

Bijlagelijst ZW380kv Wabo Gemeente Reimerswaal, d.d. 29 april 2015						
Map	Titel	Datum	Versie	Tekening/documentnummer	Vergunning	Opmerkingen
<b>1</b>	<b>Overzichtskaart en Mastenlijst</b>					
	Overzicht Zuid-West 380 kV Borssele-Rilland	feb-15		150227p_zw380_ZW-W_zeeland_A2	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
	Tracé ZW380kV Gemeente Reimerswaal	21-4-2014		150421p_zw-w380_Reimerswaal_A0	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
	Mastenlijst Wabo Reimerswaal DT2	20-2-2015			Wabo bouwen	
<b>2</b>	<b>Vergunningenkaarten</b>					
	150428 vergunningenkaarten DT2 VKA 2.1	28-4-2015	3	315112-T002-C-verg	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	Blad 1062 t/m 1104
<b>3</b>	<b>Kadastrale Gegevens</b>					
	Lijst met kadastrale gegevens	29-4-2015	1.0		Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	
<b>4</b>	<b>Lengteprofielen</b>					
	Section DT2 Krabbendijke Alternative 4 (Structure 1050 - 1104)	20-2-2015	P2	ZW380_LPD_DT2-P2_ALT-4	Wabo bouwen	Blad tot 3 en met 15 van 15
<b>5</b>	<b>Vergunningendocument</b>					
	Engineering Verbinding ZW380 Deelgebied2: WAP - Rilland Vergunningendocumentatie	17-3-2014	9.0	13-0891	Wabo bouwen	Inclusief tekeningen en berekeningen van tijdelijke masten en jukken in de onderliggende mappen.
<b>6</b>	<b>Ontwerpgegevens Wintrackmasten</b>					
<b>A</b>	<u>Ontwerpdossier Mastenfamilie</u>	17-3-2015	12.0	13-3149	Wabo bouwen	Inclusief berekeningen en tekeningen van masten en fundaties in de onderliggende mappen
<b>B</b>	<u>Beton Hybride</u>					
	Constructieberekening hybride masten	6-3-2014	4	74102194-ETD/POL 13-2623	Wabo bouwen	
	Constructieberekening betonnen masten	6-3-2014	4	74102194-ETD/POL 13-2622	Wabo bouwen	
	Constructieberekening funderingen voor betonnen en hybride masten	22-4-2015	6	74102194-ETD/POL 13-3180	Wabo bouwen	
<b>7</b>	<b>Aansluitgegevens Station Kruiningen</b>					
	Opstijgpunt Kruiningen, Basisontwerp Deeltracé 2	19-9-2011		GSP-RLL150-00-31-0002	Wabo bouwen	
	Tracé tekening Kruiningen	15-10-2012	C	TE113900-D2-T09	Wabo bouwen	Blad 1
	Luchtfoto Opstijgpunt Kruiningen	11-2-2015	OSP Kruiningen	150211p_zw380-w OSP kruiningen	Wabo bouwen	
	Rapportage 150kV Tracé Zuid-West Kabeltracé 2: Kruiningen	25-4-2014	Definitief	B02032.000500.0100		
<b>8</b>	<b>Constructieve veiligheid</b>					
	Basisnota constructieve veiligheid	2-12-2014	2.0	14-3185	Wabo bouwen	
<b>9</b>	<b>Rapport Archeologie</b>					
	Bureauonderzoek Archeologie; Hoogspanningsverbinding Zuid-West 380 kV; Deeltracé 2	8-2-2013	concept	076922603:0.2	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	Definitieve versie wordt later aangeleverd, conform gemaakte afspraken met gemeente op 27 augustus 2014.
	ZuidWest 380kV Hoogspanningsverbinding Borssele-Tilburg; Deelrapportage Zeeland, inventariserend veldonderzoek door middel van verkennende boringen	10-6-2014	revisie 1	GM-0135317	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	Definitieve versie wordt later aangeleverd, conform gemaakte afspraken met gemeente op 27 augustus 2014.
<b>10</b>	<b>Bodemrapport</b>					
	Grondonderzoeken ZW380kV Deeltracé 2 Verkennend (water)bodem- en asbestonderzoek	28-4-2015	D1	GM-0159560	Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO	

<b>11</b>	<b>Beeldkwaliteitsplan</b>					
	Beeldkwaliteitsplan Wintrack II	dec-14				Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO
<b>12</b>	<b>CRa Advies Wintrackmasten</b>					
	Advies Esthetisch Concept Wintrackmasten	2-10-2014		RBM-20140102		Wabo bouwen
	Reactie TenneT TSO op Advies CRa	8-1-2015		LP-2015-001		Wabo bouwen
<b>13</b>	<b>Situatietekeningen</b>					
	VKA 2.1 Gemeente Reimerswaal	21-4-2014	VKA 2.1	150414p_zw-w380_Reimerswaal		Wabo bouwen, in- en uitrit, werk of werkzaamheden uitvoeren en strijdigheid RO
<b>14</b>	<b>Ontwerpgegevens Mast 1084</b>					
	380kV Hoogspanningsmast in de Oosterschelde Voorontwerp mastfundering en grondnam	april-15	R1	MW-AF2015106		Wabo bouwen
	Terrein t.b.v. 380kV mast 1084	29-4-2015	A	BD5948-101-100-1323-100		Wabo bouwen
	Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 Werkeiland	29-4-2015	A	BD5948-101-100-1323-101		Wabo bouwen
	Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 Details en dwarsprofielen	29-4-2015	A	BD5948-101-100-1323-800		Wabo bouwen
	Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 Details en dwarsprofielen	29-4-2015	A	BD5948-101-100-1323-801		Wabo bouwen

**15 Ontwerpgegevens hekwerken**

Bijlage 11  
Beeldkwaliteitsplan



# Winttrack II



# Wintrack II

## Colofon

### Opdrachtgever:

TenneT TSO BV  
Postbus 718  
6800 AS Arnhem  
[www.tennet.eu](http://www.tennet.eu)



### Architect:

Zwarts & Jansma Architecten  
Postbus 2129  
1000 CC Amsterdam  
[www.zwarts.jansma.nl](http://www.zwarts.jansma.nl)



## Inhoud

4	Wintrack II - Inleiding
6	Beeldkwaliteitseisen
8	Kleurstelling
10	Mastverhoudingen
12	Details
16	Fundering
18	Onderhoud en toekomstvastheid
20	Steunmasten
24	Hoekmasten

## gebruikte symbolen

-  wenselijk
-  uitzonderlijk toegestaan, maar liever niet
-  niet toegestaan

## Wintrack II - Inleiding

Voor het Randstad 380 hoogspanningstracé is een reeks masten ontworpen onder de naam Wintrack.

De Wintrack-masten zijn een rank en strak vormgegeven ensemble van masten. Ze zijn terughoudend in het landschap doordat ze gestileerd zijn in het silhouet en minimalistisch in detail.

De compacte bundeling van circuits reduceert niet alleen het magneetveld aanzienlijk, ook geeft het een hedendaags en vernieuwend beeld. Zij zijn markant door de V-vormige fase dragers en neutraal in kleurstelling van grijs tinten.

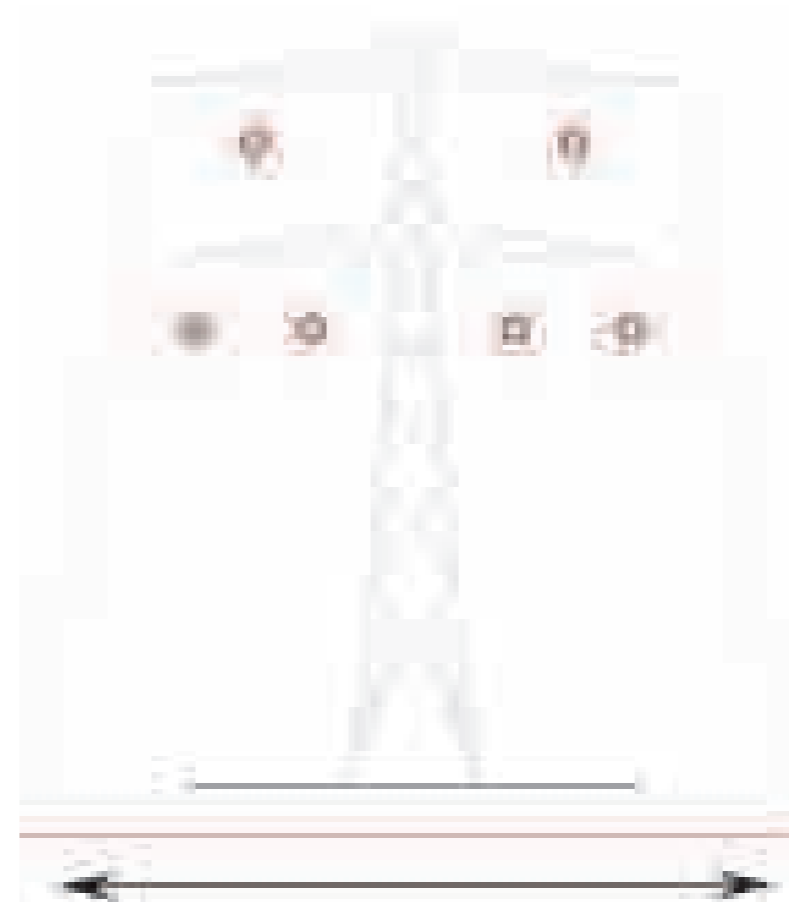
In tegenstelling tot de horizontaal georiënteerde vakwerkmasten, benadrukken de Wintrack steunmasten de verticaliteit van de hoogspanningsmasten. Hierdoor worden de masten opgenomen in het open landschap.

Om flexibel te kunnen traceren is er naast de 350m veldlengte mast, ook een 400m en een 450m veldlengte mast ontworpen.

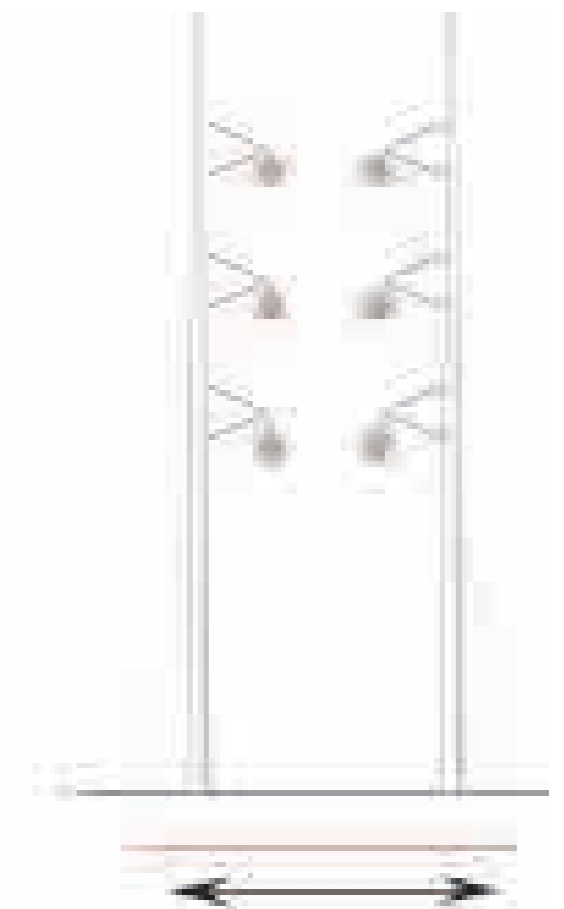
Het vervolg op deze Wintrack zijn projecten verspreid over Nederland. De trajecten van dit Wintrack II-project voeren door verschillende gebieden en landschappen.

Het definitief ontwerp is een resultaat van een aantal beeldbepalende keuzes. De schematische weergave geeft al direct het kenmerk van de Wintrack bi-poles weer, waarbij verschillende configuraties mogelijk zijn.

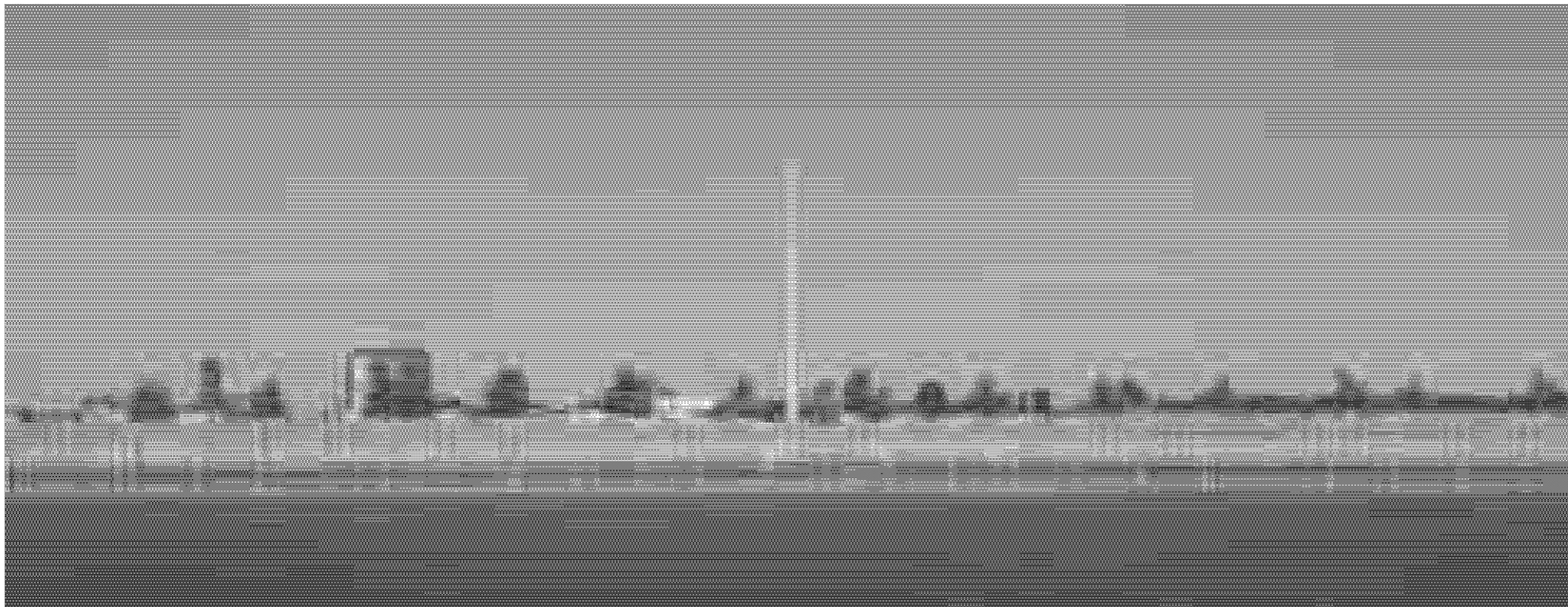
Het uitgangspunt voor de Wintrack is een gladde, abstracte mast in het landschap met een minimum aan detail.



magneetveld 300m



magneetveld max 100m







BUITEN SCOPE

3x transformator Borssele

Vervanging beveiligingsapparatuur  
meerdere stations Zeeband  
Pieter van Doorne  
Pijp 002-132

Opwaardering 380kV Geertruidenberg - Borssele  
2.25A - 3kA

Studie naar kabelverbinding  
Gies de Puiel - Tensseman  
via kabels Westerschelde

Algemeen  
Onderzoek Pieter van Doorne naar niet effectieve aarding  
Realisatie voorafgaand aan ZW380  
Realisatie securityplan Amphi + station  
IV Kees Keremans, Programmanier, Pieter van Doorne  
Aansluiting stations OTD150, TBW150, TBN150, RLL150, KNG150



# Scopekaart deeltrace 2



Ovansluiting 380kV Geertruidenberg - Bussela  
2,5kA -> 3kA

Ombouw inductie Zandvliet naar  
subbele afkasting binnen pijl ZV380  
of eerder op verzoek van Eka i.v.m.  
2e fase-schakel in Zandvliet

150kV-station Riland volledige inkoopplanning in de  
bovenlijn + koppelveld 2 nieuwe transformatorreizen  
voor DNWB i.v.m. aanvragen van windmolenparken  
Realisatie juni 2014

Mogelijke 150kV-transformator verplaatsing  
van Riland naar Middelburg

380kV station Riland  
PM

Algemeen  
Ombouw Petersen-aarding naar niet effectieve aarding  
Realisatie voorafgaand aan ZV380  
Renovatie secundair Amphi + telecom  
W. Kies Kromm, Programmagr. Peter van Doorne  
Aanpassing stations OTD150, TBW150, TBN150, RLL150, KNG150  
Vervanging beveiligingsapparatuur  
meerdere stations Zeeland  
Peter van Doorne  
Pijpr 002-132



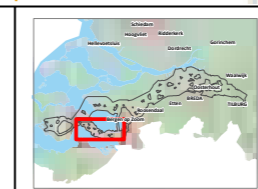
Zuid - West 380 kV Scopekaart deeltrace 2

**Legenda**

- Tracé vka 2.0
- Hartlijn
- Aansluiting (ondergronds)
- Mast / pylon
- Opstijppunt
- Stationslocatie
- Grens deeltrace

**Bestaande verbinding**

- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- Te amoveren 380kV verbinding
- Te amoveren 150kV verbinding
- 380 kV Station
- 150 kV Station



Versie	vka 2.0	Datum	08-09-2014
Schaal	1:20.000	Formaat	A0
Kenmerk	A:\p\2013\instructie\201308\Westerschakel\140908_scopekaart_201308_201308_scopekaart_02_A0_v14020		
0 250 500 750 1.000 m			

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

## Beeldkwaliteitseisen

In aanloop naar de uitbreiding van de hoogspanningsinfrastructuur, is het ontwerp van de reeds bestaande Wintrack-masten onder de loep genomen.

De eerder gebouwde Wintrack is de basis voor het ontwerp. In verhouding tot traditionele vakwerkmasten hebben de rondconische masten een kleinere impact in het landschap. Niet alleen van een afstand, ook van dichtbij zijn de masten een geslaagd voorbeeld van integratie van techniek en vormgeving.

Er is ten opzichte van de Wintrack een belangrijke verandering bij Wintrack II. Het aantal mogelijke configuraties is uitgebreid, waardoor naast 2x 380kV of 2x380kV+2x150kV combi, er nu ook 4x 380kV in de masten gehangen kan worden.

Slankheid is van een niet te onderschatten belang bij het succes van de Wintrack-

masten. De juiste verhouding hoogte versus diameter bij basis en top geeft de masten een gestileerd silhouet in het landschap. De nieuwe trajecten vragen aangepaste mast hoogtes.

De top van de mast is slank en krijgt een minimum aan detail, om zo ogenschijnlijk te verdwijnen in de lucht.

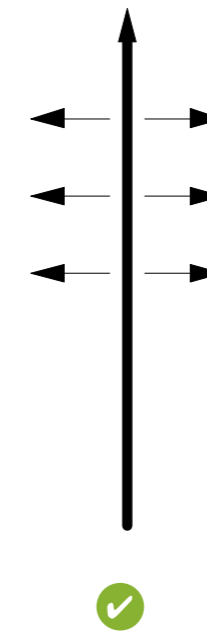
Er is een keuze tussen staal, beton of een hybride beton/staal variant. Het conische mastlichaam heeft een strakke lijn van voet tot top. De mast is glad afgewerkt, het oppervlak zo strak mogelijk. Voor schoon beton geldt de kwaliteit volgens CUR-100 aanbevelingen.

De detaillering van de Wintrack is minimalistisch. Om de rust en eenvoud van de mast te bewaren worden de appendages zoals klim- en onderhoudsvoorzieningen,

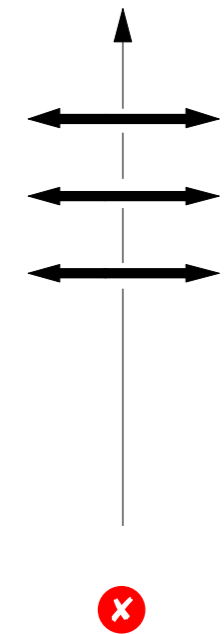
alleen met in het mastlichaam geïntegreerde verbindingen uitgevoerd. De aansluiting op het maaiveld is terughoudend.

Hoek- en steunmasten worden op dezelfde wijze gedetailleerd, om zo eenduidige taal te krijgen binnen een traject.

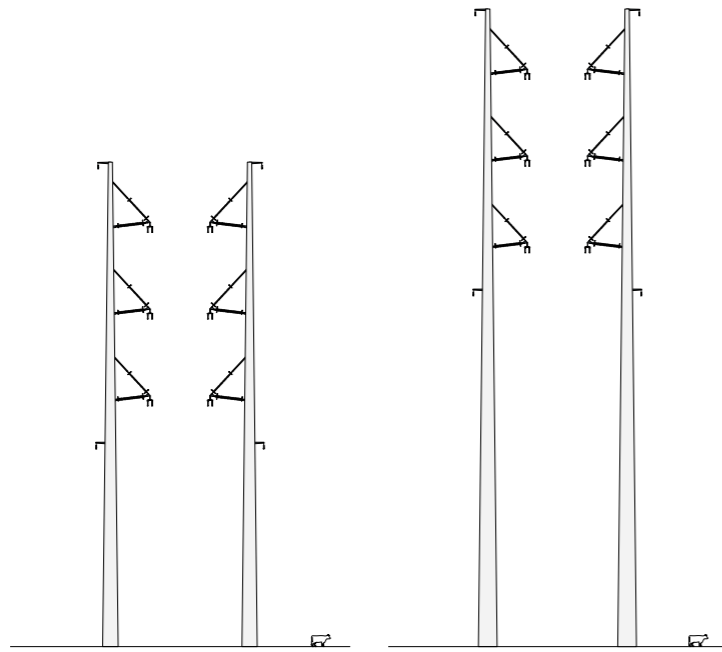
Het kleurenwWwpalet van Wintrack een komt terug in het ontwerp. Schoon beton is echter iets grijzer.



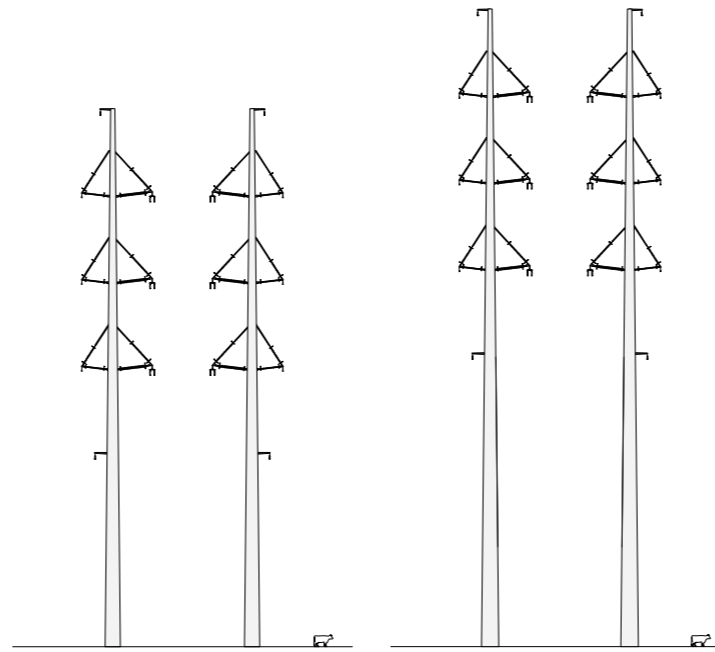
Abstracte verticale lijn



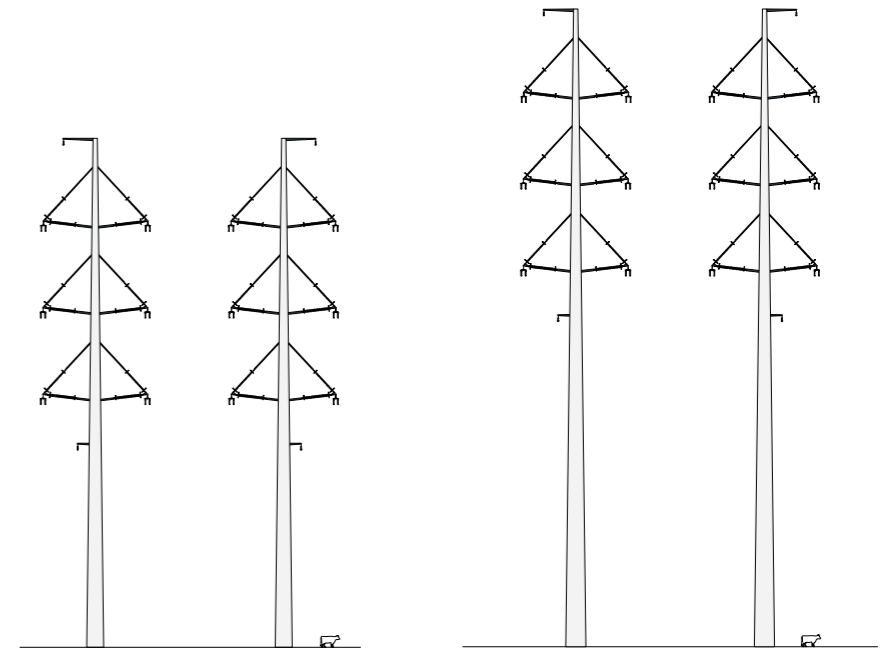
**Steunmasten**



**W2S400**  
2 x 380kV circuit

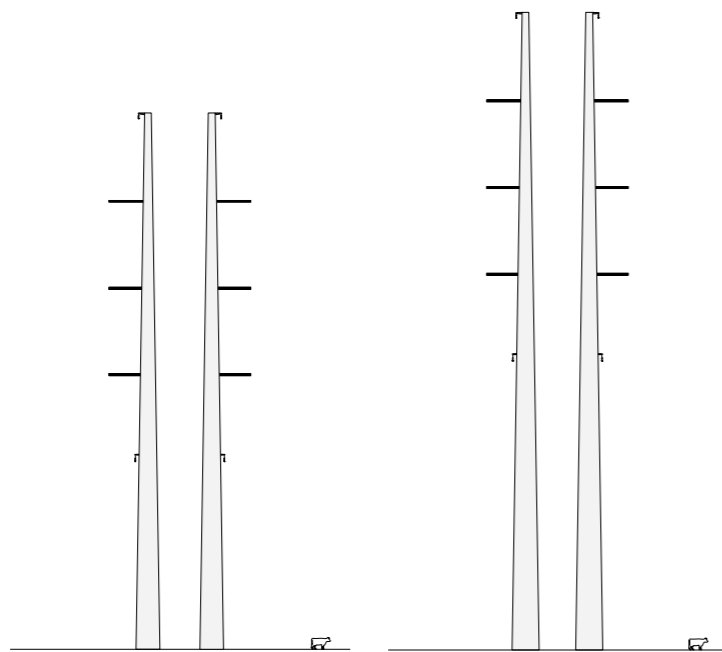


**W4S400**  
2 x 380kV circuit en 2 x 150kV circuit

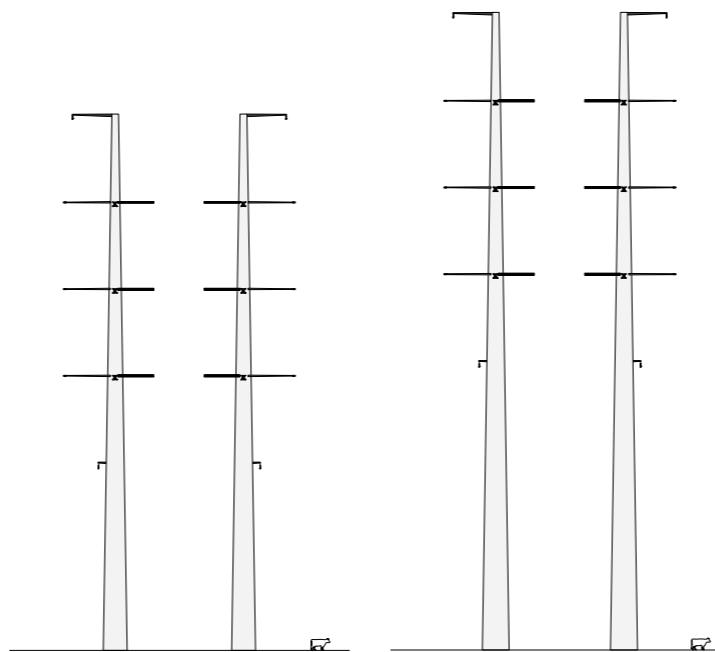


**W6S400**  
4 x 380kV circuit

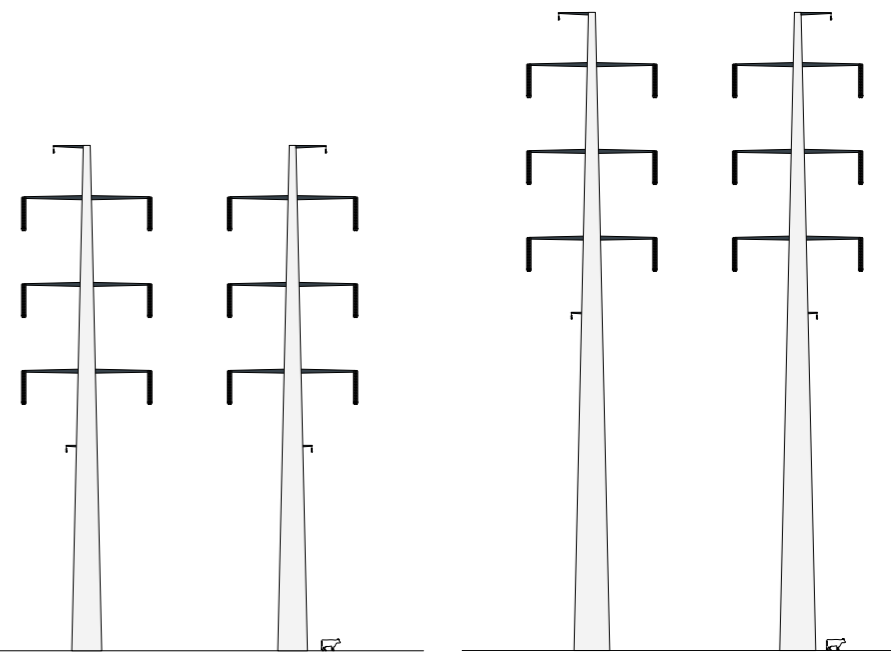
**Hoekmasten**



**W2H400**  
2 x 380kV circuit



**W4H400**  
2 x 380kV circuit en 2 x 150kV circuit



**W6H400**  
4 x 380kV circuit

## Kleurstelling

De kleurkeuze voor de Wintrack-masten is helder en consequent. De opdeling in mastlichaam en appendages maakt het geheel leesbaar en benadrukt de verticale lijn van de masten.

Het mastlichaam wordt, net als bij de eerdere Wintrack, RAL 9018 Papyrus white.

Wanneer beton worden gekozen als materiaal voor het mastlichaam wijkt de kleur af van de eerder genoemde RAL 9018. Beton wordt CUR grijschaal A, volgens de CUR-100 aanbevelingen voor schoon beton. De keuze voor CUR is geenzins een voorschrift of uitsluiting van een betonkwaliteit, slechts een kwaliteitseis voor schoonbeton.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen appendages en mastgebonden voorzieningen. De mastgebonden voorzieningen, zoals hijsogen, klimvoorzieningen en telecomvoorzieningen, worden in de kleur van

het mastlichaam gehouden. De appendages zijn de braced-V isolatoren, stalen traverses, de fasedragers en andere onderdelen die aan de mast bevestigd worden. Zij krijgen de kleur RAL 7021 Zwartgrijs.



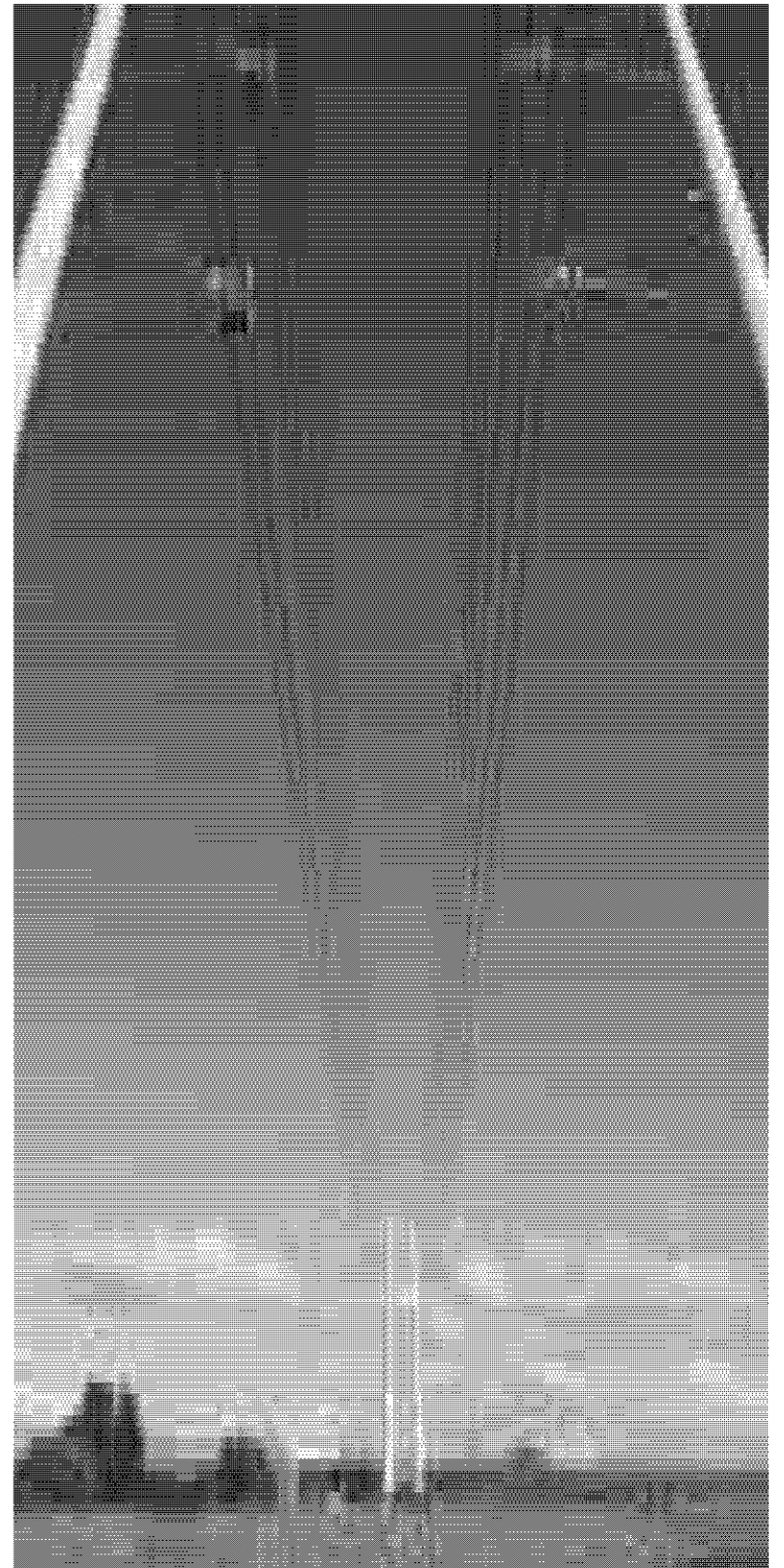


Foto: P. Kolmeijer

## Mastverhoudingen

De Wintrackmasten hebben een bepaalde conische vorm, die esthetisch fraai is. De verhoudingen in top- en voetdiameters vloeit hieruit voort.

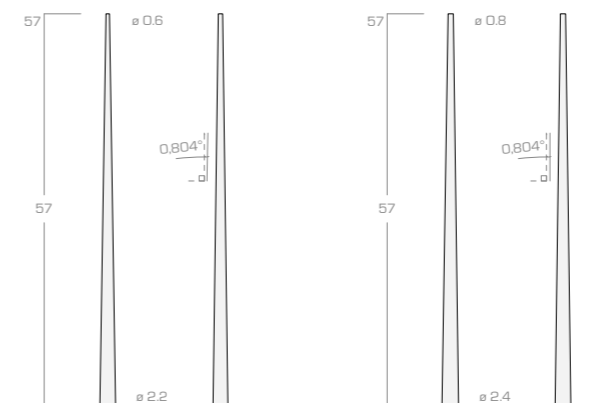
Vanuit de landschapsmontages en de schematische weergaven van de mastlichamen is gebleken dat, bij een masthoogte van 57m, een maximum geldt voor voet- en topdiameter. Het minimum van de topdiameter wordt bepaald door technische haalbaarheid; de detaillering van de traversen van de hoekmasten heeft een minimale dikte nodig. De mast mag niet te spits en niet te cilindrisch worden.

Vanuit de uitvoering van de eerste Wintrack hoekmasten is gebleken dat de masten ter plaatse van de bretels verstevigingsringen nodig hadden, die om productie technische redenen niet aan de binnenzijde geplaatst konden worden. Met het vergroten van de

topdiameter van 0,5m naar maximaal 0,8m is echter weer ruimte in de mast ontstaan om ook de 2x380kV hoekmasten glad en strak uit te voeren, zonder uitwendige ringen.

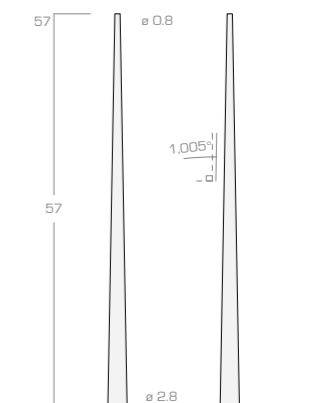
Vanuit esthetisch oogpunt mag de masttop niet dikker zijn dan 0.8m. Wanneer de mast een grotere voet diameter krijgt dan 2.4m is het wenselijk 0.8m aan te houden. De diameter van de voet groeit en krimpt met de lengte, met de top als vast gegeven. De voet diameter neemt evenredig toe met de lengte. De hoek van de wand met de normaal blijft gelijk. Als bijvoorbeeld 0.6m is gekozen voor een type. Wordt deze topdiameter toegepast op alle beoogde mastlengtes.

### verhouding steunmasten

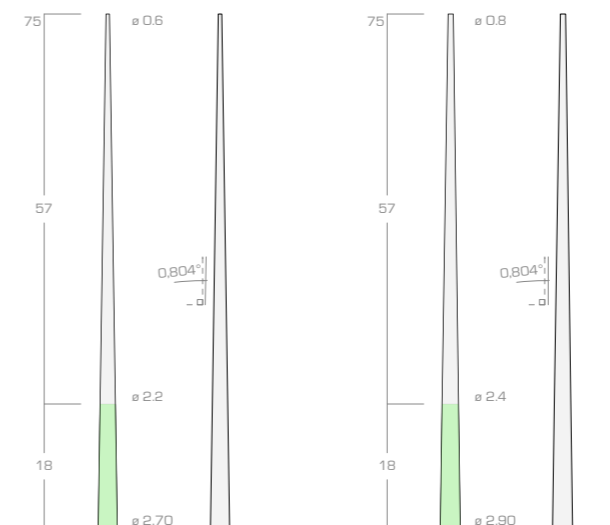


**57m steunmast**  
topdiameter 0.6 tot 0.8 m  
voetdiameter 2.2 tot 2.4m

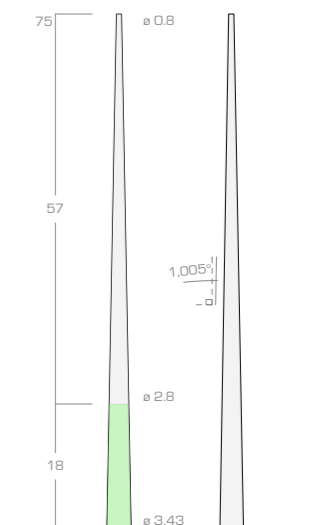
### verhouding hoekmasten



**57m hoekmast**  
topdiameter 0.8 m  
voetdiameter 2.8m

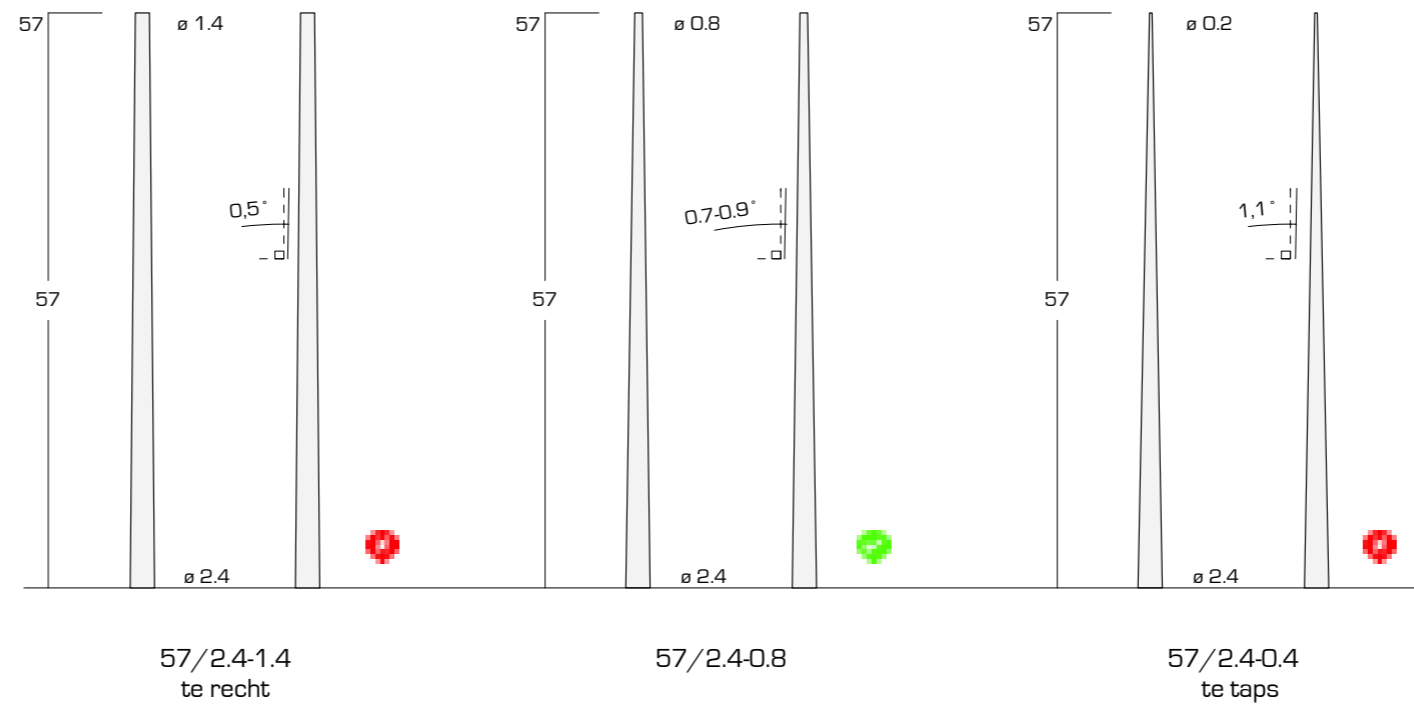


**75m mast op basis van 57m mast**  
topdiameter 0.6 tot 0.8 m  
voetdiameter 2.6 tot 2.9m

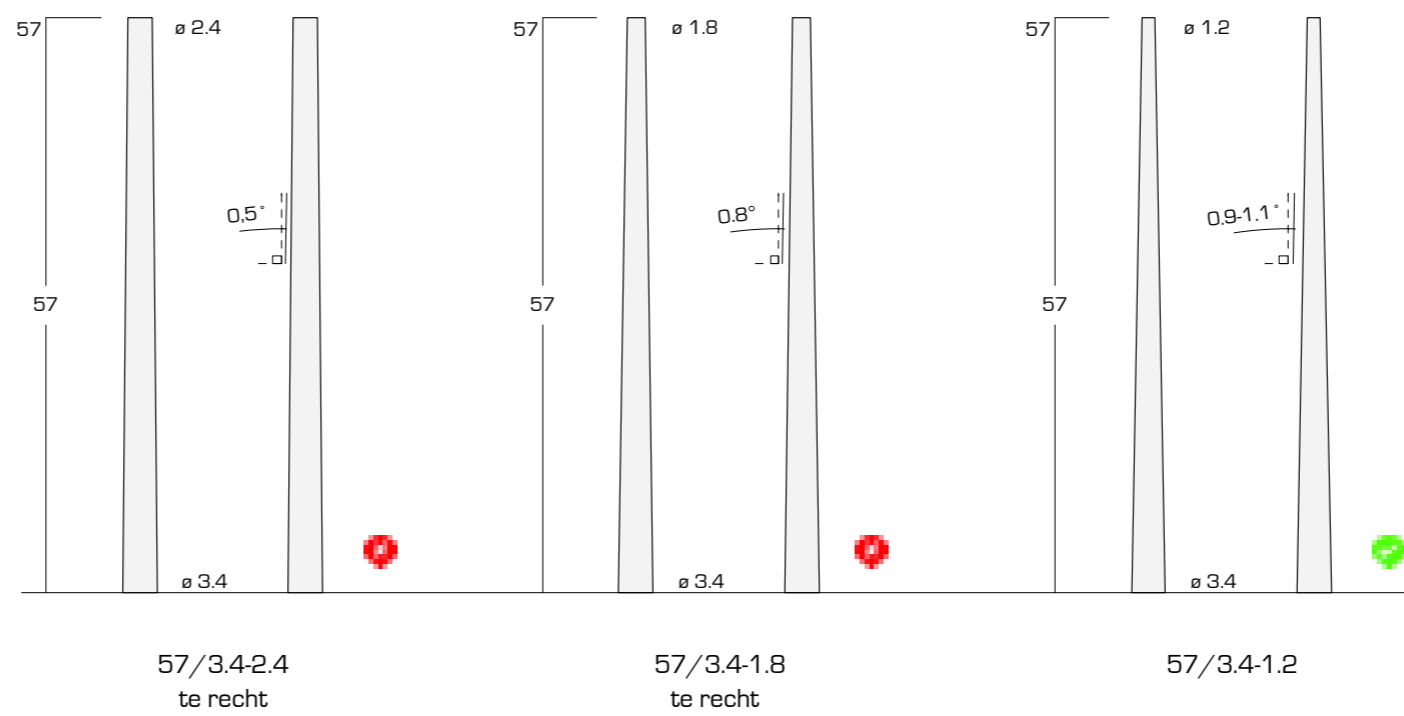


**75m hoekmast o.b.v. 57m mast**  
topdiameter 0.8 m  
voetdiameter 3.4m

verhouding steunmasten



verhouding hoekmasten





## Details

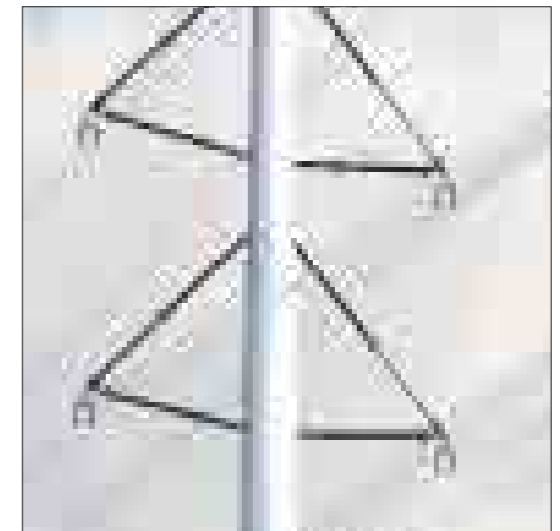
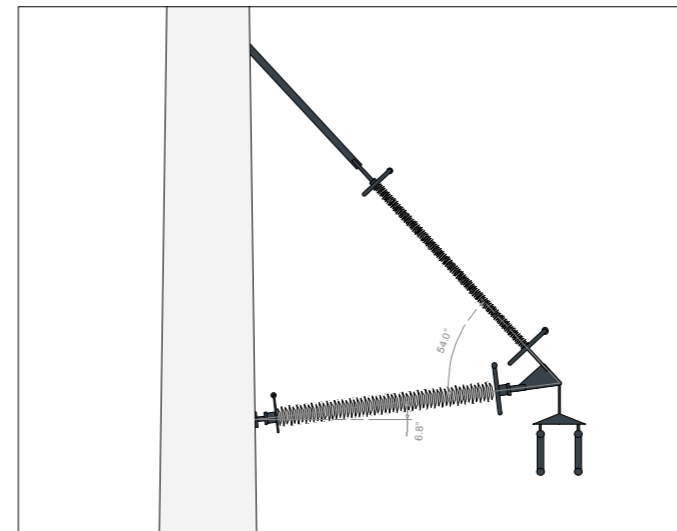
Met Wintrack wordt een abstract beeld nagestreefd. De nadruk ligt op de vorm van de mast, dus alle onderbrekingen doen daaraan afbreuk.

Om vervuiling tegen te gaan, worden de appendages zo uitgevoerd dat er geen leksporen ontstaan. Door een gladde detaillering ontstaan er geen hoekjes waar zich vuil kan ophopen. Tevens is de mast dan minder aantrekkelijk voor vogels om er te verblijven.

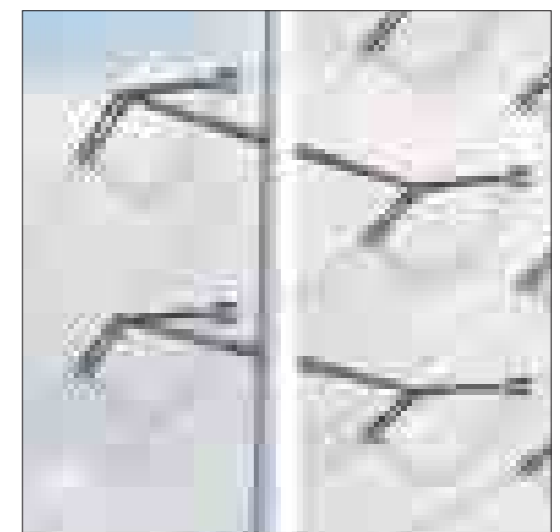
De aansluiting van de mastvoet op de fundering is niet of zo minimaal mogelijk zichtbaar.

De aansluiting van de segmenten van de mast zijn vlak gedetailleerd.

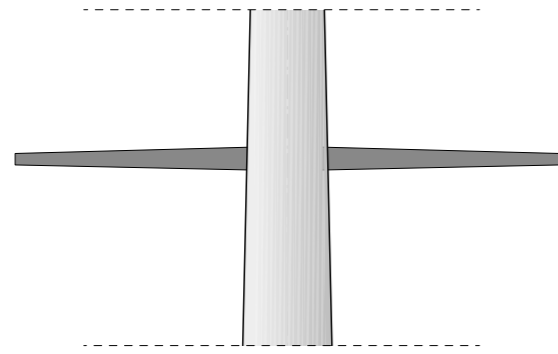
Op deze en de volgende pagina staan foto's en schematische weergaven van de detailprincipes waarmee deze doelen bereikt worden.



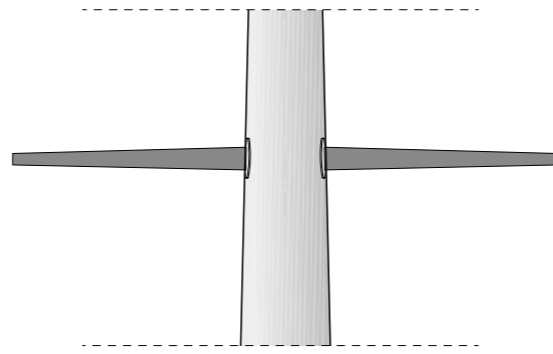
Voorbeelden van minimale aansluitingen en integratie van toevoegingen



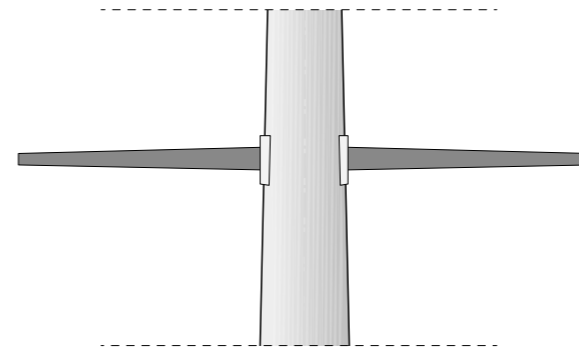
Vorm & uithouders traversen



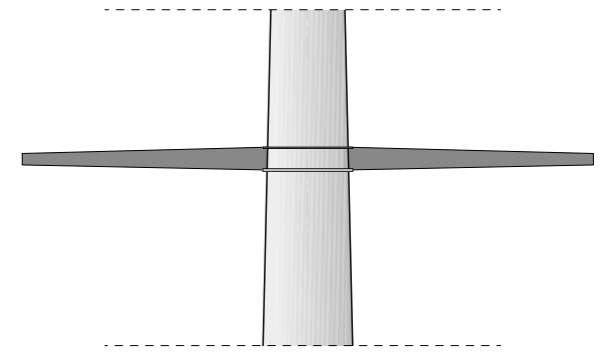
geen zichtbare verbinding



minimale flens



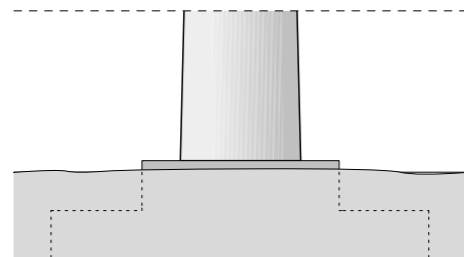
flens groter dan maximaal toegestaan



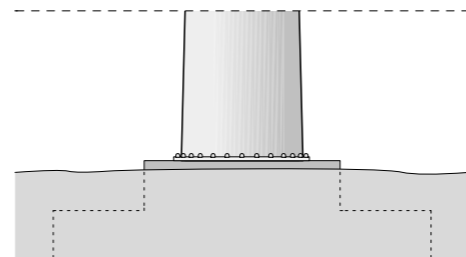
verstevigingsring groter dan toegestaan



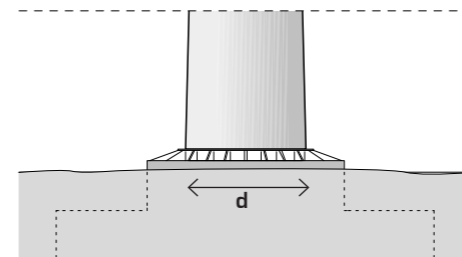
### Aansluitprincipes



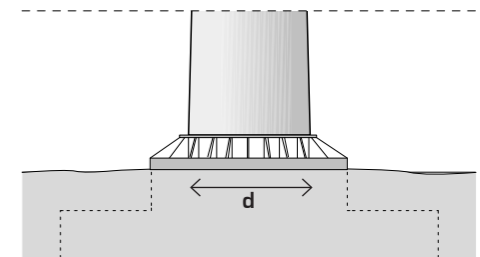
flens en boutenrij aan binnenzijde



minimale enkele boutenrij



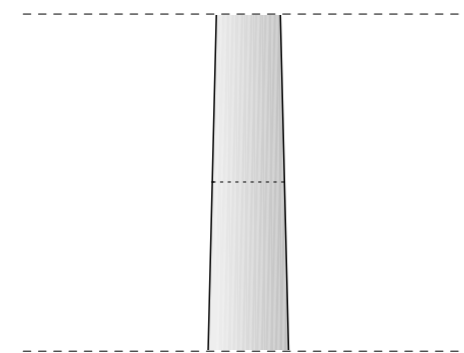
verstevigingsflenzen aan buitenzijde kleiner dan  $0,2 \times d$  toegestaan maar niet gewenst



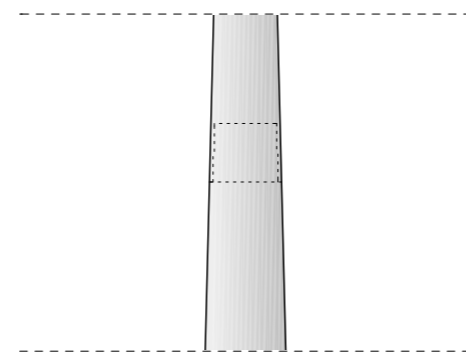
verstevigingsflenzen aan buitenzijde groter dan  $0,2 \times d$  niet toegestaan



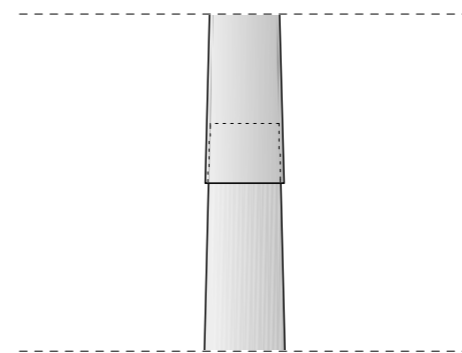
### Fundatie aansluiting



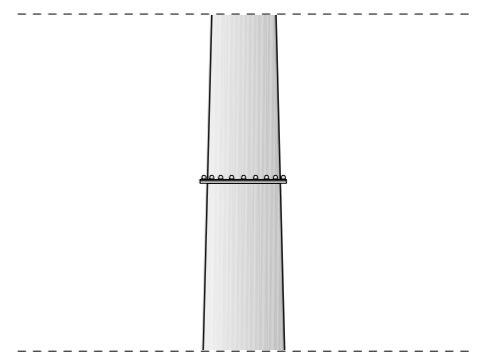
flens en bout aan binnenzijde



schuifverbinding zonder zichtbare verspringing



schuifverbinding met zichtbare verspringing



flens en boutenrij aan buitenzijde



### Aansluiting mastdelen





## Fundering

De fundering van de masten is weg gewerkt onder maaiveld of zo minimaal mogelijk zichtbaar.

De bovenkant van het beton van de fundering komt minder dan 30cm boven toekomstig maaiveld.

De fundering is in een of twee delen per koppel, maar boven maaiveld is er geen zichtbare verbinding tussen de funderingen van de 2 masten.

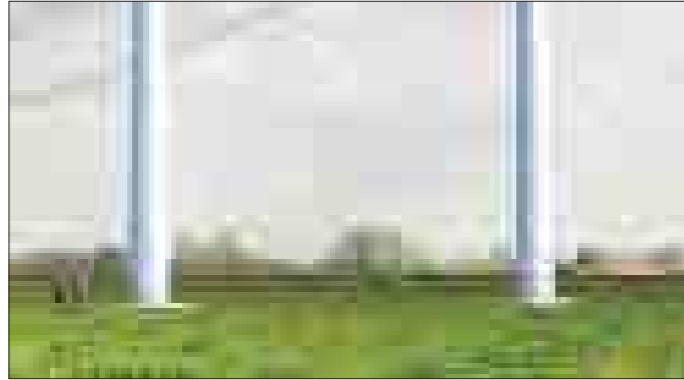


Aangepaste fundatie bij Bleiswijk, de volledige fundatie gelijk aan maaiveld



Fundatie bij Bleiswijk met de opstort van fundatie 0.3m boven maaiveld

Voorkeursoptie



Fundatie met ronde opstort van 0.3m boven maaiveld. Hoogte gras [extensief beheerd en ongemaaid] 0,1m

Mogelijke optie

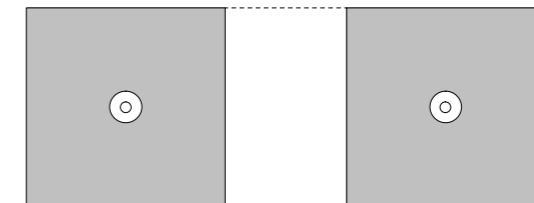
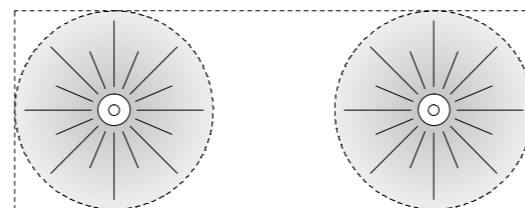
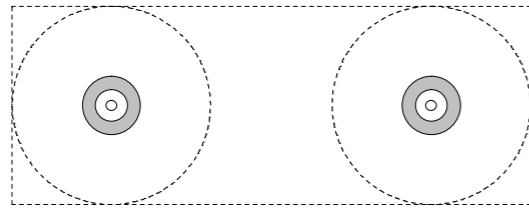


Fundatie vrijwel gelijk (maximaal +0,3m) op maaiveld oplopend t.b.v. afwatering.

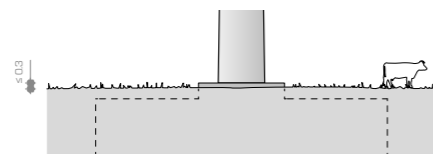
Geen optie



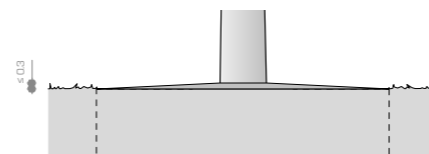
Fundatie over geheel 0.3m boven maaiveld.



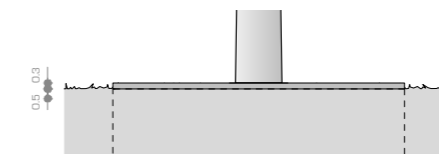
----- = beneden maaiveld  
● = boven maaiveld



Zichtbaarheid van de fundering bij voorkeur rond om de mast maximaal 30cm boven maaiveld



Funderingsplaat zichtbaar maar niet aaneen gesloten.



Groot blok ruim boven maaiveld.



## Onderhoud en toekomstvastheid

### Onderhoud

Het onderhoud van de masten zal gebeuren met speciale hulpmiddelen met standaard onderhoudsvoorzieningen als basis. Deze oplossingen zijn vergelijkbaar met die in de huidige Wintrack masten. Door onder andere het gebruik van mobiele hulpstukken (bordessen, h-balken) blijven de onderhoudsvoorzieningen en daarmee de masten minimaal in hun verschijning.

### Toekomstvastheid

Om ook in de toekomst de Wintrack II masten zo minimaal mogelijk aanwezig in het landschap te laten zijn is het noodzakelijk rekening te houden met mogelijke toekomstige toevoegingen.

Telecomvoorzieningen is daar één van. Om deze mogelijke toekomstige aanpassingen zo goed mogelijk te integreren in het ontwerp zonder dat daar op dit moment de precieze details over bekend zijn, wordt in de fundering voorziening openomen.



De Highstep en de subtiele aanhechtingen (clips) voor onderhoud



Highstep klimrail (t.b.v. onderhoud) in lijn met de verticaliteit van de masten



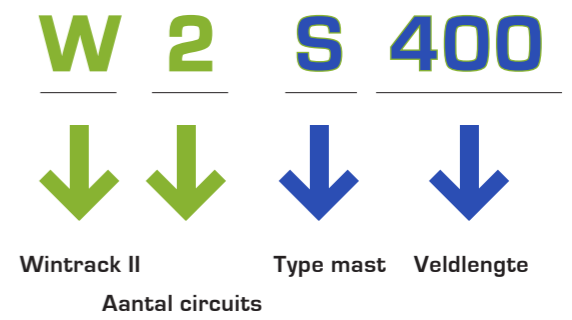


## Steunmasten

Steunmasten vormen de basis van de mastfamilie.

De 2-circuit mast heeft een eenvoudige uitstraling. De circuits liggen tussen de masten. Dit verstrekt de verticaliteit van de masten.

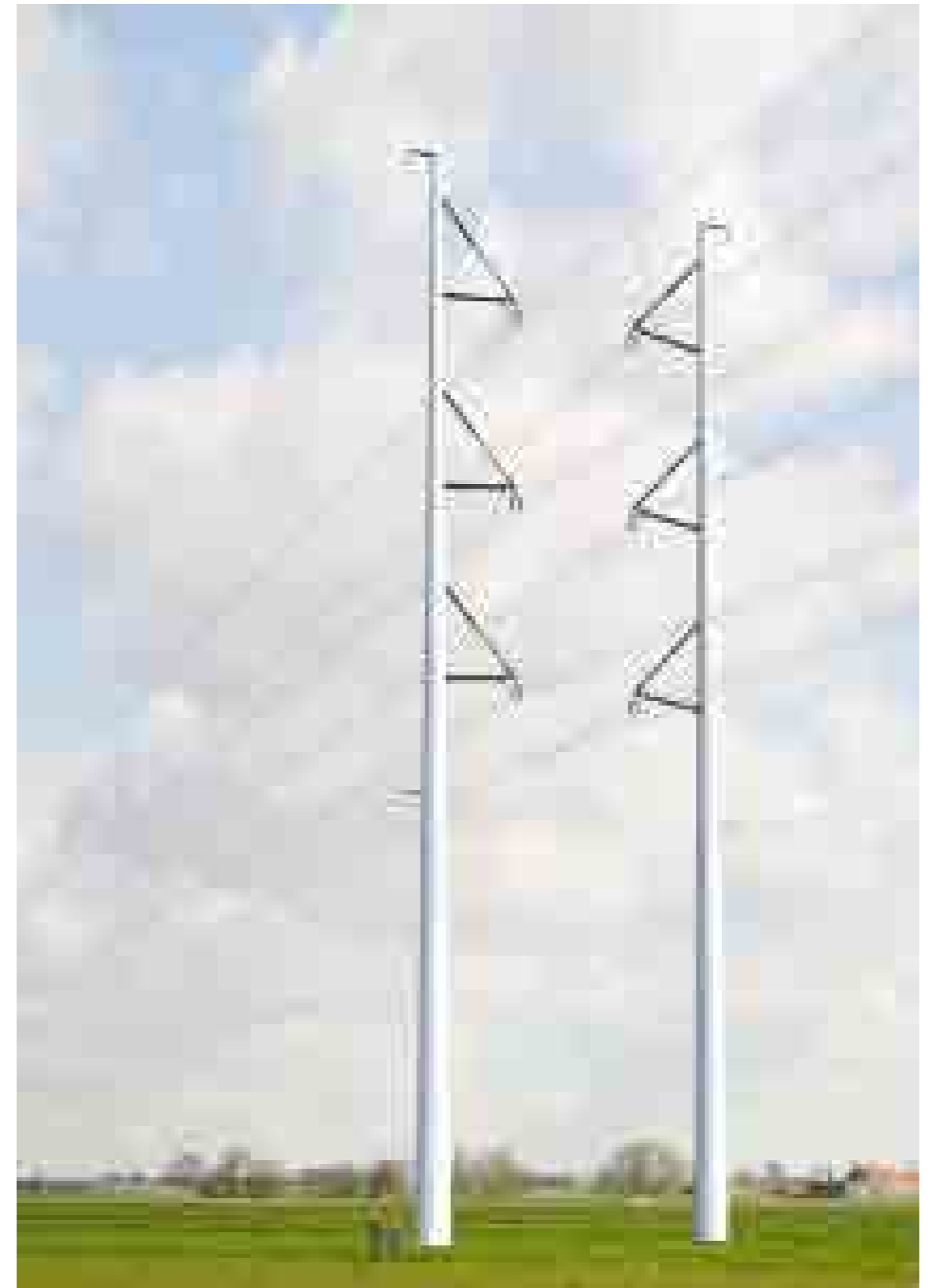
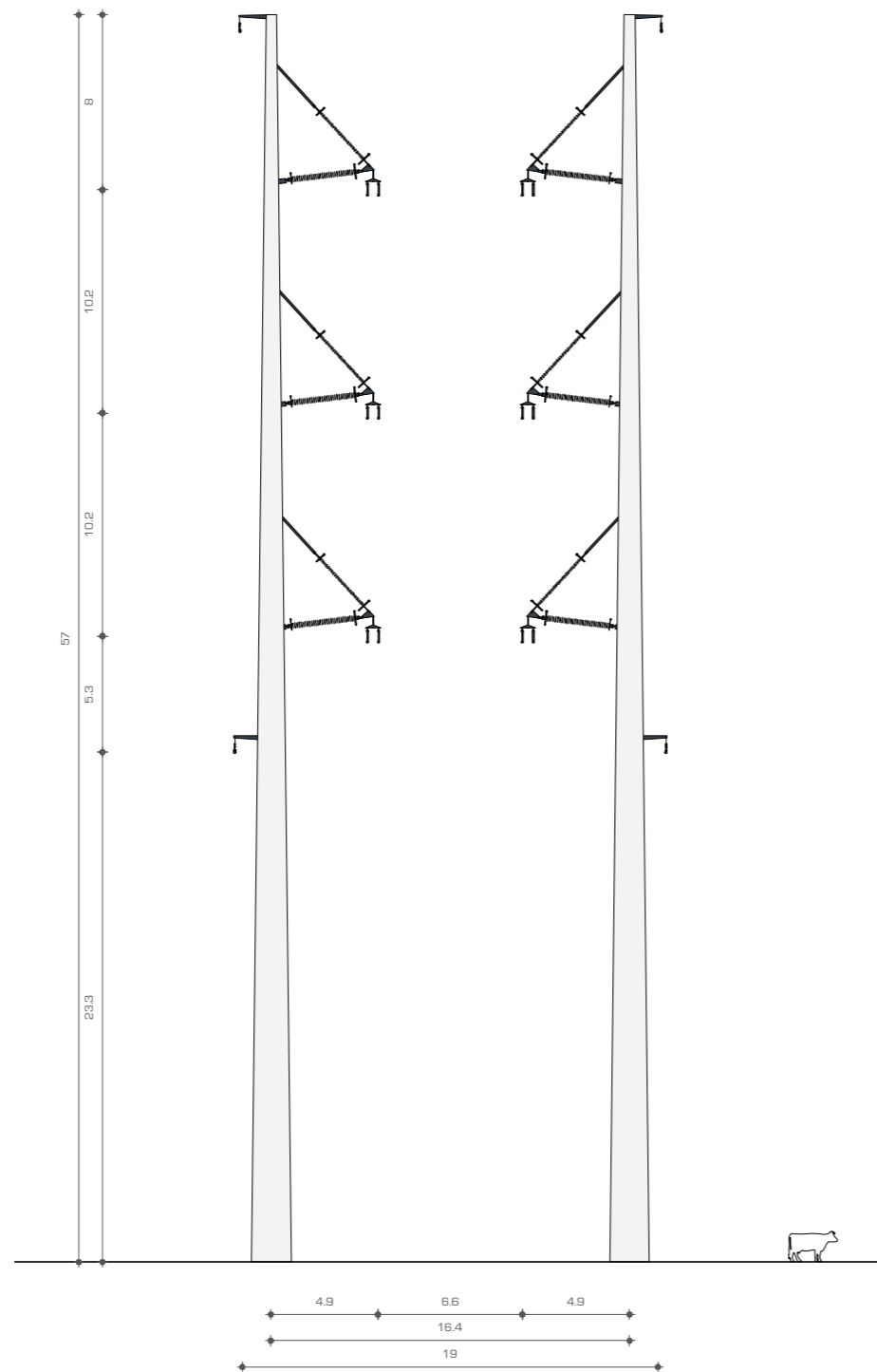
De compacte bundeling van de circuits reduceren het magneetveld aanzienlijk.



**W 2 S 400**

**Wintrack II steunmast 2 x 380kV circuit**

Veldlengte	400 m
Hoogte	57 m
Diameter top	0.6 m
Diameter voet	2.2 m
Vorm mast	Rond conisch
Materiaal	Staal of Beton

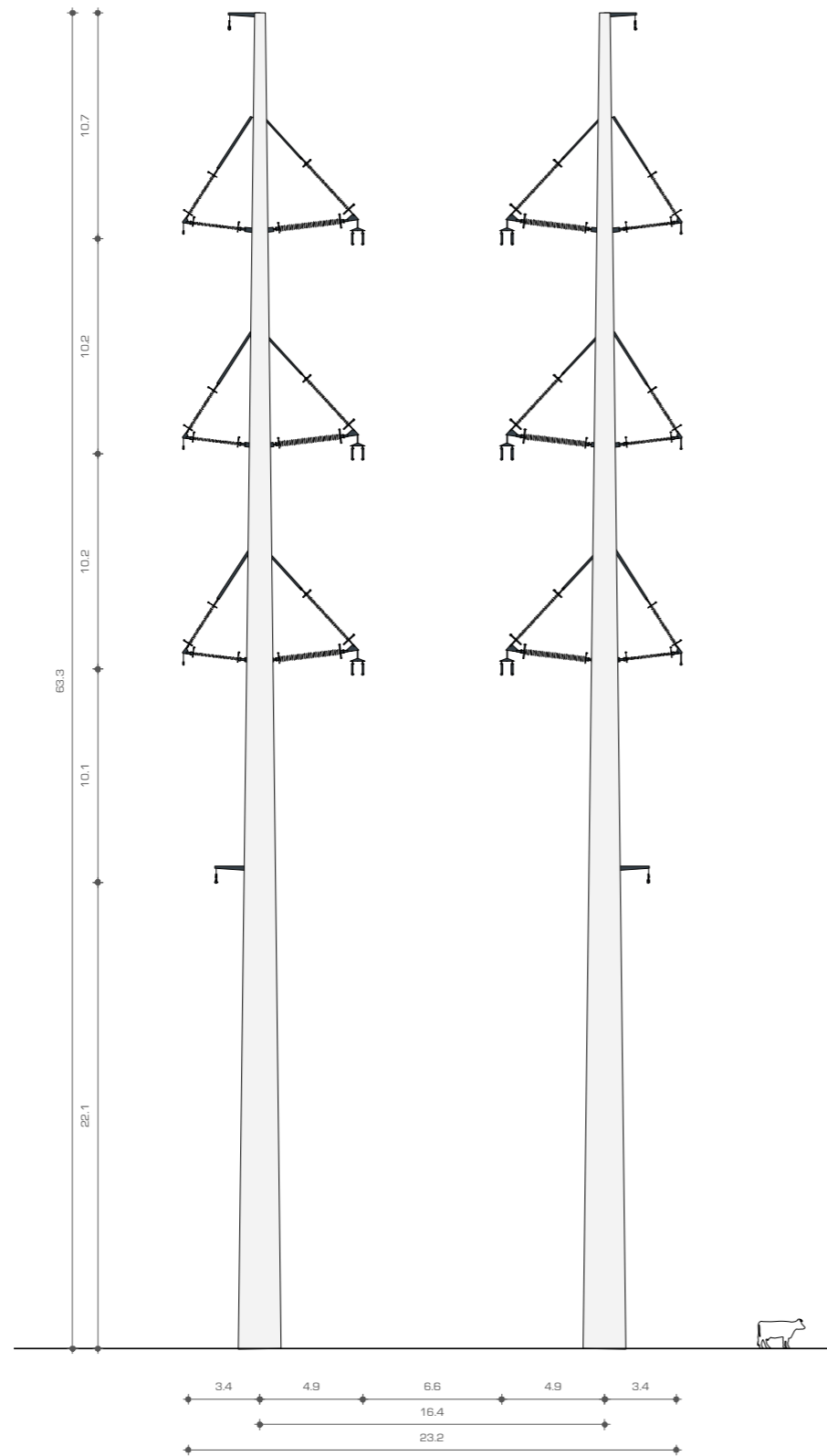


Om een 150 kV circuit te kunnen dragen wordt een enkele fase met braced-V aan de buitenzijde van de masten toegevoegd.

**W 4 S 400**

**Wintrack II steunmast 2x 380kV, 2x 150kV circuit**

Veldlengte	400 m
Hoogte	63 m
Diameter top	0.8 m
Diameter voet	2.4 m
Vorm mast	Rond conisch
Materiaal	Staal of Beton



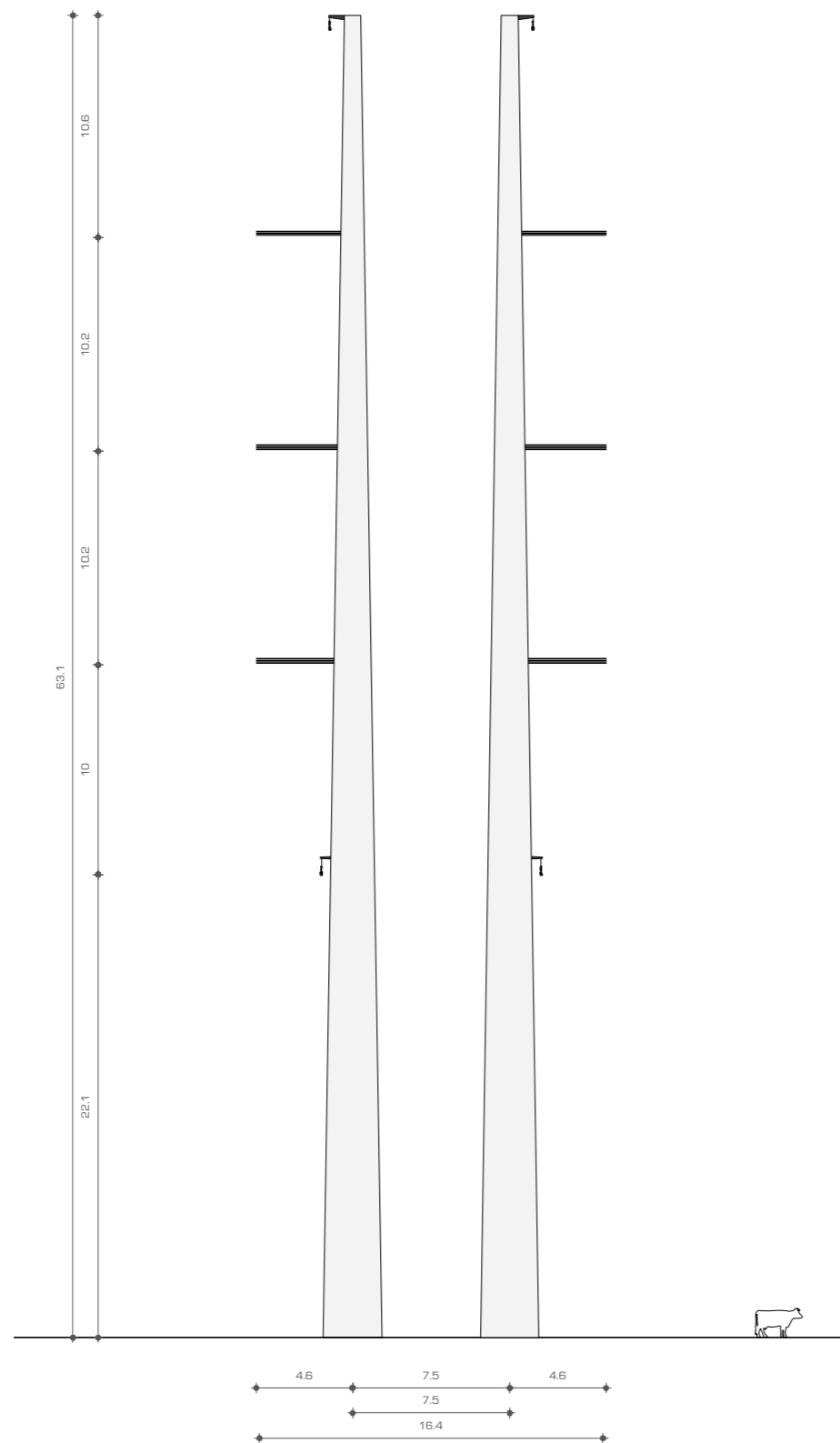
## Hoekmasten

Hoekmasten nemende extra treklast op die ontstaat bij hoeken groter dan 5°. Omdat de braced-V alleen beperkte hoeken en krachten toelaat, is een spanner ontworpen die dichtbij de mast blijft.

**W 2 HL 400**

**Wintrack II hoekmast 2x 380kV circuit**

Veldlengte	400 m
Hoogte	63 m
Diameter top	0.8 m
Diameter voet	2.8 m
Vorm mast	Rond conisch
Materiaal	Staal of Beton

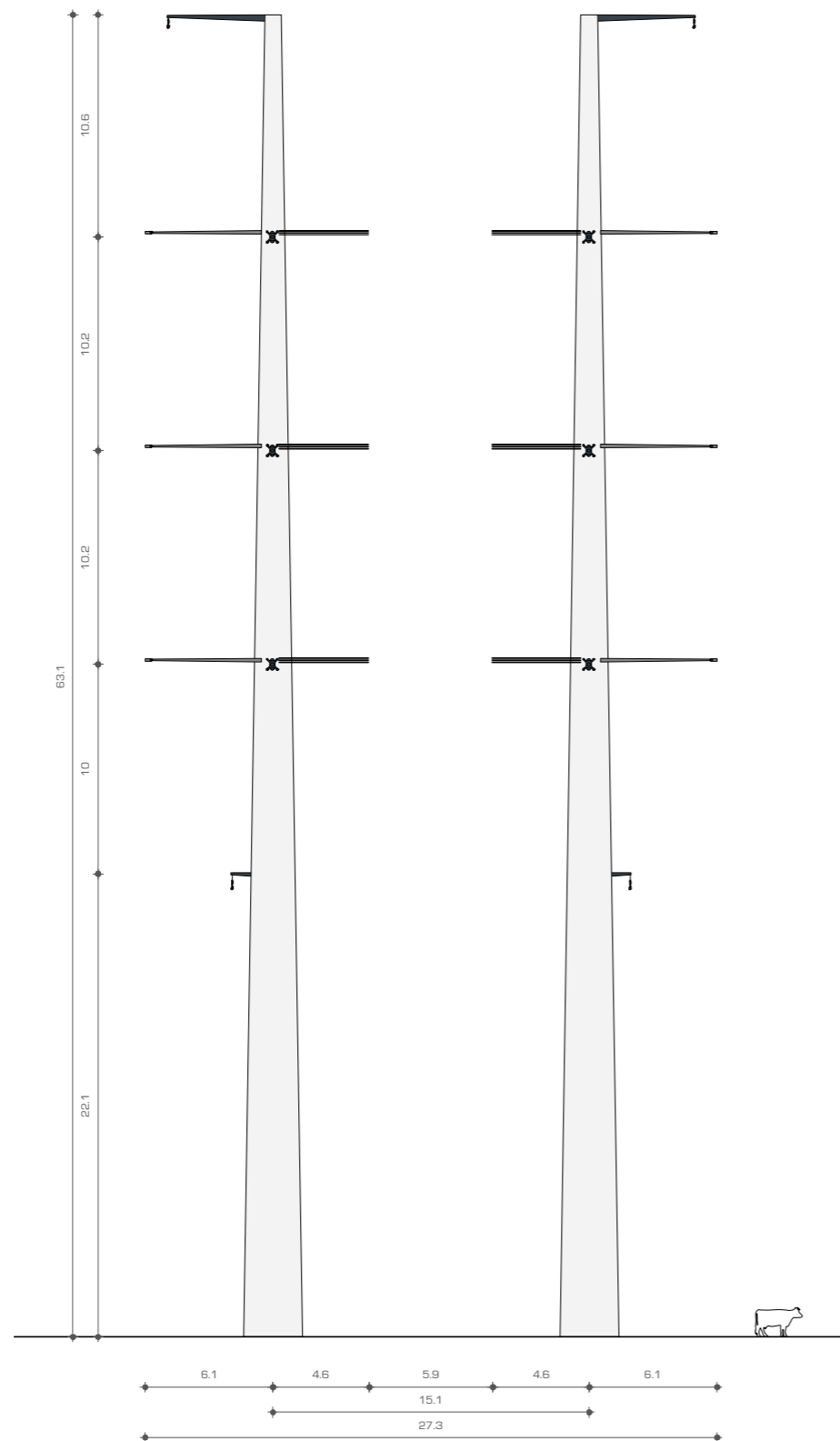


Voor de mast met 2x 380kV en 2x 150kV circuit is, voor de 150kV fase, een traverse nodig om voldoende afstand te krijgen tot het 380kV circuit.

**W 4 HL 400**

**Wintrack II hoekmast 2x 380kV, 2x 150kV circuit**

Veldlengte	400 m
Hoogte	63 m
Diameter top	1.0 m
Diameter voet	3.4 m
Vorm mast	Rond conisch
Materiaal	Staal of Beton











# Winttrack II

Bijlage 12  
CRa Advies Wintrackmasten

Ministerie van Binnenlandse Zaken en  
Koninkrijksrelaties

> Retouradres Postbus 20952 2500 EZ Den Haag

Ministerie van Economische Zaken

Directeur Energiemarkt  
Postbus 20401  
2500 EK Den Haag

**College van  
Rijksadviseurs**

Korte Voorhout 7  
2511 CW Den Haag  
Postbus 20952  
2500 EZ Den Haag  
[www.collegevanrijksadviseurs.nl](http://www.collegevanrijksadviseurs.nl)

**Contactpersoon**

Datum 2 oktober 2014  
Betreft Advies Esthetisch Concept Wintrackmasten

**Kenmerk**

**Uw kenmerk**

Geachte heer

In uw brief van 6 augustus jl. vraagt u het College van Rijksadviseurs (CRa) om een advies over het esthetisch concept voor de Wintrack II-masten. De Wintrack I – ontwikkeld om de magneetveldzone van 380 kV verbindingen te versmallen – was de opvolger van de bekende vakwerkmasten. De afgelopen jaren heeft zich een aantal technische en economische veranderingen voorgedaan dat de aanleiding vormde voor de doorontwikkeling van de Wintrack I tot de Wintrack II. Zo zijn de lengtes tussen de masten voor nieuwe hoogspanningsverbindingen groter geworden, is de ophanging van de geleiders aan de mast gewijzigd en is de behoefte ontstaan economische voordelen te kunnen behalen door uitvoering in beton of staal dan wel een combinatie daarvan mogelijk te maken. Tennet wil voor de Wintrack II omgevingsvergunningen op hoofdlijnen aanvragen waarin geen materiaalgebruik voorgeschreven staat en enkel functionele en esthetische eisen worden gesteld. U vraagt ons of 'de beeldkwaliteitseisen van de Wintrack II mast wel of niet in lijn [zijn] met het concept van de Wintrack I'. Het CRa heeft voor dit advies het esthetisch concept<sup>1</sup> bekeken en gesproken met de adviseur ruimtelijke kwaliteit van Tennet

**De Wintrack II, de beeldkwaliteitseisen**

De Wintrack II-mast kent enkele verschillen ten opzichte van de Wintrack I. De meest bepalende ruimtelijke kenmerken van de mast blijven gelijk: De Wintrack II is rank van silhouet en minimalistisch in detail, de karakteristiek V-vormige 'fasedragers' blijven behouden en het kleurgebruik is gelijkwaardig. De belangrijkste verandering is dat marktpartijen zelf kunnen kiezen voor staal, beton of een hybride daartussen. De aanpassingen van het mastontwerp

---

<sup>1</sup> 'Beeldkwaliteitseisen Welstandcommissie Wintrack II', versie bijlage adviesvraag

beperken zich tot een technisch noodzakelijke vormverandering van de zogenaamde 'braced-V ophanging' van de geleiders. De invloed van deze wijziging op de verschijningsvorm van de mast is echter gering. Het CRa acht de beeldkwaliteitseisen van de Wintrack II in lijn met het concept van de Wintrack I, maar heeft wel een aantal belangrijke aandachtspunten:

**Datum**  
2 oktober 2014

**Kenmerk**

- **Consequente toepassing Wintrack II-masten.**

De 380 kV masten zijn beeldbepalende elementen in het Nederlandse landschap. Samen vormen ze herkenbare, continue lijnen aan de horizon. Met de ranke, stalen Wintrack I-mast is gekozen voor een nieuwe karakteristieke verschijningsvorm. De doorontwikkeling van de Wintrack I tot de Wintrack II is vanuit technisch en economisch oogpunt verdedigbaar, maar vanuit het perspectief op de continuïteit in het landschap niet automatisch wenselijk. Het CRa pleit voor zorgvuldigheid. Nu al na enkele jaren het Wintrack I mastontwerp (weliswaar om technisch noodzakelijke redenen) is aangepast en wordt overgestapt naar het Wintrack II ontwerp, is het zaak dit type de komende decennia consequent toe te passen en niet bij elke technische of economische verandering weer een nieuw type te ontwikkelen. Er moet een zwaarwegende reden opgevoerd worden om het ontwerp weer te wijzigen. Op die manier behoudt het nationale hoogspanningsnet haar samenhang en blijft het beeld aan de horizon rustig en stabiel.

- **Zorgvuldige landschappelijke inpassing**

De ruimtelijke kwaliteit van een hoogspanningslijn wordt niet alleen bepaald door de verschijningsvorm van de masten, maar ook door de samenhang met het landschap. De Wintrack II-masten moeten daarom zorgvuldig ingepast worden: continu en herkenbaar, langs lange rechte lijnen. Het tracé moet in samenhang worden ontworpen met landschappelijke hoofdpatronen zoals lineaire infrastructuur, verstedelijkingstructuren en herkenbare landschapstypen. Hiervoor zijn overkoepelende plannen nodig per tracé. Afwijkingen in het tracé – in de richting, de hoogte, in de afstand tussen of in de uitvoering van de masten – moeten beperkt worden en gekoppeld zijn aan herkenbare overgangen in het landschap. Het voorkomen van afwijkingen bij een gefaseerde uitvoering van tracés verdient bijzondere aandacht.

- **Zorgvuldige marktuitvraag en kwaliteitsborging**

Bij een uitvraag op basis van functionele en esthetische eisen is het van cruciaal belang dat de ontwerpen van aanbieders professioneel worden getoetst. 'Harde' criteria zoals afmetingen en kleurtinten kunnen relatief eenvoudig worden beoordeeld, andere staan meer open voor interpretatie. De eisen op het vlak van de detailleringen bijvoorbeeld<sup>2</sup>, kunnen alleen door een onafhankelijk team van specialisten worden getoetst. Het is gezien de

---

<sup>2</sup> Bijvoorbeeld: 'appendages moeten zo worden uitgevoerd dat er geen leksporen ontstaan'

openheid van dit soort criteria verstandig een dialoogprocedure in te richten, waarin de opdrachtgever samen met de gegadigden oplossingen kunnen optimaliseren. Ook de borging van de kwaliteit van de uitvoering is belangrijk. Ervaring van het CRa leert dat de beoogde ruimtelijke kwaliteit zonder kwaliteitsborging in de realisatiefase weer grotendeels verloren kan gaan.

**Datum**  
2 oktober 2014

**Kenmerk**

- **Materiaalgebruik en onderhoud**

De vrije materiaalkeuze voor de aannemer roept vragen op over het onderhoud van de masten. Beton verweert anders dan gelakt staal, ook als er hoge kwaliteit schoonbeton wordt gebruikt en de detaillering is gericht op het preventie van leksporen. Om te voorkomen dat er toenemende visuele verschillen tussen de masten ontstaan, dienen de masten goed te worden onderhouden. Het esthetisch concept levert hiervoor geen garanties. Deze eis moet dus op een andere manier worden ondervangen, bijvoorbeeld door een hoog niveau van onderhoud in het aanbestedingscontract op te nemen.

Het CRa ontvangt graag een reactie op haar aandachtspunten en is van harte bereid om dit advies nader toe te lichten.

Met vriendelijke groet,

Het College van Rijksadviseurs,

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland  
Ministerie van Economische Zaken

Postbus 20401  
2500 EK DEN HAAG

DATUM 8 januari 2015  
ONZE REFERENTIE  
BEHANDELD DOOR  
TELEFOON DIRECT  
E-MAIL

**BETREFT** Advies College van Rijksadviseurs inzake Esthetisch Concept Wintrackmasten

Geachte heer

Wij hebben kennis genomen van het advies van het College van Rijksadviseurs van 2 oktober jl. met kenmerk , waarin het College concludeert dat de beeldkwaliteitseisen van de Wintrack II in lijn zijn met het concept van Wintrack I. Wij zijn daar vanzelfsprekend verheugd over. Deze conclusie van het College van Rijksadviseurs sluit aan bij onze eigen inzichten.

Het positieve advies van het College gaat vergezeld van enkele aandachtspunten. Om nadere duidelijkheid te verschaffen en daarmee mogelijke misverstanden in de toekomst te vermijden geven wij middels dit schrijven onze reactie op deze punten.

#### Consequente toepassing Wintrack II masten.

Het advies pleit voor een consequente toepassing van Wintrack II masten om de eenheid in de verschijningsvorm van het nationale hoogspanningsnet te bewaren. De hoogspanningsmasten vormen een beeldbepalend element in het landschap en het advies benadrukt het belang om deze eenheid niet steeds bij wisselende economische of technische veranderingen te wijzigen, tenzij daartoe dringende redenen aanwezig zijn. Een continue wijzigingen in het esthetisch concept van hoogspanningsmasten kan een versturende uitwerking hebben op de eenheid van de landschappelijke verschijningsvorm. Het is derhalve zaak om van een eenmaal nieuw ingevoerd concept zo weinig mogelijk af te wijken.

Het concept van de Wintrackmast mag als een relatief jong concept worden beschouwd, ondanks dat het al weer een kleine tien jaren oud is. Een consequente toepassing van dit concept ligt wat ons betreft ook in de toekomst voor de hand. Het is vanzelfsprekend nog niet duidelijk hoe de technische en economische ontwikkelingen zich op lange termijn ontwikkelen. Voor de lange termijn kunnen echter mogelijk voorstellen voor afwijking van consequente toepassing van het Wintrack concept worden gedaan op grond van zwaarwegende redenen. Het feit dat bij inpassingsplannen voor nieuwe hoogspanningsverbindingen met een spanning vanaf 220 kV uw Ministerie het gebruik van de Wintrackmasten voorschrijft draagt aan het bewaren van de eenheid bij.



#### Zorgvuldige landschappelijke inpassing

Het advies pleit voor een zorgvuldige inpassing van de hoogspanningsmasten in het landschap op continue en herkenbare wijze, langs rechte lijnen in overeenstemming met de aanwezige landschappelijke hoofdpatronen. Dit om de samenhang met de landschappelijke elementen zo veel mogelijk te bewaren.

Een zorgvuldige landschappelijke inpassing van nieuwe hoogspanningsverbindingen achten ook wij van groot belang. Wij onderschrijven de in dat kader door uw Ministerie gehanteerde traceringsprincipes waarbij rechtstand een belangrijk uitgangspunt is. Dit overigens niet alleen vanuit landschappelijke maar ook vanuit economische overwegingen. Daarnaast gaan in de praktijk inpassingsplannen voor een nieuwe landelijke hoogspanningsverbindingen in beginsel vergezeld van landschapsplannen waarvan de uitvoering direct is gekoppeld aan de realisatie van de verbinding.

#### Zorgvuldige marktvraag en kwaliteitsborging.

Het advies wijst op het belang van een zorgvuldige marktvraag en kwaliteitsborging, waarbij de kwaliteit op bepaalde punten door onafhankelijke specialisten dient te worden bewaakt. In het advies wordt voorgesteld om een dialoogprocedure te starten, waarbij opdrachtgever samen met gegadigden oplossingen kunnen optimaliseren.

De gesignaleerde punten met betrekking tot een zorgvuldige marktvraag en kwaliteitsborging hebben zeker onze aandacht. De door ons gehanteerde aanbestedingsprocedure gaat uit van het EMVI – principe, de economisch meest voordelige inschrijving. Aan de aanbieders zal worden gevraagd een kwaliteitsmanagementsysteem te tonen, waarmee de borging van de kwaliteit zowel bij de fabricage als bij de realisatie voor TenneT (de opdrachtgever) transparant en navolgbaar is. In het kader van de marktvraag zullen ook de kwaliteitsissues geadresseerd worden waarop wordt gedomd in het advies. Bij de toetsing van de aanbiedingen en ook daaraan vooraf in het overleg met de aanbieder, maar ook tijdens de realisatiefase, zullen door TenneT specialisten van verschillende externe bedrijven worden ingezet met het oog op het leveren van de gevraagde kwaliteit.

#### Materiaalgebruik en onderhoud.

Het advies benadrukt het belang van goed materiaalonderhoud om te voorkomen dat als gevolg van de vrije materiaalkeuze toenemende verschillen tussen masten gaan ontstaan.

Wij merken op dat de vrije materiaalkeuze er niet toe zal leiden dat willekeurig masten van verschillend materiaal naast elkaar zullen worden gebruikt. Een tracé zal in beginsel in één materiaalsoort worden gebouwd (beton, staal of een combinatie daarvan). Materiaalwisseling zal alleen aan de orde kunnen zijn wanneer de lengte van het tracédeel een duidelijke entiteit betreft; een waarneembare familie van masten. Een wisseling zal kunnen voorkomen bij min of meer duidelijk herkenbare landschappelijke overgangen zoals kanalen of rivieren. Een wisseling kan ook voorkomen bij een overgang van een combinatie verbinding 380 / 150kV naar een soloverbinding 380kV en omgekeerd of bijvoorbeeld van 380 / 150kV naar 380 / 380kV. Alleen indien het technisch redelijkerwijs onmogelijk blijkt om bijvoorbeeld een uitzonderlijk zware hoekmast in het voor het tracé(deel) gekozen materiaal te bouwen zal incidenteel een uitzondering kunnen

worden gemaakt.

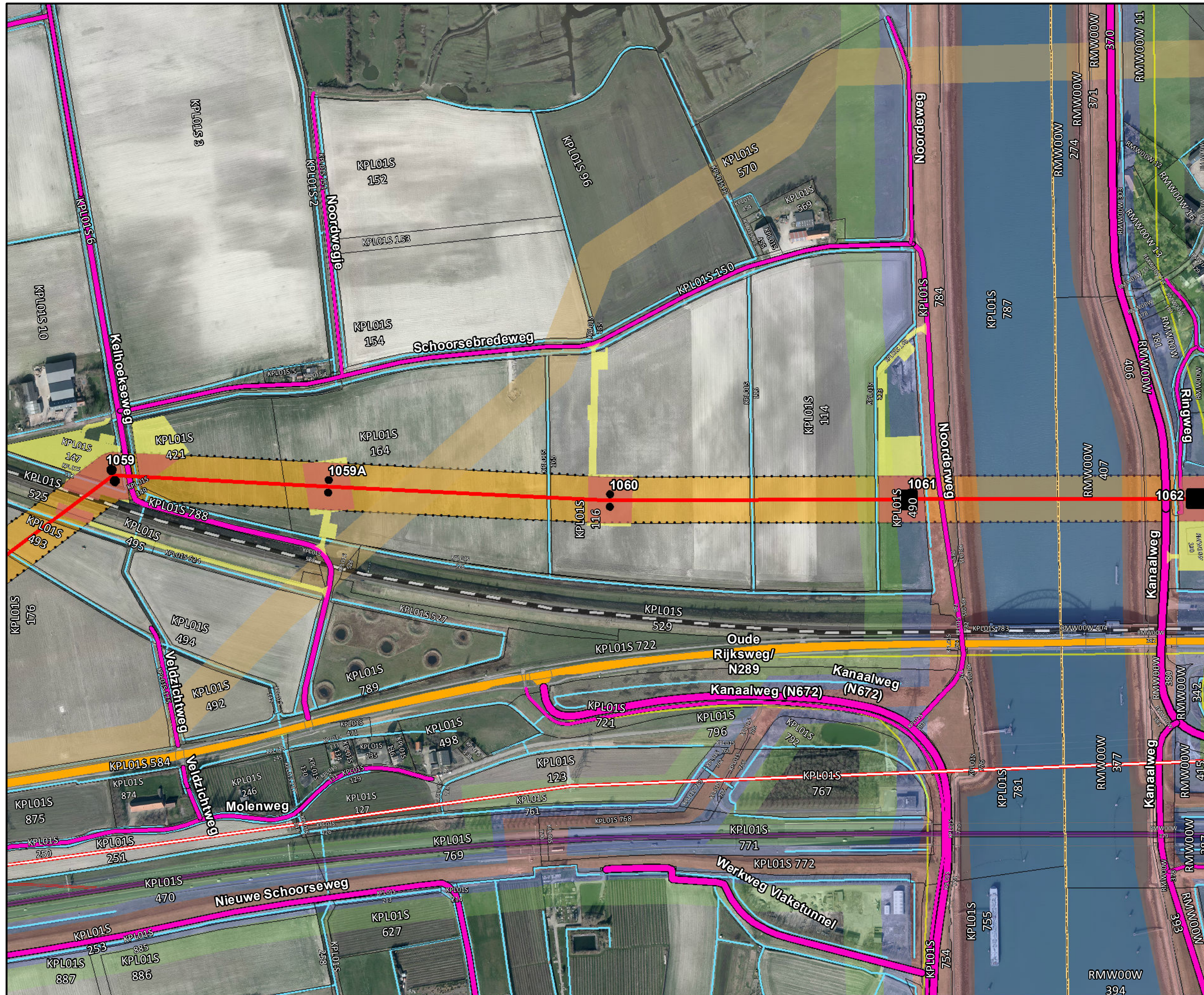
Wat het onderhoud betreft gaan wij er in de marktuitvraag vanuit dat de masten gedurende 55 jaar en de coating gedurende 35 jaar onderhoudsvrij zijn. In het geval uit de aanbiedingen zou blijken dat dit om bepaalde redenen niet haalbaar is, bijvoorbeeld omdat er te grote visuele verschillen tussen de masten kunnen ontstaan, zullen wij in de uitvraag van de aanbieder eisen dat een adequaat onderhoudspakket wordt ingezet als onderdeel van de aanbieding.

In de mening u hiermee naar behoren te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,  
TenneT TSO B.V.



Bijlage 13  
Situatietekeningen



### Legenda

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1



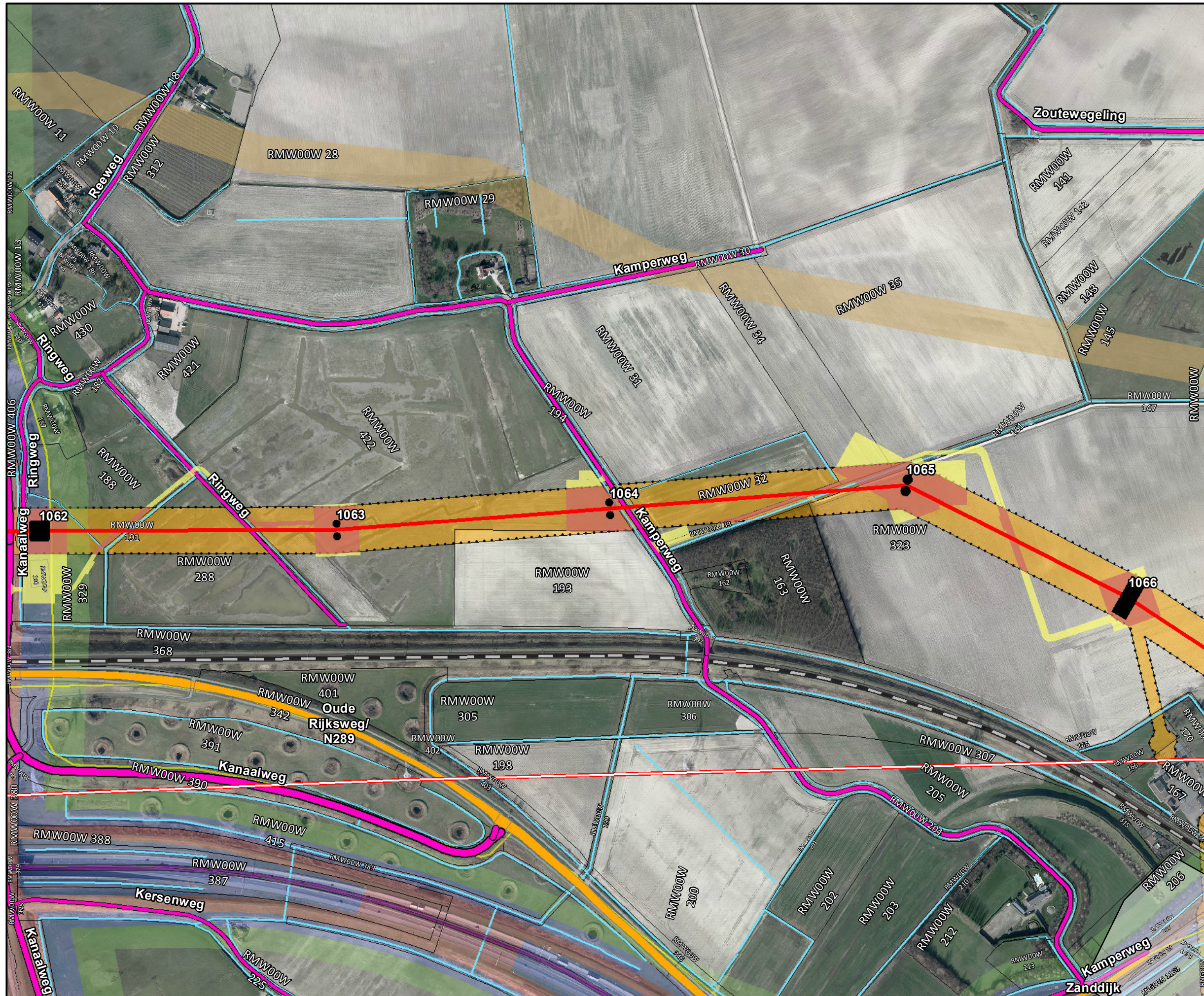
Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 1 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\Vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

0 50 100 150 200 250 m

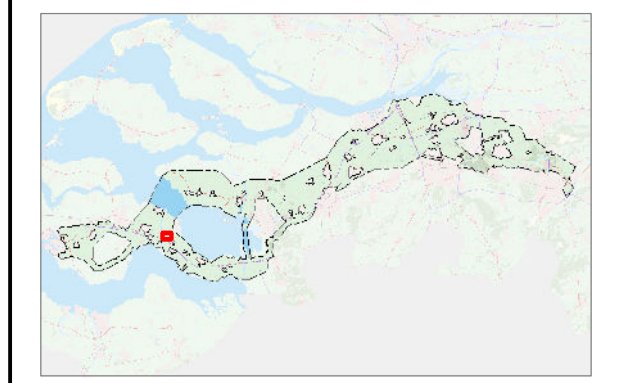
N

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



**Legenda**

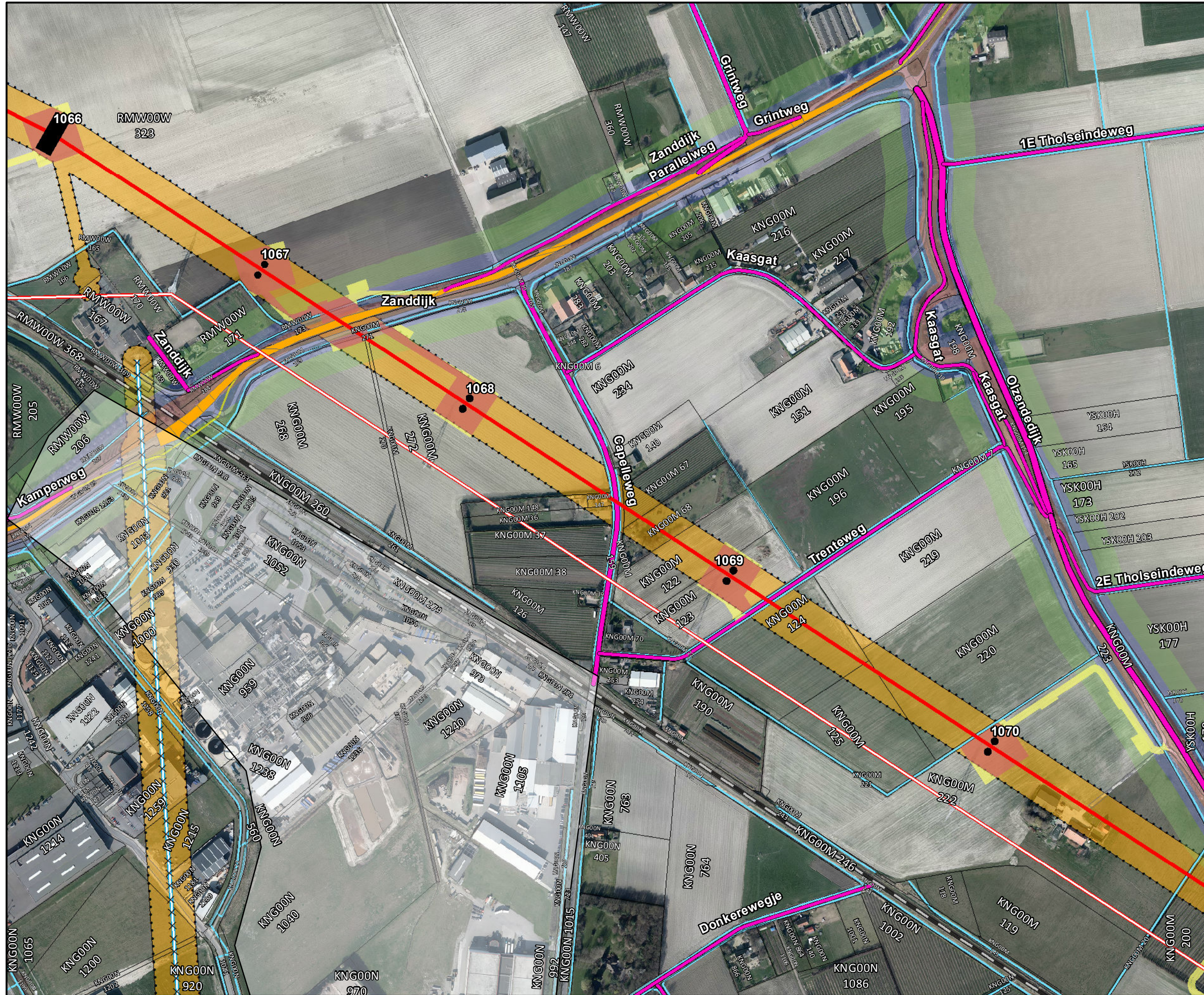
- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor



Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 2 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

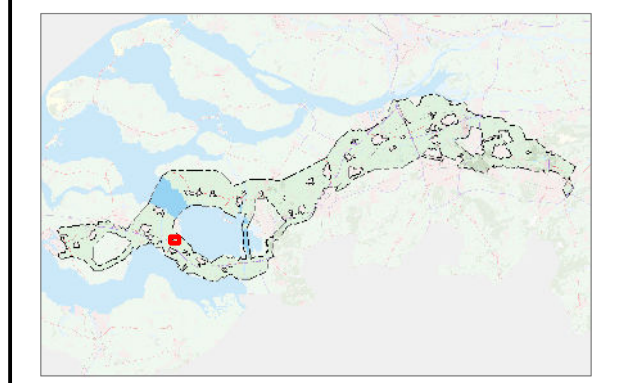
0 50 100 150 200 250 m



### Legenda

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1

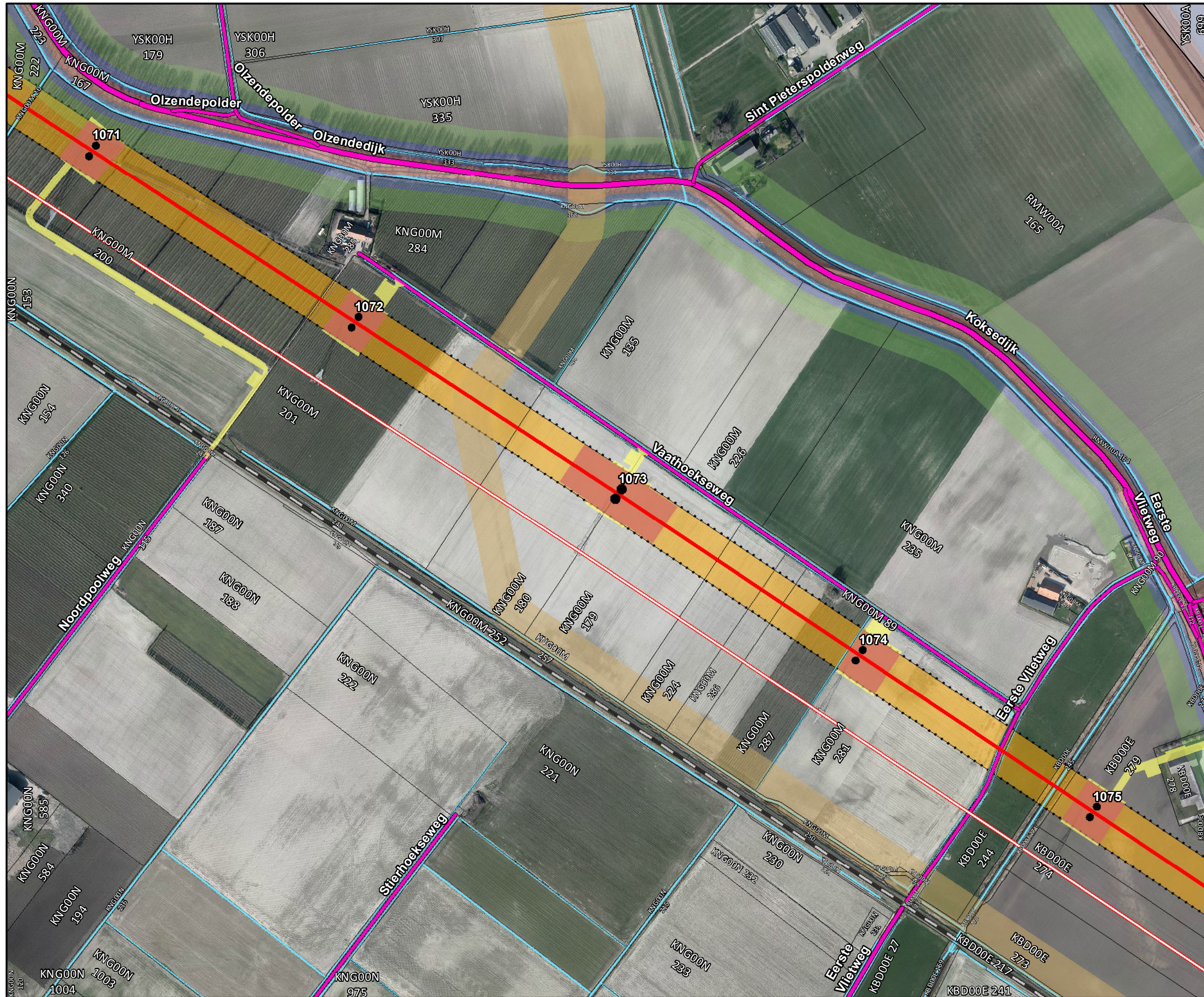


Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 3 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

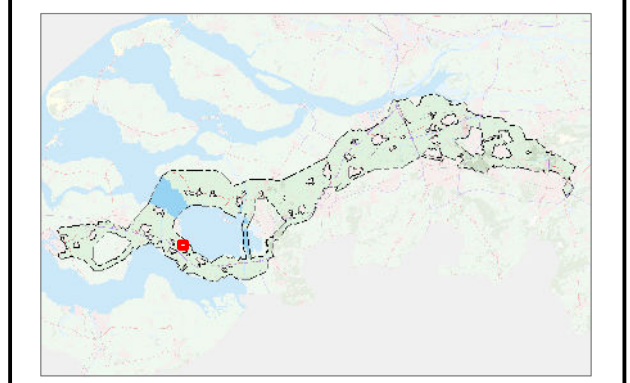
0 50 100 150 200 250 m

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



### Legenda

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

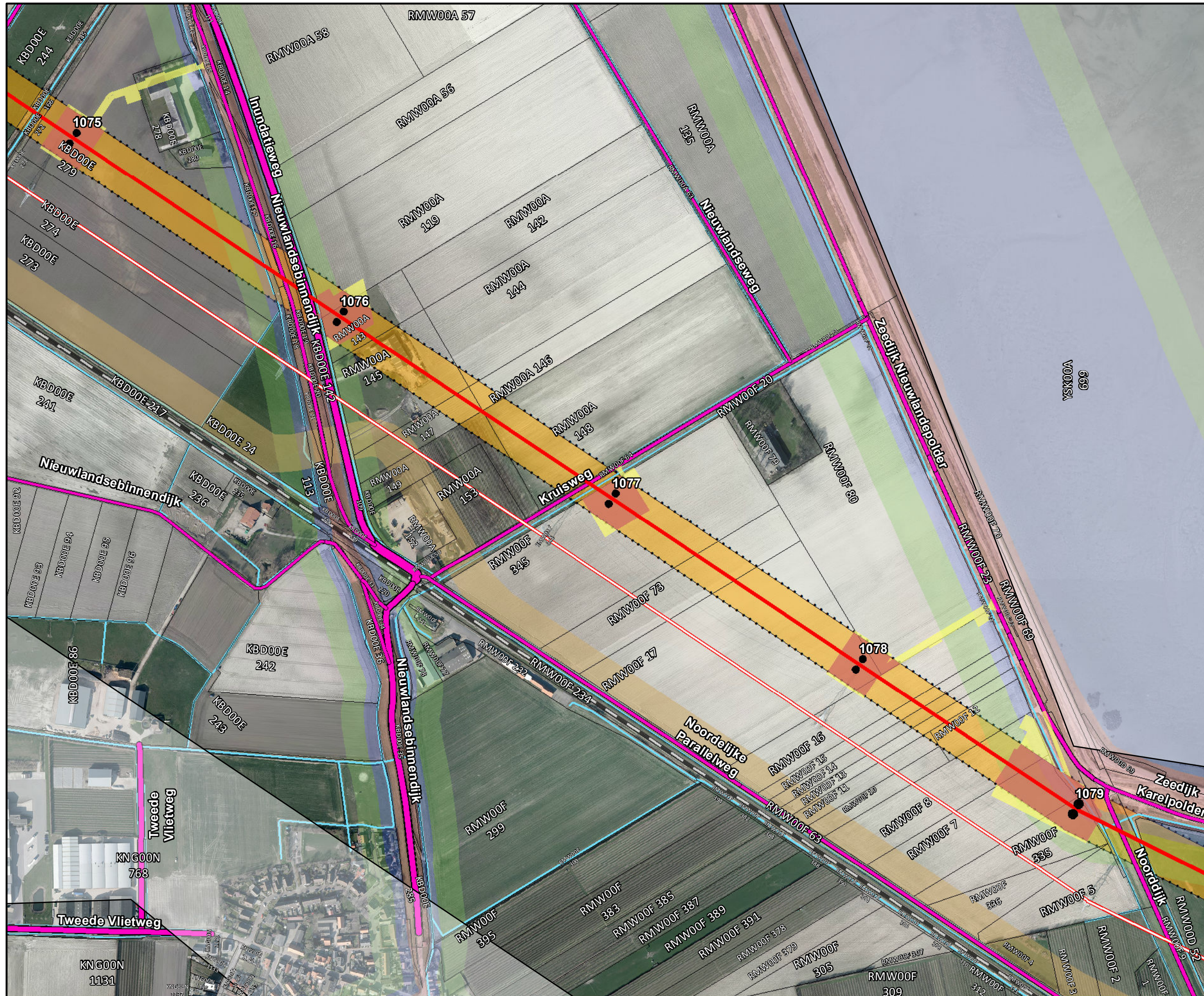


Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 4 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

0 50 100 150 200 250 m

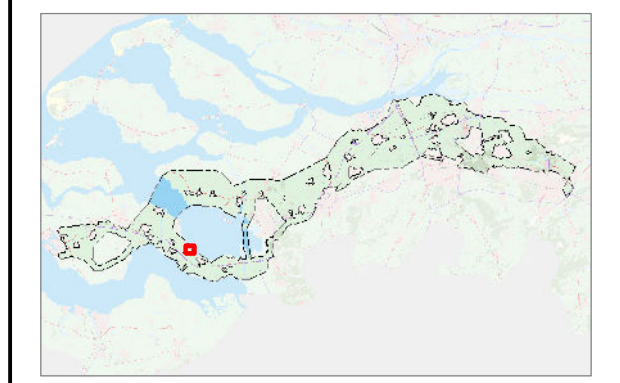




### Legenda

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1

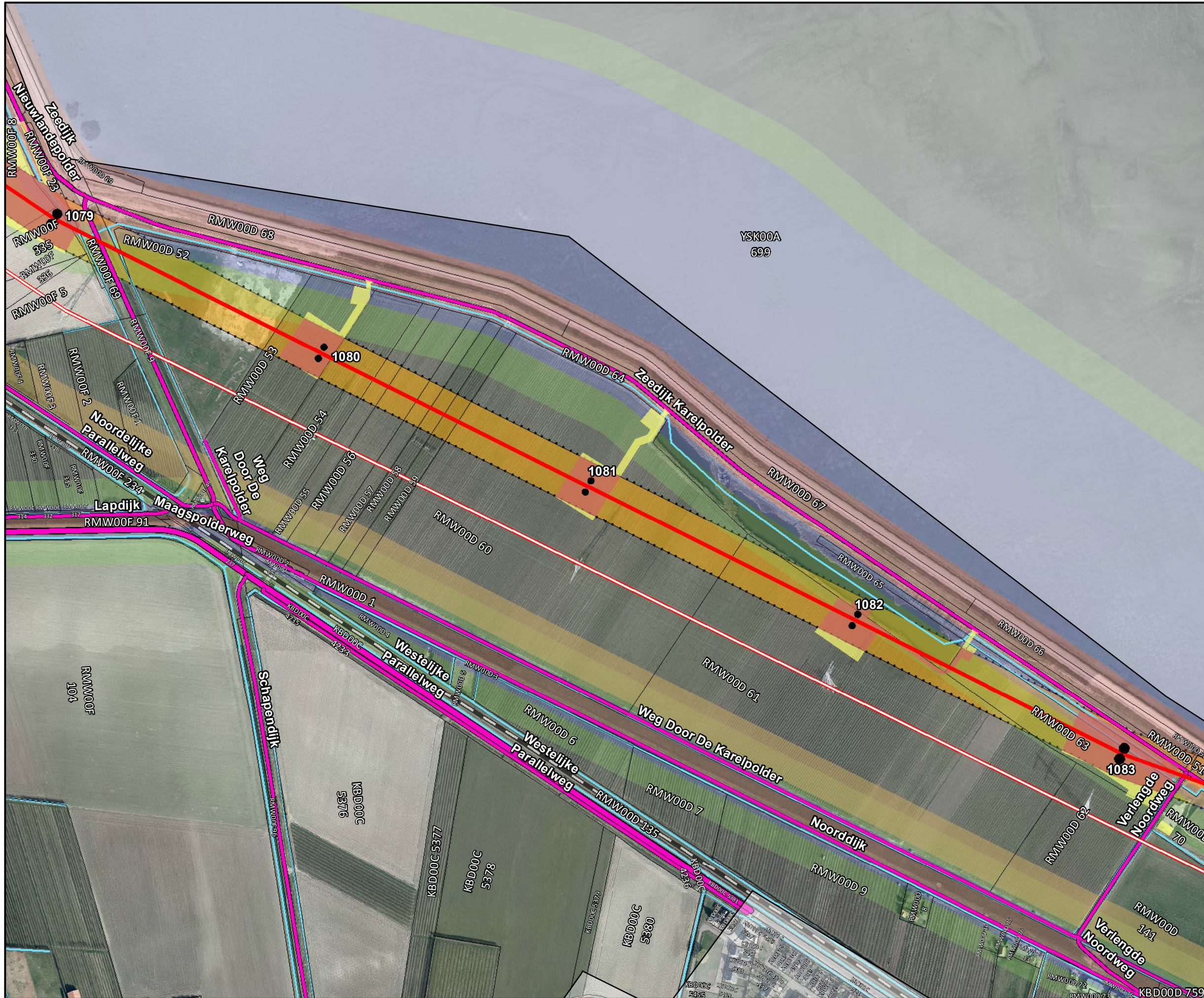


Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 5 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\Vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

0 50 100 150 200 250 m

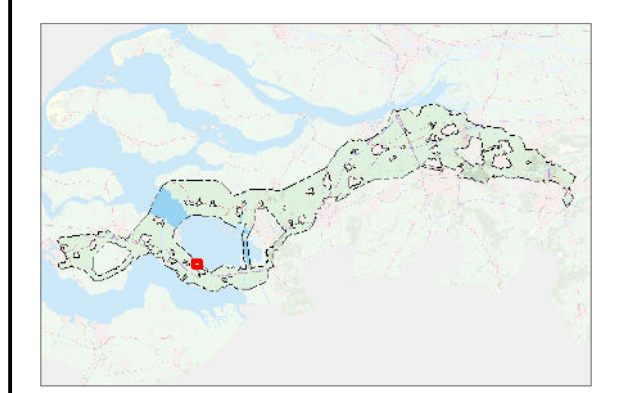
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



### Legenda

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1



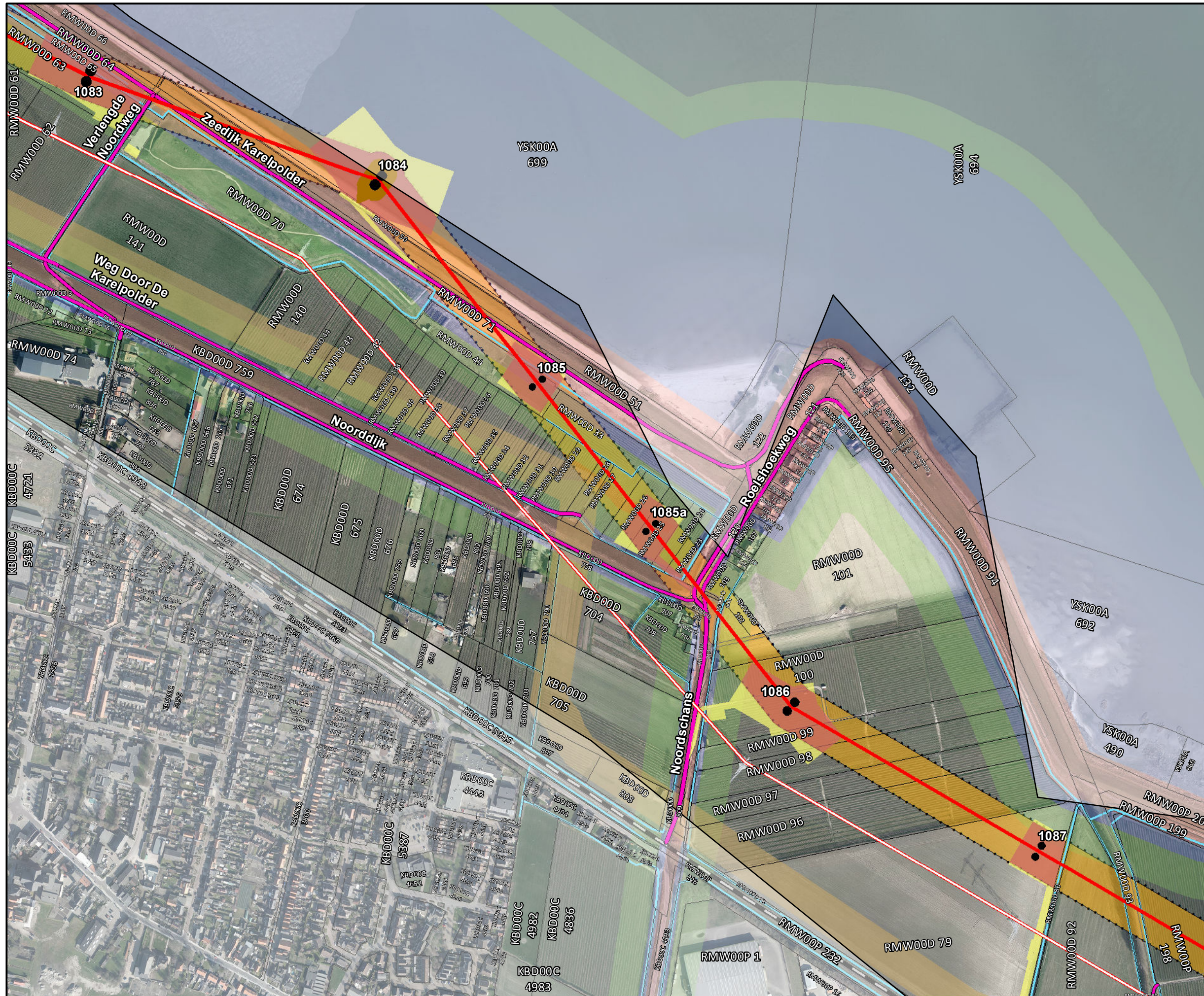
Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 6 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

0 50 100 150 200 250 m

N

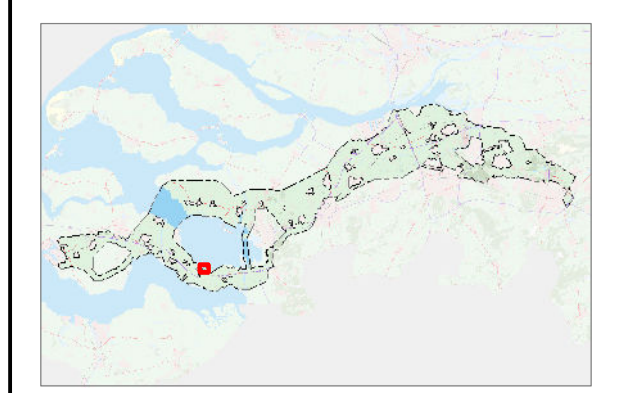
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



### Legenda

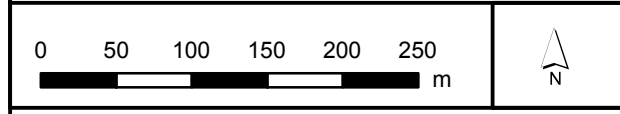
- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1

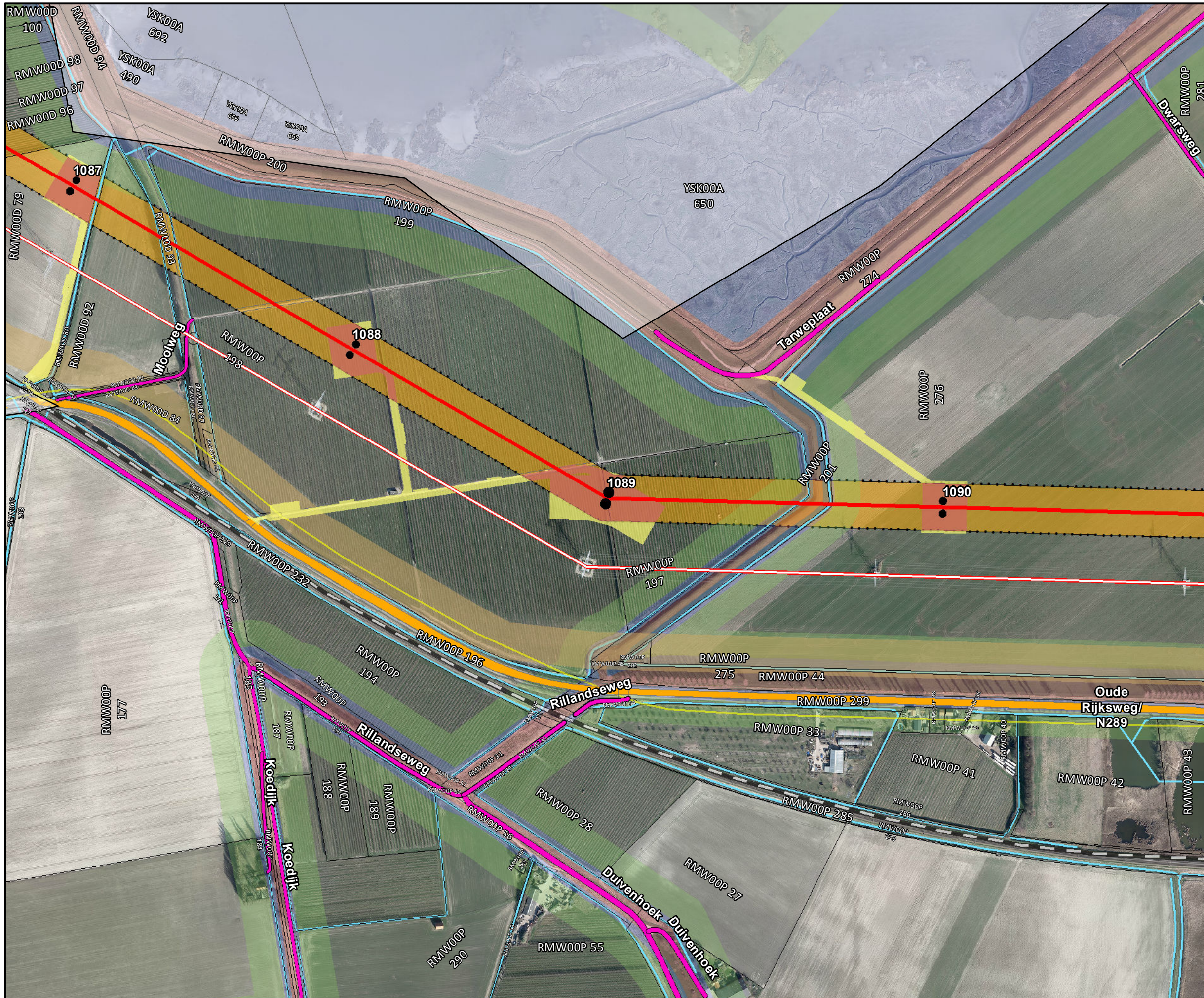


Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 7 of 11

**Kenmerk**  
 A:\ip\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

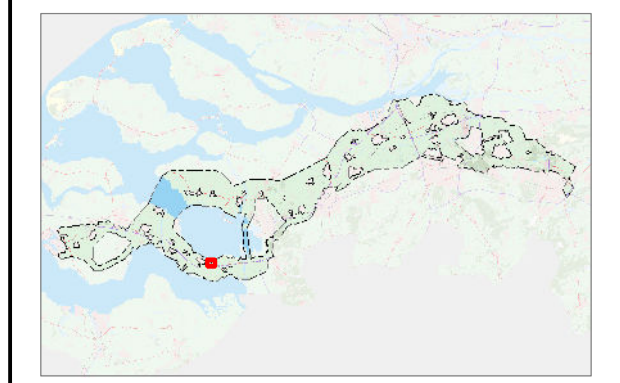


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



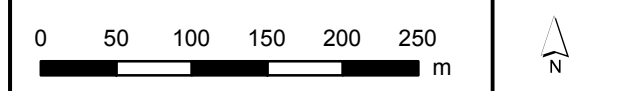
**Legenda**

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

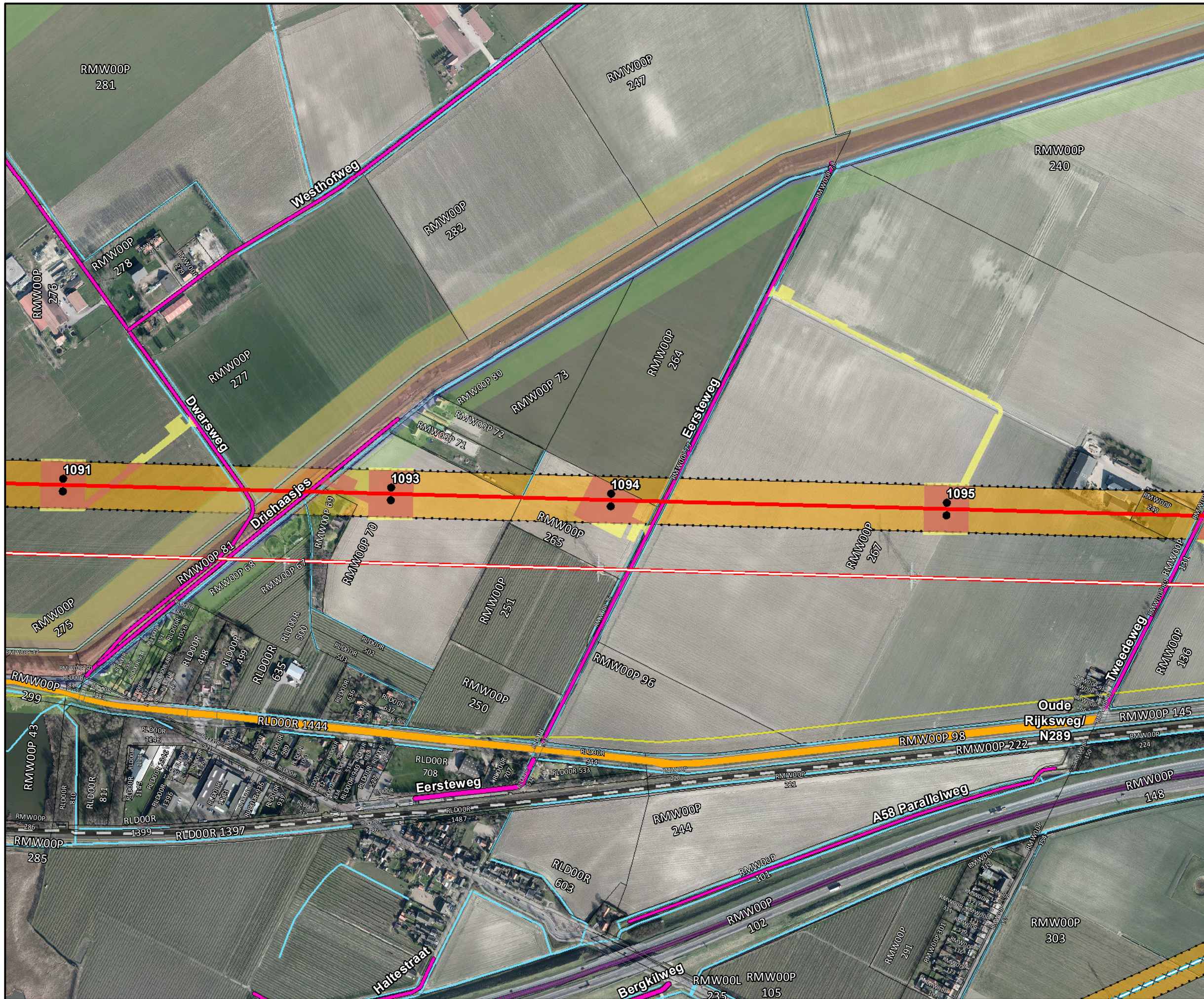


Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 8 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\Vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

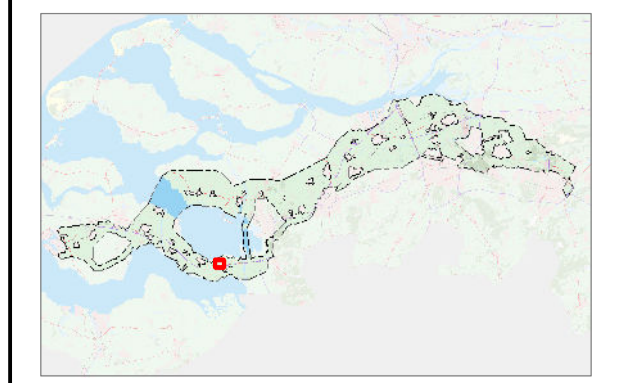


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



### Legenda

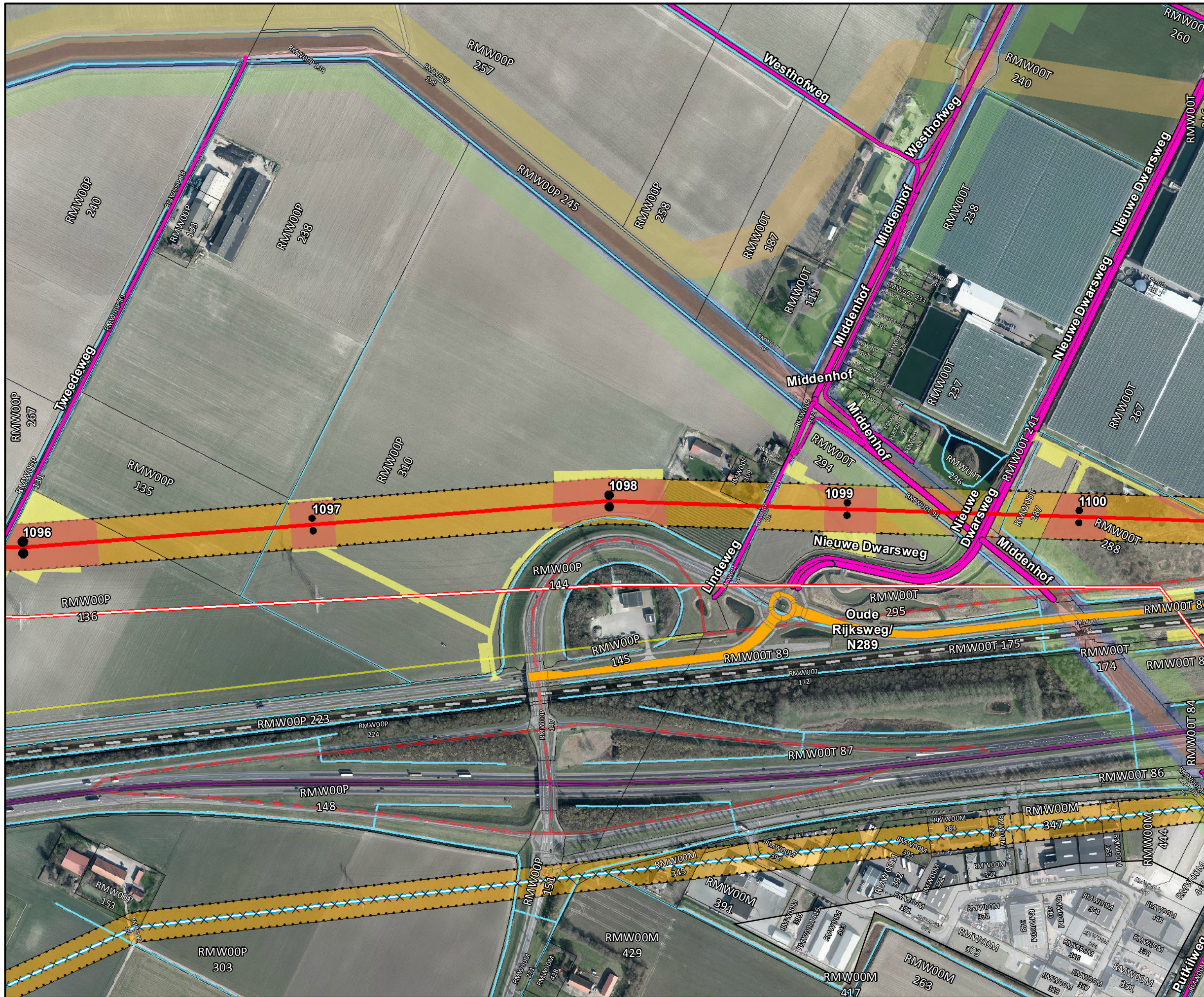
- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- × × Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor



Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 9 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

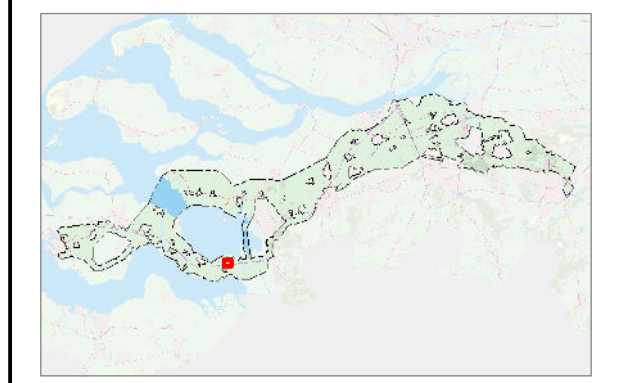
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



**Legenda**

- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1

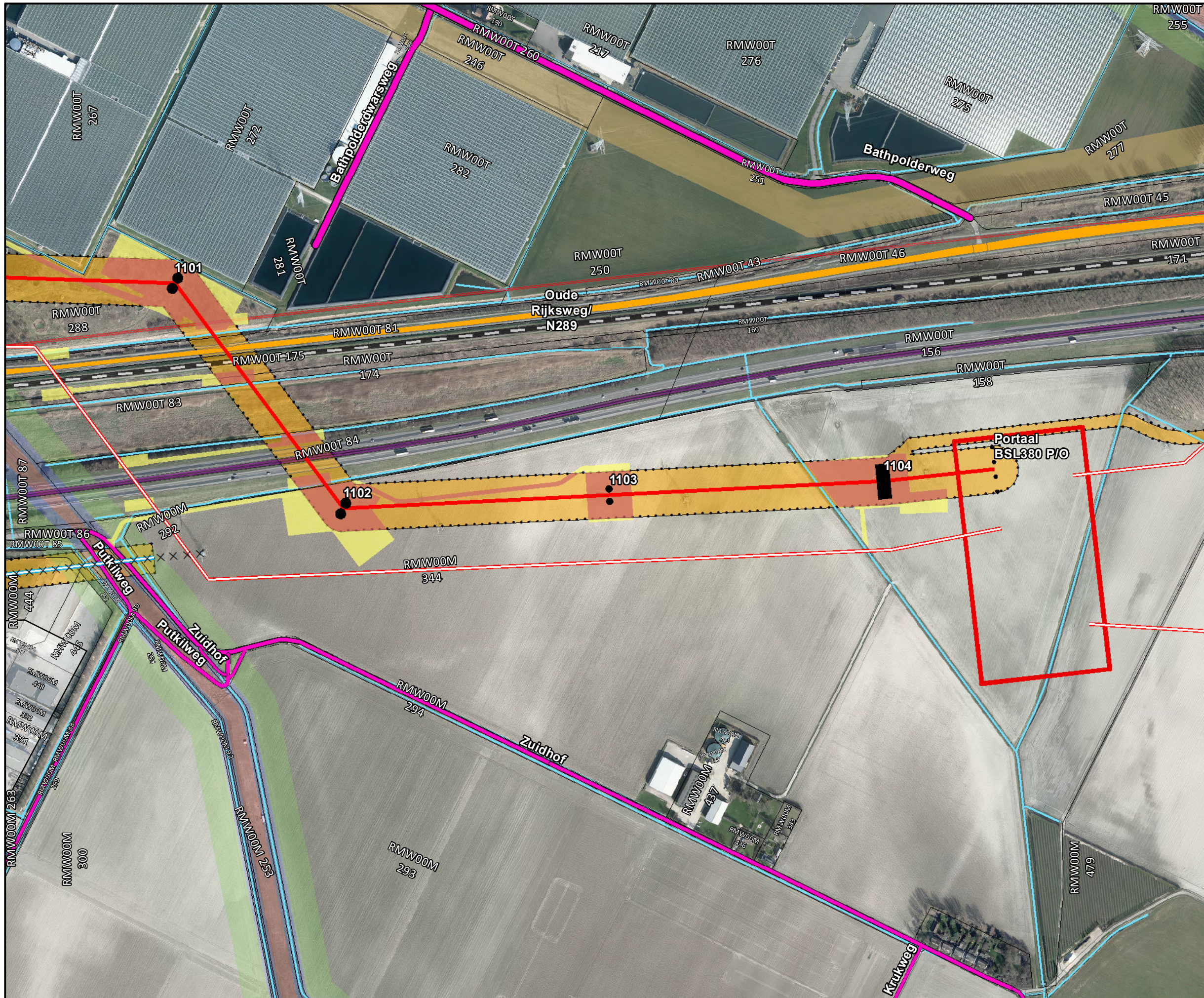


Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 10 of 11

**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\Vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal

0 50 100 150 200 250 m

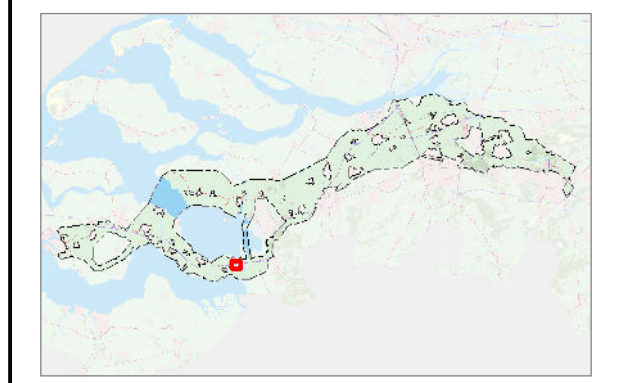
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



**Legenda**

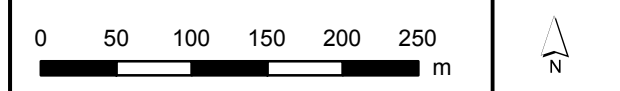
- Bovengronds 380kV
- Bovengronds 150kV
- Masten
- Tijdelijke masten
- Tijdelijke verbindingen
- Werkwegen en -terreinen binnen plangrens
- Werkwegen en -terreinen buiten plangrens
- 380kV bovengronds
- 150kV bovengronds
- 150kV ondergronds
- x x Te amoveren verbinding
- Waterschapswegen
- Provinciale wegen
- Gemeentelijke wegen
- station kruising contouren
- Gemeentegrenzen
- Kadastrale percelen
- Buisleidingenstrook
- waterlopen
- Waterkeringszone A
- Waterkeringszone B
- Waterkeringszone C
- Grens inpassingsplan
- Corridor

Zuid • West 380 kV VKA 2.1



Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 11 of 11

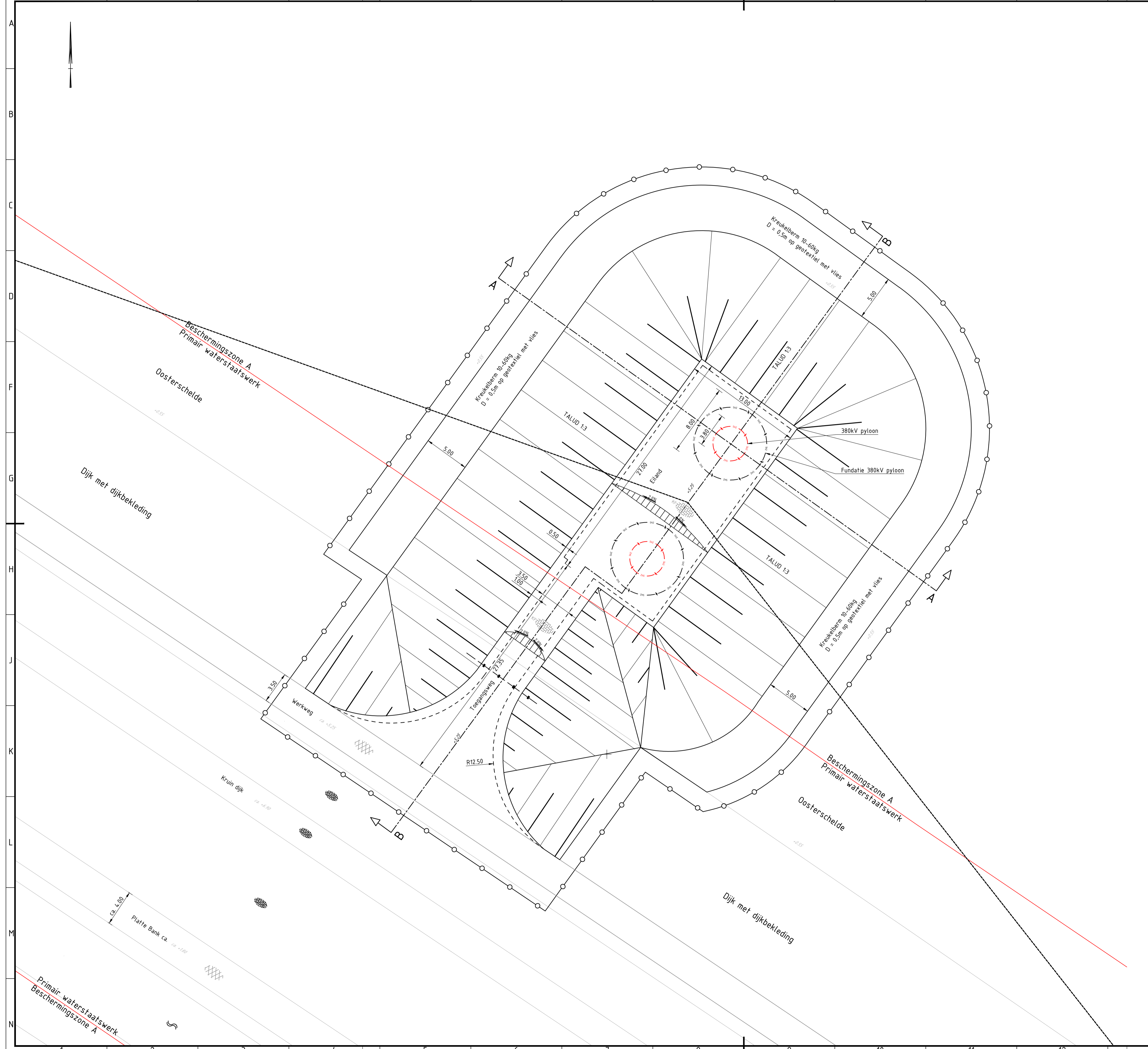
**Kenmerk**  
 A:\p\_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205\_waterschapswegen\_uitzoeken\150414p\_zw-w380\_Reimerswaal



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

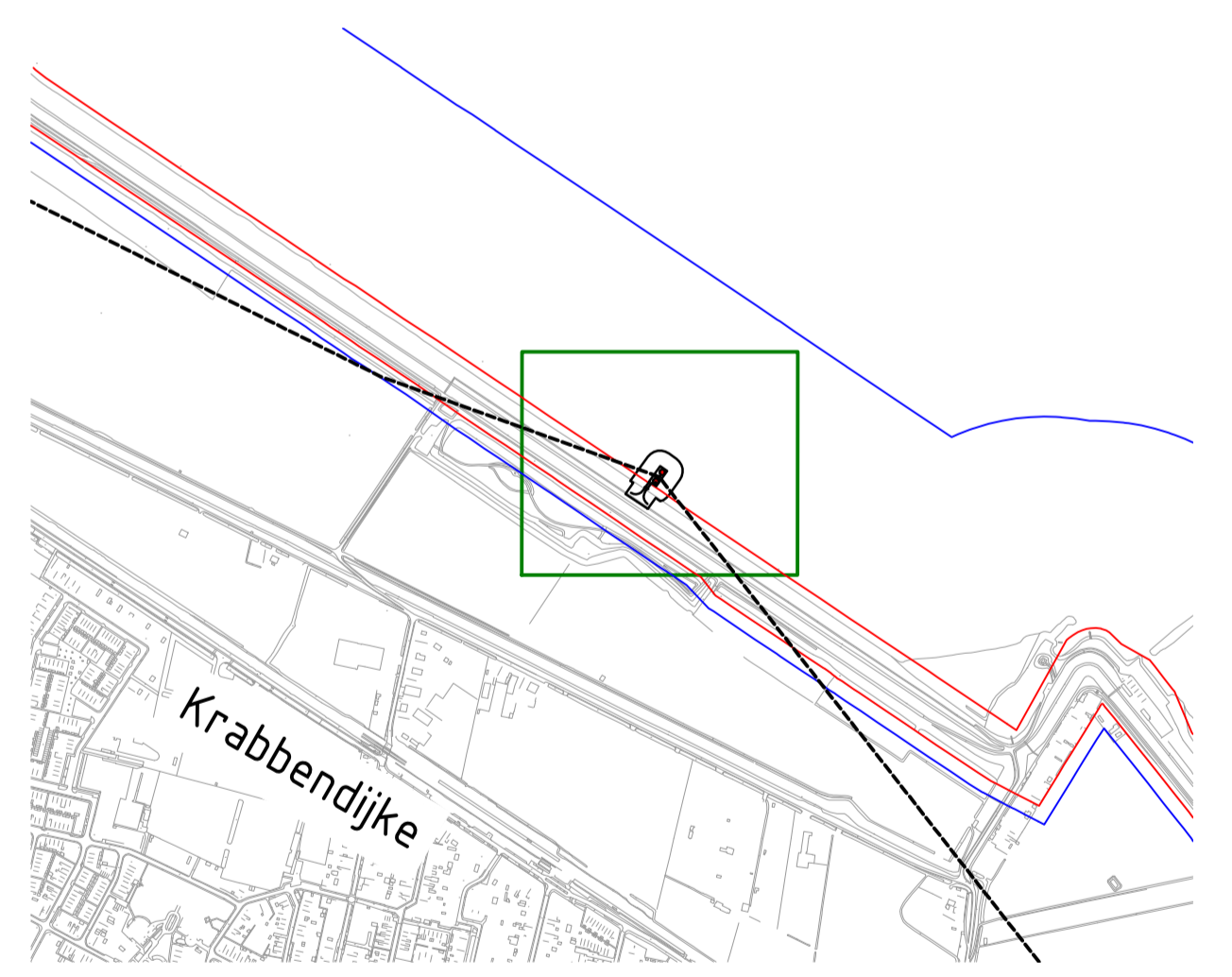
Bijlage 14  
Ontwerpgegevens Mast 1084





**LEGENDA**

	Werkgrens
	Materiaalgrens
	380kV pole
	Fundatie 380kV pole
	Nieuwe hoogte
	Bestaande hoogte
	Aanbrengen betonstraatsteen, keifmaat, elleboogverband
	Bestaande asfaltverharding
	Aanbrengen hekwerk
	Gras
	Watergang
	380kV tracé
	Primair waterstaatswerk
	Primair beschermingszone A



0 2 4 6 8m  
 schaal 1:200

**OPMERKINGEN:**

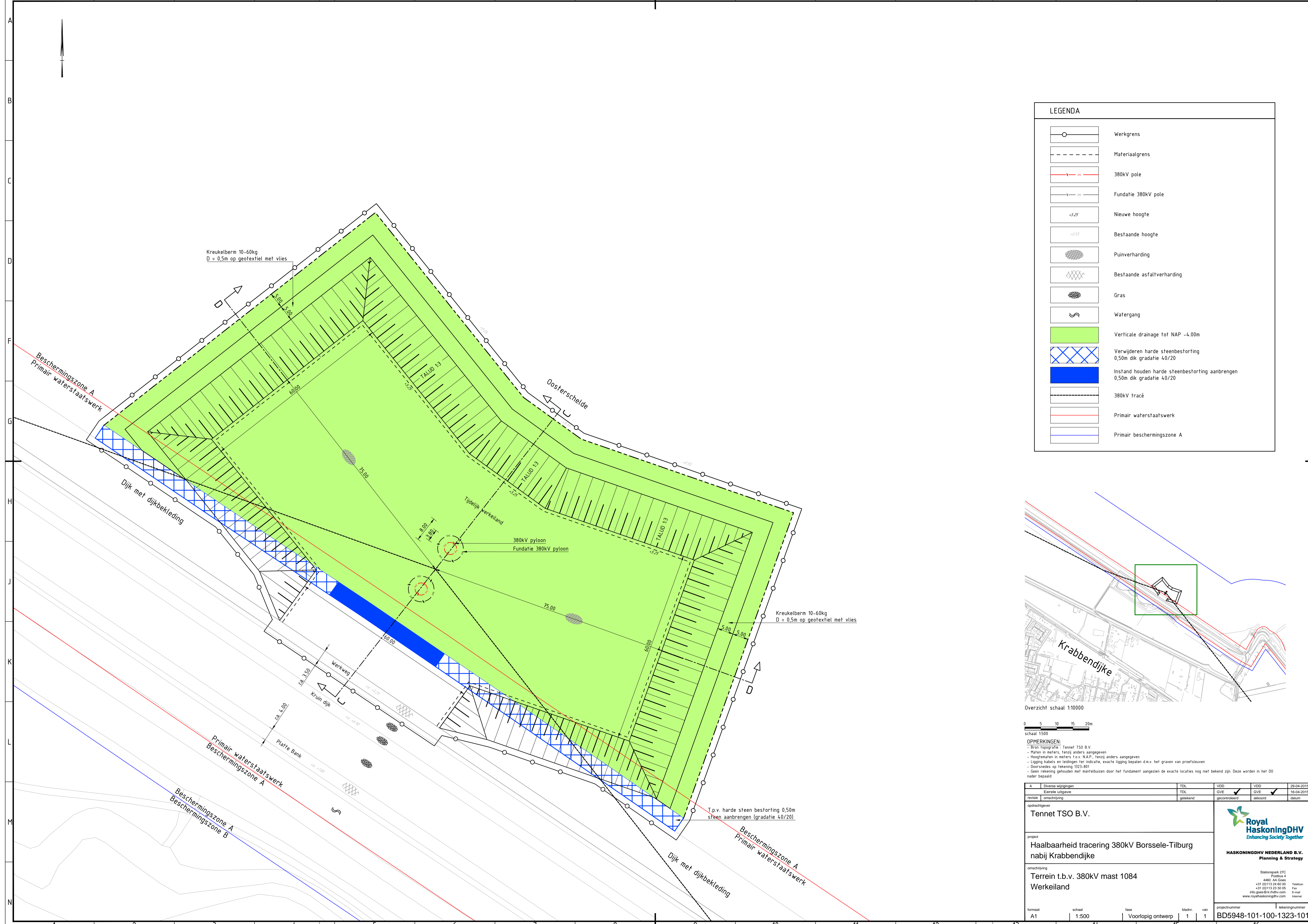
- Bron topografie: Tennet TSO B.V.
- Maten in meters, tenzij anders aangegeven
- Hoogten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven
- Ligging kabels en leidingen ter indicatie, exacte ligging bepalen d.m.v. het graven van proefsleuven
- Doorsneden op tekening 1323-800
- Geen rekening gehouden met mantelbuizen door het fundament aangezien de exacte locaties nog niet bekend zijn. Deze worden in het DO nader bepaald

A	Diverse wijzigingen	TDL	VDD	VDD	29-04-2016
	Eerste uitgave	TDL	GVE	GVE	16-04-2016
revisie	omschrijving	gekeurd	gecontroleerd	akkoord	datum
opdrachtgever <b>Tennet TSO B.V.</b>					
project <b>Haalbaarheid tracering 380kV Borssele-Tilburg nabij Krabbendijke</b>					
omschrijving <b>Terrein t.b.v. 380kV mast 1084</b>					
formaat	schaal	fase	bladz. van	projectnummer	tekeningnummer
A1	1:200	Voorlopig ontwerp	1 1	BD5948-101-100-1323-100	

**Royal HaskoningDHV**  
*Enhancing Society Together*

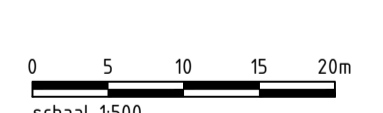
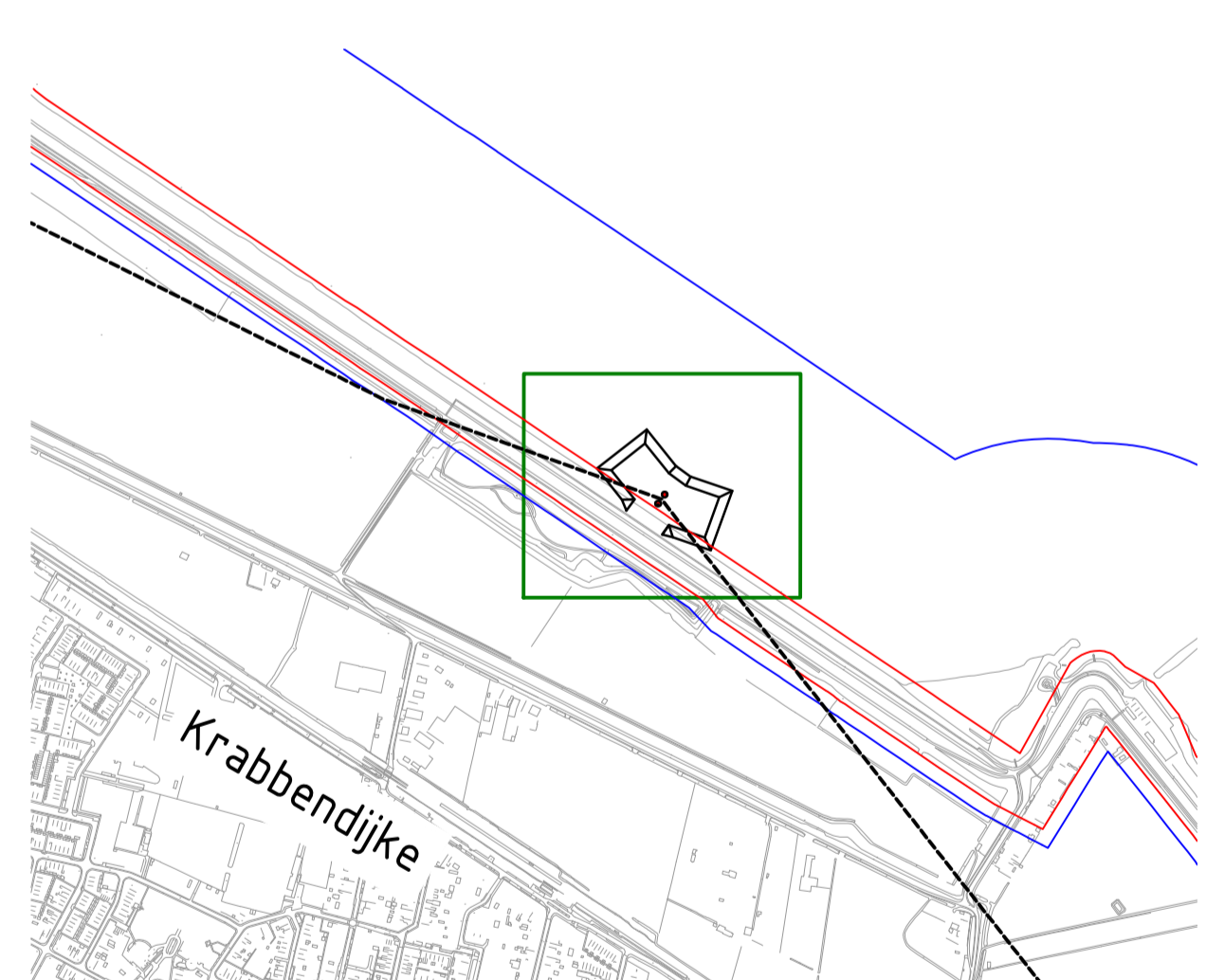
**HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.**  
 Planning & Strategy

Stationpark 27C  
 Postbus 4  
 4460 AA Goes  
 +31 (0)113 24 60 00 Telefoon  
 +31 (0)113 23 50 00 Fax  
 info.goss@nl.hdhv.com E-mail  
 www.royalhaskoningdhv.com Internet



**LEGENDA**

	Werkgrens
	Materiaalgrens
	380kV pole
	Fundatie 380kV pylon
	Nieuwe hoogte
	Bestaande hoogte
	Puinverharding
	Bestaande asfaltverharding
	Gras
	Watergang
	Verticale drainage tot NAP -4.00m
	Verwijderen harde steenbestorting 0,50m dik gradatie 40/20
	Instand houden harde steenbestorting aanbrengen 0,50m dik gradatie 40/20
	380kV tracé
	Primair waterstaatswerk
	Primair beschermingszone A



OPMERKINGEN:  
 - Bron topografie: Tennet TSO B.V.  
 - Maten in meters, tenzij anders aangegeven  
 - Hoogten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven  
 - Ligging kabels en leidingen ter indicatie, exacte ligging bepalen d.m.v. het graven van proefleuven  
 - Doorsneden op tekening 1323-801  
 - Geen rekening gehouden met mantelbuizen door het fundament aangezien de exacte locaties nog niet bekend zijn. Deze worden in het DO nader bepaald

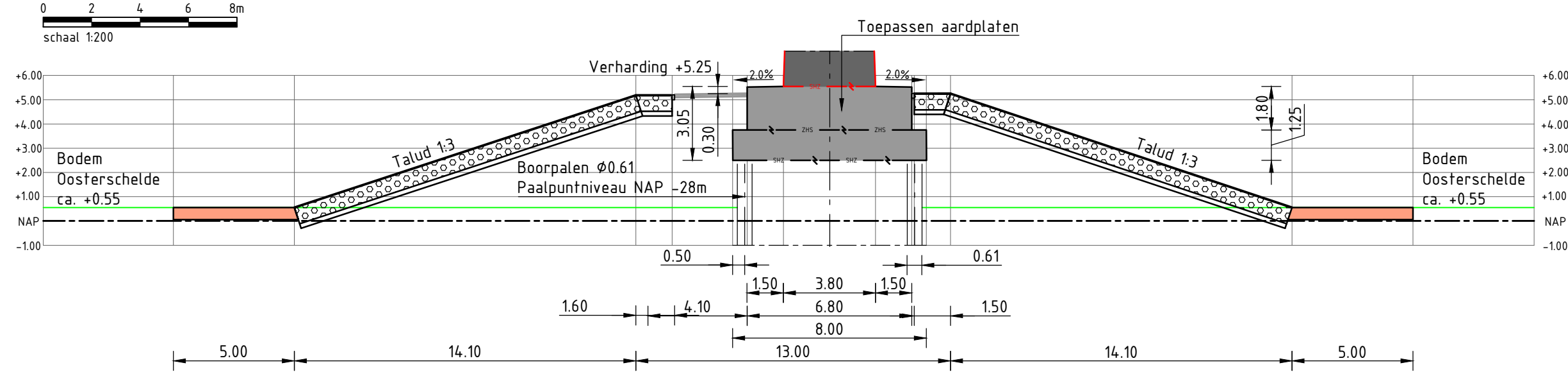
A	Diverse wijzigingen	TDL	VDD	VDD	29-04-2015
	Eerste uitgave	TDL	GVE	GVE	16-04-2015
revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
opdrachtgever <b>Tennet TSO B.V.</b>					
project <b>Haalbaarheid trasering 380kV Borssele-Tilburg nabij Krabbendijke</b>					
omschrijving <b>Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 Werkiland</b>					
formaat	schaal	fase	bladnr.	van	projectnummer
A1	1:500	Voorlopig ontwerp	1	1	BD5948-101-100-1323-101

**Royal HaskoningDHV**  
Enhancing Society Together

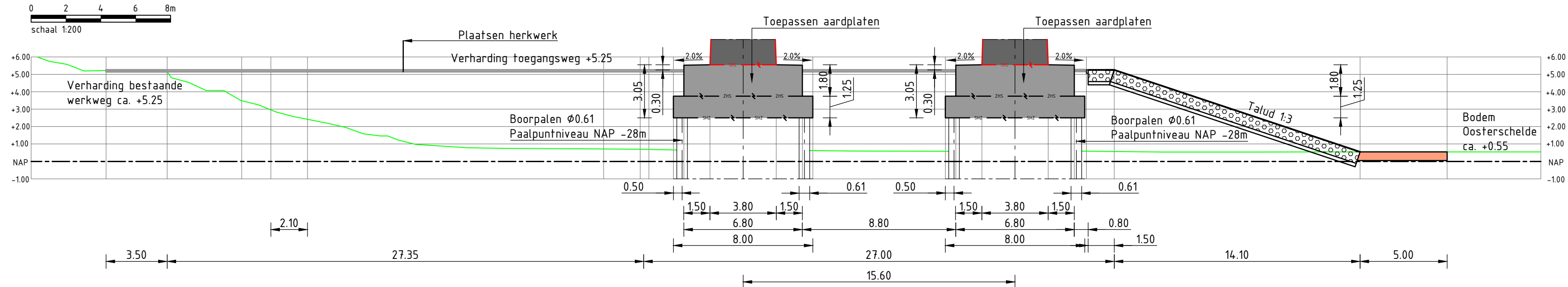
**HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.**  
Planning & Strategy

Stationpark 27C  
Postbus 4  
4460 AA Goes  
+31 (0)113 24 60 00  
+31 (0)113 23 50 00  
info.goes@nl.hdhv.com  
www.royalhaskoningdhv.com

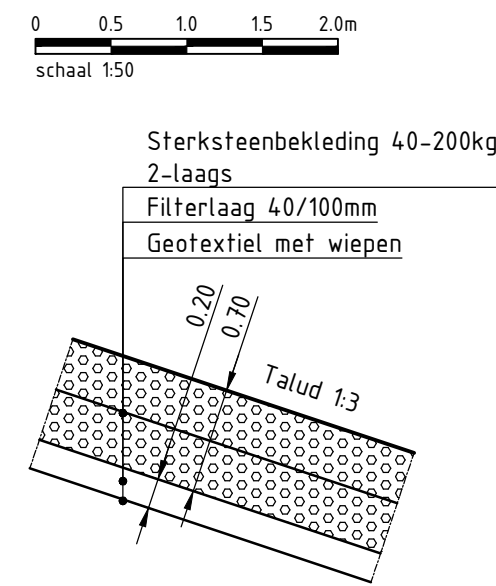
PRINCIPE DOORSNEDE A-A schaal 1:200



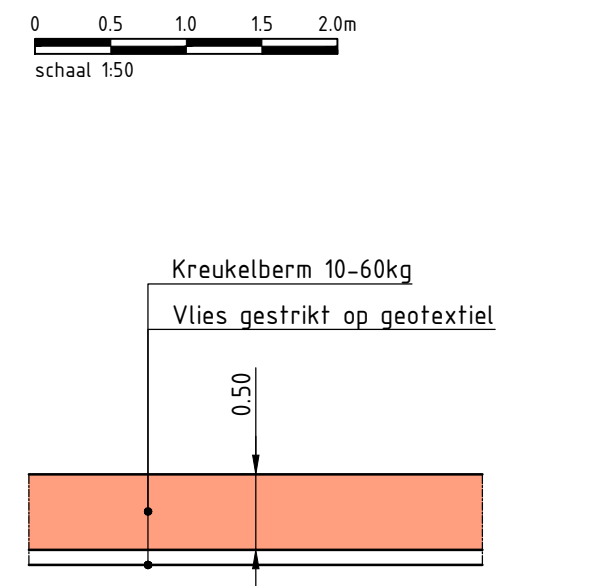
PRINCIPE DOORSNEDE B-B schaal 1:200



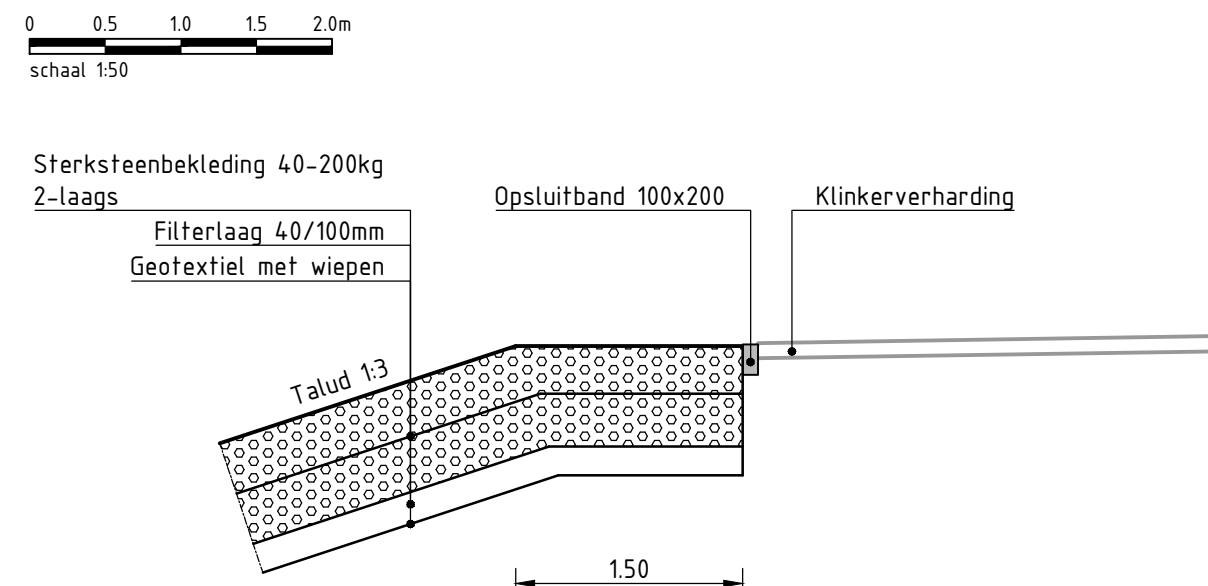
PRINCIPE DETAIL TALUD 1:50



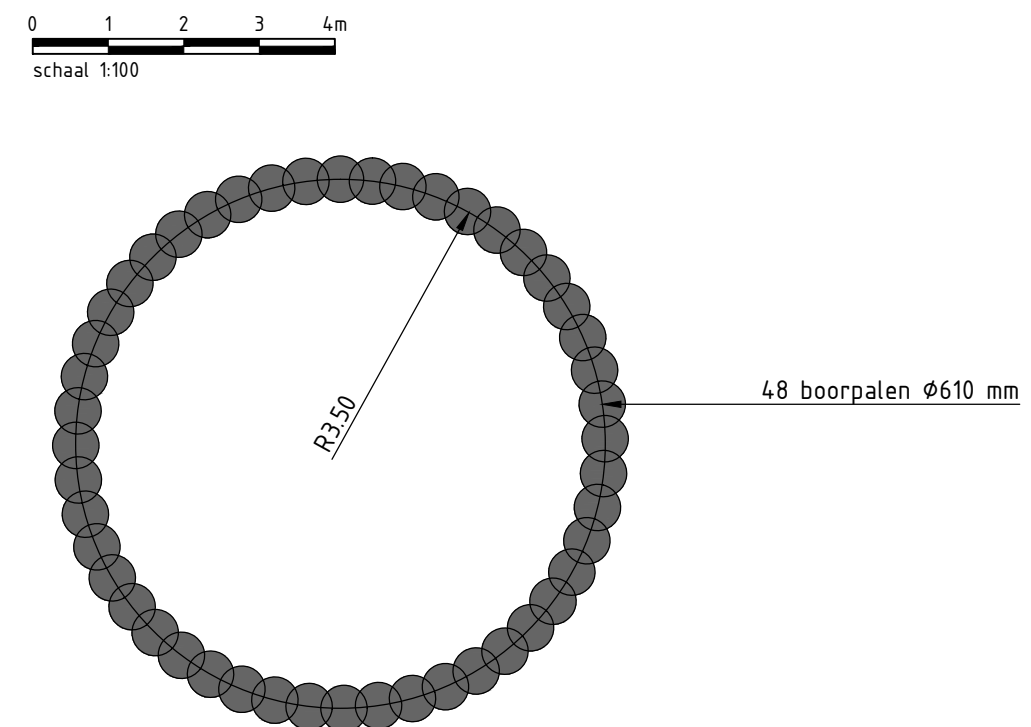
PRINCIPE DETAIL KREUKELBERM 1:50



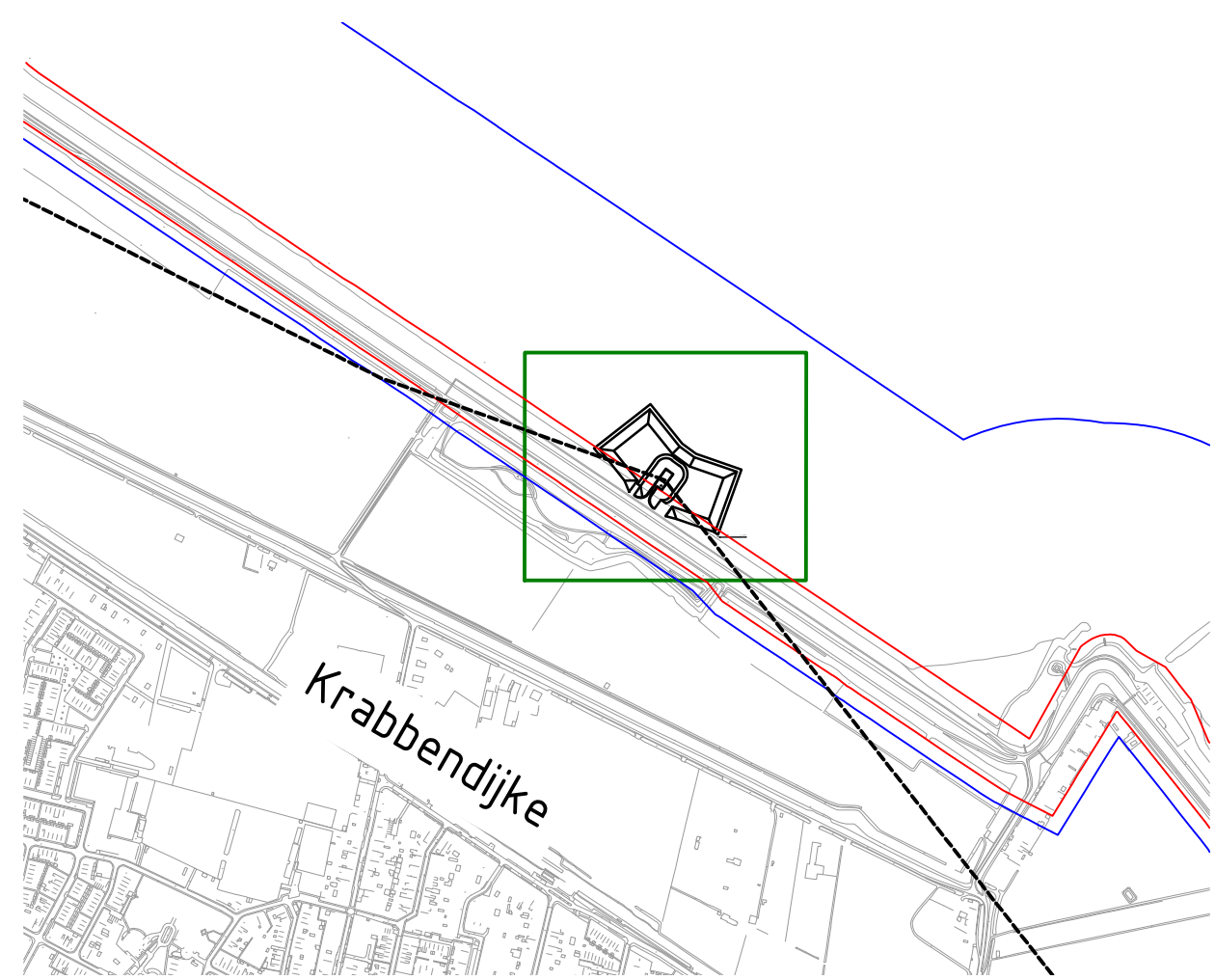
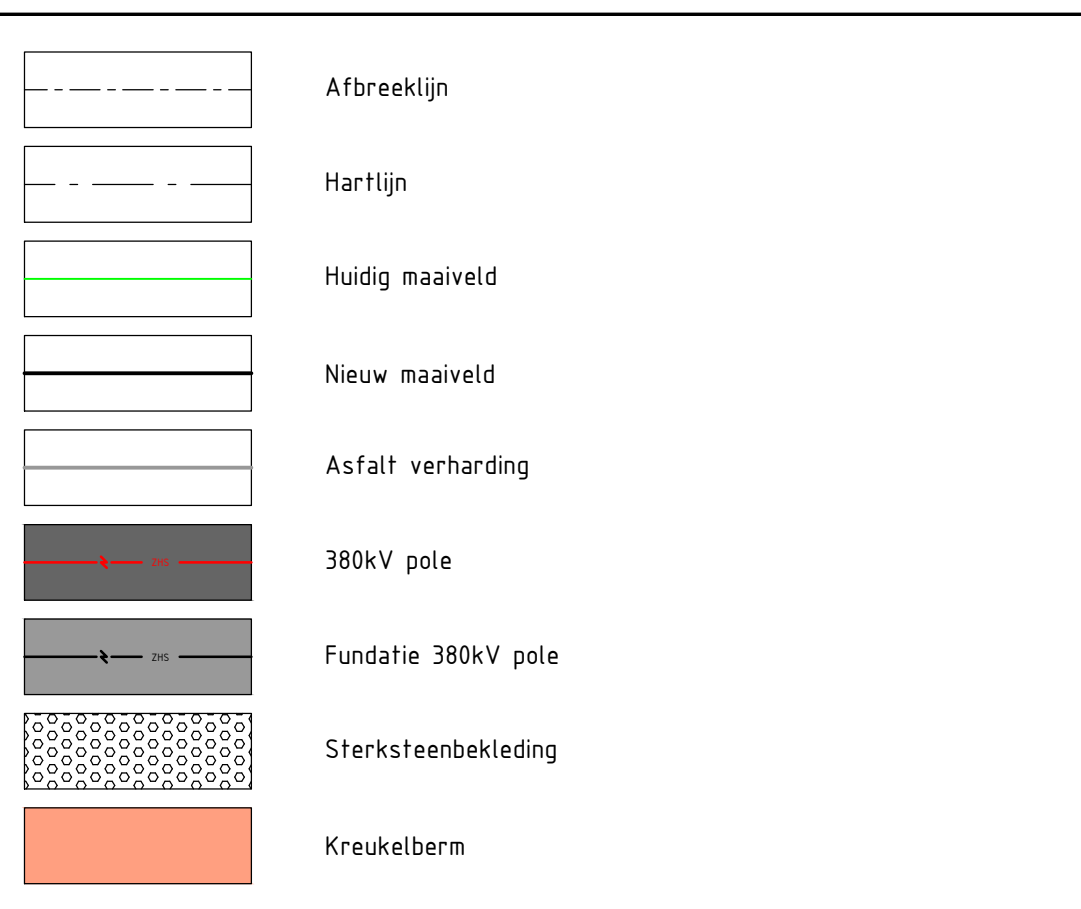
PRINCIPE DETAIL KRUIN 1:50



PRINCIPE DETAIL BOORPALEN 1:100



LEGENDA



Overzicht schaal 1:10000

- OPMERKINGEN:**
- Bron topografie
  - Maten in meters, tenzij anders aangegeven
  - Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven
  - Ligging kabels en leidingen ter indicatie, exacte ligging bepalen d.m.v. het graven van proefsteunen
  - Doorsneden van tekeningen 1323-100
  - Geen rekening gehouden met mantelbuizen door het fundament aangezien de exacte locaties nog niet bekend zijn. Deze worden in het DO nader bepaald

A	Diverse wijzigingen	TDL	VDD	VDD	29-04-2015
	Eerste uitgave	TDL	GVE	GVE	16-04-2015
revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
opdrachtgever <b>Tennet TSO B.V.</b>					
project <b>Haalbaarheid trasering 380kV Borssele-Tilburg nabij Krabbendijke</b>					
omschrijving <b>Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 Details en dwarsprofielen</b>					
formaat	schaal	fase	bladnr.	van	
A2 x 841	1:200	VO	1	1	
projectnummer					tekeningnummer
BD5948-101-100-1323-800					

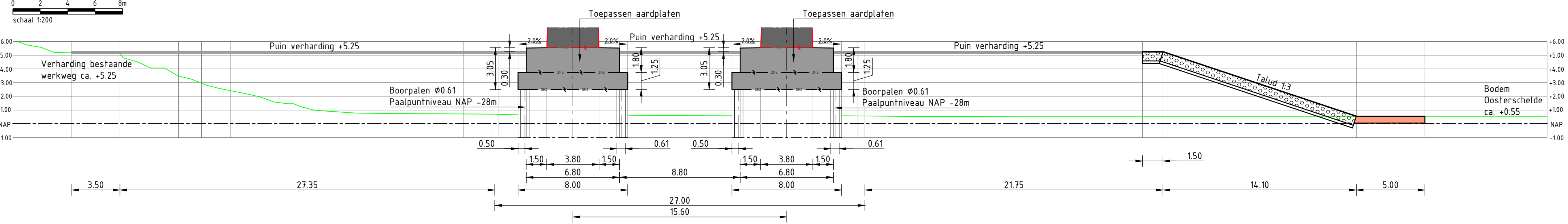


**HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.**  
Planning & Strategy

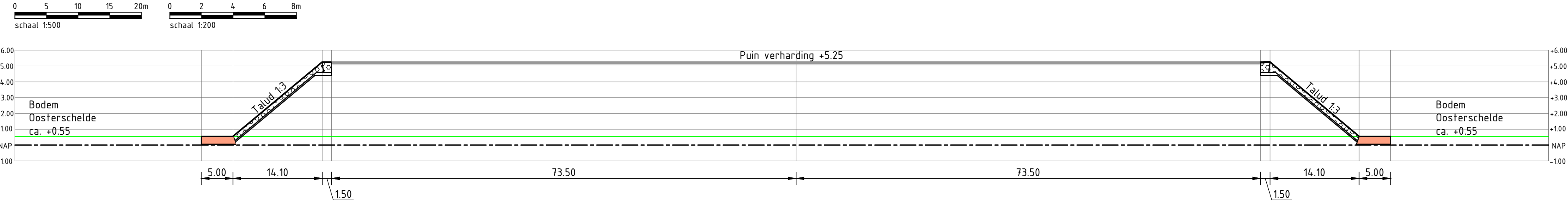
Stationspark 27C  
Postbus 4  
4460 AA Goes  
+31 (0)113 24 60 00  
+31 (0)113 23 30 05  
info.goes@nl.rhdhv.com  
www.royalhaskoningdhv.com

Telefoon  
Fax  
E-mail  
Internet

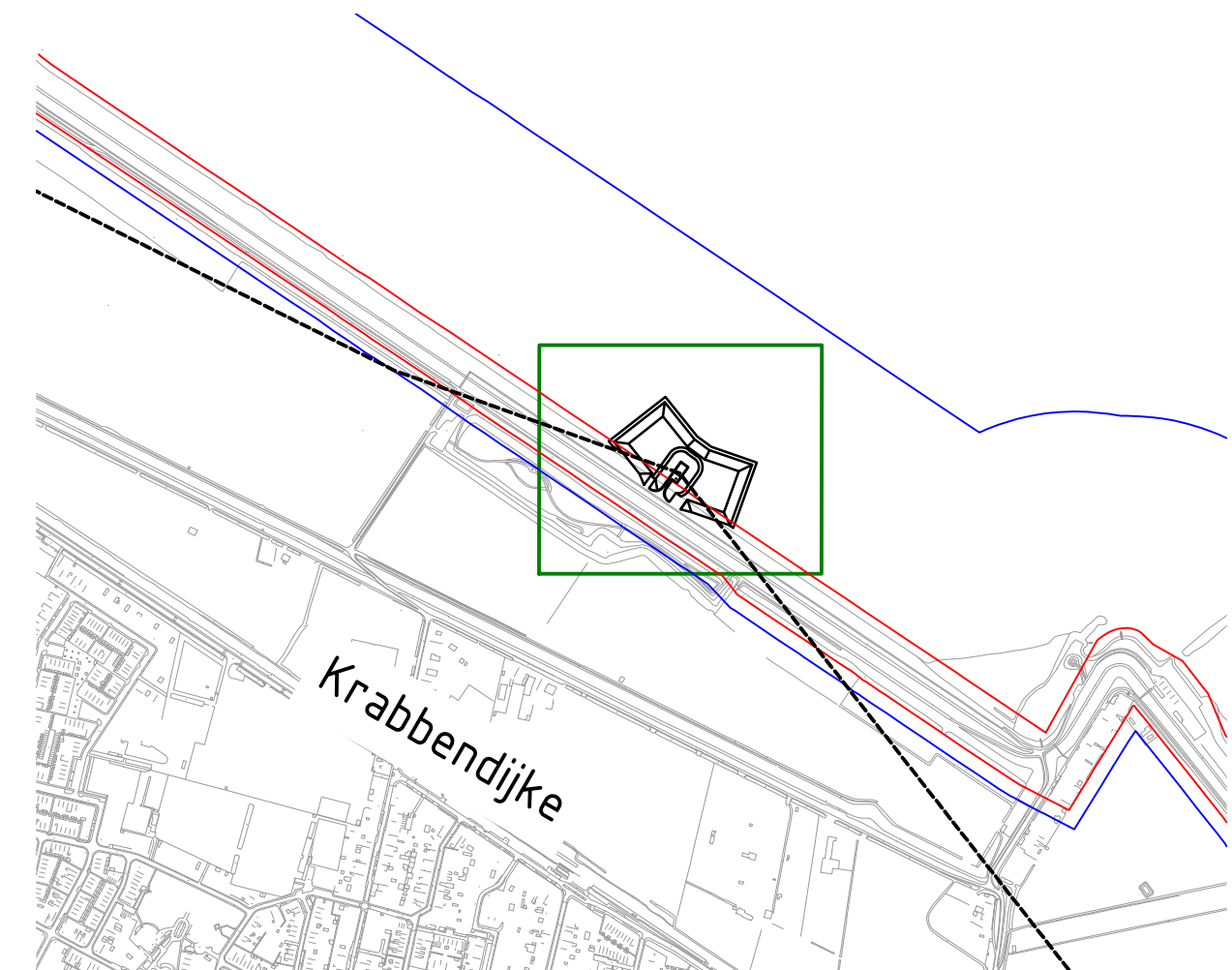
PRINCIPE DOORSNEDE C-C schaal 1:200



PRINCIPE DOORSNEDE D-D Horizontaal schaal 1:500 Verticaal schaal 1:200



LEGENDA	
	Afbreeklijn
	Hartlijn
	Huidig maaiveld
	Nieuw maaiveld
	Asfalt verharding
	380kV pole
	Fundatie 380kV pole
	Sterksteenbekleding
	Kreukelberm



Overzicht schaal 1:10000

OPMERKINGEN:

- Bron Topografie
- Maten in meters, tenzij anders aangegeven
- Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders aangegeven
- Ligging kabels en leidingen ter indicatie, exacte ligging bepalen d.m.v. het graven van proefstevens
- Doorsnedes van tekeningen 1323-101
- Geen rekening gehouden met mantelbuizen door het fundament aangezien de exacte locaties nog niet bekend zijn. Deze worden in het D0 nader bepaald

A	Diverse wijzigingen	TDL	VDD	VDD	29-04-2015
	Eerste uitgave	TDL	GVE	GVE	16-04-2015
revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
opdrachtgever <b>Tennet TSO B.V.</b>					
project <b>Haalbaarheid trasering 380kV Borssele-Tilburg nabij Krabbendijke</b>					
omschrijving <b>Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 Details en dwarsprofielen</b>					
formaat	schaal	fase	bladnr.	van	projectnummer
A2 x 841	1:200	VO	1	1	BD5948-101-100-1323-801

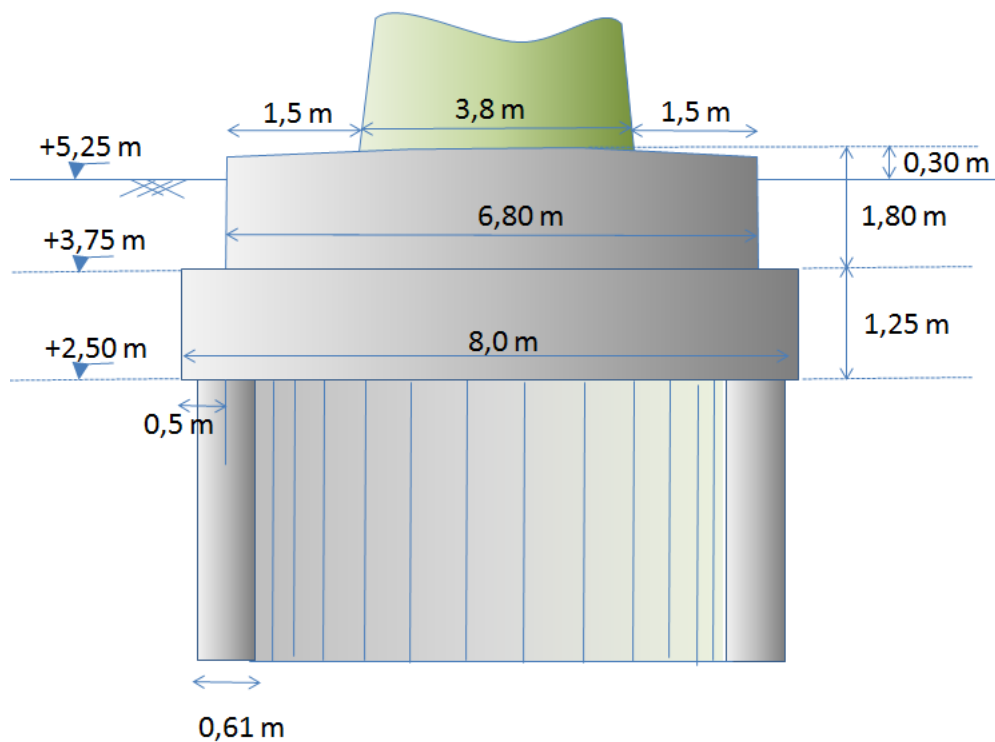
**Royal HaskoningDHV**  
Enhancing Society Together

**HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.**  
Planning & Strategy

Stationspark 27C  
Postbus 4  
4460 AA Goes  
+31 (0)113 24 60 00  
+31 (0)113 23 30 05  
info.goes@nl.rhdhv.com  
www.royalhaskoningdhv.com

# 380kV Hoogspanningsmast in de Oosterschelde

## Voorontwerp mastfundering en grondnam



## Geotechnisch ontwerprapport

TenneT TSO B.V.

april 2015  
definitief

# 380kV Hoogspanningsmast in de Oosterschelde

## Voorontwerp mastfundering en grondtram

### Geotechnisch ontwerprapport

dossier : BD5948

registratienummer : MW-AF2015106

versie : R1

classificatie : Klant vertrouwelijk

TenneT TSO B.V.

april 2015

definitief

<b>INHOUD</b>	<b>BLAD</b>	
1	INLEIDING	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Projectaanpak	3
2	PROJECTOMSCHRIJVING	5
2.1	Projectlocatie	5
2.2	Projectonderdelen	5
2.3	Projectfasering	8
3	GRONDONDERZOEK	9
3.1	Beschikbare onderzoeken	9
3.2	Aanvullend geotechnisch onderzoek	10
4	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	11
4.1	Gebruikte documenten	11
4.2	Normen en richtlijnen	11
4.3	Eisen en criteria	11
4.4	Partiële factoren	12
4.5	Geometrie	13
4.6	Bodemopbouw en grondparameters	13
4.7	Grondwaterstanden	15
4.8	Materialen	16
4.9	Belastingen op de mastfundering	16
4.10	Terreinbelastingen	17
4.11	Wateroverspanningen	17
5	VARIANTENSTUDIE MASTFUNDERING	19
5.1	Algemeen	19
5.2	Criteria	19
5.3	Beschrijving alternatieven	20
5.4	Evaluatie	21
6	VOORONTWERP MASTFUNDERING	23
6.1	Berekening draagvermogen boorpalenwand	23
6.2	Bepaling blokdiameter en aantal palen	25
6.3	Modellering fundering in Group	26
6.4	Verificatie draagvermogen	27
6.5	Verificatie rotatiestijfheid	27
6.6	Verificatie afmetingen betonpaal	27
7	ONTWERP GRONDDAM EN WERKEILAND	29
7.1	Algemeen	29
7.2	Zettingsanalyse	29
7.3	Stabiliteitsanalyse	32
8	CONCLUSIES	35
9	COLOFON	37

## **BIJLAGEN**

- BIJLAGE 1 GRONDONDERZOEK UIT DINOLOKET
- BIJLAGE 2 AANVULLEND GRONDONDERZOEK
- BIJLAGE 3 VOORONTWERP BLOKAFMETINGEN
- BIJLAGE 4 IN- EN UITVOER DFOUNDATION BEREKENING



## 1 INLEIDING

### 1.1 Algemeen

TenneT TSO B.V. heeft het voornemen een nieuwe 380 kV hoogspanningverbinding aan te leggen tussen Borssele en Tilburg (project Zuid-West 380kV). Eén van de knelpunten in het tracé is de passage bij Krabbendijke. De nieuwe verbinding is daar geprojecteerd tussen het dorp en de Oosterschelde. Op verzoek van de gemeente Reimerswaal heeft TenneT TSO B.V. enkele varianten onderzocht, waarbij een keuze is gemaakt voor een mast in de Oosterschelde. De mast is voorzien in de beschermingszone van de primaire waterkering. De mast, bestaande uit twee pylonen van elk 76 m hoog, zal worden aangelegd op een gronddam. De gronddam is via een werkweg verbonden met de werkweg op de waterkering. Voor de bouw van de mast zijn tijdelijke werkeilanden nodig, welke ook in de beschermingszone zijn gelegen.

Om de invloed op de waterkering en de natuur te minimaliseren wordt voor de mastfundering en de grondconstructies gestreefd naar minimale afmetingen om het ruimtegebruik te beperken. Als oplossingsrichting is gekozen voor een kleine diameter fundering bestaande uit een doorgaande betonnen boorpalenwand of een stalen monopaal. De diameter van deze fundering is aanzienlijk kleiner dan de standaard diameter van 14 m die op land wordt toegepast voor de afzonderlijke pylonen van de mast.

TenneT TSO heeft Royal HaskoningDHV gevraagd een voorontwerp op te stellen van de mastfundering en de grondconstructies. Dit rapport beschrijft de resultaten van het geotechnisch en constructief onderzoek en advies voor het voorontwerp.

Onderhavig ontwerprapport dient tevens voor de aanvraag van een watervergunning bij Waterschap Scheldestromen. De beoordeling van de effecten van de hoogspanningsmast op de waterkering zijn beschreven in het beoordelingsrapport met kenmerk MW-AF2015107 (13 april 2015).

### 1.2 Projectaanpak

Om te komen tot een voorontwerp zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Inventarisatie van beschikbare en aanvullende grondonderzoeken en opstellen van een grondmodel;
- Inventarisatie van ontwerpuitgangspunten, randvoorwaarden en eisen.
- Variantenafweging voor het type fundering: grote diameter stalen buispaal of een boorpalenwand.
- Opstellen van een geotechnisch en constructief voorontwerp voor de mastfundatie
- Opstellen van een geotechnisch voorontwerp van de grondconstructies (dam en werkeilanden)



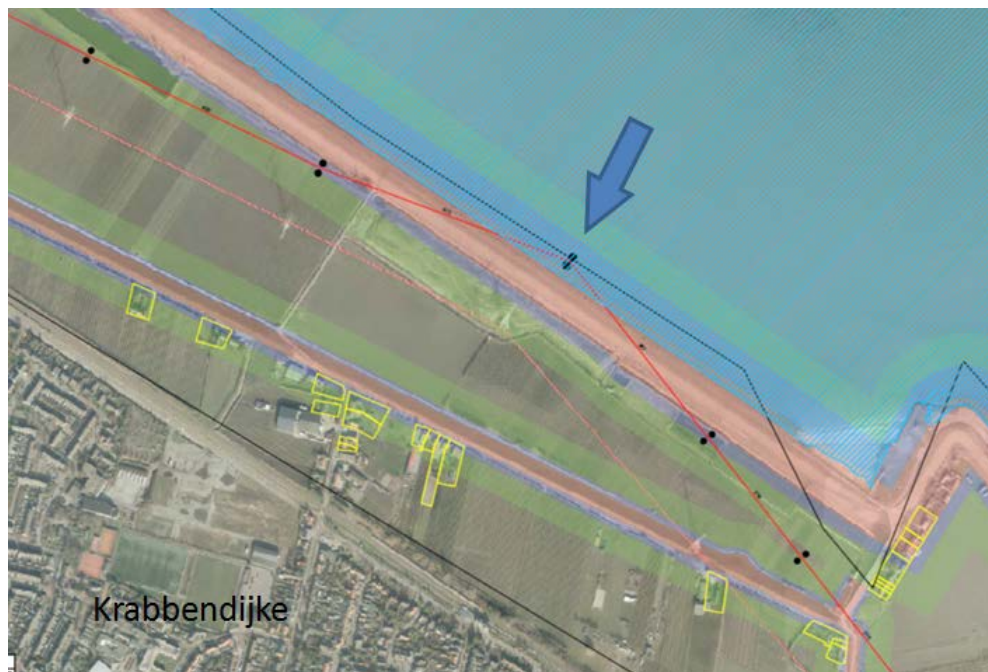
## 2 PROJECTOMSCHRIJVING

### 2.1 Projectlocatie

De nieuwe 380kV hoogspanningsmast is voorzien in de beschermingszone van de primaire waterkering nabij Krabbendijke, zie figuur 2-1. Het betreft alleen de mast aan de buitenzijde van de waterkering. De masten aan de binnenzijde zijn op aangeven van TenneT buiten beschouwing gelaten.

De waterkering maakt onderdeel uit van dijkkring 31 'Zuid Beveland' en is in beheer bij Waterschap Scheldestromen. De locatie is gepland tussen dijkpalen dp1278 en dp1279.

De mast maakt onderdeel uit van de nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding tussen Tilburg en Borssele (project Zuid-West 380kV).



**Figuur 2-1** Locatie hoogspanningsmast (rood is de kernzone van de waterkering, blauw is beschermingszone A en groen is de beschermingszone B).

### 2.2 Projectonderdelen

Op 20 januari 2015 is door Royal HaskoningDHV in opdracht van TenneT TSO een notitie (kenmerk BD5948-101-100/N001/NL18010/905253) opgesteld, betreffende de haalbaarheid van de hoogspanningsmast nabij de primaire waterkering. In de notitie zijn op basis van de eisen en wensen van de verschillende belanghebbenden (waterschap, RWS, provincie, TenneT) verschillende alternatieven vergeleken voor de mastfundatie en de aansluiting op de waterkering. Het meest haalbare alternatief betreft een fundament op een grond dam met taluds, aansluitend op de waterkering.

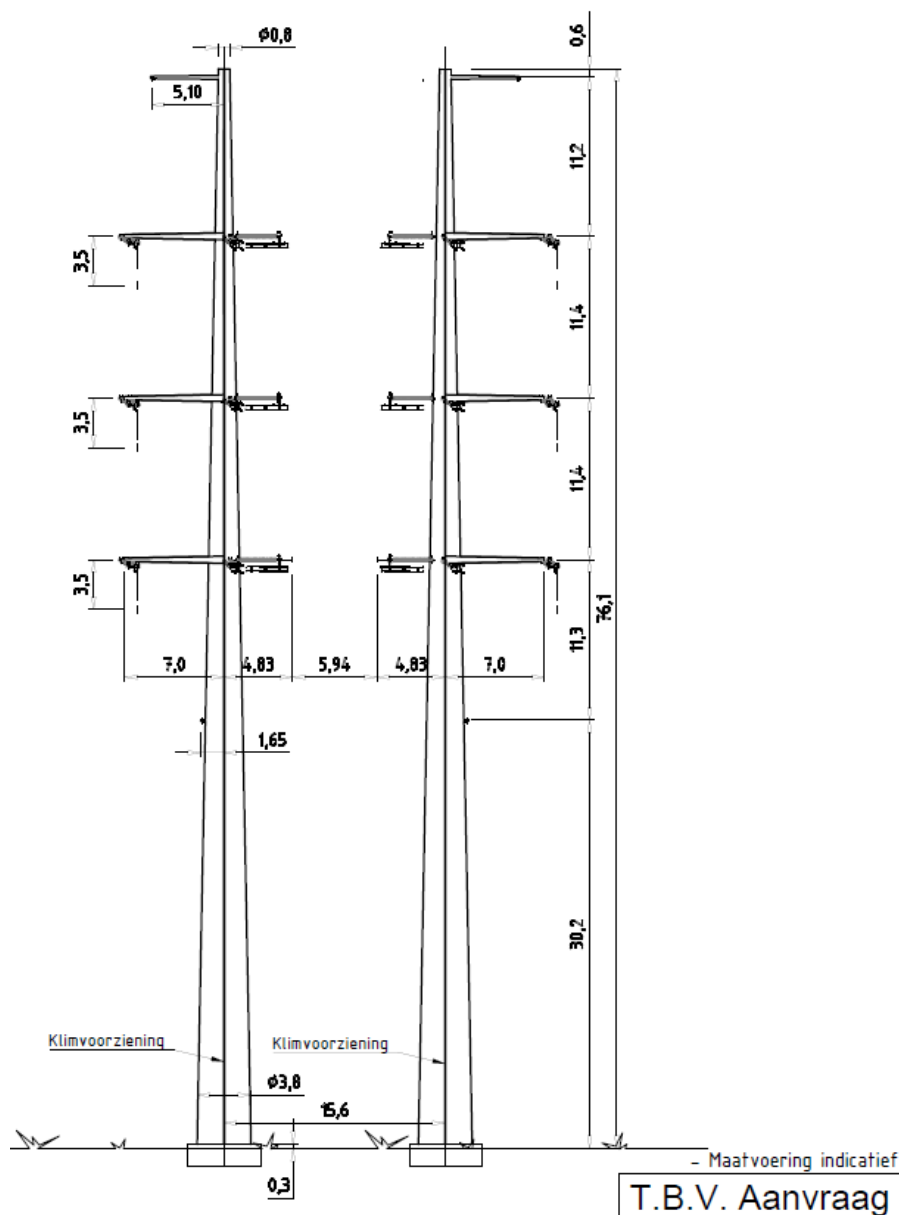
In dit rapport wordt het voorontwerp van de mast op een grondnam nader uitgewerkt. Onderscheid wordt hierbij gemaakt tussen de volgende onderdelen:

- Mast en fundatie;
- Permanente grondnam met werkweg rondom het fundament;
- Tijdelijke werkeilanden.

De onderdelen zijn hieronder nader omschreven.

### Hoogspanningsmast en fundatie

De mast bestaat uit 2 pylonen met een hoogte circa 76 m en een onderlinge afstand van circa 15,6 m. De mastconstructie is weergegeven in [Figuur 2-2](#).

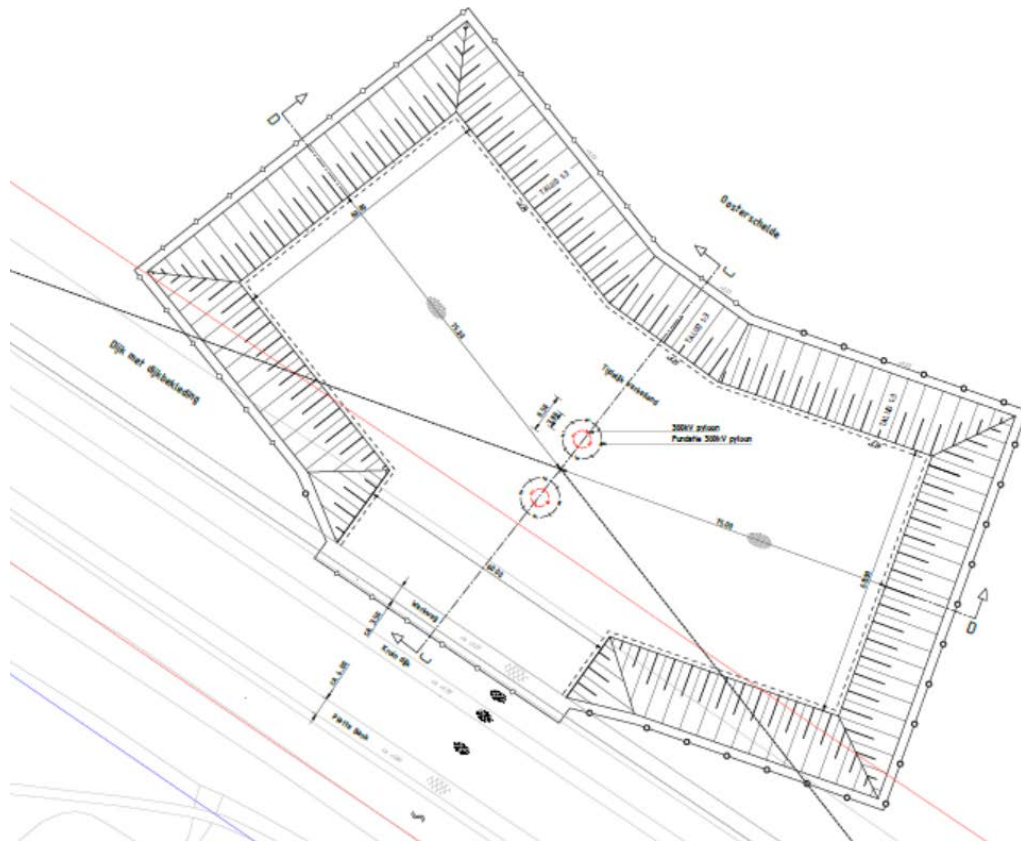


**Figuur 2-2 Principe Wintrack masttype ZWW4HL450+5 (KEMA tekeningnummer 74102194-035-115, 10 maart 2014)**



bepikt is tot buiten het stormseizoen. Indien buiten het stormseizoen wordt gewerkt zou een lagere hoogte kunnen worden aangehouden.

In verband met kraanbelastingen op de werkeilanden is voorzien dat de bovenste ophooglaag van circa 0,5 m bestaat uit menggranulaat.



Figuur 2-4 Situatie werkeilanden voor de bouwfase

## 2.3 Projectfasering

Voor het voorontwerp wordt uitgegaan van de volgende projectfasering:

- Ophoogfase werkeilanden en dam: 2 maanden
- Voorbelastingstijd (zettingstijd): 1 maand
- Bouw fundatie en mast: 2 maanden
- Verwijderen werkeilanden en afwerking gronddam: 2 maanden +
- *Totale doorlooptijd vanaf start tot oplevering:* **7 maanden**

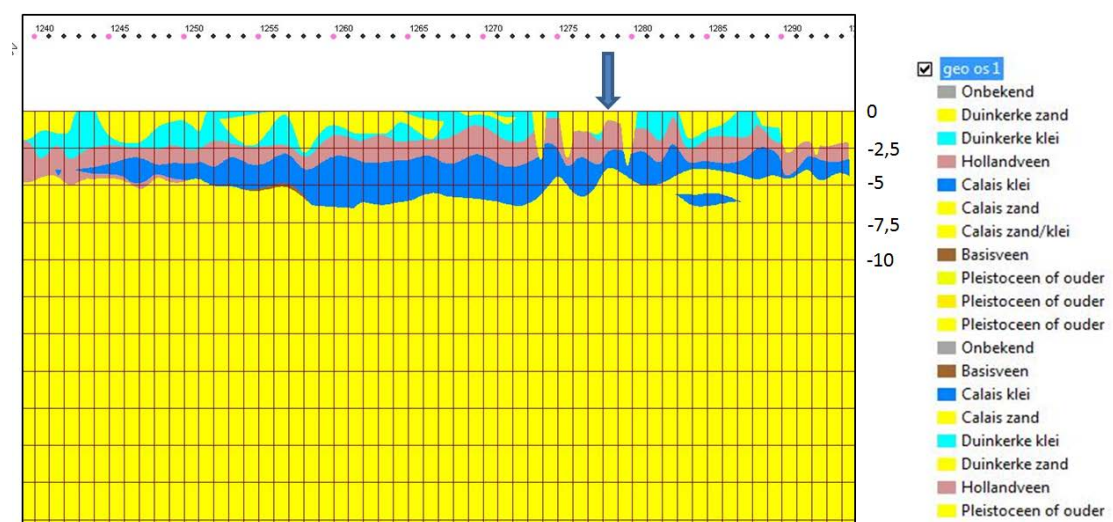
Verwacht wordt dat deze projectfasering een ondergrens is. Een langere doorlooptijd zal geen gevolgen hebben voor het ontwerp. Ten aanzien van zettingen en stabiliteit is dit gunstig; restzetting en wateroverspanning zullen afnemen.

### 3 GRONDONDERZOEK

#### 3.1 Beschikbare onderzoeken

##### Geotechnisch lengteprofiel Waterschap Scheldestromen

Waterschap Scheldestromen heeft een geotechnisch lengteprofiel ter beschikking gesteld. De feitelijke boringen en sonderingen waarop het profiel is gebaseerd zijn niet beschikbaar. Het profiel geeft duidelijk inzicht in de opbouw van de Holocene deklaag. Het profiel is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3-1 Geotechnisch lengteprofiel (Waterschap Scheldestromen)

##### Boringen DinoLoket

In het digitale archief van NITG-TNO (DinoLoket) is een aantal boringen beschikbaar in de nabijheid van de projectlocatie, zie Figuur 3-2. De boringen zijn hoofdzakelijk gelegen nabij de binnenteen en op circa 400 m afstand in het voorland. De boringen zijn uitgevoerd tot een diepte van 5 à 6 m. De boorstaten zijn weergegeven in bijlage 1.



Figuur 3-2 Locatie boringen DinoLoket (NITG-TNO)

### 3.2 Aanvullend geotechnisch onderzoek

In maart 2015 is een aanvullend sondeeronderzoek uitgevoerd op de locaties van de mast, de grondham en het werkeiland. Het onderzoek is uitgevoerd door Inpijn-Blokpoel Ingenieursbureau in opdracht van TenneT TSO en heeft bestaan uit:

- 2 sonderingen met kleefmeting tot 30 m diepte, waarvan 1 met waterspanningsmeting;
- 4 sonderingen met kleefmeting tot 25 m diepte;
- 4 sonderingen met kleefmeting tot 15 m diepte.

De resultaten van het onderzoek zijn toegevoegd in bijlage 2.



## 4 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

### 4.1 Gebruikte documenten

- [1] DNV KEMA, Tekening Principe ontwerp fundatie hoekmast ZWW4HL450+5 masten familie. Tekeningnummer 74102194-032-115, revisie 2.0. Arnhem, 6 juni 2014.
- [2] DNV KEMA, Fundatieberekening ZWW4HL450+5 (bijlage CBV). Arnhem, 16 juni 2014.
- [3] DNV KEMA, Belastingen ZWW4HL450+5 (bijlage BBV). Arnhem, 2 juni 2014.
- [4] Royal HaskoningDHV, notitie Onderzoek haalbaarheid 380 kV Borssele – Tilburg nabij Krabbendijke. Kenmerk BD5948-101-100/N001/NL18010/905253. Goes, 20 januari 2015
- [5] Royal HaskoningDHV, Situatietekening Terrein t.b.v. 380kV mast 1084 met werkeilanden (in bewerking). Tekeningnummer BD5948-101-100-1323-101. Goes, 9 maart 2015.
- [6] Royal HaskoningDHV, Situatietekening Terrein t.b.v. 380kV mast 1084, Eindsituatie met locatie sonderingen (in bewerking). Tekeningnummer BD5948-101-100-1323-701. Goes, 9 maart 2015.
- [7] TenneT, Notitie Uitgangspunten werkwegen en werkterreinen. Referentie LP-ZW 14-xxx. 13 maart 2014.
- [8] TenneT, Tekening Alternatief 4 t.h.v. Krabbendijke. Kenmerk 141110\_Krabbendijke\_Alt4\_waterkeringen\_en\_RWS\_A0I. 10 november 2014.
- [9] TenneT, Situatietekeningen en dwarsprofielen A-A' en B-B' Krabbendijke.
- [10] Waterschap Scheldestromen, Autocad tekening met vastgestelde keurgrenzen (2012).
- [11] Waterschap Scheldestromen, Excel bestand met resultaten veiligheidstoetsing en geotechnisch lengteprofiel.
- [12] Waterschap Scheldestromen, DGeoStability in- en uitvoerbestanden voor berekening macrostabiliteit van dwarsprofielen tussen dp1270 en 1280.

### 4.2 Normen en richtlijnen

- |                    |   |
|--------------------|---|
| [13] NEN-EN-1990   | Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp                        |
| [14] NEN 9997-1+C1 | Eurocode: Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels |

### 4.3 Eisen en criteria

#### Eisen en criteria voor de mastfundering:

- Ontwerplevensduur 100 jaar
- Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 3;
- Geotechnische categorie 3;
- Maximale aan te houden hoekverdraaiing voet mast: 0,005 rad [3];
- De ontwerphoogte van de gronddam rondom de mast bedraagt NAP +5,25 m;
- De voet van de mast moet permanent droog zijn in verband met bereikbaarheid voor onderhoudsvoertuigen en medewerkers;
- Het looppad is naar buiten toe afwaterend (2%) en bevindt zich aan de buitenkant maximaal 30 cm boven maaiveld. De ontwerphoogte aan de rand bedraagt NAP +5,55.
- Het zichtbare deel van de fundering dient rond van vorm te zijn.
- Binnen een straal van 7,5 meter uit het hart van de fundering van iedere afzonderlijke pylon (per mast twee stuks) is de hoogte van de onderkant fundering vrij te kiezen.
- Buiten de straal van 7,5 meter uit het hart van de fundering van iedere afzonderlijke pylon (per mast twee stuks) heeft de daar eventueel ook nog aanwezige fundering een gronddekking van minimaal 1,5 meter.

- Er wordt in deze fase geen rekening gehouden met mantelbuizen voor kabels en leidingen. Nog onzeker is of deze moeten worden aangebracht in de betreffende mast. Het eventueel ontwerp hiervan zal onderdeel uitmaken van het definitief funderingsontwerp.
- De fundering van beide pylonen dient te worden voorzien van aardplaten om deze elektrische met elkaar te verbinden. Het ontwerp hiervan maakt geen onderdeel uit van dit voorontwerp.

#### Eisen en criteria voor de werkweg

- Verkeersklasse 30 [7];
- Minimaal 2 m afstand tussen weg en insteek talud [7];
- De ontwerphoogte van de werkweg rondom de mast bedraagt NAP +5,25 m;
- Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 2 voor de permanente grondnam;
- Geotechnische categorie 2.

#### Eisen en criteria voor de grondconstructies (dam en werkeiland)

- Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 1 voor het tijdelijke werkeiland;
- Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 2 voor de permanente grondnam;
- Geotechnische categorie 2;
- Voor de werkeilanden dient de aanleghoogte gelijk te zijn aan de ontwerphoogte plus de te verwachten zetting tijdens de uitvoeringsperiode;
- Voor de grondnam wordt uitgegaan van een toelaatbare restzetting van 0,10 m gedurende 27 jaar (10.000 dagen) na aanbrengen van de elementenverharding. Aangenomen wordt dat de verharding aan het einde van de bouwijd wordt aangebracht, circa 5 maanden na aanbrengen van de ophoging;
- Voor de tijdelijke granulaatverharding wordt uitgegaan van een maximaal toelaatbare spoorvorming van 0,04 m;
- De stabiliteit dient te worden geverifieerd middels glijvlakberekningen volgens een semi-probabilistische methode op basis van partiële veiligheidsfactoren voor de belasting en de materialen (conform NEN-EN9997-1). De stabiliteitsfactor (weerstandsfactor) dient groter te zijn dan 1,0.

## 4.4 Partiele factoren

#### Belastingfactoren voor ontwerp mastfundering

Belastingfactoren zijn gehanteerd conform NEN-EN1990.

Uiterste grenstoestand	Permanente belasting	$\gamma_{f,g;ongunstig}$	1,2 / 1,35*
	Permanente belasting	$\gamma_{f,g;gunstig}$	0,9
	Veranderlijke belasting	$\gamma_{f,g;q}$	1,5
Bruikbaarheids-grenstoestand	Permanente belasting	$\gamma_{f,g;ongunstig}$	1,0
	Permanente belasting	$\gamma_{f,g;gunstig}$	1,0
	Veranderlijke belasting	$\gamma_{f,g;q}$	1,0

\*Afhankelijk van de gebruikte combinatie

### Belastingfactoren voor stabiliteit grondconstructies

De stabiliteit is gecontroleerd conform Eurocode 7 (NEN9997-1). Afhankelijk van de betrouwbaarheidsklasse zijn de volgende belastingfactoren gehanteerd:

Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 1 (RC1):

- $\gamma_Q=1,17$  (=0,9x1,3), op de veranderlijke belasting (conform artikel 2.4.7.3.4.4 van EC7 mag de kraanbelasting als geotechnische belasting worden beschouwd voor berekening van de taludstabiliteit)

Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 2 (RC2):

- $\gamma_Q=1,3$ , op de veranderlijke belasting (conform artikel 2.4.7.3.4.4 van EC7 mag de kraanbelasting als geotechnische belasting worden beschouwd voor berekening van de taludstabiliteit)

### Materiaalfactoren voor stabiliteit grondconstructies

De stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd met rekenwaarden voor de grondparameters. De rekenwaarden zijn bepaald met materiaalfactoren ( $\gamma_m$ ) conform veiligheidsklasse RC1 en RC2 van Eurocode 7. De volgende waarden zijn gehanteerd:

Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 1 (RC1):

- Hoek van inwendige wrijving:  $\gamma_\phi = 1,2$
- Effectieve cohesie:  $\gamma_c = 1,3$
- Ongedraineerde schuifsterkte:  $\gamma_{cu} = 1,5$
- Volumegewicht:  $\gamma_\gamma = 1,0$

Betrouwbaarheidsklasse/gevolgklasse 2 (RC2):

- Hoek van inwendige wrijving:  $\gamma_\phi = 1,25$
- Effectieve cohesie:  $\gamma_c = 1,45$
- Ongedraineerde schuifsterkte:  $\gamma_{cu} = 1,75$
- Volumegewicht:  $\gamma_\gamma = 1,0$

## 4.5 Geometrie

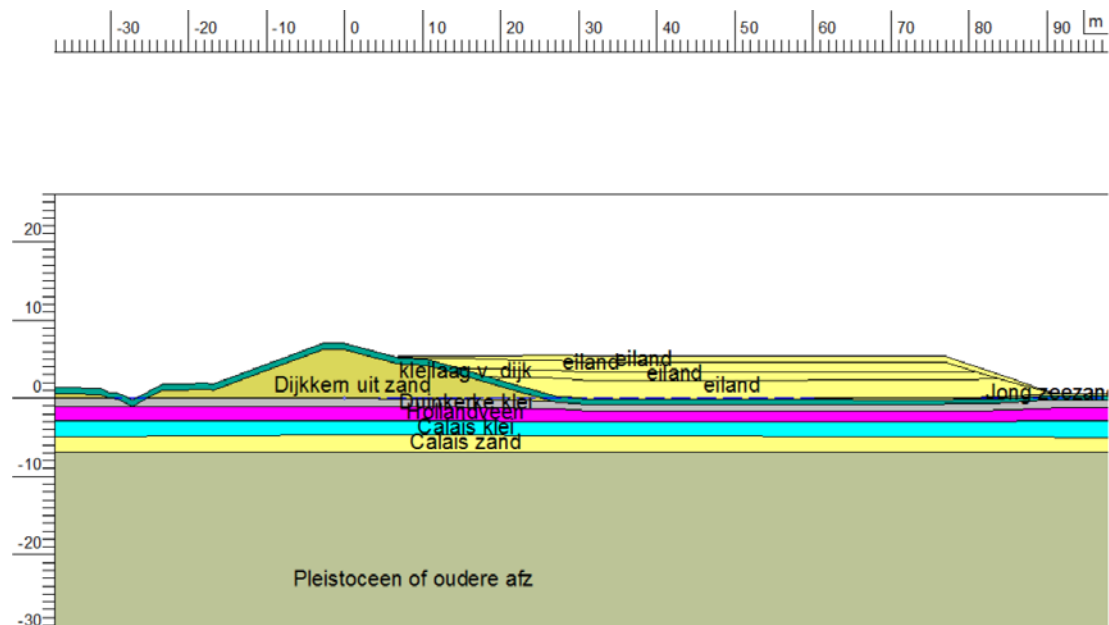
Voor de bestaande situatie wordt uitgegaan van profiel DP1279\_81, zie figuur 4-1 in de volgende paragraaf.

De nieuwe situatie is overeenkomstig de tekeningen [5] en [6], zie ook [Figuur 2-3](#) en [Figuur 2-4](#).

## 4.6 Bodemopbouw en grondparameters

### Opbouw ten behoeve van zetting en stabiliteit van de grondconstructies

De opbouw van de waterkering is afgeleid uit de ter beschikking gestelde invoer voor de stabiliteitsberekeningen. De opbouw van de waterkering met grond dam is weergegeven in onderstaande figuur.



**Figuur 4-1 Doorsnede waterkering met laagopbouw**

In Tabel 4-1 zijn de eigenschappen van de verschillende grondlagen voor het dijklichaam en de ondergrond aangegeven. De karakteristieke waarden zijn herleid op basis van de aangeleverde rekenwaarde voor de grondparameters (stabiliteitsberekeningen) en de bijbehorende partiële materiaalfactoren. Aangenomen is dat de grondparameters zijn gebaseerd op een regionale parameterset. De rekenwaarden van de grondparameters voor dit VO zijn bepaald met behulp van materiaalfactoren, zoals beschreven in paragraaf 4.4.

**Tabel 4-1 Grondsoorten dijkopbouw en grondparameters (karakteristieke waarden)**

BK laag [m NAP]	grondlaag	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	RR [-]	CR [-]	Ca [-]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
dijk	Kleibekleding	17	17	28,0	6,0	0.0383	0.1150	0.0046	1.0E-07
dijk	Zand (dijkkern)	17	19	32,5	0,0	0.0013	0.0038	0	-
+0,0	Jong zeezand	17	19	27,0	0,0	0.0038	0.0115	0	-
+0,0	Duinkerke klei	15	15	22,5	0,4	0.0767	0.2300	0.0092	1.5E-07
-1,0 à -1,5	Hollandveen	10	10	25,0	1,9	0.1022	0.3067	0.0153	3.0E-07
-2,8	Calais klei	17	18	18,0	3,2	0.0383	0.1150	0.0046	6.5E-07
-5,0 à -6,0	Calais zand	17	19	25,0	0,0	0.0038	0.0115	0	-
-7,0	Pleistoceen zand	17	19	29,0	0,0	0.0013	0.0038	0	-

Waarbij:

- $\gamma_{d/n}$  natuurlijk en verzadigd volumegewicht
- $c'_k$  representatieve waarde cohesie
- $\phi'_k$  representatieve waarde hoek van inwendige wrijving
- RR Reloading/swelling ratio
- CR Compression ratio
- Ca Coefficient of secondary compression
- $c_v$  verticale consolidatie coëfficiënt

#### Opbouw ondergrond mastfundatie

Op basis van het beschikbare en aanvullend grondonderzoek is de bodemopbouw ter plaatse van de mast geschematiseerd. Uit het onderzoek blijkt dat de onderkant van de deklaag varieert van NAP -6 tot -8 m. De dikte van het Hollandveen varieert van 0,5 m tot 1,5 m. Onder de deklaag is het zand tot NAP -12 à -13 m matig vast gepakt. Het dieper gelegen zand is overwegend vast gepakt. Deze bodemopbouw komt goed overeen met de opbouw onder de waterkering.

In tabel 3-2 is de geschematiseerde bodemopbouw aangegeven. De karakteristieke waarden voor de grondparameters zijn vastgesteld aan de hand van tabel 2b van Eurocode 7 (NEN 9997-1:2011). De horizontale beddingsconstante ( $k_h$ ) is afgeleid volgens de methode Ménard op basis van de conusweerstand.

**Tabel 4-2 Grondsoorten voorland en grondparameters (karakteristieke waarden)**

BK laag [m NAP]	grondlaag	$q_c$ [MPa]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$K_n^*$ (Ménard) [kN/m <sup>3</sup> ]
+5,25	Ophoogzand, droog	4	18	20	32,5	0,0	-
+3,9	Ophoogzand, nat	4	18	20	32,5	0,0	14.500
+0,6	Duinkerke zand	1	17	19	27,0	0,0	3.000
+0,0	Duinkerke klei	0,2	15	15	22,5	0,4	1.100
-1,0 à -1,5	Hollandveen	0,6	10	10	25,0	1,9	3.300
-2,8	Calais klei	0,3	17	18	18,0	3,2	1.500
-7,0	Zand, matig	10	17	19	29,0	0,0	27.700
-13,0	Zand, vast	30-40	19	21	35,0	0,0	81.200
-18,0	Zand, sterk kleilig	10	18	20	25,0	0,0	26.700
-21,0	Zand, vast	30-65	19	21	35,0	0,0	74.000

\*voor een equivalente paaldiameter van 0,835 mm, representatief voor één strekkende meter boorpalenwand.

## 4.7 Grondwaterstanden

#### Waterpeil Oosterschelde

Het waterpeil in de Oosterschelde fluctueert onder invloed van getijden. Het gemiddelde peil bedraagt circa NAP 0 m. De maatgevende hoogwaterstand (MHW) bedraagt NAP +3,9 m.

#### Freatische grondwaterstand

De freatische grondwaterstand in de ophoging zal fluctueren onder invloed van het waterpeil in de Oosterschelde. Aangenomen wordt dat als gevolg van opbolling in gronddam de langdurige freatische grondwaterstand gelijk is aan NAP +1,0 m. In de stabiliteits- en zettingsberekeningen wordt uitgegaan van deze freatische grondwaterstand in het grondlichaam.

Voor het ontwerp van de mastfundering is een hoge grondwaterstand maatgevend (lage korrelspanningen). Uitgegaan wordt van een grondwaterstand van NAP +3,9 m, gelijk aan MHW.

#### Stijghoogte watervoerend zandpakket

Er zijn geen langdurige peilbuismetingen beschikbaar. Eén sondering (DKP-S30.1) is uitgevoerd met waterspanningsmeting. Uit de waterspanningsmeting blijkt in het zandpakket tussen NAP -6,5 m en NAP -18 m een hydrostatisch verloop met een stijghoogte van circa NAP +0 m. De stijghoogte in het watervoerend zandpakket is aangenomen op deze waarde, welke overeenkomt met de langdurige gemiddelde waterstand in de Oosterschelde. Deze waarde is aangehouden in de zettings- en stabiliteitsberekeningen.

Bij hoge waterstanden in de Oosterschelde wordt verwacht dat de stijghoogte kan stijgen. De stijghoogte zal lager zijn dan het waterpeil, doordat de deklaag in het voorland een hydraulische weerstand heeft. Op basis van responsmetingen in peilbuizen door het waterschap is bekend dat de stijghoogte ter plaatse van de buitenberm circa 2,0 m lager is dan de maatgevende hoge waterstand.

## 4.8 Materialen

#### Ophoogzand (verdicht)

- Droog en nat volumiek gewicht = 18 en 20 kN/m<sup>3</sup>
- Hoek van inwendige wrijving = 32,5° (karakteristiek)

#### Granulaat

- Droog en nat volumiek gewicht = 19 en 21 kN/m<sup>3</sup>
- Hoek van inwendige wrijving = 35° (karakteristiek)

#### Beton (fundament)

- Betonkwaliteit C30/37
- Poisson ratio = 0.20
- $E_{cm} = 32800 \text{ N/mm}^2$
- $E_{cm,gescheurd} = 12000 \text{ N/mm}^2$
- Volume gewicht = 24,5 kN/m<sup>3</sup>

#### Beton (boorpalen)

- Betonkwaliteit C20/25
- Poisson ratio = 0.20
- $E_{cm} = 30000 \text{ N/mm}^2$
- $E_{cm,gescheurd} = 10000 \text{ N/mm}^2$

## 4.9 Belastingen op de mastfundering

Uit de fundatieberekeningen voor de standaard mastfunderingen [2] en [3] zijn de rekenwaarden voor de belastingen op het niveau onderkant mast overgenomen. De belastingen zijn samengevat in onderstaande tabel.

**Tabel 4-3 Belastingen op onderzijde pylon**

	Rekenwaarden voor UGT (inclusief partiële factoren)	Rekenwaarden voor BGT (partiële factoren =1,0)
Horizontaal (Fh)	1399 kN	1044 kN
Verticaal (Fv)	1885 kN	1547 kN
Moment (M)	77902 kNm	58594 kNm

De sterkte en weerstand van de fundering wordt bepaald voor de uiterste grenstoestand (UGT). De rotatiestijfheid van het fundament van de mast wordt bepaald voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).

#### 4.10 Terreinbelastingen

##### Terreinbelasting op de werkeilanden

Er is geen terreinbelasting gespecificeerd voor de werkeilanden. Het terrein zal worden belast door lier- en remwagens, geleidedrums en een 3-assige vrachtwagen met een 3-assige oplegger. Zonder nadere specificatie is rekening gehouden met een uniforme terreinbelasting van  $25 \text{ kN/m}^2$ . Aangenomen wordt dat de belasting aangrijpt op 2,0 m uit de rand van het talud.

##### Belasting door onderhoudsvoertuigen tijdens gebruik

Voor de gebruiksfase wordt voor de verkeersklasse 30 rekening gehouden met een belasting van  $10 \text{ kN/m}^2$  over een strookbreedte van 2,5 m. Aangenomen wordt dat de belasting aangrijpt op 2,0 m uit de rand van het talud.

#### 4.11 Wateroverspanningen

Als gevolg van het ophogen op de samendrukbare grondlagen zal een wateroverspanning optreden. Als gevolg van consolidatie zal deze wateroverspanning geleidelijk afnemen. In de stabiliteitsberekeningen wordt gerekend met effectieve sterkteparameters voor de grond ( $c'$  en  $\phi'$ ) in combinatie met wateroverspanningen. De grootte van de wateroverspanning wordt geschat op basis van de zettingsberekeningen.





## 5 VARIANTENSTUDIE MASTFUNDERING

### 5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een afweging gemaakt tussen twee verschillende varianten voor de fundering van de hoogspanningsmast:

- Een stalen buispaal met een diameter van circa 4 m en een lengte van circa 20 m;
- Een betonnen ronde boorpalenwand met een diameter van circa 8 m en een lengte van circa 30 m.

Op basis van een aantal criteria is nagegaan welke variant het beste toepasbaar is.

### 5.2 Criteria

#### Sterkte en stabiliteit

In vergelijking met de standaard fundering (betonnen plaat met 14 m diameter op palen) zullen bij een kleine diameter grotere trek- en drukbelastingen optreden in de wand. Daarnaast zal als gevolg van horizontale belastingen een groter moment optreden in de wand. Constructief en geotechnisch dient de wand voldoende weerstand te bieden tegen deze belastingen.

#### Ruimtegebruik

De diameter van de fundering dient minimaal te zijn om de afmetingen van de gronddam te beperken. Ten opzichte van de standaard fundering van 2x14 m diameter is een aanzienlijke verkleining mogelijk middels een stalen buispaal of een boorpalenwand.

#### Invloed op waterkering

Aanleg van de fundering kan invloed hebben op het waterkerende vermogen (de hoogte en stabiliteit) van de naastgelegen waterkering. Belastingen door zwaar transport en heien kunnen leiden tot zettingen en afname van de stabiliteit. Daarnaast kan grondverwijdering voor aanbrengen van palen leiden tot toename van kwel.

#### Invloed op omgeving (natuur)

Tijdens de bouwwerkzaamheden kunnen geluid en trillingen hinder geven voor de omgeving, vooral natuur. Hinder of verstoring van de natuur kan het verkrijgen van vergunningen bemoeilijken.

#### Bouwtijd

Afhankelijk van het funderingstype kan de levertijd van materialen en de installatietijd bepalend zijn voor de bouwtijd.

#### Aanlegkosten

De materiaalkeuze bepaald in hoge mate de aanlegkosten. Daarnaast zullen bij de toepassing van standaard materieel de aanlegkosten lager zijn, dan bij toepassing van bijzondere technieken, die slechts door een beperkt aantal aannemers kan worden uitgevoerd.

#### Duurzaamheid

De plaatsing van de mast in de Oosterschelde vergt speciale aandacht voor corrosie van staal door zout water.

### 5.3 Beschrijving alternatieven

#### Stalen buispaal

Grote diameter stalen buispalen worden veel toegepast voor offshore windturbines. De palen met diameters van 5 à 6 m worden veelal 25 à 30 m in de zandige ondergrond geheid. Voor het heien zijn speciale heihamers en trilblokken ontwikkeld, zie [Figuur 5-1](#).



**Figuur 5-1** Voorbeeld installatie van een 4,6 m diameter stalen buispaal voor een windturbine op zee (uit Artikel Geotechniek, Kooistra, A e.a., Heivermoeiing van paalfunderingen bij offshore windpark Egmond aan Zee, juli 2008)

De stalen buispaal ontleent haar draagvermogen aan de schachtwrijving en puntwrijving (niet geplugd). Na het aanbrengen kan in de bovenste meters de grond worden vervangen door een betonnen plug, waarin de verankering van de pylon wordt ingebouwd.

Een monopaal heeft als voordeel voor offshore werken dat het fundament in één handeling kan worden aangebracht. De fabricage van de monopaal vindt op land plaats. Aangezien de monopaal over land zal moeten worden vervoerd, zal de monopaal in meerdere secties moeten worden aangevoerd. Voor het hijsen van het heiblok en de secties zijn zware kranen noodzakelijk.

#### Boorpalenwand

Om de fundatie te realiseren dienen boorpalen overlappend in elkaar te worden gedraaid om een massieve wand te vormen, zie [Figuur 5-2](#). Hiervoor worden eerst de primaire palen geboord, welke worden opgevuld met een betonspecie die circa 48 uur vloeibaar blijft. De secundaire palen worden tussen de primaire palen geboord. De secundaire palen worden voorzien van doorgaande wapening.

Het nadeel van gewone boorpalen is dat bij doorgang door slappe lagen (veen) de schacht kan insnoeren, waardoor de paal gedeeltelijk kan zijn onderbroken. Als maatregel dient een verbuisde boorpaal te worden

toegepast. Bij deze methode wordt rond de boor, in tegengestelde richting draaiend, gelijktijdig een stalen buis ingebracht.

Na het vervaardigen van de palen gedraagt de wand zich als één grote betonnen paal. Bovenop de wand komt een massief betonnen funderingsblok, dat aan de wand wordt gekoppeld. De verankering van de pylon wordt ingebouwd in het funderingsblok.



**Figuur 5-2** Voorbeeld boorframe en boorpalenwand voor windpark Hartel II te Rotterdam (Ballast Nedam)

## 5.4 Evaluatie

In onderstaande tabel is per criteria aangegeven wat de voor- en nadelen van de varianten zijn.

**Tabel 5-1** Evaluatie funderingsvarianten

Criteria	Stalen monopaal	Betonnen boorpalenwand
Sterkte en stabiliteit	<b>+</b> Stalen buispalen kunnen grote momenten en trek- en drukkrachten opnemen.	<b>+/-</b> De boorpalenwand kan grote drukkrachten opnemen. Om trekbelastingen en momenten te weerstaan dienen de palen te worden versterkt met staal.
Ruimtegebruik	<b>+</b> De buispaaldiameter bedraagt circa 4 m.	<b>+/-</b> Vanwege de grotere wanddikte (ten opzichte van staal met circa 40 mm) is een grotere blokdiameter van 6 à 8 m noodzakelijk.
Invloed op waterkering	<b>-</b> Voor het inbrengen van de palen tot in het vast zand wordt zwaar heiwerk verwacht. Daarnaast is zwaar materieel noodzakelijk. Trillingen en belastingen kunnen negatieve invloed hebben op de stabiliteit.	<b>+</b> In tegenstelling tot het heien van stalen palen genereert het boren van betonnen palen nauwelijks trillingen. Er is relatief licht materieel noodzakelijk voor de uitvoering.
Invloed op omgeving (natuur)	<b>+/-</b> Het heien van de stalen buispaal zal geluid en trillingen genereren. De uitvoeringsduur is	<b>+</b> Het boren van palen is geluidsarm en trillingsvrij.

<b>Criteria</b>	<b>Stalen monopaal</b>	<b>Betonnen boorpalenwand</b>
	echter beperkt.	
Uitvoerbaarheid	- Voor de uitvoering is specialistisch en groot materieel noodzakelijk.	+ Voor de uitvoering is standaard en relatief klein materieel noodzakelijk. Boren in vast zand is beter dan heien.
Bouwtijd	+/- Stalen buispalen hebben een lange levertijd. Het aanbrengen van een stalen buispaal gaat snel in vergelijking met boren van palen, uitharden van beton etc. .	+/- De uitvoering van de boorpalenwand kan snel worden uitgevoerd (geen levertijd). De uitvoeringstijd duurt langer, o.a. in verband met het uitharden van beton.
Aanlegkosten	- De kosten voor een stalen wand zijn hoog in vergelijking met beton.	+ Beton als basismateriaal is relatief goedkoop.
Duurzaamheid	+/- Voor stalen buispalen dient rekening te worden gehouden met corrosie van staal. Eventueel is kathodische bescherming of een coating noodzakelijk.	+ de duurzaamheid van beton in een mariene omgeving is beter dan van een stalen paal.

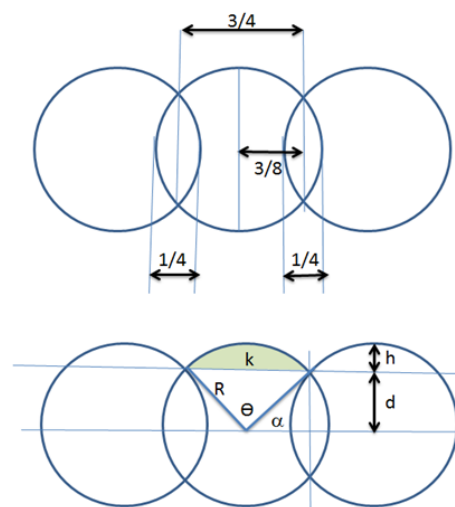
Uit de vergelijking van beide varianten volgt dat een betonnen boorpalenwand als fundatie een economisch betere oplossing is. Daarnaast wordt verwacht dat invloed op de omgeving en de waterveiligheid kleiner is dan bij toepassing van een stalen buispaal.

## 6 VOORONTWERP MASTFUNDERING

### 6.1 Berekening draagvermogen boorpalenwand

Voor de boorpalenwand wordt geadviseerd uit te gaan van verbuisde schroefpalen met een diameter van 610 mm. De palen dienen snijdend (overlappend) aangebracht om een doorgaande wand te krijgen. Bij een overlap van 25% bedraagt de equivalente wanddikte 0,55 m, zie onderstaande berekening en figuur.

<b>Diameter schroefpaal</b>	D =	0.610 [m]
Straal schroefpaal	R =	0.305 [m]
Breedte segment	k =	0.458 [m]
Lengte cirkelboog	s =	0.517 [m]
Hoek $\alpha$	$\alpha =$	41.4 [°]
	$\alpha =$	0.72 [rad]
Hoek $\Theta$	$\Theta =$	97.2 [°]
	$\Theta =$	1.70 [rad]
Dikte d	d =	0.202 [m]
Hoogte h	h =	0.103 [m]
Oppervlakte segment	Aseg =	0.0327 [m <sup>2</sup> ]
Sectielengte (1.5*D)	X =	0.915 [m]
Totaal oppervlak sectie	A =	0.50 [m <sup>2</sup> ]
<b>Equivalente wanddikte</b>	<b>We =</b>	<b>0.547 [m]</b>
Werkende lengte (1-zijdig)	L1 =	1.131 [m/m]
Werkende lengte (2-zijdig)	L2 =	2.261 [m/m]
Werkend oppervlak per m	A =	0.547 [m <sup>2</sup> ]



<b>Aantal schroefpalen</b>		
Aantal palen:	n =	48 [-]
Diameter hart wand	Rw =	6.99 [m]
Diameter funderingsblok	Rb =	7.99 [m]

Om te bepalen hoeveel palen nodig zijn (zie volgende paragraaf) is in eerste instantie het draagvermogen berekend per strekkende meter wand (2,26 m werkende lengte) en per eenheidsoppervlak.

Het paaldruk- en trekdraagvermogen van een verbuisde buisschroefboorpalenwand is berekend conform NEN-EN9997-1. In de berekening zijn de volgende factoren gehanteerd:

- $\alpha_p^1 = 0,8$  (paalpuntfactor);
- $\alpha_s = 0,008$  (paalschachtfactor voor druk);
- $\beta = 1,0$  (paalvoet vormfactor)
- $s = 0,6$  (vormfactor voor doorsnede van de paalvoet)
- $\alpha_t = 0,005$  (paalschachtfactor voor trek).
- $\xi_3 = 1,20$  (correlatiefactor voor stijf bouwwerk voor  $n=2$ );
- $\xi_4 = 0,96$  (correlatiefactor voor stijf bouwwerk voor  $n=2$ );

<sup>1</sup> Per 1 januari 2016 zal de waarde voor  $\alpha_p$  met 30% worden verlaagd. Dit zal invloed hebben op het puntdraagvermogen. In het definitief ontwerp dient hiermee rekening te worden gehouden. Aangezien het puntdraagvermogen niet maatgevend is, is het effect op het ontwerp naar verwachting gering.

- $\gamma_{m,var;q_c} = 1,5$  (materiaalfactor voor wisselende belastingen);
- $\gamma_{m,st} = 1,35$  (materiaalfactor voor trekpalen);
- $\gamma_{m,st} = 1,20$  (materiaalfactor voor drukpalen);
- $\gamma_{m,g} = 1,0/1,1$  voor grond boven/onder grondwater (materiaalfactor voor volumegewicht);
- $\gamma_{f,g} = 0,9$  (belastingfactor voor eigen gewicht van de trekpaal);
- $\gamma_{nk} = 1,00$  (partiële materiaalfactor voor negatieve kleef);

Het paal draagvermogen is berekend met het programma DFoundations (versie 14.1 van Deltares). In de berekening van het drukdraagvermogen is de conusweerstand in het traject III ( $q_{c,III}$ ) beperkt tot 2 MPa. Dit is een conservatieve aanname, aangezien deze slechts tot 75% van de conusweerstand mag worden beperkt. De in- en uitvoer zijn toegevoegd in bijlage 4.

De rekenwaarde van de draagkracht van de boorpalenwand is berekend op verschillende puntniveaus. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel.

**Tabel 6-1 Draagkracht boorpalenwand ø610 mm (per strekkende meter)**

Paalpunt [NAP m]	$R_{t;d}$ [kN/m]	$R_{s;d}$ [kN/m]	$F_{s;nsf;d}$ [kN/m]	$R_{b;d}$ [kN/m]	$R_{c;d}$ [kN/m]
-13	448	852	301	2245	2796
-14	521	1039	301	2919	3657
-15	595	1227	301	2973	3899
-16	669	1416	301	2480	3595
-17	743	1604	301	1570	2873
-18	817	1792	301	1123	2614
-19	878	1948	301	1252	2898
-20	947	2130	301	1187	3016
-21	1023	2344	301	2438	4481
-22	1097	2541	301	2962	5201
-23	1171	2729	301	2830	5259
-24	1245	2918	301	3029	5646
-25	1319	3106	301	2364	5169
-26*	1393	3295	301	2629	5623
-27	1467	-	-	-	-
-28**	1541	-	-	-	-

Waarin:

- $R_{t;d}$  rekenwaarde trekweerstand per strekkende meter
- $R_{sd}$  rekenwaarde schachtweerstand bij druk per strekkende meter
- $F_{s;nsf;d}$  rekenwaarde negatieve kleefbelasting per paal
- $R_{b;d}$  rekenwaarde puntweerstand per strekkende meter
- $R_{c;d}$  rekenwaarde drukweerstand per strekkende meter ( $=R_{sd} + R_{b;d} - F_{s;nsf;d}$ )

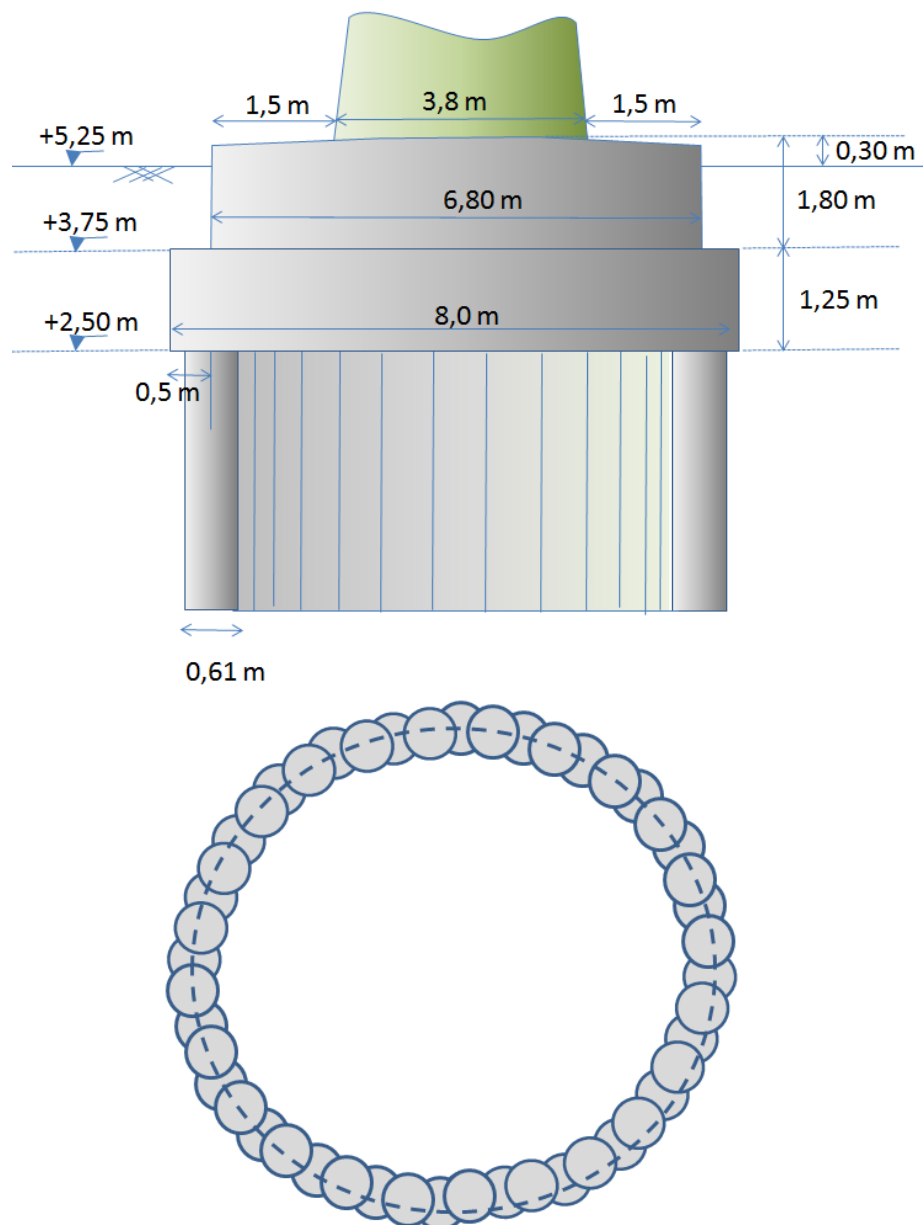
\*Maximaal niveau voor bepaling drukweerstand op basis van huidige sondeerdiepte

\*\*Maximaal niveau voor bepaling trekweerstand op basis van huidige sondeerdiepte

## 6.2 Bepaling blokdiameter en aantal palen

Op basis van de belastingen en de weerstand van de grond zijn de blokfmetingen vastgesteld, zoals weergegeven in onderstaande figuur. De uitwendige blokdiameter bedraagt 8,0 m met een opstort met een diameter van 6,8 m<sup>2</sup>. De onderkant van het blok is gelegen op het niveau NAP +2,50 m.

De boorpalenwand wordt gevormd door 48 verbuiste schroefpalen met een diameter van 610 mm.



**Figuur 6-1 Principedoorsnede blokfundering met boorpalenwand**

<sup>2</sup> De breedte van 6,8 m is gebaseerd op aanwezigheid van een looppad van 1,5 m rondom de mast. Dit is echter geen ontwerpeis meer, waardoor de breedte van het opstort in het DO kan worden geoptimaliseerd.

De berekening is toegevoegd in bijlage 3. In de berekening is de maximale trek- en drukbelasting op de boorpalenwand per strekkende meter bepaald. Gesteld is dat de rekenwaarde van de maximale belasting kleiner moet zijn dan de rekenwaarde van de weerstand uit de voorgaande tabel. Dit is een conservatieve benadering aangezien de belasting zich zal verdelen over de wand.

### 6.3 Modelling fundering in Group

Om bij benadering inzicht te krijgen in de optredende momenten in de palenwand en de optredende vervormingen zijn berekeningen uitgevoerd met het programma Group van Ensoft. De boorpalenwand is gemodelleerd als 22 boorpalen met een equivalente diameter van 835 mm. Elke paal is representatief voor één strekkende meter wand. Voor het beton van trekpalen is uitgegaan van een elasticiteitsmodulus voor gescheurd beton van 10 GPa. Voor de op druk belaste palen is uitgegaan van een elasticiteitsmodulus van 30 GPa.

Opgemerkt wordt dat deze benadering met losstaande boorpalen conservatief is, aangezien er geen rekening wordt gehouden met de grotere wrijvingsweerstand tussen de overlappende palen. In het definitief ontwerp zullen detailberekeningen gemaakt dienen te worden met eindige-elementen software (Plaxis 3D) om de definitieve paalbelastingen, de snedekrachten en de benodigde wapening te bepalen.

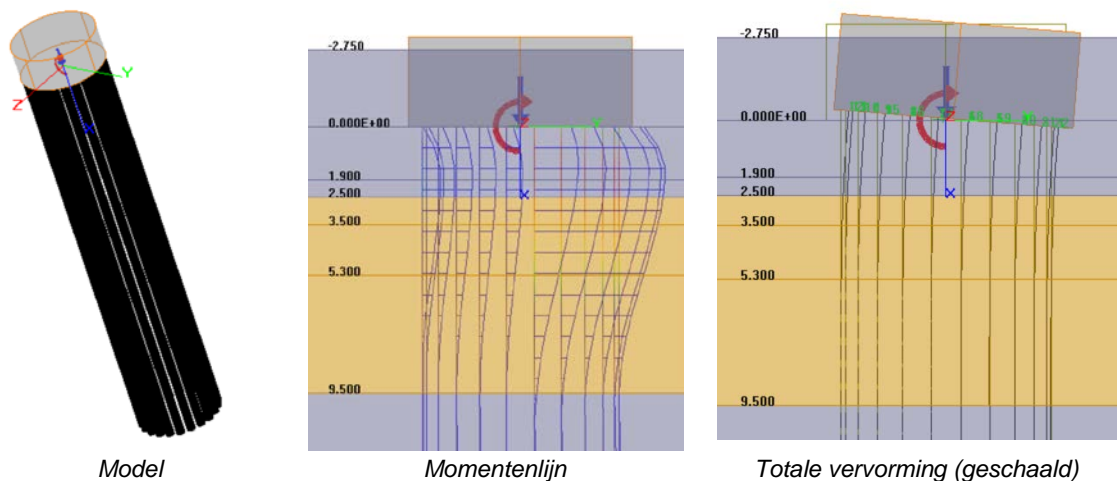
De berekening is uitgevoerd voor de volgende situaties:

- Vervormingen met BGT belastingen en een grondwaterstand NAP +1,0 m
- Momenten bij UGT belastingen met een waterstand NAP +3,9 m.

Uit de berekening blijkt het volgende:

- Het maximale moment voor drukpalen bedraagt 160 kNm per paal, ofwel per strekkende meter. Rekenhoudend met onzekerheid in de beddingsconstante wordt geadviseerd een rekenwaarde van 210 kNm ( $=1,3 \times 160$ ) aan te houden.
- Het maximale moment voor de op trek belaste palen bedraagt 60 kNm per paal, ofwel per strekkende meter. Rekenhoudend met onzekerheid in de beddingsconstante wordt geadviseerd een rekenwaarde van 80 kNm ( $=1,3 \times 60$ ) aan te houden.
- De rotatie bedraagt tijdens de uiterste grenstoestand 0,001 rad, wat minder is dan de toegestane 0,005 rad.
- De horizontale doorbuiging bedraagt 3 mm.

In onderstaande figuren is de uitvoer van het model grafisch weergegeven.





## 6.4 Verificatie draagvermogen

Op basis van de berekening in Group (zie vorige paragraaf) is de belastingverdeling bepaald op basis van het verschillende gedrag van de druk- en trekpalen. Uit de berekening voor de uiterste grenstoestand zijn de volgende paalbelastingen bepaald:

- Trekbelasting: 1530 kN per strekkende meter wand;
- Drukbelasting: 2680 kN per strekkende meter wand.

De optredende drukbelasting kan ruimschoots worden opgenomen door de boorpalenwand vanaf een puntniveau van NAP -19 m, zie tabel 6-1. De trekbelasting van circa 1530 kN dient te worden opgenomen door palen tot circa NAP -28 m (extrapolatie van de berekende weerstand). De minimale paallengte bedraagt dan 30,5 m (van NAP +2,5 m tot NAP -28 m). Hierbij wordt opgemerkt dat bij de boorpalenwand in werkelijkheid een grotere wrijvingsweerstand aanwezig zal zijn, doordat de palen aan elkaar gekoppeld zijn (onderlinge wrijving is groter dan wrijving langs de grond). De lengte van de wand kan hierdoor nog worden gereduceerd in het definitief ontwerp met behulp van een drie dimensionaal rekenprogramma (bijvoorbeeld Plaxis 3D).

Op basis van het voorgaande wordt verwacht dat bij een paallengte van 30,5 m het draagvermogen voldoende groot is. De sonderingen zijn echter onvoldoende diep om het draagvermogen met zekerheid te verifiëren. Voor het definitief ontwerp dienen aanvullende sonderingen te worden uitgevoerd tot 40 m diepte.

## 6.5 Verificatie rotatiestijfheid

Uit de paalberekening in Group volgt een rotatie van de het funderingsblok van 0.001 rad. Dit is minder dan de toelaatbare rotatie van 0,005 rad. Voldaan wordt aan de rotatiestijfheid.

## 6.6 Verificatie afmetingen betonpaal

Op basis van de optredende normaalkrachten en buigende momenten zoals bepaald met het GROUP model, is een betondoorsnedeberekening gemaakt voor de betonpalen met maximale druk en maximale trek. Door 24 van de 48 palen van een reguliere wapeningskorf te voorzien zijn de krachten opneembaar door de palenwand. De effectieve stijfheid van de palen is daarbij gelijk aan of hoger dan de waarden die in de GROUP berekening zijn aangehouden.



## 7 ONTWERP GRONDDAM EN WERKEILAND

### 7.1 Algemeen

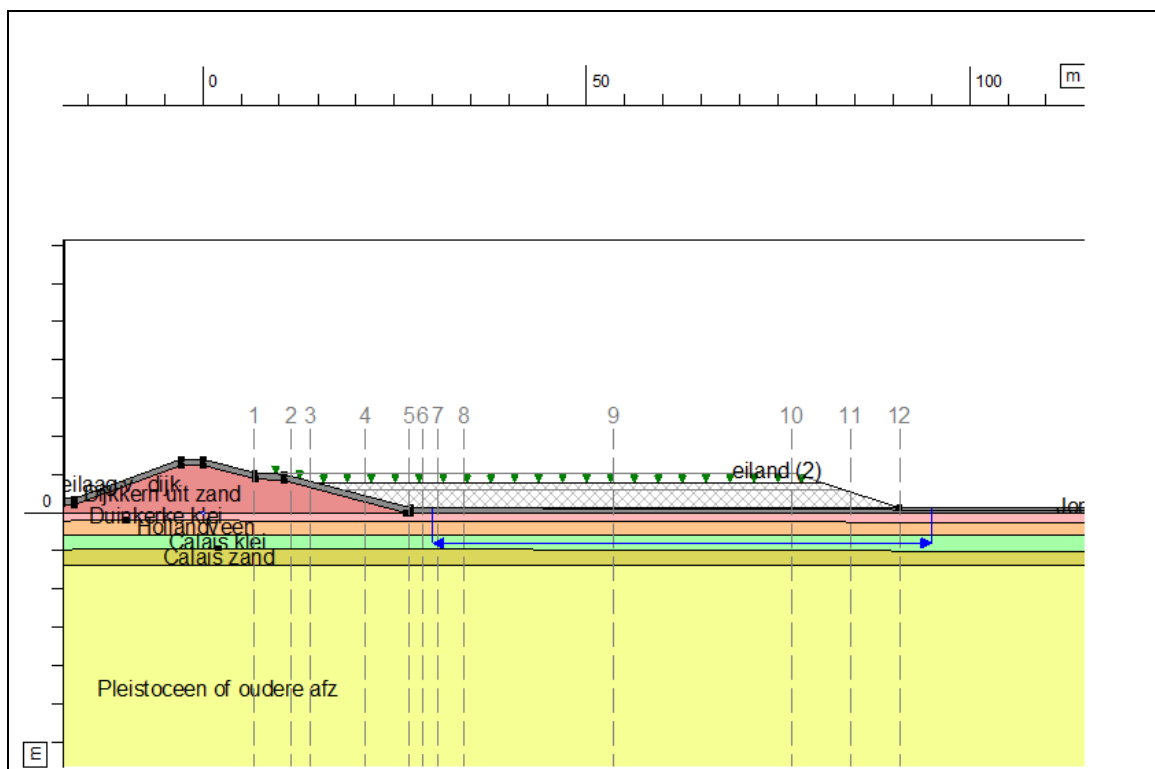
Als gevolg van de aan te brengen ophogingen voor de gronddam en werkeilanden zijn zettingen te verwachten in de ondergrond. Om inzicht te krijgen in de te verwachten zettingen, het tijd-zettingsverloop en de restzettingen is een zettingsanalyse uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat door variaties in de natuurlijke bodemopbouw en onzekerheden in de grondparameters de berekende theoretische zetting met +/-30% kan afwijken van de werkelijke zetting.

De ophoging resulteert naast zetting ook in wateroverspanningen in de ondergrond. Deze kan de stabiliteit tijdens de uitvoering nadelig beïnvloeden. De stabiliteit van de grondconstructies tijdens de uitvoeringsfase en de eindsituatie wordt in dit hoofdstuk geverifieerd middels glijvlakberekeningen.

Uitgangspunt voor het ontwerp is dat zettingen ten gevolge van de aanleg van de waterkering volledig zijn opgetreden.

### 7.2 Zettingsanalyse

De te verwachten zettingen zijn berekend met de methode NEN Bjerrum. Het verloop van de zettingen in de tijd is bepaald volgens Terzaghi. Gebruik is gemaakt van het programma DSettlement versie 14.1 van Deltares. De zetting is berekend voor verschillende 'rekenverticalen', zoals weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 7-1 Dwarsdoorsnede met rekenverticalen

### Zettingen ten gevolge van de ophoging

De totale bouwtijd is aangenomen op 7 maanden, waarvan 2 maanden nodig is voor het aanbrengen van de ophoging. De maximale netto ophoging bedraagt 4,6 m, van NAP +0,66 naar NAP +5,25 m. Ter plaatse van de bestaande waterkering is een ophoging voorzien tegen het buitentalud tot aan de bestaande werkweg. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de te verwachten eind- en restzettingen voor verschillende netto ophogingen. Tevens is de restzetting aangegeven voor het geval de bouwtijd 1 jaar zou bedragen.

**Tabel 7-1 Ophoging, zetting en restzetting voor situatie zonder verticale drainage**

Verticaal [-]	Z huidig [NAP m]	Z nieuw [NAP m]	Netto ophoging [m]	Bruto ophoging [m]	Eindzetting 30 jaar [m]	Restzetting na 7 maanden zettingstijd [m]	Restzetting na 12 maanden zettingstijd [m]
1	5,29	5,25	0,00	0,14	0,14	0,09	0,07
2	4,82	5,25	0,43	0,64	0,21	0,10	0,08
3	4,12	5,25	1,13	1,41	0,28	0,12	0,08
4	2,25	5,25	3,00	3,53	0,53	0,15	0,09
5	0,74	5,25	4,51	5,30	0,79	0,29	0,14
6	0,66	5,25	4,59	5,41	0,82	0,29	0,14
7	0,66	5,25	4,59	5,42	0,83	0,29	0,14
8	0,66	5,25	4,59	5,43	0,84	0,28	0,14
9	0,66	5,25	4,59	5,43	0,84	0,28	0,13
10	0,66	5,25	4,59	5,37	0,78	0,26	0,13
11	0,66	2,96	2,30	2,87	0,57	0,21	0,11
12	0,66	0,66	0,00	0,10	0,10	0,06	0,04

Voor de grond dam rondom het fundament dient de berekende eindzetting als overhoogte te worden aangebracht boven op de netto ophoging. De aanleghoogte bedraagt dus NAP +6,09 (=NAP +5,25 m + 0,84 m).

Uit tabel 7-1 blijkt dat na oplevering van de grond dam nog circa 0,3 m restzetting wordt verwacht. Indien de bouw tijd wordt verlengd met 5 maanden is de restzetting ongeveer gehalveerd.

Doordat de consolidatie nog niet volledig is, zullen nog wateroverspanningen in de ondergrond aanwezig zijn, wat ongunstig kan zijn voor de stabiliteit.

Om de restzettingen (en wateroverspanningen) te beperken tot circa 0,10 m gedurende circa 30 jaar na oplevering wordt geadviseerd een verticale drainage toe te passen in het gedeelte vanaf de buitenteen van de waterkering.

### Zettingsversnellende maatregelen

Binnen de kernzone van de primaire waterkering mag geen verticale drainage worden toegepast. De verticale drainage kan wel in de buitenbeschermingszone worden aangebracht tot een niveau van NAP - 4,0 m, waardoor hydraulische kortsluiting met het watervoerende zandpakket wordt voorkomen. In de onderstaande tabel zijn de berekende zettingen aangegeven voor de situatie met verticale drainage.

**Tabel 7-2 Ophoging, zetting en restzetting voor situatie met verticale drainage**

Verticaal [-]	Z huidig [NAP m]	Z nieuw [NAP m]	Netto ophoging [m]	Bruto ophoging [m]	Eindzetting 30 jaar [m]	Restzetting na 7 maanden zettingstijd [m]
1	5,29	5,25	0,00	0,14	0,14	0,09
2	4,82	5,25	0,43	0,64	0,21	0,10
3	4,12	5,25	1,13	1,41	0,28	0,12
4	2,25	5,25	3,00	3,53	0,53	0,15
5	0,74	5,25	4,51	5,30	0,79	0,28
6	0,66	5,25	4,59	5,41	0,82	0,25
7	0,66	5,25	4,59	5,42	0,83	0,09
8	0,66	5,25	4,59	5,43	0,84	0,09
9	0,66	5,25	4,59	5,43	0,84	0,09
10	0,66	5,25	4,59	5,37	0,78	0,09
11	0,66	2,96	2,30	2,87	0,57	0,09
12	0,66	0,66	0,00	0,10	0,10	0,04

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de restzetting rondom het fundament beperkt blijft tot circa 0,09 m. In geval de doorlooptijd, en dus de zettingstijd, toeneemt tot 1 jaar, zullen de restzettingen met circa 10% verder afnemen.

Op de overgang van de grondnam naar de waterkering is de grootste restzetting te verwachten. Om de zettingen hier te versnellen kan eventueel tijdelijk een extra overhoogte worden toegepast ter plaatse van de werkweg.

#### Conclusies ten aanzien van zettingen

Uit de zettingsanalyse blijkt het volgende:

- De eindzetting voor de permanente grondnam is bepaald op 0,8 m (0,6 à 1,0 m inclusief onzekerheidsmarge). Deze zal als overhoogte moeten worden aangebracht ter compensatie van de zetting.
- Om de restzetting ter plaatse van de onderhoudsweg te beperken dient verticale drainage te worden toegepast. Verticale drainage mag alleen in de beschermingszone en tot maximaal NAP - 4,0 m worden aangebracht.
- Ter plaatse van de waterkering verloopt de zetting van circa 0,14 m nabij de aansluiting met de werkweg tot 0,79 m ter plaatse van de buitenteen.
- Doordat geen verticale drainage mag worden aangebracht in het buitentalud, zal de restzetting van onderhoudsweg hier groter zijn. Dit vergt extra onderhoud aan de elementenverharding. Eventueel kan een tijdelijke extra overhoogte worden toegepast om de zetting te versnellen.
- Voor de werkeilanden wordt gedurende de bouwtijd een zetting van circa 0,4 m verwacht. Deze zetting dient als overhoogte te worden aangebracht.
- Onder de werkeilanden is geen verticale drainage noodzakelijk als zettingsversnellende maatregel. Wel kan dit aan de rand nodig zijn als stabiliteitsverhogende maatregel, zie de volgende paragraaf.

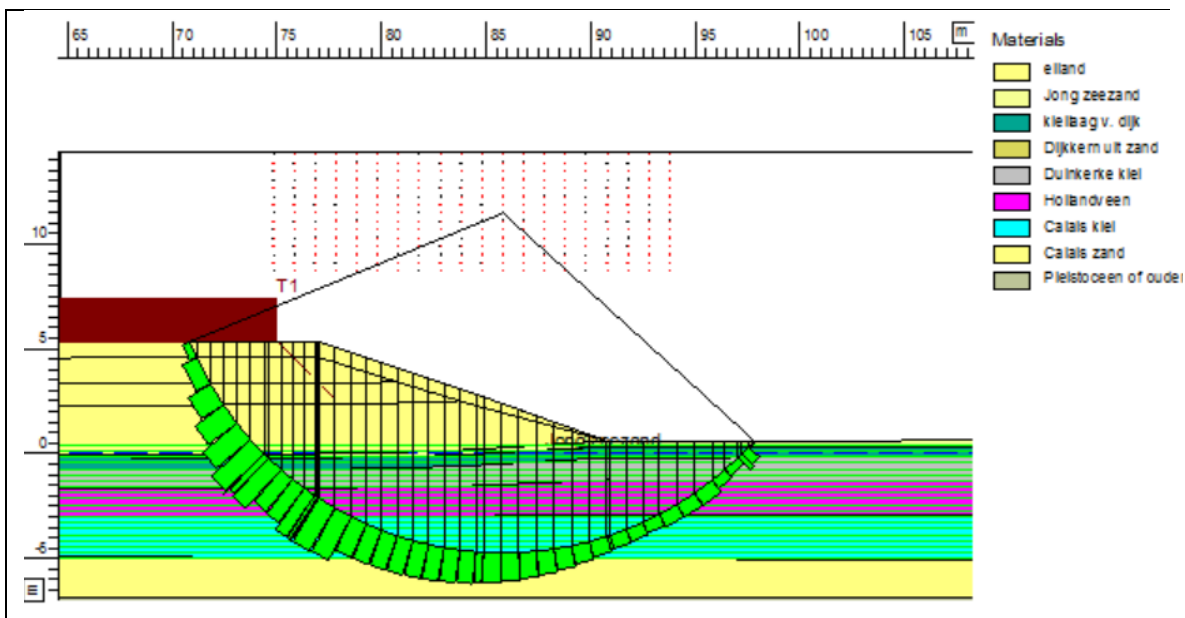
### 7.3 Stabiliteitsanalyse

De stabiliteit van de grondconstructies voor de gronddam en de werkeilanden is getoetst door het uitvoeren van glijvlakberekningen. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de methode Bishop met behulp van het programma D-GeoStability versie 10.1 van Deltares. De volgende situaties zijn beschouwd:

- Eindsituatie voor de gronddam;
- Uitvoeringssituatie, waarbij de stabiliteit voor verschillende ophoogslagen is bepaald.

#### Macrostabiliteit in de eindsituatie

De macrostabiliteit voor de eindsituatie is bepaald voor de gronddam met een tijdelijke bovenbelasting van 13 kPa. Gerekend is met een gezet profiel, waarbij geen wateroverspanningen meer in de ondergrond aanwezig zijn. De stabiliteitsfactor is bepaald op 1,24 en is ruim groter dan de vereiste waarde van 1,0 (bij partiële factoren volgens RC2). Het talud van 1:3 is dus voldoende om stabiliteit te waarborgen. Het maatgevende glijvlak is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 7-2 Maatgevend glijvlak voor stabiliteit eindsituatie ( $F=1,24$ )

#### Macrostabiliteit tijdens de uitvoering

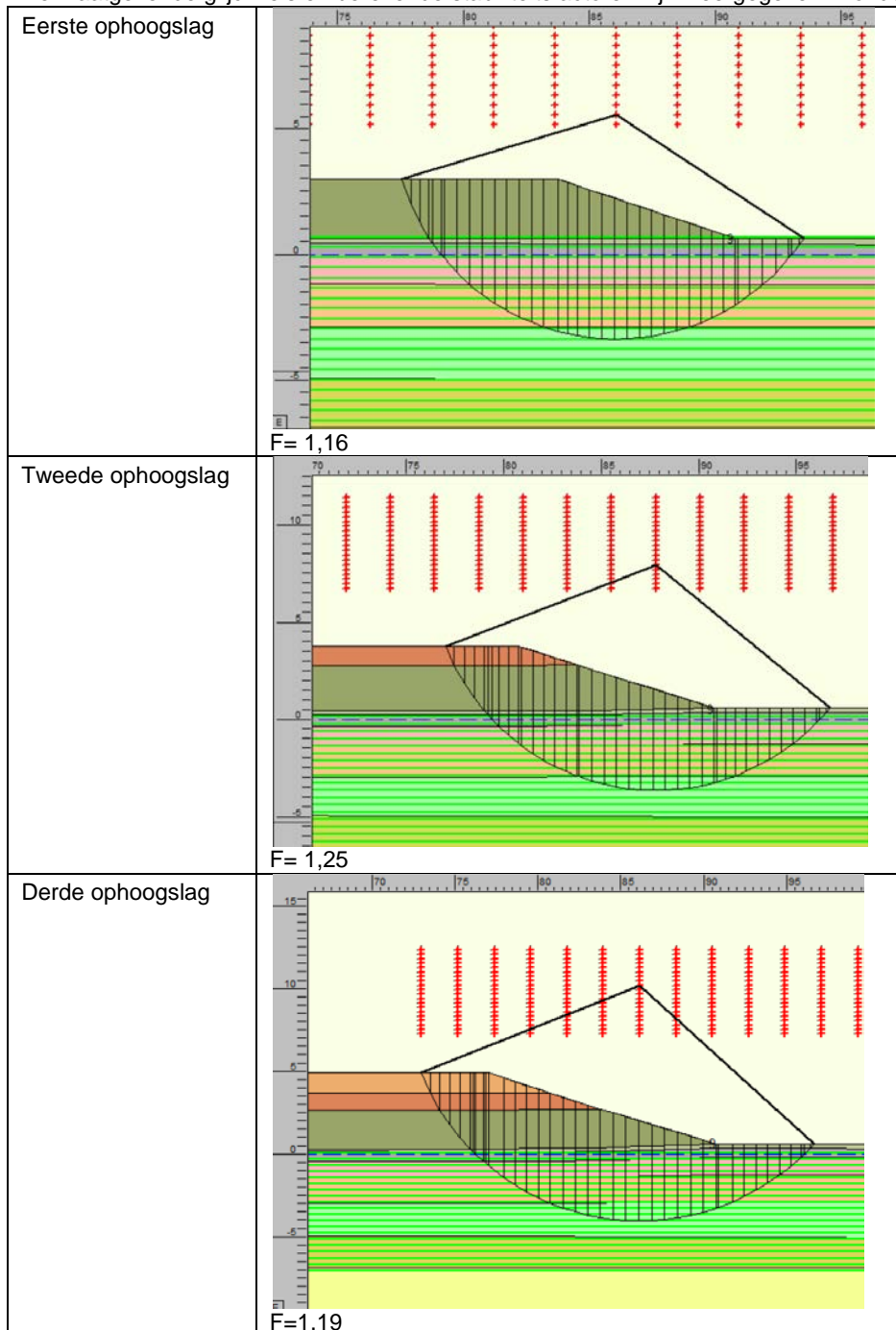
De ophoging zal laagsgewijs dienen te worden aangebracht en verdicht. Uit eerste verkennende berekeningen blijkt dat de stabiliteit onvoldoende is, indien nabij de teen geen verticale drainage aanwezig is. Als maatregel dient in een strook van 15 m onder het talud (tot 5 m uit de teen) verticale drainage te worden aangebracht om wateroverspanningen in de klei- en veenlagen te beperken. Voor de ophoogsnelheid wordt 1 m per 2 weken geadviseerd.

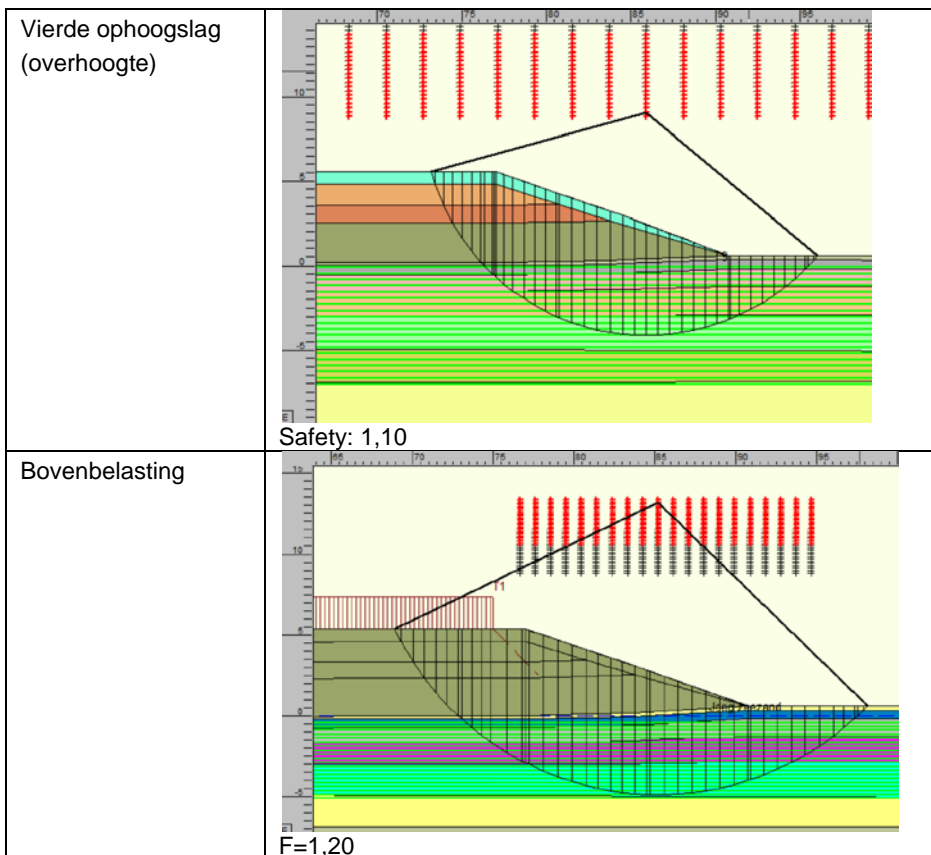
Ter verificatie van de stabiliteit tijdens de uitvoering is de volgende ophoogfasering beschouwd.

- Eerste ophoogslag van NAP +0,6 m tot NAP +3,0 m ( $t=0-14$  dagen);
- Wachtijd 7 dagen ( $t=14-21$  dagen);
- Tweede ophoogslag van NAP +3,0 m tot NAP +4,0 m ( $t=21-28$  dagen);
- Wachtijd 7 dagen ( $t=28-35$  dagen);
- Derde ophoogslag van NAP +4,0 m tot +5,0 m ( $t=35-42$  dagen);
- Wachtijd 7 dagen ( $t=42-49$  dagen)

- Vierde ophoogslag van NAP +5,0 m tot NAP +6,0 m (inclusief 0,8 m overhoogte ter compensatie van de zetting) (t=49-56 dagen).
- Wachtijd 1 maand
- Bovenbelasting 25 kPa (rekenwaarde 30 kPa) voor het werkeiland met nog 25% wateroverspanning (na circa 5 maanden vanaf start ophoging).

De maatgevende glijcirkels en berekende stabiliteitsfactoren zijn weergegeven in onderstaande figuren.





#### Conclusies ten aanzien van stabiliteit

Uit de stabiliteitsanalyse blijkt het volgende:

- Om aan de stabiliteitseisen te kunnen voldoen zal er verticale drainage moeten worden aangebracht in een strook van 15 m onder/rondom het werkeiland. De verticale drainage dient te worden aangebracht tot 5 m uit de teen van de ophoging en tot maximaal NAP -4,0 m.
- De ophoogfasering bedraagt circa 1 m per 2 weken. De totale ophoogtijd bedraagt circa 2 maanden.



## 8 CONCLUSIES

### Conclusies ten aanzien van de mastfundatie

Voor de fundatie van de pylonen van de hoogspanningsmast voldoet het volgende voorontwerp:

- Een betonnen plaat met een diameter van 8 m en een aanlegniveau NAP +2,50 m. De plaatdikte is 1,25 m. Op de plaat is een opstort voorzien met een dikte van 1,8 m met een diameter van 6,8 m. De bovenzijde is gelegen op NAP +5,55 m, 0,3 m boven het ontwerppeil van de gronddam.
- De plaat dient te worden gefundeerd op een doorgaande buispalenwand. De wand bestaat uit 48 verbuisde schroefpalen met een diameter van 610 mm. De palen dienen overlappende te worden uitgevoerd, waarbij de secundaire palen worden voorzien van wapening.
- De palen dienen te worden aangebracht tot NAP -28 m. De paallengte bedraagt 30,5 m.

### Conclusies ten aanzien van zettingen

Uit de zettingsanalyse blijkt het volgende:

- De eindzetting voor de permanente gronddam is bepaald op 0,8 m (0,6 à 1,0 m inclusief onzekerheidsmarge). Deze zal als overhoogte moeten worden aangebracht ter compensatie van de zetting.
- Om de restzetting ter plaatse van de onderhoudsweg te beperken dient verticale drainage te worden toegepast. Verticale drainage mag alleen in de beschermingszone en tot maximaal NAP - 4,0 m worden aangebracht.
- Ter plaatse van de waterkering verloopt de zetting van circa 0,14 m nabij de aansluiting met de werkweg tot 0,74 m ter plaatse van de buitenteen.
- Doordat geen verticale drainage mag worden aangebracht in het buitentalud, zal de restzetting van onderhoudsweg hier groter zijn. Dit vergt extra onderhoud aan de verhardingsconstructie. Eventueel kan een tijdelijke extra overhoogte worden toegepast om de zetting te versnellen.
- Voor de werkeilanden wordt gedurende de bouwtijd een zetting van circa 0,4 m verwacht. Deze zetting dient als overhoogte te worden aangebracht.
- Onder de werkeilanden is geen verticale drainage noodzakelijk als zettingsversnellende maatregel. Wel dient verticale drainage te worden aangebracht aan de rand als stabiliteitsverhogende maatregel.

### Conclusies ten aanzien van stabiliteit

Uit de stabiliteitsanalyse blijkt het volgende:

- Taluds met een helling 1:3 zijn in de eindsituatie voldoende stabiel.
- Om tijdens de uitvoering aan de stabiliteitseisen te kunnen voldoen zal er verticale drainage moeten worden aangebracht in een strook van 15 m onder/rondom het werkeiland. De verticale drainage dient te worden aangebracht tot 5 m uit de teen van de ophoging en tot maximaal NAP - 4,0 m.
- De ophoofasering bedraagt circa 1 m per 2 weken. De totale ophoogtijd bedraagt circa 2 maanden.



9 COLOFON

---

Opdrachtgever	: TenneT TSO B.V.
Project	: 380kV Hoogspanningsmast in de Oosterschelde
Dossier	: BD5948
Omvang rapport	: 37 pagina's
Auteur	: Jurgen Cools
Bijdrage	: Jeroen Rolvink, Maarten Booij
Interne controle	: Ilse Hergarden
Projectleider	: Geert van Es
Projectmanager	: Jerry van den Dries
Datum	: 28 april 2015
Naam/Paraaf	: <i>Jerry van den Dries</i> 

---

***HaskoningDHV Nederland B.V.***

*Maritime & Waterways*

*Laan 1914 nr. 35*

*3818 EX Amersfoort*

*Postbus 1132*

*3800 BC Amersfoort*

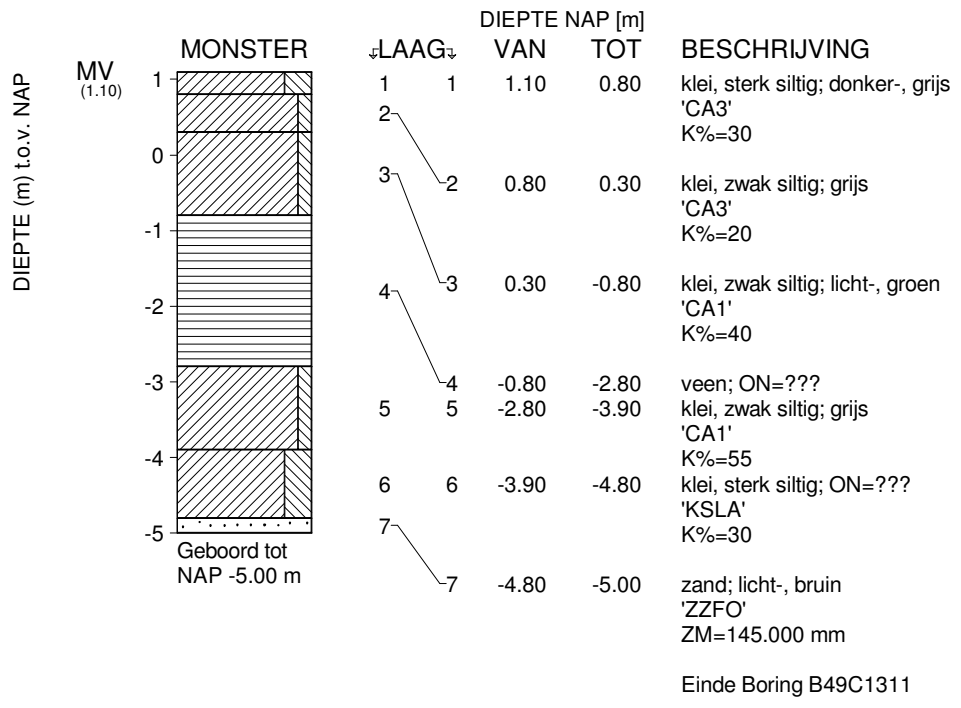
*T (088) 348 20 00*

*F (088) 348 28 01*

*E [info@rhdhv.com](mailto:info@rhdhv.com)*

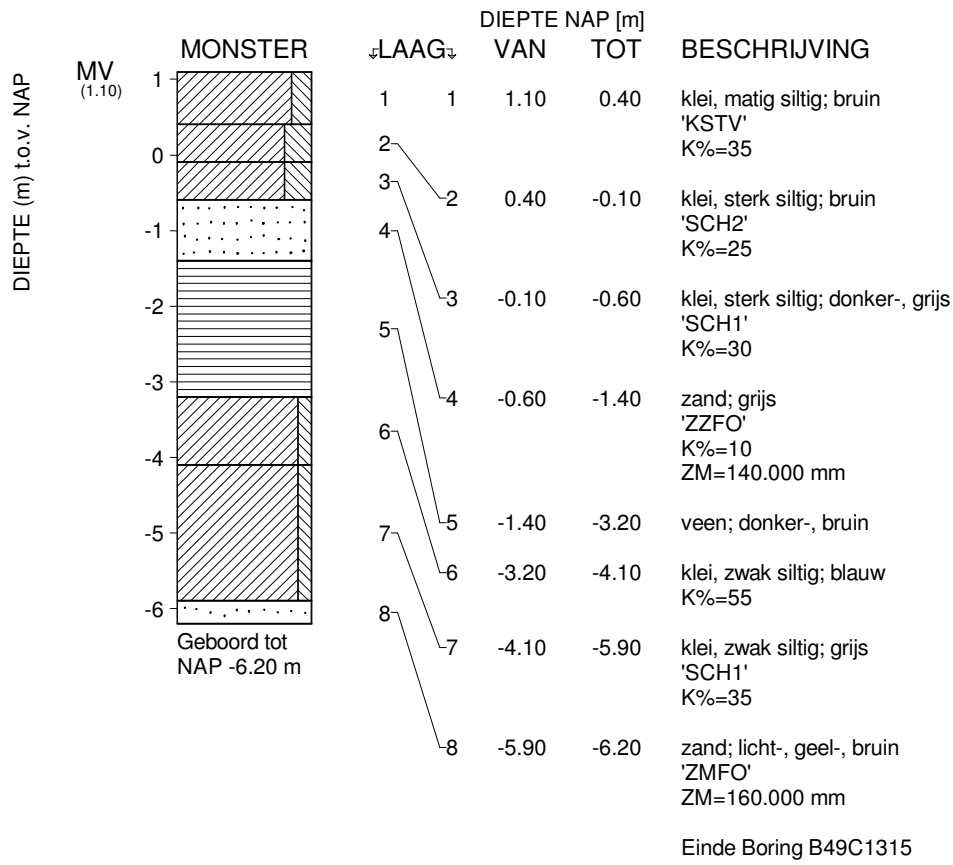
*W [www.royalhaskoningdhv.com](http://www.royalhaskoningdhv.com)*

**BIJLAGE 1      GRONDONDERZOEK DINOLOKET**



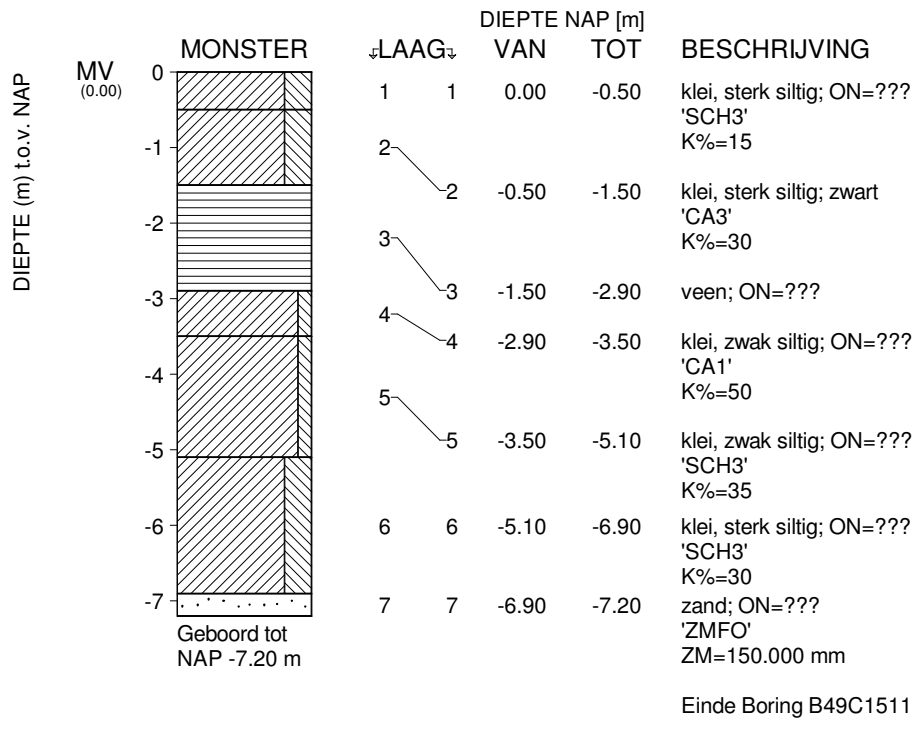
maaiveld: NAP 1.10 m  
 X = 66748 m Y = 383947 m (RD)

	Telefoon Telefax	datum	get.
-		DINO-BOR	gez.
-		BIJL.	form. A4



maaiveld: NAP 1.10 m  
X = 66880 m Y = 383820 m (RD)

	Telefoon Telefax	datum 1986-07-01	get. Lant
-		DINO-BOR	gez.
-		BIJL.	form. A4

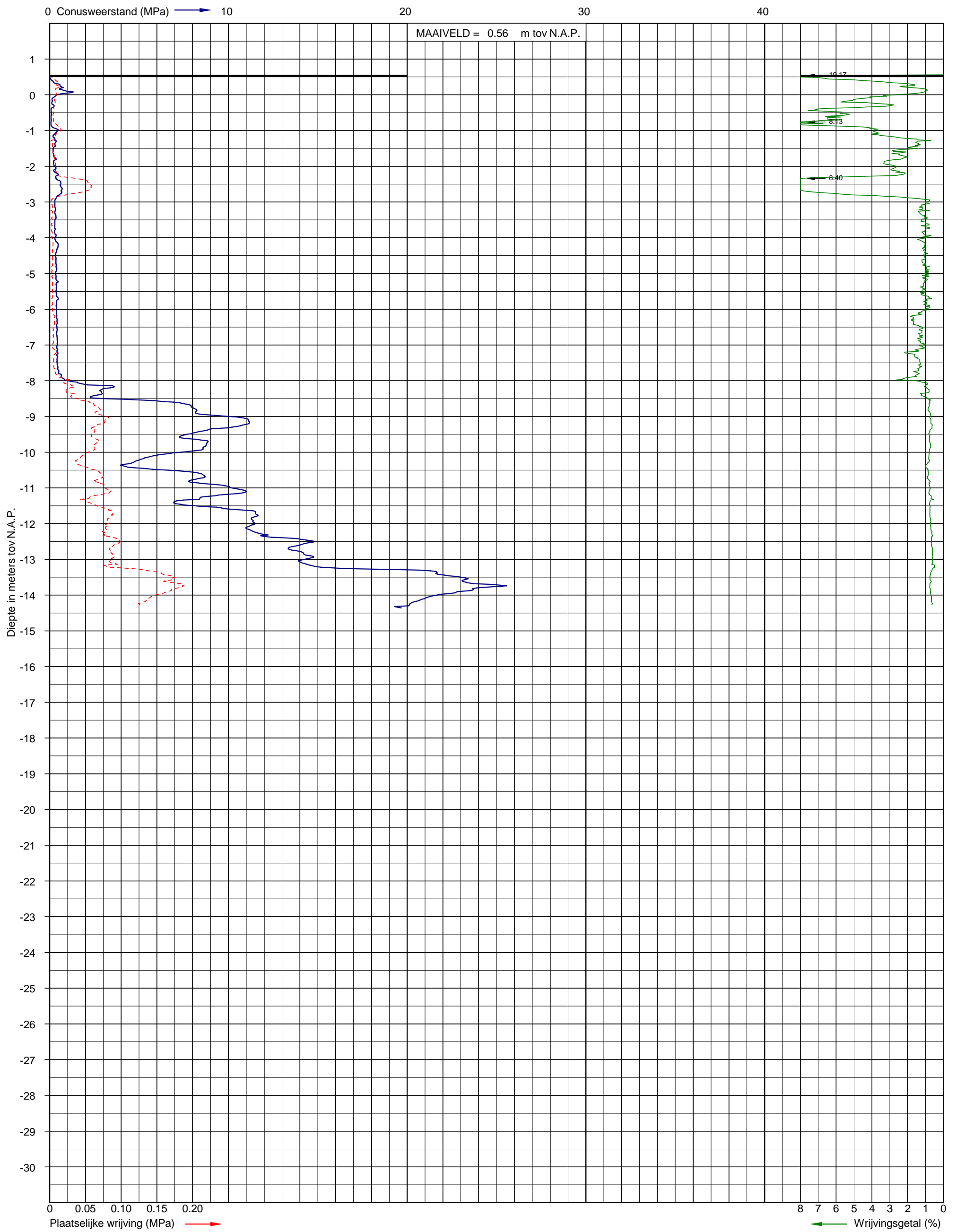
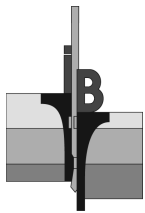


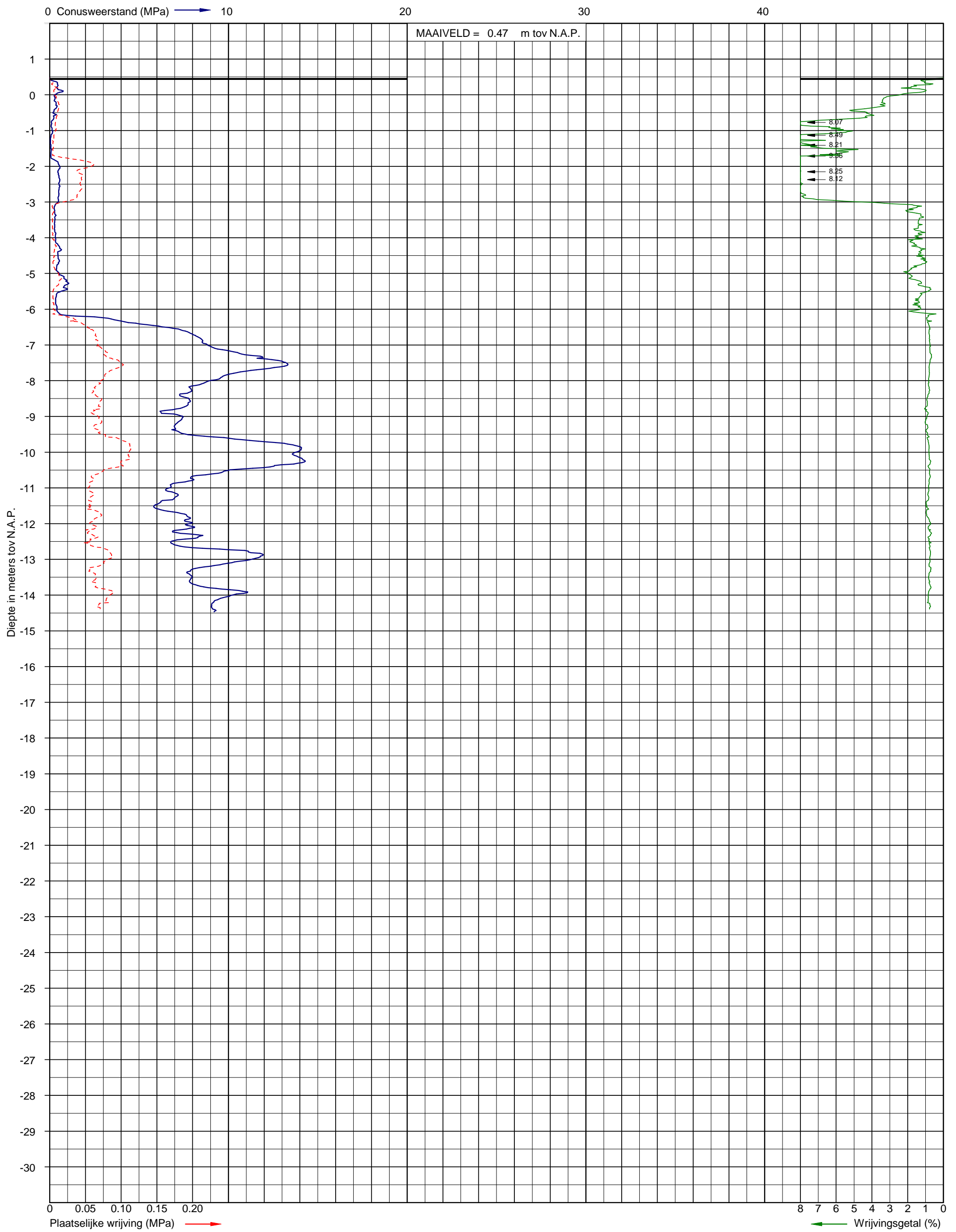
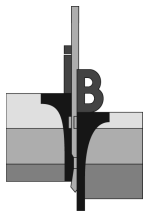
maaiveld: NAP 0.00 m  
X = 66903 m Y = 384491 m (RD)

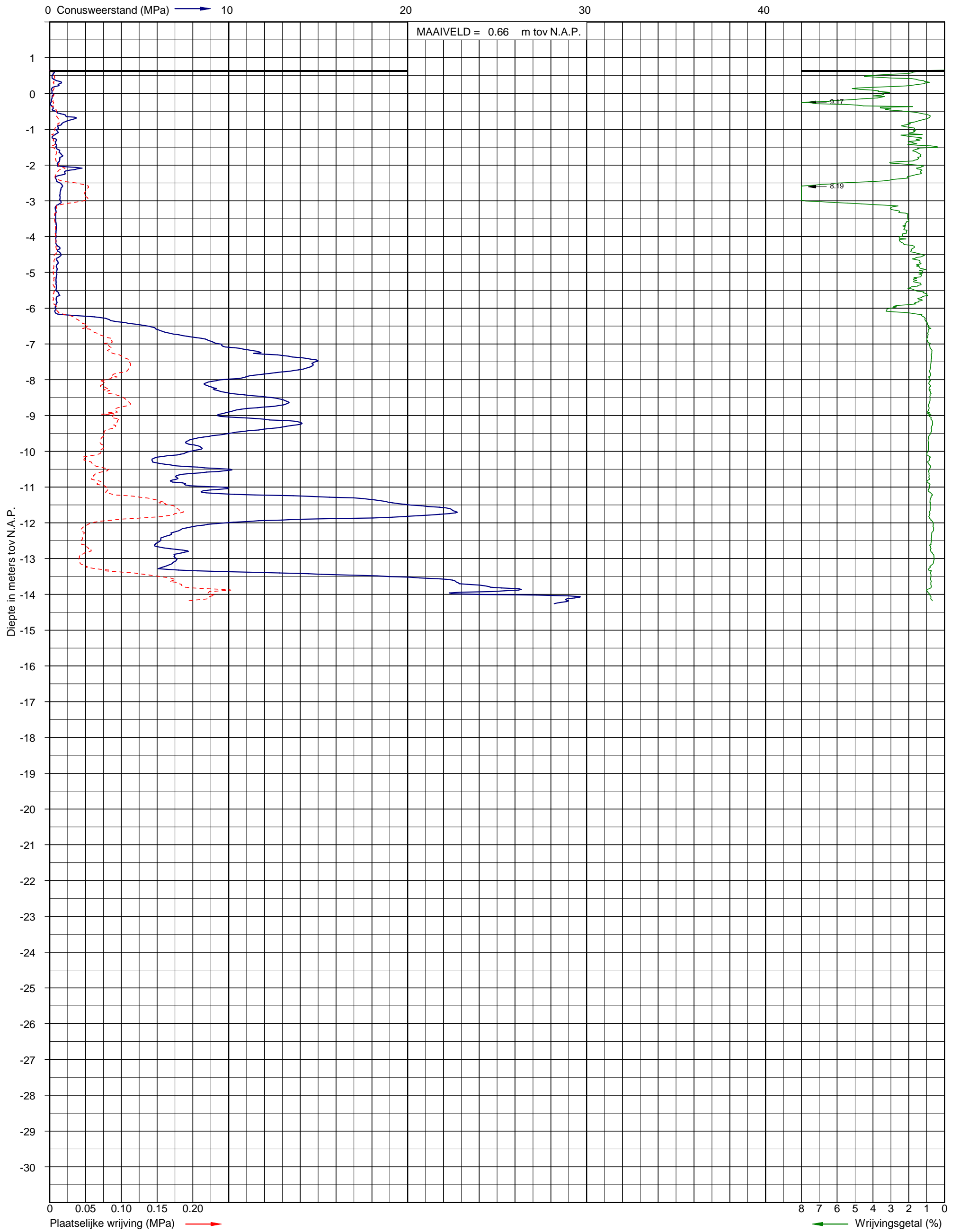
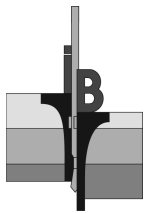
	Telefoon Telefax	datum	get.
-		DINO-BOR	gez.
-		BIJL.	form. A4

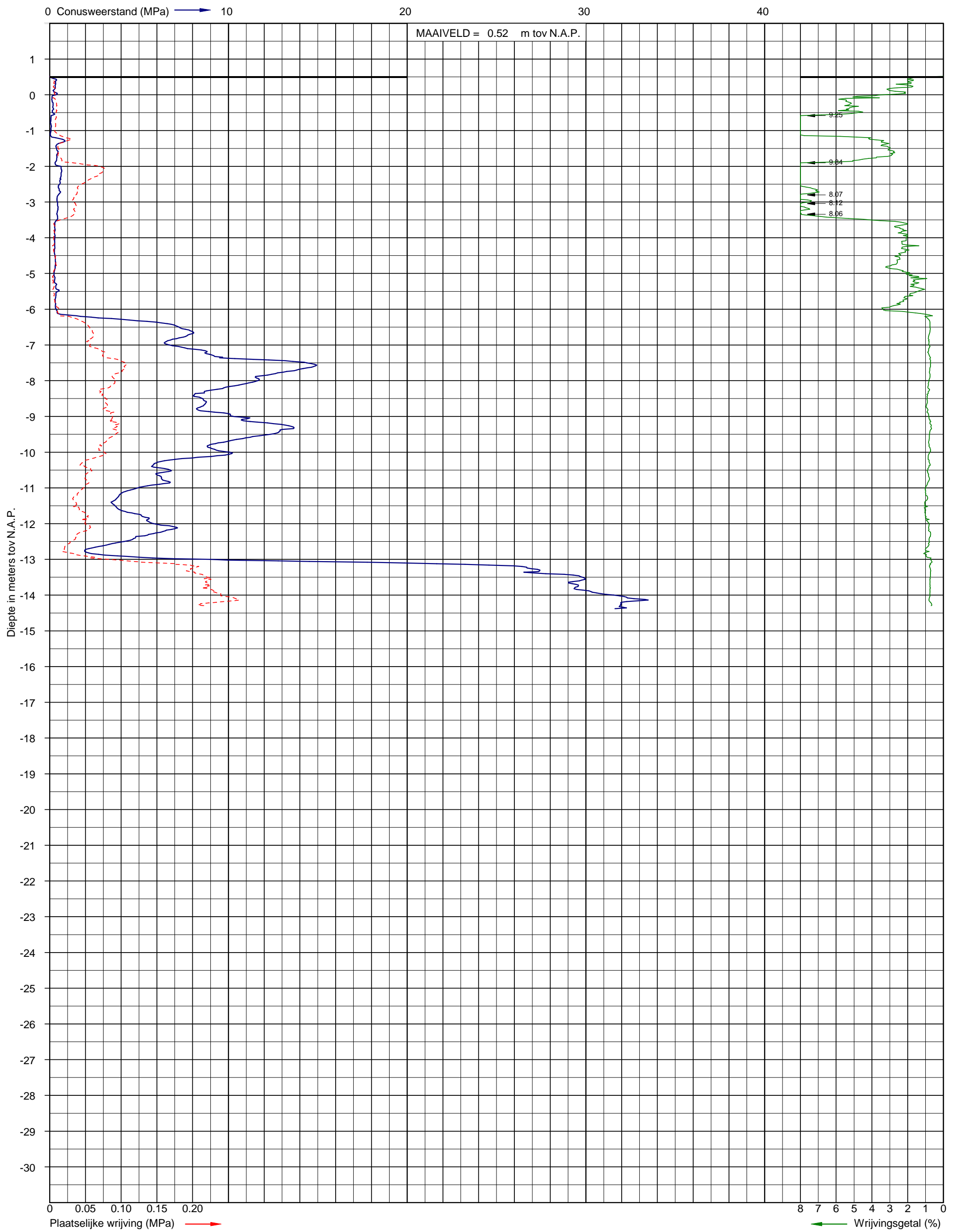
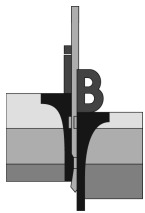


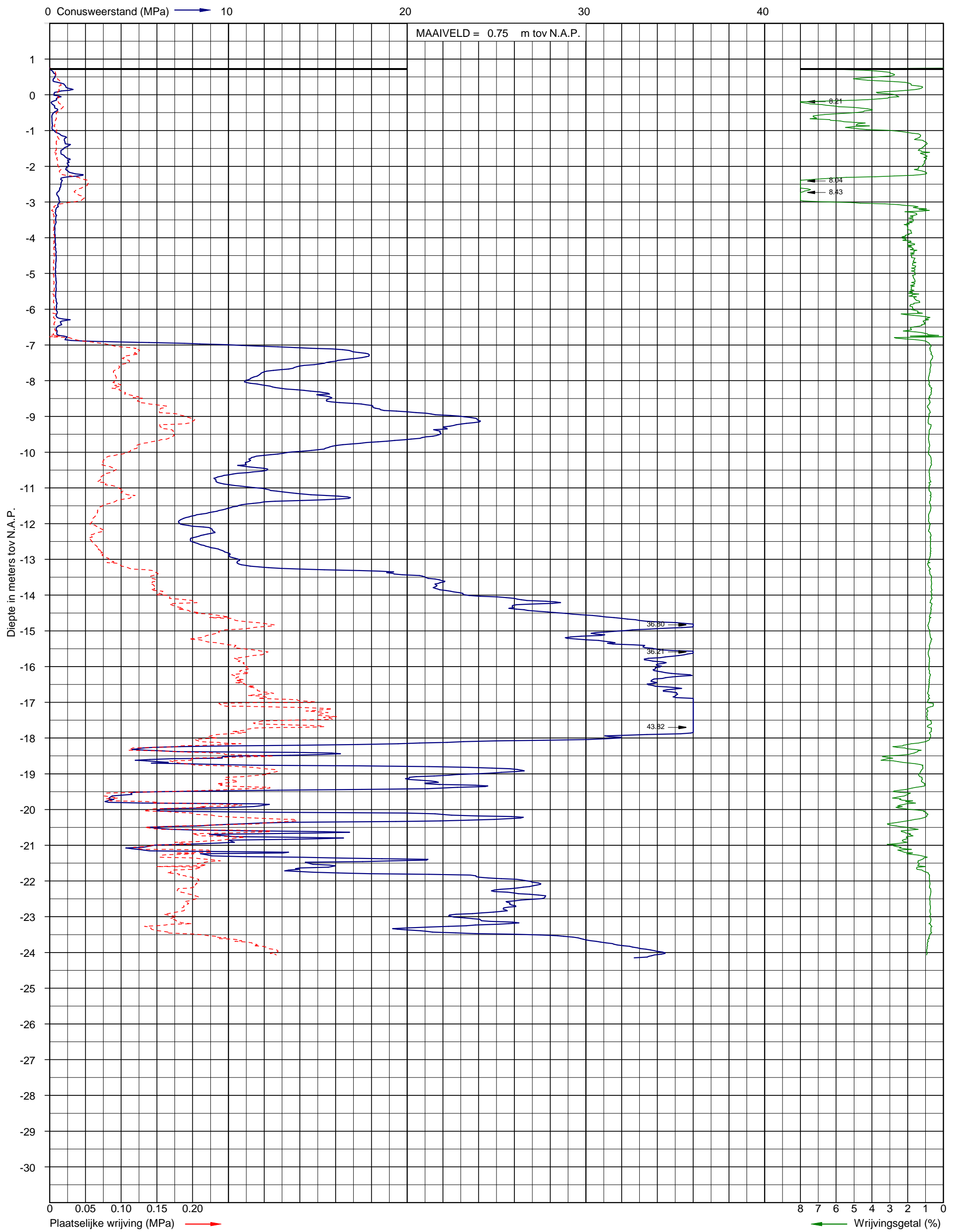
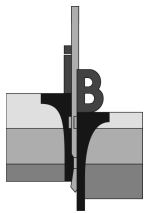
**BIJLAGE 2      AANVULLEND GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK**

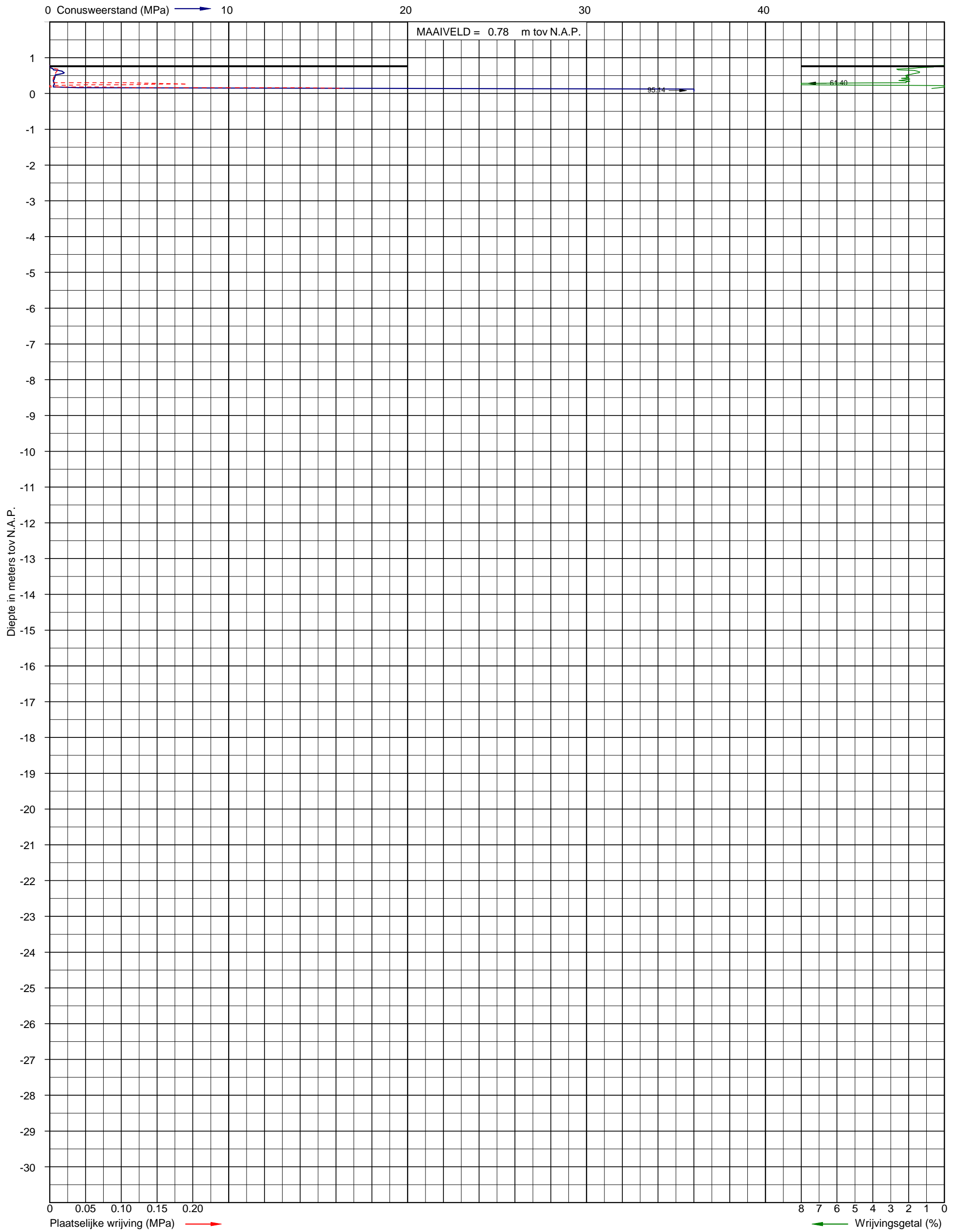
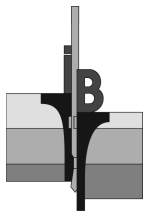


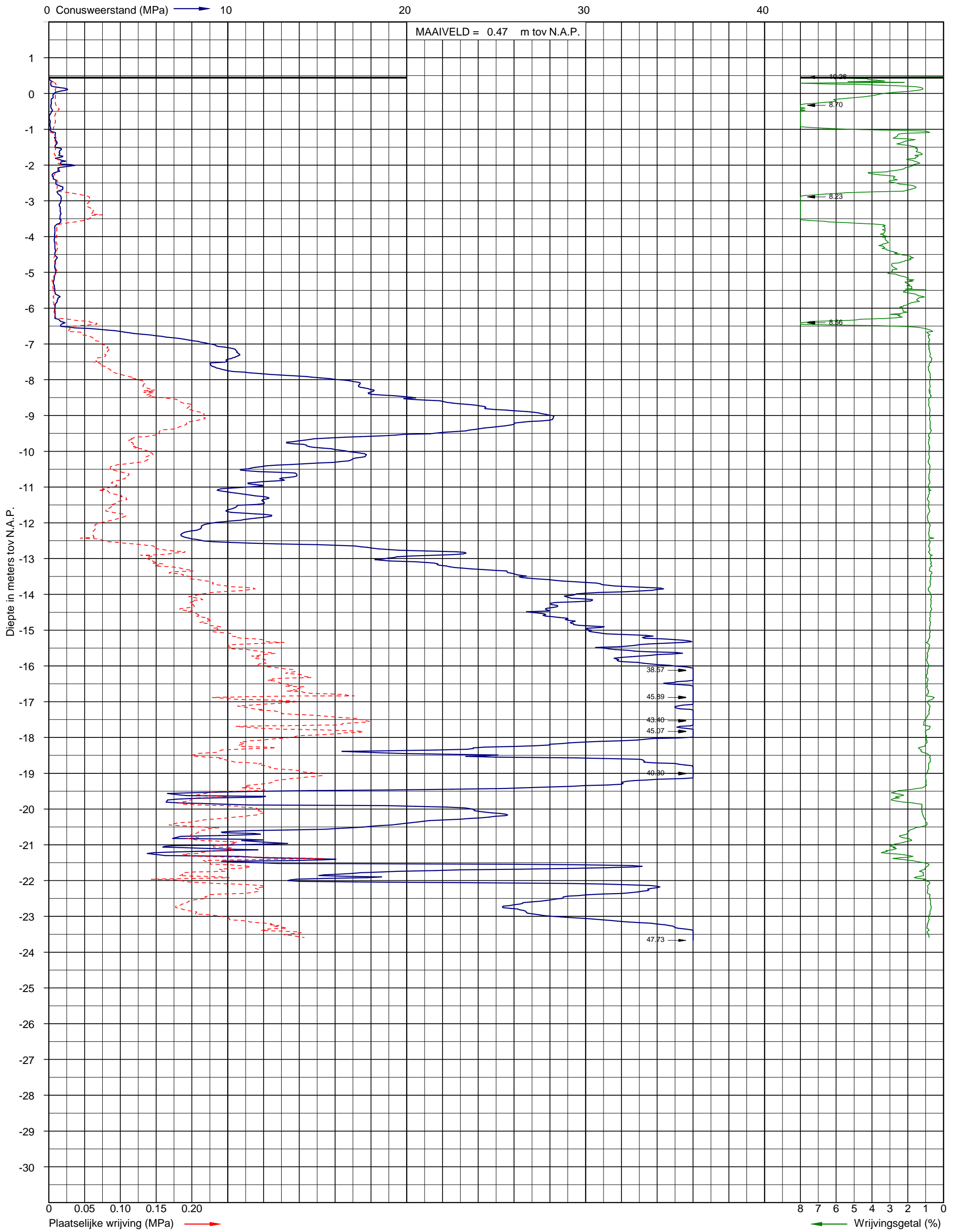
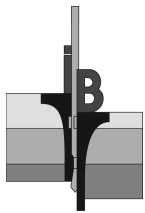




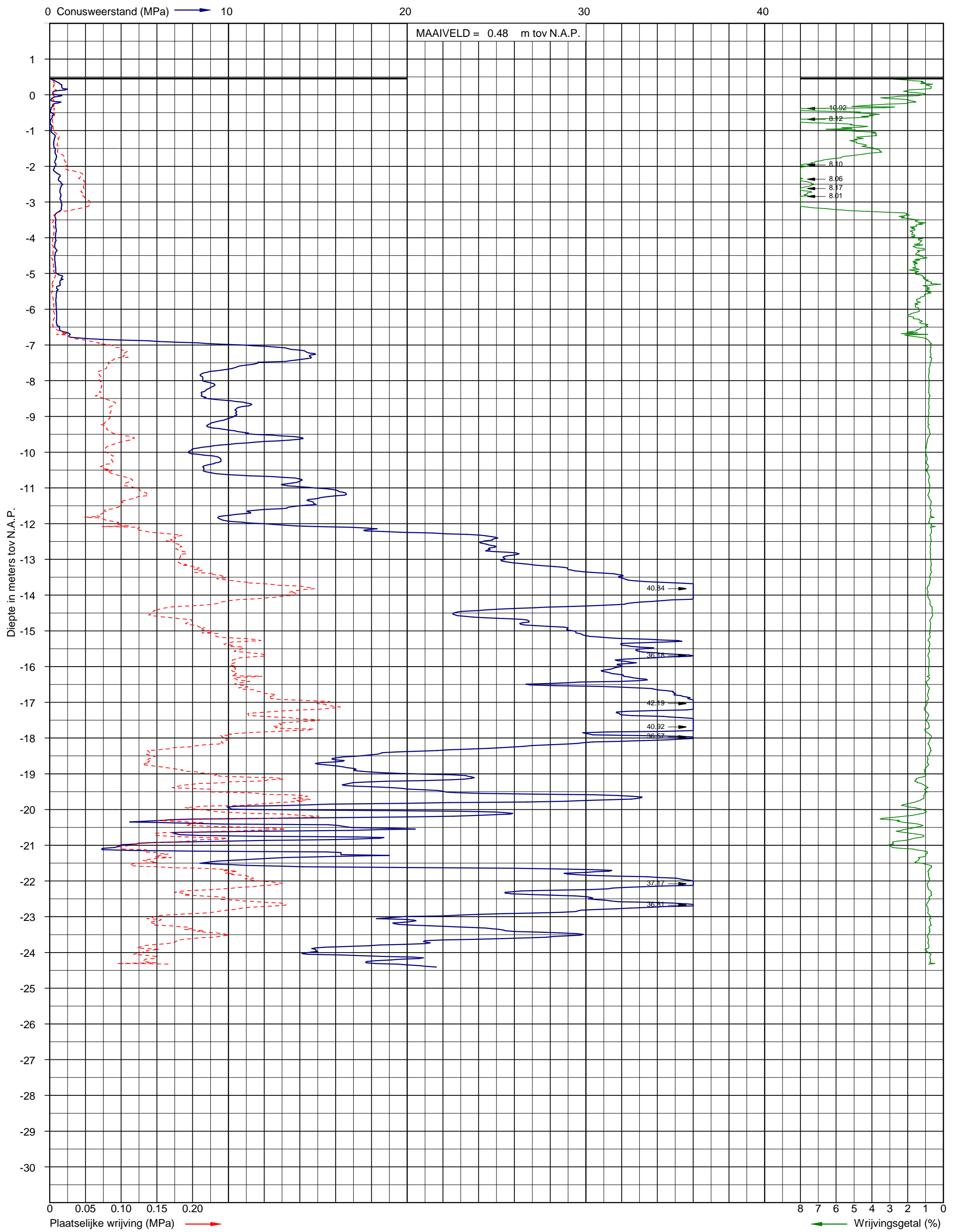
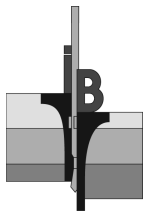


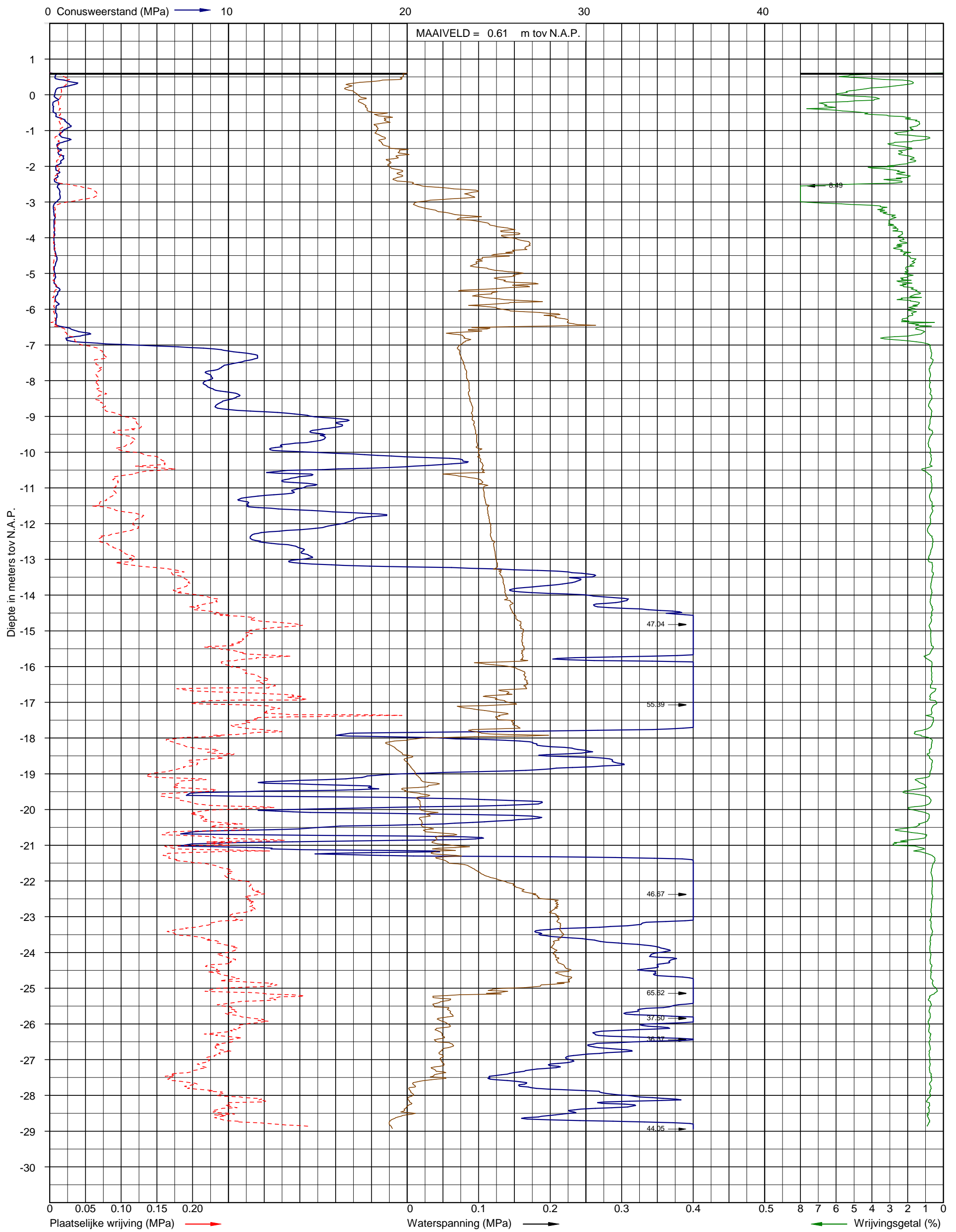
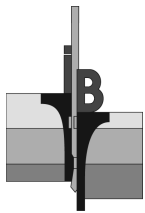


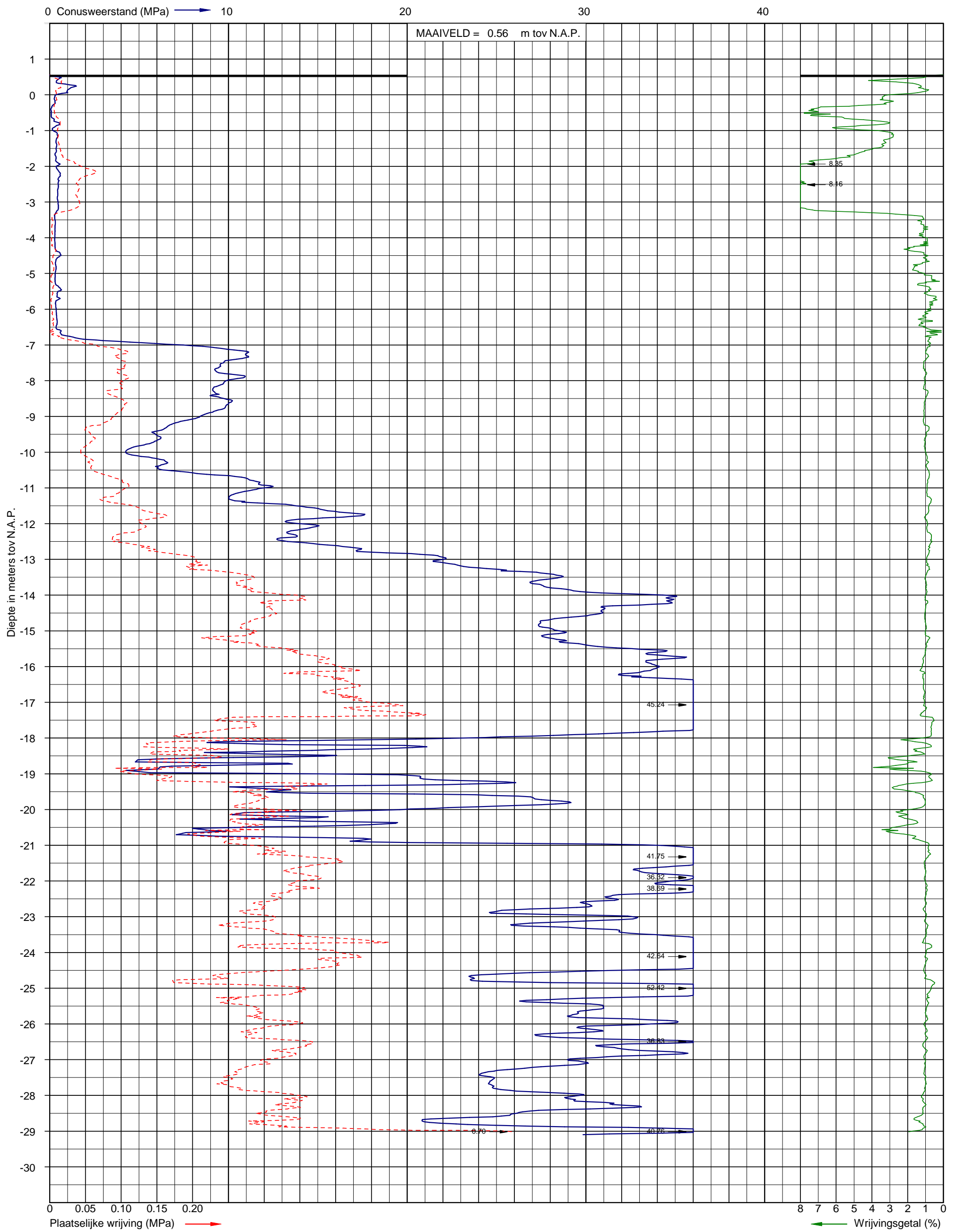
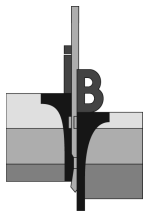


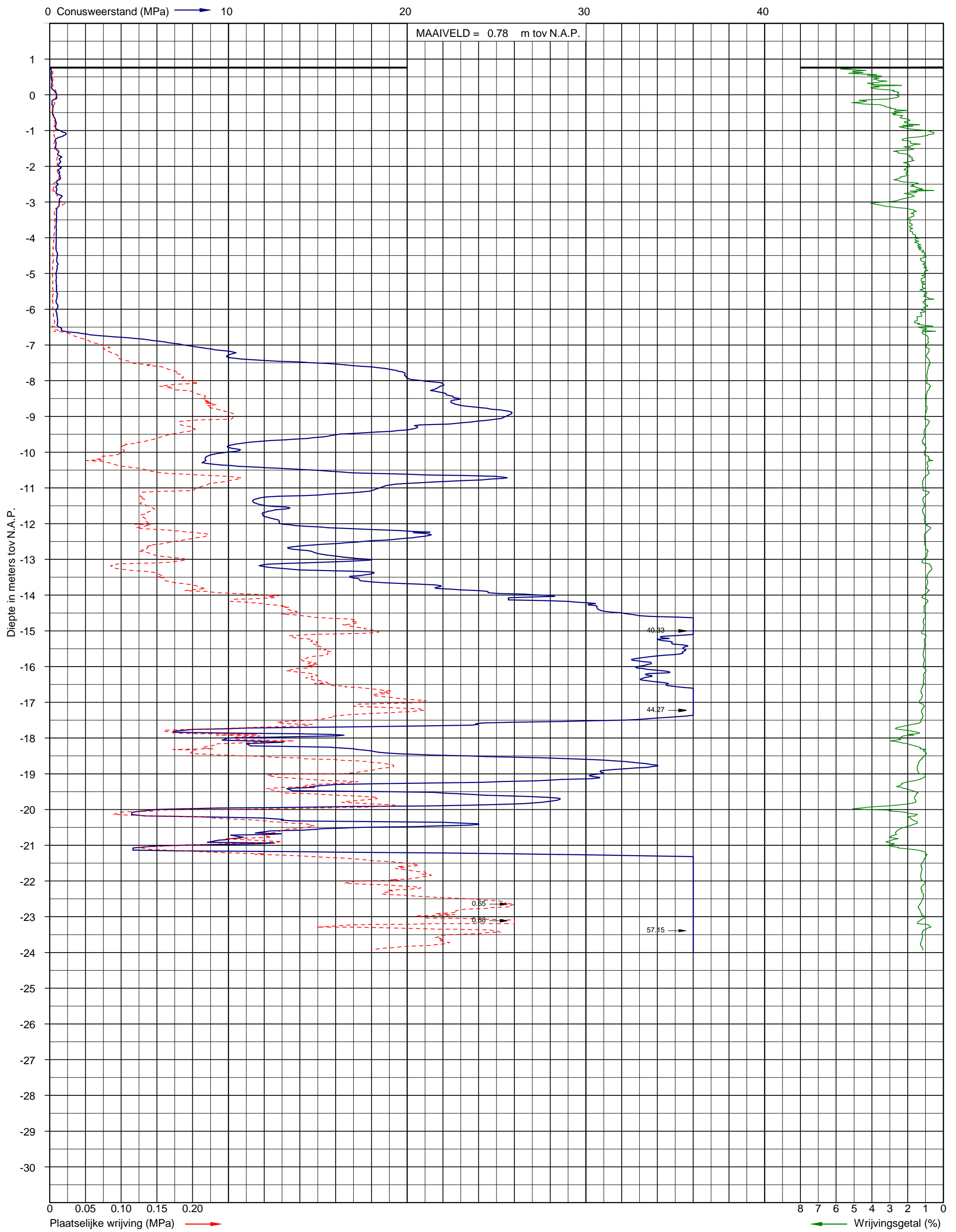
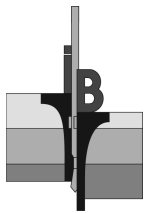








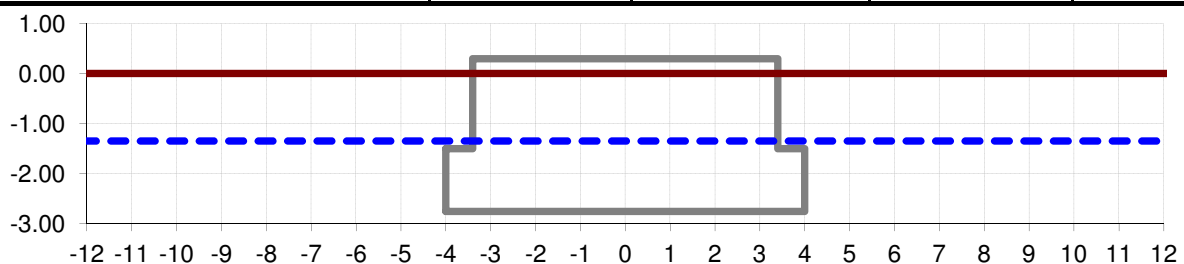




**BIJLAGE 3      VOORONTWERP BLOKAFMETINGEN**

**Foundation type:** **circular plate on piles**  
0

<b>loads on foundation (DESIGN VALUE):</b>		extreme ULS	operational SLS	fatigue equivalent
horizontal load	Fx [kN]	1399	1044	0
vertical load	Fz [kN]	1885	1547	0
overturning moment	My [kNm]	77902	58594	0
<b>size and loads:</b>	foundation		no. of piles	<b>22.0</b>
diameter	<b>8.00</b>	operational / fatigue load:		<b>operational</b>
height in center	<b>1.25</b>	pedestal [yes/no]: (1602 kN)		<b>yes</b>
height at edge	<b>1.25</b>	soil cover [yes/no]:		<b>no</b>
upward ground water load [kN/m2]	14.0	top foundation to ground level:		<b>-1.50</b>
area [m2]	50.27	max. ground water to ground level:		<b>-1.35</b>
specific weight of concrete[kN/m3]	<b>24.5</b>	foundation below ground water		<b>1.40</b>
volume of concrete (excl. pedestal) [m3]	62.83			
volume of concrete pedestal [m3]	66.73			
volume of concrete bottom ring [m3]	0.00			
<b>total concrete volume [m3]</b>	<b>129.56</b>	turbine	total	per pile
operating load [kN]	3141	1547	4688	213
partial factor	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		
ground water load (upward) [kN]	-704		-704	-32
partial factor ground water	<b>1.00</b>			
extreme load [kN]	3141	1885	5026	229
minimum partial factor	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		
Fs;d,min (incl. water) [kN]	2437	1885	4322	197
maximum partial factor	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		
Fs;d,max [kN]	3141	1885	5026	229
<b>pile load</b>	during operation	extreme loads		
Mrep bottom [kNm]	61778	82169		
Mrep centre of gravity [kNm]	61126	81295		
reduction factor reference period	<b>1.00</b>	1.00		
maximum partial factor	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>		
Ms;d,max - bottom foundation [kNm]	61778	82169		
Ms;d,max - centre of gravity [kNm]	61126	81295		
distance pile to centre / c.t.c.piles [m]	3.50	1.00		
	maximum	minimum	maximum	minimum
Fs;d;cyclic - bottom foundation [kN]	1605	-1605		
Fs;d,quasi static - bottom foundation [kN]			2135	-2135
Fs;d,cyclic - centre of gravity [kN]	1588	-1588		
Fs;d,quasi static - centre of gravity [kN]			2112	-2112
Fs;d,permanent (static) [kN]	213	181	229	197
pile load bottom of foundation [kN]	<b>1818</b>	<b>-1424</b>	<b>2364</b>	<b>-1939</b>
pile load verification DIANA-analyses [kN]	1801	-1407	2341	-1916



**BIJLAGE 4      IN- EN UITVOER DFOUNDATION BEREKENING**

## Report for D-Foundations 14.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations  
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 13-4-2015  
Time of report: 11:11:07

Date of calculation: 31-3-2015  
Time of calculation: 10:29:43

Filename: C:\.\BD5948 Technical Data\Geotechniek\DFoundation\Druk\_boorpalenwand

Project identification: Tennet 380 kV Hoogspanningsmast in de Oosterscheld  
Berekening drukdraagvermogen boorpalenwand  
D-Foundations Druk\_boorpalenwand



## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Bearing Piles	3
2.4 Superstructure	3
2.5 General CPT Data	3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.6 Soil Data	4
2.6.1 Soil Profile S30.1	4
2.6.2 Soil Profile S30.2	5
2.7 Pile Types	6
2.7.1 Pile type : Round 610	6
2.8 Foundation Plan	7
2.8.1 View of Foundation Plan	7
2.9 Excavation Data	7
2.10 Overruled Parameters	8
2.11 Calculation Options	8
2.12 Model Options	8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity	9
3.1 Errors and Warnings	9
3.2 Remarks	9
3.3 Calculation Parameters	9
3.3.1 Pile Factors	9
3.3.2 Pile type : Round 610	9
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Round 610	10
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN	10

## 2 Input Data

### 2.1 General Input Data

Model Bearing Piles (EC7-NL)

### 2.2 General Report Data

Geotechnical consultant : ir. J.E. Cools  
 Design engineer superstructure : ir. M. Booij  
 Principal : G. van Es  
 Title 1 : Tennet 380 kV Hoogspanningsmast in de Oosterscheld  
 Title 2 : Berekening drukdraagvermogen boorpalenwand  
 Title 3 : D-Foundations Druk\_boorpalenwand  
 Number of project : BD5948  
 Location of project : Amersfoort

### 2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

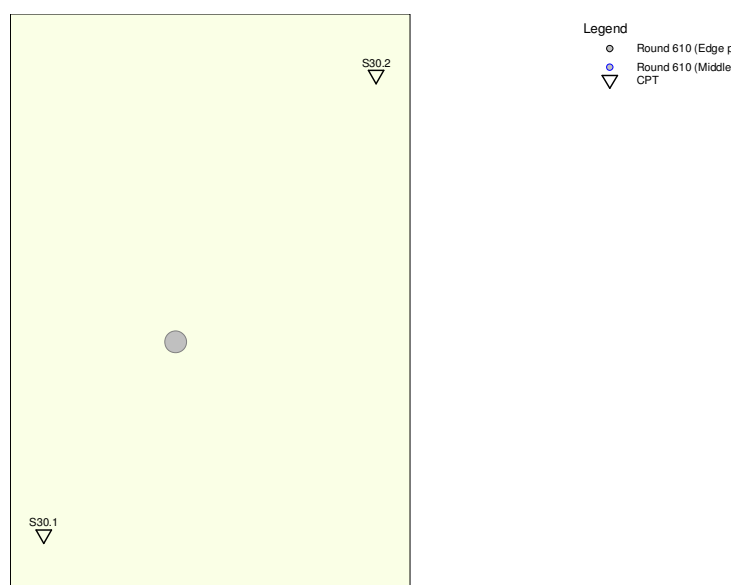
### 2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure : Rigid

### 2.5 General CPT Data

Number of CPT's : 2  
 Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

#### 2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



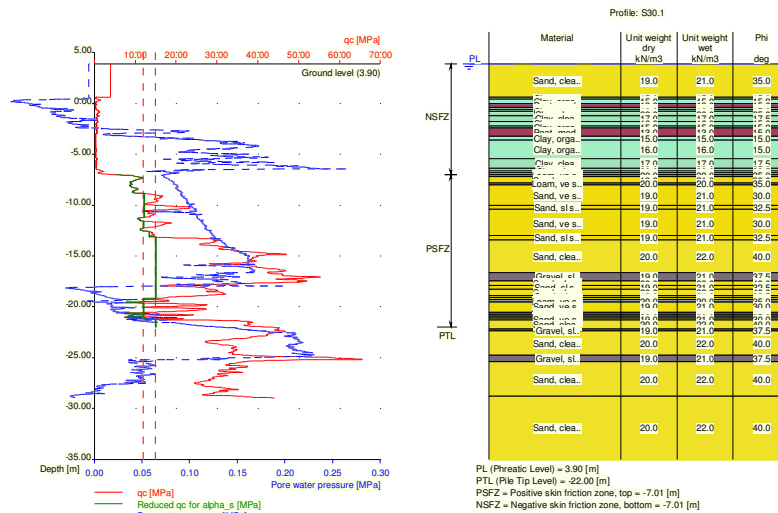
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]
1: S30.1	-22.00	-7.01	-7.01	66814.37	384000.71
2: S30.2	-22.00	-6.66	-6.66	66823.51	384013.34

## 2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

### 2.6.1 Soil Profile S30.1

Belonging to CPT	S30.1
Surface level in [m. reference level] :	3.90
Phreatic level in [m. reference level] :	3.90
Pile tip level in [m. reference level] :	-22.00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-7.01
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-7.01
OCR-value foundation layer :	1.00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0.11
Number of layers in profile :	43



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma;sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	3.900	19.00	21.00	35.00	Sand	0.200
2	0.590	15.00	15.00	15.00	Clay	--
3	0.390	15.00	15.00	15.00	Clay	--
4	-0.010	13.00	13.00	15.00	Peat	--
5	-0.410	15.00	15.00	15.00	Clay	--
6	-0.610	16.00	16.00	15.00	Clay	--
7	-0.810	20.00	20.00	25.00	Clay	--
8	-1.210	17.00	17.00	17.50	Clay	--
9	-1.810	16.00	16.00	15.00	Clay	--
10	-2.210	15.00	15.00	15.00	Clay	--
11	-2.410	13.00	13.00	15.00	Peat	--

Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
12	-3.210	15.00	15.00	15.00	Clay	--
13	-3.610	16.00	16.00	15.00	Clay	--
14	-5.410	17.00	17.00	17.50	Clay	--
15	-6.410	20.00	20.00	25.00	Clay	--
16	-6.610	20.00	20.00	22.50	Clay	--
17	-6.810	20.00	20.00	32.50	Clay	--
18	-7.010	20.00	20.00	35.00	Loam	--
19	-7.210	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
20	-7.810	20.00	20.00	35.00	Loam	--
21	-8.010	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
22	-10.010	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
23	-10.410	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
24	-13.010	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
25	-13.410	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200
26	-16.599	19.00	21.00	37.50	Gravel	0.200
27	-17.466	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200
28	-17.903	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
29	-18.303	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200
30	-18.903	19.00	21.00	32.50	Sand	0.200
31	-19.103	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
32	-19.303	20.00	20.00	35.00	Loam	--
33	-19.503	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
34	-20.503	20.00	20.00	35.00	Loam	--
35	-20.703	20.00	20.00	30.00	Loam	--
36	-20.903	20.00	20.00	35.00	Loam	--
37	-21.103	19.00	21.00	30.00	Sand	0.200
38	-21.303	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200
39	-22.159	19.00	21.00	37.50	Gravel	0.200
40	-22.378	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200
41	-24.729	19.00	21.00	37.50	Gravel	0.200
42	-25.383	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200
43	-28.783	20.00	22.00	40.00	Sand	0.200

### 2.6.2 Soil Profile S30.2

Belonging to CPT	S30.2
Surface level in [m. reference level] :	3.90
Phreatic level in [m. reference level] :	3.90
Pile tip level in [m. reference level] :	-22.00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-6.66
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-6.66
OCR-value foundation layer :	1.00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0.11
Number of layers in profile :	19



alpha\_s clay/loam/peat according to table 7f, NEN-EN paragraph 7.6.2.3  
NEN-EN 9997-1 (i)

Note : alpha\_s depends on the soiltype and relative depth.

Pile type for determination of pile class factor alpha\_p :  
Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curve :

Materialtype for pile :

Slip layer :

Pile shape :

beta (Shape factor) according to figure 7i, NEN-EN 9997-1:2012.

s (user defined : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :

Continuous flight auger pile

Concrete

None

Round pile

0.60

Pile dimensions :

Diameter [m] :

0.610

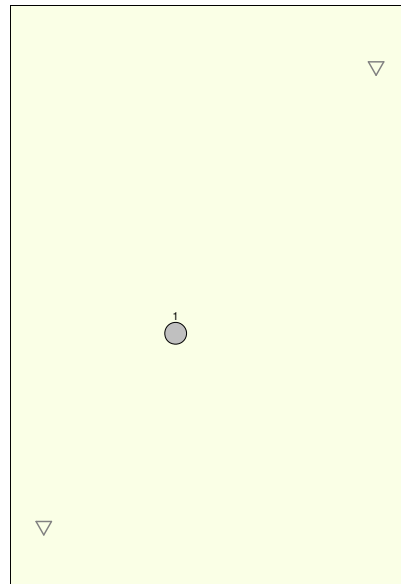
## 2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1

Number of collaborating piles\* : 1

\* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

### 2.8.1 View of Foundation Plan



Legend  
 ○ Round 610 (Edge r)  
 ● Round 610 (Middle CPT)  
 ▽

Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	66818.00	384006.00	0.00	0.00	1.35	3.90

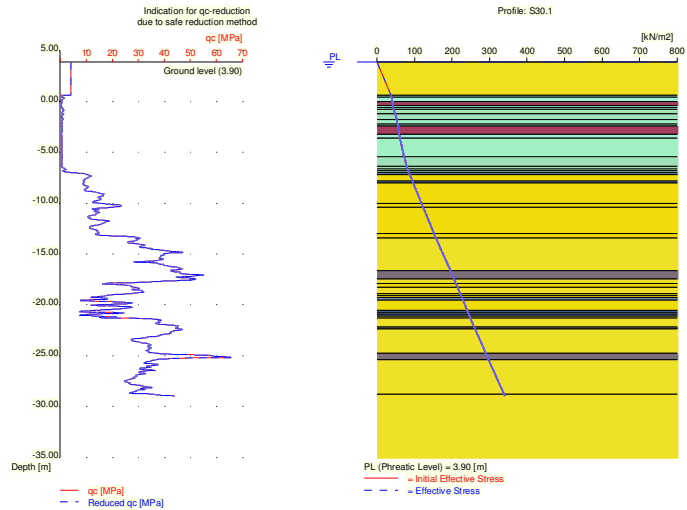
## 2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] :

3.90

Reduction model :

Safe (NEN)



## 2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] : 1.20  
User defined Factor xi4 [-] : 0.96

## 2.11 Calculation Options

Suppress pile group (for negative skin friction)  
Create intermediate results file  
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)  
Use the influence of excavations (standard).

## 2.12 Model Options

Selected pile types :  
-Round 610

Selected profiles :  
-S30.1  
-S30.2

Trajectory  
-begin [m] : -13.00  
-end [m] : -26.00  
-interval [m] : 1.00

## 3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Ca

### 3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor  $\xi_3$  (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. is user defined.  
Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor  $\xi_4$  (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. is user defined.  
Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Pile Type Round 610: Warning : The factor  $s$  (NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(h): NEN-EN 9997-1) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

### 3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN-EN 9997-1 art 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

### 3.3 Calculation Parameters

#### 3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN-EN 9997-1:2012, annex A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1.20
gamma;b (NEN-EN 9997-1:2012, annex A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1.00
gamma;s (NEN-EN 9997-1:2012, annex A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1.20
gamma;s (NEN-EN 9997-1:2012, annex A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1.00
$\xi_3$ (user defined) :	1.20
$\xi_4$ (user defined) :	0.96

#### 3.3.2 Pile type : Round 610

Pile type : User defined (low vibrating)

Pile type for determination of execution factor  $\alpha_s$  in sand/gravel:

User defined

$\alpha_s$  Sand : 0.0080

Evidence to support chosen  $\alpha_s$  should be provided.

Pile type for determination of execution factor  $\alpha_s$  in clay/loam/peat:

$\alpha_s$  clay/loam/peat according to table 7f, NEN-EN paragraph 7.6.2.3

NEN-EN 9997-1 (i)

Note :  $\alpha_s$  depends on the soiltype and relative depth.

Pile type for determination of pile class factor  $\alpha_p$  :

Continuous flight auger pile

Pile type for use in load/settlement curve :

Continuous flight auger pile

Materialtype for pile :

Concrete

Slip layer :

None

Pile shape :

Round pile

beta (Shape factor: figuur 7i, NEN-EN 1997 1:2005 par. 7.6.2.3(g): NEN-EN 9997-1 : Pile tip) :

1.00

$s$  (user defined : factor for the influence of the



shape of the crosssection of the pile base) : 0.60

Pile dimensions :  
Diameter [m] : 0.610

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
S30.1	0.0080	0.0250	0.8000
S30.2	0.0080	--	0.8000

### 3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Round 610

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
S30.1	-13.00	1617	1157	2774	1926	246	246	1680
S30.1	-14.00	2332	1384	3716	2581	246	246	2335
S30.1	-15.00	2433	1614	4047	2810	246	246	2564
S30.1	-16.00	2181	1844	4025	2795	246	246	2549
S30.1	-17.00	1226	2074	3300	2292	246	246	2046
S30.1	-18.00	1215	2304	3519	2444	246	246	2198
S30.1	-19.00	918	2534	3452	2397	246	246	2151
S30.1	-20.00	998	2796	3794	2635	246	246	2389
S30.1	-21.00	1559	3141	4700	3264	246	246	3018
S30.1	-22.00	2444	3391	5835	4052	246	246	3806
S30.1	-23.00	2196	3621	5817	4040	246	246	3794
S30.1	-24.00	2489	3851	6340	4403	246	246	4157
S30.1	-25.00	1543	4081	5624	3906	246	246	3660
S30.1	-26.00	2044	4311	6355	4413	246	246	4167
S30.2	-13.00	1838	922	2760	1917	255	255	1662
S30.2	-14.00	2160	1152	3312	2300	255	255	2045
S30.2	-15.00	2141	1382	3523	2447	255	255	2192
S30.2	-16.00	1635	1612	3247	2255	255	255	2000
S30.2	-17.00	1190	1841	3031	2105	255	255	1850
S30.2	-18.00	691	2071	2762	1918	255	255	1663
S30.2	-19.00	1008	2220	3228	2242	255	255	1987
S30.2	-20.00	828	2404	3232	2244	255	255	1989
S30.2	-21.00	2192	2581	4773	3315	255	255	3060
S30.2	-22.00	2113	2811	4924	3419	255	255	3164
S30.2	-23.00	2159	3041	5200	3611	255	255	3356
S30.2	-24.00	2172	3271	5443	3780	255	255	3525
S30.2	-25.00	2094	3501	5595	3885	255	255	3630
S30.2	-26.00	2002	3731	5733	3981	255	255	3726

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

### 3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Round 610 Rc;net;d [kN]
S30.1	3.90	-13.00	1680.00
S30.1	3.90	-14.00	2335.00
S30.1	3.90	-15.00	2564.00
S30.1	3.90	-16.00	2549.00
S30.1	3.90	-17.00	2046.00
S30.1	3.90	-18.00	2198.00
S30.1	3.90	-19.00	2151.00
S30.1	3.90	-20.00	2389.00
S30.1	3.90	-21.00	3018.00
S30.1	3.90	-22.00	3806.00
S30.1	3.90	-23.00	3794.00
S30.1	3.90	-24.00	4157.00
S30.1	3.90	-25.00	3660.00
S30.1	3.90	-26.00	4167.00

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Round 610 Rc;net;d [kN]
S30.2	3.90	-13.00	1662.00
S30.2	3.90	-14.00	2045.00
S30.2	3.90	-15.00	2192.00
S30.2	3.90	-16.00	2000.00
S30.2	3.90	-17.00	1850.00
S30.2	3.90	-18.00	1663.00
S30.2	3.90	-19.00	1987.00
S30.2	3.90	-20.00	1989.00
S30.2	3.90	-21.00	3060.00
S30.2	3.90	-22.00	3164.00
S30.2	3.90	-23.00	3356.00
S30.2	3.90	-24.00	3525.00
S30.2	3.90	-25.00	3630.00
S30.2	3.90	-26.00	3726.00

\* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

**End of Report**

## Report for D-Foundations 14.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations  
Developed by Deltares



Company: Royal HaskoningDHV

Date of report: 13-4-2015  
Time of report: 11:11:54

Date of calculation: 31-3-2015  
Time of calculation: 10:29:11

Filename: C:\.\BD5948 Technical Data\Geotechniek\DFoundation\Trek\_boorpalenwand

Project identification: Tennet 380 kV Hoogspanningsmast in de Oosterscheld  
Berekening trekdraagvermogen boorpalenwand  
D-Foundations Trek\_boorpalenwand

## 1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Input Data	3
2.1 General Input Data	3
2.2 General Report Data	3
2.3 Application Area Model Tension Piles (NEN-EN)	3
2.4 General CPT Data	3
2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan	3
2.5 Soil Data	4
2.5.1 Soil Profile S30.1	4
2.5.2 Soil Profile S30.2	6
2.6 Pile Types	7
2.6.1 Pile type : Round 610	7
2.7 Foundation Plan	8
2.7.1 View of Foundation Plan	8
2.8 Excavation Data	8
2.9 Optional Parameters	9
2.10 Overruled Parameters	9
2.11 Calculation Options	9
2.12 Model Options	9
3 Tension Piles (EC7-NL): Indication Bearing Capacity	10
3.1 Errors and Warnings	10
3.2 Remarks	10
3.3 Calculation Parameters	10
3.3.1 Pile Factors	10
3.3.2 Pile type : Round 610	10
3.4 Results for all CPT's	10
3.4.1 Results for pile type : Round 610	10
3.4.1.1 Pile group 1	10
3.5 INDICATIVE: Results using Ksi3	11
3.5.1 Results for pile type : Round 610	11
3.5.1.1 Pile group 1	11

## 2 Input Data

### 2.1 General Input Data

Model Tension Piles (EC7-NL)

### 2.2 General Report Data

Geotechnical consultant : ir. J.E. Cools  
 Design engineer superstructure : ir. M. Booij  
 Principal : G. van Es  
 Title 1 : Tennes 380 kV Hoogspanningsmast in de Oosterscheld  
 Title 2 : Berekening trekdraagvermogen boorpalenwand  
 Title 3 : D-Foundations Trek\_boorpalenwand  
 Number of project : BD5948  
 Location of project : Amersfoort

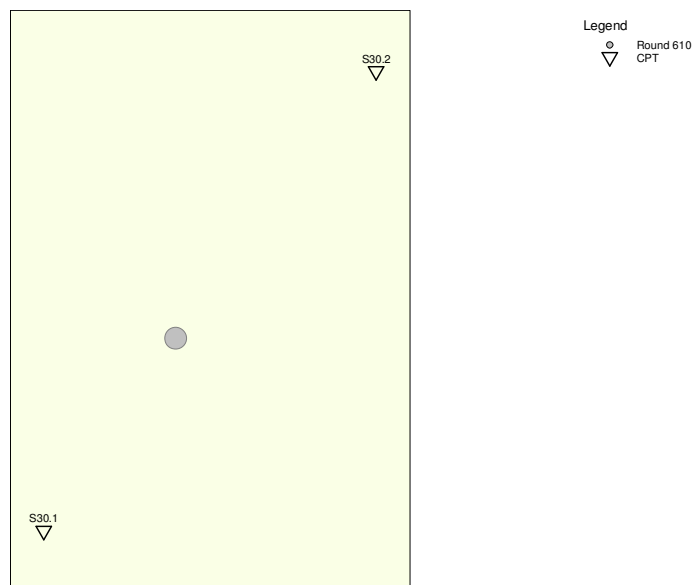
### 2.3 Application Area Model Tension Piles (NEN-EN)

The design and verifications performed by the TENSION PILES (NEN-EN) model of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause tensile forces in the piles. Pilegroup effects are taken into account. Calculation of pile forces is based on Cone Penetration Tests. Pile capacities are based on the NEN-EN 9997-1:2012, chapter 7 and where pile/safety factors are concerned, on Dutch Standards NEN-EN 9997-1:2012. Horizontal displacements of piles are not taken into account. Vertical displacements of piles are not calculated. Design of Tension piles based on NEN-EN 9997-1:2012 is limited to piles with lengths between 7 and 50 m and a minimum Length over (equivalent) diameter ratio of 13.5.

### 2.4 General CPT Data

Number of CPT's : 2  
 Timing of CPT's : CPT - Excavation - Install

#### 2.4.1 View of CPT's in Foundation Plan



Number/name CPT	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]
1: S30.1	66814.37	384000.71
2: S30.2	66823.51	384013.34

## 2.5 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 2

### 2.5.1 Soil Profile S30.1

Belonging to CPT

S30.1

Surface level in [m. reference level] :

3.90

Phreatic level in [m. reference level] :

3.90

Top of tension zone [m. reference level]:

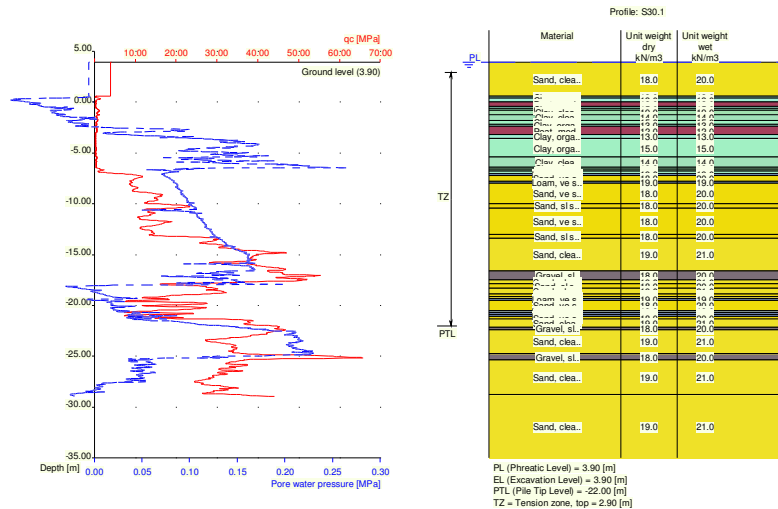
2.90

Pile tip level in [m. reference level] :

-22.00

Number of layers in profile :

43



Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
1	3.900	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
2	0.590	Clay	13.00	13.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
3	0.390	Clay	13.00	13.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
4	-0.010	Peat	12.00	12.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
5	-0.410	Clay	13.00	13.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
6	-0.610	Clay	15.00	15.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
7	-0.810	Clay	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
8	-1.210	Clay	14.00	14.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
9	-1.810	Clay	15.00	15.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
10	-2.210	Clay	13.00	13.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
11	-2.410	Peat	12.00	12.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
12	-3.210	Clay	13.00	13.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
13	-3.610	Clay	15.00	15.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
14	-5.410	Clay	14.00	14.00	0.40	0.80		12/15	Standa...

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
15	-6.410	Clay	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
16	-6.610	Clay	18.00	18.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
17	-6.810	Clay	18.00	18.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
18	-7.010	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
19	-7.210	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
20	-7.810	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
21	-8.010	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
22	-10.010	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
23	-10.410	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
24	-13.010	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
25	-13.410	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
26	-16.599	Gravel	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
27	-17.466	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
28	-17.903	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
29	-18.303	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
30	-18.903	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
31	-19.103	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
32	-19.303	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
33	-19.503	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
34	-20.503	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
35	-20.703	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
36	-20.903	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
37	-21.103	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
38	-21.303	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
39	-22.159	Gravel	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
40	-22.378	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
41	-24.729	Gravel	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
42	-25.383	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
43	-28.783	Sand	19.00	21.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m <sup>2</sup> ]	Addit. PP at bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR value [-]	Use Tension
1	3.900	Sand	32.50	0.00	0.00	1.000	True
2	0.590	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
3	0.390	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
4	-0.010	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
5	-0.410	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
6	-0.610	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
7	-0.810	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
8	-1.210	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
9	-1.810	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
10	-2.210	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
11	-2.410	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
12	-3.210	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
13	-3.610	Clay	15.00	0.00	0.00	1.000	True
14	-5.410	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
15	-6.410	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
16	-6.610	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
17	-6.810	Clay	27.50	0.00	0.00	1.000	True
18	-7.010	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
19	-7.210	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
20	-7.810	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
21	-8.010	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
22	-10.010	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
23	-10.410	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
24	-13.010	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
25	-13.410	Sand	35.00	0.00	0.00	1.000	True
26	-16.599	Gravel	35.00	0.00	0.00	1.000	True
27	-17.466	Sand	35.00	0.00	0.00	1.000	True
28	-17.903	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
29	-18.303	Sand	35.00	0.00	0.00	1.000	True
30	-18.903	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True





Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	Gamma sat [kN/m <sup>3</sup> ]	Min. Void Ratio [%]	Max. Void Ratio [%]	Median [mm]	Max. Cone resistance [kPa]	Use Max. Cone resistance
9	-5.259	Loam	19.00	19.00	0.40	0.80		12/15	Standa...
10	-6.659	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
11	-7.059	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
12	-9.459	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
13	-10.259	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
14	-18.426	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
15	-18.826	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
16	-20.226	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
17	-20.845	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
18	-28.877	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...
19	-29.077	Sand	18.00	20.00	0.40	0.80	0.200	12/15	Standa...

Number layer	Top layer [m R.L.]	Soil Type	Phi [deg]	Addit. PP at top [kN/m <sup>2</sup> ]	Addit. PP at bottom [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR value [-]	Use Tension
1	3.900	Sand	32.50	0.00	0.00	1.000	True
2	0.541	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
3	0.341	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
4	0.141	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
5	-0.059	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
6	-1.859	Peat	15.00	0.00	0.00	1.000	False
7	-3.059	Clay	17.50	0.00	0.00	1.000	True
8	-3.459	Clay	22.50	0.00	0.00	1.000	True
9	-5.259	Loam	27.50	0.00	0.00	1.000	True
10	-6.659	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
11	-7.059	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
12	-9.459	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
13	-10.259	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
14	-18.426	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
15	-18.826	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
16	-20.226	Sand	25.00	0.00	0.00	1.000	True
17	-20.845	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
18	-28.877	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True
19	-29.077	Sand	27.00	0.00	0.00	1.000	True

## 2.6 Pile Types

- Note : if  $\alpha; t$  is not user defined, the next rules apply :
- $\alpha; t$  according to table 7.g and table 7.h of NEN-EN 9997-1
  - for clay:  $\alpha; t$  depends on the CPT-value and relative depth
  - for peat:  $\alpha; t = 0$
  - for sand/gravel:  $\alpha; t$  also depends on the median

Number of pile types :

1

### 2.6.1 Pile type : Round 610

Pile type for shaft friction factor ( $\alpha; t$ ) sand/gravel/loam :

User defined (low vibrating)

Shaft friction factor sand/gravel/loam [-] :

0.0050

Pile type for shaft friction factor ( $\alpha; t$ ) clay :

According to standard

Materialtype for pile :

Concrete

Pile shape :

Round pile

Pile dimensions :

Diameter [m] :

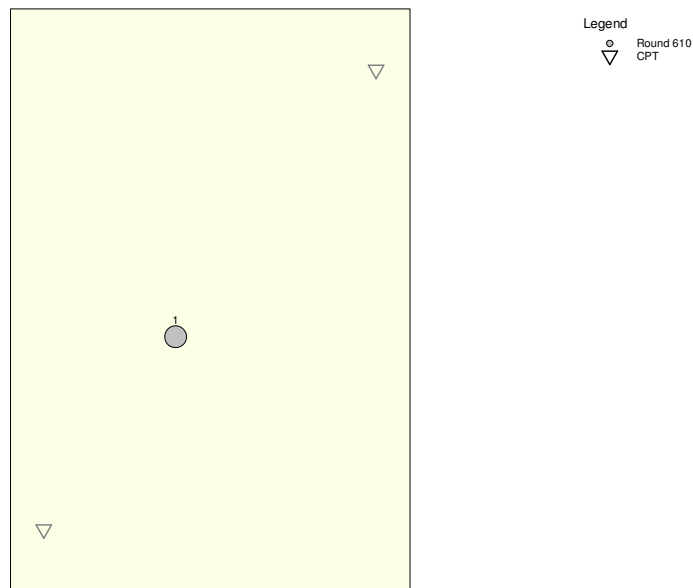
0.610

Note : this pile type is regarded as a low vibration pile. Reduction for pile installation after excavation according to NEN 9997-1.

## 2.7 Foundation Plan

Number of piles : 1  
 Number of collaborating piles\* : 1  
 \* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

### 2.7.1 View of Foundation Plan

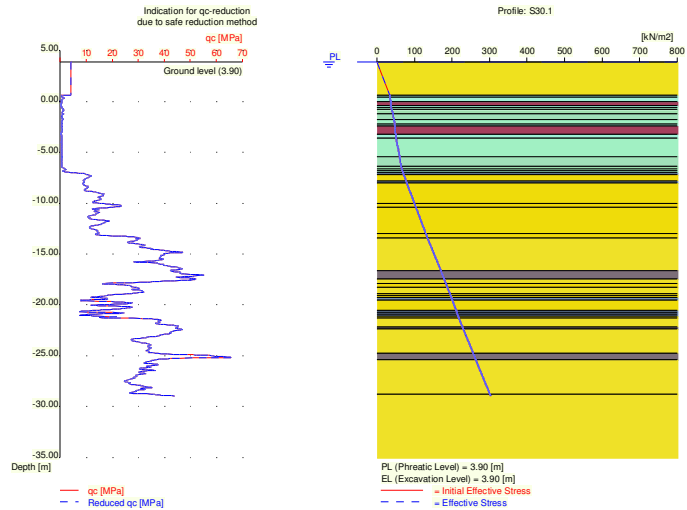


Pile nr./code	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Maximum load [kN]	Minimum load [kN]	Pile head level [m R.L.]	Use alternat. loads	Factor Gamma;var
1: 1	66818.00	384006.00	600.00	-1200.00	3.90	False	n.a.

Note regarding the loads: tension forces are positive, compressive forces are negative  
 Note 2: See OVERRULED PARAMETERS for gamma;var

## 2.8 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 3.90  
 Reduction model : Safe (NEN)



## 2.9 Optional Parameters

Unit weight water [kN/m<sup>3</sup>] : 9.81  
Surcharge [kN/m<sup>2</sup>] : 25.00

## 2.10 Overruled Parameters

User defined gamma;var [-] 1.50  
User defined Factor xi3 [-] : 1.20  
User defined Factor xi4 [-] : 0.96

## 2.11 Calculation Options

Suppress compaction

If compaction is used, according to NEN-EN 9997-1 CPT's should be made after installation to verify this assumption

Use the influence of excavations (standard).

Use excess pore pressure

## 2.12 Model Options

Selected pile types :  
-Round 610

Selected profiles :  
-S30.1  
-S30.2

Trajectory  
-begin [m] : -13.00  
-end [m] : -28.00  
-interval [m] : 1.00

## 3 Tension Piles (EC7-NL): Indication Bearing Capacity

### 3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor  $\xi_3$  (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. is user defined.

Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor  $\xi_4$  (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. is user defined.

Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

Warning : The factor  $\gamma_{var}$  (NEN-EN 1997 1:2005 NEN-EN 9997-1, annex A) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.

At pile type Round 610 :

Due to the use of a low vibrating pile type, the reduction of CPT-value due to the excavation is done using NEN-EN 9997-1.

When reviewing the following results, warnings listed above should be considered.

### 3.2 Remarks

When calculating the max. mobilized soil weight, the topangle is used according to NEN-EN 9997-1.

### 3.3 Calculation Parameters

#### 3.3.1 Pile Factors

$\xi_3$ (user defined) :	1.20
$\xi_4$ (user defined) :	0.96
User defined $\gamma_{var}$ [-]	1.500
Factor $\gamma_{st}$ according to NEN 1997-1 annex A.3.3.2 [-]	1.350
Factor $\gamma_{\gamma}$ according to NEN-EN 9997-1:2012 annex A.3 table A2 [-]	
Above excavation level	1.0
Below excavation level	1.1

#### 3.3.2 Pile type : Round 610

Pile type for shaft friction factor ( $\alpha; t$ ) sand/gravel/loam : User defined (low vibrating)

Shaft friction factor sand/gravel/loam [-] : 0.0050

Pile type for shaft friction factor ( $\alpha; t$ ) clay : According to standard

Materialtype for pile : Concrete

Pile shape : Round pile

Pile dimensions :

    Diameter [m] : 0.610

Note : this pile type is regarded as a low vibration pile. Reduction for pile installation after excavation according to NEN 9997-1.

### 3.4 Results for all CPT's

#### 3.4.1 Results for pile type : Round 610

##### 3.4.1.1 Pile group 1

Number of piles belonging to this pile group : 1

Names of piles belonging to this pile group

1

Level [m R.L.]	Rt;d min [kN]	Rt;d avg [kN]	Rt;d [kN]	Ksi used [-]
-13.00	423.79	379.92	379.92	Ksi3
-14.00	501.23	441.80	441.80	Ksi3
-15.00	578.67	504.46	504.46	Ksi3
-16.00	656.12	567.12	567.12	Ksi3
-17.00	733.56	629.77	629.77	Ksi3
-18.00	811.00	692.43	692.43	Ksi3
-19.00	861.81	744.43	744.43	Ksi3
-20.00	924.13	802.25	802.25	Ksi3
-21.00	984.98	866.87	866.87	Ksi3
-22.00	1062.42	930.20	930.20	Ksi3
-23.00	1139.86	992.86	992.86	Ksi3
-24.00	1217.31	1055.52	1055.52	Ksi3
-25.00	1294.75	1118.17	1118.17	Ksi3
-26.00	1372.19	1180.83	1180.83	Ksi3
-27.00	1449.64	1243.49	1243.49	Ksi3
-28.00	1527.08	1306.14	1306.14	Ksi3

### 3.5 INDICATIVE: Results using Ksi3

#### 3.5.1 Results for pile type : Round 610

##### 3.5.1.1 Pile group 1

Number of piles belonging to this pile group : 1

Names of piles belonging to this pile group

1

CPT name	Level [m R.L.]	Rt;d Indicative [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
S30.1	-13.00	408.94	18727.80	59.31	7.91
S30.1	-14.00	470.06	21585.70	62.82	6.79
S30.1	-15.00	532.72	24739.70	66.33	5.93
S30.1	-16.00	595.37	28209.20	69.84	5.26
S30.1	-17.00	658.03	32013.60	73.34	4.73
S30.1	-18.00	720.69	36171.00	76.86	4.30
S30.1	-19.00	783.34	40699.80	80.36	3.94
S30.1	-20.00	848.42	45618.30	83.87	3.62
S30.1	-21.00	928.27	50943.40	87.38	3.29
S30.1	-22.00	992.29	56692.10	90.89	3.07
S30.1	-23.00	1054.95	62883.60	94.40	2.88
S30.1	-24.00	1117.61	69537.10	97.91	2.71
S30.1	-25.00	1180.26	76672.20	101.42	2.56
S30.1	-26.00	1242.92	84307.20	104.93	2.43
S30.1	-27.00	1305.57	92461.40	108.44	2.31
S30.1	-28.00	1368.23	101154.00	111.95	2.20
S30.2	-13.00	350.89	19949.50	59.31	3.88
S30.2	-14.00	413.55	23069.00	62.82	3.22
S30.2	-15.00	476.20	26509.60	66.33	2.76
S30.2	-16.00	538.86	30288.80	69.84	2.41
S30.2	-17.00	601.52	34424.00	73.34	2.14
S30.2	-18.00	664.17	38932.90	76.86	1.93
S30.2	-19.00	705.52	43832.90	80.36	1.81
S30.2	-20.00	756.08	49141.70	83.87	1.68
S30.2	-21.00	805.46	54876.60	87.38	1.57
S30.2	-22.00	868.11	61055.40	90.89	1.45
S30.2	-23.00	930.77	67695.40	94.40	1.35
S30.2	-24.00	993.43	74814.20	97.91	1.26
S30.2	-25.00	1056.08	82429.50	101.42	1.18
S30.2	-26.00	1118.74	90558.60	104.93	1.12
S30.2	-27.00	1181.40	99219.10	108.44	1.05

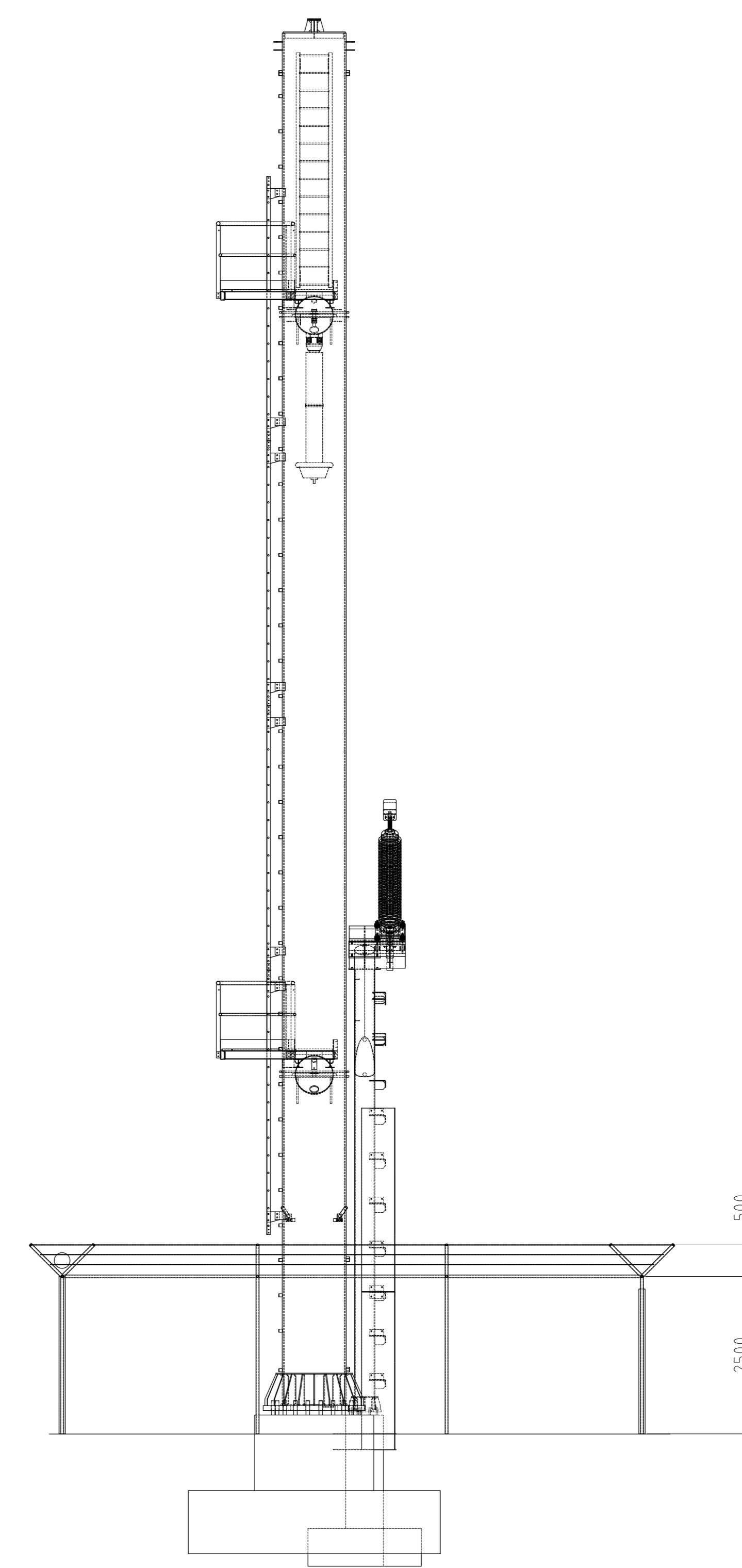
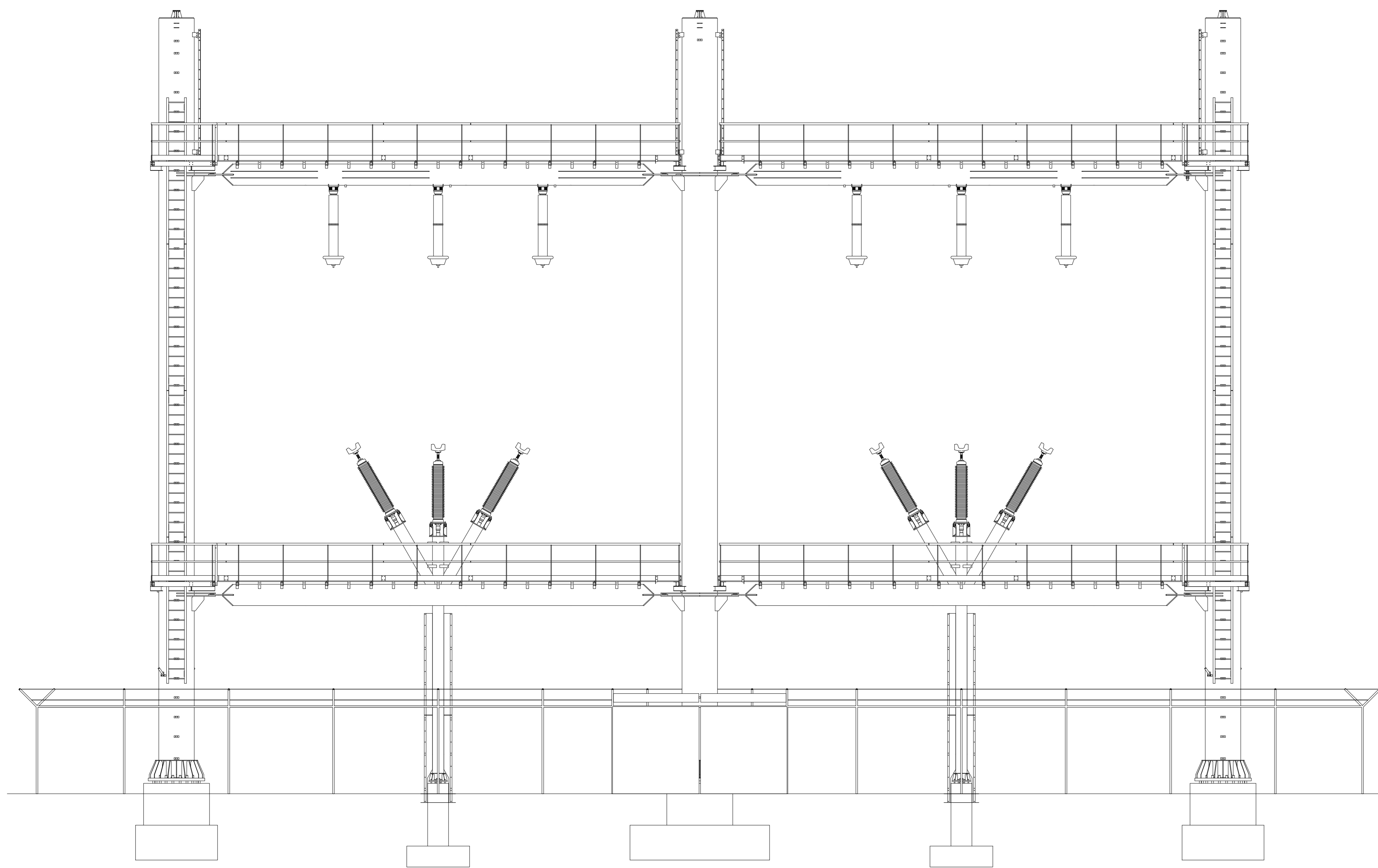
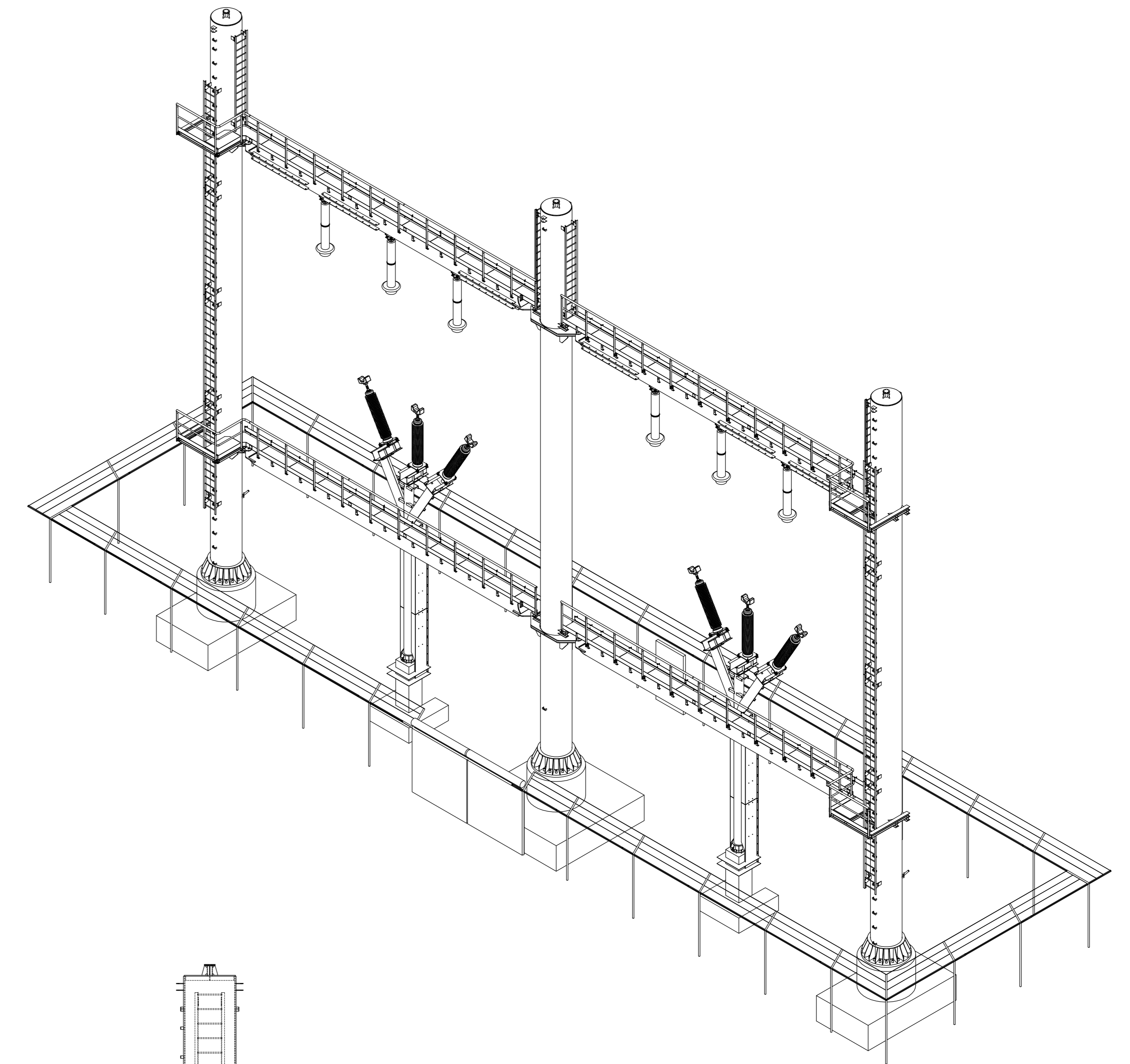
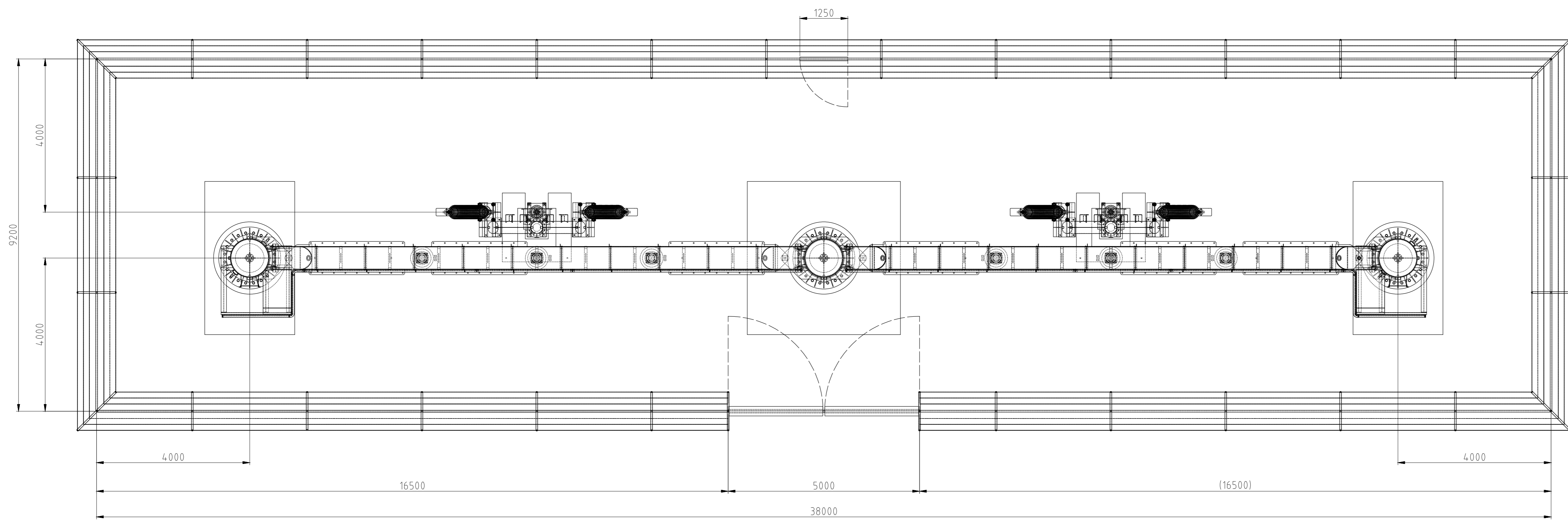
CPT name	Level [m R.L.]	Rt;d Indicative [kN]	Max. mobilized soil weight [kN]	Pile weight [kN]	Tension derived from clay [%]
S30.2	-28.00	1244.05	108429.00	111.95	1.00

CPT name	Alpha t aver. overall	Alpha t aver. sand/gravel/loam	Alpha t aver. clay/peat
S30.1	0.0062	0.0054	0.0084
S30.2	0.0060	0.0056	0.0078

Please note that User defined values for Alpha t for sand and gravel are adjusted for the coarseness of the actual soil (sand when D50 > 0.6mm; gravel when D50 > 2 mm).

## End of Report

Bijlage 15  
Ontwerpgegevens hekwerken



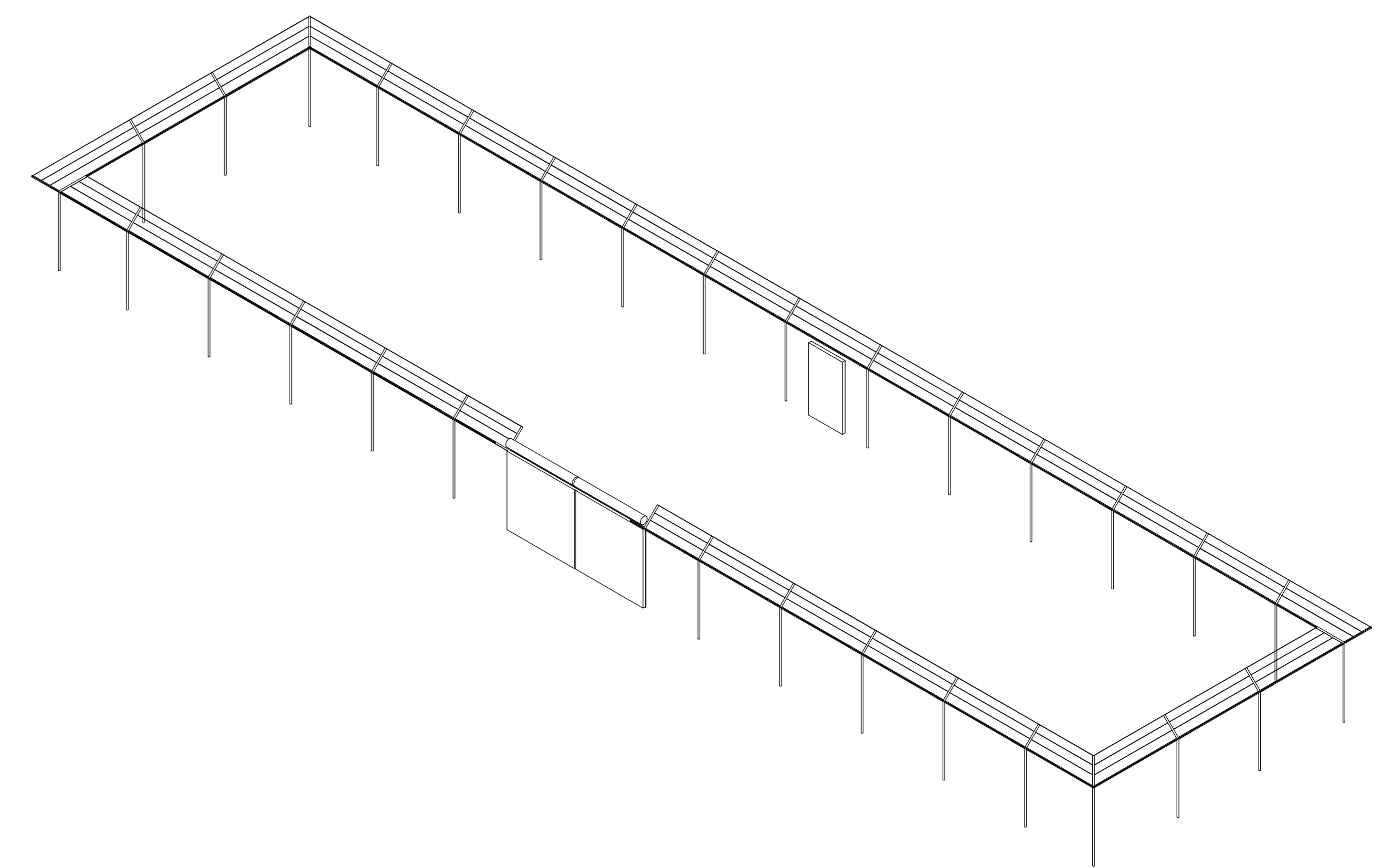
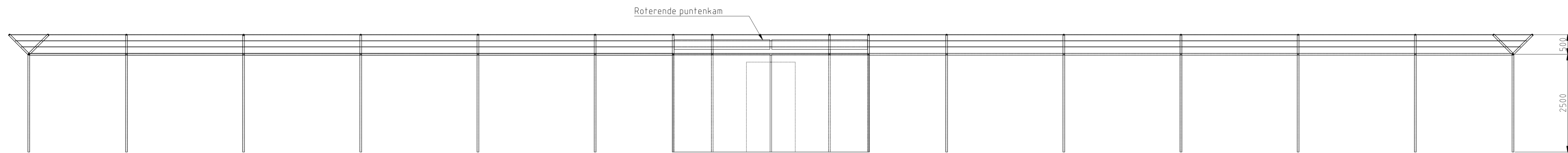
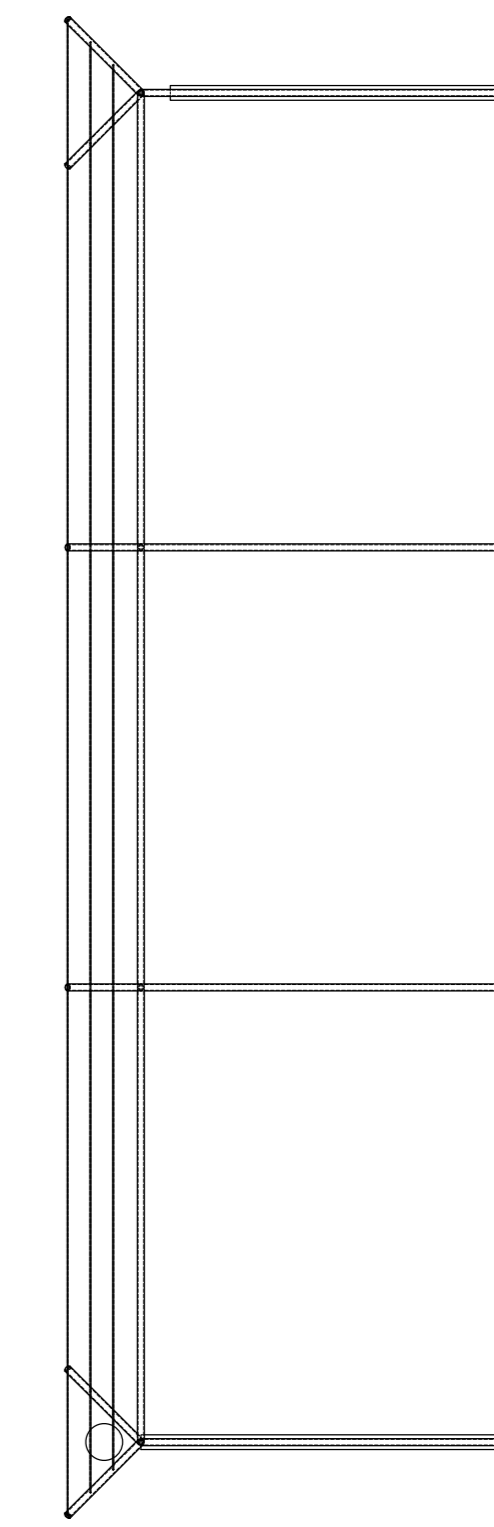
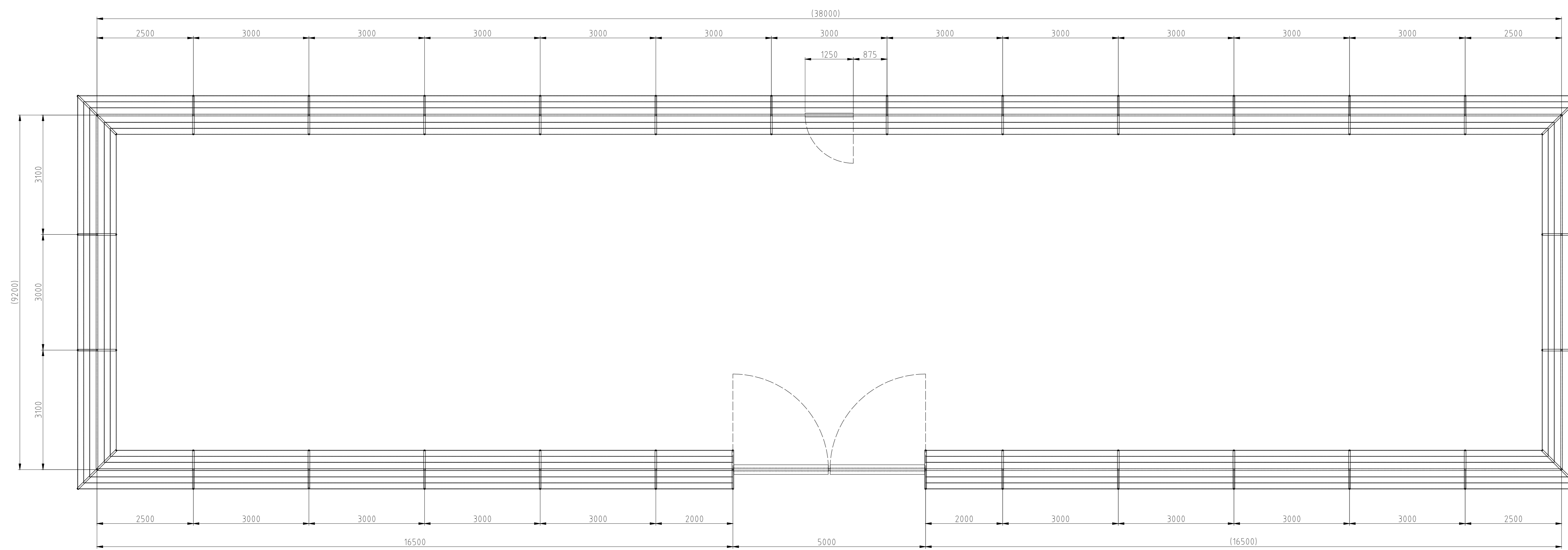
- Opmerking
- Voor maatvoering portaal zie tek.nr. 74.10.2194-035-1001
  - Voor maatvoering hekwerk zie tek.nr. 74.10.2194-035-1002
  - Draairichting van de hoofdpoort en noodpoort naar binnen
  - Noodpoort uitrusten met panieksluiting en afschermplaat
  - Draaiporten moeten minimaal 160 graden geopend kunnen worden
  - Staalmat hekwerk, kleur grijs
  - Hekwerken en poorten moeten voldoen aan de SPE.04.002 specificatie hekwerken en poorten versie 1.1

GSP - RLL 150 DETAILS HEKWERK-LIJNPORTAAL 94A		K		
		B		
		A		
Beschrijving	Engeneering verbinding ZW380	Per	Wijziging	Datum
		Schaal	1:60	Formaat
		Norm	VRO	Datum
				28-02-2015

Taking power further




Tevensnummer: 74.10.2194-035-1000  
 Kwaliteitsnorm: 74.10.2194-035-1000  
 Type:





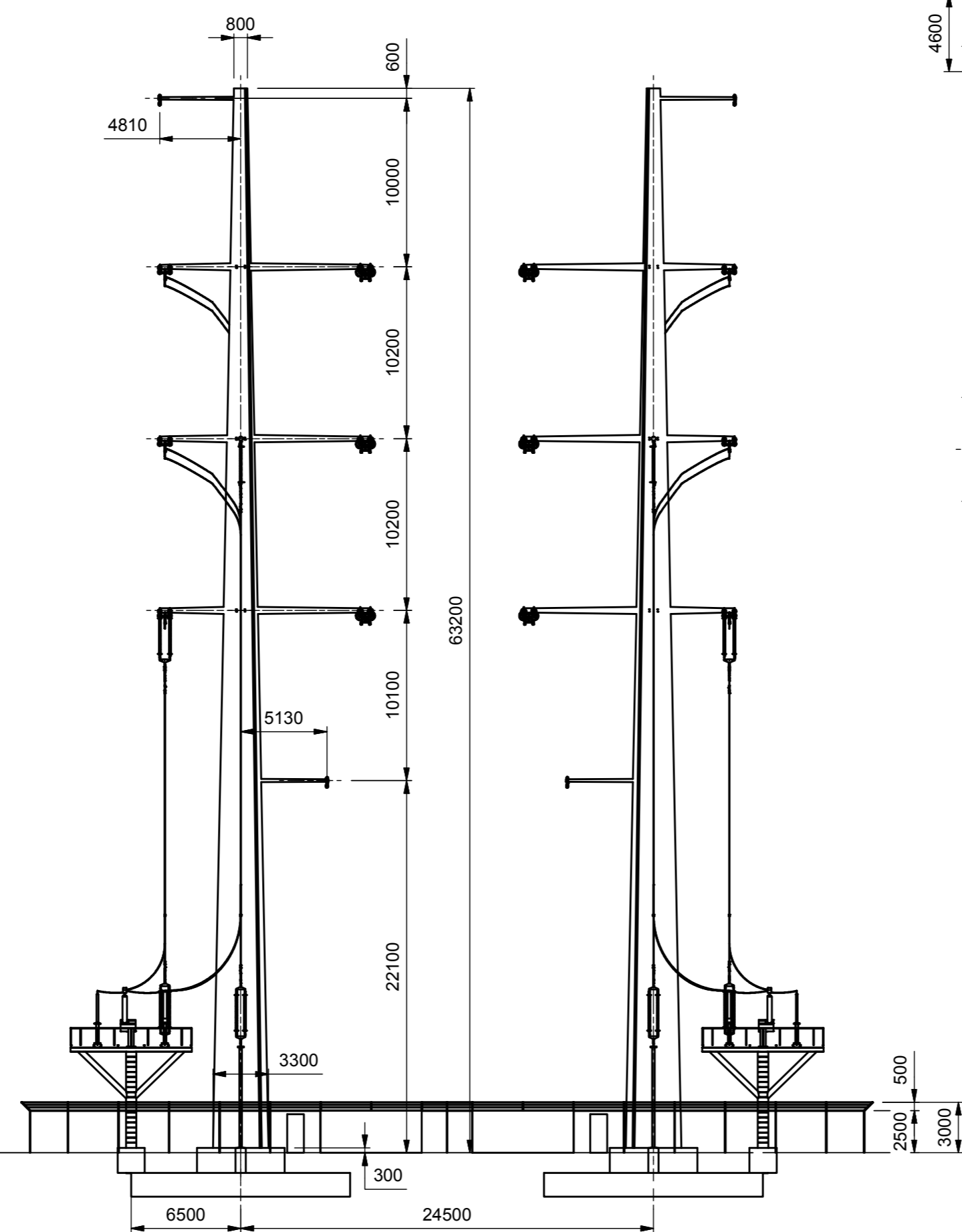
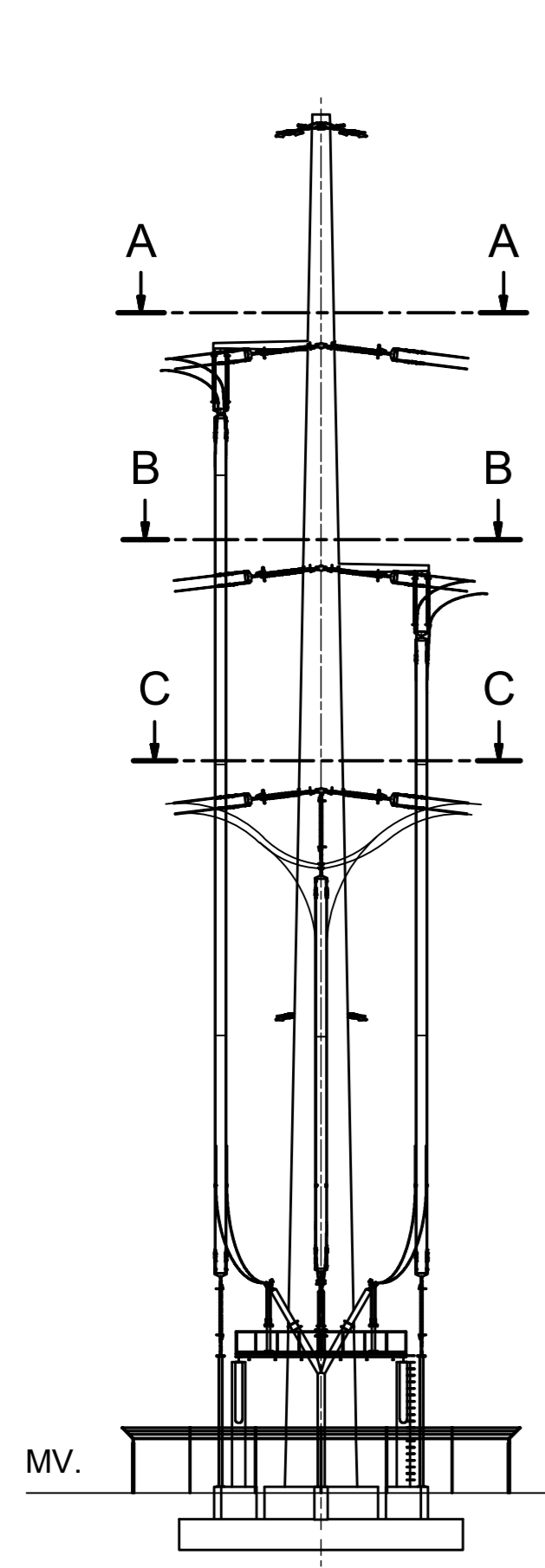
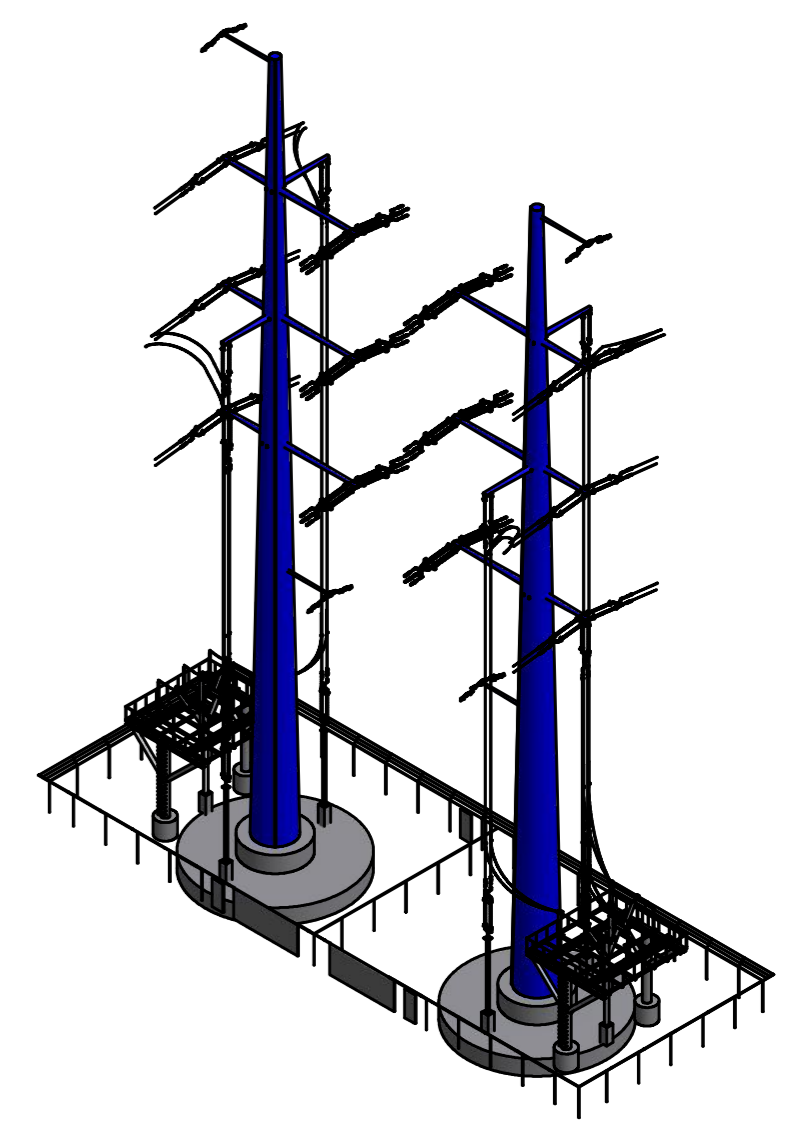
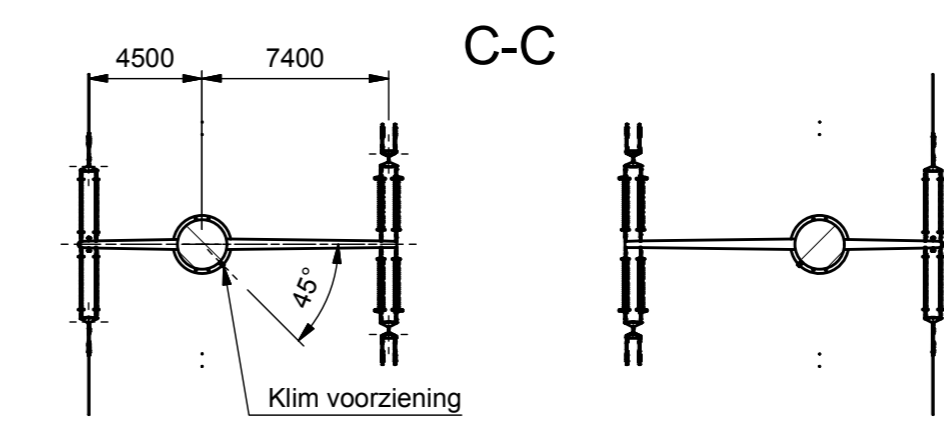
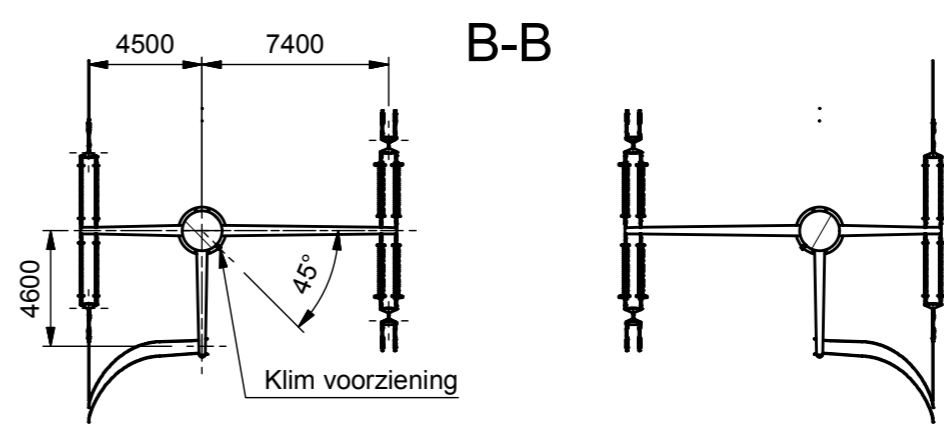
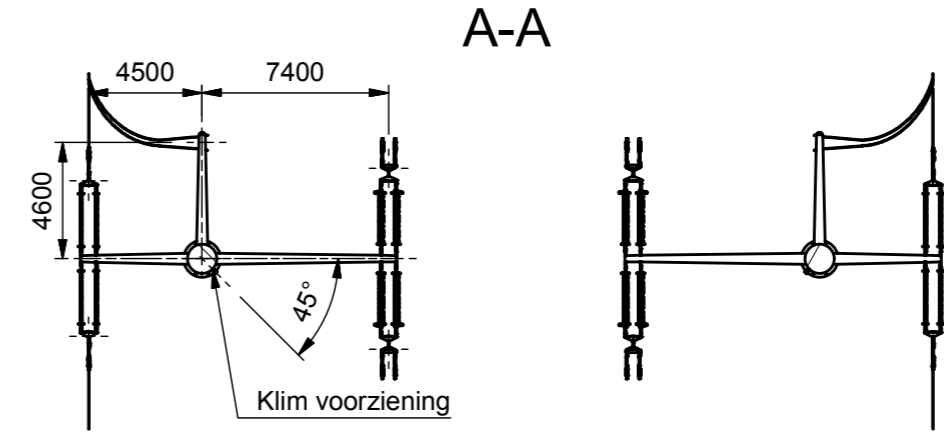
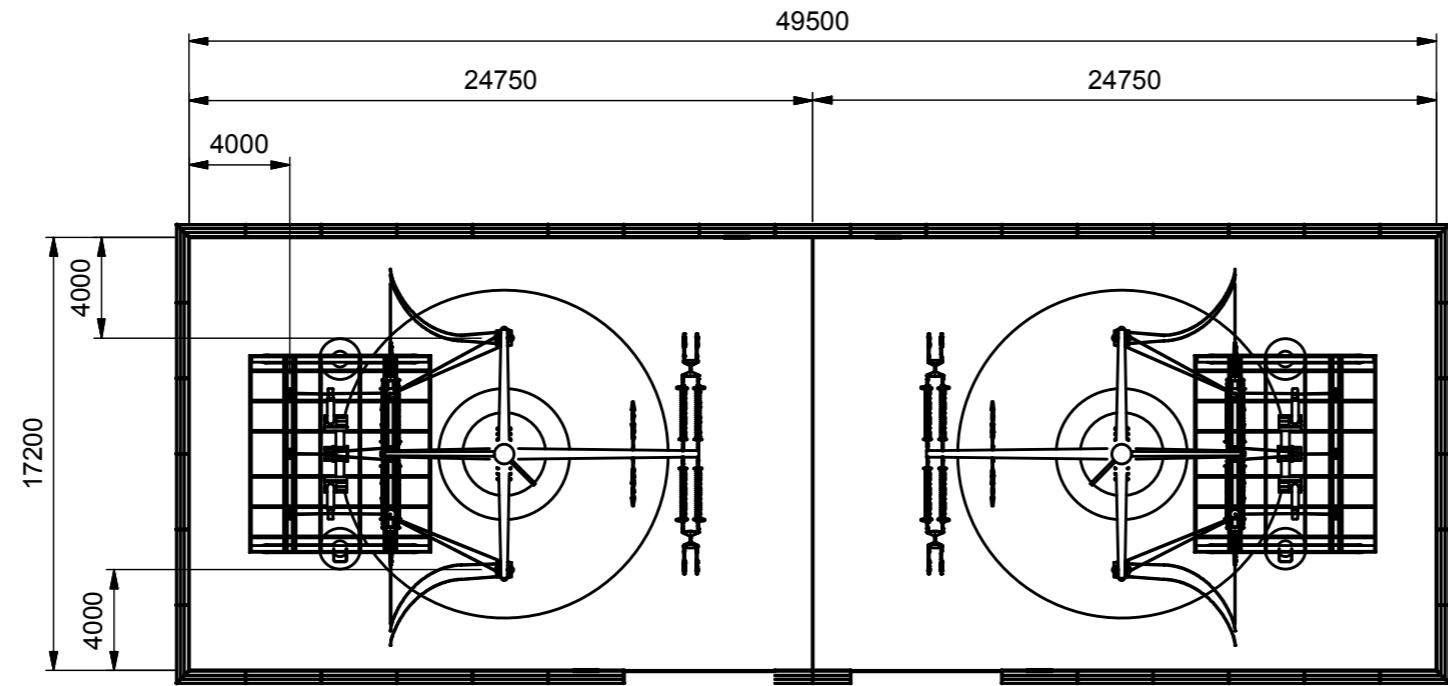
- Opmerking
- Draairichting van de hoofdpoort en noodpoort naar binnen
  - Noodpoort uitrusten met paniekluiting en afschermplaat
  - Draaiporten moeten minimaal 160 graden geopend kunnen worden
  - Staalmat hekwerk, kleur grijs
  - Hekwerken en poorten moeten voldoen aan de SPE.04.002 specificatie hekwerken en poorten versie 1.1

GSP RLL150 OVERZICHT HEKWERKTEKENING PORTAAL 94A		L			
		B			
		A			
Beschrijving	Engineering verbinding ZW380	Per	Wijziging	Datum	Naam
Project		Schaal	1:50 / 1:100	Formaat	A3
		Norm	ENR	Datum	23-02-2015

Tennet  
taking power further

Telefoonnummer: 74 10 2194-035-1002, fax: 74 10 2194-035-1002



Opmerking:

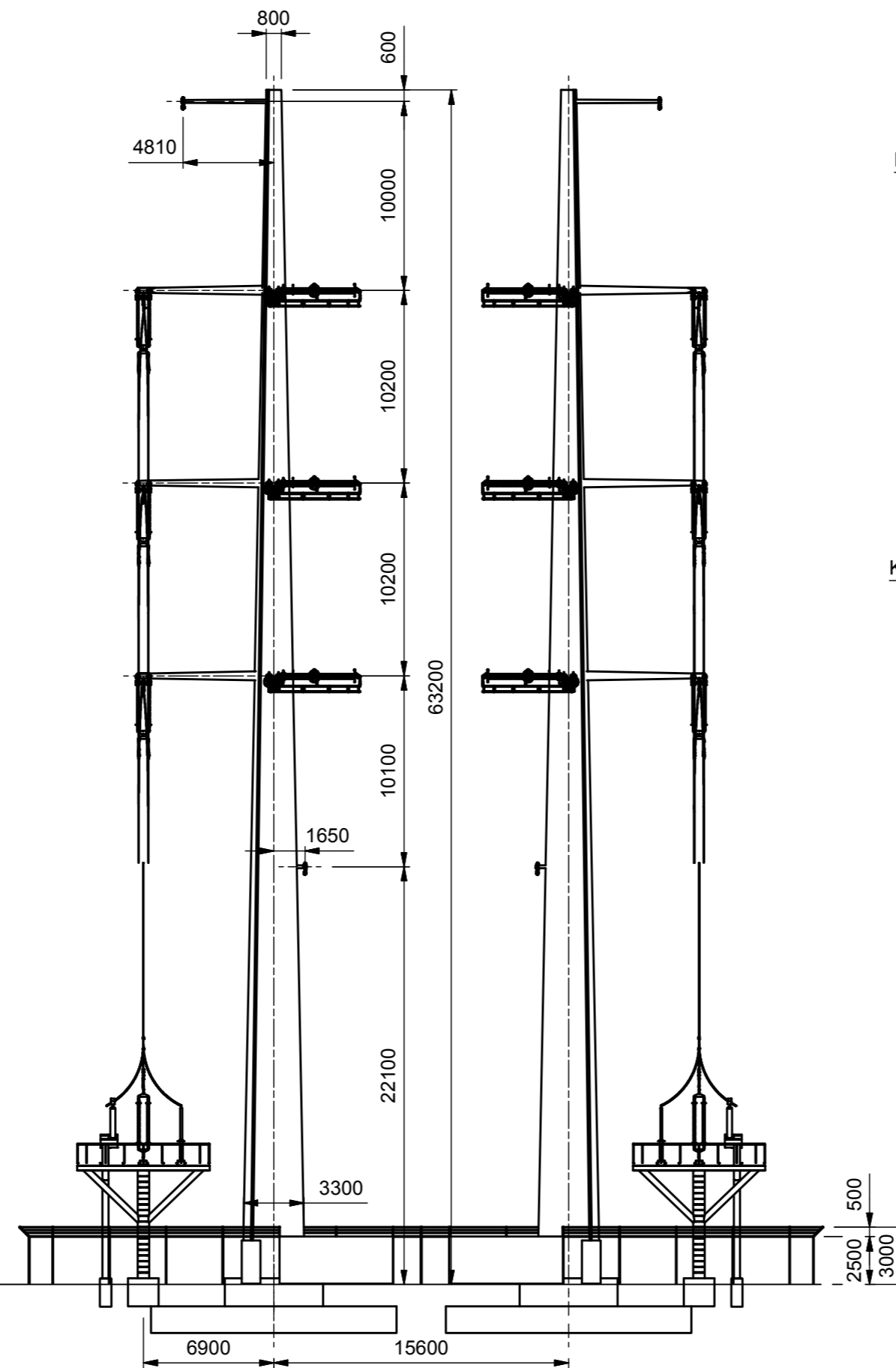
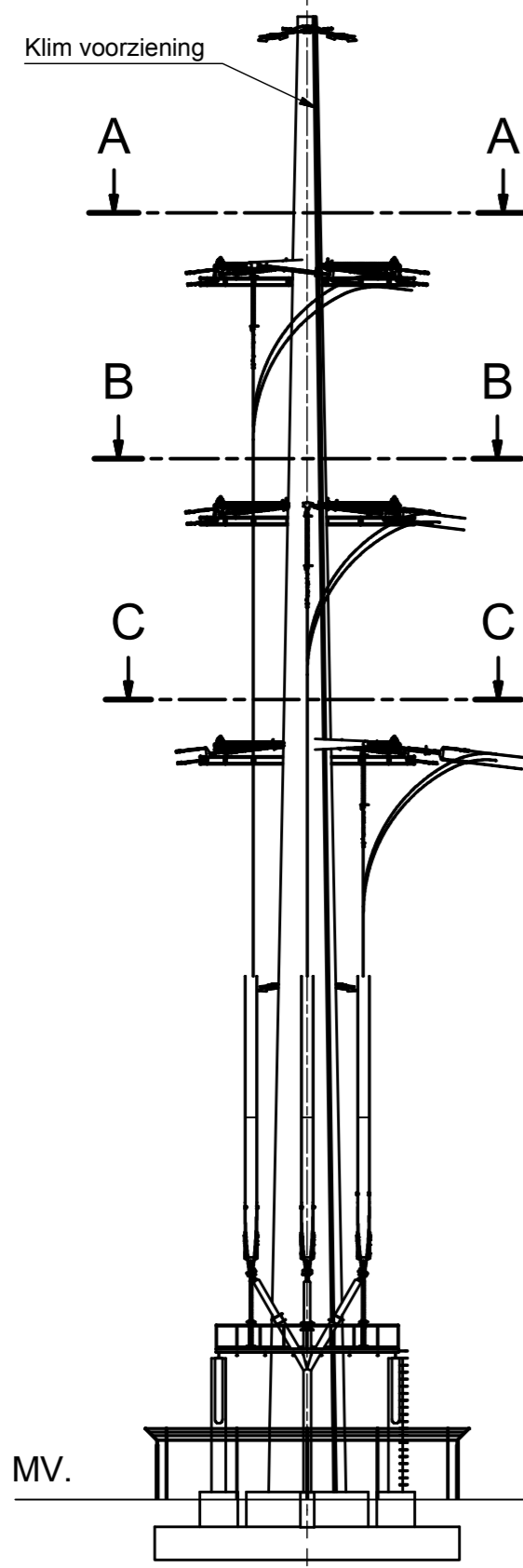
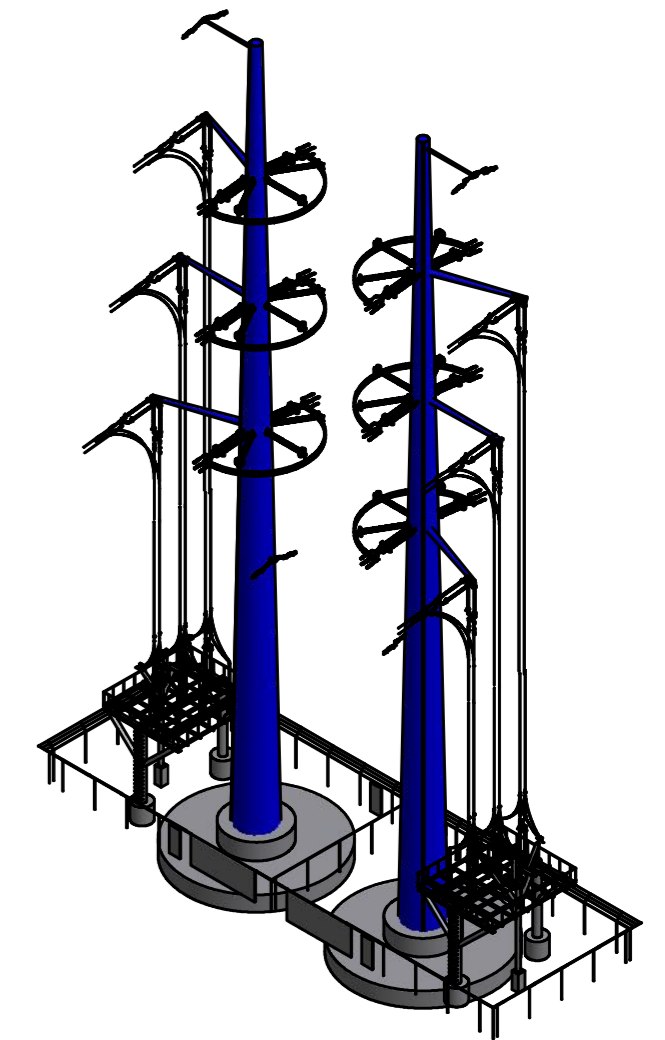
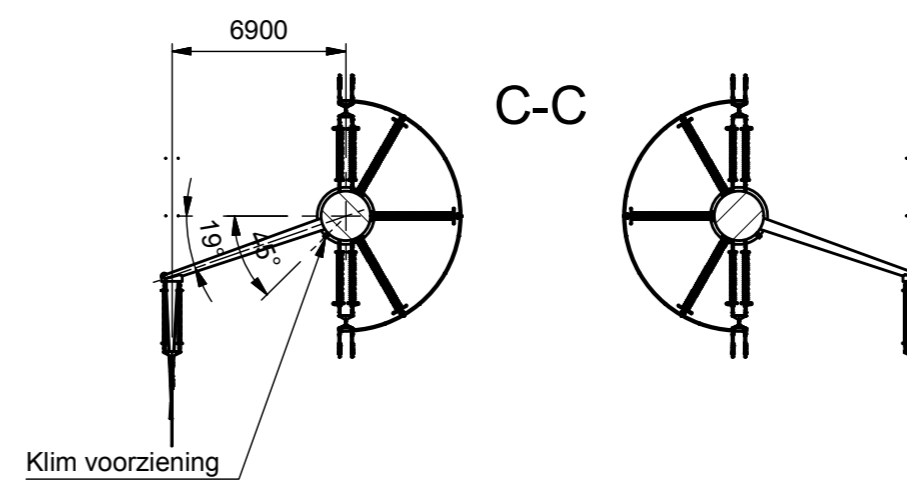
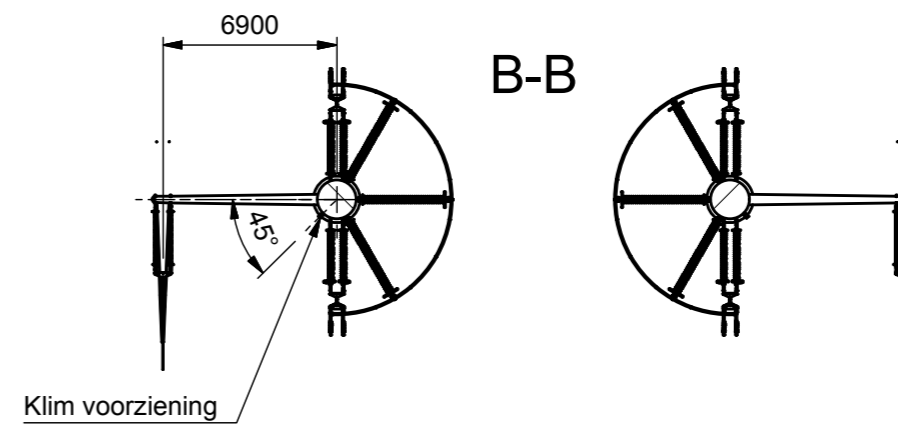
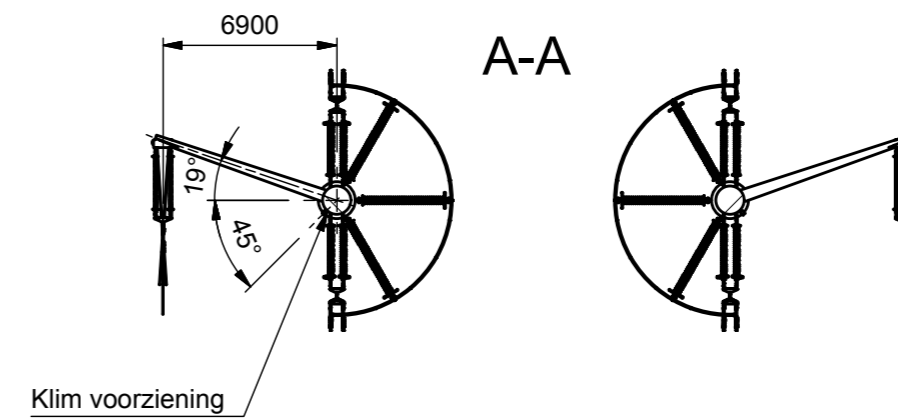
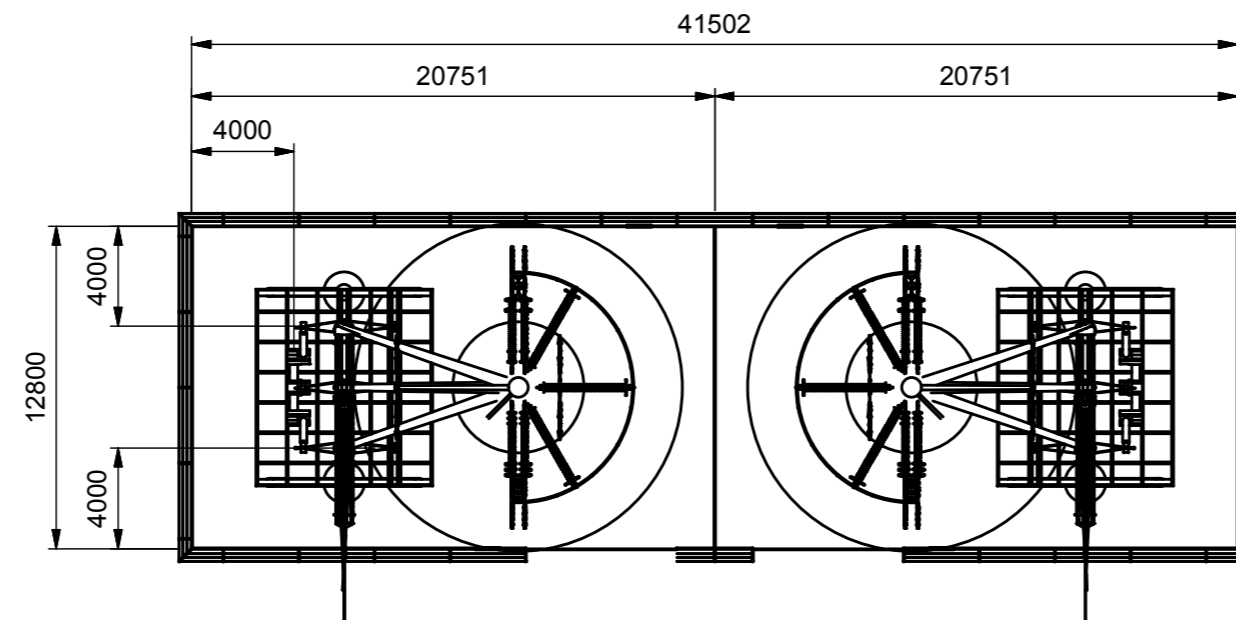
Lijnhoek: 150 graden  
 Voor Detail bordes zie tekening: 74102194-035-708

Aanvraag

Revision history		Description	
Rev.	Date		
1.0	26-03-2014	First edition	
2.0	7-4-2014	Modification traverse	


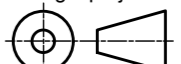
  

 	Projectname:	Engineering verbinding ZW380	
	Third angle projection:		
Drawing no.:		74102194-035-401	
Design state:	WorkInProgress	Scale:	1:300
Drawn by:	SGR 7-4-2014	Units:	mm
Checked by:	APE 7-4-2014	Project no.:	145.11
Approved by:	AW 7-4-2014	Company:	TenneT
Description:			Revision:
Mast type: ZWW4AA400 aftakking			2.0
150kV tbv inlissing			Format:
(380kV steunmast;150kV aftakking)			A2
KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com			



**Opmerking:**  
Lijnhoek 150 graden  
Voor Detail bordes zie tekening: 74102194-035-709

**Aanvraag**

Revision history		Description	
Rev.	Date		
1.0	26-03-2014	First edition	
2.0	7-4-2014	Modification traverse	
		Projectname:	Engineering verbinding ZW380
		Third angle projection:	
		Drawing no.:	74102194-035-403
Design state:	WorkInProgress	Scale:	1:300
Drawn by:	SGR 7-4-2014	Units:	mm
Checked by:	APE 7-4-2014	Project no.:	145.11
Approved by:	AW 7-4-2014	Company:	TenneT
Description:			Revision:
Masttype: ZWW4AE400 opstijgpunt			2.0
150kV tbv inlussing			Format:
(380kV eindmast:150kV eindmast)			A2
KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com			