

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland  
Burgemeester en Wethouders van de gemeente Borsele

DATUM 7 maart 2017  
ONZE REFERENTIE  
BEHANDELD DOOR  
TELEFOON DIRECT  
E-MAIL

**BETREFT** Aanvraag omgevingsvergunning Zuid-West 380kV West - realisatie opstijgpunten Oude Zanddijk Heinkenszand

Geacht college,

Hierbij vraagt TenneT op grond van artikel 2.1 eerste lid onder a en b van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht een omgevingsvergunning aan ten behoeve van de realisatie van de hoogspanningsverbinding Zuid-West 380kV West.

#### **Achtergrond**

Op 2 december 2016 is door de ministers van EZ en I&M een inpassingsplan vastgesteld ten behoeve van de hoogspanningsverbinding Zuid-West 380kV West. Tegelijk met dit inpassingsplan is door uw College een omgevingsvergunning voor de realisatie voor de hoogspanningsverbinding verleend met kenmerk 2015/0119/0G/01.

In aanvulling op de reeds verleende vergunning wordt hierbij vergunning aangevraagd voor de volgende werkzaamheden:

- Het realiseren van twee opstijgpunten nabij mast 1017 (ter hoogte van de oude Zanddijk in Heinkenszand);

#### **Omgevingsvergunning Bouwen**

TenneT vraagt hierbij een omgevingsvergunning Bouwen aan voor:

- De bouw van twee opstijgpunten bij de masten 22N en 21A gelegen bij de Oude Zanddijk in Heinkenszand en het plaatsen van een hekwerk om deze opstijgpunten;

Bijgevoegd ontvangt u de volgende bijlagen:

- *Bijlage 1: Situatiekaarten*
- *Bijlage 2: Ontwerpgegevens opstijgpunten*

### Rijkscoördinatieprocedure

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 eerste lid en 2.2 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c Elektriciteitswet ( artikel 2 lid 1 onder a Uitvoeringsbesluit rijkscoördinatieprocedure energie-infrastructuurprojecten de rijkscoördinatieprocedure uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35).

De rijkscoördinatieprocedure voorziet in een gecoördineerde en parallelle besluitvorming over alle voor de uitvoering van de activiteit vereiste besluiten en het rijksinpassingsplan (RIP). Dit betekent dat tegelijk met het ontwerp-RIP de ontwerp uitvoeringsbesluiten (vergunningen) ter inzage worden gelegd. Ditzelfde geldt voor het definitief vastgestelde inpassingsplan en de definitieve uitvoeringsbesluiten. Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie.

In verband daarmee heeft de minister van Economische Zaken ons gevraagd het volgende op te nemen in deze aanvraag:

1. Ingevolge de rijkscoördinatieprocedure dient u een kopie van onderhavige aanvraag te verzenden aan de minister van Economische Zaken.
2. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
3. U wordt verzocht het ontwerpbesluit en later ook het besluit aan de minister van Economische Zaken te verzenden . Deze zal het besluit doorzenden naar TenneT.

### Correspondentie

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

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

-----  
-----  
-----

Wij verzoeken u de legesfactuur onder vermelding van projectnummer 000.145.20 te richten aan:

-----  
-----  
-----

Alleen in het geval dat wordt voldaan aan voorgaand verzoek, kunnen wij garanderen dat de betaling van de legesfactuur plaatsvindt binnen dertig dagen na ontvangst van de factuur.

### **Nalevering**

De definitieve tekeningen en berekeningen zullen later door de uitvoerend aannemer worden na geleverd.

Een volledig overzicht van de vergunningsgegevens vindt u ook op het bijgevoegde bijlagenoverzicht.

Graag ontvangen wij een ontvangstbevestiging van deze aanvraag. Uw nader bericht zien wij met belangstelling tegemoet.

Formulierversie  
2017.01

# Aanvraaggegevens

Ingediende aanvraag/melding

Aanvraagnummer	2834007
Aanvraagnaam	ZW380 UV2 WABO Opstijgpunt
Uw referentiecode	ZW380 / UV2 / 003

Ingediend op	07-03-2017
Soort procedure	Reguliere procedure

Projectomschrijving	Het realiseren van twee opstijgpunten nabij de Oude Zanddijk in Heinkenszand
Opmerking	-
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Ja
Persoonsgegevens openbaar maken	Nee
Kosten openbaar maken	Nee
Bijlagen die later komen	definitieve berekeningen en tekeningen
Bijlagen n.v.t. of al bekend	nvt

**Bevoegd gezag**

Naam:

Bezoekadres:

Postadres:

Telefoonnummer:

Faxnummer:

E-mailadres:

Website:

Contactpersoon:



## Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Overig bouwwerk bouwen

- Bouwen

Erf- of perceelafscheiding plaatsen

- Bouwen

Bijlagen

Kosten

# Aanvrager bedrijf

## 1 Bedrijf

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

## 2 Contactpersoon

Geslacht  Man  Vrouw  
Voorletters -  
Voorvoegsels -  
Achternaam -  
Functie -

## 3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode  
Huisnummer  
Huisletter  
Huisnummertoevoeging  
Straatnaam  
Woonplaats

## 4 Correspondentieadres

Postbus  
Postcode  
Plaats

## 5 Contactgegevens

Telefoonnummer  
Faxnummer -  
E-mailadres

# Locatie

## 1 Kadastraal perceelnummer

Burgerlijke gemeente	Borsele
Kadastrale gemeente	<input checked="" type="checkbox"/> Borsele
Kadastrale sectie	V
Kadastraal perceelnummer	957
Bouwplannaam	-
Bouwnummer	-
Gelden de werkzaamheden in deze aanvraag/melding voor meerdere adressen of percelen?	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nee

## 2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel	<input type="checkbox"/> U bent eigenaar van het perceel <input type="checkbox"/> U bent erfpachter van het perceel <input type="checkbox"/> U bent huurder van het perceel <input checked="" type="checkbox"/> Anders
Uw belang bij deze aanvraag	Op het perceel zal een Zakelijk recht worden gevestigd

# Bouwen

## Overig bouwwerk bouwen

### 1 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?

- Het wordt geheel vervangen  
 Het wordt gedeeltelijk vervangen  
 Het wordt nieuw geplaatst

Eventuele toelichting

Betreft het aanpassen van masten (aanpassingend deels eerder aangevraagd) en het realiseren van een tweetal opstijpunten tbv een kabelverbinding

Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?

- Ja  
 Nee

### 2 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen?

Terrein

### 3 Bruto vloeroppervlakte bouwwerk

Verandert de bruto vloeroppervlakte van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?

- Ja  
 Nee

### 4 Bruto inhoud bouwwerk

Verandert de bruto inhoud van het bouwwerk door de bouwwerkzaamheden?

- Ja  
 Nee

### 5 Oppervlakte bebouwd terrein

Verandert de bebouwde oppervlakte van het terrein na uitvoering van de bouwwerkzaamheden?

- Ja  
 Nee

### 6 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?

- Ja  
 Nee

Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?

- Ja  
 Nee

### 7 Gebruik

Waar gebruikt u het bouwwerk en/of terrein momenteel voor?

- Wonen  
 Overige gebruiksfuncties

Geef aan waar u het bouwwerk en/of terrein momenteel voor gebruikt.

Akkerland

Waar gaat u het bouwwerk voor gebruiken?

- Wonen  
 Overige gebruiksfuncties

Geef aan waar u het bouwwerk voor gaat gebruiken.

Opstijgpunten

## 8 Gebruiksfuncties

In onderstaande tabel staan in de eerste kolom mogelijke gebruiksfuncties die in een bouwwerk kunnen voorkomen. Vul voor alle gebruiksfuncties die voor u van toepassing zijn het aantal personen, de totale gebruiksoppervlakte en de totale vloeroppervlakte van het verblijfsgebied in m<sup>2</sup> in hele getallen in.

Gebruiksfunctie	Aantal personen	Gebruiksoppervlakte (m <sup>2</sup> )	Verblijfsoppervlakte (m <sup>2</sup> )
Bijeenkomst			
Cel			
Gezondheidszorg			
Industrie			
Kantoor			
Logies			
Onderwijs			
Sport			
Winkel			
Overige gebruiksfuncties			

## 9 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Onderdelen	Materiaal	Kleur
Gevels		
- Plint gebouw		
- Gevelbekleding		
- Borstweringen		
- Voegwerk		
Kozijnen		
- Ramen		
- Deuren		
- Luiken		
Dakgoten en boeidelen		
Dakbedekking		

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

-

## 10 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/stadsbouwmeester.

- Ja  
 Nee

# Bouwen

## Erf- of perceelafscheiding plaatsen

### 1 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?

- Het wordt geheel vervangen  
 Het wordt gedeeltelijk vervangen  
 Het wordt nieuw geplaatst

Eventuele toelichting

Het plaatsen van een hekwerk om de twee te realiseren opstijpunten

Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?

- Ja  
 Nee

### 2 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen?

Terrein

### 3 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?

- Ja  
 Nee

Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?

- Ja  
 Nee

### 4 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

Plaatsen van hekwerk van gaas

### 5 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/stadsbouwmeester.

- Ja  
 Nee

# Bijlagen

## Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
170126_BSL_RLL_380k-V_Ellewoutsdijk_pdf	170126_BSL_RLL-380kV_Ellewoutsdijk-.pdf	Anders	2017-03-07	In behandeling
Bijlage_2_ontwerpen-Opstijgpunten_pdf	Bijlage_2_ontwerpen-Opstijgpunten.pdf	Plattegronden en doorsneden bouwen eenvoudige bouwwerken Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Gegevens en bescheiden over veiligheid en het voorkomen van hinder t.b.v. bouwwerkzaamheden	2017-03-07	In behandeling
Aanvraagbrief wabo Opstij_pdf	Aanvraagbrief wabo Opstij.pdf	Anders	2017-03-07	In behandeling

# Kosten

## Bouwen

### Overig bouwwerk bouwen

Wat zijn de geschatte kosten in euro's (exclusief BTW)? 0

## Bouwen

### Erf- of perceelafscheiding plaatsen

Wat zijn de geschatte kosten in euro's (exclusief BTW)? 0

## Projectkosten

Wat zijn de geschatte kosten voor het totale project in euro's (exclusief BTW)? 0



## **Bijlagenoverzicht**

Bijlage 1 - Situatiekaarten Ellewoutsdijk

Bijlage 2 - Ontwerpen opstijgpunten

Bijlage 1  
Situatiekaarten Ellewoutsdijk





**Legenda**

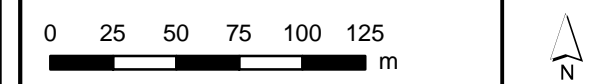
- Bovengrondse 380kV verbinding
- Bovengrondse 150kV verbinding
- Ondergrondse 150kV verbinding
- Pole
- Fundaties
- Hekwerk
- Onderhoudsstrook
- Vakwerkmast

**Zuid • West 380 kV Mast 1016/1017**



Revisiedatum	-	Formaat	A3
Aanmaakdatum	26-01-2017	Schaal	1:3.000
Versie	Definitief	Blad	1 van 1

**Kenmerk** A:\p\_zw380\producten\vergunningen\170126\_Borssele\_Ellewoutsdijk\170126\_BSL\_RLL\_380kV\_Ellewoutsdijk



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



Bijlage 2  
Ontwerpen opstijgpunten


# Engineering verbinding ZW380 Deelgebied 1: Borssele – WAP Elektrisch ontwerprapport

TenneT TSO B.V.

**Report no.:** 12-01841, Rev. 10.0

**Date:** 18-03-2016





Projectnaam:  
Rapport titel:       Engineering verbinding ZW380 Deelgebied 1:  
                          Borssele – WAP Elektrisch ontwerprapport  
Klant:                 TenneT TSO B.V. Projectnummer 000.145.11

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur
--------	-------	--------------------	--------



## Inhoud

MANAGEMENT SAMENVATTING.....	1
1 INLEIDING EN SCOPE .....	2
2 UITGANGSPUNTEN.....	3
3 KENMERKEN EN TOETSCRITERIA ELEKTROTECHNISCH ONTWERP .....	4
3.1 Toegepaste geleidertypes en eigenschappen	4
3.2 Isolatieafstanden	5
3.3 Externe spanningsafstanden	6
3.4 Interne spanningsafstanden	7
3.5 Geleiderbreuk	7
3.6 Uplift	8
3.7 Trillingsdemping	8
4 RESULTATEN ELEKTROTECHNISCH ONTWERP .....	9
4.1 Resultaten externe spanningsafstanden	9
4.2 Resultaten interne spanningsafstanden	9
4.3 Toetsing geleiderbreuk	9
5 ONTWERP KRUISINGEN.....	10
5.1 Kruising met N62	10
5.2 Kruising met N666/667	10
5.3 Kruising met N665	11
5.4 Kruising met spoorweg	11
5.5 Kruising met N669	11
5.6 Kruising met N666	11
5.7 Overzicht en de duur van de stremmingen	11
6 AANSLUITING BSL-RLL380 OP HET STATION BSL380.....	12
6.1 Ombouwplan	12
6.2 VNB-plan	15
7 RECONSTRUCTIE VAN DE BESTAANDE 150 KV HOOGSPANNINGSLIJN BORSSELE – TERNEUZEN (BSL-TNZ) .....	18
7.1 Ombouwplan	19
7.2 VNB-plan	27
Appendix A LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN	
Appendix B CONTROLE EXTERNE SPANNINGSAFSTANDEN	
Appendix C CONTROLE INTERNE SPANNINGSAFSTANDEN	
Appendix D CONTROLE GELEIDERBREUK	
Appendix E CONTROLE UPLIFT	
Appendix F GLOBALE BEREKENING 150 KV KABELBED BREEDTE	



## MANAGEMENT SAMENVATTING

DNV KEMA maakt elektrotechnische ontwerprapporten voor een aantal deeltracés, die onderdeel zijn van het nieuwe viercircuit hoogspanningslijn Zuid West 380, (ZW380). Dit document beschrijft het elektrotechnisch ontwerprapport voor het deeltracé 1, de verbinding tussen Borssele en Willem Annapolder. Hierin zijn de volgende onderdelen beschouwd:

- Reconstructie van de bestaande 150 kV hoogspanningslijn Borssele – Terneuzen (BSL-TNZ)
- Kruisingen met onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur):
  - N62 mast 1006 - 1007;
  - N666/N667 mast 1008 - 1009;
  - N665 mast 1025 - 1026;
  - Spoorweg mast 1039A - 1040;
  - N669 mast 1040 - 1041;
  - N666 mast 1044 - 1045;
- Inzet van tijdelijke lijn/kabel
  - Kruising 150 kV BSL-TNZ150
  - BSL-RLL380 bij station BSL380.

Dit rapport omvat het elektrotechnisch ontwerp en de resultaten van de toetsingen voor bovenstaande onderdelen. Voor het aansluiten aan 380 kV station Borssele is tevens een ombouwplan en de Voorziene Niet Beschikbaarheid opgenomen.

## 1 INLEIDING EN SCOPE

TenneT heeft DNV GL opdracht verleend voor het uitvoeren van de engineering van de verbinding ZuidWest 380 kV (ZW380). Het project ZW380 omvat de realisatie van de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg en de reconstructie van bestaande 150 en 380 kV-verbindingen. Tot slot zullen, nadat de nieuwbouw gereed is, de bestaande verbindingen worden geamoveerd. Omwille van de beheersbaarheid is het gehele tracé in 5 deeltracés ingedeeld. Dit document bevat het elektrotechnisch ontwerp van het deeltracé 1.

Het deeltracé 1 van ZW380 heeft betrekking op de nieuw te bouwen 380 kV verbinding van station Borssele tot de nieuw te bouwen mast 1050 in de nabijheid van het bestaande 150 kV station Willem Annapolder (WAP). Deeltracé 1 wordt uitgevoerd als een 4 x 380 kV Wintrack verbinding, die daar waar mogelijk gebundeld zal worden met de bestaande 150 kV verbinding. De 4 nieuwe circuits worden aangesloten op het 380kV station Borssele. De lengte van de verbinding in deeltracé 1 is ongeveer 18,5 km.

Dit document behandelt het elektrotechnische ontwerp van de in de werkomschrijving van TenneT omschreven kruisingen, reconstructies, amoveringen en noodlijnen. De scope in deeltracé 1 betreft de volgende onderdelen:

- Reconstructie van de bestaande 150 kV hoogspanningslijn Borssele – Terneuzen (BSL-TNZ)
- Kruisingen van onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur):
  - N62 mast 1006 - 1007;
  - N666/N667 mast 1008 - 1009;
  - N665 mast 1025 - 1026;
  - Spoorweg mast 1039A - 1040;
  - N669 mast 1040 - 1041;
  - N666 mast 1044 - 1045;
- Inzet van tijdelijke lijn/kabel
  - Kruising 150 kV BSL-TNZ150
  - BSL-RLL380 bij station BSL380.

In de scope zijn werkzaamheden in en aan stations uitgesloten.

## 2 UITGANGSPUNTEN

De in de onderstaande opsomming opgenomen documenten zijn de uitgangspunten voor het elektrotechnisch ontwerp van het betreffende deeltracé.

Tekeningen Mott Movares, lengteprofiel Borsselle – Tilburg ZW380 "Preliminary Line Profile Drawings, Section DT1 (Structure 1 to 50)", ZW380\_LPD\_DT1\_P8-140318

- Basisontwerp Zuid West 380 Deeltracé 1, versie 1.1, d.d. juni 2012
- Lijnen – "Standaard Programma van Eisen" met referentie PVE.05.000 versie 1.0 d.d. 25 november 2010;
- Lijnen – "Specifiek Programma van Eisen ZuidWest 380kV" met referentie PVE.05.001 versie 2.3 d.d. 14 september 2012;
- Werkomschrijving engineering bovengrondse verbindingen ZW380 versie 1.0 d.d. juni 2012
- Notitie TenneT "Veilige afstanden tot objecten" met als kenmerk PU-AM-11866 d.d. 21 september 2011
- Rapportage "Bliksemprestaties ZuidWest380kV " met als kenmerk 12-02004 Rapportage "Geleider hoogtes ZW380" met als kenmerk 12-01908
- Rapportage "ZW380 matrices" met als kenmerk 12-01997
- Rapportage "Uitgangspuntendocument ZW380" met als kenmerk 12-01483
- Memo "Onderbouwing VNB tijden " met als kenmerk 13-1634.
- Document 30613067-Consulting 07-0638 Tripout level

Het overzicht van de gebruikte software is vermeld in tabel 1.

**Tabel 1: Overzicht toegepaste software**

Programma	Versie
PLS-CADD	12.00
Autocad	11.00

### 3 KENMERKEN EN TOETSCRITERIA ELEKTROTECHNISCH ONTWERP

#### 3.1 Toegepaste geleidertypes en eigenschappen

Tabel 2 geeft de types en eigenschappen van de geleiders die toegepast zijn in de ZW380 verbinding en in de 150 kV verbinding BSL-TNZ.

**Tabel 2: Toegepaste geleidertypen met bijbehorende eigenschappen**

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlakt [mm <sup>2</sup> ]	Diameter [mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteits modulus [N/mm <sup>2</sup> ]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stukks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur [°C]	Minimale temperatuur [°C]	Ijsbelasting [Y/d]
BSL-TNZ150	Fase geleider	ACSR 305-40	1250	344.1	24.1	1151	99400	70000	1.93 E-05	2	200*	150	80	-20	1.8
	Bliksemdraad	ACSR 68-40E	1250	108	13.5	506	55700	107000	1.53 E-05	1	0	0	35	-20	5
ZW380 kV	Fase geleider 380 kV	LF AMS 620 UHC AAAC UHC	1800	620.9	32.4	1771	185800	56000	2.03E-05	4	500	380	70	-20	1.8
	OPGW	BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA	1800	264	21.7	980	119000	81000	2.02E-05	1	0	0	35	-20	5
	Bliksemdraad	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281.1	21.8	971	135000	47000	2.030E-05	1	0	0	35	-20	5
	Retourstroomgeleider	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281.1	21.8	971	135000	47000	2.030E-05	2	200	0	35	-20	5
BSL-RLL 380	Fase geleider	ACSR 423/37	1575	460.5	27.9	1517	118000	66000	2.03 E-05	3	500	380	90	-20	1.8
	Bliksemdraad	Hawk_st-al	1575	281.1	21.7	999	88200	76000	1.89E-05	1	0	0	35	-20	5
	OPGW	NKT LES 226/44 AMS	1575	271.1	21.7	950	121100	84000	1.98E-05	1	0	0	35	-20	5
toegepaste lijn BSL-RLL 380	Fase geleider	ACSR 423/37	1575	460.5	27.9	1517	118000	66000	2.03 E-05	3	500	380	90	-20	1.8

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlak [mm <sup>2</sup> ]	Diameter [mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteit modulus [N/mm <sup>2</sup> ]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stuks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur [°C]	Minimale temperatuur [°C]	Ijsbelasting [v/d]
Bliksemdraad	Hawk_st-ams		1575	280.8	21.7	978	135000	76000	1.89E-05	1	0	0	35	-20	5

\* Bundel afmeting horizontaal

Voor de technische eigenschappen van de tijdelijke kabel wordt verwezen naar Appendix F.

### 3.2 Isolatieafstanden

Voor de engineering van de kruisingen, reconstructies, amoveringen en noodlijnen in deeltracé 1 is gebruik gemaakt van de isolatieafstanden zoals vermeld in tabel 3. Deze afstanden voor 380 kV en 150kV zijn vereist volgens de Europese Norm voor het ontwerp van hoogspanningslijnen NEN-EN 50341-1 met de bijbehorende Nederlandse Nationale Annex NEN-EN 50341-3.

**Tabel 3: Overzicht van de isolatieafstanden bij 380 kV en 150 kV**

<b>Spanningen</b>		
Nominale spanning [kV]	380	150
Hoogste systeemspanning [kV]	420	170
Bliksemhoudspanning [kV]	1425	1175
Schakelhoudspanning [kV]	1050	n.v.t.
<b>Elektrische afstanden naar maaiveld en objecten</b>		
Del op basis van bliksemhoudspanning [m]	2,60	2,15
Del op basis van schakelhoudspanning [m]	2,93	n.v.t.
Resulterende Del [m]	2,93	2,15
<b>Elektrische afstanden tussen de fasen</b>		
Dpp op basis van bliksemhoudspanning [m]	2,91	1,53
Dpp op basis van schakelhoudspanning [m]	3,56	n.v.t.
Resulterende Dpp [m]	3,56	1,53
<b>Elektrische afstanden tussen de fasen en mastlichaam</b>		
Del op basis van bliksemhoudspanning [m]	2,65	2.15 <sup>1</sup>
Del op basis van schakelhoudspanning [m]	3,11	n.v.t.
Resulterende Del [m]	3,11	2,15

<sup>1</sup> Voor de 150kV Wintrack masten wordt de afstand tot het mastlichaam bepaald door de mastterugslag afstand. Dit is berekend in het document 30613067-Consulting 07-0638 Tripout level

### 3.3 Externe spanningsafstanden

Op basis van de door TenneT aangeleverde notitie "Veilige afstanden tot objecten" met als referentie PU-AM-11866 van 21 september 2011 is voor de engineering van de kruisingen, reconstructies, amoveringen en noodlijnen in deeltracé 1 vastgesteld welke minimale afstanden naar objecten, infrastructuur en maaiveld dienen te worden gehanteerd. Deze afstand is vastgesteld voor de retourstroomgeleider (RSG), een 150 kV fasegeleider en een 380 kV fasegeleider en gebaseerd op:

- De te hanteren waarde uit de norm NEN-EN 50341
- Extra factoren met betrekking tot afwijking in de bouw van de hoogspanningslijn (D, ab) en grote landbouwvoertuigen (D, lv)
- Del naar maaiveld en objecten zoals vermeld in tabel 3 en 0,5 meter voor de retourstroomgeleider

Tabel 4 geeft een overzicht van de (totale) afstanden zoals zijn toegepast in de engineering voor ZW380.

**Tabel 4: Veilige afstanden tot objecten**

	Afstand uit norm	Extra factoren		Totale afstand		
		D, ab	D, lv	RSG	150kV	380kV
Del naar maaiveld en objecten				0,5	2.15	2,93
Onbebouwd / landbouwgebied	5.6	0.5	1.5	8.1	9.75	10.53
Industrieel gebied	7	0.5	0	8	9.65	10.43
Wegen	6.6	0.5	0	7.6	9.25	10.03
Land- en agrarische wegen	6.6	0.5	1.5	9.1	10.75	11.53
Snelwegen en autowegen	9	0.5	0	10.0	11.65	12.43
idem, bij draadbreek	5.5	0.5	0	6.5	8.15	8.93
Spoorlijnen met bovenleiding	10.3	0.5	0	11.3	12.95	13.73
idem, bij draadbreek	8.7	0.5	0	9.7	11.35	12.13
Spoorlijnen zonder bovenleiding	7	0.5	0	8	9.65	10.43
idem, bij draadbreek	5.5	0.5	0	6.5	8.15	8.93
Afstand buitenste rand (vaar)weg, inclusief vluchtstrook (hor)	2	0.5	0	3	4.65	5.43
Afstand buitenste spoor of deel tractie-installatie (hor)	2	0.5	0	3	4.65	5.43
Daken (<15)	4	0.5	0	5	6.65	7.43
Daken (>15)	2	0.5	0	3	4.65	5.43
Brandbare daken en brandgevoelige objecten	10	0.5	0	11	12.65	13.43
Gebouwen naast de lijn (hor)	2	0.5	0	3	4.65	5.43
Lantaarnpalen ed	2	0.5	0	3	4.65	5.43
Bomen, beklimbaar (hor)	1.5	0.5	0	2.5	4.15	4.93
Bomen, beklimbaar	1.5	0.5	0	2.5	4.15	4.93
Bomen, niet beklimbaar (hor)	0	0.5	0	1	2.65	3.43
Bomen, niet beklimbaar	0	0.5	0	1	2.65	3.43

### 3.4 Interne spanningsafstanden

Voor de engineering van de kruisingen, reconstructies, amoveringen en noodlijnen in deeltracé 1 is gebruik gemaakt van de isolatie- en spanningsafstanden zoals vermeld in tabel 3. De controle van de minimale afstanden tussen fase - fase en fase - bliksemdraad is uitgevoerd conform de in NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 5.4.3 NL2 vermelde formule:

$$a_{so} \geq 0,6 * \sqrt{(Zeeg \text{ bij } 10 \text{ } ^\circ\text{C} + L_{isolator}) + D_{pp}}$$

#### 3.4.1 Lijndanscriterium

Het lijndanscriterium is voor de engineering van de kruisingen en reconstructies in deeltracé 1 gecontroleerd conform NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 5.4.3 NL2. Hierbij gelden voor de fase – fase afstand de volgende formules:

- Verticale afstand  $V = 2,9 * \sqrt{(zeeg \text{ } 10^\circ\text{C})}$
- Horizontale afstand  $H = 0,5 * 2,9 * \sqrt{(zeeg \text{ } 10^\circ\text{C})}$ .

#### 3.4.2 Bliksembescherming

Het bliksembeschermingsniveau van de ZW380kV verbinding ligt vast in het Wintrack ontwerp.

Voor de bliksemprestatie van de ZW380 masten wordt verwezen naar document "12-02004 74102018 ZW Bliksemprestaties".

Er is een wijziging op dit document door TenneT gemeld in verband met het aantal overslagen per 100 kilometer per jaar per circuit voor de 150kV. Deze is gewijzigd naar 1.0 overslagen per 100 kilometer per jaar per circuit. Voor de 380kV blijft dit gelijk aan 0.3 overslagen per 100 kilometer per jaar per circuit.

Voor de reconstructies aan de 150 kV verbinding BSL-TNZ dient de bliksembeveiliging van deze verbinding te voldoen aan de in de NEN-EN 50341-3 paragraaf 5.3.3.5 genoemde bliksembeschermingsniveau.

### 3.5 Geleiderbreuk

Geleiderbreuk situaties dienen te worden onderzocht in het geval de hoogspanningsverbinding kruist met een snelweg (inclusief op- en afritten van de snelwegen) of een spoorweg. Deze afstand van de geleider naar snelweg of spoorweg dient na breuk van de geleider in de beide aanliggende velden conform NEN-EN50341-1-3 hoofdstuk 5.4.5.3 minimaal te voldoen aan:

- 5,5 meter +  $D_{el}$  voor snelwegen + Extra factor\*
- 5,5 meter +  $D_{el}$  voor spoorwegen zonder bovenliggen tractiesysteem + Extra factor\*
- 8,7 meter +  $D_{el}$  voor spoorwegen met bovenliggend tractie systeem + Extra factor\*

\* Extra factor heeft betrekking tot afwijking in de bouw van de hoogspanningslijn.



### 3.6 Uplift

Uplift ontstaat wanneer de isolatoren of het steunpunt van de mast een opwaartse belasting ondervinden. Onder "Every Day Stress" wordt uplift ontraden. Steunpunten waar de fasegeleiders aan worden opgehangen mogen nooit met uplift worden belast. Steunpunten waar de fasegeleiders aan worden afgespannen mogen niet onder "serviceability limit state" opwaarts worden belast maar enkel onder "ultimate limit state" opwaarts worden belast indien de steunpunten hierop ontworpen zijn. Uplift wordt gecontroleerd conform vereiste ontwerpcriteria NEN - EN50341-1-3 hoofdstuk 4.2.11.

### 3.7 Trillingsdemping

Ten gevolge van laminaire windstroming ontstaan hoge frequente trillingen in de geleiders. Deze trillingen worden veroorzaakt door het periodieke afstoten van zogwervels stroomafwaarts van de geleiders. Deze trillingen veroorzaken vervormingen en spanningswisselingen in de geleiders welke kunnen resulteren in schade aan de geleiders, geleider klemmen en geleider armaturen. Om deze trillingen te dempen worden in de fase geleiders en retourstroomgeleiders dempende bundelafstandhouders toegepast. Om de trillingen in de bliksemdraden en OPGW te dempen wordt bretel dempers toegepast.



## 4 RESULTATEN ELEKTROTECHNISCH ONTWERP

### 4.1 Resultaten externe spanningsafstanden

De externe spanningsafstanden liggen vast in de lengteprofieltekeningen Borssele – Tilburg ZW380 "Preliminary Line Profile Drawings, Section DT1 (Structure 1 to 50)", Kenmerk ZW380\_LPD\_DT1\_P8-140318.

### 4.2 Resultaten interne spanningsafstanden

De interne spanningsafstanden voor de 380 kV Wintrack masten liggen vast in het ontwerp van ZW380 Wintrack masten. Zie hiervoor het DNV KEMA document "Rapport geleiderhoogtes Geleiderhoogte ZW380, met als kenmerk 74101494-ETD/POL12-01908. Hierin zijn de volgende afstanden beschouwd.

- fase – aarde van de braced-V
- fase – aarde tussen de fasegeleider en bliksemdraad/OPGW
- fase – aarde tussen de fasegeleider en de retourstroomgeleider.

In het deeltracé 1 van ZW380 kV wordt voldaan aan het oorspronkelijke Wintrack ontwerp voor 4x 380 kV.

De controle van de interne spanningsafstanden voor de kruising van de ZW380 verbinding met de huidige 150 kV verbinding BSL-TNZ ter hoogte van mast 1016 tot 1018 is uitgevoerd, voor de resultaten wordt verwezen naar Appendix C.

#### 4.2.1 Lijndanscriterium

De controle ten aanzien van het lijndanscriterium voor deeltracé 1 is uitgevoerd voor de kruising van ZW380 (ter hoogte van mast 1016 tot 1018) met de 150 kV verbinding BSL – TNZ. Het resultaat is opgenomen in Appendix C.

#### 4.2.2 Bliksembescherming

Het ontwerp van de toegepaste opstijgmasten 021a en 22N zijn gebaseerd op bestaande masten uit de lijn 150 kV verbinding BSL-TNZ. Daarbij zijn de posities van de geleiders ongewijzigd gebleven. Hieruit wordt geconcludeerd dat de bliksembeschermingsniveau niet verandert.

De controle van de afstanden ten aanzien van bliksembescherming voor de aansluiting op 380kV station portalen Borssele wordt verwezen naar het document 14-0173 'Beschouwing bliksemprestatie overgangen ZW380'.

### 4.3 Toetsing geleiderbreuk

In het deeltracé 1 van ZW380 komen geen kruisingen met snelwegen voor. In verband met een spoorwegkruising ter hoogte van mast 1039A en 1040 is de geleiderbreuk gecontroleerd. De resultaten van deze toetsing zijn opgenomen in Appendix E.

Uit de controle blijkt dat geleiders na breuk voldoende ruimte boven de spoorweg behouden.

## 5 ONTWERP KRUISINGEN

Binnen deelgebied 1 zijn in totaal 6 kruisingen voorzien met andere infrastructuur zoals (snel-)wegen en spoorwegen. Tabel 5 geeft een overzicht van de betreffende kruisingen en een verwijzing naar de paragraaf waarin de kruising is beschouwd.

**Tabel 5: Overzicht kruisingen ZW380 met wegen en spoorwegen**

Weg	Betreffende masten ZW380	Paragraaf
N62	mast 1006 - 1007	5.1
N666/667	mast 1008 - 1009	5.2
N665	mast 1025 - 1026	5.3
Spoorweg	mast 1039A - 1040	5.4
N669	mast 1040 - 1041	5.5
N666	mast 1044 - 1045	5.6

Voor de kruisingen is gebruik gemaakt van tijdelijke jukken. In de opstelling van deze jukken is rekening gehouden met de minimaal vereiste afstanden naar de infrastructuur en wordt hinder naar de omgeving zoveel mogelijk voorkomen. Naast dat rekening wordt gehouden met de afstanden zoals vermeld in tabel 4, wordt het ontwerp van de kruisingen getoetst aan de waarden zoals vermeld in tabel 6.

**Tabel 6: Overzicht kruisingen ZW380 met wegen en spoorwegen**

	Minimale afstanden (m)	Extra factor ivm afwijking bouw hs-lijn (m)	Totaal (m)
Veiligheidsnet – wegdek	5,5	-	5,5
Veiligheidsnet - retourstroomgeleider	0,5	0,5	1,0
Veiligheidsnet - fasegeleider	2,93	0,5	3,43

Voor ieder kruising is een tekening gemaakt waarbij de situatie in beeld wordt gebracht. Daarnaast is een overzicht van de jukken met de bijbehorende afmetingen voor alle kruisingen. Voor afmetingen van de jukken wordt verwezen naar tekening nummer 74102194-031-016 'Principe tekening jukken".

### 5.1 Kruising met N62

De ZW380 verbinding kruist de N62 ter hoogte van mast 1006 en 1007. Voor deze kruisingen wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijden van de N6 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekkdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden.

Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-001 " kruising S01".

### 5.2 Kruising met N666/667

De ZW380 verbinding kruist de N666/667 ter hoogte van mast 1008 en 1009. Voor het kruisen van de N666/667 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N666 en N667 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekkdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-002 " kruising S02".

### 5.3 Kruising met N665

De ZW380 verbinding kruist de N665 ter hoogte van mast 1025 en 1026. Voor het kruisen van de N665 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N665 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekkdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-003 " kruising S03".

### 5.4 Kruising met spoorweg

De ZW380 verbinding kruist de spoorweg ter hoogte van mast 1039A en 1040. Voor het kruisen van de spoorweg wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de spoorweg worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekkdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-004 "Spoorweg kruising S04".

### 5.5 Kruising met N669

De ZW380 verbinding kruist de N669 ter hoogte van mast 1040 en 1041. Voor het kruisen van de N669 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N669 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekkdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-005 " kruising S05".

### 5.6 Kruising met N666

De ZW380 verbinding kruist de N666 ter hoogte van mast 1044 en 1045. Voor het kruisen van de N666 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N666 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekkdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-006 " kruising S06".

### 5.7 Overzicht en de duur van de stremmingen

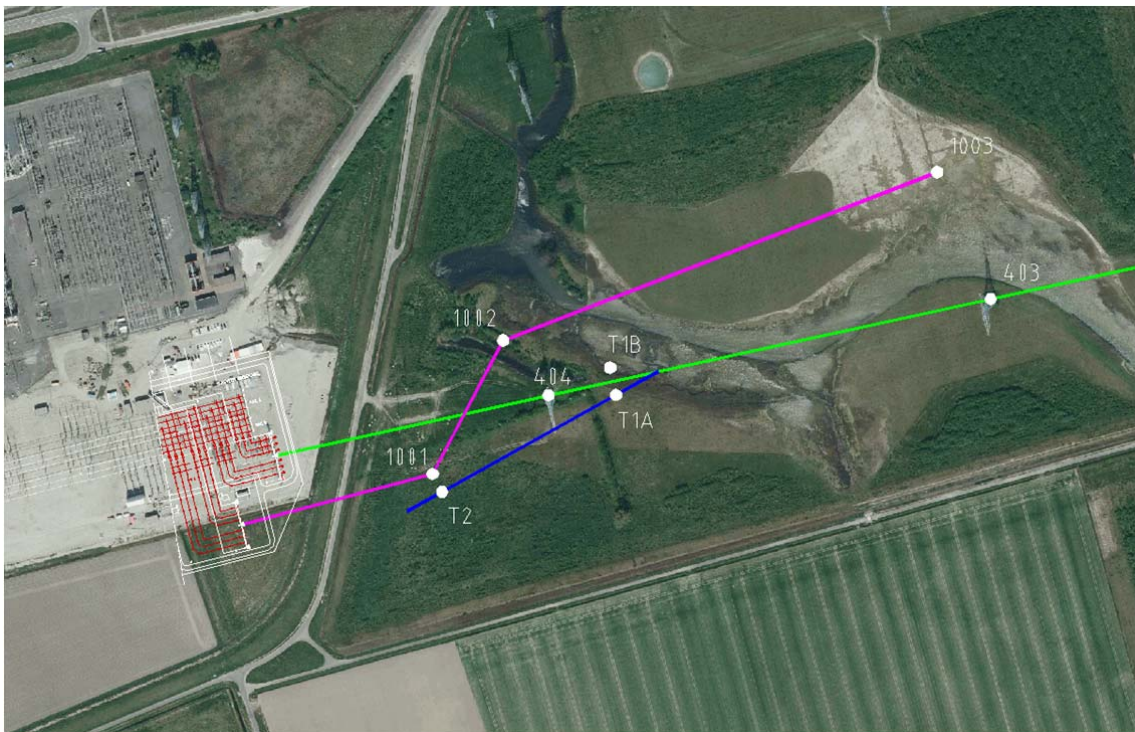
Hieronder wordt een overzicht gegeven van de ingeschatte duur van de stremmingen met onderliggende infrastructuur. Hierin is ook de duur van het overbrengen van de voortrekkdraden ten behoeve van het veiligheidsnet meegenomen. Onderstaande tijden gelden zowel bij het opbouwen als bij het afbreken van de jukken.

**Tabel 7- Overzicht en de duur van de stremmingen kruisingen**

Weg/spoor	Betreffende masten ZW380	Duur stremming [min]
N62	mast 1006 – 1007	30-60
N666/667	mast 1008 – 1009	30-60
N665	mast 1025 – 1026	30-60
Spoorweg	mast 1039A – 1040	30-60
N669	mast 1040 – 1041	30-60
N666	mast 1044 – 1045	30-60

## 6 AANSLUITING BSL-RLL380 OP HET STATION BSL380

Dit hoofdstuk heeft betrekking op het aansluiten van de verbinding Borssele - Rilland op het 380kV station Borssele. De bestaande twee inkomende 380 kV verbindingen Borssele - Rilland (BSL-RLL) zwart en Borssele - Rilland (BSL-RLL) grijs dienen omgelegd te worden naar het nieuwe lijnportaal. Zie figuur 1 voor de overzichtssituatie nabij het station Borssele. Het ombouwplan en de Voorziena Niet Beschikbaarheid (VNB) is opgenomen in paragraaf 6.1 respectievelijk paragraaf 6.2. Voor een situatie overzicht wordt verwezen naar tekening 74102194-031-007 - "Situatie overzicht Noodlijn Borssele".

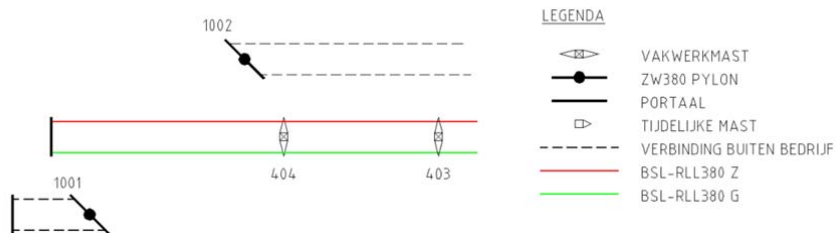


Figuur 1: Grafisch overzicht situatie aansluiten op 380 kV station Borssele

### 6.1 Ombouwplan

Deze paragraaf beschrijft de werkzaamheden schematisch en in chronologische volgorde zodat er een duidelijk bouwplan ontstaat. De beschrijving dient als basis voor het VNB plan in paragraaf 6.2. Eventuele tijdelijke voorzieningen zijn uitgewerkt en benoemd.

Figuur 2 geeft een schematische weergave van de werkzaamheden voor de bouwfase "Stap 1":



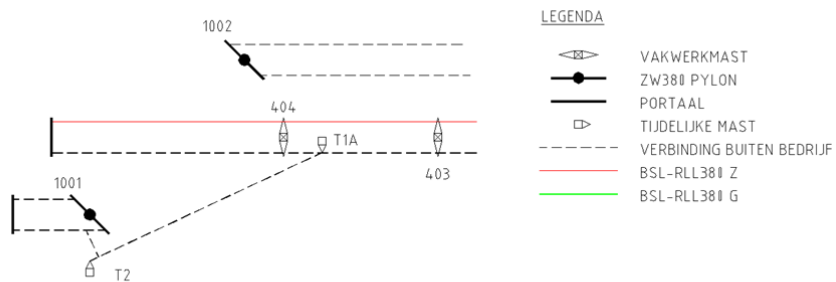
BOUWSTAP 1

**Figuur 2: Bouwfase "Stap 1"**

Stap 1: Werkzaamheden aan de nieuwe verbinding ZW380

- plaatsen van de ZW380 masten
- plaatsen van het 380kV station portaal in Borssele
- aanbrengen van de ZW380 geleiders. De geleiders tussen mast 1001 en het stations portaal hebben een trekparameter van 1100 bij 10°.

Figuur 3 geeft een schematische weergave van de werkzaamheden voor de bouwfase " Ombouw stap 2"



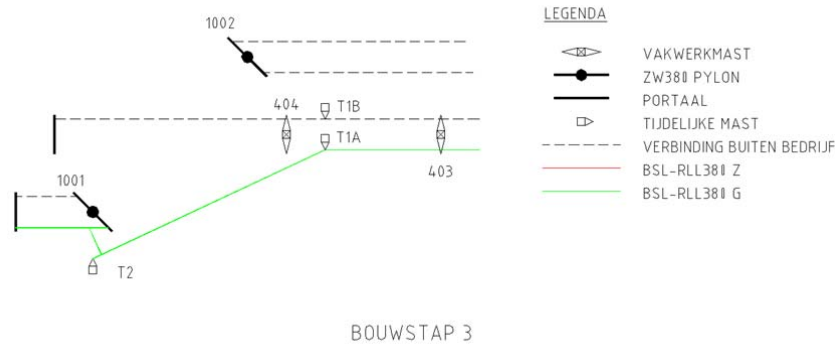
BOUWSTAP 2

**Figuur 3: Bouwfase " Ombouw stap 2"**

Stap 2: Werkzaamheden aan de verbinding BSL-RL380 G

- uitbedrijf nemen van BSL-RL380 G
- plaatsen van (werk)aarders
- plaatsen van de tijdelijke mast T1A in de lijn nabij mast 404
- overnemen van de trek in de geleiders tussen mast 403 en 404 door af te spannen op mast T1A
- knippen en verwijderen geleiders tussen mast T1A en stations portaal
- plaatsen van de tijdelijke mast T2 naast mast 1001
- aanbrengen van geleiders tussen mast T1A en mast T2
- aanbrengen van tijdelijke geleider verbinding tussen mast T2 aan de geleiders tussen mast 1001 en stations portaal.
- verwijderen van (werk)aarders.
- In bedrijf nemen van BSL-RL380 G via tijdelijke verbinding

Figuur 4 geeft een schematische weergave van de werkzaamheden voor de bouwfase "Ombouw stap 3".

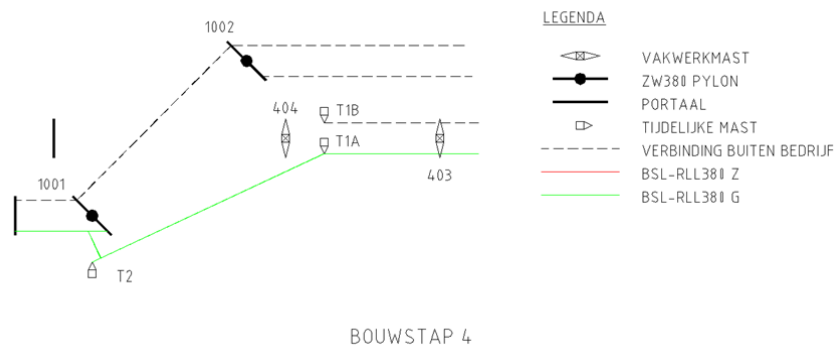


**Figuur 4: Bouwfase " Ombouw stap 3"**

Stap 3: Werkzaamheden aan de verbinding BSL-RLL380 Z

- uitbedrijf nemen van BSL-RLL380 Z
- plaatsen van (werk)aarders
- plaatsen van de tijdelijke mast T1B in de lijn nabij mast 404
- overnemen van de trek in de geleiders tussen mast 403 en 404 door af te spannen op mast T1B
- knippen en verwijderen geleiders tussen mast T1B en stations portaal
- plaatsen van een tijdelijke koppelkast in mast T1B
- het aansluiten van de bestaande OPGW op tijdelijke koppelkast
- leggen van een OPGW grondkabel naar tussen mast T1B en stations portaal

Figuur 5 geeft een schematische weergave van de werkzaamheden voor de bouwfase " Ombouw stap 4"



**Figuur 5: Bouwfase " Ombouw stap 4"**

Stap 4 Werkzaamheden aan de verbinding BSL-RLL380 Z

- het trekken van de geleiders tussen mast 1001 en 1002 van de verbinding BSL-RLL380 Z
- in bedrijf nemen van de verbinding BSL-RLL380 Z via de ZW380 nieuwe masten

Figuur 6 geeft een schematische weergave van de werkzaamheden voor de bouwfase " Ombouw stap 5".





name van de installatie. De teruggavetijd gaat in vanaf het moment dat hierom door de opdrachtgever wordt verzocht. De teruggavetijd is tijdens deze werkzaamheden maximaal 48 uur.

Voor een deel van de werkzaamheden aan de verbinding Borssele – Geertruidenberg is een VNB nodig. In tabel 8 zijn de werkzaamheden in hoofdlijnen weergegeven met een inschatting van de benodigde VNB tijden. Het kan zijn dat vanwege slechte weersomstandigheden of donkere dagen in het jaar de VNB tijden langer worden.

De vermelde tijden zijn inclusief het aarden van de geleiders in het circuit waar gewerkt dient te worden. Voor het aarden is een 0,5 dag per mast gerekend. In de tijden is eveneens rekening gehouden met 1 ploeg van 2 à 3 man.

**Tabel 8: VNB tijden verbinding BSL-RLL380 Z**

	Werkzaamheden	VNB (ja/nee)	Duur	Circuit	Teruggave tijd
Stap 1	het aanleggen van de werkerreinen en toegangswegen	Nee	2 weken		
	plaatsen van de ZW380 masten aanbrengen van de ZW380 geleiders. De geleiders tussen mast 1001 en het stations portaal hebben een trekparameter van 1100 bij 10°.	Nee	12 weken		
	plaatsen van het 380kV station portaal in Borssele tijdelijk zullen de geleiders van fase 12 en fase 4 omgewisseld aangesloten worden op stations portaal. Dit vanwege de klokgetallen configuratie tijdelijke situatie. Geldt voor de verbinding BSL-RLL380 G				
Stap 2	uitbedrijf nemen van BSL-RLL380 G	Ja	2 weken	Grijs	48u
	plaatsen van (werk)aarders				
	plaatsen van de tijdelijke mast T1A in de lijn nabij mast 404				
	overnemen van de trek in de geleiders tussen mast 403 en 404 door af te spannen op mast T1A				
	knippen en verwijderen geleiders tussen mast T1A en stations portaal				
	plaatsen van de tijdelijke mast T2 naast mast 1001				
	aanbrengen van geleiders tussen mast T1A en mast T2				
	aanbrengen van tijdelijke geleider verbinding tussen mast T2 aan de geleiders tussen mast 1001 en stations portaal.				
verwijderen van (werk)aarders.					
In bedrijf nemen van BSL-RLL380 G via noodlijn					
Stap 3	uitbedrijf nemen van BSL-RLL380 Z	Ja	1 week	Zwart	48u
	plaatsen van (werk)aarders				
	plaatsen van de tijdelijke mast T1B in de lijn nabij mast 404				
	overnemen van de trek in de geleiders tussen mast 403 en 404 door af te spannen op mast T1B				
	knippen en verwijderen geleiders tussen mast T1B en stations portaal				
	plaatsen van een tijdelijke koppelkast in mast T1B				
	het aansluiten van de bestaande OPGW op tijdelijke koppelkast				
het aansluiten van de bestaande OPGW op tijdelijke koppelkast					
Stap 4	het trekken van de geleiders tussen mast 1001 en 1002 van de verbinding BSL-RLL380 Z	Ja	1 week	Zwart	1 week
	in bedrijf nemen van de verbinding BSL-RLL380 Z via de ZW380 nieuwe masten				
Stap 5	uit bedrijf nemen van de verbinding BSL-RLL380 G	Ja	2 weken	Grijs	48u
	plaatsen van (werk)aarders				
	trekken van de geleiders tussen mast 1001 en 1002 van de verbinding BSL-ZVL380 G				

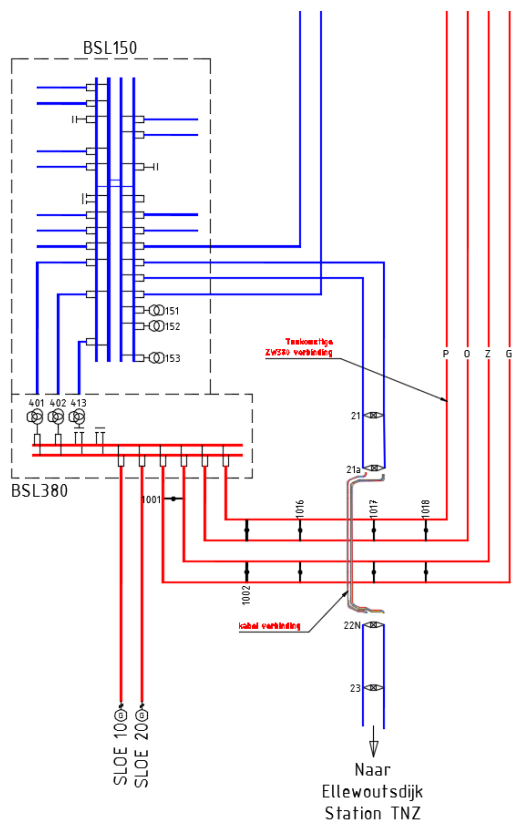




	<b>Werkzaamheden</b>	<b>VNB (ja/nee)</b>	<b>Duur</b>	<b>Circuit</b>	<b>Teruggave tijd</b>
	wisselen van de fase 12 en fase 4 op het stations portaal				
	verwijderen van de tijdelijke verbinding tussen mast 1001 en mast T2				
	verwijderen van de geleiders tussen mast T1A en mast T2				
	het verwijderen van mast T2				
	verwijderen van (werk)aarders				
	In bedrijf nemen van BSL-RLL380 G via de ZW380 nieuwe masten				

## 7 RECONSTRUCTIE VAN DE BESTAANDE 150 KV HOOGSPANNINGSLIJN BORSSELE – TERNEUZEN (BSL-TNZ)

De nieuwe 380 kV lijn kruist de 150kV lijn Borssele – Terneuzen nabij Heinkenszand tussen de Wintrackmasten 1016 en 1017. Om de kruising mogelijk te maken zal bestaande mast 22 komen te vervallen en de 150 kV verbinding aan weerszijden van de 380 kV verbinding worden uitgebreid met 2 opstijgmasten, 021a en 022N. De 380 kV verbinding wordt middels een kabeltracé tussen de 2 opstijgmasten gekruist.

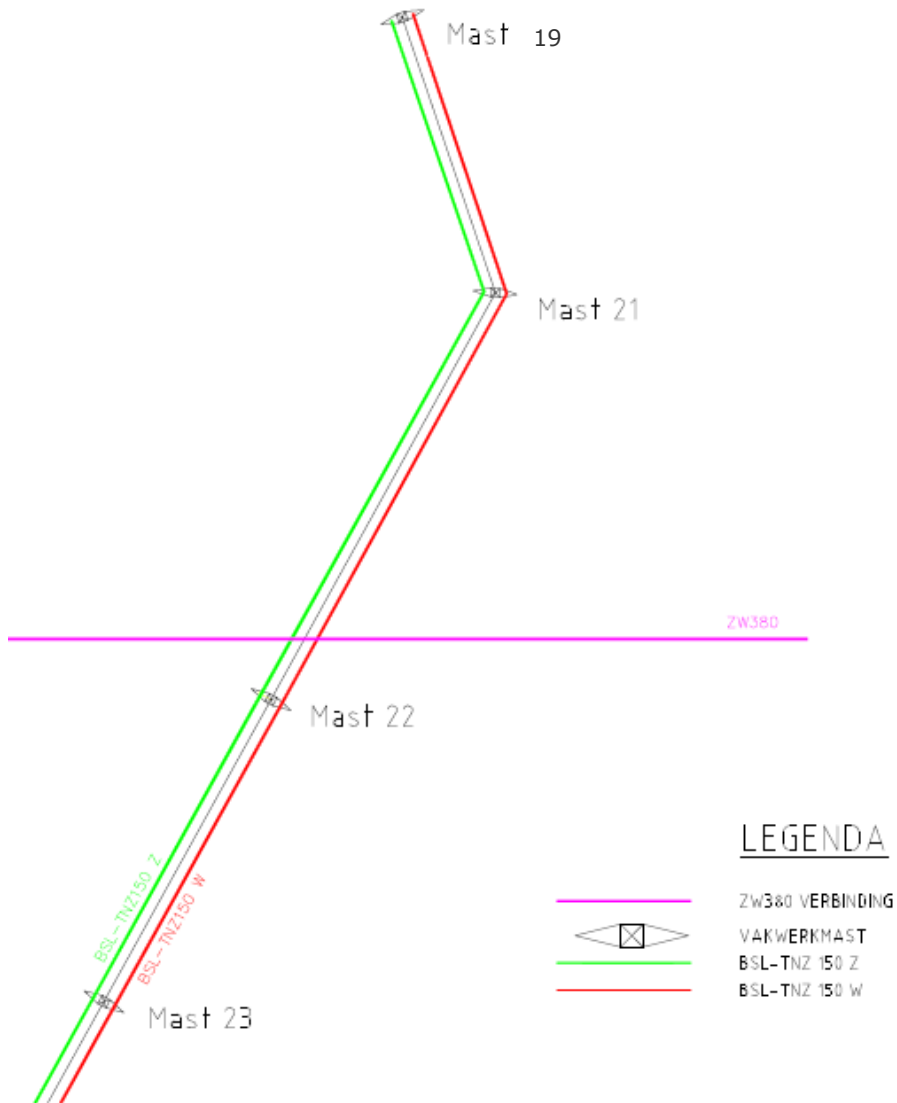


**Figuur 8: Grafisch overzicht situatie kruising van de 150 kV lijn BSL-TNZ met ZW380 verbinding**

Het ombouwplan en de benodigde Voorziene Niet Beschikbaarheid (VNB) is opgenomen in paragraaf 7.1 respectievelijk paragraaf 7.2.

## 7.1 Ombouwplan

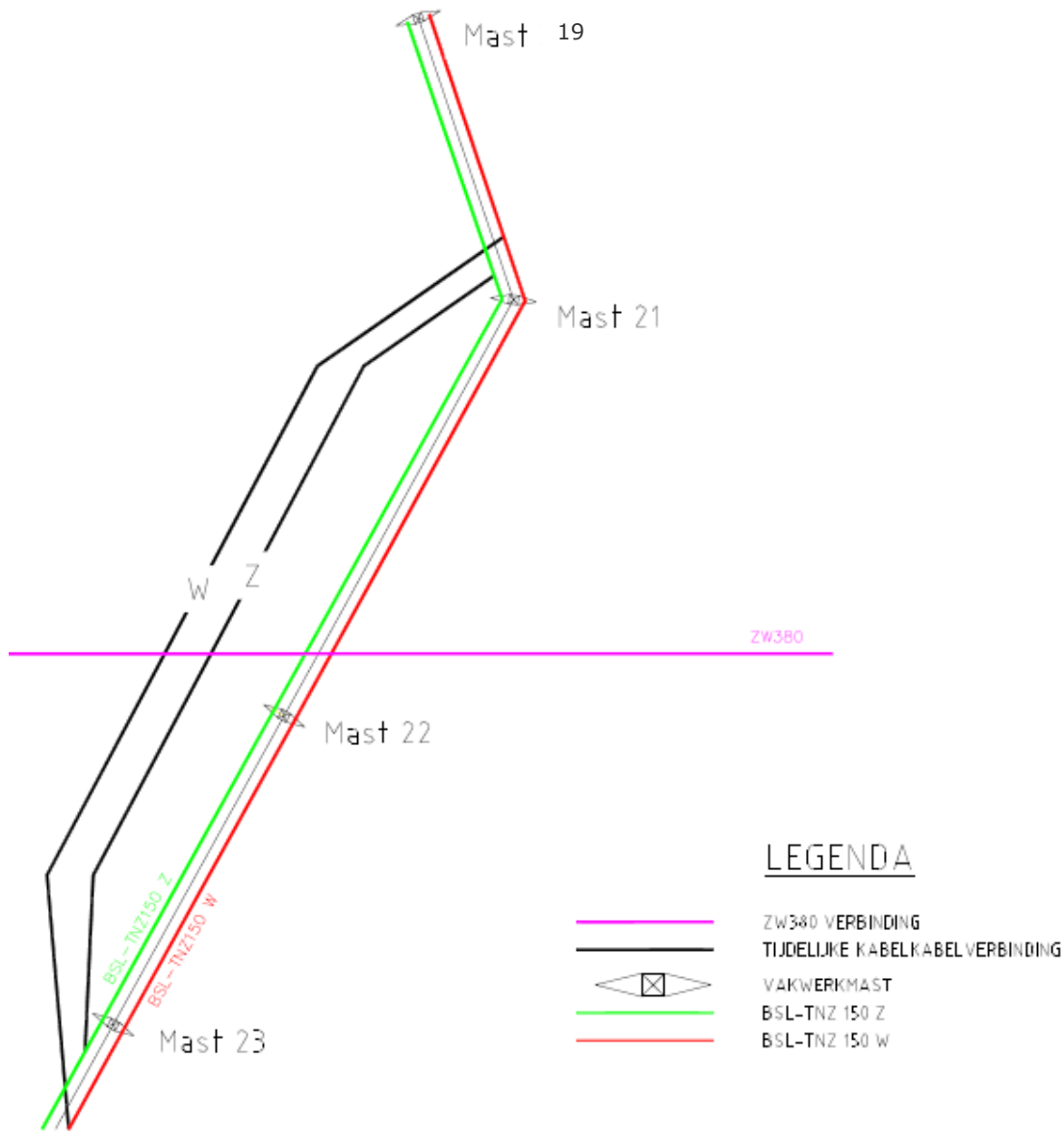
Figuur 9 geeft een schematische weergave van de werkzaamheden voor de bouwfase "Uitgangspositie".



**Figuur 9** Uitgangspositie

Bouwstap 0 in chronologische volgorde, zie Figuur 10:

- het voorbereiden en het aanleggen van de tijdelijkeverbinding zonder VNB vanaf de hoekmast 21 (tussen masten 19 - 21) tot de draagmast 23 (tussen masten 23 - 24)\*



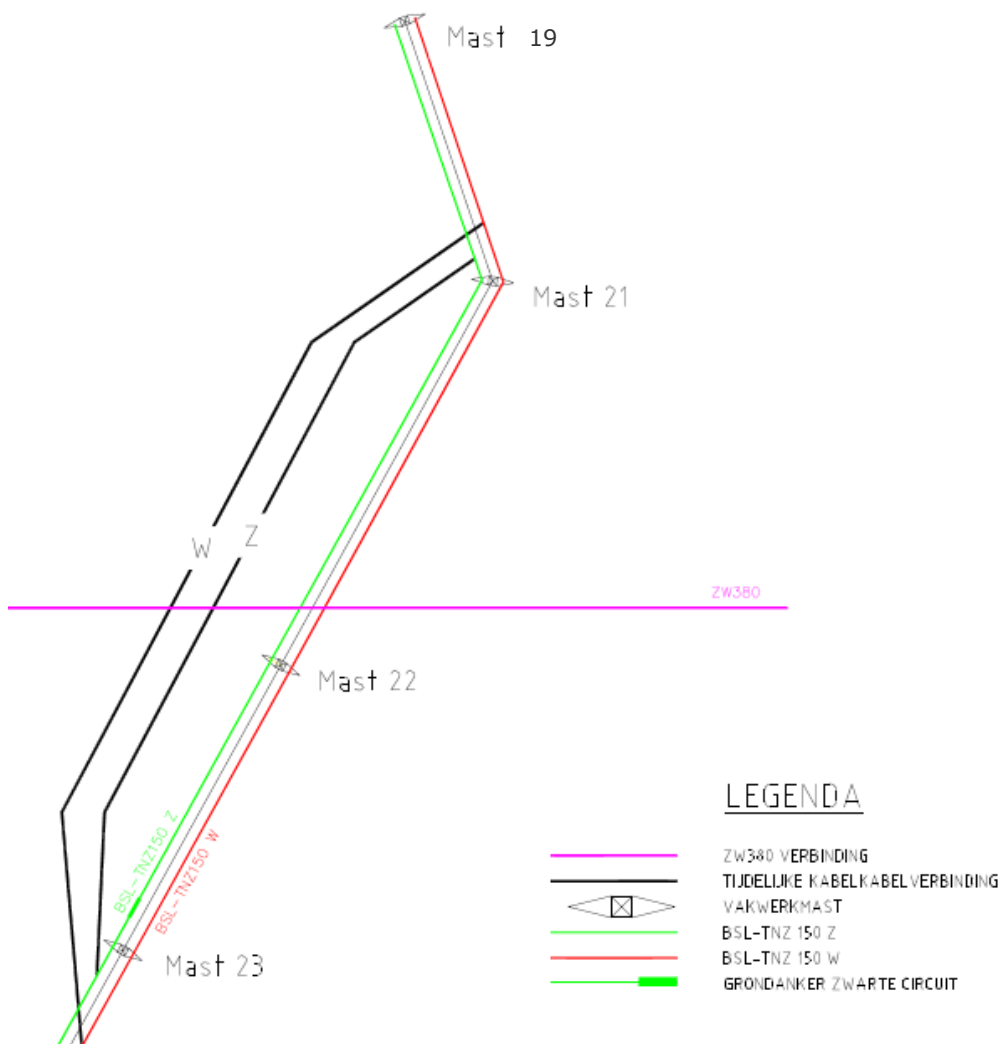
**Figuur 10 Bouwstap 0**

\* de tijdelijke kabels kruisen bij mast 21 een weg, namelijk de Nieuwkamersedijk. Voorgesteld wordt om over deze weg dragline schotten te plaatsen (drukvrrije overkluizing). Op deze wijze kunnen deze kabels deze weg veilig kruisen.

Bouwstap 1 in chronologische volgorde, zie Figuur 11:

- het uitbedrijf nemen van het zwarte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het zwarte circuit
- het overnemen van de trek van de fase geleiders en bliksemdraad vanaf mast 23 richting mast 22
- door het bevestigen van een geïsoleerd geleider (isolatoren) op iedere fase en door het aanbrengen van grondankers deze afspannen naar de grond\*\*

- het verwijderen van de werk-aarders in het zwarte circuit
- het inbedrijf nemen van het zwarte circuit
- \*\* het overnemen van de trek dient per circuit en per fase te gebeuren met in achtname van 6 uur teruggave tijd.



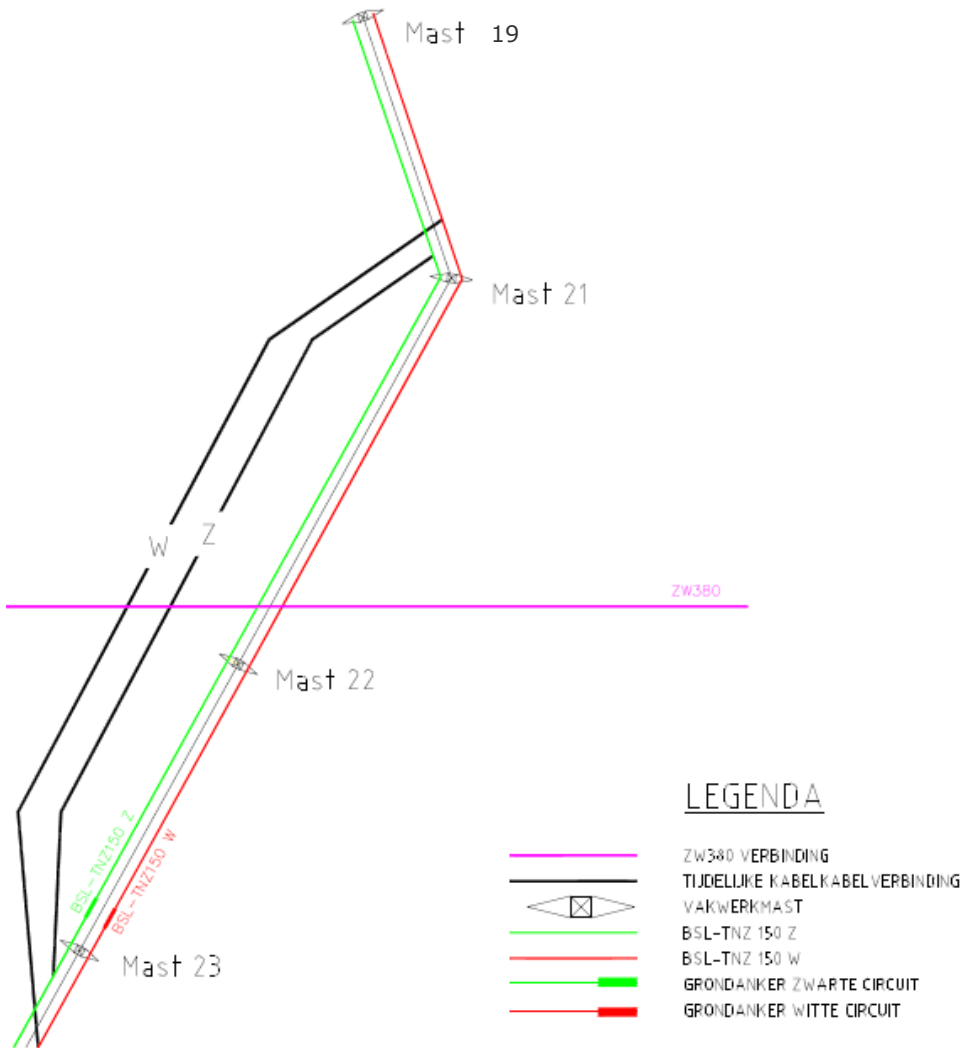
**Figuur 11** Bouwstap 1

Voor een globale inschatting van de breedte van de 150 kV kabelbed wordt verwezen Appendix F.

Voor een situatieoverzicht van het tracé van de tijdelijke kabelverbinding wordt verwezen naar de tekening 74102194-031-122.

Bouwstap 2 in chronologische volgorde, zie Figuur 11:

- het uitbedrijf nemen van het witte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het witte circuit
- het overnemen van de trek van de fase geleiders en bliksemdraad vanaf mast 23 richting mast 22 door het bevestigen van een geïsoleerd geleider (isolatoren) op iedere fase en door het aanbrengen van grondankers deze afspannen naar de grond
- het verwijderen van de werk-aarders in het witte circuit
- het inbedrijf nemen van het witte circuit

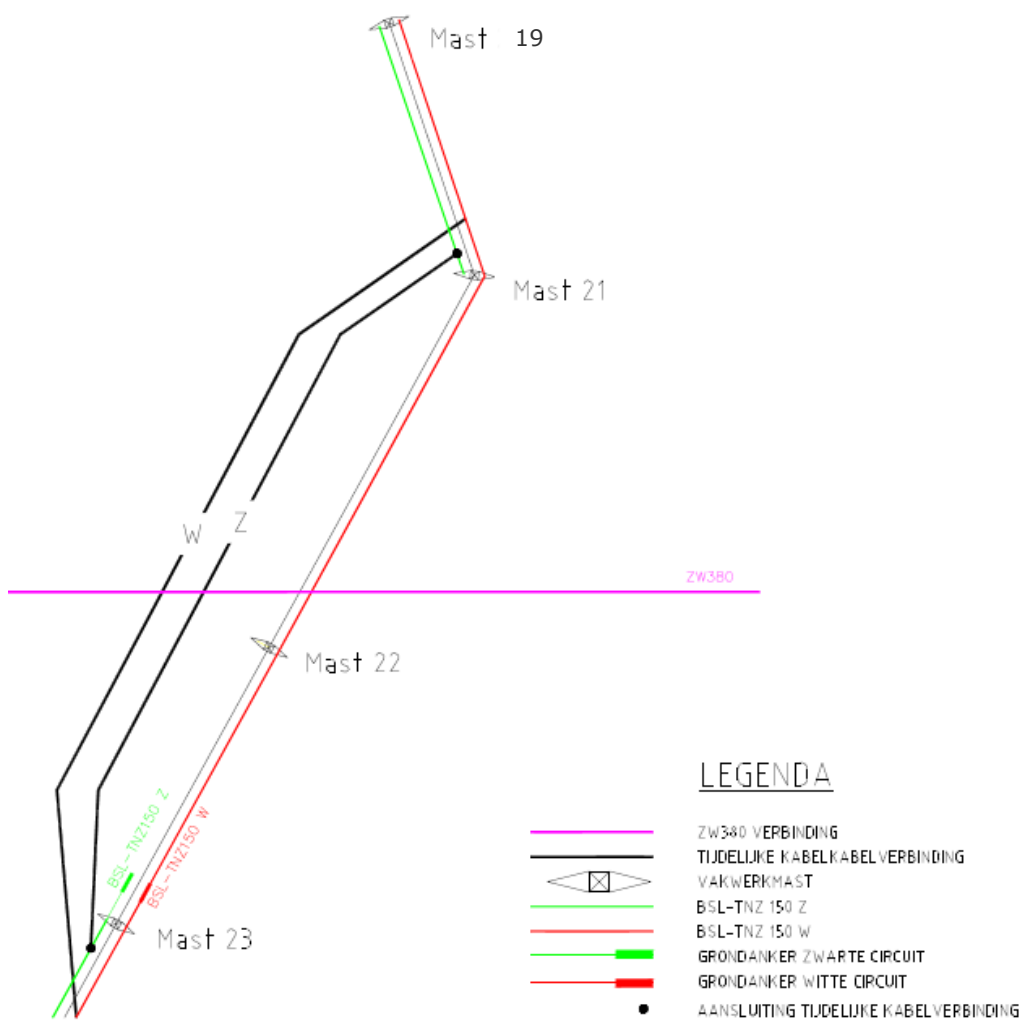


**Figuur 12** Bouwstap 2

Bouwstap 3 in chronologische volgorde, zie Figuur 13:

- het uitbedrijf nemen van het zwarte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het zwarte circuit
- het aansluiten van de fasegeleiders op de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 23 – 24 en tussen mast 19 – 21\*\*\*
- het knippen van de fase geleiders en bliksemdraad bij mast 22 in het veld tussen masten 22 – 23\*\*\*
- het verwijderen van de fase geleiders en bliksemdraad tussen masten 21 – 22
- het verwijderen van de werk-aarders in het zwarte circuit
- het inbedrijf nemen van het zwarte circuit via de tijdelijke kabelverbinding

\*\*\* het aansluiten en het knippen van de geleiders dient per circuit en per fase te gebeuren met inachtneming van 6 uur teruggave tijd



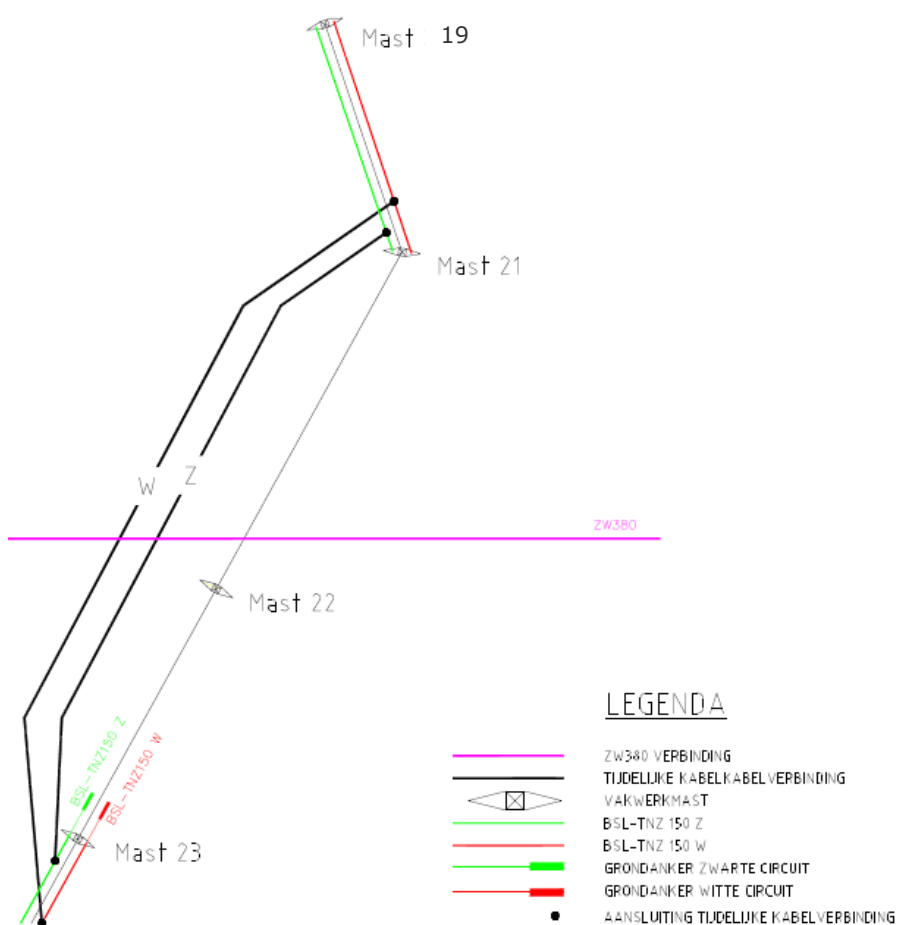
**Figuur 13** Bouwstap 3

Voor een principe ontwerp aansluiting noodkabels op de fase geleiders van de mast wordt verwezen naar de tekening 74102194-040-005.

Bouwstap 4 in chronologische volgorde, zie Figuur 13:

- het uitbedrijf nemen van het witte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het witte circuit
- het aansluiten van de fasegeleiders op de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 23 – 24 en tussen mast 19 – 21\*\*\*
- het knippen van de fase geleiders en bliksemdraad bij mast 22 in het veld tussen masten 22 – 23\*\*\*
- het verwijderen van de fase geleiders en bliksemdraad tussen masten 21 – 22
- het verwijderen van de werk-aarders in het witte circuit
- het inbedrijf nemen van het witte circuit via de tijdelijke kabelverbinding

\*\*\* het aansluiten en het knippen van de geleiders dient per circuit en per fase te gebeuren met in achtneming van 6 uur teruggave tijd

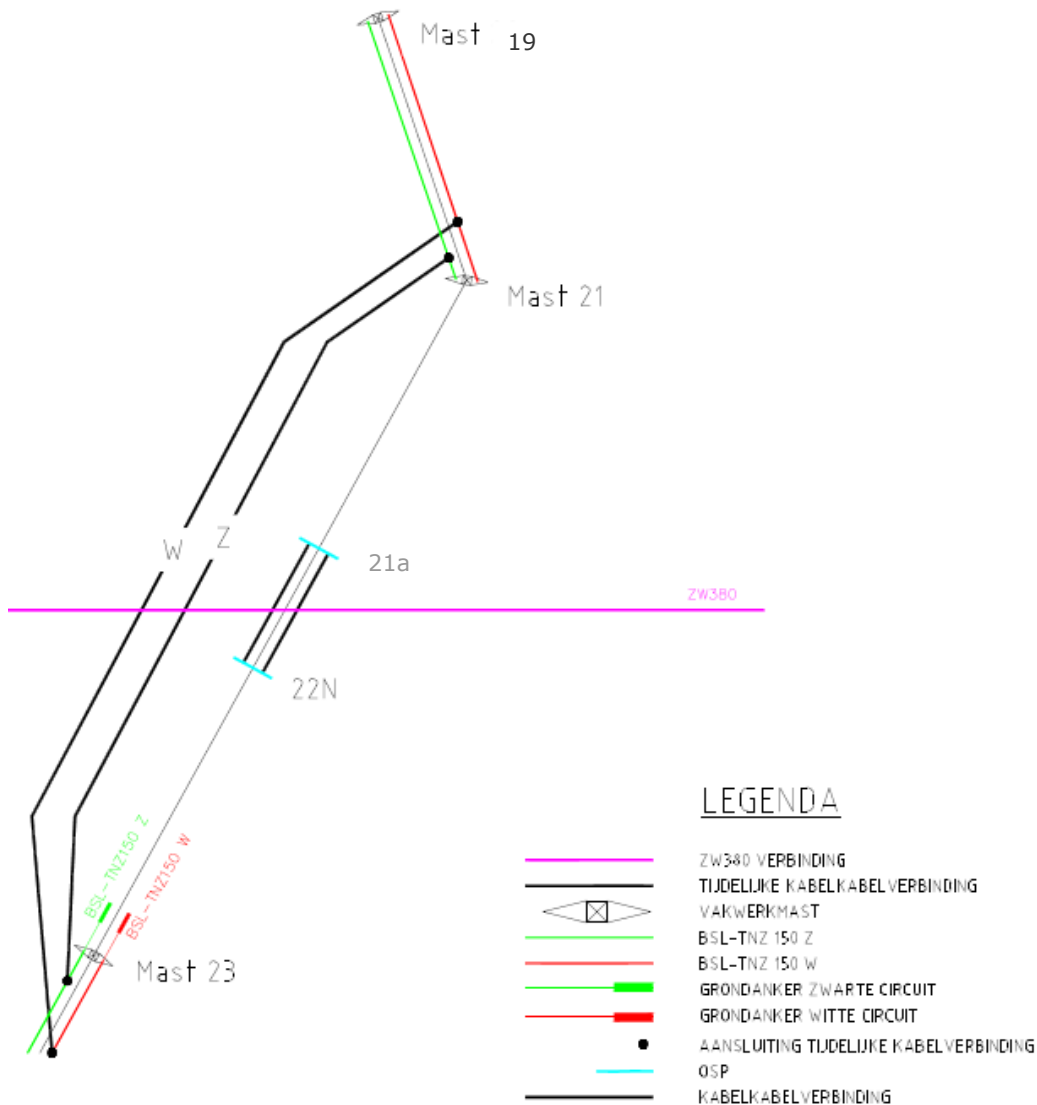


**Figuur 14** Bouwstap 4

Bouwstap 5 in chronologische volgorde, zie Figuur 15:

- het afbreken van mast 22 en het verwijderen van de fundaties
- het realiseren van fundaties van de opstijgpunten OSP21a en OSP22N
- het opstellen van de nieuwe opstijgpunten OSP21a en OSP22N
- het leggen en aansluiten van nieuwe fase kabels tussen de OSP21a en OSP22N



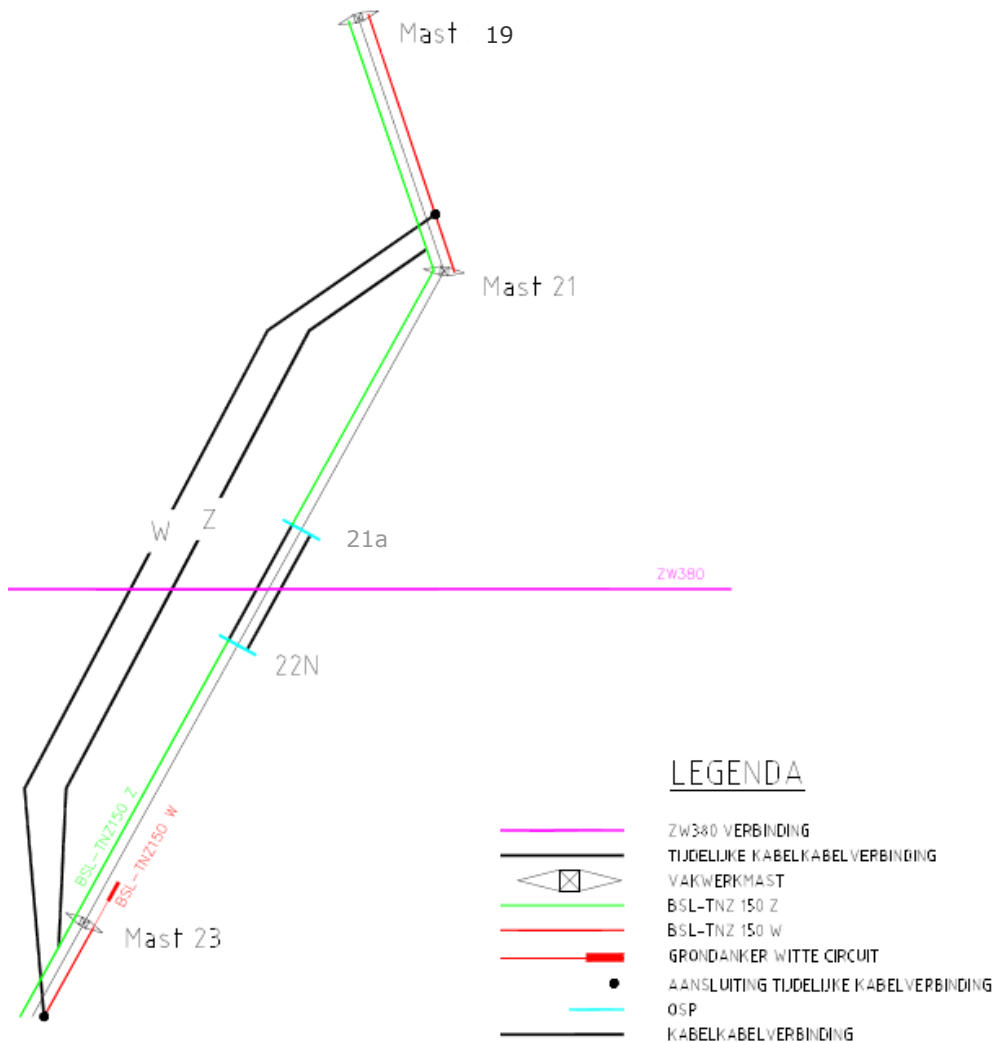


**Figuur 15 Bouwstap 5**

Bouwstap 6 in chronologische volgorde, zie Figuur 16:

- het uitbedrijf nemen van het zwarte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het zwarte circuit
- het trekken van de bestaande fase geleiders en bliksemendraad tussen mast 23 – OSP22N\*\*\*\*
- het trekken van de nieuwe fase geleiders en bliksemendraad tussen mast 21 – OSP21a
- het verwijderen van de grondankers
- het loskoppelen van de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 21 – 23 t.b.v. het zwarte circuit
- het verwijderen van de werk-aarders in het zwarte circuit
- het inbedrijf nemen van het zwarte circuit via de permanente verbinding

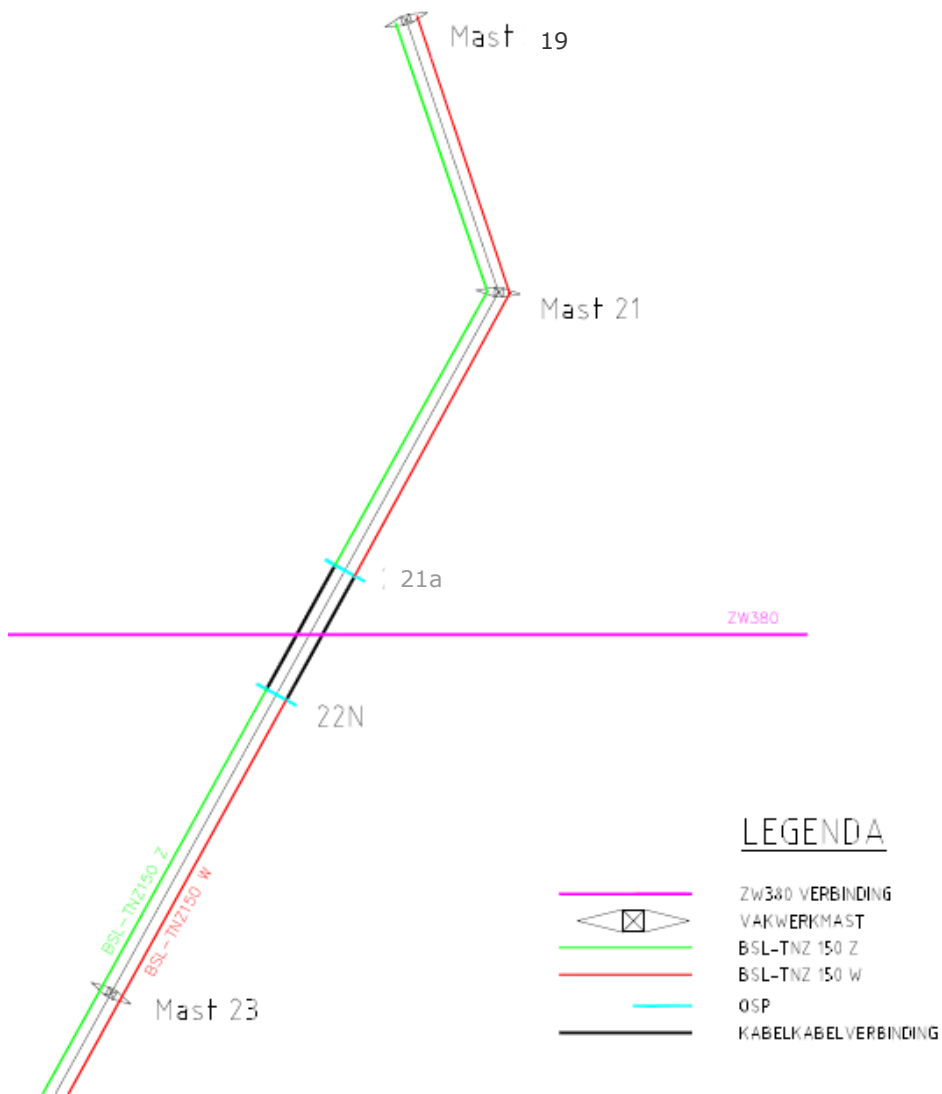
\*\*\*\* de bestaande fase geleiders en bliksemendraad betreffen de restant van de fase geleiders en bliksemendraad van het zwarte circuit (helft van de veldlengte tussen masten 22 – 23).



**Figuur 16 Bouwstap 6**

Bouwstap 7 in chronologische volgorde, zie Figuur 17.

- het uitbedrijf nemen van het witte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het witte circuit
- het trekken van de bestaande fase geleiders en bliksemendraad tussen mast 23 – OSP22N
- het trekken van de nieuwe fase geleiders en bliksemendraad tussen mast 21 – OSP21a
- het verwijderen van de grondankers
- het loskoppelen van de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 21 – 23 t.b.v. het witte circuit
- het verwijderen van de werk-aarders in het witte circuit
- het inbedrijf nemen van het witte circuit via de permanente verbinding



**Figuur 17 Bouwstap 7**

Voor een overzichtstekening van de eindsituatie wordt verwezen naar de tekening 74102194-031-121.

## 7.2 VNB-plan

Bij de perioden die behoren tot de Voorziene Niet Beschikbaarheid (VNB) gelden teruggavetijden. Onder teruggavetijden wordt verstaan de tijd die de opdrachtnemer beschikbaar heeft om de installatie (of een vastgesteld deel van de installatie) bedrijfs gereed terug te geven aan de opdrachtgever voor in bedrijf name van de installatie. De teruggavetijd gaat in vanaf het moment dat hierom door de opdrachtgever wordt verzocht.

Voor de teruggave tijden tijdens de werkzaamheden aan de verbinding BSL-TNZ150 wordt verwezen naar Tabel 9.

Voor een deel van de werkzaamheden aan de verbinding BSL-TNZ150 is een VNB nodig. In Tabel 9 zijn de werkzaamheden in hoofdlijnen weergegeven met een inschatting van de benodigde VNB tijden. Het kan zijn dat vanwege slechte weersomstandigheden of donkere dagen in het jaar de VNB tijden langer worden.

De vermelde tijden zijn inclusief het aarden van de geleiders in het circuit waar gewerkt dient te worden. Voor het aarden is een 0,5 dag per mast gerekend. In de tijden is eveneens rekening gehouden met 1 ploeg van 2 à 3 man.

**Tabel 9: VNB tijden verbinding BSL-TNZ150 Z en W**

	Werkzaamheden	VNB (ja/nee)	Duur	Circuit	Teruggave tijd [uur]
Stap 0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het voorbereiden van de tijdelijke kabelverbinding zonder VNB vanaf de hoekmast 21 (tussen masten 19 - 21) tot de draagmast 23 (tussen masten 23 - 24)</li> </ul>	nee	1 week	-	-
Stap 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het uitbedrijf nemen van het zwarte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het zwarte circuit</li> <li>- het overnemen van de trek van de fase geleiders en bliksemdraad vanaf mast 23 richting mast 22</li> <li>- door het bevestigen van een geïsoleerd geleider (isolatoren) op iedere fase en door het aanbrengen van grondankers deze afspannen naar de grond</li> <li>- het verwijderen van de werk-aarders in het zwarte circuit</li> <li>- het inbedrijf nemen van het zwarte circuit</li> </ul>	Ja	1 week	Zwart	6
Stap 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het uitbedrijf nemen van het witte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het witte circuit</li> <li>- het overnemen van de trek van de fase geleiders en bliksemdraad vanaf mast 23 richting mast 22 door het bevestigen van een geïsoleerd geleider (isolatoren) op iedere fase en door het aanbrengen van grondankers deze afspannen naar de grond</li> <li>- het verwijderen van de werk-aarders in het witte circuit</li> <li>- het inbedrijf nemen van het witte circuit</li> </ul>	Ja	1 week	Wit	6
Stap 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het uitbedrijf nemen van het zwarte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het zwarte circuit</li> <li>- het aansluiten van de fasegeleiders op de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 23 - 24 en tussen mast 19 - 21</li> <li>- het knippen van de fase geleiders en bliksemdraad bij mast 22 in het veld tussen masten 22 - 23</li> <li>- het verwijderen van de fase geleiders en bliksemdraad tussen masten 21 - 22</li> <li>- het verwijderen van de werk-aarders in het zwarte circuit</li> </ul>	Ja	1 week	Zwart	6

	Werkzaamheden	VNB (ja/nee)	Duur	Circuit	Teruggave tijd [uur]
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het inbedrijf nemen van het zwarte circuit via de tijdelijke kabelverbinding</li> </ul>				
Stap 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het uitbedrijf nemen van het witte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het witte circuit</li> <li>- het aansluiten van de fasegeleiders op de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 23 - 24 en tussen mast 19 - 21</li> <li>- het knippen van de fase geleiders en bliksemdraad bij mast 22 in het veld tussen masten 22 - 23</li> <li>- het verwijderen van de fase geleiders en bliksemdraad tussen masten 21 - 22</li> <li>- het verwijderen van de werk-aarders in het witte circuit</li> <li>- het inbedrijf nemen van het witte circuit via de tijdelijke kabelverbinding</li> </ul>	Ja	1 week	Wit	6
Stap 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het afbreken van mast 22 en het verwijderen van de fundaties</li> <li>- het realiseren van fundaties van de opstijgpunten OSP21a en OSP22N</li> <li>- het opstellen van de nieuwe opstijgpunten OSP21a en OSP22N</li> <li>- het leggen en aansluiten van nieuwe fase kabels tussen de OSP21a en OSP22N</li> </ul>	Nee	16 weken	-	-
Stap 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het uitbedrijf nemen van het zwarte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het zwarte circuit</li> <li>- het trekken van de bestaande fase geleiders en bliksemdraad tussen mast 23 - OSP22N</li> <li>- het trekken van de nieuwe fase geleiders en bliksemdraad tussen mast 21 - OSP21a</li> <li>- het verwijderen van de grondankers</li> <li>- het loskoppelen van de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 21 - 23 t.b.v. het zwarte circuit</li> <li>- het verwijderen van de werk-aarders in het zwarte circuit</li> <li>- het inbedrijf nemen van het zwarte circuit via de permanente verbinding</li> </ul>	Ja	1 week	Zwart	6

	<b>Werkzaamheden</b>	<b>VNB</b> (ja/nee)	<b>Duur</b>	<b>Circuit</b>	<b>Teruggave tijd [uur]</b>
Stap 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- het uitbedrijf nemen van het witte circuit van BSL-TNZ150 en het aanbrengen van werkaarders in het witte circuit</li> <li>- het trekken van de bestaande fase geleiders en bliksemdraad tussen mast 23 - OSP22N</li> <li>- het trekken van de nieuwe fase geleiders en bliksemdraad tussen mast 21 - OSP21a</li> <li>- het verwijderen van de grondankers</li> <li>- het loskoppelen van de tijdelijke kabelverbinding tussen mast 21 - 23 t.b.v. het witte circuit</li> <li>- het verwijderen van de werk-aarders in het witte circuit</li> <li>- het inbedrijf nemen van het witte circuit via de permanente verbinding</li> </ul>	Ja	1 week	Wit	6

## APPENDIX A

### LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

In onderstaande tabel is een lijst opgenomen met standaard begrippen en afkortingen

Afkorting	Betekenis
AM	Asset Management (Business Unit TenneT)
BIN	Bliksem Isolatie Niveau
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EMS	Energie Management Systeem
GS	Grid Service (Business Unit TenneT)
$I_n$	Nominale Stroom
$I_k$	Kortsluitstroom
kA	kilo Ampere
kN	kilo Newton
kV	kilo Volt
MM	Multi Mode (fiber)
m.v.	Maaiveld
MPa	Mega Pascal
MVA	Mega Volt Ampere
OPGW	Optical Ground Wire
PVE	Programma van Eisen
$S_{f-f}$	Slagwijdte fase-fase
$S_{f-a}$	Slagwijdte fase-aarde
SM	Single Mode (fiber)
TBD	TenneT Beleids Document
$U_n$	Nominale Spanning
$U_m$	Maximale Spanning
VAC	Volt Alternating Current
VDC	Volt Direct Current
VNB	Voorziene Niet Beschikbaarheid
ZW380	Zuid West 380

## APPENDIX B

### CONTROLE EXTERNE SPANNINGSAFSTANDEN

#### B1. Kruising van de 150 kV lijn BSL-TNZ met ZW380 verbinding

Hieronder zijn de externe afstanden naar het maaiveld gecontroleerd. Volgende vakken zijn gecontroleerd:

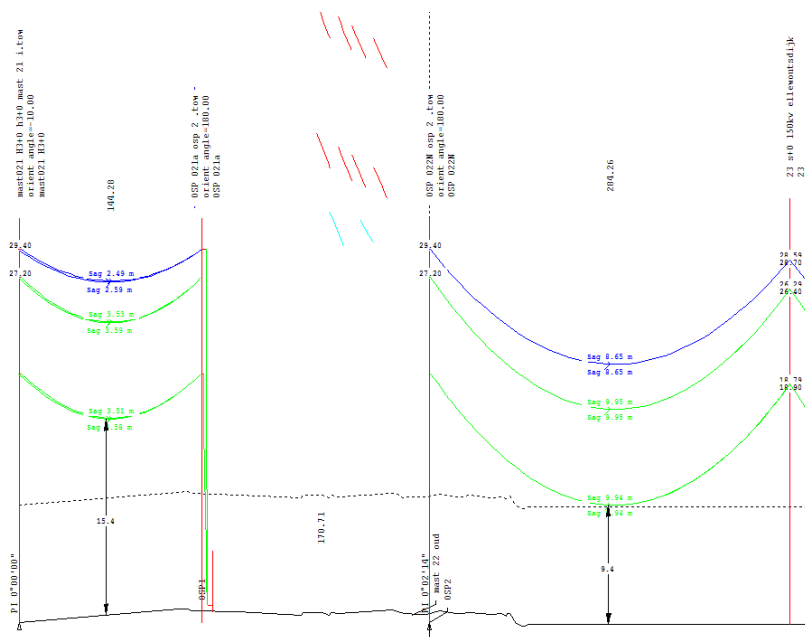
- tussen bestaande mast 021 en de nieuwe OSP 021a
- tussen bestaande nieuwe mast 022N en de bestaande mast 23

#### Uitgangspunten voor de simulatie:

T geleiders 150 kV = 80°C

T bliksemdraad en OPGW = 35°C

Del 150kV = 1.37 m (bestaande 150kV verbindingen)



Figuur B1: Controle minimale afstand naar het maaiveld tussen mast 21 – 22N

Resultaten:

$f_{\text{fase-m}}^{\text{maaiveld}}$  afstanden minimaal = 8,47 m (Conform tabel 4: veilige afstanden tot onbebouwd terrein)

$f_{\text{fase-m}}^{\text{maaiveld}}$  afstanden minimaal = 15,4 m (gemeten tussen mast 21 en het OSP 21a, zie figuur C1)

$f_{\text{fase-m}}^{\text{maaiveld}}$  afstanden minimaal = 9,4 m (gemeten tussen het OSP 22N en mast 23, zie figuur C1)

Er wordt voldaan aan de minimale afstand naar het onbebouwd terrein tussen bestaande mast 021 en het OSP 21a en het OSP 22N en bestaande mast 23.



## APPENDIX C

### CONTROLE INTERNE SPANNINGSAFSTANDEN

---

#### C1. Kruising van de 150 kV lijn BSL-TNZ met ZW380 verbinding

##### Controle interne afstanden tussen masten 21 en de nieuwe mast 22N

Hieronder zijn de interne afstanden naar het maaiveld gecontroleerd. Volgende vakken zijn gecontroleerd:

- tussen bestaande mast 021 en de nieuwe OSP 021a
- tussen bestaande nieuwe mast 022N en de bestaande mast 23

##### Controle interne afstanden tussen masten 21 en de nieuwe mast 22N

Hieronder wordt de interne afstanden gecontroleerd tussen masten 21 en de nieuwe mast 22N.

##### Controle minimale fase – fase afstanden

#### **Uitgangspunten:**

$$T = 10^{\circ}\text{C}$$

$$D_{pp} = 1,53 \text{ m}$$

$$L_{\text{Lengte isolator}} = 0 \text{ m}$$

$$B_{\text{bundelafstand}} = 0,2 \text{ m}$$

De aso is gecontroleerd conform de NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 5.4.3 NL2.

$aso \geq 0,6 * \sqrt{(Z\text{eeg bij } 10^{\circ} \text{ C} + L\text{isolator}) + D_{pp}}$ . De minimale afstand Aso is de minimale afstand conform de norm, tussen de fase-fase of fase-aarde in de mast.

Minimale afstand in de lijn conform de norm dient minimaal aan  $D_{pp} + \frac{1}{2}$  bundel te voldoen.

$$D_{pp} + \frac{1}{2} \text{ Bundel} = 1.63 \text{ meter}$$

## Resultaten:

In Tabel C1.1.1 zijn de resultaten weergegeven. Er zijn geen overschrijdingen binnen dit deelgebied.

**Tabel C1.1.1: Resultaten minimale fase – fase afstanden tussen mast 21-021a en 022N -23**

Nr.	Van Mast	Naar mast	Van Set	Phase	Wind richting	Van Mast	Naar mast	Naar Set	Wind richting	Gemeten minimale afstand in het veld (Dpp) [m]	Zeeg bij 10°C [m]	Berekende minimale Fase - Fase afstand in de mast (Aso) [m]	Benodigde minimale Fase - Fase afstand in het veld ( Dpp) [m]	Fase - Fase in de mast	Over schreiding F_F	Fase - Fase in het veld
0	mast021 H3+0	Mast 021a	23	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	24	Left	9.53	2.07	2.59	1.63	OK		OK
1	mast021 H3+0	Mast 021a	23	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	25	Left	7.60	2.07	2.59	1.63	OK		OK
3	mast021 H3+0	Mast 021a	24	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	25	Left	4.98	2.11	2.60	1.63	OK		OK
10	mast021 H3+0	Mast 021a	33	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	34	Left	9.47	2.02	2.58	1.63	OK		OK
11	mast021 H3+0	Mast 021a	33	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	35	Left	7.59	2.02	2.58	1.63	OK		OK
13	mast021 H3+0	Mast 021a	34	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	35	Left	5.10	2.00	2.58	1.63	OK		OK
20	Mast 022N	23	20	1	Left	Mast 022N	23	21	Left	8.63	8.05	3.43	1.63	OK		OK
22	Mast 022N	23	20	1	Left	Mast 022N	23	22	Left	7.46	8.05	3.43	1.63	OK		OK
26	Mast 022N	23	21	1	Left	Mast 022N	23	22	Left	4.33	8.06	3.43	1.63	OK		OK
36	Mast 022N	23	30	1	Left	Mast 022N	23	31	Left	8.63	8.05	3.43	1.63	OK		OK

38	Mast 022N	23	30	1	Left	Mast 022N	23	32	Left	7.46	8.05	3.43	1.63	OK		OK
42	Mast 022N	23	31	1	Left	Mast 022N	23	32	Left	4.33	8.06	3.43	1.63	OK		OK

### Controle minimale fase - aarde afstanden

In tabel C1.2.1 zijn de resultaten weergegeven. Er zijn geen overschrijdingen binnen dit deelgebied.

Nr.	Van Mast	Naar mast	Van Set	Phase	Wind richting	Van Mast	Naar mast	Naar Set	Wind richting	Gemeten minimale afstand in het veld (Dpp) [m]	Zeeg bij 10°C [m]	Berekende Minimale Fase - Aarde afstand in de mast (Aso) [m]	Benodigde minimale Fase - Aarde afstand in het veld ( Dpp) [m]	Fase - Aarde in de mast	Over schreiding F_A	Fase - Aarde in het veld
0	mast021 H3+0	Mast 021a	23	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	5	Left	4.11	2.07	2.59	1.63	OK		OK
1	mast021 H3+0	Mast 021a	24	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	5	Left	9.85	2.11	2.60	1.63	OK		OK
2	mast021 H3+0	Mast 021a	33	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	7	Left	4.25	2.02	2.58	1.63	OK		OK
3	mast021 H3+0	Mast 021a	34	1	Left	mast021 H3+0	Mast 021a	7	Left	9.82	2.00	2.58	1.63	OK		OK
4	Mast 022N	23	20	1	Left	Mast 022N	23	1	Left	4.86	8.05	3.43	1.63	OK		OK



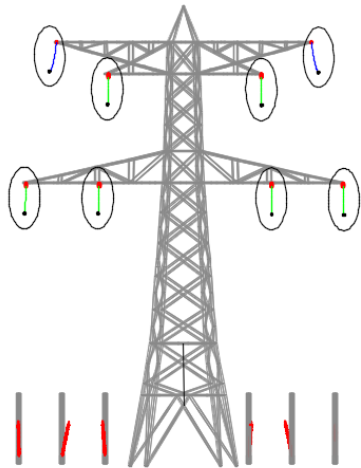
6	Mast 022N	23	21	1	Left	Mast 022N	23	1	Left	9.74	8.06	3.43	1.63	OK		OK
8	Mast 022N	23	30	1	Left	Mast 022N	23	3	Left	4.86	8.05	3.43	1.63	OK		OK
10	Mast 022N	23	31	1	Left	Mast 022N	23	3	Left	9.74	8.06	3.43	1.63	OK		OK

Controle lijndanscriterium tussen masten 21 en 21a en mast 22N en 23.

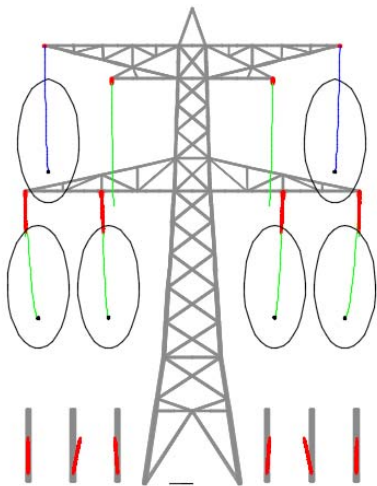
Het lijndanscriterium is gecontroleerd volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 5.4.3 NL2. Opstijgmasten 21a en 22N voldoen aan het lijndanscriterium.

**Resultaten:**

De resultaten zijn grafisch weergegeven in figuur C1.1 en C1.2.



**Figuur C1.1: Controle lijndanscriterium tussen mast 21 en opstijgmast 21a**



**Figuur C1.2: Controle lijndanscriterium tussen opstijgmast 22N en mast 23**

Controle Interne afstanden Opstijgmast 021a/022N naar primaire componenten:

Voor de verbinding tussen de opstijgmasten en de primaire componenten zijn de fase-fase afstanden gemeten. Volgende uitgangspunten zijn van toepassing:

Controle minimale fase – fase afstanden en fase-mastlichaam

**Uitgangspunten:**

$$T = 10^{\circ}\text{C}$$

$$D_{pp} = 1,53 \text{ m}$$

$$L_{\text{Lengte isolator}} = 0 \text{ m}$$

$$B_{\text{bundelafstand}} = 0,2 \text{ m}$$

De aso is gecontroleerd conform de NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 5.4.3 NL2.

$aso \geq 0,6 * \sqrt{(Zeeg \text{ bij } 10^{\circ} \text{ C} + Lisolator) + Dpp}$ . De minimale afstand Aso is de minimale afstand conform de norm, tussen de fase-fase of fase-aarde in de mast.

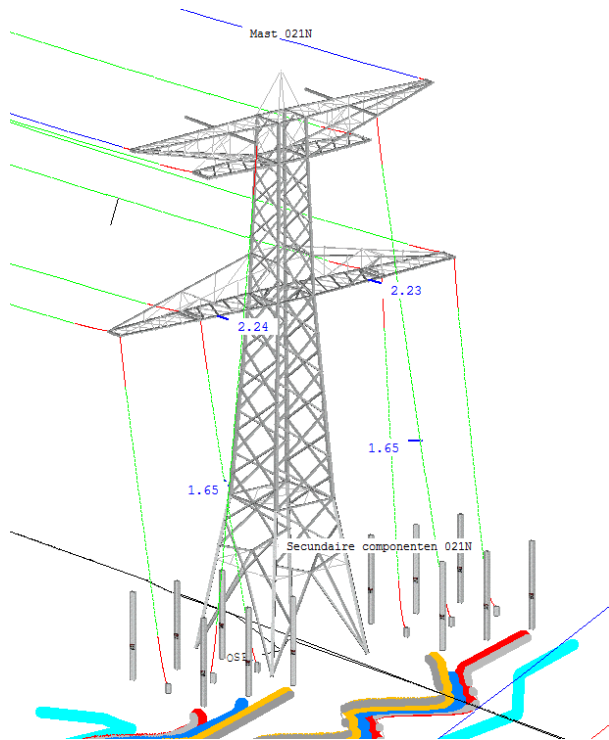
Minimale afstand in de lijn conform de norm dient minimaal aan  $Dpp + \frac{1}{2}$  bundel te voldoen.

$$Dpp + \frac{1}{2} \text{ Bundel} = 1.63 \text{ meter}$$

Minimale afstand naar het mastlichaam conform de norm dient minimaal aan  $Del + \frac{1}{2}$  bundel te voldoen.

$$Del + \frac{1}{2} \text{ Bundel} = 1.37 + 0.1 = 1.47 \text{ meter.}$$

Figuur hieronder geeft minimaal gemeten afstanden in het model weer:



**Figuur C1.3 Controle interne afstanden tussen opstijgmast en primaire componenten**

Resultaten fase-fase afstanden:

In het model wordt een minimale afstand gemeten van 1.65 meter. Hiermee voldoen de interne fase-fase afstanden aan de geldende norm.

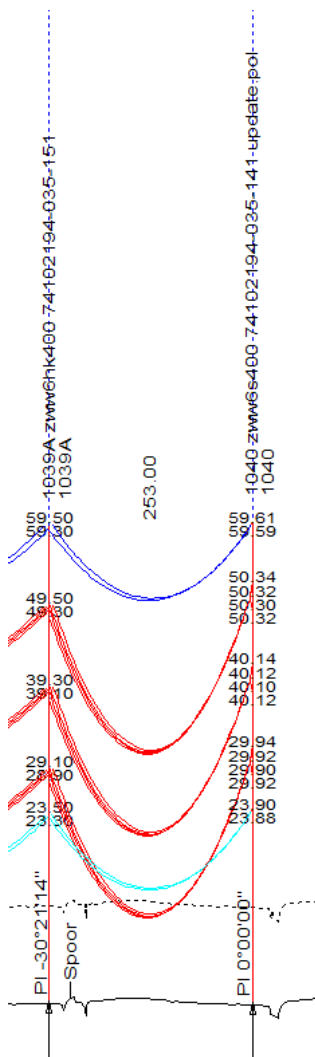
Resultaten fase-mastlichaam afstanden:

In het model wordt een minimale afstand gemeten van 2.23 meter. Hiermee voldoen de interne fase-mastlichaam afstanden aan de geldende norm.

## APPENDIX D

### CONTROLE GELEIDERBREUK

Ter hoogte van mast 1039A en 1040 wordt de geleiderbreuk gecontroleerd in verband met een spoorwegkruising. Onderstaande figuur geeft de doorhang van de geleiders ter hoogte van de spoorwegkruising tijdens een geleiderbreuk bij steunmast 1040. Om de maximale doorhang te controleren is een geleider temperatuur van 10 graden gehanteerd.



**Figuur D1: Doorhang bij geleiderbreuk**

#### Conclusie

De geleiderbreuk is gesimuleerd, waarbij alle geleiders tussen mast 1040 en 1041 uitgevallen zijn.

Conform Tabel 4 geldt een minimale afstand van 12.13 meter voor 380kV geleiders en 9.7 meter voor retourstroomgeleiders.

Ter hoogte van de spoor blijven de geleiders binnen de veilige norm marges.





## APPENDIX E

### CONTROLE UPLIFT

---

#### E1. Kruising van de 150 kV lijn BSL-TNZ met ZW380 verbinding

Ter hoogte van Kruising van de 150 kV lijn BSL-TNZ met ZW380 verbinding worden portalen toegepast om de kruising mogelijk te maken.

Uitgangspunten:

Uplift wordt gecontroleerd conform NEN-EN 50341-3-15/ tabel 4.2.1/NL.1 met volgende criteria`s:

- 1 1a wind 10°C EWL.: Extreme wind bij maximale temperatuur van 10°C
- 2 1b wind -20°C . Gereduceerd wind bij maximale temperatuur van -20°C
- 3 1a wind 10°C DWL. Ontwerp wind bij maximale temperatuur van 10°C.

Resultaten:

Er treedt geen uplift ter hoogte van de kruising van de 150 kV lijn BSL-TNZ met ZW380 verbinding.

## APPENDIX F

### Globale berekening 150 kV kabelbed breedte

Het exacte kabelbed breedte en de benodigde kabels voor de 150 kV noodkabels dient door de leverancier van het desbetreffende type noodkabel te worden berekend.

Op basis van een aantal aannames wordt hieronder een inschatting gegeven van een aan te houden kabelbed breedte ten behoeve van de grondreservering. Omdat er geen reductiefactoren bekend zijn bij DNV KEMA van bouwkabels op de grond is aangenomen dat de reductiefactor van kabels in de grond vergelijkbaar is aan de reductiefactor voor op de grond. De thermische beïnvloeding is minder echter dienen de kabels wel afgeschermd te worden van de zon.

Stroombelastbaarheid 150 kV verbinding:

1540 A (400 MVA)

Stroombelastbaarheid noodkabel op basis van datasheet leverancier\*:

650 A

Aanname reductiefactor (t.g.v. onderlinge beïnvloedingen):

0,65

$$650 \times 4 \times 0,65 = 1690 \text{ A}$$

Uit deze berekening volgt dat er 4 noodkabels per fase, 12 noodkabels per circuit nodig zijn. Voor twee circuits zijn er dus in totaal 24 noodkabels nodig.

Rekening houdend met een onderlinge tussenafstand van 0,15 m tussen de noodkabels van de zelfde circuit komt men per circuit uit op een breedte van het kabelbed van circa 2,4 m.

Rekening houdend met een afstand van circa 5 m onderling tussen de twee circuits komt men uit op een totaal breedte van het kabelbed van circa 10 m.

Voorgesteld wordt om bij het leggen van de noodkabels rekening te houden met een kabelbed breedte van minimaal 10 m.

\* Zie hieronder voor een korte beschrijving van een type noodkabel met bijbehorende specificaties.

# NETZPROVISORIEN MITTELS BAUEINSATZKABEL FÜR 110 BIS 220 KV

Umbauphasen oder Störungen? Wir stellen eine sichere provisorische Versorgung in kurzer Zeit her.

## Leistungsmerkmale

- > Beratung und Konzepterstellung
- > Projektierung und betriebliche Abstimmung des Provisoriums
- > Errichtung kompletter Kabelprovisorien inklusive der erforderlichen Hilfseinrichtungen, wie z.B. Kabelbühnen, Schutzzäune und Anschlussmaterial
- > Es stehen diverse Sätze 110-kV- und 220-kV-Baueinsatzkabel mit einer Länge von 30 bis 400 m zur Verfügung. Größere Längen sind durch Reihenschaltung realisierbar.
- > Strombelastbarkeit von 420 A bei 110-kV- und 650 A bei 220-kV-Baueinsatzkabel – größere Belastbarkeit durch Parallelschaltung realisierbar

## Kundennutzen

- > Nutzen des Know-hows und der langjährigen Erfahrung von RWE auf dem Gebiet der Netzprovisorien
- > vielfältige Problemlösungen für Schaltanlagen und Freileitungen
- > Anlagenteile können für eine längere Umbauphase ohne Beeinträchtigung der Energieversorgung freigeschaltet werden
- > schnelle Wiederherstellung einer sicheren provisorischen Versorgung im Störfall

## Zielgruppe

- > Energieversorgungsunternehmen und Industriekunden mit Netzen der Spannungsebenen 110 bis 220 kV

## Preis

Je nach Leistungsumfang

## Verfügbarkeit

- > Im ganzen Bundesgebiet und angrenzenden Ausland

Bei Fragen wenden Sie sich bitte direkt an Ihren persönlichen Kundenbetreuer.



**VORWEG GEHEN**

Ein Angebot der  
**RWE Westfalen-Weser-Ems Netzservice GmbH**

Freistuhl 7 | 44137 Dortmund  
T +49 231 438-1900 | E [technische.dienstleistungen@rwe.com](mailto:technische.dienstleistungen@rwe.com)  
I [www.rwe.com/netzservice](http://www.rwe.com/netzservice)



## **ABOUT DNV GL**

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.

ENGINEERING VERBINDING ZW380

# Deelgebied 1: Borssele - WAP Mechanisch ontwerp rapport

TenneT TSO B.V.

**Rapport nr.:** 12-01842 Rev. 11.0

**Datum:** 17-05-2016



Projectnaam:	Engineering verbinding ZW380	DNV GL - Energy
Rapport titel:	Deelgebied 1: Borssele - WAP Mechanisch ontwerp rapport	Energy Advisory Postbus 9035 6800 ET ARNHEM
Klant:	TenneT TSO B.V. Utrechtseweg 310, 6812 AR ARNHEM	
Datum:	17-05-2016	
Project nr.:	74102194	Tel: +31 26 356 9111
Organisatie unit:	ETD/POL	KvK 09080262
Rapport nr.:	12-01842 Rev. 11.0	

Geschreven door:	Beoordeeld door:	Goedgekeurd door:
------------------	------------------	-------------------

A. Peroz	A.J.P. van der Wekken	A. van der Wal
----------	-----------------------	----------------

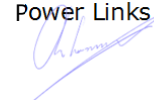
Consultant



Senior Consultant



Head of Section  
Power Links



Copyright © DNV GL 2016 All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)
- Unrestricted distribution within DNV GL Group
- Unrestricted distribution within DNV GL contracting party
- No distribution (confidential)

Keywords:

[Keywords]

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
3.0	2013-02-08	Kruising Ellewoutsdijk toegevoegd + RFA2.0 verwerkt	GJB		
4.0	2013-09-13	RFA3.0 verwerkt	AJP		
5.0	2014-01-31	RFA4.0 verwerkt	AJP/BJT		
6.0	2014-04-22	RFA5.0 verwerkt, mast21 fundatie verwerkt	AJP/BJT		
7.0	2014-07-09	RFA6.0 verwerkt	AJP/BJT		
8.0	2014-09-05	RFA7.0 verwerkt	AJP/BJT		
9.0	2014-10-28	RFA8.0 verwerkt	AJP		
10.0	2016-03-15	Wijziging betreffende reconstructie 150kV verbinding BSL-TNZ doorvoeren conform RFC nummer 047	A. Peroz	A.J.P. van der Wekken	A. van der Wal
11.0	2016-05-17	Definitief	A. Peroz	A.J.P. van der Wekken	A. van der Wal

KEMA Nederland B.V.

## Inhoud

MANAGEMENT SAMENVATTING.....	1	
1	INLEIDING.....	2
1.1	BO ontwerp	2
2	UITGANGSPUNTEN.....	3
2.1	Toegepaste geleidertypes en hun kenmerken	4
3	ONTWERP MASTENFAMILIE.....	5
3.1	Masttype	6
3.2	Indeling masttypen	7
3.3	Mastafmetingen	9
3.4	Mastdimensionering	9
3.5	Belastingsgevallen	10
3.6	Windrichting	11
3.7	Richting van de krachten	12
3.8	Voorbeeld mastbelasting	12
3.9	Constructie typering	13
4	ZAKELIJKRECHTSTROOK (ZRO).....	15
5	ONTWERP FUNDATIEFAMILIE.....	20
5.1	Funderingsprincipe	20
5.2	Materialen	21
5.3	Overige uitgangspunten	21
5.4	Voorspanning	22
5.5	Berekening onderplaat betonfundering	23
5.6	Ondersteuning betonpoer	23
5.7	Fundatie belastingen	24
5.8	ZW380 Fundering schetsen	25
6	ONTWERP TIJDELIJKE KRUISINGEN ALGEMEEN.....	26
6.1	Jukken	26
6.2	Kruising met N62	26
6.3	Kruising met N666/667	27
6.4	Kruising met N665	27
6.5	Kruising met spoorweg	27
6.6	Kruising met N669	27
6.7	Kruising met N666	27
6.8	Overzicht en de duur van de stremmingen	27
7	RECONSTRUCTIE HOOGSPANNINGSLIJNEN.....	29
7.1	Kruising 150 kV BSL-TNZ	29
7.2	Geleider kenmerken	30
7.3	Belasting kenmerken	30
7.4	Trekparameter 150 kV verbinding BSL – TNZ	31
7.5	Belasting op/van constructie	33
7.6	Unity Check	33

7.7	Ontwerp opstijgmast 021a en 022N	36
7.8	Berekening masten 021a en 022N (E3+0)	37
7.9	Resultaten mast berekening	38
7.10	Resultaten mastfundatie belastingen	39
7.11	Opstelling primaire componenten	40
7.12	Resultaten fundatie primaire componenten	41
7.13	Kortsluitkrachten	41
7.14	Ontwerp hekwerk	41
7.15	Inlusing station Borssele	42
8	TIJDELIJKE VOORZIENING DT1 .....	43
8.1	Tijdelijke verbinding reconstructie kruising 150kV BSL-TNZ	43
9	LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN .....	44
Appendix A	Tekeningen	
Appendix B	Berekeningen	
Appendix C	Voorbeeld Fundatie ZWW2S400	
Appendix D	Masttypen ZWW2SXXX en ZWW2HXXX	
Appendix E	MASTTYPEN TYPE ZWW4SXXX EN ZWW4HXXX	
Appendix F	MASTTYPEN ZWW6SXXX EN ZWW6HXXX	
Appendix G	MASTTYPEN ZWM6SXXX EN ZWM6HXXX	
Appendix H	Voorbeeld Jukken	
Appendix I	VOORBEELD SONDERING DKM-39 S01 EN OVERIGE SONDERINGEN	
Appendix J	TIJDELIJKE KABEL BSL-TNZ150	
Appendix K	UITVOER KELSOP 3 BUNDEL 437-37	



## MANAGEMENT SAMENVATTING

DNV KEMA stelt rapportages op voor het mechanische ontwerp voor aantal deeltracés, dat onderdeel is van de nieuwe viercircuit hoogspanningslijn Zuid West 380, (ZW380). Dit document beschrijft het mechanische ontwerp voor het deeltracé 1, de verbinding tussen Borssele en Willem Anna Polder.

Dit deeltracé bestaat uit de volgende werkzaamheden tussen portaal BSL380 en mast 1050:

- Reconstructies van benodigde aanpassingen aan de bestaande hoogspanningslijnen:
  - 150 kV BSL-TNZ: Amoveren bestaande mast 22 en uitbreiden met 2 opstijgmasten 021N en 022N. Opstijgmasten verbinden met een kabeltracé.
- Kruisingen van onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur)
  - N62 mast 1006 - 1007;
  - N666/N667 mast 1008 - 1009;
  - N665 mast 1025 - 1026;
  - Spoorweg mast 1039A - 1040;
  - N669 mast 1040 - 1041;
  - N666 mast 1044 - 1045;
- Inzet van tijdelijke lijn/kabel
  - Kruising 150 kV BSL-TNZ150
  - BSL-RLL380 bij station BSL380
- Mast en funderingsontwerp van de in deeltracé 1 voorkomende masttypen

# 1 INLEIDING

TenneT heeft DNV GL opdracht verleend voor het uitvoeren van de engineering van de verbinding ZuidWest 380 kV (ZW380). Het project ZW380 omvat de realisatie van de nieuwe verbinding BSL-TNZ150 en de reconstructie van bestaande 150 en 380 kV-verbindingen. Tot slot zullen, nadat de nieuwbouw gereed is, de bestaande verbindingen worden geamoveerd. Omwille van de beheersbaarheid is het gehele tracé in 5 deeltracés ingedeeld. Dit document bevat het mechanische ontwerp van de lijn van het deeltracé 1.

Het deeltracé 1 van ZW380 heeft betrekking op de nieuw te bouwen 380 kV verbinding van station Borssele tot de nieuw te bouwen mast 1050 in de nabijheid van het bestaande 150 kV station Willem Annapolder (WAP). Deeltracé 1 wordt uitgevoerd als een 4 x 380 kV Wintrack verbinding, die daar waar mogelijk gebundeld zal worden met de bestaande 150 kV verbinding. De 4 nieuwe circuits worden aangesloten op het 380kV station Borssele. De lengte van de verbinding in deeltracé 1 is ongeveer 18,5 km.

Dit document behandelt het mechanische ontwerp van de in de werkschrijving van TenneT omschreven kruisingen, reconstructies, amoveringen en tijdelijke lijnen. De scope in deeltracé 1 betreft de volgende onderdelen:

- Reconstructies van benodigde aanpassingen aan de bestaande hoogspanningslijnen
- BSL-TNZ150: Plaatsen van 2 opstijgmasten en deze verbinden met kabeltracé, amoveren bestaande mast 22
- Kruisingen van onderliggende infrastructuur (weg, water en spoorinfrastructuur)
  - N62 mast 1006 - 1007;
  - N666/N667 mast 1008 - 1009;
  - N665 mast 1025 - 1026;
  - Spoorweg mast 1039A - 1040;
  - N669 mast 1040 - 1041;
  - N666 mast 1044 - 1045;
- Inzet van tijdelijke lijn/kabel
  - Kruising 150 kV BSL-TNZ150
  - BSL-RLL380 bij station BSL380
- Mast en funderingsontwerp van de in deeltracé 1 voorkomende masttypen

## 1.1 BO ontwerp

In document, "Basis ontwerp Zuid West 380 Deeltracé 1, versie 2.1, d.d. juli 2014, heeft TenneT een BO gemaakt van het desbetreffende tracé.

Het voorliggende document bevat een verdere detaillering van deze technische keuzes. Het elektrisch ontwerp is opgenomen in document "12-01841 Engineering ZW380 EOR DT1".

## 2 UITGANGSPUNTEN

De in de onderstaande opsomming opgenomen documenten zijn de uitgangspunten voor het mechanisch ontwerp van het betreffende deeltracé:

- NEN - EN50341-1, "Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties
- Tekeningen Mott Movares, lengteprofiel Borssele – Tilburg ZW380 "Preliminary Line Profile Drawings, Section DT (Structure 1001 to 1050) ZW380\_LPD\_DT1\_P8-140318
- NEN - EN50341-1-3, "Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten"
- NEN-EN 1990:2002, "Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp"
- NEN-EN 1993, "Ontwerp en berekening van staalconstructies"
- NEN-EN1994, "Ontwerp en berekening van betonconstructies"
- NEN-EN 1997: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels
- CUR2001-4, "Ontwerpregels voor trekpalen"
- Lijnen – "Standaard Programma van Eisen" met referentie PVE.05.000 versie 1.0 d.d. 25 november 2010
- Lijnen – "Specifiek Programma van Eisen ZuidWest 380 kV" met referentie PVE.05.001 versie 2.3 d.d. 14 september 2012
- Werkomschrijving engineering bovengrondse verbindingen ZW380 versie 1.0 d.d. juni 2012
- Mastenboek –"VKA2.0 ZW380 kV" met referentie 0018964 d.d. 17-04-2012
- Rapportage "ZW380 matrices" met als kenmerk 12-01997
- Rapportage "Uitgangspuntendocument ZW 380" met als kenmerk 12-01483

Het overzicht van de gebruikte software is vermeld in tabel 1.

**Tabel 1 - Overzicht toegepaste software**

Programma	Versie
PLS-CADD	12.30
PLS-Tower	12.50
KELSoP	Kelsop 2000 1.5.0.6
Autocad	12.00

## 2.1 Toegepaste geleidertypes en hun kenmerken

Tabel 2 geeft de geleidertypes en hun kenmerken aan die toegepast zijn in deeltracé 1.

**Tabel 2 - Toegepaste geleidertypes met bijbehorende kenmerken**

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlak [mm <sup>2</sup> ]	Diameter[mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteit modulus [N/mm <sup>2</sup> ]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stuks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur [°C]	Minimale temperatuur [°C]	TJIsbelasting [V/d]
BSL-TNZ150	Fase geleider	ACSR 305-40	1250	344.1	24.1	1151	99400	70000	1.93 E-05	2	200 <sup>1</sup>	150	80	-20	1.8
	Bliksem draad	ACSR 68-40E	1250	108	13.5	506	55700	107000	1.53 E-05	1	0	0	35	-20	5
ZW380 kV	Fase geleider 380 kV	LF AMS 620 UHC AAAC UHC	1800	620.9	32.4	1771	185800	56000	2.03E-05	4	500	380	70	-20	1.8
	OPGW	BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA	1800	264	21.7	980	119000	81000	2.02E-05	1	0	0	35	-20	5
	Bliksem draad	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281.1	21.8	971	135000	47000	2.030E-05	1	0	0	35	-20	5
	Retourstroomgeleider	WDI AACSR acc. ASTM B232 HAWK	1800	281.1	21.8	971	135000	47000	2.030E-05	2	200	0	35	-20	5
BSL-RLl 380	Fase geleider	ACSR 423/37	1575	460.5	27.9	1517	118000	66000	2.03 E-05	3	500	380	90	-20	1.8
	Bliksem draad	Hawk_st-al	1575	281.1	21.7	999	88200	76000	1.89E-05	1	0	0	35	-20	5

<sup>1</sup> Horizontale bundel opstelling

			Trekparameter 10°C [m]	Oppervlak [mm <sup>2</sup> ]	Diameter[mm]	Gewicht [kg/km]	Maximale trekbelasting [N]	Elasticiteit modulus [N/mm <sup>2</sup> ]	Uitzettingscoëfficiënt [1/°C]	Aantal geleiders per bundel [stukks]	Bundel afmetingen verticaal [mm]	Nominale bedrijfsspanning [kV]	Maximale temperatuur [° C]	Minimale temperatuur [°C]	IJbelasting [γd]
	OPGW	NKT LES 226/44 AMS	1575	271.1	21.7	950	121100	84000	1.98E-05	1	0	0	35	-20	5
Tijdelijke lijn BSL-RL 380	Fase geleider	ACSR 423/37	1575	460.5	27.9	1517	118000	66000	2.03 E-05	3	500	380	90	-20	1.8
	Bliksem draad	Hawk_st-ams	1575	280.8	21.7	978	135000	76000	1.89E-05	1	0	0	35	-20	5

Voor de technische eigenschappen van de noodkabel wordt verwezen naar hoofdstuk 8.

### 3 ONTWERP MASTENFAMILIE

De ontwerpbelastingen voor de Wintrack II masten voor de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg (ZW380) en zijn gebaseerd op het DNV-KEMA document 74102018-ETDPOL 12-01908 Geleiderhoogte ZW380 versie 1.1.

Voor alle masten, welke in deeltracé 1 zijn opgenomen, zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek voor de gehele verbinding. In deeltracé 1 worden geen masten site specifiek bepaald.

Het van TenneT ontvangen bestand: "Staking-Table\_DT5-140318\_GIS" is gebruikt als referentie voor het bepalen van de masttypen voor deeltracé 1.

In paragraaf 3.1 zijn, per masttype, de windspan per zijde, de maximale lijnhoek en de aangrenzende masten gegeven. In paragraaf 3.2 is een overzicht gegeven van alle bijbehorende appendices. Een tekening en verklaring van de ophangpunten is gegeven in Appendix D tot en met Appendix G. Hoe de belastinggevallen, belastingsfactoren en de wind richtingen zijn gedefinieerd wordt verklaard in de paragrafen 3.3 en 3.5.

De ontwerpbelastingen voor alle masten, zoals opgenomen in de appendices, dienen te worden gebruikt voor de berekening van het mastlichaam van de desbetreffende mast. Aanvullende materiaal- en/of belastingsfactoren zijn van toepassing voor de isolatoren en andere componenten. De aanvullende belastingsfactoren dienen apart in rekening gebracht te worden voor deze onderdelen.

Voor het project ZW380 wordt een onderscheid gemaakt tussen een aantal veldlengten. Er wordt een onderscheid gemaakt in de onderstaande opgesomde veldlengte:

- 240
- 350
- 400
- 450

Voor steunmasten met een verhoging van maximaal 10 meter geldt verder dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van  $2 \times 2.5^\circ$ . Voor verhogingen hoger dan 10 meter worden voor de steunmasten ontwerpbelastingen opgesteld zonder lijnhoek. Als er locaties zijn met een verhoging groter dan 10 meter en waarop een hoek optreedt worden deze als specials behandeld.

Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast. Er wordt per onderscheid een aparte codering aangehouden voor de masten.

- hoeken tussen de  $180^\circ$  en  $150^\circ$  -> codering K -> voorbeeld ZWWXHKXXX
- hoeken tussen de  $150^\circ$  en  $130^\circ$  -> codering L -> voorbeeld ZWWXHLXXX
- hoeken tussen de  $130^\circ$  en  $120^\circ$  -> codering M -> voorbeeld ZWWXHMXXX

### 3.1 Masttype

Alle masttypen voor de W2, W4, W6 en M6 voor de nieuwe verbinding welke in deeltracé 1 voorkomen zijn opgenomen in onderstaande tabel:

**Tabel 3 - Masttypen**

Mast type	Max. ahead span [m]	Max. back span [m]	Max. Lijn hoek [deg]	Mast type aangrenzende mast
ZWM6E350	350	-	n.v.t.	ZWW6HK350
ZWM6E400	400	-	n.v.t.	ZWW6HK400
ZWM6HK400	400	400	$2 \times 15$	ZWM6HK400
ZWW6HK350	350	350	$2 \times 15$	ZWW6HK350
ZWW6HK400	400	400	$2 \times 15$	ZWW6HK400
ZWW6HK400+5	400	400	$2 \times 15$	ZWW6HK400
ZWW6HK400+10	400	400	$2 \times 15$	ZWW6HK400

Mast type	Max. ahead span [m]	Max. back span [m]	Max. Lijn hoek [deg]	Mast type aangrenzende mast
ZWW6HL400	400	400	2 x 25	ZWW6HL400
ZWW6HL400+5	400	400	2 x 25	ZWW6HL400
ZWW6S350	350	350	2 x 2,5	ZWW6S350
ZWW6S400	400	400	2 x 2,5	ZWW6S400
ZWW6S400+5	400	400	2 x 2,5	ZWW6S400

### 3.2 Indeling masttypen

De ontwerpbelastingen per masttype zijn weergegeven in desbetreffende appendices. In de appendix is onderscheid gemaakt tussen de verschillende grenstoestanden zoals omschreven in de geldende standaard NEN-EN 50341-1-3. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de appendix per masttype.

**Tabel 4 - appendix referentie**

Masttype	NL1. Uiterste grenstoestand	NL3. Speciale grenstoestand	NL4. Bruikbaarheids-grenstoestand
ZWM6E350	BO	BO1	BO2
ZWM6E400	G	G1	G2
ZWM6HK400	AZ	AZ1	AZ2
ZWW6HK350	BP	BP1	BP2
ZWW6HK400	C	C1	C2
ZWW6HK400+5	BN	BN1	BN2
ZWW6HK400+10	CM	CM1	CM2
ZWW6HL400	D	D1	D2
ZWW6HL400+5	BM	BM1	BM2
ZWW6S350	BQ	-	BQ2
ZWW6S400	A	-	A2
ZWW6S400+5	B	-	B2

Masttype	NL1. Uiterste grenstoestand	NL3. Speciale grenstoestand	NL4. Bruikbaarheids-grenstoestand
ZWM6E350			

<b>Masttype</b>	<b>NL1. Uiterste grenstoestand</b>	<b>NL3. Speciale grenstoestand</b>	<b>NL4. Bruikbaarheids-grenstoestand</b>
ZWM6E400	AG	-	AG2
ZWM6HK400			
ZWW6HK350			
ZWW6HK400	AC	AC1	AC2
ZWW6HK400+5			
ZWW6HL400	AD	AD1	AD2
ZWW6HL400+5			
ZWW6S350			
ZWW6S400	AA	-	AA2
ZWW6S400+5	AB	-	AB2

Voor de laatste revisie van de berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

De appendix, behorende bij de kolommen NL1 en NL3, dienen te worden gebruikt voor het bepalen van de maststerkte. De appendix, behorende bij de kolommen NL4, zijn van toepassing voor de het bepalen van de doorbuigingen en kromming van de masten conform 30613067-ETD/POL 11-1520 rev 006 (Functional Technical Specifications of KEMA).

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van het tekeningnummer per masttype.

**Tabel 5 - Bijlage referentie**

<b>Masttype</b>	<b>Tekening nummer:</b>
ZWM6E350	74102194-035-191
ZWM6E400	74102194-035-193
ZWM6HK400	74102194-035-171
ZWW6HK350	74102194-035-131
ZWW6HK400	74102194-035-151
ZWW6HK400+5	74102194-035-154
ZWW6HK400+10	74102194-035-158
ZWW6HL400	74102194-035-152
ZWW6HL400+5	74102194-035-157



Masttype	Tekening nummer:
ZWW6S350	74102194-035-121
ZWW6S400	74102194-035-141
ZWW6S400+5	74102194-035-142

Voor de laatste revisie van de tekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

### 3.3 Mastafmetingen

De mastafmetingen van de ZW380 masten zijn indicatief bepaald voor de verschillende masttypen binnen deeltracé 1. In paragrafen 3.5 en 3.6 worden de belastingsgevallen en windrichtingen voor het bepalen van de mastafmetingen verder verklaard. In het mastenontwerpdossier, met documentnummer 13-3149, zijn de afmetingen en de mastvoetmomenten gegeven. De resultaten van de berekening dienen als input voor het ontwerp van de fundatie.

### 3.4 Mastdimensionering

De optredende belastingen uit de geleider dienen als input voor de berekening van het mastlichaam. De constructieberekeningen van de masten zijn weergegeven in de appendices conform onderstaande tabel.

**Tabel 6 - appendix mastdimensionering bepaling**

Masttype	Dimensionering van de mast
ZWM6E350	BBO
ZWM6E400	BG
ZWM6HK400	BAZ
ZWW6HK350	BBP
ZWW6HK400	BC
ZWW6HK400+5	BBN
ZWW6HK400+10	BCM
ZWW6HL400	BD
ZWW6HL400+5	BBM
ZWW6S350	BBQ
ZWW6S400	BA
ZWW6S400+5	BB

Voor de laatste revisie van de berekeningen wordt verwezen naar mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

## 3.5 Belastingsgevallen

### 3.5.1 Omgevingscondities

De volgende omgevingscondities zijn in acht genomen:

Wind regio:	2
Referentie periode:	50 jaar
IJsgebied A voor bliksemdraad en OPGW:	$5\sqrt{d}$
IJsgebied A voor retourstroom geleider:	$5\sqrt{d}$
IJsgebied B voor fase geleider :	$1,8\sqrt{d}$

Voor alle masten zijn de belastingsgevallen en betreffende combinatie factoren toegepast zoals omschreven in de NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1, 4.2.11/NL.3 en 4.2.11/NL.4.

### 3.5.2 Uiterste grenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.1 omschrijft de belastingsgevallen voor de uiterste grenstoestand met de bijbehorende partiële en combinatie factoren voor alle masttypen. De belastingsfactoren zijn weergegeven in tabel 7. De resultaten voor de mastbelastingen van de uiterste grens toestand zijn weergegeven in Tabel 4.

**Tabel 7 - Uiterste grens toestand**

**Table 4.2.11/NL.1 - Partial factor and combination factor (ultimate limit state)**

Load case and temperature	Value for $\gamma_G$ , $\gamma_Q$ , $\chi_Q$ and $\gamma_A$ for the ultimate limit state				
	$\gamma_G$ <sup>1)</sup>	$\gamma_Q$ or $\chi_Q$ <sup>3)</sup>			$\gamma_A$
Loads	$G_K$	$Q_{PK}$	$Q_{WK}$	$Q_{IK}$	$A_k$
1a Wind, 10 °C	1,2	-	1,5	-	-
1b Wind, - 20 °C	1,2	-	0,3	-	-
2 Not relevant	-	-	-	-	-
3 Wind+ice, - 5 °C	1,2	-	0,45	1,5	-
4 Construction/maintenance + 5 °C	1,2	1,5	0,3	-	-
5a Torsional, + 10 °C	1,0	1,0 <sup>2)</sup>	-	-	1,0
5b Not relevant	-	-	-	-	-
6 Permanent, + 10 °C	1,35	-	-	-	-
7 Special, + 10 °C	1,0	-	-	-	1,0

<sup>1)</sup> If permanent loads have a positive effect on the structural forces e.g. uplift forces on foundation  $\gamma_G = 0,9$ .  
<sup>2)</sup> Only the load at the end of the crossarm, see 4.2.6.  
<sup>3)</sup>  $\chi_Q = \chi_{Q,0} - \gamma_Q$ , with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".

### 3.5.3 Speciale grenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.3 omschrijft de belastingsgevallen welke van toepassing zijn voor de speciale grenstoestand waarbij rekening gehouden wordt met de desbetreffende partiële factoren en combinatie factoren. De speciale grenstoestand is alleen van toepassing voor de hoekmasten. Bij de belastingsgevallen, in de speciale grenstoestand, wordt rekening gehouden met de afwezigheid van geleiders van een geheel veld of aan 1 zijde van een veld. De resultaten voor de speciale grenstoestand zijn weergegeven in Tabel 4. De belastingsfactoren zijn in onderstaande tabel weergegeven.

## Tabel 8 - Special limit state

Table 4.2.11/NL.3 - Partial factor and combination factor (special limit state)

Load case and temperature	Value for $\gamma_G$ , $\gamma_Q$ , $\chi_Q$ and $\gamma_A$ for the ultimate limit state during specific circumstances				
	$\gamma_G$ <sup>1)</sup>	$\gamma_Q$ or $\chi_Q$ <sup>4),5)</sup>			$\gamma_A$
Loads	$G_K$	$Q_{PK}$	$Q_{WK}$	$Q_{IK}$	$A_K$
1a Wind, 10° C	1,2	-	0,78	-	-
1b Wind, - 20° C	1,2	-	0,24	-	-
3 Wind+ice - 5° C	1,2	-	0,36	0,34	-
				0,12	
4 Construction/maintenanc e + 5° C	1,2	1,2	0,24	-	-

1) If permanent loads have a positive effect on the structural forces e.g. uplift forces on foundation  $\gamma_G = 0,9$ .  
 2) For ice region B.  
 3) For ice region C.  
 4)  $\chi_Q = \gamma_Q \gamma_Q$ , with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".  
 5)  $\gamma_Q = 1,2$ , based on the assumption that the specific circumstances exist during a period of maximum 1 year.

## 3.5.4 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Tabel 4.2.11/NL.4 omschrijft de belastingsgevallen welke van toepassing zijn voor de bruikbaarheidsgrenstoestand waarbij rekening gehouden wordt met de desbetreffende partiële factoren en combinatie factoren. Deze tabel is van toepassing voor alle masttypen. De hieruit voorkomende belastingen zijn toepasbaar voor het bepalen van de doorbuiging en kromming van de masten. De resultaten voor de bruikbaarheidsgrenstoestand zijn weergegeven in Tabel 4. De belastingsfactoren zijn in de volgende tabel weergegeven.

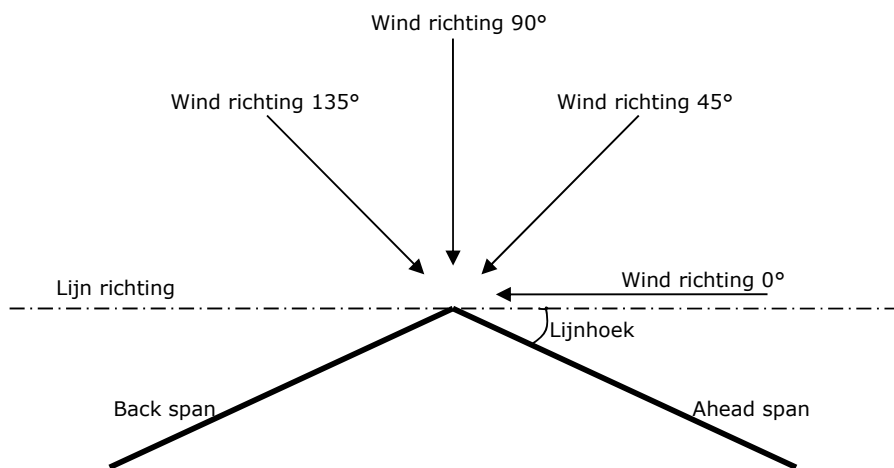
### Tabel 9 - Bruikbaarheidsgrenstoestand

Table 4.2.11/NL.4 - Partial factor and combination factor (serviceability limit state)

Load case and temperature	Value for $\gamma_G$ , $\gamma_Q$ , $\chi_Q$ and $\gamma_A$ for the serviceability limit state				
	$\gamma_G$	$\gamma_Q$ or $\chi_Q$			$\gamma_A$
Loads	$G_K$	$Q_{PK}$	$Q_{WK}$	$Q_{IK}$	$A_K$
1a Wind, 10° C	1,0	-	1,0	-	-
1b Wind, - 20° C	1,0	-	0,2	-	-
3 Wind+ice - 5° C	1,0	-	0,3	1,0	-
4 Construction/maintenanc e + 5° C	1,0	1,0	0,2	-	-

## 3.6 Windrichting

De gespecificeerde windhoeken (0° / 45° / 90° / 135°) zijn beschouwd ten opzichte van de richting van de lijn. De windrichtingen zijn in onderstaande figuur verduidelijkt.



**Figuur 1 - Windrichting**

### 3.7 Richting van de krachten

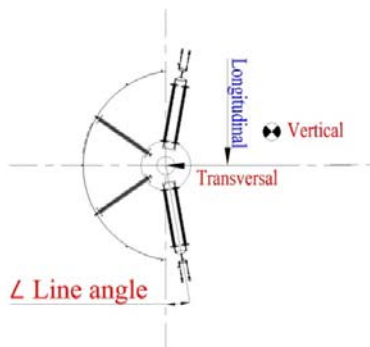
De krachten op de ophangpunten van de geleider worden berekend in drie richtingen zijnde: verticaal, longitudinaal en transversaal.

De volgende omschrijvingen worden toegepast voor de richting van de krachten:

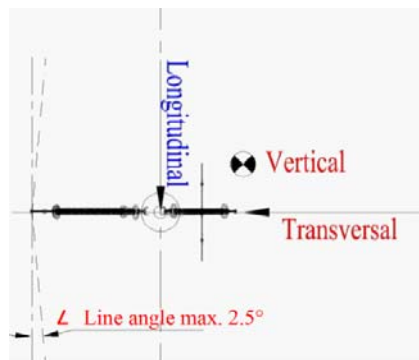
Longitudinaal : in de richting van de hoogspanningslijn;

Transversaal : loodrecht op de hoogspanningslijn

Verticaal : naar beneden gericht.



**Figuur 2 - Hoek- en Eindmasten**



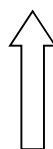
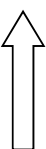
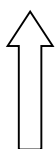
**Figuur 3 - Steunmasten**

### 3.8 Voorbeeld mastbelasting

Een voorbeeld van het resultaat van de mastbelasting berekening, is verder verklaard.

**Tabel 10 – Voorbeeld belastingsgeval**

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
<b>1a</b>	380C1F1 / 380C2F1	17045	65978	134443	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	65655	134298	0	0	0
Permanent loads $\gamma_g = 1.2$	380C1F3 / 380C2F3	17045	65254	134141	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW/OPGW	2226	8869	17762	0	0	0
	PL	4617	17812	36487	0	0	0



Belastingsgeval

Ophangpunt

belastingen in ahead

Belastingen in back

omschrijving

op de mast

richting in N

richting in N

volgens NEN-EN 50341-3-15

eigen gewichtsfactor  $\gamma_g$

Aanblaas hoek wind

### 3.9 Constructie typering

Veiligheidsklasse 3 1)  $\gamma_{f,g} = 1.20$   $\gamma_{f,q} = 1.50$

2)  $\gamma_{f,g} = 1.35$

Referentie periode 50 jaar

Windgebied II onbebouwd.

#### 3.9.1 Normcapaciteit

Of de capaciteit van de mast voldoende is voor de optredende belasting wordt als volgt geverifieerd (NEN-EN 50341-3-15, paragraaf 7.4.5.4):

**Tabel 11 - Capaciteit conform NEN-EN 50341-3**

Normaalkracht [N]			Buigend Moment [M]		
Voorwaarde:	$d/t < 90 \cdot \epsilon_2$	$90 \cdot \epsilon_2$ $< d/t < 315 \cdot \epsilon_2$	Voorwaarde:	$d/t < 157.5 \cdot \epsilon_2$	$157.5 \cdot \epsilon_2$ $< d/t < 315 \cdot \epsilon_2$

Normaalkracht [N]			Buigend Moment [M]		
Reductiefactor $\rho_A$	1,0	$0,3 + 63* \epsilon 2*t/d$	Reductiefactor $\rho_W$	1,0	$0,6 + 63* \epsilon 2*t/d$

Met:

$$A_{eff} = \rho_A \times A$$

$$W_{eff} = \rho_W \times W$$

Aan het volgende criterium moet voldaan worden:

$$\frac{N}{A_{eff}} + \frac{M}{W_{eff}} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

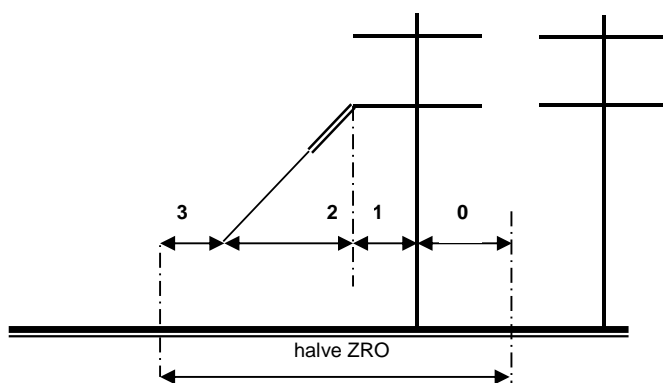
Met:  $\gamma_{M1} = 1,0$

## 4 ZAKELIJKRECHTSTROOK (ZRO)

De minimaal benodigde breedte van de (ZRO) is afhankelijk van de veldlengte en trekparameter. Als gevolg van een verschil in de traverselengte tussen steun- en hoekmasten is de ZRO van deze masttypes eveneens verschillend. Voor de retourstroomgeleider is er gerekend met een Hawk geleider. Bij de Wintrack 2x380 steunmast wordt de breedte van de ZRO bepaald door de uitzwaai van de retourstroomgeleider.

Voor het bepalen van de uitzwaai van de AMS-620 geleider is gerekend met een winddruk van 1400 N/m<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een gemiddelde geleider hoogte van ongeveer 45 meter. Aangezien de retourstroomgeleiders lager hangen, is voor de uitzwaai gerekend met een lager winddruk van 1200 N/m<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een gemiddelde geleider hoogte van ongeveer 28 meter. De gehanteerde winddruk wordt gecorrigeerd met een spanfactor van 0.6. Mastbeelden zoals opgenomen in het mastenontwerpdossier 13-3149 Engineering ZW380 zijn als uitgangspunt gebruikt voor het bepalen van de zakelijkrechtstrook.

De grootte van deze ZRO-strook wordt bepaald zoals in het onderstaande figuur schematisch is weergegeven. De optelling 0+1+2+3 geeft 50% van de ZRO breedte. De totale ZRO wordt afgerond op hele meters.



0 = 50% van h.o.h. masten

1 = ophanging geleider tot aan centrum mast

2 = uitzwaai geleiders en isolatoren (afhankelijk van geleiderhoogte en EWL, DWL wind)

3 = veiligheidsafstand volgens norm bij DWL:  $2 + D_{el} + \frac{1}{2}$  bundel en bij EWL:  $D_{el} + \frac{1}{2}$  bundel

Onderstaande tabellen geven de berekeningen weer van de ZRO.

Volgende uitgangspunten zijn hierbij gehanteerd:

**Tabel 12 - Uitgangspunten**

<b>Uitgangspunten ZRO berekening</b>	
Trekparameter	1800
Geleider type	Conform tabel 2
Geleider temp.	30 graden
Wind reductie bij DWL	58%
Winddruk voor AMS 620	1400 N/m2
Winddruk voor OPGW/BD	1400 N/m2
Winddruk voor RSG	1200 N/m2
Spanfactor	0.6
Del 150kV	2.15 m
Del 380kV	2.93 m
Del RSG/BD/OPGW	0.5 m

In de tabellen hierboven zijn de zakelijkrechtstrook voor alle voorkomende masten in het trace ZW380 opgenomen.

**Tabel 13 – ZRO (DWL) steunmast/hoekmast 2x380 kV**

	<b>2X 380 Hoekmasten</b>		<b>2 X 380 Steunmasten</b>	
	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>350</b>	<b>400</b>
0	3.75	3.75	8.45	8.45
1	0	0	1.45	1.45
2	6.5	8.3	7.1	9.1
3	5.18	5.18	2.5	2.5
Sommatie van	15.5	17.5	19.5	21.5
<b>Totaal ZRO</b>	<b>31.0</b>	<b>35.0</b>	<b>39.0</b>	<b>43.0</b>

**Tabel 14 – ZRO (EWL) steunmast/hoekmast 2x380 kV**

	<b>2X 380 Hoekmasten</b>		<b>2 X 380 Steunmasten</b>	
	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>350</b>	<b>400</b>
0	3.75	3.75	8.45	8.45
1	0	0	1.45	1.45



	2X 380 Hoekmasten		2 X 380 Steunmasten	
Veldlengte [m]	350	400	350	400
2	9.1	11.5	9.3	11.8
3	3.18	3.18	0.5	0.5
Sommatie van 0,1,2,3	16.5	18.5	20	22.5
<b>Totaal ZRO</b>	<b>33.0</b>	<b>37.0</b>	<b>40.0</b>	<b>45.0</b>

**Tabel 15- ZRO(DWL) steunmast/hoekmast combimast 150/380 kV**

	Combi Hoekmasten				Combi Steunmasten			
Veldlengte [m]	240	350	400	450	240	350	400	450
0	7.8	7.8	7.8	7.8	8.45	8.45	8.45	8.45
1	5.8	6.5	6.8	7	3.5	3.6	3.6	3.7
2	3.3	6.5	8.3	10.4	3.3	6.5	8.3	10.4
3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Sommatie van 0,1,2,3	21.5	25.5	27.5	30.0	20.0	23.0	25.0	27.0
<b>Totaal ZRO</b>	<b>43.0</b>	<b>51.0</b>	<b>55.0</b>	<b>60.0</b>	<b>40.0</b>	<b>46.0</b>	<b>50.0</b>	<b>54.0</b>

**Tabel 16- ZRO (EWL) steunmast/hoekmast combimast 150/380 kV**

	Combi Hoekmasten				Combi Steunmasten			
Veldlengte [m]	240	350	400	450	240	350	400	450
0	7.8	7.8	7.8	7.8	8.45	8.45	8.45	8.45
1	5.8	6.5	6.8	7	3.5	3.6	3.6	3.7
2	4.8	9.1	11.5	14.1	4.8	9.1	11.5	14.1
3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Sommatie van 0,1,2,3	21.0	26.0	28.5	31.5	19.5	24.0	26.0	29.0
<b>Totaal ZRO</b>	<b>42.0</b>	<b>52.0</b>	<b>57.0</b>	<b>63.0</b>	<b>39.0</b>	<b>48.0</b>	<b>52.0</b>	<b>58.0</b>

**Tabel 17 – ZRO(DWL) steunmast/hoekmast 4x380**

Veldlengte [m]	4x380 kV Hoekmasten		4x380 kV Steunmasten	
	350	400	350	400
0	12.1	12.25	11.1	11.25
1	7.4	7.4	6.9	6.9
2	6.5	8.3	6.5	8.3
3	5.18	5.18	5.18	5.18
Sommatie van 0,1,2,3	31.5	33.5	30.0	32.0
<b>Totaal ZRO</b>	<b>63.0</b>	<b>67.0</b>	<b>60.0</b>	<b>64.0</b>

**Tabel 18 – ZRO(EWL) steunmast/hoekmast 4x380**

Veldlengte [m]	4x380 kV Hoekmasten		4x380 kV Steunmasten	
	350	400	350	400
0	12.1	12.25	11.1	11.25
1	7.4	7.4	6.9	6.9
2	9.1	11.5	9.1	11.5
3	3.18	3.18	3.18	3.18
Sommatie van 0,1,2,3	32.0	34.5	30.5	33.0
<b>Totaal ZRO</b>	<b>64.0</b>	<b>70.0</b>	<b>61.0</b>	<b>66.0</b>

**Tabel 19 – ZRO(DWL) AA en AE combimast 150/380 kV**

Veldlengte [m]	Combi hoekmasten					
	400 (AA)	400 (AI)	350 (AA)	350 (AI)	240 (AA)	240 (AI)
0	12.25	7.8	12.38	7.8	12.25	7.8
1	4.5	6.9	4.5	6.9	4.5	6.9

	Combi hoekmasten					
Veldlengte [m]	400 (AA)	400 (AI)	350 (AA)	350 (AI)	240 (AA)	240 (AI)
2	8.3	8.3	6.5	6.5	3.3	3.3
3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Sommatie van 0,1,2,3	29.5	27.5	28.0	26.0	24.5	22.5
<b>Totaal ZRO</b>	<b>59.0</b>	<b>55.0</b>	<b>56.0</b>	<b>52.0</b>	<b>49.0</b>	<b>45.0</b>

**Tabel 20 – ZRO(EWL) AA en AE combimast 150/380 kV**

	Combi hoekmasten		Combi hoekmasten		Combi hoekmasten	
Veldlengte	400 (AA)	400 (AI)	350 (AA)	350 (AI)	240 (AA)	240 (AI)
0	12.25	7.8	12.38	7.8	12.25	7.8
1	4.5	6.9	4.5	6.9	4.5	6.9
2	11.5	11.5	9.1	9.1	4.8	4.8
3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Somatie van 0,1,2,3	31.0	29.0	28.5	26.5	24.0	22.0
<b>Totaal ZRO</b>	<b>62.0</b>	<b>58.0</b>	<b>57.0</b>	<b>53.0</b>	<b>48.0</b>	<b>44.0</b>

In de tabellen hierboven zijn de zakelijkrechtstrook voor alle voorkomende masten in het tracé ZW380 opgenomen.

## 5 ONTWERP FUNDATIEFAMILIE

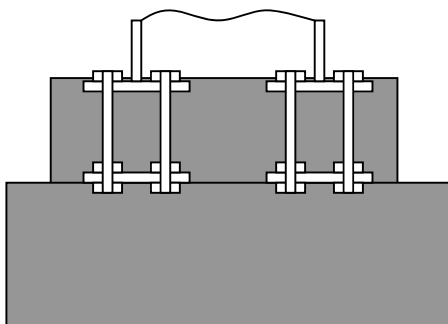
Het funderingontwerp is gebaseerd op een betonnen poer, samengesteld uit opstort en onderplaat, met een voorgespannen ingestort kooianker. Het funderingsprincipe is identiek aan wat is gepland bij de Wintrack masten voor Randstad 380. Uitgangspunt is een smalle opstort van 1,8 meter hoogte waarvan 0,3 meter boven maaiveld. Op deze wijze is het grondbeslag minimaal maar is relatief veel ontgraving nodig door de diepe ligging van de grondplaat.

Dit hoofdstuk beschrijft het voorontwerp van funderingsconstructies. Uitgangspunt is dat zowel de opstort als de onderplaat cirkelvormig is. Voor de opstort is dat om esthetische redenen. Gezien de verschillende richtingen van de belastingen is een cirkelvormige onderplaat bij een hoekmast het meest optimaal. Indien de hart op hart afstand van de masten kleiner is dan 10 meter wordt er een rechthoekige onderplaat toegepast. Deze wordt haaks op de lijn geprojecteerd.

Uitgangspunt is dat betonkwaliteit C38/45 toegepast kan worden en dat naast het gebruikelijke wapeningsstaal geen splejtwapening nodig is. Om de druk op het beton binnen de toelaatbare grenzen te houden zonder toepassing van splejtwapening dient de mastvoet voldoende breedte te hebben.

### 5.1 Funderingsprincipe

Het funderingsprincipe is gebaseerd op een kooianker met een instorting en voorspanning op de bouten.



**Figuur 4 - Kooianker met instorting en voorspanning**

Een betonfundering met voorgespannen kooianker wordt toegepast in de Wintrack masten te Bleiswijk en is voorzien voor de verbinding Randstad 380 Zuid. Door deze toepassing is dit principe een proven technologie. Op basis van een door KEMA in 2011 gehouden beperkte marktconsultatie blijkt dat een betonfundering met voorgespannen kooianker technisch de voorkeur verdient.

Het uitgangspunt is een betonnen fundering op palen met een kooianker als instortdeel. Het betondeel is opgebouwd uit een relatief smalle opstort met een brede onderplaat. In het standaard ontwerp heeft de opstort een hoogte van 1,8 meter waarvan 1,5 meter onder maaiveld, zoals weergegeven in tabel 21.

De hoogte van de funderingsopstort wordt bepaald aan de hand van de locatie, met name of het landbouwgebied betreft en eventuele begrenzingen aan de ontgravingdiepte. Voor één locatie (twee pylonen) wordt 1 ontgraving toegepast.

**Tabel 21 - Toepassing fundering**

Opstort [m]	Gronddekking [m]	Opstort meter boven maaiveld [m]
1,8	1,5	0,3

## 5.2 Materialen

De materialen dienen minimaal te voldoen aan:

- Kooi-ankers staalkwaliteit 8,8, bouttypes M42 en M48
- Beton C38/45, milieuklasse XC4 en XF3, consistentieklasse 3
- Ondersabeling met krimpvrije gietmortel, kwaliteit vergelijkbaar met C80 of beter.
- Prefab beton palen afmeting 400 x 400 of 500 x 500

Voor zowel de opstort als de funderingsplaat wordt betonkwaliteit C38/45 gehanteerd. Afmetingen van de mastvoetflens en de ankerbouten dienen zo gedimensioneerd te worden dat het aanbrengen van voorspanning niet tot een hogere betonkwaliteit leidt. Een reden dat toch betonkwaliteit C45/55 noodzakelijk kan zijn, is de hoge belasting uit de mast. Het betreft hier dan vooral de dwarskracht geïntroduceerd door het mastvoetmoment. Om deze reden dient de mastvoetdiameter niet kleiner te zijn dan de in dit rapport genoemde afmetingen. Dit geldt eveneens voor de hoogte van de onderplaat, indien de in het vervolg genoemde optimale afmetingen worden aangehouden is geen hogere betonkwaliteit nodig of aanvullende wapening. De fundatie wordt voorzien van prefab betonnen palen van vierkant 400mm. Afhankelijk van de detailberekeningen door de aannemer kunnen de palen in afmeting wijzigen. De afmetingen in dit rapport zijn als aanname bedoelt.

Van betonkwaliteit C45/55 en hoger is de kwaliteit in het werk moeilijker te garanderen, om deze reden dient toepassing van betonkwaliteit C45/55 en hoger zoveel mogelijk vermeden te worden en bij voorkeur niet te worden toegepast.

Een hogere betonkwaliteit, en extra wapening, voor de onderplaat is nodig indien de onderplaat dunner wordt gemaakt omdat er door bevoegd gezag beperkingen worden gesteld aan de ontgravingdiepte.

## 5.3 Overige uitgangspunten

De ZW380 mastfunderingen dienen aan een aantal uitgangspunten te voldoen, waarvan de belangrijkste in onderstaande tabel worden samengevat. Uitgangspunt is dat zowel de beton opstort als de funderingsplaat cirkelvormig zijn.

Per mastlocatie worden twee Wintrack pylonen opgesteld met een zodanig grote hart-op-hart afstand dat het uitgangspunt is dat per mast een aparte fundering wordt gebouwd.

**Tabel 22 - Uitgangspunten fundatie**

Onderwerp	Uitgangspunten / Aannames
Hoogte fundering boven maaiveld	Bovenkant fundering, met of zonder opstort, 0,3 meter boven maaiveld
Lengte ankerbouten	Minimaal 1,6 waarvan minimaal 1.3 meter ingestort in fundatie
Diameter opstort	Steunmast Ø diameter buis + 2 x 0,75 m, incl. remming van 0,75 m Hoekmast Ø diameter buis + 2 x 1,0 m, incl. remming van 1,0 m
Diameter funderingplaat	Steunmast Ø 8 m tot Ø 10 m Hoekmast Ø 8 tot Ø 15 m ( $\pm 10\%$ ), Indien h.o.h. van pylonen <10: rechthoekig 11 x 19 tot 15 x 24 m.
Bovenkant funderingplaat	1,5 meter onder maaiveld
Hoogte funderingplaat	Conform tekeningen
Ontgravingsdiepte	Ontgravingdiepte gelijk aan diepte ligging onderplaat, vermeerderd met 0,4 meter.*
Gelimiteerde ontgravingsdieptes	3 meter in de meeste provincies
Ontgravingsoppervlak (maaiveldhoogte)	Oppervlakte van de ontgraving op maaiveldhoogte is gelijk aan: Ø onderplaat + 2x diepteligging onderplaat + rondom 1 meter waarbij beide ontgravingen als een geheel worden uitgevoerd.
Voorzieningen	Er worden 2 mantelbuizen voorzien van Ø150 mm tbv de telecom doorvoer en 2 mantelbuizen voorzien van Ø40 mm tbv de OPGW

\* Voor de ontgravingdiepte is 0,4 meter extra genomen ten behoeve van het zandbed en werkvloer.

## 5.4 Voorspanning

De ankerbouten worden zodanig voorgespannen dat bij een belasting uit mast en geleiders tot de Service Limit State (SLS) de voorspanning niet opgeheven wordt. De SLS belasting is in de ontwerpnorm NEN-EN 50341 gedefinieerd als de maximale belasting uit mast en geleiders zonder toepassing van een belastingsfactor.

De ankerbouten worden gedimensioneerd op de uiterste grenstoestand (ULS) trekbelasting als gedefinieerd in de ontwerpnorm. Deze is  $1,5 \cdot SLS$  (of ULS).

De maximale betondruk op de bovenkant van de opstort is de optelsom van de druk door voorspanning, uitwendige belasting uit de mast en een reductie door de afname van voorspanning bij een uitwendige druk. De reductie op de voorspanning is 15%. De maximale betondruk is gebaseerd op de belasting:

$0,85 \cdot SLS + 1,5 \cdot SLS = 2,35 \text{ SLS}$  (of  $1,57 \cdot ULS$ ). De maximale trekbelasting in de ankers blijft  $1,5 \cdot SLS$  (of  $ULS$ ). De betondruk wordt gemaximeerd op 18,9 Mpa, zodat geen splijtwapening nodig is.

## 5.5 Berekening onderplaat betonfundering

De onderplaat van de fundering wordt op het volledige buig- of kantelmoment uit de mast belast. De kosten van de onderplaat lopen onder de volgende omstandigheden sterk op:

- Onder- en bovenwapening niet meer in prefab delen kan worden aangeleverd en door het hoge gewicht matig tot slecht hanteerbaar worden.
- Ponswapening nodig is.

Voor een kosten effectieve fundering worden onder- en bovenwapening opgebouwd uit de volgende staven FeB500:  $\varnothing 20-100$  of  $\varnothing 25-110$ . Dit type wapening is goed hanteerbaar en levert plaatdiktes waarbij geen splijtwapening nodig is en slechts een beperkte hoeveelheid ponswapening. Met een omschrijving als  $\varnothing 20-100$ , wordt bedoeld wapeningstaal met een diameter van 20 mm en een tussenruimte van 100 mm.

Een minimale plaatdikte kan bereikt worden bij een wapening van  $\varnothing 32-120$ , deze is slecht hanteerbaar en wordt enkel in combinatie met splijtwapening en ponswapening toegepast.

Afmeting van de onderplaat dient conform de tekeningen uitgevoerd te worden.

## 5.6 Ondersteuning betonpoer

De funderingen worden ondersteund door palen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid is de lengte van de palen tussen de 15 en 35 meter. De palen staan in schoorstand (1:8) naar buiten gericht. Het aantal palen is sterk verschillend bij steun- en hoekmasten. Voor aantal benodigde palen wordt verwezen naar vergunningstekeningen. Per locatie zijn er twee funderingen, zodat het genoemde aantal palen per locatie verdubbelt moet worden.

De palen worden gedimensioneerd op de maximaal optredende trekbelasting. De afmetingen van de funderingplaten zijn zodanig gekozen dat prefab betonpalen, vierkant 400 mm, voldoen. Voor de bepaling van de trekcapaciteit en de drukcapaciteit is sondering DKM-39 S01 gehanteerd, deze zijn opgenomen in Appendix I. De paallengte voor deze sondering is 27 meter, deze lengte is gebaseerd op een draagkrachtige laag met een conusweerstand van minimaal 12-14 MPa met een diepte van 5 meter. Voor de overige sonderingen dienen de paallengte door de aannemer bepaald te worden. De maximale capaciteiten voor druk- en trekwaarde zijn in onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 23 – Druk- en trekcapaciteit**

	<b>400 x 400</b>	<b>500 x 500</b>
Max. Druk [kN]	1875	2695
Max. Trek [kN]	537	670

Er zijn voor deeltracé 1 sonderingen in bezit van DNV-KEMA. Een overzicht van de te verwachten paallengten in dit deeltracé zijn weergegeven in onderstaande tabel.

**Tabel 24 – Paallengte per sondering**

<b>Mast</b>	<b>Sondering</b>	<b>Paallengte t.o.v. maaiveld</b>
1004	DKM-04.S04	25,0
1005	DKM-05.S04	27,0
1012	DKM-12.S01	24,0
1016	DKM-16.S01	33,0
1019	DKM-19.S02	27,0
1020	DKM-20.S01	27,0
1021	DKM-22.S02	22,0
1037	DKM-37.S04	26,0
1038	DKM-38.S04	31,0
1039	DKM-39.S01	27,0

## 5.7 Fundatie belastingen

De in het mastontwerpdossier opgegeven optredende mastvoet momenten en verticaal belastingen dienen als input voor de berekening van het fundament. De constructie berekening van de mastfundaties is weergegeven in de appendices conform onderstaande tabel. In Appendix C wordt de fundatie berekening in stappen verder uitgewerkt door middel van een voorbeeld (ZWW2S400).

**Tabel 25 - appendix mastfundering bepaling**

<b>Masttype</b>	<b>Dimensionering van de fundering</b>
ZWM6E350	CBO
ZWM6E400	CG
ZWM6HK400	CAZ
ZWW6HK350	CBP
ZWW6HK400	CC
ZWW6HK400+5	CBN
ZWW6HK400+10	CCM
ZWW6HL400	CD



<b>Masttype</b>	<b>Dimensionering van de fundering</b>
ZWW6HL400+5	CBM
ZWW6S350	CBQ
ZWW6S400	CA
ZWW6S400+5	CB

## 5.8 ZW380 Fundering schetsen

Voor alle ZW380 Wintrack masttypen zijn (vergunning)tekeningen gemaakt. Voor de tekeningen wordt verwezen Appendix A en mastenfamilie ontwerp dossier ZW380 met rapport nummer 74102194-ETD/POL 13-3149.

## 6 ONTWERP TIJDELIJKE KRUISINGEN ALGEMEEN

Binnen deeltracé 1 zijn in totaal 6 tijdelijke kruisingen voorzien met andere infrastructuren zoals weg, spoor- en waterwegen. In dit hoofdstuk zijn de mechanische bepalingen voor deze kruisingen opgenomen. De onderstaande tijdelijke kruisingen zijn beschouwd.

- N62	mast 1006 - 1007
- N666/667	mast 1008 - 1009
- N665	mast 1025 - 1026
- Spoorweg	mast 1039A - 1040
- N669	mast 1040 - 1041
- N666	mast 1044 - 1045

### 6.1 Jukken

In de tekeningen van de desbetreffende kruisingen van de onderliggende infrastructuur worden de posities en de afmetingen van de jukken globaal weergegeven. De aannemer van de jukken zal voor aanvang van de werkzaamheden een detailberekening van de verankering en het ontwerp uitvoeren ten behoeve van de goedkeuring door de desbetreffende instantie. Een voorbeeld berekening en foto's van de toepassing van de jukken zijn toegevoegd in Appendix K. Document "Statik Modul 12m Netz 60 m mit Konterlast" is een voorbeeld berekening van de toepassing van de jukken. Deze jukken zijn toegepast voor de kruising de A12 en de spoorweg bij Bleiswijk. Als verankering zijn hier gewichtfunderingen toegepast, foto 1. En andere principe van verankering van de jukken is de toepassing van grondankers, foto 2.



**Foto 1 - Gewichtfundering**




**Foto 2 - Grondanker**

Voor ieder kruising is een tekening gemaakt waarbij de situatie in beeld wordt gebracht. Daarnaast is een overzicht van de jukken met de bijbehorende afmetingen voor alle kruisingen. Voor afmetingen van de jukken wordt verwezen naar tekening nummer 74102194-031-016 'Principe tekening jukken'.

### 6.2 Kruising met N62

De ZW380 verbinding kruist de N62 ter hoogte van mast 1006 en 1007. Voor deze kruisingen wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijden van de N6 worden opgesteld. Voor het

overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal



ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-001 " kruising S01".

### **6.3 Kruising met N666/667**

De ZW380 verbinding kruist de N666/667 ter hoogte van mast 1008 en 1009. Voor het kruisen van de N666/667 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N666 en N667 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-002 " kruising S02".

### **6.4 Kruising met N665**

De ZW380 verbinding kruist de N665 ter hoogte van mast 1025 en 1026. Voor het kruisen van de N665 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N665 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-003 " kruising S03".

### **6.5 Kruising met spoorweg**

De ZW380 verbinding kruist de spoorweg ter hoogte van mast 1039A en 1040. Voor het kruisen van de spoorweg wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de spoorweg worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-004 "Spoorweg kruising S04".

### **6.6 Kruising met N669**

De ZW380 verbinding kruist de N669 ter hoogte van mast 1040 en 1041. Voor het kruisen van de N669 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N669 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-005 " kruising S05".

### **6.7 Kruising met N666**

De ZW380 verbinding kruist de N666 ter hoogte van mast 1044 en 1045. Voor het kruisen van de N666 wordt gebruik gemaakt van jukken die aan beide zijde van de N666 worden opgesteld. Voor het overbrengen van de voortrekdraden dient het verkeer tijdelijk gestemd te worden. Deze stremming zal ongeveer 30 – 60 minuten inhouden. Voor het ontwerp van de kruising wordt verwezen naar tekeningnummer 74102194-031-006 " kruising S06".

### **6.8 Overzicht en de duur van de stremmingen**

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de ingeschatte duur van de stremmingen met onderliggende infrastructuur. Hierin is ook de duur van het overbrengen van de voortrekdraden ten behoeve van het veiligheidsnet ook meegenomen. Onderstaande tijden gelden zowel bij het opbouwen als bij het afbreken van de jukken.

**Tabel 26 - Overzicht en de duur van de stremmingen kruisingen**

<b>Weg/spoor</b>	<b>Betreffende masten ZW380</b>	<b>Duur stremming [min]</b>
N62	mast 1006 – 1007	30-60
N666/667	mast 1008 – 1009	30-60
N665	mast 1025 – 1026	30-60
Spoorweg	mast 1039A – 1040	30-60
N669	mast 1040 – 1041	30-60
N666	mast 1044 – 1045	30-60

## 7 RECONSTRUCTIE HOOGSPANNINGSLIJNEN

In de tracégegevens tabel wordt aangegeven welke geleiders, bliksemdraden, OPGW's en retourstroomgeleiders er worden gebruikt die de volgende notering gebruiken: (x1)x(x2)x(x3). De volgende tabel geeft de beschrijving van deze notering:

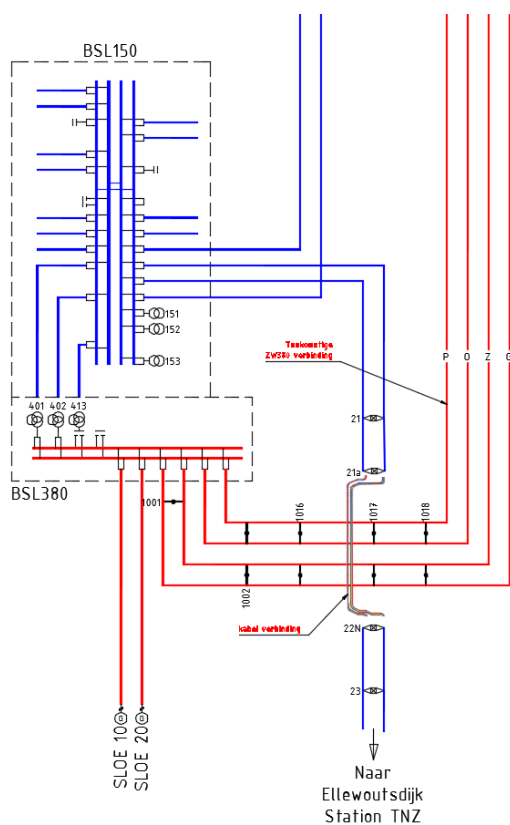
**Tabel 27 – Notering geleider gegevens**

x1	x2	x3
Aantal circuits	Aantal fases per circuit	Aantal draden per geleider

### 7.1 Kruising 150 kV BSL-TNZ

#### 7.1.1 Situatie

De nieuw te bouwen hoogspanningslijn, lopende tussen Borssele en Rilland (4x380kV) kruist de 150kV lijn Borssele - Terneuzen nabij de Nieuwkamersdijk in Heinkenszand. Om de kruising mogelijk te maken zal bestaande mast 22 komen te vervallen en de 150 kV verbinding aan weerszijden van de 380 kV verbinding worden uitgebreid met 2 opstijgmasten, 021a en 022N. De 380 kV verbinding wordt middels een kabeltracé tussen de 2 opstijgmasten gekruist.



Onderstaande tabel geeft de eindsituatie weer met de opstijgpunten in de 150kV verbinding BSL-TNZ150.

**Tabel 28 - Tracégegevens eindsituatie met opstijgmasten 21a en 22N**

<b>Mastnummer</b>	19		21		21a		22N		23		28
<b>Masttype</b>	AE+0		H3+0		E3+0 <sup>2</sup>		E3+0		S+0		H2+0
<b>Veldlengte [m]</b>		192,8		143		180 <sup>3</sup>		280		1490 <sup>4</sup>	
<b>Lijnhoek ahead [°]</b>			16.5		180		180		180		159
<b>Lijnhoek back [°]</b>			163.5		0		0		0		
<b>Masthoogte [m]</b>	31,9		31,9		31,9		31,9		33,6		31,9
<b>Fase geleider</b>		1x3x2 ACSR 305-40		1x3x2 ACSR 305- 40		Kabel tracé		1x3x2 ACSR 305- 40		1x3x2 ACSR 305- 40	
<b>Bliksemdraad</b>		2x1x1 ACSR 68-40E		2x1x1ACSR 68-40E		Kabel tracé		2x1x1ACSR 68-40E		2x1x1ACSR 68-40E	

## 7.2 Geleider kenmerken

De geleider kenmerken van BSL-TNZ150 zijn in

**Tabel 2** weergegeven.

## 7.3 Belasting kenmerken

De belasting wordt bepaald door de volgende factoren:

- omgevingsvariabelen:
  - het gehanteerde windgebied is: II onbebouwd
  - de referentieperiode bedraagt 50 jaar
  - ijsgebied B voor faseleider:  $1.8\sqrt{d}$
  - ijsgebied A voor bliksemdraad:  $5\sqrt{d}$
- kenmerken van de faseleider en bliksemdraad, zie Tabel 2
- trekparameter P = 1250 m bij 10°C windstil

<sup>2</sup> Opstijgmasten zijn berekend als eind mast

<sup>3</sup> 180 meter is de lengte tussen twee opstijgmasten 21a en 22N. de exacte lengte van de geleider dient bepaald te worden door kabelontwerp.

<sup>4</sup> Tussen mast 22N en de eerste volgende hoekmast (mast 28) zijn alleen steunmasten van het type S+0 toegepast. Totale veldlengte is 1490 meter.

## 7.4 Trekparameter 150 kV verbinding BSL – TNZ

Voor de 150 kV verbinding Borssele – Terneuzen (BSL – TNZ) is geen trekparameter bekend. Deze is nodig voor het modelleren van de kruising van deze lijn met de nieuwe ZW380 verbinding, tussen mast 1016 en mast 1017.

Met de bekende gegevens zijn verschillende trekparameters bepaald. In onderstaande paragraaf zijn deze methode beschouwd en is er een conclusie gemaakt voor de aanname van de trekparameter van de verbinding.

### Info Zeeland

In het Excel bestand met mastgegevens (Info Zeeland) onder het tabblad NKP-EWD staat de volgende info:

Geleidergegevens	Aantal	Doorsnede	Materiaal	Max trekspanning	
Fasedraad	6 x 2	305/40	Al/St	85	N/mm <sup>2</sup>
Bliksemdraad	2 x 1	68/40	Al/St	170	N/mm <sup>2</sup>

Er wordt vanuit gegaan dat de maximale trek optreedt bij het belastingsgeval -5°C en ijs met een ijs aangroei van 1.8√d. Tevens wordt er vanuit gegaan dat de maximale trek optreedt inclusief belasting factoren.

Geleider gegevens	Gewicht geleider [N/m]	Gewicht geleider met ijs [N/m]	Gewicht geleider met ijs+factoren [N/m]
Fasedraad	11.32	20.16	26.84
Bliksemdraad	4.98	11.56	15.85

Fase draad:

$$85 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Opp: } 344,1 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{UTS} \rightarrow 29,2 \text{ kN trek in de geleider} \rightarrow p = \frac{T}{G} = \frac{29,2}{26,84} = 1083 \text{ m.}$$

De trekparameter kan teruggerekend worden naar de trekparameter bij 10°C. Dit levert een trekparameter op van 1125 m bij een temperatuur van 10°C. In onderstaande figuur is een snapshot weergegeven van de zeeg berekening.

Sag / tension table for conductor:

ACSR-DIN-305/40

conductor data:		Area = 344.10 mm <sup>2</sup>	Weight = 11.32 N						
		Expansion coef. = 0.000193 1/°C	Diameter = 24.12 mm						
Start parameters:	Start temp. = 10 °C	Start weight = 11.32 N/m	Catenary = 1125 m						
	Temp. wind = 10 °C	Ice-factor = 1.8 √D	Pwind = 22.00 N/m						
	Temp. ice = -5 °C	Weight ice = 8.84 N/m							
Ruling span: 300 meter									
Conditie	Cond. tension / wire	Catenary(m)	280	290	300	310	320	330	340
-20	14040	1240	7.90	8.48	9.07	9.69	10.32	10.98	11.65
-15	13798	1219	8.04	8.63	9.23	9.86	10.50	11.17	11.86
-10	13566	1198	8.18	8.77	9.39	10.02	10.68	11.36	12.06
-5	13345	1179				10.19	10.86	11.55	12.26
0	13133	1160				10.35	11.03	11.73	12.46
5	12931	1142	8.58	9.20	9.85	10.52	11.21	11.92	12.65
10	12736	1125	8.71	9.34	10.00	10.68	11.38	12.10	12.84
15	12550	1109	8.84	9.48	10.15	10.84	11.55	12.28	13.04
20	12370	1093	8.97	9.62	10.30	10.99	11.71	12.46	13.22
25	12198	1077	9.10	9.76	10.44	11.15	11.88	12.63	13.41
30	12032	1063	9.22	9.89	10.59	11.30	12.04	12.81	13.60
35	11873	1049	9.34	10.02	10.73	11.45	12.21	12.98	13.78
40	11719	1035	9.47	10.16	10.87	11.60	12.37	13.15	13.96
45	11571	1022	9.59	10.29	11.01	11.75	12.52	13.32	14.14
50	11427	1009	9.71	10.41	11.15	11.90	12.68	13.49	14.32
55	11289	997	9.83	10.54	11.28	12.05	12.84	13.65	14.49
60	11155	985	9.95	10.67	11.42	12.19	12.99	13.81	14.66
65	11026	974	10.06	10.79	11.55	12.33	13.14	13.98	14.84
70	10901	963	10.18	10.92	11.68	12.48	13.29	14.14	15.01
75	10780	952	10.29	11.04	11.82	12.62	13.44	14.30	15.18
80	10662	942	10.41	11.16	11.95	12.75	13.59	14.45	15.34
85	10548	932	10.52	11.28	12.07	12.89	13.74	14.61	15.51
90	10438	922	10.63	11.40	12.20	13.03	13.88	14.76	15.67
95	10331	913	10.74	11.52	12.33	13.16	14.03	14.92	15.84
100	10226	903	10.85	11.64	12.45	13.30	14.17	15.07	16.00
-5+ice	22283	1105				10.87	11.58	12.32	13.07
10+wind	25619	1035				11.60	12.36	13.15	13.96
L.C. 1a, 10°C Wind	35043	982	9.96	10.71	11.46	12.23	13.04	13.86	14.72
L.C. 1b, -20°C Wind	18114	1199	8.17	8.77	9.38	10.02	10.67	11.35	12.05
L.C. 3, -5°C Wind+ice	25302	1083	9.05	9.70	10.38	11.09	11.82	12.57	13.34

Doorhang

Een ander gegeven is de zeeg uit Excel bestand: "doorhang mast 21, 22 & 23 NKP-EWD.xls".

De gegeven doorhang van in de Excel lijst is 7,863 m tussen mast 21 en 22. Er wordt vanuit gegaan dat de doorhang gegeven is bij temperatuur 10 °C.

$$p = \frac{S^2}{8f} = \frac{309,2^2}{8 * 7,863} = 1520m$$

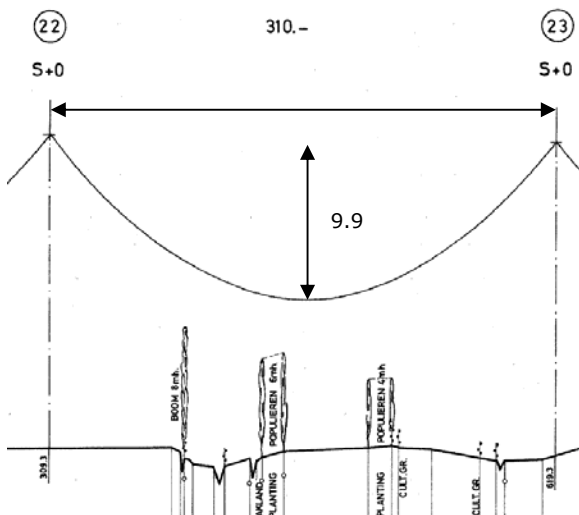
Mastbeelden en toegestane doorhang

Vanuit de ophanghoogte van de geleider in de mast en de toegestane minimale afstanden naar de grond kan er een trekparameter bepaald worden. De minimale vereiste hoogte is 7.0 m (oude waarde, er gold toen nog geen aanvullende eis van 1.5 meter). Positie van de laagste geleider ten opzichte van het maaiveld is voor de S+0 mast is 19.9 meter. De te hanteren veldlengte waarbij de doorhang bepaald wordt is 320 meter (maximale veldlengte). Bij een trekparameter van 1250 m levert dit een doorhang op van 12.6 meter bij 80°C. De doorhang + de vereiste hoogte levert dan 12.6 + 7 = 19.6 meter. Deze waarde is lager dan de laagste ophanghoogte van de S+0 mast.



### Lengteprofiel

Van de lijn BSL-TNZ150 zijn lengteprofiel tekeningen aangeleverd door TenneT. Vanuit tekening AL.150.103-29 is de doorhang gemeten van de lijn. De gemeten doorhang is 9,9 meter. De bijbehorende trekparameter wordt dan  $p = \frac{S^2}{8f} = \frac{310^2}{8 \times 9,9} = 1214m$ . De afgebeelde doorhang is bij een geleider temperatuur van 10°C.



**Figuur 5 Tracé tekening tussen mast 22 en 23**

#### **Conclusies en aannames:**

Er is een zeer grote variatie aan berekende trekparameters waardoor er geen eenduidige waarde te hanteren valt. Vanuit de historie is bekend dat Al/St geleiders meestal ingetrokken worden met een trekparameter die ligt tussen de 1200 – 1400 m. Een aanname voor de trekparameter tussen deze beide waarde is de meest voor de hand liggende aanname. Er wordt een aanname genomen voor een trekparameter van 1250 m bij 10 °C. Deze waarde wordt gebruikt door DNV GL voor het toetsen en bepalen van de 150 kV kruising BSL-TNZ150.

## **7.5 Belasting op/van constructie**

Behalve de belasting uit geleiders wordt de constructie belast door de wind op de mast en het eigen gewicht van de mast. De windbelasting wordt aangebracht door de stuwdruk op een vaste hoogte (10 meter) in twee richtingen op te geven. De stuwdruk bij verschillende hoogten wordt bepaald door een formule die deze variatie beschrijft volgens NEN-EN 50341-3. De windbelasting op de constructie correspondeert met de windbelasting op de geleiders.

## **7.6 Unity Check**

De Unity Check is toegepast om te bepalen bij welke delen van de mast aanpassingen nodig zijn. Hierbij geeft een getalswaarde lager dan (of gelijk aan) 1,0 geeft aan dat de doorsnede voldoet ten aanzien van de capaciteit. De waarde is daarbij een indicatie van de mate van overcapaciteit. Bij een getalswaarde

hoger dan 1,0 voldoet de doorsnede niet en zijn aanpassingen noodzakelijk. Ook hierbij geeft de waarde aan hoeveel capaciteit van de doorsnede moet worden verhoogd, of hoeveel de krachten op de betreffende doorsnede moet worden verlaagd. Het eerste is te bewerkstelligen door de dimensies van de doorsnede te vergroten of de kwaliteit te verhogen, het laatste door bijvoorbeeld de constructie te wijzigen. Er zijn alleen aanpassingen toegepast bij een unity check hoger dan 1,0 (alle andere maststaven hebben een lagere unity check).

## 7.6.1 Berekening mast 21 (H3+0)

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken en de resultaten van de mechanische belastingen op mast 21 van het type H3+0 beschreven.

### 7.6.1.1 Geometrische kenmerken

De gehanteerde hoofdafmetingen, materialen (o.a. aantal en type bouten), profielafmetingen en verbindingsskenmerken zijn afgeleid van de door TenneT aangeleverde constructietekeningen voor mast 21. De gebruikte constructietekeningen zijn vermeld in tabel 29.

**Tabel 29 - Gebruikte constructietekeningen mast 21 H3+0**

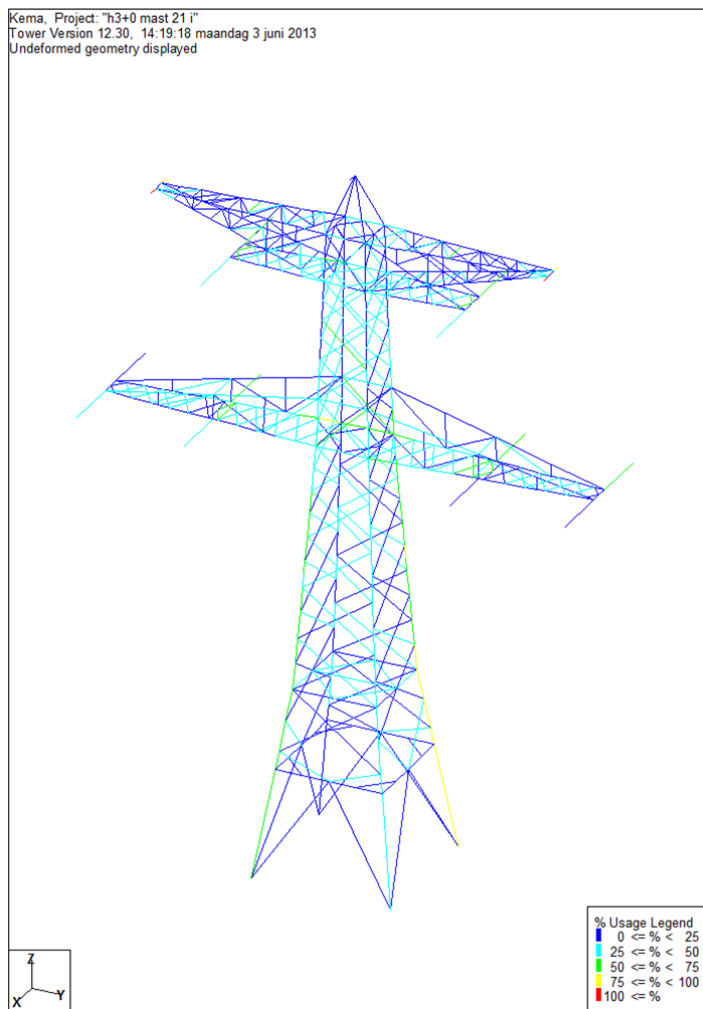
Tekening nummer	Omschrijving	Revisie
A0.64.05-1366	Hoekmast 120 <sup>0</sup> - 140 <sup>0</sup> Type H3-85	-

### 7.6.1.2 Resultaten mast 21

Mast

Mast 21 van de verbinding 150kV lijn BSL-TNZ150 ter hoogte van de bestaande mast 22 is voor de nieuwe situatie doorgerekend. De berekening is gebaseerd op de constructietekeningen zoals aangeleverd door TenneT.

Uit berekeningen van de mast blijkt de constructie aan de mechanische eisen te voldoen. Dit wordt in Figuur 6 aanschouwelijk gemaakt. Voor de constructietekening zie 74102194-035-604.



**Figuur 6 - Nieuwe situatie en Initiële uitvoering mast 21**

### Knaggen

Voor de verbinding tussen de mast en fundering worden knaggen toegepast in de betonpoer. Door veranderde belastingen uit de lijn wordt er een controle uitgevoerd of de knaggen voldoen. In Appendix B is de knaggen berekening toegevoegd.

### Funderingsbelastingen

De veranderde belastingen uit de lijn op de mast zorgt ook voor veranderde belastingen op het fundament. Voor dit gedeelte heeft TenneT tekeningen van de bestaande fundatie aangeleverd met de bijbehorende sondering DKM-M21.S01. Aan de hand van deze gegevens is de bestaande capaciteit bepaald.

In onderstaande tabel is het vergelijk gegeven tussen de waarde uit dit document de belastingen uit de nieuwe situatie.

**Tabel 30 - Funderingsbelasting mast 21**

	Mast 21	
	Bestaand	Nieuw
Max. Druk [kN]	1059	1059
Max. Trek [kN]	-765	-946

Zoals Tabel 30 weergeeft neemt de trekbelasting van mast 21 toe. Na aanlevering van een sondering en het paal- type en lengte door TenneT is het mogelijk de huidige capaciteit van de fundatie te bepalen. De capaciteit van de huidige fundatie staat in Tabel 31 vermeld.

**Tabel 31 – Huidige capaciteit fundatie mast 21**

	Bestaande capaciteit
Max. Druk [kN]	3333
Max. Trek [kN]	-878

In de volgende tabel zien we optredende belasting voor de nieuwe situatie mast 21 en daarbij de unity check. De tabel laat zien dat de huidige fundatie niet voldoende trek capaciteit heeft voor de nieuwe situatie.

**Tabel 32 – Unity check mast 21**

	Belasting nieuwe situatie	Bestaande capaciteit	Unity check
Druk [kN]	1059	3333	0.32
Trek [kN]	-946	-878	1.08

De trekcapaciteit overschrijdt met 8 procent. Door drukbelasting toe te voegen op de bestaande fundatie paal kan de trek capaciteit worden verhoogd. Dit kan eenvoudig worden gerealiseerd door aan ieder zijde van de poer één groutanker op voorspanning te zetten. De groutankers aan beide zijden van de poer dienen doormiddel van een stijve balk gekoppeld te worden. Dit principe voorstel dient in de detailfase door de aannemer te worden berekend.

## 7.7 Ontwerp opstijgmast 021a en 022N

Gebaseerd op de uitgangspunten is gekozen om het ontwerp van de opstijgmasten 021a en 022N te baseren op een bestaande mast uit de verbinding BSL-TNZ150.

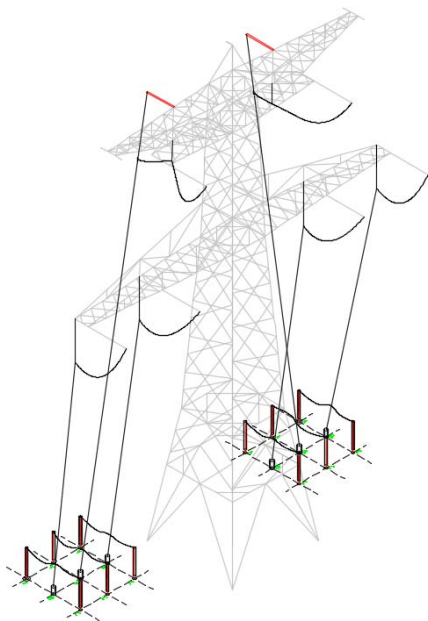
De opstijgmasten 021a en 022N worden gebaseerd op masttype H3+0, een hoekmast, dat nu toegepast wordt op mastlocatie 21. In het vervolg wordt de nieuwe type mast als E3+0 genoemd.

Figuur 7 geeft schetsmatig weer hoe de geleiders vanuit de traversen geleid worden naar de componenten op maaiveld. De componenten worden gepositioneerd naast de mast. De geleiders

afgespannen op de onder traverse, worden via een steunisolator afgespannen op maaiveld. De geleiders afgespannen op de boven traverse worden door middel van een stalen uithouder eerst naar buiten gebracht waarna deze afgespannen wordt op maaiveld.

De afspanpositie van de fase geleiders en bliksemdraden vanuit het veld blijft ongewijzigd. Hiermee blijft bliksembeschermingsniveau ook ongewijzigd.

De Primaire componenten op maaiveld dienen via fundatie geard te worden. Voor principe aarding wordt verwezen naar tekening 74102194-032-724 "Fundatie primaire componenten".



**Figuur 7** Overzicht nieuwe situatie van de 150kV verbinding BSL-TNZ150

## 7.8 Berekening masten 021a en 022N (E3+0)

In deze paragraaf zijn de geometrische kenmerken van de nieuw te ontwerpen masten 021a en 022N en de resultaten van de mechanische belastingen op de masten beschreven.

### 7.8.1 Geometrische kenmerken

De gehanteerde hoofdafmetingen, materialen (o.a. aantal en type bouten), profielafmetingen en verbindingsskenmerken zijn afgeleid van de door TenneT aangeleverde constructietekeningen voor masten 021a en 022N. De gebruikte constructietekeningen zijn vermeld in tabel 33.

**Tabel 33** Gebruikte constructietekeningen mast 21a en 22N H3+0

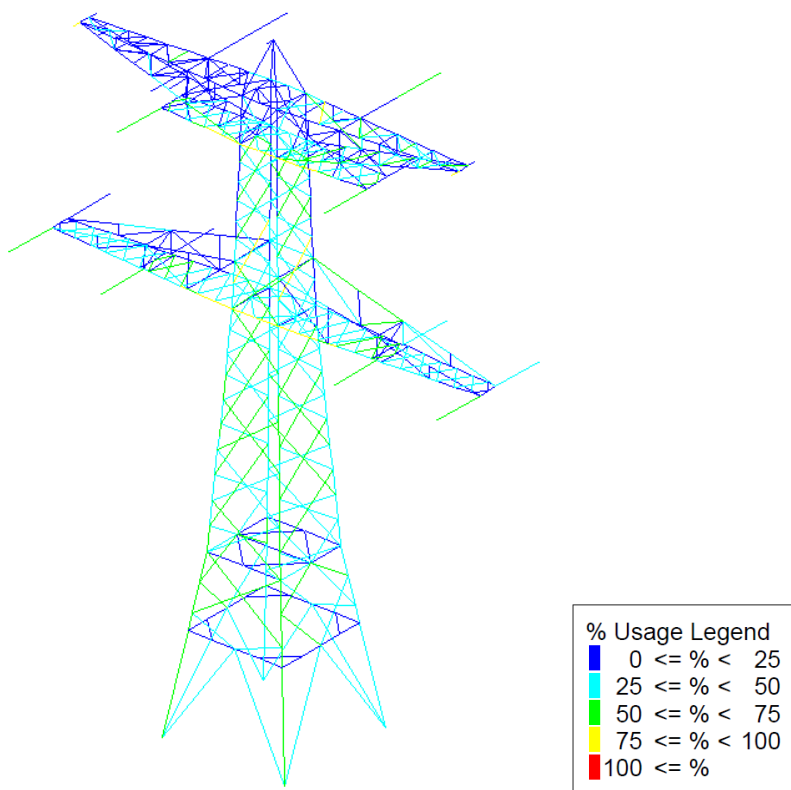
Tekening nummer	Omschrijving	Revisie
<b>A0.64.05-1366</b>	Hoekmast 120 <sup>0</sup> - 140 <sup>0</sup> Type H3-85	-

## 7.9 Resultaten mast berekening

Mast 021a en 022N van de verbinding 150kV lijn BSL-TNZ150 ter hoogte van de bestaande mast 022 is voor de nieuwe situatie doorgerekend. Hierbij is de mast aangepast zodat de mast kan dienen als opstijg mast.

Het model is gebaseerd op de door TenneT aangeleverde constructietekeningen. De constructie is tenopzichte van het basis model aangepast aan de boventraverse. De boventraverse is uitgebreid met een stalen uithouder. Deze uithouder zorgt voor voldoende veilige afstand van de geleider naar de mastconstructie. De uithouder wordt bevestigd aan de bovenkant van de boven traverse en heeft een lengte van 3.0 meter ten opzichte van de hartlijn van de traverse. Verder is de profilering van de mast nagenoeg identiek gebleven tenopzichte van de basismodel H3+0, Voor de benodigde aanpassingen van de constructie ten opzichte van het bestaande ontwerp wordt verwezen naar principe tekening 74102194-035-903.

Voor het berekenen van de constructie is ook rekening gehouden met de kortsluitkrachten op de mast. Voor het berekende kortsluitkrachten wordt verwezen naar paragraaf 7.13. De mast zoals weergegeven in principetekening 74102194-035-903 voldoet aan de mechanische eisen. Dit wordt in Figuur 8 aanschouwelijk gemaakt.



**Figuur 8** initiële uitvoering, nieuwe situatie masten 021a en 022N

## 7.10 Resultaten mastfundatie belastingen

De tabel hieronder geeft de maximale en minimale funderingsbelastingen in de mastpoot weer. Dit zijn de optredende belastingen voor de nieuwe situatie.

**Tabel 34 Funderingsbelasting**

	<b>Mast 021a en 022N</b>
<b>Max. Druk [kN]</b>	938
<b>Max. Trek [kN]</b>	-1063

Het voorstel voor het funderingsontwerp is om per mastvoet een stalen ronde buis toe te passen. De lengte en diameter van de palen zijn gebaseerd op de sonderinggegevens zoals aangeleverd door TenneT. Zie voor de gebruikte sonderingen Appendix I. De aangeleverde sonderingen zijn gemaakt voor mast 1017 voor de verbinding ZW380. Voor de locaties van de toekomstige opstijgmasten wordt dezelfde sondering gegevens aangenomen.

Voor de definitieve fase dient ter locatie van de masten 021a en 022N sonderingen gemaakt te worden waarop het definitieve fundatie ontwerp op gebaseerd zal worden.

De bovenkant van de buispaal wordt voorzien van een betonnen instortdeel. De vier randstijlen worden door middel van knaggen (blokdeuvels) mechanisch gekoppeld aan de stalen buispaal. Voor een goede belastingoverdracht van randstijl naar buispaal worden de knaggen zowel aan de randstijl als aan de stalen buispaal aangebracht. De afmetingen van buispaal staat in Tabel 35.

**Tabel 35 Buispaal mast 22N**

<b>Sondering</b>	<b>Maaiveld tov NAP [m]</b>	<b>Paalpunt tov MV [m]</b>	<b>Paallengte [m]</b>	<b>Diameter paal [m]</b>
<b>DKM-17.S01</b>	+0,58	-23,0	24,0	0,8

De principetekening van de buispaal is opgenomen in Appendix A, tekeningnummer 74102194-032-717. De berekening van de palen zijn opgenomen in Appendix B. Voor een indicatie van de knaggen wordt verwezen naar de principe fundatie tekening 74102194-032-717.

**Tabel 36 – Unity check mast 22N**

	<b>Optredende kracht</b>	<b>Opneembare kracht</b>	<b>Unity check</b>
<b>Max. Druk [kN]</b>	938	5655	0,17
<b>Max. Trek [kN]</b>	-1063	-1195	0,89

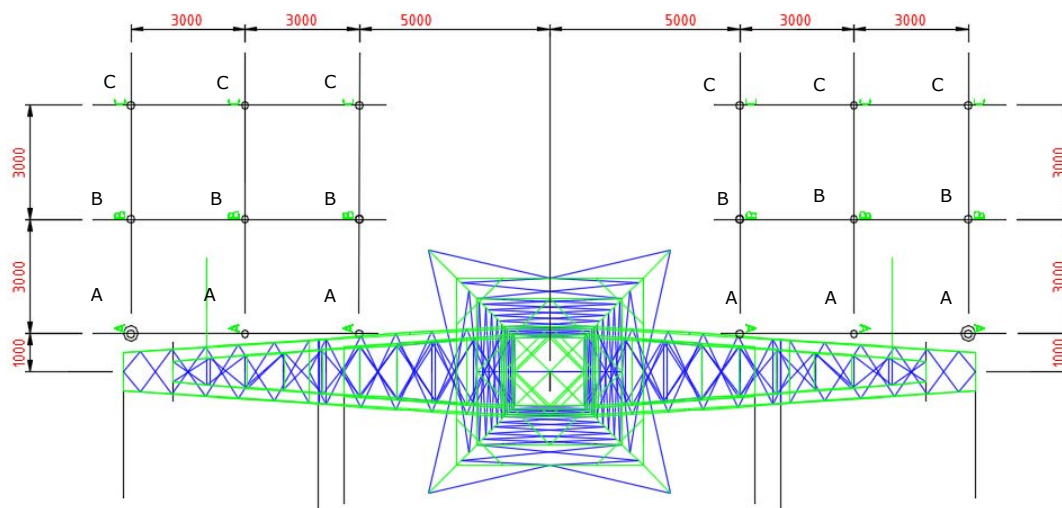
## 7.11 Opstelling primaire componenten

Voor de afmeting van de componenten is rekening gehouden met de door TenneT aangeleverde bouwsteen tekeningen. Volgende tekeningen zijn als uitgangspunt gebruikt:

**Tabel 37 – afmeting primaire componenten**

	Omschrijving	Tekeningnummer bouwsteen
<b>Overspanningsafleider (OSA)</b>	170kV overspanningsafleider component	BOU.01.023.01.001-1.1
	170kV overspanningsafleider Staal ondersteuning	BOU.01.023.04.001-1.1
<b>Kabel eindsluiting (KES)</b>	170kV kabel eindsluiting component	BOU.01.026.01.001-1.1
	170kV kabel eindsluiting Staal ondersteuning	BOU.01.026.04.004-1.1

De primaire componenten worden naast de mast onder de traversen opgesteld. De volgorde van de componenten is zo gekozen om de benodigde oppervlakte zo klein mogelijk te houden. Zie Figuur 9 voor opstelling van de componenten.



**Figuur 9 Ontwerp opstijgmast inclusief primaire componenten**

- A OSA's
- B Afspanning geleider (met veer)
- C Kabeleindsluitingen



## 7.12 Resultaten fundatie primaire componenten

Primaire componenten worden opgesteld zoals weergegeven in Figuur 9. Fundatie voor de primaire componenten wordt uitgelegd in een roostervorm. Vervolgens wordt de roosterplaat ondersteund doormiddel van prefab palen. Voor het ontwerp van de fundatie zijn de kortsluitkrachten uit de verticale afspanningen maatgevend. De berekening van de kortsluitkrachten is opgenomen in paragraaf 7.13.

De maximale optredende belasting is gebaseerd op maximaal kortsluitkrachten in de richting van de geleider. Hierbij treedt een kortsluitkracht op van 62 kN per afspanpunt. Voor de berekende kortsluitkrachten wordt verwezen naar 7.13. De dwarskrachten uit de geleider zijn verwaarloosbaar. De ondersteunende prefab palen worden tot een diepte geslagen die voldoende draagkracht biedt. De palen worden tot 12 meter diepte geslagen. Diepte van de palen is een aanname en dient in definitieve ontwerpfase exact bepaald te worden. De gebruikte sonderingen zijn weergegeven in Appendix I.

Voor een principe ontwerp van de fundatie wordt verwezen naar tekening 74102194-032-724. Dit is opgenomen in Appendix A.

## 7.13 Kortsluitkrachten

De kortsluitkrachten zijn conform de normen 50341-3-15 en de IEC 60865-1. Voor de berekende kortsluitkrachten wordt verwezen naar Appendix B.

De kortsluitkrachten is berekend voor een kortsluitstroom van 40kA met een kortsluittijd van 1 seconde. De kortsluitkrachten bij een minimale omgevingstemperatuur van -20 graden is maatgevend. Hierbij treedt een kortsluitkracht op van 61.5kN.

## 7.14 Ontwerp hekwerk

Het hekwerk rondom de opstijgmasten 021a en 022N is geconstrueerd conform SPE 04.002.

Voor het bepalen van de positie van het hekwerk is de 100 microTesla magnetische veldsterkte contour berekend. De hierbij berekende contour rondom de kabeleindsluitingen heeft een doorsnede van circa 1.5 meter. Hiermee wordt de 100 microTesla magnetische veldsterkte contour niet maatgevend. Hiervoor worden de interne en externe spanningsafstanden van de geleiders maatgevend. Hierbij is met TenneT afgesproken dat er een afstand tot het hekwerk gehanteerd wordt van 4 meter (3 m nabijheidszone + 1 m ergonomische zone) ten opzichte van spanning voerende delen.

Ook zijn er afspraken gemaakt met TenneT ten behoeve van de omheining en toegang tot de opstijglocatie:

- Toegangspoort: mechanisch bediende dubbele draaiport
- Noodpoort: aan de achterzijde van het hekwerk.

Voor een principe ontwerp van het hekwerk rondom het opstijgmasten 021a en 022N wordt verwezen naar tekening nummer 74102194-031-123. Zie hiervoor Appendix A.



## 7.15 Inlusing station Borssele

Voor station Borssele is een apart document opgesteld. Hierbij wordt er verwezen naar documentnummer 74102194-17-1333 ontwerp 380kV stationsportaal RLL en BSL.

Voor het inlussen op het station Borssele wordt gebruik gemaakt van een tijdelijke lijn. Voor het opstellen van de tijdelijke lijn is een Kelsop berekening uitgevoerd. Kelsop is een verificatie programma waarmee de routing en positie van tijdelijke masten inclusief de tuidraden geverifieerd wordt. De verificatie bestaat uit het toetsen van toegestane belastingen op de staal constructies, tuidraden en isolatoren. Voor een situatie overzicht ter hoogte van de inlusing wordt verwezen naar tekening 74102194-031-007 "Situatie overzicht Noodlijn Borssele". Voor de berekening en verificatie van de tijdelijke lijn opstelling wordt verwezen naar Appendix B.

## 8 TIJDELIJKE VOORZIENING DT1

### 8.1 Tijdelijke verbinding reconstructie kruising 150kV BSL-TNZ

#### Globale berekening 150 kV kabelbed breedte

Het exacte kabelbedbreedte en de benodigde kabels voor de 150 kV noodkabels dient door de leverancier van het desbetreffende type noodkabel te worden berekend.

Op basis van een aantal aannames wordt hieronder een inschatting gegeven van een aan te houden kabelbed breedte ten behoeve van de grondreservering. Omdat er geen reductiefactoren bekend zijn bij DNV KEMA van bouwkabels op de grond is aangenomen dat de reductiefactor van kabels in de grond vergelijkbaar is aan de reductiefactor voor op de grond. De thermische beïnvloeding is minder echter dienen de kabels wel afgeschermd te worden van de zon.

Stroombelastbaarheid 150 kV verbinding:

1540 A (400 MVA)

Stroombelastbaarheid noodkabel op basis van datasheet leverancier\*: 650 A

Aanname reductiefactor (t.g.v. onderlinge beïnvloedingen):

0,65

\* Zie Appendix J voor een korte beschrijving van een type noodkabel met bijbehorende specificaties.

$$650 \times 4 \times 0,65 = 1690 \text{ A}$$

Uit deze berekening volgt dat er 4 noodkabels per fase, 12 noodkabels per circuit nodig zijn.

Voor twee circuits zijn er dus in totaal 24 noodkabels nodig.

Rekening houdend met een onderlinge tussenafstand van 0,15 m tussen de noodkabels van de zelfde circuit komt men per circuit uit op een breedte van het kabelbed van circa 2,4 m.

Rekening houdend met een afstand van circa 5 m onderling tussen de twee circuits komt men uit op een totaal breedte van het kabelbed van circa 10 m.

Voorgesteld wordt om bij het leggen van de noodkabels rekening te houden met een kabelbed breedte van minimaal 10 m. Zie overzichtstekening 74102194-031-122.

## 9 LIJST MET BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN

Onderstaand een lijst met begrippen en gehanteerde afkortingen.

Afkorting	Betekenis
AM	Asset Management (Business Unit TenneT)
BIN	Bliksem Isolatie Niveau
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EMS	Energie Management Systeem
GS	Grid Service (Business Unit TenneT)
$I_n$	Nominale Stroom
$I_k$	Kortsluitstroom
kA	kilo Ampere
kN	kilo Newton
kV	kilo Volt
MM	Multi Mode (fiber)
m.v.	Maaiveld
MPa	Mega Pascal
MVA	Mega Volt Ampere
OPGW	Optical Ground Wire
PVE	Programma van Eisen
$S_{f-f}$	Slagwijdte fase-fase
$S_{f-a}$	Slagwijdte fase-aarde
SM	Single Mode (fiber)
TBD	TenneT Beleids Document
$U_n$	Nominale Spanning
$U_m$	Maximale Spanning
VAC	Volt Alternating Current
VDC	Volt Direct Current
VNB	Voorziene Niet Beschikbaarheid
ZW380	Zuid West 380



## **APPENDIX A**

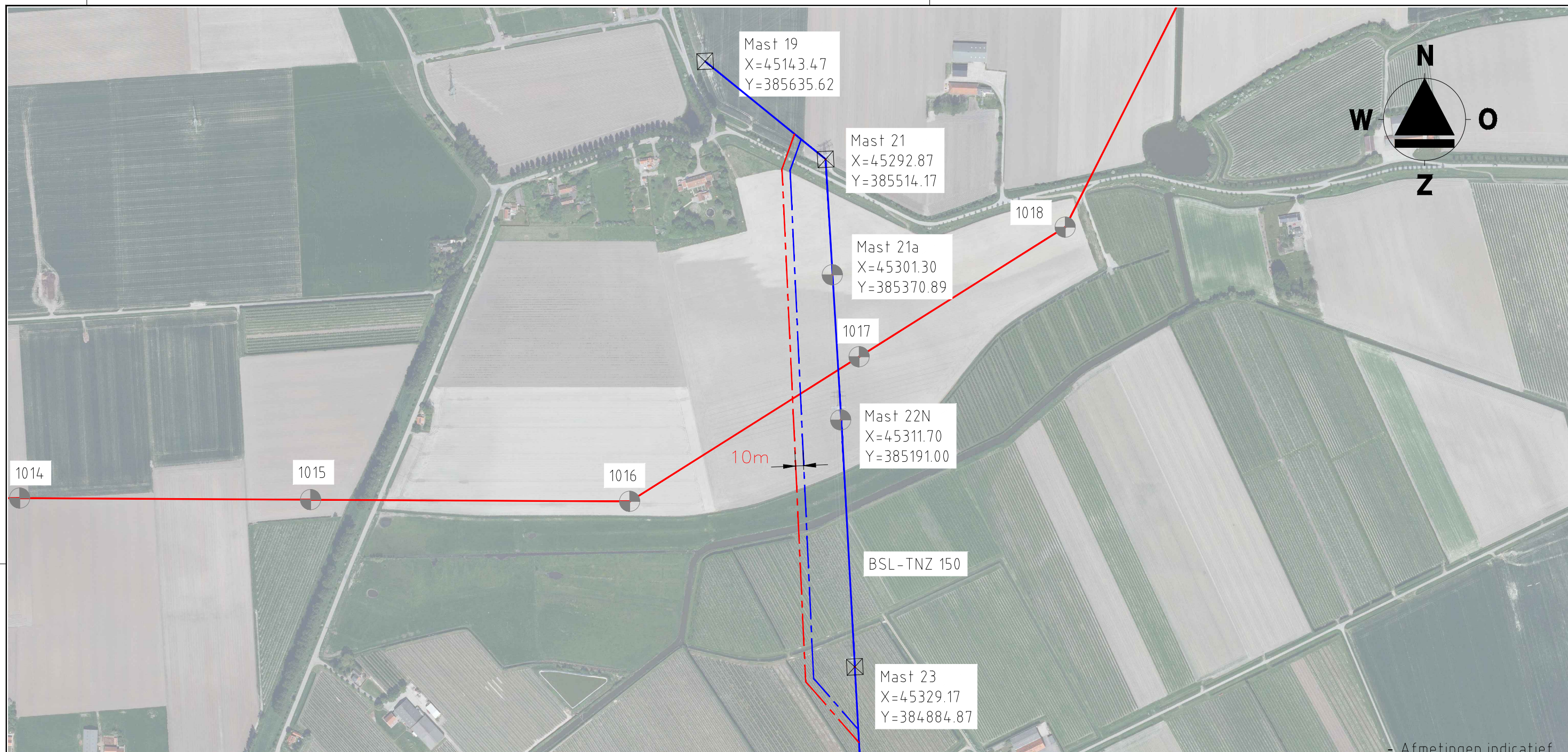
### **Tekeningen**

---

- A. 1 Situatietekeningen
- A. 2 Fundatietekeningen
- A. 3 Masttekeningen
- A. 4 Kettingtekeningen

## A.1 Situatietekeningen





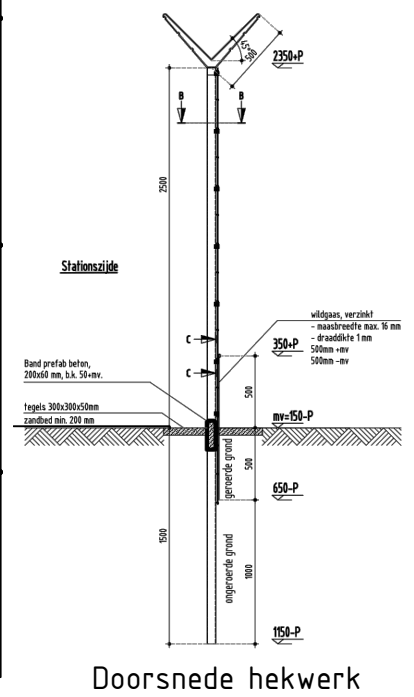
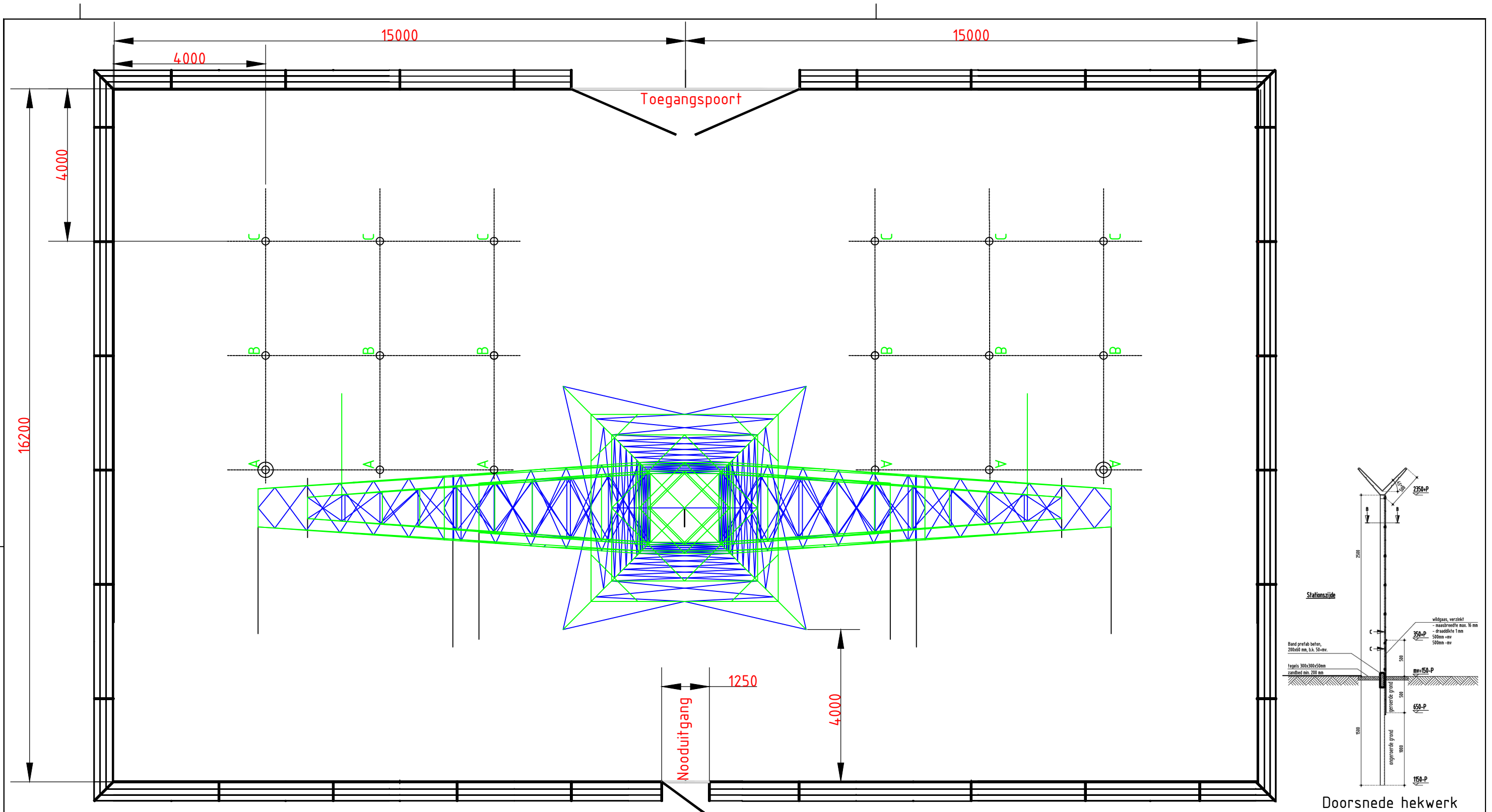
- Afmetingen indicatief  
**T.B.V. Aanvraag**

BOVENAANZICHT 1:5000

- LEGENDA:**
- ZW380 kV verbinding
  - Verbinding BSL-TNZ150
  - - - Witte circuit noodkabel
  - - - Zwarte circuit noodkabel
  - ⊠ Bestaande mast
  - ⊙ Toekomstige mast

5.0	03-17-2016	mastnummer 021N gewijzigd naar 021a	
4.0	02-02-2016	Nieuwe alternatief met stuk kabel	
3.0	08-01-2014	Verbinding naam aangepast	
2.0	13-12-2013	Schaal en coördinaten aangepast	
		Projectname: Engineering verbinding ZW380	
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-031-122
Design state: CONCEPT		Scale: 1:5000	Description: Tracé BSL-TNZ 150 tijdelijke kabel tussen mast 21 & mast 23
Drawn by: RBE	08-01-2014	Units: m	
Checked by: AJP	08-01-2014	Project no: 000.145	Revision: 5.0
Approved by: AW	08-01-2014	Company: TenneT	
Format: A3			


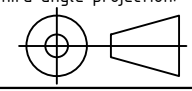




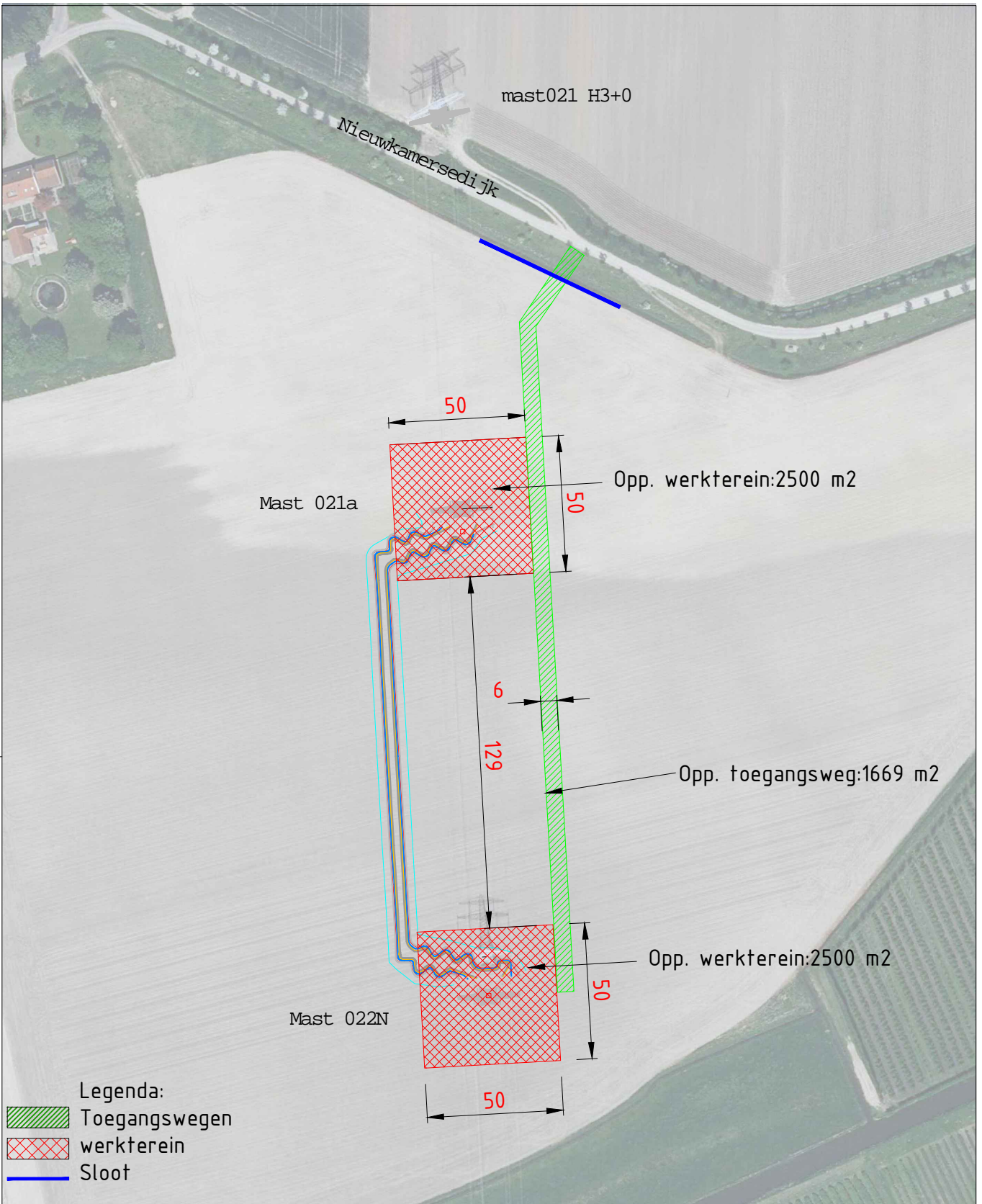
Legenda:

Hekwerk uitwerken conform SPE 04 002 Specificatie Hekwerken en Poorten.

A: Overspanningsafleider  
 B: Afspanveer  
 C: Kabeleindaansluiting

1	2-8-2016	Eerste versie	
2	19-3-2016	Aanpassing toegangspoort	
		Projectname: Engineering verbinding ZW380	
		Third angle projection: 	
Design state: DRAFT		Scale: 1:100	Drawing no.: 74102194-031-123  Description: OSP 150kV BSL-TNZ  Revision: 2  Format: A3
Drawn by: SGR	18-3-2016	Units: mm	
Checked by: AJP	18-3-2016	Project no: 000-145	
Approved by: RLO	18-3-2016	Company: TenneT	
DNV GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com			

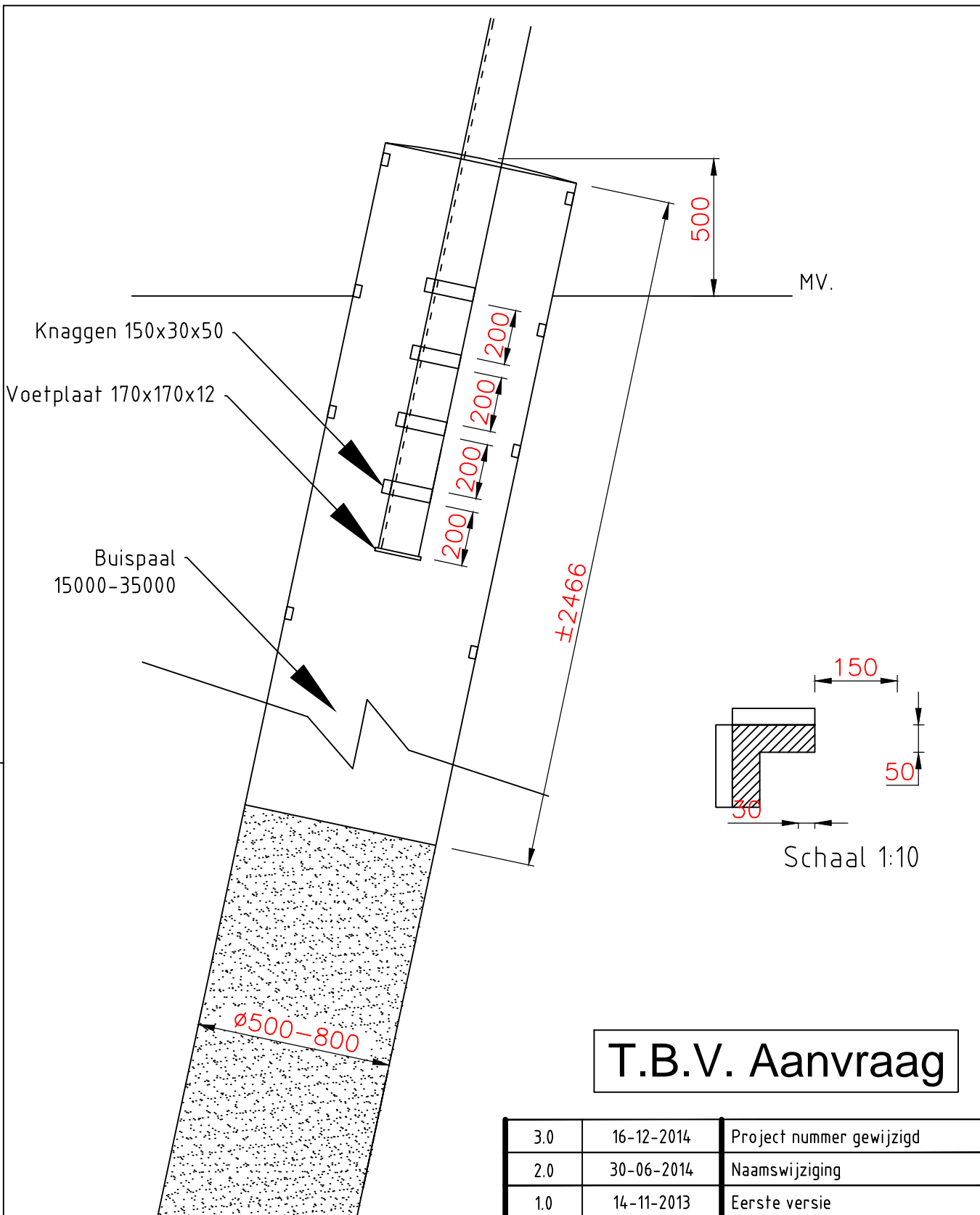





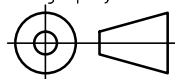
- Legenda:
- Toegangswegen
  - werkterrein
  - Sloot

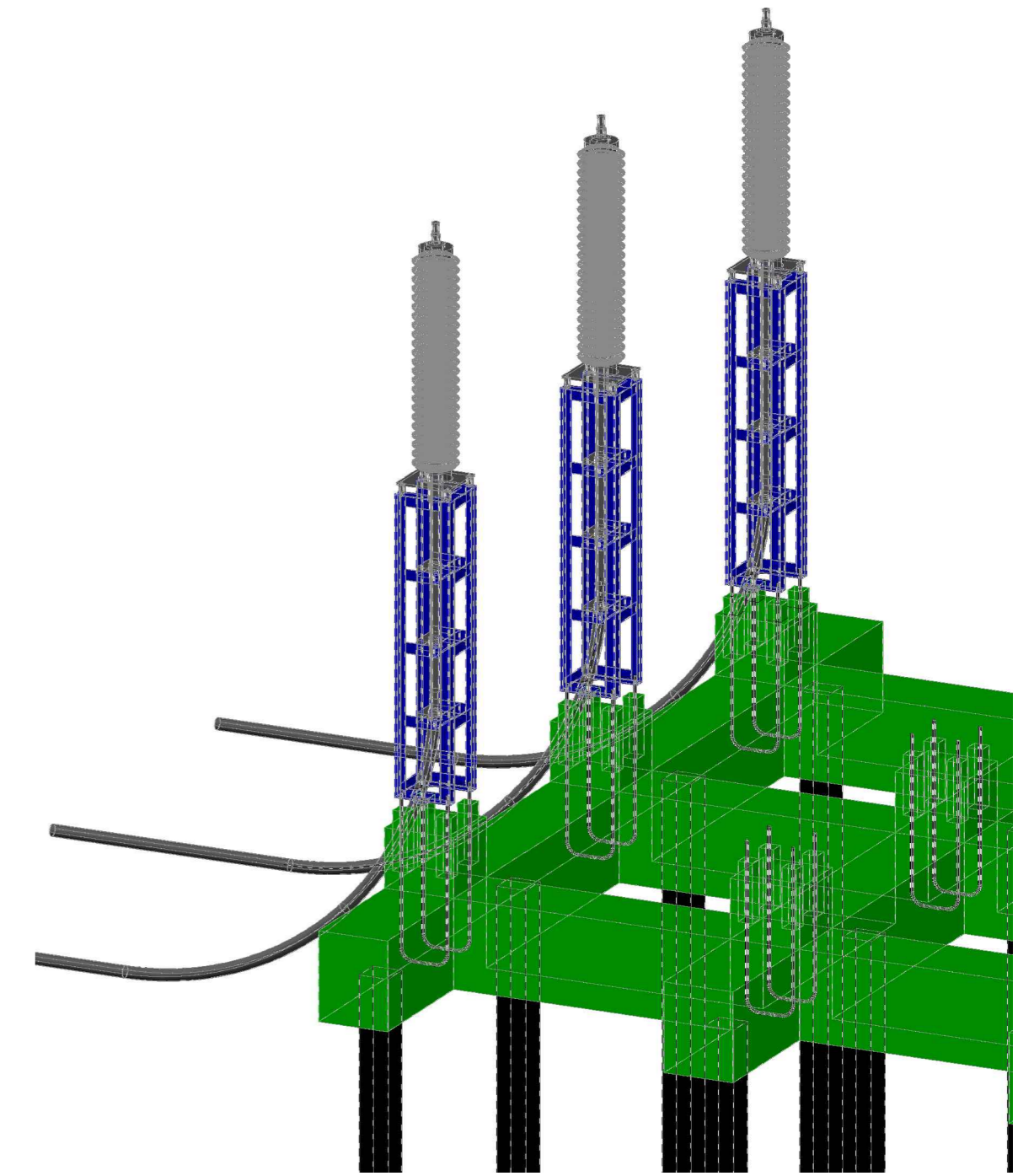
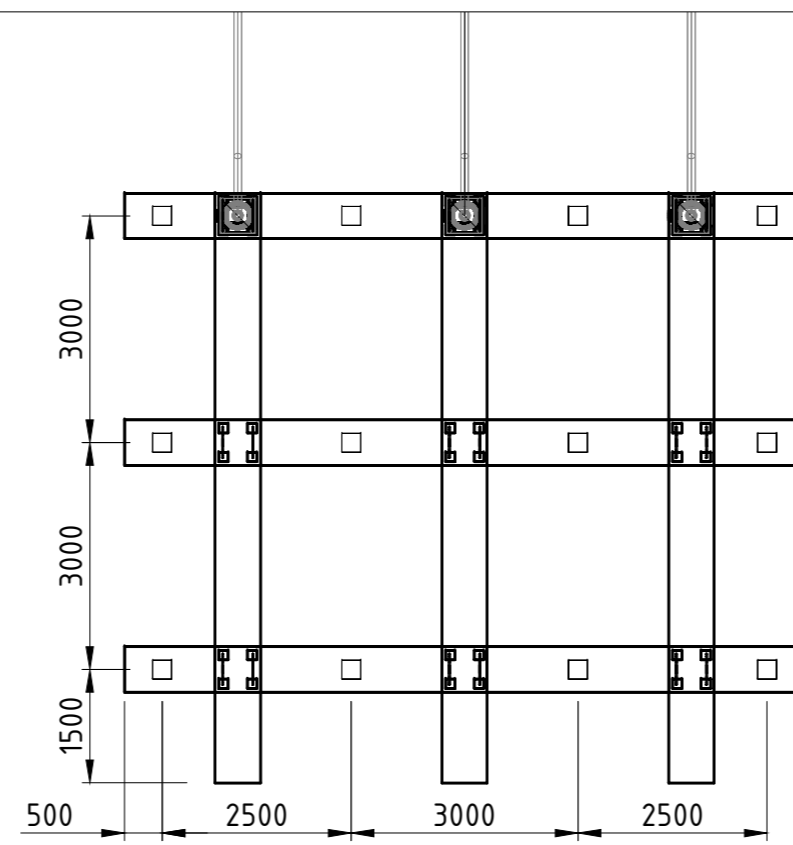
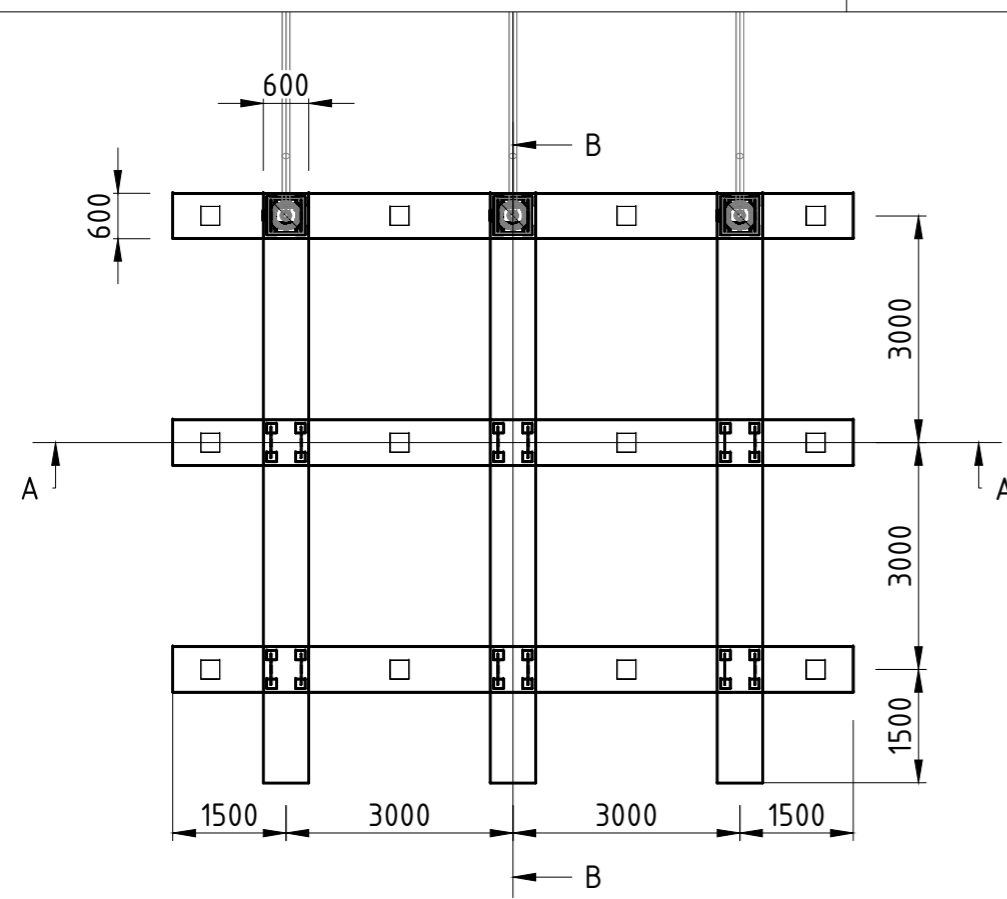
		Projectname: <b>Engineering verbinding ZW380</b>	
		Third angle projection: 	Drawing no.: <b>74102194-031-124</b>
Design state: Final	Scale: 1:500	Description: Toegangswegen en werkterreinen Mast 021a en 022N	
Drawn by: SGR 17-03-2016	Units: m		
Checked by: AJP 17-3-2016	Project no: 000.145		
Approved by: AW 17-3-2016	Company: TenneT		
		Revision:	<b>2</b>
		Format:	<b>A4</b>
DNV GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com			

## A.2 Funderingstekeningen

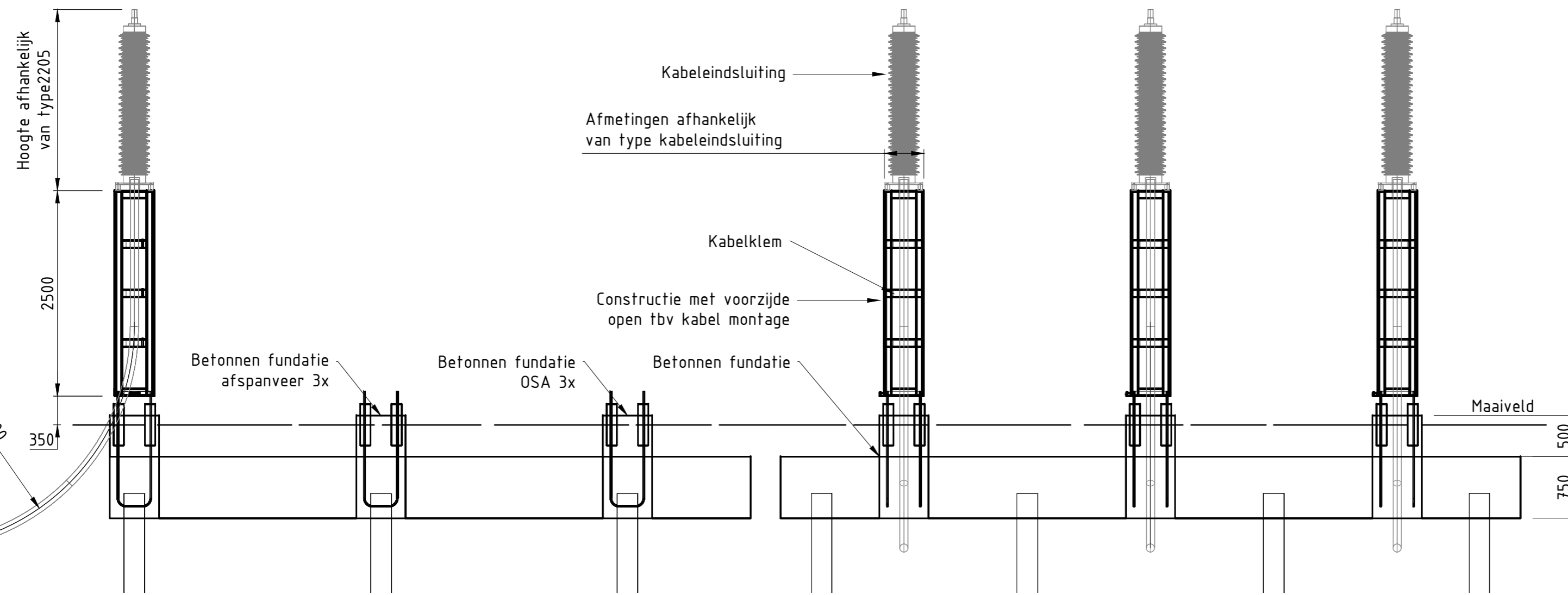


3.0	16-12-2014	Project nummer gewijzigd
2.0	30-06-2014	Naamswijziging
1.0	14-11-2013	Eerste versie

	Projectname: Engineering verbinding ZW380		Drawing no.: 74102194-032-717
	Third angle projection: 		
Design state: Definitief	Scale: 1:20	Description: Principe tekening buispaalfundatie 150kV	
Drawn by: SGR 30-06-2014	Units: mm	Revision: 3.0	
Checked by: BJT 30-06-2014	Project no: 000.145	Format: A4	
Approved by: AW 30-06-2014	Company: TenneT		



3D aanzicht



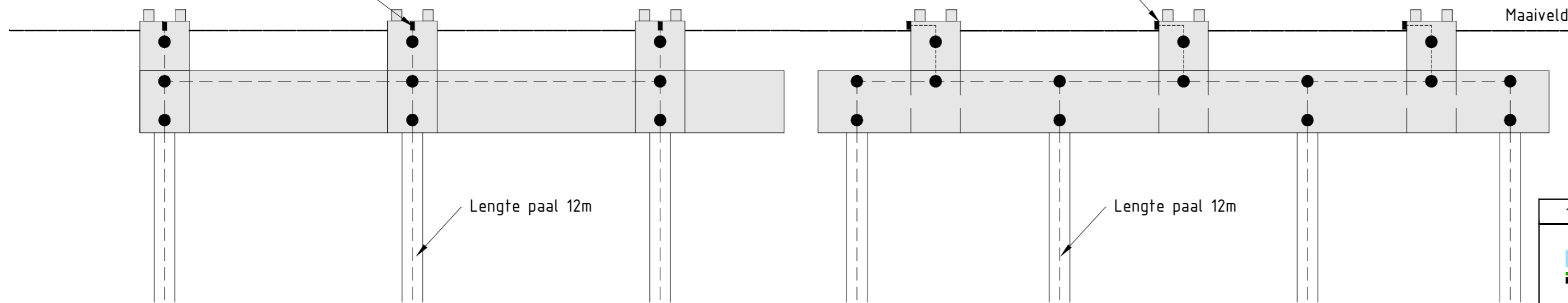
Zijaanzicht

Vooraanzicht

3x aardplaten op buitenzijde gestort

3x aardplaten op buitenzijde gestort

Maaiveld



Doorsnede B-B

Doorsnede A-A

Algemeen:

- Conservering staal : SPE.01.100 (NEN-EN-ISO 1461 en NEN5254)
- Kleur : Grijs
- Maatvoering : Indicatief

Verklaring

■ Gewapend beton

Verklaring aarding

- Ringleiding  $\phi$ 16mm (FeB220) glad
- Koppeling met aardstaaf in paal
- Aardplaten

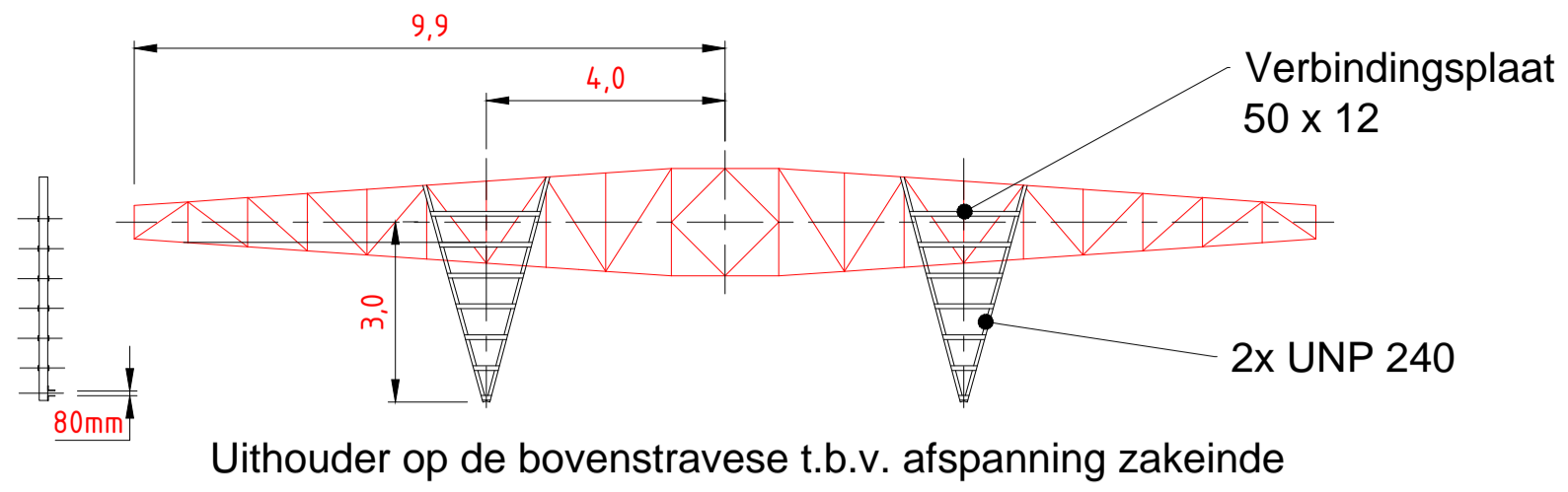
1	4-2-2016	First edition	Projectname: Engineering verbinding ZW380	
			Third angle projection:	Drawing no.: 74102194-032-724
Design state: DRAFT	Scale: 1:100/1:50	Description: Fundatie primaire componenten		Revision: 1
Drawn by: SGR	4-2-2016	Units: mm		
Checked by: AJP	5-2-2016	Project no: 000.145		
Approved by: AW	5-2-2016	Company: TenneT		
<small>DNV GL Energy &amp; Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com</small>				

### A.3 Masttekeningen

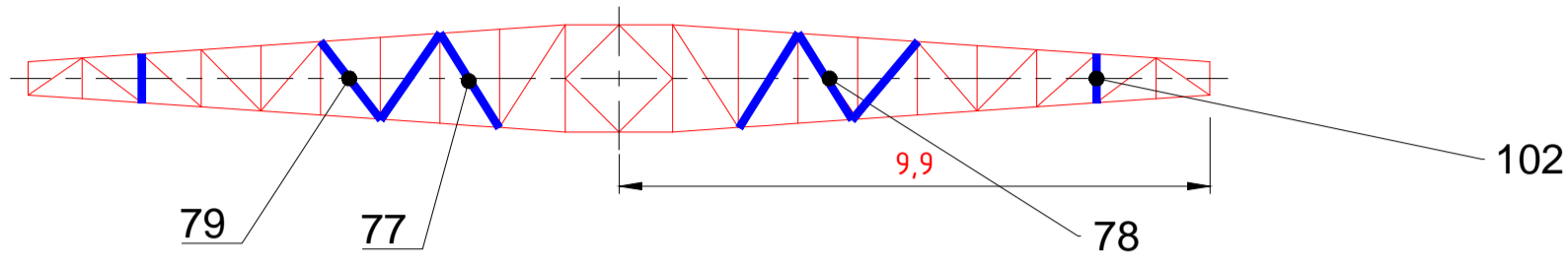


Legenda:

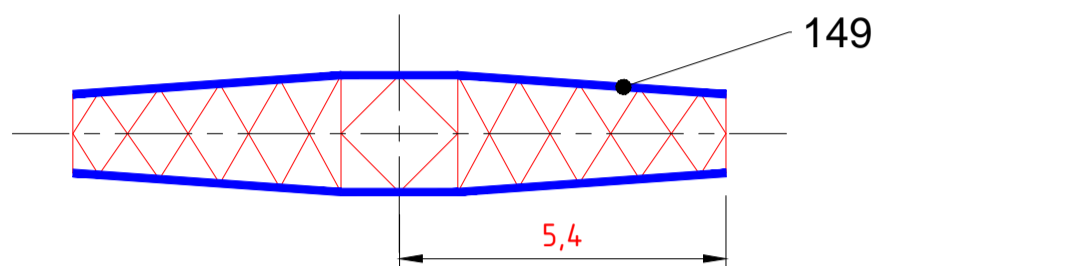
- Deze overzichtstekening geeft enkel de benodigde profielaanpassingen weer voor masttype H3+0 380kV Geertruidenberg-Borselle. Voor de initiële tekeningen zie ontwerprapport.
- Alle aanpassingen symmetrisch uitvoeren
- Materiaal kwaliteit S355J2 toepassen voor gehele constructie
- Bout kwaliteit 8.8r toepassen voor gehele constructie
- — Toevoegen knikverkort 70x70x7
- — Te vervangen bouten en/of profiel Begin/einde profiel



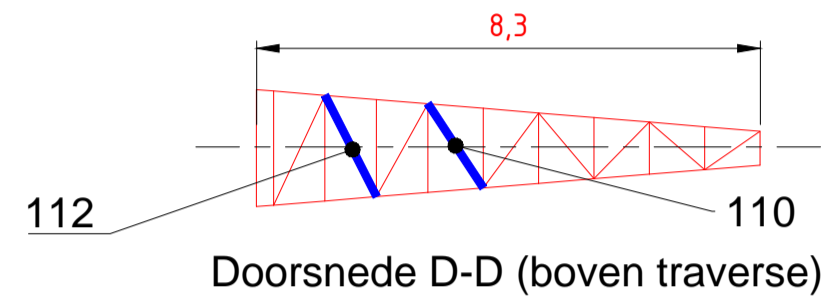
Uithouder op de bovenstravese t.b.v. afspanning zakeinde



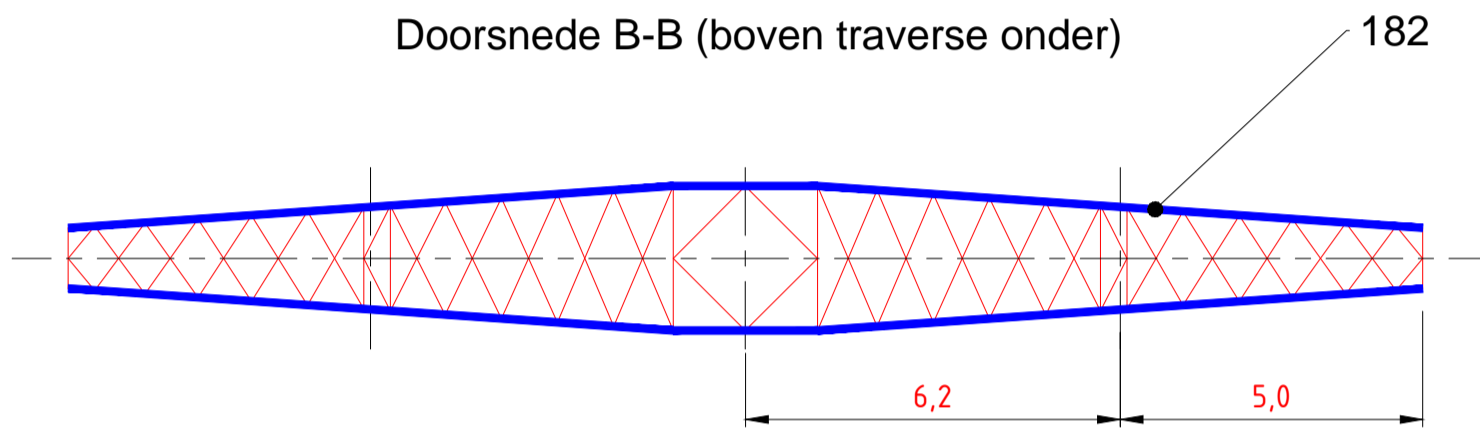
Doorsnede A-A (boven traverse boven)



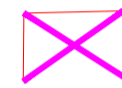
Doorsnede B-B (boven traverse onder)



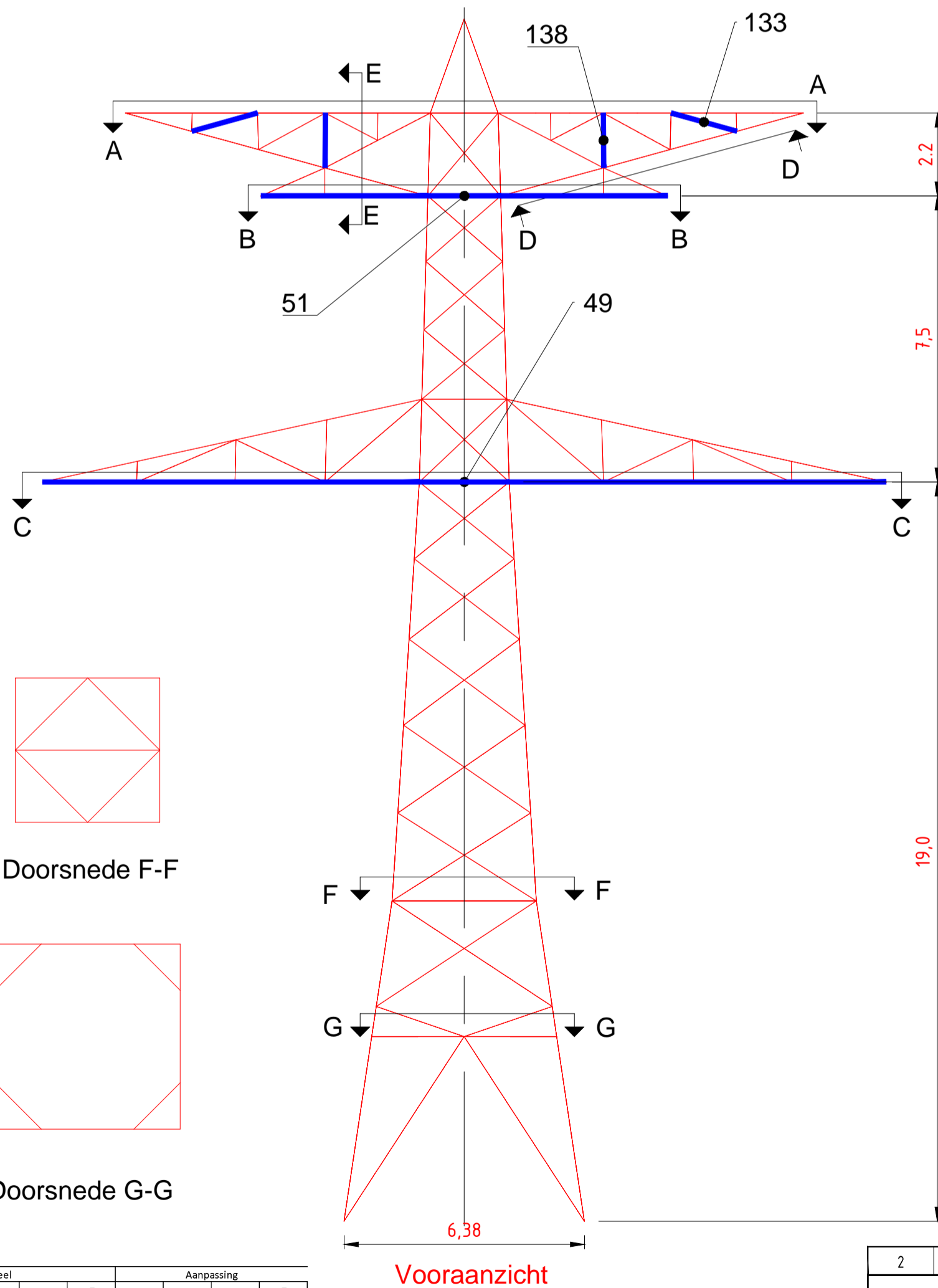
Doorsnede D-D (boven traverse)



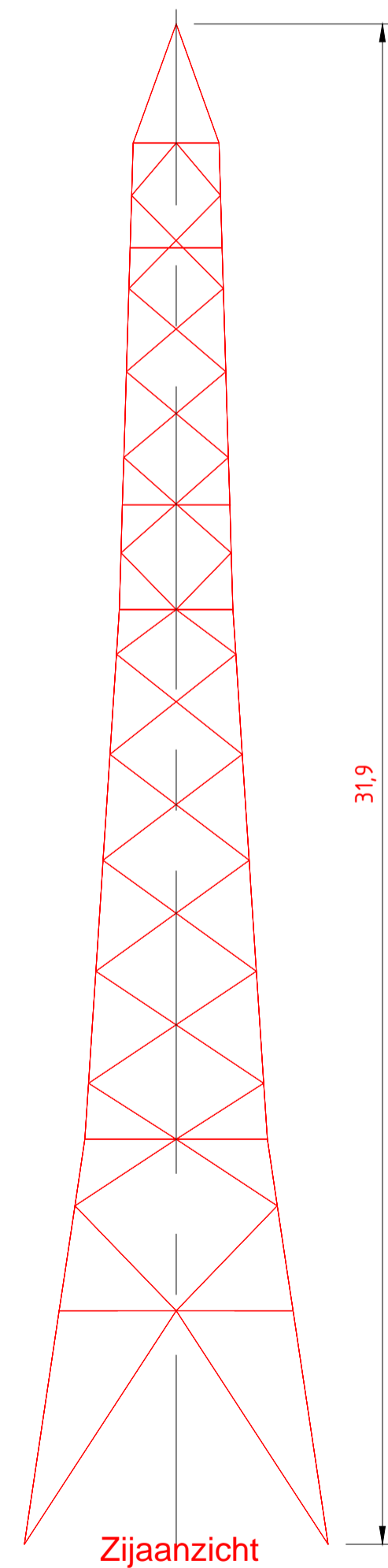
Doorsnede C-C (onder traverse)



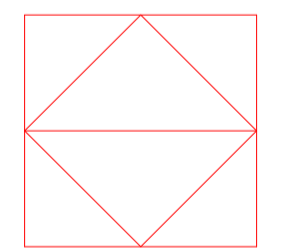
Doorsnede E-E (boven traverse)



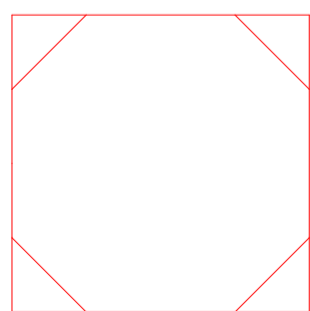
Vooraanzicht



Zijaanzicht



Doorsnede F-F

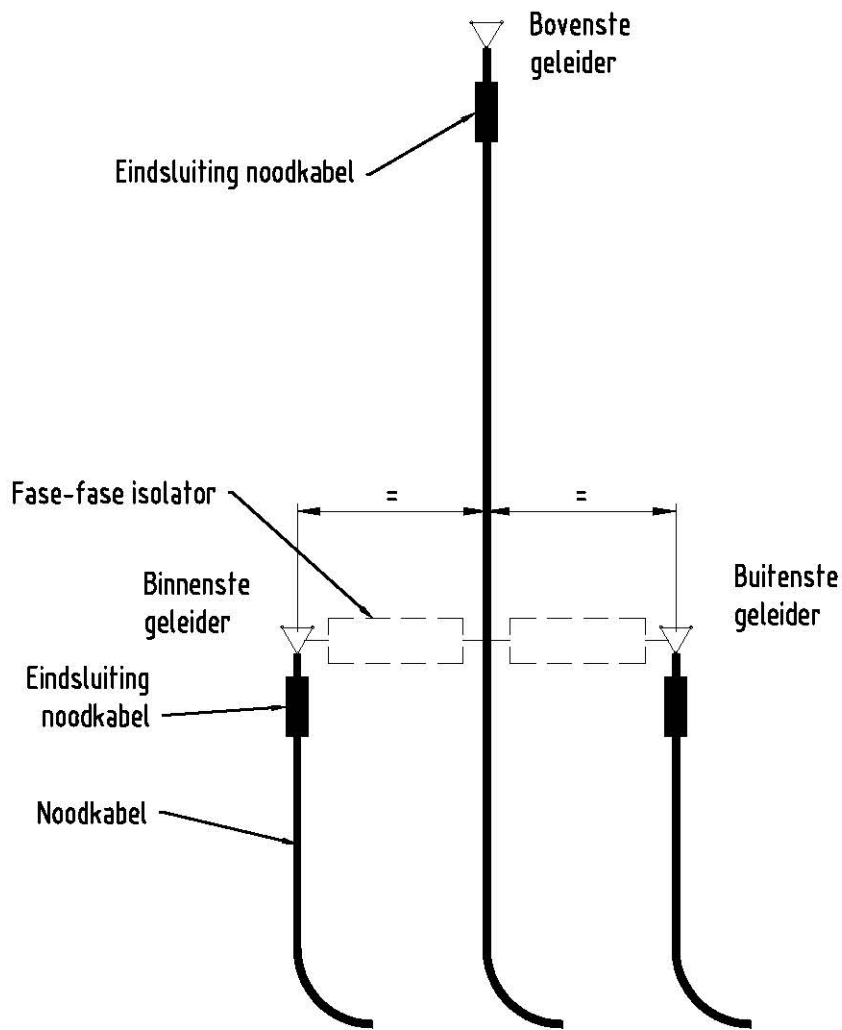


Doorsnede G-G

Nr.	Group	Type	Initieel			Aanpassing			
			Size	Bout type	Aantal bouten	Type	Size	Bout type	Aantal bouten
49	mvh3	UNP	160	M20-5.6	5	UNP	200	M20-8.8	5
51	mvh5	UNP	120	M20-5.6	3	UNP	140	M20-8.8	3
77	t1bd2	Gho	50x50x4	M16-5.6	1	Gho	60x60x5	M16-8.8	1
78	t1bd3	Gho	50x50x4	M16-5.6	1	Gho	60x60x6	M16-8.8	1
79	t1bd4	Gho	50x50x4	M16-5.6	1	Gho	60x60x5	M16-8.8	1
102	t1bv7	Gho	50x50x4	M16-5.6	1	Gho	50x50x4	M16-8.8	2
110	t1od6	Gho	50x50x4	M16-5.6	1	Gho	70x70x5	M16-8.8	2
112	t1od8	Gho	50x50x4	M16-5.6	1	Gho	60x60x6	M16-8.8	1
133	t1vd1	Gho	60x60x5	M16-5.6	1	Gho	60x60x5	M16-8.8	2
138	t1vv3	Gho	60x60x5	M16-5.6	1	Gho	60x60x5	M16-8.8	2
149	t2or1	UNP	120	M20-5.6	3	UNP	140	M20-8.8	3
182	tr3or1	UNP	160	M20-5.6	5	UNP	200	M20-8.8	5

2	17-03-2016	Mast nummer 021N gewijzigd naar 021a
		Projectname: <b>Engineering verbinding ZW380</b>
Third angle projection: 		Drawing no.: <b>74.102194-035-903</b>
Design state: DRAFT	Scale: 1:125	Description: Mast aanduiding Mast 021N en 022N
Drawn by: NMA 27-01-2016	Units: m	
Checked by: AJP 27-1-2016	Project no: 000.145	Revision: <b>2</b>
Approved by: AW 27-1-2016	Company: TenneT	
Format: <b>A2</b>		
DNV-GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com		

#### A.4 Kettingtekeningen



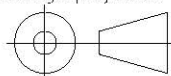
**T.B.V. Aanvraag**



Projectname:

Engineering verbinding ZW380

Third angle projection:



Drawing no.:

74102194-040-005

Design state: Definitief	Scale: n.v.t.	Description: Principe ontwerp fase-fase isolatoren t.b.v. de aansluiting van noodkabels op de fasegeleiders van de mast	Revision: 1.0
Drawn by: RBE 05-08-2013	Units: mm		Format: A4
Checked by: EGB 05-08-2013	Project no: 000.145		
Approved by: AW 05-08-2013	Company: TenneT		





## **APPENDIX B**

### **Berekeningen**

---

B.1 Kortsluitberekeningen

B.2 Mast 21

B. 3 Paalberekeningen Mast 21a en 22N

## B.1 Kortsluitberekeningen

**Bijlage F Kortsluitberekening voor verticale afspanning mast 21a en 22N**

Projectnaam: ZW380  
 Projectnummer: 74102194  
 Auteur: EJ Platenkamp  
 Berekening conform: IEC 60851  
 NEN-EN 50341-3

Omschrijving: Uitzwaai afstanden en krachten berekenen door kortsluiting en wind

Aannames Bij kortstondige kortsluitkrachten zal de veer door massa traagheid niet verlenen. De functie van de veer is enkel om temperatuurseffecten op te vangen. De temperatuursverhoging door de kortsluitstroom wordt wel meegenomen. Bij uitzwaai wordt alleen met wind gerekend met maximale veeruitwijking

Invulschem		
ACSR-DIN 305/40	11.32 N/m	Geleider
A (geleider)	344.1 mm <sup>2</sup>	0.000344 m <sup>2</sup>
Diameter	24.12 mm	
bundel	2	aantal geleiders per bundel
Rdc	3.48E-08 Qm	Soortelijke weerstand. Bij alu is 2.65 *10^-8
c	910 J/kg/K	Opvragen specificatie. Bij aluminium is 808 J/kg/K
Alfa	1.93E-05 m/m*K	uitzettingscoefficient bij aluminium is 23e-6
Temp EDS	10 °C	EDS temperatuur
Temp geleider	70 °C	Worst case is maximale geleider temp
Temp geleider	-20 °C	Minimal temp geleider
<b>Veer</b>		
Uitslag veer	100 mm	Initiele uitslag
Veerlengte	200 mm	Maximale uitslag
Veerstijfheid	25 N/mm	Veerstijfheid 245250 kg/m
Belasting uit veer	2500 N	Trek uit veer uitoefende op dropper
Trek in dropper (midden)	2613.2 N	gem. belasting in dropper (veer + eig. gew. /2)
Trek in dropper (bovenste)	2613.2 N	gem. belasting in dropper (veer + eig. gew. /2)
Trekparameter (midden)	231 m	Omgerekende trekparameter in dropper (initiele)
Trekparameter (bovenste)	231 m	Omgerekende trekparameter in dropper (initiele)
i <sup>∞</sup> 2 (krachten)	40000 A	Kortsluitstroom (piek)
i <sup>∞</sup> 2 (uitwijking)	40000 A	Kortsluitstroom
tijd	1 sec	Kortsluitijd
<b>Lengte dropper</b>		
L (kortsluit)	20 m	Lengte van de dropper (midden)
L (wind)	20 m	Lengte van de dropper (bovenste)
am	2 m	fase-fase (midden - onderste fase)
max. wind belasting	1240 N/m <sup>2</sup>	Max. wind op helft dropper (EN 50341 - table 4.2.2.2/NL1)
Dwarskracht	30 N/m	Dwarskracht door wind per meter
Verplaatsing A	0 mm	Verplaatsing van ophangpunt dropper, negatief is omlaag, positief is omhoog

**Berekening geleider temperatuur bij kortsluiting**

Lengte dropper	20 m				
Gewicht	23.1 kg				
R geleider	2.02E-03 ohm				
Opname energie	3.24E+06 Joules	gebaseerd op	40000 A	en	1 sec
ΔT	154.1 °C	Door kortsluitstroom			
ΔT	60.0 °C	Door stroom door geleider (max temp - eds temp.)			
Temp (kortsluit)	224.1 °C	Totale temperatuur (max. temp + kortsluit)			

**Verlenging veer door verplaatsing ophangpunt A**

ΔL	0.00 m	0 mm
----	--------	------

**Berekening verlenging veer door temperatuursverandering door geleider temperatuursverhoging**

ΔL	0.02 m	23.16 mm
----	--------	----------

**Totale doorzakking dat opgenomen moet worden door veerlengte**

ΔL (totaal)	0.02 m	23.2 mm
-------------	--------	---------

**Check veer op maximale temperatuur**

ΔL (zakking)	23.2 mm	Totale zakking bij max temp
ini. Veerlengte	100 mm	
Veerlengte	76.8 mm	
Nieuwe trek	2034 N	Trekbelasting in dropper door max. temp. en ophangverzakking
Trekparameter	179.7 m	Nieuwe omgerekende trekparameter

**Check veer op minimale temperatuur**

ΔT (minimal)	-30 °C	
ΔL	-11.6 mm	Totale zakking bij min temp
Veerlengte	111.6 mm	
Nieuwe trek	2903 N	Trekbelasting in dropper door max. temp. en ophangverzakking
Nieuwe p	256 m	Nieuwe omgerekende trekparameter

**Kortsluitkracht berekening op uiteindes dropper**

F <sub>(dwars)</sub>	2400 N	Dwarskracht line - line short circuit volgens IEC 60865
F <sub>(t)</sub>	120 N/m	Dwarskracht/meter door kortsluiting
F <sub>trek (max)</sub>	61541 N	Trek in de geleider bij -20 °C
F <sub>trek (min)</sub>	43128 N	Trek in de geleider bij 70 °C
F <sub>dwars</sub>	2400 N	Dwarskracht bij ophanging

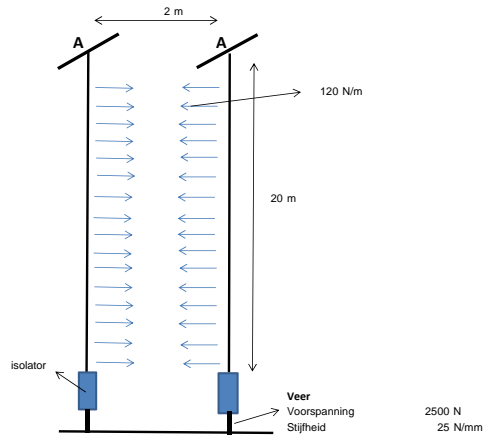
$$F_{m2} = \frac{\mu_0}{2\pi} i_{p2}^2 \frac{l}{a_m}$$

**Kracht + uitwijking op ophanging door wind**

F <sub>trek (wind)</sub>	20713 N	
Uitwijking	1.03 m	invullen, uitwijking bij geen veerverlenging
Max verlenging veer	100.00 mm	
Lengte dropper	20.11 m	
Uitwijking	1.03 m	

**Belangrijke resultaten**

Maximale trekkracht in geleider	61541 N
Kortsluitstroom	20713 N
Wind	20713 N
Maximale dwarskracht in geleider	1200 N
Kortsluitstroom	299 N
Wind	299 N
Maximale uitwijking van geleider	0.37 m
Kortsluitstroom (70 °C)	0.37 m
Wind	1.03 m



B. 2 Mast 21

## Block connector in solid slabs According to NVN-ENV 1994-1-1, bijlage F.1

	Kracht	druk	$F_{d,c}$	kN	-986	-986.00
		trek	$F_{d,t}$	kN	862	862.00
<b>Hoekstaal</b>						
	material type				S355	
	dimensions				Gho 223x223x10	
	Area			mm <sup>2</sup>	4360	4360.00
<b>Buisprofiel</b>						
	material type				S355	
	dimensions				Rodance RP 53_124	
<b>Beton</b>						
	Sterkte klasse				C28/35	C28/35
	Karakteristieke cilinderdruksterkte		$f_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	28.0	
	materiaalfactor		$\gamma$		1.5	
<b>Blokdeuvels</b>						
	aantal blokken				8	8.00
	aantal rijen				2	2.00
	aantal deuvels totaal				16	
	material type				235	235
	dimensions	hoogte	$h$	mm	30	30
		breedte	$b$	mm	30	
		lengte	$l$	mm	200	200
		tussen afstand	$a$	mm	120	120
		scheefstand 1:5				
		oppervlak onder een helling 1:5		mm	35	35
	Oppervlakte drukvlak		$A_{f1}$	mm <sup>2</sup>	6000	
	Gecorrigeerde drukvlak		$A_{f2}$	mm <sup>2</sup>	13070	
			$\eta$		1.48	
	Capaciteit blokdeuvel		$P_{Rd}$	kN	165	
<b>Voetplaat</b>						
	dimensions	breedte	$b$	mm	223	223
		lengte	$l$	mm	110	110
		afvlakking (geen vierkante voetplaat)		mm	0	0
		dikte	$d$	mm	20	20
		tussen afstand	$a$	mm	135	135
		scheefstand 1:5		mm		
		oppervlak van de onder een helling		mm	40	40
	oppervlakte druk		$A_{f1;c}$	mm <sup>2</sup>	24530	
	oppervlakte trek		$A_{f1;t}$	mm <sup>2</sup>	20170	
	oppervlakte druk		$A_{f2;c}$	mm <sup>2</sup>	45305	
	oppervlakte trek		$A_{f2;t}$	mm <sup>2</sup>	40945	
		druk	$\eta$		1.36	
		trek	$\eta$		1.42	
	diepte tov bovenkant fundatie		$d$	mm	1660	

Capaciteit Voetplaat	druk	$P_{Rd;c}$	kN	622
	trek	$P_{Rd;t}$	kN	536
<b>Blokdeuvels fundatiepaal</b>	<b>NVT!</b>			
aantal blokken				6
aantal rijen				2
aantal deuvels totaal				12
material type				S255
dimensions	hoogte	h	mm	20
	breedte	b	mm	30
	lengte	l	mm	120
	tussen afstand	a	mm	170
	scheefstand		mm	0.200
	oppervlak van de onder een helling		mm	34
Oppervlakte drukvlak		$A_{f1}$	mm <sup>2</sup>	3600
Gecorrigeerde drukvlak		$A_{f2}$	mm <sup>2</sup>	12032
		$\eta$		1.828
Capaciteit blokdeuvel		$P_{Rd}$	kN	123
<b>Krachten per blokdeuvel op het profiel</b>				
kracht per blokdeuvel	druk	$P_{Sd;c}$	kN	23
	trek	$P_{Sd;t}$	kN	20
<b>Krachten per blokdeuvel op de fundatiepaal</b>				
kracht per blokdeuvel	druk	$P_{Sd;c}$	kN	82
	trek	$P_{Sd;t}$	kN	72
<b>Unity Check blokdeuvels fundatiepaal</b>				
U.C.	druk			0.67
U.C.	trek			0.58

1543	-1116	-100000	0
1284	1396	0	100000

	S355	S355	
	Gho 223x223x10	Gho 223x223x10	
	4800	0	100000

	S355	S355	
	Rodance RP 53_124		

	28	0	100
	1.5	0	100

	6	0	100
	2	1	100
	16	1	400
	S255	100	500
	50	0	100
	30	0	100
	120	0	500
	170	0	350
	0.2	0	350
	24	1	351
	6000	0	10000
	13070	0	100
	1.47591779	0	100
	165	0	100

$$\eta = \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}}$$

$$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$$

	30	0	1000
	120	0	1000
	120	0	1000
	12	0	100
	170	0	350
	0.2	0	350
	27	1	351
	24530	0	100000
	20170	0	100000
	45305	0	100
	40945	0	100
	1.35901513	0	100
	1.42477895	0	100
	1660	0	10000

$$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$$

622	0	100
536	0	100

6	0	100
2	1	100
12	1	400
S255	100	500
20	0	100
30	0	100
120	0	2000
170	0	1000
0.2	0	350
34	1	351
3600	0	10000
12032	0	100
1.83	0	100
123	0	100

$$\eta = \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}}$$

$$P_{Rd} = \eta \cdot A_{f1} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma}$$

22.7322519	0	100
20.3475768	0	100
82.1666667	0	100
71.833	0	100
0.13751886	0	100
0.12309276	0	100
0.669	0	100
0.585	0	100



235

355

K160	11
K225	16
K300	22
B12.5	10
B17.5	14
B22.5	18
B30	25
B37.5	30
B45	35
B52.5	
B60	
B15	12
B25	20
B35	28
B45	35
B55	45
B65	53
C8/10	8
C12/15	12
C16/20	16
C20/25	20
C25/30	25
C28/35	28
C30/37	30
C35/45	35
C40/50	40
C45/55	45
C50/60	50
C53/65	53
C55/67	55

## Bepaling opneembare trekbelasting

Sondering DKM-M21.S01

Type paal **Stalen buispaal**

$$F_{r;trek;d=} O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r;max;schacht;i} dz$$

Waarin:

$O_{p;gem}$	1.35	(m)	Diameter schacht	0.425	(m)
Paalvorm	Rond	(m)	A paal	0.14	(m <sup>2</sup> )
Paallengte tot.		(m)			
Groepseffecten	ja				

$$P_{r;max;schacht;i} \propto_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \gamma_{m;b4} * \gamma_{m;var;qc}$$

Waarin:

$\xi_3$	1.28	(-)	Factor invloed aantal sonderingen
$\gamma_{m;b4}$	1.35	(-)	Materiaalfactor
$\gamma_{m;var;qc}$	1.50	(-)	Factor wisselende belastingen $\leq 1,5$

$$\gamma_{m;var;qc} = 1 + 0,25 * \left( \frac{F_{s;max;rep} - F_{s;min;rep}}{F_{s;max;rep}} \right)$$

Waarin:

$F_{s;min;rep}$	1875	(kN)	Maximale drukbelasting
$F_{s;max;rep}$	584	(kN)	Maximale trekbelasting

Waterstand 0 (m) Beneden maaiveld

$G_{paal}$  0.0 (kN) Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering	Diepte	$q_{c;z;a}$	$\alpha_t$	$P_{r,max;schacht;i}$	$F_{r,trek;d;i}$	$F_{trek;d}$	
Grondsoort	(m)	(m)	(MPa)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)
klei	0	-1	0	0.01	0.0	0.0	0.0
klei	-1	-2	0	0.01	0.0	0.0	0.0
zand	-2	-3	2.5	0.007	6.8	9.1	9.1
zand	-3	-4	5	0.007	13.5	18.2	27.3
zand	-4	-5	3	0.007	8.1	10.9	38.3
zand	-5	-6	5.5	0.007	14.9	20.1	58.3
klei	-6	-7	1	0.007	2.7	3.6	62.0
klei	-7	-8	1	0.007	2.7	3.6	65.6
klei	-8	-9	1.5	0.0125	7.2	9.8	75.4
zand	-9	-10	4	0.007	10.8	14.6	90.0
zand	-10	-11	4.5	0.007	12.2	16.4	106.4
zand	-11	-12	2.5	0.007	6.8	9.1	115.5
zand	-12	-13	6.5	0.007	17.6	23.7	139.2
zand	-13	-14	10	0.007	27.0	36.5	175.7
zand	-14	-15	6.5	0.007	17.6	23.7	199.3
zand	-15	-16	12	0.007	32.4	43.8	243.1
zand	-16	-17	11	0.007	29.7	40.1	283.2
zand	-17	-18	11.5	0.007	31.1	41.9	325.1
	-18	-19	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-19	-20	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-20	-21	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-21	-22	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-22	-23	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-23	-24	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-24	-25	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	325.1
	-26	-27	0	FALSE	0.0	0.0	325.1

	$F_{trek;d}$	$F_{trek;d;incl}$ groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. MV	-18 (m)	325 kN
		292.5

Aantal palen	3	877.5 kN
--------------	---	----------

## Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats

Sondering DKM-M21.S01

Diameter paalpunt	0.425	(m)	$O_{p;gem}$	1.35	(m)
Paalvorm	Rond	(m)	Deq	0.43	(m2)
$\Delta l$	7	(m)	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.14	(m2)	Oppervlakte paalpunt		
Negatieve kleef	ja				
$P_{r,max;punt;i < 15}$	11.375	(MN/m2)	$1/2 * \alpha_p * \beta * (q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}) / 2 + q_{c,III;gem}$		
$F_{r,max;punt;i}$	1.61	(MN)	$A_{punt} * P_{r,max;punt;i}$		

### Waarin:

$\alpha_p$	1	(-)	Paalklasse factor		
$\beta$	1	(-)	Paalvoet factor		
s	1	(-)	Vorm paalvoet factor		
$q_{c,I;gem}$	13	(MPa)	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)		
$q_{c,II;gem}$	12.5	(MPa)	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)		
$q_{c,III;gem}$	10	(MPa)	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)		

$P_{r,max;schacht;i}$	0.076	(MN/m2)	$\alpha_s * q_{c;z;a}$		
-----------------------	-------	---------	------------------------	--	--

### Waarin:

$\alpha_s$	0.01	(-)	Paal factor		
$q_{c;z;a}$	7.6	(MPa)	Conusweerstand		
$F_{r,max;schacht;i}$	0.72	(MN)	$O_{p;gem} \int_0^{\Delta l} P_{r,max;schacht;i} * dz$		
$F_{r,max;i}$	2.33	(MN)			
$F_{r,paal;max;d}$	1.52	(MN)	$F_{r,max;i} / \gamma_t * \xi_3$		

### Waarin:

$\gamma_t$	1.2	(-)	Materiaalfactor		
$\xi_3$	1.28	(-)	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen		

Opneembare drukkracht paal	1250.2	(kN)	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-18 (m)
-------------------------------	--------	------	--------------------------	---------

### B.3 Paalberekening mast 21a en 22N

## Bepaling opneembare trekbelasting

---

Sondering DKM-17.S01

Type paal Heipaal

$$F_{r;trek;d=} = O_{p,gem} \int_0^{\Delta l} P_{r,max;schacht;i} dz$$

Waarin:

$O_{p,gem}$	2.51	(m)	Diameter schacht	0.8	(m)
Paalvorm	Rond	(m)	A paal	0.50	(m2)
Paallengte tot.		(m)			
Groepseffecten	nee				

$$P_{r,max;schacht;i} = \alpha_t * q_{c;z;a} / \xi_3 * \gamma_{m;b4} * \gamma_{m,var;qc}$$

Waarin:

$\xi_3$	1.32	(-)	Factor invloed aantal sonderingen
$\gamma_{m;b4}$	1.35	(-)	Materiaalfactor
$\gamma_{m,var;qc}$	1.47	(-)	Factor wisselende belastingen $\leq 1,5$

$$\gamma_{m,var;qc} = 1 + 0,25 * \left( \frac{F_{s,max;rep} - F_{s,min;rep}}{F_{s,max;rep}} \right)$$

Waarin:

$F_{s,min;rep}$	938	(kN)	Maximale drukbelasting
$F_{s,max;rep}$	1063	(kN)	Maximale trekbelasting

Waterstand	0	(m)	Beneden maaiveld
$G_{paal}$	0.0	(kN)	Gewicht funderingspaal (beton)

Bepaling trekbelasting							
Sondering	Diepte		$q_{c;z;a}$	$\alpha_t$	$P_{r;max;schacht;i}$	$F_{r;trek;d;i}$	$F_{trek;d}$
Grondsoort	(m)	(m)	(MPa)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)
klei	0	-1	0.5	0.01	1.9	4.8	4.8
klei	-1	-2	0	0.01	0.0	0.0	4.8
zand	-2	-3	1	0.007	2.7	6.7	11.5
zand	-3	-4	7	0.007	18.7	47.0	58.5
zand	-4	-5	1	0.007	2.7	6.7	65.2
zand	-5	-6	0.5	0.007	1.3	3.4	68.6
klei	-6	-7	1	0.01	3.8	9.6	78.2
klei	-7	-8	2	0.0125	9.5	24.0	102.1
klei	-8	-9	3	0.0125	14.3	36.0	138.1
klei	-9	-10	2	0.0125	9.5	24.0	162.1
zand	-10	-11	1	0.007	2.7	6.7	168.8
zand	-11	-12	10	0.007	26.7	67.1	235.9
zand	-12	-13	10	0.007	26.7	67.1	303.1
zand	-13	-14	8	0.007	21.4	53.7	356.8
zand	-14	-15	10	0.007	26.7	67.1	423.9
zand	-15	-16	12	0.007	32.1	80.6	504.5
zand	-16	-17	13	0.007	34.7	87.3	591.7
zand	-17	-18	12	0.007	32.1	80.6	672.3
zand	-18	-19	15	0.007	40.1	100.7	773.0
zand	-19	-20	12	0.007	32.1	80.6	853.5
zand	-20	-21	14	0.007	37.4	94.0	947.5
zand	-21	-22	12	0.007	32.1	80.6	1028.1
zand	-22	-23	14	0.007	37.4	94.0	1122.1
zand	-23	-24	11	0.007	29.4	73.8	1195.9
zand	-24	-25	10	0.007	26.7	67.1	1263.1
	-25	-26	0	FALSE	0.0	0.0	1263.1
	-26	-27	0	FALSE	0.0	0.0	1263.1

	$F_{trek;d}$	$F_{trek;d;incl}$ groepseff.
Paalpuntniveau t.o.v. MV	-23 (m)	1195 kN
		1195kN

## Bepaling opneembare drukbelasting

Plaats

Sondering DKM-17.S01

Diameter paalpunt	0.8	(m)	$O_{p,gem}$	2.51	(m)
Paalvorm	Rond	(m)	Deq	0.80	(m2)
$\Delta l$	15.5	(m)	Lengte waarover schachtwrijving wordt berekend		
A	0.50	(m2)	Oppervlakte paalpunt		

Negatieve kleef

$P_{r,max;punt;i < 15}$	11	(MN/m2)	$1/2 * \alpha_p * \beta * (q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}) / 2 + q_{c,III;gem}$		
$F_{r,max;punt;i}$	5.53	(MN)	$A_{punt} * P_{r,max;punt;i}$		

Waarin:

$\alpha_p$	1	(-)	Paalklasse factor		
$\beta$	1	(-)	Paalvoet factor		
s	1	(-)	Vorm paalvoet factor		
$q_{c,I;gem}$	13	(MPa)	Gem. sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)		
$q_{c,II;gem}$	11	(MPa)	Minimale sondeerwaarde neergaande deel (4 Deq)		
$q_{c,III;gem}$	10	(MPa)	Gem. sondeerwaarde opgaande deel (8 Deq)		

$P_{r,max;schacht;i}$	0.088	(MN/m2)	$\alpha_s * q_{c,z;a}$		
-----------------------	-------	---------	------------------------	--	--

Waarin:

$\alpha_s$	0.01	(-)	Paal factor		
$q_{c,z;a}$	8.8	(MPa)	Conusweerstand		
$F_{r,max;schacht;i}$	3.43	(MN)	$O_{p,gem} \int_0^{\Delta l} P_{r,max;schacht;i} * dz$		
$F_{r,max;i}$	8.96	(MN)			
$F_{r,paal,max;d}$	5.65	(MN)	$F_{r,max;i} / \gamma_t * \xi_3$		

Waarin:

$\gamma_t$	1.2	(-)	Materiaalfactor		
$\xi_3$	1.32	(-)	Factor afhankelijk van aantal palen en sonderingen		

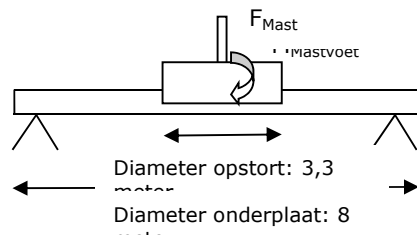
Opneembare drukkracht paal	5654.9	(kN)	Paalpuntniveau t.o.v. MV	-23 (m)
----------------------------	--------	------	--------------------------	---------



## APPENDIX C

### Voorbeeld Fundatie ZWW2S400

Het fundament van mast ZWW2S400 wordt als voorbeeld uitgewerkt. In onderstaande figuur is schematisch de fundatie weergegeven.



#### *Inhoud opstort*

Diameter: 3,3 meter

Hoogte: 1,8 meter

Inhoud opstort:  $1,8 * 0,25 * \pi * 3,3^2 = 15,9 \text{ m}^3$

#### *Inhoud onderplaat*

Diameter: 8,0 meter

Hoogte: 1,0 meter

Inhoud onderplaat:  $1,0 * 0,25 * \pi * 8,0^2 = 50,3 \text{ m}^3$

Voor het bepalen van de benodigde trek- en drukpalen wordt er onderscheid gemaakt in verschillende situaties. Het verschil zit in de belastingsfactoren die in de berekening worden toegepast, de grondwaterstand en het grondgewicht. De volgende tabel geeft aan welke belastingen er worden gebruikt met welke factoren in de twee verschillende situaties.

Druksituatie	Factor	Treksituatie	Factor
E.g. fundering	1,2	E.g. fundering	0,9
F <sub>geleider</sub>	1,0	F <sub>geleider</sub>	1,0
E.g. mast	1,2	E.g. mast	0,9
E.g. Grond [zand 18kN/m <sup>3</sup> ]	1,2	E.g. Grond [klei 15kN/m <sup>3</sup> ]	0,9
		Opdrijf	1,2

#### *Optredende krachten*

De optredende krachten zijn de maatgevende belastingen die optreden vanuit de mastvoet op de fundatie. Hierin zijn alle belastingcombinaties meegenomen voor het bepalen van de maximale belastingen. Hierbij is rekening gehouden met de belastingsfactoren conform de NEN-EN 50341-3 voor de belastingen uit de geleiders en op de mast.

De optredende belastingen veroorzaken een dwarskracht en een moment vanuit de mastvoet op de opstort.

#### ***Belasting op funderingspalen door:***

##### Dwarskracht

De belastingen vanuit de geleiders veroorzaken een dwarskracht op de aansluiting van de mast op de opstort. Deze dwarskracht levert een extra moment op de onderzijde van de onderplaat dat door de funderingspalen dient opgenomen te worden.

Afstand aangrijpingspunt \* dwarskracht =  $(1,0 + 1,8) * 345 = 966 \text{ kNm}$

##### Moment

De geleiders geven op een bepaalde hoogte een belasting wat onderaan de mast een moment geeft. Voor deze mast is het dan ook 13445 kNm inclusief 2<sup>e</sup> orde effect van 10 procent.

Het totale optredende moment aan de onderzijde van de onderplaat zal  $966+13445 = 14421$  kNm zijn. Het moment zal zich spreiden over de palen. We bepalen de belasting op de twee verst uit elkaar staande palen ten opzicht van de moment as. De belasting op deze palen zal het grootst zijn. Het hart van de palen staat 0.5m van de zijkant van de fundering.

### **Verticale belastingen**

#### Eigen gewicht

Inhoud opstort + onderplaat \* gewicht beton =  $(15.9 + 50.3) * 24 = 1588.3$  kN

Er wordt in de berekening van de fundatie een soortelijk gewicht gehanteerd van beton gehanteerd van  $24 \text{ kN/m}^3$

#### Grondgewicht

Om het maximale of minimale grondgewicht te bepalen moeten we onderscheid maken in twee situaties. Wanneer de palen op druk worden belast moet er een uiterste situatie worden geschetst waarbij een zware grondsoort (zand) wordt gebruikt. In een situatie waarbij de palen op trek worden belast wordt er een lichte grondsoort gebruikt (klei).

Inhoud grond \* gewicht grond:

Gewicht grond druksituatie =  $(4^2 * n - 1,65^2 * n) * 1,5 * 18 = 1126,2$  kN

Gewicht grond treksituatie =  $(4^2 * n - 1,65^2 * n) * 1,5 * 15 = 938,5$  kN

#### Verticale belasting

Ook bij de verticale belastingen wordt er onderscheid gemaakt in een druk en trek situatie. Deze verschillen zitten bij de verticale belasting in de veiligheidsfactoren.

Belasting uit de geleiders + eigen gewicht mast \* veiligheidsfactor =  $116 + 375 * (x) = 491$  kN

#### Water

Inhoud fundering \* gewicht water =  $15,9 + 50,3 * 10 = 662$  kN

### **Totalen:**

Het aantal palen gecorrigeerd voor het feit dat het zwaartepunt van alle palen niet op de rand van de fundatie ligt maar op ongeveer 0,6 van de rand (zwaartepunt halve cirkel). Het aantal palen is het maximum van de benodigde trek- of drukpalen. Het maximum geldt voor één kant van de mast. Het totaal aantal palen is 2 x het maximum benodigde palen.

De opneembare drukbelasting per paal is 1875 kN berekend uit sondering S039 met een paallengte van 27 meter. De opneembare trekbelasting in dezelfde situatie is 537 kN.

#### Aantal benodigde palen op druk

E.g. \* 1,2 + Gewicht grond \* 1,2 + Verticale belasting \* 1,2 + Belasting vanuit moment =

$$\frac{1588,3 * 1,2 + 1126,2 * 1,2 + (375 * 1,2 + 116)}{2} + \frac{13445 + 966}{8 - 1} = 3970,3 = \frac{3970,3}{0,6 * 1875} = 4 \text{ palen}$$

#### Aantal benodigde palen op trek

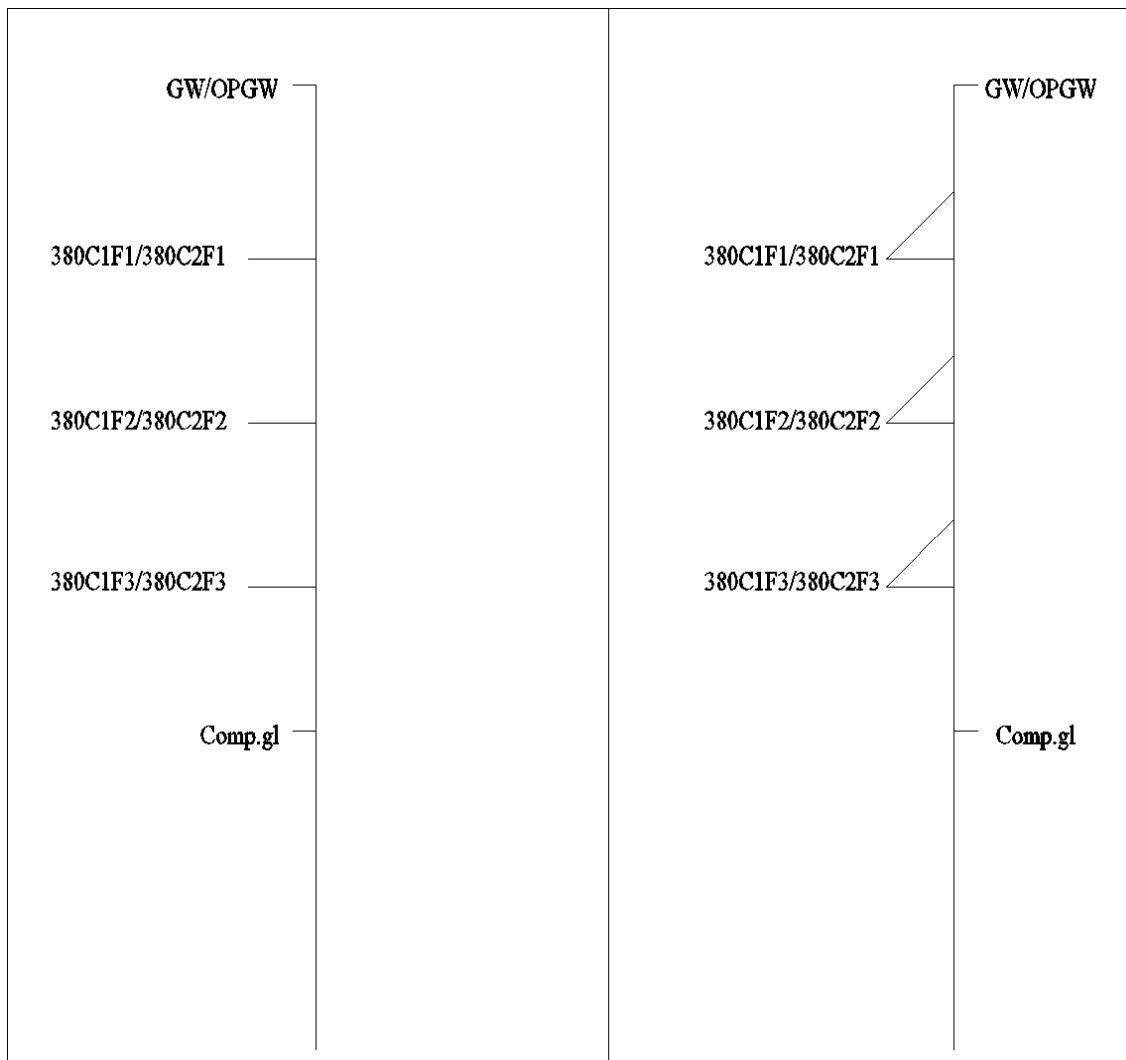
E.g. \* 0,9 + Gewicht grond \* 0,9 + Verticale belasting \* 0,9 - Waterdruk \* 1,2 - Belasting vanuit moment =

$$\frac{1588,3 * 0,9 + 938,5 * 0,9 + (375 * 0,9 + 116) - 662 * 1,2}{2} - \frac{13445 + 966}{8 - 1} = 1092,3 = \frac{1097,9}{0,6 * 537} = 4 \text{ palen}$$

**Totaal aantal benodigde palen = 8**

## APPENDIX D

### Masttypen ZWW2SXXX en ZWW2HXXX

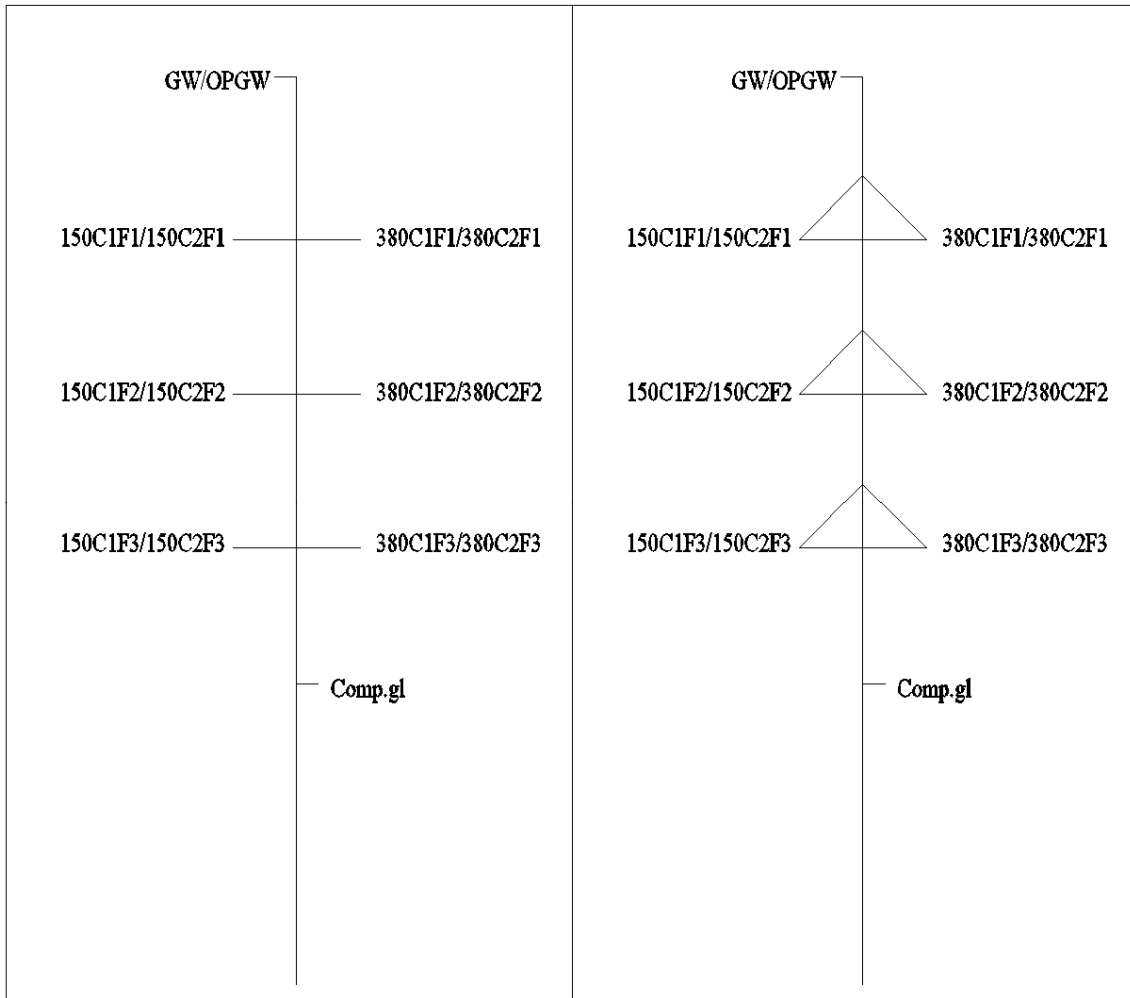


2 circuit hoek en eindmast (ZWW2HXXX)

2 circuit steunmast (ZWW2SXXX)

## APPENDIX E

### MASTTYPEN TYPE ZWW4SXXX EN ZWW4HXXX

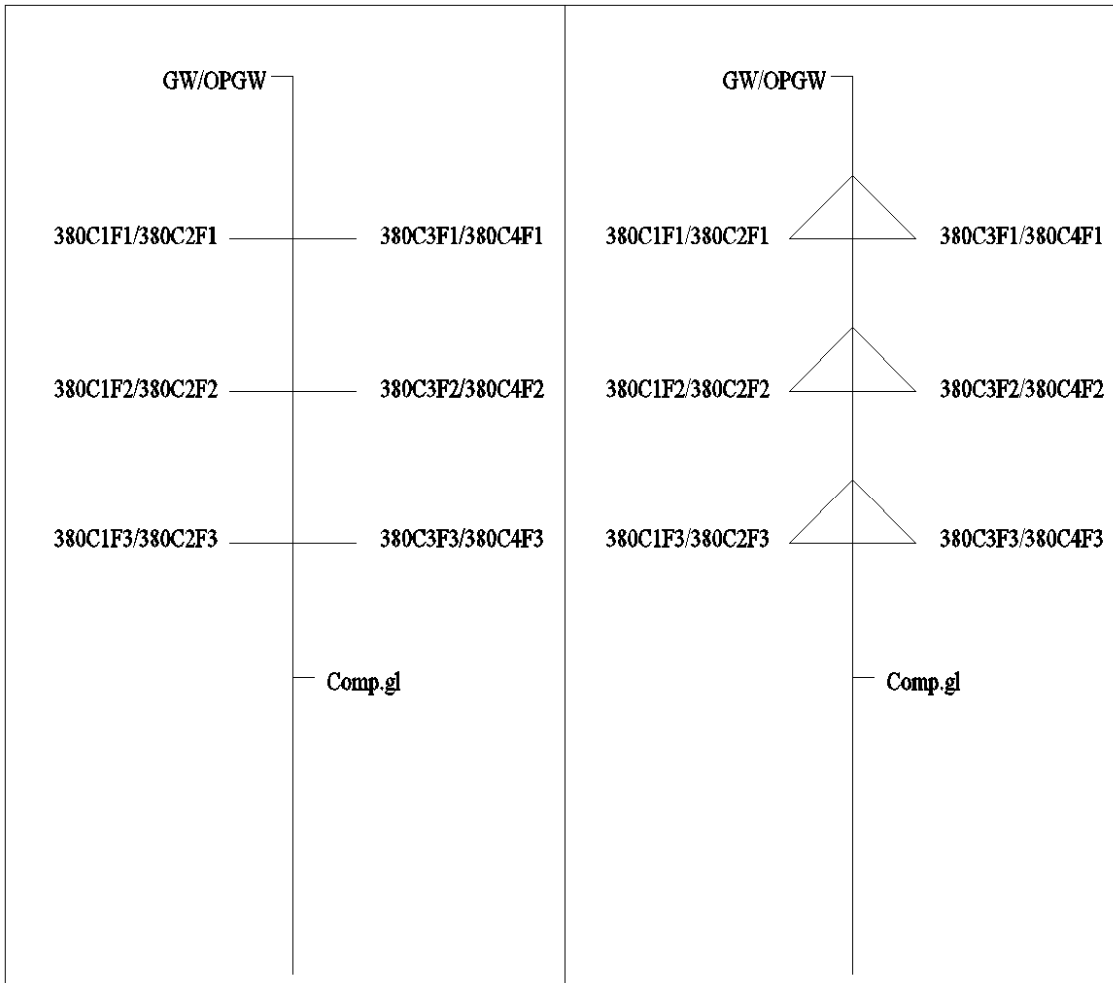


4 circuit hoek en eindmast (ZWW4HXXX)

4 circuit steunmast (ZWW4SXXX)

## APPENDIX F

### MASTTYPEN ZWW6SXXX EN ZWW6HXXX

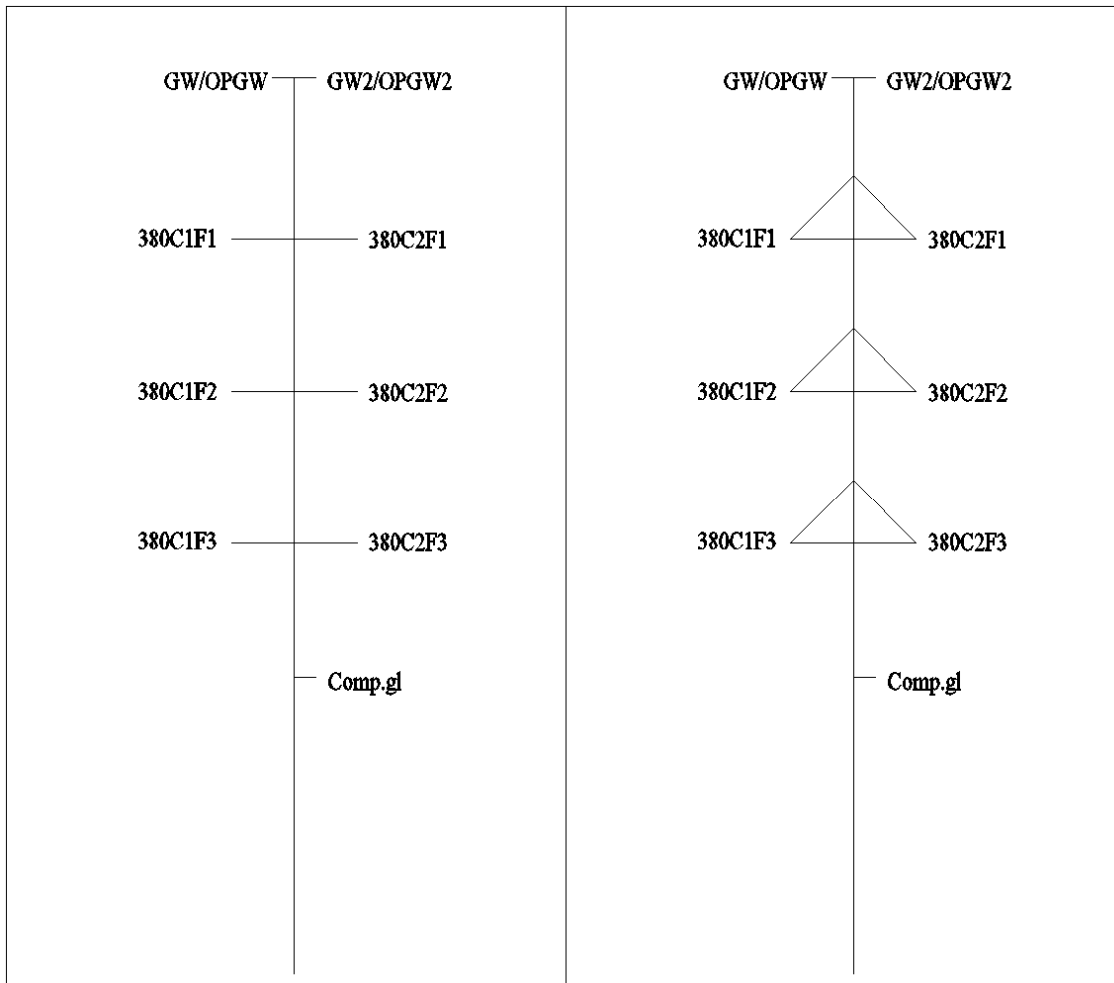


4 circuit hoek en eindmast (ZWW6HXXX)

4 circuit steunmast (ZWW6SXXX)

## APPENDIX G

### MASTTYPEN ZWM6SXXX EN ZWM6HXXX



4 circuit hoek en eindmast (ZWM6HXXX)

4 circuit steunmast (ZWM6SXXX)



## **APPENDIX H**

### **Voorbeeld Jukken**

---

**Niet van  
toepassing**



## **APPENDIX I**

### **Sonderingen**

---

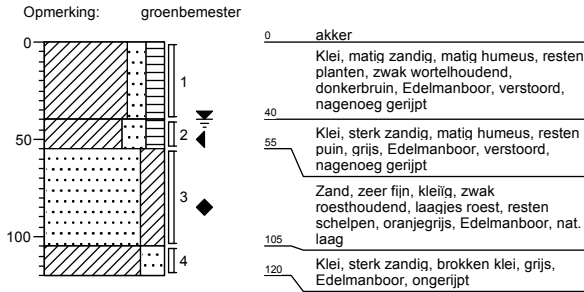


Sonderingen Oude Zanddijk totaal

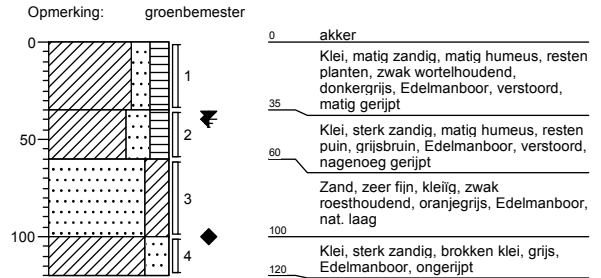
Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

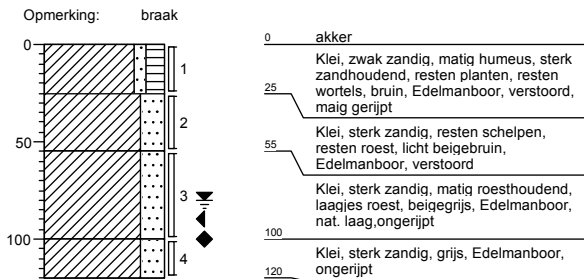
**Boring: 016.B12**  
 Datum: 27-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



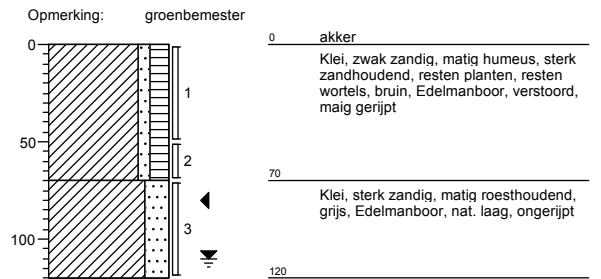
**Boring: 016.B13**  
 Datum: 27-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



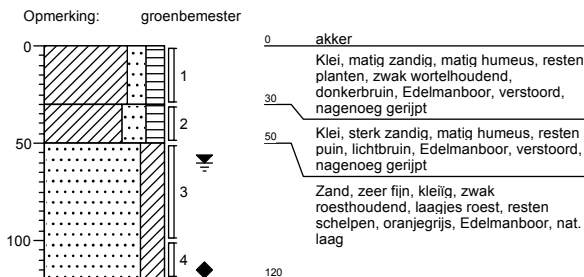
**Boring: 016.B14**  
 Datum: 26-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



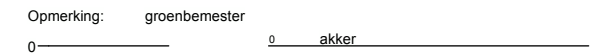
**Boring: 016.B15**  
 Datum: 26-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



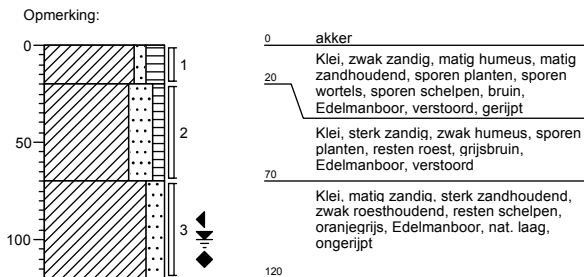
**Boring: 016.B16**  
 Datum: 27-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



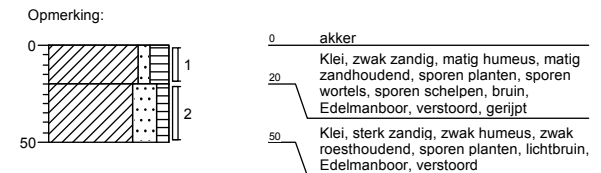
**Boring: 016.MMB**  
 Datum: 26-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.B01**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.B02**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

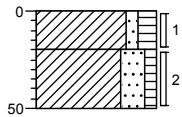


Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

**Boring: 017.B03**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

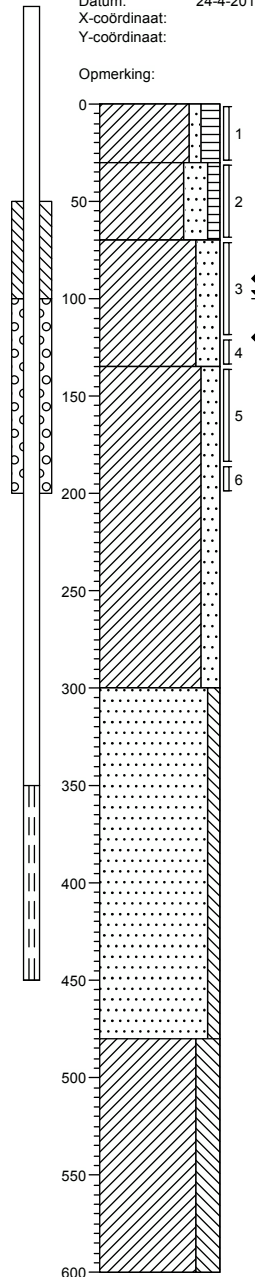
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 20  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sporen planten, lichtbruin, Edelmanboor, verstoord  
 50

**Boring: 017.B04**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

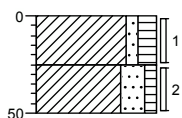
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 30  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, sporen planten, resten roest, grijsbruin, Edelmanboor, verstoord  
 70  
 Klei, sterk zandig, laagjes roest, matig roesthoudend, resten schelpen, lichtbruin, Edelmanboor, nat laag  
 135  
 Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, resten schelpen, oranjebruin, Edelmanboor, nat laag, ongerijpt

**Boring: 017.B05**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

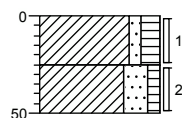
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 25  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sporen planten, lichtbruin, Edelmanboor, verstoord  
 50

**Boring: 017.B06**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:

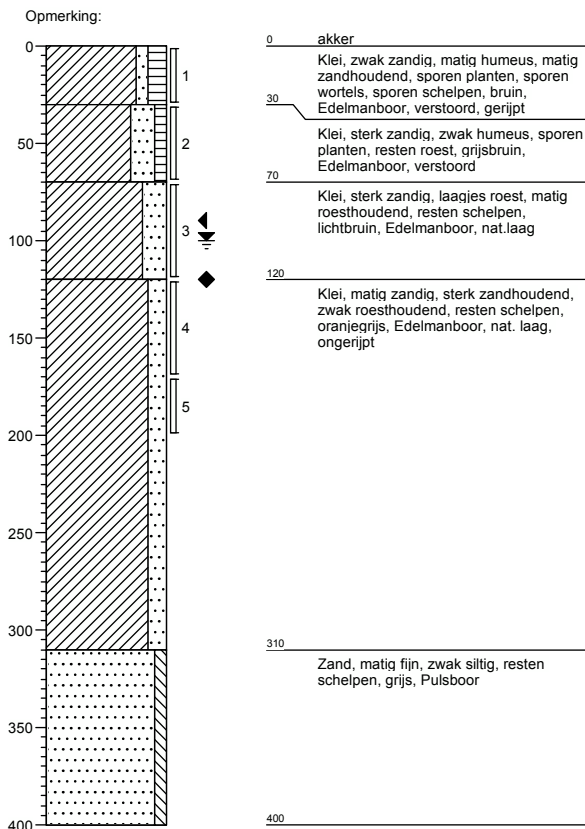


0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 25  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sporen planten, lichtbruin, Edelmanboor, verstoord

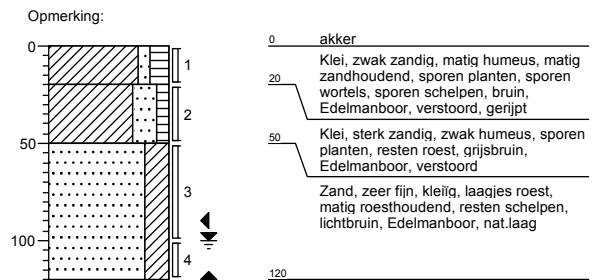
Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

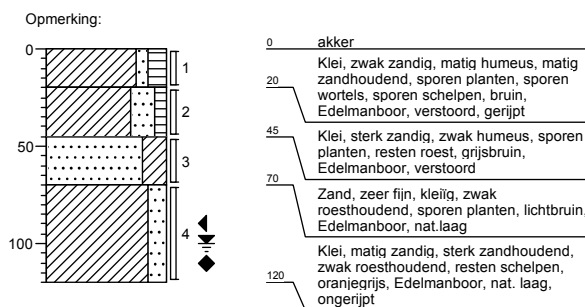
**Boring: 017.B07**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



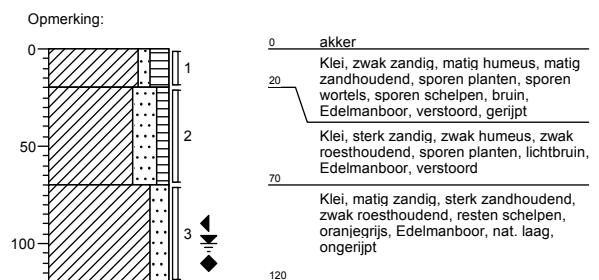
**Boring: 017.B08**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



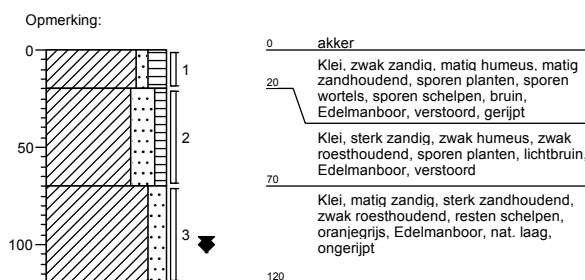
**Boring: 017.B09**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



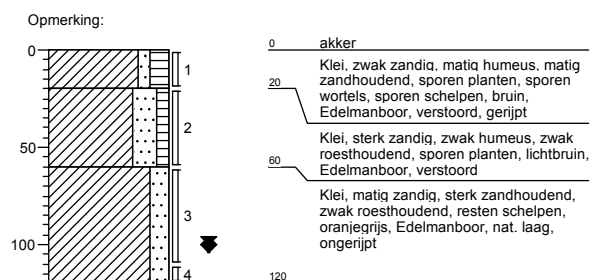
**Boring: 017.B10**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.B11**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.B12**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

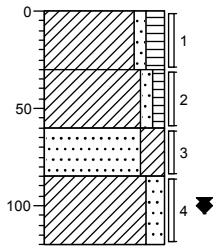


Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemerrt

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

**Boring: 017.B13**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

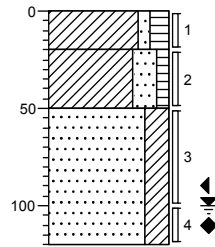
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 30  
 Klei, zwak zandig, zwak humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, resten schelpen, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord, bijna gerijpt  
 60  
 Zand, zeer fijn, kleiig, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, nat. laag  
 85  
 Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, resten schelpen, oranje grijs, Edelmanboor, nat. laag, ongerijpt  
 120

**Boring: 017.B14**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

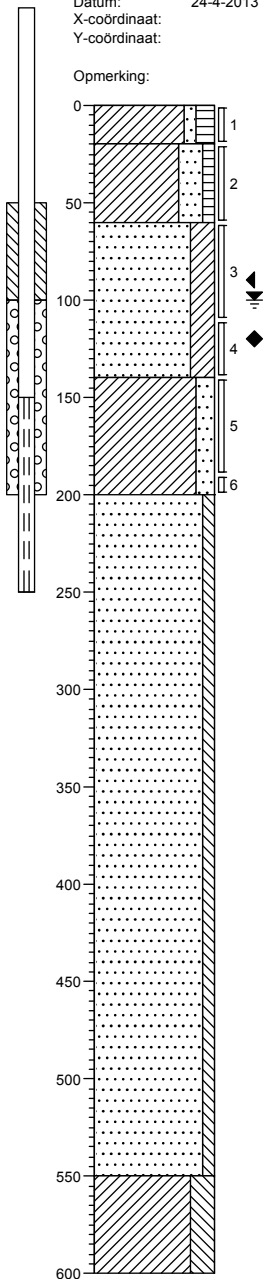
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 20  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, sporen planten, resten roest, grijsbruin, Edelmanboor, verstoord  
 50  
 Zand, zeer fijn, kleiig, zwak roesthoudend, sporen planten, lichtbruin, Edelmanboor, nat. laag  
 100  
 120

**Boring: 017.B15**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

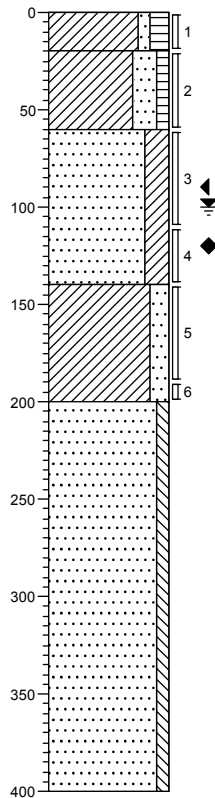
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 20  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, sporen planten, resten roest, grijsbruin, Edelmanboor, verstoord  
 60  
 Zand, zeer fijn, kleiig, laagjes roest, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, nat. laag  
 140  
 Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, resten schelpen, oranje grijs, Edelmanboor, nat. laag, ongerijpt  
 150  
 200  
 Zand, matig fijn, zwak siltig, resten schelpen, grijs, Pulsboor  
 250  
 300  
 350  
 400  
 450  
 500  
 550  
 600

**Boring: 017.B16**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:

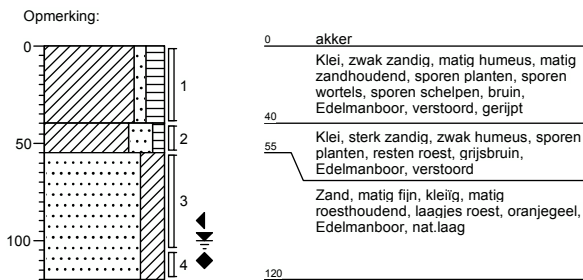


0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, matig zandhoudend, sporen planten, sporen wortels, sporen schelpen, bruin, Edelmanboor, verstoord, gerijpt  
 20  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, sporen planten, resten roest, grijsbruin, Edelmanboor, verstoord  
 60  
 Zand, zeer fijn, kleiig, laagjes roest, matig roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor, nat. laag  
 140  
 Klei, matig zandig, sterk zandhoudend, zwak roesthoudend, resten schelpen, oranje grijs, Edelmanboor, nat. laag, ongerijpt  
 150  
 200  
 Zand, matig fijn, zwak siltig, resten schelpen, grijs, Pulsboor  
 250  
 300  
 350  
 400

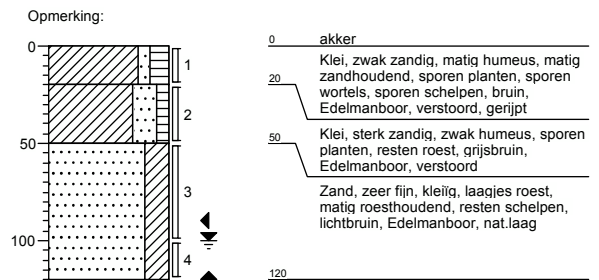
Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

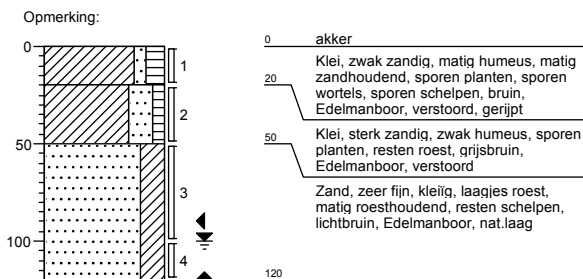
**Boring: 017.B17**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



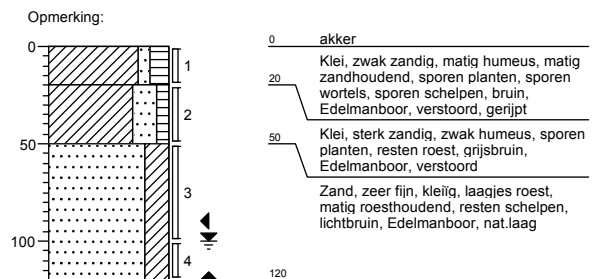
**Boring: 017.B18**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



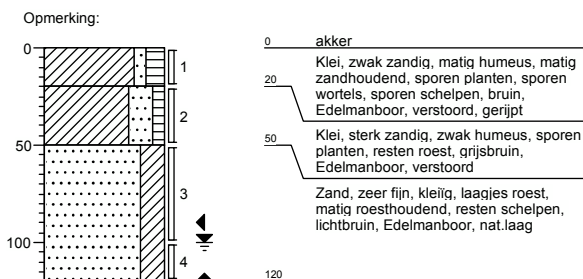
**Boring: 017.B19**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



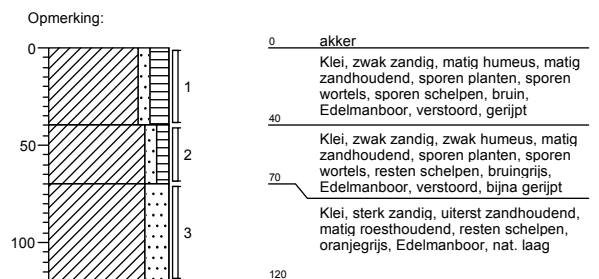
**Boring: 017.B20**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



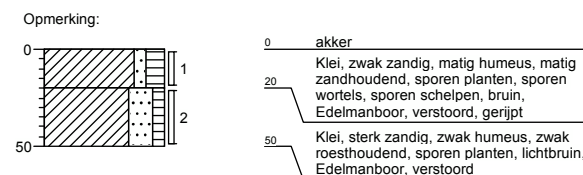
**Boring: 017.B21**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



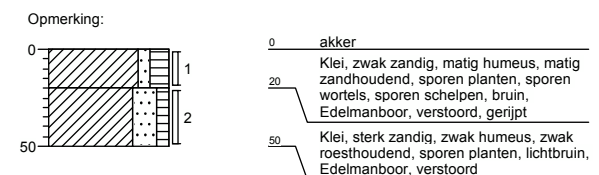
**Boring: 017.B22**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.B24**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



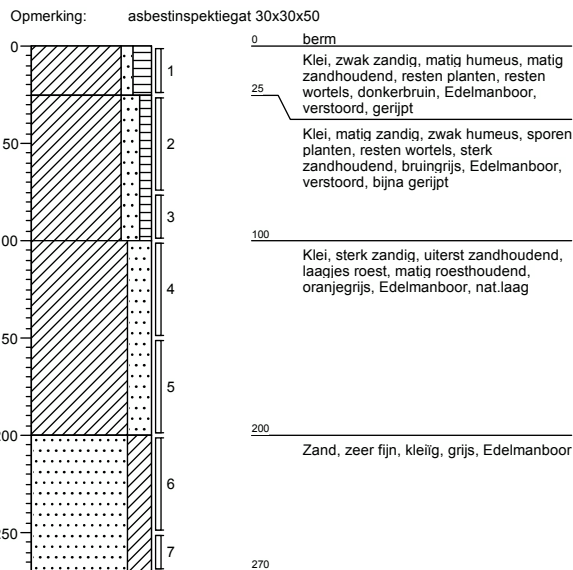
**Boring: 017.B25**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



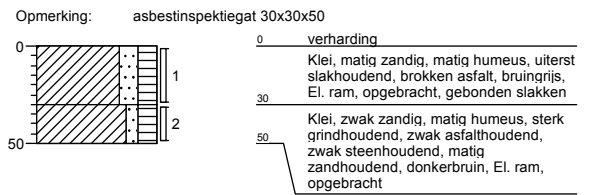
Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

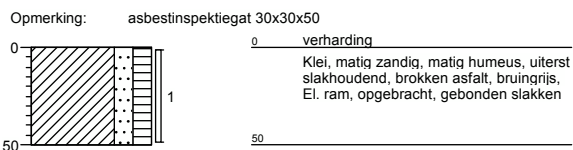
**Boring: 017.B26**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



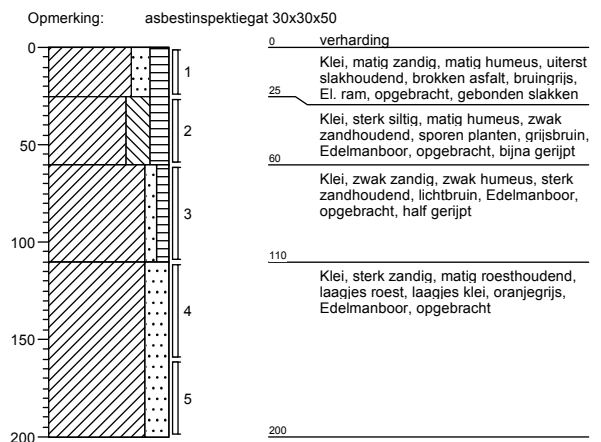
**Boring: 017.G01**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



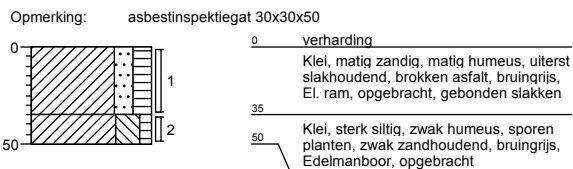
**Boring: 017.G02**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



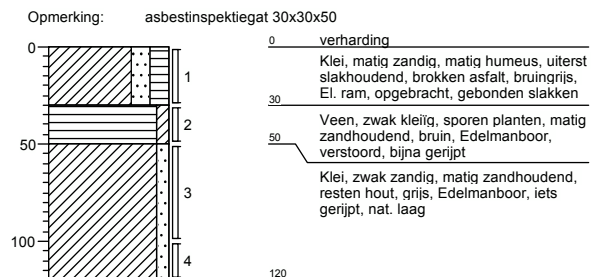
**Boring: 017.G03**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



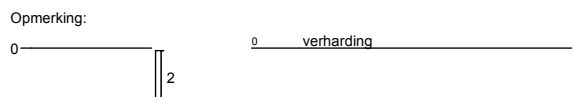
**Boring: 017.G04**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



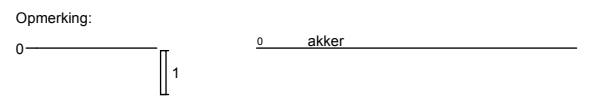
**Boring: 017.G05**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.MM1**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 017.MMB**  
 Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

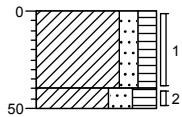


Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

**Boring: 018.B02**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

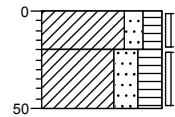
Opmerking:



0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 40  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord

**Boring: 018.B03**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

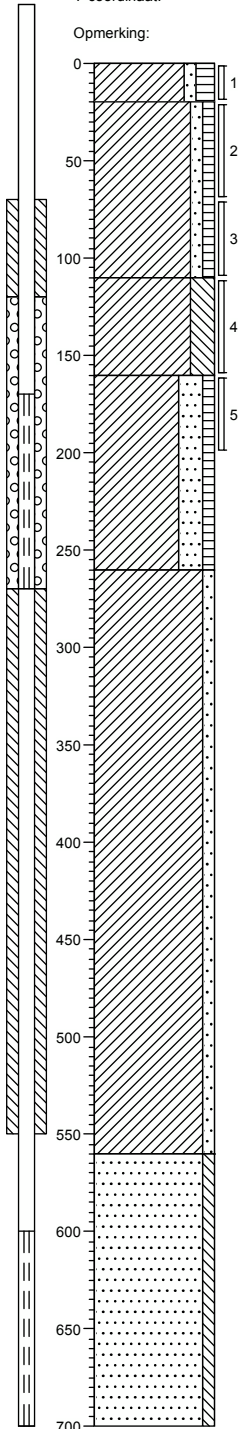
Opmerking:



0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 20  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord

**Boring: 018.B04**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

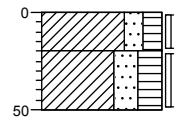
Opmerking:



0 akker  
 Klei, zwak zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten schelpen, sporen wortels, bruin, Edelmanboor, verstoord, bijna gerijp  
 20  
 Klei, zwak zandig, zwak humeus, resten schelpen, matig roesthoudend, uiterst zandhoudend, licht oranjebruin, Edelmanboor, verstoord, iets gerijp  
 110  
 Klei, sterk siltig, resten zand, sporen slib, sporen planten, grijs, Edelmanboor, nat. laag, ongerijp  
 160  
 Klei, sterk zandig, zwak humeus, uiterst zandhoudend, resten slib, sporen planten, zwak schelphoudend, grijs, Edelmanboor, ongerijp  
 260  
 Klei, zwak zandig, sterk zandhoudend, laagjes klei, grijs, Edelmanboor, ongerijp

**Boring: 018.B05**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:



0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 20  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord

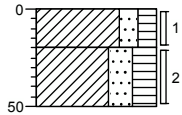


Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

**Boring: 018.B06**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

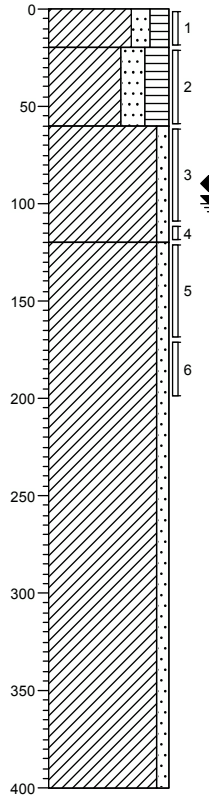
Opmerking:



0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 20  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord  
 50

**Boring: 018.B07**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

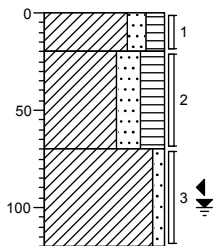
Opmerking:



0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 20  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord  
 60  
 Klei, zwak zandig, matig zandhoudend, resten schelpen, resten roest, laagjes roest, oranje grijs, Edelmanboor, nat.laag, ongerijpt  
 120  
 Klei, zwak zandig, sterk zandhoudend, resten schelpen, grijs, Edelmanboor, ongerijpt  
 400

**Boring: 018.B08**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

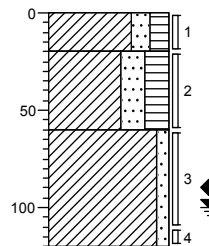
Opmerking:



0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 20  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord  
 70  
 Klei, zwak zandig, matig zandhoudend, resten schelpen, resten roest, laagjes roest, oranje grijs, Edelmanboor, nat.laag, ongerijpt  
 120

**Boring: 018.B09**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:



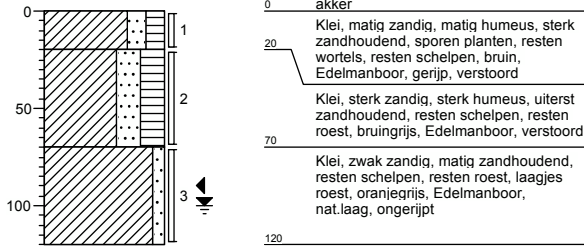
0 akker  
 Klei, matig zandig, matig humeus, sterk zandhoudend, sporen planten, resten wortels, resten schelpen, bruin, Edelmanboor, gerijp, verstoord  
 20  
 Klei, sterk zandig, sterk humeus, uiterst zandhoudend, resten schelpen, resten roest, bruingrijs, Edelmanboor, verstoord  
 60  
 Klei, zwak zandig, matig zandhoudend, resten schelpen, resten roest, laagjes roest, oranje grijs, Edelmanboor, nat.laag, ongerijpt  
 120

Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

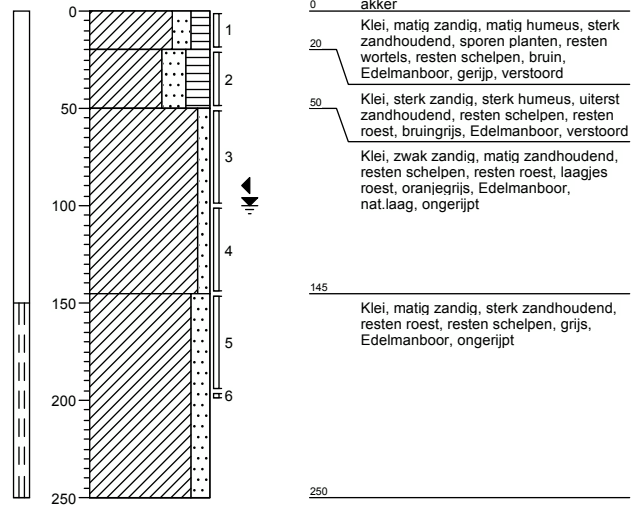
**Boring: 018.B10**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:



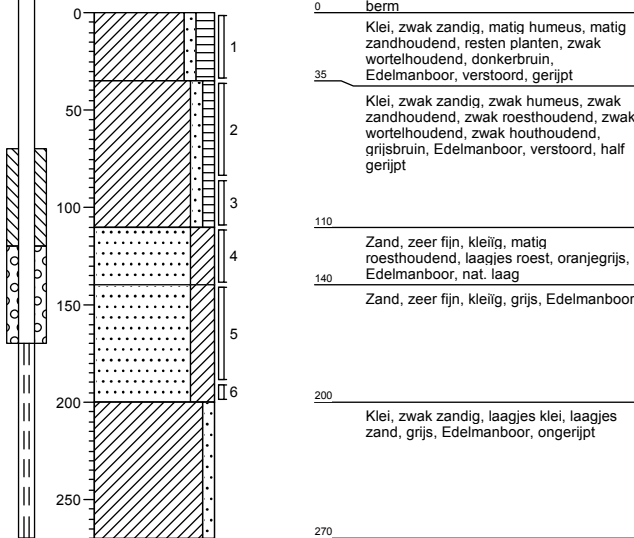
**Boring: 018.B11**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:



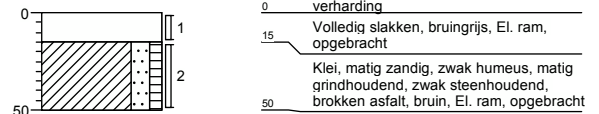
**Boring: 018.B14**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:



**Boring: 018.G01**  
 Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:

Opmerking:

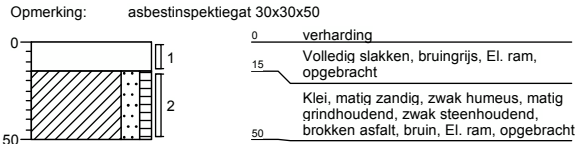


Projectnummer: 315112\_DL\_1  
 Projectnaam: Tennet Borsele - Tilburg  
 Boormeester: W. van Hemert

Opdrachtgever: Tennet  
 Projectleider: V. de Lange

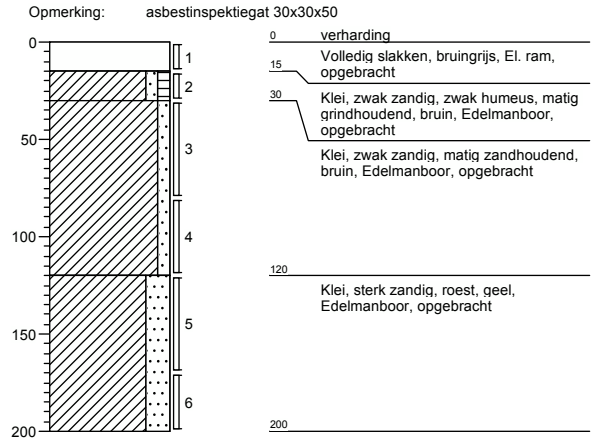
**Boring: 018.G02**

Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



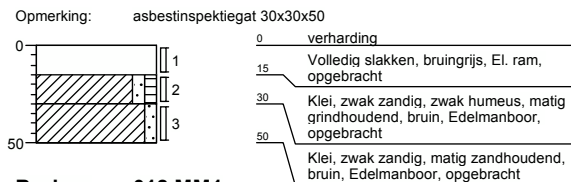
**Boring: 018.G03**

Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



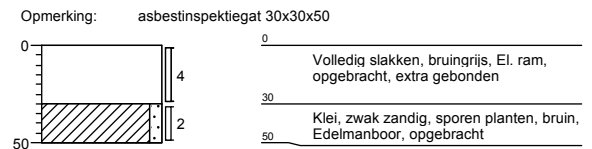
**Boring: 018.G04**

Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



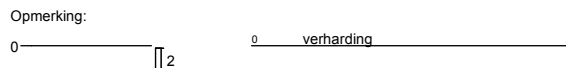
**Boring: 018.G05**

Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



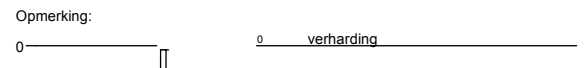
**Boring: 018.MM1**

Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



**Boring: 018.MM2**

Datum: 25-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



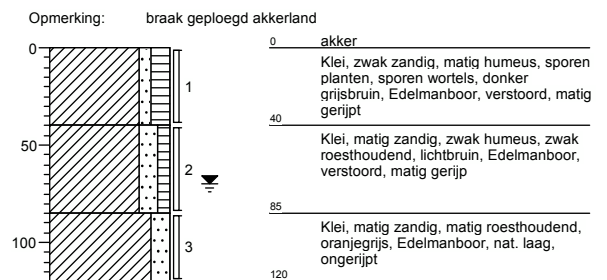
**Boring: 018.MB**

Datum: 24-4-2013  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



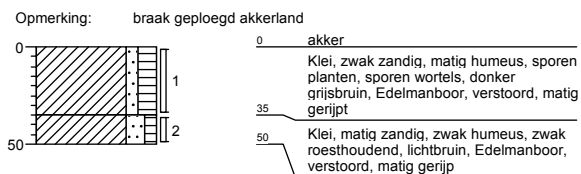
**Boring: 019.B01**

Datum: 31-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:



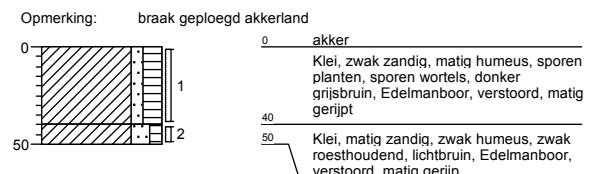
**Boring: 019.B02**

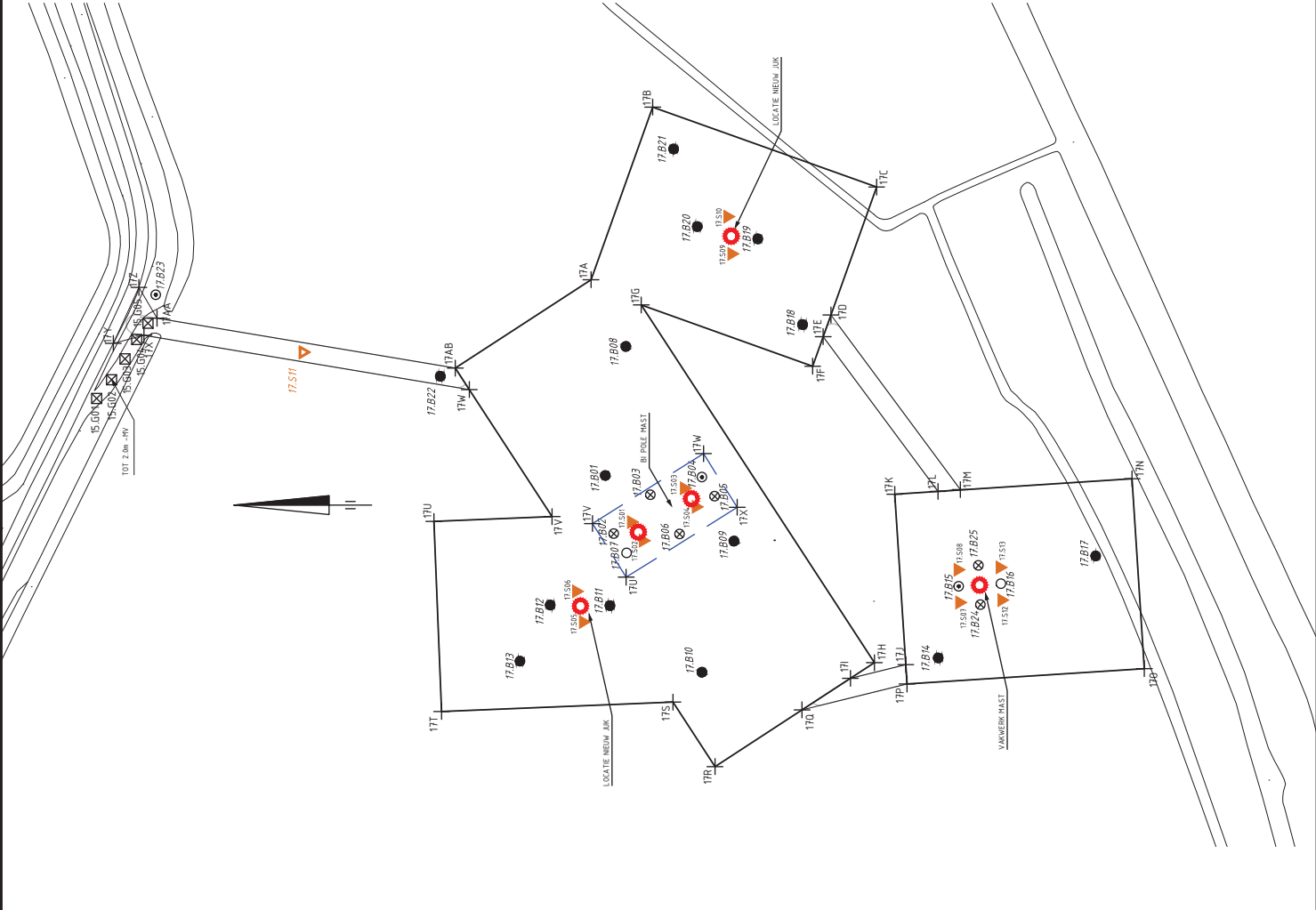
Datum: 31-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:





**Boring: 019.B03**










Datum: 31-1-2012  
 X-coördinaat:  
 Y-coördinaat:





**Verklaring**

-  Werkterrein + toegangsweg
-  Bouwput
-  Masten

-  Locatie sondering tot 40 m-mv of 16 ton
-  Locatie sondering tot 20 m-mv
-  Locatie boring tot 0.5 m-mv
-  Locatie boring tot 1.2 m-mv
-  Locatie boring tot 2.0 m-mv
-  Locatie boring tot 4.0 m-mv
-  Locatie boring + peilbuis tot watervoerende zandlaag of max. 6 m-mv
-  Locatie asbestinspectiegat (0,3mx0,3m) tot 0.5 m-mv
-  Locatie asbestinspectiegat tot min. 1.2 m-mv max. 2.2m-mv

Maaiveldhoogte in m t.o.v. N.A.P.



Gronddepot: locatie voor gescheiden opslag van  
 feelaarde, B- en C-grond

hb Hor. bronnering vb Vert. bronnering ob Open bemaling dp Diepwell bemaling

Gekeurd door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd	Besteknummer	Bld	Aantal	Taal	Documentstatus
TBI				17	...	NL	CONCEPT
Projectnummer	Tekeningnummer		Schaal	Documenttype		Datum van uitgave	Documentnaam
315112	315112-RMD-316-T001-17		1:1500	Tekening		05-01-2012	315112-RMD-316-T001

**TENNET ZW 380kV**

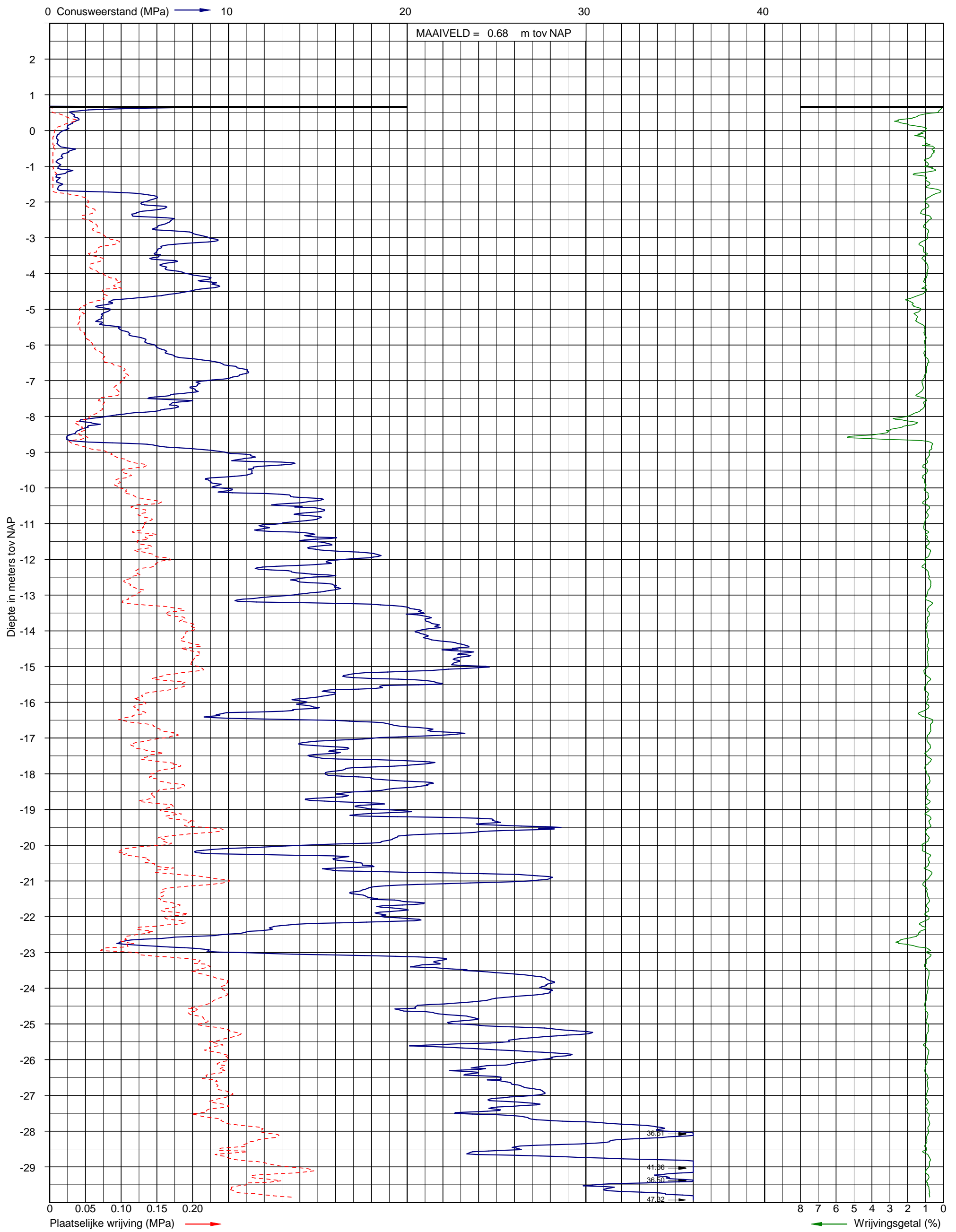
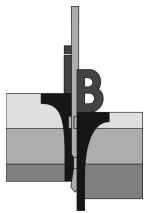
Opdrachtgever  
**TENNET TSO B.V.**  
 Onderdeel

CULTUURTECHNISCHE KAART MAST 17

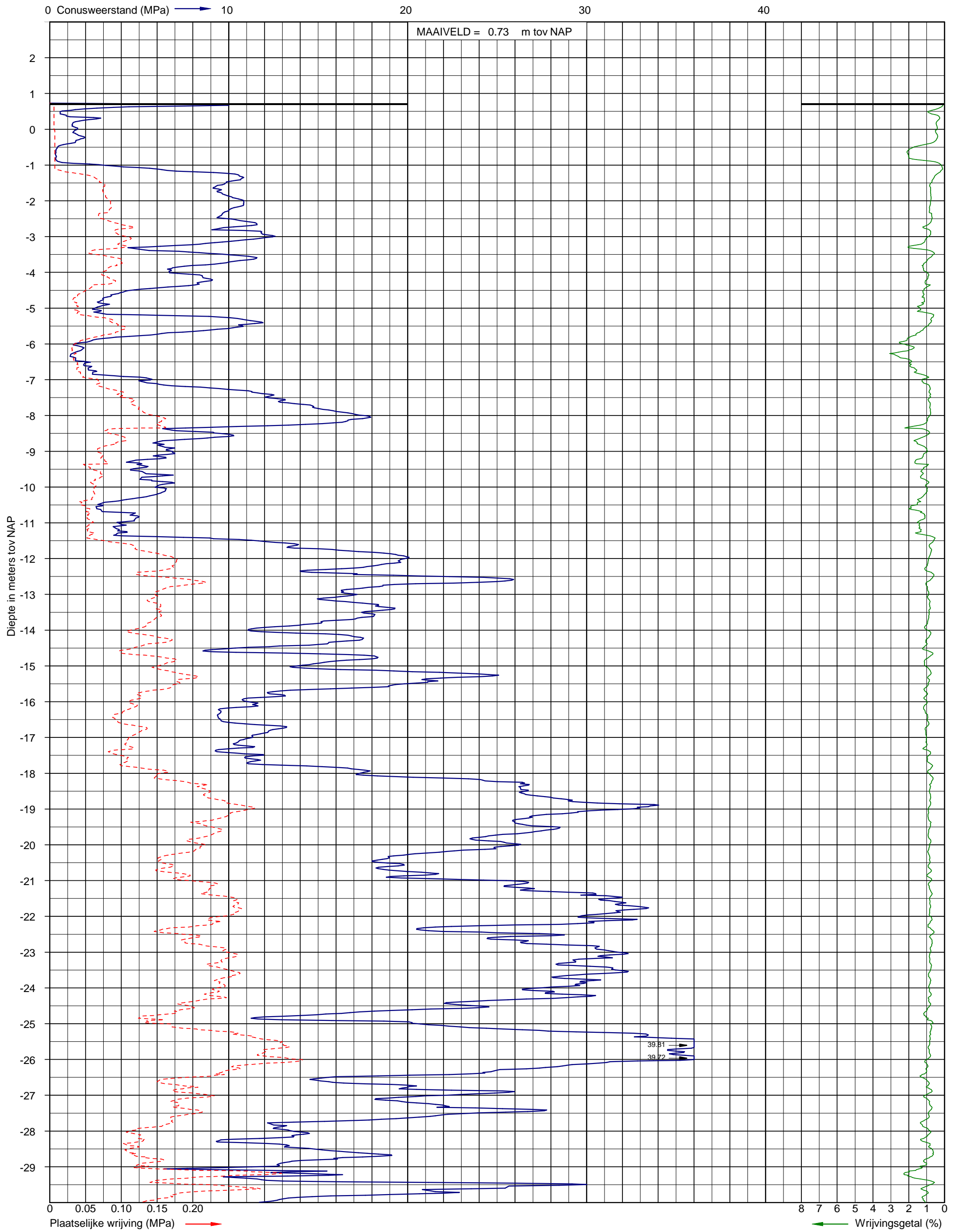
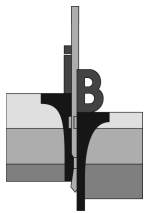


planning connecting  
 respecting  
 the future

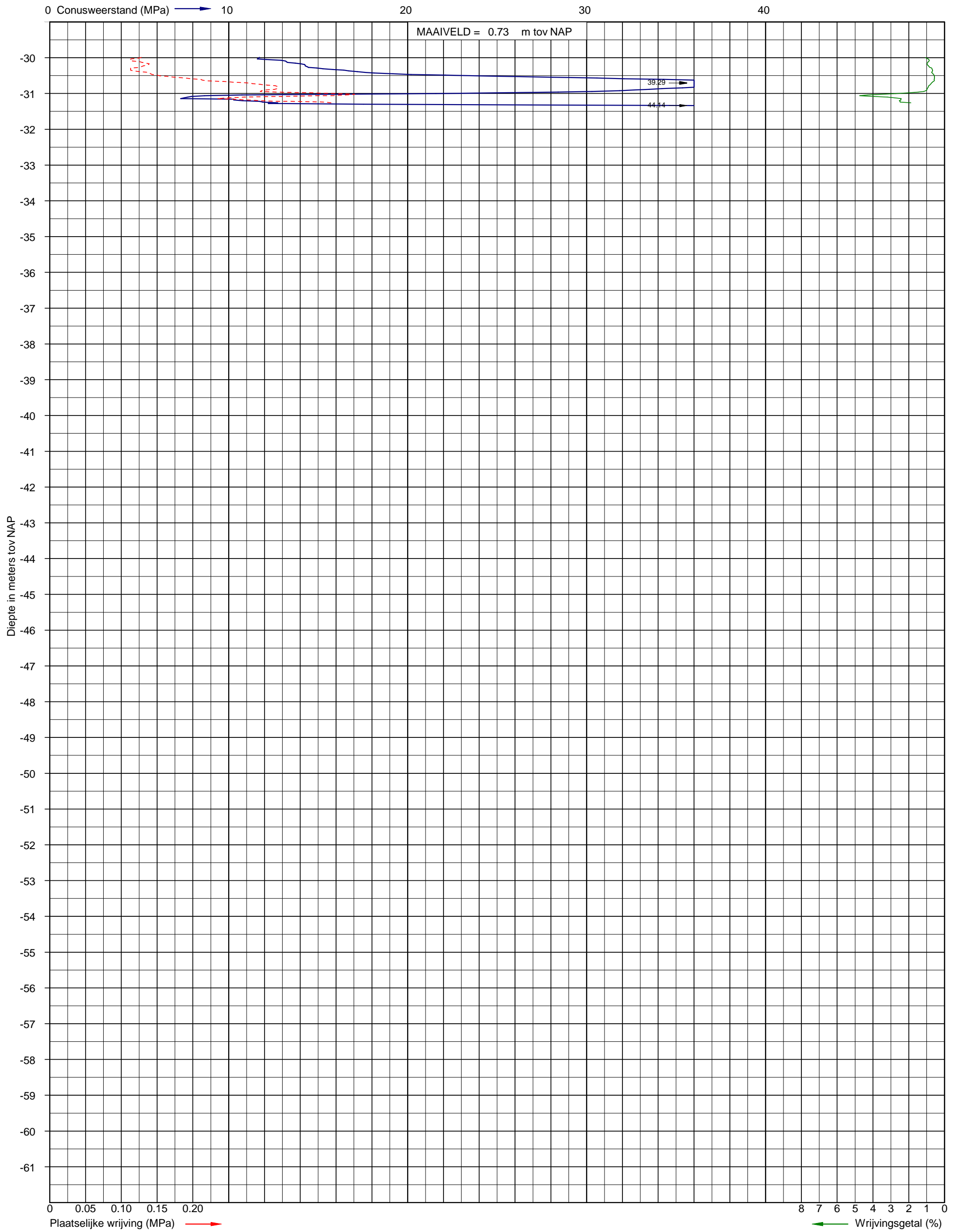
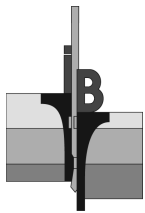
Sonderingen Mast 20



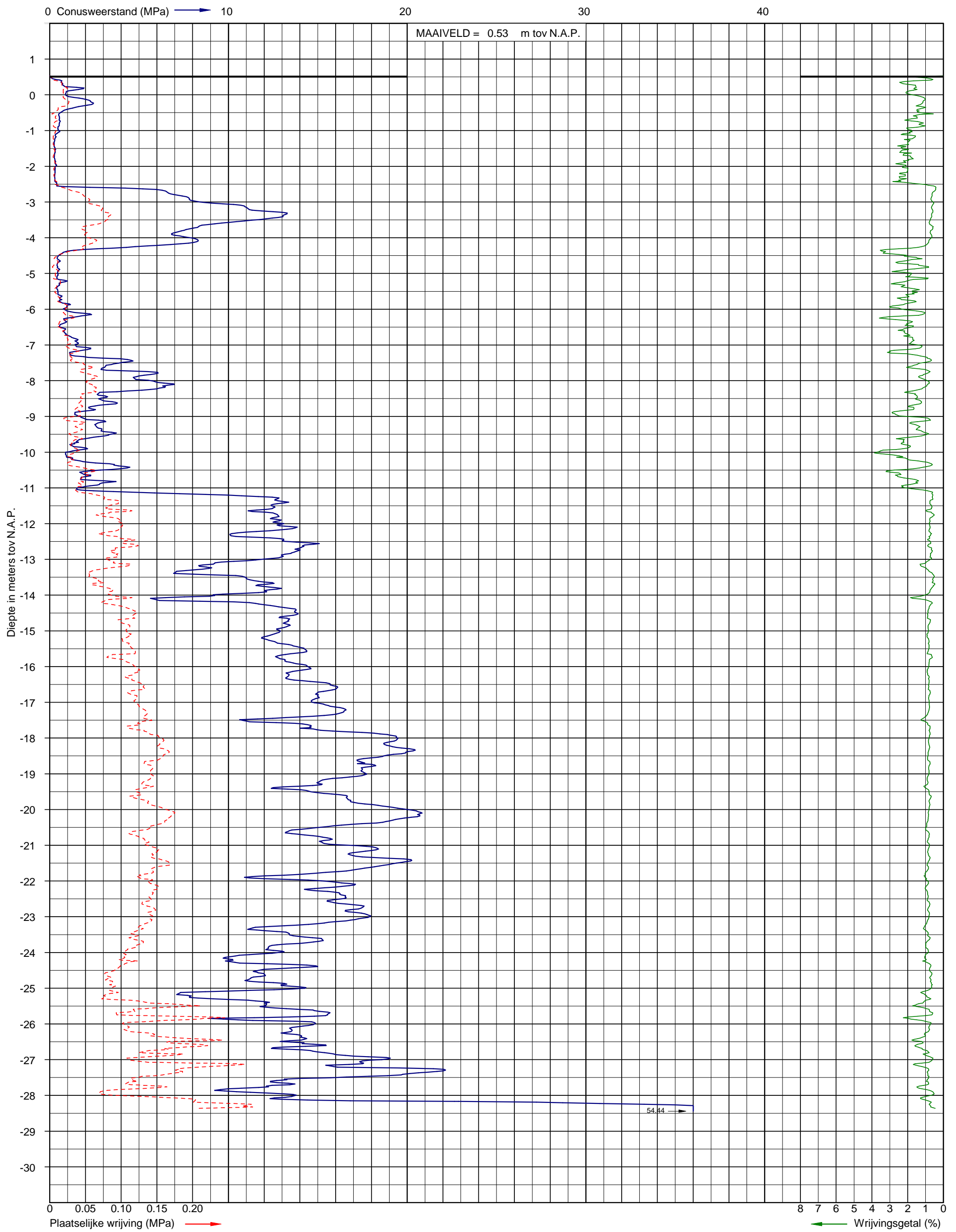
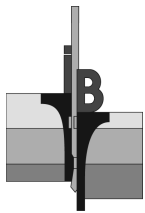
Sonderingen mast 21

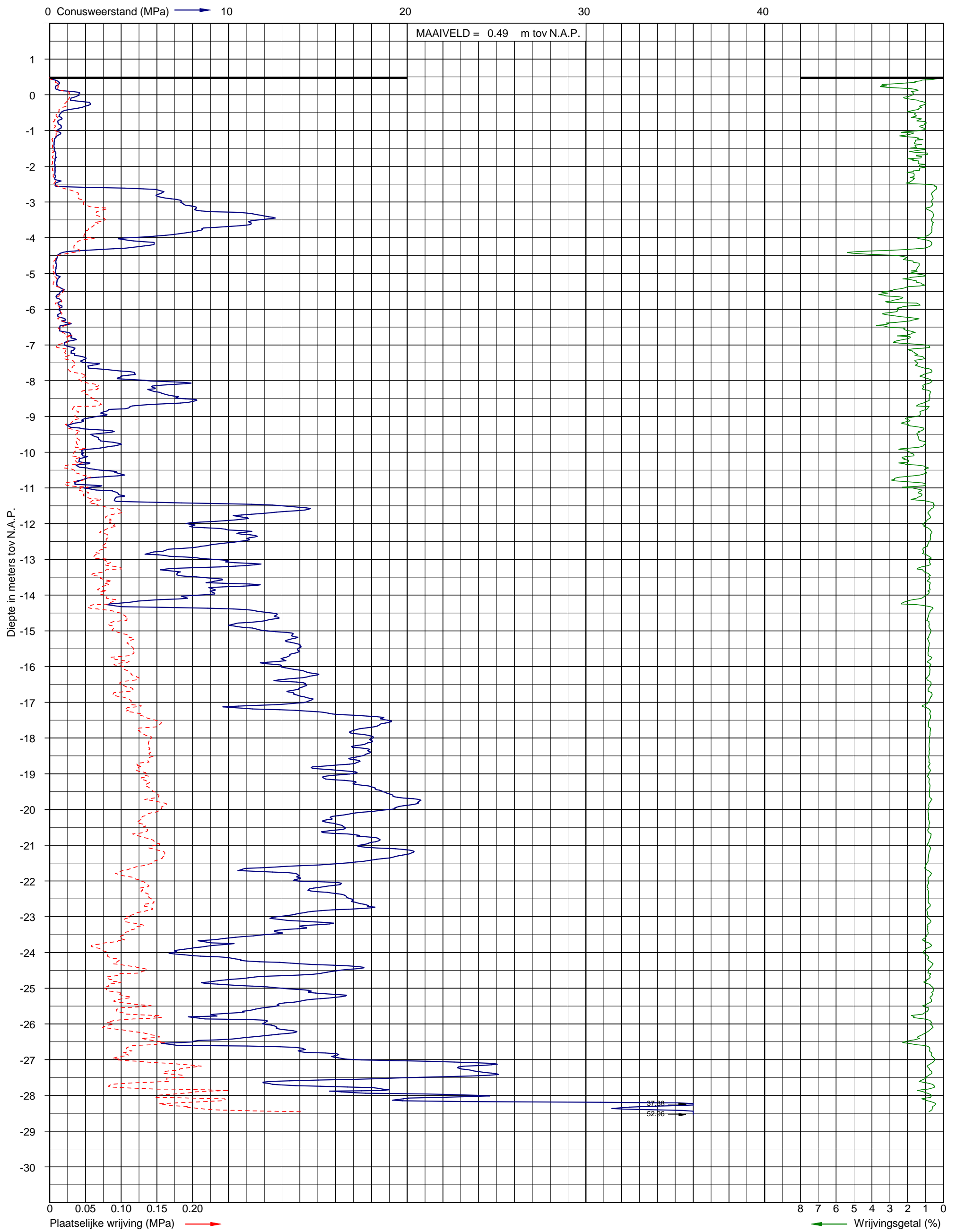
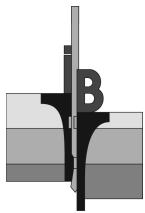


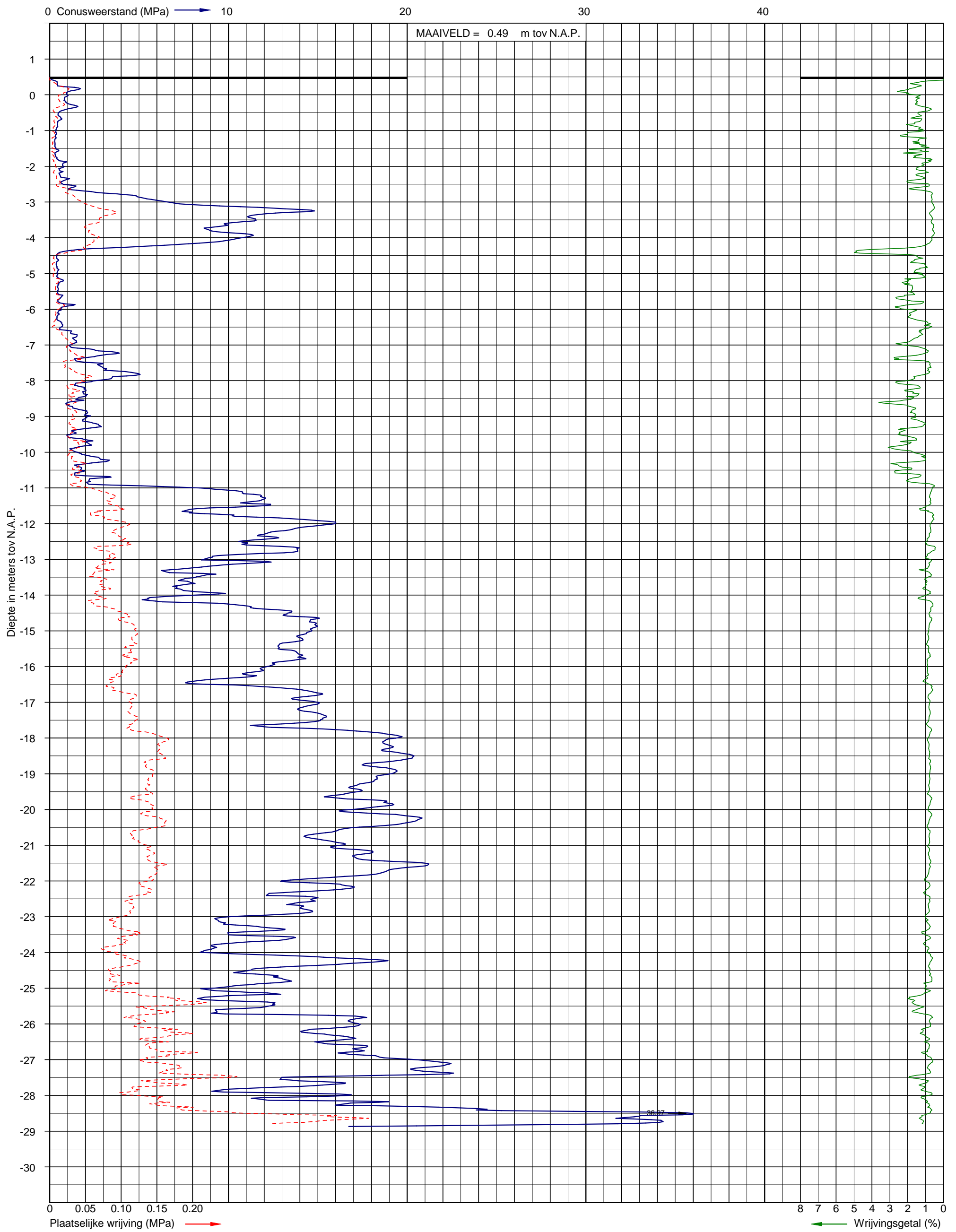
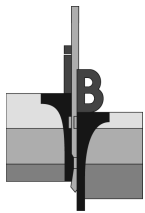


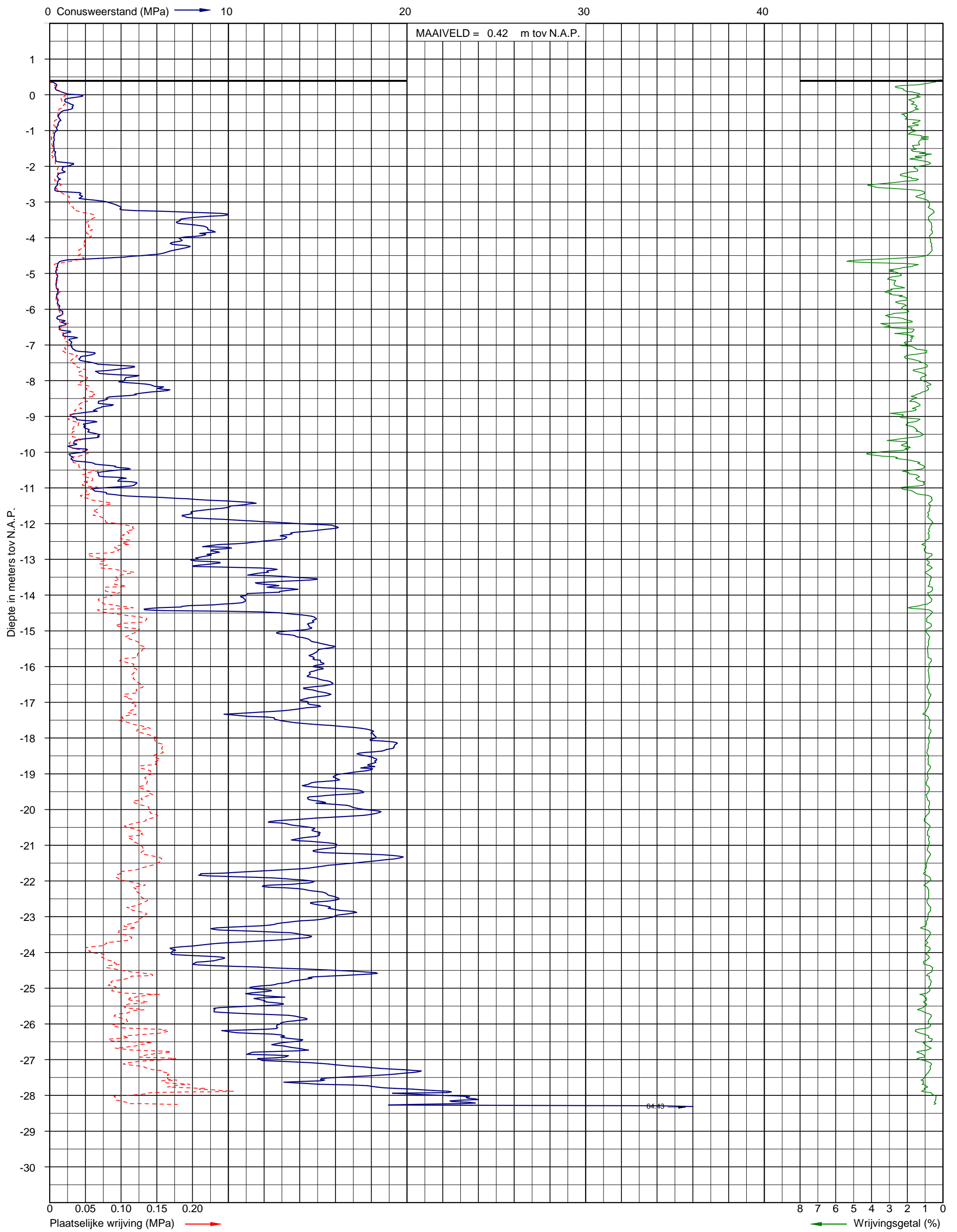
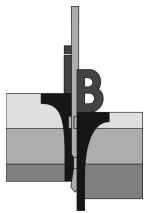


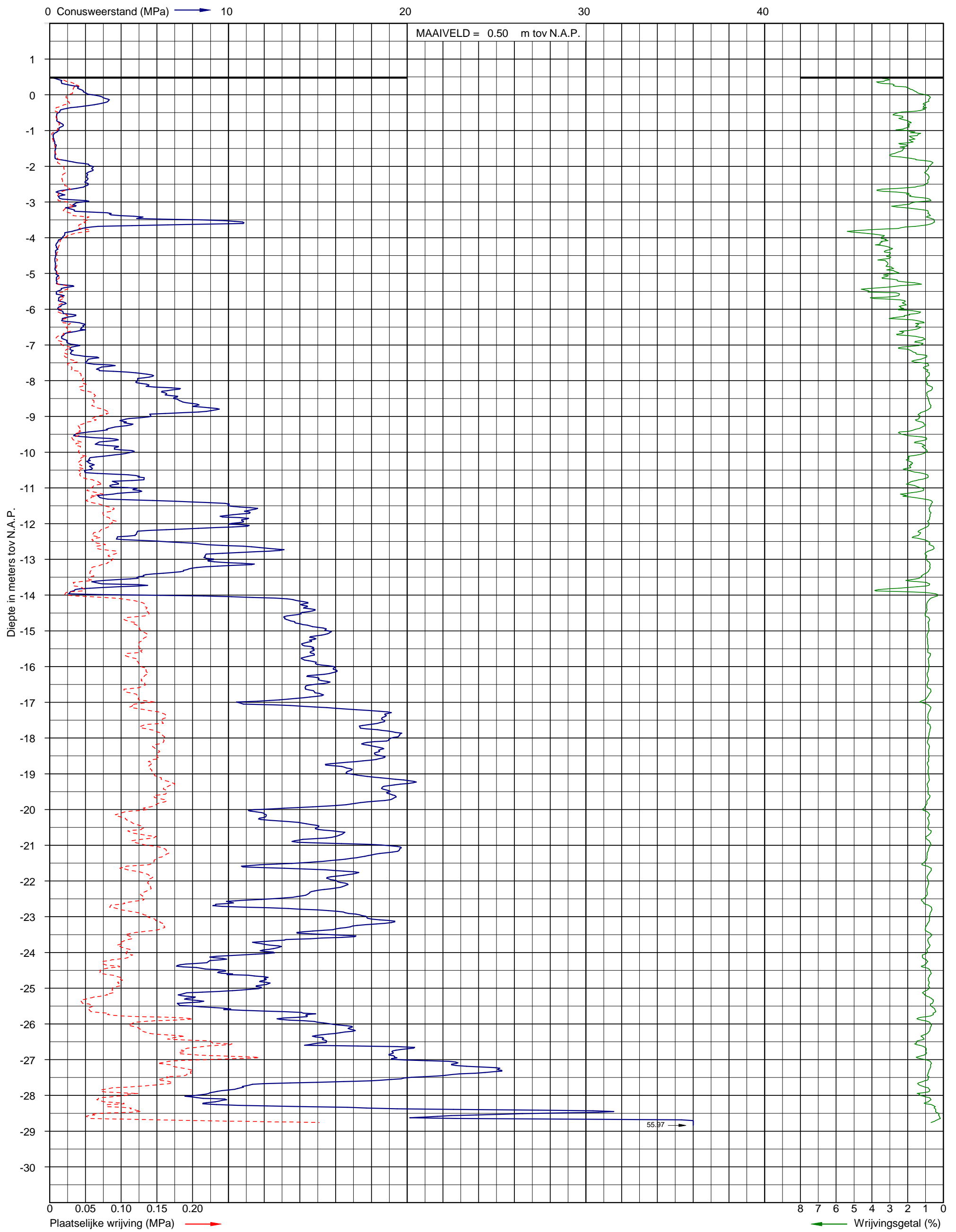
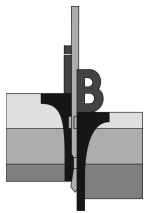
Sonderingen mast 22N

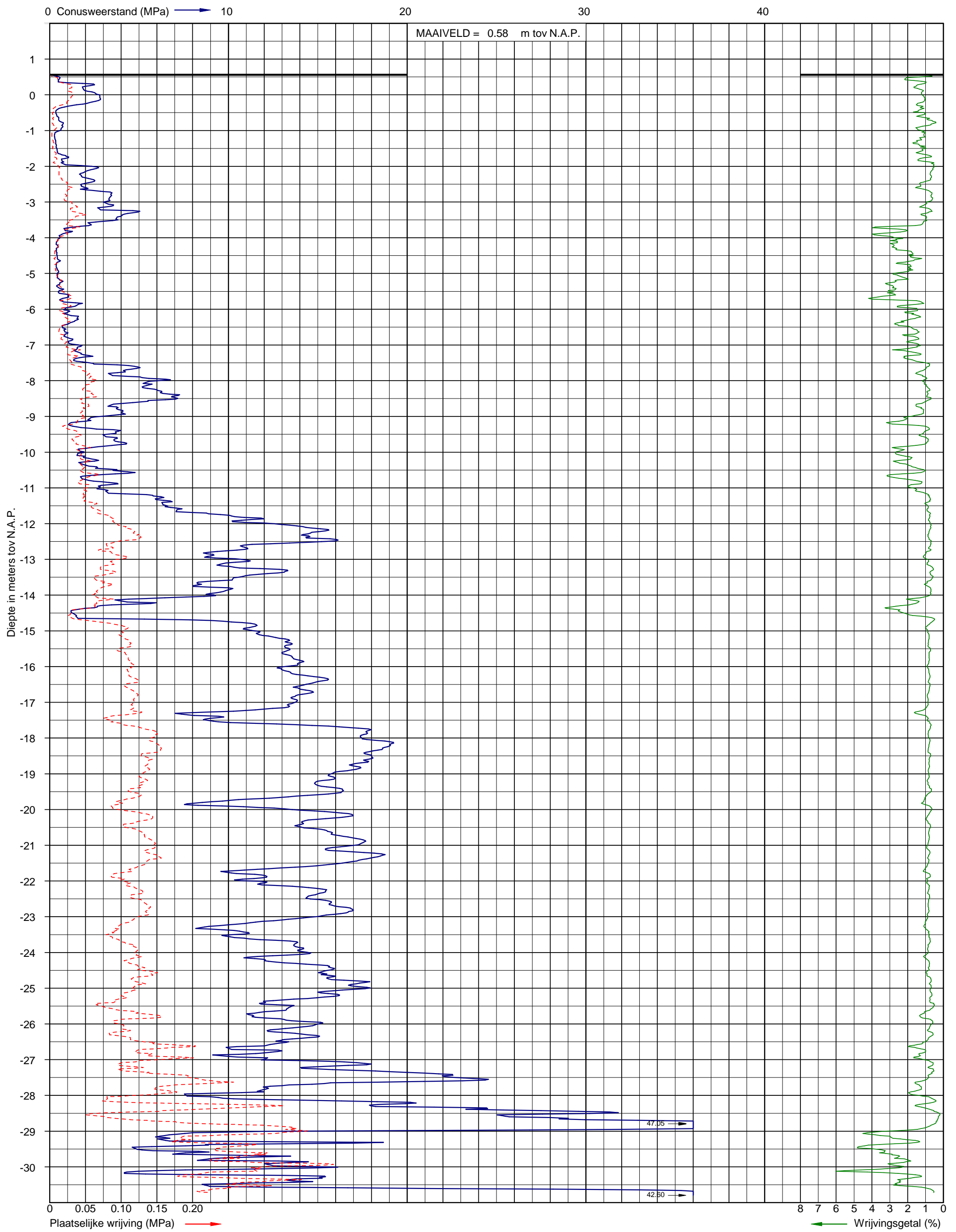
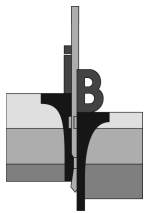




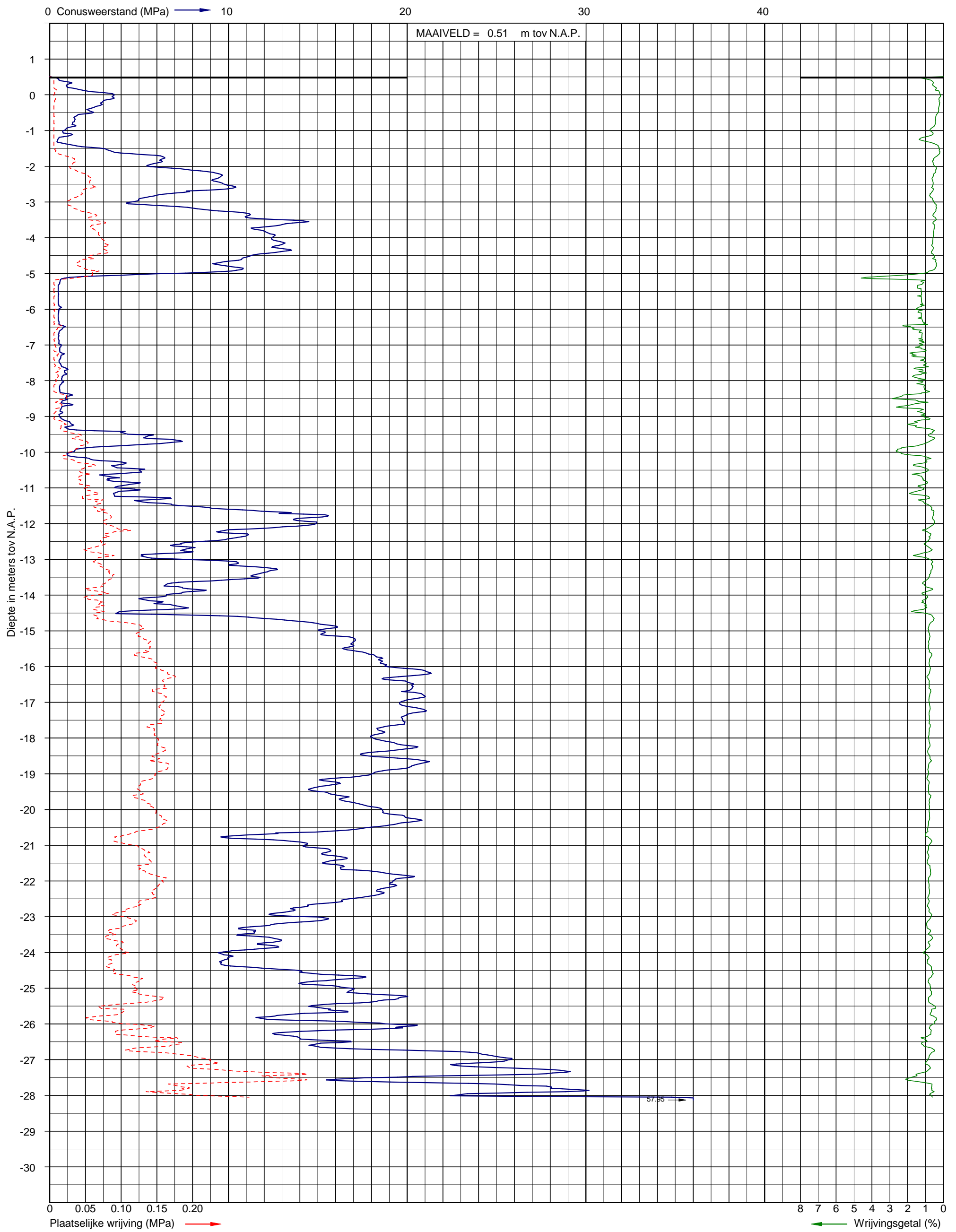
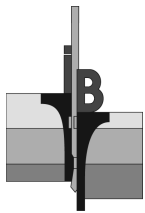


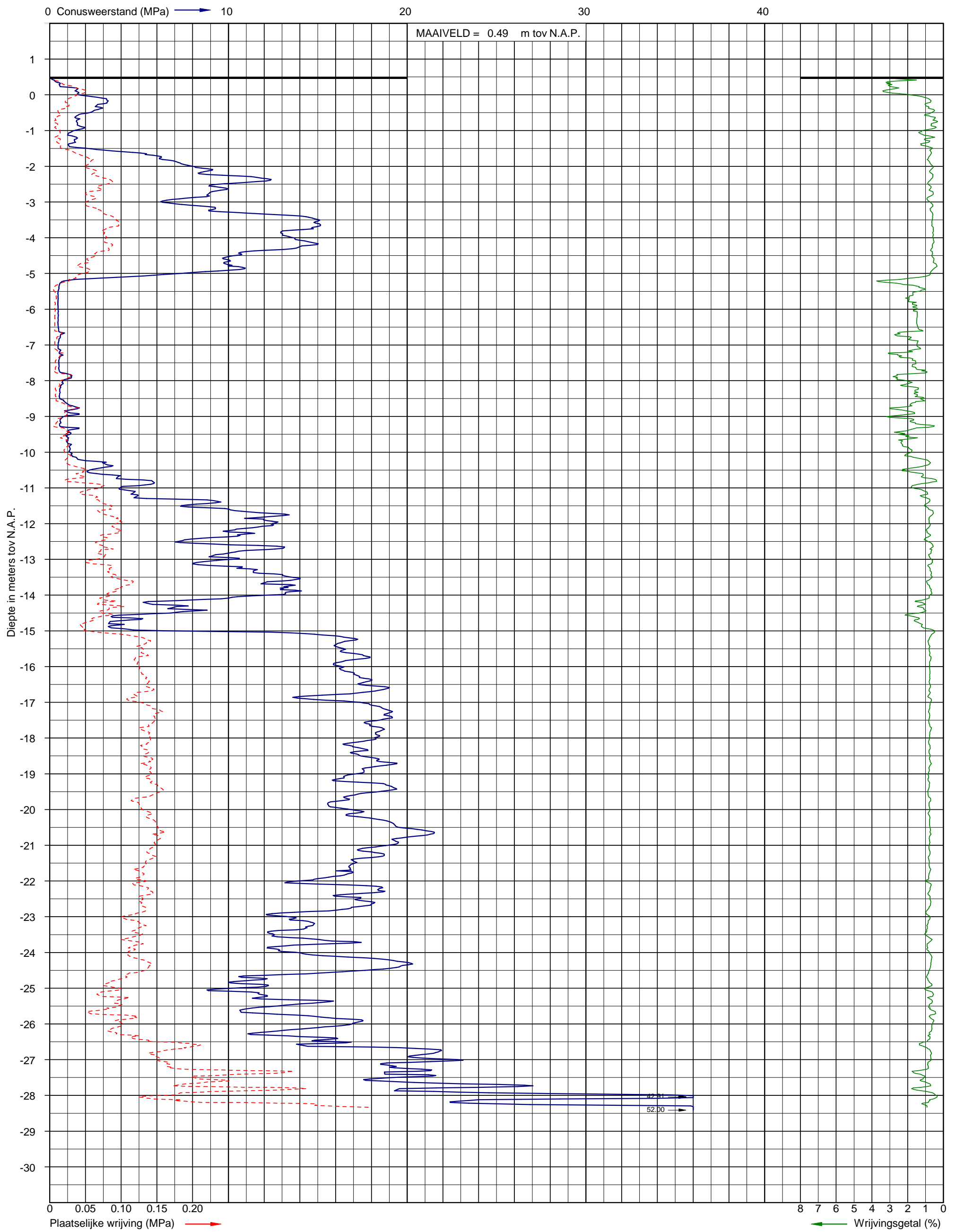
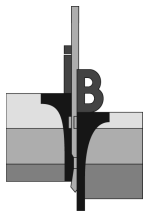


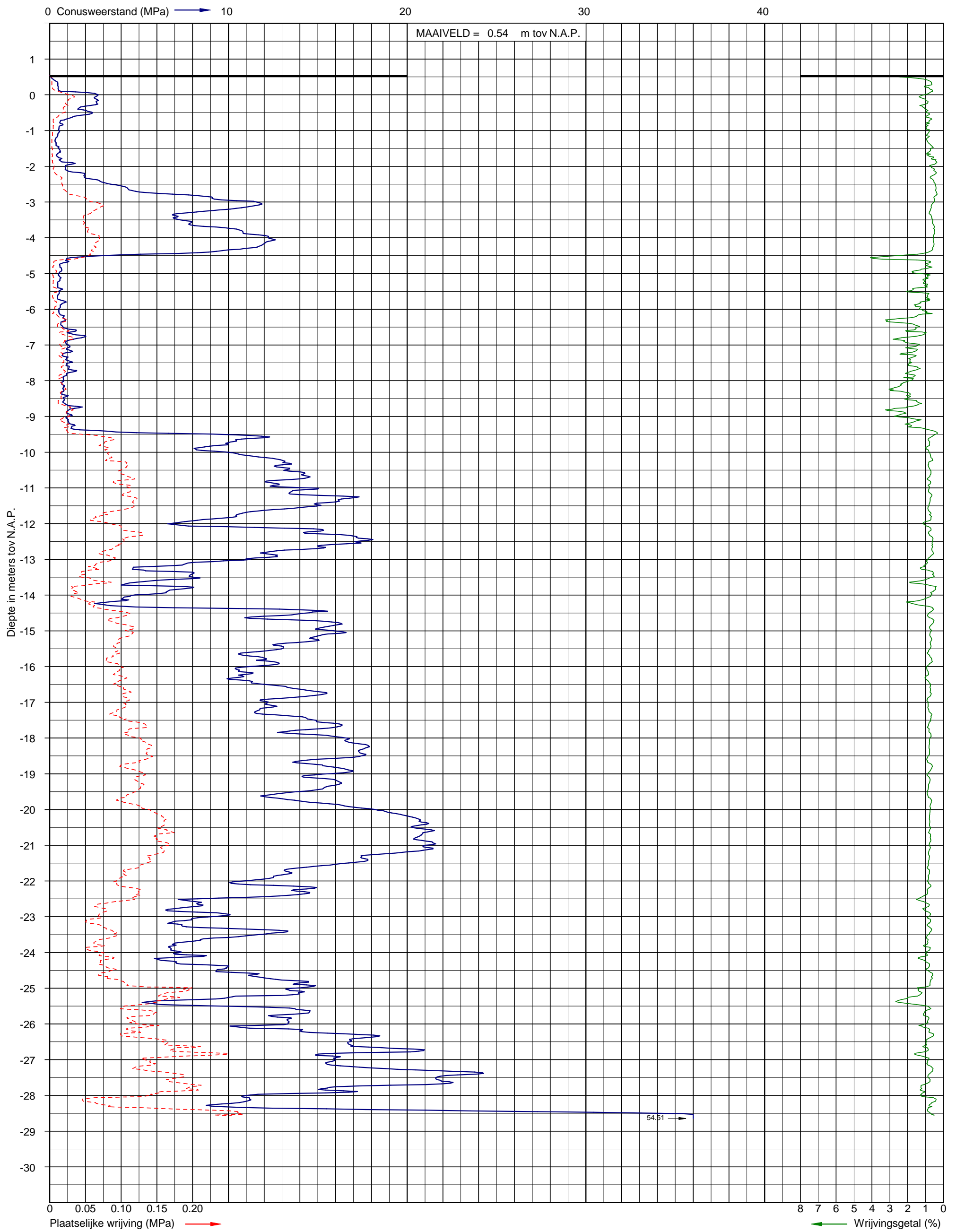
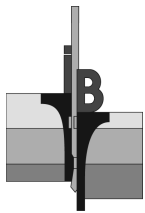


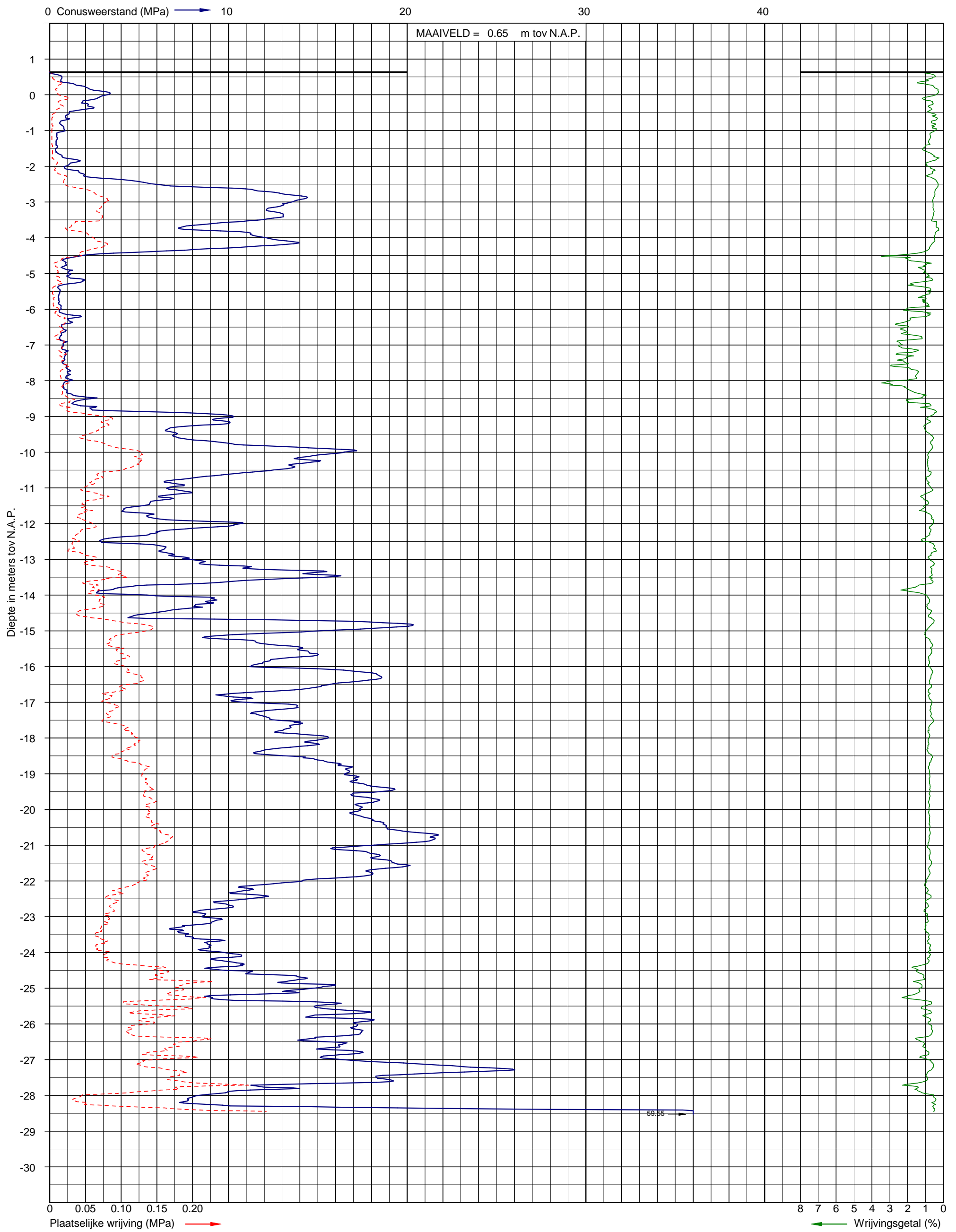
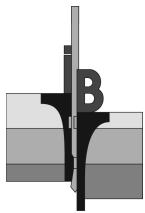


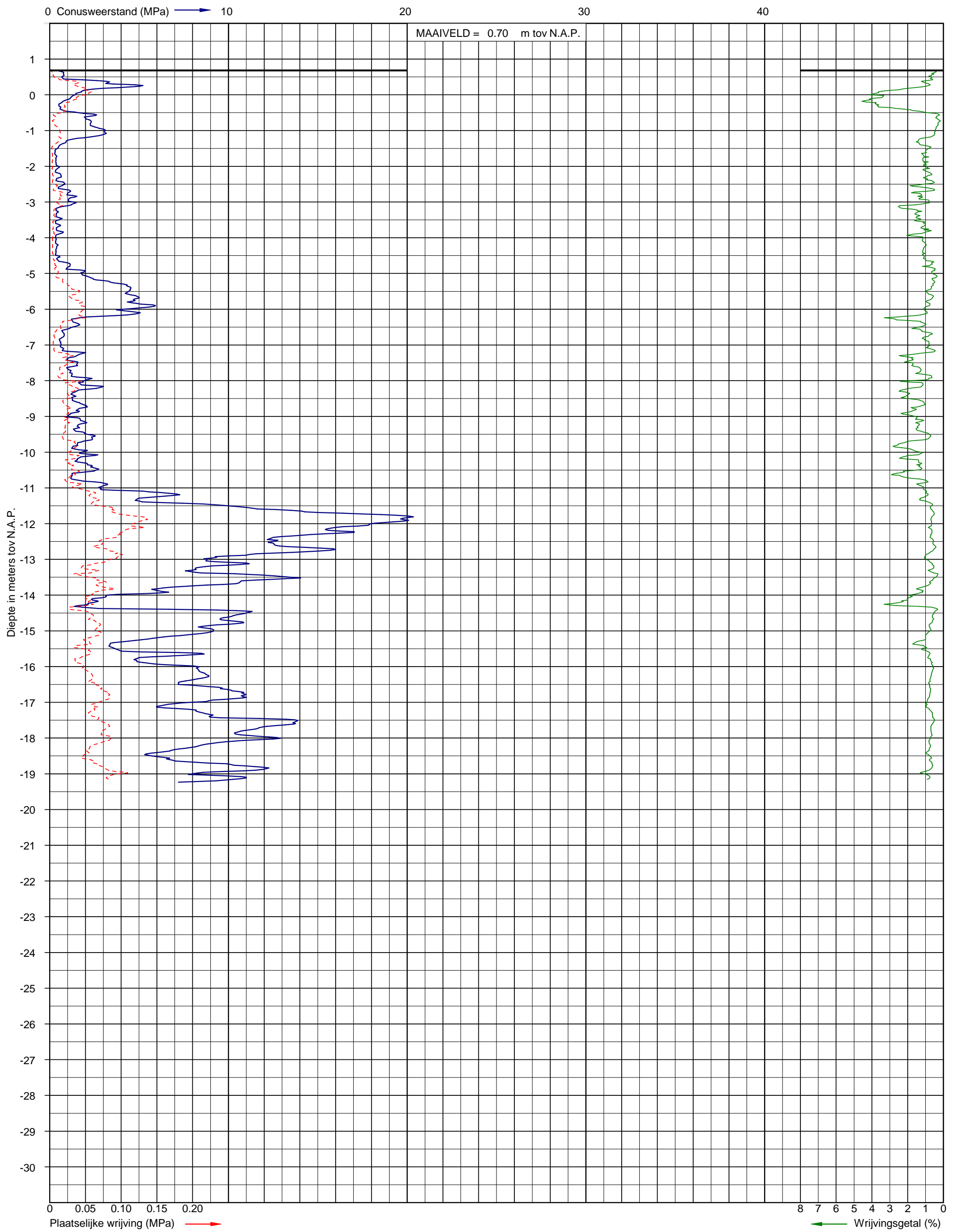
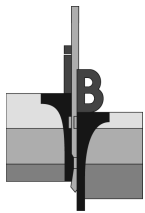


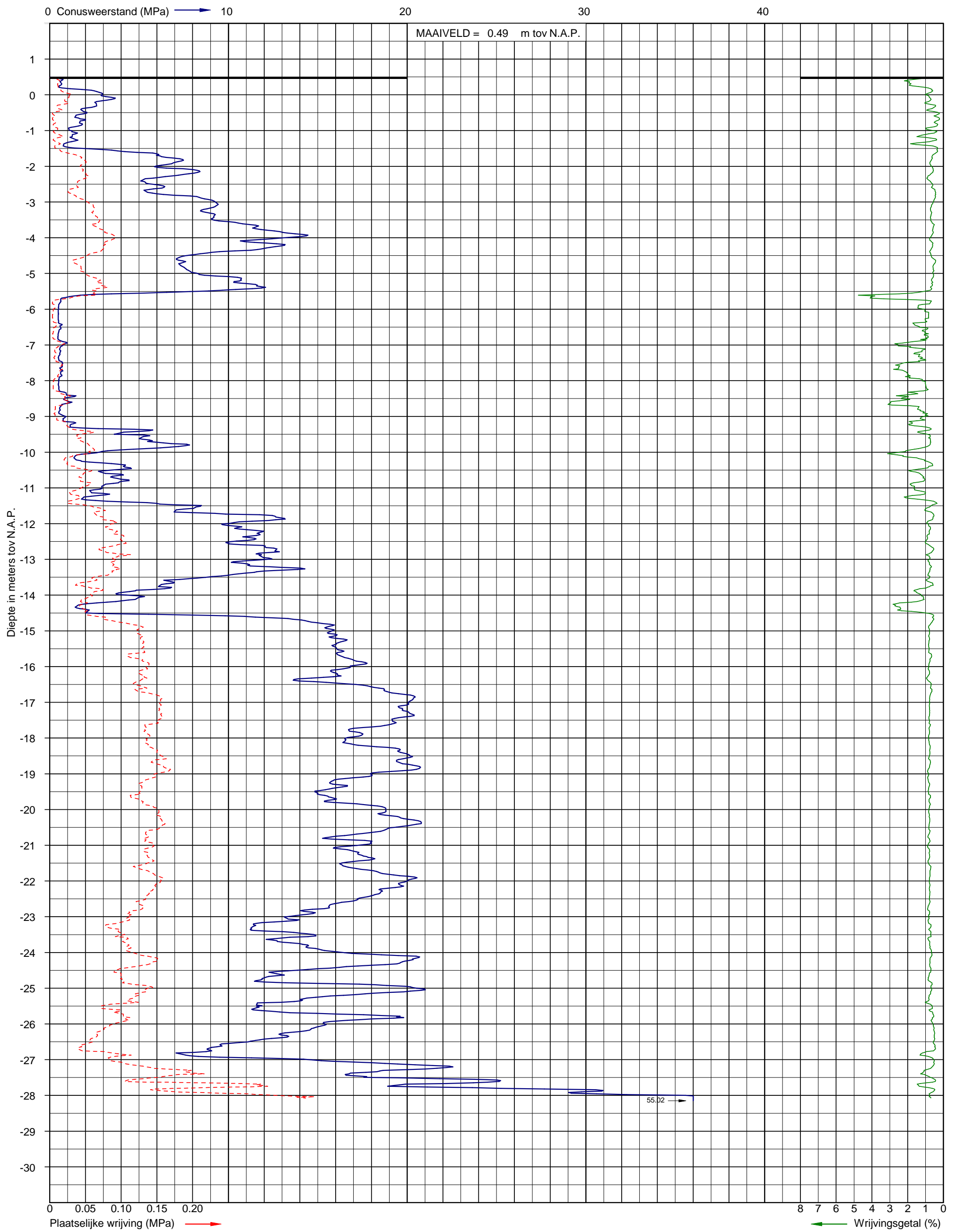
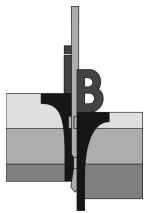


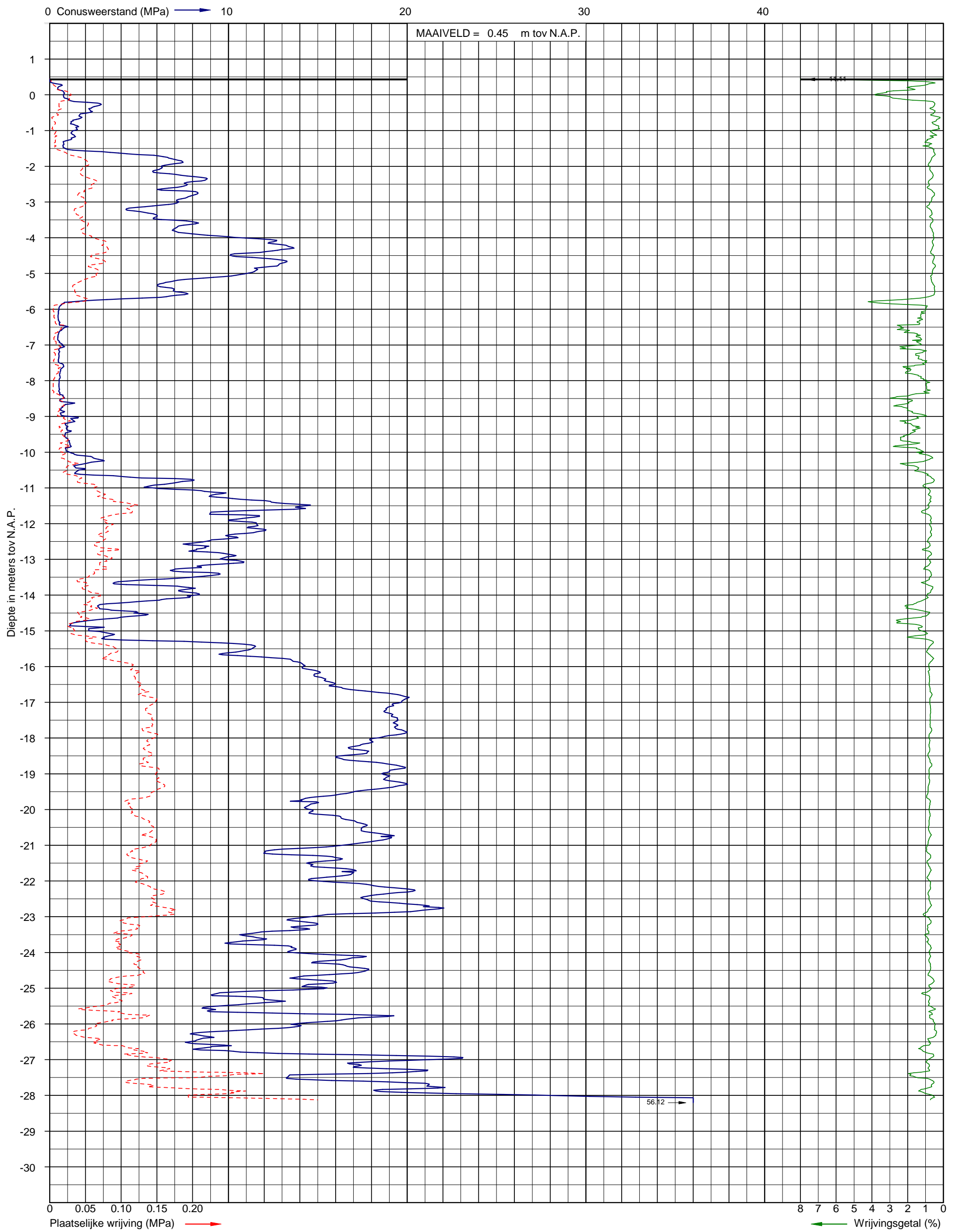
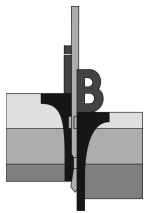


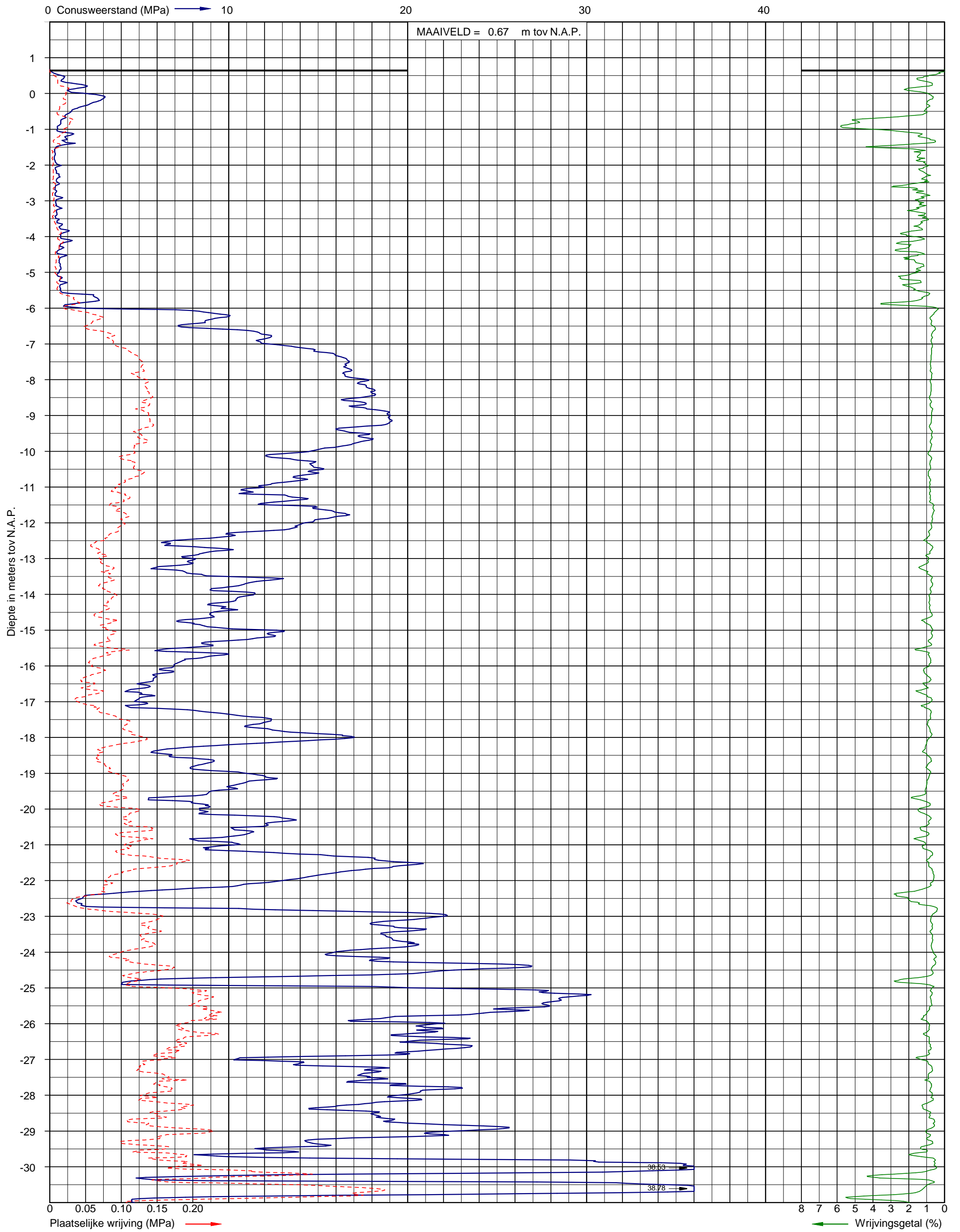
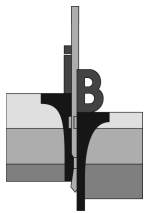




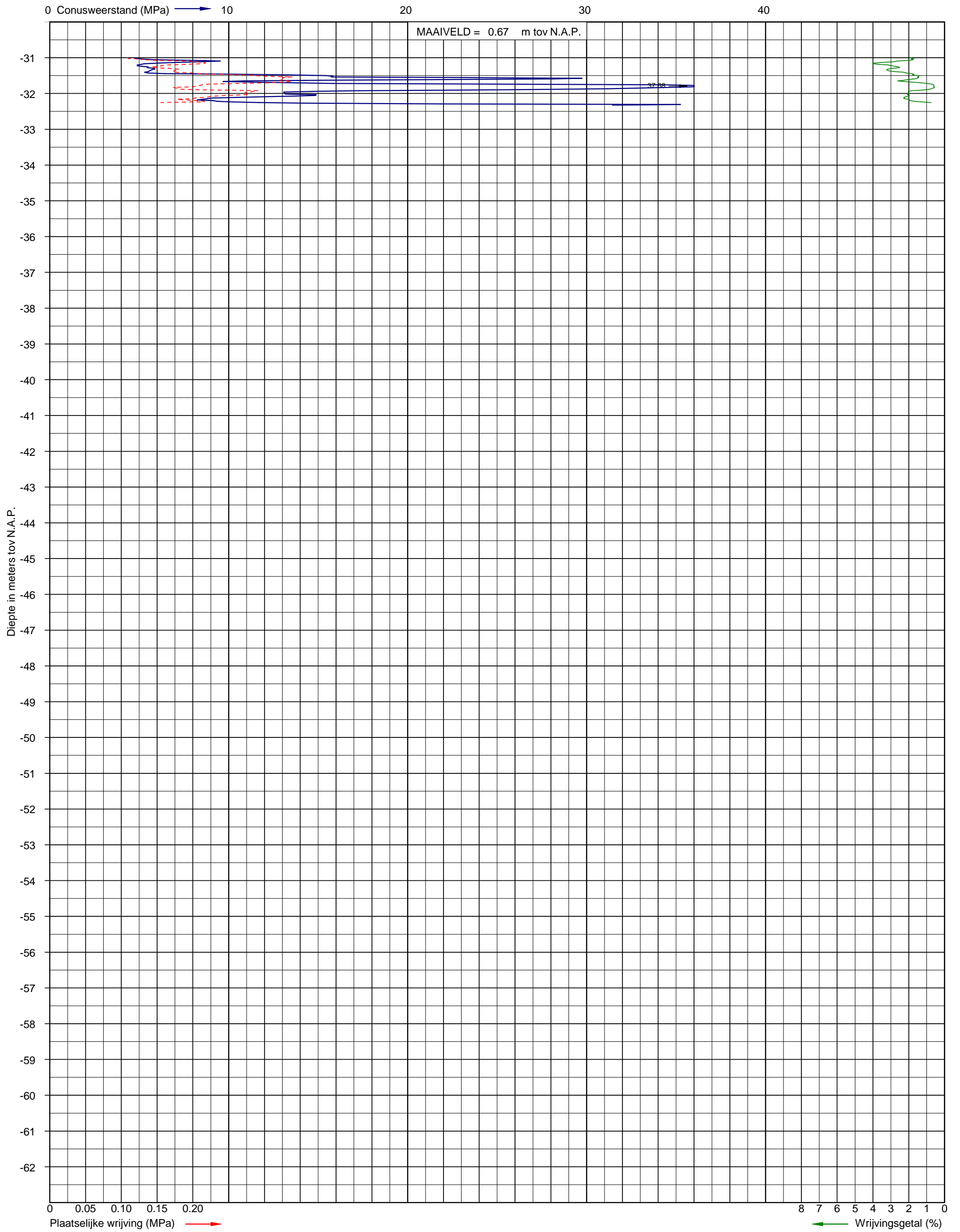
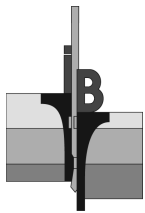


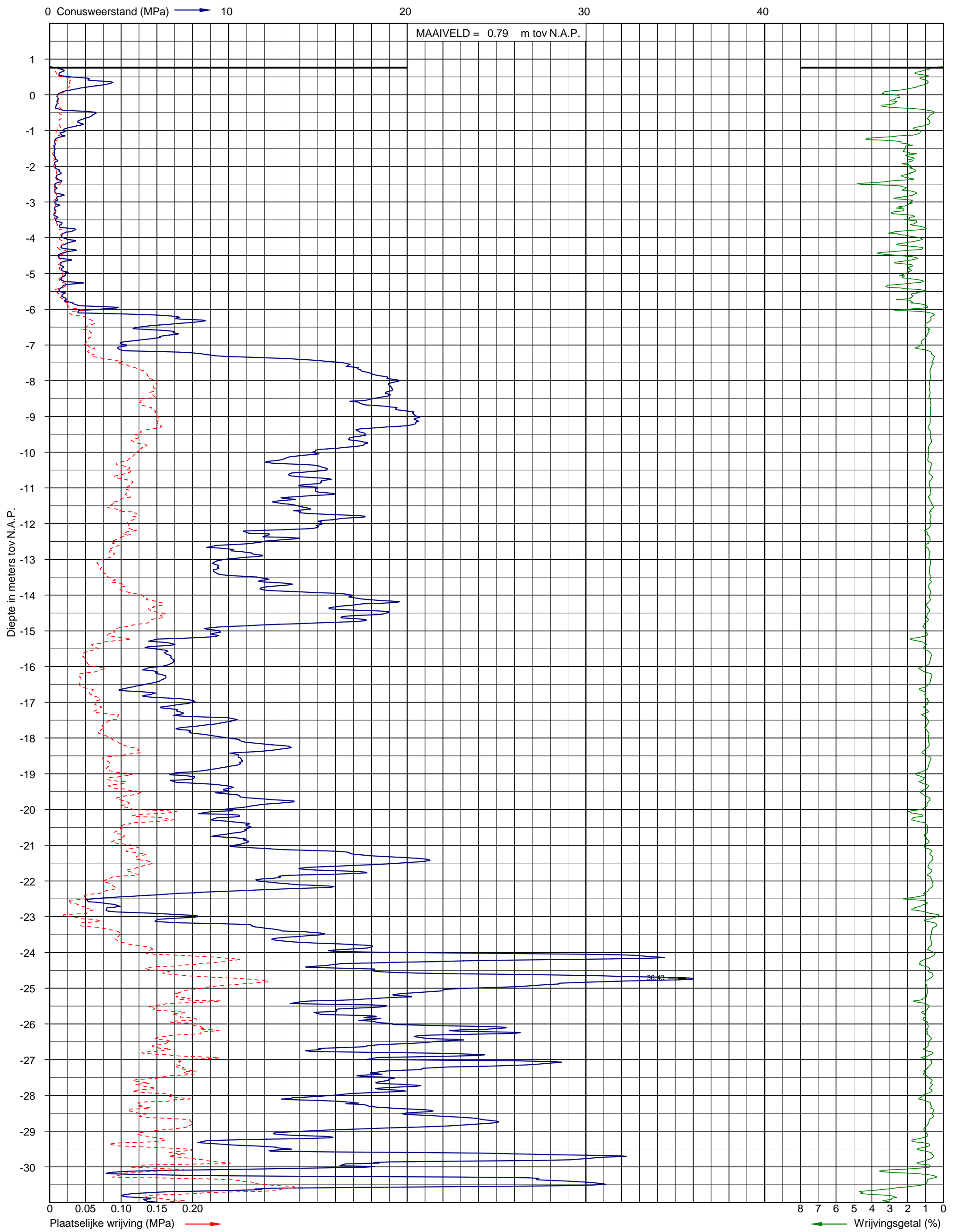
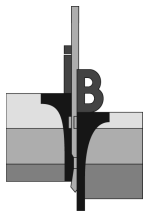


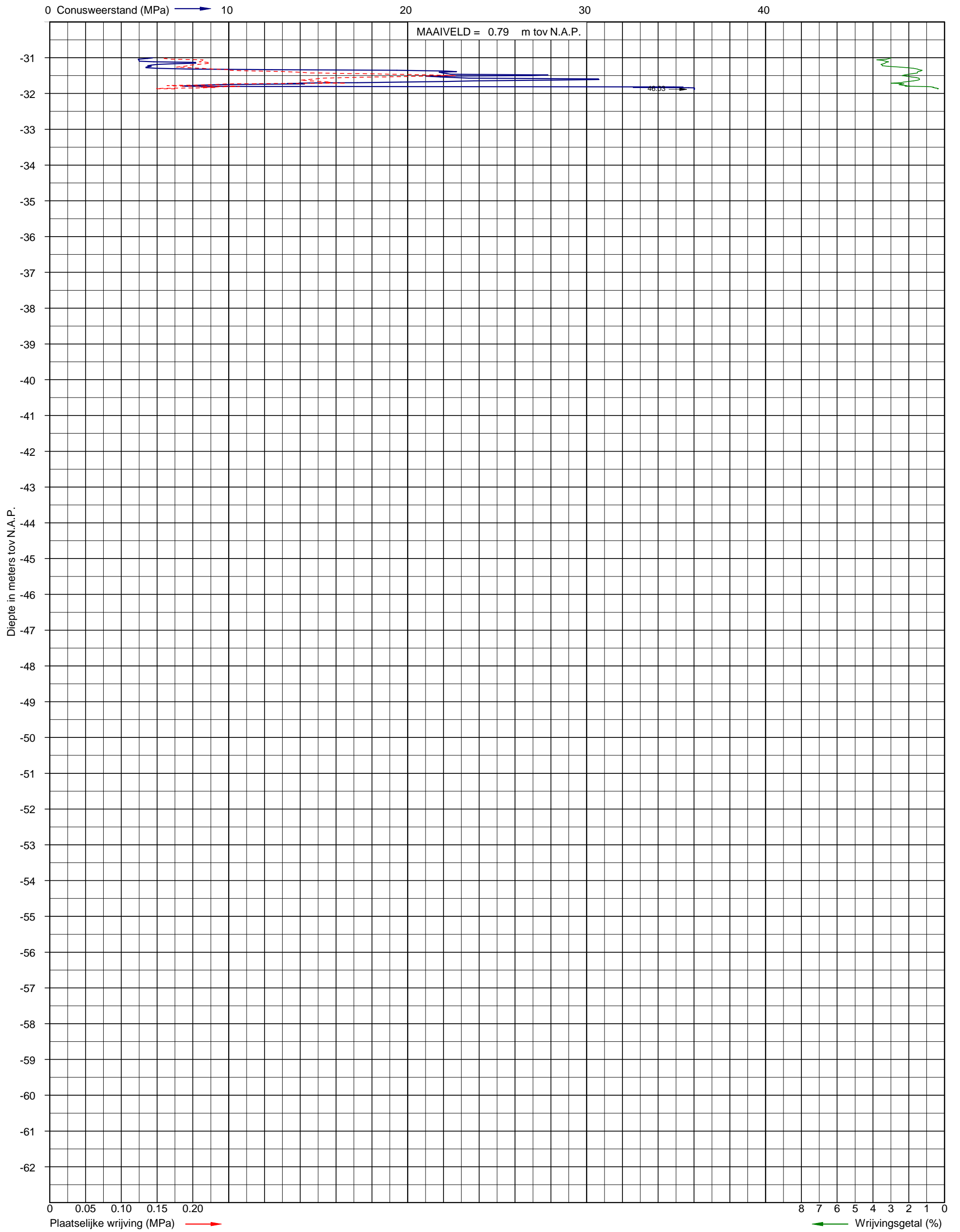
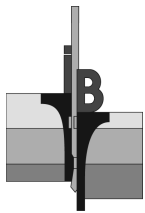


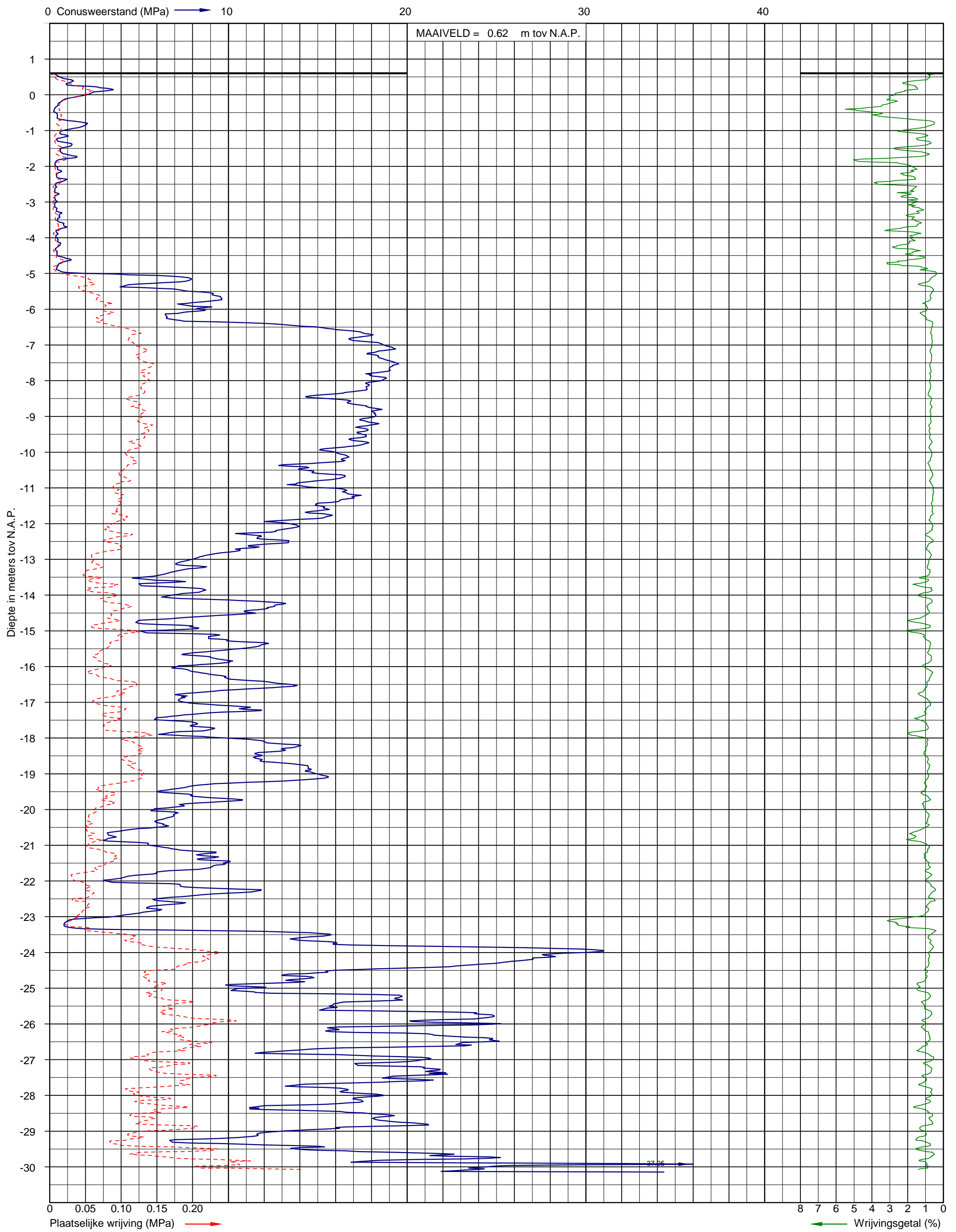
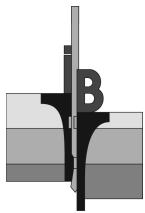


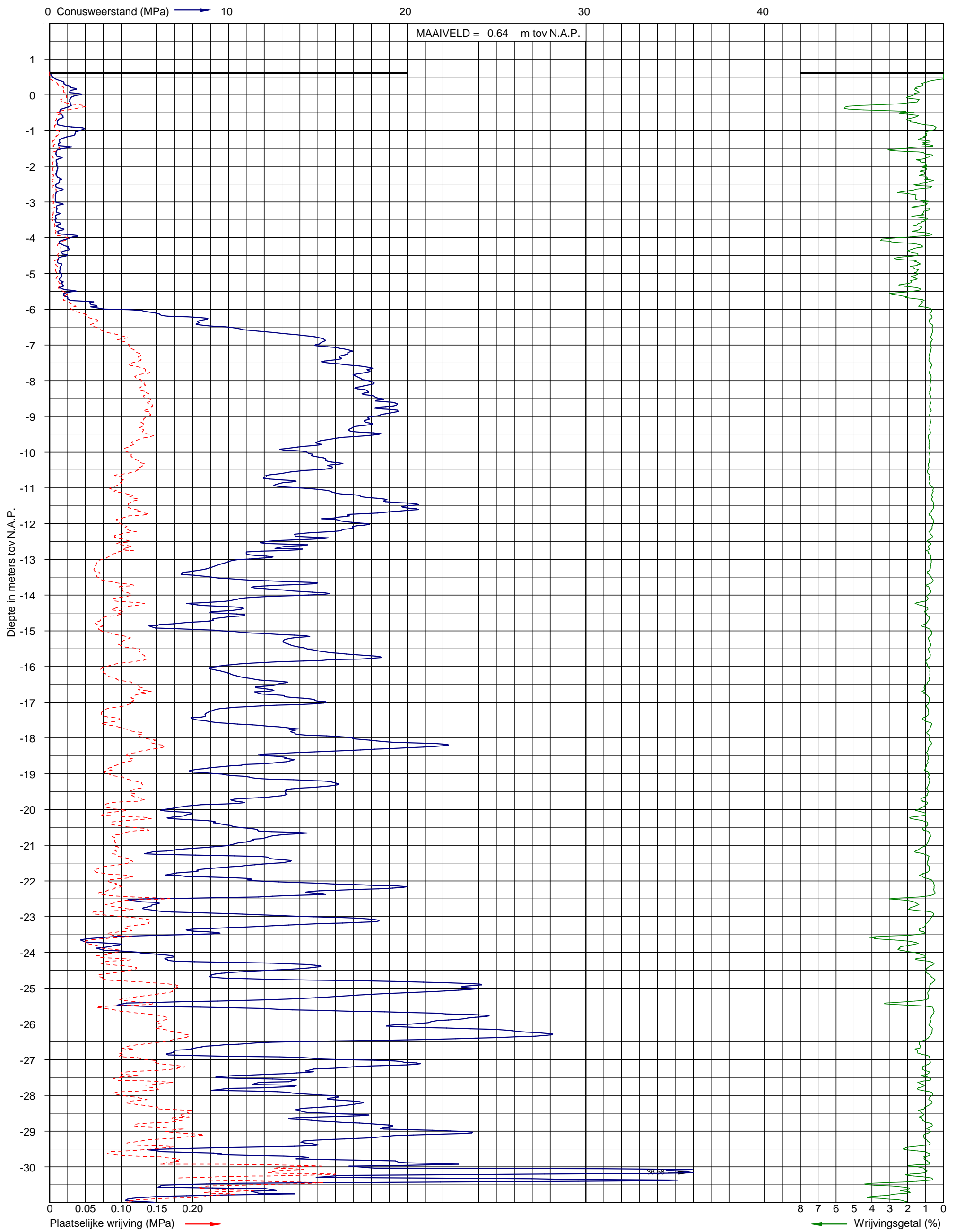
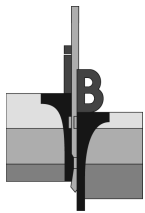


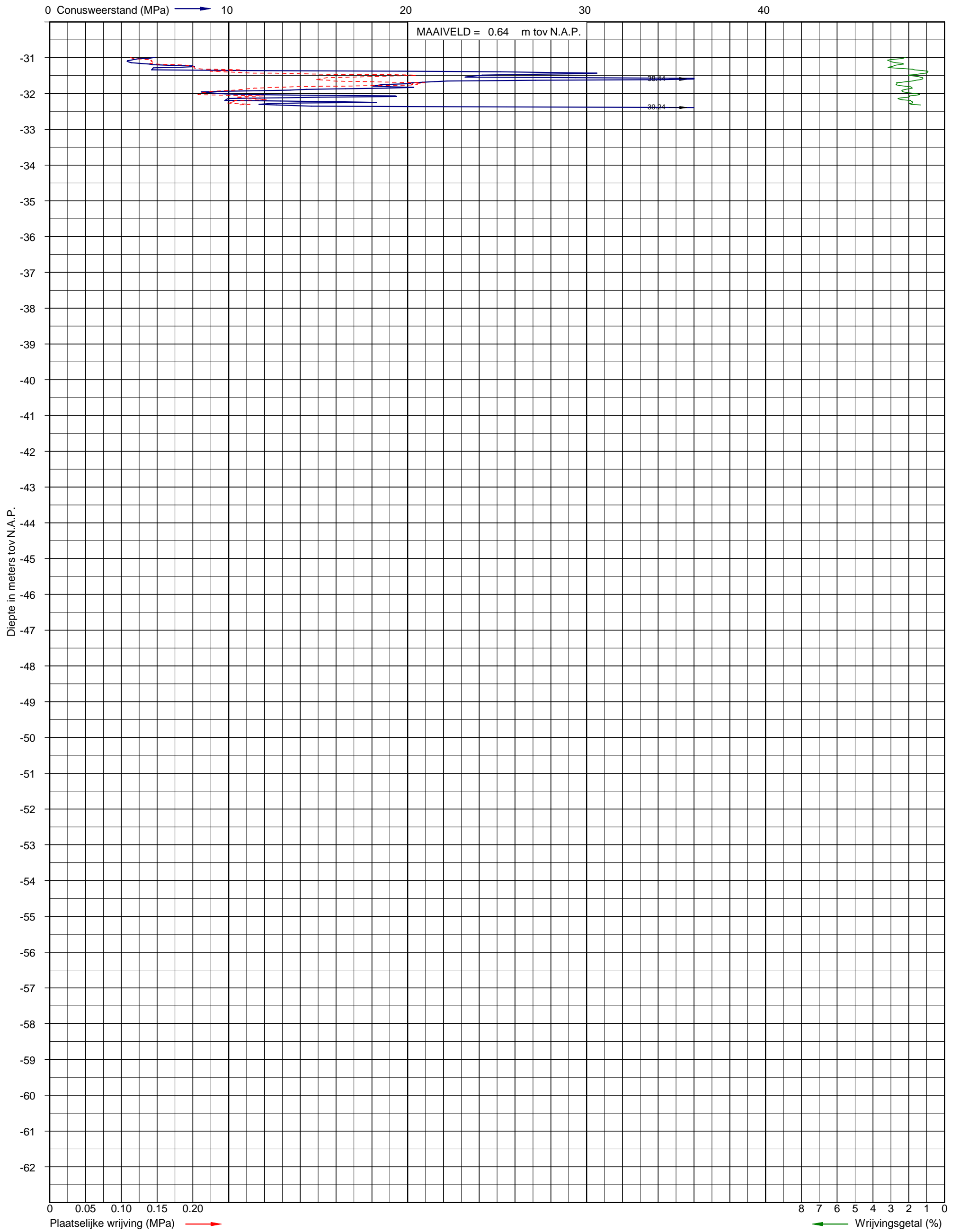
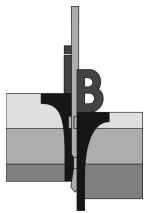












## APPENDIX J

### TIJDELIJKE KABEL BSL-TNZ150

# NETZPROVISORIEN MITTELS BAUEINSATZKABEL FÜR 110 BIS 220 KV

Umbauphasen oder Störungen? Wir stellen eine sichere provisorische Versorgung in kurzer Zeit her.

#### Leistungsmerkmale

- > Beratung und Konzepterstellung
- > Projektierung und betriebliche Abstimmung des Provisoriums
- > Errichtung kompletter Kabelprovisorien inklusive der erforderlichen Hilfseinrichtungen, wie z.B. Kabelbühnen, Schutzzäune und Anschlussmaterial
- > Es stehen diverse Sätze 110-kV- und 220-kV-Baueinsatzkabel mit einer Länge von 30 bis 400 m zur Verfügung. Größere Längen sind durch Reihenschaltung realisierbar.
- > Strombelastbarkeit von 420 A bei 110-kV- und 650 A bei 220-kV-Baueinsatzkabel – größere Belastbarkeit durch Parallelschaltung realisierbar

#### Kundennutzen

- > Nutzen des Know-hows und der langjährigen Erfahrung von RWE auf dem Gebiet der Netzprovisorien
- > vielfältige Problemlösungen für Schaltanlagen und Freileitungen
- > Anlagenteile können für eine längere Umbauphase ohne Beeinträchtigung der Energieversorgung freigeschaltet werden
- > schnelle Wiederherstellung einer sicheren provisorischen Versorgung im Störfall

#### Zielgruppe

- > Energieversorgungsunternehmen und Industriekunden mit Netzen der Spannungsebenen 110 bis 220 kV

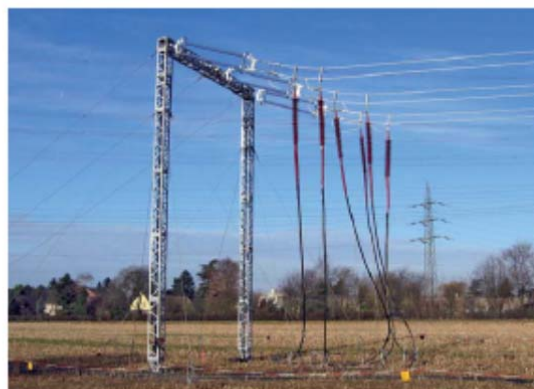
#### Preis

Je nach Leistungsumfang

#### Verfügbarkeit

- > Im ganzen Bundesgebiet und angrenzenden Ausland

Bei Fragen wenden Sie sich bitte direkt an Ihren persönlichen Kundenbetreuer.



**VORWEG GEHEN**

Ein Angebot der  
**RWE Westfalen-Weser-Ems Netzservice GmbH**

Freistuhl 7 | 44137 Dortmund  
T +49 231 438-1900 | E [technische.dienstleistungen@rwe.com](mailto:technische.dienstleistungen@rwe.com)  
I [www.rwe.com/netzservice](http://www.rwe.com/netzservice)



**APPENDIX K**  
**UITVOER KELSOP Grijs circuit en Zwart circuit**

---



Kelsop grijs circuit

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>General Project Data</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ERS Routing</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• title:</li> <li>• date:</li> <li>• project number:</li> <li>• description:</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• tower family: Single Pole</li> <li>• tower branch: Steel new</li> <li>• v-level: 400</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conductor type:</b> ACSR 37/423</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groundwire type:</b> HAWK ST/AM</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• weight: 1.5 kg/m</li> <li>• diameter: 27.9 mm</li> <li>• surface: 460.5 mm<sup>2</sup></li> <li>• maximum temperature: 90 °C</li> <li>• number per phase: 3</li> <li>• bundle dimensions: 500 mm</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• weight: 1.0 kg/m</li> <li>• diameter: 21.8 mm</li> <li>• surface: 281.1 mm<sup>2</sup></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Loads</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Particulars</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• installation tensile load: 23439 N</li> <li>• EDS: 20 %</li> <li>• catenary: 1575 m</li> <li>• installation temperature: 10 °C</li> <li>• wind on towers, gust factor: 1.75</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ground clearance phase-bottom: 10.5 m</li> <li>• flashover distance: 3.0 m</li> <li>• electrical field phase-bundles: 17.0 kV/cm</li> <li>• radio interference: 50.9 RIV, kV/cm</li> <li>• audible noise directly under ERS: 53.6 dB</li> <li>• audible noise at 50 meters form ERS: 47.0 dB</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Insulation</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wind on towers</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SML tension insulator: 160000 N</li> <li>• Length tension insulator: 5.5 m</li> <li>• SML post insul. (tension): 100000 N</li> <li>• SML post insul. (compression): 60000 N</li> <li>• Length post insulator: 3.3 m</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gust response factor for conductors 2.24</li> <li>• Gust response factor for towers 2.24</li> <li>• Span factor .6</li> <li>• Structural resonance factor 1.05</li> </ul>	

• **Load scenarios:**

Name	Temp (°C)	Windload (N/m <sup>2</sup> )	Weightload (F·V <sup>2</sup> ·D)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Ice sleeve thickness (mm) cond./gr.wire	Ice sleeve specific weight (kg/m) cond./gr.wire
Extreme iceloads	-5	0	2	900	20.1/20.9	1.1/1.0
Extreme windloads	20	460	0	0	-/-	-/-
Extreme low temps	-20	300	0	0	-/-	-/-

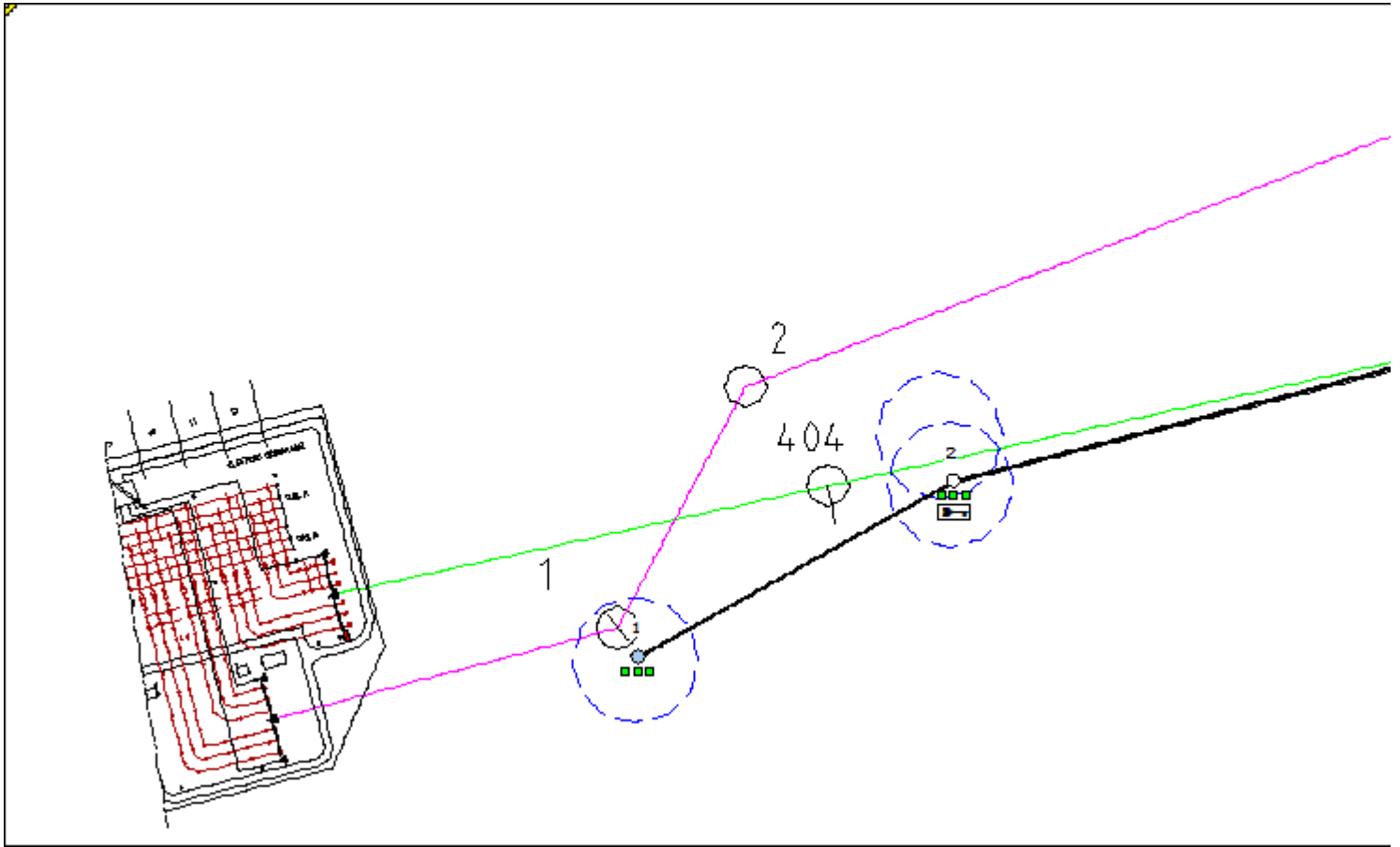
## • ERS-Route data:

Nr.	Tower type	Tower coordinates			Spanlength (m)	Line Angle (°)	Altitude difference (m)	SAG 10°C (m)	SAG 90°C (m)	Ground clearance (m)
		X (m)	Y (m)	Z (m)						
1	DE2 - 3	303	311	0	329.9	180	8.7	2.3	3.2	11.3
2	AT2 + 0	452	228	0	171.3	165.5	12.3	8.6	12	13.8
3	Existing	772	145	0	329.9	180	0	0	0	0

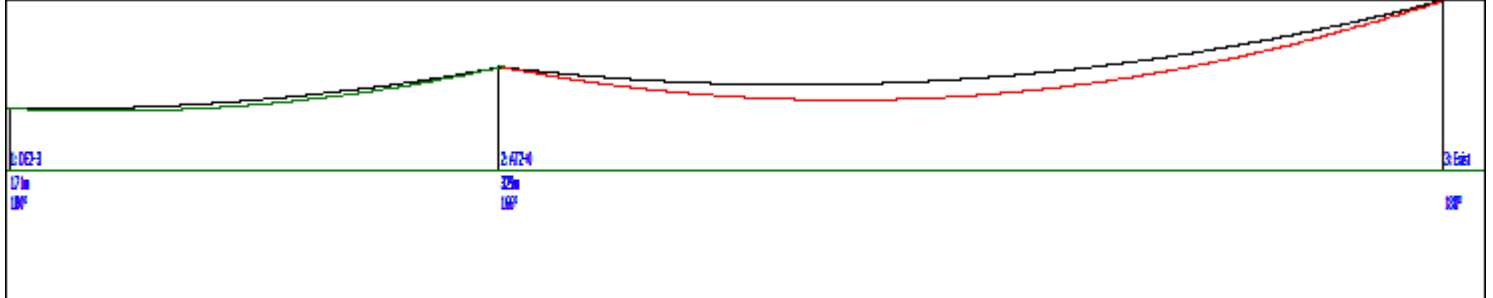
## • Sag tension table

Tower nr. Tower type Span l (m)	1 DE2 330	2 AT2 171	3 Ex.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tension (kN)
0.0°C	2.2	8.2														24.4
10.0°C	2.3	8.7														23.2
20.0°C	2.4	9.0														22.2
30.0°C	2.6	9.5														21.1
40.0°C	2.7	9.9														20.2
50.0°C	2.8	10.3														19.4
60.0°C	2.9	10.8														18.6
70.0°C	3.0	11.1														17.9
80.0°C	3.1	11.5														17.3
90.0°C	3.2	12.0														16.7

• ERS-Route:



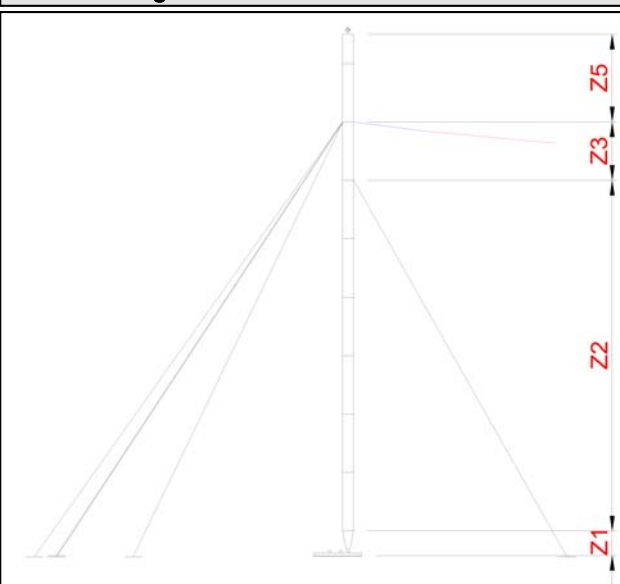
• Linear profile



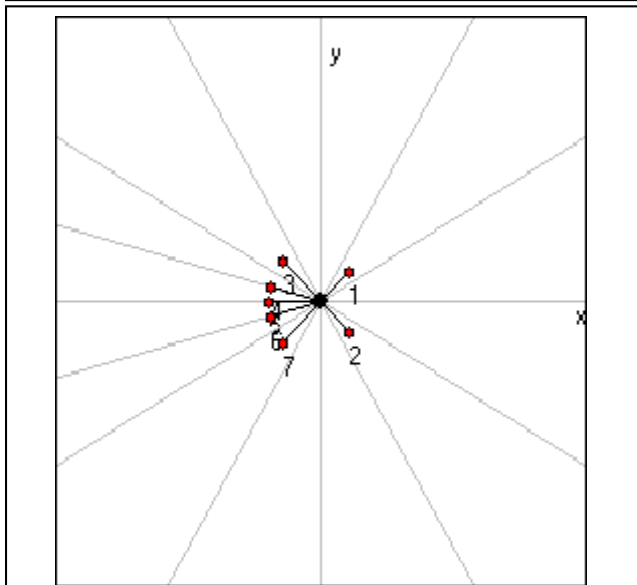
• Used hardware

type	nr used	% stock
Long elements	11	4
Short elements	7	7
Tension insulators	14	29
Short tension insul.	0	0
Post insulators	3	13
Guys and anchors	18	9
Tower foundation	2	9

• Data per tower

• General Project Data	• Tower image:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tower Nr: 1</li> <li>• Tower type: DE2 - 3</li> <li>• Tower structure approved: Yes</li> <li>• Nr elements in towerbody (z2):4</li> </ul>	

• Guy information



• Guy position data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11		
		d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	
1	DE2-3	9.9	45	9.9	315	13.4	135	13	164	13	180	13	196	13.4	225									

• Guy load data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11		
		L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	
1	DE2-3	14	53	14	53	19	68	18	66	18	66	18	66	19	68									

Remarks: - Guy position data for plane surface. In case of guy anchor height differences see manual.  
 - Guy positions considering point of action on tower.

- Load vs Strength table

- Tower Nr: 1
- Tower type: DE2 - 3

Test Item	Pass	Load	Strength	Max. load comb
<b>Tower loads</b>				
- Compression vs moment	y	F: 311.9 kN M: 132.6 kN.m	F: 588 kN M: 132.6 kN.m	1-1
- Tower foot slip load	y	2.5 kN	20 kN	
<b>Insulator loads</b>				
- Tensile load	y	124.1 kN	160 kN	1-1
- Post insululator	y			
- Tensile load		NA	NA	NA
- Compr. load		NA	NA	NA
- Uplift	y	NA	NA	NA
<b>Guy loads</b>				
- Tensile load Guy1	y	52.9 kN	80.0 kN	1-3
- Tensile load Guy2	y	52.9 kN	80.0 kN	1-3
- Tensile load Guy3	y	67.5 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy4	y	66.4 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy5	y	66.4 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy6	y	66.4 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy7	y	67.5 kN	80.0 kN	1-1

• Data per tower

• General Project Data	• Tower image:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tower Nr: 2</li> <li>• Tower type: AT2 + 0</li> <li>• Tower structure approved: Yes</li> <li>• Nr elements in towerbody (z2): 7</li> </ul>	

• Guy information

• Guy position data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11	
		d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)
1	AT2+0	37.4	30	27.6	148	24.4	211	33.4	330	35.2	148	33.6	210	41.3	97	41.3	148	41	210	41.3	263		

• Guy load data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11	
		L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)
1	AT2+0	43	17	35	29	33	34	40	10	45	18	43	19	53		53	37	53	39	53	4		

Remarks: - Guy position data for plane surface. In case of guy anchor height differences see manual.  
 - Guy positions considering point of action on tower.

- Load vs Strength table

- Tower Nr: 2
- Tower type: AT2 + 0

Test Item	Pass	Load	Strength	Max. load comb
<b>Tower loads</b>				
- Compression vs moment	y	F: 225.5 kN M: 37 kN.m	F: 514.3 kN M: 37 kN.m	1-1
- Tower foot slip load	y	3.9 kN	20 kN	
<b>Insulator loads</b>				
- Tensile load	y	147.5 kN	160 kN	1-1
- Post insululator	y			
- Tensile load		NA	NA	NA
- Compr. load		NA	NA	NA
- Uplift	y	NA	NA	NA
<b>Guy loads</b>				
- Tensile load Guy1	y	16.9 kN	80.0 kN	5-2
- Tensile load Guy2	y	29.2 kN	80.0 kN	2-1
- Tensile load Guy3	y	34.0 kN	80.0 kN	2-3
- Tensile load Guy4	y	10.0 kN	80.0 kN	5-1
- Tensile load Guy5	y	17.6 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy6	y	19.0 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy7	y	0.0 kN	80.0 kN	
- Tensile load Guy8	y	37.0 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy9	y	39.3 kN	80.0 kN	1-3
- Tensile load Guy10	y	4.1 kN	80.0 kN	5-1



• Data per tower

• General Project Data	• Tower image:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tower Nr: 3</li> <li>• Tower type: Existing</li> <li>• Tower structure approved: Yes</li> </ul>	

• Guy information

• Guy position data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11	
		d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)
1	Existing																						

• Guy load data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11	
		L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)
1	Existing																						

Remarks: - Guy position data for plane surface. In case of guy anchor height differences see manual.  
 - Guy positions considering point of action on tower.

- **Load vs Strength table**

- Tower Nr: 3
- Tower type: Existing

Kelsop Zwart circuit

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>General Project Data</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ERS Routing</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• title:</li> <li>• date:</li> <li>• project number:</li> <li>• description:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tower family: Single Pole</li> <li>• tower branch: Steel new</li> <li>• v-level: 400</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conductor type:</b> ACSR 37/423</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Groundwire type:</b> HAWK ST/AM</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• weight: 1.5 kg/m</li> <li>• diameter: 27.9 mm</li> <li>• surface: 460.5 mm<sup>2</sup></li> <li>• maximum temperature: 90 °C</li> <li>• number per phase: 3</li> <li>• bundle dimensions: 500 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weight: 1.0 kg/m</li> <li>• diameter: 21.8 mm</li> <li>• surface: 281.1 mm<sup>2</sup></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Loads</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Particulars</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• installation tensile load: 23439 N</li> <li>• EDS: 20 %</li> <li>• catenary: 1575 m</li> <li>• installation temperature: 10 °C</li> <li>• wind on towers, gust factor: 1.75</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ground clearance phase-bottom: 10.5 m</li> <li>• flashover distance: 3.0 m</li> <li>• electrical field phase-bundles: 17.0 kV/cm</li> <li>• radio interference: 50.9 RIV, kV/cm</li> <li>• audible noise directly under ERS: 53.6 dB</li> <li>• audible noise at 50 meters form ERS: 47.0 dB</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Insulation</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wind on towers</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SML tension insulator: 160000 N</li> <li>• Length tension insulator: 5.5 m</li> <li>• SML post insul. (tension): 100000 N</li> <li>• SML post insul. (compression): 60000 N</li> <li>• Length post insulator: 3.3 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gust response factor for conductors 2.24</li> <li>• Gust response factor for towers 2.24</li> <li>• Span factor .6</li> <li>• Structural resonance factor 1.05</li> </ul>

- **Load scenarios:**

Name	Temp (°C)	Windload (N/m <sup>2</sup> )	Weightload (F·V·D)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Ice sleeve thickness (mm) cond./gr.wire	Ice sleeve specific weight (kg/m) cond./gr.wire
Extreme iceloads	-5	0	2	900	20.1/20.9	1.1/1.0
Extreme windloads	20	460	0	0	-/-	-/-
Extreme low temps	-20	300	0	0	-/-	-/-

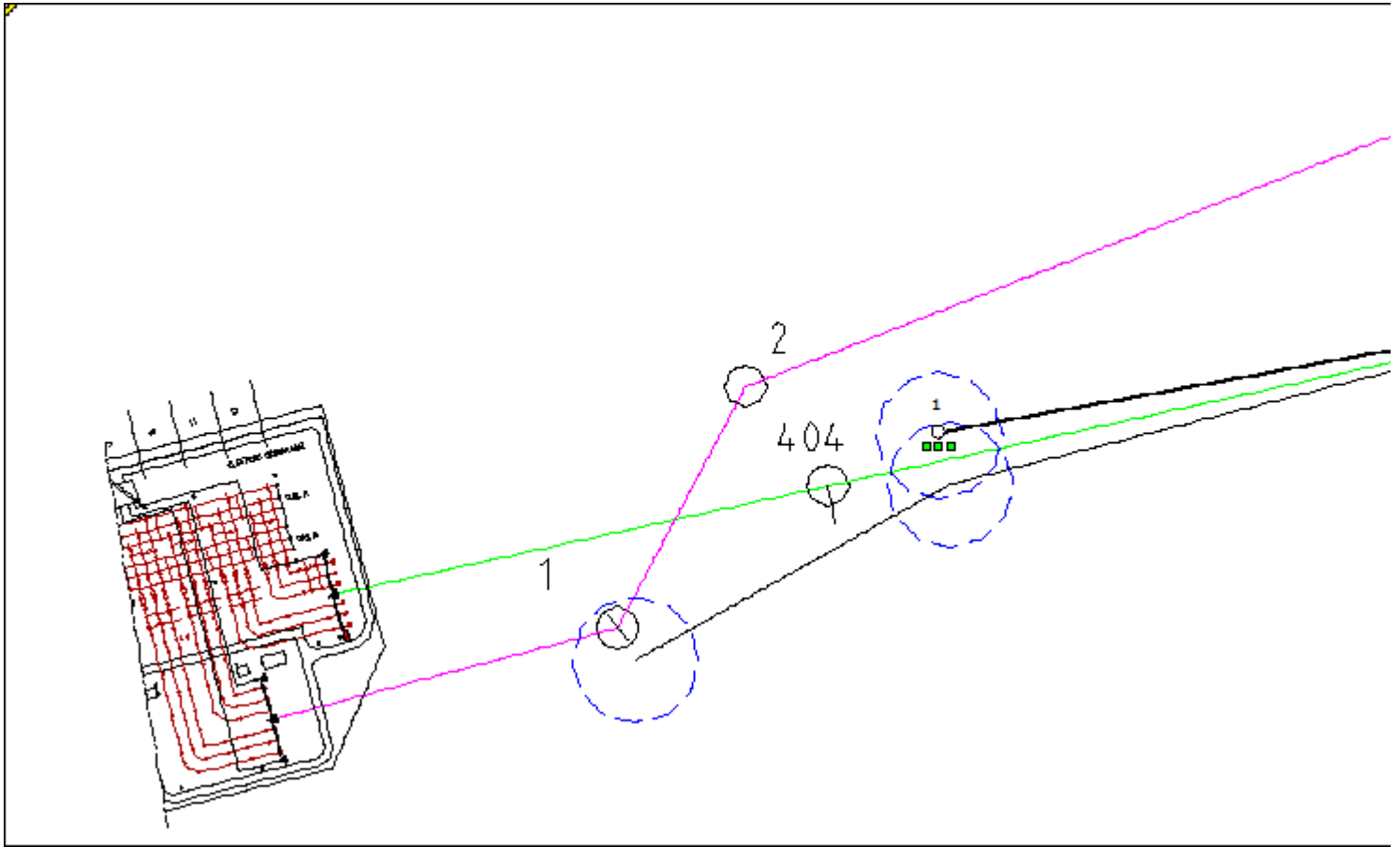
## • ERS-Route data:

Nr.	Tower type	Tower coordinates			Spanlength (m)	Line Angle (°)	Altitude difference (m)	SAG 10°C (m)	SAG 90°C (m)	Ground clearance (m)
		X (m)	Y (m)	Z (m)						
1	DE2 - 3	445	204	0	329.9	180	8.7	2.3	3.2	11.3
2	Existing	772	145	0	171.3	165.5	12.3	8.6	12	13.8

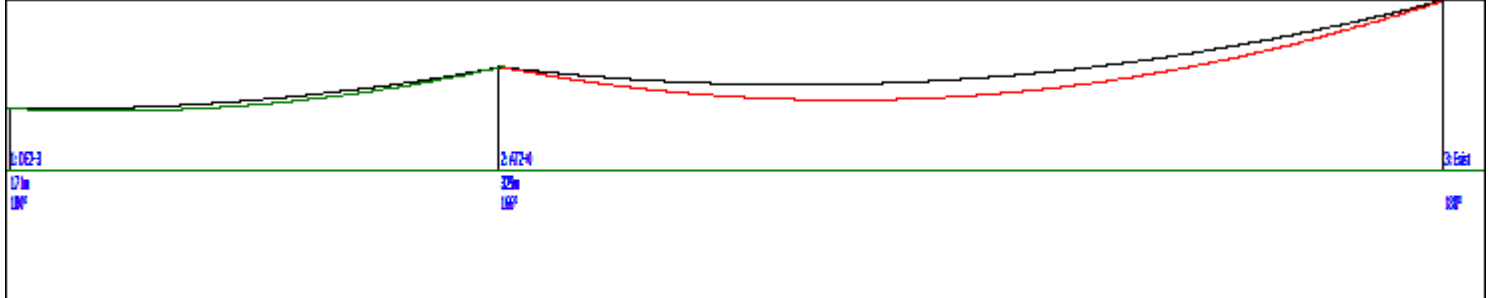
## • Sag tension table

Tower nr. Tower type Span l (m)	1 DE2 330	2 Ex.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tension (kN)
0.0°C	2.2															0.0
10.0°C	2.3															0.0
20.0°C	2.4															0.0
30.0°C	2.6															0.0
40.0°C	2.7															0.0
50.0°C	2.8															0.0
60.0°C	2.9															0.0
70.0°C	3.0															0.0
80.0°C	3.1															0.0
90.0°C	3.2															0.0

• ERS-Route:



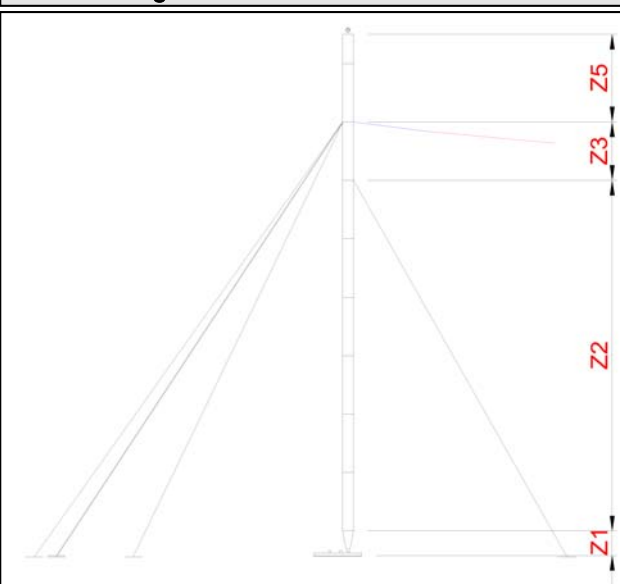
• Linear profile



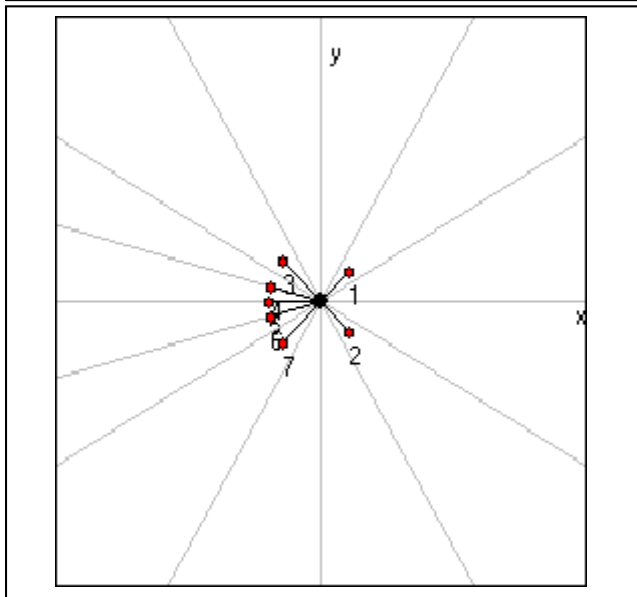
• Used hardware

type	nr used	% stock
Long elements	4	2
Short elements	1	1
Tension insulators	2	4
Short tension insul.	0	0
Post insulators	0	
Guys and anchors	8	4
Tower foundation	1	5

• Data per tower

• General Project Data	• Tower image:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tower Nr: 1</li> <li>• Tower type: DE2 - 3</li> <li>• Tower structure approved: Yes</li> <li>• Nr elements in towerbody (z2):4</li> </ul>	

• Guy information



• Guy position data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11		
		d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	
1	DE2-3	9.9	45	9.9	315	13.4	135	13	164	13	180	13	196	13.4	225									

• Guy load data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11		
		L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	
1	DE2-3	14	53	14	53	19	68	18	66	18	66	18	66	19	68									

Remarks: - Guy position data for plane surface. In case of guy anchor height differences see manual.  
 - Guy positions considering point of action on tower.

- Load vs Strength table

- Tower Nr: 1
- Tower type: DE2 - 3

Test Item	Pass	Load	Strength	Max. load comb
<b>Tower loads</b>				
- Compression vs moment	y	F: 311.9 kN M: 132.6 kN.m	F: 588 kN M: 132.6 kN.m	1-1
- Tower foot slip load	y	2.5 kN	20 kN	
<b>Insulator loads</b>				
- Tensile load	y	124.1 kN	160 kN	1-1
- Post insululator	y			
- Tensile load		NA	NA	NA
- Compr. load		NA	NA	NA
- Uplift	y	NA	NA	NA
<b>Guy loads</b>				
- Tensile load Guy1	y	52.9 kN	80.0 kN	1-3
- Tensile load Guy2	y	52.9 kN	80.0 kN	1-3
- Tensile load Guy3	y	67.5 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy4	y	66.4 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy5	y	66.4 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy6	y	66.4 kN	80.0 kN	1-1
- Tensile load Guy7	y	67.5 kN	80.0 kN	1-1



• Data per tower

• General Project Data	• Tower image:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tower Nr: 2</li> <li>• Tower type: Existing</li> <li>• Tower structure approved: Yes</li> </ul>	

• Guy information

• Guy position data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11		
		d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	d (m)	a (°)	
1	Existing																							

• Guy load data:

Nr	Type	Guy1		Guy2		Guy3		Guy4		Guy5		Guy6		Guy7		Guy8		Guy9		Guy10		Guy11		
		L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	L (m)	Fg (kN)	
1	Existing																							

Remarks: - Guy position data for plane surface. In case of guy anchor height differences see manual.  
 - Guy positions considering point of action on tower.

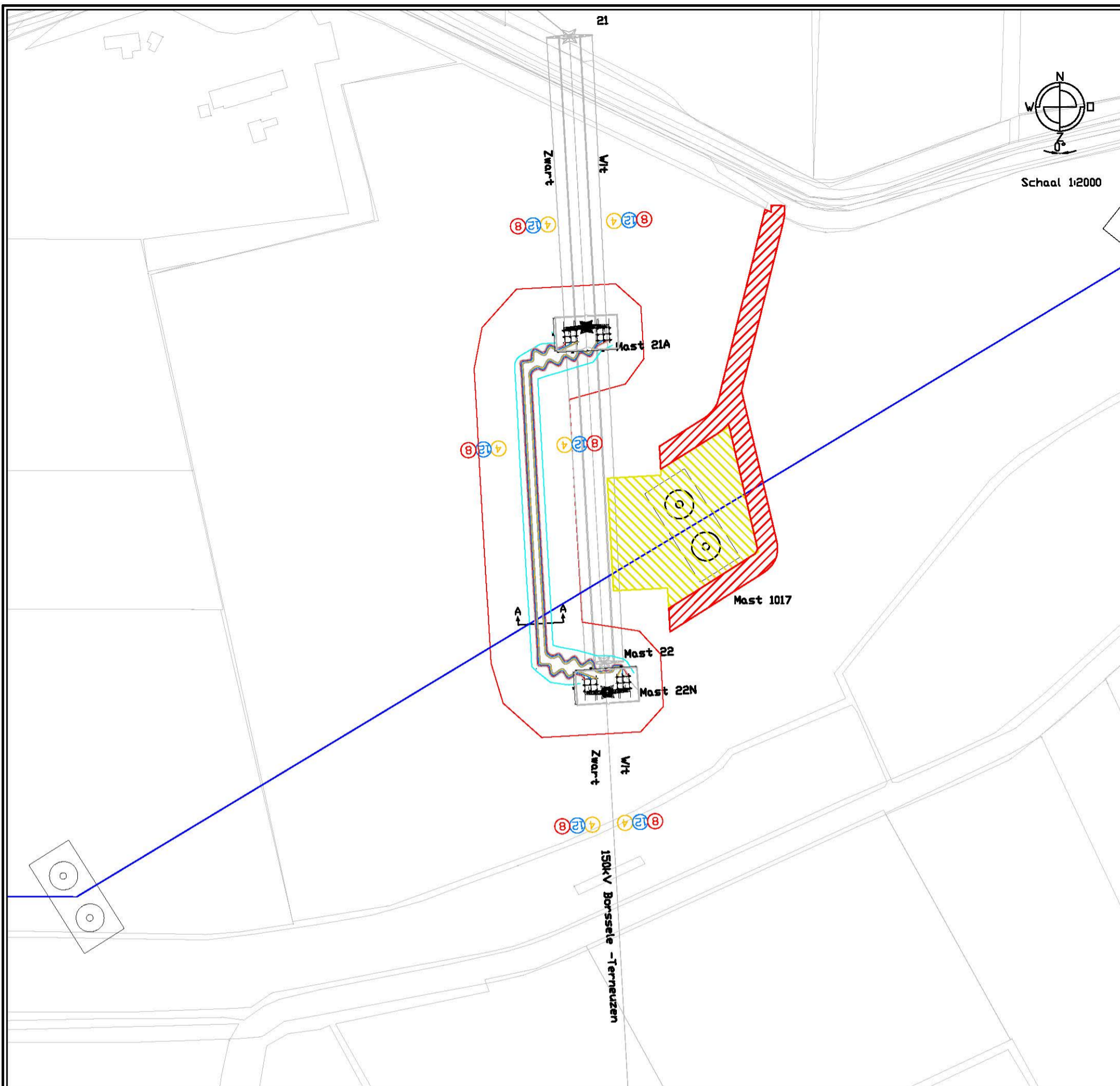
- **Load vs Strength table**

- Tower Nr: 2
- Tower type: Existing

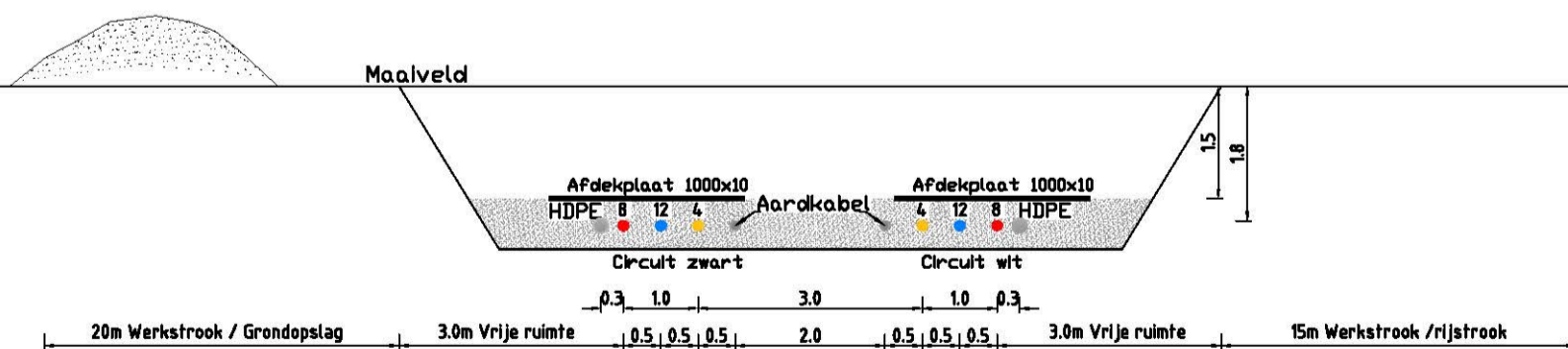


## **ABOUT DNV GL**

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.



Doorsnede A-A  
Schaal 1:100



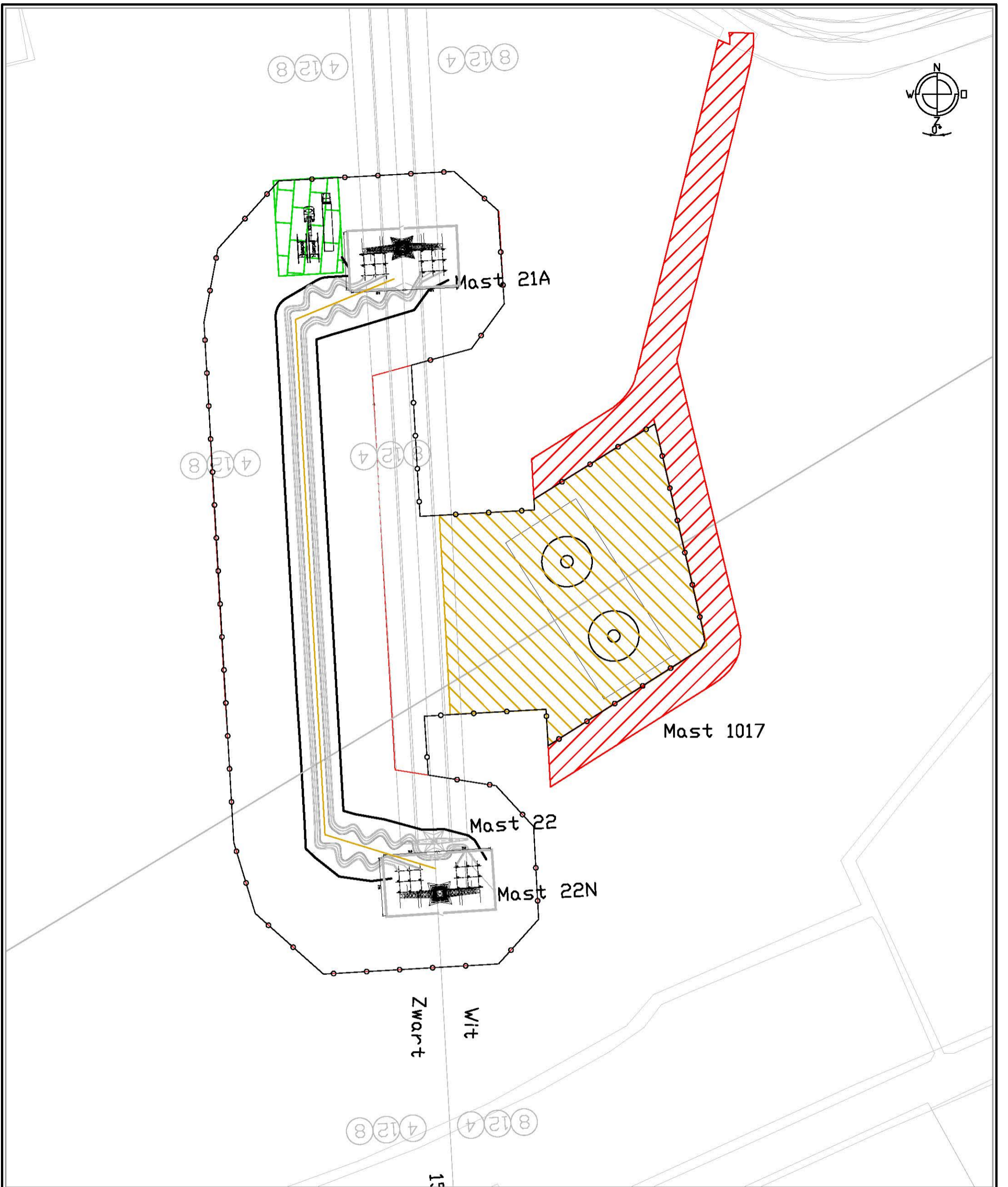
Legenda

- Fasen klokgetal 4
- Fasen klokgetal 8
- Fasen klokgetal 12
- Hartlijn kabeltrace Ellewoutsdijk
- Vrije ruimte kabelbed
- Werkstrook
- Hekwerk DSP (indicatief)
- 150kV lijn Borssele - Terneuzen
- Werkterrein tijdelijke kabel
- Werkterrein mast 1017
- Rijbaan

WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
OPDR. GEVER	TenneT TSO				
PROJECT	Kabelverbinding nabij Ellewoutsdijk				
ONDERDEEL	Tracétekening				
PROJECTNR.	TE113901	DATUM	26-01-2016	BEOORDEELD	ARo
TEK.NR.	TE113901-T20	OPGESTELD	MP	GOEDGEK.	ARo
FASE	SO	SCHAAL	zie tek.	STATUS	Definitief 1.0
FORM.	A3	EENHEID	meter	REVISIE	-





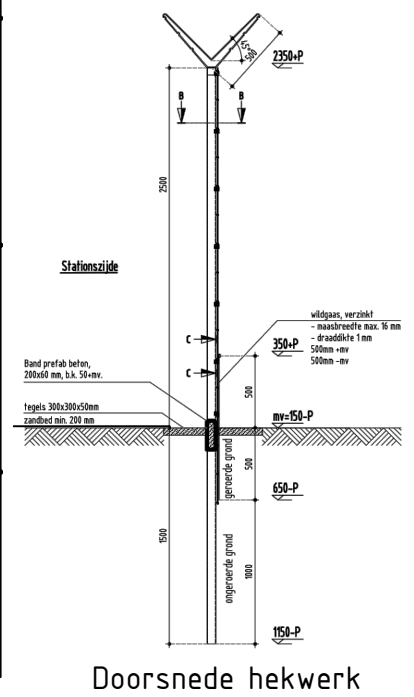
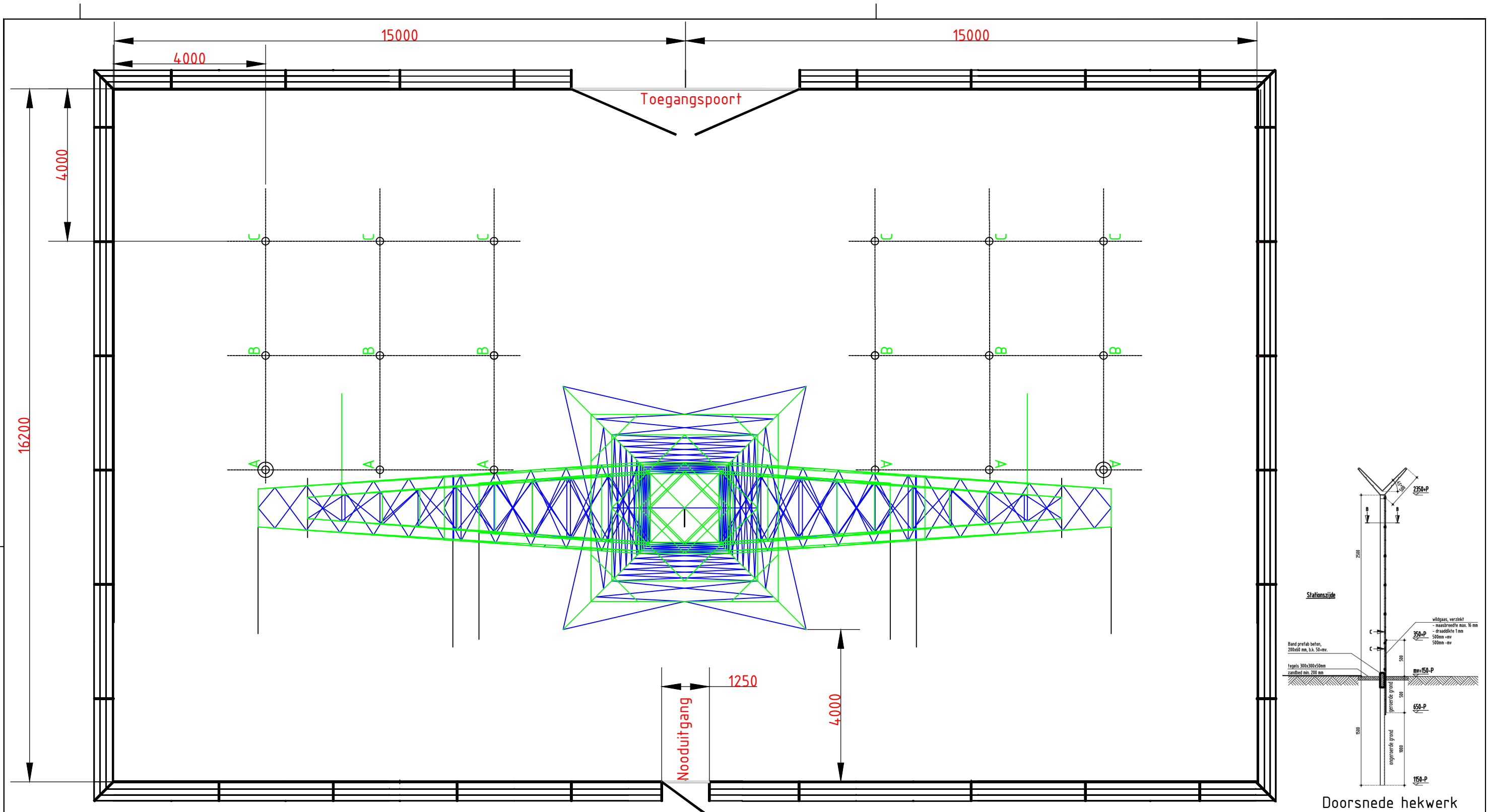


**Legenda**

	Vrijestroom kabelbed		Bouwtterrein masten		Haspellocatie
	Hart kabeltracé		Bouweg masten		Haspel
	Werkterrein kabeltracé		Werkstrook kabeltracé		

WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
	OPDR. GEVER TenneT TSO				
	PROJECT Kabelverbinding Ellewoutsdijk				
	ONDERDEEL Aarding Ellewoutsdijk				
PROJECTNR.	TE113901	DATUM	23-3-2016	BEOORDEELD	ARo
TEK.NR.	TE113901-T23	OPGESTELD	MP	GOEDGEK.	ARo
				FASE	SO
				FORM.	A3
				SCHAAL	1:1000
				EENHEID	Mefer
				STATUS	definitief 1.0
				REVISIE	-





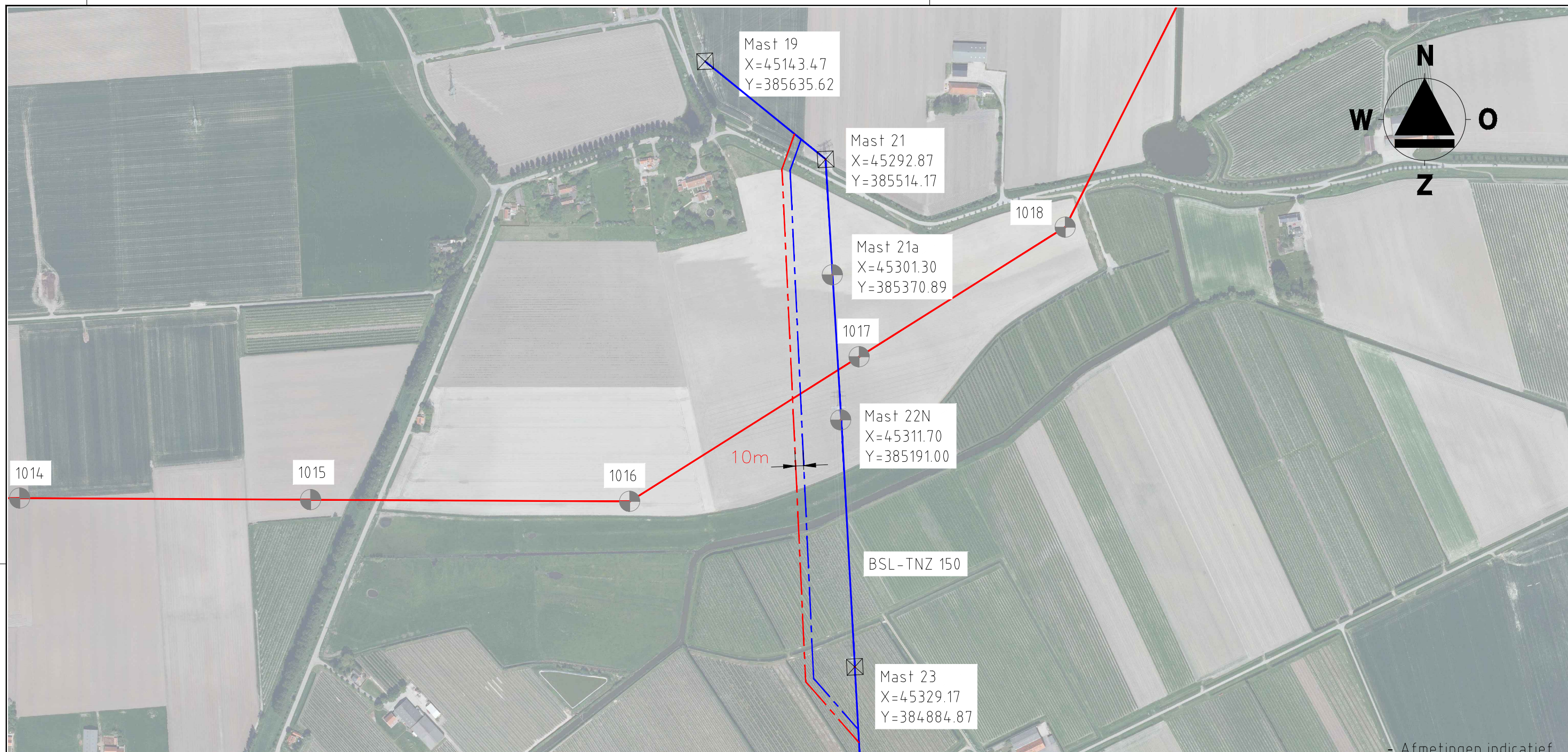
Legenda:

Hekwerk uitwerken conform SPE 04 002 Specificatie Hekwerken en Poorten.

A: Overspanningsafleider  
 B: Afspanveer  
 C: Kabeleindaansluiting

1	2-8-2016	Eerste versie			
2	19-3-2016	Aanpassing toegangspoort			
		Projectname: Engineering verbinding ZW380			
		Third angle projection: 			
Design state: DRAFT		Scale: 1:100	Drawing no.: <b>74102194-031-123</b>	Revision: <b>2</b>	
Drawn by: SGR 18-3-2016	Units: mm	Description: OSP 150kV BSL-TNZ			
Checked by: AJP 18-3-2016	Project no: 000-145				Format: <b>A3</b>
Approved by: RLO 18-3-2016	Company: TenneT				
DNV GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com					





- Afmetingen indicatief  
**T.B.V. Aanvraag**

BOVENAANZICHT 1:5000

- LEGENDA:**
- ZW380 kV verbinding
  - Verbinding BSL-TNZ150
  - - - Witte circuit noodkabel
  - - - Zwarte circuit noodkabel
  - ⊠ Bestaande mast
  - ⊙ Toekomstige mast

5.0	03-17-2016	mastnummer 021N gewijzigd naar 021a	
4.0	02-02-2016	Nieuwe alternatief met stuk kabel	
3.0	08-01-2014	Verbinding naam aangepast	
2.0	13-12-2013	Schaal en coördinaten aangepast	
		Projectname: Engineering verbinding ZW380	
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-031-122
Design state: CONCEPT		Scale: 1:5000	Description: Tracé BSL-TNZ 150 tijdelijke kabel tussen mast 21 & mast 23
Drawn by: RBE	08-01-2014	Units: m	
Checked by: AJP	08-01-2014	Project no: 000.145	Revision: 5.0
Approved by: AW	08-01-2014	Company: TenneT	
		Format: A3	