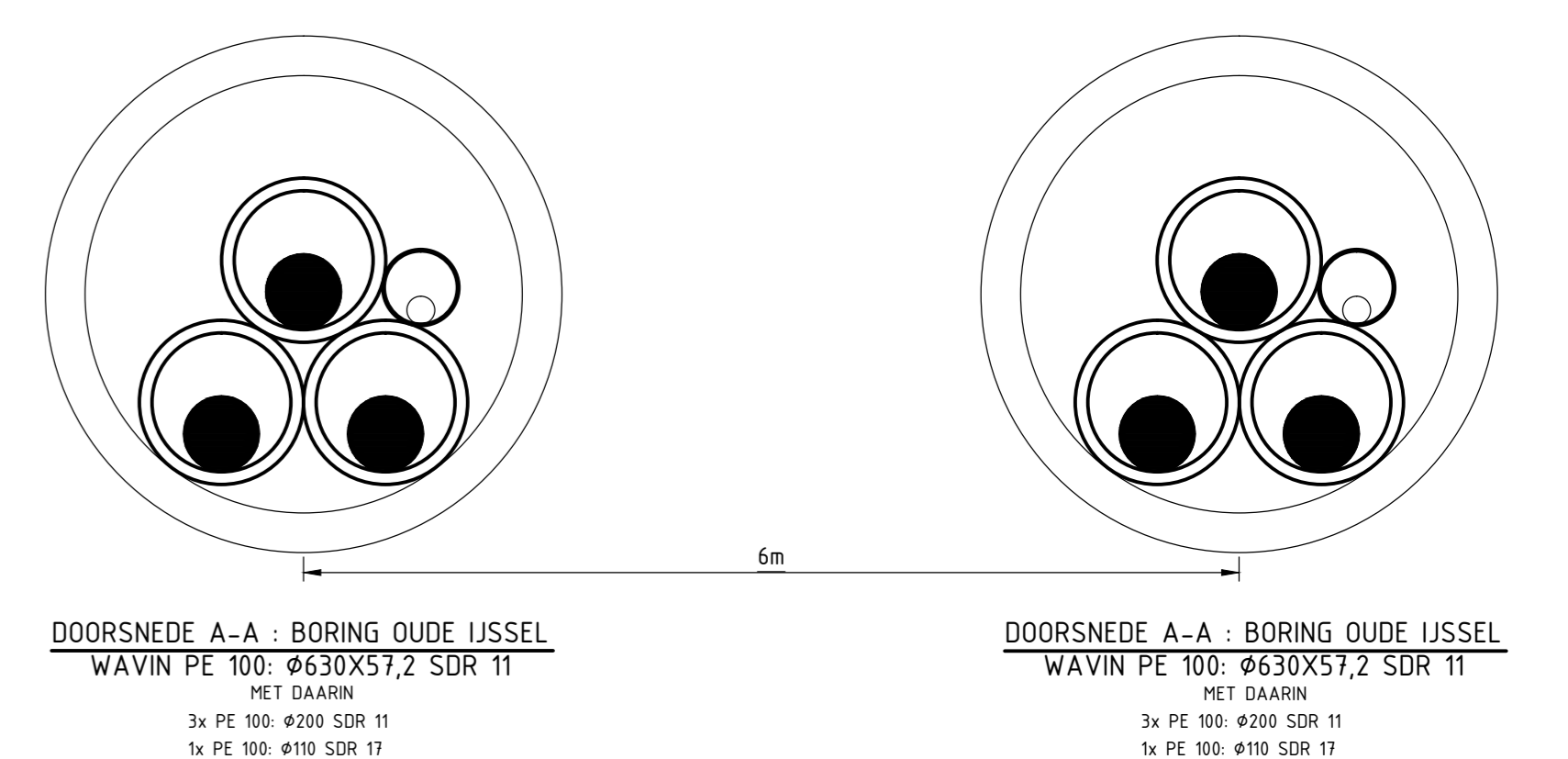
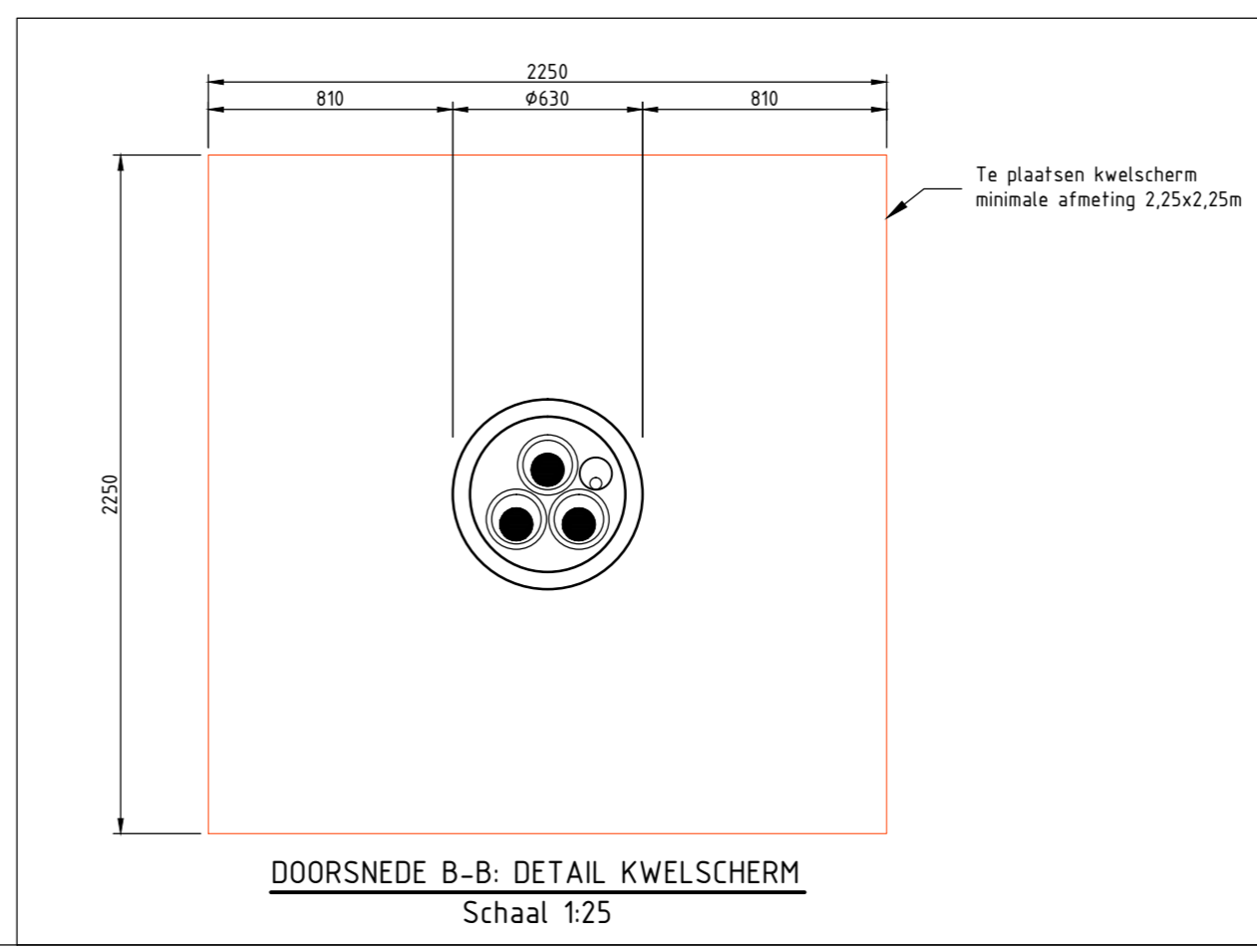
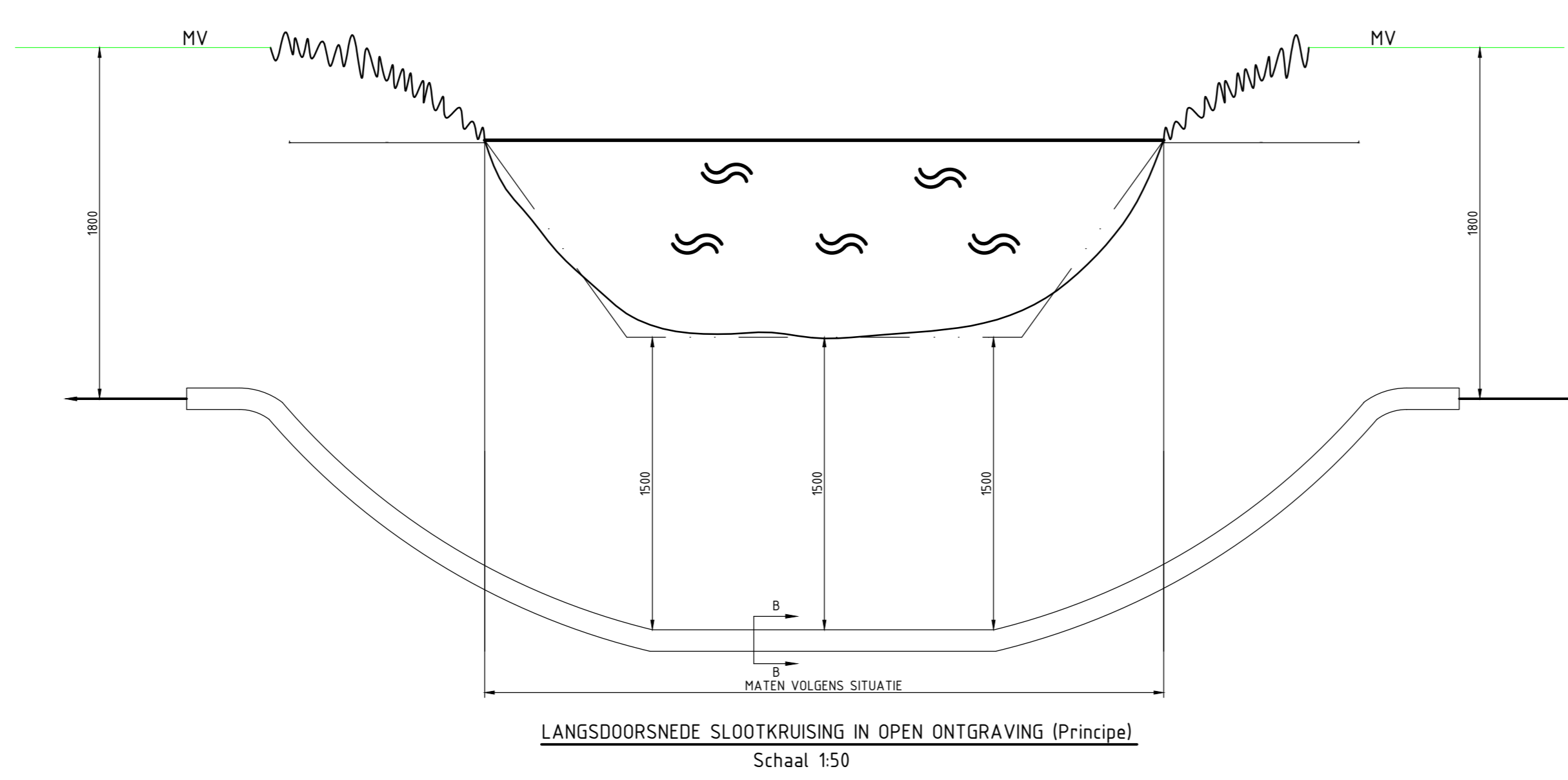
Het ontwerp van de horizontaal gestuurde boring, zoals weergegeven in bijlage 1, is ontworpen en berekend volgens de in NEN 3650-2012 en NEN 3651-2012 gestelde eisen. Uit de berekeningen blijkt dat het gekozen tracé met een leidingtypen met 3 x \varnothing 200 mm en 1 x \varnothing 110 mm PE100 SDR 11 voldoet aan de eis.

Bijlage 1

Ontwerptekeningen



LANGSDOORSNEDE HDD Keppelseweg I
KRUISING KEPPELSEWEG EN PRIMAIRE WATERKERING DIJKRING 49 DIJKVAK LANGERAK NABU DIJKPAAL 28+85
Schaal 1:250

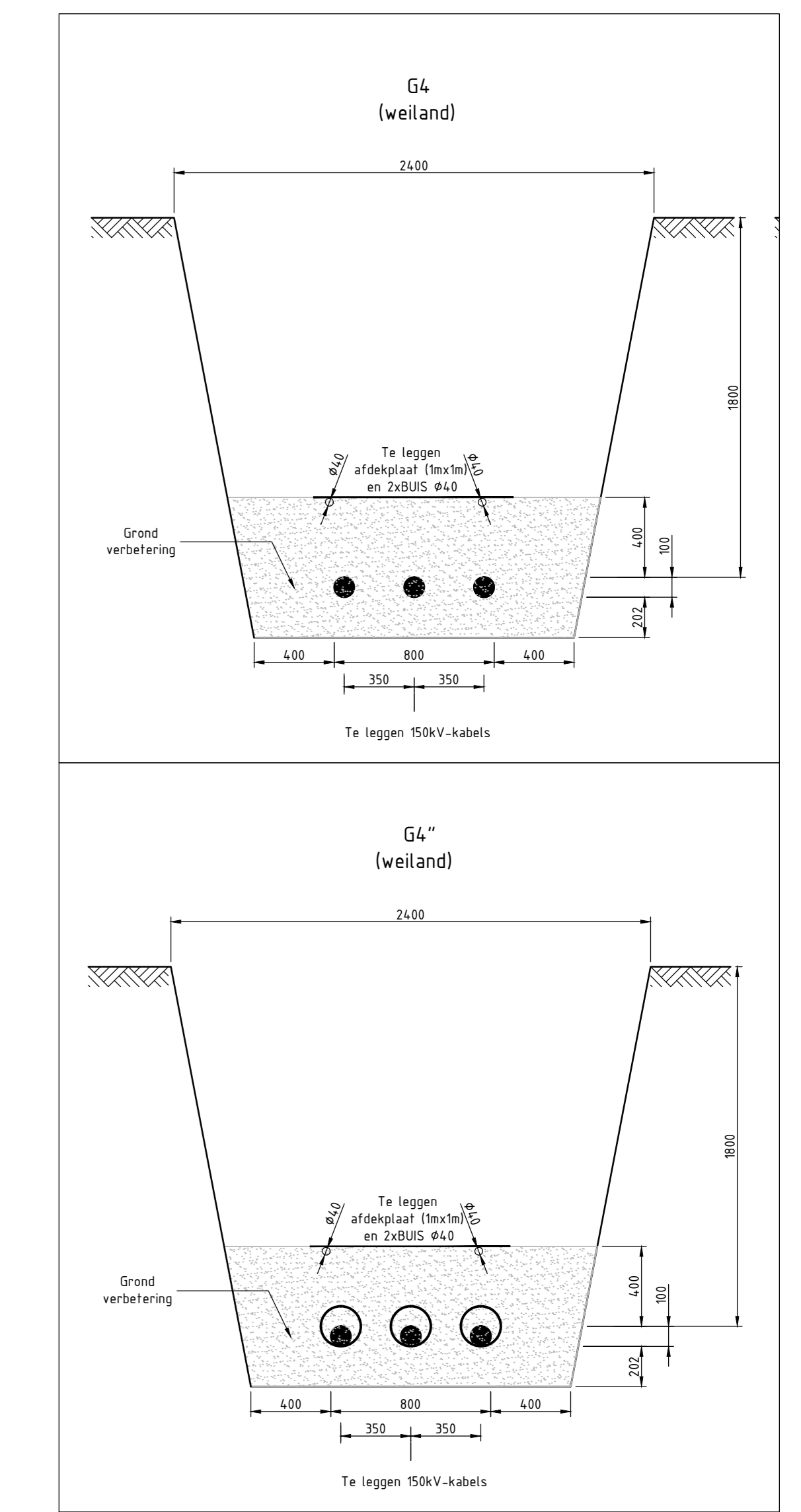
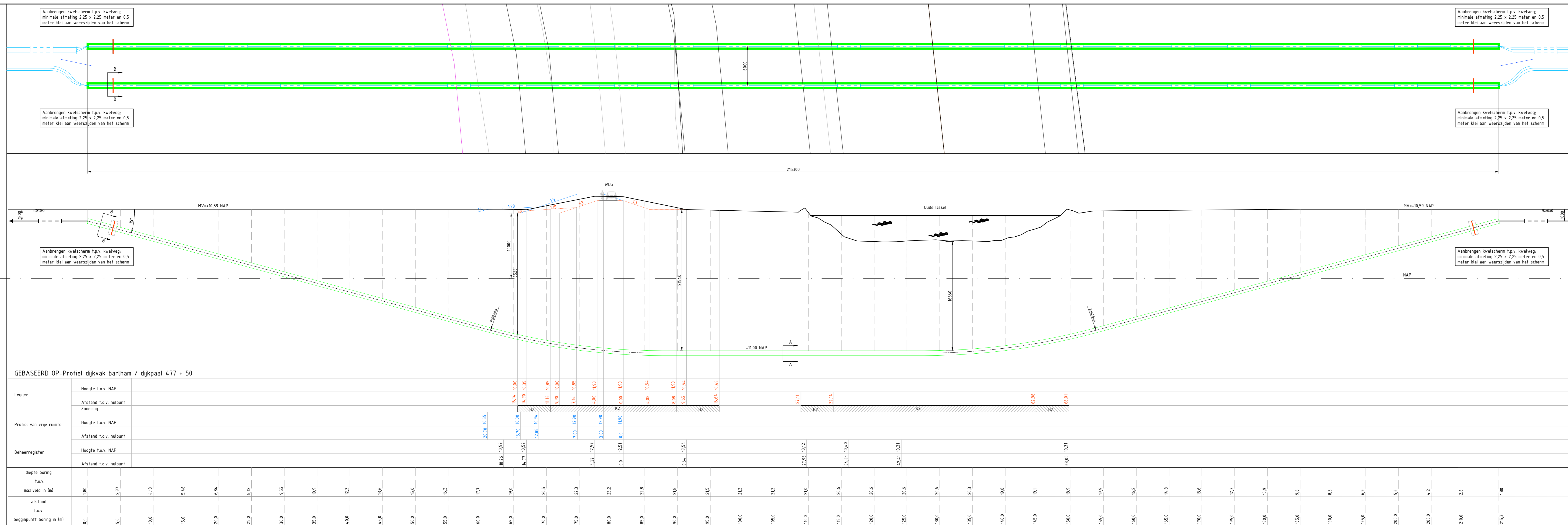


GEULDETAILS
Schaal 1:25

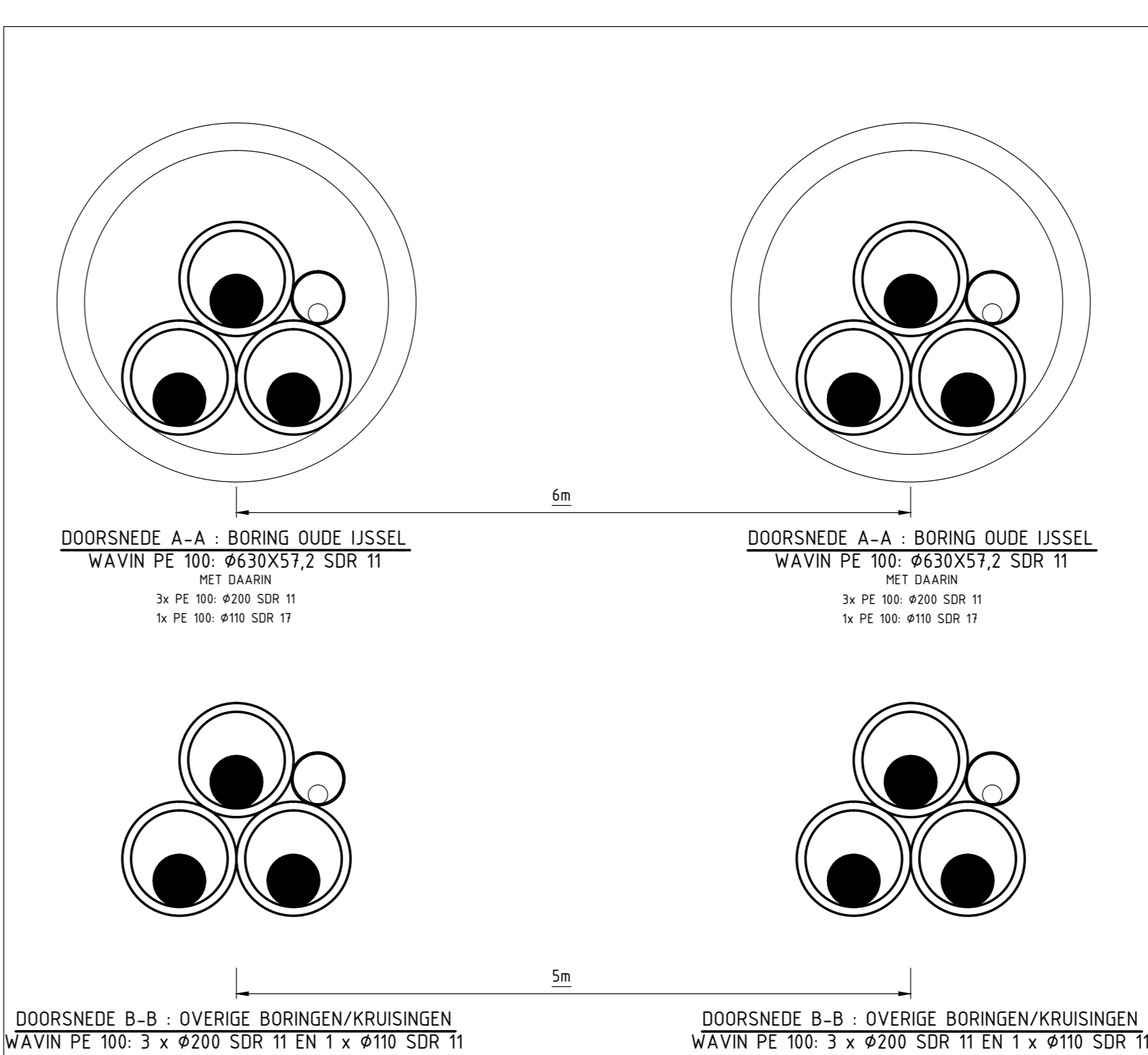
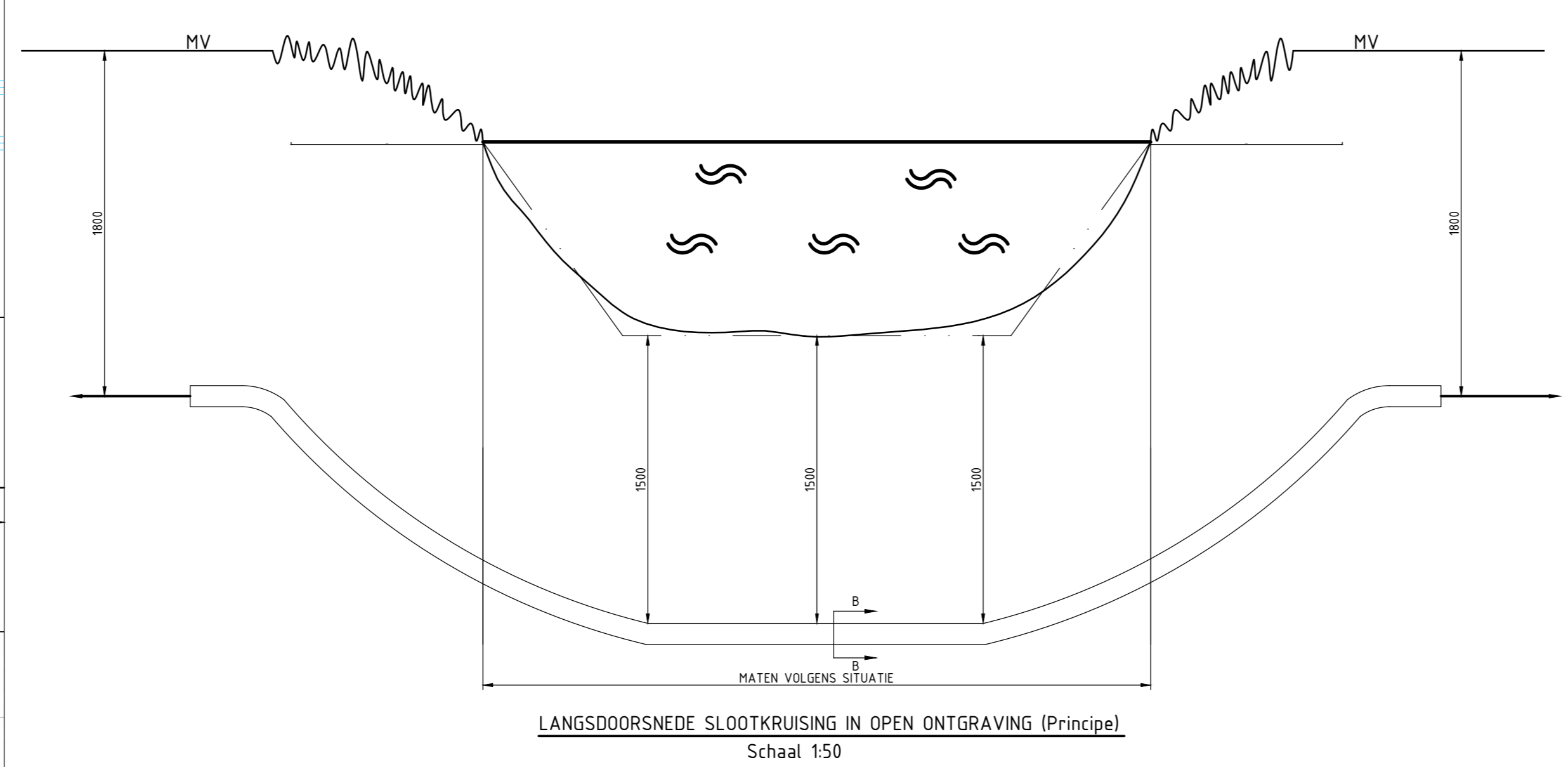
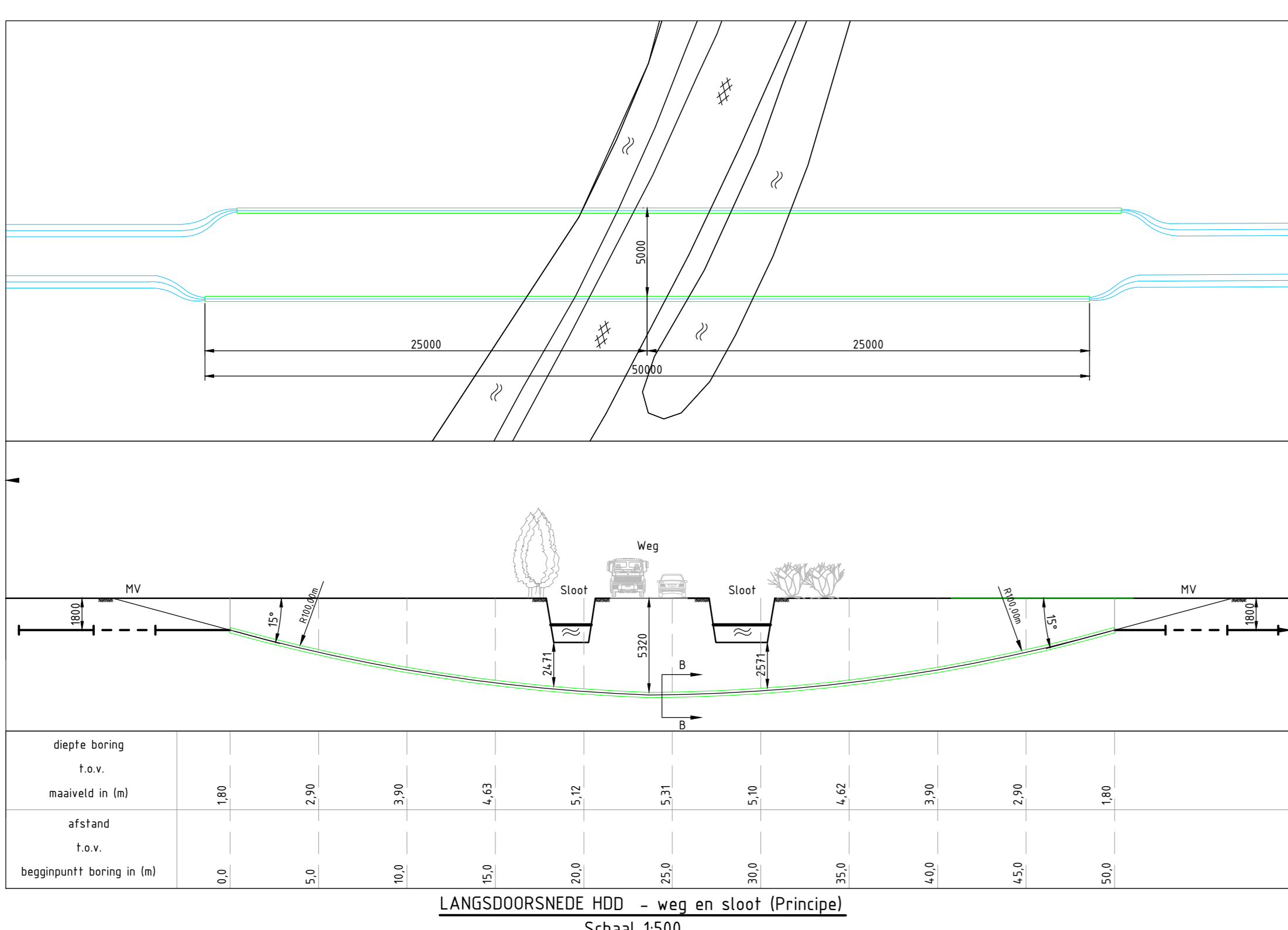
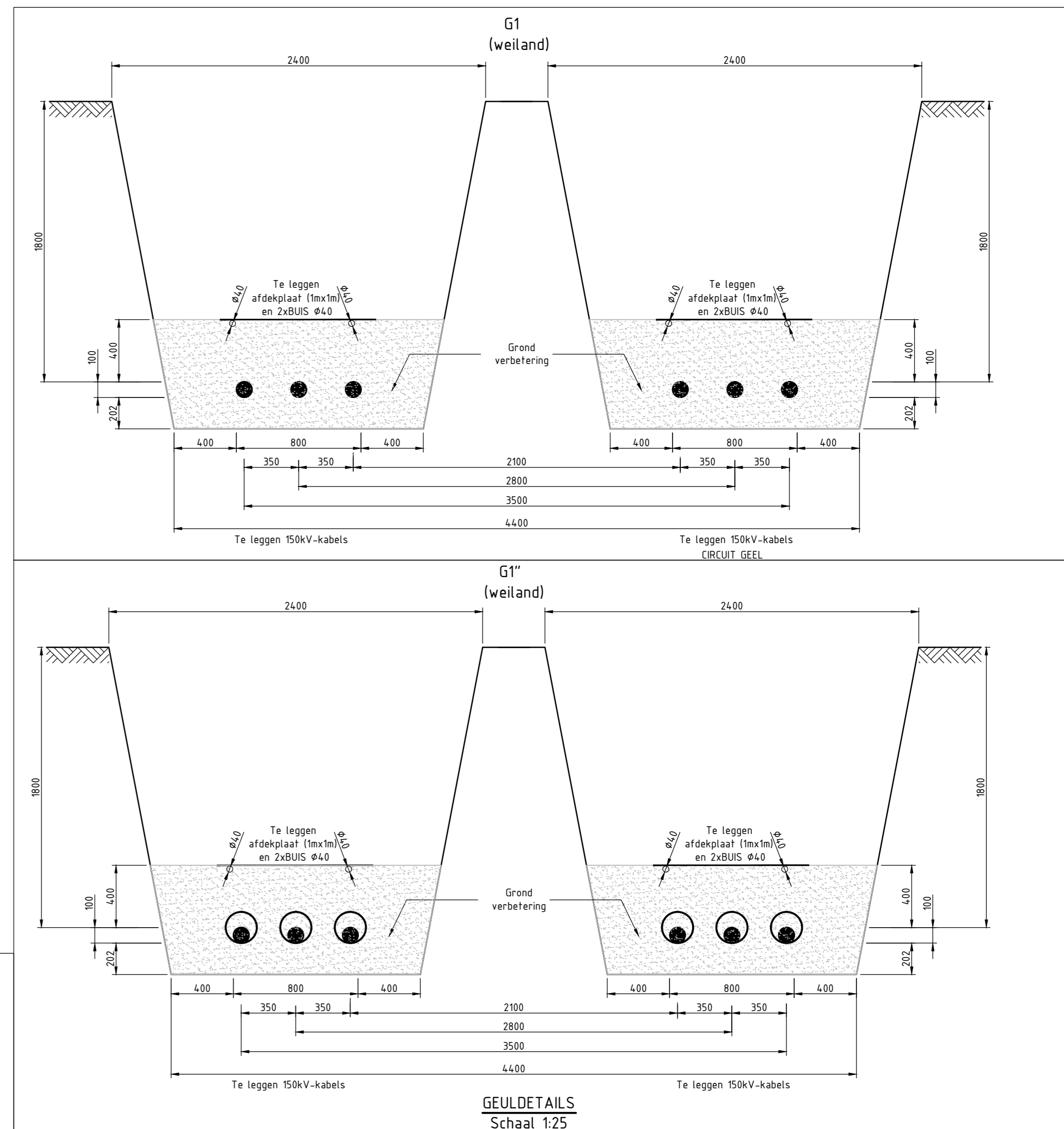
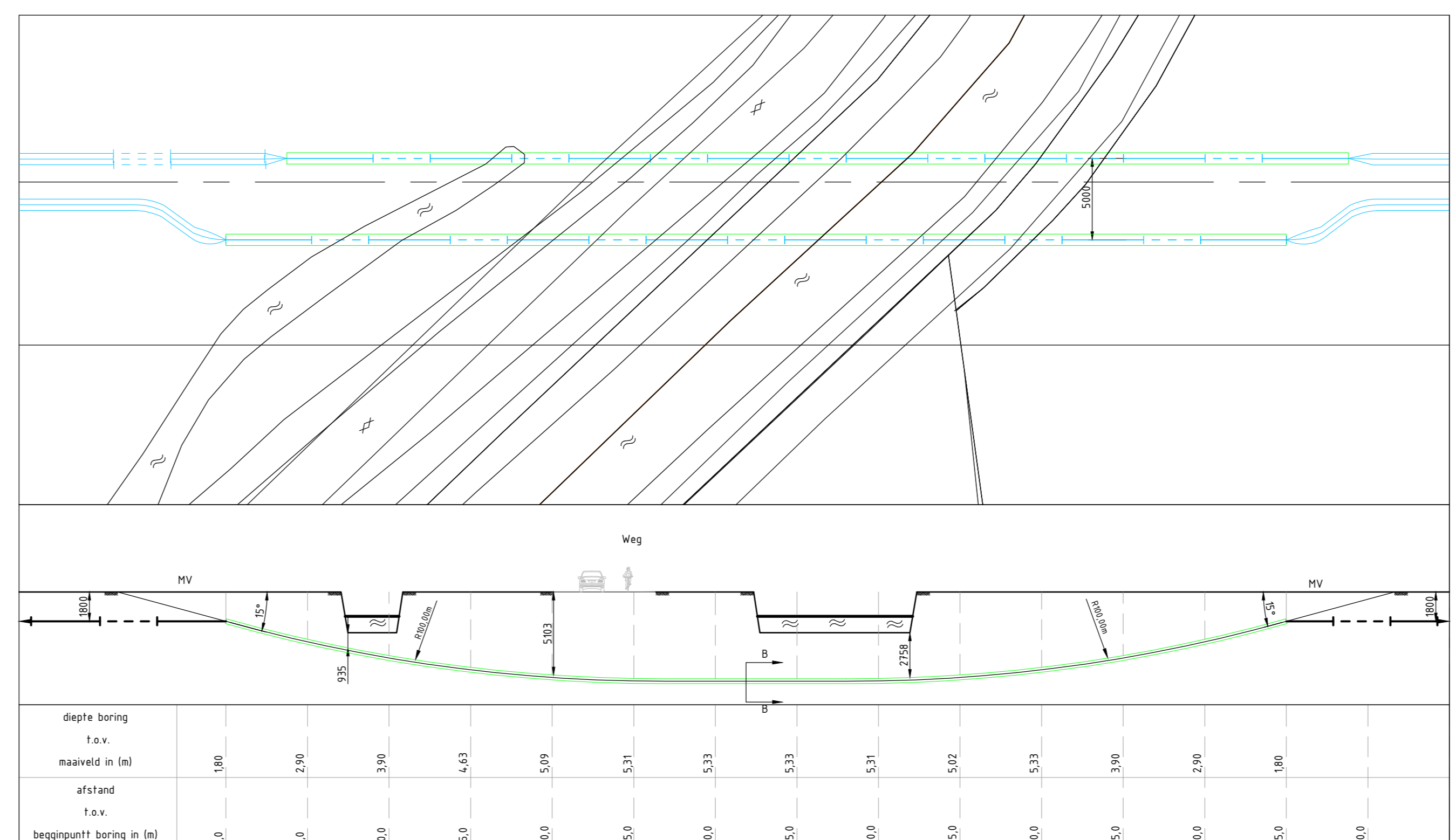
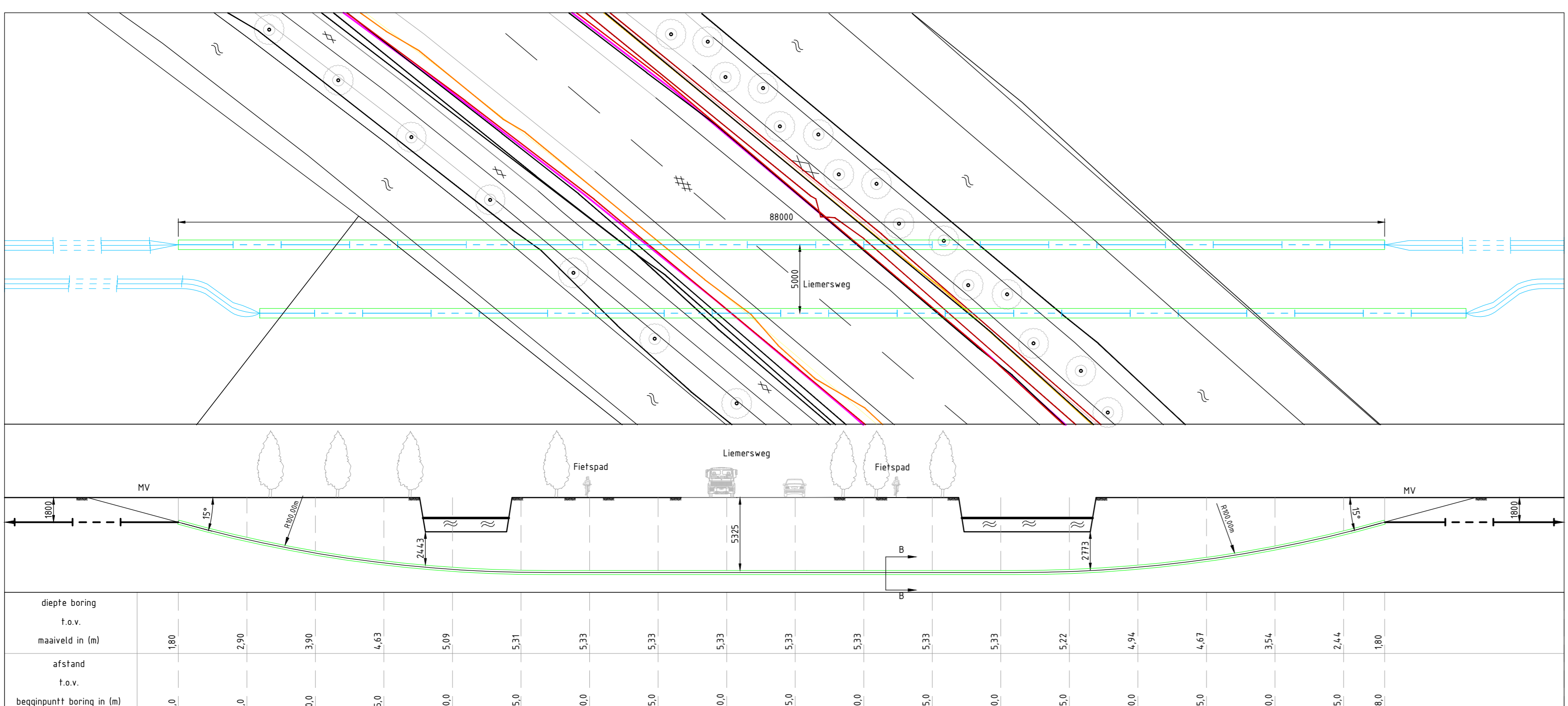
Opdrachtgever: TenneT	Amerikaanse projectie	Schaal: 1:250/25/10 Formaat: A0	Afdeling: VB
Hi	Gen:	Fase: 80	Akkoord: NM
F	Gen:	Status: CONCEPT	Datum: 05-08-2014
C	Gen:	380kV DTC-Wesel, Aanpassingen 150kV NET	
D	Gen:	GEULDOORSNEDES-EN-BOORPROFIELEN	
C	Gen:	KABEL-OS-DTC-MAST.01	
B	Gen:		
A	Gen:		
Bov:	Wijziging	Datum	Gen:



490-78-1



LANGSDOORSNEDE HDD Oude IJssel
KRUISING OUDE IJSEL EN PRIMAIRE WATERKERING DIJKRING 48 DIJKVAK BARLHAM t.p.v. DIJKPAAL 492-35
 Schaal 1:500



Opdrachtgever: TenneT	Amerikaanse projectie IP	Schaal: 1:250/25/10 Formaat: A0	Afdeling: VB
	Status: CONCEPT	Fase: 80	Abakord: NM
	Datum: 05-08-2014		
Hi			
G			
F	01-07-2014	01-07-2014	380kV DTC-Wesel, Aanpassingen 150kV NET
E	01-07-2014	01-07-2014	GEULDDOORSNEDES-EN-BOORPROFIELEN
D	01-07-2014	01-07-2014	KABEL NM-ZV-LGK
C	01-07-2014	01-07-2014	
B	01-07-2014	01-07-2014	
A	01-07-2014	01-07-2014	
Rev.	Wijziging	Datum	Get. Omspr.









REDDYN 342-78-19






Bijlage 2




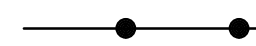
Sonderingen

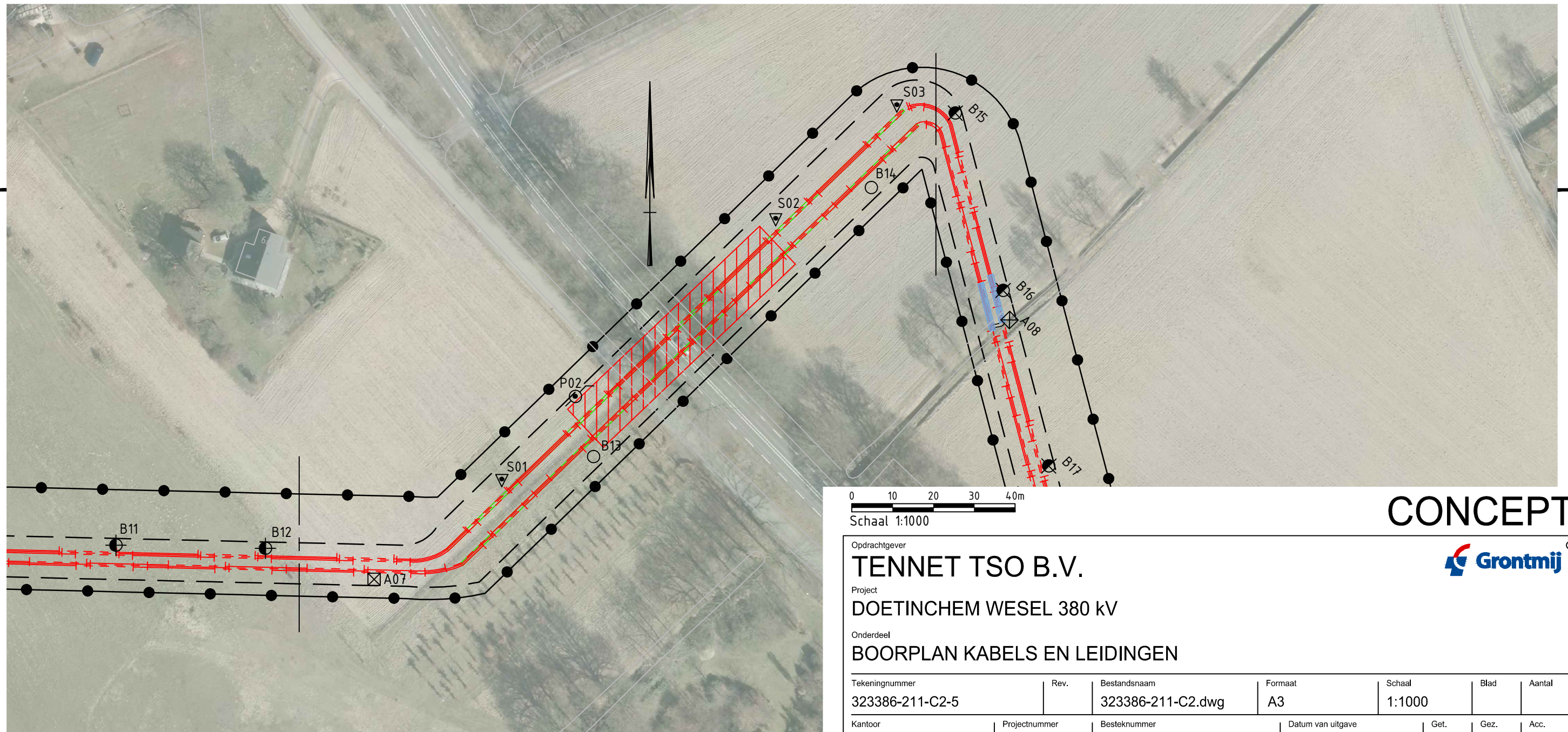
Keppelseweg I

VERKLARING

-  BORING TOT 2.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH
-  BORING TOT 3.0m -MV
CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU
-  BORING TOT 3.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU
-  BORING TOT 8.0m -MV
G-WAARDE (MACHINAAL)
-  BORING TOT 11.0m -MV
G-WAARDE (MACHINAAL)
-  PEILBUIS TOT 3.0m -MV
CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU - GEOHYDROLOGISCH
-  PEILBUIS TOT 3.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU - GEOHYDROLOGISCH
-  PEILBUIS TOT 6.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU - GEOHYDROLOGISCH

-  PEILBUIS TOT 8.0m -MV
-  PEILBUIS TOT 8.0m -MV
G-WAARDE
-  SONDERING TOT 15.0m -MV
-  SONDERING TOT 20.0m -MV
-  ASBESTGAT

-  KABEL
-  MASTVOETEN
-  KABELSTROOK
-  WERKGRENS



CONCEPT



Opdrachtgever

TENNET TSO B.V.

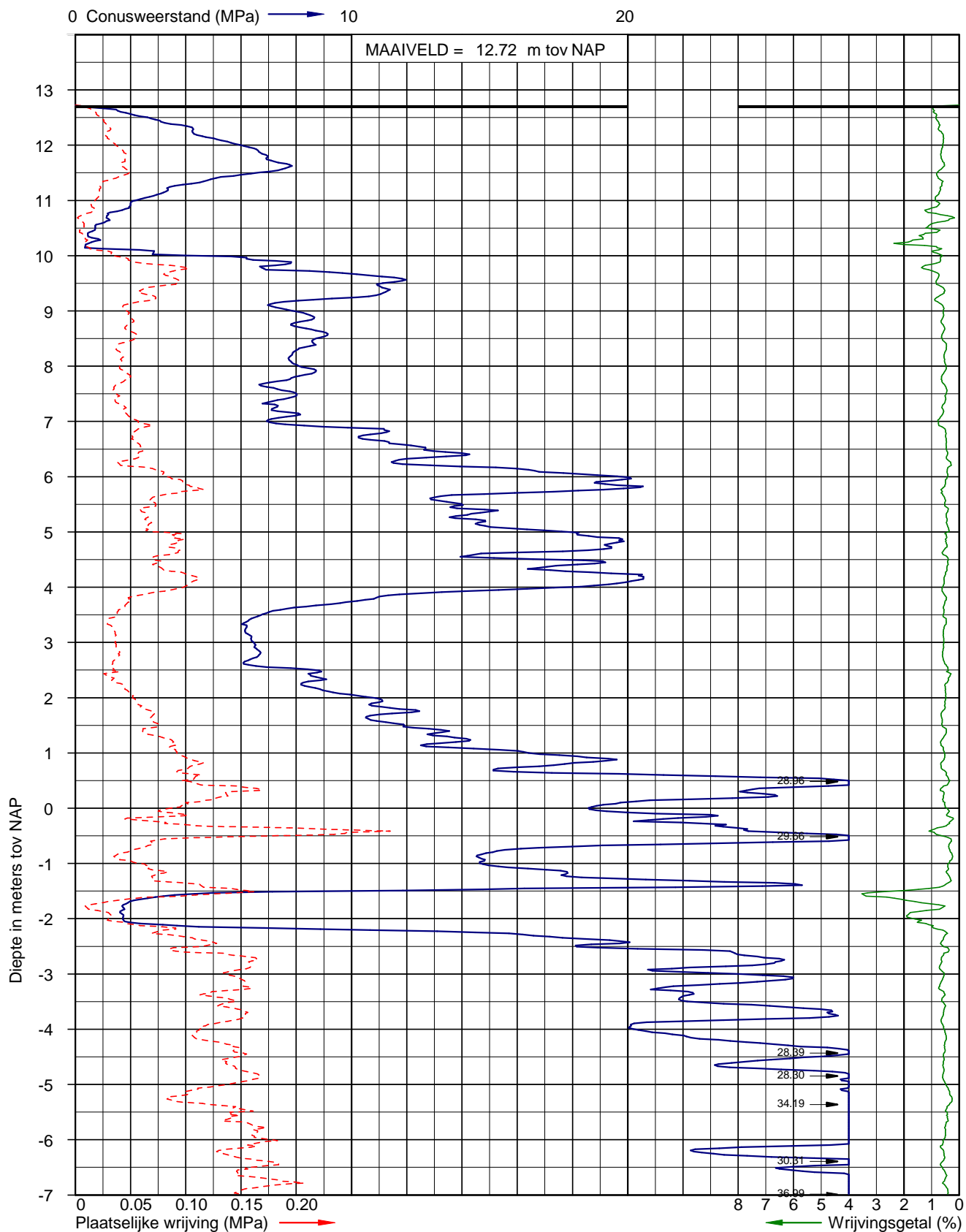
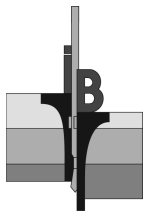
Project

DOETINCHEM WESEL 380 kV

Onderdeel

BOORPLAN KABELS EN LEIDINGEN

Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
323386-211-C2-5		323386-211-C2.dwg	A3	1:1000		
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
ARNHEM	323386		21-02-2014	MB		

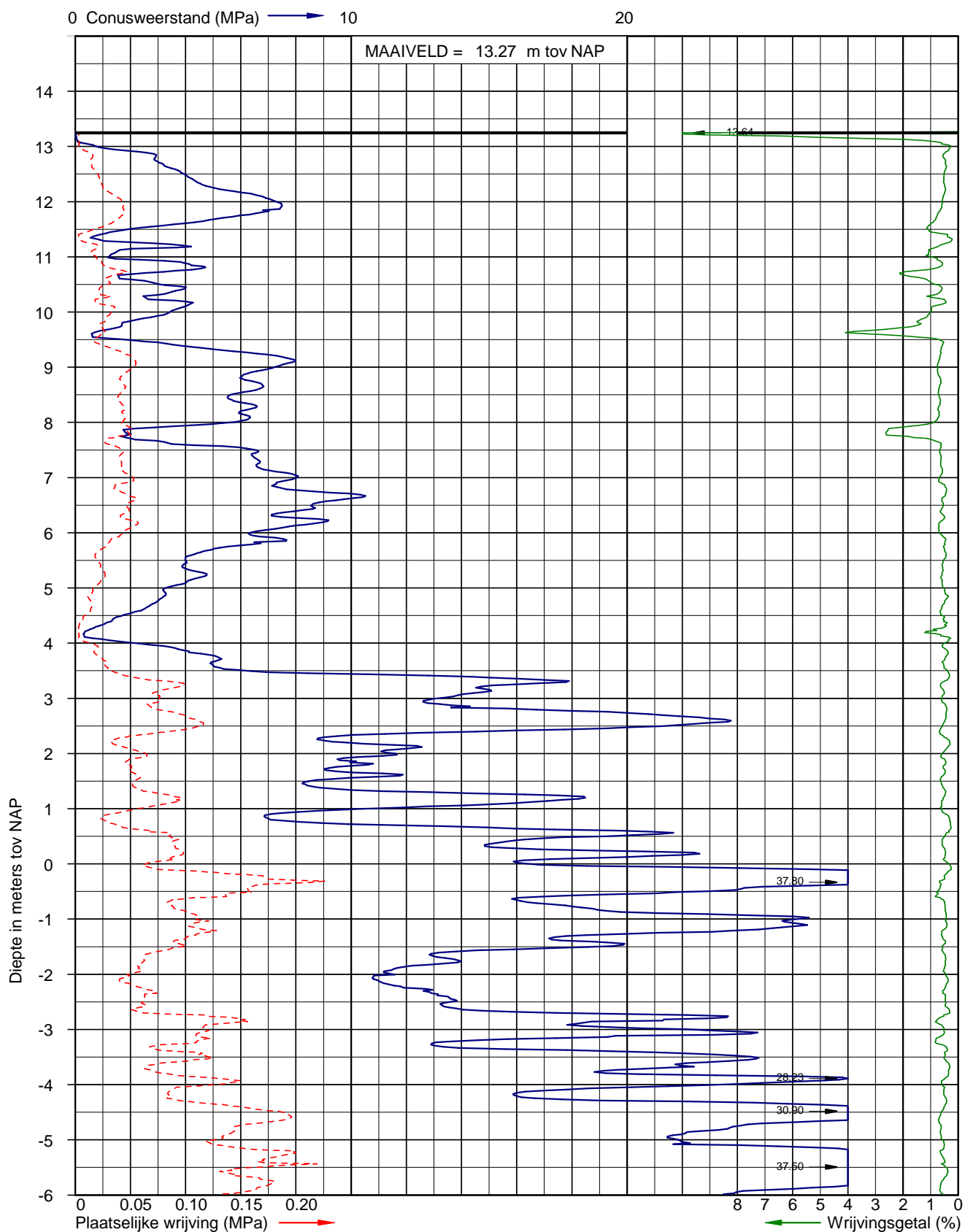
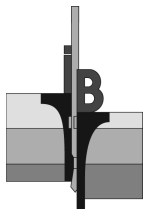


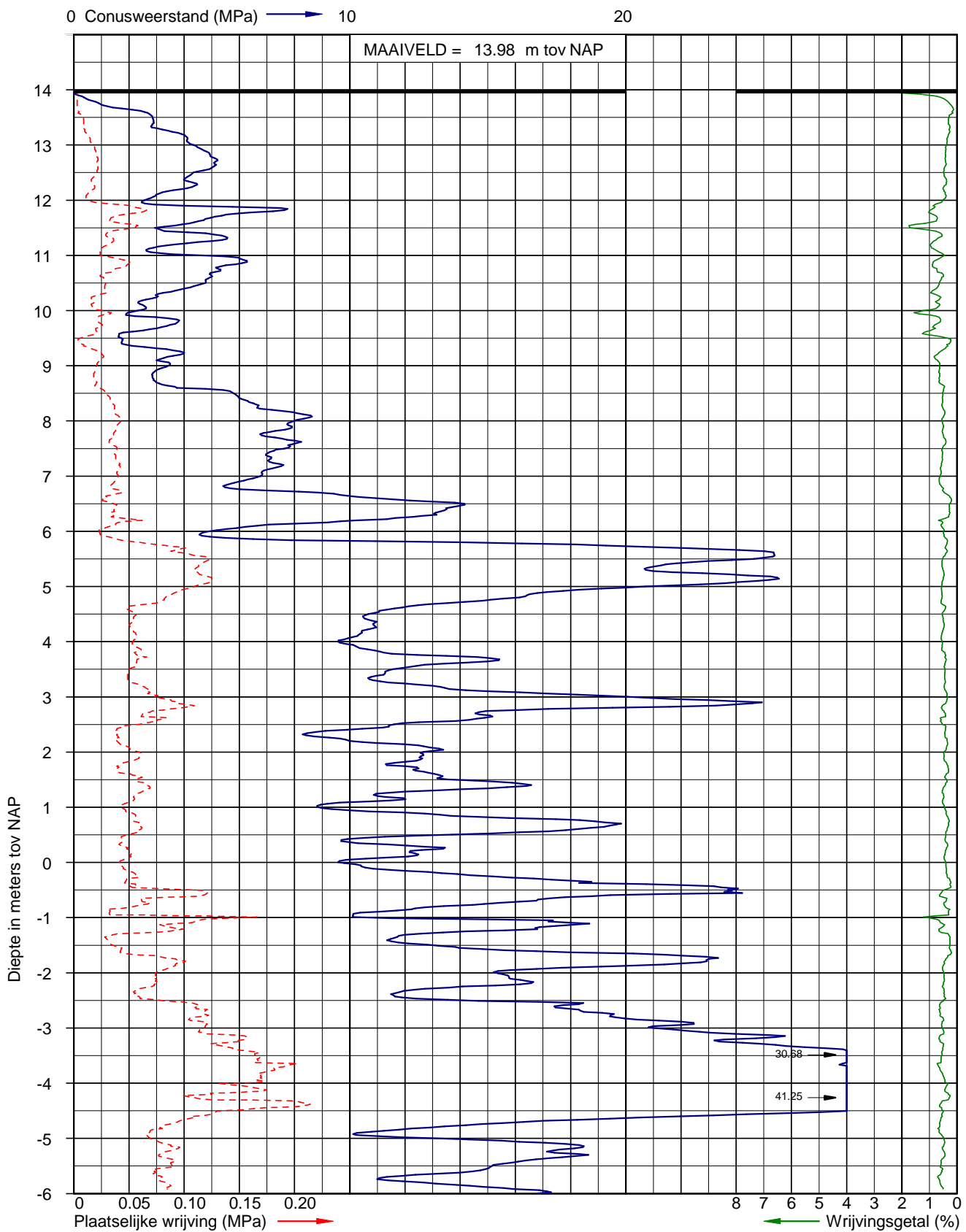
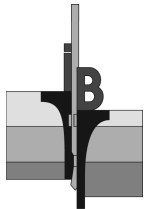
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL
Conusoppervlak 10 cm² Datum: 14-3-2014

X: 215160
Y: 443735

Pagina: 1/1

Sondering DKM-1



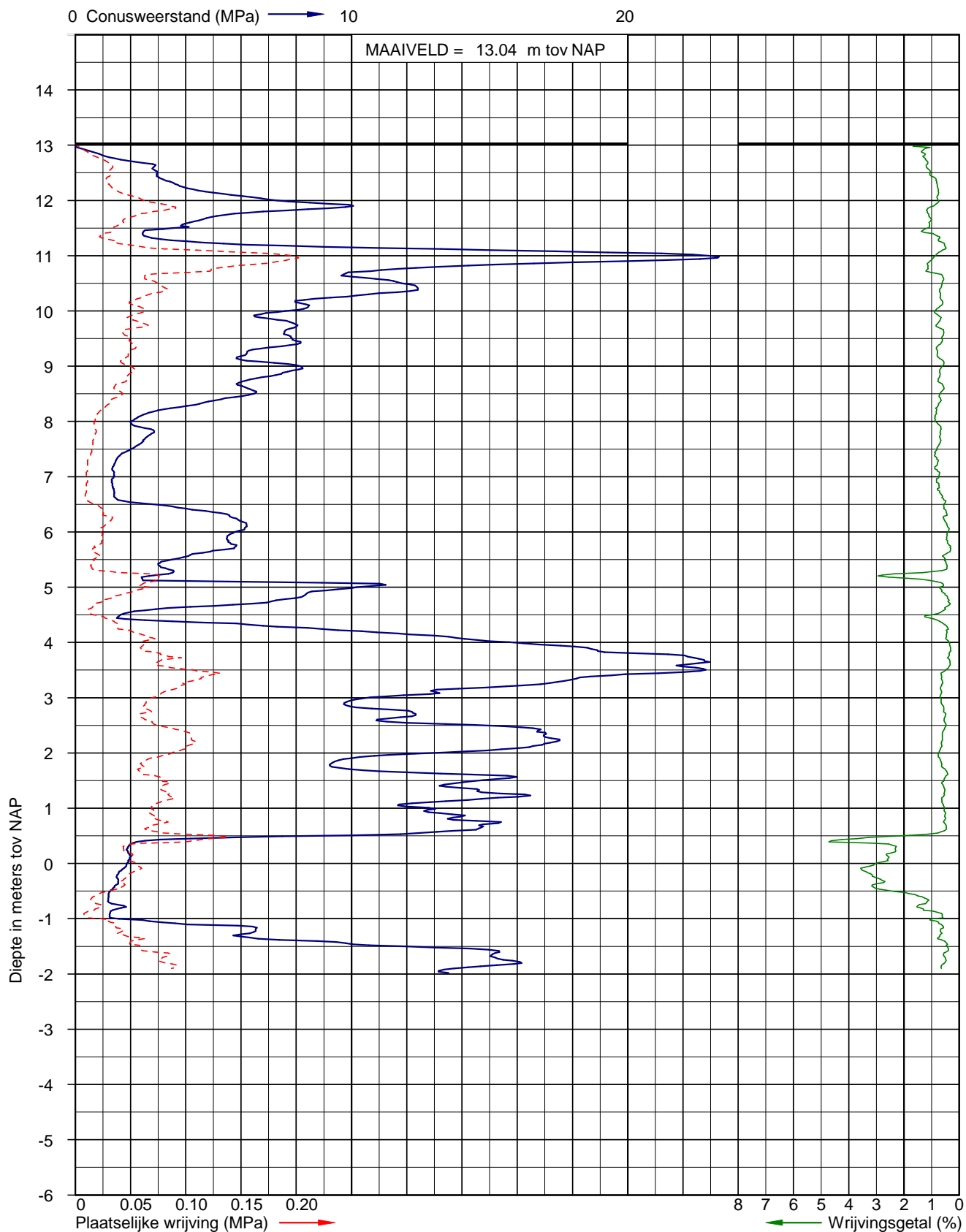
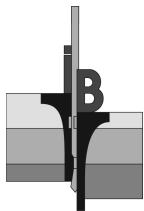


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL
Conusoppervlak 10 cm² Datum: 14-3-2014

X: 215258
Y: 443826

Pagina: 1/1

Sondering DKM-3

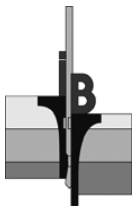


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL
Conusoppervlak 10 cm² Datum: 14-3-2014

X: 215546
Y: 443538

Pagina: 1/1

Sondering DKM-4

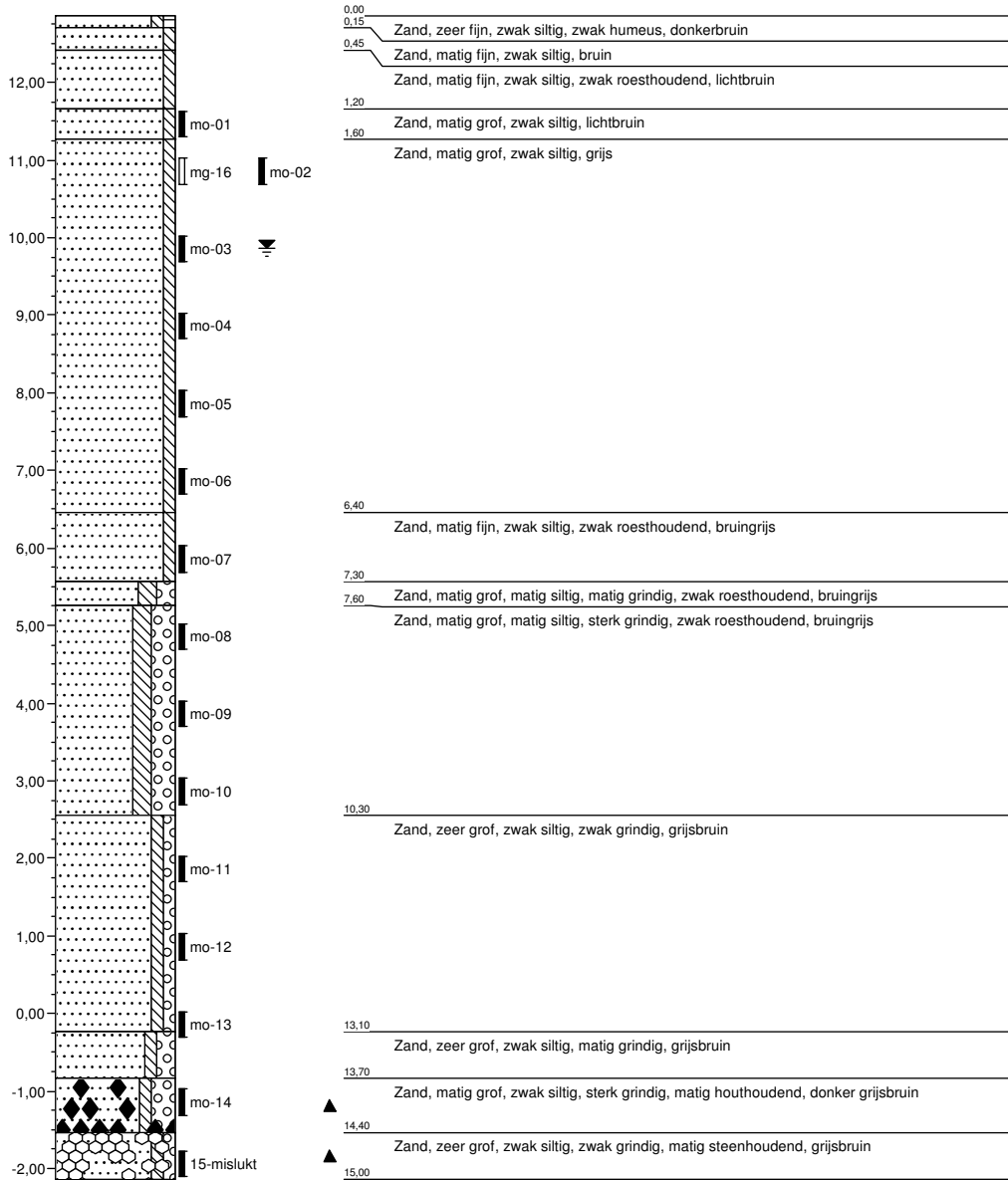


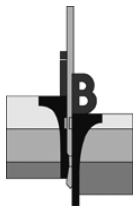
Opdracht: 02P002842-03
Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

Boring: B-13
Uitvoering op: 14-03-2014
Boring nabij:
Uitvoering door: HSS

Boring volgens NEN 5119
Maaiveldhoogte: 12,86 m t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand: 300 cm - maaiveld

Classificatie volgen NEN 5104
x [m in RD]: 215180
y [m in RD]: 443749



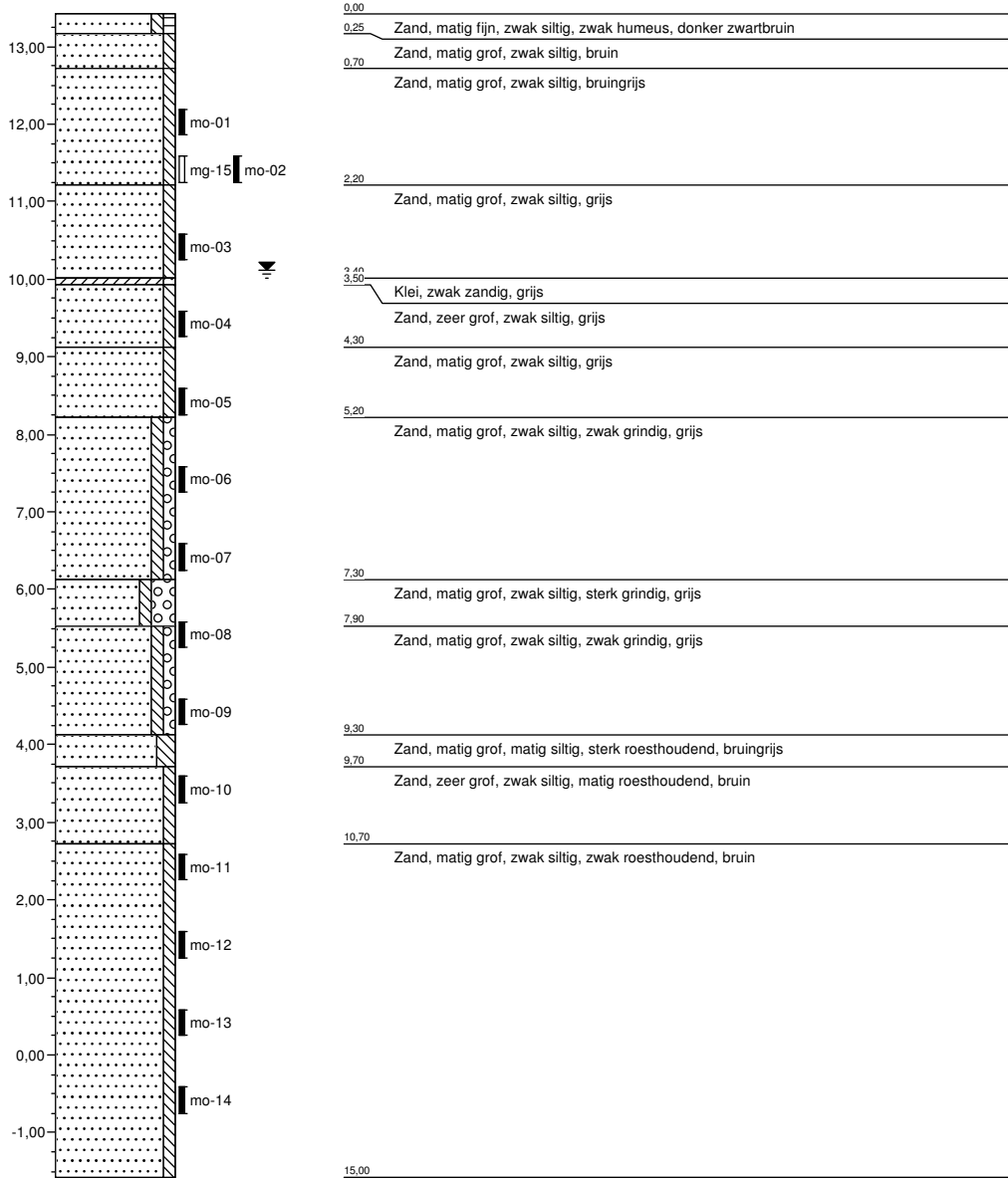


Opdracht: 02P002842-03
Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

Boring: B-14
Uitvoering op: 17-03-2014
Boring nabij:
Uitvoering door: HSS

Boring volgens NEN 5119
Maaiveldhoogte: 13,42 m t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand: 330 cm - maaiveld

Classificatie volgen NEN 5104
x [m in RD]: 215244
y [m in RD]: 443801





Opdracht: 02P002842-03

Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:

B-46

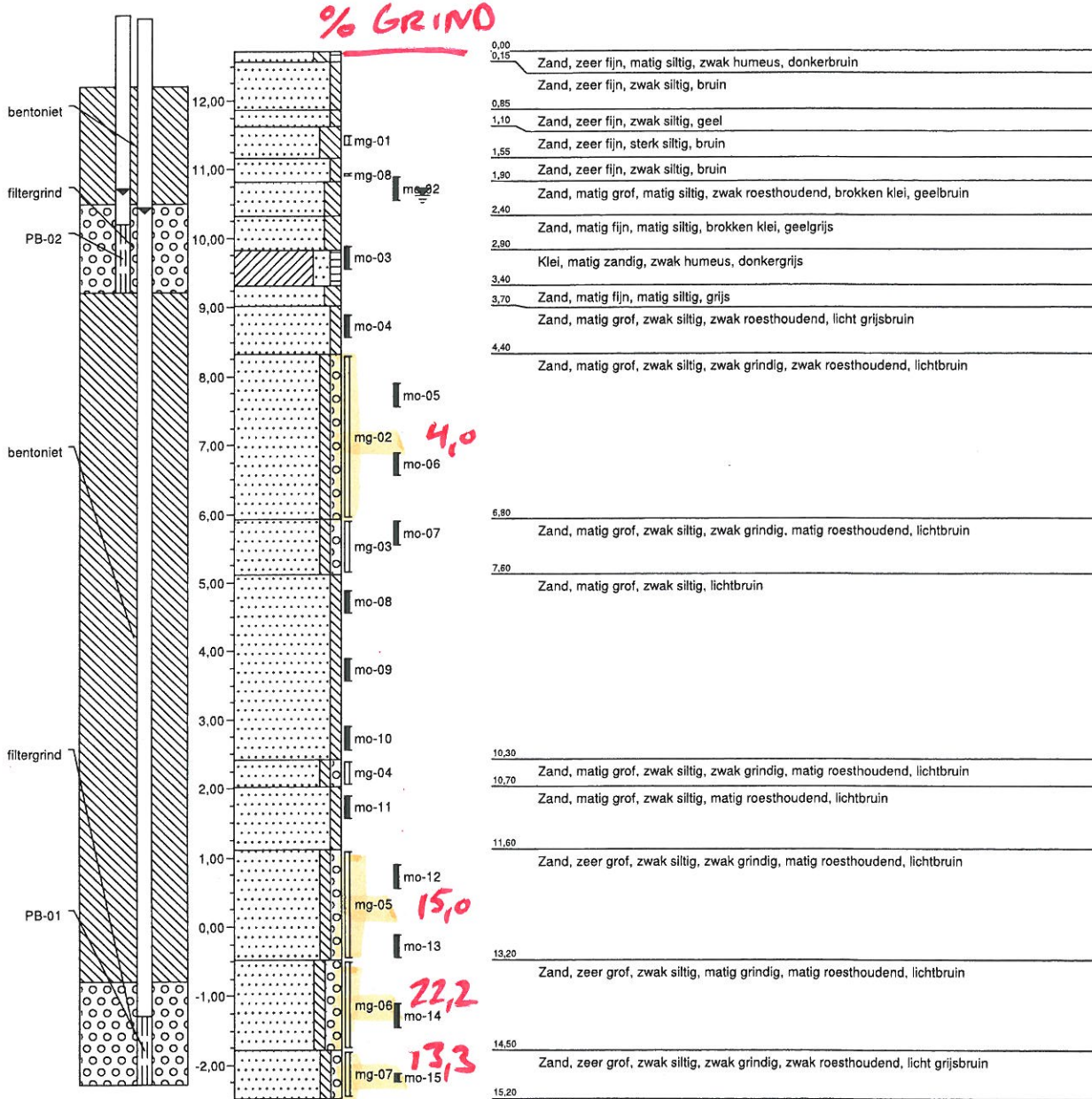
01-05-2014
HSS

Boring volgens NEN 5119

Maaiveldhoogte: 12,72m t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand: 210 cm - maaiveld

Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat: 215214 m (in RD)
y-coördinaat: 443771 m (in RD)



OPDRACHTGEVER : Tennet TSO
#N/B
#N/B

Project : Doetinchem - Wesel
Wegvak : Doetinchem - Wesel

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-2

Materiaal	: Zand in zandbed	Onderzoekscode	: N.HHe-323386-080
Herkomst	: uit het werk	Doel onderzoek	: Geschiktheid
Monstername door	: Onbekend	Laboratorium	: Grontmij Lab Noord
Datum monstername	: nb		
Proeven: Bepaling korrelverdeling conform WG-205 (incl 63µm zand) (Q)			

Proef	Meetresultaat	Eis
Diepte	: 4,40 / 6,80	m ³
Vochtgehalte (situ)	: 15,5	% (m/m) nvt
Korrelverdeling (op zeef)	C63 : -	% (m/m)
	C45 : -	% (m/m)
	C31,5 : -	% (m/m)
	C22,4 : -	% (m/m)
	C16 : -	% (m/m)
	C11,2 : -	% (m/m)
	C8 : -	% (m/m)
	C5,6 : 1,0	% (m/m)
	C4 : 1,2	% (m/m)
	2,8mm : 1,3	% (m/m)
	2mm : 4,0	% (m/m)
	1,4mm : 4,5	% (m/m)
	1mm : 5,4	% (m/m)
	710 µm : 7,2	% (m/m)
	600 µm : 9,1	% (m/m)
	500 µm : 11,8	% (m/m)
	355 µm : 25,4	% (m/m)
	250 µm : 46,5	% (m/m)
	212 µm : 62,2	% (m/m)
	180 µm : 75,6	% (m/m)
	125 µm : 89,6	% (m/m)
	90 µm : 93,4	% (m/m)
	63 µm : 94,7	% (m/m)
	< 63 µm : 5,3	% (m/m)
Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 243	µm Klasse: matig grof (NEN 5104)
d60/d10	: 2,0	Karakterisering: Matig (NEN 5104)
Zanddriehoek	2mm-500µm : 8,6	% (m/m)
	500µm-180µm : 70,4	% (m/m)
	180µm-63µm : 21,0	% (m/m)

Opmerking :

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het (de) op dd 12-5-2014 aangeboden monster (s).

versie 1

Pagina 40 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt

Kwaliteitsmanager:

Datum:



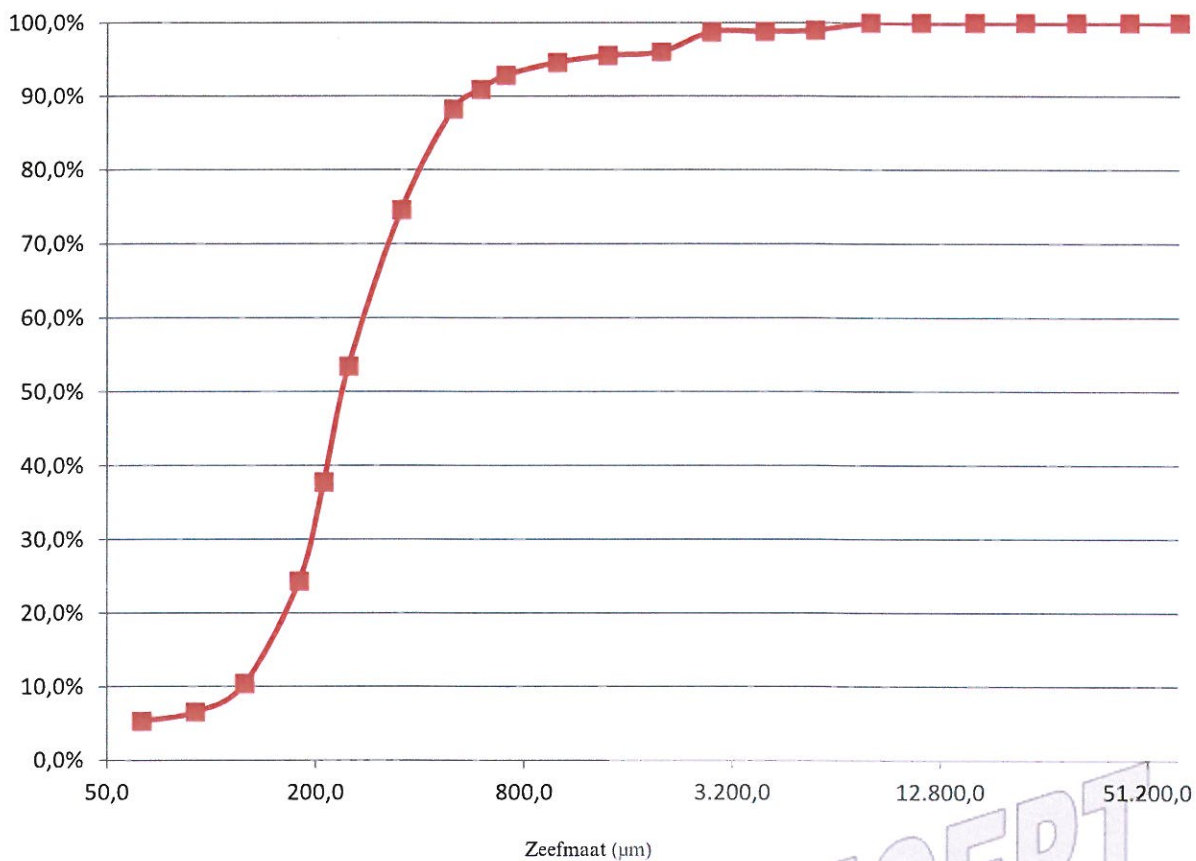
Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
#N/B
#N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

B46-2 **ZEEFKROMME**
~~B03-075~~ Onderzoekscode : N.HHe-323386-080



CONCEPT

		versie 1
		Pagina 40 - x
Onderzoeksleider:	H. Hetterschijt	Kwaliteitsmanager:
		Datum:



Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
#N/B
#N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-5

Materiaal	: Zand in zandbed	Onderzoekscode	: N.HHe-323386-080
Herkomst	: uit het werk	Doel onderzoek	: Geschiktheid
Monstername door	: Onbekend	Laboratorium	: Grontmij Lab Noord
Datum monstername	: nb		

Proeven: Bepaling korrelverdeling conform WG-205 (incl 63µm zand) (Q)

Proef	Meetresultaat	Eis
Diepte	: 11,60 / 13,20	m ¹
Vochtgehalte (situ)	: 14,2	% (m/m) nvt
Korrelverdeling (op zeef)	C63 : -	% (m/m)
	C45 : -	% (m/m)
	C31,5 : -	% (m/m)
	C22,4 : -	% (m/m)
	C16 : 1,9	% (m/m)
	C11,2 : 2,4	% (m/m)
	C8 : 2,8	% (m/m)
	C5,6 : 5,4	% (m/m)
	C4 : 9,0	% (m/m)
	2,8mm : 12,2	% (m/m)
	2mm : 15,0	% (m/m)
	1,4mm : 17,5	% (m/m)
	1mm : 20,4	% (m/m)
	710 µm : 24,6	% (m/m)
	600 µm : 28,1	% (m/m)
	500 µm : 34,0	% (m/m)
	355 µm : 55,9	% (m/m)
	250 µm : 75,4	% (m/m)
	212 µm : 82,6	% (m/m)
	180 µm : 87,3	% (m/m)
	125 µm : 95,4	% (m/m)
	90 µm : 97,6	% (m/m)
	63 µm : 98,3	% (m/m)
	< 63 µm : 1,7	% (m/m)
Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 351	µm Klasse: zeer grof (NEN 5104)
d60/d10	: 2,5	Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Zanddriehoek	2mm-500µm : 22,8	% (m/m)
	500µm-180µm : 64,0	% (m/m)
	180µm-63µm : 13,2	% (m/m)

Opmerking :

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het (de) op dd 12-5-2014 aangeboden monster (s).

versie 1

Pagina 41 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt

Kwaliteitsmanager:

Datum:



Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

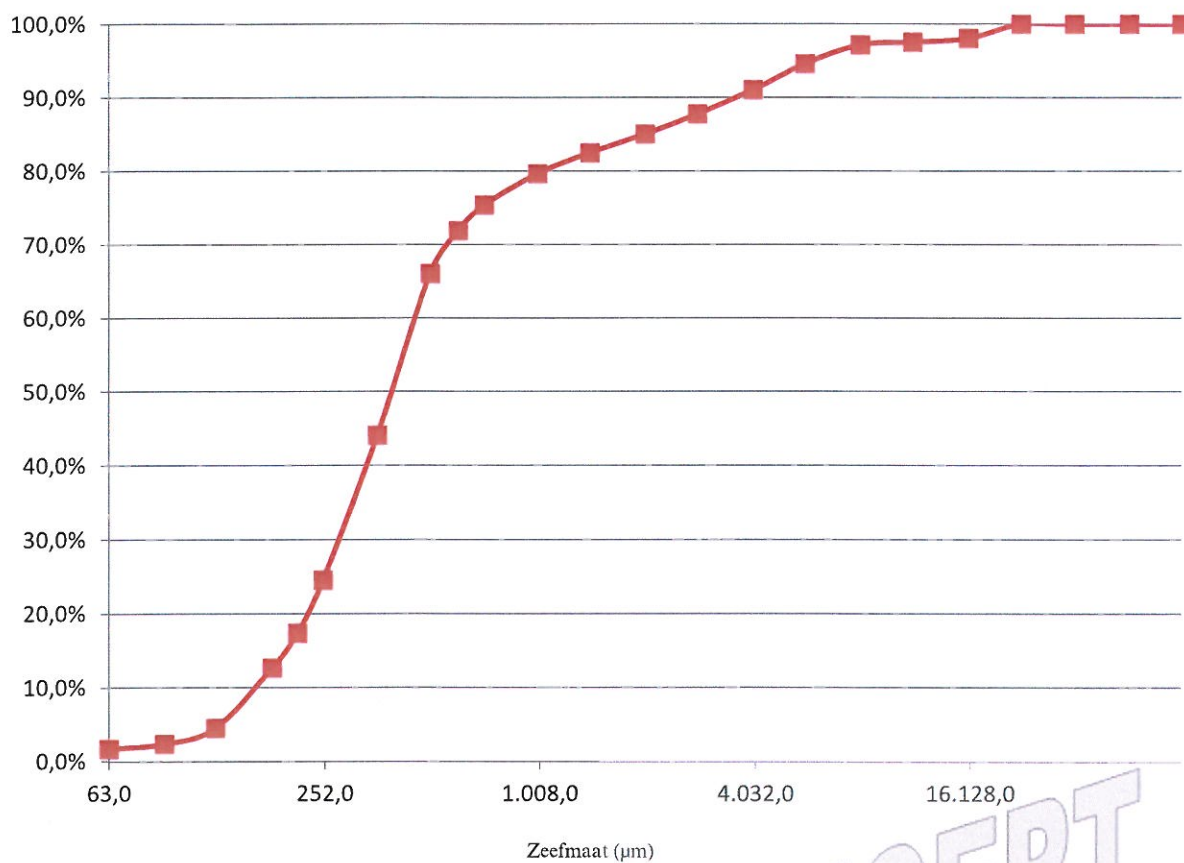
Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
 #N/B
 #N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

ZEEFKROMME B46-5

Onderzoekscode : N.HHe-323386-080



CONCEPT

		versie 1
		Pagina 42 - x
Onderzoeksleider: <u>H. Hetterschijt</u>	Kwaliteitsmanager:	Datum:



Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
 #N/B
 #N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND B46-6

Materiaal	: Zand in zandbed	Onderzoekscode	: N.HHe-323386-080
Herkomst	: uit het werk	Doel onderzoek	: Geschiktheid
Monstername door	: Onbekend	Laboratorium	: Grontmij Lab Noord
Datum monstername	: nb		
Proeven: Bepaling korrelverdeling conform WG-205 (incl 63µm zand) (Q)			

Proef	Meetresultaat	Eis	
Diepte	: 13,20 / 14,50	m ¹	GEEN
Vochtgehalte (situ)	: 14,6	% (m/m)	nvt
Korrelverdeling (op zeef)	C63	: -	% (m/m)
	C45	: -	% (m/m)
	C31,5	: -	% (m/m)
	C22,4	: -	% (m/m)
	C16	: 0,3	% (m/m)
	C11,2	: 1,0	% (m/m)
	C8	: 3,2	% (m/m)
	C5,6	: 6,9	% (m/m)
	C4	: 12,4	% (m/m)
	2,8mm	: 17,4	% (m/m)
	2mm	: 22,2	% (m/m)
	1,4mm	: 27,3	% (m/m)
	1mm	: 33,5	% (m/m)
	710 µm	: 44,3	% (m/m)
	600 µm	: 53,9	% (m/m)
	500 µm	: 65,8	% (m/m)
	355 µm	: 82,3	% (m/m)
	250 µm	: 91,9	% (m/m)
	212 µm	: 95,0	% (m/m)
	180 µm	: 96,2	% (m/m)
	125 µm	: 97,9	% (m/m)
	90 µm	: 98,4	% (m/m)
	63 µm	: 98,6	% (m/m)
	< 63 µm	: 1,4	% (m/m)
Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 545	µm	Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	: 2,4		Karakterisering: Goed (NEN 5104)
Zanddriehoek	2mm-500µm	: 57,1	% (m/m)
	500µm-180µm	: 39,8	% (m/m)
	180µm-63µm	: 3,1	% (m/m)

Opmerking :

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het (de) op dd 12-5-2014 aangeboden monster (s).

versie 1

Pagina 43 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt

Kwaliteitsmanager:

Datum:



Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

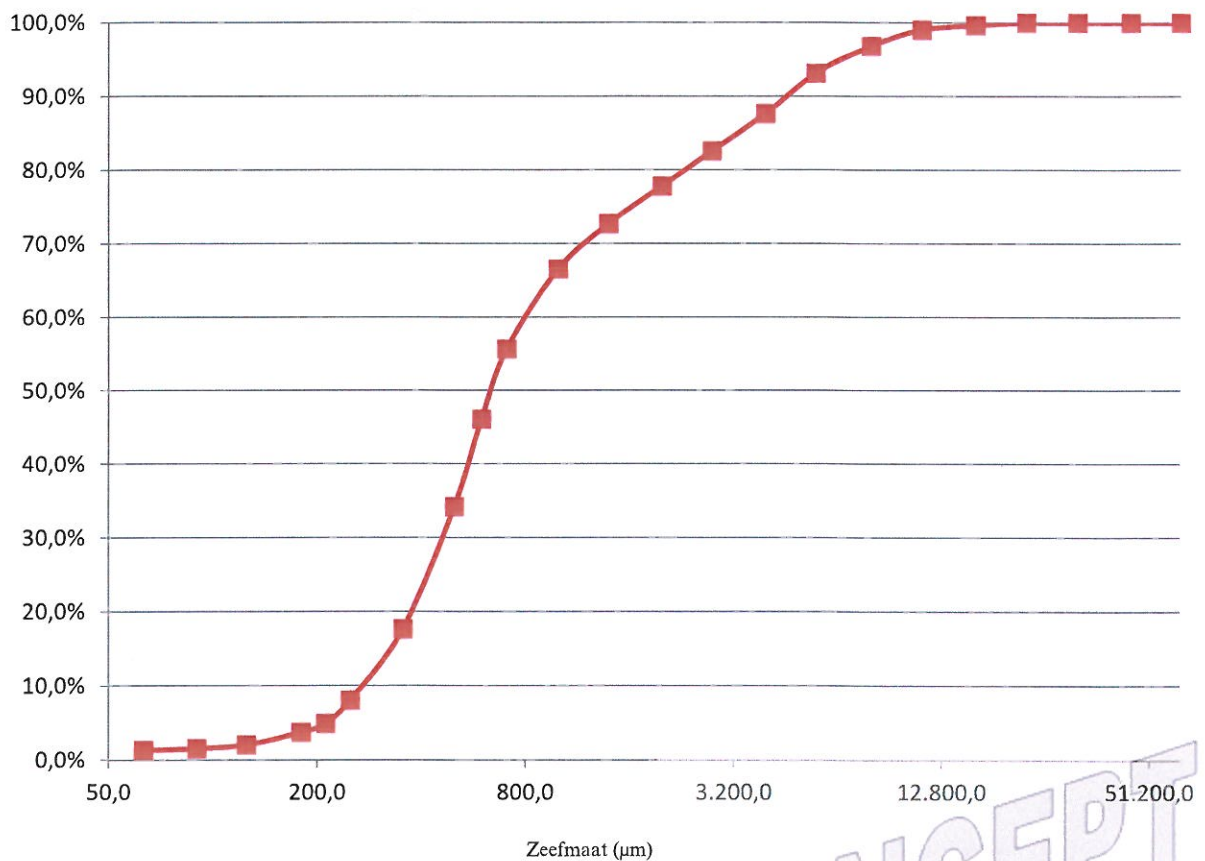
Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
 #N/B
 #N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

ZEEFKROMME B46-6

Onderzoekscode : N.HHe-323386-080



CONCEPT

		versie 1
Onderzoeksleider: H. Hetterschijt	Kwaliteitsmanager:	Datum: Pagina 44 - x



Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
 #N/B
 #N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

BEPROEVINGSRAPPORT ZAND

B46-7

Materiaal	: Zand in zandbed	Onderzoekscode	: N.HHe-323386-080
Herkomst	: uit het werk	Doel onderzoek	: Geschiktheid
Monsternamen door	: Onbekend	Laboratorium	: Grontmij Lab Noord
Datum monstername	: nb		

Proeven: Bepalings korrelverdeling conform WG-205 (incl 63µm zand) (Q)

Proef	Meetresultaat	Eis
Diepte	: 14,50 / 15,20	m'
Vochtgehalte (situ)	: 14,4	% (m/m) nvt
Korrelverdeling (op zeef)	C63 : -	% (m/m)
	C45 : -	% (m/m)
	C31,5 : -	% (m/m)
	C22,4 : -	% (m/m)
	C16 : -	% (m/m)
	C11,2 : 0,4	% (m/m)
	C8 : 1,5	% (m/m)
	C5,6 : 4,7	% (m/m)
	C4 : 8,1	% (m/m)
	2,8mm : 10,8	% (m/m)
	2mm : 13,3	% (m/m)
	1,4mm : 16,7	% (m/m)
	1mm : 22,5	% (m/m)
	710 µm : 36,2	% (m/m)
	600 µm : 49,9	% (m/m)
	500 µm : 69,1	% (m/m)
	355 µm : 91,2	% (m/m)
	250 µm : 94,9	% (m/m)
	212 µm : 95,7	% (m/m)
	180 µm : 96,4	% (m/m)
	125 µm : 97,7	% (m/m)
	90 µm : 98,3	% (m/m)
	63 µm : 98,6	% (m/m)
	< 63 µm : 1,4	% (m/m)
Zandmediaan (M-50 cijfer)	: 568	µm Klasse: uiterst grof (NEN 5104)
d60/d10	: 1,7	Karakterisering: Slecht (NEN 5104)
Zanddriehoek	2mm-500µm : 65,4	% (m/m)
	500µm-180µm : 32,1	% (m/m)
	180µm-63µm : 2,5	% (m/m)

Opmerking :

Het resultaat heeft uitsluitend betrekking op het (de) op dd 12-5-2014 aangeboden monster (s).

versie 1

Pagina 45 - x

Onderzoeksleider: H. Hetterschijt

Kwaliteitsmanager:

Datum:



Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen.
Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.

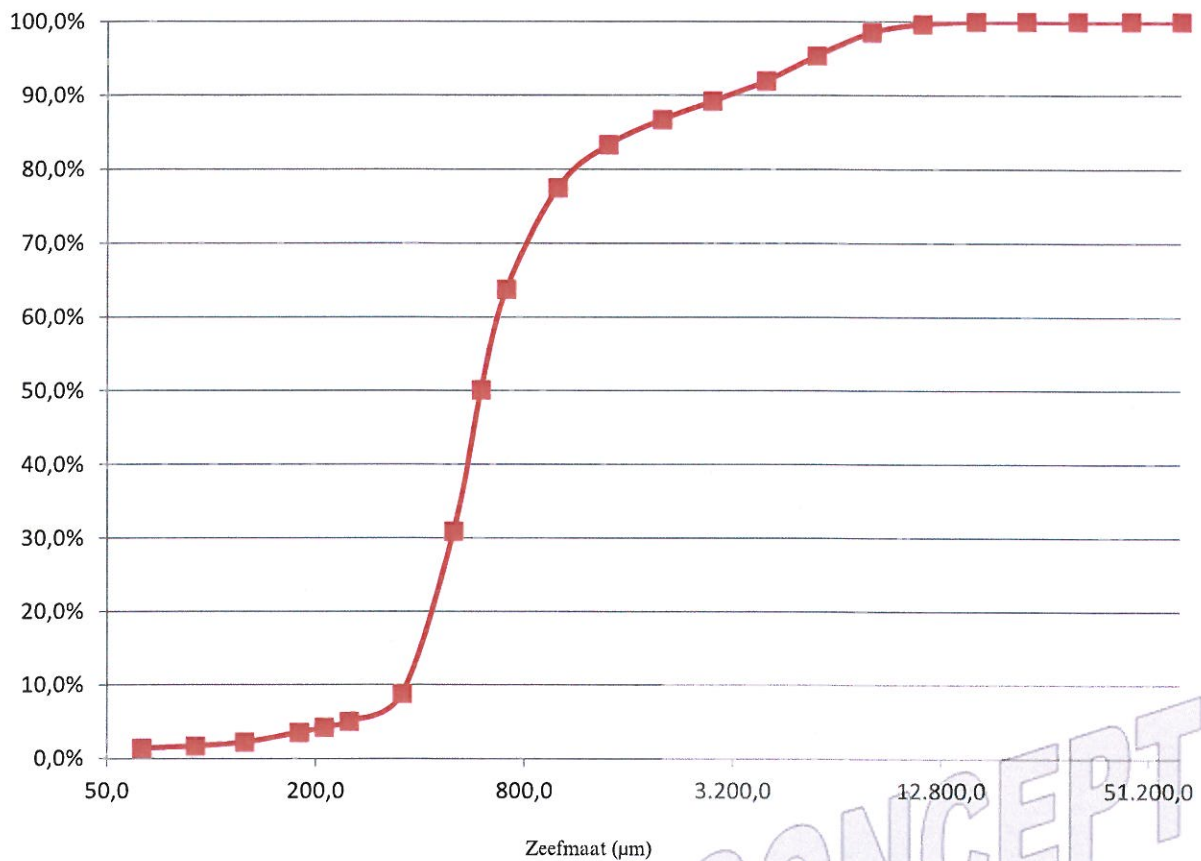
Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

OPDRACHTGEVER Tennet TSO
 #N/B
 #N/B

Project Doetinchem - Wesel
Wegvak Doetinchem - Wesel

ZEEFKROMME B46-7

Onderzoekscode : N.HHe-323386-080



CONCEPT

		versie I
		Pagina 46 - x
Onderzoeksleider: H. Heterschijt	Kwaliteitsmanager:	Datum:
















Het laboratorium is geaccrediteerd onder registratienummer L047 voor de met Q gemerkte verrichtingen. Informatie omtrent de gehanteerde onderzoeksmethoden is op te vragen bij het laboratorium.




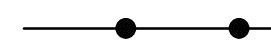
Deze rapportage mag niet in delen worden gereproduceerd zonder schriftelijke toestemming van het laboratorium.

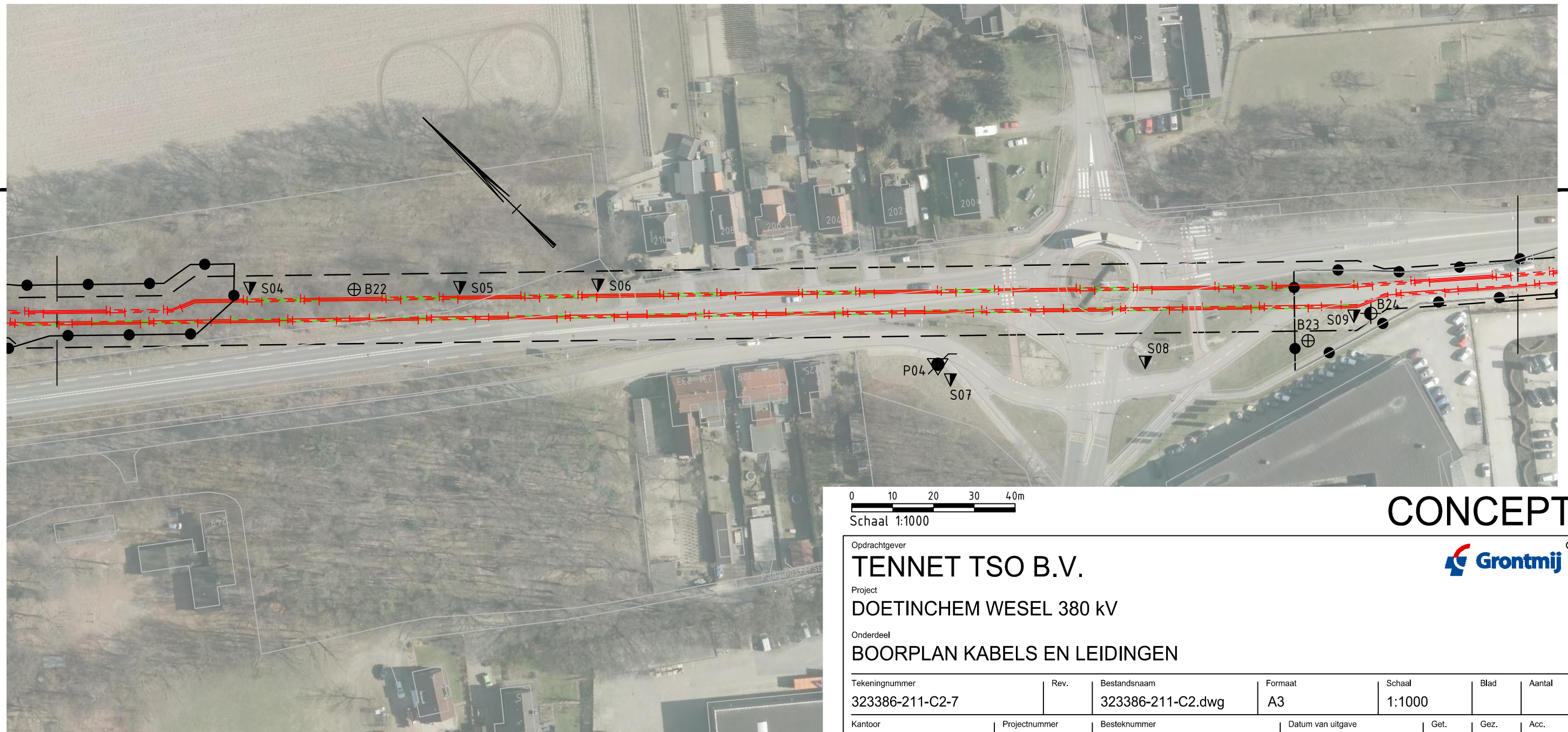
Keppelseweg II

VERKLARING

-  BORING TOT 2.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH
-  BORING TOT 3.0m -MV
CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU
-  BORING TOT 3.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU
-  BORING TOT 8.0m -MV
G-WAARDE (MACHINAAL)
-  BORING TOT 11.0m -MV
G-WAARDE (MACHINAAL)
-  PEILBUIS TOT 3.0m -MV
CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU - GEOHYDROLOGISCH
-  PEILBUIS TOT 3.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU - GEOHYDROLOGISCH
-  PEILBUIS TOT 6.0m -MV
ARCHEOLOGISCH - CULTUUR TECHNISCH - G-WAARDE - MILIEU - GEOHYDROLOGISCH

-  PEILBUIS TOT 8.0m -MV
-  PEILBUIS TOT 8.0m -MV
G-WAARDE
-  SONDERING TOT 15.0m -MV
-  SONDERING TOT 20.0m -MV
-  ASBESTGAT

-  KABEL
-  MASTVOETEN
-  KABELSTROOK
-  WERKGRENS



0 10 20 30 40m
Schaal 1:1000

CONCEPT



Opdrachtgever

TENNET TSO B.V.

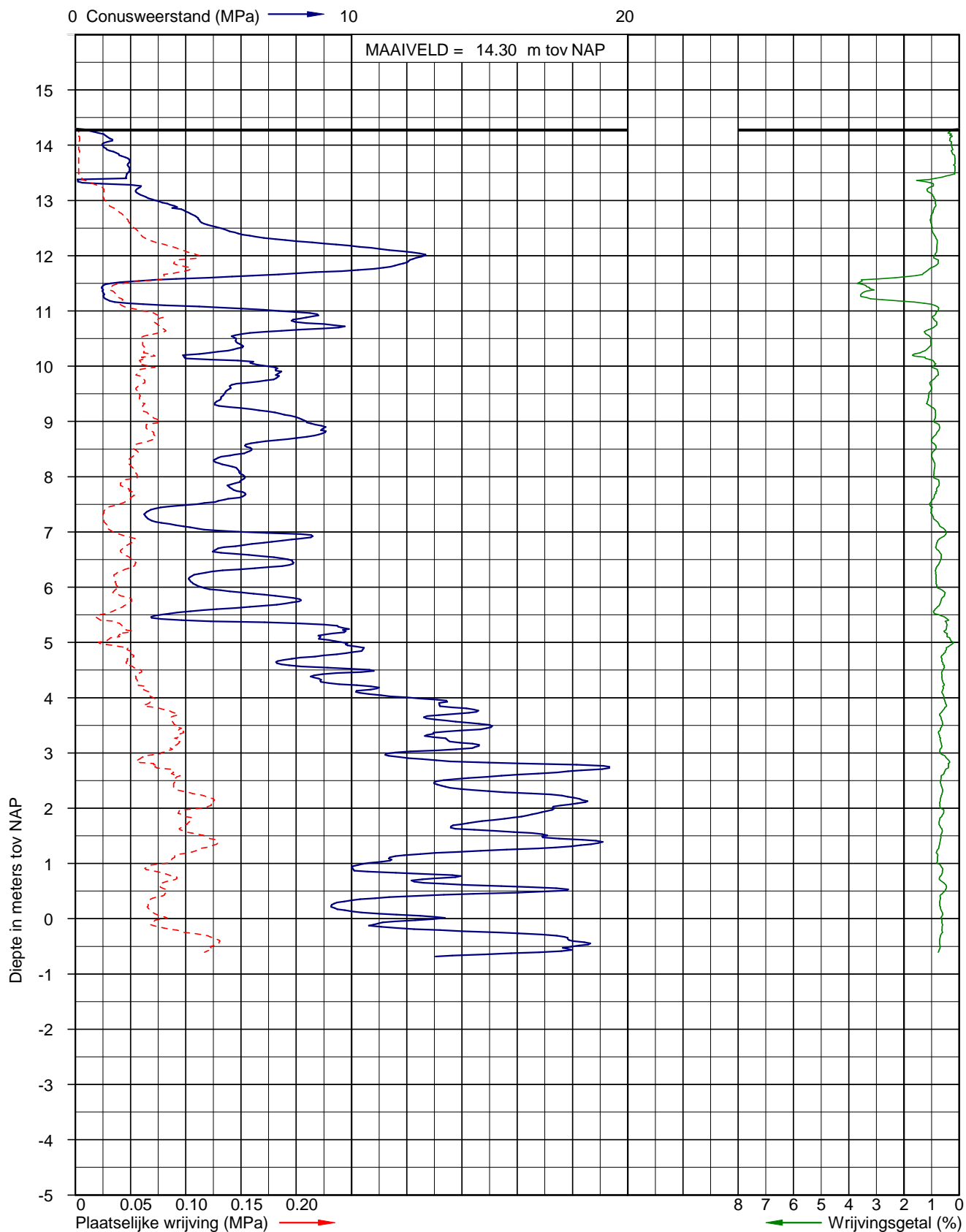
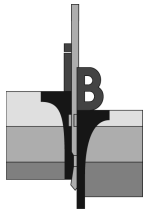
Project

DOETINCHEM WESEL 380 kV

Onderdeel

BOORPLAN KABELS EN LEIDINGEN

Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
323386-211-C2-7		323386-211-C2.dwg	A3	1:1000		
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
ARNHEM	323386		21-02-2014	MB		

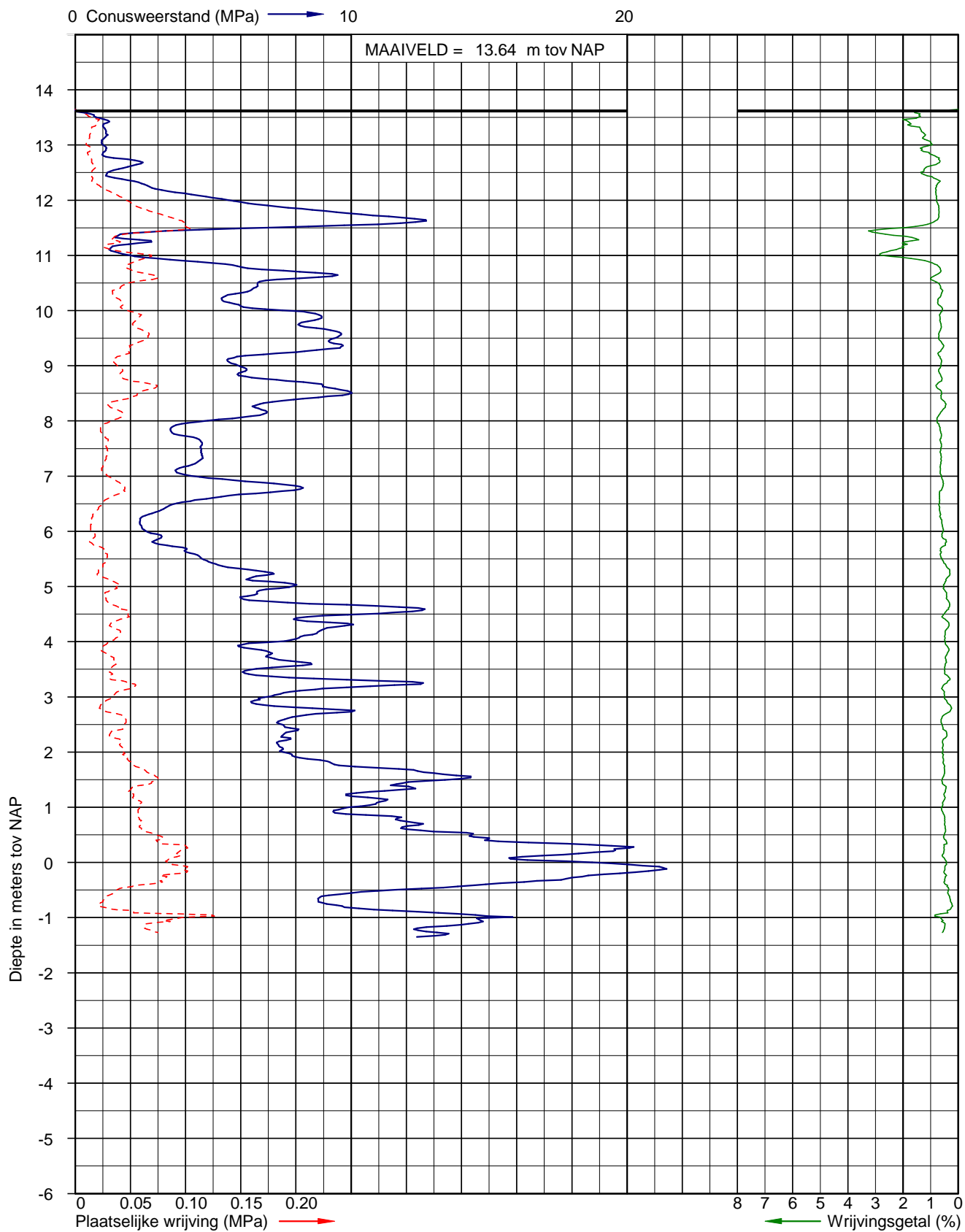
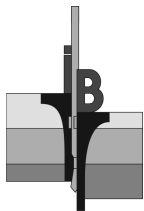


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL
Conusoppervlak 10 cm² Datum: 14-3-2014

X: 215565
Y: 443474

Pagina: 1/1

Sondering DKM-5

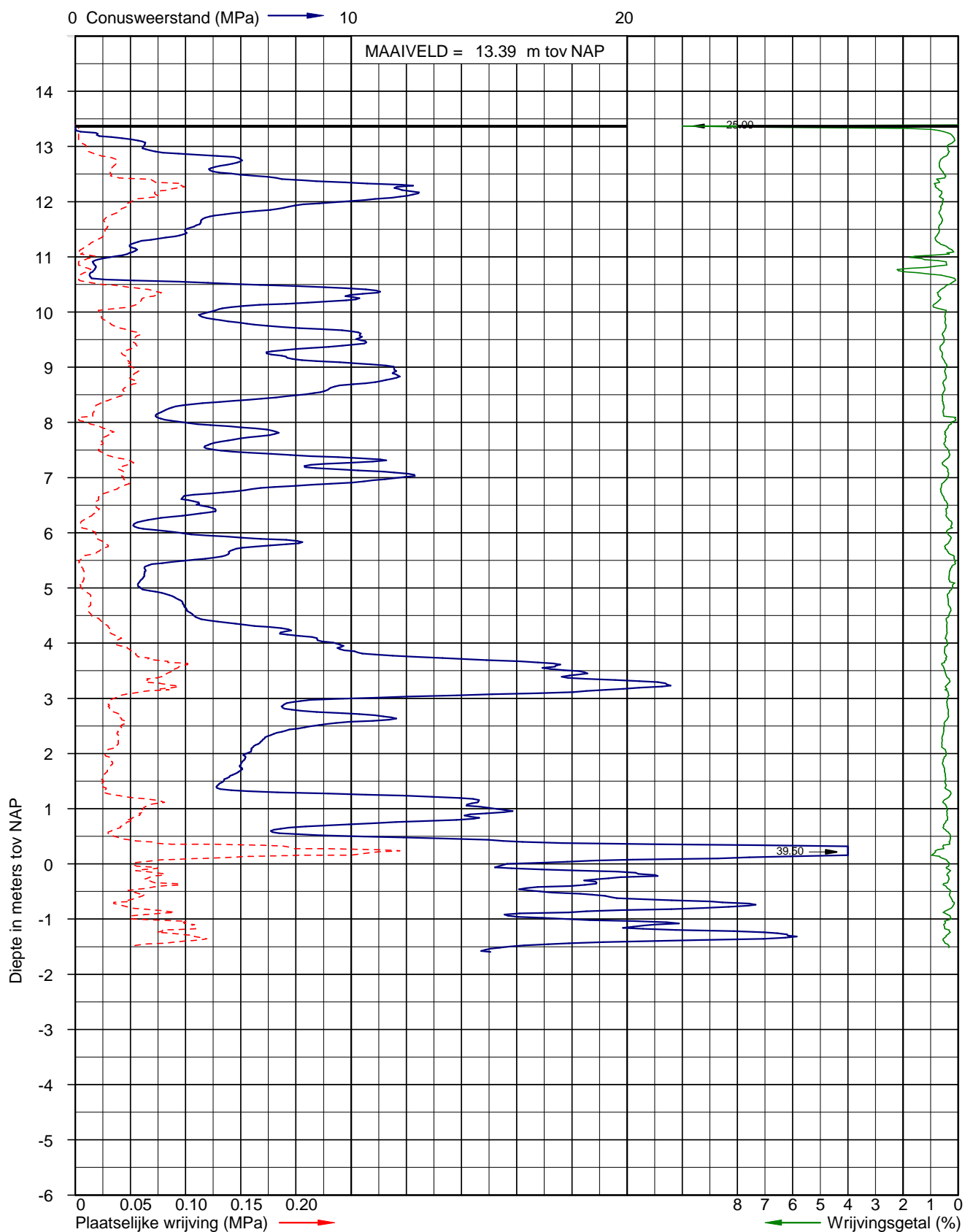
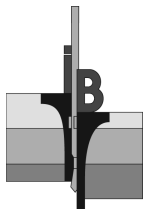


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL
Conusoppervlak 10 cm^2 Datum: 14-3-2014

X: 215587
Y: 443456

Pagina: 1/1

Sondering DKM-6

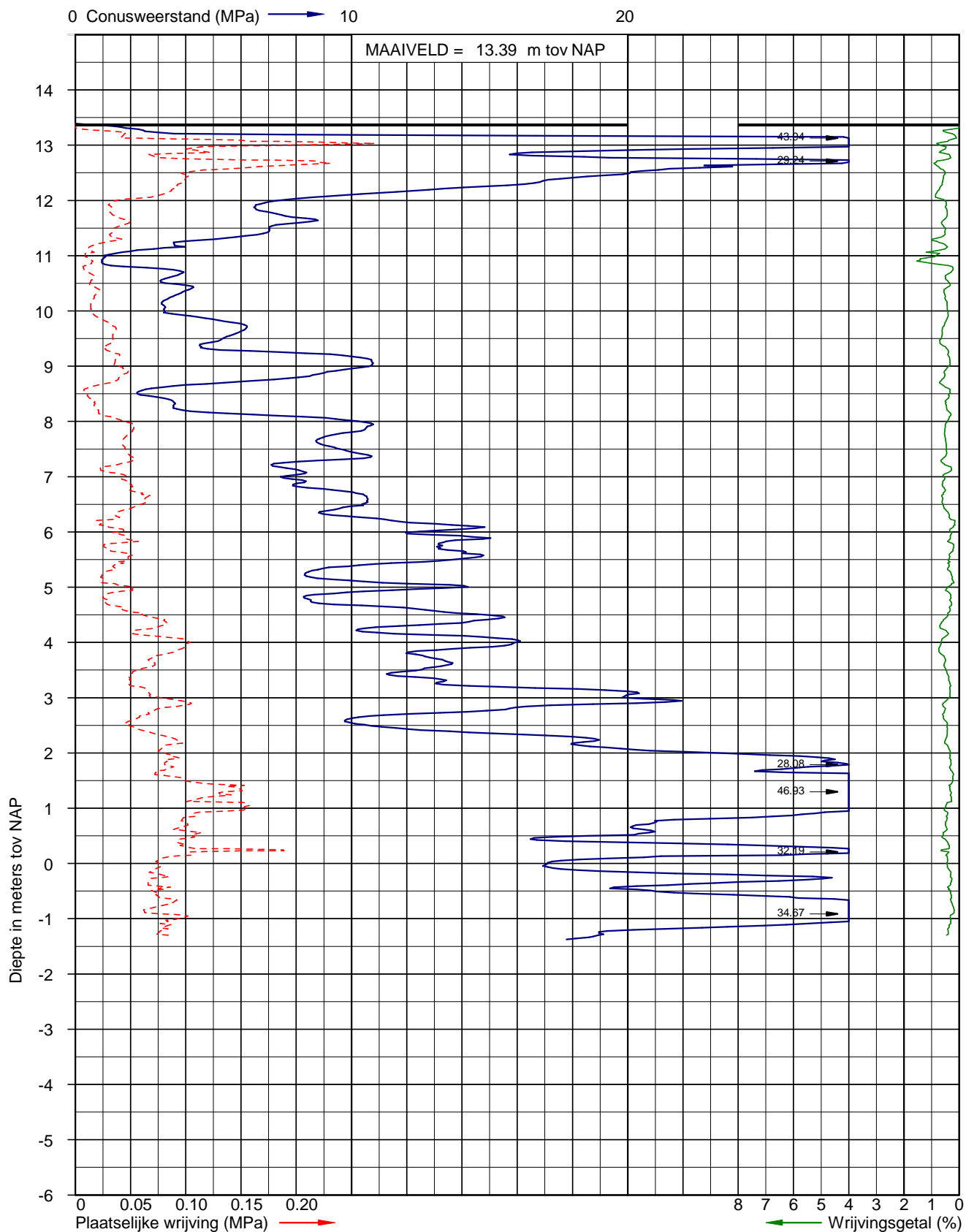
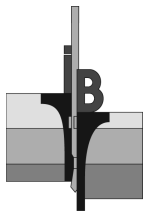


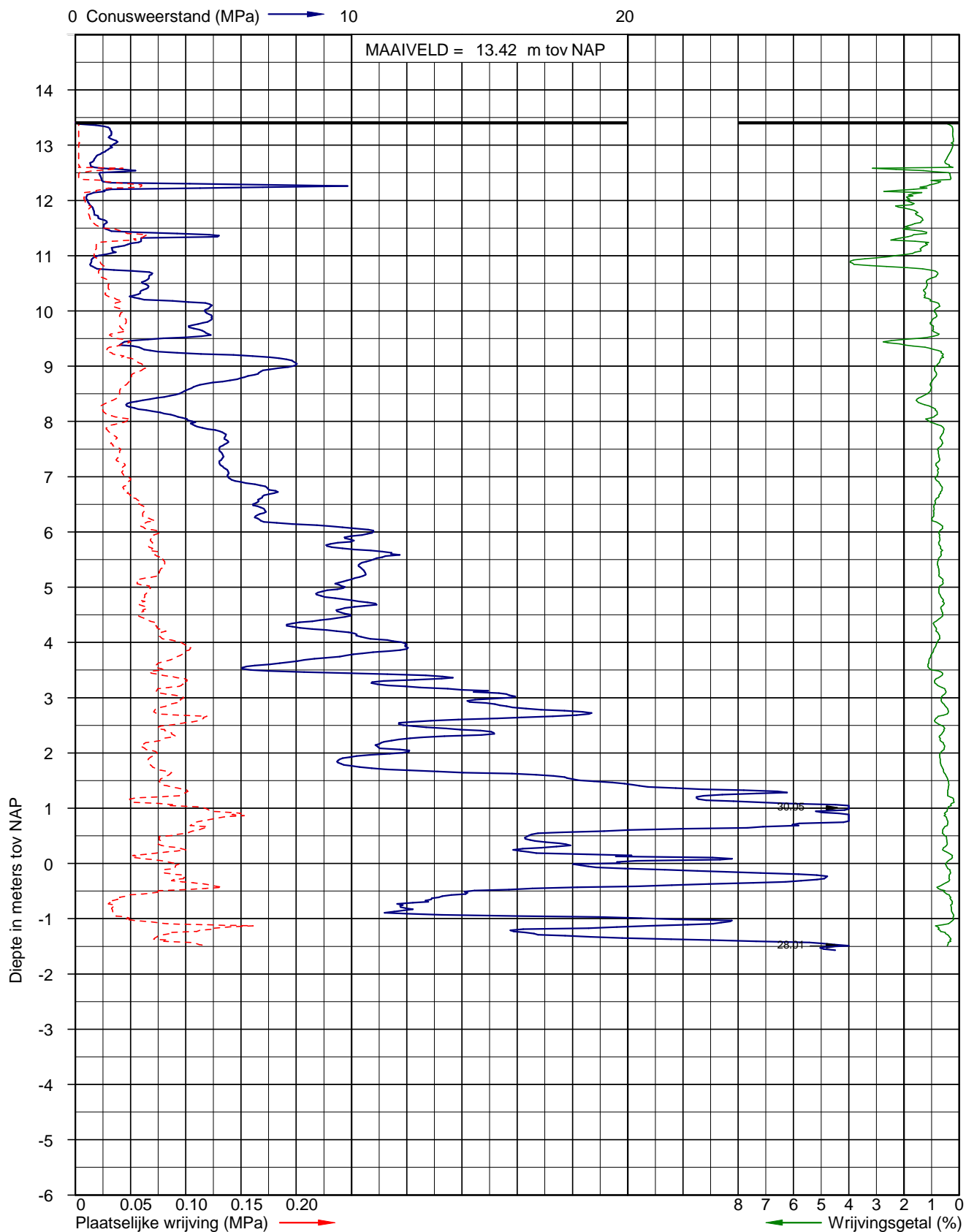
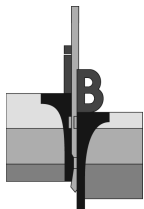
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 Uitvoerder: S22-RHL
Conusoppervlak 10 cm² Datum: 14-3-2014

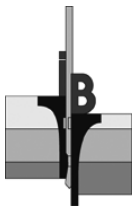
X: 215632
Y: 443376

Pagina: 1/1

Sondering DKM-7







Opdracht: 02P002842-03
Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

Boring: B-22

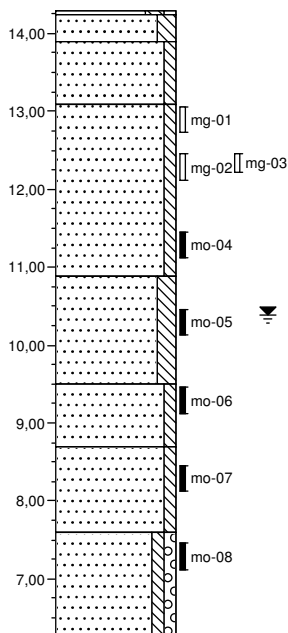
Uitvoering op: 13-03-2014
Boring nabij:
Uitvoering door: HSS

Boring volgens NEN 5119

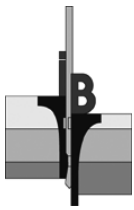
Maaiveldhoogte: 14,29 m t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand: 390 cm - maaiveld

Classificatie volgen NEN 5104

x [m in RD]: 215540
y [m in RD]: 443493



0,05	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwart
0,40	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, donkerbruin
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, bruin
1,20	Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk roesthoudend, bruinoranje
3,40	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, lichtbruin
4,80	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtbruin
5,60	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtgrijs
6,70	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, lichtgrijs
8,00	



Opdracht: 02P002842-03
Project: Aanvullend onderzoek hoogspanningsverbinding TenneT traject Doetinchem tot Wesel

Boring: B-23

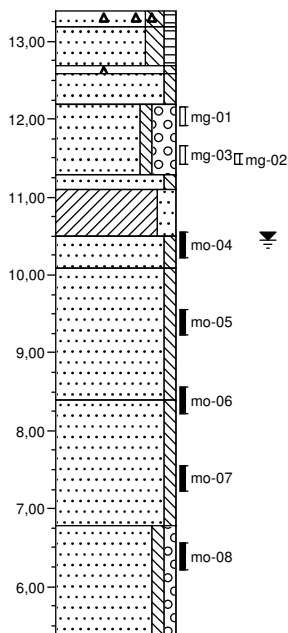
Uitvoering op: 13-03-2014
Boring nabij:
Uitvoering door: HSS

Boring volgens NEN 5119

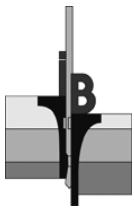
Maaiveldhoogte: 13,39 m t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand: 295 cm - maaiveld

Classificatie volgen NEN 5104

x [m in RD]: 215703
y [m in RD]: 443320



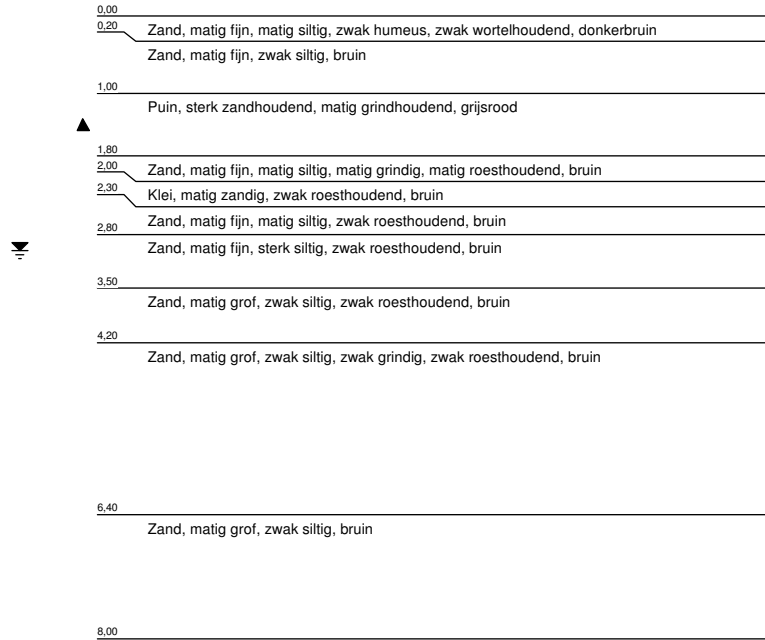
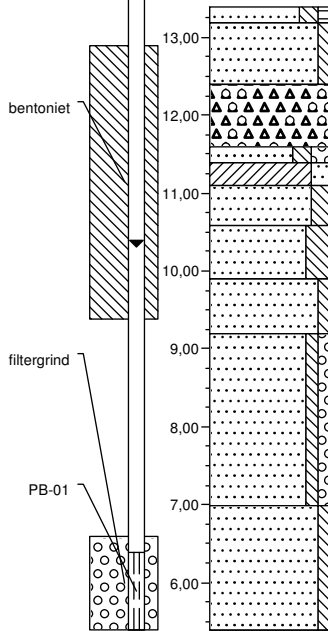
0,00	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak puinhoudend, matig wortelhoudend, donkerbruin
0,20	
0,70	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin
0,80	
1,20	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend, bruin
	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruin
	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig, grijsbruin
2,10	
2,30	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, bruin
	Klei, matig zandig, zwak roesthoudend, bruin
2,90	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtbruin
3,30	
	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbruin
5,00	
	Zand, matig grof, zwak siltig, licht grijsbruin
6,60	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, licht grijsbruin
8,00	



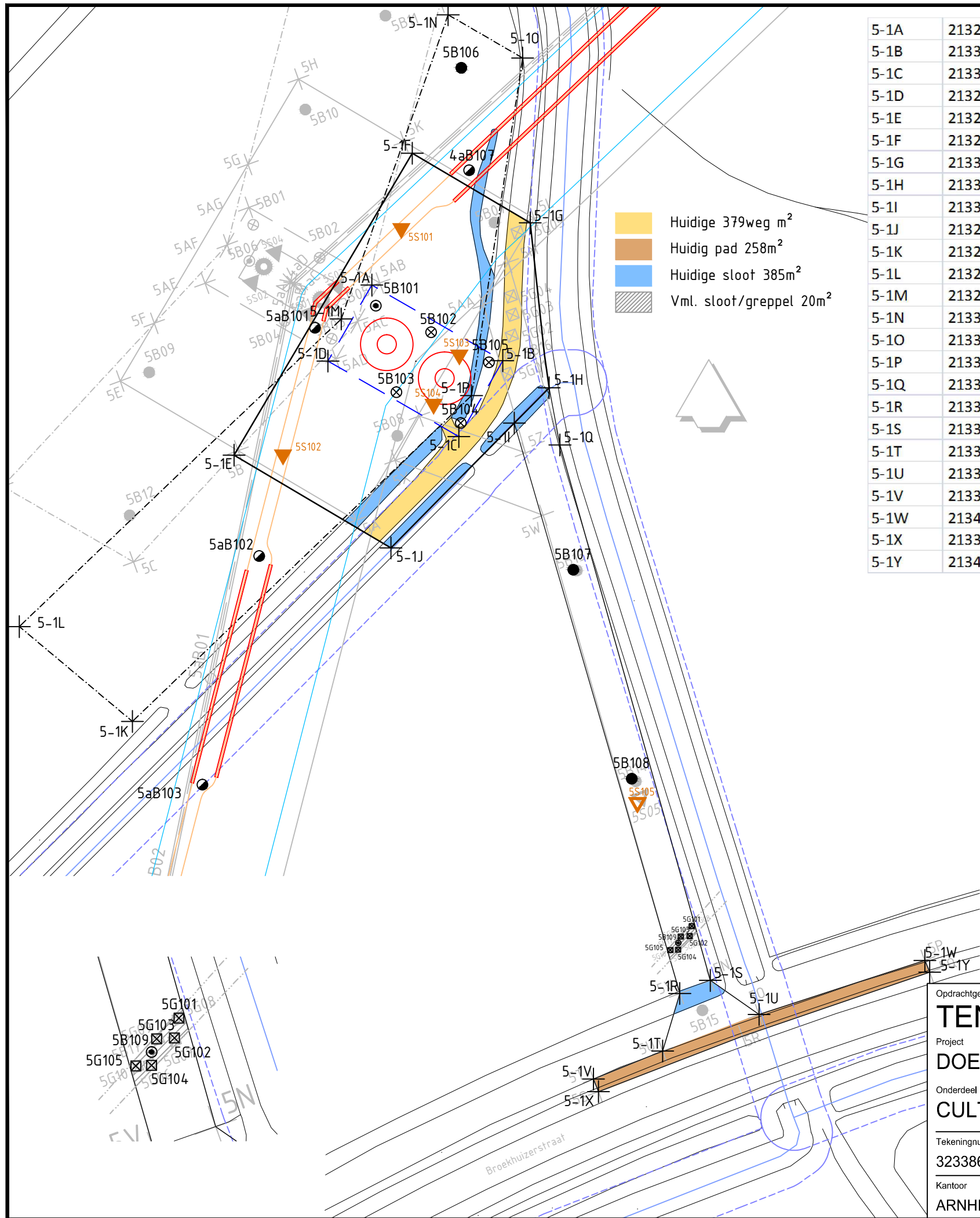
Boring: P-04
Uitvoering op: 17-03-2014
Boring nabij:
Uitvoering door: HSS

Boring volgens NEN 5119
Maaiveldhoogte: 13,39 m t.o.v. N.A.P.
Grondwaterstand: 301 cm - maaiveld

Classificatie volgen NEN 5104
x [m in RD]:
y [m in RD]:



Liemersweg



5-1A	213285,503	442797,884
5-1B	213315,381	442780,634
5-1C	213305,381	442763,314
5-1D	213275,503	442780,564
5-1E	213254,075	442759,071
5-1F	213294,746	442827,961
5-1G	213321,656	442812,074
5-1H	213325,988	442774,456
5-1I	213318,017	442766,396
5-1J	213289,873	442737,936
5-1K	213230,876	442698,343
5-1L	213205,049	442719,985
5-1M	213278,512	442790,148
5-1N	213302,930	442859,531
5-1O	213319,922	442849,686
5-1P	213308,263	442772,677
5-1Q	213328,451	442761,414
5-1R	213355,792	442636,306
5-1S	213362,743	442639,276
5-1T	213351,880	442623,175
5-1U	213373,891	442631,506
5-1V	213336,108	442616,784
5-1W	213411,706	442643,842
5-1X	213337,242	442613,904
5-1Y	213412,830	442641,173

5aB101	213272,531	442788,135
5aB102	213259,790	442736,054
5aB103	213246,837	442683,927
5aB104	213220,145	442581,244
5aB105	213198,241	442494,277
5aB106	213182,730	442437,515

5B101	213286,413	442793,180
5B102	213299,037	442787,110
5B103	213291,097	442773,450
5B104	213305,807	442766,407
5B105	213312,207	442780,269
5B106	213305,922	442847,408
5B107	213331,473	442732,924
5B108	213344,814	442685,277
5B109	213355,414	442647,787
5G101	213358,552	442651,664
5G102	213358,033	442649,390
5G103	213356,006	442649,291
5G104	213355,437	442646,276
5G105	213353,632	442646,202
5S101	213292,251	442810,797
5S102	213265,236	442759,163
5S103	213305,473	442781,947
5S104	213299,616	442770,699
5S105	213346,136	442679,827

Verklaring

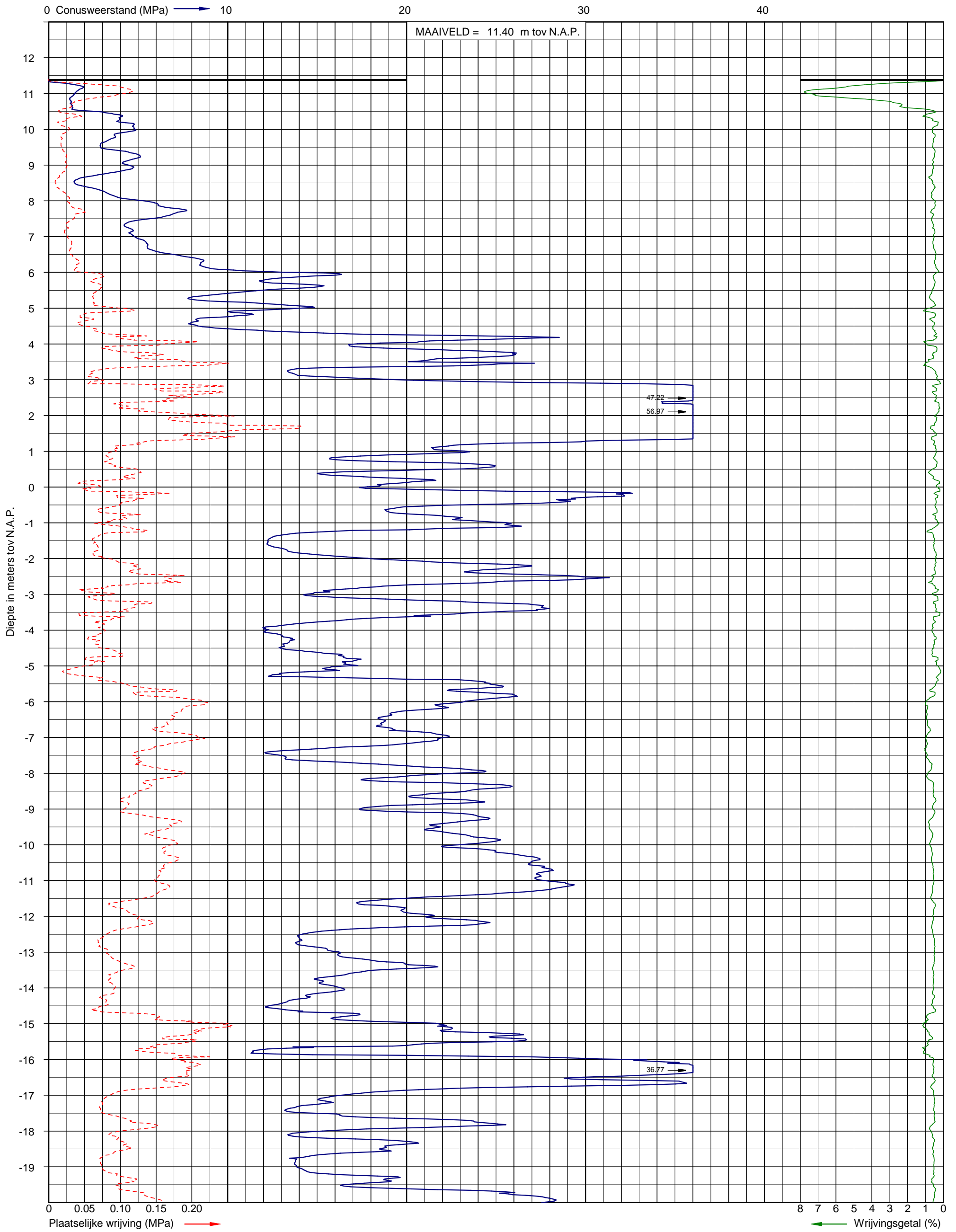
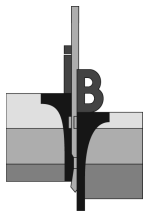
- Watergangen Waterschap Rijn en IJssel + Bufferzone
- Werkterrein + toegangsweg
- Lierterrein
- Bouwput
- Kabeltracé met gestuurde boring en werkterrein
- Mast
- Locatie sondering tot 40m-mv of 16 ton
- Locatie sondering tot 3m-mv
- Locatie boring + peilbuis tot watervoerende zandlaag of max. 6m-mv
- Locatie boring tot 4.0m-mv
- Locatie boring tot 7.0m-mv (machinaal)
- Locatie boring tot 2.2m-mv
- Locatie boring tot min. 1.2m-mv max. 2.2m-mv (beoordelen door archeoloog)
- Locatie boring tot 0.5m-mv
- Locatie boring tot 1.8m-mv (alleen cultuurtechnisch)
- Locatie asbestinspectiegat (0,3mx0,3m) tot 0.5m-mv
- Locatie asbestinspectiegat tot min. 1.2m-mv max. 2.2m-mv (beoordelen door archeoloog)
- 0.96+ Maaiveldhoogte in m t.o.v. N.A.P.
- Hor. bronnering Vert. bronnering Open bemaling Deepwell bemaling

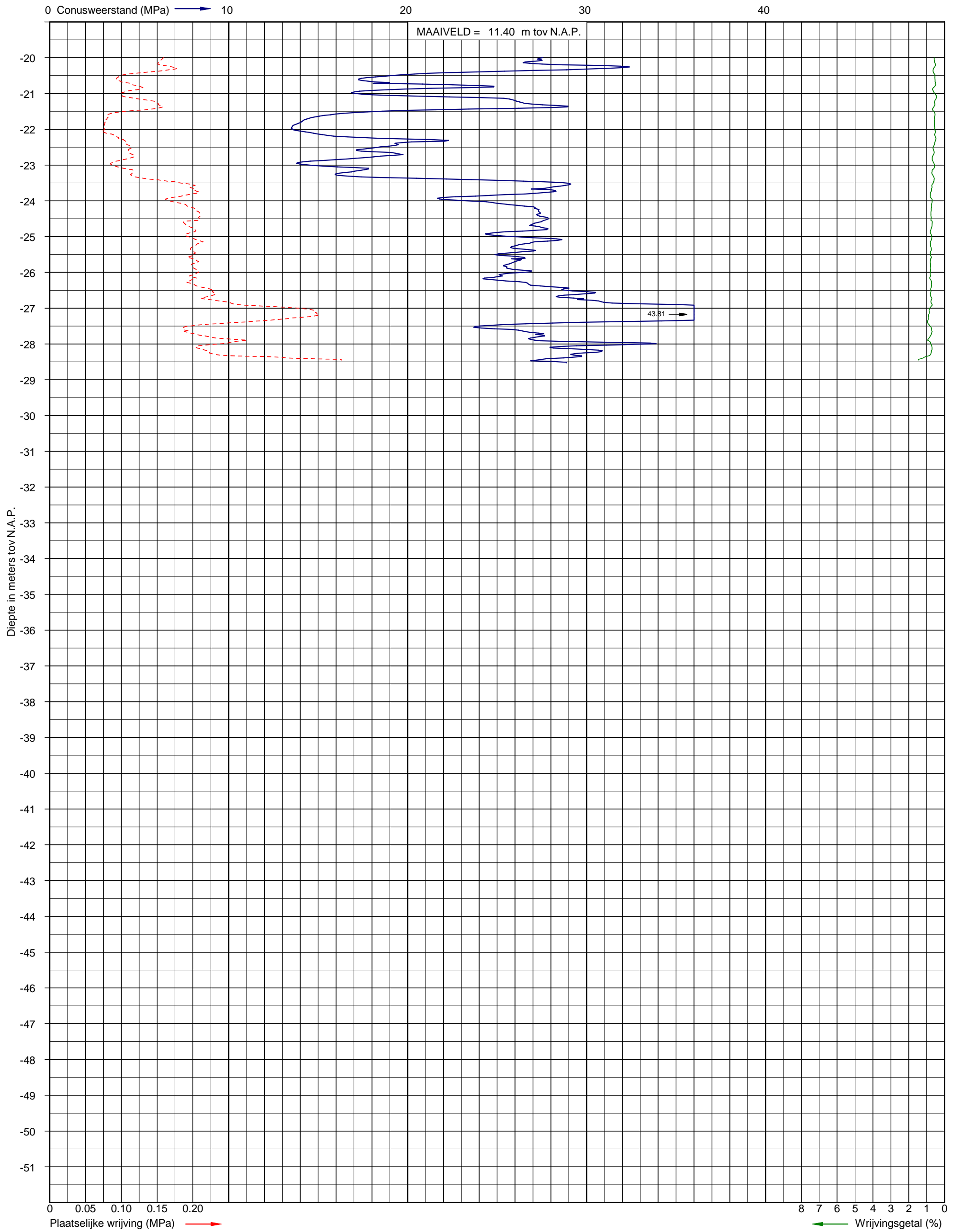
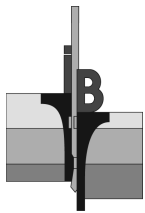
CONCEPT

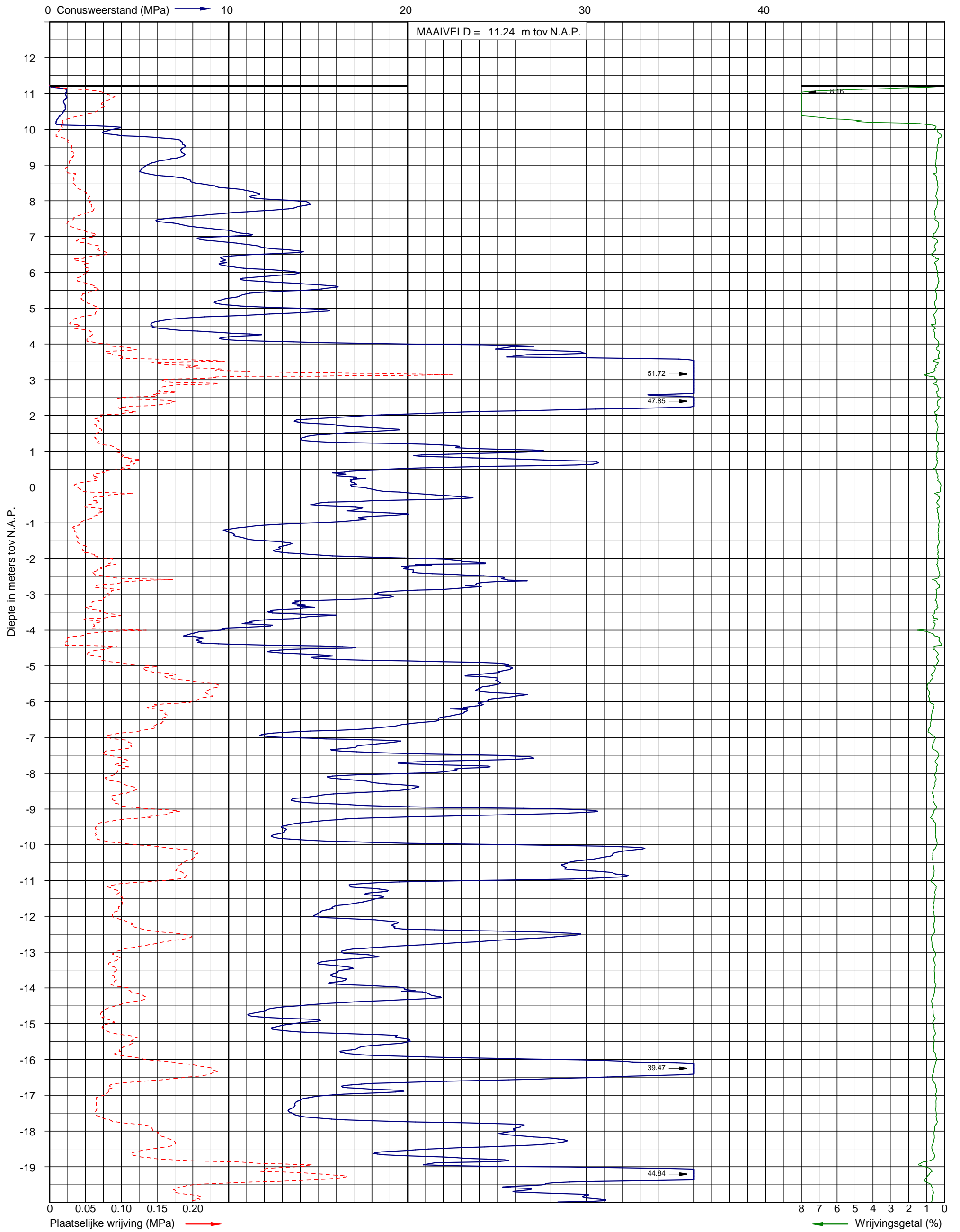
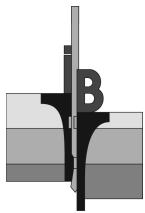


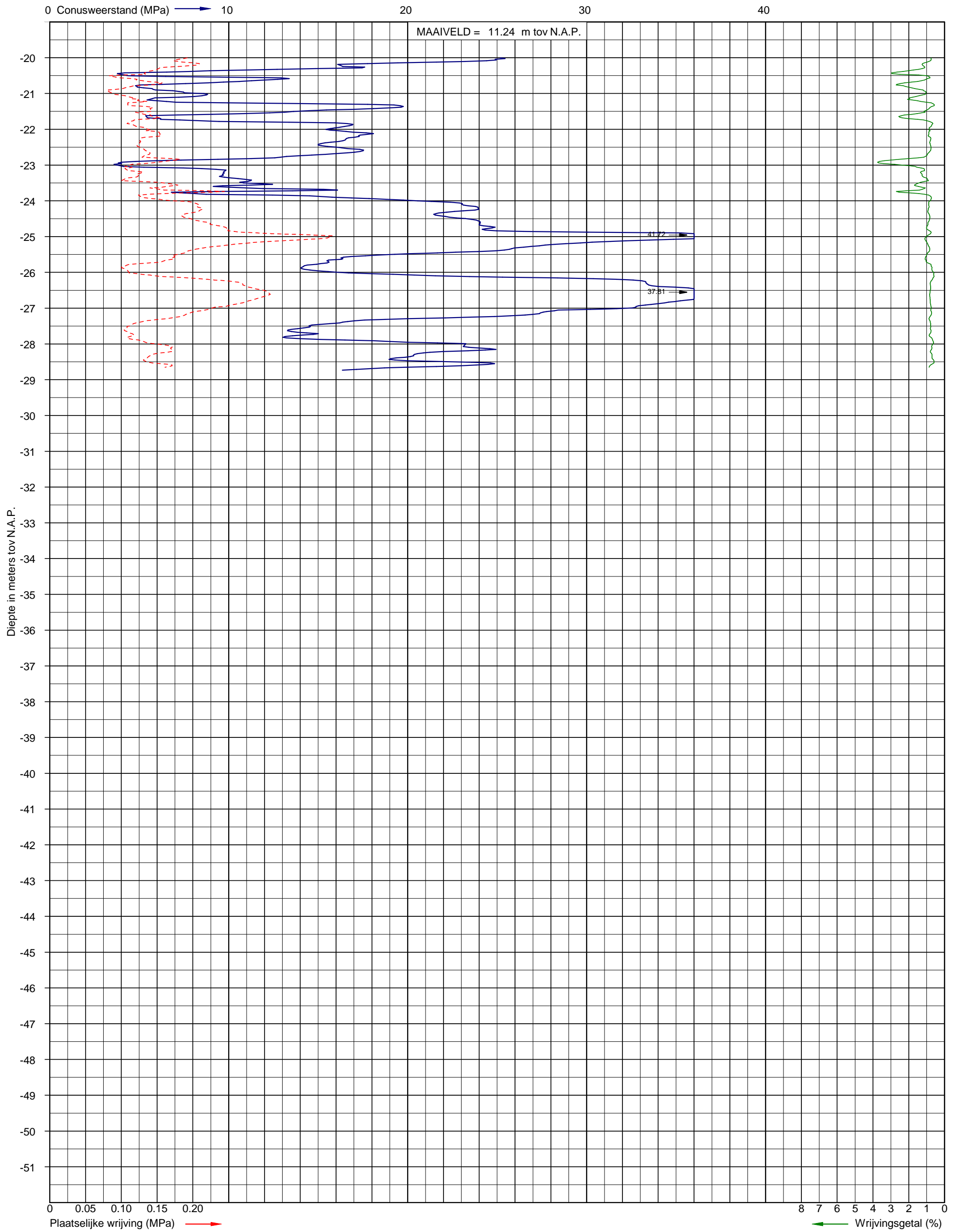
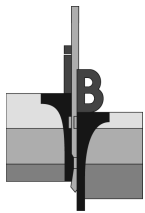
Opdrachtgever
TENNET TSO B.V.
 Project
DOETINCHEM - WESEL 380 kV (vka 2.1-2013-07-02)
 Onderdeel
CULTUUR TECHNISCHE KAART MAST 5

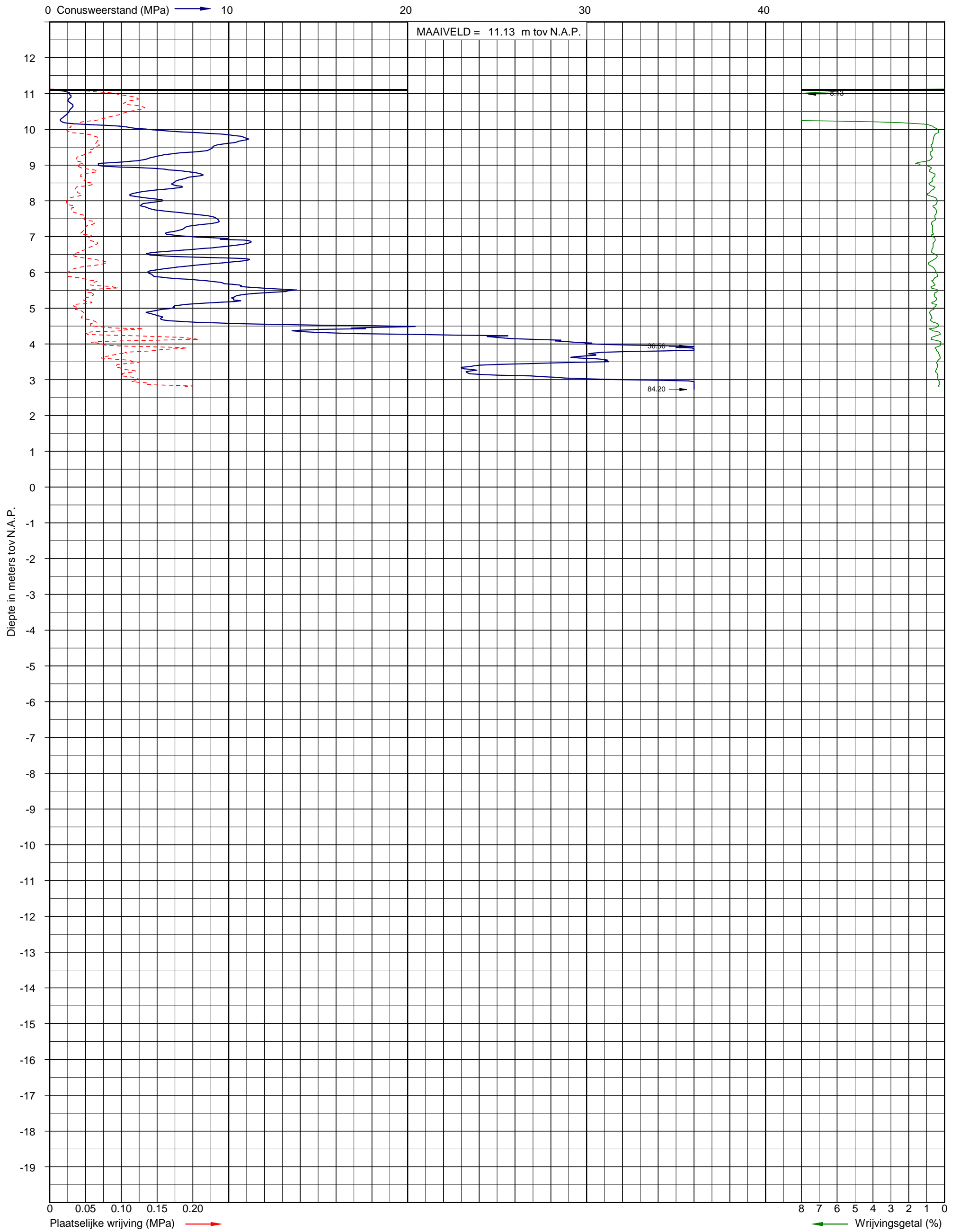
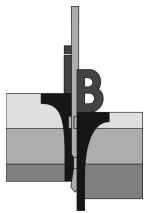
Tekeningnummer 323386208C1-5	Rev.	Bestandsnaam 323386208C1.dwg	Formaat A3	Schaal 1:1000	Blad	Aantal
Kantoor ARNHEM	Projectnummer 323386	Besteknummer	Datum van uitgave 08-08-2013	Get. DE	Gez.	Acc.

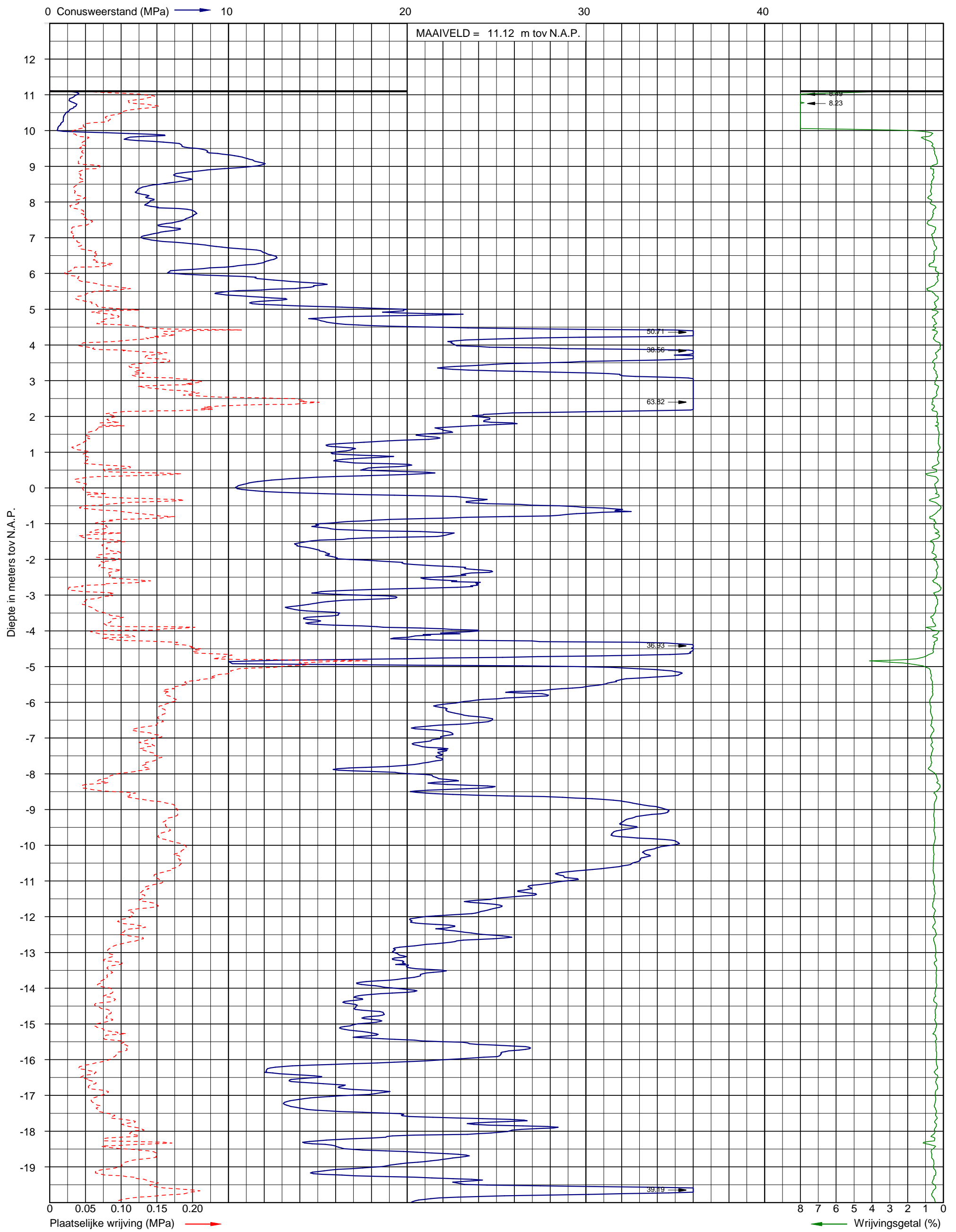
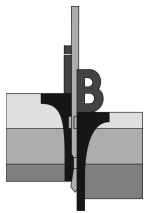


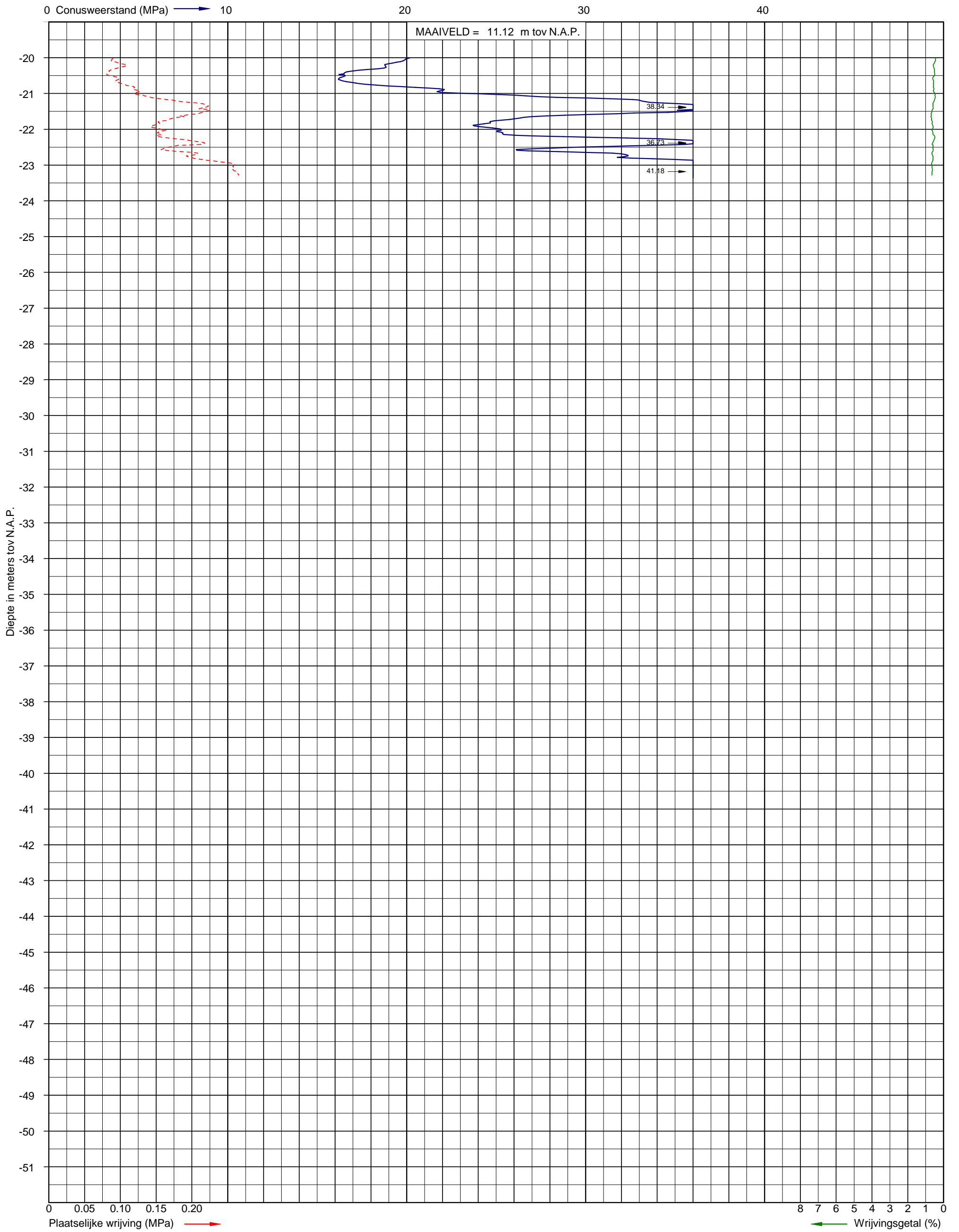
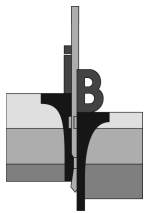


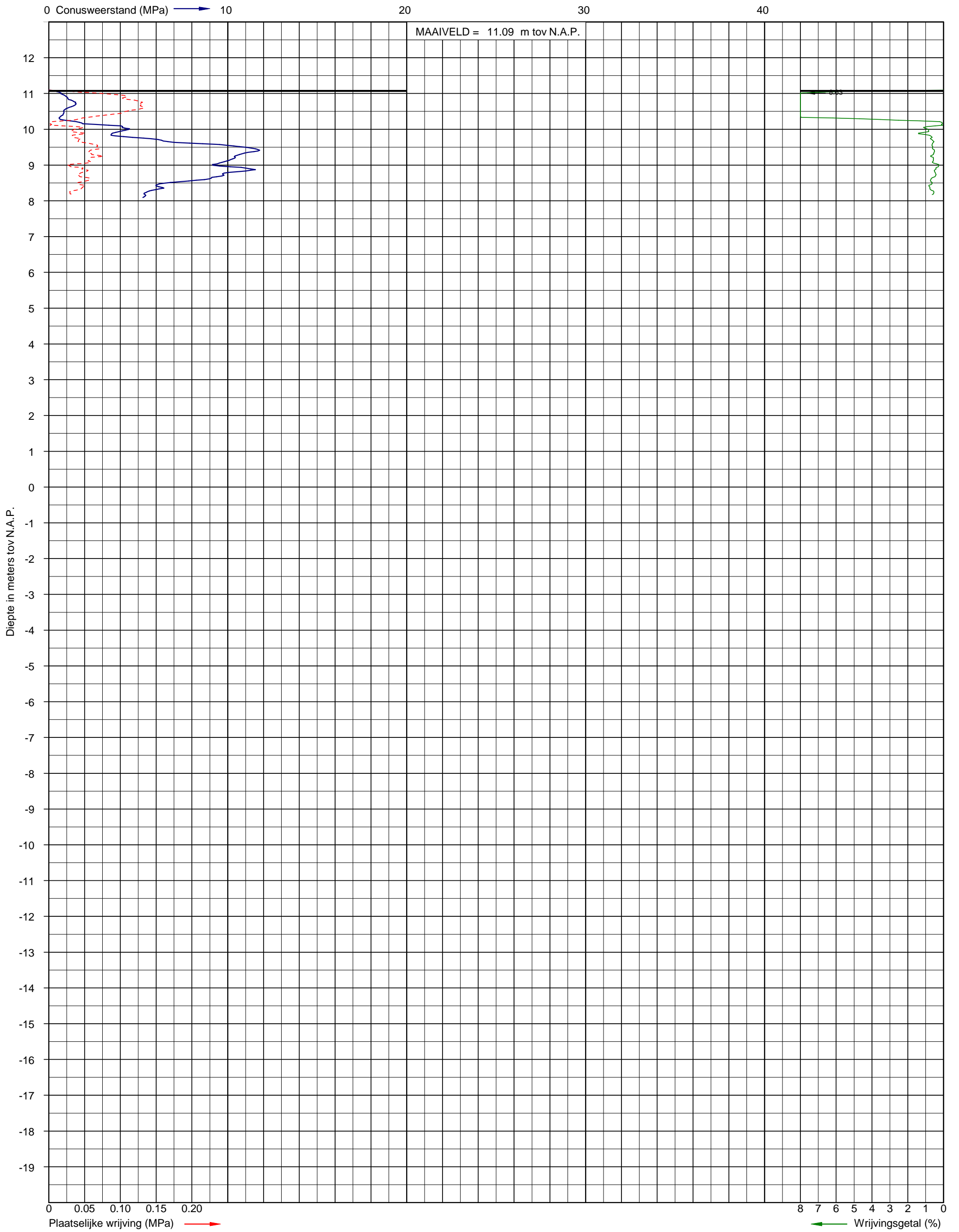
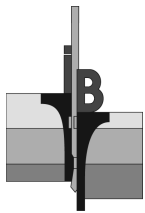


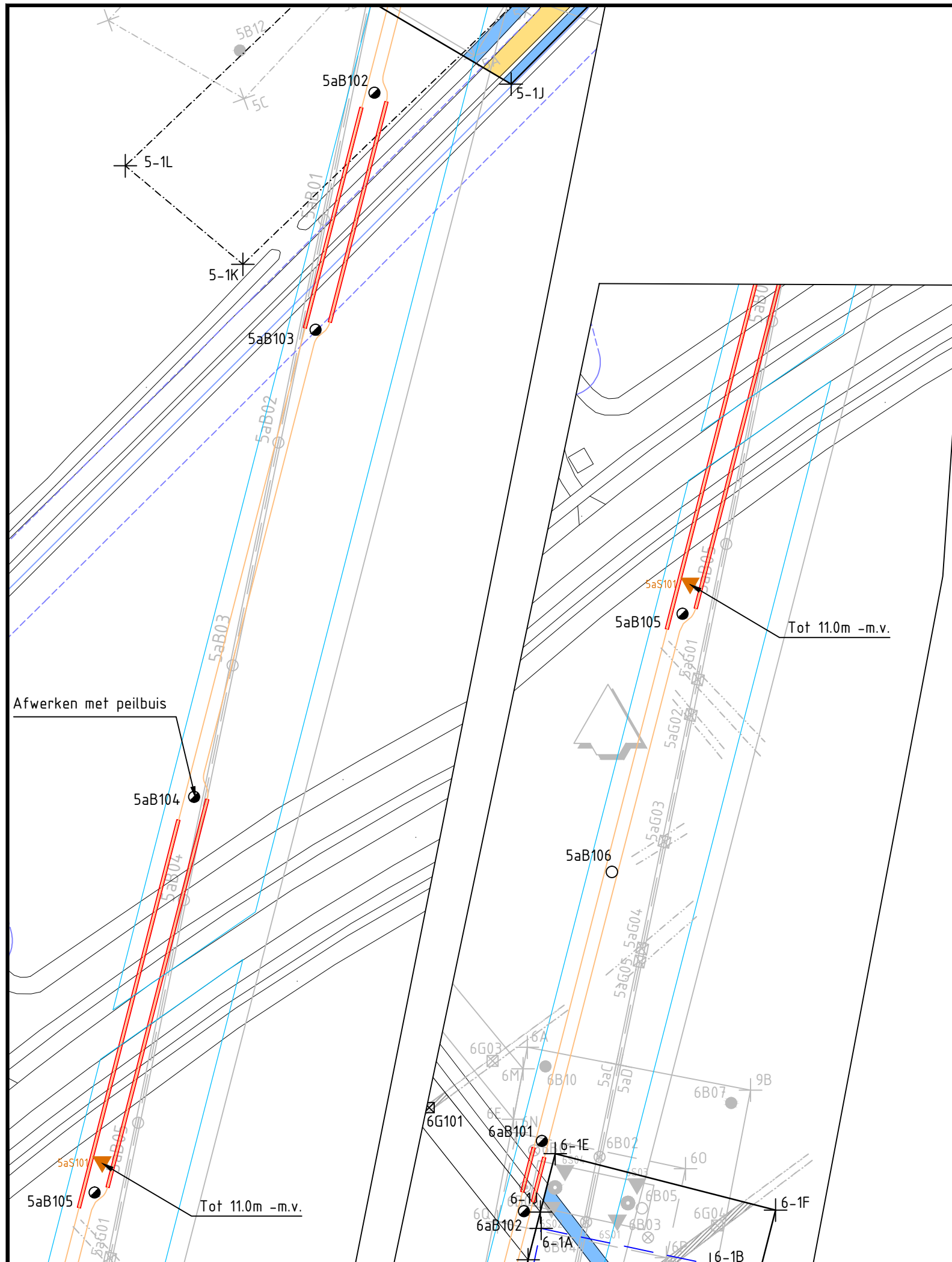








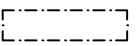



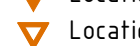
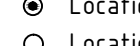
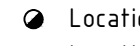
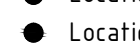
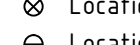
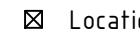
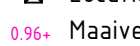
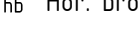

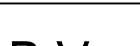







5aB101	213272,531	442788,135
5aB102	213259,790	442736,054
5aB103	213246,837	442683,927
5aB104	213220,145	442581,244
5aB105	213198,241	442494,277
5aB106	213182,730	442437,515
5aS101	213199,932	442501,014

Verklaring

-  Watergangen Waterschap Rijn en IJssel + Bufferzone
-  Werkterrein + toegangsweg
-  Lierterrein
-  Bouwput
-  Kabeltrace met gestuurde boring en werkterrein
-  Mast
-  Locatie sondering tot 40m-mv of 16 ton
-  Locatie sondering tot 3m-mv
-  Locatie boring + peilbuis tot watervoerende zandlaag of max. 6m-mv
-  Locatie boring tot 4.0m-mv
-  Locatie boring tot 7.0m-mv (machinaal)
-  Locatie boring tot 2.2m-mv
-  Locatie boring tot min. 1.2m-mv max. 2.2m-mv (beoordelen door archeoloog)
-  Locatie boring tot 0.5m-mv
-  Locatie boring tot 1.8m-mv (alleen cultuurtechnisch)
-  Locatie asbestinspectiegat (0,3mx0,3m) tot 0.5m-mv
-  Locatie asbestinspectiegat tot min. 1.2m-mv max. 2.2m-mv (beoordelen door archeoloog)
- 0.96+ Maaiveldhoogte in m t.o.v. N.A.P.
- hb Hor. bronnering vb Vert. bronnering ob Open bemaling dp Deepwell bemaling

CONCEPT

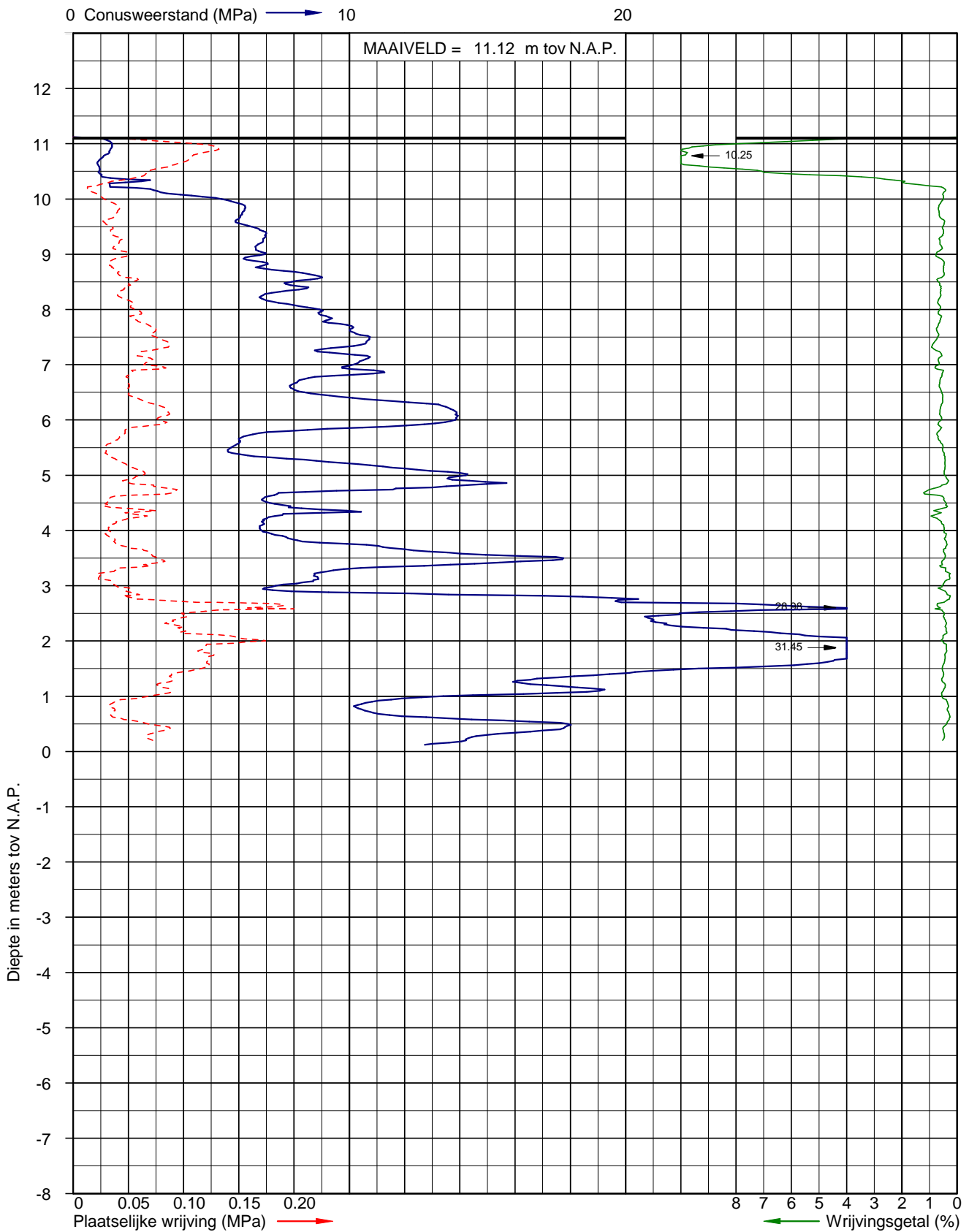
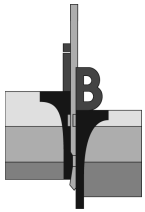


Opdrachtgever
TENNET TSO B.V.

Project
DOETINCHEM - WESEL 380 kV (vka 2.1-2013-07-02)

Onderdeel
CULTUUR TECHNISCHE KAART TUSSEN MAST 5 EN 6

Tekeningnummer 323386208C1-5a	Rev.	Bestandsnaam 323386208C1.dwg	Formaat A3	Schaal 1:1000	Blad	Aantal
Kantoor ARNHEM	Projectnummer 323386	Besteknummer	Datum van uitgave 08-08-2013	Get. DE	Gez.	Acc.



Sondering volgens NEN 5140 klasse 2
Conusoppervlak 10 cm²

Uitvoerder: S22-RHL
Datum: 22-10-2013

X: 213200
Y: 442501

Pagina: 1/1

Sondering DKM-5A.S101

Bijlage 3

Invoer en uitvoer D Geo Pipeline

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: Grontmij
Datum van rapport: 6/25/2014
Tijd van rapport: 10:30:24 AM
Bestandsnaam: C:\.\Tennet Doetichem Wesel kruising Keppelseweg I bundel

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	3
2.1 Gebruikt model	3
2.2 Laagscheidingen	3
2.3 PN-Lijnen	3
2.4 Freatische Lijn	3
2.5 Grondprofielen	3
2.6 Grenslagen	3
2.7 Configuratie van de Pijpleiding	3
2.8 Berekenings Verticalen	4
2.9 Materiaaltypen	4
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding	4
2.11 Gegevens voor Leidingberekening	5
2.12 Geometrie	5
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail	5
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht	6
2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens	6
2.14 Factoren	6
3 Boorvloeistofdrukken	8
3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens	8
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	9
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	11
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	11
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	11
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	12
4 Grondmechanische Parameters	13
4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: 1)	13
5 Gegevens voor Spanningsanalyse	15
5.1 Algemene gegevens	15
5.2 Ballasten Leiding	15
5.3 Trekkraftberekening	15
6 SpanningsanalyseLeiding: 1	16
6.1 MateriaalgegevensLeiding: 1	16
6.2 Resultaten SpanningsanalyseLeiding: 1	16
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	16
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	17
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	17
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	17
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	17
6.3 Controle van de Berekende SpanningenLeiding: 1	18
6.3.1 Toetsing op ImplosieLeiding: 1	18

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]			
3 - X -	0,000	165,000		
3 - Y -	13,000	13,000		
2 - X -	0,000	165,000		
2 - Y -	4,000	4,000		
1 - X -	0,000	165,000		
1 - Y -	0,000	0,000		
0 - X -	0,000	165,000		
0 - Y -	-6,000	-6,000		

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]			
1 - X -	0,000	165,000		
1 - Y -	10,000	10,000		

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
3	Zand los	1	1
2	Zand matig	1	1
1	Zand vast	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 3: Zand los

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 3: Zand los

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	13,00	[m]
X-coördinaat rechter punt	165,00	[m]
Y-coördinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coördinaat rechter punt	13,00	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	3,00	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	100,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	100,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	100,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	0,00	13,00	0,00
2	5,00	11,66	0,00
3	10,00	10,32	0,00
4	15,00	8,98	0,00
5	20,00	7,64	0,00
6	25,00	6,30	0,00
7	30,00	5,12	0,00
8	35,00	4,21	0,00
9	40,00	3,55	0,00
10	45,00	3,15	0,00
11	50,00	3,00	0,00
12	55,00	3,00	0,00
13	60,00	3,00	0,00
14	65,00	3,00	0,00
15	70,00	3,00	0,00
16	75,00	3,00	0,00
17	80,00	3,00	0,00
18	85,00	3,00	0,00
19	90,00	3,00	0,00
20	95,00	3,00	0,00
21	100,00	3,00	0,00
22	105,00	3,00	0,00
23	110,00	3,00	0,00
24	115,00	3,00	0,00
25	120,00	3,15	0,00
26	125,00	3,55	0,00
27	130,00	4,21	0,00
28	135,00	5,12	0,00
29	140,00	6,30	0,00
30	145,00	7,64	0,00
31	150,00	8,98	0,00
32	155,00	10,32	0,00
33	160,00	11,66	0,00

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

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m ²]	Cu onder [kN/m ²]	E _{mod} top [kN/m ²]	E _{mod} onder [kN/m ²]
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00	75000	75000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	125000	125000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00	25000	25000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,30
Zand los	-	-	0,30

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0 [N/mm ²]

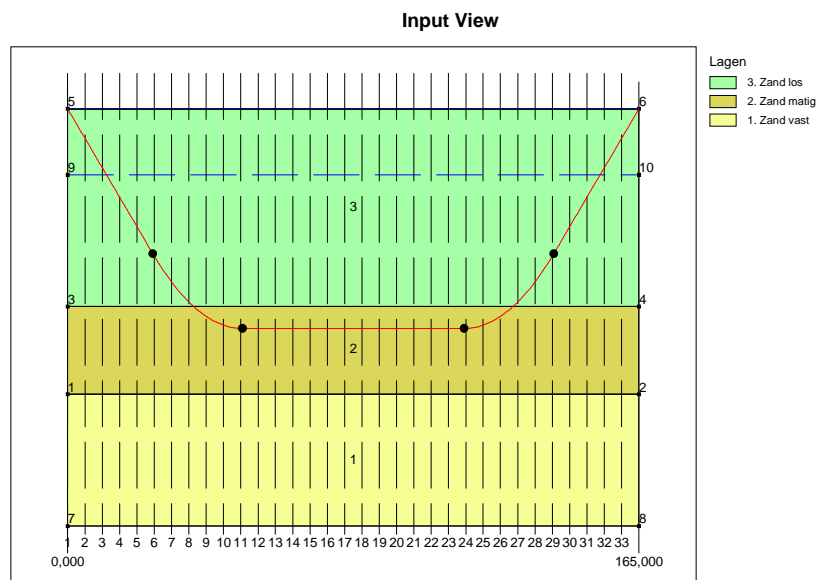
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	630,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	57,30	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Opleghoek	120	[graden]
Belastingshoek	180	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,300	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,080	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,300	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,080	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,800	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,630	[m]
Debiet tijdens pilotboring	199,8	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	600,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	1249,8	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	12,1	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	2,00	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Toelaatbare deflectie polyetheen leiding	8,00	[%]
Toelaatbare piggability polyetheen leiding	5,00	[%]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]

Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	45
2	97	58	18	60
3	156	175	35	75
4	199	288	53	90
5	237	387	70	104
6	274	476	88	119
7	306	544	104	132
8	330	582	116	142
9	401	720	125	148
10	463	838	132	152
11	476	863	135	152
12	476	863	136	151
13	476	863	138	150
14	476	863	139	148
15	476	863	140	147
16	476	863	142	146
17	476	863	143	144
18	476	863	144	143
19	476	863	146	142
20	476	863	147	140
21	476	863	148	139
22	476	863	150	138
23	476	863	151	136
24	476	863	152	135
25	463	838	152	132
26	401	720	148	125
27	330	582	142	116
28	306	544	132	104
29	274	476	119	88
30	237	387	104	70
31	199	288	90	53
32	156	175	75	35
33	97	58	60	18

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	97	58	18	18
3	156	175	35	35
4	199	288	53	53
5	237	387	71	70
6	274	476	88	88
7	306	544	104	104
8	330	582	117	116
9	401	720	126	125
10	463	838	132	132
11	476	863	136	135
12	476	863	137	136
13	476	863	138	138
14	476	863	140	139
15	476	863	141	140
16	476	863	143	142
17	476	863	144	143
18	476	863	143	144
19	476	863	142	143
20	476	863	140	141

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
21	476	863	139	140
22	476	863	138	138
23	476	863	136	137
24	476	863	135	136
25	463	838	132	132
26	401	720	125	126
27	330	582	116	117
28	306	544	104	104
29	274	476	88	88
30	237	387	70	71
31	199	288	53	53
32	156	175	35	35
33	97	58	18	18

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	97	32	18	18
3	156	97	36	35
4	199	174	54	53
5	237	255	72	71
6	274	339	91	88
7	306	414	107	104
8	330	471	120	117
9	401	551	129	126
10	463	614	136	132
11	476	632	140	136
12	476	632	142	137
13	476	632	143	138
14	476	632	145	140
15	476	632	147	141
16	476	632	147	143
17	476	632	145	144
18	476	632	144	145
19	476	632	143	147
20	476	632	141	147
21	476	632	140	145
22	476	632	138	143
23	476	632	137	142
24	476	632	136	140
25	463	614	132	136
26	401	551	126	129
27	330	471	117	120
28	306	414	104	107
29	274	339	88	91
30	237	255	71	72
31	199	174	53	54
32	156	97	35	36
33	97	32	18	18

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

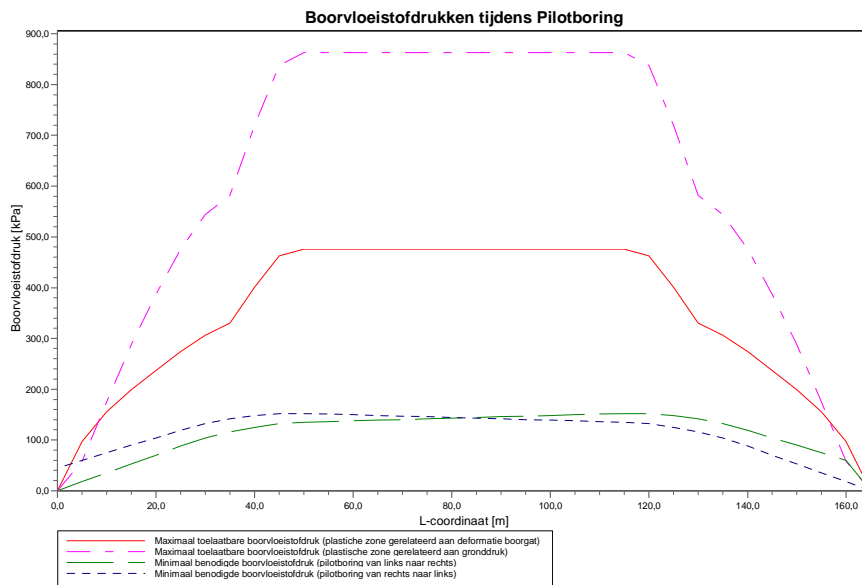
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	0	0	-	voldoet
2	16	0	-	voldoet
3	32	0	-	voldoet
4	49	10	4,77	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
5	65	24	2,75	voldoet
6	81	37	2,19	voldoet
7	95	49	1,95	voldoet
8	106	58	1,84	voldoet
9	114	64	1,77	voldoet
10	119	68	1,74	voldoet
11	121	70	1,73	voldoet
12	121	70	1,73	voldoet
13	121	70	1,73	voldoet
14	121	70	1,73	voldoet
15	121	70	1,73	voldoet
16	121	70	1,73	voldoet
17	121	70	1,73	voldoet
18	121	70	1,73	voldoet
19	121	70	1,73	voldoet
20	121	70	1,73	voldoet
21	121	70	1,73	voldoet
22	121	70	1,73	voldoet
23	121	70	1,73	voldoet
24	121	70	1,73	voldoet
25	119	68	1,74	voldoet
26	114	64	1,77	voldoet
27	106	58	1,84	voldoet
28	95	49	1,95	voldoet
29	81	37	2,19	voldoet
30	65	24	2,75	voldoet
31	49	10	4,77	voldoet
32	32	0	-	voldoet
33	16	0	-	voldoet

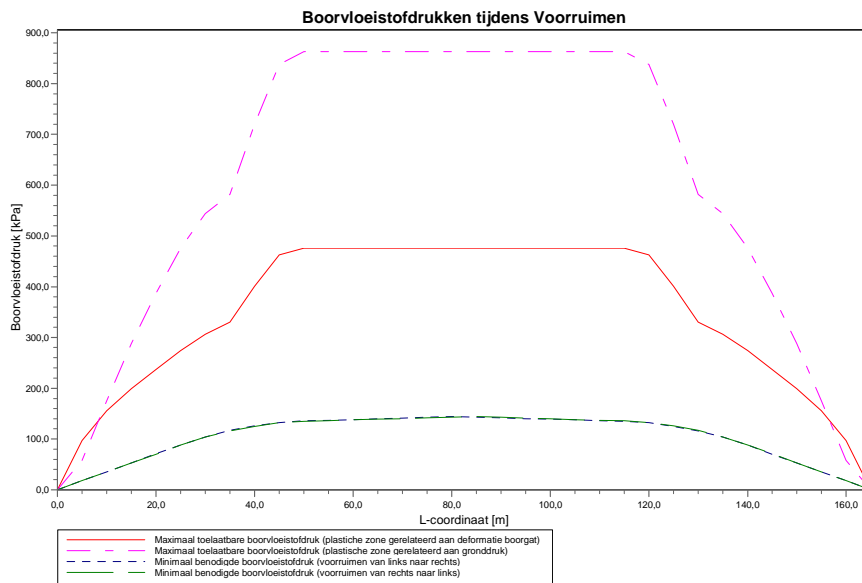
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

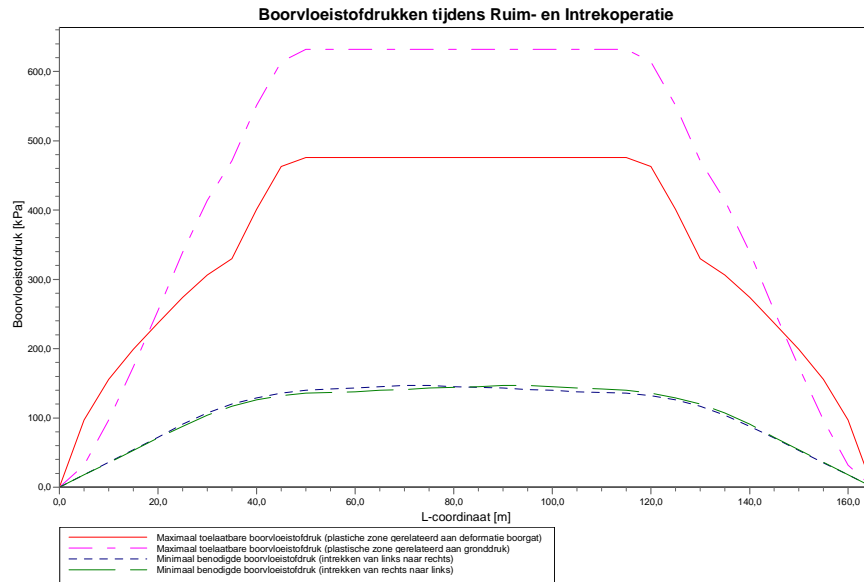
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters (Leiding: 1)

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	27	18	14	18	25946
3	86	41	31	41	25946
4	159	58	43	58	25946
5	236	70	52	70	25946
6	329	82	20	28	25946
7	424	93	20	27	25946
8	506	101	20	27	25946
9	569	107	19	26	28375
10	612	111	19	26	35771
11	628	113	19	26	38570
12	628	113	19	26	38592
13	628	113	19	26	38592
14	628	113	19	26	38592
15	628	113	19	26	38592
16	628	113	19	26	38592
17	628	113	19	26	38592
18	628	113	19	26	38592
19	628	113	19	26	38592
20	628	113	19	26	38592
21	628	113	19	26	38592
22	628	113	19	26	38592
23	628	113	19	26	38592
24	628	113	19	26	38570
25	612	111	19	26	35771
26	569	107	19	26	28375
27	506	101	20	27	25946
28	424	93	20	27	25946
29	329	82	20	28	25946
30	236	70	52	70	25946
31	159	58	43	58	25946
32	86	41	31	41	25946
33	27	18	14	18	25946

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	25946	74	18162	0	0,05	8
2	0	25946	637	18162	67	0,05	8
3	0	25946	1204	18162	205	0,05	8
4	0	25946	1598	18162	332	0,05	8
5	0	25946	1924	18162	441	0,05	8
6	0	47673	2247	33371	537	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
7	0	70835	2801	49584	612	0,05	8
8	0	87109	3643	60976	665	0,05	8
9	0	87109	3866	60976	985	0,05	8
10	0	93548	4008	65484	1026	0,05	8
11	0	96624	4060	67637	1041	0,05	8
12	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
13	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
14	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
15	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
16	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
17	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
18	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
19	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
20	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
21	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
22	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
23	0	96648	4061	67654	1041	0,05	8
24	0	96624	4060	67637	1041	0,05	8
25	0	93548	4008	65484	1026	0,05	8
26	0	87109	3866	60976	985	0,05	8
27	0	87109	3643	60976	665	0,05	8
28	0	70835	2801	49584	612	0,05	8
29	0	47673	2247	33371	537	0,05	8
30	0	25946	1924	18162	441	0,05	8
31	0	25946	1598	18162	332	0,05	8
32	0	25946	1204	18162	205	0,05	8
33	0	25946	637	18162	67	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 113 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 70 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 96648 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 198023 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Diameter leiding	:	Do = 630,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 57,3 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 12,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	R = 100 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 198023 kN/m ³

5.2 Ballasten Leiding

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

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

Opwaartse kracht	:	377	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	98	[kg/m]
Resultaat	:	279	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

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

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

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

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

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	16
T2	25	31
T3	52	77
T4	116	113
T5	142	163
T6	167	178

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1,4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 2,00 gebruikt en een belasting factor van 1,10 (alleen voor staal).

De maximale representatieve trekkracht is 743 kN, exclusief rekenfactor. Bij deze trekkracht zijn de spanningen in de leiding gelijk aan de toelaatbare spanning.

6 SpanningsanalyseLeiding: 1

6.1 MateriaalgegevensLeiding: 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 630,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 57,3 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 167 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

6.2 Resultaten SpanningsanalyseLeiding: 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 57,3 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 4,3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 3,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{min} \cdot W_b) = 4,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f_{pull} \cdot T_{max} / A = 3,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$q_r = k_v \cdot Y = (0,322 \cdot \lambda^2 \cdot E \cdot I) / (1,00 \cdot D_o \cdot R)$$

$$\lambda = (k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0,25} = 1,7E-3 \quad \text{mm}^{-1}$$

$$q_r = 0,05831 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,6 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 1,6 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

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

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 1,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \sigma_{a,max} = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 3,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentielle spanning } \sigma_{t,max} = 2,9 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\sigma_b = M_b/W_b = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot I_b) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot W_b) = 1,5 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

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

$$\sigma_{px} = 0,5 \cdot \sigma_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{ptest} = p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{Temp} = dt \cdot \gamma_t \cdot \alpha_g \cdot E = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	1,0	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,0	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	3,5	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	2,9	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende SpanningenLeiding: 1

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	3,1	6,2	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	1,0	1,0
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	1,6	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	2,9	2,9

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 9,6 mm (1,5% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 50,4 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 31,5 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op ImplosieLeiding: 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 147 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1550 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 70 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: Grontmij
Datum van rapport: 5/28/2014
Tijd van rapport: 4:44:29 PM
Bestandsnaam: C:\.\Tennet Doetichem Wesel kruising Keppelseweg II bundel

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Invoergegevens	4
2.1 Gebruikt model	4
2.2 Laagscheidingen	4
2.3 PN-Lijnen	4
2.4 Freatische Lijn	4
2.5 Grondprofielen	4
2.6 Grenslagen	4
2.7 Configuratie van de Pijpleiding	4
2.8 Berekenings Verticalen	5
2.9 Materiaaltypen	6
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding	6
2.11 Gegevens voor Leidingberekening	7
2.12 Geometrie	8
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail	8
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht	8
2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens	9
2.14 Factoren	9
3 Boorvloeistofdrukken	10
3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens	10
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	13
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken	15
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	15
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	15
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	16
4 Grondmechanische Parameters	17
4.1 Grondmechanische Parameters 1: leiding no. 1	17
4.2 Grondmechanische Parameters 2: leiding no. 2	19
4.3 Grondmechanische Parameters 3: leiding no. 3	22
4.4 Grondmechanische Parameters 4: leiding no. 4	24
5 Gegevens voor Spanningsanalyse	28
5.1 Algemene gegevens	28
5.2 Ballasten Leiding	28
5.3 Trekkraftberekening	28
6 Spanningsanalyse1: leiding no. 1	30
6.1 Materiaalgegevens1: leiding no. 1	30
6.2 Resultaten Spanningsanalyse1: leiding no. 1	30
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	30
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	31
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	31
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	31
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	31
6.3 Controle van de Berekende Spanningen1: leiding no. 1	32
6.3.1 Toetsing op Implosie1: leiding no. 1	32
7 Spanningsanalyse2: leiding no. 2	33
7.1 Materiaalgegevens2: leiding no. 2	33
7.2 Resultaten Spanningsanalyse2: leiding no. 2	33
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	33
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	34
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	34
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	34
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	34
7.3 Controle van de Berekende Spanningen2: leiding no. 2	35
7.3.1 Toetsing op Implosie2: leiding no. 2	35
8 Spanningsanalyse3: leiding no. 3	36
8.1 Materiaalgegevens3: leiding no. 3	36
8.2 Resultaten Spanningsanalyse3: leiding no. 3	36
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	36
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	37
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	37
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	37
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	37
8.3 Controle van de Berekende Spanningen3: leiding no. 3	38
8.3.1 Toetsing op Implosie3: leiding no. 3	38

9 Spanningsanalyse4: leiding no. 4	39
9.1 Materiaalgegevens4: leiding no. 4	39
9.2 Resultaten Spanningsanalyse4: leiding no. 4	39
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	39
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	40
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	40
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	40
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	40
9.3 Controle van de Berekende Spanningen4: leiding no. 4	41
9.3.1 Toetsing op Implosie4: leiding no. 4	41

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]			
6 - X -	0,000	340,000		
6 - Y -	13,000	13,000		
5 - X -	0,000	340,000		
5 - Y -	11,500	11,500		
4 - X -	0,000	340,000		
4 - Y -	8,500	8,500		
3 - X -	0,000	340,000		
3 - Y -	5,000	5,000		
2 - X -	0,000	340,000		
2 - Y -	0,500	0,500		
1 - X -	0,000	340,000		
1 - Y -	-1,500	-1,500		
0 - X -	0,000	340,000		
0 - Y -	-6,000	-6,000		

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]			
1 - X -	0,000	340,000		
1 - Y -	10,000	10,000		

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
6	Zand vast	1	1
5	Zand matig	1	1
4	Zand los	1	1
3	Zand matig	1	1
2	Zand los	1	1
1	Zand vast	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 6: Zand vast

De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 6: Zand vast

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	13,00	[m]
X-coördinaat rechter punt	340,00	[m]
Y-coördinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coördinaat rechter punt	13,00	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	5,20	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]

Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	100,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	100,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	100,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	0,00	13,00	0,00
2	5,00	11,66	0,00
3	10,00	10,32	0,00
4	15,00	8,98	0,00
5	20,00	7,71	0,00
6	25,00	6,70	0,00
7	30,00	5,96	0,00
8	35,00	5,46	0,00
9	40,00	5,23	0,00
10	45,00	5,20	0,00
11	50,00	5,20	0,00
12	55,00	5,20	0,00
13	60,00	5,20	0,00
14	65,00	5,20	0,00
15	70,00	5,20	0,00
16	75,00	5,20	0,00
17	80,00	5,20	0,00
18	85,00	5,20	0,00
19	90,00	5,20	0,00
20	95,00	5,20	0,00
21	100,00	5,20	0,00
22	105,00	5,20	0,00
23	110,00	5,20	0,00
24	115,00	5,20	0,00
25	120,00	5,20	0,00
26	125,00	5,20	0,00
27	130,00	5,20	0,00
28	135,00	5,20	0,00
29	140,00	5,20	0,00
30	145,00	5,20	0,00
31	150,00	5,20	0,00
32	155,00	5,20	0,00
33	160,00	5,20	0,00
34	165,00	5,20	0,00
35	170,00	5,20	0,00
36	175,00	5,20	0,00
37	180,00	5,20	0,00
38	185,00	5,20	0,00
39	190,00	5,20	0,00
40	195,00	5,20	0,00
41	200,00	5,20	0,00
42	205,00	5,20	0,00
43	210,00	5,20	0,00
44	215,00	5,20	0,00
45	220,00	5,20	0,00
46	225,00	5,20	0,00
47	230,00	5,20	0,00
48	235,00	5,20	0,00
49	240,00	5,20	0,00
50	245,00	5,20	0,00
51	250,00	5,20	0,00
52	255,00	5,20	0,00
53	260,00	5,20	0,00
54	265,00	5,20	0,00
55	270,00	5,20	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
56	275,00	5,20	0,00
57	280,00	5,20	0,00
58	285,00	5,20	0,00
59	290,00	5,20	0,00
60	295,00	5,20	0,00
61	300,00	5,23	0,00
62	305,00	5,46	0,00
63	310,00	5,96	0,00
64	315,00	6,70	0,00
65	320,00	7,71	0,00
66	325,00	8,98	0,00
67	330,00	10,32	0,00
68	335,00	11,66	0,00
69	340,00	13,00	0,00

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

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m ²]	Cu onder [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00	25000	25000
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00	75000	75000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	125000	125000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Zand los	-	-	0,30
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,30

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65 [-]
Uitwendige diameter leiding	110,00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00 [kPa]
Incidenteledruk	0,00 [kPa]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65 [-]
Uitwendige diameter leiding	200,00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20 [mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00 [kPa]
Incidenteledruk	0,00 [kPa]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 4

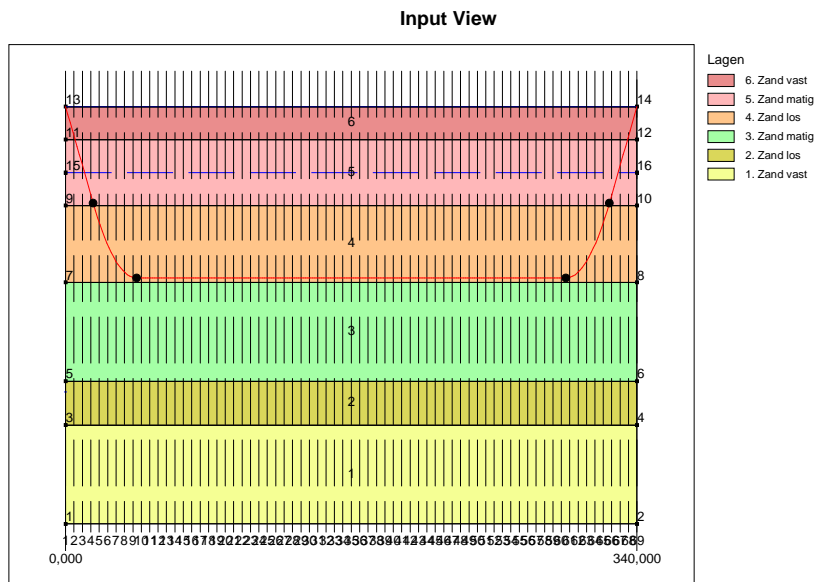
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	110,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Opleghoek	120	[graden]
Belastingshoek	180	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,300	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,080	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,400	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,080	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,600	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,276	[m]
Debiet tijdens pilotboring	199,8	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	600,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	1249,8	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	12,1	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	2,00	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	92
2	212	76	18	107
3	259	217	35	122
4	318	372	53	137
5	271	431	70	151
6	285	488	83	161
7	302	532	94	169
8	314	560	101	174
9	320	572	105	175
10	320	573	107	174
11	320	573	108	173
12	320	573	109	172
13	320	573	111	170
14	320	573	112	169
15	320	573	114	167
16	320	573	115	166
17	320	573	116	165
18	320	573	118	163
19	320	573	119	162
20	320	573	120	161
21	320	573	122	159
22	320	573	123	158
23	320	573	124	157
24	320	573	126	155
25	320	573	127	154
26	320	573	128	153
27	320	573	130	151
28	320	573	131	150
29	320	573	132	149
30	320	573	134	147
31	320	573	135	146
32	320	573	136	145
33	320	573	138	143
34	320	573	139	142
35	320	573	141	141
36	320	573	142	139
37	320	573	143	138
38	320	573	145	136
39	320	573	146	135
40	320	573	147	134
41	320	573	149	132
42	320	573	150	131
43	320	573	151	130
44	320	573	153	128
45	320	573	154	127
46	320	573	155	126
47	320	573	157	124
48	320	573	158	123
49	320	573	159	122
50	320	573	161	120
51	320	573	162	119
52	320	573	163	118
53	320	573	165	116
54	320	573	166	115
55	320	573	167	114
56	320	573	169	112
57	320	573	170	111

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
58	320	573	172	109
59	320	573	173	108
60	320	573	174	107
61	320	572	175	105
62	314	560	174	101
63	302	532	169	94
64	285	488	161	83
65	271	431	151	70
66	318	372	137	53
67	259	217	122	35
68	212	76	107	18
69	0	0	92	0

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	212	62	17	18
3	259	180	34	35
4	318	315	52	53
5	271	385	68	70
6	285	450	81	83
7	302	497	91	94
8	314	527	98	101
9	320	542	102	105
10	320	543	103	107
11	320	543	104	108
12	320	543	105	109
13	320	543	106	111
14	320	543	107	112
15	320	543	108	114
16	320	543	109	115
17	320	543	109	116
18	320	543	110	118
19	320	543	111	119
20	320	543	112	120
21	320	543	113	122
22	320	543	114	123
23	320	543	115	124
24	320	543	116	126
25	320	543	117	127
26	320	543	118	128
27	320	543	119	130
28	320	543	120	131
29	320	543	121	132
30	320	543	122	131
31	320	543	123	130
32	320	543	123	129
33	320	543	124	128
34	320	543	125	127
35	320	543	126	126
36	320	543	127	125
37	320	543	128	124
38	320	543	129	123
39	320	543	130	123
40	320	543	131	122
41	320	543	132	121
42	320	543	131	120
43	320	543	130	119
44	320	543	128	118
45	320	543	127	117
46	320	543	126	116
47	320	543	124	115
48	320	543	123	114

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
49	320	543	122	113
50	320	543	120	112
51	320	543	119	111
52	320	543	118	110
53	320	543	116	109
54	320	543	115	109
55	320	543	114	108
56	320	543	112	107
57	320	543	111	106
58	320	543	109	105
59	320	543	108	104
60	320	543	107	103
61	320	542	105	102
62	314	527	101	98
63	302	497	94	91
64	285	450	83	81
65	271	385	70	68
66	318	315	53	52
67	259	180	35	34
68	212	62	18	17
69	0	0	0	0

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	212	47	17	17
3	259	138	34	34
4	318	247	52	52
5	271	319	68	68
6	285	385	81	81
7	302	434	91	91
8	314	466	98	98
9	320	481	102	102
10	320	483	103	103
11	320	483	104	104
12	320	483	105	105
13	320	483	106	106
14	320	483	107	107
15	320	483	108	108
16	320	483	108	109
17	320	483	109	109
18	320	483	110	110
19	320	483	111	111
20	320	483	112	112
21	320	483	113	113
22	320	483	114	114
23	320	483	115	115
24	320	483	116	116
25	320	483	117	117
26	320	483	118	118
27	320	483	119	119
28	320	483	120	120
29	320	483	121	121
30	320	483	122	122
31	320	483	122	123
32	320	483	123	123
33	320	483	124	124
34	320	483	125	125
35	320	483	126	126
36	320	483	125	125
37	320	483	124	124
38	320	483	123	123
39	320	483	123	122

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
40	320	483	122	122
41	320	483	121	121
42	320	483	120	120
43	320	483	119	119
44	320	483	118	118
45	320	483	117	117
46	320	483	116	116
47	320	483	115	115
48	320	483	114	114
49	320	483	113	113
50	320	483	112	112
51	320	483	111	111
52	320	483	110	110
53	320	483	109	109
54	320	483	109	108
55	320	483	108	108
56	320	483	107	107
57	320	483	106	106
58	320	483	105	105
59	320	483	104	104
60	320	483	103	103
61	320	481	102	102
62	314	466	98	98
63	302	434	91	91
64	285	385	81	81
65	271	319	68	68
66	318	247	52	52
67	259	138	34	34
68	212	47	17	17
69	0	0	0	0

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

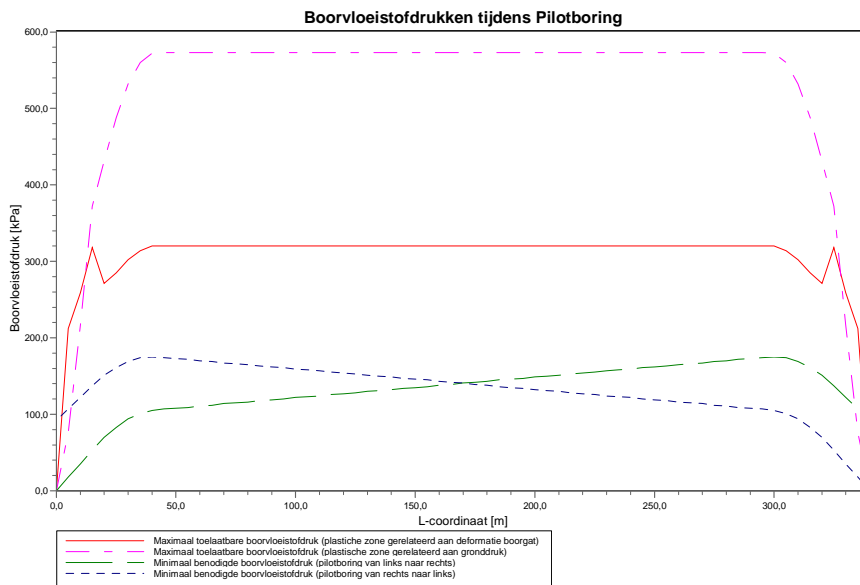
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	0	0	-	voldoet
2	16	0	-	voldoet
3	32	0	-	voldoet
4	49	10	4,77	voldoet
5	64	23	2,80	voldoet
6	76	33	2,31	voldoet
7	85	40	2,11	voldoet
8	91	45	2,01	voldoet
9	94	48	1,97	voldoet
10	94	48	1,97	voldoet
11	94	48	1,97	voldoet
12	94	48	1,97	voldoet
13	94	48	1,97	voldoet
14	94	48	1,97	voldoet
15	94	48	1,97	voldoet
16	94	48	1,97	voldoet
17	94	48	1,97	voldoet
18	94	48	1,97	voldoet
19	94	48	1,97	voldoet
20	94	48	1,97	voldoet
21	94	48	1,97	voldoet
22	94	48	1,97	voldoet
23	94	48	1,97	voldoet
24	94	48	1,97	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
25	94	48	1,97	voldoet
26	94	48	1,97	voldoet
27	94	48	1,97	voldoet
28	94	48	1,97	voldoet
29	94	48	1,97	voldoet
30	94	48	1,97	voldoet
31	94	48	1,97	voldoet
32	94	48	1,97	voldoet
33	94	48	1,97	voldoet
34	94	48	1,97	voldoet
35	94	48	1,97	voldoet
36	94	48	1,97	voldoet
37	94	48	1,97	voldoet
38	94	48	1,97	voldoet
39	94	48	1,97	voldoet
40	94	48	1,97	voldoet
41	94	48	1,97	voldoet
42	94	48	1,97	voldoet
43	94	48	1,97	voldoet
44	94	48	1,97	voldoet
45	94	48	1,97	voldoet
46	94	48	1,97	voldoet
47	94	48	1,97	voldoet
48	94	48	1,97	voldoet
49	94	48	1,97	voldoet
50	94	48	1,97	voldoet
51	94	48	1,97	voldoet
52	94	48	1,97	voldoet
53	94	48	1,97	voldoet
54	94	48	1,97	voldoet
55	94	48	1,97	voldoet
56	94	48	1,97	voldoet
57	94	48	1,97	voldoet
58	94	48	1,97	voldoet
59	94	48	1,97	voldoet
60	94	48	1,97	voldoet
61	94	48	1,97	voldoet
62	91	45	2,01	voldoet
63	85	40	2,11	voldoet
64	76	33	2,31	voldoet
65	64	23	2,80	voldoet
66	49	10	4,77	voldoet
67	32	0	-	voldoet
68	16	0	-	voldoet
69	0	0	-	voldoet

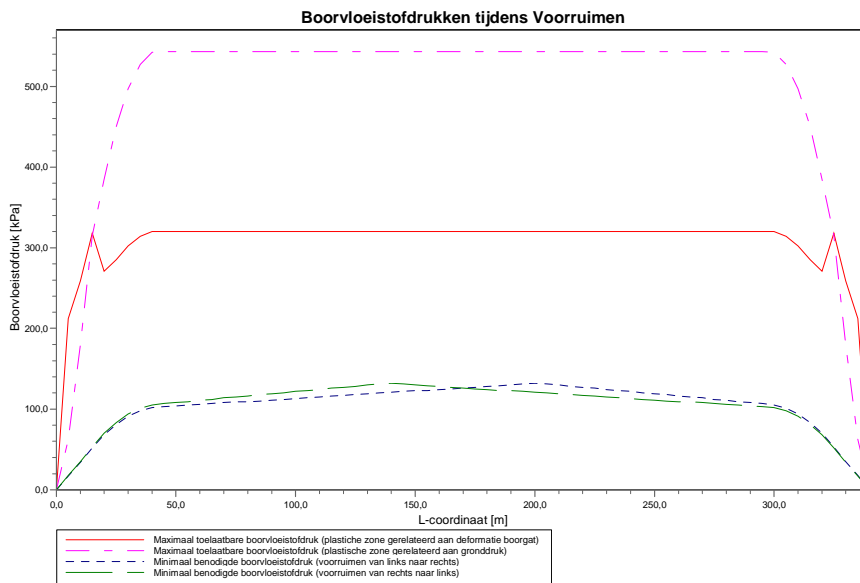
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

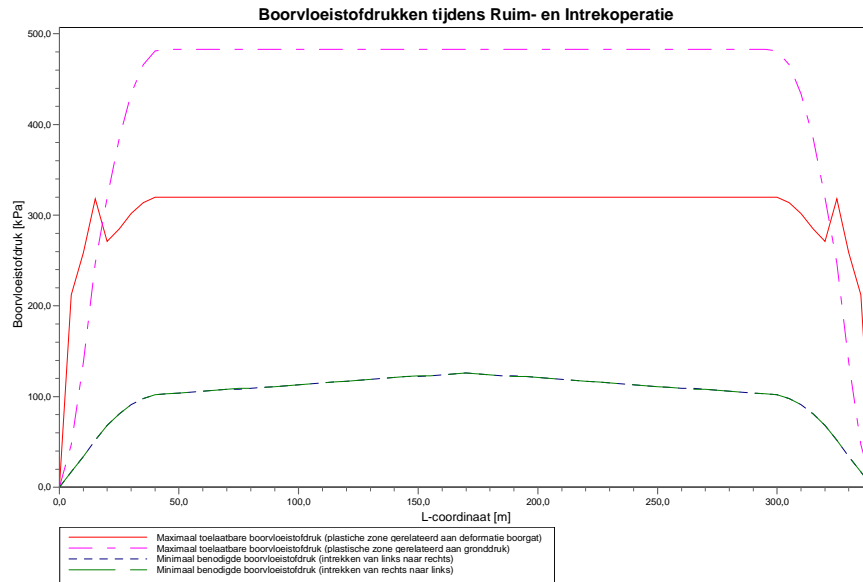
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	110	25	18	25	878966
3	397	49	13	17	498916
4	769	65	12	16	498916
5	596	77	11	15	148604
6	645	86	10	14	148604
7	679	93	10	14	148604
8	701	97	10	13	148604
9	712	100	10	13	148604
10	713	100	10	13	148604
11	713	100	10	13	148604
12	713	100	10	13	148604
13	713	100	10	13	148604
14	713	100	10	13	148604
15	713	100	10	13	148604
16	713	100	10	13	148604
17	713	100	10	13	148604
18	713	100	10	13	148604
19	713	100	10	13	148604
20	713	100	10	13	148604
21	713	100	10	13	148604
22	713	100	10	13	148604
23	713	100	10	13	148604
24	713	100	10	13	148604
25	713	100	10	13	148604
26	713	100	10	13	148604
27	713	100	10	13	148604
28	713	100	10	13	148604
29	713	100	10	13	148604
30	713	100	10	13	148604
31	713	100	10	13	148604
32	713	100	10	13	148604
33	713	100	10	13	148604
34	713	100	10	13	148604
35	713	100	10	13	148604
36	713	100	10	13	148604
37	713	100	10	13	148604
38	713	100	10	13	148604
39	713	100	10	13	148604
40	713	100	10	13	148604
41	713	100	10	13	148604
42	713	100	10	13	148604

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
43	713	100	10	13	148604
44	713	100	10	13	148604
45	713	100	10	13	148604
46	713	100	10	13	148604
47	713	100	10	13	148604
48	713	100	10	13	148604
49	713	100	10	13	148604
50	713	100	10	13	148604
51	713	100	10	13	148604
52	713	100	10	13	148604
53	713	100	10	13	148604
54	713	100	10	13	148604
55	713	100	10	13	148604
56	713	100	10	13	148604
57	713	100	10	13	148604
58	713	100	10	13	148604
59	713	100	10	13	148604
60	713	100	10	13	148604
61	712	100	10	13	148604
62	701	97	10	13	148604
63	679	93	10	14	148604
64	645	86	10	14	148604
65	596	77	11	15	148604
66	769	65	12	16	498916
67	397	49	13	17	498916
68	110	25	18	25	878966
69	0	0	0	0	0

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	878966	32	615276	0	0,05	8
2	0	569855	1016	398899	280	0,05	8
3	0	498916	1755	349241	605	0,05	8
4	0	416506	2309	291554	803	0,05	8
5	0	148604	2068	104023	596	0,05	8
6	0	148604	2311	104023	645	0,05	8
7	0	148604	2491	104023	679	0,05	8
8	0	233648	2609	163554	701	0,05	8
9	0	385971	2699	270180	712	0,05	8
10	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
11	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
12	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
13	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
14	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
15	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
16	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
17	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
18	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
19	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
20	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
21	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
22	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
23	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
24	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
25	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
26	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
27	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
28	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
29	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
30	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
31	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
32	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
33	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
34	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
35	0	402887	2934	282021	713	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
36	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
37	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
38	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
39	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
40	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
41	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
42	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
43	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
44	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
45	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
46	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
47	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
48	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
49	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
50	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
51	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
52	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
53	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
54	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
55	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
56	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
57	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
58	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
59	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
60	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
61	0	385971	2699	270180	712	0,05	8
62	0	233648	2609	163554	701	0,05	8
63	0	148604	2491	104023	679	0,05	8
64	0	148604	2311	104023	645	0,05	8
65	0	148604	2068	104023	596	0,05	8
66	0	416506	2309	291554	803	0,05	8
67	0	498916	1755	349241	605	0,05	8
68	0	569855	1016	398899	280	0,05	8
69	0	878966	32	615276	0	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 100 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 25 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 878966 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1802104 kN/m³

4.2 Grondmechanische Parameters 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	67	24	18	24	483393
3	233	48	13	17	274383
4	445	65	12	16	274383

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
5	581	77	11	15	139410
6	634	86	10	14	81727
7	671	93	10	14	81727
8	694	97	10	13	81727
9	705	99	10	13	81727
10	706	99	10	13	81727
11	706	99	10	13	81727
12	706	99	10	13	81727
13	706	99	10	13	81727
14	706	99	10	13	81727
15	706	99	10	13	81727
16	706	99	10	13	81727
17	706	99	10	13	81727
18	706	99	10	13	81727
19	706	99	10	13	81727
20	706	99	10	13	81727
21	706	99	10	13	81727
22	706	99	10	13	81727
23	706	99	10	13	81727
24	706	99	10	13	81727
25	706	99	10	13	81727
26	706	99	10	13	81727
27	706	99	10	13	81727
28	706	99	10	13	81727
29	706	99	10	13	81727
30	706	99	10	13	81727
31	706	99	10	13	81727
32	706	99	10	13	81727
33	706	99	10	13	81727
34	706	99	10	13	81727
35	706	99	10	13	81727
36	706	99	10	13	81727
37	706	99	10	13	81727
38	706	99	10	13	81727
39	706	99	10	13	81727
40	706	99	10	13	81727
41	706	99	10	13	81727
42	706	99	10	13	81727
43	706	99	10	13	81727
44	706	99	10	13	81727
45	706	99	10	13	81727
46	706	99	10	13	81727
47	706	99	10	13	81727
48	706	99	10	13	81727
49	706	99	10	13	81727
50	706	99	10	13	81727
51	706	99	10	13	81727
52	706	99	10	13	81727
53	706	99	10	13	81727
54	706	99	10	13	81727
55	706	99	10	13	81727
56	706	99	10	13	81727
57	706	99	10	13	81727
58	706	99	10	13	81727
59	706	99	10	13	81727
60	706	99	10	13	81727
61	705	99	10	13	81727
62	694	97	10	13	81727
63	671	93	10	14	81727
64	634	86	10	14	81727
65	581	77	11	15	139410
66	445	65	12	16	274383
67	233	48	13	17	274383
68	67	24	18	24	483393
69	0	0	0	0	0

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	483393	59	338375	0	0,05	8
2	0	286608	944	200626	187	0,05	8
3	0	274383	1753	192068	485	0,05	8
4	0	152375	2309	106663	714	0,05	8
5	0	81727	2067	57209	581	0,05	8
6	0	81727	2310	57209	634	0,05	8
7	0	107885	2490	75520	671	0,05	8
8	0	201588	2608	141112	694	0,05	8
9	0	249022	3241	174315	705	0,05	8
10	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
11	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
12	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
13	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
14	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
15	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
16	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
17	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
18	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
19	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
20	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
21	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
22	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
23	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
24	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
25	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
26	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
27	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
28	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
29	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
30	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
31	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
32	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
33	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
34	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
35	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
36	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
37	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
38	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
39	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
40	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
41	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
42	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
43	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
44	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
45	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
46	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
47	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
48	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
49	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
50	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
51	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
52	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
53	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
54	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
55	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
56	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
57	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
58	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
59	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
60	0	254216	3305	177951	706	0,05	8
61	0	249022	3241	174315	705	0,05	8
62	0	201588	2608	141112	694	0,05	8
63	0	107885	2490	75520	671	0,05	8
64	0	81727	2310	57209	634	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
65	0	81727	2067	57209	581	0,05	8
66	0	152375	2309	106663	714	0,05	8
67	0	274383	1753	192068	485	0,05	8
68	0	286608	944	200626	187	0,05	8
69	0	483393	59	338375	0	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 99 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 483393 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 991077 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	110	25	18	25	878966
3	397	49	13	17	498916
4	769	65	12	16	498916
5	596	77	11	15	148604
6	645	86	10	14	148604
7	679	93	10	14	148604
8	701	97	10	13	148604
9	712	100	10	13	148604
10	713	100	10	13	148604
11	713	100	10	13	148604
12	713	100	10	13	148604
13	713	100	10	13	148604
14	713	100	10	13	148604
15	713	100	10	13	148604
16	713	100	10	13	148604
17	713	100	10	13	148604
18	713	100	10	13	148604
19	713	100	10	13	148604
20	713	100	10	13	148604
21	713	100	10	13	148604
22	713	100	10	13	148604
23	713	100	10	13	148604
24	713	100	10	13	148604
25	713	100	10	13	148604
26	713	100	10	13	148604
27	713	100	10	13	148604
28	713	100	10	13	148604
29	713	100	10	13	148604
30	713	100	10	13	148604
31	713	100	10	13	148604
32	713	100	10	13	148604
33	713	100	10	13	148604

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
34	713	100	10	13	148604
35	713	100	10	13	148604
36	713	100	10	13	148604
37	713	100	10	13	148604
38	713	100	10	13	148604
39	713	100	10	13	148604
40	713	100	10	13	148604
41	713	100	10	13	148604
42	713	100	10	13	148604
43	713	100	10	13	148604
44	713	100	10	13	148604
45	713	100	10	13	148604
46	713	100	10	13	148604
47	713	100	10	13	148604
48	713	100	10	13	148604
49	713	100	10	13	148604
50	713	100	10	13	148604
51	713	100	10	13	148604
52	713	100	10	13	148604
53	713	100	10	13	148604
54	713	100	10	13	148604
55	713	100	10	13	148604
56	713	100	10	13	148604
57	713	100	10	13	148604
58	713	100	10	13	148604
59	713	100	10	13	148604
60	713	100	10	13	148604
61	712	100	10	13	148604
62	701	97	10	13	148604
63	679	93	10	14	148604
64	645	86	10	14	148604
65	596	77	11	15	148604
66	769	65	12	16	498916
67	397	49	13	17	498916
68	110	25	18	25	878966
69	0	0	0	0	0

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	878966	32	615276	0	0,05	8
2	0	569855	1016	398899	280	0,05	8
3	0	498916	1755	349241	605	0,05	8
4	0	416506	2309	291554	803	0,05	8
5	0	148604	2068	104023	596	0,05	8
6	0	148604	2311	104023	645	0,05	8
7	0	148604	2491	104023	679	0,05	8
8	0	233648	2609	163554	701	0,05	8
9	0	385971	2699	270180	712	0,05	8
10	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
11	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
12	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
13	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
14	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
15	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
16	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
17	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
18	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
19	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
20	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
21	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
22	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
23	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
24	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
25	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
26	0	402887	2934	282021	713	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
27	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
28	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
29	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
30	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
31	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
32	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
33	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
34	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
35	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
36	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
37	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
38	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
39	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
40	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
41	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
42	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
43	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
44	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
45	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
46	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
47	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
48	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
49	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
50	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
51	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
52	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
53	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
54	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
55	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
56	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
57	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
58	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
59	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
60	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
61	0	385971	2699	270180	712	0,05	8
62	0	233648	2609	163554	701	0,05	8
63	0	148604	2491	104023	679	0,05	8
64	0	148604	2311	104023	645	0,05	8
65	0	148604	2068	104023	596	0,05	8
66	0	416506	2309	291554	803	0,05	8
67	0	498916	1755	349241	605	0,05	8
68	0	569855	1016	398899	280	0,05	8
69	0	878966	32	615276	0	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 100 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 25 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 878966 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1802104 kN/m³

4.4 Grondmechanische Parameters 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²

tmax Maximale wrijving leiding-boorvloeistof kN/m²
dmax Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	110	25	18	25	878966
3	397	49	13	17	498916
4	769	65	12	16	498916
5	596	77	11	15	148604
6	645	86	10	14	148604
7	679	93	10	14	148604
8	701	97	10	13	148604
9	712	100	10	13	148604
10	713	100	10	13	148604
11	713	100	10	13	148604
12	713	100	10	13	148604
13	713	100	10	13	148604
14	713	100	10	13	148604
15	713	100	10	13	148604
16	713	100	10	13	148604
17	713	100	10	13	148604
18	713	100	10	13	148604
19	713	100	10	13	148604
20	713	100	10	13	148604
21	713	100	10	13	148604
22	713	100	10	13	148604
23	713	100	10	13	148604
24	713	100	10	13	148604
25	713	100	10	13	148604
26	713	100	10	13	148604
27	713	100	10	13	148604
28	713	100	10	13	148604
29	713	100	10	13	148604
30	713	100	10	13	148604
31	713	100	10	13	148604
32	713	100	10	13	148604
33	713	100	10	13	148604
34	713	100	10	13	148604
35	713	100	10	13	148604
36	713	100	10	13	148604
37	713	100	10	13	148604
38	713	100	10	13	148604
39	713	100	10	13	148604
40	713	100	10	13	148604
41	713	100	10	13	148604
42	713	100	10	13	148604
43	713	100	10	13	148604
44	713	100	10	13	148604
45	713	100	10	13	148604
46	713	100	10	13	148604
47	713	100	10	13	148604
48	713	100	10	13	148604
49	713	100	10	13	148604
50	713	100	10	13	148604
51	713	100	10	13	148604
52	713	100	10	13	148604
53	713	100	10	13	148604
54	713	100	10	13	148604
55	713	100	10	13	148604
56	713	100	10	13	148604
57	713	100	10	13	148604
58	713	100	10	13	148604
59	713	100	10	13	148604
60	713	100	10	13	148604
61	712	100	10	13	148604
62	701	97	10	13	148604

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
63	679	93	10	14	148604
64	645	86	10	14	148604
65	596	77	11	15	148604
66	769	65	12	16	498916
67	397	49	13	17	498916
68	110	25	18	25	878966
69	0	0	0	0	0

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	878966	32	615276	0	0,05	8
2	0	569855	1016	398899	280	0,05	8
3	0	498916	1755	349241	605	0,05	8
4	0	416506	2309	291554	803	0,05	8
5	0	148604	2068	104023	596	0,05	8
6	0	148604	2311	104023	645	0,05	8
7	0	148604	2491	104023	679	0,05	8
8	0	233648	2609	163554	701	0,05	8
9	0	385971	2699	270180	712	0,05	8
10	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
11	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
12	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
13	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
14	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
15	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
16	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
17	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
18	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
19	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
20	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
21	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
22	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
23	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
24	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
25	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
26	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
27	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
28	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
29	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
30	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
31	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
32	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
33	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
34	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
35	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
36	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
37	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
38	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
39	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
40	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
41	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
42	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
43	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
44	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
45	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
46	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
47	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
48	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
49	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
50	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
51	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
52	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
53	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
54	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
55	0	402887	2934	282021	713	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
56	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
57	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
58	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
59	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
60	0	402887	2934	282021	713	0,05	8
61	0	385971	2699	270180	712	0,05	8
62	0	233648	2609	163554	701	0,05	8
63	0	148604	2491	104023	679	0,05	8
64	0	148604	2311	104023	645	0,05	8
65	0	148604	2068	104023	596	0,05	8
66	0	416506	2309	291554	803	0,05	8
67	0	498916	1755	349241	605	0,05	8
68	0	569855	1016	398899	280	0,05	8
69	0	878966	32	615276	0	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 100 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 25 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 878966 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1802104 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 12,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	R = 100 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 639604 kN/m ³

5.2 Ballasten Leiding

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

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

Opwaartse kracht	:	72	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	19	[kg/m]
Resultaat	:	54	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

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

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

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

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	6
T2	17	9
T3	43	15
T4	299	51
T5	325	59
T6	342	62

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 2,00 gebruikt en een belasting factor van 1,10 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalyse1: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 342 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse1: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 10,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 0,8 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,7 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 1,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 6,7 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 1,1\text{E-}2 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,01283 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfsstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 1,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,9 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfsstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{\text{Temp}} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,2	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,2	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,9	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,1	6,7	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,4	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,9	0,9

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 0,5 mm (0,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 8,8 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 13,8 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosie1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

7 Spanningsanalyse2: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 342 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse2: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot lb) / (1,00 \cdot Rrol \cdot Wb) = 1,4 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,7 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 1,5 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 7,1 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 5,9\text{E-}3 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,02334 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 1,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 1,0 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,3	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,4	N/mm ²
$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,2	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\Sigma_{t,max} = \Sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \Sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \Sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	1,0	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen2: leiding no. 2

Belasting combinatie 1

- $\Sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\Sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,5	7,1	-	-	-
Σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,3	0,3
$\Sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,6	-	-	-
$\Sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,0	1,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,1 mm (0,6% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 13,8 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosie2: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

8 Spanningsanalyse3: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 342 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse3: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 10,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 0,8 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,7 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 1,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 6,7 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 1,1\text{E-}2 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,01283 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 1,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,9 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,2	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,2	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,9	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen3: leiding no. 3

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,1	6,7	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,4	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,9	0,9

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 0,5 mm (0,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 8,8 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 13,8 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosie3: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

9 Spanningsanalyse4: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 342 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

9.2 Resultaten Spanningsanalyse4: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 10,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 0,8 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,7 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 1,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 6,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 6,7 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 1,1\text{E-}2 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,01283 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,4 \quad \text{N/mm}^2$$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 1,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,9 \quad \text{N/mm}^2$$

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((ru^2 + ri^2) / (ru^2 - ri^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{Temp} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,2	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	1,2	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	0,9	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen4: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,1	6,7	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,4	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	0,9	0,9

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 0,5 mm (0,4% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 8,8 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 13,8 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosie4: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 126 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 48 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: Grontmij

Datum van rapport: 5/28/2014
Tijd van rapport: 4:45:07 PM

Bestandsnaam: C:\.\Tennet Doetichem Wesel kruising Liemersweg bundel

1 Inhoudsopgave

1	Inhoudsopgave	2
2	Invoergegevens	4
2.1	Gebruikt model	4
2.2	Laagscheidingen	4
2.3	PN-Lijnen	4
2.4	Freatische Lijn	4
2.5	Grondprofielen	4
2.6	Grenslagen	4
2.7	Configuratie van de Pijpleiding	4
2.8	Berekenings Verticalen	5
2.9	Materiaaltypen	5
2.10	Materiaalgegevens van de Leiding	5
2.11	Gegevens voor Leidingberekening	6
2.12	Geometrie	7
2.12.1	Geometrie Sectie, Detail	7
2.12.2	Geometrie Bovenaanzicht	7
2.13	Boorvloeistofdruk Gegevens	8
2.14	Factoren	8
3	Boorvloeistofdrukken	9
3.1	Boorvloeistofdruk Gegevens	9
3.2	Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk	10
3.3	Boorvloeistofdruk Grafieken	11
3.3.1	Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring	11
3.3.2	Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen	11
3.3.3	Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie	12
4	Grondmechanische Parameters	13
4.1	Grondmechanische Parameters 1: leiding no. 1	13
4.2	Grondmechanische Parameters 2: leiding no. 2	14
4.3	Grondmechanische Parameters 3: leiding no. 3	15
4.4	Grondmechanische Parameters 4: leiding no. 4	16
5	Gegevens voor Spanningsanalyse	18
5.1	Algemene gegevens	18
5.2	Ballasten Leiding	18
5.3	Trekkrachtberekening	18
6	Spanningsanalyse1: leiding no. 1	20
6.1	Materiaalgegevens1: leiding no. 1	20
6.2	Resultaten Spanningsanalyse1: leiding no. 1	20
6.2.1	Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	20
6.2.2	Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	21
6.2.3	Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	21
6.2.4	Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	21
6.2.5	Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	21
6.3	Controle van de Berekende Spanningen1: leiding no. 1	22
6.3.1	Toetsing op Implosie1: leiding no. 1	22
7	Spanningsanalyse2: leiding no. 2	23
7.1	Materiaalgegevens2: leiding no. 2	23
7.2	Resultaten Spanningsanalyse2: leiding no. 2	23
7.2.1	Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	23
7.2.2	Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	24
7.2.3	Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	24
7.2.4	Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	24
7.2.5	Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	24
7.3	Controle van de Berekende Spanningen2: leiding no. 2	25
7.3.1	Toetsing op Implosie2: leiding no. 2	25
8	Spanningsanalyse3: leiding no. 3	26
8.1	Materiaalgegevens3: leiding no. 3	26
8.2	Resultaten Spanningsanalyse3: leiding no. 3	26
8.2.1	Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	26
8.2.2	Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	27
8.2.3	Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	27
8.2.4	Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	27
8.2.5	Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	27
8.3	Controle van de Berekende Spanningen3: leiding no. 3	28
8.3.1	Toetsing op Implosie3: leiding no. 3	28

9 Spanningsanalyse4: leiding no. 4	29
9.1 Materiaalgegevens4: leiding no. 4	29
9.2 Resultaten Spanningsanalyse4: leiding no. 4	29
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie	29
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie	30
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen	30
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie	30
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk	30
9.3 Controle van de Berekende Spanningen4: leiding no. 4	31
9.3.1 Toetsing op Implosie4: leiding no. 4	31

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
2 - X -	0,000	24,000	24,000	28,000	28,000
2 - Y -	11,000	11,000	8,000	8,000	11,000
2 - X -	63,000	63,000	73,000	73,000	100,000
2 - Y -	11,000	8,000	8,000	11,000	11,000
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	4,500	4,500			
0 - X -	0,000	100,000			
0 - Y -	0,000	0,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	0,000	100,000			
1 - Y -	8,500	8,500			

2.4 Freatische Lijn

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

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
2	Zand matig	1	1
1	Zand vast	1	1

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 2: Zand matig

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

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coördinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coördinaat linker punt	11,00	[m]
X-coördinaat rechter punt	100,00	[m]
Y-coördinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coördinaat rechter punt	11,00	[m]
Hoek links	15,00	[graden]
Hoek rechts	15,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	5,50	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	100,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	100,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	100,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van links naar rechts ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	0,00	11,00	0,00
2	5,00	9,66	0,00
3	10,00	8,35	0,00
4	15,00	7,26	0,00
5	20,00	6,44	0,00
6	25,00	5,88	0,00
7	30,00	5,57	0,00
8	35,00	5,50	0,00
9	40,00	5,50	0,00
10	45,00	5,50	0,00
11	50,00	5,50	0,00
12	55,00	5,50	0,00
13	60,00	5,50	0,00
14	65,00	5,50	0,00
15	70,00	5,57	0,00
16	75,00	5,88	0,00
17	80,00	6,44	0,00
18	85,00	7,26	0,00
19	90,00	8,35	0,00
20	95,00	9,66	0,00

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

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m ³]	Gamma verz [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m ²]	Cu onder [kN/m ²]	Emod top [kN/m ²]	Emod onder [kN/m ²]
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00	25000	25000
Zand matig	18,00	30,00	0,00	32,50	0,00	0,00	75000	75000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	125000	125000

Naam	Adhesie A [kN/m ²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Zand los	-	-	0,30
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,30

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0 [N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0 [N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65 [-]
Uitwendige diameter leiding	110,00 [mm]
Wanddikte (Nominaal)	10,00 [mm]
Volumegegewicht leidingmateriaal	9,54 [kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00 [kPa]
Incidenteledruk	0,00 [kPa]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen
Kwaliteit	PE100
Elasticiteitsmodulus (kort)	975 [N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350 [N/mm ²]

Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 4

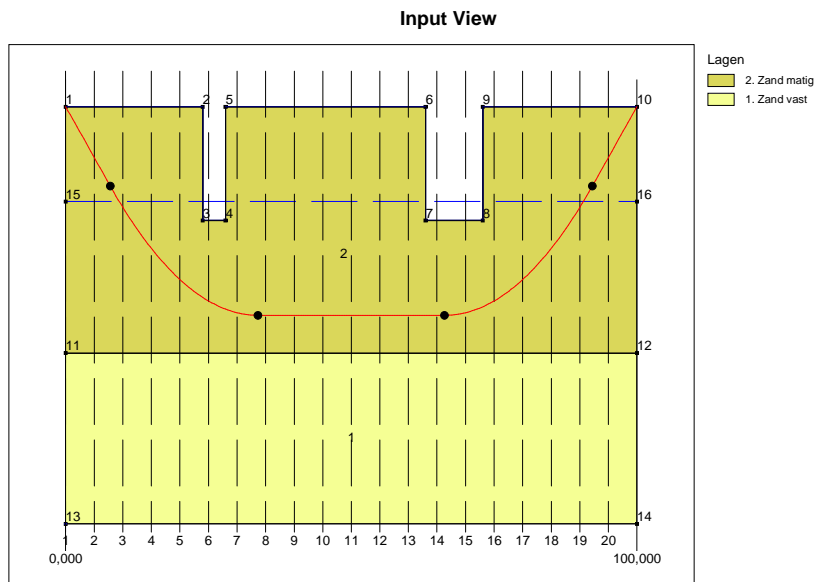
Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm ²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm ²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm ²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m ³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidentele druk	0,00	[kPa]

2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	0	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m ³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m ²]
Opleghoek	120	[graden]
Belastingshoek	180	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,250	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,080	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,300	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,080	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,600	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,363	[m]
Debiet tijdens pilotboring	199,8	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	600,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	1249,8	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	12,1	[kN/m ³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m ²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m ²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	2,00	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m ³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,50	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	36
2	157	75	18	51
3	250	234	36	65
4	331	418	51	76
5	387	565	63	84
6	255	205	71	89
7	444	720	77	91
8	448	732	79	90
9	448	732	81	88
10	448	732	83	86
11	448	732	85	85
12	448	732	86	83
13	448	732	88	81
14	285	262	90	79
15	280	252	91	77
16	424	666	89	71
17	387	565	84	63
18	331	418	76	51
19	250	234	65	36
20	157	75	51	18

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	157	67	18	18
3	250	209	35	36
4	331	378	50	51
5	387	518	61	63
6	255	185	69	71
7	444	670	74	77
8	448	681	77	79
9	448	681	78	81
10	448	681	79	82
11	448	681	81	81
12	448	681	82	79
13	448	681	81	78
14	285	237	79	77
15	280	228	77	74
16	424	616	71	69
17	387	518	63	61
18	331	378	51	50
19	250	209	36	35
20	157	67	18	18

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	0	0	0	0
2	157	42	18	18
3	250	134	35	35
4	331	251	49	50
5	387	354	61	61
6	255	127	69	69
7	444	473	74	74
8	448	483	76	77
9	448	483	77	78

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m ²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
10	448	483	78	79
11	448	483	80	80
12	448	483	79	78
13	448	483	78	77
14	285	162	77	76
15	280	156	74	74
16	424	430	69	69
17	387	354	61	61
18	331	251	50	49
19	250	134	35	35
20	157	42	18	18

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

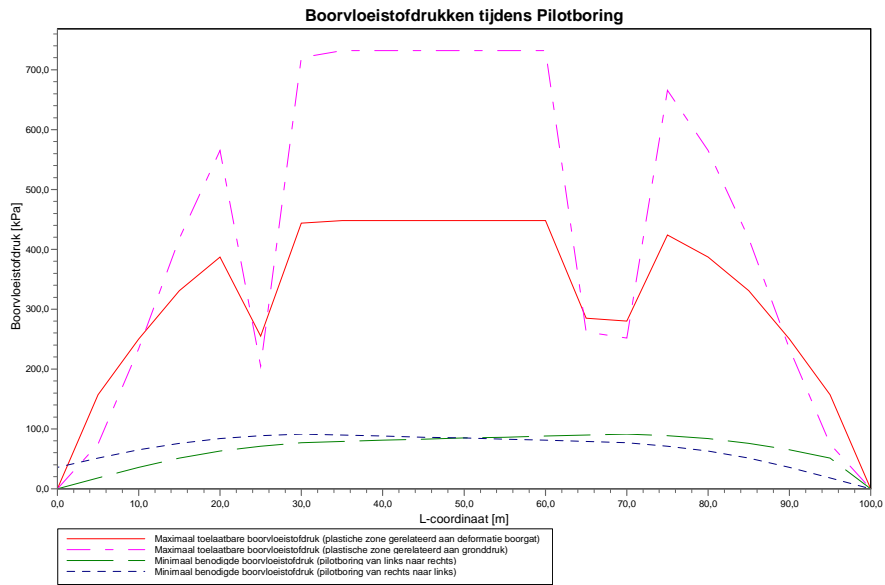
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			Resultaat
	Boorvloeistof [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Veiligheidsfactor [-]	
1	0	0	-	voldoet
2	16	0	-	voldoet
3	32	2	20,98	voldoet
4	45	12	3,65	voldoet
5	55	21	2,68	voldoet
6	62	26	2,36	voldoet
7	66	29	2,24	voldoet
8	67	30	2,22	voldoet
9	67	30	2,22	voldoet
10	67	30	2,22	voldoet
11	67	30	2,22	voldoet
12	67	30	2,22	voldoet
13	67	30	2,22	voldoet
14	67	30	2,22	voldoet
15	66	29	2,24	voldoet
16	62	26	2,36	voldoet
17	55	21	2,68	voldoet
18	45	12	3,65	voldoet
19	32	2	20,98	voldoet
20	16	0	-	voldoet

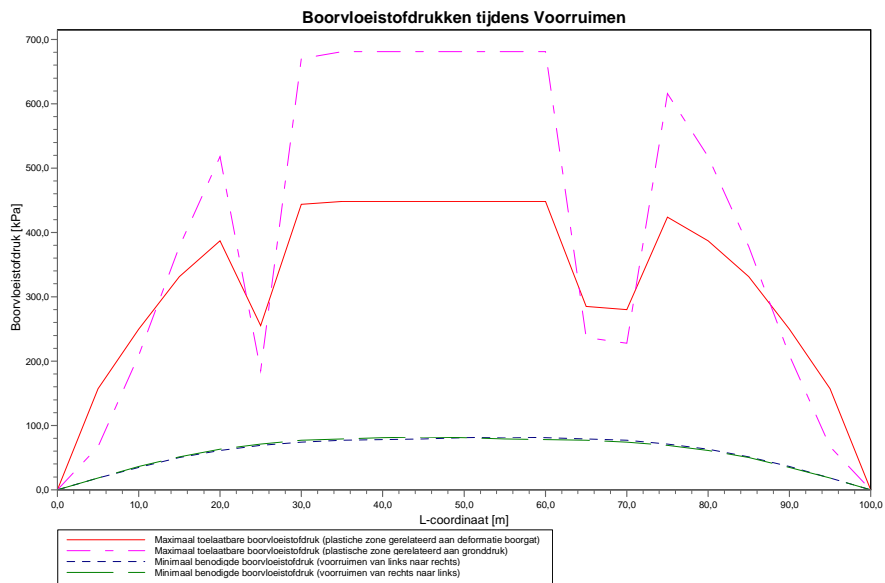
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

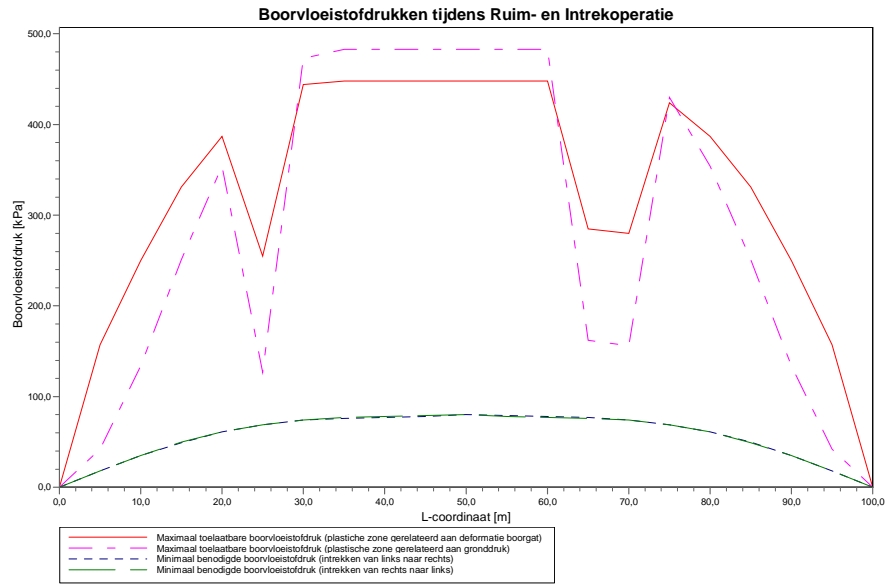
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters 1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	104	23	17	23	498916
3	379	47	12	17	498916
4	758	69	14	18	498916
5	983	85	14	19	498916
6	274	42	31	42	498916
7	1127	103	14	19	498916
8	1138	104	14	19	498916
9	1138	104	14	19	498916
10	1138	104	14	19	498916
11	1138	104	14	19	498916
12	1138	104	14	19	498916
13	1138	104	14	19	498916
14	375	49	13	18	498916
15	356	48	13	18	498916
16	1078	97	14	19	498916
17	983	85	14	19	498916
18	758	69	14	18	498916
19	379	47	12	17	498916
20	104	23	17	23	498916

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	498916	20	349241	0	0,05	8
2	0	498916	855	349241	237	0,05	8
3	0	498916	1699	349241	587	0,05	8
4	0	498916	2461	349241	831	0,05	8
5	0	498916	3038	349241	983	0,05	8
6	0	498916	1500	349241	493	0,05	8
7	0	498916	3652	349241	1127	0,05	8
8	0	498916	3700	349241	1138	0,05	8
9	0	498916	3700	349241	1138	0,05	8
10	0	498916	3700	349241	1138	0,05	8
11	0	498916	3700	349241	1138	0,05	8
12	0	498916	3700	349241	1138	0,05	8
13	0	498916	3700	349241	1138	0,05	8
14	0	498916	1766	349241	596	0,05	8
15	0	498916	1718	349241	578	0,05	8
16	0	498916	3434	349241	1078	0,05	8
17	0	498916	3038	349241	983	0,05	8
18	0	498916	2461	349241	831	0,05	8
19	0	498916	1699	349241	587	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
20	0	498916	855	349241	237	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 104 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv;r;n, max = 42 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 498916 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 1277592 kN/m³

4.2 Grondmechanische Parameters 2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv;r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv;r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	64	23	17	23	274383
3	222	46	12	17	274383
4	437	68	14	18	274383
5	647	85	14	19	274383
6	163	41	30	41	274383
7	915	102	14	19	274383
8	938	103	14	19	274383
9	938	103	14	19	274383
10	938	103	14	19	274383
11	938	103	14	19	274383
12	938	103	14	19	274383
13	938	103	14	19	274383
14	221	48	13	18	274383
15	210	47	13	18	274383
16	815	96	14	19	274383
17	647	85	14	19	274383
18	437	68	14	18	274383
19	222	46	12	17	274383
20	64	23	17	23	274383

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	274383	37	192068	0	0,05	8
2	0	274383	862	192068	163	0,05	8
3	0	274383	1707	192068	468	0,05	8
4	0	274383	2469	192068	734	0,05	8
5	0	274383	3045	192068	908	0,05	8
6	0	274383	1507	192068	372	0,05	8
7	0	280836	3659	196585	1071	0,05	8
8	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
9	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
10	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
11	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
12	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
13	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
14	0	294703	1773	206292	471	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
15	0	280836	1725	196585	453	0,05	8
16	0	274383	3441	192068	1016	0,05	8
17	0	274383	3045	192068	908	0,05	8
18	0	274383	2469	192068	734	0,05	8
19	0	274383	1707	192068	468	0,05	8
20	0	274383	862	192068	163	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 103 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 41 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 294703 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 754734 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	64	23	17	23	274383
3	222	46	12	17	274383
4	437	68	14	18	274383
5	647	85	14	19	274383
6	163	41	30	41	274383
7	915	102	14	19	274383
8	938	103	14	19	274383
9	938	103	14	19	274383
10	938	103	14	19	274383
11	938	103	14	19	274383
12	938	103	14	19	274383
13	938	103	14	19	274383
14	221	48	13	18	274383
15	210	47	13	18	274383
16	815	96	14	19	274383
17	647	85	14	19	274383
18	437	68	14	18	274383
19	222	46	12	17	274383
20	64	23	17	23	274383

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	274383	37	192068	0	0,05	8
2	0	274383	862	192068	163	0,05	8
3	0	274383	1707	192068	468	0,05	8
4	0	274383	2469	192068	734	0,05	8
5	0	274383	3045	192068	908	0,05	8
6	0	274383	1507	192068	372	0,05	8
7	0	280836	3659	196585	1071	0,05	8
8	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
9	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
10	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
11	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
12	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
13	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
14	0	294703	1773	206292	471	0,05	8
15	0	280836	1725	196585	453	0,05	8
16	0	274383	3441	192068	1016	0,05	8
17	0	274383	3045	192068	908	0,05	8
18	0	274383	2469	192068	734	0,05	8
19	0	274383	1707	192068	468	0,05	8
20	0	274383	862	192068	163	0,05	8

Maximale grondbelasting	:	Pv;n, max = 103 kN/m ²
Maximale gereduceerde grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 41 kN/m ²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	kv, max = 294703 kN/m ³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	:	kv, max = 754734 kN/m ³

4.4 Grondmechanische Parameters 4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m ²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m ²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m ²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m ²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m ³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m ³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m ³
Pv,e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m ³
Ph,e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m ²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m ²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m ²]	Pv;n [kN/m ²]	Ph;n [kN/m ²]	Pv,r;n [kN/m ²]	kv,top [kN/m ³]
1	0	0	0	0	0
2	64	23	17	23	274383
3	222	46	12	17	274383
4	437	68	14	18	274383
5	647	85	14	19	274383
6	163	41	30	41	274383
7	915	102	14	19	274383
8	938	103	14	19	274383
9	938	103	14	19	274383
10	938	103	14	19	274383
11	938	103	14	19	274383
12	938	103	14	19	274383
13	938	103	14	19	274383
14	221	48	13	18	274383
15	210	47	13	18	274383
16	815	96	14	19	274383
17	647	85	14	19	274383
18	437	68	14	18	274383
19	222	46	12	17	274383
20	64	23	17	23	274383

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv,e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph,e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
1	0	274383	37	192068	0	0,05	8
2	0	274383	862	192068	163	0,05	8
3	0	274383	1707	192068	468	0,05	8
4	0	274383	2469	192068	734	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m ³]	Pv;e [kN/m ²]	kh [kN/m ³]	Ph;e [kN/m ²]	tmax [kN/m ²]	dmax [mm]
5	0	274383	3045	192068	908	0,05	8
6	0	274383	1507	192068	372	0,05	8
7	0	280836	3659	196585	1071	0,05	8
8	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
9	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
10	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
11	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
12	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
13	0	294703	3707	206292	1083	0,05	8
14	0	294703	1773	206292	471	0,05	8
15	0	280836	1725	196585	453	0,05	8
16	0	274383	3441	192068	1016	0,05	8
17	0	274383	3045	192068	908	0,05	8
18	0	274383	2469	192068	734	0,05	8
19	0	274383	1707	192068	468	0,05	8
20	0	274383	862	192068	163	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 103 kN/m²
 Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 41 kN/m²
 Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 294703 kN/m³
 Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 754734 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 12,10 kN/m ³
Minimale kromtestraal	:	R = 100 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 592006 kN/m ³

5.2 Ballasten Leiding

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

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

Opwaartse kracht	:	125	[kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	33	[kg/m]
Resultaat	:	93	[kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkraftberekening

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

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

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

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	3
T2	8	5
T3	34	14
T4	67	22
T5	93	32
T6	101	34

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 1,40 gebruikt en een belasting factor van 1,10 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalyse1: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens1: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 110,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 10,0 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 101 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse1: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 10,0 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 0,8 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 0,6 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 0,8 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 1,9 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 9,8\text{E-}3 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,0108 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 2,1 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 1,5 \quad \text{N/mm}^2$$

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{\text{Temp}} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,2	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,2	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,1	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,5	N/mm ²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen1: leiding no. 1

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	0,6	1,9	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,3	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,5	1,5

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 0,7 mm (0,6% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 8,8 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 18,2 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosie1: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1548 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 278 kN/m².

7 Spanningsanalyse2: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens2: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteleddruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 101 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse2: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot lb) / (1,00 \cdot Rrol \cdot Wb) = 1,4 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 1,0 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 2,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 5,5\text{E-}3 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,02036 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 2,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 1,5 \quad \text{N/mm}^2$$

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{\text{Temp}} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,3	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,3	N/mm ²
$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,0	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\Sigma_{t,max} = \Sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \Sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \Sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	1,5	N/mm ²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen2: leiding no. 2

Belasting combinatie 1

- $\Sigma_{AxMax} < ShortStrength * DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < ShortStrength * DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\Sigma_{ptest} < ShortStrength * DamageFactor$
- $\Sigma_{py} < LongStrength * DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength * DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength * DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength * DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength * DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,0	2,3	-	-	-
Σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,3	0,3
$\Sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,6	-	-	-
$\Sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,5	1,5

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,4 mm (0,7% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 18,2 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosie2: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

8 Spanningsanalyse3: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens3: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteleddruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 101 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse3: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot Ib) / (1,00 \cdot R_{rol} \cdot Wb) = 1,4 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A = 0,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{Maximale axiale spanning Sigma}_{a,\text{max}} = 1,0 \quad [\text{N/mm}^2]$$

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 2,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 5,5\text{E-}3 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,02036 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 2,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 1,5 \quad \text{N/mm}^2$$

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{\text{Temp}} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\sigma_{a,max}$	=	0,3	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,3	N/mm ²
$\sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,0	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\sigma_{t,max} = \sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\sigma_{t,max}$	=	1,5	N/mm ²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen3: leiding no. 3

Belasting combinatie 1

- $\sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,0	2,3	-	-	-
σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,3	0,3
$\sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,6	-	-	-
$\sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,5	1,5

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,4 mm (0,7% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 18,2 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosie3: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

9 Spanningsanalyse4: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens4: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteleddruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	dt = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteleddruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 101 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm ²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm ²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm ²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 0 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 120 graden
Belastingshoek	:	alfa = 180 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,061
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,083
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,131
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,138
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,089
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 0 kN/m ²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 0 kN/m ³

9.2 Resultaten Spanningsanalyse4: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

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

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

$\text{Sigma}_b = Mb/Wb = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (E \cdot lb) / (1,00 \cdot Rrol \cdot Wb)$	=	1,4	[N/mm ²]
$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot T1/A$	=	0,1	[N/mm ²]
Maximale axiale spanning $\text{Sigma}_{a,max}$	=	1,0	[N/mm ²]

De tangentele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rmin} \cdot \text{Wb}) = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_t = f_{\text{pull}} \cdot \text{Tmax}/\text{A} = 1,4 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 2,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

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

$$qr = kv \cdot Y = (0,322 \cdot \text{Lambda}^2 \cdot \text{E} \cdot \text{I}) / (1,00 \cdot \text{Do} \cdot \text{R})$$

$$\text{Lambda} = (kv \cdot \text{Do} / (4 \cdot \text{E} \cdot \text{I}))^{0,25} = 5,5\text{E-}3 \quad \text{mm-1}$$

$$qr = 0,02036 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 0,6 \quad \text{N/mm}^2$$

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale axiale spanning } \text{Sigma}_{a,\text{max}} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

Tangentiele spanning:

$$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 0,3 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot \text{qn} \cdot (\text{rg}/\text{Ww}) \cdot \text{Do} = 2,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Maximale tangentele spanning } \text{Sigma}_{t,\text{max}} = 1,5 \quad \text{N/mm}^2$$

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijfstoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

$$\text{Sigma}_b = \text{Mb}/\text{Wb} = 1,40 \cdot 1,00 \cdot (\text{E} \cdot \text{Ib}) / (1,00 \cdot \text{Rrol} \cdot \text{Wb}) = 0,5 \quad \text{N/mm}^2$$

Ten gevolge van inwendige druk :

$$\text{Sigma}_{py} = \text{pd} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{px} = 0,5 \cdot \text{Sigma}_{py} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{ptest} = \text{pt} \cdot ((\text{ru}^2 + \text{ri}^2) / (\text{ru}^2 - \text{ri}^2)) = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\text{Sigma}_{\text{Temp}} = \text{dt} \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot \text{E} = 0,0 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximale axiale spanning $\Sigma_{a,max}$	=	0,3	N/mm ²
Tangentiele spanning:			
$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,3	N/mm ²
$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	2,0	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\Sigma_{t,max} = \Sigma_{py} + ((F'_{rr} \cdot \Sigma_{qr}) + (F_{rr} \cdot \Sigma_{qn}))$			
Maximale tangentele spanning $\Sigma_{t,max}$	=	1,5	N/mm ²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen⁴: leiding no. 4

Belasting combinatie 1

- $\Sigma_{AxMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < ShortStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 2

- $\Sigma_{ptest} < ShortStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{py} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 3

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Belasting combinatie 4

- $\Sigma_{AxMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$
- $\Sigma_{TanMax} < LongStrength \cdot DamageFactor$

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm ²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Σ_{ptest}	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Σ_{py}	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Σ_{axiaal}	10,00 (kort)	1,0	2,3	-	-	-
Σ_{axiaal}	8,00 (lang)	-	-	-	0,3	0,3
$\Sigma_{tang...}$	10,00 (kort)	-	0,6	-	-	-
$\Sigma_{tang...}$	8,00 (lang)	-	-	-	1,5	1,5

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 1,4 mm (0,7% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.

De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 18,2 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosie⁴: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 80 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 30 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Einde Rapport

Bijlage 4: Globaal werkplan

Doetinchem-Wesel 380 kV

AAN Provincie Gelderland
POSTBUS 9090
6800 GX ARNHEM
De heer P.J. Wegdam

DATUM 16 juni 2014
REFERENTIE
VAN Marcel van der Vliet

ONDERWERP Werkplan (globaal) DW380

TER BESLUITVORMING
TER INFORMATIE

1. Inleiding

TenneT gaat een nieuwe hoogspanningsverbinding aanleggen tussen Nederland en Duitsland. Deze hoogspanningsverbinding zal gaan lopen van Doetinchem naar Niederrhein (Wesel). Dit project is verder bekend als "Doetinchem – Wesel 380kV".

Het project betreft de aanleg van een 2-circuits 380kV hoogspanningslijn, die deels wordt gecombineerd met een 2-circuits 150kV hoogspanningslijn. Voor de hoogspanningslijn zullen de Wintrack masten worden gebruikt. Tevens zal een 2-circuits 150kV hoogspanningskabel worden aangelegd.

Met de aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding, zullen ook 2 bestaande 150kV hoogspanningslijnen worden geamoveerd omdat deze bestaande hoogspanningslijnen zullen worden opgenomen in de nieuwe hoogspanningsverbinding.

Tot slot is nog een tijdelijke hoogspanningsverbinding noodzakelijk om de stroomvoorziening tijdens de bouw te garanderen.

2. Kruisingen met provinciale wegen

Hieronder de kruisingen met provinciale wegen, opgedeeld in:

A. Boringen

Een boring betreft een ondergrondse kruising met een 150 kV kabelcircuit. Een kabelcircuit bestaat uit 3 fasegeleiders met een glasvezelkabel in mantelbuizen. Er worden bij elke kruising telkens twee kabelcircuits gerealiseerd.

B. Bovengrondse kruisingen (permanent)

De betreffende geleiders worden opgehangen aan de zogenaamde WINTRACK masten. Het betreffen in totaal:

Voor het combideel (Doetinchem tot aan Kroezenhoek (N317:ca. 59.4 - 60.5):

- Twee 380 kV circuits. Per circuit: drie bundels van vier geleiders
- Twee 150 kV circuits. Per circuit: drie geleiders
- Twee bliksemdraden
- Twee retourstroomgeleiders

Voor het solodeel (van Kroezenhoek tot aan Duitse grens)

- Twee 380 kV circuits. Per circuit: drie bundels van vier geleiders
- Twee bliksemdraden
- Twee retourstroomgeleiders

C. Tijdelijke bovengrondse kruisingen

Het gaat hier om twee 150 kV circuits.

D. Te amoveren verbindingen

Het amoveren van een bestaande bovengrondse twee x 150 kV verbinding.

A. Boringen onder provinciale wegen

			hectom.	mast
N317	Keppelseweg	2 x 150 kV circuit (parallel aan weg)	14.3 - 14.5	nvt
N317	Keppelseweg	2 x 150 kV circuit	13.9 - 14.2	nvt
N813	Broekhuizerstraat	2 x 150 kV circuit	11.5 - 12.3	5-6

B. Kruising over provinciale wegen (permanent)

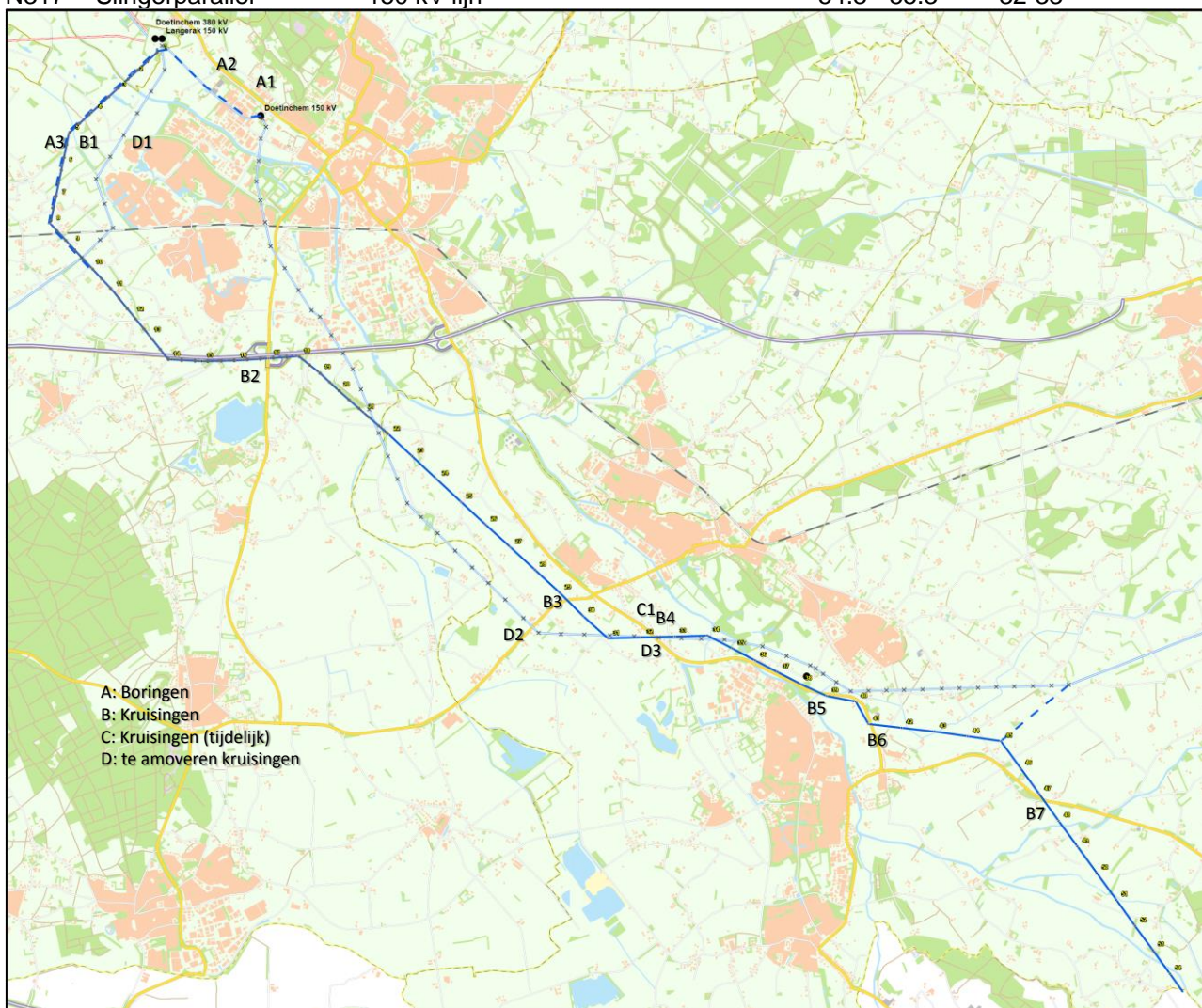
N813	Broekhuizerstraat	Combilijn 380kV/150kV	11.5 - 12.3	5-6
N317	Europaweg	Combilijn 380kV/150kV	9.2 - 9.4	17-18
N335	Zeddamseweg	Combilijn 380kV/150kV	16.1 - 16.8	29-30
N317	Slingerparallel	Combilijn 380kV/150kV	54.3 - 55.3	32-33
N317	Slingerparallel	Combilijn 380kV/150kV	56 - 57.7	38-39
N317	Uftseweg	Combilijn 380kV/150kV	58.2 - 59	41-42
N317	Terborgseweg	Hoogspanningslijn 380 kV	61.4 - 62.3	47-48

C. Kruising over provinciale wegen (tijdelijke verbinding)

N317	Slingerparallel	Tijdelijke hulplijn 150kV	54.3 - 55.3	ntb
------	-----------------	---------------------------	-------------	-----

D. Te amoveren verbindingen over provinciale wegen

N813	Liemersweg	150 kV lijn	12.8 - 13.8	101-102
N335	Zeddamsesweg	150 kV lijn	15.2 - 16.1	27-28
N317	Slingerparallel	150 kV lijn	54.3 - 55.3	32-33



Figuur 1: kruisingen met Provinciale wegen

3. Scope Werkplan

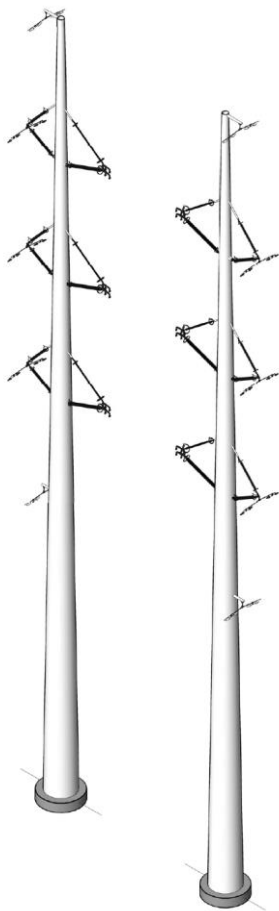
Deze notitie betreft een globale beschrijving voor de werkzaamheden voor de realisatie en voor het verwijderen van kruisingen met provinciale wegen.

Een gedetailleerd werkplan wordt in een later stadium gepresenteerd, wat ter goedkeuring aan de Provincie wordt aangeboden. Daarin wordt dieper ingegaan op veiligheid, planning, methode en het verkeersplan.

4. Algemene gegevens

Dit werkplan is opgesteld op basis van de volgende gegevens:

- Tracéversie 3.0, mei 2014 (Combilijn)
- 490-11-2-001-G-KABEL OS-DTC-MAST01
- 342-11-6-001-G-KABEL-NM-ZV-LGK
- 490-11-3-001-F-KABEL-ULFT
- 490-11-4-001-I-KABEL-SILVOLDE

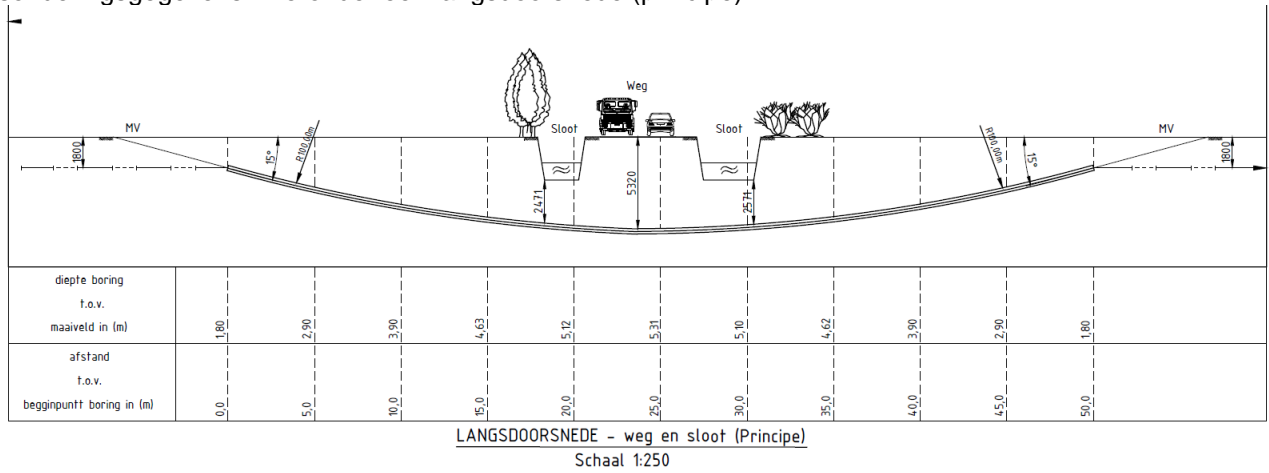


Figuur 2: Wintrack masten

5. Globale werkwijze

5.1 Boringen

De boringen worden uitgevoerd als HDD boring. Voor elke boring is een boorlijn bepaald obv de sonderingsgegevens. Hieronder een langdoorsnede (principe).



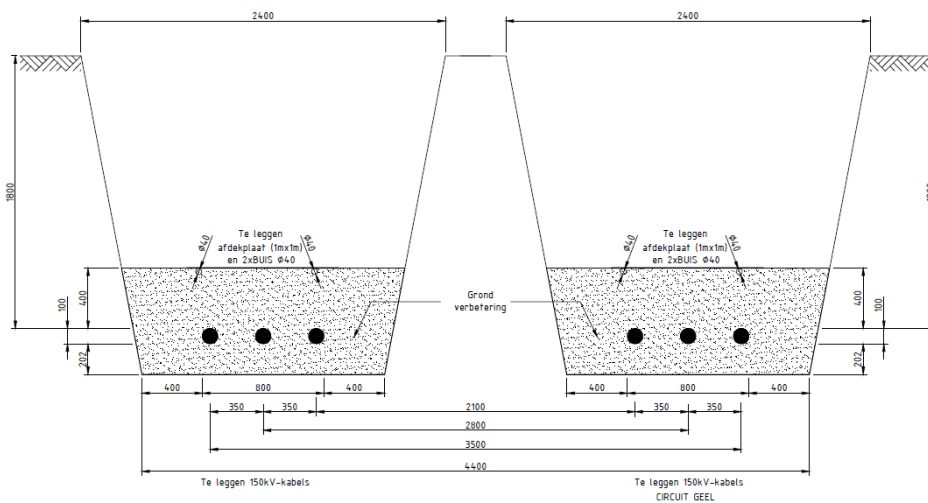
Figuur 3: Principe HDD boring



Figuur 4: Eén 150 kV circuit doorsnede bij een boring

5.2 Open ontgravingen

Indien mogelijk wordt gewerkt met open ontgravingen, hieronder een typische doorsnede.



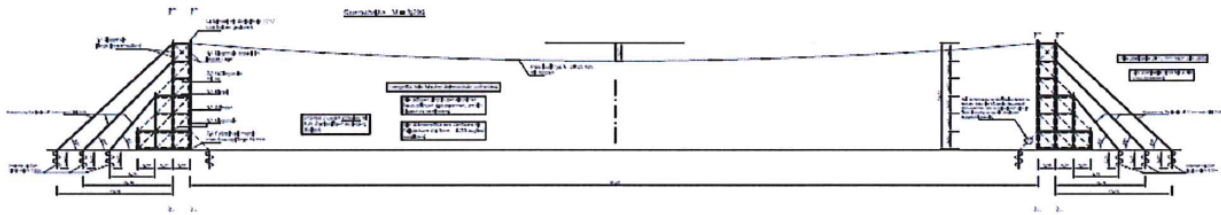
Figuur 5: Principeddoorsnede Open ontgraving

5.3 Bovengrondse kruisingen en toepassen van jukken

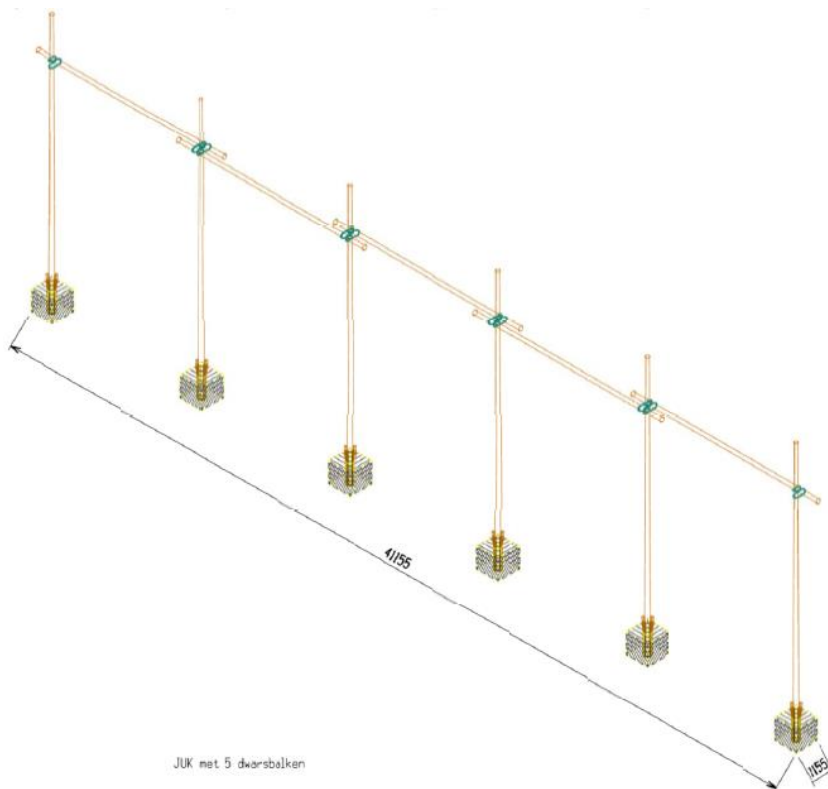
Om de geleiders over een (provinciale) weg te trekken en de afmontage zijn korte stremmingen en/of jukken noodzakelijk.

In geval van het toepassen van jukken:

De toe te passen jukken betreffen stalen of houten jukken. Dit zijn constructies die aan weerszijden van de weg worden geplaatst waartussen een vangnet wordt gehangen. De keuze tussen een stalen of houten juk volgt in een later stadium.



Figuur 6: Stalen juk



Figuur 7: Houten juk

Dit net voorkomt bij een eventuele geleiderbreuk dat de geleider op de onderliggende weg valt. Het opbouwen van de portalen van de stalen jukken zal overdag gebeuren. Voor het overbrengen van de draagkabels en het net zijn een of meerdere korte stremmingen benodigd (afhankelijk van de afmetingen van het juk en de mogelijkheden) in overleg met de wegbeheerder. Tijdens het plaatsen van de jukken worden de door CROW voorgeschreven verkeersmaatregelen getroffen

Houten jukken

Het plaatsen van deze jukken gebeurt met behulp van een kraanwagen. De jukken bestaan in principe uit 4 staanders welke op een onderlinge afstand van circa 8 meter worden geplaatst, tussen deze staanders worden op een hoogte van circa 8 meter een horizontale ligger gemonteerd. De staanders van de jukken worden ingegraven of geplaatst in betonblokken..

Stalen jukken

Stalen beschermingsjukken zijn opgebouwd door aan beide zijde van de te kruisen weg een stalen portaal te plaatsen. De breedte van het juk is afhankelijk van de afstand tussen de te trekken geleiders. De hoogte van het juk is afhankelijk van de overspanning van de kruising (in de lijnrichting) en de doorrijhoogte die door de wegbeheerder wordt geëist. De stabiliteit van de stellage moet in elke fase van de constructie gewaarborgd zijn. Verankerings- en schoren worden meelopend met het opbouwen respectievelijk demonteren van de stellage gemonteerd en gedemonteerd. Tussen beide portalen van de stalen jukken wordt tijdens een stremming om de circa 2,5 meter draagkabels overgetrokken, over deze draagkabels wordt een net overgetrokken en tussen de beide stalen jukken opgespannen. Dit net voorkomt bij een eventuele geleiderbreuk dat de geleider op de onderliggende weg valt. Het opbouwen van de portalen van de stalen jukken zal overdag gebeuren. Voor het overbrengen van de draagkabels en het net zijn een of meerdere korte stremmingen benodigd (afhankelijk van de afmetingen van het juk en de mogelijkheden) in overleg met de wegbeheerder.

5.4 Amoveren van hoogspanningslijnen

Het amoveren van de geleiders gaat als volgt:

Vorbereidingen worden getroffen in de mast om de geleiders geleidelijk te kunnen laten zakken. Na deze fase wordt de weg afgesloten op een nader af te stemmen tijdstip. De geleiders worden vervolgens gecontroleerd naar beneden gebracht. De geleiders worden geknipt bij de wegkruising en van de weg af gemanoeuvreed. De wegafsluiting kan vervolgens worden opgeheven.

Voor het verwijderen van de masten zijn twee methodes gebruikelijk:

- Methode 1: Het omtrekken van de mast: Er wordt een kabel aan de top van de mast vastgemaakt en de achterste 'poten' worden doorgeslepen. Door aan de kabel te trekken valt de mast om in de gewenste richting.
- Methode 2: Het in de delen demonteren van de mast. Het amoveren van de mast in segmenten geschiedt met een hijskraan (telescoopkraan). De mast wordt van boven naar beneden in segmenten gedemonteerd, de segmenten worden met een hijskraan op de grond neer gezet.

6. Planning en duur werkzaamheden

De werkzaamheden worden pas gestart als een vergunning voor de werkzaamheden is verleend en goedkeuring door de Provincie is verleend op een later te leveren gedetailleerd werkplan.

Toegang tot de percelen voor het plaatsen van de jukken vindt plaats vanaf de openbare weg en een deel over de percelen van derden. De definitieve wijze wordt in het gedetailleerde werkplan vastgesteld.

Vanuit een voorlopige uitvoeringsplanning (in relatie tot de provinciale wegen) zijn de werkzaamheden in de volgende periode te verwachten:

Tijdelijke verbindingen (geleiders trekken)

Juli 2015 t/m september 2015

Boringen:

Oktober 2015 t/m juni 2016

Geleiders trekken

September 2015 t/m juni 2016

Amoveren masten en geleiders

September 2015 (Slingerparallel) Rest vanaf medio 2016

6.1 V&G plan en risico's

Het V&G plan en een risicoanalyse volgt met het gedetailleerde werkplan.

6.2 Contactpersonen en Contractpartijen

TenneT

Projectmanager TenneT

Jeroen van Haeren, Jeroen.van.Haeren@tennet.eu

Projectleider TenneT techniek

Roelof van Essen, Roelof.van.Essen@tennet.eu

Lead Engineer TenneT

Marcel van der Vliet, Marcel.vander.Vliet@tennet.eu

Bouwleider TenneT

Jord Peters, Jord.Peters@tennet.eu

Contactpersoon omgevingsmanagement

Regien Arends, Regien.Arends@tennet.eu

Adviseur vergunningen

Sander Nijkrake, Sander.Nijkrake@tennet.eu